



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA  
EL ZAPOTE Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARA LA ALDEA HORCONES, ATESCATEMPA, JUTIAPA**

**Harold Gustavo Adolfo Sánchez Pineda**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2015



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA  
EL ZAPOTE Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARA LA ALDEA HORCONES, ATESCATEMPA, JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**HAROLD GUSTAVO ADOLFO SÁNCHEZ PINEDA**  
ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA  
EL ZAPOTE Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARA LA ALDEA HORCONES, ATESCATEMPA, JUTIAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 16 de marzo de 2015.



**Harold Gustavo Adolfo Sánchez Pineda**





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 08 de julio de 2015  
Ref.EPS.DOC.314.07.15

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Harold Gustavo Adolfo Sánchez Pineda** con carné No. **200714963**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL ZAPOTE Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA HORCONES, ATESCATEMPA, JUTIAPA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo  
MAAO/ra





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
15 de julio de 2015

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL ZAPOTE Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA HORCONES, ATESCATEMPA, JUTIAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Harold Gustavo Adolfo Sánchez Pineda, con Carnet No. 2007-14963, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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,

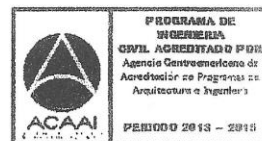
DIRIGIDA A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA/  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

Más de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 24 de julio de 2015  
Ref.EPS.D.351.07.15

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL ZAPOTE Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA HORCONES, ATESCATEMPA, JUTIAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Harold Gustavo Adolfo Sánchez Pineda, carné 200714963**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra

---

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





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Harold Gustavo Adolfo Sánchez Pineda, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL ZAPOTE Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA HORCONES, ATESCATEMPA, JUTIAPA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2015.

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua







Universidad de San Carlos  
de Guatemala

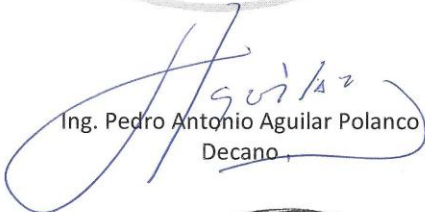


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 506.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL ZAPOTE Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA HORCONES, ATESCATEMPA, JUTIAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Harold Gustavo Adolfo Sánchez Pineda**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, octubre de 2015

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser fiel en todo momento y brindarme llegar a esta meta.
- Virgen María** Por estar a mi lado y guiarme siempre en mi vida.
- Mis padres** Gustavo Adolfo Sánchez Toscano y Braulia Isabel Pineda López, por ese amor, inmenso cariño, apoyo incondicional y las palabras sabias en cada momento. No existe forma alguna de agradecerles tanto amor y sacrificio, el esfuerzo realizado e inspiración en mi vida, siempre serán los dos grandes pilares, siempre los amaré.
- Mis hermanas** Claudia Isabel y Karen María Sánchez Pineda, por darme siempre momentos de alegría y ese gran cariño incondicional, apoyo en todo instante, amor y amistad, que este logro sea de inspiración.
- Mis abuelos** Paternos: Gustavo Sánchez (q. e. p. d.) y Petrona Toscano, maternos: Moisés Pineda (q. e. p. d.) y Evangelina López, por compartir su

amor y fidelidad, gracias por grandes ejemplos de vida, los amo.

### **Tíos y primos**

Por tremendo cariño y aprecio en todo momento, forman parte importante de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por regalarme la vida y bendecirme en todo momento y etapa que he vivido.
<b>Mis padres</b>	Gustavo Adolfo Sánchez Toscano y Braulia Isabel Pineda López, por ser ejemplo de lucha, dedicación, arduo trabajo y darme siempre su apoyo incondicional para lograr alcanzar cada meta propuesta y este nivel profesional.
<b>Mis hermanas</b>	Claudia Isabel y Karen María Sánchez Pineda, por ser una parte importante e influencia en mi carrera y estar siempre compartiendo cada momento en mi vida.
<b>Mis primos</b>	Por estar a mi lado, en esta etapa tan importante de mi vida.
<b>Mis tíos</b>	El apoyo incondicional que me han brindado en cada momento.
<b>María de los Ángeles Barales Reyes</b>	Por los años compartidos en la Facultad y su cariño sincero.

**Vilma Catalina  
Salguero**

Con cariño especial y un apoyo incondicional en estos años.

**Mis amigos**

Fernando Ruano, Allan Pereira, Ricardo Ruano y Rafael Valiente, por su amistad sincera y haber compartido momentos de éxitos y fracasos.

**Mis mentores**

Ingeniero civil Omar Medrano, ingeniero civil Manuel Arrivillaga, por su paciencia y amistad brindada.

**Mis padrinos**

Ingeniero Agrónomo Gustavo Sánchez, licenciada Cristina Sánchez, ingeniero civil Héctor Oliveros e ingeniero civil Rodolfo Garnica.

**Laboratorio Mecánica  
de Suelos**

Por la enseñanza recibida, prácticas ejercidas, cariño y amistad.

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por darme la oportunidad de formarme como profesional en esta gran universidad.

**Facultad de Ingeniería**

Por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como ingeniero.

**Municipalidad de  
Atescatempa**

Por el tiempo y conocimiento compartido.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del municipio de Atescatempa.....	1
1.2. Origen del nombre.....	1
1.3. Ubicación y localización .....	2
1.4. Límites y colindancias .....	3
1.5. Clima .....	3
1.6. Topografía .....	4
1.7. Hidrografía.....	4
1.8. Turismo .....	5
1.9. Vías de acceso, comunicación y transporte .....	5
1.10. Economía .....	6
1.11. División política.....	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	7
2.1. Diseño del sistema de agua potable para la aldea El Zapote, Atescatempa, Jutiapa.....	7
2.1.1. Descripción del proyecto .....	7
2.1.2. Levantamiento topográfico .....	8

2.1.2.1.	Altimetría .....	8
2.1.2.2.	Planimetría .....	8
2.1.3.	Fuentes de agua .....	9
2.1.4.	Calidad de agua y sus normas .....	9
2.1.4.1.	Examen bacteriológico .....	10
2.1.4.2.	Examen físico.....	11
2.1.4.3.	Examen químico.....	11
2.1.5.	Criterios de diseño .....	12
2.1.5.1.	Período de diseño .....	13
2.1.5.2.	Población de diseño .....	13
2.1.5.2.1.	Tasa de crecimiento...	14
2.1.5.2.2.	Población actual.....	14
2.1.5.2.3.	Población futura .....	14
2.1.5.3.	Consumo de agua .....	15
2.1.5.4.	Factores de consumo.....	16
2.1.5.4.1.	Factor de día máximo (FDM) .....	16
2.1.5.4.2.	Factor de hora máximo (FHM) .....	17
2.1.5.5.	Caudales de diseño.....	17
2.1.5.6.	Dotación .....	17
2.1.5.7.	Caudal medio diario (Qm) .....	19
2.1.5.8.	Caudal máximo diario (Qmd) .....	19
2.1.5.9.	Caudal máximo horario (Q <sub>mh</sub> ).....	20
2.1.5.10.	Caudal de bombeo (Qb).....	21
2.1.5.11.	Velocidades.....	23
2.1.5.12.	Presiones .....	23
2.1.5.13.	Presión dinámica.....	24
2.1.5.14.	Presión estática.....	24



	2.1.5.15.	Línea piezométrica .....	25
2.1.6.		Captación .....	25
2.1.7.		Agua subterránea .....	26
2.1.8.		Agua superficial .....	26
2.1.9.		Estación de bombeo .....	26
	2.1.9.1.	Elementos de la estación de bombeo.....	26
	2.1.9.2.	Ubicación de la estación de bombeo.....	27
	2.1.9.3.	Pozo mecánico .....	28
	2.1.9.4.	Fuente .....	29
	2.1.9.5.	Caudal de aforo .....	30
	2.1.9.6.	Datos de perforación del pozo .....	31
	2.1.9.7.	Equipo de bombeo .....	32
	2.1.9.8.	Bombas .....	32
	2.1.9.9.	Motor .....	32
	2.1.9.10.	Bomba sumergible vertical .....	33
	2.1.9.11.	Caseta para protección de equipo de bombeo.....	37
	2.1.9.12.	Tubería y accesorios de impulsión ....	38
2.2.		Diseño hidráulico de la línea de impulsión .....	39
2.3.		Bases de diseño para la línea de impulsión .....	39
	2.3.1.	Cálculo hidráulico de la línea de impulsión.....	42
	2.3.2.	Potencia del equipo de bombeo .....	55
	2.3.3.	Características de bomba sumergible .....	56
	2.3.4.	Tanque de almacenamiento y distribución .....	57
	2.3.5.	Diseño hidráulico de la red de distribución .....	59
	2.3.6.	Cálculo hidráulico de la red de distribución .....	62
	2.3.7.	Obras hidráulicas.....	75

2.3.7.1.	Conexiones prediales.....	78
2.3.8.	Presupuesto del proyecto.....	79
2.3.9.	Cronograma de ejecución física.....	81
2.3.10.	Programa de administración y mantenimiento .....	82
2.3.10.1.	Fortalecimiento administrativo.....	82
2.3.10.2.	Programa de mantenimiento .....	84
2.3.11.	Evaluación socioeconómica .....	89
2.3.11.1.	Valor presente neto (VPN) .....	89
2.3.11.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	91
2.3.12.	Evaluación de impacto ambiental.....	92
2.3.13.	Elaboración de planos.....	92

### 3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARO

	PARA LA ALDEA HORCONES .....	93
3.1.	Descripción del proyecto.....	93
3.2.	Levantamiento topográfico.....	93
3.2.1.	Altimetría .....	94
3.2.2.	Planimetría .....	94
3.3.	Descripción del sistema a utilizar .....	94
3.4.	Partes de un alcantarillado.....	95
3.4.1.	Colector.....	95
3.4.2.	Pozos de visita .....	95
3.4.3.	Conexiones domiciliarias .....	96
3.4.4.	Caja de registro o candela domiciliar .....	96
3.4.5.	Tubería secundaria .....	97
3.5.	Período de diseño .....	97
3.5.1.	Población futura .....	97
3.5.2.	Factor de retorno.....	99
3.5.3.	Determinación del caudal sanitario .....	100

3.5.3.1.	Caudal domiciliar .....	100
3.5.3.2.	Caudal comercial .....	101
3.5.3.3.	Caudal industrial .....	102
3.5.3.4.	Caudal de infiltración .....	102
3.5.3.4.1.	Caudal de infiltración de colectores .....	103
3.5.3.4.2.	Caudal de infiltración de acometidas .....	104
3.5.3.5.	Caudales de conexiones ilícitas .....	105
3.5.4.	Caudal medio diario .....	106
3.5.4.1.	Factor caudal medio diario .....	107
3.5.5.	Factor de Harmond .....	108
3.5.6.	Caudal de diseño .....	108
3.5.6.1.	Fundamentos hidráulicos .....	109
3.5.6.2.	Ecuación de Manning .....	109
3.5.6.3.	Relación de diámetro y caudales .....	110
3.6.	Diseño de secciones y pendientes .....	111
3.7.	Relaciones hidráulicas .....	111
3.8.	Diámetro del colector .....	116
3.8.1.	Selección de tipo de tubería .....	116
3.8.2.	Profundidad mínima del colector .....	117
3.8.3.	Ancho de zanja .....	117
3.8.4.	Volumen de excavación .....	118
3.8.5.	Cota invert .....	119
3.8.5.1.	Cota invert salida .....	119
3.8.5.2.	Cota invert de entrada .....	120
3.9.	Procedimiento de diseño hidráulico .....	120

3.10.	Diseño de la red de alcantarillado .....	121
3.11.	Bases de diseño para el colector núm. 4 .....	122
3.12.	Pendiente del terreno .....	123
3.13.	Conexiones actuales .....	124
3.13.1.	Conexiones futuras .....	124
3.13.2.	Población actual .....	124
3.13.3.	Población futura .....	125
3.14.	Cálculos de caudal actual y futuro .....	125
3.15.	Cálculo de caudal de diseño actual .....	125
3.15.1.	Caudal domiciliario .....	125
3.15.2.	Caudal comercial .....	126
3.15.3.	Caudal industrial .....	126
3.15.4.	Caudal de infiltración .....	126
3.15.5.	Caudal ilícito .....	127
3.15.6.	Caudal medio .....	127
3.15.7.	Caudal medio diario .....	128
3.16.	Factor de Harmond .....	129
3.16.1.	Caudal de diseño .....	129
3.16.2.	Cálculo de caudal de diseño futuro .....	130
3.16.2.1.	Caudal domiciliario .....	130
3.16.2.2.	Caudal comercial .....	131
3.16.2.3.	Caudal industrial .....	131
3.16.2.4.	Caudal de infiltración .....	131
3.16.2.5.	Caudal ilícito .....	132
3.16.2.6.	Caudal medio .....	133
3.16.2.7.	Caudal medio diario .....	133
3.16.3.	Factor de Harmond .....	134
3.16.3.1.	Caudal de diseño .....	135
3.16.3.2.	Velocidad a sección llena .....	136

3.16.3.3.	Capacidad a sección llena.....	136
3.17.	Relaciones de diseño .....	137
3.18.	Cota invert de entrada.....	139
3.19.	Cota invert de salida.....	140
3.20.	Profundidad del poso de visita .....	140
3.21.	Desfogue .....	141
3.22.	Tratamiento .....	141
3.23.	Evaluación de impacto ambiental.....	142
3.24.	Evaluación socioeconómica .....	143
3.24.1.	Valor presente neto (VPN).....	144
3.24.2.	Tasa interna de retorno (TIR) .....	146
3.25.	Presupuesto del proyecto.....	147
3.26.	Cronograma de ejecución .....	148
3.27.	Elaboración de planos .....	149
CONCLUSIONES .....		151
RECOMENDACIONES.....		153
BIBLIOGRAFÍA.....		155
APÉNDICES .....		157



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación y localización del municipio de Atescatempa.....	3
2.	Hora de bombeo <i>versus</i> caudal de bombeo.....	41
3.	Cronograma de ejecución, agua potable.....	82
4.	Sección parcialmente llena .....	112

### TABLAS

I.	Periodo de diseño de agua potable.....	13
II.	Caudales y diámetros de tubería .....	31
III.	Caudal de bombeo <i>versus</i> horas de bombeo <i>versus</i> costo de bombeo .....	40
IV.	Presupuesto, agua potable .....	81
V.	Propuesta de tarifa, agua potable .....	89
VI.	Ingresos y egresos, agua potable .....	91
VII.	Factores según Infom .....	101
VIII.	Especificaciones hidráulicas .....	113
IX.	Relaciones hidráulicas para sección circular .....	114
X.	Profundidad mínima del colector para tubería de concreto .....	117
XI.	Ancho libre de zanja según la profundidad .....	120
XII.	Especificaciones hidráulicas .....	141
XIII.	Ingresos y egresos, alcantarillado sanitario .....	148
XIV.	Presupuesto general, de alcantarillado sanitario.....	151
XV.	Cronograma de ejecución, alcantarillado sanitario.....	152





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>H</b>	Altura
<b>d</b>	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
<b>Q</b>	Caudal a sección llena
<b>q</b>	Caudal a sección parcialmente llena
<b>Q<sub>salida</sub></b>	Caudal de salida
<b>Q<sub>i</sub></b>	Caudal en nudo
<b>Q<sub>p</sub></b>	Caudal unitario poblacional
<b>Q<sub>t</sub></b>	Caudal máximo horario
<b>D</b>	Diámetro de tubería
<b>Δ</b>	Error máximo de cierre
<b>E</b>	Estación
<b>FHM</b>	Factor de hora máxima (adimensional)
<b>GI</b>	Global
<b>Hg</b>	Hierro galvanizado
<b>IVA</b>	Impuesto al valor agregado
<b>km<sup>2</sup></b>	Kilómetro cuadrado
<b>PSI</b>	Libra por pulgada cuadrada (lb/plg <sup>2</sup> )
<b>L/hab/día</b>	Litro por habitante por día
<b>L/s</b>	Litros por segundo
<b>m</b>	Metro
<b>mca</b>	Metro columna de agua
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico

<b>m/s</b>	Metro por segundo
<b>mm</b>	Milímetro
<b>S</b>	Pendiente
<b>Hf</b>	Pérdida de carga expresado en metros
<b>%</b>	Por ciento
<b>PV</b>	Pozo de visita
<b>Pu</b>	Precio unitario en quetzales
<b>P</b>	Presión
<b>a/A</b>	Relación de áreas
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>d/D</b>	Relación de tirantes
<b>v/V</b>	Relación de velocidades
<b>U</b>	Unidad
<b>v</b>	Velocidad de flujo dentro de la alcantarilla
<b>V</b>	Velocidad del flujo a sección llena

## GLOSARIO

<b>Aforo</b>	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
<b>Agua cruda</b>	Aquella que no ha sido sometida a proceso de tratamiento.
<b>Agua potable</b>	Agua que es sanitariamente segura y agradable a los sentidos. Apta para consumo humano.
<b>Agua residual</b>	Aguas que son retiradas de una vivienda, comercio o industria, después de haber sido utilizadas.
<b>Aguas negras</b>	Agua que se desecha, después de haber servido para un fin. Puede ser doméstica, comercial o industrial.
<b>Alcantarillado</b>	Sistema formado por obras, accesorios, tuberías o conductos generalmente cerrados, que no trabajaban a presión y que conducen aguas residuales.
<b>Anaeróbico</b>	Condición en la cual hay ausencia de aire u oxígeno libre.
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana para Prueba de Materiales

<b>Azimut</b>	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético, o verdadero, determinado astronómicamente, el rango varía de 0° a 360°, con sentido del movimiento de las agujas del reloj.
<b>Banco de marca</b>	Punto de altimetría cuya altura o cota es conocida y se utilizará para determinar alturas o cotas siguientes.
<b>Bases de diseño</b>	Bases técnicas adoptadas para el diseño del proyecto.
<b>Candela</b>	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluye dentro de una tubería, en un determinado punto de observación durante un instante.
<b>Cemento</b>	Aglomerante hidráulico, es decir que reacciona y fragua con agua, utilizado en el concreto y su función es aglomerar o pegar los agregados del concreto.
<b>Cocode</b>	Consejo Comunitario de Desarrollo.
<b>Colector</b>	Tubería; generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas indeseables de la población.

<b>Consumo</b>	Cantidad de agua real que utiliza una persona.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.
<b>Cota invert</b>	Cota de la parte inferior interna de una tubería.
<b>Cota piezométrica</b>	Máxima presión dinámica en cualquier punto de línea de conducción o distribución, es decir, la altura que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro.
<b>Descarga</b>	Salida de agua de desecho en un punto determinado.
<b>Dotación</b>	Estimación de la cantidad promedio de agua que consume cada habitante en un día.
<b>EPS</b>	Ejercicio Profesional Supervisado.
<b>Factor de rugosidad</b>	Factor que expresa el tipo de superficie de la tubería.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística de Guatemala.
<b>Infom</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>Monografía</b>	Descripción breve sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región.

<b>Pendiente</b>	Inclinación respecto a una línea horizontal.
<b>Período de diseño</b>	Tiempo durante el cual la obra diseñada presta un servicio satisfactorio.
<b>Perfil</b>	Visualización en plano de la superficie de la Tierra, según la latitud y altura, referidas a banco de marca.
<b>Presupuesto</b>	Valor anticipado de una obra o proyecto.
<b>Presión</b>	Fuerza ejercida sobre un área determinada.
<b>Tirante</b>	Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.
<b>Topografía</b>	Arte de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno.
<b>Tratamiento</b>	Conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas o bacteriológicas, para obtener agua que cumpla con las normas y criterios de calidad establecidos.
<b>Unepar</b>	Unidad Ejecutora del Proyecto de Acueductos Rurales.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, el diseño de la red de agua potable para la aldea El Zapote y alcantarillado sanitario en la aldea Horcones, ambos proyectos localizados en el municipio de Atescatempa, departamento de Jutiapa.

El informe se divide en dos capítulos: en el primero se presenta la fase de investigación, conteniendo: monografía del municipio, sus aspectos históricos, localización geográfica, clima, división política, entre otros.

El segundo capítulo, denominado servicio técnico profesional, contiene el diseño de agua potable detallando los siguientes aspectos: el sistema a utilizar, normas bajo las que se diseñó, cálculos, presupuesto y cronograma de ejecución; asimismo, el diseño del alcantarillado sanitario: tipo de red a utilizar, normas bajo las que se diseñó, cálculos, presupuesto y cronograma de ejecución que conlleva el diseño de este proyecto. Estos fueron seleccionados con base en un diagnóstico y decisiones de las autoridades municipales y la población.

Por último se presentan las conclusiones, recomendaciones, planos y estudios de laboratorio realizados.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de agua potable para la aldea El Zapote y el sistema de alcantarillado para la aldea Horcones, del municipio de Atescatempa, del departamento de Jutiapa.

### **Específicos**

1. Ofrecer a través del estudio y diseño de una red de agua potable, una solución y la distribución del vital líquido en la aldea El Zapote, para beneficiar a 382 familias.
2. Contribuir a mejorar las condiciones y el nivel de vida de los habitantes de la aldea Horcones, beneficiando a 710 familias.
3. Disminuir enfermedades gastrointestinales a través del diseño de la red de drenaje sanitario, para evitar que el agua contaminada se mezcle con las fuentes de agua potable.



## INTRODUCCIÓN

Toda comunidad requiere de diversas instalaciones básicas, para mejorar el nivel de vida de los habitantes, esto debido a que no existe infraestructura básica, ya que la actual ha colapsado debido al crecimiento poblacional que tiende a cambiar conforme transcurre el tiempo.

A través del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el municipio de Atescatempa del departamento de Jutiapa, se presentan los criterios tomados en cuenta para el diseño de los proyectos: sistema de agua potable para la aldea El Zapote y alcantarillado sanitario para la aldea Horcones.

La aldea El Zapote ha ido en crecimiento; debido a una distancia reducida al casco urbano. Actualmente no cuenta con el sistema de agua potable y el aumento poblacional ha hecho que sea necesario para el desarrollo de sus habitantes.. Para contrarrestar esta condición de la comodidad las autoridades gestionaron la construcción del tanque de almacenamiento, que será abastecido por un pozo mecánico, conectando este tanque a la red de distribución, lo cual solucione el déficit que carece cada habitante de dicha población.

El proyecto que tiene que diseñarse para solucionar este problema es de una longitud aproximada de 11 408 metros lineales de distribución de agua potable, por lo que se plantea, para mantener un orden y buena distribución de vital líquido, crear una red primaria, una secundaria y una terciaria que permita conexiones domiciliarias.

En el municipio, las autoridades municipales han gestionado y construido el 30 por ciento de los sistemas de drenajes sanitarios rurales, el resto carece de este servicio debido a que las viviendas se encuentran demasiado dispersas, lo cual genera demasiados costos a las autoridades municipales. El proyecto para la aldea Horcones es de una longitud de 5 392,14 metros lineales, aproximadamente, desde el inicio de la aldea hasta el final de esta. En las cercanías se encuentra un barranco en el cual contemplan las autoridades la construcción de dos plantas de tratamiento, para no afectar el área boscosa y las fuentes de agua que se encuentren cercanas al desfogue de las aguas residuales.

# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Monografía del municipio de Atescatempa

Se dará una descripción muy concisa sobre los aspectos sociales, físicos y ambientales del municipio en investigación.

## 1.2. Origen del nombre

Atescatempa se deriva de las voces pipiles, *atezcatl*, que quiere decir a la orilla de la charca (*atezcatl* orilla, *tentil*: charca). Con relación a su origen hay dos leyendas: se cuenta que esta fue una ciudad populosa, su cacique era Atezcatl, quien luchó fuertemente por la conservación de su etnia, especialmente contra el príncipe, Yupiltepec, quien lo traicionó proponiéndole un trato, en el cual la princesa Tiu-Cal, hija de Atezcatl, jugó un importante papel. Se dice que cuando ella introdujo los pies en la quebrada, el volcán Chingo, derramó sus aguas que formaron la laguna de Atescatempa, inundando la ciudad antigua, debiendo trasladarse a la ciudad de los pipiles, denominado Jabillal.

Pasó a la jurisdicción del distrito de Jutiapa, cuando el departamento se dividió en tres distritos para mejorar su administración, según lo dispone el Decreto del Gobierno del 23 de febrero de 1848. Por Decreto Gubernativo del 8 de mayo de 1852 se creó el departamento de Jutiapa, incorporándose el municipio de Atescatempa. Su distribución la realizó la Municipalidad a través del alcalde. Se dice que se dio tierra a personas que vinieron de otros lugares,

otros por compraventa, reconociéndose como propios del Estado los ríos, lagos y derecho de vía.

Oficialmente, Atescatempa comenzó a figurar como municipio en 1863, su cabecera era Contepeque, luego pasó al curato de Asunción Mita por tres años. Posteriormente se restableció como municipio en febrero de 1886.

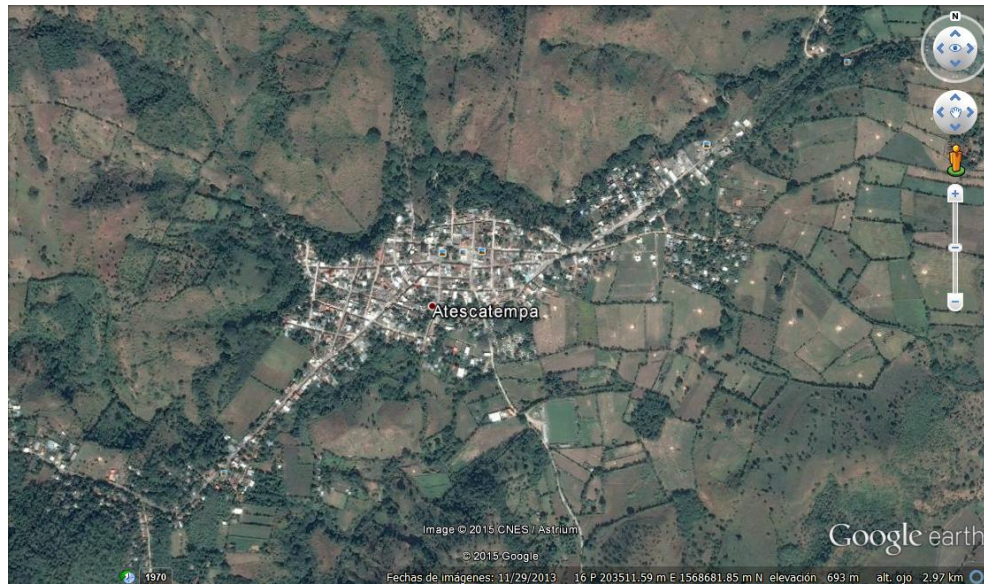
### **1.3. Ubicación y localización**

El municipio de Atescatempa se ubica al oriente del país, sirviendo de límite fronterizo con la República de El Salvador.

Localizada dentro de las coordenadas siguientes: latitud 10° 14' 30", longitud 89° 44' 28" a una altitud de 2 000 a 2 300 pies sobre el nivel del mar.

A una distancia de 174 kilómetros de la ciudad de Guatemala. De la cabecera municipal a la cabecera departamental, la distancia se puede detallar de dos maneras: una a 58 km vía frontera San Cristóbal, y la otra a 40 km vía el municipio de Yupiltepeque. La cabecera municipal está a 8,5 km de la frontera con la República de El Salvador. Este municipio cuenta con 8,5 km de límite fronterizo.

Figura 1. **Ubicación y localización del municipio de Atescatempa**



Fuente: Google Earth. [Consulta: marzo de 2015].

#### **1.4. Límites y colindancias**

El municipio de Atescatempa colinda de la siguiente forma:

- Norte: con Asunción Mita (Jutiapa)
- Sur: con Jerez (Jutiapa)
- Este: con República de El Salvador
- Oeste: con Yupiltepeque (Jutiapa)

#### **1.5. Clima**

Condiciones o estado medio de la atmósfera sobre un área y en período de tiempo determinado, indica variabilidad. El clima de Atescatempa es cálido-

húmedo, la temperatura oscila entre 19° y 30° centígrados, su precipitación pluvial entre 1 000 y 1 500 mm.

Con la base de datos recabados desde 1990, se detallan los siguientes aspectos climáticos:

- Altitud: 710 msnm
- Temperatura media: 22,5 °C
- Temperatura máxima (promedio anual): 26,8 °C
- Temperatura mínima (promedio anual): 16,3 °C
- Temperatura máxima absoluta 27,3 °C
- Temperatura mínima absoluta: 11,4 °C
- Humedad relativa: 65 %
- Velocidad del viento: 14,3 km/hora

## **1.6. Topografía**

La topografía se muestra accidentada, observándose diferentes cerros, barrancos, volcanes y planicies.

## **1.7. Hidrografía**

El municipio de Atescatempa cuenta con algunas fuentes hidrográficas, constituidas por lagunas, ríos, riachuelos, quebradas y aguas subterráneas que tienen poco caudal.

- Río El Amatal (principal)
- Río Atescatempa (principal)
- Río La Compañía (formado del río Atescatempa)



- Río Quebrada Seca (formado del río Atescatempa)
- Río La Esperanza (formado del río Amatal)

### **1.8. Turismo**

En el paisaje destacar los volcanes Víboras y Chingo, este último resalta por situarse en un punto fronterizo, entre El Salvador y Guatemala. Su cima posee la delimitación fronteriza visible en su bosque.

Ambos volcanes son un refugio verde de vida con abundante flora y fauna. La laguna de Atescatempa es de los principales atractivos. Gran parte de la humedad proveniente de los volcanes alimenta su cuerpo de agua. De hecho se ubica en terrenos volcánicos. En ella se practica la pesca, famosa por sus mojarras. Sus aguas se aprovechan también, para la agricultura.

### **1.9. Vías de acceso, comunicación y transporte**

La principal vía de acceso a Atescatempa es la ruta cinco que conecta al municipio con la carretera Interamericana (CA-1) y la aldea San Cristóbal Frontera. Cuenta con una red vial que interconecta la cabecera con todas sus aldeas y caseríos, las carreteras son de terracería y algunas poco accesibles, especialmente en época de lluvia.

La cabecera municipal no cuenta con terminal de buses. Hay tres empresas de transporte en el área urbana y dos en la rural.

## **1.10. Economía**

Sus habitantes se dedican esencialmente a la agricultura, como el café, tabaco, maíz, frijol, sorgo; la producción pecuaria; la industrial; el turismo. También se pueden mencionarse las actividades comerciales.

## **1.11. División política**

Se divide en nueve aldeas, veintidós caseríos, doce fincas.

- Aldeas: Amatepeque, Contepeque, El Naranjo, El Sitio, El Rosario, El Zapote, Horcones, Los Cerros y San Cristóbal Frontera.
- Caseríos: Agua Fría, Buenos Aires, El Amatal, El Coco, El Corozo, El Jicaral, El Limón, El Matazano, El Petencito, El Pretil, El Rosario Abajo, El Shutial, Hacienda Vieja, Laguna Seca, La Gloria, La Isla, Las Brisas, Las Guacamayas, Las Vegas, Quebrada Seca, Sansuque y Tushico.
- Fincas: Concepción Tushico, El Anono, El Edén o Los Regadillos, El Rebalse, El Retiro, La Encarnación, Las Brumas, Los Chilamates, Lourdes, Rancho Solo, San Felipe y Santa Sofía.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

En este capítulo se hace una descripción de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, dando en detalle la información sobre los mismos.

### **2.1. Diseño del sistema de agua potable para la aldea El Zapote, Atescatempa, Jutiapa**

El proyecto de abastecimiento de agua potable tiene como fin primordial solucionar la problemática que tienen los habitantes de la aldea El Zapote, Atescatempa, el cual servirá a 4 248 habitantes futuros.

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consistirá en diseñar el sistema de distribución de agua potable para la aldea El Zapote, municipio de Atescatempa, departamento de Jutiapa, las viviendas nunca han contado con el servicio de agua entubada, la propuesta está conformada por una red de circuitos abiertos, distribuidos en sectores, el sistema de agua potable para la aldea El Zapote contará con un pozo y su respectivo tanque de distribución.

Se incorporará un tratamiento a base de hipoclorito de calcio para cumplir los requisitos sanitarios establecidos en el país por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

## **2.1.2. Levantamiento topográfico**

Este se realizó para determinar la posición y elevación de puntos de relevancia para el proyecto de agua potable.

El levantamiento topográfico para el sistema de agua potable contiene dos acciones principales de la topografía, las cuales son:

- Altimetría
- Planimetría

### **2.1.2.1. Altimetría**

Consiste en medir la diferencia de niveles entre dos puntos. Esta se realizó por medio de nivelación compuesta.

### **2.1.2.2. Planimetría**

Para el levantamiento topográfico se utilizó el método de conservación de azimut, con vuelta de campana. Para este levantamiento se usó el siguiente equipo:

- Una estación total Trimble 5503 DR
- Un estadal
- Un prisma
- Una cinta métrica de 100 metros
- Dos plomadas
- Estacas
- Clavos

### **2.1.3. Fuentes de agua**

El sistema de abastecimiento de agua potable existente cuenta con un pozo mecánico y nacimientos de agua como fuentes de abastecimiento del agua necesaria, la cual, dependiendo la posición geográfica de la fuente, es conducida por gravedad o por bombeo, en la actualidad se pueden encontrar llenacantaros que son abastecidos de las siguientes fuentes de agua:

- Pozo mecánico
- El Zapotillo
- Nacimientos
- La Quebrada
- Río Atescatempa

La fuente que abastecerá a la aldea El Zapote será el pozo mecánico, denominado El Zapotillo, el agua será conducida por una línea de impulsión hacia el tanque de almacenamiento La Montaña.

### **2.1.4. Calidad del agua y sus normas**

Es un dato esencial para realizar el diseño, ya que el agua que sea de mala calidad debe de ser sometida a un tratamiento previo al consumo humano. La calidad del agua depende de factores fisicoquímicos y bacteriológicos que deben cumplir con ciertos parámetros que permitan beberla y destinarla a otros usos sin que presente riesgos a la salud de los consumidores. Se deberán

realizar los análisis del agua fuente que se utilizará para establecer el tratamiento que se le dará al agua a distribuir. Para la determinación de las características se toma como referencia la *Norma de agua potable, Coguanor NGO 29 001*. Los resultados de este estudio se deben detallar en un certificado firmado por un profesional colegiado.

#### **2.1.4.1. Examen bacteriológico**

El propósito de estos es indicar su contaminación con aguas negras y la posibilidad de que puedan transmitir enfermedades al consumirla.

El agua puede contener muchos tipos de bacterias, virus, hongos entre otros, cuyo medio ambiente habitual sea el suelo, el agua o el aire y forman esporas. El examen bacteriológico está basado en la determinación del número de bacterias presentes y de la presencia o ausencia de organismos de origen intestinal o de aguas negras. Los principales organismos indicadores de contaminación intestinal de aguas negras son bacterias del grupo coliforme huéspedes habituales del intestino grueso del hombre y animales; la *Escherichia coli* y el aerobácter aerógenes son las bacterias que forman el grupo coliforme de importancia en el análisis del agua. Las pruebas principales son:

- Recuento total de bacterias: este se usa para obtener una estimación del número total de bacterias que se encuentran en una muestra de agua. Esta prueba se realiza en dos diferentes temperaturas, a 35 °C, que es la óptima en que las bacterias crecen en mejores condiciones y a 20 °C, que es la temperatura ambiente, con el objetivo de observar el desarrollo de las bacterias en los medios naturales.

- Investigación del grupo coliforme: la estimación del número de bacterias del grupo coliforme, presentes en determinado volumen de agua, será índice de la intensidad de una contaminación.

#### **2.1.4.2. Examen físico**

Esta prueba mide y registra las propiedades del agua que pueden percibirse a través de los sentidos, entre estas pueden citarse:

- Turbidez: es el efecto óptico causado por la dispersión o interferencia de los rayos luminosos que pasan a través del agua que contiene pequeñas partículas en suspensión.
- Color: puede ser de dos tipos; color verdadero que se presenta después de haber removido la materia en suspensión y el color aparente es el color verdadero más cualquier otro color que produzcan las sustancias en suspensión.
- Olor: se debe a pequeñas concentraciones de compuestos volátiles presentes en el agua.
- Sabor: se relaciona con el olor y es causado por las mismas condiciones; los minerales disueltos pueden impartir sabores al agua, pero no olores.

#### **2.1.4.3. Examen químico**

Determina las cantidades de materia mineral y orgánica que hay en el agua y afectan su calidad, proporcionando información sobre contaminantes en ella; estos son:

- Dureza: es la capacidad del agua para consumir el jabón, las aguas duras son menos corrosivas que las blandas, las cuales contienen compuestos de calcio y magnesio en bajas concentraciones.
- Alcalinidad: se refiere a la medida de los constituyentes básicos presentes en el agua como calcio y magnesio.
- Concentraciones de iones de hidrógenos, valor de pH: estos miden la intensidad de la reacción ácida o alcalina del agua, el valor neutro del agua es 7, de 0 a 7.0 indica acidez y de 7.0 hasta 14 indica alcalinidad, la mayoría de aguas naturales poseen valores entre 5.5 y 7.0 de pH.
- Cloro residual: cuando se agrega cloro al agua, reacciona con sustancias orgánicas y otras que destruyen su poder desinfectante, por ello es necesario agregar una cantidad de cloro suficiente para que reaccione con todas las sustancias y aún quede un exceso o cantidad residual, si se quiere destruir bacterias y virus. Este puede quedar disponible en estado libre, el cual tiene un rápido poder desinfectante.

Este estudio, al igual que el anterior, se realizó en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.

### **2.1.5. Criterios de diseño**

Las bases de diseño dependen de diversos factores, tales como: el nivel de vida de la población, clima, actividad productiva, patrones de consumo de la población, aspectos socioeconómicos entre otros. A falta de alguno de estos factores se tomará como base lo que establece el Plan Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento para el área rural de



Guatemala, en las normas de diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales. A continuación se describen las bases de diseño utilizadas para el proyecto.

#### **2.1.5.1. Período de diseño**

Este es el tiempo durante el cual el servicio será efectivo para la población de diseño. Para determinar este tiempo se tomó en cuenta el período de la vida útil de los materiales y el tipo de proyecto.

Tabla I. **Período de diseño agua potable**

<b>Obra</b>	<b>Años</b>
Obras civiles	21
Equipos mecánicos	8 a 12

Fuente: Instituto de Fomento Municipal. p. 10.

El período de diseño adoptado para el diseño de la red de agua potable fue de 21 años, considerando el tiempo para la gestión respectiva de obtención financiera y el tiempo de ejecución del proyecto

#### **2.1.5.2. Población de diseño**

Es la población a futuro para la que ha sido diseñado el sistema de agua potable.

En la estimación de la población de diseño, las condiciones sociales y antropológicas, son factores que determinan o condicionan su crecimiento, ya

que un sistema de agua potable inicia por la cantidad de habitantes como beneficiarios.

Se requiere un cálculo aproximado de la población a servir, durante el período de diseño, porque presenta variaciones en el tiempo, que se deben a factores como crecimiento.

#### **2.1.5.2.1. Tasa de crecimiento**

La tasa de crecimiento de una población es la variable demográfica que expresa la diferencia entre el número de nacimientos y el de defunciones en un área determinada a lo largo de un período concreto.

La tasa de crecimiento tiende a ser variable, debido a las características sociales, culturales y económicas de la población, ya que tiende a aumentar y a disminuir.

Para este proyecto se utilizará una tasa de crecimiento de 2,98 por ciento, según las proyecciones realizadas por censos de la Municipalidad de Atescatempa, dentro del casco urbano del municipio.

#### **2.1.5.2.2. Población actual**

El municipio de Atescatempa cuenta con 15 820 habitantes en el casco urbano, se divide en nueve aldeas, contando con una población de 2 293 habitantes en la aldea El Zapote.

### 2.1.5.2.3. Población futura

La proyección de población futura es un parámetro básico a considerar y el cual depende de características sociales, culturales y económicas de los habitantes.

Para calcular la población futura del presente proyecto se usará el método geométrico:

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

Pf	= población futura	
Po	= población inicial	= 2 293 habitantes
R	= tasa de crecimiento poblacional	= 2,98 %
N	= período de diseño en años	= 21 años

Al sustituir los datos se obtiene:

$$Pf = 2\,293 * (1 + 0,0298)^{21}$$

$$Pf = 4\,248 \text{ habitantes}$$

### 2.1.5.3. Consumo de agua

Es importante determinar el consumo de agua, para verificar que la fuente que se propone, proveerá el caudal necesario para la población a servir. Para determinar dicho consumo existen diversos factores que afectan, dependiendo

de la ubicación donde se realizará el proyecto. Los factores que afectan el consumo de una población son:

- Temperatura climática
- Calidad del agua
- Características socioeconómicas
- Servicio de alcantarillado
- Presión en la red de distribución de agua
- Administración
- Medición y tarifa
- Actividad económica

#### **2.1.5.4. Factores de consumo**

Se sabe que el consumo de agua no es uniforme en todas las horas del día, se puede ver, como ejemplo, que en horario nocturno va disminuyendo el consumo: que pasa, de ser grande, a casi nulo y al transcurrir las horas se va modificando el valor de consumo, hasta que cierta hora del día el consumo alcanza el valor máximo. En poblaciones pequeñas los cambios son más mayores, es decir que a mayor población corresponde un factor de menor valor y viceversa, entre estos factores están los siguientes:

##### **2.1.5.4.1. Factor de día máximo (FDM)**

Se define como la relación que existe entre el valor de consumo máximo diario registrado en un año y el consumo diario relativo a ese año.

Según la *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano* del Instituto de Fomento Municipal (Infom), se tiene los siguientes parámetros:

- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes FDM = 1,2
- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes FDM = 1,2 a 1,5

Para este proyecto se adoptó el FDM DE 1,2.

#### **2.1.5.4.2. Factor de hora máximo (FHM)**

Se define como la relación que durante el día hay horas en que los consumos son máximos, debido al uso simultáneo del servicio por parte de la mayoría de habitantes de una comunidad.

Según la *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano* del Infom, se tiene los siguientes parámetros:

- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes FHM = 2,0
- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes FHM = de 2,0 a 3,0

Para este proyecto se adoptó el FHM DE 2,0.

#### **2.1.5.5. Caudales de diseño**

Los caudales de diseño son los consumos de agua requeridos por la población que se va a abastecer en un sistema de agua potable.

#### **2.1.5.6. Dotación**

Es una cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población. Se expresa en litros por habitante por día: litros/habitante/día. Para la

elección adecuada de la dotación deberán tomarse en cuenta los factores siguientes:

- Clima
- Abastecimiento privado
- Calidad y cantidad de agua
- Presiones
- Nivel de vida
- Servicios comunales o públicos
- Medición
- Actividades productivas
- Facilidad de drenaje
- Administración del sistema

Si los hubiera, deberán tomarse en cuenta estudios de demanda de la población o poblaciones similares.

Debido a que no se cuenta con esta información se tomarán los valores detallados en la *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano* del Infom:

- Servicio a base de llena cántaros exclusivamente: 30 a 60 litros por habitante por día.
- Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales: 60 a 90 litros por habitante por día.
- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 litros por habitante por día.
- Servicio de conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda de 90 a 170 litros por habitante por día.

- Servicio de pozo excavado o hincado con bomba manual mínimo 20 litros por habitante por día.
- Servicio de aljibes 20 litros por habitante por día.

Para este proyecto se adoptó la dotación de 100 litros/habitante/día.

### 2.1.5.7. Caudal medio diario (Qm)

Es la cantidad de agua que consume la población durante un día, la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios durante un año; se calcula en función de la población futura a servir. El caudal medio diario para este proyecto, se calculó por medio de la expresión formulada en la *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano* del Infom, esta es la siguiente:

$$Q_m = \frac{\text{Dot.} * P_f}{86\ 400}$$

Donde:

Q<sub>m</sub> = caudal medio diario (lts/seg)

Dot = dotación (lts/hab/día)

P<sub>f</sub> = población futura

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_m = \frac{100 \text{ l/hab/día} * 4\ 248 \text{ hab}}{86\ 400}$$

$$Q_m = 4,92 \text{ l/s}$$

### 2.1.5.8. Caudal máximo diario (Qmd)

Es el caudal de conducción máximo producido en un día durante un período de observación de un año, ya que es utilizado para diseñar la línea de conducción de un proyecto. Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el período de años. Cuando no se cuente con información, se puede calcular lo establecido en la *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano* del Infom la cual es la siguiente:

- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes FDM = 1,2
- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes FDM = 1,2 a 1,5

$$Q_{md} = Q_{MD} * FDM$$

Donde:

Qmd = caudal máximo diario

Q<sub>m</sub> = caudal medio diario

FDM = factor de día máximo

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{md} = 4,92 * 1,20$$

$$Q_{md} = 5,90 \text{ litro/segundo}$$



### 2.1.5.9. Caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ )

Este se define como la relación que durante el día hay horas en que los consumos son máximos, debido al uso simultáneo del servicio por parte de la mayoría de habitantes de una comunidad.

Según la *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano* del Infom, se tiene los siguientes parámetros:

- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes FHM = 2,0
- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes FHM = de 2,0 a 3,0

Para este proyecto se adoptó el FHM DE 2,0.

$$Q_{mh} = Q_{md} \times FHM$$

Donde:

$Q_{mh}$  = caudal máximo horario

$Q_{md}$  = caudal medio diario

FHM = factor de hora máximo

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{mh} = 4,92 \times 2,0$$

$$Q_{mh} = 9,84 \text{ litros/segundos}$$

### 2.1.5.10. Caudal de bombeo (Qb)

Las horas y el caudal de bombeo van íntimamente ligados, ya que si las horas de bombeo aumentan, el caudal de bombeo (Qb) disminuirá y, por el contrario, si las horas de bombeo disminuyen, el caudal de bombeo (Qb) deberá aumentar. Para determinar ambos es preciso saber si el aforo de la fuente tiene la capacidad para soportar el bombeo. La determinación del caudal de bombeo (Qb) se puede determinar mediante la siguiente expresión:

$$Q_b = \frac{Q_{md} * 24}{\text{Período de bombeo}}$$

Donde:

Qb = caudal de bombeo

Q<sub>md</sub> = caudal máximo diario

Período de bombeo = horas de bombeo al día

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_b = \frac{5,90 \text{ litros/segundo} * 24 \text{ horas}}{12 \text{ horas}}$$

$$Q_b = 11,80 \text{ litros/segundo}$$

De acuerdo con lo anterior, el tiempo de bombeo será de 12 horas de trabajo y 12 horas de descanso, teniendo una mejor eficiencia en el desempeño, rendimiento, costo y adhiriéndose al aforo del pozo mecánico, su caudal de bombeo será de 11,80 litros/segundo, de tal forma que se tendrá un

bombeo adecuado durante el día y el caudal a bombear no excederá del caudal de producción de la fuente que es de 9,46 litros/segundo.

#### **2.1.5.11. Velocidades**

De conformidad a la *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano* del Infom, se adoptarán las velocidades de diseño:

- Para conducción
  - Mínima = 0,40 m/s
  - Máxima = 3,0 m/s
  
- Para distribución
  - Mínima = 0,60 m/s
  - Máxima = 3,0 m/s

#### **2.1.5.12. Presiones**

Para la línea de impulsión, se usará tubería de hierro galvanizado de tipo liviano.

- Presión de trabajo de 700 PSI (493 mca)  
Para la línea de distribución se utilizará la tubería de cloruro de polivinilo (PVC) bajo las denominaciones SDR (relación de diámetro exterior, espesor de la pared), de las cuales se usarán las siguientes:

- Presión de trabajo de 125 PSI (88 mca)
- Presión de trabajo de 160 PSI (113 mca)
- Presión de trabajo de 250 PSI (176 mca)
- Presión de trabajo de 315 PSI (222 mca)

Existen dos tipos de presiones: dinámica y estática.

#### **2.1.5.13. Presión dinámica**

Presión que ejerce un flujo cuando existe consumo en la red. Cuando hay movimiento, la presión estática modifica su valor y disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería. Lo que era altura de carga estática, ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión que se llama pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía con respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

Las presiones en la impulsión no deben exceder a la presión de trabajo de las tuberías.

En la distribución la presión de servicio debe estar en el rango de 10 a 60 metros columna de agua (mca).

#### **2.1.5.14. Presión estática**

Presión que ejerce un fluido cuando no existe consumo en la red, generalmente en horas de la noche. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el

recipiente. La presión hidrostática o estática máxima será de 60 metros columna de agua (mca).

#### **2.1.5.15. Línea piezométrica**

Es la forma gráfica de representar los cambios de presión en la tubería, y puede ser interpretada de la siguiente forma:

- Distancia vertical que existe entre la línea piezométrica y la presión estática en cada nudo, y representa la pérdida de carga o la pérdida de altura de presión que ha sufrido el líquido a partir del tanque de distribución hasta el punto de estudio.
- Distancia vertical entre la línea piezométrica y la tubería representa el resto de presión estática, es decir, la presión que se mediría si se pone en el momento del flujo un manómetro en ese punto. Esta presión está disponible para ser gastada en el recorrido del agua dentro de la tubería.
- La pendiente de la línea piezométrica representa la cantidad de altura de presión que se está consumiendo por cada unidad de longitud en metros, que recorre el agua. Mientras mayor sea la velocidad, mayor consumo de presión por metro de tubería existirá.

#### **2.1.6. Captación**

La captación es la obra, que recolecta el agua proporcionada por la fuente. El diseño está en función del tipo de fuente a utilizar, las fuentes pueden ser de dos orígenes, agua subterránea y agua superficial.

En proyectos en donde el agua no puede llegar por gravedad desde la fuente al tanque de distribución, se necesita un equipo de bombeo. La fuente de abastecimiento puede ser un pozo o un nacimiento que se encuentre abajo de la comunidad. Los sistemas de agua potable por bombeo, constan de los siguientes componentes.

#### **2.1.7. Agua subterránea**

Pueden ser las aguas que provienen de las corrientes subterráneas o acuíferos. Las que brotan a la superficie naturalmente se llaman manantiales o nacimientos y estos pueden ubicarse abajo de la comunidad. Las que no brotan pueden captarse por medio de pozos.

#### **2.1.8. Agua superficial**

Estas son las aguas que se encuentran sobre la tierra, pueden ser lagos, ríos y quebradas. Estas fuentes cuando se encuentran abajo de la comunidad, es necesario utilizar equipos de bombeo.

#### **2.1.9. Estación de bombeo**

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras de ingeniería civil, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento (pozo) y la impulsan a un tanque de almacenamiento y distribución.

### **2.1.9.1. Elementos de la estación de bombeo**

Los componentes básicos de una estación de bombeo de agua potable son los siguientes:

- Caseta de bombeo
- Equipo de bombeo
- Grupo generador de energía y fuerza motriz
- Tubería de succión
- Tubería de impulsión
- Válvulas de regulación y control
- Equipos para cloración
- Interruptores de máximo y mínimo nivel
- Tableros de protección y control eléctrico
- Sistema de ventilación, natural o mediante equipos
- Área para el personal de operación
- Cerco de protección para la caseta de bombeo

### **2.1.9.2. Ubicación de la estación de bombeo**

La ubicación de la estación de bombeo debe ser seleccionada de tal manera que permita un funcionamiento seguro y continuo, para lo cual se tendrán los siguiente factores

- Fácil acceso en las etapas de construcción, operación y mantenimiento
- Protección de la calidad del agua de fuentes contaminantes
- Protección de inundaciones, deslizamientos y crecidas de ríos
- Eficiencia hidráulica del sistema de impulsión o distribución
- Disponibilidad de energía eléctrica, de combustión u otro tipo

- Topografía del terreno
- Características de los suelos

### **2.1.9.3. Pozo mecánico**

Es la estructura que permite extraer las aguas que escurren por las corrientes subterráneas o los acuíferos. El agua subterránea puede extraerse de los pozos a través de bombas con motor sumergible eléctrico o bomba centrífuga vertical, con motores eléctricos o de combustible.

#### Análisis

Tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para un buen funcionamiento del pozo y sus accesorios.

- El espacio comprendido entre la perforación y el tubo de revestimiento deberá sellarse con mortero rico en cemento hasta una profundidad mínima de 3 metros (sello sanitario).
- El tubo de revestimiento deberá sobresalir un mínimo de 25 centímetros del piso terminado de la caseta de bombeo.
- El acondicionamiento del terreno en los alrededores del pozo debe hacerse de tal forma que garantice que las aguas superficiales drenen hacia fuera.
- Antes de entubar el pozo, deberá correrse un registro eléctrico para establecer el diseño que tendrá la rejilla y su ubicación respecto a los acuíferos a explotar.



- En las zonas adyacentes al acuífero se colocarán rejillas previamente diseñadas de acuerdo a la granulometría del suelo, de tal manera que impidan el paso de arenas que puedan dañar los equipos de bombeo y obstruir el pozo.
- La velocidad del agua de entrada por los orificios o ranuras de la rejilla o en el filtro, no debe exceder de 0,03 metros/segundo. Podrá utilizarse tubo ranurado con soplete de acetileno.
- En acuíferos con material permeable, de diámetro muy pequeño y uniforme, se debe construir un empaque de grava o filtro, alrededor de la rejilla o zona de ranura. Con este fin el espacio anular en la zona de filtración debe tener como mínimo 5 centímetros. (El diámetro de la perforación será 10 centímetros más grande que el diámetro de la tubería de revestimiento).
- Terminada la perforación y después de entubar el pozo debe limpiarse y desarrollarse para sacar los residuos de perforación y conglomerados de arena, utilizando aire comprimido o cubeta mecánica adecuada.
- La producción efectiva de los pozos deberá estimarse con base en la prueba de producción de bombeo continuo, la cual durará como mínimo 24 horas a caudal constante, midiendo caudal y abatimiento del nivel freático, por medio de bomba de capacidad adecuada. Deberá hacerse además una prueba de recuperación también de 24 horas de duración.
- Los materiales de la tubería de revestimiento, rejilla, columna de las bombas y demás elementos en contacto con el agua, deberán ser resistentes a la acción corrosiva de esta y soportar los esfuerzos máximos a que puedan estar sometidos.

#### **2.1.9.4. Fuente**

La fuente a utilizar es un pozo mecánico que se encuentra dentro de la aldea y en la cota 997,00; se colocarán los circuitos de la bomba utilizando un diámetro de tubo de 4 pulgadas de hierro galvanizado de la bomba-brocal y del brocal-tanque tubo de 4 pulgadas de PVC.

#### **2.1.9.5. Caudal de aforo**

El aforo de una fuente es la medición de su caudal. Para el diseño de un sistema de agua potable, el aforo es una de las partes más importantes, ya que este indicará si la fuente de agua provee el suficiente caudal para abastecer a toda la población planificada a futuro en el diseño.

Teniendo que cumplir con los requisitos necesarios, entre ellos están:

- Ubicarse en zonas no inundables y de fácil acceso para el agua superficial.
- Perforarse aguas arriba de cualquier fuente real o potencial de contaminación.
- Protegerse contra riesgos de contaminación
- No deberán localizarse a menos de 20 metros de los tanques sépticos, letrinas, sumideros, campos de infiltración o cualquier otra fuente de contaminación similar.
- El diámetro de la tubería de revestimiento del pozo deberá seleccionarse de acuerdo con las características del acuífero y del consumo requerido.



#### **2.1.9.7. Equipo de bombeo**

La clave para hacer la selección correcta de la bomba radica en el conocimiento del sistema donde ella trabajará. Cuando se selecciona, diseña y especifica una bomba, puede hacer una selección errónea por no haber investigado los requisitos totales del sistema. Dejar la responsabilidad de la selección de la bomba al representante del proveedor no es una buena decisión, en vista que le puede ser difícil o imposible conocer las características y los requisitos totales de la operación.

Los equipos de bombeo tienen la función de elevar el agua desde un tanque de succión o un pozo hacia un tanque de distribución/almacenamiento o puede hacerse directamente a la red de distribución. Los componentes de los equipos de bombeo son: bomba y motor.

#### **2.1.9.8. Bombas**

Las bombas son los equipos que transforman la energía mecánica, proporcionada por un motor, en energía potencial (altura de agua), logrando así la conducción del líquido desde un nivel inferior (fuente de agua) a otro superior (tanque de distribución). Las más utilizadas son: centrífuga de eje horizontal, turbina de eje vertical y sumergible.

#### **2.1.9.9. Motor**

Son las máquinas que proporcionan energía a las bombas, cuyas características son de acuerdo al tipo de bomba a la cual van acopladas. La fuente de energía para los motores pueden ser: eléctrica o combustible (gasolina o diésel).

### **2.1.9.10. Bomba sumergible vertical**

Son equipos que tienen la bomba y motor acoplados en forma compacta, de modo que ambos funcionan sumergidos en el punto de captación; se emplean casi exclusivamente en pozos muy profundos, donde tienen ventajas frente al uso de bombas de eje vertical.

Estas bombas se construyen de diámetros pequeños, a fin de poder introducirlas en las perforaciones de los pozos, los cuales exigen diámetros pequeños por razones de costo.

- Impulsor

Son los elementos giratorios en forma de hélice, que realizan el trabajo de convertir la energía mecánica del motor en energía hidráulica.

- Tipos de impulsores

- Impulsor de flujo radial
- Impulsor de flujo axial
- Impulsor de flujo mixto (radial y axial)

- Tazón

Es el elemento complementario del impulsor, haciendo la función de difusor, el cual permite el flujo del agua entre el impulsor, este es de hierro fundido y pueden ser roscados o atornillados.

- Análisis del sistema

- Diferencia de altura
  - Longitud de tubería
  - Material de construcción de la tubería
  - Válvulas de retención
- Abatimiento específico

Es la diferencia que existe entre el nivel estático y el nivel dinámico, dividido entre el caudal bombeado (m/GPM)

$$Ae = \frac{\text{nivel dinámico} - \text{nivel estático}}{\text{caudal de bombeo}}$$

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Ae = \frac{170,73 - 125,10}{135}$$

$$Ae = 0,34 \text{ metros/GPM}$$

Quando el nivel estático es muy alto y el nivel dinámico muy bajo, en los arranques iniciales, la carga dinámica total sufre cambios permitiendo diferentes caudales de explotación provocando daños al pozo (arrastre) y la bomba sumergible (elongación de eje). Se puede corregir con un regulador de flujo o un arrancador suave.

- Pérdidas por fricción

Es la pérdida que se produce en las tuberías y accesorios en la conducción de cualquier líquido.

- Diámetro de la tubería
  - Caudal de bombeo
  - Velocidad del agua
  - Pérdida de carga por fricción
  - Longitud de la tubería
  
- Válvula de retención
  - Cierre rápido
  - Espaciamiento: debe de ser de 200' entre cada válvula
  
- Profundidad bomba

Para determinar el *setting* de la bomba, se toma en consideración el nivel dinámico y la proyección de caída del nivel del agua en el área de ubicación del pozo.

- Eficiencia de la bomba
  - Se habla como eficiencia de un equipo de bombeo a la relación entre la potencia de salida y de entrada, basada en la carga, caudal y caballos de fuerza totales.
  - La bomba trabajar con una eficiencia de 70 %.
  
- Entrada de aire y vórtices: la entrada de aire en la tubería de succión puede ser causada por:
  - Piezas y uniones que filtran
  - La formación de vórtices

- La introducción y liberación de aire (aire enrarecido, aire emulsionado y aire disuelto), por una configuración inadecuada de la entrada de agua a la cisterna y de la tubería de succión de la bomba

Las condiciones que favorecen la formación de vórtices son:

- Sumergimiento muy pequeño de la tubería de succión
- Altas velocidades de flujo en la succión
- Mala distribución del flujo

La entrada de aire a través de vórtices interfiere con el funcionamiento de las bombas, con las condiciones de cebaje, con el ruido y con el caudal de bombeo.

Para evitar vórtices se debe tener una profundidad mínima y reducir la velocidad de entrada en la boca de succión. Valores hasta 0,90 m/s son aceptables. Se recomienda también instalar una ampliación en forma de campana.

- Panel de control

Dispositivo que se utiliza para tener un control adecuado sobre el sistema que se está operando, en este caso sería un sistema de combustión, así produciendo energía para la sustracción del agua, este panel controla toda las acciones de la bomba sumergible, junto con lo necesario para el funcionamiento adecuado.



### **2.1.9.11. Caseta para protección de equipo de bombeo**

El dimensionamiento de la caseta de bombeo debe ser adecuado para albergar el total de los equipos necesarios para la elevación del agua. Cuando fuese necesario, la caseta albergará los dispositivos de maniobra y desinfección. Debe permitir facilidad de movimientos, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipos.

El dimensionamiento de la caseta dependerá del tipo de bomba que se emplee, en este caso se utilizará:

- Bombas sumergibles: la caseta de bombeo servirá para alojar los circuitos y tablero de control, eventualmente el generador y válvulas de accionamiento de la línea de impulsión.

Las dimensiones de la sala de bombas deben permitir igualmente facilidad de movimiento, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipamientos y además abrigar, cuando fuere el caso, los dispositivos de servicio para maniobra y movilización de las unidades instaladas. Se debe considerar:

- El espacio libre para la circulación en torno a cada bomba, debe preverse de preferencia con un valor mayor a 1,50 m, pero no menor a 1,0 m. En el caso de bombas de escurrimiento axial, la distancia mínima es de tres diámetros de la bomba.
- Todos los accesos a la sala de bombas deben situarse a un mínimo de 1,0 m por encima de nivel máximo del pozo de succión, si fuera el caso.

- Cuando la sobre elevación del piso de la sala de bombas fuera menor que 1,0 m con relación al nivel máximo de agua en el pozo de succión, el asentamiento de la misma debe ser hecho como para una instalación sujeta a inundación.
- En el caso que el piso de la sala de bombas se localiza por debajo del nivel máximo de agua en el pozo de succión, deben ser previstas bombas de drenaje.

La superficie de la sala de bombas deberá ser establecida tomando en cuenta el tamaño del pozo de succión, y las dimensiones complementarias deben ser estudiadas a fin de posibilitar una buena distribución, minimizando la construcción civil.

#### **2.1.9.12. Tubería y accesorios de impulsión**

La tubería de impulsión debe ser la más corta posible, evitándose al máximo, piezas especiales como curvas, codos, entre otros. La tubería de impulsión debe ser siempre ascendente hasta alcanzar el tanque. Se pueden admitir pequeños tramos perfectamente horizontales.

La altura máxima de impulsión más las pérdidas de carga, debe satisfacer las especificaciones establecidas por el fabricante de las bombas. Teóricamente, la altura de succión máxima sería de 10,33 m a nivel del mar (una atmósfera), sin embargo, en la práctica es muy raro alcanzar 7,50 m. Para la mayoría de las bombas centrífugas la altura de succión debe ser inferior a 5 m. (Los fabricantes generalmente especifican, las condiciones de funcionamiento, para evitar la aparición de fenómenos de cavitación. Para cada tipo de bomba debe ser verificada la altura máxima de succión).

## **2.2. Diseño hidráulico de la línea de impulsión**

Para el diseño del tramo, que va de la bomba al tanque de distribución ubicado en E-Tanque, se toman en cuenta algunos criterios como los siguientes:

En una línea de impulsión por bombeo, la diferencia de elevación es la carga a vencer y se verá incrementada en función de la selección de los diámetros menores, y consecuentemente, ocasionará mayores costos de equipo y energía. Por tanto, cuando se tiene que bombear agua, mediante una línea directa al tanque de distribución, existirá una relación inversa entre potencia requerida y diámetros de la tubería.

De estas consideraciones se tendrá en cuenta dos muy importantes:

- Diámetros pequeños y equipos de bombeo grandes, con lo cual se tiene un costo mínimo para la tubería, pero máximo por los equipos de bombeo y su operación.
- Diámetros grandes y un equipo de bombeo de baja potencia, resultando costos para la tubería y bajos para los equipos y su operación.

## **2.3. Bases de diseño para línea de impulsión**

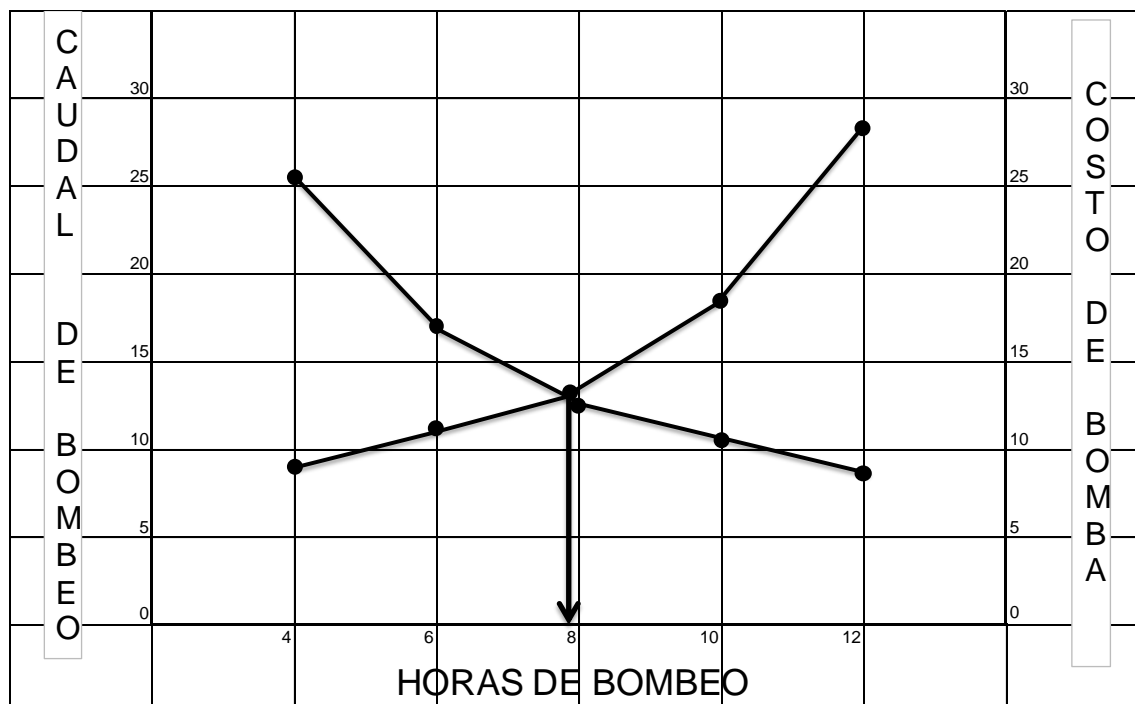
Entre estas dos opciones existe una gama de soluciones de acuerdo a los diferentes diámetros comerciales, de cuyo análisis económico se selecciona el más conveniente. Se dividirá en dos tramos, en el 1, será con tubería de hierro galvanizado (HG) y el 2 con tubería de policloruro de vinilo (PVC).

Tabla III. **Caudal de bombeo versus horas de bombeo versus costo de bombeo**

HORAS DE BOMBEO	CAUDAL DE BOMBEO	HP NOMINAL	CONSUMO DE ENERGIA HABITANTE/MES	COSTO BOMBA	COSTO BOMBA / 10 000
12	8,54	36,24	5,85	90 588,77	9,06
10	10,25	43,61	5,48	109 029,32	10,9
8	12,82	54,31	5,36	135 780,24	13,58
6	17,09	72,17	5,48	180 415,18	18,04
4	25,63	108,16	5,85	270 403,68	27,04

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. **Horas de bombeo versus caudal de bombeo**



Fuente: elaboración propia.

En la aldea El Zapote se trabajará con un pozo que tiene una producción de 150 GPM, por esto se tiene que hacer un diseño independiente del tramo, bomba-brocal, brocal-tanque, siendo esto la línea de impulsión, para ello se necesita de un análisis de caudal de bombeo *versus* horas de bombeo, costo de bomba *versus* horas de bombeo, obteniendo y graficando los resultados; con esto encontrando el punto de intercepción de la gráfica así teniendo el rendimiento óptimo de la bomba, siendo este de 8 horas de bombeo, entonces se analizó el resultado óptimo y se llegó a la conclusión que con 8 horas de bombeo, se necesitaría un caudal de 203,12 gpm, y con los datos obtenidos del aforo del pozo, se tiene que es de 150 gpm, entonces, analizando de nuevo los costos, se obtuvo que el caudal necesitado lo cumplen las 12 horas de bombeo, teniendo un caudal de 135,41 gpm, cumpliendo con el caudal abastecido por el pozo y con esto se consigue una funcionabilidad adecuada.

Se trabajará con una bomba que funcionará por energía eléctrica, teniendo en cuenta que su rendimiento óptimo es adecuado para una bomba sumergible, este es de máximo 18 horas, pero en el diseño de impulsión, se calcularon las iteraciones de 4 horas de funcionamiento a 12 horas de funcionamiento de la bomba, teniendo como resultado los datos siguientes.

#### Datos de línea de impulsión

Tiempo de bombeo	= 12 horas
Viviendas	= 382 actuales
Densidad	= 6 habitantes/vivienda
Población actual	= 2 293 habitantes
Tasa de crecimiento	= 2,98 %
Período de diseño	= 10 años
Dotación	= 100 litros/habitante/día

Factor máximo diario	= 1,2
Factor máximo horario	= 2,0
Viviendas futuras	= 510 viviendas
Población futura	= 3 076 habitantes
Caudal medio	= 3,56 litros
Caudal máximo diario	= 4,27 litros
Caudal máximo horario	= 7,12 litros
Caudal de bombeo	= 8,54 litros
Longitud	= 185,98 metros
Coeficiente	= 100 adimensional

#### Datos de bombeo

Caudal de bombeo	= 135,41 gpm
Nivel estático	= 410 pies
Nivel dinámico	= 560 pies
Nivel de bomba	= 610 pies
Cota de tanque	= 1 030 metros
Cota pozo	= 997 metros
Cota bomba	= 811,02 metros

### 2.3.1. Cálculo hidráulico de la línea de impulsión

- Tramo 1: bomba-brocal (HG)
  - Diámetro a analizar 3"

Perdida de carga: en el tramo de bomba-cabezal se analizará la pérdida de carga con un tubo de hierro galvanizado, mediano, cedula 40 de 700 PSI, con un diámetro interno de 3,3402 pulgadas.

$$H_f = \left[ \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,87}} \right]$$

Donde:

- Hf = pérdida de carga por fricción en metros
- L = longitud del tramo en metros
- Q = caudal conducido en litros/segundo
- C = coeficiente de fricción de Hazen Williams, que depende de la rugosidad del material, para tubería PVC se adoptará un valor de 100 adimensional.
- D = diámetro interno de la tubería en pulgadas

Al sustituir los datos se obtiene el siguiente resultado:

$$H_f = \left[ \frac{1\,743,811 * 185,98 * 8,54^{1,852}}{100^{1,852} * 3,3402^{4,87}} \right]$$

$$H_f = 9,58 \text{ metros}$$

Velocidad

$$V = \frac{1,974 * Q_b}{\phi^2}$$

Donde:

1,974 = factor adimensional

Qb = caudal de bombeo

$\emptyset^2$  = diámetro interno de la tubería

Al sustituir los datos se obtiene el siguiente resultado:

$$V = \frac{1,974 * 8,54}{3,3402^2}$$

$$V = 1,51 \text{ metros/segundo}$$

- Diámetro a analizar 4"

Pérdida de carga = 2,84 metros

Velocidad = 0,92 metros/segundo

- Diámetro a analizar 5"

Pérdida de carga = 1,20 metros

Velocidad = 0,64 metros/segundo

- Diámetro a analizar 6"

Pérdida de carga = 0,50 metros

Velocidad = 0,45 metros/segundo



Se tomará el diámetro de 5", cumpliendo este con 1,20 metros de pérdida de carga y con una velocidad de 0,64 metros/segundo, siendo el diámetro económico, para el tramo.

- Carga dinámica total: bomba-brocal (Hg)

La carga dinámica total, también llamada altura dinámica total, es la carga que debe suministrar la bomba para mover el caudal requerido; desde la bomba al brocal. La CDT se determina mediante la siguiente fórmula:

La carga dinámica total se analizará con el diámetro ya seleccionado, siendo este de 5" de Hg.

$$CDT = H + H_f + H_{fv} + H_{fm} + A_r$$

Donde:

CDT = carga dinámica total

H = altura

H<sub>f</sub> = pérdida de carga

H<sub>fv</sub> = pérdidas de carga por velocidad

H<sub>fm</sub> = pérdidas menores

- Altura (H)

Es la diferencia de alturas que tiene que vencer la bomba, desde la bomba al brocal, considerando que es vertical.

$$\text{Altura} = \text{cota de pozo} - \text{cota bomba}$$

Al sustituir los datos se obtiene el siguiente resultado:

$$\text{Altura} = 997 - 811,02$$

$$\text{Altura} = 185,98 \text{ metros}$$

- Pérdida de carga (Hf)

En el tramo de bomba-cabezal se analizará la pérdida de carga con un tubo de hierro galvanizado, mediano, cédula 40 de 700 PSI, con un diámetro interno de 5,1197 pulgadas.

$$H_f = \left[ \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,852}}{100^{1,852} * D^{4,87}} \right]$$

Donde:

Hf = pérdida de carga por fricción en metros

L = longitud del tramo en metros

Q = caudal conducido en litros/segundo

C = coeficiente de fricción de Hazen Williams, que depende de la rugosidad del material, para tubería PVC se adoptara un valor de 100 adimensional.

D = diámetro interno de la tubería en pulgadas

Al sustituir los datos se obtiene el siguiente resultado:

$$H_f = \left[ \frac{1\,743,811 * 185,98 * 8,54^{1,852}}{100^{1,852} * 5,1197^{4,87}} \right]$$

$$H_f = 1,20 \text{ metros}$$

- Pérdida de cargas por velocidad (Hfv)

Las pérdidas por velocidad se deben principalmente a la velocidad a gravedad que actúa sobre el líquido, utilizando el diámetro seleccionado se calculará de la bomba al brocal. Se determina con la fórmula siguiente:

$$H_{fv} = \frac{V^2}{2 \times g}$$

Donde:

Hfv = pérdida de velocidad

V<sup>2</sup> = velocidad al cuadrado

g = gravedad

Al sustituir los datos se obtiene el siguiente resultado:

$$H_{fv} = \frac{0,64^2}{2 * 9,81}$$

$$H_{fv} = 0.0210 \text{ metros}$$

- Pérdidas menores (Hfm)

Las pérdidas menores se atribuyen a pérdidas en accesorios que se utilizan de la bomba al brocal, para el tramo sí existen accesorios utilizados que

signifiquen una pérdida significativa, por lo que se asume un 10 % de las pérdidas de carga de la bomba al brocal en la tubería.

$$H_{fm} = 0,10 * H_f$$

Donde:

$H_{fm}$  = pérdidas menores

$H_f$  = pérdida de carga

0,10 = porcentaje asumido

Al sustituir los datos, se obtiene el siguiente resultado:

$$H_{fm} = 0,10 * 1,20$$

$$H_{fm} = 0,120 \text{ metros}$$

Resumen tramo 1

Altura = 185,98 metros

Pérdida de carga = 1,20 metros

Pérdida por velocidad = 0,021 metros

Pérdidas menores = 0,120 metros

Carga dinámica total = 187,31 metros  
(bomba – brocal)

- Tramo 2: brocal-tanque (PVC)

Analizando los diámetros que están en el rango de diámetros teóricos, 3", 4", 5" y 6" de policloruro de vinilo (PVC).

- Diámetro a analizar 3"

Pérdida de carga: en el tramo de brocal-tanque se analizará la pérdida de carga con un tubo de policloruro de vinilo, ASTM 2241 SDR 26, de 160 PSI, con un diámetro interno de 3,230 pulgadas.

$$H_f = \left[ \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,852}}{150^{1,852} * D^{4,87}} \right]$$

Donde:

Hf = pérdida de carga por fricción en metros

L = longitud del tramo en metros

Q = caudal conducido en litros/segundo

C = coeficiente de fricción de Hazen Williams, que depende de la rugosidad del material, para tubería PVC se adoptará un valor de 150 adimensional.

D = diámetro interno de la tubería en pulgadas

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$H_f = \left[ \frac{1\,743,811 * 92,50 * 8,54^{1,852}}{150^{1,852} * 3,230^{4,87}} \right]$$

$$H_f = 2,65 \text{ metros}$$

- Velocidad

$$V = \frac{1,974 * Qb}{\phi^2}$$

Donde:

1,974 = factor adimensional

Qb = caudal de bombeo

$\phi^2$  = diámetro interno de la tubería

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$V = \frac{1,974 * 8,54}{3,230^2}$$

$$V = 1,62 \text{ metros/segundo}$$

- Diámetro a analizar 4"

Pérdida de carga = 0,78 metros

Velocidad = 0,98 metros/segundo

- Diámetro a analizar 5"

Pérdida de carga = 0,28 metros

Velocidad = 0,64 metros/segundo

- Diámetro a analizar 6"

Pérdida de carga = 0,12 metros

Velocidad = 0,45 metros/segundo

Se tomará el diámetro de 5", cumpliendo este con 0,28 metros de pérdida de carga y con una velocidad de 0,64 metros/segundo, siendo el diámetro económico, para el tramo.

- Carga dinámica total: brocal-tanque (PVC)

La carga dinámica total, también llamada altura dinámica total, es la carga que debe suministrar la bomba para mover el caudal requerido; desde la bomba al brocal. La CDT se determina mediante la siguiente fórmula:

La carga dinámica total se analizará con el diámetro ya seleccionado, siendo este de 5" de PVC.

$$CDT = H + H_f + H_{fv} + H_{fm} + A_r$$

Donde:

CDT = carga dinámica total

H = altura

H<sub>f</sub> = pérdida de carga

H<sub>fv</sub> = pérdidas de carga por velocidad

H<sub>fm</sub> = pérdidas menores

- Altura (H)

Es la diferencia de alturas que tiene que vencer la bomba, desde el brocal al tanque, considerando que es vertical.

$$\text{Altura} = \text{cota tan} - \text{cota bro}$$

Donde:

Altura = altura

Cota tan = cota tanque

Cota bro = cota brocal

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$\text{Altura} = 1\,030\text{ m} - 997\text{ m}$$

$$\text{Altura} = 33,00\text{ metros}$$

- Pérdida de carga (Hf)

En el tramo de brocal-tanque se analizará la pérdida de carga con un tubo de policloruro de vinilo, ASTM 2241 SDR 26, de 160 PSI, con un diámetro interno de 5,135 pulgadas.

$$H_f = \left[ \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,852}}{150^{1,852} * D^{4,87}} \right]$$

Donde:

Hf = pérdida de carga por fricción en metros.

L = longitud del tramo en metros.

Q = caudal conducido en litros/segundos.

C = coeficiente de fricción de Hazen Williams, que depende de la rugosidad del material, para tubería pvc se adoptará un valor de 150 adimensional.

D = diámetro interno de la tubería en pulgadas.



Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$H_f = \left[ \frac{1\,743,811 * 92,5 * 8,54^{1,852}}{150^{1,852} * 5,135^{4,87}} \right]$$

$$H_f = 0,28 \text{ metros}$$

- Pérdida de cargas por velocidad (Hfv)

Las pérdidas por velocidad se deben principalmente por la velocidad y la gravedad que actúa sobre el líquido, utilizando el diámetro seleccionado se calculará de la bomba al brocal. Se determina con la fórmula siguiente:

$$H_{fv} = \frac{V^2}{2 * g}$$

Donde:

Hfv = pérdida de velocidad

V<sup>2</sup> = velocidad al cuadrado

G = gravedad

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$H_{fv} = \frac{0,64^2}{2 * 9,81}$$

$$H_{fv} = 0,0210 \text{ metros}$$

- Pérdidas menores (Hfm)

Las pérdidas menores se atribuyen a pérdidas en accesorios que se utilizan del brocal al tanque, para el tramo, sí existen accesorios utilizados que signifiquen una pérdida significativa, por lo que se asume un 10 % de las pérdidas de carga de la bomba al brocal en la tubería.

$$H_{fm} = 0,10 * H_f$$

Donde:

$H_{fm}$  = pérdidas menores

$H_f$  = pérdida de carga

0,10 = porcentaje asumido

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$H_{fm} = 0,10 * 0,28$$

$$H_{fm} = 0,028 \text{ metros}$$

Resumen tramo 2

Altura = 33 metros

Pérdida de carga = 0,28 metros

Pérdida por velocidad = 0,021 metros

Pérdidas menores = 0,028 metros

Carga dinámica total = 33,33 metros  
(brocal – tanque)

- Altura de reserva (Ar)

Se considera una altura de reserva de 5 metros debido a que el tanque de almacenamiento y distribución se puede construir en otro lugar del sector con una cota de terreno diferente a la proyectada.

- Tramo1 + tramo 2 + altura de reserva

Al haber calculado todas las pérdidas disponibles del tramo 1, tramo 2 y altura de reserva en la línea de impulsión se proceden a realizar los cálculos de la carga dinámica total:

$$CDT = \text{tramo 1} + \text{tramo 2} + Ar$$

Al sustituir los datos, se obtiene el siguiente resultado:

$$CDT = 187,31 + 33,33 + 5,00$$

$$CDT = 225,64 \text{ m}$$

### **2.3.2. Potencia del equipo de bombeo**

La potencia de la bomba debe garantizar el buen funcionamiento del sistema, ya que es parte esencial de este. Para obtener la potencia de la bomba se utiliza la fórmula siguiente:

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

Donde:

Pot = potencia de la bomba

Qb = caudal de bombeo

e = eficiencia de la bomba

CDT = carga dinámica total más sobre presión

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$\text{Pot} = \frac{(225,64 \text{ mca} * 8,54 \text{ litros/segundo})}{(76 * 0,70)}$$

$$\text{Pot} = 36,22 \text{ Hp}$$

Bomba comercial = 40 Hp

### **2.3.3. Características de bomba sumergible**

- Acero inoxidable: conservando la calidad del agua bombeada, lo cual es de suma importancia en aplicaciones para el consumo humano.
- Ahorro de energía: por sus altos niveles de eficiencia, se obtienen importantes ahorros económicos en la operación.

La bomba sumergible cuenta con las características siguientes:

- Descarga con roca cónica
- Válvula *check*, minimiza los efectos causados por el golpe de ariete
- Impulsor

- Tazón
- Calador de succión
- Succión
- Guardable, tirantes, tuercas y tornillos
- Cople
- Eje de la bomba, este es de acero inoxidable
- Asiento de válvula *check*
- Bujes
- Sello de tazón

La vida útil de esta bomba sumergible, oscila entre los 8 y 12 años, considerando una media, se tomó en cuenta que su mejor funcionamiento será a los 10 años, después, dejando de ser económica y funcionable, entonces el proyecto está diseñado para un futuro de 21 años, se tomará en cuenta que para el diseño, se tendrán que adquirir dos bombas sumergibles.

#### **2.3.4. Tanque de almacenamiento y distribución**

El tanque de almacenamiento y distribución tiene el fin principal de almacenar y distribuir el agua, que permita cubrir las variaciones horarias, debido a que el consumo no es constante y varía según el horario, almacenando el agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día, así como la distribución, manteniendo el buen funcionamiento hidráulico y un servicio eficiente.

Para diseñar un tanque de almacenamiento y distribución, deben tenerse presente los elementos de su funcionalidad, que se rigen básicamente por:

- Tener capacidad de regular las variaciones horarias del consumo o demanda, considerando la capacidad de producción de la fuente.
- Las dimensiones del predio donde se ubicará.
- Tipo de suelo y condiciones de manejabilidad.
- Conocer la capacidad de soporte del suelo donde se cimentará.
- Ventilación con tubería de 2 pulgadas como mínimo.
- Mantener las presiones de servicio en la red.
- Almacenar cierta cantidad de agua para eventualidades.

Para el diseño del tanque de almacenamiento y distribución, debe de considerarse su capacidad, que esta en función del caudal y de las variaciones horarias, su ubicación debe ser idónea de tal forma que el agua pueda llegar a todos los puntos de la red y el tipo de tanque (que puede ser, enterrado, semienterrado y elevado), puede construirse de concreto armado, concreto ciclópeo, metal, piedra y recientemente puede ser también de plástico.

Debe diseñarse para conservar la potabilidad del agua, por consiguiente estar cubierto y dejar aberturas para permitir acceso en casos necesarios; el tanque debe impedir la entrada de lluvia, polvo, animales y otros ajenos al sistema de agua, también debe tener un rebalse y un drenaje que permita vaciarlo completamente.

Cuando el sistema de agua potable es nuevo, no se tiene registro de ningún tipo y por lo tanto no puede hacerse un diseño mediante diagrama gráfico, que permita determinar el volumen; por consiguiente se adoptan las normas que utiliza Unepar. El volumen de diseño en sistemas por gravedad estará entre 25 y 40 % del caudal medio y en sistemas por bombeo del 40 al 60 %, en este caso se adopta un factor de 40 %.

$$V = 40\% * Q_m$$

Donde:

V = volumen de tanque

40 % = porcentaje utilizado según Unepar

Q<sub>m</sub> = caudal medio diario

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$V = 0,40 * 4,92 \text{ lts/s} * 86\ 400 \text{ s} / 1 \text{ día} * 1 \text{ m}^3 / 1\ 000 \text{ lts}$$

$$V = 170,00 \text{ metros cúbicos/día}$$

### **2.3.5. Diseño hidráulico de la red de distribución**

La línea o red de distribución está constituida por todo el sistema de tuberías, que van desde el tanque de distribución a las viviendas. Existen tres tipos de redes de distribución: abiertas, cerradas y combinadas.

- Red abierta

Son tuberías conectadas de tal forma, que cada uno de sus ramales es terminal, en cada punto donde distribuya agua. Se utiliza cuando las viviendas están muy dispersas o la comunidad no tiene definidas claramente las vías de tránsito como calles y avenidas, y no es posible efectuarla.

- Red cerrada

Está formada por tuberías interconectadas que forman mallas o circuitos, es la más eficiente de los sistemas pues mantiene las presiones, se utiliza en las comunidades que tienen definido claramente calles y avenidas o cuando la población esté dispuesta de tal forma que se pueda efectuar.

- Red combinada

Es una mezcla de red abierta y cerrada, se utiliza cuando por alguna circunstancia cierta cantidad de beneficiarios se encuentra en puntos dispersos de una población bien definida en sus vías de tránsito.

El diseño de la red de distribución se realizará como una red abierta, debido a que la población está muy dispersa, las calles no están bien definidas y la topografía del terreno no beneficia la implementación de un sistema cerrado o combinado.

- Velocidades

Las velocidades de diseño se deben encontrar entre 0.6 m/seg, como mínimo debido a que si su valor es menor, existe sedimentación en la tubería, y un máximo de 3 m/seg, pues si es mayor, ocasiona daños a la tubería debido a la fricción del líquido en esta.

- Presiones de diseño

Se debe considerar con un mínimo de 10 mca, en casos especiales 7 mca, ya que valores menores podrían ocasionar que el agua en algún momento



no pueda subir a los chorros, y un máximo de 50 mca, ya que valores mayores ocasionan daños a los artefactos utilizados en las viviendas.

- Nodos

En una red abierta pueden considerarse los puntos de división de ramales en los cuales se analiza el consumo de agua, el concepto fundamental indica que el caudal que ingresa a un nodo es igual al caudal que sale de él.

- Selección de diámetro

En los diferentes puntos de la red se calcula con la fórmula de Hazen Williams mediante el procedimiento de prueba y error, de tal forma que en toda la red se puedan conservar las presiones mínimas y máximas de servicio.

En todos los tramos de la red de distribución deben colocarse accesorios como codos, tees, yees, adaptadores, reductores, uniones universales, etc. Según sea la necesidad, además de ello, deben colocarse válvulas según el tipo que se requiera en los tramos que lo necesiten, así también los pasos aéreos.

- Bases de diseño de línea de distribución

Viviendas	= 382 actuales
Densidad	= 6 habitantes/vivienda
Población actual	= 2 293 habitantes
Tasa de crecimiento	= 2,98 %
Periodo de diseño	= 21 años
Dotación	= 100 litros/habitante/día

Factor máximo diario	= 1,2
Factor máximo horario	= 2,0
Viviendas futuras	= 708 viviendas
Población futura	= 4 248 habitantes
Caudal medio	= 4,92 litros
Caudal máximo diario	= 5,90 litros
Caudal máximo horario	= 9,83 litros
Caudal por vivienda	= 0,026 litros/segundo
Periodo de Bombeo	= 12 horas
Longitud	= 11 250,79 metros
Coeficiente	= 150 adimensional

### **2.3.6. Cálculo hidráulico de la red de distribución**

El diseño de la red de distribución se efectuará por medio de ramales abiertos, debido a lo disperso de las viviendas y a las condiciones topográficas del lugar. El caudal de diseño para la red de distribución será el caudal máximo horario (9,83 l/s). Las velocidades y presiones mínimas y máximas que se han descrito.

- Caudal de diseño

Para determinar el caudal de diseño de un tramo de la red de distribución, se suma el caudal de vivienda del tramo más los caudales de vivienda que llegan a ese tramo. El caudal de vivienda es igual al producto del caudal unitario por el número de viviendas en el tramo.

- Diseño de tramo E-17 a E-33

A continuación se presenta el diseño de un tramo seleccionado (E-17 a E-32) y los datos son los siguientes:

Longitud

Longitud = 391,12 metros

Cotas

Estación - 17 = 940,35 metros

Estación - 33 = 912,39 metros

Viviendas en el tramo

Número de viviendas en el tramo = 11 viviendas

Caudal de viviendas en el tramo

Teniendo en cuenta los datos anteriores, el caudal de vivienda se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$Q_v = Q_u * \#vivi$$

Donde:

$Q_v$  = caudal de vivienda litros/segundo

$Q_u$  = caudal unitario en litros/segundo/vivienda

$\#vivi$  = número de viviendas del tramo

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_v = 0,026 * 11$$

$$Q_v = 0,286 \text{ litros/segundo}$$

Detalle de caudales en las viviendas en el tramo:

E-17	= estación de paso
E-18	= 1 vivienda
E-19	= 1 vivienda
E-20	= 1 vivienda
E-21	= 1 vivienda
E-22	= 1 vivienda
E-23	= estación de paso
E-24	= estación de paso
E-25	= 1 vivienda
E-26	= estación de paso
E-27	= 1 vivienda
E-28	= estación de paso
E-29	= 1 vivienda
E-30	= 1 vivienda
E-31	= 1 vivienda
E-32	= 1 vivienda
E-33	= estación de paso

- Diámetro económico E-17 a E-33

Sera el diámetro de mejor costo para el tramo que se ha seleccionado.

$$D_e = \sqrt{Q_b * 1,8675}$$

Donde:

De = diámetro económico

Qb = caudal de bombeo

1,8675 = factor de conversión

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$De = \sqrt{9,83 * 1,8675}$$

$$De = 5,86 \text{ pulgadas}$$

- Diámetro teórico máximo  
Posible diámetro máximo que se utilizará en el tramo seleccionado.

$$Dtm = \sqrt{\frac{Q * 1,974}{0,60}}$$

Donde:

Dtm = diámetro teórico máximo

Qb = caudal de bombeo

1,974 = factor de conversión

0,60 = velocidad mínima

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$D_{tm} = \sqrt{\frac{9,83 * 1,974}{0,60}}$$

$$D_{tm} = 5,69 \text{ pulgadas}$$

- Diámetro teórico mínimo

Diámetro mínimo que se utilizará en el tramo seleccionado, considerando el óptimo rendimiento.

$$D_{tmi} = \sqrt{\frac{Q_b * 1,974}{3,00}}$$

Donde:

$D_{tmi}$  = diámetro teórico mínimo

$Q_b$  = caudal de bombeo

1,974 = factor de conversión

3,00 = velocidad máxima

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$D_{tmi} = \sqrt{\frac{9,83 * 1,974}{3,00}}$$

$$D_{tmi} = 2,54 \text{ pulgadas}$$

- Analizando diámetros con 2 1/2" PVC

Pérdida de carga: son aquellas que se producen en los tramos de tuberías debido a la fricción del fluido, clase de materiales, diámetros de la tubería, entre otros factores. En el tramo de la estación 17 a estación 32 se analizará la pérdida de carga con un tubo de policloruro de vinilo, ASTM 2241 SDR 26, de 160 PSI, con un diámetro interno de 2,655 pulgadas

$$H_f = \left[ \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,87}} \right]$$

Donde:

- Hf = pérdida de carga por fricción en metros
- L = longitud del tramo en metros
- Q = caudal conducido en litros/segundo
- C = coeficiente de fricción de Hazen Williams, que depende de la rugosidad del material, para tubería PVC se adoptará un valor de 150 adimensional.
- D = diámetro interno de la tubería en pulgadas

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

En la red se han abastecido 28 viviendas por un caudal de 0,026 metros/segundo es igual a 0,728 metros/segundo, entonces si se resta 9,83 m/s – 0,728 m/s, esto es igual a 9,102 m/s, siendo este el caudal necesitado llegando a la estación 17.

$$H_f = \left[ \frac{1\,743,811 * 391,12 * 9,102^{1,852}}{150^{1,852} * 2,655^{4,87}} \right]$$

$$H_f = 32,72 \text{ metros}$$

- Velocidad

$$V = \frac{1,974 * Q}{\phi^2}$$

Donde:

1,974 = factor adimensional

Qb = caudal de bombeo

$\phi^2$  = diámetro interno de la tubería

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$V = \frac{1,974 * 9,102}{2,655^2}$$

$$V = 2,55 \text{ metros/segundo}$$

- Diámetro a analizar 3"

Pérdida de carga = 12,59 metros

Velocidad = 1,72 metros/segundo

- Diámetro a analizar 4"

Pérdida de carga = 3,70 metros

Velocidad = 1,04 metros/segundo

- Diámetro a analizar 5"



Pérdida de carga = 1,32 metros

Velocidad = 0,68 metros/segundo

- Pérdida de carga acumulada

Se tomará el diámetro de 4", cumpliendo este con 3,48 metros de pérdida de carga acumulada en el tramo y con una velocidad de 1,02 metros/segundo, siendo el diámetro económico, analizando también el diámetro de 5" se observa que su 1,24 metros de pérdida de carga y con una velocidad de 0,67 metros/segundo, cumpliendo su velocidad dentro del rango permitido, pero la diferencia entre los dos diámetros el de 4" mejora el funcionamiento hidráulico en toda la red de distribución, compensando velocidades y diámetros en el recorrido.

- Presión disponible

Es la diferencia entre la altura acumulada menos la pérdida de carga acumulada.

$$Pd = (Ah-Ac) - (Hf-Ac)$$

Donde:

Pd = presión disponible

Ah-Ac = altura acumulada

Hf-Ac = pérdida de carga acumulada

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

- Estación E-17

$$Pd = (25,80 \text{ m}) - (1,2596 \text{ m})$$

$$Pd = 24,54 \text{ metros}$$

- Estación E-33

$$Pd = (53,76 \text{ m}) - (4,3110 \text{ m})$$

$$Pd = 49,45 \text{ metros}$$

- Cota piezométrica

Es la cota de inicio o donde se coloca una caja rompe presión, en este tramo, la cota que se utilizará será de la E-12, donde se encuentra ubicada una caja rompe presión y la resta de la pérdida de carga acumulada, teniendo como resultado la cota piezométrica en la estación E-17.

$$CP_{E-17} = (Ci - (Hf-Ac \text{ en E-17}))$$

Donde:

$CP_{E-17}$  = cota piezométrica

$Ci$  = cota de inicio de presión

$Hf-Ac$  = pérdida de carga acumulada

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

- Estación E-17

$$CP_{E-17} = (966,15 \text{ m} - 1,2596 \text{ m})$$

$$CP_{E-17} = 964,89 \text{ mca}$$

- Estación E-33

$$CP_{E-33} = (966,15 \text{ m} - 4,3110 \text{ m})$$

$$CP_{E-33} = 961,84 \text{ mca}$$

- Presión estática

La presión estática en este tramo será igual a la carga disponible. El 80 % de la presión de trabajo de la tubería propuesta es de 90 mca, que es superior a la presión estática lo cual asegura que la tubería propuesta resistirá la presión de diseño.

$$P\text{-est} = ( Ah\text{-}Ac_{E-16} ) + Ah_{E-17}$$

Donde:

P-est = presión estática

Ah-Ac = altura acumulada (una estación atrás)

Ah = altura de la estación

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

- Estación E-17

$$P\text{-est} = ( Ah\text{-}Ac_{E-16} ) + Ah_{E-17}$$

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$P\text{-est} = (23,48 \text{ m}) + 2,32 \text{ m}$$

$$P\text{-est} = 25,80 \text{ metros}$$

- Estación E-33

$$P\text{-est} = ( Ah\text{-}Ac_{E-32} ) + Ah_{E-33}$$

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$P\text{-est} = (51,73 \text{ m}) + 2,03 \text{ m}$$

$$P\text{-est} = 53,76 \text{ mca}$$

- Presión dinámica

Se produce cuando hay movimiento de agua, entonces la presión estática modifica su valor y gasta su energía a medida que avanza, por normas de Unepar, la menor presión dinámica que puede haber en la red de distribución es de 10 mca, y 7 mca en casos especiales.

- Psi teórico

Es la presión estática multiplicado por un factor de 1,42 que convierte de los metros a psi.

$$Psi = P\text{-est} \times 1,42$$

Donde:

Psi = psi teórico

P-est = presión estática

1,42 = factor adimensional

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

- Estación E-17

$$\text{Psi} = 25,80 * 1,42$$

$$\text{Psi} = 36,64$$

- Estación E-33

$$\text{Psi} = 53,76 * 1,42$$

$$\text{Psi} = 76,34$$

- Velocidad

Se verifica la velocidad de fluido en la tubería, dentro del tramo establecido, hay que verificar si están dentro de los parámetros establecidos por las normas utilizadas.

$$V = \frac{(4 * Q)}{(\pi * D^2)}$$

Donde:

V = velocidad de fluido

Q = caudal

D = diámetro

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

- Estación E-17

En la estación 17, se tomará el caudal que en este instante estará pasando.

$$V = \frac{(4 * 9,102 / 1\ 000)}{(\pi * (107,29 / 1000)^2)}$$

$$V = 1,00 \text{ metros/segundo}$$

- Estación E-32

En la estación 32, se tomará el caudal que en este instante estará pasando.

$$V = \frac{(4 * 8,160 / 1\ 000)}{(\pi * (107,29 / 1000)^2)}$$

$$V = 0,97 \text{ metros/segundo}$$

Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de 0,60 metros/segundo < Velocidad < 3 metros/segundo; con un resultado menor de 0,60 metros/segundo no existe problema, ya que el líquido no presenta sedimentos pudiendo llegar hasta 0,40 metros/segundo.

### **2.3.7. Obras hidráulicas**

También son llamadas obras de arte, se utilizan en el recorrido de la tubería, según la necesidad que se presente en cualquier punto que pueda afectar al sistema hidráulico, entre las obras hidráulicas se utilizaron las siguientes:

- Válvulas

Las válvulas dentro de un sistema de distribución de agua potable, sirven para abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar el flujo de agua.

Para este sistema de abastecimiento se colocarán válvulas de compuerta en los sectores y en las conexiones secundarias que son los ramales.

- Válvula de compuerta

Las características principales son: cierre del orificio con un disco vertical de cara plana que se desliza en ángulo recto sobre el asiento. Se utiliza para abrir o cerrar de forma total el flujo, no es utilizada para regular el caudal de agua y no debe ser usada frecuentemente.

- Caja rompe presión

Su función es bajar la presión en la tubería donde se tienen presiones y velocidades muy altas debido a la pendiente. Las dimensiones mínimas serán las que permitan la maniobra del flotador y demás accesorios y en ningún caso menores a 0,65 m x 0,50 m x 0,80 m libres. Se colocarán en las estaciones E-12 y E-33.

- Sistemas de desinfección

Tratamiento: es el proceso que se le da al agua que, por sus características no reúne condiciones específicas para un uso determinado, esto se realiza, generalmente, para poblaciones grandes y cuando se captan ríos, lagos o lagunas.

El tratamiento mínimo que se le debe dar al agua para el consumo humano es el de la desinfección y generalmente, para comunidades del área rural y fuentes provenientes de manantiales, donde el caudal requerido no es muy grande, esto es posible, tal es el caso de este proyecto, por lo que se diseña el proceso de desinfección.

- Desinfección

El requisito sanitario mínimo que debe dársele al agua, con el fin de entregarla libre de organismos patógenos es la desinfección.

Antes de tomar una decisión acerca de qué tratamiento se le dará a la misma, deben realizarse exámenes bacteriológicos precisos, con el fin de



determinar las concentraciones de los diferentes contaminantes físicos y químicos.

Para la desinfección del agua potable, pueden ser utilizados los siguientes procedimientos:

- Desinfección por rayos ultravioleta: se hace pasar el agua en capas delgadas debajo de lámparas ultravioleta. Para que la desinfección sea efectiva, el agua debe ser de muy baja turbiedad, lo cual limita la aplicación y adicionalmente no se obtiene una desinfección posterior.
- Desinfección por medio de ozono: es un sistema muy efectivo y de uso generalizado en Europa. El sistema de ozonificación consiste básicamente en una elevación de voltaje que, al producir chispas y entrar estas en contacto con el oxígeno, producen ozono, que es una partícula de tres átomos de oxígeno y es un bactericida muy eficaz.
- Desinfección por medio de cloro (cloración): este procedimiento es bastante efectivo y es de uso generalizado en Estados Unidos de Norte América y en América Latina. Además, es un sistema de desinfección más económico que los métodos anteriores. Para que el cloro actúe efectivamente, se debe dejar un tiempo de contacto con el agua, preferentemente de 15 a 20 minutos como mínimo. Existen diferentes tipos de desinfección a través del cloro, como: cloro gaseoso, hipocloritos de sodio, calcio y dióxido de cloro.

En Guatemala, el procedimiento más usado es la cloración, ya que por mucho tiempo se ha probado que el cloro es un agente confiable para una desinfección segura.

El sistema de cloración propuesto tendrá como finalidad proporcionar una solución de hipoclorito de calcio al tanque de distribución de agua potable para la aldea El Zapote, para mantener la potabilidad del agua.

- Tabletas de tricloro

Es una forma de presentación del cloro, la cual consiste en pastillas o tabletas, tienen un tamaño de 3" de diámetro, por 1" de espesor, con una solución de cloro al 90 y un 10% de estabilizador, el peso de la tableta es de 200 gr y la velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gr en 24 horas.

- Alimentador automático de tricloro

El alimentador de tricloro es un recipiente en forma de termo que alberga tabletas, las que se disuelven mediante el paso del agua en el mismo; estos alimentadores vienen en diferentes capacidades de tabletas, las que dependen del caudal requerido para el proyecto.

### **2.3.7.1. Conexiones prediales**

Obra que se prevé instalar en el inicio del predio donde se encuentra la vivienda y se compone de lo siguiente:

- Tubería de acometida: la que conecta la línea de distribución con los accesorios de la conexión predial, incluyendo una tee reductora de diámetro de línea de distribución a 1/2".
  
- Accesorios de las conexiones domiciliarias:
  - Válvula de paso
  - Válvula de chorro o válvula de bolsa, según se especifique en planos
  - Codo de hierro galvanizado de 1/2" a 90°
  - Copla de hierro galvanizado de 1/2"
  - Niple de hierro galvanizado de 1/2" x 0,30 m
  - Niple de hierro galvanizado de 1/2" x 1,50 m
  - Adaptadores macho
  - Soporte de concreto, fundido en el sitio de 0,05 x 0,30 x 0,30 m

### **2.3.8. Presupuesto del proyecto**

El presupuesto se integró con base en precios unitarios. Estos se obtuvieron mediante cotizaciones en diferentes centros de distribución de la cabecera municipal, para el costo de la mano de obra calificada y no calificada se tomó referencia a los precios utilizados por la Municipalidad local para este tipo de proyectos. El costo total del proyecto se obtuvo realizando la sumatoria de todos los costos totales por cada renglón de trabajo.

Tabla IV. Presupuesto, agua potable

No	Renglón	Cantidad	Unidad	P/U	Subtotal
01	Replanteo topográfico y trazo	7 027,21	MI	Q10,46	Q73 504,62
02	Caseta de bombeo	1,00	m2	Q38 400,00	Q38 400,00
03	Equipo de bombeo de 40 HP	1,00	Unidad	Q60 000,00	Q60 000,00
04	Tubería línea de conducción	92,50	MI	Q331,38	Q30 652,65
05	Tanque de almacenaje de 170 m3	1,00	Unidad	Q331 500,00	Q331 500,00
06	Hipoclorador	1,00	Unidad	Q14 500,00	Q14 500,00
07	Tubería línea de distribución	4 624,71	MI	Q331,38	Q1 532 536,40
08	Tubería de red secundaria	2 310,00	MI	Q122,46	Q282 882,60
09	Cajas rompe presión	2,00	Unidad	Q1 800,00	Q3 600,00
10	Cajas para válvulas de control	9,00	Unidad	Q1 442,20	Q12 979,80
11	Acometidas prediales	385,00	Unidad	Q1 125,77	Q433 421,45
12	Herramientas (5%)	1,00	Global	Q140 698,88	Q140 698,88
13	Rótulo	1,00	Unidad	Q2 500,00	Q2 500,00
Costo total de materiales y mano de obra					Q2 957 176,39
Costos Indirectos					Q1 182 870,56
<b>Precio Total del Proyecto</b>					<b>Q4 140 046,95</b>

<b>Costo Unitario</b>	<b>Q589,15</b>
-----------------------	----------------

PERSONAS POR VIVIENDA 6 HABITANTES  
 POBLACION ACTUAL 2 293 HABITANTES

COSTO ANUAL	
COSTO POR PERSONA	Q21 506,74
COSTO DE ENERGIA ELECTRICA	Q240 000,00
SISTEMA DE CLORACION	Q38 400,00
REPARACIÓN Y GASTOS	Q18 000,00

COSTO ANUAL	Q317 906,74
COSTO MENSUAL	Q26 492,23
USUARIO ACTUALES	Q2 310,00
<b>COSTO MENSUAL</b>	<b>Q11,47</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.9. Cronograma de ejecución física

El cronograma es el indicador que muestra la planificación en cuánto al tiempo de construcción en el desarrollo de las distintas etapas del proyecto. Este se realizó con rendimientos brindados por la Municipalidad de Atescatempa, obtenidos de proyectos similares.

Figura 3. Cronograma de ejecución, agua potable

No.	Descripción de los trabajos	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1	Replanteo topográfico y trazo	■	■										
2	Línea de distribución			■									
3	Instalación tubería red primaria				■	■	■						
4	Instalación tubería secundaria				■	■	■						
5	Caja de operación de válvulas						■	■					
6	Acometida domiciliar							■	■				
7	Reinstalación de adoquín									■	■	■	■

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.10. Programa de administración y mantenimiento**

Para sostener y dar mantenimiento a un sistema de agua potable es necesario contar, básicamente, con recursos financieros, los cuales deben ser captados y administrados por un ente autorizado. Por lo que se propone el siguiente plan para el fortalecimiento administrativo y de mantenimiento.

#### **2.3.10.1. Fortalecimiento administrativo**

Paralelamente a la realización de las obras civiles que se plantean para el mejoramiento del sistema de abastecimiento, debe existir un fortalecimiento en la capacidad de gestión por parte del Departamento de Agua Municipal. Un paso importante para lo anterior, es la realización de un programa de labores necesarias para la conformación de una mejor administración del agua potable. Estas labores se muestran a continuación.

- En lo administrativo:
  - El organigrama de la administración municipal con la ubicación del Departamento de Agua Municipal.
  - Establecimiento del organigrama del Departamento de Agua Municipal.
  - Determinar las funciones que estarán a cargo del Departamento de Agua Municipal, aquí se incluye la forma cómo apoyará a las diferentes comunidades y comités del municipio en cualquier gestión del recurso de agua.
  - Definición de las funciones que cada uno de los miembros de este Departamento tenga a su cargo.

- Realizar un estudio de viabilidad del Departamento de Agua Municipal, cuáles son sus costos e ingresos.
  - Descripción del manejo administrativo contable, como: facturación, cobros y software a la disposición del departamento.
  - Establecimiento del reglamento interno de trabajo, el manual de funciones y el manual de procedimientos.
  - Creación e implementación de un procedimiento de selección de personal.
  - Realización de planes anuales de compras, mantenimiento y capacitación.
  - Crear un registro constantemente revisado de proveedores y precios.
  - Cálculo anual del patrimonio.
- En lo comercial:
    - Revisión y actualización del contrato del servicio.
    - Elaboración de procedimiento para atender solicitudes nuevas.
    - Elaboración de procedimientos para detección de usuarios clandestinos.
    - Un registro completo de usuarios y contadores, por cada zona.
    - Programa de revisión y calibración de contadores, así como el procedimiento para la sustitución de contadores en mal estado.
- En lo técnico operativo:
    - Elaborar un plan maestro de agua potable y su actualización periódica.
    - Plan de obras e inversiones a cinco años, mínimo, de su realización.

- Elaboración y actualización de los planos de las redes del sistema de abastecimiento de agua, los planos de las redes de captación y conducción, los planos de tanque de distribución.
- Elaboración de manuales de operación y mantenimiento.
- Realizar un inventario de los equipos y herramientas para mantenimiento.
- Elaboración de registro de daños.
- Control de cantidad y calidad de las fuentes de agua, llevando un expediente sobre ello.

Al finalizar estas labores se tendrá una visión más amplia de cómo se encuentran todos los recursos con que cuenta el Departamento de Agua Municipal y por consecuencia se tendrá el primer paso para una mejor administración y operación.

### **2.3.10.2. Programa de mantenimiento**

Es una programación que, por lo general se realiza para un periodo de un año que incluye la fecha de las diversas intervenciones que deben realizarse en todas las unidades de los diversos grupos, para dar cumplimiento a las normas de mantenimiento preventivo.

Hacer un plan de mantenimiento preventivo es indispensable, ya que debido al gran número de actividades que pueden ser necesarias realizar, no se pueden confiar a la memoria.

Para elaborar el programa de mantenimiento se debe tomar en cuenta lo siguiente:



- El número de instalaciones y equipo que hay que mantener y su clasificación de acuerdo a grupos
- De las normas de mantenimiento preventivo para las instalaciones y para el equipo según fabricantes, se debe obtener la frecuencia del mantenimiento preventivo.
- Multiplicar el número de unidades de cada grupo, por el número de intervenciones anuales que hay que realizar para obtener el número de intervenciones anuales por grupo
- En las normas de mantenimiento se especifica el detalle del trabajo a realizar, se puede obtener con base a la experiencia de los tiempos promedios de cada trabajo.
- Si se multiplica el número de intervenciones anuales por los tiempos promedios, se obtendrá el número aproximado de horas para cumplimiento del mantenimiento para cada grupo
- Con el número promedio de horas se puede obtener el número de trabajadores que se necesita para realizar el mantenimiento; en el caso que no se necesite mano de obra especializada

Las actividades mínimas de trabajo por grupos a tomar en cuenta son:

- Fuentes de agua subterránea

La extracción de agua de fuentes subterráneas requiere una operación más costosa y del cuidado especial del equipo que se utiliza para realizarla. El personal a cargo de este tipo de instalaciones deberá cuidarlas, revisando las válvulas instaladas y operándolas adecuadamente; inspeccionando tuberías para localizar fugas; antes de la operación deberá revisar los tableros, para detectar desperfectos eléctricos relacionados con la operación del equipo de bombeo; después de la puesta en marcha enfocará su atención a ruidos no

comunes provenientes de la bomba, motor, ejes, entre otros; el arranque y apagado deberá responder al horario asignado. Si el trabajo de los equipos es normal, deberá poner a funcionar el equipo de cloración.

- Tanque de distribución

El mantenimiento que se le da a los tanques de distribución consiste básicamente en el mantenimiento de su estructura y el mantenimiento de las condiciones higiénicas.

El primero consiste en el mantenimiento de las paredes (pintura y acabados), inspección y mantenimiento de sus sistemas de válvulas y sistema de rebalse. El segundo se refiere a la limpieza y desinfección del tanque de distribución y la limpieza de los sistemas de administración de cloro y desinfectantes

- Red de distribución

Se definirá como la sección de fontanería y se encargará de la distribución del agua proveniente de las diferentes fuentes de abastecimiento y del mantenimiento preventivo y correctivo de la red de distribución, así como de sus ampliaciones, previo estudio. Para ello contará con un supervisor que será responsable de la actividad realizada por los fontaneros. Cada fontanero tendrá a su cargo un sector y un horario que cumplir, siendo función de su superior, la de determinar si el agua es distribuida equitativamente por este.

La fontanería, también se encargará de la reparación de fugas y de ser posible realizará actividades para evitar su presencia, sustituyendo partes de la red que por su estado, presentan altas probabilidades de escapes de agua.

- Control de contadores: debido a su importancia para el cobro, a que se someten a un funcionamiento continuo, las condiciones donde se encuentran, las trabas que causan las impurezas que trae el agua, el desgaste, el funcionamiento no adecuado y la pérdida de precisión con el uso; es necesario el mantenimiento preventivo y correctivo de los medidores; en caso contrario se presentarán inconvenientes, que, aunque son producto de su funcionamiento y condiciones en que lo efectúa, perjudican los objetivos para los cuales fueron instalados por el subsistema de medición.
- Mantenimiento preventivo del contador: previene fallas para poder mantener el medidor en funcionamiento continuo, registrar con precisión los consumos hechos por el usuario, mantener en un nivel adecuado el rendimiento del aparato y evitar el deterioro prematuro. Este se lleva a cabo al someter a los medidores a revisiones periódicas para limpiarlos, revisarlos, comprobar su funcionamiento, cambiarles partes desgastadas, ajustarlos y calibrarlos para asegurar su precisión, que disminuye en función del tiempo y operación, manteniéndolos en el rango deseado bajo técnicas económicamente aceptables.
- Mantenimiento correctivo del contador: es cuando se reparan las fallas, inmediatamente después de recibir la información sobre daño o parada del medidor, dada por los lectores, fontaneros, por los usuarios, entre otros.

Las fallas que se presentan con mayor frecuencia son: mal registro del consumo, vidrios rotos, fugas, obstrucciones y cualquier anomalía que dificulte establecer el consumo efectuado. Lo que procede aquí es retirar y reparar

oportuna y rápidamente los medidores que no operen correctamente, así como las cajas de protección que estén en mal estado.

- Propuesta de tarifa

El funcionamiento del sistema de agua potable tiene que ser autofinanciable. Por lo cual se tiene que hacer un estudio de pago de tarifa por consumo de agua, esta deberá fijarse de manera que se consideren las necesidades inmediatas del presente, así como las que puedan darse en los próximos 5 o 10 años.

Los costos totales están constituidos por: administración, operación y mantenimiento.

Los costos, debido a la inflación, irán en aumento, de la misma manera el crecimiento de usuarios, por lo que el costo se elaboró con base en los usuarios actuales.

Tabla V. **Propuesta de tarifa, agua potable**

<b>Gastos anuales:</b>	
Costo personal	Q 21 506,74
Costo energía eléctrica	Q 240 000,00
Sistema de cloración	Q 38 400,00
Reparación y gastos indirectos	Q 18 000,00
<b>Costo anual</b>	<b>Q 317 906,74</b>
<b>Costo mensual</b>	<b>Q 26 492,23</b>
<b>Usuarios actuales</b>	<b>Q 2 293</b>
<b>Costo mensual</b>	<b>Q 11,55</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.11. Evaluación socioeconómica**

Se realiza para conocer la rentabilidad del proyecto, en el caso de los que desarrollan las municipalidades, se enfocan en la cantidad de beneficiados a atender; para esto se asume que el proyecto será financiado y la inversión no será recuperada.

#### **2.3.11.1. Valor presente neto (VPN)**

Es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. Permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión. Esta evaluación permite saber si el proyecto es rentable o no.

A continuación se muestra el costo inicial del proyecto, y el ingreso que generaría al proveer el servicio a los habitantes.

$$\text{Costo inicial} = \text{Q } 4\,140\,046,95$$

La Municipalidad cobra por un nuevo servicio de agua potable el valor de Q 1 100.

$$\text{Ingreso inicial} = \text{Q } 1\,100 * 2\,293 = \text{Q } 2\,522\,300,00$$

Tabla VI. **Ingresos y egresos, agua potable**

	<b>Ingresos mensuales</b>	<b>Egresos mensuales</b>	<b>Total anual</b>
<b>Gastos por operación del sistema</b>		Q 26 492,23	Q 317 906,74
<b>Ingreso por tarifa</b>	Q 7 392,00		Q 88 704,00

Fuente: elaboración propia.

Egresos de costo de operación y mantenimiento:

$$VPN = CA * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = Q 317 906,74 * \left( \frac{(1+0,10)^{21} - 1}{(0,10) * (1+0,10)^{21}} \right) = Q 2 749 549,62$$

Ingreso tarifa poblacional:

$$VPN = IA * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = Q. 88 704 * \left( \frac{(1+0,10)^{20} - 1}{(0,10) * (1+0,10)^{20}} \right) = Q 767 192,03$$

El VPN está dado por la sumatoria de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

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

$$VPN = Q 767 192,03 - Q 2 749 549,62$$

$$VPN = - Q 1 982 357,59$$

Con la tarifa propuesta, el proyecto no podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el período de funcionamiento, por lo que la Municipalidad debe de sufragar ese déficit existente.

### **2.3.11.2. Tasa interna de retorno (TIR)**

Es la tasa de rendimiento requerida, que produce como resultado un valor presente neto de cero, cuando se le utiliza como tasa de descuento. Por ello se llama tasa interna de rentabilidad; el número es interno o inherente al proyecto y no depende de nada, excepto de los flujos de caja del proyecto.

Una inversión es aceptable si su tasa interna de retorno excede al rendimiento requerido. De lo contrario, la inversión no es provechosa.

Debido a que este proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; para este tipo de inversión, en el municipio se realiza un análisis socioeconómico de costo/beneficio, el cual se determina de la siguiente manera:

$$\text{Costo} = \text{inversión inicial} - \text{VPN}$$

$$\text{Costo} = \text{Q } 2\,749\,549,62 - (-\text{Q } 1\,982\,357,59)$$

$$\text{Costo} = \text{Q } 4\,731\,907,21$$

$$\text{Beneficio} = \text{número de habitantes beneficiados (a futuro)}$$

$$\text{Costo/beneficio} = \text{Q. } 4\,731\,907,21 / 4\,248 \text{ hab.} = \text{Q. } 1\,113,91 / \text{habitante}$$

### **2.3.12. Evaluación de impacto ambiental**

- Fuente de agua:
  - Construcción: debido a que no se hace un movimiento de tierras considerable y que se afecta en un mínimo porcentaje el ambiente, no hay medidas de mitigación factibles a implementar.
  - Operación: no se utilizará ningún líquido contaminante. No se necesitan medidas de mitigación.
  
- Red de distribución:
  - Construcción: no se afecta seriamente el ambiente. No hay medida de mitigación aplicable.
  - Operación: se recomienda mantener vigilancia periódica para evitar el desperdicio de agua.

### **2.3.13. Elaboración de planos**

La elaboración de los planos se realizó con base en los datos obtenidos en el diseño hidráulico, estos se mostrarán completos en el apéndice C.



### **3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA HORCONES**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consistirá en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario (red principal de colectores, pozos de visita y conexiones domiciliarias) para la aldea Horcones, la cual tiene una longitud de 5 392,14 metros y es para una población actual de 4 140 habitantes. Se divide en dos tramos, debido a la pendiente del terreno, el tramo A tiene una longitud de 4 552,26 metros, este tramo será conectado a la planta de tratamiento 1, el tramo B tiene una longitud de 839,88 metros el cual será conectado a la planta de tratamiento 2.

El sistema de alcantarillado sanitario es un sistema de recolección de aguas, diseñado para llevar exclusivamente aguas de origen doméstico.

El tratamiento que se le dará a las aguas residuales se hará a través de una planta de tratamiento que la Municipalidad tiene planificada su construcción.

#### **3.2. Levantamiento topográfico**

Se realizó con el fin de determinar la posición y elevación de puntos de relevancia para el proyecto de alcantarillado sanitario.

El levantamiento topográfico para el alcantarillado sanitario contiene las dos acciones principales de la topografía, las cuales son:

- Planimetría
- Altimetría

### **3.2.1. Altimetría**

Esta se realizó por medio de nivelación compuesta, que consiste en medir la diferencia de niveles entre dos puntos.

### **3.2.2. Planimetría**

Para el levantamiento topográfico se utilizó el método de conservación de azimut, con vuelta de campana. Para este levantamiento se utilizó el siguiente equipo:

- Una estación total Trimble 5503 DR
- Un estadal
- Un prisma
- Una cinta métrica de 100 metros
- Dos plomadas
- Estacas
- Clavos

### **3.3. Descripción del sistema a utilizar**

Para el diseño de un alcantarillado existen 3 tipos básicos: sanitario, pluvial, y combinado; la selección de cada uno de estos sistemas dependerá del estudio preliminar realizado.

La aldea El Zapote no cuenta con algún sistema de alcantarillado; la calle no cuenta con pavimentación, por lo que se decidió diseñar un alcantarillado sanitario. Es excluida toda agua pluvial.

### **3.4. Partes de un alcantarillado**

Es un sistema de ductos y obras de arte que tienen como finalidad coleccionar y desalojar en forma adecuada las aguas residuales de una población, además de disponerlas sin peligro para el hombre y el ambiente.

#### **3.4.1. Colector**

Es el conducto principal que transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hacia la planta de tratamiento, estará ubicado en el centro de la calle de manera subterránea, es de secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño hidráulico, según el criterio del diseñador se diseña de PVC o concreto.

#### **3.4.2. Pozos de visita**

También llamados cámaras de inspección son estructuras cilíndricas, cuya unión a la superficie se hace en forma tronco cónico.

El diámetro del cilindro es generalmente de 1,20 metros y en la superficie de la tapadera de diámetro de 0,60 metros. Adicionalmente, en la base del cilindro se localiza la cañuela, la cual es la encargada de hacer la transición entre un colector y otro, se construirá de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La tapadera tiene como fin permitir la realización de las labores de limpieza y mantenimiento

general de las tuberías, así como proveer al sistema de una adecuada ventilación.

Según las normas establecidas por el Instituto de Fomento Municipal (Infom) para la construcción de alcantarillados en el país, se recomienda pozos de visita en los siguientes casos:

- Inicio de cualquier ramal
- Intersección de dos o más tuberías colectoras
- Cambio de diámetro de tubería
- Cambio de pendiente
- Cambio de dirección horizontal para diámetros menores de 24”
- Tramos no mayores de 100 metros de línea recta diámetros hasta 24”
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetro superior a 24”
- Para profundizar la tubería cuando no cumple la profundidad mínima

### **3.4.3. Conexiones domiciliarias**

Son subestructuras que tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las edificaciones, y conducir las al colector o alcantarillado central.

La conexión domiciliar consta de las siguientes partes:

### **3.4.4. Caja de registro o candela domiciliar**

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 0,45 metros. Si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas; estos deben estar impermeabilizados por dentro y tener una

tapadera para realizar inspecciones. El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al sistema de alcantarillado central. La altura mínima de la candela será de 1 metro.

#### **3.4.5. Tubería secundaria**

Es la tubería que conecta la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Podrá utilizarse, para tubería PVC tubo de 4 pulgadas de diámetro y tubo de 6 pulgadas de diámetro si fuera de concreto, con pendiente mínima de 1 por ciento, considerando las profundidades de instalación, de tal manera no afectar las instalaciones dentro de la vivienda.

#### **3.5. Período de diseño**

Es el tiempo que se considera que el sistema funcionará de forma eficiente cumpliendo los parámetros para los que ha sido diseñado.

El Instituto de Fomento Municipal (Infom) recomienda un período de 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño, el período de diseño también depende a las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales.

El período de diseño adoptado para el alcantarillado sanitario será de 32 años, considerando el tiempo empleado para la gestión respectiva de obtención financiera y el tiempo de ejecución del proyecto.

### 3.5.1. Población futura

La proyección de población futura es un parámetro básico a considerar y depende de características sociales, culturales y económicas de los habitantes.

Para calcular la población futura del presente proyecto se usará el método geométrico:

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

Donde:

$P_f$	= población futura de habitantes	
$P_o$	= población inicial de habitantes	= 4 140 habitantes
$r$	= tasa de crecimiento poblacional	= 2,98 %
$n$	= período de diseño en años	= 32 años

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$P_f = 4\ 140 * (1 + 0,0298)^{32}$$

$$P_f = 10\ 595 \text{ hab.}$$

Dotación: es la cantidad de agua que se le debe asignar a cada unidad consumidora para satisfacer sus necesidades, se expresa en litros por habitante por día. Los factores que se consideran para la dotación de agua son: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado y servicios comunales o públicos.

Tabla VII. **Factores según Infom**

<b>Tipo de dotación</b>	<b>Dotación</b>
Llena cántaros	30 -60 l/hab/día
Conexiones prediales	60-90 l/hab/día
Conexiones prediales fuera de la vivienda	60 – 120 l/hab/día
Conexiones intradomiciliares	90 – 170 l/hab/día

Fuente: elaboración propia.

La dotación que se tomó para este proyecto es de 100 lt/hab/día, según información de la Municipalidad.

### **3.5.2. Factor de retorno**

Es un coeficiente que tiene en cuenta que no toda el agua consumida dentro del domicilio es devuelta al alcantarillado, por distintas razones de los y todos múltiples usos en los que se utiliza agua como: servicios sanitarios, riegos, limpieza, cocina y otros.

Es por ello que se establece, que solo un porcentaje del total de agua consumida es devuelto al alcantarillado.

El valor estadísticamente oscila entre 0,70 a 0,90 y depende de aspectos como: clima, costumbres y actividades diarias de la población.

El factor de retorno adoptado para este proyecto será de 0,80, según datos analizados por la Municipalidad.

### 3.5.3. Determinación del caudal sanitario

Es la sumatoria de los siguientes aportes: caudal máximo de origen doméstico, caudal comercial, caudal industrial, caudal de infiltración, caudal ilegal por aguas de lluvia que se conecten en patios o bajadas de techos por error.

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ilic}}$$

Donde:

$Q_{\text{sanitario}}$	= caudal sanitario
$Q_{\text{domiciliar}}$	= caudal domiciliar
$Q_{\text{comercial}}$	= caudal comercial
$Q_{\text{industrial}}$	= caudal industrial
$Q_{\text{inf}}$	= caudal de infiltración
$Q_{\text{ilic}}$	= caudal conexiones ilícitas

#### 3.5.3.1. Caudal domiciliar

Es el agua potable que ha sido utilizada en una vivienda por distintos usos domésticos como: sanitarios, baño, cocina, limpieza, entre otras y que tiene que ser extraída y conducida hacia la red del sistema de alcantarillado.

Este caudal está relacionado con la dotación y la población. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot.} * \text{núm. hab.} * \text{F.R}}{86\ 400}$$



Donde:

$Q_{dom}$  = caudal domiciliar (lts/seg)

Dot. = dotación (lts/hab/día)

No. Hab = número de habitantes

F.R = factor de retorno

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{dom} = \frac{100 * 4\ 140 * 0,8}{86\ 400} \quad Q_{dom} = 3,83 \text{ litros/segundo}$$

Se sabe que no toda el agua que ingrese a cada vivienda regresará al alcantarillado sanitario, por diversas razones de uso que se le dé al agua en cada vivienda, en lo cual se considera que se puede perder un 20 por ciento del agua que ingresa, es por eso que el factor de retorno utilizado es de 80 por ciento de retorno a la red de alcantarillado.

### **3.5.3.2. Caudal comercial**

Es el agua desechada por el comercio existente en la comunidad, la determinación de estos caudales varía por la dotación y la función de cada comercio. Para el proyecto realizado este caudal es nulo, ya que no se encuentran comercios.

$$Q_{com} = \frac{\text{Núm. Comercio} * \text{dot.}}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{com}$  = caudal comercial  
Núm. Comercio = número de comercios  
Dot. = dotación

### **3.5.3.3. Caudal industrial**

Es el agua desechada por las industrias existentes en la comunidad, la determinación de estos caudales varían por la dotación y la función de cada industria, regularmente este tipo de actividad utiliza dotaciones altas. Para el proyecto realizado este caudal es nulo, ya que no existe ningún tipo de contribución industrial.

$$Q_{Ind.} = \frac{\text{Núm. industria} * \text{dot.}}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{Ind}$  = caudal industrial  
Núm. Industria = número de industrias  
Dot. = dotación

### **3.5.3.4. Caudal de infiltración**

Es el l que se infiltra en las paredes del alcantarillado, el cual depende de las profundidades del nivel freático del agua, y de la tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción.

Para este caso se utilizó tubería ASTM F-949, el cual la infiltración es 0,010 según la norma del Infom recomienda, aunque se utilice tubería de PVC, asumir un caudal de infiltración el cual es: para tuberías que quedarán sobre el nivel freático

- Tubería de cemento =  $q_{inf} = 0,025 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$
- Tubería de PVC =  $q_{inf} = 0,010 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$

Para tuberías que quedarán bajo el nivel freático.

- Tubería de cemento =  $q_{inf} = 0,15 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$
- Tubería de PVC =  $q_{inf} = 0,02 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$

Para este sistema se utilizó tubería PVC sobre nivel freático

### 3.5.3.4.1. Caudal de infiltración de colectores

Es la distancia de los cuatro colectores que tendrá toda la red de alcantarillado sanitario, es de 5 392,14 kilómetros.

$$Q_{inf. Co.} = \left[ (2 * \pi) \frac{(\theta * 0,0254)}{2} \right] * 2 * n * Dh$$

Donde:

- $Q_{Inf Co.}$  = caudal de infiltración de acometidas
- $\theta$  = diámetro de la tubería
- 0,0254 = conversión de pulgadas a centímetros
- $n$  = factor de tubería de PVC

Dh = distancia horizontal

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{\text{inf. Co.}} = \left[ (2 * \pi) \frac{(8 * 0,0254)}{2} \right] * 2 * 0,010 * 5\,392,14$$

$$Q_{\text{inf Co.}} = 68,84 \text{ litros/segundo}$$

#### 3.5.3.4.2. Caudal de infiltración de acometidas

Es la distancia que hay de la candelas al centro de la calle o colector, se tomará como medida estándar 4 metros de largo por cada vivienda, también se diseñará con las viviendas futuras.

$$Q_{\text{inf. Aco.}} = \left[ (2 * \pi) \frac{(\theta * 0,0254)}{2} \right] * 2 * n * Dh$$

Donde:

$Q_{\text{Inf Aco.}}$  = caudal de infiltración de acometidas  
 $\theta$  = diámetro de la tubería  
0,0254 = conversión de pulgadas a centímetros  
 $n$  = factor de tubería de PVC  
Dh = distancia horizontal

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{\text{inf. Aco.}} = \left[ (2 * \pi) \frac{(4 * 0,0254)}{2} \right] * 2 * 0,010 * 1\,766$$

$$Q_{\text{inf Aco.}} = 11,27 \text{ litros/segundo}$$

Caudal de infiltración de colectores + caudal de infiltración de acometidas

$$Q_{\text{inf}} = 68,84 + 11,27$$

$$Q_{\text{inf}} = 80,11 \text{ litros/segundo}$$

### 3.5.3.5. Caudales de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario sin ninguna autorización.

$$Q_{\text{ilic}} = \frac{C * i * A}{360}$$

Donde:

$Q_{\text{ilic}}$  = caudal ilícito

$C$  = coeficiente de escorrentía promedio

$I$  = intensidad de lluvia (ml/s)

$A$  = área total tributaria (Ha)

Debido a que no se cuenta con información necesaria para utilizar el método racional, el caudal de conexiones ilícitas se calculará por medio de los parámetros regulados por las normas del Infom y se puede calcular como un 20 % mínimo del caudal domiciliar.

$$Q_{\text{c.i.}} = Q_{\text{dom}} * 20 \%$$

Para este sistema se utilizó un 20 % de agua ilegal a conectar a la red.

$$Q_{c.i.} = (3,83 \text{ l/s}) \cdot (0,20)$$

$$Q_{c.i.} = 0,77 \text{ litros/segundo}$$

### 3.5.4. Caudal medio diario

La función de este factor es regular la aportación de caudal en la tubería. Se atribuye el caudal con que contribuye un habitante debido a sus actividades sumando los caudales domiciliario, comercial, por conexiones ilícitas e infiltración. El valor de este factor según el Infom debe estar entre rango de 0,002 a 0,005 y se expresa de la siguiente forma:

$$f_{qm} = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{Núm. hab}}$$

Donde:

$f_{qm}$  = factor caudal medio

$Q_{\text{medio}}$  = caudal medio

Núm. Hab = número de habitantes futuro en la red

Si el cálculo del factor se encuentra entre esos dos límites, se utiliza el calculado; en cambio si es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano, según sea el caso.

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ilic}}$$

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene

$$Q_{\text{medio}} = 3,83 + 0 + 0 + 80,11 + 0,77$$

$$Q_{\text{medio}} = 84,71 \text{ litros/segundo}$$

### 3.5.4.1. Factor caudal medio diario

El cual se calcula de la forma siguiente:

$$fqm = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{Núm. hab}}$$

Donde:

$fqm$  = cauda medio diario

$Q_{\text{medio}}$  = caudal medio

Núm. hab = número de habitantes

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$fqm = \frac{84,71}{10\ 595}$$

$$fqm = 0,005$$

$$0,002 < fqm < 0,005$$

Ya que el valor se encuentra en el rango del factor de caudal medio se asume su valor de 0,005.

### 3.5.5. Factor de Harmond

Este factor es el resultado de pruebas estadísticas, que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso simultáneo del servicio en un determinado tramo, el valor puede variar de 1,50 a 4,50 es adimensional y se calcula de la siguiente manera:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}}$$

Donde:

FH = factor de Harmond

P = población actual

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{4\ 140/1\ 000}}{4 + \sqrt{4\ 140/1\ 000}}$$

$$FH = 3,32$$

### 3.5.6. Caudal de diseño

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo con los datos obtenidos e investigados. Este caudal se debe calcular en cada tramo de la red del colector y está integrado por los siguientes valores.



$$Q_{\text{diseño}} = \text{F.H.} * f_{\text{qm}} * \text{Núm. hab.}$$

Donde:

$Q_{\text{diseño}}$  = caudal de diseño

Núm. hab. = número de habitantes futuros acumulados

F.H. = factor de Harmond

$f_{\text{qm}}$  = factor de caudal medio

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{\text{diseño}} = 3,32 * 0,005 * 4\ 140$$

$$Q_{\text{diseño}} = 68,72 \text{ litros/segundo}$$

### **3.5.6.1. Fundamentos hidráulicos**

Son los criterios hidráulicos que debe tomar en cuenta el diseñador de la red de alcantarillado sanitario, para que el sistema funcione eficientemente en el período de vida establecido.

### **3.5.6.2. Ecuación de Manning**

Se usará la ecuación de Manning para determinar la velocidad del flujo dentro de la tubería.

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

Donde:

- V = velocidad de flujo a sección llena (m/s)
- D = diámetro de la sección circular (metros)
- S = pendiente de la gradiente hidráulica (m / m)
- n = coeficiente de rugosidad de Manning
  - = 0,014 para tubos de concreto
  - = 0,010 para tubos de PVC

El coeficiente de rugosidad de Manning utilizado en este caso es de 0,010, por utilizar tubería PVC ASTM F - 949.

Para evitar la sedimentación y taponamiento dentro de la tubería; el Infom recomienda una velocidad máxima de 3,00 m/seg. El fabricante de la tubería basado en la Norma ASTM F - 949 sugiere valores entre 0,40 m/seg y 5,00 m/seg.

### **3.5.6.3. Relación de diámetro y caudales**

La relación de diámetros y caudales que se debe considerar en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario es la relación  $d/D$ , no deberá ser mayor a 0,75, ni menor a 0,10 del diámetro interno de la tubería, y el caudal de diseño debe ser menor al caudal a sección llena en el colector, esto es para que la tubería funcione como canal abierto, en el cual circula el flujo por acción de la gravedad sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera.

### 3.6. Diseño de secciones y pendientes

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la pendiente que tenga el terreno natural, de esta forma se evitará el sobre costo por excesiva excavación, siempre y cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles.

$$\%S = \frac{CTI - CTF}{Dh} * 100$$

Donde:

%S = porcentaje de pendiente de terreno

CTI = cota inicial del terreno

CTF = cota final del terreno

Dh = distancia horizontal entre cota inicial y cota final

### 3.7. Relaciones hidráulicas

Se utilizan las tablas establecidas en la norma del Infom, en el cual primero se determina la relación (q/Q). Dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca el valor más aproximado.

La tabla se lee de izquierda a derecha, localizando la relación q/Q se busca de izquierda a derecha en la misma fila el valor de las relaciones v/V y d/D. Estas relaciones son necesarias para poder asegurar que el sistema funcionará adecuadamente. Los parámetros hidráulicos que deberán considerarse son los siguientes:

- Relaciones de caudales:

$$\frac{q \text{ diseño}}{Q \text{ sección llena}}$$

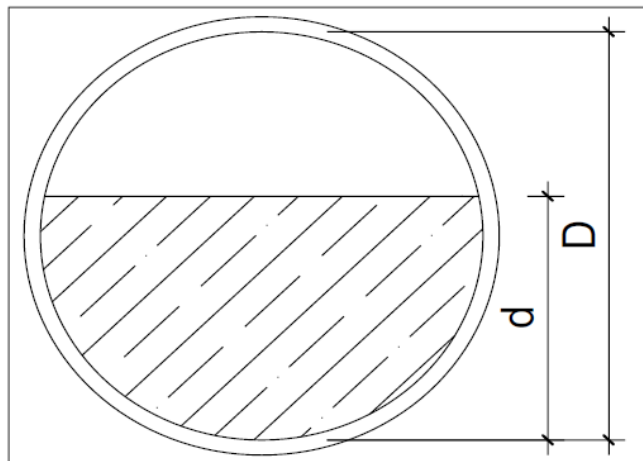
- Relación de velocidades:

$$\frac{v \text{ diseño}}{V \text{ sección llena}}$$

- Relación de tirantes:

$$\frac{d \text{ diseño}}{D \text{ sección llena}}$$

Figura 4. **Sección parcialmente llena**



Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Especificaciones hidráulicas**

<b>Alcantarillado sanitario</b>	
Caudal	$Q_{dis} < Q_{sec. Llena}$
Velocidad	$0,60 \text{ m/s} < V < 3 \text{ m/s (PVC)}$
Tirante	$0,10 \leq d/D \leq 0,75$
Diámetro mínimo	4 pulgadas

Fuente: INFOM, *Normas generales para diseño de alcantarillado*, Guatemala, 2001. p. 32.

Si el dato obtenido no cumple con las especificaciones se deberá verificar la pendiente del colector con respecto al terreno, o verificar si el tramo a analizar requiere de un aumento de diámetro. En la velocidad se tomó la velocidad recomendada por el fabricante, la que está basada en la Norma ASTM F-949, la que especifica que la velocidad indicada para este tipo de tubería será como mínima de 0,40 m/s y máximo de 5 m/s. Con todas estas especificaciones que se tiene, se debe cumplir sus condiciones, para que se tenga el mejor de los funcionamientos deseados, se tendrá en cuenta que la tabla siguiente, se lee de derecha a izquierda, las relaciones hidráulicas para las secciones circulares, tomar nota de la manera de calcular lo deseado.

Tabla IX. **Relaciones hidráulicas para sección circular**

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0,0100	0,0017	0,0880	0,00015	0,1025	0,0540	0,4080	0,02202
0,0125	0,0237	0,1030	0,00024	0,1050	0,0558	0,4140	0,02312
0,0150	0,0031	0,1160	0,00036	0,1075	0,0578	0,4200	0,02429
0,0175	0,0039	0,1290	0,00050	0,1100	0,0599	0,4260	0,02550
0,0200	0,0048	0,1410	0,00067	0,1125	0,0619	0,4320	0,02672
0,0225	0,0057	0,1520	0,00087	0,1150	0,0639	0,4390	0,02804
0,0250	0,0067	0,1630	0,00108	0,1175	0,0659	0,4440	0,02926
0,0275	0,0077	0,1740	0,00134	0,1200	0,0680	0,4500	0,03059
0,0300	0,0087	0,1840	0,00161	0,1225	0,0701	0,4560	0,03194
0,0325	0,0099	0,1940	0,00191	0,1250	0,0721	0,4630	0,03340
0,0350	0,0110	0,2030	0,00223	0,1275	0,0743	0,4680	0,03475
0,0375	0,0122	0,2120	0,00258	0,1300	0,0764	0,4730	0,03614
0,0400	0,0134	0,2210	0,00223	0,1325	0,0786	0,4790	0,03763
0,0425	0,0147	0,2300	0,00338	0,1350	0,0807	0,4840	0,03906
0,0450	0,0160	0,2390	0,00382	0,1375	0,0829	0,4900	0,04062
0,0475	0,0173	0,2480	0,00430	0,1400	0,0851	0,4950	0,04212
0,0500	0,0187	0,2560	0,00479	0,1425	0,0873	0,5010	0,04375
0,0525	0,0201	0,2640	0,00531	0,1450	0,0895	0,5070	0,04570
0,0550	0,0215	0,2730	0,00588	0,1475	0,0913	0,5110	0,04665
0,0575	0,0230	0,2710	0,00646	0,1500	0,0941	0,5170	0,04863
0,0600	0,0245	0,2890	0,00708	0,1525	0,0964	0,5220	0,05031
0,0625	0,0260	0,2970	0,00773	0,1550	0,0986	0,5280	0,05208
0,0650	0,0276	0,3050	0,00841	0,1575	0,1010	0,5330	0,05381
0,0675	0,0292	0,3120	0,00910	0,1600	0,1033	0,5380	0,05556
0,0700	0,0308	0,3200	0,00985	0,1650	0,1080	0,5480	0,05916
0,0725	0,0323	0,3270	0,01057	0,1700	0,1136	0,5600	0,06359
0,0750	0,0341	0,3340	0,01138	0,1750	0,1175	0,5680	0,06677
0,0775	0,0358	0,3410	0,01219	0,1800	0,1224	0,5770	0,07063
0,0800	0,0375	0,3480	0,01304	0,1850	0,1273	0,5870	0,07474
0,0825	0,0392	0,3550	0,01392	0,1900	0,1323	0,6960	0,07885
0,0850	0,0410	0,3610	0,01479	0,1950	0,1373	0,6050	0,08304
0,0875	0,0428	0,3680	0,01574	0,2000	0,1424	0,6150	0,08756
0,0900	0,0446	0,3750	0,01672	0,2050	0,1475	0,6240	0,09104
0,0925	0,0464	0,3810	0,01792	0,2100	0,1527	0,6330	0,09663

Continuación de la tabla IX.

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0,2200	0,1631	0,6510	0,10619	0,5900	0,6140	1,0700	0,65488
0,2250	0,1684	0,6590	0,11098	0,6000	0,6265	1,0700	0,64157
0,2300	0,1436	0,6690	0,11611	0,6100	0,6389	1,0800	0,68876
0,2350	0,1791	0,6760	0,12109	0,6200	0,6513	1,0800	0,70537
0,2400	0,1846	0,6840	0,12623	0,6300	0,6636	1,0900	0,72269
0,2450	0,1900	0,6920	0,13148	0,6400	0,6759	1,0900	0,73947
0,2500	0,1955	0,7020	0,13726	0,6500	0,6877	1,1000	0,75510
0,2600	0,2066	0,7160	0,14793	0,6600	0,7005	1,1000	0,77339
0,2700	0,2178	0,7300	0,15902	0,6700	0,7122	1,1100	0,78913
0,3000	0,2523	0,7760	0,19580	0,7000	0,7477	1,1200	0,85376
0,3100	0,2640	0,7900	0,20858	0,7100	0,7596	1,1200	0,86791
0,3200	0,2459	0,8040	0,22180	0,7200	0,7708	1,1300	0,88384
0,3300	0,2879	0,8170	0,23516	0,7300	0,7822	1,1300	0,89734
0,3400	0,2998	0,8300	0,24882	0,7400	0,7934	1,1300	0,91230
0,3500	0,3123	0,8430	0,26327	0,7500	0,8045	1,1300	0,92634
0,3600	0,3241	0,8560	0,27744	0,7600	0,8154	1,1400	0,93942
0,3700	0,3364	0,8680	0,29197	0,7700	0,5262	1,1400	0,95321
0,3800	0,3483	0,8790	0,30649	0,7800	0,8369	1,3900	0,97015
0,3900	0,3611	0,8910	0,32172	0,7900	0,8510	1,1400	0,98906
0,4000	0,3435	0,9020	0,33693	0,8000	0,8676	1,1400	1,00045
0,4100	0,3860	0,9130	0,35246	0,8100	0,8778	1,1400	1,00045
0,4200	0,3986	0,9210	0,36709	0,8200	0,8776	1,1400	1,00965
0,4400	0,4238	0,9430	0,39963	0,8400	0,8967	1,1400	1,03100
0,4500	0,4365	0,9550	0,41681	0,8500	0,9059	1,1400	1,04740
0,4600	0,4491	0,9640	0,43296	0,8600	0,9149	1,1400	1,04740
0,4800	0,4745	0,9830	0,46647	0,8800	0,9320	1,1300	1,06030
0,4900	0,4874	0,9910	0,48303	0,8900	0,9401	1,1300	1,06550
0,5000	0,5000	1,0000	0,50000	0,9000	0,9480	1,1200	1,07010
0,5100	0,5126	1,0090	0,51719	0,9100	0,9554	1,1200	1,07420
0,5200	0,5255	1,0160	0,53870	0,9200	0,9625	1,1200	1,07490
0,5300	0,5382	1,0230	0,55060	0,9300	0,9692	1,1100	1,07410
0,5400	0,5509	1,0290	0,56685	0,9400	0,9755	1,1000	1,07935
0,5500	0,5636	1,0330	0,58215	0,9500	0,9813	1,0900	1,07140

Fuente: INFOM. *Normas generales para diseño de alcantarillado*, Guatemala, 2001. p. 76.

### **3.8. Diámetro del colector**

Según el Infom, el diámetro mínimo a colocar en un alcantarillado sanitario será 8" para tubería de concreto y de 6" para tubería de PVC. Para conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 6" en tubería de concreto y de 4" para tubería PVC.

Para el diseño de este proyecto se utilizó tubería PVC de 6" de diámetro, que cumple con la Norma ASTM F-949 PVC, ya que este diámetro de tubería cumplió los parámetros de diseño en todos los tramos analizados.

#### **3.8.1. Selección de tipo de tubería**

Los alcantarillados sanitarios requieren materiales constituyentes resistentes a diversos estados de presión externa, aunque no requieren una resistencia alta a presión interna, ya que estas trabajan a sección parcialmente llena, es decir como un canal.

Existen diversidad de materiales de tuberías, pero en el medio nacional hay tres tipos de tuberías que destacan:

- De concreto
- De policloruro de vinilo (PVC)
- De polietileno de alta densidad (PEAD) o (HDPE)

Para este diseño se utiliza tubería PVC que cumpla con lo establecido en la Norma ASTM F – 949.



### 3.8.2. Profundidad mínima del colector

El colector debe de colocarse de tal manera se eviten rupturas por el tránsito que circulará sobre el mismo, que permita las conexiones domiciliarias, evitar el daño por el clima y que no presente dificultad al momento de realizar la instalación.

La profundidad mínima en la que se instalará la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte inferior, será determinada de la siguiente manera:

Tabla X. **Profundidad mínima del colector para tubería de concreto**

<b>Diámetro</b>	<b>4"</b>	<b>6"</b>	<b>8"</b>	<b>10"</b>	<b>12"</b>	<b>16"</b>	<b>18"</b>	<b>24"</b>
<b>Tránsito normal</b>	1,11	1,17	1,22	1,28	1,34	1,41	1,50	1,66
<b>Tránsito pesado</b>	1,31	1,37	1,42	1,48	1,54	1,53	1,70	1,86

Fuente: Tubería Vinil S. A., *Tubería PVC para alcantarillado sanitario, con base a la Norma ASTM 3 034.* p. 9.

### 3.8.3. Ancho de zanja

El ancho de zanja depende del diámetro de tubería y la profundidad a la que se desea colocar; el ancho de zanja deberá ser suficientemente para permitir un acomodo correcto a la hora de instalar la tubería,

A continuación se presenta una tabla con anchos de zanjas recomendados para distintos diámetros y profundidades.

Tabla XI. **Ancho libre de zanja según su profundidad**

<b>Diámetro nominal</b>	<b>plg</b>	<b>cms</b>
4"	36	91,50
6"	36	91,50
8"	36	91,50
10"	42	106,50
12"	42	106,50

Fuente: Tubería Vinil S. A., *Tubería PVC para alcantarillado sanitario, con base a la Norma ASTM 3 034*. p. 10.

#### **3.8.4. Volumen de excavación**

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería, se calcula a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos.

$$\text{Vol} = \frac{H1+H2}{2} * d * A_z$$

Donde:

Vol = volumen de excavación (m<sup>3</sup>)

H1 = profundidad del primer pozo (m)

- H2 = profundidad del segundo pozo (m)  
d = distancia entre pozos (m)  
A<sub>z</sub> = ancho de la zanja (m)

### **3.8.5. Cota invert**

Es la elevación sobre el plano de referencia de la parte inferior interna de la tubería.

- La cota invert de salida de un pozo: cuando el diámetro de la tubería de entrada y salida es la misma, se coloca a tres centímetros debajo de la cota invert de entrada del mismo pozo.
- Cuando existe un cambio de diámetro entre la tubería de entrada y salida de un pozo de visita, la cota invert de salida estará al menos a una altura igual a la diferencia de diámetros, más baja que la cota invert de entrada.

Las cotas invert de los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben ser calculados de la siguiente manera:

#### **3.8.5.1. Cota invert salida**

Para los tramos iniciales en la red se obtiene restando la cota del terreno menos la altura del pozo.

$$CIS = CT - H_{min}$$

Donde:

CIS = cota invert salida (m)

CT = cota terreno (m)

Hmin = altura mínima

Para los siguientes tramos se obtiene restando 3 cm a la cota invert de entrada al pozo del tramo anterior.

$$CIS = CIE - 0,03 \text{ m}$$

### **3.8.5.2. Cota invert de entrada**

Es la cota final del tramo en diseño, se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$CIE = CIS - (D.H. * \%S_{\text{tubo}})$$

Donde:

CIE = cota invert de entrada (m)

CIS = cota invert de salida del pozo anterior

D.H. = distancia horizontal entre pozos de visita

$\%S_{\text{tubo}}$  = pendiente de la tubería con respecto al terreno

### **3.9. Procedimiento de diseño hidráulico**

- Determinar el caudal de diseño (Qdis) y la pendiente natural del terreno (utilizando esta pendiente como primera aproximación de la pendiente del colector).

- Asumir el diámetro de la tubería (utilizar como valor de arranque el diámetro mínimo).
- Determinar los valores de la velocidad a sección llena, por medio de las ecuaciones ya establecidas de Manning.
- Luego se procederá a obtener la relación de caudales ( $q/Q$ ), (donde  $q$  es el caudal de diseño dividido entre  $Q$  que es el caudal a sección llena).
- El resultado obtenido se busca en las tablas de relaciones hidráulicas ya tabuladas, o se interpola en la curva de elementos hidráulicos de sección circular, donde se podrá encontrar las relaciones ( $v/V$ ) y ( $d/D$ ).

Despejar la relación  $v/V$ , la velocidad a sección parcialmente llena ( $v$ ) y compararla con los límites que establecen las normas de diseño sobre velocidades máximas y mínimas. Comparar el valor obtenido de la relación de tirantes ( $d/D$ ) con los límites asociados por las normas de diseño.

- De cumplir con los requerimientos establecidos en las normas de diseño, se procede a calcular las cotas invert, profundidad de cada pozo, excavación y relleno.

### **3.10. Diseño de la red de alcantarillado**

La red de alcantarillado sanitario se diseñó de acuerdo a las normas del Infom. Este proyecto beneficiará al 100 por ciento de la población actual de la aldea Horcones. Se utilizó para el diseño hidráulico, tubería PVC que cumple con la Norma ASTM F-949 y se dividió en dos tramos debido a la pendiente del terreno.

- Conexión domiciliar:

Se utilizará tubería según Norma ASTM F-949, el diámetro de la tubería será de 4" con coeficiente de rugosidad  $n = 0,010$ , candela de tubo de concreto de 12" diámetro, base y tapadera de concreto armado, la tubería tendrá una pendiente de 1 % a 20%.

### 3.11. Bases de diseño para el colector núm. 4

Período de diseño	= 32 años
Viviendas actuales	= 119 viviendas
Densidad de vivienda	= 6 habitantes/vivienda
Población actual	= 714 habitantes
Tasa de crecimiento	= 2,98 %
Población futura	= 1 827 habitantes
Dotación	= 100 lts/hab/día
Factor de retorno	= 0,80
Tipo de tubería	= PVC
Diámetro de tubería mínimo	= 6 pulgadas, $n = 0,010$
Velocidad máxima	= 3,00 m/s PVC
Velocidad mínima	= 0,40 m/s PVC
Cota inicial del terreno	= 1008,04 metros
Cota final del terreno	= 947,54 metros
Distancia horizontal	= 839.79 metros
Porcentaje de conexiones ilícitas	= 20 %

Se analizará el colector número 4, en el cual se verifica si cumple con todos las normas de diseño requeridas por el Infom o por las normas del

fabricante, con velocidades máximas y mínimas, tirante mínimo y máximo dentro de la tubería.

Colector principal

Estación	= -----
Punto observado	= R – 3,4
De pozo de visita	= -----
A pozo de visita	= PV – 4,1
Cota de inicio	= -----
Cota de final	= 1 008,04
Distancia horizontal	= -----
Distancia acumulada	= 0+000,00

Estación	= R – 3,4
Punto observado	= E – 5,4
De pozo de visita	= PV – 4,1
A pozo de visita	= PV – 4,2
Cota de inicio	= 1 008,04 metros
Cota de final	= 1 004,30 metros
Distancia horizontal	= 33,24 metros
Distancia horizontal a rostro	= 33,24 metros
Distancia acumulada	= 0+033,24 metros

### 3.12. Pendiente del terreno

Estas fueron calculadas de la siguiente forma:

$$S \% = \frac{CI - CF}{DH} \times 100$$

Donde:

- S % = pendiente del terreno
- CI = cota inicial
- CF = cota final
- DH = distancia horizontal al rostro

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$S \% = \frac{1\ 008,04 - 1\ 004,30}{32,04} \times 100$$

$$S \% = 11,67 \%$$

### **3.13. Conexiones actuales**

Conexiones de colector existente	= 0 viviendas
Conexiones de colector principal	= 7 viviendas
Local	= 7 viviendas
Acumuladas	= 7 viviendas

#### **3.13.1. Conexiones futuras**

Conexiones de colector existente	= 0 viviendas
Conexiones de colector principal	= 18 viviendas
Local	= 18 viviendas
Acumuladas	= 18 viviendas

#### **3.13.2. Población actual**

Población	= 42 personas
-----------	---------------



Número de comercios = 0 viviendas  
Número de industrias = 0 viviendas

### **3.13.3. Población futura**

Población = 108 personas  
Número de comercios = 0 viviendas  
Número de industrias = 0 viviendas

### **3.14. Cálculos de caudal actual y futuro**

Estos servirán para tener el conocimiento de cuánto se necesita en la actualidad y en el futuro, es por eso que se harán dos cálculos independientes, utilizando el actual solo como una referencia y el futuro para el diseño de la red.

### **3.15. Cálculo de caudal de diseño actual**

Tiene la función de darnos la información exacta, lo que está sucediendo en la actualidad, para tener una proyección a su funcionalidad en el futuro.

#### **3.15.1. Caudal domiciliar**

Partiendo de una dotación de agua para la aldea de Horcones, la dotación será de 100 litros/habitante/día, esta a su vez es afectada por el factor de retorno del 80 %.

$$Q_{dom} = \frac{\text{dot} * \text{F.R.} * \# \text{ hab.}}{86\ 400}$$

Donde:

dot. = dotación

F.R. = factor de retorno

# hab. = número de habitantes

86 400 = segundos de día

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{dom} = \frac{100 * 0,80 * 42}{86\ 400}$$

$$Q_{dom} = 0.039 \text{ litros/segundo}$$

### 3.15.2. Caudal comercial

Es nulo debido a que no se conecta con ningún tipo de comercio al sistema.

### 3.15.3. Caudal industrial

Es nulo debido a que no se conecta con ningún tipo de comercio al sistema.

### 3.15.4. Caudal de infiltración

Registro bajo de lluvias y suelo al saturarse se toma impermeable, ya que es un limoarcilloso.

$$Q_{inf. Aco.} = \left[ (2 * \pi) \frac{(\theta * 0,0254)}{2} \right] * 2 * n * Dh$$

Donde:

$Q_{Inf Aco.}$  = caudal de infiltración de acometidas

$\theta$  = diámetro de la tubería

0,0254 = conversión de pulgadas a centímetros

n = factor de tubería de PVC

Dh = distancia horizontal

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{\text{inf. Aco.}} = \left[ (2 * \pi) \frac{(6 * 0,0254)}{2} \right] * 2 * 0,010 * 33,24$$

$$Q_{\text{inf Co.}} = 0,318 \text{ litros/segundo}$$

### 3.15.5. Caudal ilícito

Para este caso se utilizó tubería ASTM F-949, el cual la infiltración es 0, según la norma del Infom recomienda, aunque se utilice tubería de PVC, se asume un caudal de infiltración de 0,010.

$$Q_{\text{c.i.}} = Q_{\text{dom}} * 20 \%$$

Donde:

$Q_{\text{c.i.}}$  = caudal ilícito

$Q_{\text{dom}}$  = caudal domiciliar

20 % = porcentaje de conexiones ilícitas

$$Q_{\text{c.i.}} = (0,039) * (0,20)$$

$$Q_{\text{c.i.}} = 0,008 \text{ litros/segundo}$$

### 3.15.6. Caudal medio

La función de este factor es regular la aportación de caudal en la tubería.

$$fqm = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{No. hab tramo}}$$

Donde:

fqm = factor caudal medio

$Q_{\text{medio}}$  = caudal medio

No. Hab tramo = número de habitantes futuro en la red

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ilic}}$$

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{\text{medio}} = 0,039 + 0 + 0 + 0,318 + 0,008$$

$$Q_{\text{medio}} = 0,365 \text{ litros/segundo}$$

### 3.15.7. Caudal medio diario

$$fqm = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{No. hab}}$$

Donde:

fqm = cauda medio diario

$Q_{\text{medio}}$  = caudal medio

No. hab = número de habitantes

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene.

$$f_{qm} = \frac{0,365}{42}$$

$$f_{qm} = 0,009$$

### 3.16. Factor de Harmond

Este factor calcula el uso simultáneo del servicio en el tramo seleccionado, el resultado teniendo un rango de 1,50 a 4,50 adimensional.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}}$$

Donde:

FH = factor de Harmond

P = población actual

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{42/1\ 000}}{4 + \sqrt{42/1\ 000}}$$

$$FH = 4,329$$

#### 3.16.1. Caudal de diseño

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario.

$$Q_{\text{diseño}} = F.H. * f_{qm} * \text{No. Hab.}$$

Donde:

$Q_{\text{diseño}}$  = caudal de diseño  
No. Hab. = número de habitantes futuros acumulados  
F.H. = factor de Harmond  
fqm = factor de caudal medio

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{\text{diseño}} = 4,329 * 0,009 * 42$$

$$Q_{\text{diseño}} = 1,58 \text{ litros/segundo}$$

### **3.16.2. Cálculo de caudal de diseño futuro**

Tiene la función de darnos la información exacta, lo que se necesitara en el futuro, este es el diseño con el que se trabajara toda la red de drenajes sanitarios.

#### **3.16.2.1. Caudal domiciliar**

Partiendo de una dotación de agua para la aldea Horcones, la dotación será de 100 litros/habitante/día, esta a su vez es afectada por el factor de retorno del 80%.

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{dot} * \text{F.R.} * \# \text{ hab.}}{86\ 400}$$

Donde:

dot. = dotación

F.R. = factor de retorno  
 # hab. = número de habitantes  
 86 400 = segundos de día

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{dom} = \frac{100 * 0,80 * 108}{86\ 400}$$

$$Q_{dom} = 0.10 \text{ litros/segundo}$$

### **3.16.2.2. Caudal comercial**

Es nulo debido a que no se conecta con ningún tipo de comercio al sistema.

### **3.16.2.3. Caudal industrial**

Es nulo debido a que no se conecta con ningún tipo de comercio al sistema.

### **3.16.2.4. Caudal de infiltración**

Registro bajo de lluvias y suelo al saturarse se toma impermeable, ya que es un limoarcilloso.

$$Q_{inf. Aco.} = \left[ (2 * \pi) \frac{(\theta * 0,0254)}{2} \right] * 2 * n * Dh$$

Donde:

$Q_{\text{Inf Aco.}}$  = caudal de infiltración de acometidas  
 $\theta$  = diámetro de la tubería  
0,0254 = conversión de pulgadas a centímetros  
 $n$  = factor de tubería de PVC  
 $D_h$  = distancia horizontal

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{\text{Inf. Aco.}} = \left[ (2 * \pi) \frac{(6 * 0,0254)}{2} \right] * 2 * 0,010 * 33,24$$

$$Q_{\text{Inf Co.}} = 0,318 \text{ litros/segundo}$$

### 3.16.2.5. Caudal ilícito

Para este caso se utilizó tubería ASTM F-949, el cual la infiltración es 0, según la norma del Infom recomienda, aunque se utilice tubería de PVC, se asume un caudal de infiltración de 0,010.

$$Q_{c.i.} = Q_{\text{dom}} * 20 \%$$

Donde:

$Q_{c.i.}$  = caudal ilícito  
 $Q_{\text{dom}}$  = caudal domiciliar  
20% = porcentaje de conexiones ilícitas

$$Q_{c.i.} = (0,10) * (0,20)$$



$$Q_{c.i.} = 0,020 \text{ litros/segundo}$$

### 3.16.2.6. Caudal medio

La función de este factor es regular la aportación de caudal en la tubería.

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

Donde:

$f_{qm}$  = factor caudal medio

$Q_{\text{medio}}$  = caudal medio

No. Hab = número de habitantes futuro en la red

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ilic}}$$

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{\text{medio}} = 0,100 + 0 + 0 + 0,318 + 0,020$$

$$Q_{\text{medio}} = 0,438 \text{ litros/segundo}$$

### 3.16.2.7. Caudal medio diario

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

Donde:

fqm = cauda medio diario  
Q<sub>medio</sub> = caudal medio  
No. hab = número de habitantes

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$fqm = \frac{0,438}{108}$$

$$fqm = 0,004$$

### 3.16.3. Factor de Harmond

Este factor calcula el uso simultáneo del servicio en el tramo seleccionado, el resultado teniendo un rango de 1,50 a 4,50, adimensional.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}}$$

Donde:

FH = factor de Harmond

P = población actual

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{108/1\ 000}}{4 + \sqrt{108/1\ 000}}$$

$$FH = 4,234$$

### 3.16.3.1. Caudal de diseño

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario.

$$Q_{\text{diseño}} = F.H. * f_{qm} * \text{No. Hab.}$$

Donde:

$Q_{\text{diseño}}$  = caudal de diseño

No. Hab. = número de habitantes futuros acumulados

F.H. = factor de Harmond

$f_{qm}$  = factor de caudal medio

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{\text{diseño}} = 4,234 * 0,004 * 108$$

$$Q_{\text{diseño}} = 1,87 \text{ litros/segundo}$$

Se trabaja con el diseño hidráulico a futuro, con esto se podrá tener conocimiento del funcionamiento máximo de la tubería, junto con sus velocidades, pendientes, relaciones hidráulicas, tirantes, cotas invert y alturas de pozos.

Se utilizará tubería según Norma ASTM F-949, el diámetro de la tubería será de 6" con coeficiente de rugosidad  $n = 0,010$ , candela de tubo de PVC.

### 3.16.3.2. Velocidad a sección llena

Se usará la ecuación de Manning para determinar la velocidad del flujo dentro de la tubería.

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

Donde:

- V = velocidad de flujo a sección llena (m/s)
- D = diámetro de la sección circular (metros)
- S = pendiente de la gradiente hidráulica (m / m)
- n = coeficiente de rugosidad de Manning
  - = 0,014 para tubos de concreto
  - = 0,010 para tubos de PVC

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$V = \frac{0,03429 * 6^{2/3} * (11,70/100)^{1/2}}{0,010}$$

$$V = 3,87 \text{ metros/segundo}$$

### 3.16.3.3. Capacidad a sección llena

$$Q_S = \pi * \left[ \frac{(\theta * 0,0254)}{2} \right]^2 * V * 1\ 000$$

Donde:

$Q_s$  = caudal de infiltración de acometidas  
 $\theta$  = diámetro de la tubería  
0,0254 = conversión de pulgadas a centímetros  
 $V$  = velocidad a sección llena

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_s = \pi * \left[ \frac{(6'' * 0,0254)}{2} \right]^2 * 3,87 * 1\ 000$$

$$Q_s = 70,64 \text{ litros/segundo}$$

### 3.17. Relaciones de diseño

La tabla se lee de izquierda a derecha, localizando la relación  $q/Q$  se busca de izquierda a derecha en la misma fila, el valor de las relaciones  $v/V$  y  $d/D$ .

Estas relaciones son necesarias para asegurar que el sistema funcionará adecuadamente. Los parámetros hidráulicos que deberán considerarse son los siguientes:

- Relaciones de caudales:

$$q/Q = \frac{q \text{ diseño}}{Q \text{ sección llena}}$$

$$q/Q = \frac{1,87}{70,64}$$

$$q/Q = 0,0265$$

Cumple con la condición  $q < Q$ , de la tabla de relaciones hidráulicas se obtiene los siguientes valores:

- Relación de velocidades:

$$v/V = \frac{v \text{ diseño}}{V \text{ sección llena}}$$

$$v/V = 0,4320$$

$$V = 0,4320 * 3,87$$

$$V = 1,68 \text{ m/s}$$

- Relación de tirantes:

$$d/D = \frac{d \text{ diseño}}{D \text{ sección llena}}$$

$$d/D = 0,1125$$

- Tirante d:

$$d_{\text{tirante}} = d/D * D$$

$$d_{\text{tirante}} = 0,1125 * ( 6 * 0,0254 )$$

$$d_{\text{tirante}} = 0,67$$

Tabla XII. **Especificaciones hidráulicas**

<b>Alcantarillado sanitario</b>	
Caudal	$q/Q = 0,0265$
Velocidad	$0,60 \text{ m/s} < 1,68 < 3 \text{ m/s (PVC)}$
Tirante	$0,10 \leq 0,66 \leq 0,75$
Diámetro	6 pulgadas

Fuente: INFOM. *Normas generales para diseño de alcantarillado*. p. 83.

### 3.18. **Cota invert de entrada**

Es la cota final del tramo en diseño, se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$\text{CIE} = \text{CIS} - (\text{D.H.} * \%S_{\text{tubo}})$$

Donde:

CIE = cota invert de entrada

CIS = cota invert de salida del pozo anterior

D.H. = distancia horizontal entre pozos de visita

$\%S_{\text{tubo}}$  = pendiente de la tubería con respecto al terreno

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$\text{CIE} = 1\ 006,81 - (32,04 * (11,70\%/100))$$

$$\text{CIE} = 1\ 003,06 \text{ metros}$$

### **3.19. Cota invert salida**

Para los tramos iniciales en la red se obtiene restando la cota del terreno menos la altura del pozo.

$$CIS = CIE - Hmin$$

Donde:

CIS = cota invert

CIE = cota terreno

Hmin = altura mínima

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

Para los siguientes tramos se obtiene restando 3 cm a la cota invert de entrada al pozo del tramo anterior.

$$CIS = 1\ 003,06 - 0,03$$

$$CIS = 1\ 003,03 \text{ metros}$$

### **3.20. Profundidad del pozo de visita**

$$PV = CF - CIE$$

Donde:

PV = pozo visita



CF = cota final

CIE = cota invert entrada

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$PV = 1\ 004,30 - 1\ 003,06$$

$$PV = 1,24 \text{ metros}$$

### **3.21. Desfogue**

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) establece que todo sistema de alcantarillado sanitario debe poseer un tratamiento antes de la descarga final hacia un sistema hídrico natural. Para este proyecto la Municipalidad, ha propuesto construir un planta de tratamiento, a través de esta se le dará el tratamiento adecuado para su desfogue a una fuente hídrica.

Para este proyecto, la Municipalidad de Atescatempa tiene contemplada la construcción de dos plantas de tratamiento para la aldea Horcones, así darle un tratamiento adecuado y no dañar los recurso hídricos naturales que tiene este sector, el tratamiento que recibirá al agua residual a través de la planta de tratamiento será un tratamiento anaeróbico.

### **3.22. Tratamiento**

Tomando en consideración que la selección y diseño de un tipo de tratamiento es propiamente trabajo de un ingeniero sanitario, la Municipalidad ha gestionado a través de la asesoría de un ingeniero sanitarista las

recomendaciones, estudio y diseño necesario para la construcción de dicha planta de tratamiento.

Para esta planta de tratamiento la Municipalidad cuenta con terrenos disponibles en un punto que intersecta la conexión del colector 1, 2 y 3, para la planta de tratamiento 1 y el colector 4, para la planta de tratamiento 2.

### **3.23. Evaluación de impacto ambiental**

Tiene como objetivo analizar las operaciones que se desarrollarán durante el proyecto, tanto en la etapa de construcción y en la de operación, para identificar los impactos que se generarán, su naturaleza, su persistencia y su magnitud en el espacio y en el tiempo. Se debe realizar un plan de manejo ambiental, a fin de implementar acciones para controlar minimizar y atenuar los impactos ambientales.

En el estudio se ve que el sistema sirve a la totalidad de los habitantes de la aldea, sobre la base de un análisis que permita encauzar las aguas negras con un período de diseño que justifique la inversión en las obras y que su calidad se ajuste a las normas mínimas.

En el proceso de construcción del sistema de drenaje sanitario para la aldea Horcones, debe tomarse en cuenta: excavación de suelo, debido a la apertura del terreno para la instalación de las tuberías de conducción, también para la construcción de los pozos de visita. La red será construida en su totalidad en la vía pública, por lo que existe el derecho de paso de parte de la Municipalidad de Atescatempa, las plantas de tratamiento cuentan con terreno propio de la Municipalidad para la construcción.

Ambas descargas están ubicadas en terrenos montañosos, con derecho de parte de la Municipalidad local. De esta forma se tendría que cortar vegetación a lo largo de las descargas, donde se realizará la conducción de aguas residuales y la construcción de la planta de tratamiento para la aldea, procurando solo cortar lo necesario y de esta forma mantener la flora de los bosques intacta. Al finalizar la instalación de la tubería, se deberá rellenar la zanja y compactar el relleno para resguardar la tubería y continuar con el uso de la vía pública.

En lo que se refiere a la construcción de las obras de arte, es necesario tomar en cuenta el retiro de todo material sobrante, así como la limpieza de toda el área de trabajo para evitar cualquier tipo de contaminación e incomodidades con los residentes en los alrededores.

El impacto ambiental que se generará en la operación del proyecto será: malos olores por el proceso de tratamiento de aguas residuales, lo que provocará gases que serán de desagrado para algunos habitantes con cultivos aledaños, pero con el buen mantenimiento de la planta de tratamiento, se logrará evitar en gran medida estos malos olores. En caso de existir un rebalse en la planta de tratamiento, el agua residual se conducirá por las quebradas existentes en la montaña, esto se evita verificando que en la conexión del colector no existan descargas y conexiones ilegales, ya que la planta de tratamiento ha sido diseñada para cierta cantidad de población. Al controlar estos impactos se evitará que el proyecto tenga un impacto negativo con la naturaleza y la población.

### **3.24. Evaluación socioeconómica**

Se realiza para conocer la rentabilidad del proyecto. En el caso de la mayoría de proyectos que desarrollan las municipalidades se enfocan en la cantidad de beneficiados a atender; para esto se asume que el proyecto será financiado y la inversión no será recuperada.

#### **3.24.1. Valor presente neto (VPN)**

Es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. Permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero, maximizar la inversión. Esta evaluación permite saber si el proyecto es rentable o no.

Actualmente, la Municipalidad solamente realiza un cobro único que es al adquirir un nuevo servicio domiciliario de drenaje, por lo que debe de asumir los costos que conlleva el mantenimiento y reparación de este. Debido a esto se propone una cuota de Q. 7,00 mensuales, para absorber parte del costo que genera el mantenimiento y reparación del alcantarillado en dicha aldea.

A continuación se muestra el costo inicial del proyecto, y el ingreso que generaría al proveer el servicio a los habitantes.

$$\text{Costo inicial} = \text{Q } 10\,844\,538,97$$

La Municipalidad cobra por un nuevo servicio de drenaje sanitario el valor de Q 350,00.

$$\text{Ingreso inicial} = \text{Q } 350,00 * 690 = \text{Q } 241\,500,00$$

Tabla XIII. **Ingresos y egresos, alcantarillado sanitario**

	Ingresos mensuales	Egresos mensuales	Total anual
<b>Gastos por operación del sistema</b>		Q. 12 000,00	Q. 12 000,00
<b>Ingreso por tarifa</b>	Q. 708,00		Q. 8 496,00

Fuente: elaboración propia.

Costo de operación y mantenimiento:

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

$$VPN = Q 12 000 * \left( \frac{(1 + 0,10)^{32} - 1}{(0,10) * (1 + 0,10)^{32}} \right) =$$

$$VPN = Q 114 315,43$$

Ingreso tarifa poblacional:

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

$$VPN = Q 8 496 * \left( \frac{(1 + 0,10)^{32} - 1}{(0,10) * (1 + 0,10)^{32}} \right)$$

$$\text{VPN} = \text{Q } 80\,935,32$$

El valor presente neto está dado por la sumatoria de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

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

$$\text{VPN} = \text{Q } 80\,935,32 - \text{Q } 114\,315,43$$

$$\text{VPN} = - \text{Q } 33\,380,11$$

Con la tarifa propuesta, el proyecto no podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el período de funcionamiento, por lo que la Municipalidad debe de sufragar ese déficit. No es recomendable aumentar la cuota propuesta ya que los habitantes de la aldea son de escasos recursos, entonces la Municipalidad debe subsidiar para no afectar económicamente a los habitantes.

### **3.24.2. Tasa interna de retorno (TIR)**

La tasa interna de retorno de una inversión es la tasa de rendimiento requerida, que produce como resultado un valor presente neto igual a cero, cuando se le utiliza como tasa de descuento. Por ello se llama tasa interna de rentabilidad; el número es interno o inherente al proyecto y no depende de nada, excepto de los flujos de caja del proyecto.

Una inversión es aceptable si su TIR excede al rendimiento requerido. De lo contrario, la inversión no es provechosa.

Debido a que este proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno atractiva.

Para este tipo de inversión, en el municipio se realiza un análisis socioeconómico de costo/beneficio, el cual se determina de la siguiente manera:

$$\text{Costo} = \text{inversión inicial} - \text{VPN}$$

$$\text{Costo} = \text{Q } 10\,844\,538,97 - (-\text{Q } 33\,380,11)$$

$$\text{Costo} = \text{Q } 10\,877\,919,08$$

$$\text{Beneficio} = \text{número de habitantes beneficiados (a futuro)}$$

$$\text{Costo/beneficio} = \text{Q } 10\,877\,919,08 / 10\,595$$

$$\text{Costo/beneficio} = \text{Q } 1\,026,70 \text{ habitante}$$

### **3.25. Presupuesto del proyecto**

Este se integró con base en precios unitarios. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en diferentes centros de distribución de la cabecera municipal, la mano de obra calificada y no calificada se tomó con referencia a los precios utilizados por la Municipalidad para este tipo de proyectos. El costo total del proyecto se obtuvo realizando la sumatoria de todos los costos totales por cada reglón de trabajo.

Tabla XIV. **Presupuesto general, alcantarillado sanitario**

Núm.o	Renglón	Cantidad	Unidad	P/U	Subtotal
01	Replanteo topográfico y trazo	9 532,14	MI	Q15,54	Q148 129,46
02	Instalación de tubería	9 532.14	MI	Q386,07	Q3 680 073,29
03	Pozos de visita 1.50 m	95,00	Unidad	Q8 550,90	Q812 335,50
04	Pozos de visita 2.00 m	28,00	Unidad	Q9 750,00	Q273 000,00
05	Pozos de visita 2.50 m	9,00	Unidad	Q11 539,60	Q103 856,40
06	Pozos de visita 2.75 m	3,00	Unidad	Q12 217,40	Q36 652,20
07	Pozos de visita 5.00 m	23,00	Unidad	Q28 503,00	Q655 569,00
08	Pozos de visita 10.00 m	3,00	Unidad	Q57 006,00	Q171 018,00
09	Conexiones domiciliarias	690,00	Unidad	Q2 165,54	Q1 494 222,60
10	Herramientas (5%)	1,00	Global	Q368 742,82	Q368 742,82
11	Rótulo	1,00	Unidad	Q2 500,00	Q2 500,00

Costo total de materiales y mano de obra	Q7 746 099,27
Costos indirectos	Q3 098 439,71
<b>Precio total del proyecto</b>	<b>Q10 844 538,97</b>

<b>Costo unitario</b>	<b>Q1 137,68</b>
-----------------------	------------------

Fuente: elaboración propia.

### 3.26. Cronograma de ejecución

El cronograma es el indicado que muestra la planificación en cuánto tiempo durará la construcción. Esta se realizó con rendimientos brindados por la Municipalidad de Atescatempa obtenido para proyectos similares.



Tabla XV. **Cronograma de ejecución, alcantarillado sanitario**

Núm.	Descripción de trabajo	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
1	Replanteo topográfico y trazo	■											
2	Instalación de tubería	■											
3	Pozos de visita		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Conexiones domiciliarias				■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Rótulo											■	■

Fuente: elaboración propia.

### 3.27. **Elaboración de planos**

Se realizó con base en los datos obtenidos en el diseño hidráulico, estos se muestran en el apéndice C.



## CONCLUSIONES

1. Conforman los resultados obtenidos por los análisis de las situaciones antes descritas, se puede afirmar que los trabajos requeridos por las aldeas del municipio de Atescatempa, Jutiapa, son de suma importancia para el avance municipal, además de dar una mejor imagen a las mismas.
2. Dentro del proyecto de agua potable se puede saber que en la actualidad no cuentan con un servicio eficaz; lo cual genera más pobreza por el impacto económico directo a los pobladores lo que evidencia la necesidad de la nueva red, teniendo en cuenta todo en el diseño y los parámetros requeridos para el gasto de operación y mantenimiento.
3. El alcantarillado sanitario se diseñó para un período de vida de 32 años y el sistema de agua potable para 21 años.
4. El alcantarillado sanitario evitará la transmisión de enfermedades gastrointestinales, causadas por las escorrentías de agua residual que fluyen superficialmente a flor de tierra. Contribuye también, al ornato y evita la proliferación de insectos y la contaminación del medio ambiente.

5. La construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Zapote, Atescatempa, Jutiapa contribuirá a satisfacer las necesidades básicas de los pobladores, elevando el nivel y calidad de vida, por cuanto tendrán un servicio en cantidad suficiente, con la calidad recomendada.
6. La inversión realizada a la hora de ejecución no es recuperable para ambos proyectos, ya que este tipo de proyectos es de carácter social, la Municipalidad asumirá los costos del mismo para la construcción.
7. El costo del proyecto de agua potable es de Q. 4 140 046,95, el costo anual se divide en; costo personal Q 21 506, 74, costo energía eléctrica Q 240 000,00, sistema de cloración Q 38 400,00 y reparación y gastos indirectos Q 18 000,00, teniendo una suma de costo anual Q 317 906,74 siendo así un costo mensual de Q 26 492,23 y cada habitante aportará Q 11,55 por habitante.
8. El costo del proyecto de alcantarillado sanitario es de Q. 10 844 538,97, incluyendo topografía, instalaciones de tuberías, pozos de vista, conexiones domiciliarias, herramienta y rotulo: teniendo que cubrir el total la Municipalidad de Atescatempa beneficiando a la aldea Horcones.
9. Después de realizar la evaluación de impacto ambiental inicial de ambos proyectos, se considera que ninguno afectará de manera significativa el ecosistema que les rodea, siempre y cuando se realicen los procedimientos adecuados en su construcción.

## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Atescatempa:

1. Educar a la población de la aldea El Zapote donde se ejecutará el proyecto, sobre el uso adecuado del agua, ya que su costo para la distribución representa un gasto muy grande, a la Municipalidad, así se evita más costos y desperdicio innecesario del agua.
2. Implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de alcantarillado sanitario y del sistema de agua potable por parte de la Municipalidad.
3. Concientizar a los habitantes de la aldea Horcones sobre el uso adecuado del alcantarillado sanitario, haciéndoles conciencia de no tirar basura en el sistema (tubería, pozos) y no conectar el agua pluvial, así evitar problemáticas para la comunidad y problemas económicos para su reparación a la Municipalidad
4. Ante un diseño de agua potable y alcantarillado sanitario, los primeros factores que se deben de reconocer es el caudal que se tiene de la fuente y el caudal que se requiere, como el caudal a evacuar, conduciéndolas a una planta de tratamiento.

5. Para que ambos proyectos proporcionen los resultados esperados, es importante que las especificaciones contenidas en los planos se cumplan a cabalidad, además, nunca variar los materiales y la calidad de los mismos.
  
6. Es importante que la Municipalidad mantenga un control para garantizar la potabilidad del agua, utilizando un tratamiento de desinfección bacteriológica, mediante cloro, así se evitarán enfermedades gastrointestinales en la población.
  
7. Actualizar los costos unitarios de cada renglón de trabajo de los proyectos, previo a la contratación de una empresa para su ejecución, ya que están sujetos a variar debido a factores económicos y de inflación en los precios de materiales, mano de obra, maquinaria y servicios profesionales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ANTILLÓN FERNÁNDEZ, Hugo Alfredo. *Diseño de drenaje sanitario para la zona 4 de Tiquisate y pavimentación del tramo de la cabecera municipal hacia el parcelamiento Barriles, municipio de Tiquisate, Escuintla*. Trabajo de graduación Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 188 p.
2. ARRIVILLAGA OCHAETA, Manuel Alfredo. *Formulación de Proyectos. Manual de apoyo, recibido en curso impartido sobre seminario de EPS*. Guatemala. 2013. 45 p.
3. BARRERA CHINCHILLA, Miguel Ángel. *Diseño del sistema de agua potable por gravedad y bombeo en la aldea Joconal y escuela primaria en la aldea Campanario Progreso, municipio de la Unión, departamento de Zacapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, 2011. 136 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: Infom, Unepar. 2011. 63 p.
5. IRUNGARAY, Williams Saúl. *Estudio y diseño de la red de agua potable y drenaje sanitario de la colonia la Promesa, municipio de la Democracia, Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2005. 106 p.

6. QUIJADA SAGASTUME, José Gilberto. *Diseño de la red de alcantarillado sanitario de las aldeas El Ingeniero y Petapilla del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 151 p.
  
7. Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia. *Plan de desarrollo Atescatempa, Jutiapa*. Guatemala: Segeplan, 2012. 100 p.



## APÉNDICES

Apéndice A. **Diseño Hidráulico**

E	P.O.	DIR	DMAC	COTA	AH	AHAC	Q	D	HF	HFAC	PD	COTA	PRESON	OE	V	PSI	PSI	PSI	#	ACUM	PSI	PSI	DIAMETRO		
			M	M	M	LPS	MM	MM	M	M	M	PIEZ	PSI	LPS	M/S	GA	GA	GA	TUB	TUB	GA	GA			
													PSI			M	M	M			M	M			
Pozo			92.50	92.50	1030.000	33.00	0.00	9.8700	107.29	0.9277	-0.93	1029.072	0.00	0.00	33.386	1.09	33.39	47.41	80	15.99	15.99		4" x 125 psi		
Tanque	1	80.50	173.00	1000.000	30.00	30.00	9.8700	107.29	0.9077	1.7560	28.26	1028.266	42.80	30.00	37.48	1.09	63.39	90.01	100	13.92	29.91		4" x 125 psi		
1	1.10	12	183.00	998.33	3.67	33.67	0.0258	18.19	0.011	1.7463	31.92	1028.254	47.81	0.34	6.116	0.20	39.79	56.50	80	2.07	31.98		4" x 125 psi		
2	2	23.61	208.61	1003.060	-3.06	26.94	9.8442	107.29	0.236	1.9706	24.97	1028.029	38.25	26.94	32.34	1.09	60.24	85.54	100	4.08	36.06		4" x 125 psi		
3	3	26.72	233.33	995.060	4.00	30.94	9.8442	107.29	0.267	2.2373	28.70	1027.763	43.93	30.94	32.63	1.09	64.24	91.22	100	4.62	40.68		4" x 125 psi		
RAMAL 1																									
3	A	12	247.33	996.030	3.03	33.97	0.1548	23.52	0.089	2.3264	31.64	1027.674	48.24	33.97	0.58	10.896	0.36	44.87	63.71	80	2.07	42.76		3/4" x 250 psi	
A	A-1	12	259.33	994.670	1.36	35.33	0.0258	18.19	0.01128	2.3377	32.99	1027.662	50.17	35.33	0.29	6.116	0.20	41.45	58.85	80	2.07	44.83		1/2" x 315 psi	
A	B	15.45	274.78	987.820	8.21	42.18	0.1290	23.52	0.082	2.4082	39.77	1027.592	59.90	42.18	0.62	9.080	0.30	51.26	72.79	80	2.67	47.50		3/4" x 250 psi	
B	B-1	12	286.78	987.650	0.17	42.35	0.0258	18.19	0.01128	2.4195	39.93	1027.581	60.14	42.35	0.30	6.116	0.20	48.47	68.82	80	2.07	49.58		1/2" x 315 psi	
B	C	12	298.78	987.390	0.44	42.92	0.2800	23.52	0.26689	2.6751	39.94	1027.328	62.52	42.92	0.59	19.708	0.64	62.33	88.51	100	2.07	51.65		1/2" x 315 psi	
C	C-1	12	310.78	987.570	-0.19	42.43	0.0258	18.19	0.01128	2.6864	39.74	1027.314	60.25	42.43	0.29	6.116	0.20	48.55	68.94	80	2.07	53.73		1/2" x 315 psi	
B	D	12	322.78	984.370	3.45	45.63	0.2000	23.52	0.14312	2.5513	43.08	1027.448	64.79	45.63	0.59	14.077	0.46	59.71	84.78	100	2.07	55.80		3/4" x 250 psi	
D	D-1	12	334.78	983.620	0.75	46.38	0.0258	18.19	0.01128	2.5626	43.92	1027.437	65.86	46.38	0.29	6.116	0.20	52.50	74.94	80	2.07	57.88		1/2" x 315 psi	
D	D-2	12	346.78	980.480	3.89	49.52	0.0258	18.19	0.01128	2.5626	46.96	1027.437	70.32	49.52	0.30	6.116	0.20	55.64	79.00	80	2.07	59.95		1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																									
3	4	12	358.78	984.310	4.75	55.69	9.6894	107.29	0.116	2.3536	33.34	1027.646	50.68	35.69	28.39	32.775	1.07	68.46	97.22	100	2.07	82.03		4" x 125 psi	
4	4	10	20.65	378.43	1000.18	-5.87	29.82	0.0258	18.19	0.019	2.3730	27.45	1027.627	42.34	29.82	0.22	6.116	0.20	35.94	51.03	80	3.57	65.60		1/2" x 315 psi
4	5	18	397.43	988.240	0.07	41.76	9.6836	107.29	0.174	2.5272	39.23	1027.475	59.30	41.76	26.17	32.69	1.07	74.45	105.72	125	3.11	68.71		4" x 125 psi	
5	5	10	12	409.43	984.24	4.00	45.76	0.0258	18.19	0.011	2.5395	43.22	1027.462	64.98	45.76	0.26	6.116	0.20	51.88	73.66	80	2.07	70.78		1/2" x 315 psi
5	6	18	427.43	980.870	7.37	49.13	9.6378	107.29	0.173	2.6999	46.43	1027.300	69.76	49.13	30.51	32.800	1.07	81.73	116.05	125	3.11	73.89		4" x 125 psi	
6	6	10	12	439.43	977.32	3.55	52.68	0.0258	18.19	0.011	2.7112	49.87	1027.288	74.81	52.68	0.27	6.116	0.20	58.80	83.49	100	2.07	75.97		1/2" x 315 psi
6	7	18	457.43	975.480	5.39	54.52	9.6120	107.29	0.172	2.8718	51.85	1027.128	77.42	54.52	31.07	32.513	1.06	87.03	123.99	125	3.11	79.08		4" x 125 psi	
7	8	27.32	484.75	974.930	0.55	55.07	9.6120	107.29	0.261	3.1327	51.94	1026.987	78.20	55.07	30.33	32.513	1.06	87.88	124.37	125	4.72	83.80		4" x 125 psi	
RAMAL 2																									
8	A	24.70	509.45	982.850	-7.92	47.15	0.2000	23.52	0.29460	3.4273	43.72	1026.573	66.95	47.15	0.48	14.077	0.46	61.23	86.94	100	4.27	88.07		3/4" x 250 psi	
A	A-1	22.09	531.54	983.790	-0.93	46.22	0.0258	18.19	0.02076	3.4481	42.77	1026.554	66.63	46.22	0.23	6.116	0.20	52.34	74.32	80	3.82	91.89		1/2" x 315 psi	
A	A-2	38.06	569.60	991.580	-8.73	38.42	0.0258	18.19	0.03577	3.4631	34.96	1026.537	54.56	38.42	0.21	6.116	0.20	44.54	63.24	80	6.58	98.47		1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																									
8	9	63.40	633.00	973.410	1.52	56.59	9.5346	106.51	0.647	3.7797	52.81	1026.220	80.36	56.59	25.74	33.349	1.09	89.94	127.71	160	10.96	109.43		4" x 160 psi	
RAMAL 3																									
9	A	19.51	652.51	979.830	-6.42	50.17	0.1032	23.52	0.0683	3.8481	46.32	1026.152	71.24	50.17	0.44	7.264	0.24	57.43	81.56	100	3.37	112.81		3/4" x 250 psi	
A	A-1	18.86	671.37	978.570	1.26	51.43	0.0258	18.19	0.0177	3.8658	47.56	1026.134	73.03	51.43	0.22	6.116	0.20	57.55	81.72	100	3.26	116.07		1/2" x 315 psi	
A	B	22.70	694.07	986.070	-0.24	43.93	0.2000	23.52	0.2707	4.1188	39.81	1025.881	62.38	43.93	0.40	14.077	0.46	58.01	82.37	100	3.92	119.99		3/4" x 250 psi	
B	B-1	18	712.07	987.050	-0.98	42.95	0.0258	18.19	0.0169	4.1357	38.81	1025.864	60.99	42.95	0.19	6.116	0.20	49.07	69.67	80	3.11	123.10		1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																									
9	10	31.62	743.69	971.570	1.84	58.43	9.4314	106.51	0.316	4.0960	54.33	1025.904	82.97	56.43	24.13	32.988	1.08	91.42	129.81	160	5.47	114.90		4" x 160 psi	
10	10.10	12	756.69	970.320	1.25	59.88	0.0258	18.19	0.011	4.1073	55.57	1025.893	84.75	59.88	0.22	6.116	0.20	65.80	93.43	100	2.07	116.97		1/2" x 315 psi	
10	11	39.78	796.47	971.170	0.40	58.83	9.4056	106.51	0.396	4.4919	54.34	1025.908	85.54	58.83	23.41	32.897	1.08	91.73	130.25	160	6.88	123.85		4" x 160 psi	
11	12	18	813.47	966.150	5.02	63.85	9.4056	106.51	0.179	4.6710	59.18	1025.324	90.67	63.85	24.11	32.897	1.08	96.75	137.38	160	3.11	126.96		4" x 160 psi	



E	P.O.	DM	DM-AC	COTA	AH	AH-AC	Q	D	HF	HF-AC	PD	COTA LINEA PIEZA	PRESSION PSI	P-EST PSI	QE	GA	V	P-EST GA	PSI REAL	PSI TUB	#	ACUM TUB	OBS.	PSI - DIAMETRO
CAJA ROMPE PRESION ESTACION 12																								
BY PASS																								
12	12.10	12	825.47	967.160	-1.01	62.84	0.0258	18.19	0.011	4.6823	58.16	1025.318	89.23	62.84	0.22	6.116	0.20	68.96	97.92	100	2.07	129.04	PVC	1/2" x 315 psi
By Pass = Casas 4 = 0.1032																								
12	13	27.32	852.79	962.160	5.00	68.85	0.0774	23.52	0.05616	4.7272	64.12	1025.273	97.77	68.85	0.45	6.116	0.20	74.97	105.45	125	4.72	121.70	PVC	3/4" x 250 psi
13	13.10	12	864.79	962.500	-0.34	68.51	0.0258	18.19	0.01128	4.7385	63.77	1025.262	97.28	68.51	0.22	6.116	0.20	74.53	105.97	125	2.07	123.77	PVC	1/2" x 315 psi
13	13.20	18	882.79	965.450	-3.29	65.56	0.0258	18.19	0.01692	4.7441	60.82	1025.256	93.10	65.56	0.22	6.116	0.20	71.68	101.78	125	3.05	128.82	PVC	1/2" x 315 psi
13	14	23.37	905.16	959.620	2.54	71.39	0.0258	23.52	0.00628	4.7335	66.66	1025.257	101.37	71.39	0.44	6.116	0.20	77.51	110.05	125	3.96	130.78	PVC	3/4" x 250 psi
14	14.10	12	918.16	961.820	-2.20	69.19	0.0258	18.19	0.01128	4.7447	64.45	1025.255	98.25	69.19	0.22	6.116	0.20	75.31	106.93	125	2.03	132.82	PVC	1/2" x 315 psi
INICIA LINEA DE REGULACION DE PRESION ESTÁTICA																								
LINEA PRINCIPAL																								
12	13	27.32	945.48	962.160	3.99	3.99	9.3024	107.29	0.246	0.2455	3.74	955.904	5.67	3.99	5.85	31.466	1.03	35.46	50.35	80	4.72	137.54	PVC	4" x 125 psi
13	14	23.37	968.85	959.620	2.54	6.53	9.3024	107.29	0.210	0.4556	6.07	955.694	9.27	6.53	7.39	31.466	1.03	38.00	53.95	80	3.96	141.50	PVC	4" x 125 psi
14	15	27.79	995.64	945.230	11.39	17.92	9.3024	107.29	0.250	0.7053	17.21	955.445	25.45	17.92	12.07	31.466	1.03	49.39	70.13	80	4.71	146.21	PVC	4" x 125 psi
RAMAL 4																								
R. 4. Casas 3 = 0.0774																								
15	A	12.20	1,008.84	949.120	-0.89	17.03	0.2000	23.52	0.14551	0.8508	16.18	955.299	24.18	17.03	0.20	14.077	0.46	31.11	44.17	80	2.07	148.28	PVC	1/2" x 315 psi
15	B	12	1,020.84	954.240	-6.01	11.91	0.0258	18.19	0.01128	0.7165	11.19	955.433	16.91	11.91	0.09	6.116	0.20	18.03	25.80	80	2.03	150.31	PVC	3/4" x 250 psi
A	A-1	18.66	1,039.50	943.130	5.99	23.02	0.0258	18.19	0.01754	0.8684	22.15	955.282	32.69	23.02	0.12	6.116	0.20	29.14	41.37	80	3.16	153.48	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
15	16	12	1,051.50	944.810	3.42	21.34	9.2250	107.29	0.108	0.8115	20.53	955.359	30.30	21.34	12.82	31.204	1.02	52.54	74.61	80	2.03	155.51	PVC	4" x 125 psi
16	16.10	24.37	1,075.87	940.42	4.39	25.73	0.0258	18.19	0.023	0.8344	24.90	955.316	36.54	25.73	0.12	6.116	0.20	31.85	45.22	80	4.13	159.84	PVC	1/2" x 315 psi
16	17	18	1,093.87	942.670	2.14	23.48	9.1992	107.29	0.158	0.9700	22.51	955.180	33.34	23.48	13.19	31.117	1.02	54.60	77.53	80	3.05	162.89	PVC	4" x 125 psi
17	18	32.90	1,126.77	940.350	2.32	25.80	9.1992	107.29	0.290	1.2596	24.54	954.890	36.64	25.80	13.62	31.117	1.02	56.92	80.82	100	5.58	168.27	PVC	4" x 125 psi
18	18.10	12	1,138.77	935.91	4.44	30.24	0.0258	18.19	0.011	1.2709	28.97	954.879	42.94	30.24	0.13	6.116	0.20	36.36	51.63	80	2.03	170.30	PVC	1/2" x 315 psi
18	19.10	12	1,162.77	941.30	-1.95	24.85	0.0258	18.19	0.011	1.3760	23.47	964.774	35.29	24.85	0.12	6.116	0.20	30.97	43.97	80	2.03	174.37	PVC	4" x 125 psi
19	20.10	12	1,150.77	939.350	1.00	26.80	9.1734	107.29	0.105	1.4692	26.37	964.681	39.53	27.84	13.85	30.942	1.01	58.78	83.47	100	2.03	176.40	PVC	1/2" x 315 psi
20	20.10	12	1,186.77	935.51	2.80	30.64	0.0258	18.19	0.011	1.4805	29.16	964.670	43.51	30.64	0.13	6.116	0.20	36.76	52.19	80	2.03	178.44	PVC	4" x 125 psi
20	21.10	20.49	1,219.26	942.90	-3.89	23.25	0.0258	18.19	0.104	1.5732	25.57	964.577	38.54	27.14	13.54	30.855	1.01	57.99	82.35	100	2.03	180.47	PVC	1/2" x 315 psi
21	22.10	12	1,198.77	938.310	1.04	27.84	9.1476	107.29	0.105	1.4892	26.37	964.681	39.53	27.84	13.85	30.942	1.01	58.78	83.47	100	2.03	176.40	PVC	4" x 125 psi
21	22	12	1,231.26	938.050	2.96	30.10	9.0660	107.29	0.103	1.6767	28.42	964.473	42.74	30.10	14.07	30.768	1.01	60.87	86.43	100	2.03	185.98	PVC	4" x 125 psi
22	22.10	12	1,243.26	933.00	3.05	33.15	0.0258	18.19	0.011	1.6879	31.46	964.462	47.07	33.15	0.11	6.116	0.20	29.37	41.70	80	3.47	183.94	PVC	1/2" x 315 psi
22	23	12	1,255.26	932.040	4.01	34.11	9.0702	107.29	0.103	1.7796	32.33	964.370	48.44	34.11	14.84	30.680	1.00	64.79	92.76	100	2.03	188.01	PVC	4" x 125 psi
23	24	43.88	1,299.14	935.790	-3.69	30.42	9.0702	107.29	0.376	2.1559	28.26	963.994	43.20	30.42	13.77	30.680	1.00	61.10	86.76	100	7.44	197.48	PVC	4" x 125 psi
24	25	33.77	1,332.91	934.510	1.22	31.64	9.0702	107.29	0.376	2.4455	29.19	963.704	44.93	31.64	13.87	30.680	1.00	63.32	88.49	100	5.72	203.21	PVC	4" x 125 psi
25	25.10	18	1,350.91	940.75	-6.24	25.40	0.0258	18.19	0.017	2.4624	22.94	963.686	36.07	25.40	0.11	6.116	0.20	31.52	44.75	80	3.05	206.26	PVC	1/2" x 315 psi
25	26	24.44	1,375.36	937.010	-2.50	29.14	9.0444	107.29	0.208	2.6540	26.49	963.496	41.38	29.14	13.10	30.593	1.00	59.73	84.82	100	4.14	210.40	PVC	4" x 125 psi
26	27	20.82	1,395.17	931.930	5.08	34.22	9.0444	107.29	0.178	2.8516	31.39	963.318	48.59	34.22	14.09	30.593	1.00	64.81	92.03	100	3.53	213.93	PVC	4" x 125 psi
27	27.10	26.85	1,423.02	941.03	-9.10	25.12	0.0258	18.19	0.025	2.8569	22.26	963.293	35.67	25.12	0.11	6.116	0.20	31.24	44.36	80	4.55	218.48	PVC	1/2" x 315 psi
27	28	93.70	1,516.72	918.70	13.23	47.45	9.0186	107.29	0.795	3.6267	43.82	962.523	67.38	47.45	15.92	30.506	1.00	77.96	110.70	125	15.88	234.36	PVC	4" x 125 psi
28	29	12	1,528.72	916.850	2.05	49.50	9.0186	107.29	0.102	3.7286	45.77	962.421	70.29	49.50	16.20	30.506	1.00	80.01	113.81	125	2.03	238.40	PVC	4" x 125 psi

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
ALCALA EL ZARZAL  
MUNICIPIO: ATEMPA  
DEPARTAMENTO: QUICHE  
CANTON: ATEMPA  
CARRERA: INGENIERIA CIVIL  
CATEDRA: SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
ALUMNO: JUAN CARLOS MORALES  
FECHA DE ENTREGA: 15/05/2018  
FECHA DE CALIFICACION: 15/05/2018  
FECHA DE DEFENSA: 15/05/2018  
FECHA DE CALIFICACION FINAL: 15/05/2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
ALCALA EL ZARZAL  
MUNICIPIO: ATEMPA  
DEPARTAMENTO: QUICHE  
CANTON: ATEMPA  
CARRERA: INGENIERIA CIVIL  
CATEDRA: SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
ALUMNO: JUAN CARLOS MORALES  
FECHA DE ENTREGA: 15/05/2018  
FECHA DE CALIFICACION: 15/05/2018  
FECHA DE DEFENSA: 15/05/2018  
FECHA DE CALIFICACION FINAL: 15/05/2018

E	P.O.	DM	DM-AC	COTA	AH	AH-AC	Q	D	HF	HF-AC	PD	COTA	PRESSION	PREST	QF	GA	V	P-EST	PSI	PSI	#	ACUM	OBRS.	PSI -
			M	M	M	M	LPS	MM	M	M	M	M	PIEZ	M	LPS	M	M	M	REAL	TUB	TUB	TUB	DIAMETRO	
29	29.10	18	1,546.72	912.63	4.02	0.0258	18.19	0.017	3.7455	49.77	962.405	76.00	53.52	0.15	6.116	0.20	59.64	84.68	100	3.05	239.45	PVC	1/2" x 3/16 psi	
29	30	12	1,588.72	914.880	1.77	0.0258	18.19	0.011	3.8299	47.44	962.320	72.80	51.27	0.13	6.116	0.20	50.85	72.20	80	2.03	241.48	PVC	4" x 125 psi	
30	30.10	12	1,570.72	921.42	-6.54	0.0258	18.19	0.011	3.8411	40.89	962.308	63.52	44.73	0.13	6.116	0.20	50.85	72.20	80	2.03	243.51	PVC	1/2" x 315 psi	
30	31	10	1,590.75	913.630	1.25	0.0258	18.19	0.011	3.9980	48.52	962.152	74.58	52.52	0.13	6.116	0.20	50.85	72.20	80	2.03	246.91	PVC	4" x 125 psi	
31	31.10	12	1,602.75	916.72	-3.09	0.0258	18.19	0.011	4.0093	45.42	962.141	70.19	49.43	0.14	6.116	0.20	50.85	72.20	80	2.03	248.94	PVC	1/2" x 315 psi	
31	32	18	1,620.75	914.420	-0.79	0.0258	18.19	0.011	4.1484	47.58	962.002	73.46	51.73	0.13	6.116	0.20	50.85	72.20	80	2.03	251.99	PVC	4" x 125 psi	
32	32.10	12	1,632.75	920.53	-6.11	0.0258	18.19	0.011	4.1597	41.46	961.990	64.78	45.62	0.13	6.116	0.20	50.85	72.20	80	2.03	254.03	PVC	1/2" x 315 psi	
32	33	19.58	1,652.33	912.390	2.03	0.0258	18.19	0.163	4.3110	49.45	961.838	76.34	53.76	0.13	6.116	0.20	50.85	72.20	80	3.32	257.35	PVC	4" x 125 psi	
CAJIA ROMPE PRESSION ESTACION 33																								
By Pass = Casas 18 = 0.4644																								
R 5: Casas 2 = 0.0516																								
RAMAL 5																								
33	A	12	1,684.33	917.19	-4.80	0.0258	23.52	0.14312	4.4541	44.51	961.70	69.52	48.96	0.27	14.077	0.46	63.04	90	100	2.03	259.38	PVC	3/4" x 250 psi	
A	A-1	18.47	1,682.80	921.14	-3.95	0.0258	18.19	0.01736	4.4715	40.54	961.68	63.91	45.01	0.13	6.116	0.20	51.13	72.80	80	3.13	262.51	PVC	1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																								
33	A	19.71	1,702.51	911.350	1.04	0.0258	23.52	0.090	5.2106	49.59	960.94	77.82	54.80	0.28	29.055	0.95	83.86	119.07	125	3.41	265.92	PVC	3/4" x 250 psi	
RAMAL 6																								
34	A	12	1,714.51	913.31	-1.96	0.0258	18.19	0.01128	5.2219	47.62	960.93	75.03	52.84	0.14	6.116	0.20	58.96	83.72	100	2.03	267.95	PVC	1/2" x 315 psi	
34	B	12	1,726.51	909.35	2.00	0.0258	23.52	0.14312	5.3538	51.45	960.90	80.66	56.80	0.29	14.077	0.46	70.88	100.65	125	2.03	269.99	PVC	3/4" x 250 psi	
B	B-1	12	1,738.51	908.41	0.94	0.0258	18.19	0.01128	5.3650	52.37	960.78	81.98	57.74	0.14	6.116	0.20	63.86	90.68	100	2.03	272.02	PVC	1/2" x 315 psi	
B	C	16.18	1,754.69	906.36	2.99	0.0258	23.52	0.19298	5.5467	54.24	960.90	84.90	59.79	0.29	14.077	0.46	73.87	104.89	125	2.74	274.76	PVC	3/4" x 250 psi	
C	C-1	12	1,766.69	904.32	2.04	0.0258	18.19	0.01128	5.5580	56.27	960.99	87.80	61.83	0.15	6.116	0.20	67.95	96.48	100	2.03	276.80	PVC	1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																								
34	A	12	1,778.69	909.270	2.08	0.0258	23.52	0.373	5.5835	51.30	960.57	80.77	56.88	0.28	23.608	0.77	80.49	114.29	125	2.03	278.83	PVC	3/4" x 250 psi	
RAMAL 7																								
35	A	12	1,790.69	908.30	0.97	0.0258	23.52	0.14312	5.7266	52.12	960.42	82.15	57.85	0.28	14.077	0.46	71.93	102.14	125	2.03	280.86	PVC	3/4" x 250 psi	
A	A-1	16.40	1,807.09	903.85	4.65	0.0258	18.19	0.01541	5.7420	56.76	960.41	88.75	62.50	0.15	6.116	0.20	68.62	97.44	100	2.78	283.64	PVC	1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																								
35	A	12	1,819.09	907.260	2.01	0.0258	23.52	0.274	5.8571	53.03	960.29	83.62	58.89	0.28	19.976	0.65	78.87	111.99	125	2.03	285.68	PVC	3/4" x 250 psi	
RAMAL 8																								
36	A	12	1,831.09	913.13	-5.87	0.0258	23.52	0.14312	6.0003	47.02	960.15	75.29	53.02	0.27	14.08	0.46	67.10	95.28	100	2.03	287.71	PVC	3/4" x 250 psi	
A	A-1	19.25	1,850.34	919.34	-6.21	0.0258	18.19	0.01809	6.0184	40.78	960.13	66.47	46.81	0.13	6.12	0.20	52.93	75.16	80	3.26	290.97	PVC	1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																								
36	A	12	1,862.34	905.200	2.06	0.0258	23.52	0.189	6.0468	54.90	960.10	86.55	60.95	0.28	16.344	0.53	77.29	109.76	125	2.03	283.01	PVC	3/4" x 250 psi	
37	A	12	1,880.34	910.09	-4.89	0.0258	18.19	0.017	6.0628	50.00	960.09	79.61	56.06	0.14	6.116	0.20	62.18	88.29	100	3.05	296.06	PVC	1/2" x 315 psi	
37	B	12	1,892.34	904.470	0.73	0.0258	23.52	0.152	6.1976	55.48	959.95	87.59	61.63	0.28	14.529	0.48	76.21	108.21	125	2.03	298.09	PVC	3/4" x 250 psi	
RAMAL 9																								
38	A	12	1,904.34	902.63	1.84	0.0258	23.52	0.14312	6.3407	57.18	959.81	90.20	63.52	0.29	14.08	0.46	77.60	110.19	125	2.03	300.13	PVC	3/4" x 250 psi	
A	A-1	12	1,916.34	900.70	1.93	0.0258	18.19	0.01128	6.3520	59.10	959.80	92.94	65.45	0.15	6.12	0.20	71.57	101.62	125	2.03	302.16	PVC	1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																								
38	A	12	1,928.34	903.960	1.11	0.0258	23.52	0.089	6.2866	56.50	959.86	89.16	62.79	0.28	10.896	0.36	73.69	104.63	125	2.03	304.19	PVC	3/4" x 250 psi	
39	A	12	1,940.34	903.930	-0.57	0.0258	23.52	0.089	6.3757	55.84	959.77	86.35	62.22	0.28	10.896	0.36	73.12	103.82	125	2.03	306.23	PVC	3/4" x 250 psi	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICAY E.P.S.

REVISOR: ALDABLANO  
CORRECTOR: ALDABLANO  
DISEÑADOR: ALDABLANO  
PROYECTISTA: ALDABLANO  
AUTORIZADO: ALDABLANO  
FECHA: 12/05/2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICAY E.P.S.

REVISOR: ALDABLANO  
CORRECTOR: ALDABLANO  
DISEÑADOR: ALDABLANO  
PROYECTISTA: ALDABLANO  
AUTORIZADO: ALDABLANO  
FECHA: 12/05/2017



E	P.O.	DM	DM-AC	COTA	AH	AH-AC	Q	D	HF	HF-AC	PD	COTA LINEA PNEZ	RESERVA PSI	QE	G.A.	V	PSI	PSI	#	ACUM	PSI -			
			M	M	M	M	LPS	MM	M	M	M	M	PSI	LPS	M	MMS	M	REAL	TUB	TUB	DIAMETRO			
298	298.10	12	2,452.89	883.13	1.21	29.26	0.0258	18.19	0.011	4.84	24.42	907.551	41.55	29.26	0.09	6.116	0.20	35.38	50.23	80	2.03	393.17	PVC	1/2" x 315 psi
298	297	12	2,464.89	883.360	0.98	29.03	3.0708	67.45	0.133	4.96	24.07	907.429	41.22	29.03	2.83	26.280	0.86	55.31	78.54	80	2.03	395.20	PVC	1/2" x 160 psi
297	297.10	12	2,476.89	883.38	-0.52	28.51	0.0258	18.19	0.011	4.97	23.54	907.418	40.48	28.51	0.09	6.116	0.20	34.63	49.17	80	2.03	397.24	PVC	1/2" x 315 psi
297	296	18	2,464.89	882.02	1.34	30.37	3.0448	67.45	0.196	5.16	25.21	907.233	43.13	30.37	2.88	26.059	0.85	56.43	80.13	100	3.05	400.29	PVC	1/2" x 160 psi
296	296.10	12	2,506.99	882.99	-0.57	29.80	0.0258	18.19	0.011	5.17	24.63	907.222	42.32	29.80	0.09	6.116	0.20	35.92	51.00	80	2.03	402.32	PVC	1/2" x 315 psi
296	291	18.91	2,526.80	880.050	1.97	32.34	3.0190	67.45	0.214	5.37	26.97	907.019	45.92	32.34	2.95	26.838	0.84	58.18	82.61	100	3.37	405.70	PVC	1/2" x 160 psi
SECTOR 1.1																								
8 Casas = 0.2084 Lis																								
291	292	12	2,538.90	880.840	-0.79	31.55	0.2064	23.52	0.152	5.52	26.03	906.868	44.80	31.55	0.18	14.528	0.48	46.08	65.43	80	2.03	407.73	PVC	3/4" x 250 psi
292	292.10	12	2,550.90	882.840	-2.00	29.55	0.0258	18.19	0.011	5.63	24.02	906.856	41.96	29.55	0.09	6.116	0.20	35.87	50.85	80	2.03	409.76	PVC	1/2" x 315 psi
292	293	12	2,562.90	881.640	-0.30	30.75	0.1806	23.52	0.118	5.64	25.11	906.749	43.87	30.75	0.17	12.712	0.42	43.46	61.72	80	2.03	411.80	PVC	3/4" x 250 psi
293	293.10	12	2,574.90	882.630	-0.99	29.76	0.0258	18.19	0.011	5.65	24.11	906.738	42.26	29.76	0.09	6.116	0.20	35.88	50.94	80	2.03	413.83	PVC	1/2" x 315 psi
293	294	12	2,586.90	880.630	1.01	31.76	0.1548	23.52	0.089	5.73	26.03	906.660	45.10	31.76	0.17	10.896	0.36	42.86	60.57	80	2.03	415.87	PVC	3/4" x 250 psi
294	294.10	19.83	2,606.63	876.640	3.99	35.75	0.0258	18.19	0.019	5.75	30.00	906.641	50.77	35.75	0.09	6.116	0.20	41.87	59.45	80	3.36	419.23	PVC	1/2" x 315 psi
294	295	20.56	2,627.19	877.630	3.00	34.76	0.1290	23.52	0.109	5.84	28.92	906.551	49.36	34.76	0.18	9.080	0.30	43.84	62.25	80	3.48	422.71	PVC	3/4" x 250 psi
RAMAL 57																								
R 57 Casas = 0.1290																								
295	A	12	2,639.19	877.82	-0.19	34.57	0.0258	18.19	0.0128	5.85	28.72	906.540	49.09	34.57	0.09	6.12	0.20	40.89	57.77	80	2.03	424.74	PVC	3/4" x 250 psi
295	B	18	2,657.19	874.84	2.99	37.75	0.0258	18.19	0.01692	5.86	31.89	906.534	53.61	37.75	0.09	6.12	0.20	43.87	62.29	80	3.05	427.80	PVC	1/2" x 315 psi
295	C	18	2,695.19	876.640	1.99	36.75	0.0258	18.19	0.01692	5.86	30.99	906.534	52.19	36.75	0.09	6.12	0.20	42.87	60.87	80	3.05	430.85	PVC	1/2" x 315 psi
295	D	19.97	2,695.19	876.640	0.99	35.75	0.0258	18.19	0.01877	5.86	29.89	906.532	50.77	35.75	0.09	6.12	0.20	41.87	59.45	80	3.38	434.23	PVC	1/2" x 315 psi
D	D-1	18	2,713.16	878.630	-1.99	33.76	0.0258	18.19	0.01692	5.87	27.89	906.515	47.94	33.76	0.09	6.12	0.20	39.88	56.62	80	3.05	437.28	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
RESERVANDO SECTOR 1																								
291	290	18	2,731.16	878.160	1.89	34.23	2.8126	67.45	0.169	5.54	28.69	906.850	48.61	34.23	2.92	24.072	0.79	58.30	82.79	100	3.05	440.33	PVC	1/2" x 160 psi
290	290.10	12	2,743.16	879.160	-1.00	33.23	0.0258	18.19	0.011	5.55	27.68	906.839	47.19	33.23	0.09	6.116	0.20	39.35	55.87	80	2.03	442.37	PVC	1/2" x 315 psi
290	290.20	12	2,755.16	882.160	-4.00	30.23	0.0258	18.19	0.011	5.55	24.68	906.839	42.83	30.23	0.08	6.116	0.20	36.35	51.61	80	2.03	444.40	PVC	1/2" x 315 psi
290	289	18	2,773.16	877.620	0.54	34.77	2.7610	67.45	0.164	5.70	29.07	906.686	49.37	34.77	2.92	25.630	0.77	58.40	82.93	100	3.06	447.45	PVC	1/2" x 160 psi
289	289.10	12	2,785.16	878.620	-1.00	33.77	0.0258	18.19	0.011	5.72	28.05	906.675	47.95	33.77	0.09	6.116	0.20	39.89	56.64	80	2.03	449.49	PVC	1/2" x 315 psi
289	288	12	2,797.16	876.940	0.68	35.45	2.7352	67.45	0.107	5.81	29.64	906.579	50.34	35.45	2.94	23.409	0.77	58.86	83.58	100	2.03	451.52	PVC	1/2" x 160 psi
288	288.10	12	2,809.16	876.81	0.13	35.58	0.0258	18.19	0.011	5.82	29.76	906.568	50.52	35.58	0.09	6.116	0.20	41.70	59.21	80	2.03	453.55	PVC	1/2" x 315 psi
288	288.20	12	2,821.16	876.61	0.33	35.78	0.0258	18.19	0.011	5.82	29.86	906.568	50.81	35.78	0.09	6.116	0.20	41.90	59.49	80	2.03	455.59	PVC	1/2" x 315 psi
288	287	18	2,833.16	876.820	0.12	35.57	2.6836	67.45	0.155	5.97	29.80	906.424	50.51	35.57	2.92	22.968	0.75	58.54	83.12	100	3.05	458.64	PVC	1/2" x 160 psi
287	287.10	12	2,851.16	877.66	-0.84	34.73	0.0258	18.19	0.011	5.98	28.75	906.412	49.32	34.73	0.09	6.116	0.20	40.85	58.00	80	2.03	460.67	PVC	1/2" x 315 psi
287	287.20	12	2,863.16	877.13	-0.31	35.26	0.0258	18.19	0.011	5.98	29.28	906.412	50.07	35.26	0.09	6.116	0.20	41.38	58.75	80	2.03	462.71	PVC	1/2" x 315 psi
287	286	12	2,875.16	876.340	0.48	36.05	2.6320	67.45	0.100	6.07	29.98	906.324	51.19	36.05	2.92	22.526	0.74	58.53	83.18	100	2.03	464.74	PVC	1/2" x 160 psi
286	286.10	12	2,887.16	876.81	-0.47	35.58	0.0258	18.19	0.011	6.08	29.50	906.312	50.52	35.58	0.09	6.116	0.20	41.70	59.21	80	2.03	466.77	PVC	1/2" x 315 psi
286	282	12	2,899.16	876.140	0.20	36.25	2.6062	67.45	0.088	6.16	30.09	906.226	51.48	36.25	2.92	22.305	0.73	58.56	83.15	100	2.03	468.81	PVC	1/2" x 160 psi
SECTOR 1.2																								
5 Casas = 0.1290 Lis																								
282	283	12	2,911.16	877.360	-1.22	35.03	0.1290	23.52	0.084	6.23	28.80	906.162	49.74	35.03	0.17	9.080	0.30	44.11	62.84	80	2.03	470.84	PVC	3/4" x 250 psi

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y EPS

PROFESOR: ALDO EL CAROTE  
MAYORADO: ALVARO GONZALEZ  
MAYORADO: JUAN CARLOS GONZALEZ  
MAYORADO: JUAN CARLOS GONZALEZ  
MAYORADO: JUAN CARLOS GONZALEZ  
MAYORADO: JUAN CARLOS GONZALEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y EPS

PROFESOR: ALDO EL CAROTE  
MAYORADO: ALVARO GONZALEZ  
MAYORADO: JUAN CARLOS GONZALEZ  
MAYORADO: JUAN CARLOS GONZALEZ  
MAYORADO: JUAN CARLOS GONZALEZ

E	P.O.	DM	DMAC	COTA	AH	AHAC	Q	D	HF	HFAC	PD	COTA	PRESION	QE	G.A.	V	P.EST	PSI	PSI	#	ACUM	OBS.	PSI -
					M	M	LPS	MM	M	M	M	PIEZ.	PSI	P.EST	M	M/S	G.A.	REAL	TUB	TUB	TUB	DIAMETRO	
	RAMAL 56						R 56: Casas 2 = 0.0516																
283	A	12	2.923.16	877.68	-0.32	34.71	0.2000	23.52	0.14312	6.37	23.34	906.019	49.29	34.71	0.17	14.08	0.46	48.79	69.28	80	2.03	472.88	PVC 3/4" x 250 psi
	A	A-1	2.935.16	876.72	0.96	35.67	0.0258	18.19	0.01128	6.38	29.29	906.008	50.85	35.67	0.09	6.12	0.20	41.79	59.34	80	2.03	474.91	PVC 1/2" x 315 psi
283	284	12	2.947.16	878.210	-0.85	34.18	0.0774	23.52	0.025	6.25	27.93	906.338	48.54	34.18	0.17	6.116	0.20	40.30	57.22	80	2.03	474.91	PVC 3/4" x 250 psi
284	284.10	12	2.959.16	878.20	0.01	34.19	0.0258	18.19	0.011	6.26	27.93	906.326	48.55	34.19	0.09	6.116	0.20	40.31	57.23	80	2.03	476.94	PVC 1/2" x 315 psi
284	285	12	2.971.16	878.470	-0.28	33.92	0.2000	23.52	0.143	6.40	27.52	905.994	48.17	33.92	0.17	14.077	0.46	48.00	68.16	80	2.03	478.98	PVC 3/4" x 250 psi
285	285.10	12	2.983.16	878.04	0.43	34.35	0.0258	18.19	0.011	6.41	27.94	905.983	48.78	34.35	0.09	6.116	0.20	40.47	57.46	80	2.03	481.01	PVC 1/2" x 315 psi
285	285.20	18	3.001.16	879.47	-1.00	32.92	0.0258	18.19	0.017	6.41	28.51	906.977	46.75	32.92	0.08	6.116	0.20	39.04	55.43	80	3.05	484.06	PVC 1/2" x 315 psi
	LINEA PRINCIPAL																						
282	281	12	3.013.16	875.530	0.81	36.86	2.4772	55.70	0.227	6.39	30.47	905.999	52.34	36.86	1.73	31.089	1.02	67.95	96.49	100	2.03	486.10	PVC 2" x 160 psi
281	281.10	12	3.025.16	876.28	-0.75	36.11	0.0258	18.19	0.011	6.40	29.71	905.988	51.28	36.11	0.09	6.116	0.20	42.23	59.96	80	2.03	488.13	PVC 1/2" x 315 psi
281	280	18	3.043.16	875.130	0.40	37.26	2.4514	55.70	0.334	6.72	30.54	905.685	52.91	37.26	1.73	30.766	1.01	68.03	96.60	100	3.05	491.18	PVC 2" x 160 psi
280	280.10	18	3.061.16	875.37	-0.24	37.02	0.0258	18.19	0.017	6.74	30.28	905.648	52.57	37.02	0.09	6.116	0.20	43.14	61.25	80	3.05	494.23	PVC 1/2" x 315 psi
280	279	18	3.079.16	875.330	-0.19	37.07	2.4256	55.70	0.327	7.05	30.02	905.338	52.64	37.07	1.72	30.442	1.00	67.51	95.87	100	3.05	497.28	PVC 2" x 160 psi
	RAMAL 55						R 55: Casas 2 = 0.0516																
279	A	18	3.097.16	875.99	-0.67	36.40	0.2000	23.52	0.214669	7.27	29.13	905.123	51.69	36.40	0.17	14.08	0.46	50.48	71.68	80	3.05	500.33	PVC 3/4" x 250 psi
	A	A-1	3.116.52	876.20	-0.21	36.19	0.0258	18.19	0.01820	7.28	28.81	905.105	51.39	36.19	0.09	6.12	0.20	42.31	60.07	80	3.28	503.61	PVC 1/2" x 315 psi
	LINEA PRINCIPAL																						
279	278	18	3.134.52	874.850	0.47	37.54	2.3740	55.70	0.314	7.37	30.17	905.024	53.31	37.54	1.71	29.794	0.97	67.33	95.61	100	3.05	506.67	PVC 2" x 160 psi
	RAMAL 54						R 54: Casas 3 = 0.0774																
278	A	12	3.146.52	875.44	-0.59	36.95	0.2800	23.52	0.26689	7.63	29.32	904.757	52.47	36.95	0.17	19.71	0.64	56.66	80.45	100	2.03	508.70	PVC 3/4" x 250 psi
	A	B	3.171.15	876.27	-0.83	36.12	0.2800	23.52	0.54780	8.18	27.94	904.209	51.29	36.12	0.17	19.71	0.64	55.83	79.28	80	4.17	512.87	PVC 3/4" x 250 psi
	B	B-1	3.189.15	876.98	-0.71	35.41	0.0258	18.19	0.01692	8.20	27.21	904.192	50.28	35.41	0.08	6.12	0.20	41.53	58.97	80	3.05	515.92	PVC 1/2" x 315 psi
	LINEA PRINCIPAL																						
278	277	12	3.201.15	874.260	0.59	38.13	2.2966	55.70	0.197	7.56	30.57	904.826	54.14	38.13	1.71	28.823	0.94	66.95	95.07	100	2.03	517.96	PVC 2" x 160 psi
	RAMAL 53						R 53: Casas 2 = 0.0516																
277	A	12	3.213.15	874.45	-0.19	37.94	0.2000	23.52	0.14312	7.71	30.23	904.683	53.87	37.94	0.17	14.08	0.46	52.02	73.85	80	2.03	519.99	PVC 3/4" x 250 psi
	A	A-1	3.231.15	874.98	-0.14	37.80	0.0258	18.19	0.01692	7.72	30.08	904.666	53.68	37.80	0.09	6.12	0.20	43.92	62.36	80	3.05	523.04	PVC 1/2" x 315 psi
	LINEA PRINCIPAL																						
277	276	18	3.249.15	874.260	-0.02	38.11	2.2450	55.70	0.284	7.85	30.26	904.543	54.12	38.11	1.70	28.175	0.92	66.29	94.13	100	3.05	526.09	PVC 2" x 160 psi
	RAMAL 52						R 52: Casas 2 = 0.0516																
276	A	12	3.261.15	874.64	-0.36	37.75	0.2000	23.52	0.14312	7.99	29.76	904.400	53.61	37.75	0.17	14.08	0.46	51.83	73.59	80	2.03	528.13	PVC 3/4" x 250 psi
	A	A-1	3.281.92	875.70	-1.06	36.69	0.0258	18.19	0.01962	8.01	28.68	904.380	52.10	36.69	0.08	6.12	0.20	42.81	60.78	80	3.52	531.65	PVC 1/2" x 315 psi
	LINEA PRINCIPAL																						
276	275	12	3.393.92	873.810	0.47	38.58	2.1934	55.70	0.181	8.03	30.55	904.362	54.78	38.58	1.70	27.528	0.90	66.11	93.87	100	2.03	533.68	PVC 2" x 160 psi
275	275.10	12	3.305.92	873.40	-0.59	37.99	0.0258	18.19	0.011	8.04	29.95	904.351	53.95	37.99	0.08	6.116	0.20	44.11	62.53	80	2.03	535.72	PVC 1/2" x 315 psi
275	274	18	3.323.92	873.750	0.06	38.84	2.1676	55.70	0.266	8.29	30.35	904.096	54.87	38.84	1.69	27.204	0.89	65.84	93.50	100	3.05	538.77	PVC 2" x 160 psi
274	274.10	12	3.335.92	874.75	-1.00	37.64	0.0258	18.19	0.011	8.31	29.33	904.085	53.45	37.64	0.08	6.116	0.20	43.76	62.13	80	2.03	540.80	PVC 1/2" x 315 psi
274	273	12	3.347.92	873.200	0.55	39.19	2.1418	55.70	0.173	8.47	30.72	903.923	55.65	39.19	1.70	28.860	0.88	66.07	93.82	100	2.03	542.83	PVC 2" x 160 psi
273	273.10	12	3.359.92	874.20	-1.00	38.19	0.0258	18.19	0.011	8.48	29.71	903.912	54.23	38.19	0.08	6.116	0.20	44.31	62.91	80	2.03	544.87	PVC 1/2" x 315 psi

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

PROYECTO: SISTEMAS DE DISTRIBUCION DEL CAJONEL  
ALUMNO: JUAN CARLOS...  
ASESOR: JUAN CARLOS...  
FECHA: ...

Ing. Homeno Arriaga Obando  
ASESOR JEFE DE LA UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

E	P.O.	DM	DWAC	COTA	AH	AH-AC	Q	D	HF	HF-AC	PD	COTA	PIEZ	PIEZ	PIESION	QE	G.A.	V	P-EST	PSI	#	ACUM	OBS.	PSI-
			M	M	M	M	LFS	MM	M	M	M	M	M	M	PSI	LPS	M	M/S	GA	REAL	TUB	TUB		DIÁMETRO
															P-EST									
273	272	12	3,371.92	872.710	0.49	39.68	2,1160	55.70	0.169	8.64	31.04	903.754	56.35	39.68	1.70	26.556	0.87	66.24	94.06	100	2.03	546.90	PVC	2" x 160 psi
272	272.10	12	3,383.92	873.12	-0.41	39.27	0.0258	55.70	0.000	8.64	30.65	903.754	55.75	39.27	1.89	6.116	0.20	45.39	64.05	80	2.03	548.94	PVC	1 1/2" x 315 psi
272	272.20	18	3,401.92	873.40	-0.69	38.98	0.0258	18.19	0.017	8.65	30.34	903.737	55.37	38.98	0.08	6.116	0.20	45.11	64.05	80	3.05	551.99	PVC	1 1/2" x 315 psi
272	270	12	3,413.92	872.280	0.43	40.11	2.0648	55.70	0.162	8.80	31.31	903.592	56.96	40.11	1.70	25.909	0.85	66.02	93.75	100	2.03	554.02	PVC	2" x 160 psi
SECTOR 1.3																								
RAMAL 50																								
R 50: Casas 3 = 0.0774																								
270	A	12	3,425.92	872.88	-0.60	39.51	0.0774	23.52	0.02467	8.82	30.69	903.567	56.10	39.51	0.17	6.12	0.20	45.63	84.79	80	2.03	556.05	PVC	3/4" x 250 psi
270	B	12	3,437.92	873.77	-0.89	38.62	0.2000	23.52	0.14312	8.97	29.65	903.424	54.84	38.62	0.17	14.08	0.46	52.70	74.83	80	2.03	558.09	PVC	3/4" x 250 psi
270	B-1	18	3,455.92	874.16	-0.41	38.21	0.0258	18.19	0.01692	8.98	29.23	903.407	54.28	38.21	0.08	6.12	0.20	44.33	82.94	80	3.05	561.14	PVC	1 1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
REGRESANDO SECTOR 1.3																								
270	271	24.44	3,480.36	873.010	-0.73	39.38	0.1032	23.52	0.098	8.88	30.50	903.506	55.92	39.38	0.17	7.264	0.24	46.64	86.23	80	4.14	565.28	PVC	3/4" x 250 psi
RAMAL 51																								
R 51: Casas 4 = 0.1032																								
271	A	12	3,492.36	872.01	1.00	40.38	0.2000	23.52	0.14312	9.03	31.35	903.363	57.34	40.38	0.17	14.08	0.46	54.46	77.33	80	2.03	567.32	PVC	3/4" x 250 psi
271	A-1	18	3,510.36	871.01	1.00	41.38	0.0258	18.19	0.01692	9.04	32.34	903.346	56.76	41.38	0.09	3.04	0.10	44.42	83.07	80	3.05	570.37	PVC	1 1/2" x 315 psi
271	B	26.81	3,536.17	872.67	0.34	39.72	0.2000	23.52	0.30783	9.19	30.53	903.198	56.40	39.72	0.17	14.08	0.46	53.80	76.39	80	4.37	574.74	PVC	3/4" x 250 psi
271	B-1	12	3,548.17	872.88	-0.01	39.71	0.0258	18.19	0.01128	9.20	30.51	903.187	56.39	39.71	0.08	6.12	0.20	45.83	85.07	80	2.03	576.78	PVC	1 1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
REGRESANDO SECTOR 1																								
270	269	12.40	3,560.57	871.910	0.37	40.48	1.8838	44.55	0.419	9.22	31.26	903.173	57.48	40.48	0.92	36.957	1.21	77.44	109.96	125	2.10	578.88	PVC	1 1/2" x 160 psi
269	269.10	12	3,572.57	872.51	-0.60	39.88	0.0258	18.19	0.011	9.23	30.65	903.161	56.63	39.88	0.08	6.116	0.20	46.00	85.31	80	2.03	580.91	PVC	1 1/2" x 315 psi
269	255	12	3,594.57	871.550	0.36	40.84	1.8590	44.55	0.395	9.61	31.23	902.777	57.98	40.84	0.92	36.451	1.19	77.29	109.75	125	2.03	582.94	PVC	1 1/2" x 160 psi
255	255.10	12	3,596.57	872.73	-1.18	39.66	0.0258	18.19	0.011	9.62	30.04	902.766	56.32	39.66	0.08	6.116	0.20	45.78	85.00	80	2.03	584.98	PVC	1 1/2" x 315 psi
255	255.20	18	3,614.57	872.56	-1.01	39.83	0.0258	18.19	0.017	9.63	30.20	902.760	56.56	39.83	0.08	6.116	0.20	45.95	85.24	80	3.05	588.03	PVC	1 1/2" x 315 psi
255	256	12	3,626.57	871.900	-0.35	40.49	1.8664	44.55	0.375	9.99	30.50	902.402	57.50	40.49	0.91	35.439	1.16	75.93	107.82	125	2.03	590.06	PVC	1 1/2" x 160 psi
256	256.10	18	3,644.57	872.20	-0.30	40.19	0.0258	18.19	0.017	10.00	30.19	902.385	57.07	40.19	0.08	6.116	0.20	46.31	85.75	80	3.05	593.11	PVC	1 1/2" x 315 psi
256	257	12	3,656.57	870.910	0.99	41.48	1.7806	44.55	0.365	10.35	31.13	902.037	58.90	41.48	0.92	34.933	1.14	76.41	108.51	125	2.03	595.15	PVC	1 1/2" x 160 psi
RAMAL 49																								
R 49: Casas 4 = 0.1032																								
257	A	18	3,674.57	871.60	-0.89	40.79	0.2800	23.52	0.40034	10.75	30.04	901.637	57.92	40.79	0.17	19.71	0.64	60.50	85.91	100	3.05	598.20	PVC	3/4" x 250 psi
A-1	12	3,686.57	872.40	-0.30	39.99	0.0258	18.19	0.01128	10.76	29.23	901.625	56.79	39.99	0.08	6.12	0.20	46.11	85.47	80	2.03	600.23	PVC	1 1/2" x 315 psi	
A-2	18	3,704.57	871.75	-0.15	40.64	0.0258	18.19	0.01692	10.77	29.87	901.620	57.71	40.64	0.08	6.12	0.20	46.76	86.39	80	3.05	603.28	PVC	1 1/2" x 315 psi	
A-3	12	3,716.57	872.11	-0.51	40.28	0.0258	18.19	0.01128	10.76	29.52	901.625	57.20	40.28	0.08	6.12	0.20	46.40	85.88	80	2.03	605.32	PVC	1 1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																								
REGRESANDO SECTOR 1																								
257	258	23.98	3,740.56	871.380	-0.47	41.01	1.6774	44.55	0.654	11.01	30.00	901.383	58.23	41.01	0.90	32.908	1.08	73.92	104.96	125	4.07	609.38	PVC	1 1/2" x 160 psi
258	258.10	18	3,758.56	871.25	0.13	41.14	0.0258	18.19	0.017	11.02	30.12	901.366	58.42	41.14	0.08	6.116	0.20	47.28	87.10	80	3.05	612.43	PVC	1 1/2" x 315 psi
258	258.20	12	3,770.56	871.64	-0.26	40.75	0.0258	18.19	0.011	11.02	29.73	901.372	57.87	40.75	0.08	6.116	0.20	46.87	86.55	80	2.03	614.47	PVC	1 1/2" x 315 psi
258	259	19.22	3,789.78	870.690	0.69	41.70	1.6258	44.55	0.484	11.50	30.20	900.888	59.21	41.70	0.91	31.896	1.04	73.60	104.51	125	3.26	617.73	PVC	1 1/2" x 160 psi
259	259.10	12	3,801.78	871.56	-0.87	40.83	0.0258	18.19	0.011	11.51	29.32	900.877	57.98	40.83	0.08	6.116	0.20	46.95	86.66	80	2.03	619.76	PVC	1 1/2" x 315 psi
259	260	19.39	3,821.17	870.940	-0.25	41.45	1.6000	44.55	0.484	11.99	29.46	900.404	58.86	41.45	0.90	31.990	1.03	72.84	103.43	125	3.29	623.05	PVC	1 1/2" x 160 psi
SECTOR 1.4																								
R 50: Casas 3 = 0.1032																								
260	265	18	3,839.17	871.640	-0.70	40.75	0.1806	23.52	0.178	12.16	28.59	900.226	57.87	40.75	0.16	12.712	0.42	53.46	75.92	80	3.05	626.10	PVC	3/4" x 250 psi
265	265.10	18	3,857.17	872.84	-1.00	39.75	0.0258	18.19	0.017	12.18	27.57	900.210	56.45	39.75	0.08	6.116	0.20	45.87	85.13	80	3.05	629.15	PVC	1 1/2" x 315 psi

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

REVISOR: [Firma]  
CORRECTOR: [Firma]  
AUTORIZADO: [Firma]  
PROFESOR: [Firma]

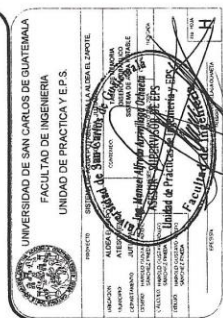
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

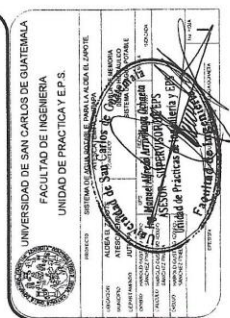
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.



E	P.O.	DM	DM-AC	COTA	AH	AH-AC	Q	D	HF	HF-AC	PD	COTA	PRESSION	QE	GA	V	P-EST	PSI	#	ACUM	OBS.	PSI -			
			M	M	M	M	LPS	MM	M	M	M	PIEZ	PSI	LPS	M	M/S	GA	REAL	TUB	TUB		DIÁMETRO			
265	266	18	3.875	17	870.640	1.00	41.75	0.1548	23.52	0.134	12.30	29.45	900.093	59.29	41.75	0.16	10.896	74.76	80	3.05	632.20	PVC	3/4" x 250 psi		
266	266.10	12	3.887	17	871.64	-1.00	40.75	0.0258	18.19	0.011	12.31	28.44	900.082	57.87	40.75	0.08	6.116	66.55	80	2.03	534.23	PVC	1/2" x 315 psi		
266	267	18	3.905	17	871.330	-0.69	41.06	0.1290	23.52	0.095	12.39	28.67	899.998	58.31	41.06	0.16	9.980	71.20	80	3.05	637.28	PVC	3/4" x 250 psi		
267	267.10	12	3.917	17	871.81	-0.48	40.58	0.0258	18.19	0.011	12.40	28.18	899.986	57.62	40.58	0.08	6.116	66.31	80	2.03	539.32	PVC	1/2" x 315 psi		
267	267.20	12	3.929	17	872.01	-0.68	40.38	0.0258	18.19	0.011	12.40	27.98	899.986	57.34	40.38	0.08	6.116	66.02	80	2.03	541.35	PVC	1/2" x 315 psi		
267	268	21.85	3.951	02	872.330	-1.00	40.06	0.0774	23.52	0.045	12.44	27.62	899.953	56.80	40.06	0.16	5.448	84.62	80	3.70	645.05	PVC	3/4" x 250 psi		
RAMAL 48																									
R 48: Casas 3 = 0.0774																									
268	A	12	3.963	02	871.33	1.00	41.06	0.280	23.52	0.26699	12.70	28.36	899.686	58.31	41.06	0.16	19.71	86.29	100	2.03	647.09	PVC	3/4" x 250 psi		
268	A-1	12	3.975	02	871.57	-0.24	40.82	0.0258	18.19	0.01128	12.72	28.10	899.674	57.96	40.82	0.08	6.12	84.92	80	2.03	649.12	PVC	1/2" x 315 psi		
268	B	34.95	4.008	97	873.25	-0.92	39.14	0.0258	18.19	0.03285	12.47	25.67	899.920	55.58	39.14	0.08	6.12	84.26	80	5.92	655.05	PVC	1/2" x 315 psi		
LINEA PRINCIPAL																									
REGRESANDO SECTOR 1																									
260	261	12	4.021	97	871.750	-0.81	40.64	1.4194	44.55	0.240	12.23	28.41	900.164	57.71	40.64	0.87	27.847	97.25	100	2.03	657.08	PVC	1 1/2" x 160 psi		
261	261.10	12	4.033	97	872.06	-0.31	40.33	0.0258	18.19	0.011	12.24	28.09	900.153	57.27	40.33	0.08	6.116	85.95	80	2.03	659.11	PVC	1/2" x 315 psi		
261	262	12	4.045	97	870.750	1.00	41.64	1.3896	44.55	0.232	12.46	29.18	899.932	59.13	41.64	0.88	27.340	88.98	97.95	100	2.03	661.15	PVC	1 1/2" x 160 psi	
262	262.10	12	4.057	97	871.75	-1.00	40.64	0.0258	18.19	0.011	12.47	28.17	899.921	57.71	40.64	0.08	6.116	86.39	80	2.03	663.18	PVC	1/2" x 315 psi		
262	263	12	4.069	97	866.750	2.00	43.64	1.3678	44.55	0.224	12.68	30.96	899.708	61.97	43.64	0.89	26.834	88.70	100	2.03	665.22	PVC	1 1/2" x 160 psi		
263	263.10	12	4.081	97	869.75	-1.00	42.64	0.0258	18.19	0.011	12.69	29.95	899.697	60.55	42.64	0.08	6.116	89.23	80	2.03	667.25	PVC	1/2" x 315 psi		
263	264	18	4.099	97	866.430	-0.68	42.96	1.3162	44.55	0.313	13.00	29.96	899.395	61.00	42.96	0.88	25.922	84.78	100	3.05	670.30	PVC	1 1/2" x 160 psi		
264	200	31.01	4.130	98	868.43	1.00	43.96	1.3162	44.55	0.539	13.53	30.43	898.855	62.42	43.96	0.89	25.922	84.78	100	5.26	675.56	PVC	1 1/2" x 160 psi		
SECTOR 1.5																									
17 Casas = 0.4396 Lts																									
200	201	12	4.142	98	863.150	5.28	49.24	0.4386	30.35	0.177	13.71	35.53	898.678	69.92	49.24	0.34	18.540	86.25	100	2.03	677.59	PVC	1" x 160 psi		
201	201.10	18	4.160	98	864.15	-1.00	48.24	0.0258	18.19	0.017	13.73	34.51	898.661	68.50	48.24	0.09	6.116	77.19	80	3.05	680.64	PVC	1/2" x 315 psi		
201	202	18	4.178	98	865.780	-0.63	48.61	0.4128	30.35	0.237	13.95	34.66	898.441	69.03	48.61	0.33	17.450	83.90	100	3.05	683.69	PVC	1" x 160 psi		
202	202.10	18	4.196	98	864.14	-0.36	48.25	0.0258	18.19	0.017	13.97	34.28	898.424	68.52	48.25	0.08	6.116	77.20	80	3.05	686.74	PVC	1/2" x 315 psi		
202	203	12	4.208	98	864.330	-0.55	48.06	0.3870	30.35	0.140	14.09	33.97	898.301	68.25	48.06	0.33	16.959	84.42	100	2.03	688.78	PVC	1" x 160 psi		
SECTOR 1.5.1																									
3 Casas = 0.0774 Lts																									
203	204	12	4.220	98	865.320	-0.99	47.07	0.0774	23.52	0.025	14.11	32.95	898.276	66.84	47.07	0.17	5.448	74.58	80	2.03	690.81	PVC	3/4" x 250 psi		
204	204.10	12	4.232	98	865.59	-0.37	46.70	0.0258	18.19	0.011	14.13	32.57	898.265	66.31	46.70	0.08	6.116	75.00	80	2.03	692.84	PVC	1/2" x 315 psi		
204	205	12	4.244	98	865.650	-0.33	46.74	0.0516	23.52	0.012	14.13	32.61	898.284	66.37	46.74	0.16	6.116	75.06	80	2.03	694.88	PVC	3/4" x 250 psi		
205	205.10	12	4.256	98	866.24	-0.59	46.15	0.0258	18.19	0.011	14.14	32.01	898.253	65.53	46.15	0.08	6.116	74.22	80	2.03	696.91	PVC	1/2" x 315 psi		
205	206	12	4.268	98	866.660	-1.01	45.73	0.0258	23.52	0.003	14.13	31.60	898.261	64.94	45.73	0.16	6.116	73.62	80	2.03	698.95	PVC	3/4" x 250 psi		
206	206.10	12	4.280	98	866.41	0.25	45.98	0.0258	18.19	0.011	14.14	31.84	898.250	65.29	45.98	0.08	6.116	73.98	80	2.03	700.98	PVC	1/2" x 315 psi		
LINEA PRINCIPAL DE SECTOR 1.5																									
203	207	12	4.292	98	864.810	-0.48	47.58	0.3096	23.52	0.321	14.41	33.17	897.979	67.56	47.58	0.17	21.792	86.51	100	2.03	703.01	PVC	3/4" x 250 psi		
207	207.10	12	4.304	98	865.44	-0.63	46.95	0.0258	18.19	0.011	14.42	32.53	897.968	66.67	46.95	0.08	6.116	75.35	80	2.03	705.05	PVC	1/2" x 315 psi		
207	208	23.36	4.328	98	863.810	1.00	48.59	0.2838	23.52	0.532	14.94	33.64	897.447	68.98	48.59	0.17	19.976	86.56	97.35	100	3.96	709.01	PVC	3/4" x 250 psi	
208	208.10	12	4.340	98	864.32	-1.01	47.57	0.0258	18.19	0.011	14.95	32.62	897.435	67.55	47.57	0.08	6.116	76.23	80	2.03	711.04	PVC	1/2" x 315 psi		
208	209	18	4.368	98	864.810	-1.00	47.58	0.2560	23.52	0.344	15.29	32.29	897.103	67.56	47.58	0.16	18.600	86.59	65.74	93.35	100	3.05	714.09	PVC	3/4" x 250 psi
209	210	18	4.376	98	865.81	-1.00	46.58	0.2580	23.52	0.344	15.63	30.95	896.759	66.14	46.58	0.16	18.600	86.59	64.74	91.93	100	3.05	717.14	PVC	3/4" x 250 psi



E	P.O.	DM	DM-AC	COTA	AH	AF-AC	Q	D	HF	HF-AC	PD	COTA	PRESSION	P-EST	OE	G.A.	V	P-EST	PSI	PSI	#	ACUM	OBS.	PSI -
			M	M	M	M	LPS	MMI	M	M	M	PIEZ	PSI	M	M	M	M/S	GA	REAL	TUB	TUB	TUB	DIAMETRO	
LINEA PRINCIPAL DE SECTOR 15																								
203	207	12	4.292.98	864.810	-0.48	47.58	0.0256	23.52	0.321	14.41	33.17	897.979	67.56	47.58	0.17	21.792	0.71	69.37	96.51	100	703.01	PVC	3/4" x 250 psi	
204	207	12	4.304.98	865.44	-0.63	46.95	0.0256	18.19	0.011	14.42	32.53	897.988	66.67	46.95	0.08	6.116	0.20	53.07	75.35	80	2.03	705.05	PVC	1/2" x 315 psi
207	208	23.35	4.328.33	863.810	1.00	48.58	0.2838	23.52	0.532	14.94	33.64	897.447	68.98	48.58	0.17	19.976	0.65	68.56	97.35	100	3.96	708.01	PVC	3/4" x 250 psi
208	208	12	4.340.33	864.82	-1.01	47.57	0.0256	18.19	0.011	14.95	32.62	897.435	67.55	47.57	0.08	6.116	0.20	53.69	76.23	80	2.03	711.04	PVC	1/2" x 315 psi
208	209	18	4.358.33	864.810	-1.00	47.58	0.2580	23.52	0.344	15.29	32.29	897.103	67.56	47.58	0.16	18.160	0.59	65.74	93.35	100	3.05	714.09	PVC	3/4" x 250 psi
209	210	18	4.376.33	865.81	-1.00	46.58	0.2580	23.52	0.344	15.63	30.95	896.799	66.14	46.58	0.16	18.160	0.59	64.74	91.93	100	3.05	717.14	PVC	3/4" x 250 psi
SECTOR 15.2																								
5 Casas = 0.1290 Lts																								
210	210	12	4.386.33	866.22	-0.41	46.17	0.0256	18.19	0.011	15.64	30.53	896.747	65.56	46.17	0.08	6.116	0.20	52.29	74.25	80	2.03	719.18	PVC	1/2" x 315 psi
210	211	26.08	4.414.41	866.810	-1.00	45.58	0.1032	23.52	0.091	15.72	29.86	896.667	64.72	45.58	0.16	7.264	0.24	52.84	75.04	80	4.42	723.60	PVC	3/4" x 250 psi
211	211	12	4.426.41	867.29	-0.46	45.10	0.0256	18.19	0.011	15.73	29.37	896.656	64.04	45.10	0.08	6.116	0.20	51.22	72.73	80	2.03	725.63	PVC	1/2" x 315 psi
211	212	39.27	4.465.68	868.820	-2.01	43.57	0.0774	23.52	0.081	15.80	27.77	896.587	61.87	43.57	0.16	6.116	0.20	49.69	70.55	80	6.66	732.29	PVC	3/4" x 250 psi
212	212	18	4.483.68	868.81	0.01	43.58	0.0256	18.19	0.017	15.82	27.76	896.570	61.88	43.58	0.08	6.116	0.20	49.70	70.57	80	3.05	735.34	PVC	1/2" x 315 psi
212	213	12	4.495.68	869.370	-0.55	43.02	0.0256	18.19	0.012	15.82	27.20	896.575	61.09	43.02	0.15	6.116	0.20	49.14	69.77	80	2.03	737.37	PVC	3/4" x 250 psi
213	213	12	4.507.68	870.37	-1.00	42.02	0.0256	18.19	0.011	15.83	26.19	896.564	59.67	42.02	0.08	6.116	0.20	48.14	68.35	80	2.03	739.40	PVC	1/2" x 315 psi
213	214	12	4.519.68	870.37	-1.00	42.02	0.0256	23.52	0.003	15.82	26.20	896.572	59.67	42.02	0.15	6.116	0.20	48.14	68.35	80	2.03	741.44	PVC	3/4" x 250 psi
214	214	12	4.531.68	869.37	1.00	43.02	0.0256	18.19	0.011	15.83	27.19	896.560	61.09	43.02	0.08	6.116	0.20	49.14	69.77	80	2.03	743.47	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL DE SECTOR 15																								
210	215	18	4.549.68	867.81	-2.00	44.58	0.1290	23.52	0.095	15.73	28.85	896.693	63.30	44.58	0.16	9.080	0.30	53.66	76.20	80	3.05	746.52	PVC	3/4" x 250 psi
215	215	12	4.561.68	868.27	-0.46	44.12	0.0256	18.19	0.011	15.74	28.38	896.632	62.65	44.12	0.08	6.116	0.20	50.24	71.34	80	2.03	748.56	PVC	1/2" x 315 psi
215	215	20	4.573.68	868.13	-0.32	44.26	0.0256	18.19	0.017	15.74	28.52	896.646	62.85	44.26	0.08	6.116	0.20	50.38	71.53	80	3.05	751.61	PVC	1/2" x 315 psi
215	216	18	4.597.68	868.81	-1.00	43.58	0.0774	23.52	0.037	15.76	27.82	896.626	61.88	43.58	0.15	6.116	0.20	49.70	70.57	80	3.05	754.66	PVC	3/4" x 250 psi
216	216	12	4.609.68	869.37	-0.56	43.02	0.0256	18.19	0.011	15.77	27.25	896.615	61.09	43.02	0.08	6.116	0.20	49.14	69.77	80	2.03	756.69	PVC	1/2" x 315 psi
216	217	12	4.621.68	869.82	-1.01	42.57	0.2000	23.52	0.143	15.91	26.66	896.483	60.45	42.57	0.15	14.077	0.46	56.65	80.44	100	2.03	758.73	PVC	3/4" x 250 psi
217	217	12	4.633.68	870.81	-0.99	41.58	0.0256	18.19	0.011	15.92	25.66	896.472	59.04	41.58	0.08	6.116	0.20	47.70	67.73	80	2.03	760.76	PVC	1/2" x 315 psi
217	218	12	4.645.68	870.82	-1.00	41.57	0.2000	23.52	0.143	16.05	25.52	896.340	59.03	41.57	0.15	14.077	0.46	55.65	79.02	80	2.03	762.79	PVC	3/4" x 250 psi
218	219	12	4.657.68	872.82	-2.00	39.57	0.2000	23.52	0.143	16.19	23.38	896.197	56.19	39.57	0.14	14.077	0.46	53.65	76.18	80	2.03	764.83	PVC	3/4" x 250 psi
219	219	12	4.669.68	871.81	1.01	40.58	0.0256	18.19	0.011	16.20	24.38	896.186	57.62	40.58	0.07	6.116	0.20	46.70	66.31	80	2.03	766.86	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
REGRESANDO SECTOR 1																								
200	220	12	4.681.68	862.480	5.95	49.91	0.8776	30.35	0.639	14.17	35.74	896.216	70.87	49.91	0.32	37.097	1.21	87.01	123.55	125	2.03	768.90	PVC	1" x 160 psi
220	220	12	4.693.68	862.99	-0.51	49.40	0.0256	18.19	0.011	14.19	35.21	896.205	70.15	49.40	0.08	6.116	0.20	55.52	78.83	80	2.03	770.93	PVC	1/2" x 315 psi
220	221	12	4.705.68	863.12	-0.64	49.27	0.8518	30.35	0.605	14.78	34.49	897.611	69.96	49.27	0.32	36.007	1.18	85.28	121.09	125	2.03	772.96	PVC	1" x 160 psi
RAMAL 44																								
R 44: Casas 3 = 0.0774																								
221	A	12	4.717.68	863.70	-0.96	48.69	0.0256	18.19	0.0128	14.79	33.90	897.600	69.14	48.69	0.08	6.12	0.20	54.81	77.82	80	2.03	775.00	PVC	1/2" x 315 psi
221	B	20.49	4.736.17	865.52	-2.40	46.87	0.2000	23.52	0.24438	15.02	31.85	897.367	66.56	46.87	0.16	14.008	0.46	60.95	86.55	100	3.47	778.47	PVC	3/4" x 250 psi
B	B-1	18	4.756.17	866.22	-0.70	46.17	0.0256	18.19	0.01692	15.04	31.13	897.350	65.56	46.17	0.08	6.12	0.20	52.29	74.25	80	3.05	781.52	PVC	1/2" x 315 psi



E	P.O.	DM	DN-AC	COTA	AH	AH-AC	Q	D	HF	HF-AC	PD	COTA	PRESION	DE	G.A.	V	P.EST	PSI	#	ACUM	PSI -			
			M	M	M	M	LPS	MM	M	M	M	PIEZ	PSI	LPS	M	M/S	GA	TUB	TUB	DIAMETRO				
													P.EST	DE	M		M							
221	222	12	4.788.17	864.110	-0.99	48.28	0.7744	30.35	0.507	15.29	32.99	897.104	68.56	48.28	0.31	32.735	1.07	81.01	115.04	125	783.55	PVC	1" x 160 psi	
222	222.10	12	4.780.17	866.11	-2.00	46.28	0.0258	18.19	0.011	15.30	30.98	897.092	65.72	46.28	0.08	6.116	0.20	52.40	74.40	80	2.03	786.59	PVC	1/2" x 315 psi
222	223	12	4.792.17	865.11	-1.00	47.28	0.7486	30.35	0.476	15.76	31.52	896.627	67.14	47.28	0.31	31.644	1.03	78.92	112.07	125	2.03	787.62	PVC	1" x 160 psi
223	223.10	12	4.804.17	865.72	-0.61	46.67	0.0258	18.19	0.011	15.77	30.90	896.616	66.27	46.67	0.08	6.116	0.20	52.79	74.96	80	2.03	789.66	PVC	1/2" x 315 psi
223	224	12	4.816.17	866.11	-1.00	46.28	0.7228	30.35	0.446	16.21	30.07	896.181	65.72	46.28	0.30	30.554	1.00	76.83	109.10	125	2.03	791.69	PVC	1" x 160 psi
SECTOR 1.6																								
6 Casas = 0.1548 L/s																								
224	225	12	4.828.17	866.96	-0.45	45.83	0.1548	23.52	0.089	16.30	29.53	895.092	65.08	45.83	0.15	10.896	0.36	56.73	80.55	100	2.03	793.72	PVC	3/4" x 250 psi
RAMAL 45																								
R 45: Casas 2 = 0.0516																								
225	A	12	4.840.17	865.96	1.00	46.83	0.2000	23.52	0.14312	16.44	30.39	895.949	66.50	46.83	0.15	14.08	0.46	60.91	86.49	100	2.03	795.76	PVC	3/4" x 250 psi
A	A-1	25.06	4.865.23	865.96	0.00	46.83	0.0258	18.19	0.02355	16.46	30.37	895.925	66.50	46.83	0.08	6.12	0.20	52.95	75.18	80	4.25	800.01	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
REGRESANDO SECTOR 1.6																								
225	B	24.02	4.889.25	867.560	-1.00	44.83	0.1032	23.52	0.084	16.38	28.45	895.008	63.66	44.83	0.15	7.264	0.24	52.09	73.97	80	4.07	804.08	PVC	3/4" x 250 psi
RAMAL 46																								
R 46: Casas 3 = 0.0774																								
226	A	12	4.901.25	868.04	-0.48	44.35	0.0258	18.19	0.01128	16.39	27.96	895.997	65.96	44.35	0.08	6.12	0.20	50.47	71.66	80	2.03	806.11	PVC	1/2" x 315 psi
226	B	20.49	4.921.74	870.57	-3.01	41.82	0.2000	23.52	0.24438	16.63	25.19	895.794	59.38	41.82	0.14	14.08	0.46	55.90	79.37	80	3.47	809.58	PVC	3/4" x 250 psi
B	B-1	18	4.939.74	874.95	-3.99	37.83	0.0258	18.19	0.01692	16.64	21.19	895.747	53.72	37.83	0.07	6.12	0.20	43.95	62.40	80	3.05	812.63	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
REGRESANDO SECTOR 1.6																								
226	227	18	4.957.74	868.540	-0.98	43.85	0.2000	23.52	0.215	16.60	27.25	895.793	62.27	43.85	0.15	14.077	0.46	57.93	82.26	100	3.05	815.69	PVC	3/4" x 250 psi
227	227.10	20.78	4.978.52	870.53	-1.99	41.86	0.0258	18.19	0.020	16.62	25.24	895.774	59.44	41.86	0.07	6.116	0.20	47.98	68.13	80	3.52	819.21	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
REGRESANDO SECTOR 1																								
224	228	12	4.990.52	868.110	-2.00	44.28	0.5680	29.49	0.329	16.54	27.74	895.853	62.88	44.28	0.27	25.431	0.83	69.71	98.99	100	2.03	821.24	PVC	1" x 250 psi
228	228.10	12	5.002.52	868.84	-0.53	43.75	0.0258	18.19	0.011	16.55	27.20	895.841	62.13	43.75	0.07	6.116	0.20	49.87	70.81	80	2.03	823.28	PVC	1/2" x 315 psi
228	229	12	5.014.52	869.11	-1.00	43.28	0.5422	29.49	0.301	16.84	26.44	895.551	61.46	43.28	0.27	24.278	0.79	67.56	95.93	100	2.03	825.31	PVC	1" x 250 psi
229	229.10	12	5.026.52	868.11	1.00	44.28	0.0258	18.19	0.011	16.85	27.43	895.540	62.88	44.28	0.07	6.116	0.20	50.40	71.56	80	2.03	827.34	PVC	1/2" x 315 psi
229	230	12	5.038.52	869.84	-0.53	42.75	0.5164	29.49	0.275	17.11	25.64	895.276	60.71	42.75	0.26	23.121	0.76	65.87	93.54	100	2.03	829.38	PVC	1" x 250 psi
230	231	12	5.050.52	870.84	-1.00	41.75	0.5164	29.49	0.275	17.39	24.36	895.000	59.29	41.75	0.26	23.121	0.76	64.87	92.12	100	2.03	831.41	PVC	1" x 250 psi
231	231.10	12	5.062.52	869.84	1.00	42.75	0.0258	18.19	0.011	17.40	25.35	894.989	60.71	42.75	0.07	6.116	0.20	48.87	69.39	80	2.03	833.44	PVC	1/2" x 315 psi
231	232	12	5.074.52	871.84	-1.00	40.75	0.4906	29.49	0.251	17.64	23.11	894.750	57.87	40.75	0.26	21.965	0.72	62.72	89.06	100	2.03	835.48	PVC	1" x 250 psi
232	232.10	12	5.086.52	870.85	0.79	41.54	0.0258	18.19	0.011	17.65	23.89	894.738	58.99	41.54	0.07	6.116	0.20	47.66	67.67	80	2.03	837.51	PVC	1/2" x 315 psi
232	233	12	5.098.52	871.87	-0.23	40.52	0.4648	29.49	0.227	17.87	22.65	894.523	57.54	40.52	0.26	20.810	0.68	61.33	87.09	100	2.03	839.55	PVC	1" x 250 psi
233	233.10	12	5.110.52	870.87	1.00	41.52	0.0258	18.19	0.011	17.88	23.64	894.512	58.96	41.52	0.07	6.116	0.20	47.64	67.64	80	2.03	841.58	PVC	1/2" x 315 psi
233	234	12	5.122.52	872.47	-0.60	39.92	0.4390	29.49	0.204	18.07	21.85	894.319	56.69	39.92	0.25	19.655	0.64	58.58	84.60	100	2.03	843.61	PVC	1" x 250 psi
234	235	12	5.134.52	873.13	-0.66	39.26	0.4390	29.49	0.204	18.27	20.98	894.115	55.75	39.26	0.25	19.655	0.64	58.92	83.66	100	2.03	845.65	PVC	1" x 250 psi
235	235.10	12	5.146.52	873.88	-0.75	38.51	0.0258	18.19	0.011	18.29	20.22	894.104	54.68	38.51	0.07	6.116	0.20	44.63	63.37	80	2.03	847.68	PVC	1/2" x 315 psi
235	236	18	5.164.52	874.13	-1.00	38.26	0.4132	29.49	0.273	18.55	19.71	893.842	54.33	38.26	0.25	18.500	0.60	56.76	80.60	100	3.05	850.73	PVC	1" x 250 psi
236	236.10	12	5.176.52	875.14	-1.01	37.25	0.0258	18.19	0.011	18.56	18.69	893.830	52.90	37.25	0.07	6.116	0.20	43.37	61.58	80	2.03	852.77	PVC	1/2" x 315 psi
236	237	12	5.188.52	875.14	-1.01	37.25	0.3874	29.49	0.162	18.71	18.54	893.690	52.90	37.25	0.24	17.345	0.57	54.59	77.52	80	2.03	854.80	PVC	1" x 250 psi
237	238	18	5.206.52	876.13	-0.99	36.26	0.3874	29.49	0.243	18.95	17.31	893.437	51.49	36.26	0.24	17.345	0.57	53.60	76.12	80	3.05	857.85	PVC	1" x 250 psi
238	238.10	12	5.218.52	875.13	1.00	37.26	0.0258	18.19	0.011	18.96	16.30	893.426	52.91	37.26	0.07	6.116	0.20	43.38	61.59	80	2.03	859.89	PVC	1/2" x 315 psi

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.  
DIRECCION DE CALIDAD Y SEGURIDAD LABORAL  
ALUMNO: [Nombre del Alumno]  
MATERIA: [Materia]  
FECHA: [Fecha]  
Firma del Alumno: [Firma]  
Firma del Profesor: [Firma]



E	P.O.	DM	DM-AC	COTA	AH	AH-AC	O	D	HF	HF-AC	PD	COTA LINEA PIEZ	PRESION PSI	Q.E	G.A.	V	P.E.S.T	PSI REAL	PSI TUB	#	ACUM TUB	OBS.	PSI - DIÁMETRO	
REGRESANDO A LINEA PRINCIPAL																								
43	44	12	5.723.19	897.59	2.96	14.80	5.1744	82.04	0.135	1.23	13.57	911.159	21.02	14.80	2.24	29.93	0.98	44.73	63.52	80	2.03	945.42	PVC	3" x 180 psi
44	44.10	18	5.741.19	893.50	-5.91	8.89	0.0258	18.19	0.017	1.25	6.96	911.142	12.82	8.89	0.03	6.116	0.20	15.01	21.31	80	3.05	948.47	PVC	1/2" x 315 psi
44	45	12	5.753.19	894.67	2.92	17.72	5.1468	82.04	0.133	1.36	16.36	911.028	25.16	17.72	2.44	29.79	0.97	47.51	67.46	80	2.03	950.51	PVC	3" x 180 psi
45	45.10	12	5.765.19	893.66	1.01	18.73	0.0258	18.19	0.011	1.38	17.35	911.015	26.60	18.73	0.05	6.116	0.20	24.85	35.28	80	2.03	952.54	PVC	1/2" x 315 psi
45	46	12	5.777.19	893.60	1.07	18.79	5.1228	82.04	0.132	1.50	17.29	910.994	26.88	18.79	2.51	29.84	0.97	48.43	68.76	80	2.03	954.58	PVC	3" x 180 psi
RAMAL 11																								
R 11: Casas 2 = 0.0516																								
46	A	12	5.789.19	897.56	-3.96	14.83	0.2000	23.52	0.14312	1.64	13.19	910.751	21.06	14.83	0.08	14.08	0.46	28.91	41.05	80	2.03	956.61	PVC	3/4" x 250 psi
A	A-1	12	5.801.19	898.62	-1.06	13.77	0.0258	18.19	0.0128	1.65	12.12	910.740	19.55	13.77	0.04	6.12	0.20	19.89	28.24	80	2.03	958.64	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
46	47	12	5.813.19	890.70	2.90	21.69	5.0712	82.04	0.130	1.63	20.06	910.764	30.80	21.69	2.59	29.34	0.96	51.03	72.46	80	2.03	960.68	PVC	3" x 180 psi
47	48	27.50	5.840.89	898.17	2.53	24.22	5.0712	82.04	0.297	1.92	22.30	910.467	34.39	24.22	2.83	29.34	0.96	53.56	76.05	80	4.86	965.34	PVC	3" x 180 psi
48	48.10	18	5.856.89	892.44	-4.27	19.95	0.0258	18.19	0.017	1.94	18.01	910.450	28.33	19.95	0.05	6.116	0.20	26.07	37.01	80	3.05	968.39	PVC	1/2" x 315 psi
48	49	18	5.876.89	887.15	1.02	25.24	5.0454	82.04	0.193	2.12	23.12	910.275	35.84	25.24	2.88	29.19	0.95	54.43	77.29	80	3.05	971.44	PVC	3" x 180 psi
49	50	43.16	5.919.85	881.54	5.61	30.85	5.0454	82.04	0.462	2.58	28.27	909.813	43.81	30.85	3.18	29.19	0.95	60.04	85.25	100	7.32	978.75	PVC	3" x 180 psi
RAMAL 12																								
R 12: Casas 2 = 0.0516																								
50	A	12	5.931.85	882.31	-0.77	30.08	0.2000	23.52	0.14312	2.72	27.36	909.670	42.71	30.08	0.11	14.08	0.46	44.16	62.70	80	2.03	980.79	PVC	3/4" x 250 psi
A	A-1	18	5.948.85	879.16	3.15	33.23	0.0258	18.19	0.01692	2.74	30.49	909.653	47.19	33.23	0.06	6.12	0.20	39.35	55.87	80	3.05	983.84	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
50	51	12	5.961.85	879.64	1.90	32.75	4.9838	82.04	0.126	2.70	30.05	909.687	46.51	32.75	3.26	28.89	0.94	61.64	87.53	100	2.03	985.87	PVC	3" x 180 psi
51	51.10	12	5.973.85	880.72	-1.08	31.67	0.0258	18.19	0.011	2.71	28.96	909.676	44.97	31.67	0.06	6.116	0.20	37.79	53.86	80	2.03	987.91	PVC	1/2" x 315 psi
51	52	12	5.985.85	877.68	1.96	34.71	4.9680	82.04	0.125	2.83	31.88	909.662	49.29	34.71	3.35	28.74	0.94	63.45	90.10	100	2.03	989.94	PVC	3" x 180 psi
52	52.10	12	5.997.85	880.24	-2.56	32.15	0.0258	18.19	0.011	2.84	29.31	909.551	45.65	32.15	0.06	6.116	0.20	38.27	54.34	80	2.03	991.98	PVC	1/2" x 315 psi
52	52.20	12	6.009.85	878.68	-1.00	33.71	0.0258	18.19	0.011	2.84	30.87	909.551	47.87	33.71	0.06	6.116	0.20	39.83	56.55	80	2.03	994.01	PVC	1/2" x 315 psi
52	53	12	6.021.85	875.95	1.73	36.44	4.9164	82.04	0.122	2.95	33.49	909.440	51.74	36.44	3.42	28.44	0.93	64.88	92.13	100	2.03	996.04	PVC	3" x 180 psi
53	53.10	12	6.033.85	876.95	-1.00	35.44	0.0258	18.19	0.011	2.96	32.48	909.429	50.32	35.44	0.06	6.116	0.20	41.56	59.01	80	2.03	998.08	PVC	1/2" x 315 psi
53	54	12	6.045.85	875.17	0.78	37.22	4.8906	82.04	0.121	3.07	34.15	909.319	52.85	37.22	3.45	28.29	0.93	65.51	93.03	100	2.03	1000.11	PVC	3" x 180 psi
54	54.10	12	6.057.85	877.18	-2.01	35.21	0.0258	18.19	0.011	3.08	32.13	909.308	50.00	35.21	0.06	6.116	0.20	41.33	58.88	80	2.03	1002.14	PVC	1/2" x 315 psi
54	54.20	12	6.069.85	876.22	-1.05	36.17	0.0258	18.19	0.011	3.08	33.09	909.308	51.36	36.17	0.06	6.116	0.20	42.29	60.05	80	2.03	1004.18	PVC	1/2" x 315 psi
54	55	12	6.081.85	874.22	0.95	38.17	4.8390	82.04	0.119	3.19	34.98	909.200	54.20	38.17	3.49	27.99	0.92	66.16	93.95	100	2.03	1006.21	PVC	3" x 180 psi
55	55.10	12	6.093.85	876.29	-2.07	36.10	0.0258	18.19	0.011	3.20	32.90	909.189	51.26	36.10	0.06	6.116	0.20	42.22	59.95	80	2.03	1008.25	PVC	1/2" x 315 psi
55	55.20	12	6.105.85	875.26	-1.04	37.13	0.0258	18.19	0.011	3.20	33.93	909.189	52.72	37.13	0.06	6.116	0.20	43.25	61.41	80	2.03	1010.28	PVC	1/2" x 315 psi
55	56	12	6.117.85	873.33	0.89	39.06	4.7874	82.04	0.116	3.31	35.75	909.084	55.47	39.06	3.52	27.70	0.91	66.76	94.79	100	2.03	1012.31	PVC	3" x 180 psi
56	56.10	12	6.129.85	875.39	-2.06	37.00	0.0258	18.19	0.011	3.32	33.88	909.072	52.54	37.00	0.06	6.116	0.20	43.12	61.23	80	2.03	1014.35	PVC	1/2" x 315 psi
56	57	12	6.141.85	872.72	0.61	39.67	4.7616	82.04	0.115	3.42	36.25	908.968	56.33	39.67	3.54	27.55	0.90	67.22	95.45	100	2.03	1016.38	PVC	3" x 180 psi
57	57.10	12	6.153.85	873.74	-1.02	38.65	0.0258	18.19	0.011	3.43	35.22	908.957	54.88	38.65	0.06	6.116	0.20	44.77	63.57	80	2.03	1018.42	PVC	1/2" x 315 psi
57	58	12	6.165.85	873.30	-0.58	39.09	4.7358	82.04	0.114	3.54	35.55	908.854	55.51	39.09	3.50	27.40	0.90	66.49	94.41	100	2.03	1020.45	PVC	3" x 180 psi
58	58.10	12	6.177.85	875.33	-2.03	37.06	0.0258	18.19	0.011	3.55	33.51	908.945	52.63	37.06	0.06	6.116	0.20	43.18	61.31	80	2.03	1022.48	PVC	1/2" x 315 psi
58	59	12	6.189.85	872.31	0.99	40.08	4.7100	82.04	0.113	3.65	36.43	908.741	56.91	40.08	3.54	27.25	0.89	67.33	95.61	100	2.03	1024.52	PVC	3" x 180 psi
59	59.10	12	6.201.85	871.28	1.03	41.11	0.0258	18.19	0.011	3.66	37.45	908.730	58.38	41.11	0.06	6.116	0.20	47.23	67.06	80	2.03	1026.55	PVC	1/2" x 315 psi

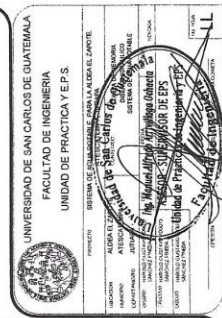
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

PROFESOR: ALBERTO GONZALEZ  
ASISTENTE: ALBERTO GONZALEZ  
ALUMNO: ALBERTO GONZALEZ

REVISADO POR: ALBERTO GONZALEZ  
AUTORIZADO POR: ALBERTO GONZALEZ

FECHA: 15/05/2018

E	P.O.	DM	DMAC	COTA	AH	AH-AC	Q	D	HF	HF-AC	PD	COTA LINEA	PRESION	QE	G.A.	V	P-EST	PSI REAL	PSI TUB	# TUB	ACUM TUB	OBS.	PSI - DIAMETRO	
58	59	12	6.199.85	872.31	0.99	-40.08	4.7100	82.04	0.113	3.65	36.43	908.741	59.91	40.08	3.54	0.89	67.33	95.81	100	2.03	1024.52	PVC	3" x 160 psi	
59	59.10	12	6.201.85	871.28	1.03	41.11	0.0258	18.19	0.011	3.86	37.45	908.730	59.38	41.11	0.06	1.16	0.20	47.23	87.06	80	2.03	1028.55	PVC	1/2" x 315 psi
59	60	12	6.213.85	872.84	-0.53	39.55	4.6842	82.04	0.112	3.76	35.79	908.629	56.16	39.55	3.51	0.89	66.65	94.64	100	2.03	1028.59	PVC	3" x 160 psi	
60	60.10	12	6.225.85	873.51	-0.67	38.88	0.0258	18.19	0.011	3.77	35.11	908.618	55.21	38.88	0.06	1.16	0.20	45.00	63.89	80	2.03	1030.62	PVC	1/2" x 315 psi
60	61	12	6.237.85	871.74	1.10	40.65	4.6884	82.04	0.111	3.87	36.78	908.518	57.72	40.65	3.55	0.88	67.80	95.99	100	2.03	1032.65	PVC	3" x 160 psi	
RAMAL 13																								
R 13: Casas 2 = 0.0516																								
61	A	12	6.249.85	872.76	-1.02	39.63	0.2000	23.52	0.14312	4.01	35.62	908.375	56.27	39.63	0.13	14.08	0.46	53.71	76.26	80	2.03	1034.69	PVC	3/4" x 250 psi
A	A-1	18	6.267.85	874.75	-1.99	37.64	0.0258	18.19	0.01692	4.03	33.61	908.358	53.45	37.64	0.06	6.12	0.20	43.76	62.13	80	3.05	1037.74	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
61	62	23.46	6.291.31	870.82	0.92	41.57	4.6068	82.04	0.212	4.08	37.49	908.306	59.03	41.57	3.58	0.87	68.22	96.87	100	3.98	1041.71	PVC	3" x 160 psi	
62	63	12	6.303.31	871.41	-0.59	40.98	4.6068	82.04	0.108	4.19	36.79	908.198	58.19	40.98	3.55	0.87	67.63	96.04	100	2.03	1043.75	PVC	3" x 160 psi	
63	63.10	12	6.315.31	871.77	-0.36	40.62	0.0258	18.19	0.011	4.20	36.42	908.187	57.68	40.62	0.06	1.16	0.20	46.74	86.37	80	2.03	1045.78	PVC	1/2" x 315 psi
63	64	21.35	6.336.66	872.38	-0.97	40.01	4.5810	82.04	0.191	4.38	35.63	908.007	56.81	40.01	3.50	0.87	66.51	94.45	100	3.62	1049.40	PVC	3" x 160 psi	
64	64.10	12	6.348.66	872.29	-0.91	39.10	0.0258	18.19	0.011	4.39	34.71	907.996	55.52	39.10	0.06	1.16	0.20	45.22	64.21	80	2.03	1051.43	PVC	1/2" x 315 psi
64	65	12	6.360.66	871.44	0.94	40.95	4.5852	82.04	0.106	4.49	36.46	907.901	58.15	40.95	3.53	0.86	67.30	95.57	100	2.03	1053.47	PVC	3" x 160 psi	
65	65.10	12	6.372.66	872.44	-1.00	39.95	0.0258	18.19	0.011	4.50	35.45	907.889	56.73	39.95	0.06	1.16	0.20	46.07	65.41	80	2.03	1055.50	PVC	1/2" x 315 psi
65	66	19.71	6.392.37	870.55	0.89	41.84	4.5294	82.04	0.173	4.66	37.18	907.728	59.41	41.84	3.56	0.86	68.04	96.62	100	3.34	1058.84	PVC	3" x 160 psi	
66	66.10	12	6.404.37	872.53	-1.98	39.86	0.0258	18.19	0.011	4.67	35.19	907.717	56.60	39.86	0.06	1.16	0.20	45.88	65.29	80	2.03	1060.88	PVC	1/2" x 315 psi
66	66.20	12	6.416.37	871.54	-0.99	40.85	0.0258	18.19	0.011	4.67	36.18	907.717	58.01	40.85	0.06	1.16	0.20	46.97	66.69	80	2.03	1062.91	PVC	1/2" x 315 psi
66	67	28.08	6.444.45	870.86	-0.31	41.53	4.4778	82.04	0.241	4.90	36.63	907.487	58.97	41.53	3.53	0.85	67.43	95.76	100	4.76	1067.67	PVC	3" x 160 psi	
67	68	18	6.462.45	871.02	-0.16	41.37	4.4778	82.04	0.154	5.06	36.31	907.333	58.75	41.37	3.52	0.85	67.27	95.53	100	3.05	1070.72	PVC	3" x 160 psi	
RAMAL 14																								
R 14: Casas 2 = 0.0516																								
68	A	12	6.474.45	871.51	-0.59	40.78	0.2000	23.52	0.14312	5.20	35.58	907.190	57.91	40.78	0.12	14.08	0.46	54.86	77.90	80	2.03	1072.75	PVC	3/4" x 250 psi
A	A-1	22.35	6.496.80	870.76	0.85	41.63	0.0258	18.19	0.02101	5.22	36.41	907.169	59.11	41.63	0.06	6.12	0.20	47.75	67.80	80	3.79	1076.54	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
68	69	18	6.514.80	869.89	1.13	42.50	4.4262	82.04	0.151	5.21	37.29	907.182	60.35	42.50	3.55	0.84	68.11	96.71	100	3.05	1079.59	PVC	3" x 160 psi	
69	69.10	12	6.526.80	870.64	-0.75	41.75	0.0258	18.19	0.011	5.22	36.53	907.170	59.29	41.75	0.06	1.16	0.20	47.87	67.97	80	2.03	1081.63	PVC	1/2" x 315 psi
69	70	24.75	6.551.55	869.91	0.98	43.48	4.4004	82.04	0.206	5.41	38.07	906.976	61.74	43.48	3.58	0.83	68.94	97.89	100	4.19	1085.82	PVC	3" x 160 psi	
70	70.10	12	6.563.55	869.96	-0.95	42.53	0.0258	18.19	0.011	5.43	37.10	906.965	60.39	42.53	0.06	1.16	0.20	48.85	69.08	80	2.03	1087.86	PVC	1/2" x 315 psi
70	71	12	6.575.55	867.85	1.05	44.54	4.3746	82.04	0.099	5.51	39.03	906.978	63.25	44.54	3.62	0.83	69.85	99.18	100	2.03	1089.89	PVC	3" x 160 psi	
71	72	21.08	6.596.63	869.40	-0.55	43.99	4.3746	82.04	0.173	5.69	38.30	906.704	62.47	43.99	3.59	0.83	69.30	98.40	100	3.57	1093.46	PVC	3" x 160 psi	
RAMAL 15																								
R 15: Casas 2 = 0.0516																								
72	A	12	6.608.63	869.33	-0.63	43.06	0.2000	23.52	0.14312	5.83	37.23	906.561	61.15	43.06	0.13	14.08	0.46	57.14	81.13	100	2.03	1095.50	PVC	3/4" x 250 psi
A	A-1	12	6.620.63	870.31	-0.98	42.08	0.0258	18.19	0.01128	5.84	36.24	906.550	59.75	42.08	0.06	6.12	0.20	48.20	68.44	80	2.03	1097.53	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
72	73	12	6.632.63	869.74	-0.34	43.65	4.3230	82.04	0.096	5.78	37.87	906.608	61.98	43.65	3.57	0.82	68.86	97.50	100	2.03	1099.57	PVC	3" x 160 psi	
73	74	18.92	6.651.55	867.83	0.91	44.56	4.3230	82.04	0.152	5.93	38.63	906.458	63.28	44.56	3.60	0.82	69.57	98.79	100	3.21	1102.77	PVC	3" x 160 psi	
74	74.10	12	6.663.55	869.81	-1.98	42.58	0.0258	18.19	0.011	5.95	36.63	906.445	60.46	42.58	0.06	1.16	0.20	48.70	69.15	80	2.03	1104.81	PVC	1/2" x 315 psi
74	75	18	6.681.55	869.76	-0.93	43.63	4.2972	82.04	0.143	6.08	37.55	906.313	61.95	43.63	3.56	0.81	68.49	97.26	100	3.05	1107.86	PVC	3" x 160 psi	





E	P.O.	DM	DM-AC	COTA	AH	AH-AC	Q	D	HF	HF-AC	PD	COTA	PRECISION	QE	G.A.	V	P-EST	PSI	#	ACUM	PSI	DIAMETRO	
		M	M	M	M	M	LPS	M	M	M	M	M	PSI	LPS	M	M/S	GA	TUB	TUB	TUB	TUB		
LINEA PRINCIPAL REGRESANDO SECTOR 2.1																							
87	88	18	7.181.39	881.520	-0.70	30.87	0.1032	23.52	0.063	9.69	21.18	902.898	43.84	30.87	0.10	7.284	0.24	38.13	54.15	80	3.05	1192.58	PVC 3/4" x 250 psi
88	88.10	12	7.193.39	882.09	-0.57	30.30	0.0258	18.19	0.011	9.70	20.80	902.887	43.03	30.30	0.05	6.116	0.20	36.42	51.71	80	2.03	1194.61	PVC 1/2" x 315 psi
88	89	12	7.205.39	882.01	-0.49	30.38	0.2800	23.52	0.267	9.96	20.42	902.431	43.14	30.38	0.10	19.71	0.64	50.09	71.13	80	2.03	1196.64	PVC 3/4" x 250 psi
89	89.10	12	7.217.39	882.58	-0.57	29.81	0.0258	18.19	0.011	9.97	19.84	902.420	42.33	29.81	0.05	6.116	0.20	35.93	51.02	80	2.03	1198.68	PVC 1/2" x 315 psi
89	90	12	7.229.39	882.32	-0.31	30.07	0.2000	23.52	0.143	10.10	19.97	902.288	42.70	30.07	0.10	14.08	0.46	44.15	62.69	80	2.03	1200.71	PVC 3/4" x 250 psi
90	90.10	12	7.241.39	882.84	-0.52	29.55	0.0258	18.19	0.011	10.11	19.44	902.277	41.96	29.55	0.05	6.116	0.20	35.67	50.85	80	2.03	1202.74	PVC 1/2" x 315 psi
90	91	12	7.253.39	882.76	-0.41	29.63	0.2000	23.52	0.143	10.25	19.38	902.145	42.07	29.63	0.10	14.08	0.46	43.71	62.06	80	2.03	1204.78	PVC 3/4" x 250 psi
91	91.10	12	7.265.39	883.32	-0.56	29.07	0.0258	18.19	0.011	10.26	18.81	902.134	41.28	29.07	0.05	6.116	0.20	35.19	49.95	80	2.03	1206.81	PVC 1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL REGRESANDO SECTOR 2																							
86	92	18	7.283.39	882.460	-1.99	29.93	0.1032	23.52	0.063	9.48	20.45	902.911	42.50	29.93	0.10	7.284	0.24	37.19	52.82	80	3.05	1209.86	PVC 3/4" x 250 psi
RAMAL 19 R: 19: Casas 2 = 0.0516																							
92	A	12	7.295.39	881.07	1.39	31.32	0.2000	23.52	0.14312	9.62	21.70	902.767	44.47	31.32	0.10	14.08	0.46	45.40	64.46	80	2.03	1211.90	PVC 3/4" x 250 psi
A	A-1	18	7.313.39	882.09	-1.02	30.30	0.0258	18.19	0.01692	9.64	20.86	902.751	43.03	30.30	0.05	6.12	0.20	36.42	51.71	80	3.05	1214.95	PVC 1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL REGRESANDO SECTOR 2																							
92	93	21.20	7.334.59	883.520	-1.06	28.87	0.200	23.52	0.253	10.04	18.83	902.348	41.00	28.87	0.10	14.077	0.46	42.95	60.99	80	3.59	1218.54	PVC 3/4" x 250 psi
93	93.10	53.24	7.387.89	881.52	2.00	30.87	0.0258	18.19	0.050	10.09	20.78	902.368	43.84	30.87	0.05	6.116	0.20	36.99	52.52	80	9.02	1227.57	PVC 1/2" x 315 psi
93	93.20	12	7.398.83	883.98	-0.46	28.41	0.0258	18.19	0.011	10.05	18.36	902.337	40.34	28.41	0.05	6.116	0.20	34.53	49.03	80	2.03	1229.60	PVC 1/2" x 315 psi
REGRESANDO A LINEA PRINCIPAL																							
81	94	27.30	7.427.19	871.82	3.03	40.57	3.6264	67.45	0.411	7.38	33.19	905.015	57.61	40.57	1.93	31.04	1.01	71.61	101.68	125	4.63	1234.23	PVC 2 1/2" x 160 psi
RAMAL 20 R: 20: Casas 4 = 0.1032																							
94	A	12	7.438.13	870.81	1.01	41.58	0.2000	23.52	0.14312	7.52	34.06	904.871	59.04	41.58	0.12	14.08	0.46	55.66	79.03	80	2.03	1236.26	PVC 3/4" x 250 psi
A	A-1	27.83	7.466.96	869.81	1.00	42.58	0.0258	18.19	0.02616	7.54	35.04	904.845	60.46	42.58	0.06	6.12	0.20	48.70	69.15	80	4.72	1240.98	PVC 1/2" x 315 psi
94	B	12	7.478.96	872.80	-0.98	39.59	0.2000	23.52	0.14312	7.52	32.07	904.871	56.22	39.59	0.11	14.08	0.46	53.67	76.21	80	2.03	1243.01	PVC 3/4" x 250 psi
B	B-1	18	7.496.96	872.92	-0.12	39.47	0.0258	18.19	0.01692	7.54	31.93	904.854	56.05	39.47	0.06	6.12	0.20	45.59	64.73	80	3.05	1246.06	PVC 1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																							
94	95	24.73	7.521.69	868.83	2.99	43.56	3.5232	67.45	0.353	7.73	35.83	904.861	61.86	43.56	1.99	30.15	0.99	73.71	104.67	125	4.19	1250.25	PVC 2 1/2" x 160 psi
RAMAL 21 R: 21: Casas 4 = 0.1032																							
95	A	21.89	7.543.58	862.82	6.01	49.57	0.1032	23.52	0.07667	7.81	41.76	904.865	70.39	49.57	0.13	7.26	0.24	56.83	80.70	100	3.71	1253.96	PVC 3/4" x 250 psi
A	A-1	22.85	7.566.43	860.82	2.00	51.57	0.0258	18.19	0.02148	7.83	43.74	904.863	73.23	51.57	0.07	6.12	0.20	57.69	81.91	100	3.87	1257.84	PVC 1/2" x 315 psi
A	B	12	7.578.43	863.48	-0.66	48.91	0.2000	23.52	0.14312	7.95	40.96	904.442	69.45	48.91	0.13	14.08	0.46	62.99	89.44	100	2.03	1259.87	PVC 3/4" x 250 psi
B	B-1	18	7.596.43	865.48	-2.00	46.91	0.0258	18.19	0.01692	7.97	38.94	904.425	66.61	46.91	0.06	6.12	0.20	53.03	75.30	80	3.05	1262.92	PVC 1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																							
95	96	12	7.608.43	866.83	2.00	45.56	3.4200	67.45	0.162	7.89	37.67	904.899	64.70	45.56	2.02	29.27	0.96	74.83	106.26	125	2.03	1264.95	PVC 2 1/2" x 160 psi
RAMAL 22 R: 22: Casas 2 = 0.0516																							
96	A	12	7.620.43	867.39	-0.56	45.00	0.2000	23.52	0.14312	8.03	36.97	904.866	63.90	45.00	0.12	14.08	0.46	59.08	83.89	100	2.03	1266.99	PVC 3/4" x 250 psi
A	A-1	18	7.638.43	868.39	-1.00	44.00	0.0258	18.19	0.01692	8.05	35.95	904.339	62.48	44.00	0.06	6.12	0.20	50.12	71.17	80	3.05	1270.04	PVC 1/2" x 315 psi





E	P.O.	DM	DM-AC	COTA	AH	AH-AC	Q	D	HF	HF-AC	PD	COTA LINEA PIEZ	PRESION PSI	Q.E. LPS	G.A. IN	V. MS	PEST GA M	PSI REAL	PSI TUB	# TUB	ACUM TUB	OBS.	PSI - DIAMETRO
LINEA PRINCIPAL																							
97	98	24.41	7.704.84	863.82	1.00	48.57	3.3168	67.45	0.312	8.36	40.21	904.0300	68.67	48.57	2.07	28.39	76.95	109.28	125	4.14	1281.30	PVC	2 1/2" x 160 ps
RAMAL 24																							
R 24: Casas 2 = 0.0516																							
98	A	12	7.716.84	862.94	0.88	49.45	0.2000	23.52	0.14312	8.50	40.95	903.887	70.22	49.45	0.13	14.08	63.53	90.21	100	2.03	1283.33	PVC	3/4" x 250 psi
98	A	12	7.728.84	861.94	1.00	50.45	0.0258	18.19	0.01128	8.51	41.94	903.875	71.64	50.45	0.06	6.12	56.57	80.32	100	2.03	1285.36	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																							
98	99	12	7.740.84	864.21	-0.39	48.19	3.2652	67.45	0.149	8.51	39.67	903.881	68.42	48.18	2.06	27.95	76.13	108.10	125	2.03	1287.40	PVC	2 1/2" x 160 ps
SECTOR 3																							
5 Casas = 0.1548 Lis																							
99	100	20.79	7.761.63	868.20	-3.99	44.19	0.1548	23.52	0.154	8.66	35.53	903.727	62.75	44.19	0.12	10.90	55.09	78.22	80	3.52	1290.92	PVC	3/4" x 250 psi
100	100.10	12	7.773.63	869.20	-1.00	43.19	0.0258	18.19	0.011	8.67	34.52	903.715	61.33	43.19	0.06	6.16	49.31	70.01	80	2.03	1292.95	PVC	1/2" x 315 psi
100	101	18.61	7.792.24	870.20	-2.00	42.19	0.1290	23.52	0.069	8.76	33.43	903.628	59.91	42.19	0.12	9.08	51.27	72.80	80	3.15	1296.11	PVC	3/4" x 250 psi
101	101.10	12	7.804.24	870.49	-0.29	41.90	0.0258	18.19	0.011	8.77	33.13	903.617	59.50	41.90	0.06	6.16	48.02	68.18	80	2.03	1298.14	PVC	1/2" x 315 psi
101	102	12	7.816.24	871.20	-1.00	41.19	0.1032	23.52	0.042	8.80	32.39	903.586	58.48	41.19	0.11	7.26	48.45	68.80	80	2.03	1300.18	PVC	3/4" x 250 psi
102	102.10	12	7.828.24	870.21	0.99	42.18	0.0258	18.19	0.011	8.82	33.36	903.575	59.90	42.18	0.06	6.16	48.30	68.58	80	2.03	1302.21	PVC	1/2" x 315 psi
102	103	18	7.846.24	873.20	-2.00	39.19	0.2800	23.52	0.400	9.20	29.99	903.186	55.65	39.19	0.11	19.71	58.90	83.64	100	3.05	1305.26	PVC	3/4" x 250 psi
103	103.10	12	7.858.24	872.16	1.04	40.23	0.0258	18.19	0.011	9.22	31.01	903.174	57.13	40.23	0.06	6.16	46.35	65.81	80	2.03	1307.30	PVC	1/2" x 315 psi
103	104	30.33	7.886.57	875.20	-2.00	37.19	0.2000	23.52	0.362	9.57	27.62	902.824	52.81	37.19	0.11	14.08	51.27	72.80	80	5.14	1312.44	PVC	3/4" x 250 psi
104	104.10	12	7.900.57	874.20	1.00	38.19	0.0258	18.19	0.011	9.58	28.61	902.813	54.23	38.19	0.06	6.16	44.31	62.91	80	2.03	1314.47	PVC	1/2" x 315 psi
104	105	25.24	7.925.81	877.20	-2.00	35.19	0.2000	23.52	0.301	9.87	25.32	902.523	49.97	35.19	0.10	14.08	49.27	69.96	80	4.28	1318.75	PVC	3/4" x 250 psi
105	105.10	12	7.937.81	877.57	-0.37	34.82	0.0258	18.19	0.011	9.88	24.94	902.512	49.44	34.82	0.05	6.16	40.94	58.13	80	2.03	1320.78	PVC	1/2" x 315 psi
REGRESANDO A LINEA PRINCIPAL																							
99	106	12	7.946.81	865.20	1.01	49.19	3.1104	67.45	0.136	8.65	40.54	903.745	69.85	49.19	2.05	28.62	75.81	107.65	125	2.03	1322.82	PVC	2 1/2" x 160 ps
106	106.10	12	7.961.81	864.20	-1.00	48.19	0.0258	18.19	0.011	8.66	39.53	903.733	68.43	48.19	0.05	6.16	54.31	77.11	80	2.03	1324.85	PVC	1/2" x 315 psi
106	107	12	7.973.81	863.56	-0.36	48.83	3.0846	67.45	0.134	8.78	40.05	903.611	69.34	48.83	2.04	26.40	75.23	106.83	125	2.03	1326.88	PVC	2 1/2" x 160 ps
SECTOR 4																							
4 Casas = 0.1032 Lis																							
107	108	20.79	7.994.60	868.20	-4.64	44.19	0.1032	23.52	0.073	8.85	35.34	903.538	62.75	44.19	0.12	7.26	51.45	73.06	80	3.52	1330.41	PVC	3/4" x 250 psi
108	108.10	12	8.006.60	865.56	2.64	46.83	0.0258	18.19	0.011	8.86	37.97	903.527	66.50	46.83	0.06	6.16	52.95	75.18	80	2.03	1332.44	PVC	1/2" x 315 psi
108	108.20	12	8.016.60	865.56	4.64	48.83	0.0258	18.19	0.011	8.86	39.97	903.527	69.34	48.83	0.06	6.16	54.95	78.02	80	2.03	1334.48	PVC	1/2" x 315 psi
108	109	18.39	8.036.99	868.56	-0.36	43.83	0.2000	23.52	0.219	9.07	34.76	903.319	62.24	43.83	0.12	14.08	57.91	82.23	100	3.12	1337.59	PVC	3/4" x 250 psi
109	109.10	12	8.046.99	865.56	2.88	46.81	0.0258	18.19	0.011	9.08	37.73	903.307	66.47	46.81	0.06	6.16	52.93	75.16	80	2.03	1339.63	PVC	1/2" x 315 psi
109	110	19.57	8.066.56	870.56	-2.00	41.83	0.2000	23.52	0.233	9.30	32.53	903.085	59.40	41.83	0.11	14.08	55.91	79.39	80	3.32	1342.94	PVC	3/4" x 250 psi
110	110.10	12	8.080.56	868.56	2.00	43.83	0.0258	18.19	0.011	9.32	34.51	903.074	62.24	43.83	0.06	6.16	49.95	70.92	80	2.03	1344.98	PVC	1/2" x 315 psi
REGRESANDO A LINEA PRINCIPAL																							
107	111	12	8.092.56	865.57	-0.01	48.82	2.9814	67.45	0.126	8.91	39.91	903.485	69.32	48.82	2.03	25.52	74.34	105.56	125	2.03	1347.01	PVC	2 1/2" x 160 ps
111	111.10	12	8.104.56	862.56	0.99	49.81	0.0258	18.19	0.011	8.92	40.89	903.474	70.73	49.81	0.06	6.16	55.93	79.42	80	2.03	1349.04	PVC	1/2" x 315 psi
111	112	12	8.116.56	862.79	0.78	49.60	2.9556	67.45	0.124	9.03	40.57	903.361	70.43	49.60	2.04	25.30	74.90	106.35	125	2.03	1351.08	PVC	2 1/2" x 160 ps
112	112.10	12	8.128.56	863.26	-0.47	49.13	0.0258	18.19	0.011	9.04	40.09	903.350	69.76	49.13	0.06	6.16	55.25	78.45	80	2.03	1353.11	PVC	1/2" x 315 psi
112	113	12	8.140.56	861.76	1.01	50.61	2.9288	67.45	0.122	9.15	41.46	903.239	71.87	50.61	2.06	25.07	75.68	107.47	125	2.03	1355.15	PVC	2 1/2" x 160 ps

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.  
PROFESOR: ALBERTO SANCHEZ  
MAESTRO: JUAN CARLOS SANCHEZ  
ALUMNO: JUAN CARLOS SANCHEZ  
MATERIA: SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
TITULO: Proyecto de Instalación de un Sistema de Abastecimiento de Agua para la Unidad de Práctica y E.P.S.  
FECHA: 2023-08-15  
Lugar de Práctica: Unidad de Práctica y E.P.S.

E	P.O.	DM	DMAC	COTA	AH	AHAC	Q	D	HF	HFAC	PD	COTA	PRESION	QE	G.A.	V	P.E.S.T	PSI	#	ACUM	PSI -				
			M	M	M	M	LPS	MM	M	M	M	M	PSI	LPS	M	M	G/M	TUB	TUB	OBS.	DIAMETRO				
RAMAL 25																									
	113	A	12	8.152.56	860.79	0.99	51.60	0.2000	23.52	0.14312	9.29	42.31	903.096	73.27	51.80	0.13	14.08	0.46	65.68	93.26	100	2.03	1357.18	PVC	3/4" x 250 psi
	A	A-1	12	8.164.56	861.04	-0.25	51.35	0.0258	18.19	0.01128	9.31	42.04	903.085	72.92	51.35	0.06	6.12	0.20	57.47	81.80	100	2.03	1359.21	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL REGRESANDO SECTOR 5																									
	113	114	12	8.176.56	869.79	1.99	52.06	2.8782	55.70	0.299	9.45	43.15	902.940	74.69	52.60	1.26	36.12	1.18	88.72	125.99	160	2.03	1361.25	PVC	2" x 160 psi
	114	115	12	8.194.56	860.33	-0.54	52.06	2.8782	55.70	0.449	9.90	42.16	902.491	73.93	52.06	1.25	36.12	1.18	88.18	125.22	160	3.05	1364.30	PVC	2" x 160 psi
SECTOR 5																									
6 Casas = 0.1548 Lis																									
RAMAL 26																									
	115	A	18	8.212.56	853.33	7.00	59.06	0.2000	23.52	0.21469	10.11	48.95	902.276	83.87	59.06	0.13	14.08	0.46	73.14	103.85	125	3.05	1367.35	PVC	3/4" x 250 psi
	A	A-1	18	8.230.56	851.33	2.00	61.06	0.0258	18.19	0.01692	10.13	50.93	902.259	86.71	61.06	0.07	6.12	0.20	67.18	95.39	100	3.05	1370.40	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL REGRESANDO SECTOR 5																									
	115	116	18	8.248.56	854.330	6.00	58.06	0.1032	23.52	0.063	9.96	48.10	902.428	82.45	58.06	0.13	7.264	0.24	65.32	92.76	100	3.05	1373.45	PVC	3/4" x 250 psi
	116	116.10	12	8.260.56	857.34	-3.01	55.05	0.0258	18.19	0.011	9.97	45.08	902.416	78.17	55.05	0.06	6.116	0.20	61.17	86.86	100	2.03	1375.49	PVC	1/2" x 315 psi
	116	117	12	8.272.56	854.64	-0.31	57.75	0.0774	23.52	0.025	9.99	47.76	902.403	82.01	57.75	0.13	5.45	0.18	63.20	89.74	100	2.03	1377.52	PVC	3/4" x 250 psi
	117	117.10	12	8.284.56	857.61	-2.97	54.78	0.0258	18.19	0.011	10.00	44.78	902.392	77.79	54.78	0.06	6.116	0.20	60.90	86.47	100	2.03	1379.55	PVC	1/2" x 315 psi
	117	118	29.60	8.314.16	855.57	-0.93	56.82	0.2000	23.52	0.353	10.34	46.48	902.050	80.68	56.82	0.13	14.08	0.46	70.90	100.67	125	5.02	1384.57	PVC	3/4" x 250 psi
	118	118.10	12	8.326.16	860.56	-4.99	51.83	0.0258	18.19	0.011	10.35	41.48	902.039	73.60	51.83	0.06	6.116	0.20	57.95	82.28	100	2.03	1386.60	PVC	1/2" x 315 psi
	118	118.20	21.19	8.347.35	858.56	-2.99	53.83	0.0258	18.19	0.020	10.36	43.47	902.030	76.44	53.83	0.06	6.116	0.20	59.95	85.12	100	3.59	1390.20	PVC	1/2" x 315 psi
REGRESANDO A LINEA PRINCIPAL																									
	115	119	18	8.365.35	854.34	5.99	58.05	2.7234	55.70	0.405	10.30	47.75	902.085	82.43	58.05	1.31	34.18	1.12	92.23	130.97	160	3.05	1393.25	PVC	2" x 160 psi
	119	119.10	12	8.377.35	855.34	-1.00	57.05	0.0258	18.19	0.011	10.32	46.73	902.074	81.01	57.05	0.07	6.116	0.20	63.17	89.70	100	2.03	1395.28	PVC	1/2" x 315 psi
	119	120	21.58	8.398.33	854.64	-0.30	57.75	2.6976	55.70	0.478	10.78	46.97	901.608	82.01	57.75	1.30	33.86	1.11	91.61	130.08	160	3.66	1398.94	PVC	2" x 160 psi
	120	120.10	12	8.410.33	853.63	1.01	58.76	0.0258	18.19	0.011	10.79	47.97	901.596	83.44	58.76	0.07	6.116	0.20	64.88	92.12	100	2.03	1400.97	PVC	1/2" x 315 psi
	120	120.20	12	8.422.33	855.86	-1.02	56.73	0.0258	18.19	0.011	10.79	45.94	901.596	80.56	56.73	0.07	6.116	0.20	62.85	89.24	100	2.03	1403.01	PVC	1/2" x 315 psi
	120	121	12	8.434.33	855.63	-0.99	55.76	2.6460	55.70	0.256	11.04	45.72	901.351	80.60	55.76	1.29	33.21	1.09	89.97	127.75	160	2.03	1405.04	PVC	2" x 160 psi
SECTOR 6																									
17 Casas = 0.1386 Lis																									
	121	186	27.49	8.462.42	852.63	3.00	59.76	0.4396	23.52	1.404	12.44	47.32	899.946	84.66	59.76	0.13	30.87	1.01	90.63	128.70	160	4.66	1409.70	PVC	3/4" x 250 psi
	186	186.10	12	8.474.42	851.63	1.00	60.76	0.0258	18.19	0.011	12.45	48.31	899.936	86.28	60.76	0.07	6.116	0.20	66.88	94.96	100	2.03	1411.73	PVC	1/2" x 315 psi
	186	187	18	8.492.42	852.95	-0.32	59.44	0.4128	23.52	0.822	13.26	46.18	899.126	84.40	59.44	0.13	29.06	0.95	88.50	125.66	160	3.05	1414.78	PVC	3/4" x 250 psi
	187	187.10	12	8.504.42	853.33	-0.38	59.06	0.0258	18.19	0.011	13.28	45.78	899.115	83.87	59.06	0.07	6.116	0.20	65.18	92.55	100	2.03	1416.82	PVC	1/2" x 315 psi
	187	188	18	8.522.42	853.35	-0.40	59.04	0.3870	23.52	0.729	13.99	45.05	898.397	83.84	59.04	0.13	27.24	0.89	86.28	122.52	125	3.05	1419.87	PVC	3/4" x 250 psi
RAMAL 42																									
	188	A	12	8.534.42	854.35	-1.00	58.04	0.2000	23.52	0.14312	14.14	43.90	898.254	82.42	58.04	0.13	14.08	0.46	72.12	102.41	125	2.03	1421.90	PVC	3/4" x 250 psi
	A	A-1	21.28	8.555.70	854.96	-0.61	57.43	0.0258	18.19	0.02000	14.16	43.27	898.234	81.55	57.43	0.06	6.12	0.20	63.55	90.24	100	3.61	1425.51	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL REGRESANDO SECTOR 6																									
	188	189	12	8.567.70	853.31	-0.46	58.58	0.3354	23.52	0.373	14.37	44.21	898.024	83.18	58.58	0.13	23.61	0.77	82.19	116.71	125	2.03	1427.54	PVC	3/4" x 250 psi
	189	189.10	12	8.579.70	854.33	-0.52	58.06	0.0258	18.19	0.011	14.38	43.68	898.013	82.45	58.06	0.07	6.116	0.20	64.18	91.13	100	2.03	1429.58	PVC	1/2" x 315 psi
	189	190	19.24	8.598.94	853.90	-0.09	58.49	0.3096	23.52	0.515	14.88	43.61	897.509	83.06	58.49	0.13	21.79	0.71	80.28	114.00	125	3.26	1432.84	PVC	3/4" x 250 psi



E	P.O.	DM	DMAC	COTA	AH	AHAC	O <sub>3</sub>	D	HF	HFAC	PD	COTA	PRESON	QE	G.A.	V	PEST	PSI	PSI	PSI	ACUM	OBS.	PSI -	
			M	M	M	M	LPS	MM	M	M	M	LPS	PSI	LPS	M	M/S	M	REAL	TUB	TUB	TUB	TUB	DIAMETRO	
RAMAL 43																								
							R 43: Casos 3 = 0.0774																	
190	A	18	8.616.94	854.48	-0.58	57.91	0.0774	23.52	0.03700	14.92	42.99	897.472	82.23	57.91	0.13	6.12	0.20	64.03	90.92	100	3.05	1435.89	PVC	3/4" x 250 psi
A	B	18	8.654.94	854.90	-0.42	57.49	0.2000	23.52	0.21489	15.13	42.36	897.257	81.54	57.49	0.13	14.08	0.46	71.57	101.63	125	3.05	1438.94	PVC	1/2" x 315 psi
B	B-1	19.66	8.654.90	855.89	-0.99	56.50	0.0258	18.19	0.01848	15.15	41.35	897.239	80.23	56.50	0.06	6.12	0.20	62.82	88.92	100	3.33	1442.27	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
REGRESANDO SECTOR 6																								
190	191	20.31	8.674.91	854.17	-0.27	58.22	0.2322	23.52	0.319	15.20	43.02	897.189	82.67	58.22	0.13	16.34	0.53	74.56	105.88	125	3.44	1445.71	PVC	3/4" x 250 psi
191	191.10	30.89	8.705.90	854.32	-0.15	58.07	0.0258	18.19	0.029	15.23	42.84	897.160	82.46	58.07	0.06	6.116	0.20	64.19	91.14	100	5.24	1450.95	PVC	1/2" x 315 psi
191	192	12	8.717.90	855.18	-1.01	57.21	0.2064	23.52	0.152	15.35	41.86	897.038	81.24	57.21	0.13	14.53	0.48	71.74	101.87	125	2.03	1452.98	PVC	3/4" x 250 psi
192	192.10	12	8.729.90	854.17	1.01	58.22	0.0258	18.19	0.011	15.36	42.86	897.026	82.67	58.22	0.06	6.116	0.20	64.34	91.36	100	2.03	1455.02	PVC	1/2" x 315 psi
192	193	18	8.747.90	856.17	-0.99	56.22	0.1806	23.52	0.178	15.53	40.99	896.960	79.93	56.22	0.13	12.71	0.42	68.93	97.88	100	3.05	1458.07	PVC	3/4" x 250 psi
193	193.10	12	8.759.90	855.17	1.00	57.22	0.0258	18.19	0.011	15.54	41.88	896.848	81.25	57.22	0.06	6.116	0.20	63.34	89.94	100	2.03	1460.10	PVC	1/2" x 315 psi
194	194.10	35.78	8.814.79	858.18	-1.00	54.21	0.0258	18.19	0.032	15.72	38.49	896.871	76.98	54.21	0.06	6.116	0.20	60.33	85.66	100	5.72	1469.42	PVC	3/4" x 250 psi
194	195	26.55	8.841.34	858.17	-0.99	54.22	0.1290	23.52	0.141	15.83	38.39	896.652	76.99	54.22	0.12	9.08	0.30	63.30	88.89	100	4.50	1473.92	PVC	3/4" x 250 psi
195	195.10	44.63	8.865.97	861.17	-3.00	51.22	0.0258	18.19	0.042	15.87	35.35	896.520	72.73	51.22	0.06	6.116	0.20	57.34	81.42	100	7.56	1481.49	PVC	1/2" x 315 psi
196	196.10	12	8.922.40	859.70	-0.53	52.69	0.0258	18.19	0.011	15.93	36.76	896.465	74.82	52.69	0.06	6.116	0.20	58.81	83.50	100	2.03	1487.66	PVC	1/2" x 315 psi
196	197	20.54	8.942.94	860.51	-0.34	52.88	0.2800	23.52	0.457	16.37	36.51	896.019	75.09	52.88	0.12	19.71	0.64	72.59	103.08	125	3.48	1491.14	PVC	3/4" x 250 psi
197	197.10	12	8.954.94	860.51	-1.00	51.88	0.0258	18.19	0.011	16.38	35.50	896.008	73.67	51.88	0.06	6.116	0.20	58.00	82.35	100	2.03	1493.18	PVC	1/2" x 315 psi
197	198	12	8.965.94	860.51	-1.00	51.88	0.2000	23.52	0.143	16.51	35.37	895.876	73.67	51.88	0.12	14.08	0.46	65.96	93.66	100	2.03	1495.21	PVC	3/4" x 250 psi
198	198.10	12	8.978.94	861.51	-1.00	50.88	0.0258	18.19	0.011	16.53	34.35	895.865	72.25	50.88	0.06	6.116	0.20	57.00	80.93	100	2.03	1497.24	PVC	1/2" x 315 psi
198	199	12	8.990.94	861.15	-0.64	51.24	0.2000	23.52	0.143	16.66	34.58	895.733	72.76	51.24	0.12	14.08	0.46	65.32	92.75	100	2.03	1499.28	PVC	3/4" x 250 psi
199	199.10	12	9.002.94	862.17	-1.02	50.22	0.0258	18.19	0.011	16.67	33.55	895.722	71.31	50.22	0.06	6.116	0.20	56.34	80.00	80	2.03	1501.31	PVC	1/2" x 315 psi
SECTOR 7																								
19 Casos = 0.4902 Lis																								
121	172	12	9.014.94	854.72	0.91	57.67	0.4902	23.52	0.753	11.79	44.97	900.598	81.89	57.67	0.13	34.50	1.13	92.17	130.89	160	2.03	1503.35	PVC	3/4" x 250 psi
172	172.10	12	9.026.94	856.71	-1.99	55.68	0.0258	18.19	0.011	11.80	43.98	900.587	79.07	55.68	0.06	6.116	0.20	61.80	87.75	100	2.03	1505.38	PVC	1/2" x 315 psi
172	172.20	12	9.038.94	854.99	-0.27	57.40	0.0258	18.19	0.011	11.80	45.80	900.587	81.51	57.40	0.06	6.116	0.20	63.52	90.19	100	2.03	1507.41	PVC	1/2" x 315 psi
172	173	12	9.050.94	855.31	-0.59	57.08	0.4386	23.52	0.613	12.40	44.88	899.986	81.05	57.08	0.12	30.87	1.01	87.95	124.89	125	2.03	1509.45	PVC	3/4" x 250 psi
173	174	18	9.068.94	856.01	-0.70	56.38	0.4386	23.52	0.919	13.32	43.05	899.066	80.06	56.38	0.12	30.87	1.01	87.25	123.90	125	3.05	1512.50	PVC	3/4" x 250 psi
174	174.10	12	9.080.94	856.35	-0.34	56.04	0.0258	18.19	0.011	13.33	42.71	899.055	79.58	56.04	0.06	6.116	0.20	62.16	88.26	100	2.03	1514.53	PVC	1/2" x 315 psi
174	175	12	9.092.94	857.01	-1.00	55.38	0.4128	23.52	0.548	13.87	41.51	898.519	78.54	55.38	0.12	29.06	0.95	84.44	119.90	125	2.03	1516.57	PVC	3/4" x 250 psi
175	175.10	12	9.104.94	856.01	1.00	56.38	0.0258	18.19	0.011	13.88	42.50	898.507	80.06	56.38	0.06	6.116	0.20	62.50	88.74	100	2.03	1518.60	PVC	1/2" x 315 psi
175	176	12	9.116.94	857.46	-0.45	54.83	0.3870	23.52	0.466	14.36	40.57	898.033	78.00	54.83	0.12	27.24	0.89	82.17	116.68	125	2.03	1520.63	PVC	3/4" x 250 psi
RAMAL 38																								
R 38: Casos 3 = 0.0774																								
176	A	18	9.134.94	859.46	-2.00	52.93	0.2800	23.52	0.40034	14.76	38.17	897.532	75.16	52.93	0.12	19.71	0.64	72.64	103.15	125	3.05	1523.69	PVC	3/4" x 250 psi
A	B	18	9.152.94	860.47	-1.01	51.92	0.2000	23.52	0.21489	14.97	36.95	897.418	73.73	51.92	0.12	14.08	0.46	68.00	93.72	100	3.05	1526.74	PVC	1/2" x 315 psi
B	B-1	25.18	9.178.04	859.46	1.01	52.93	0.0258	18.19	0.02359	15.00	37.93	897.394	75.16	52.93	0.06	6.12	0.20	59.05	83.85	100	4.25	1530.99	PVC	1/2" x 315 psi



E	P.O.	DI	DMAC	COTA	AH	AHAC	Q	D	HF	HFAC	PD	COTA	PREST	OE	GA	V	P. EST	PSI	#	ACUM	PSI	DIÁMETRO	
			M	M	M	M	LPS	M	M	M	M	M	M	LPS	M	M/S	PSI	TUB	TUB	TUB	DIÁMETRO		
LINEA PRINCIPAL																							
REGRESANDO SECTOR 7																							
176	177	12	9.190.04	858.46	-1.00	53.93	0.3096	23.52	0.321	14.68	39.25	897.711	76.58	53.93	0.12	21.79	75.72	107.52	125	2.03	1533.02	PVC 3/4" x 250 psi	
177	177-10	12	9.202.04	857.46	1.00	54.93	0.0258	18.19	0.011	14.69	40.24	897.700	78.00	54.93	0.06	6.118	61.05	86.89	100	2.03	1535.06	PVC 1/2" x 315 psi	
177	178	12	9.214.04	859.46	1.00	52.93	0.2838	23.52	0.274	14.95	37.98	897.438	75.16	52.93	0.12	19.98	66.5	72.91	103.53	125	2.03	1537.09	PVC 3/4" x 250 psi
178	179	18	9.232.04	860.02	-0.56	52.37	0.2838	23.52	0.410	15.36	37.01	897.027	74.37	52.37	0.12	19.98	66.5	72.35	102.73	125	3.05	1540.14	PVC 3/4" x 250 psi
179	180	12	9.244.04	862.03	-2.01	50.36	0.2838	23.52	0.274	15.64	34.72	896.754	71.51	50.36	0.12	19.98	66.5	70.34	99.88	100	2.03	1542.18	PVC 3/4" x 250 psi
180	180-10	12	9.256.04	862.62	-0.59	49.77	0.0258	18.19	0.011	15.65	34.12	896.742	70.67	49.77	0.06	6.116	61.05	79.36	80	2.03	1544.21	PVC 1/2" x 315 psi	
180	181	12	9.268.04	863.02	-0.99	49.37	0.2580	23.52	0.229	15.87	33.50	896.524	70.11	49.37	0.11	18.16	67.53	95.89	100	2.03	1546.24	PVC 3/4" x 250 psi	
181	182	12	9.280.04	863.02	1.00	48.37	0.2580	23.52	0.229	16.10	32.26	896.296	68.69	48.37	0.11	18.16	67.53	94.47	100	2.03	1548.28	PVC 3/4" x 250 psi	
182	182-10	12	9.292.04	863.02	1.00	49.37	0.0258	18.19	0.011	16.11	33.26	896.284	70.11	49.37	0.06	6.116	61.05	78.79	80	2.03	1550.31	PVC 1/2" x 315 psi	
182	183	12	9.304.04	865.02	-1.00	47.37	0.2322	23.52	0.189	16.28	31.09	896.106	67.27	47.37	0.11	16.34	63.71	90.47	100	2.03	1552.35	PVC 3/4" x 250 psi	
RAMAL 39																							
R 39: Casas 4 = 0.1032																							
183	A	26.26	9.330.30	869.02	-3.00	44.37	0.2000	23.52	0.31320	16.60	27.77	895.793	63.01	44.37	0.11	14.08	64.5	83.00	100	4.45	1556.80	PVC 3/4" x 250 psi	
183	A-1	12	9.342.30	868.53	-0.61	43.76	0.0258	18.19	0.01128	16.61	27.15	895.762	62.14	43.76	0.05	6.12	62.44	88.66	80	2.03	1558.83	PVC 1/2" x 315 psi	
183	B	12	9.354.30	864.03	0.98	48.36	0.2000	23.52	0.14312	16.43	31.93	895.953	68.67	48.36	0.11	14.08	62.44	88.66	100	2.03	1560.87	PVC 3/4" x 250 psi	
183	B-1	12	9.366.30	863.02	1.01	49.37	0.0258	18.19	0.01128	16.44	32.93	895.952	70.11	49.37	0.06	6.12	62.44	88.66	80	2.03	1562.90	PVC 1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																							
REGRESANDO SECTOR 7																							
183	184	23.41	9.389.71	864.02	1.00	48.37	0.1290	23.52	0.124	16.41	31.96	895.952	68.69	48.37	0.11	9.08	67.45	81.58	100	3.97	1566.87	PVC 3/4" x 250 psi	
RAMAL 40																							
R 40: Casas 3 = 0.0774																							
184	A	21.12	9.410.83	862.02	2.00	50.37	0.2800	23.52	0.46973	16.88	33.49	895.512	71.53	50.37	0.12	19.71	64.5	70.08	99.51	100	3.58	1570.45	PVC 3/4" x 250 psi
184	B	12	9.422.83	860.02	2.00	52.37	0.2000	23.52	0.14312	17.02	35.35	895.368	74.37	52.37	0.12	14.08	66.45	94.36	100	2.03	1572.48	PVC 3/4" x 250 psi	
184	B-1	12	9.434.83	859.02	1.00	53.37	0.0258	18.19	0.01128	17.03	36.34	895.358	75.79	53.37	0.06	6.12	62.44	88.66	80	2.03	1574.51	PVC 1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																							
REGRESANDO SECTOR 7																							
184	185	29.83	9.464.66	861.02	3.00	51.37	0.2000	23.52	0.356	16.76	34.61	895.626	72.95	51.37	0.12	14.08	66.45	92.94	100	5.06	1579.57	PVC 3/4" x 250 psi	
RAMAL 41																							
R 41: Casas 2 = 0.0516																							
185	A	12	9.476.66	862.02	-1.00	50.37	0.0516	18.19	0.04072	16.80	33.57	895.586	71.53	50.37	0.06	6.12	62.44	88.66	100	2.03	1581.60	PVC 3/4" x 250 psi	
185	A-1	18.61	9.495.27	859.02	3.00	53.37	0.0258	18.19	0.01749	16.82	36.55	895.568	75.79	53.37	0.06	6.12	62.44	88.66	100	3.15	1584.76	PVC 1/2" x 315 psi	
REGRESANDO A LINEA PRINCIPAL																							
121	122	39.90	9.535.17	860.54	-5.01	51.75	1.7172	55.70	0.383	11.42	40.33	900.869	73.49	51.75	1.15	21.55	67.0	73.30	104.09	125	6.76	1591.52	PVC 2" x 160 psi
SECTOR 8																							
B Casas = 0.2064 Lis																							
122	123	12	9.547.17	861.53	-0.96	50.76	0.2064	23.52	0.162	11.57	43.81	900.817	72.08	50.76	0.11	14.53	65.29	92.71	100	2.03	1593.55	PVC 3/4" x 250 psi	
RAMAL 27																							
R 27: Casas 2 = 0.0516																							
123	A	18	9.565.17	859.53	2.00	52.76	0.2000	23.52	0.21469	11.79	40.97	900.602	74.92	52.76	0.12	14.08	66.84	94.91	100	3.05	1596.61	PVC 3/4" x 250 psi	
123	A-1	12	9.577.17	860.13	-0.50	52.26	0.0258	18.19	0.01128	11.80	40.46	900.591	74.21	52.26	0.06	6.12	62.44	88.66	100	2.03	1598.64	PVC 1/2" x 315 psi	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.  
SERVICIO DE PRACTICAS Y PROYECTOS  
ALUMNO: ALVARO JAVIER...  
MATERIA: SISTEMAS DE ALIMENTACION DE AGUA  
FECHA: ...

E	P.O.	DM	DMAC	COTA	AM	AMAC	Q	D	HF	HFAC	PD	COTA	PRESSION	QE	G.A.	V	P.EST	PSI	PSI	#	ACUM	PSI -		
							LPS	MM	M	M	M	LPS	PSI	LPS	M	M/S	M	REAL	TUB	TUB	TUB	DIAMETRO		
LINEA PRINCIPAL																								
123	124	12	9.589.17	860.70	0.93	51.69	0.1548	23.52	0.089	11.66	41.27	900.728	73.40	51.69	0.12	10.90	0.36	62.59	88.87	100	2.03	1600.67	PVC	3/4" x 250 psi
124	124.10	12	9.601.17	861.69	-0.99	50.70	0.0258	18.19	0.011	11.67	39.03	900.717	71.99	50.70	0.06	6.116	0.20	56.82	80.68	100	2.03	1602.71	PVC	1/2" x 315 psi
124	125	18	9.619.17	861.01	-0.31	51.38	0.1290	23.62	0.095	11.76	39.82	900.633	72.96	51.38	0.11	9.08	0.30	60.46	85.85	100	3.05	1605.76	PVC	3/4" x 250 psi
125	125.10	12	9.631.17	862.00	-0.99	50.39	0.0258	18.19	0.011	11.77	38.62	900.621	71.55	50.39	0.06	6.116	0.20	56.51	80.24	100	2.03	1607.79	PVC	1/2" x 315 psi
125	126	12	9.643.17	861.49	-0.48	50.90	0.1032	23.52	0.042	11.80	39.10	900.591	72.28	50.90	0.11	7.26	0.24	58.16	82.59	100	2.03	1609.83	PVC	3/4" x 250 psi
126	127	18	9.673.17	862.48	-0.99	49.91	0.2800	23.52	0.400	12.20	37.71	900.190	70.87	49.91	0.11	19.71	0.64	69.62	98.86	100	3.05	1614.91	PVC	3/4" x 250 psi
127	127.10	26.44	9.701.61	864.48	-2.00	47.91	0.0258	18.19	0.027	12.23	35.68	900.164	68.03	47.91	0.06	6.116	0.20	54.03	76.72	80	4.82	1619.73	PVC	1/2" x 315 psi
127	127.20	12	9.713.61	863.07	-0.59	49.32	0.0258	18.19	0.011	11.81	38.09	900.579	70.86	49.32	0.06	6.116	0.20	55.44	78.72	80	2.03	1621.77	PVC	1/2" x 315 psi
127	128	18.27	9.731.88	863.49	-1.01	48.90	0.2000	23.52	0.218	12.42	36.48	899.972	69.44	48.90	0.11	14.08	0.46	62.98	89.43	100	3.10	1624.86	PVC	3/4" x 250 psi
128	128.10	12	9.743.88	863.92	-0.33	48.57	0.0258	18.19	0.011	12.43	36.14	899.961	68.97	48.57	0.06	6.116	0.20	54.69	77.65	80	2.03	1626.90	PVC	1/2" x 315 psi
REGRESANDO A LINEA PRINCIPAL																								
122	129	26.44	9.770.32	863.63	-2.99	48.76	1.5108	44.55	0.594	12.01	36.75	900.375	69.24	48.76	0.61	29.64	0.97	78.40	111.33	125	4.48	1631.38	PVC	1/2" x 160 ps
129	130	22.05	9.792.37	864.63	-1.00	47.76	1.5108	44.55	0.495	12.51	35.25	899.880	67.82	47.76	0.60	29.64	0.97	77.40	109.91	125	3.74	1635.11	PVC	1/2" x 160 ps
RAMAL 28																								
R 28: Casas 3 = 0.0774																								
130	A	12	9.804.37	863.63	1.00	48.76	0.2000	23.52	0.14312	12.65	36.11	899.737	69.24	48.76	0.11	14.08	0.46	62.84	89.23	100	2.03	1637.15	PVC	3/4" x 250 psi
A	A-1	12	9.816.37	863.97	-0.34	48.42	0.0258	18.19	0.01128	12.66	35.76	899.725	68.76	48.42	0.06	6.12	0.20	54.54	77.44	80	2.03	1639.18	PVC	1/2" x 315 psi
130	B	12	9.828.37	866.28	-0.65	47.11	0.0258	18.19	0.01128	12.52	34.59	899.969	66.90	47.11	0.05	6.12	0.20	53.23	75.58	80	2.03	1641.22	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
130	131	18	9.846.37	865.63	-1.00	46.76	1.4534	55.70	0.124	12.63	34.13	899.756	66.40	46.76	1.08	17.89	0.59	64.75	91.94	100	3.05	1644.27	PVC	2" x 160 psi
131	131.10	12	9.858.37	864.63	1.00	47.76	0.0258	18.19	0.011	12.64	35.12	899.745	67.82	47.76	0.06	6.116	0.20	53.88	76.50	80	2.03	1646.30	PVC	1/2" x 315 psi
131	132	12	9.870.37	866.18	-0.55	46.21	1.4076	55.70	0.080	12.71	33.50	899.677	65.62	46.21	1.07	17.67	0.58	63.88	90.70	100	2.03	1648.33	PVC	2" x 160 psi
132	132.10	12	9.882.37	866.63	-0.45	45.76	0.0258	18.19	0.011	12.72	33.04	899.665	64.98	45.76	0.05	6.116	0.20	51.88	73.66	80	2.03	1650.37	PVC	1/2" x 315 psi
132	133	12	9.894.37	866.72	-0.54	45.67	1.3818	55.70	0.077	12.79	32.88	899.600	64.85	45.67	1.06	17.34	0.57	63.01	89.48	100	2.03	1652.40	PVC	2" x 160 psi
133	133.10	12	9.906.37	867.73	-1.01	44.66	0.0258	18.19	0.011	12.80	31.86	899.598	63.42	44.66	0.05	6.116	0.20	50.78	72.10	80	2.03	1654.44	PVC	1/2" x 315 psi
133	134	12	9.918.37	867.72	-1.00	44.67	1.3560	55.70	0.074	12.86	31.81	899.525	63.43	44.67	1.05	17.02	0.56	61.69	87.60	100	2.03	1656.47	PVC	2" x 160 psi
134	134.10	12	9.930.37	866.72	1.00	45.67	0.0258	18.19	0.011	12.88	32.79	899.514	64.85	45.67	0.05	6.116	0.20	51.79	73.54	80	2.03	1658.50	PVC	1/2" x 315 psi
134	135	18	9.948.37	868.72	-1.00	43.67	1.3302	55.70	0.108	12.97	30.70	899.418	62.01	43.67	1.04	16.69	0.55	60.36	85.72	100	3.05	1661.55	PVC	2" x 160 psi
135	135.10	12	9.960.37	869.22	-0.50	43.17	0.0258	18.19	0.011	12.98	30.19	899.407	61.30	43.17	0.05	6.116	0.20	49.29	69.99	80	2.03	1663.59	PVC	1/2" x 315 psi
135	136	12	9.972.37	869.72	-1.00	42.67	1.3044	55.70	0.069	13.04	29.63	899.349	60.59	42.67	1.02	16.37	0.54	59.04	83.84	100	2.03	1665.62	PVC	2" x 160 psi
136	136.10	12	9.984.37	870.03	-0.31	42.36	0.0258	18.19	0.011	13.05	29.31	899.337	60.15	42.36	0.05	6.116	0.20	48.48	88.84	80	2.03	1667.66	PVC	1/2" x 315 psi
136	137	23.01	10.007.38	871.72	-2.00	40.67	1.2786	55.70	0.128	13.17	27.50	899.221	57.75	40.67	1.00	16.05	0.52	56.72	80.54	100	3.90	1671.56	PVC	2" x 160 psi
137	137.10	12	10.019.38	872.29	-0.57	40.10	0.0258	18.19	0.011	13.18	26.92	899.210	56.94	40.10	0.05	6.116	0.20	46.22	65.63	80	2.03	1673.59	PVC	1/2" x 315 psi
137	138	12	10.031.38	872.73	-1.01	39.66	1.2528	55.70	0.064	13.23	25.43	899.157	56.32	39.66	0.99	15.72	0.51	55.38	78.64	80	2.03	1675.62	PVC	2" x 160 psi
138	138.10	12	10.043.38	873.14	-0.41	39.25	0.0258	18.19	0.011	13.24	26.01	899.146	55.74	39.25	0.05	6.116	0.20	45.37	64.42	80	2.03	1677.66	PVC	1/2" x 315 psi
138	139	12	10.055.38	873.72	-0.99	38.67	1.2270	55.70	0.062	13.29	25.38	899.095	54.91	38.67	0.97	15.40	0.50	54.07	76.78	80	2.03	1679.69	PVC	2" x 160 psi

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y EPS.

INSTITUTO  
ALCALDIA DE  
GOBIERNO  
MUNICIPAL DE  
MUNICIPIO DE  
MUNICIPIO DE  
MUNICIPIO DE

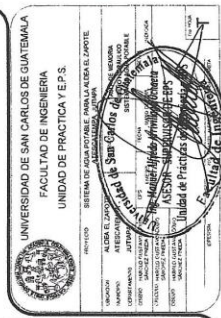
SECRETARÍA DE INGENIERIA Y SISTEMAS DE INGENIERIA  
SECRETARÍA DE INGENIERIA Y SISTEMAS DE INGENIERIA  
SECRETARÍA DE INGENIERIA Y SISTEMAS DE INGENIERIA  
SECRETARÍA DE INGENIERIA Y SISTEMAS DE INGENIERIA

SECRETARÍA DE INGENIERIA Y SISTEMAS DE INGENIERIA  
SECRETARÍA DE INGENIERIA Y SISTEMAS DE INGENIERIA  
SECRETARÍA DE INGENIERIA Y SISTEMAS DE INGENIERIA  
SECRETARÍA DE INGENIERIA Y SISTEMAS DE INGENIERIA

E	P.O.	DM	DM-AC	COTA	AH	AH-AC	Q	D	HF	HF-AC	PD	COTA	PRESSION	QE	G.A.	V	FEST	PSI	PSI	#	ACUM	OBS.	PSI -	
			M	M	M	M	LPS	MM	M	M	M	PIEZ	PSI	LPS	M	M/S	M	REAL	TUB	TUB	TUB	DIAMETRO		
RAMAL 29																								
						R 29: Casas 2 = 0.0516																		
139	A	12	10.067.38	874.23	-0.51	38.16	0.2000	23.52	0.14312	13.44	24.72	898.952	54.19	38.16	0.10	14.08	0.46	52.24	74.18	80	2.03	1681.73	PVC 3/4" x 250 psi	
A	A-1	12	10.079.38	874.64	-0.41	37.75	0.0258	18.19	0.01128	13.45	24.30	898.941	53.61	37.75	0.05	6.12	0.20	43.87	62.29	80	2.03	1683.76	PVC 1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																								
139	140	12	10.091.38	874.13	-0.41	38.26	1.1754	44.55	0.169	13.46	24.80	898.928	54.33	38.26	0.53	23.08	0.75	61.32	87.07	100	2.03	1685.79	PVC 1/2" x 160 psi	
140	140.10	23	83	10.121.31	870.14	3.99	42.25	0.0258	18.19	0.028	13.49	28.76	898.898	60.00	42.25	0.05	6.116	0.20	48.37	68.68	80	5.07	1690.87	PVC 1/2" x 315 psi
140	141	12	10.133.31	875.13	-1.00	37.26	1.1496	44.55	0.162	13.63	23.83	898.763	52.91	37.26	0.52	22.55	0.74	59.81	84.94	100	2.03	1692.90	PVC 1/2" x 160 psi	
141	141.10	12	10.145.31	875.62	-0.49	36.77	0.0258	18.19	0.011	13.64	23.13	898.752	52.21	36.77	0.05	6.116	0.20	42.89	60.90	80	2.03	1694.93	PVC 1/2" x 315 psi	
141	142	12	10.157.31	875.84	-0.51	36.75	1.1238	44.55	0.166	13.78	22.97	898.608	52.19	36.75	0.52	22.05	0.72	59.80	83.49	100	2.03	1696.97	PVC 1/2" x 160 psi	
142	142.10	12	10.169.31	876.65	-1.01	35.74	0.0258	18.19	0.011	13.79	21.95	898.596	50.75	35.74	0.05	6.116	0.20	41.86	59.44	80	2.03	1699.00	PVC 1/2" x 315 psi	
142	143	12	10.181.31	877.65	-2.01	34.74	1.0980	44.55	0.149	13.93	20.81	898.458	49.33	34.74	0.50	21.54	0.70	56.28	79.92	80	2.03	1701.04	PVC 1/2" x 160 psi	
143	144	18	50	10.199.81	878.64	-0.99	33.75	1.0980	0.230	14.16	19.59	898.228	47.93	33.75	0.50	21.54	0.70	56.29	79.51	80	3.14	1704.17	PVC 1/2" x 160 psi	
RAMAL 30																								
						R 30: Casas 3 = 0.0774																		
144	A	12	10.211.81	877.64	1.00	34.75	0.2800	23.52	0.26689	14.43	20.32	897.961	49.35	34.75	0.09	19.71	0.64	54.46	77.33	80	2.03	1706.21	PVC 3/4" x 250 psi	
A	B	18	10.225.81	875.64	2.00	35.75	0.2000	23.52	0.21469	14.64	22.11	897.747	52.19	35.75	0.09	14.08	0.46	50.83	72.17	80	3.05	1709.26	PVC 3/4" x 250 psi	
B	B-1	12	10.241.81	874.64	1.00	37.75	0.0258	18.19	0.01128	14.65	23.10	897.735	53.61	37.75	0.05	6.12	0.20	43.87	62.29	80	2.03	1711.29	PVC 1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																								
144	145	18	10.259.81	879.64	-1.00	32.75	1.0206	44.55	0.196	14.36	18.39	898.033	46.51	32.75	0.49	20.02	0.65	52.77	74.94	80	3.05	1714.34	PVC 1/2" x 160 psi	
RAMAL 31																								
						R 31: Casas 3 = 0.0774																		
145	A	12	10.271.81	880.16	-0.52	32.23	0.0258	18.19	0.01128	14.37	17.86	898.021	45.77	32.23	0.04	6.12	0.20	36.35	54.45	80	2.03	1716.38	PVC 1/2" x 315 psi	
145	B	18	10.285.81	878.64	1.00	33.75	0.2000	23.52	0.21469	14.57	19.18	897.818	47.93	33.75	0.09	14.08	0.46	47.83	67.91	80	3.05	1719.43	PVC 3/4" x 250 psi	
B	B-1	18	10.307.81	877.64	1.00	34.75	0.0258	18.19	0.01692	14.59	20.16	897.801	49.35	34.75	0.05	6.12	0.20	40.87	58.03	80	3.05	1722.48	PVC 1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																								
145	146	18	10.325.81	880.64	-1.00	31.75	0.9432	38.91	0.327	14.68	17.07	897.706	45.09	31.75	0.33	24.26	0.79	56.01	79.53	80	3.05	1725.53	PVC 1/4" x 160 psi	
RAMAL 32																								
						R 32: Casas 2 = 0.0516																		
146	A	12	10.337.81	881.19	-0.55	31.20	0.2000	23.52	0.14312	14.83	16.37	897.583	44.30	31.20	0.09	14.08	0.46	48.28	64.29	80	2.03	1727.56	PVC 3/4" x 250 psi	
A	A-1	18	10.355.81	881.54	-0.35	30.85	0.0258	18.19	0.01692	14.84	16.01	897.546	43.81	30.85	0.04	6.12	0.20	36.97	52.49	80	3.05	1730.61	PVC 1/2" x 315 psi	
LINEA PRINCIPAL																								
146	147	12	10.367.81	881.17	-0.53	31.22	0.8916	38.91	0.196	14.88	16.34	897.510	44.33	31.22	0.33	22.93	0.75	54.15	76.89	80	2.03	1732.65	PVC 1/4" x 160 psi	
147	147.10	12	10.379.81	881.62	-0.45	30.77	0.0258	18.19	0.011	14.89	15.88	897.498	43.69	30.77	0.04	6.116	0.20	36.89	52.38	80	2.03	1734.68	PVC 1/2" x 315 psi	
147	148	18	10.397.81	882.18	-1.01	30.21	0.8658	38.91	0.279	15.16	15.05	897.231	42.90	30.21	0.32	22.27	0.73	52.48	74.52	80	3.05	1737.73	PVC 1/4" x 160 psi	
148	148.10	12	10.409.81	882.69	-0.51	29.70	0.0258	18.19	0.011	15.17	14.53	897.220	42.17	29.70	0.04	6.116	0.20	35.82	50.86	80	2.03	1739.77	PVC 1/2" x 315 psi	
148	149	21	26	10.431.07	883.17	-0.99	29.22	0.9400	0.311	15.47	13.75	896.920	41.49	29.22	0.32	21.60	0.71	50.82	72.17	80	3.60	1743.37	PVC 1/4" x 160 psi	
SECTOR 9																								
						5 Casas = 0.1290 Lis																		
149	150	12	10.443.07	883.61	-0.44	28.78	0.1290	23.52	0.064	15.53	13.25	896.896	40.87	28.78	0.08	9.08	0.30	37.86	53.76	80	2.03	1745.40	PVC 3/4" x 250 psi	
RAMAL 33																								
						R 33: Casas 2 = 0.0516																		
150	A	18	10.461.07	883.83	-0.32	29.46	0.2000	23.52	0.21469	15.75	12.71	896.641	40.41	29.46	0.08	14.08	0.46	42.54	60.40	80	3.05	1748.45	PVC 3/4" x 250 psi	
A	A-1	23	47	10.484.54	882.93	1.00	29.46	0.0258	18.19	0.02206	15.77	13.69	896.619	41.83	29.46	0.04	6.12	0.20	35.58	50.52	80	3.98	1752.43	PVC 1/2" x 315 psi



E	P.O.	DM	DIMAC	COTA	AH	AHAC	Q	D	HF	HFAC	PD	COTA	PRESON	OE	G.A.	V	FEET	PSI	PSI	#	ACUM	OBS.	PSI -	
LINEA PRINCIPAL	REGRESANDO	SECTOR 9	M	M	M	M	LPS	MM	M	M	M	PIEZ	PSI	LPS	M	M/S	GA	REAL	TUB	TUB		DIAMETRO		
150	151	18	10.50254	883.98	-0.37	28.41	0.280	23.52	0.400	15.93	12.48	896.456	40.34	28.41	0.08	19.71	0.64	48.12	68.33	80	3.05	1755.48	PVC	3/4" x 250 psi
151	151.10	12	10.514	882.97	1.01	29.42	0.0258	18.19	0.011	15.95	13.47	896.445	41.78	29.42	0.04	6.16	0.20	35.54	50.46	80	2.03	1757.52	PVC	1/2" x 315 psi
151	151.20	12	10.52654	884.43	-0.45	27.95	0.0258	18.19	0.011	15.95	12.01	896.445	39.70	27.96	0.04	6.16	0.20	34.08	48.39	80	2.03	1759.55	PVC	1/2" x 315 psi
151	152	18	10.544	882.98	1.00	29.41	0.2000	23.52	0.215	16.15	13.26	896.241	41.78	29.41	0.08	14.08	0.46	43.49	61.75	80	3.05	1762.60	PVC	3/4" x 250 psi
152	152.10	12	10.55654	883.98	-1.00	28.41	0.0258	18.19	0.011	16.16	12.25	896.230	40.34	28.41	0.04	6.116	0.20	34.53	49.03	80	2.03	1764.63	PVC	1/2" x 315 psi
REGRESANDO A LINEA PRINCIPAL																								
149	153	18	10.574	884.17	-1.00	28.22	0.7110	30.35	0.649	16.12	12.10	896.270	40.07	28.22	0.16	30.05	0.98	58.27	82.75	100	3.05	1767.69	PVC	1" x 160 psi
153	153.10	12	10.58654	884.59	-0.42	27.80	0.0258	18.19	0.011	16.13	11.67	896.259	39.48	27.80	0.04	6.116	0.20	33.92	48.16	80	2.03	1769.72	PVC	1/2" x 315 psi
153	154	12	10.59854	883.17	1.00	29.22	0.6852	30.35	0.404	16.52	12.70	895.866	41.49	29.22	0.16	28.96	0.95	58.18	82.62	100	2.03	1771.75	PVC	1" x 160 psi
154	154.10	12	10.61054	883.69	-0.52	28.70	0.0258	18.19	0.011	16.54	12.16	895.855	40.75	28.70	0.04	6.116	0.20	34.82	49.44	80	2.03	1773.79	PVC	1/2" x 315 psi
154	155	12	10.62254	882.17	1.00	30.22	0.6594	30.35	0.377	16.90	13.32	895.489	42.91	30.22	0.17	27.87	0.91	58.09	82.49	100	2.03	1775.82	PVC	1" x 160 psi
155	155.10	12	10.63454	881.18	0.99	31.21	0.0258	18.19	0.011	16.91	14.30	895.478	44.32	31.21	0.04	6.116	0.20	37.33	53.00	80	2.03	1777.85	PVC	1/2" x 315 psi
155	156	12	10.64654	882.00	0.17	30.38	0.6336	30.35	0.350	17.25	13.14	895.140	43.15	30.38	0.17	26.78	0.88	57.17	81.19	100	2.03	1779.89	PVC	1" x 160 psi
156	156.10	12	10.65854	881.72	0.28	30.67	0.6078	30.35	0.324	17.57	13.10	894.816	43.55	30.67	0.17	25.69	0.84	56.36	80.03	100	2.03	1781.92	PVC	1/2" x 315 psi
156	157	12	10.67054	882.20	-0.48	30.19	0.0258	18.19	0.011	17.59	12.60	894.805	42.87	30.19	0.04	6.116	0.20	36.31	51.55	80	2.03	1783.96	PVC	1" x 160 psi
157	157.10	12	10.68254	880.71	1.01	31.68	0.5920	30.35	0.299	17.87	13.81	894.517	44.99	31.68	0.17	24.60	0.80	56.28	79.92	80	2.03	1786.02	PVC	1" x 160 psi
158	159	12	10.70654	879.71	1.00	32.68	0.5820	30.35	0.299	18.17	14.51	894.218	46.41	32.68	0.17	24.60	0.80	57.28	81.34	100	2.03	1790.06	PVC	1" x 160 psi
159	159.10	12	10.71854	880.22	-0.51	32.17	0.0258	18.19	0.011	18.18	13.99	894.207	45.68	32.17	0.04	6.116	0.20	38.29	54.37	80	2.03	1792.09	PVC	1/2" x 315 psi
159	159.20	12	10.73054	880.71	-1.00	31.68	0.0258	18.19	0.011	18.18	13.50	894.207	44.99	31.68	0.04	6.116	0.20	37.80	53.67	80	2.03	1794.13	PVC	1/2" x 315 psi
159	160	22.28	10.75283	877.71	2.00	34.68	0.5304	30.35	0.467	18.64	16.04	893.751	49.25	34.68	0.18	22.42	0.73	57.10	81.08	100	3.78	1797.90	PVC	1" x 160 psi
160	160.10	12	10.76483	878.14	-0.43	34.25	0.0258	18.19	0.011	18.65	15.60	893.740	48.64	34.25	0.04	6.116	0.20	40.37	57.32	80	2.03	1799.94	PVC	1/2" x 315 psi
160	161	18	10.78283	875.71	2.00	36.68	0.5046	30.35	0.344	18.98	17.70	893.407	52.09	36.68	0.18	21.33	0.70	58.01	82.37	100	3.05	1802.99	PVC	1" x 160 psi
SECTOR 10																								
6 Casas = 0.1548 Lis																								
161	162	21.53	10.80436	875.45	0.26	36.94	0.1548	23.52	0.160	19.14	17.80	893.247	52.45	36.94	0.09	10.90	0.36	47.84	67.93	80	3.65	1806.64	PVC	3/4" x 250 psi
162	162.10	12	10.81636	873.45	2.00	38.94	0.0258	18.19	0.011	19.15	19.79	893.236	55.29	38.94	0.05	6.116	0.20	45.06	63.98	80	2.03	1808.67	PVC	1/2" x 315 psi
162	163	21.24	10.83760	874.45	1.00	37.94	0.1290	23.52	0.112	19.26	18.68	893.135	53.87	37.94	0.09	9.08	0.30	47.02	66.77	80	3.60	1812.27	PVC	3/4" x 250 psi
163	163.10	12	10.84960	872.45	2.00	38.94	0.0258	18.19	0.011	19.27	20.67	893.123	56.71	38.94	0.05	6.116	0.20	46.06	65.40	80	2.03	1814.31	PVC	1/2" x 315 psi
163	164	26.48	10.87098	871.45	3.00	40.94	0.1032	23.52	0.093	19.35	21.59	893.042	58.13	40.94	0.10	7.25	0.24	48.20	68.45	80	4.49	1818.79	PVC	3/4" x 250 psi
RAMAL 34																								
R 34: Casas 3 = 0.0774																								
164	A	12	10.88808	870.45	1.00	41.94	0.2800	23.52	0.26689	19.62	22.32	892.775	59.55	41.94	0.10	19.71	0.64	61.65	87.54	100	2.03	1820.83	PVC	1/2" x 315 psi
A	A-1	18	10.90608	869.45	1.00	42.94	0.0258	18.19	0.01692	19.63	23.31	892.768	60.97	42.94	0.05	6.12	0.20	49.06	69.66	80	3.05	1823.88	PVC	3/4" x 250 psi
A	A-2	18	10.92408	868.45	2.00	43.94	0.0258	18.19	0.01692	19.63	24.31	892.758	62.39	43.94	0.05	6.12	0.20	50.06	71.08	80	3.05	1826.93	PVC	1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																								
164	165	18	10.94208	867.45	4.00	44.94	0.2000	23.52	0.215	19.56	25.38	892.877	63.81	44.94	0.10	14.08	0.46	59.02	83.90	100	3.05	1829.98	PVC	3/4" x 250 psi
165	165.10	18	10.96008	868.21	-0.76	44.18	0.0258	18.19	0.017	19.58	24.60	892.810	62.74	44.18	0.05	6.116	0.20	50.30	71.42	80	3.05	1833.03	PVC	1/2" x 315 psi
REGRESANDO A LINEA PRINCIPAL																								
161	166	18	10.97808	873.71	2.00	38.68	0.3498	30.35	0.175	19.16	19.52	893.232	54.93	38.68	0.18	14.79	0.48	53.47	75.92	80	3.05	1806.04	PVC	1" x 160 psi



E	P.O.	DM	DM-AC	COTA	AH	AH-AC	Q	D	HF	HF-AC	PD	COTA	PRESSION	QE	G.A.	V	P-EST	PSI	PSI	#	ACUM	OBS.	PSI -
		M	M	M	M	M	LPS	MM	M	M	M	PIEZ	PSI	LPS	M	M/S	M	REAL	TUB	TUB		DIAMETRO	
RAMAL 35																							
166	A	12	10,990.08	874.18	-0.47	38.21	0.2800	23.52	0.28689	19.42	18.79	892.965	54.26	38.21	0.09	19.71	0.64	57.92	82.24	100	2.03	1808.07	PVC 3/4" x 250 psi
A	B	18	11,006.08	874.43	-0.25	37.96	0.2000	23.52	0.21469	19.64	18.32	892.751	53.90	37.96	0.09	14.08	0.46	52.04	73.89	80	3.05	1811.12	PVC 3/4" x 250 psi
B	B-1	12	11,020.08	873.42	1.01	38.97	0.0258	18.19	0.01128	19.65	19.32	892.739	56.34	38.97	0.05	6.12	0.20	45.09	64.02	80	2.03	1813.16	PVC 1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																							
166	167	12	11,032.08	871.72	1.99	40.67	0.2724	30.35	0.073	19.23	21.44	893.159	57.75	40.67	0.19	11.51	0.38	52.18	74.10	80	2.03	1815.19	PVC 1" x 160 psi
RAMAL 36																							
167	A	12	11,044.08	872.07	-0.35	40.32	0.2800	23.52	0.26689	19.50	20.82	892.892	57.25	40.32	0.10	19.71	0.64	60.03	85.24	100	2.03	1817.23	PVC 3/4" x 250 psi
A	A-1	12	11,056.08	872.32	-0.25	40.07	0.2000	23.52	0.14312	19.64	20.43	892.749	56.90	40.07	0.09	14.08	0.46	54.15	76.89	80	2.03	1819.28	PVC 3/4" x 250 psi
A-1	A-2	18	11,074.08	872.45	-0.13	39.94	0.0258	18.19	0.01692	19.66	20.28	892.752	56.71	39.94	0.05	6.12	0.20	46.06	65.40	80	3.05	1822.31	PVC 1/2" x 315 psi
167	B	18	11,092.08	872.71	-0.99	39.68	0.2800	23.52	0.40034	19.63	20.05	892.759	56.35	39.68	0.09	19.71	0.64	59.39	84.33	100	3.05	1825.36	PVC 3/4" x 250 psi
B	B-1	18	11,108.08	871.71	1.00	40.68	0.2000	23.52	0.21469	19.85	20.83	892.544	57.77	40.68	0.10	14.08	0.46	54.76	77.76	80	3.05	1828.41	PVC 3/4" x 250 psi
B-1	B-2	12	11,122.08	870.71	1.00	41.68	0.0258	18.19	0.01128	19.86	21.82	892.533	59.19	41.68	0.05	6.12	0.20	47.80	67.87	80	2.03	1830.45	PVC 1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																							
167	168	12	11,134.08	870.71	1.01	41.68	0.1176	23.52	0.054	19.28	22.40	893.105	59.19	41.68	0.10	8.28	0.27	49.96	70.94	80	2.03	1832.48	PVC 3/4" x 250 psi
168	168.10	18	11,152.08	871.71	-1.00	40.68	0.0258	18.19	0.017	19.30	21.38	893.088	57.77	40.68	0.05	6.116	0.20	46.80	66.45	80	3.05	1835.53	PVC 1/2" x 315 psi
168	169	12	11,164.08	869.71	1.00	42.68	0.0918	23.52	0.034	19.32	23.36	893.072	60.61	42.68	0.10	6.46	0.21	49.14	69.78	80	2.03	1837.57	PVC 3/4" x 250 psi
RAMAL 37																							
169	A	12	11,176.08	870.12	-0.41	42.27	0.2000	23.52	0.14312	19.46	22.81	892.928	60.02	42.27	0.10	14.08	0.46	56.35	80.01	100	2.03	1839.60	PVC 3/4" x 250 psi
A	A-1	12	11,188.08	870.27	-0.15	42.12	0.0258	18.19	0.01128	19.47	22.65	892.917	59.81	42.12	0.05	6.12	0.20	48.24	68.50	80	2.03	1841.63	PVC 1/2" x 315 psi
LINEA PRINCIPAL																							
169	170	12	11,200.08	868.71	1.00	43.68	0.2800	23.52	0.267	19.59	24.09	892.805	62.03	43.68	0.10	19.71	0.64	63.39	90.01	100	2.03	1843.67	PVC 3/4" x 250 psi
170	170.10	18	11,218.08	869.24	-0.53	43.15	0.0258	18.19	0.017	19.60	23.55	892.788	61.27	43.15	0.05	6.116	0.20	49.27	69.96	80	3.05	1846.72	PVC 1/2" x 315 psi
170	171	12	11,230.08	867.72	0.99	44.67	0.2000	23.52	0.143	19.73	24.94	892.662	63.43	44.67	0.10	14.08	0.46	58.75	83.42	100	2.03	1848.75	PVC 3/4" x 250 psi
171	171.10	20.7	11,250.79	868.28	-0.56	44.11	0.0258	18.19	0.019	19.75	24.36	892.642	62.64	44.11	0.05	6.116	0.20	50.23	71.32	80	3.51	1852.26	PVC 1/2" x 315 psi

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y P.S.

INSTRUMENTOS DE MEDICION  
MATERIALES DE CONSTRUCCION  
MATERIALES DE ACABADO  
MATERIALES DE ALUMBRADO  
MATERIALES DE AISLAMIENTO  
MATERIALES DE CIMENTACION  
MATERIALES DE COCINA  
MATERIALES DE ELECTRICIDAD  
MATERIALES DE FONTANERIA  
MATERIALES DE PINTURAS  
MATERIALES DE SANEAMIENTO

Ing. Miguel Hipolito Jimenez  
Asesor: Jairo Jimenez  
Unidad de Práctica y P.S.

Facultad de Ingeniería



EST	PO	DEPV	APV	COTAS DE INICIO	COTAS DE FINAL	DISTANCIA HORIZONTAL (DH)	DISEÑO DE CONECTOR	PENDIENTE DEL TERRENO %	CONEXIONES EXISTENTES	POBLACION ACUMULADA LOCAL	FUTURO				SECCION LLENA				RELACION Q/D	RELACION Q/D	VELOCIDAD DE ESCURRIMIENTO (m/s)	ALTURA DE POZO (m)	COTA INVERT DE POZO	ALTURA DE POZO (m)	COTA INVERT DE POZO	ALTURA DE POZO (m)	COTA INVERT DE POZO	DISTANCIA HORIZONTAL A COSTRO (m)										
											Q (litros/s)	Q (litros/s)	Q (litros/s)	Q (litros/s)	Q (litros/s)	VEL (m/s)	Q (litros/s)	PENDIENTE DE LA TUBERIA											FORMA DE TUBERIA	DIAMETRO	Q de Diseño	Factor de Fricción	Q Medio (litros/s)	Q Infiltracion (litros/s)	Q Descarga (litros/s)	Q (litros/s)	VEL (m/s)	Q (litros/s)
<b>COLECTOR 01</b>																																						
E-00	R-01	PV-1.1	PV-1.1	1000.00	1000.00	0+000.00																																
E-00	R-01	PV-1.1	PV-1.1	1000.00	968.81	31.23																																
E-01	R-02	PV-1.2	PV-1.3	968.81	968.29	8.56																																
E-02	R-03	PV-1.3	PV-1.4	968.29	965.35	20.91																																
E-03	R-04	PV-1.4	PV-1.5	965.35	963.49	28.43																																
E-04	R-05	PV-1.5	PV-1.6	963.49	961.59	37.99																																
E-05	R-06	PV-1.6	PV-1.7	961.59	959.68	54.37																																
E-06	R-07	PV-1.7	PV-1.8	959.68	957.75	67.91																																
E-07	R-08	PV-1.8	PV-1.9	957.75	955.84	82.91																																
E-08	R-09	PV-1.9	PV-2.0	955.84	953.93	102.91																																
E-09	R-10	PV-2.0	PV-2.1	953.93	952.02	122.91																																
E-10	R-11	PV-2.1	PV-2.2	952.02	950.11	142.91																																
E-11	R-12	PV-2.2	PV-2.3	950.11	948.20	162.91																																
E-12	R-13	PV-2.3	PV-2.4	948.20	946.29	182.91																																
E-13	R-14	PV-2.4	PV-2.5	946.29	944.38	202.91																																
E-14	R-15	PV-2.5	PV-2.6	944.38	942.47	222.91																																
E-15	R-16	PV-2.6	PV-2.7	942.47	940.56	242.91																																
E-16	R-17	PV-2.7	PV-2.8	940.56	938.65	262.91																																
E-17	R-18	PV-2.8	PV-2.9	938.65	936.74	282.91																																
E-18	R-19	PV-2.9	PV-3.0	936.74	934.83	302.91																																
E-19	R-20	PV-3.0	PV-3.1	934.83	932.92	322.91																																
E-20	R-21	PV-3.1	PV-3.2	932.92	931.01	342.91																																
E-21	R-22	PV-3.2	PV-3.3	931.01	929.10	362.91																																
E-22	R-23	PV-3.3	PV-3.4	929.10	927.19	382.91																																
E-23	R-24	PV-3.4	PV-3.5	927.19	925.28	402.91																																
E-24	R-25	PV-3.5	PV-3.6	925.28	923.37	422.91																																
E-25	R-26	PV-3.6	PV-3.7	923.37	921.46	442.91																																
E-26	R-27	PV-3.7	PV-3.8	921.46	919.55	462.91																																
E-27	R-28	PV-3.8	PV-3.9	919.55	917.64	482.91																																
E-28	R-29	PV-3.9	PV-4.0	917.64	915.73	502.91																																
E-29	R-30	PV-4.0	PV-4.1	915.73	913.82	522.91																																
E-30	R-31	PV-4.1	PV-4.2	913.82	911.91	542.91																																
E-31	R-32	PV-4.2	PV-4.3	911.91	910.00	562.91																																
E-32	R-33	PV-4.3	PV-4.4	910.00	908.09	582.91																																
E-33	R-34	PV-4.4	PV-4.5	908.09	906.18	602.91																																
E-34	R-35	PV-4.5	PV-4.6	906.18	904.27	622.91																																
E-35	R-36	PV-4.6	PV-4.7	904.27	902.36	642.91																																
E-36	R-37	PV-4.7	PV-4.8	902.36	900.45	662.91																																
E-37	R-38	PV-4.8	PV-4.9	900.45	898.54	682.91																																
E-38	R-39	PV-4.9	PV-5.0	898.54	896.63	702.91																																
E-39	R-40	PV-5.0	PV-5.1	896.63	894.72	722.91																																
E-40	R-41	PV-5.1	PV-5.2	894.72	892.81	742.91																																
E-41	R-42	PV-5.2	PV-5.3	892.81	890.90	762.91																																
E-42	R-43	PV-5.3	PV-5.4	890.90	888.99	782.91																																
E-43	R-44	PV-5.4	PV-5.5	888.99	887.08	802.91																																
E-44	R-45	PV-5.5	PV-5.6	887.08	885.17	822.91																																
E-45	R-46	PV-5.6	PV-5.7	885.17	883.26	842.91																																
E-46	R-47	PV-5.7	PV-5.8	883.26	881.35	862.91																																
E-47	R-48	PV-5.8	PV-5.9	881.35	879.44	882.91																																
E-48	R-49	PV-5.9	PV-6.0	879.44	877.53	902.91																																
E-49	R-50	PV-6.0	PV-6.1	877.53	8																																	

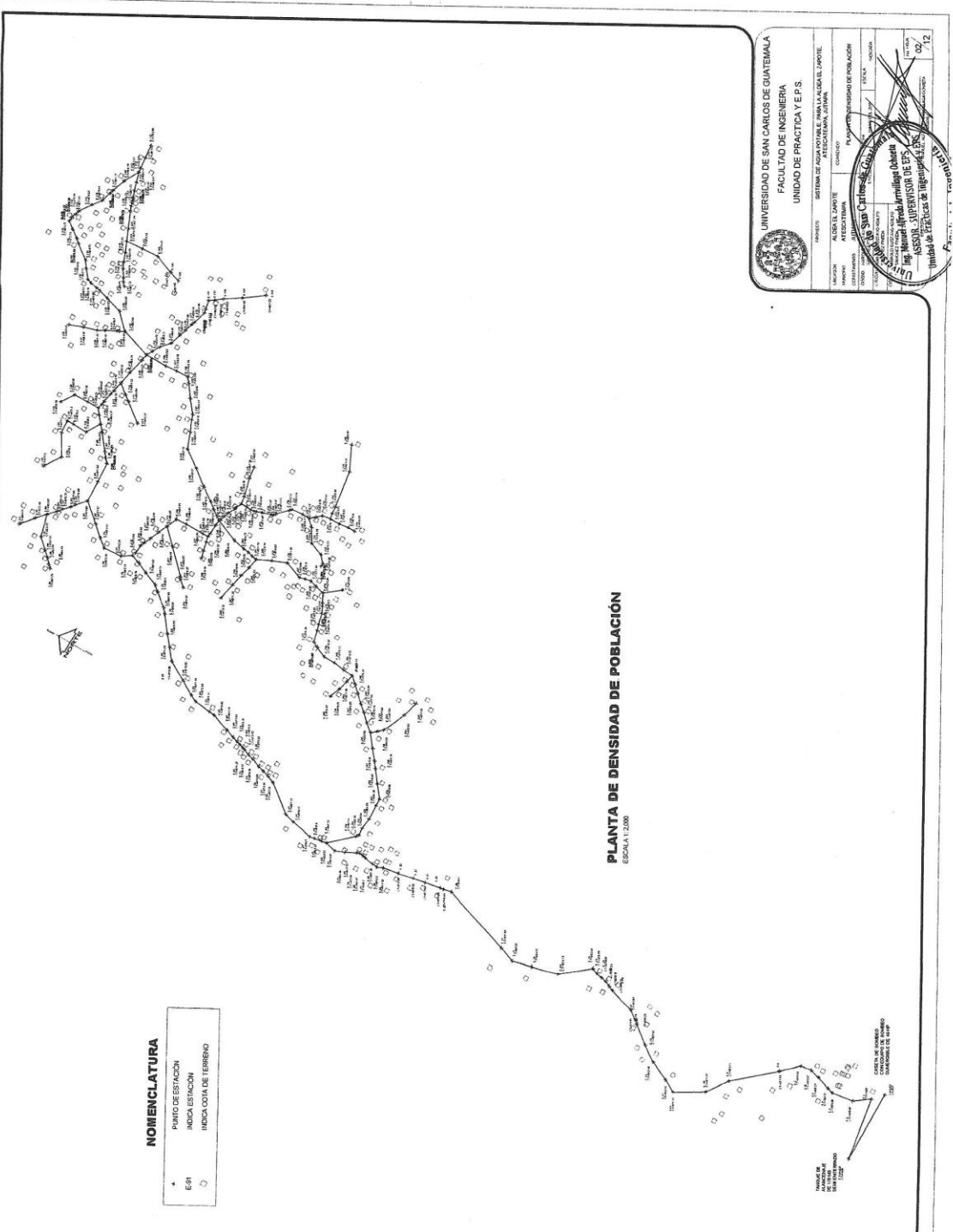









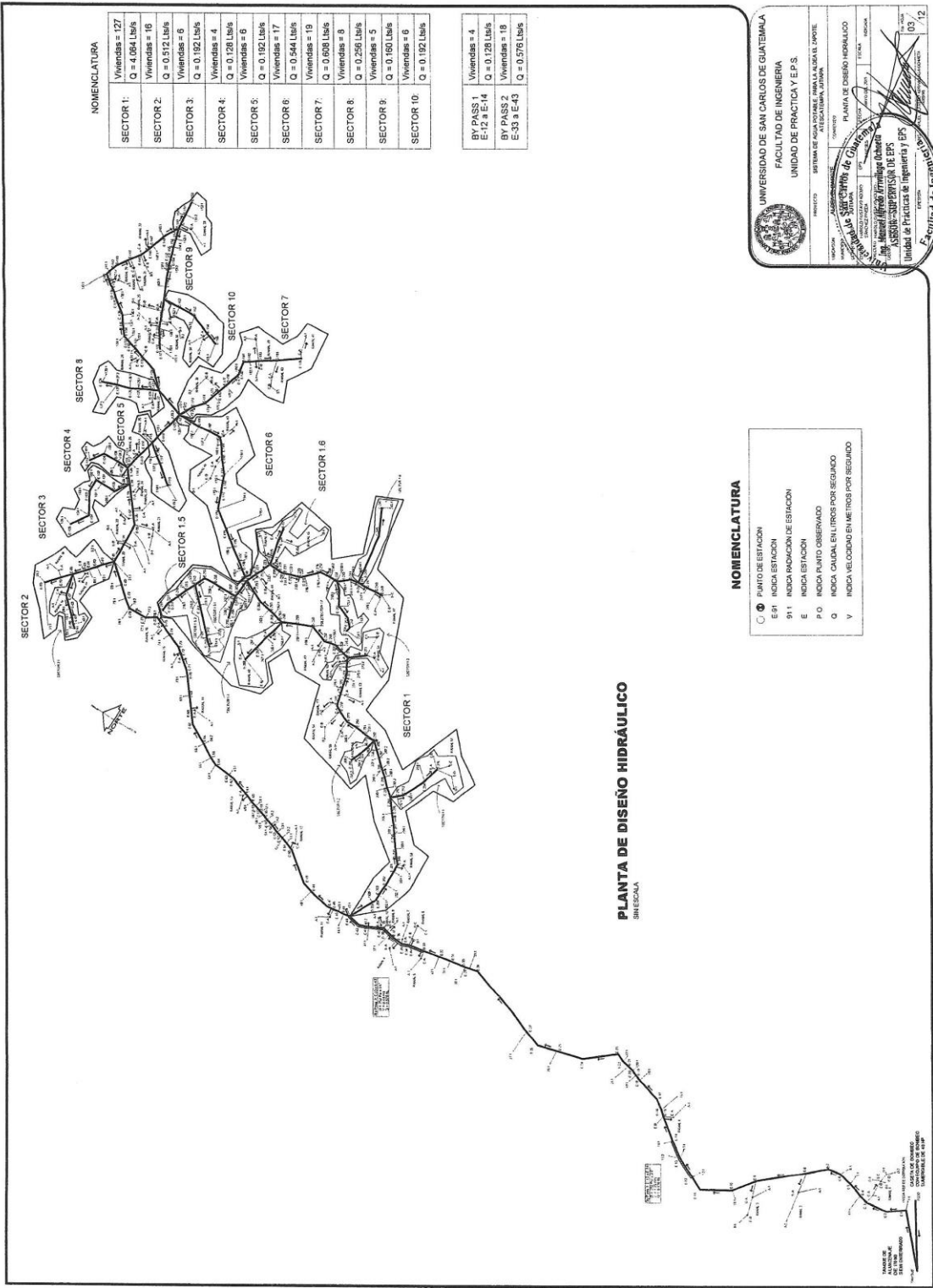




**PLANTA DE DENSIDAD DE POBLACIÓN**  
ESCALA 1:2000

**NOMENCLATURA**  
 • PUNTO DE ESTACION  
 ○ INDIC. ESTACION  
 ○ INDIC. LOCAL DE TERRENO

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.	
PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALCALDIA CAPITAL
ASESORIA:	ALCALDIA CAPITAL
ATERCIBIMIENTOS:	INGENIERIA CIVIL
PROFESOR:	FLAVIO FERRAZ DE POBLACION
ESTUDIANTE:	Walter Carlos
FECHA:	12/02/12
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS ASOCIACIÓN VENEZOLANA DE INGENIEROS PROFESIONALES INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS	



**NOMENCLATURA**

SECTOR 1:	Viviendas = 127
	Q = 4.084 Libras
SECTOR 2:	Viviendas = 16
	Q = 0.512 Libras
SECTOR 3:	Viviendas = 6
	Q = 0.192 Libras
SECTOR 4:	Viviendas = 4
	Q = 0.128 Libras
SECTOR 5:	Viviendas = 6
	Q = 0.192 Libras
SECTOR 6:	Viviendas = 17
	Q = 0.544 Libras
SECTOR 7:	Viviendas = 19
	Q = 0.608 Libras
SECTOR 8:	Viviendas = 8
	Q = 0.256 Libras
SECTOR 9:	Viviendas = 5
	Q = 0.160 Libras
SECTOR 10:	Viviendas = 6
	Q = 0.192 Libras

BY PASS 1	Viviendas = 4
E-12 a E-14	Q = 0.128 Libras
BY PASS 2	Viviendas = 18
E-33 a E-43	Q = 0.576 Libras

**NOMENCLATURA**

- PUNTO DE ESTACION
- E-91 INDICA ESTACION
- 91.1 INDICA RADICION DE ESTACION
- E INDICA ESTACION
- P.O INDICA PUNTO OBSERVADO
- O INDICA CAUDAL EN LITROS POR SEGUNDO
- V INDICA VELOCIDAD EN METROS POR SEGUNDO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA DEL CAJON DE AGUA CALIENTE, TOLIMA

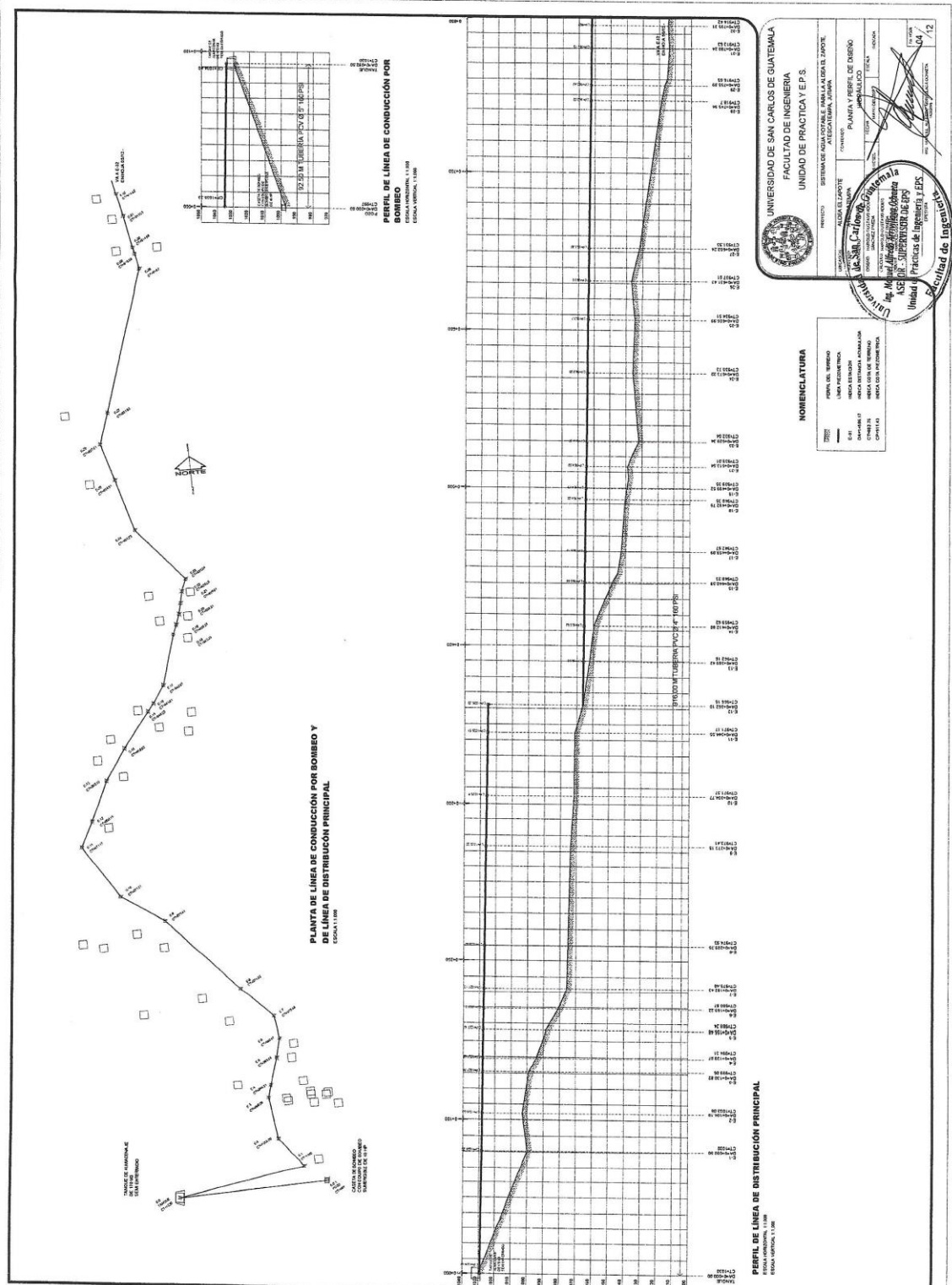
PLANTA DE DISEÑO HIDRAULICO

ASISTENTE: [Firma]

PROFESOR: [Firma]

FECHA: 03/03/12

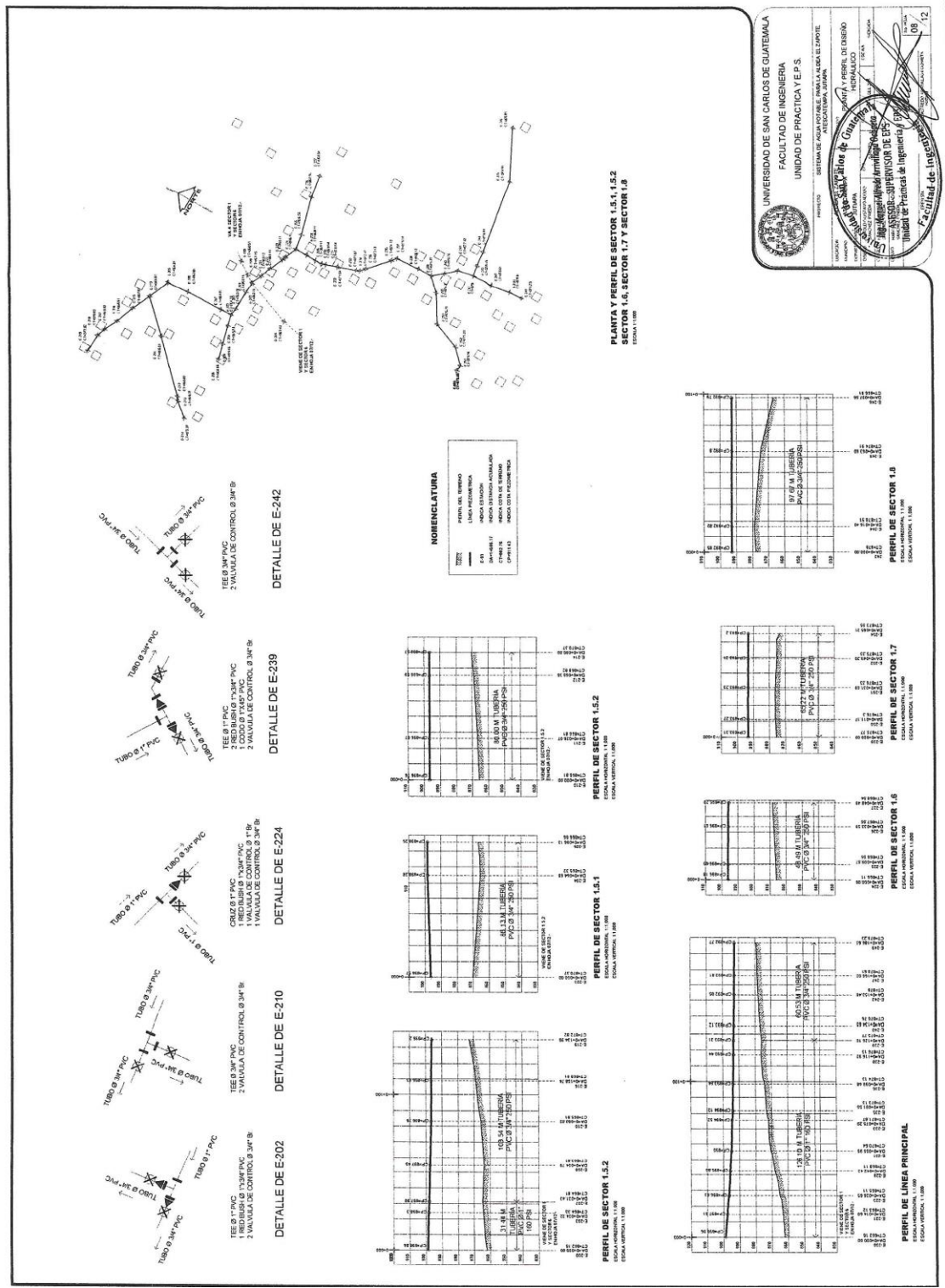


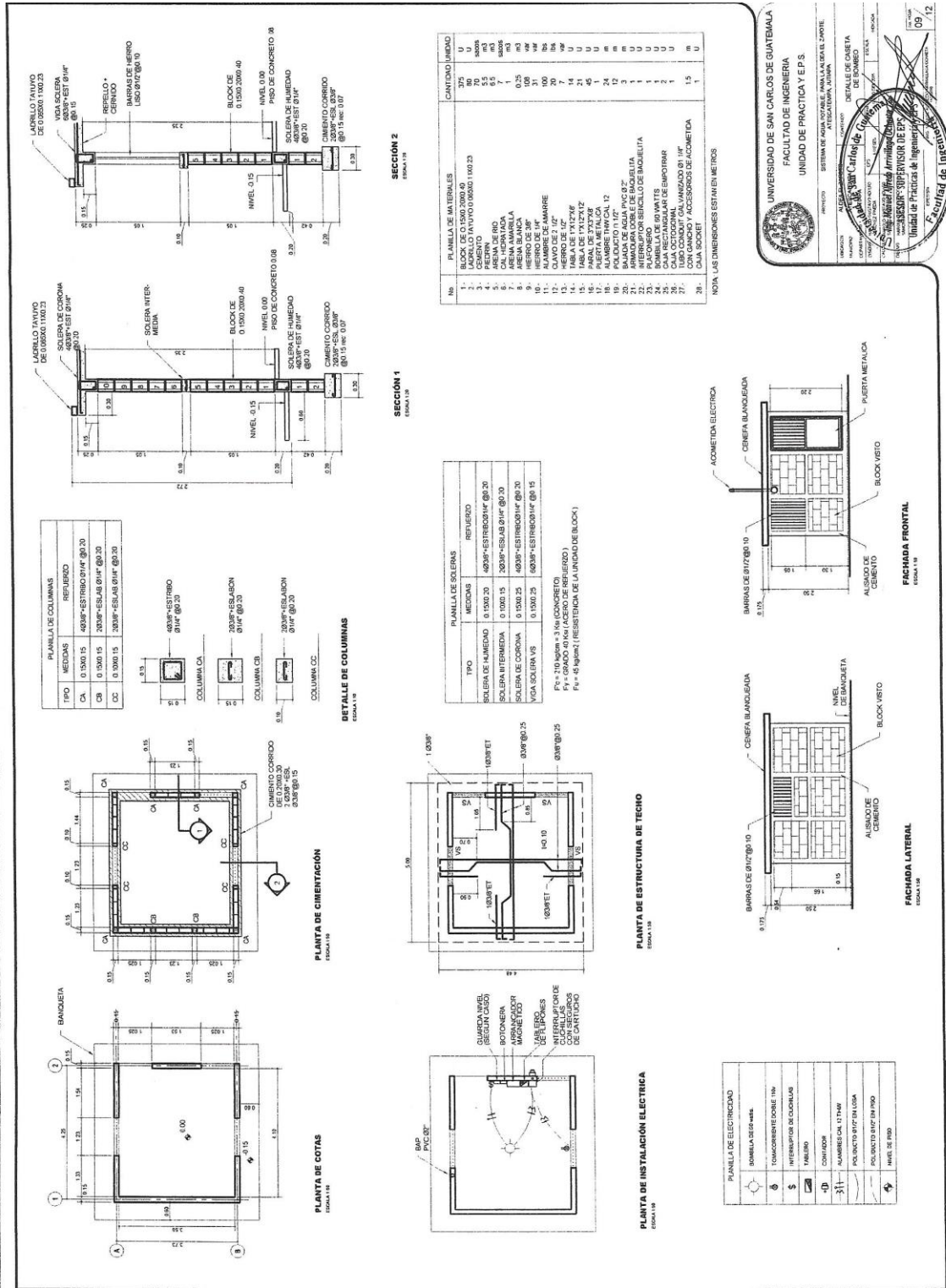


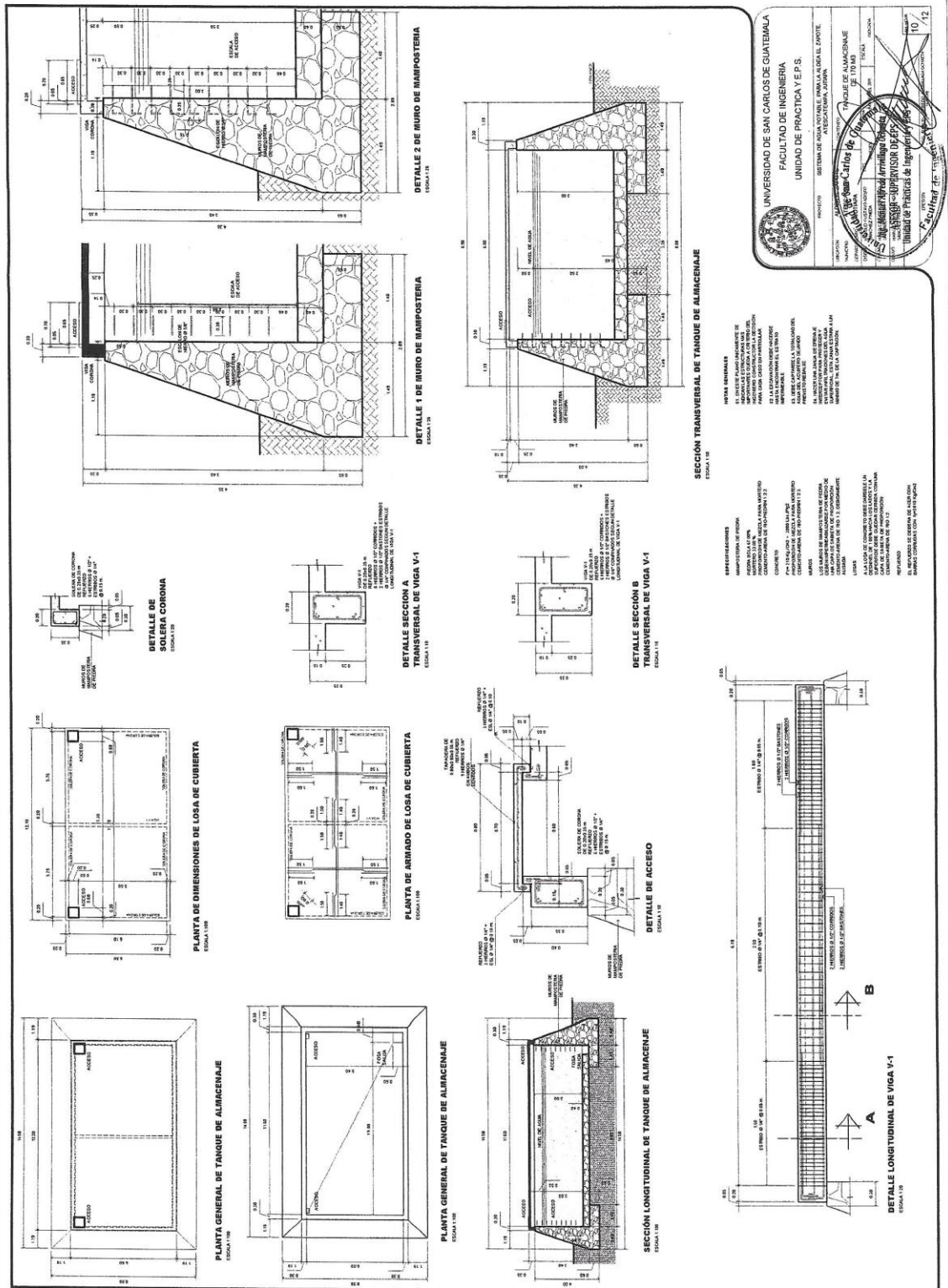












**NOTAS GENERALES**

1. SECCION TRANSVERSAL DE TANQUE DE ALMACENAJE: SECCION TRANSVERSAL DE TANQUE DE ALMACENAJE, SECCION TRANSVERSAL DE TANQUE DE ALMACENAJE, SECCION TRANSVERSAL DE TANQUE DE ALMACENAJE.

2. SECCION LONGITUDINAL DE TANQUE DE ALMACENAJE: SECCION LONGITUDINAL DE TANQUE DE ALMACENAJE, SECCION LONGITUDINAL DE TANQUE DE ALMACENAJE, SECCION LONGITUDINAL DE TANQUE DE ALMACENAJE.

3. DETALLE DE ACCESO: DETALLE DE ACCESO, DETALLE DE ACCESO, DETALLE DE ACCESO.

4. DETALLE DE SOLERA CORONA: DETALLE DE SOLERA CORONA, DETALLE DE SOLERA CORONA, DETALLE DE SOLERA CORONA.

5. DETALLE SECCION A TRANSVERSAL DE VIGA V-1: DETALLE SECCION A TRANSVERSAL DE VIGA V-1, DETALLE SECCION A TRANSVERSAL DE VIGA V-1, DETALLE SECCION A TRANSVERSAL DE VIGA V-1.

6. DETALLE SECCION B TRANSVERSAL DE VIGA V-1: DETALLE SECCION B TRANSVERSAL DE VIGA V-1, DETALLE SECCION B TRANSVERSAL DE VIGA V-1, DETALLE SECCION B TRANSVERSAL DE VIGA V-1.

7. DETALLE DE ACCESO: DETALLE DE ACCESO, DETALLE DE ACCESO, DETALLE DE ACCESO.

8. PLANTA DE DIMENSIONES DE LOSA DE CUBIERTA: PLANTA DE DIMENSIONES DE LOSA DE CUBIERTA, PLANTA DE DIMENSIONES DE LOSA DE CUBIERTA, PLANTA DE DIMENSIONES DE LOSA DE CUBIERTA.

9. PLANTA DE ARMADO DE LOSA DE CUBIERTA: PLANTA DE ARMADO DE LOSA DE CUBIERTA, PLANTA DE ARMADO DE LOSA DE CUBIERTA, PLANTA DE ARMADO DE LOSA DE CUBIERTA.

10. PLANTA GENERAL DE TANQUE DE ALMACENAJE: PLANTA GENERAL DE TANQUE DE ALMACENAJE, PLANTA GENERAL DE TANQUE DE ALMACENAJE, PLANTA GENERAL DE TANQUE DE ALMACENAJE.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y P.S.

PROFESOR DE ALMACENAJE  
DE 170 M3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y P.S.

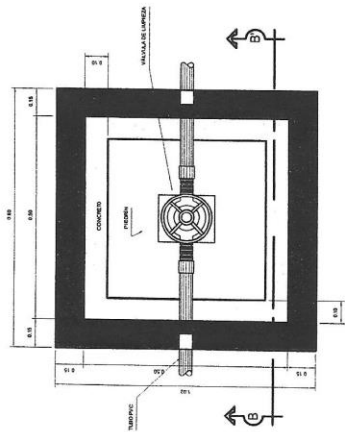
PROFESOR DE ALMACENAJE  
DE 170 M3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y P.S.

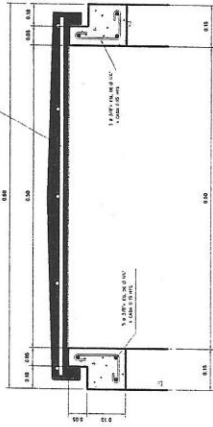
PROFESOR DE ALMACENAJE  
DE 170 M3



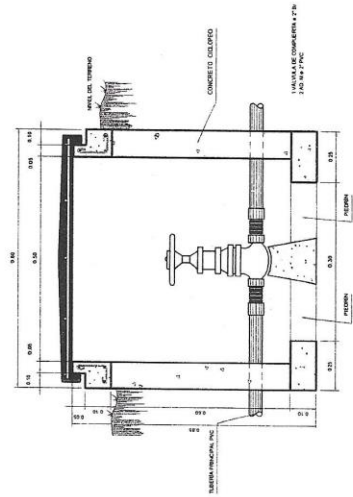




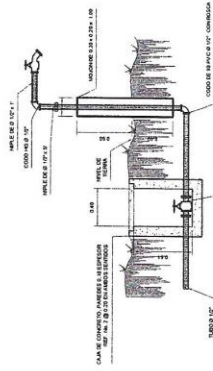
PLANTA DE CAJA PARA VALVULA DE CONTROL  
ESCALA 1:5



DETALLE ESTRUCTURAL DE TAPADERA  
ESCALA 1:1



DETALLE DE SECCIÓN B-B  
ESCALA 1:5



DETALLE DE CONEXIÓN PREDIAL  
ESCALA 1:5

NOTA  
PARA AMBAS CAJAS LOS MATERIALES A UTILIZAR SERAN: PAREDES DE CONCRETO CICLOPEO INTERIOR ALIZADO CON SABBETA (Módulo de Resistencia = 20 MPa) Y CORONA DE CONCRETO ARMADO.

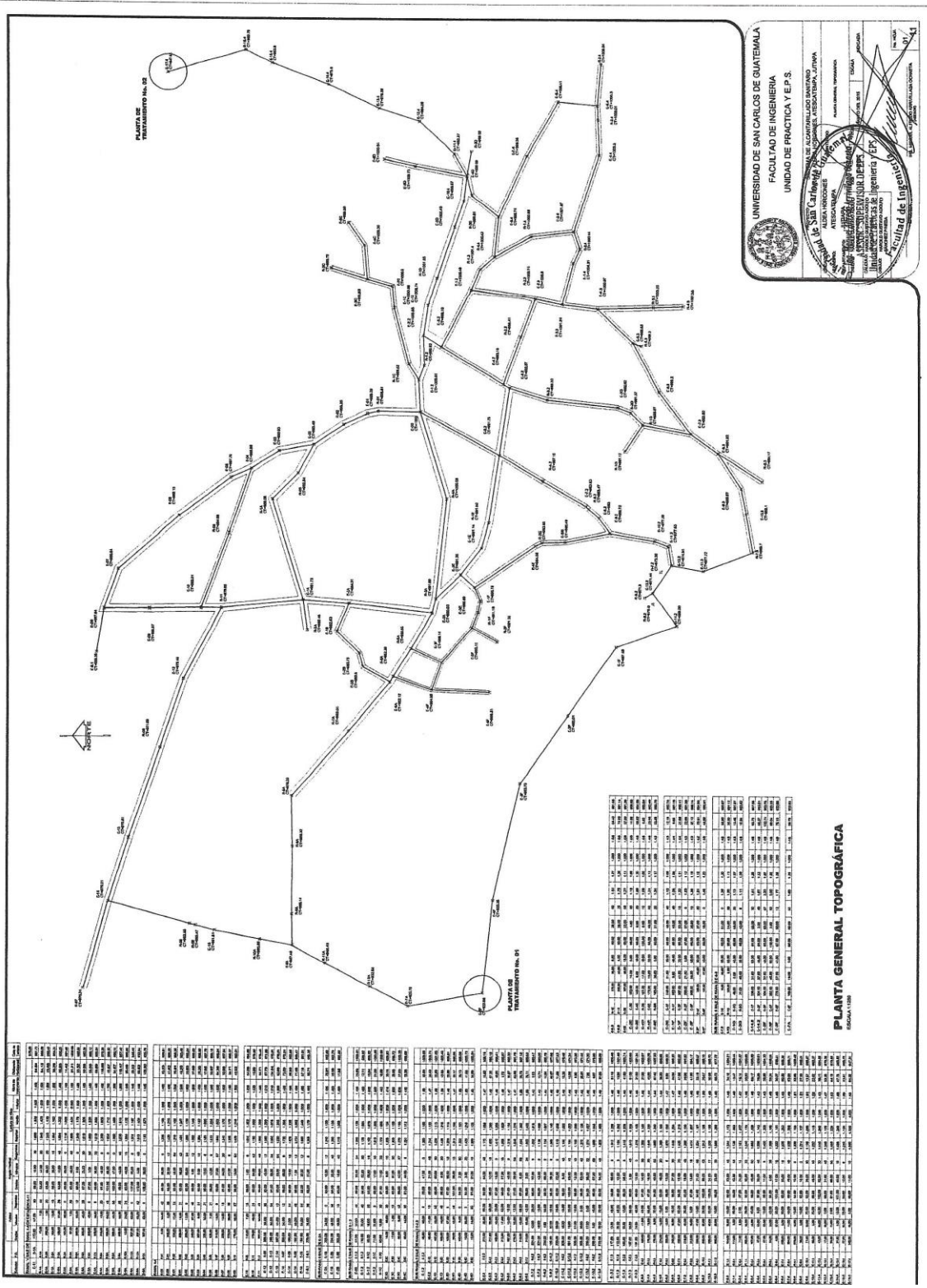
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

PROFESOR: *[Signature]*  
ESTUDIANTE: *[Signature]*

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
CATEDRA DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO

FECHA: 12/05/2012

12



NO.	COORDENADAS	ALTIMETRIA	OTROS DATOS
1	1000000	1000	
2	1000000	1000	
3	1000000	1000	
4	1000000	1000	
5	1000000	1000	
6	1000000	1000	
7	1000000	1000	
8	1000000	1000	
9	1000000	1000	
10	1000000	1000	
11	1000000	1000	
12	1000000	1000	
13	1000000	1000	
14	1000000	1000	
15	1000000	1000	
16	1000000	1000	
17	1000000	1000	
18	1000000	1000	
19	1000000	1000	
20	1000000	1000	
21	1000000	1000	
22	1000000	1000	
23	1000000	1000	
24	1000000	1000	
25	1000000	1000	
26	1000000	1000	
27	1000000	1000	
28	1000000	1000	
29	1000000	1000	
30	1000000	1000	
31	1000000	1000	
32	1000000	1000	
33	1000000	1000	
34	1000000	1000	
35	1000000	1000	
36	1000000	1000	
37	1000000	1000	
38	1000000	1000	
39	1000000	1000	
40	1000000	1000	
41	1000000	1000	
42	1000000	1000	
43	1000000	1000	
44	1000000	1000	
45	1000000	1000	
46	1000000	1000	
47	1000000	1000	
48	1000000	1000	
49	1000000	1000	
50	1000000	1000	
51	1000000	1000	
52	1000000	1000	
53	1000000	1000	
54	1000000	1000	
55	1000000	1000	
56	1000000	1000	
57	1000000	1000	
58	1000000	1000	
59	1000000	1000	
60	1000000	1000	
61	1000000	1000	
62	1000000	1000	
63	1000000	1000	
64	1000000	1000	
65	1000000	1000	
66	1000000	1000	
67	1000000	1000	
68	1000000	1000	
69	1000000	1000	
70	1000000	1000	
71	1000000	1000	
72	1000000	1000	
73	1000000	1000	
74	1000000	1000	
75	1000000	1000	
76	1000000	1000	
77	1000000	1000	
78	1000000	1000	
79	1000000	1000	
80	1000000	1000	
81	1000000	1000	
82	1000000	1000	
83	1000000	1000	
84	1000000	1000	
85	1000000	1000	
86	1000000	1000	
87	1000000	1000	
88	1000000	1000	
89	1000000	1000	
90	1000000	1000	
91	1000000	1000	
92	1000000	1000	
93	1000000	1000	
94	1000000	1000	
95	1000000	1000	
96	1000000	1000	
97	1000000	1000	
98	1000000	1000	
99	1000000	1000	
100	1000000	1000	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

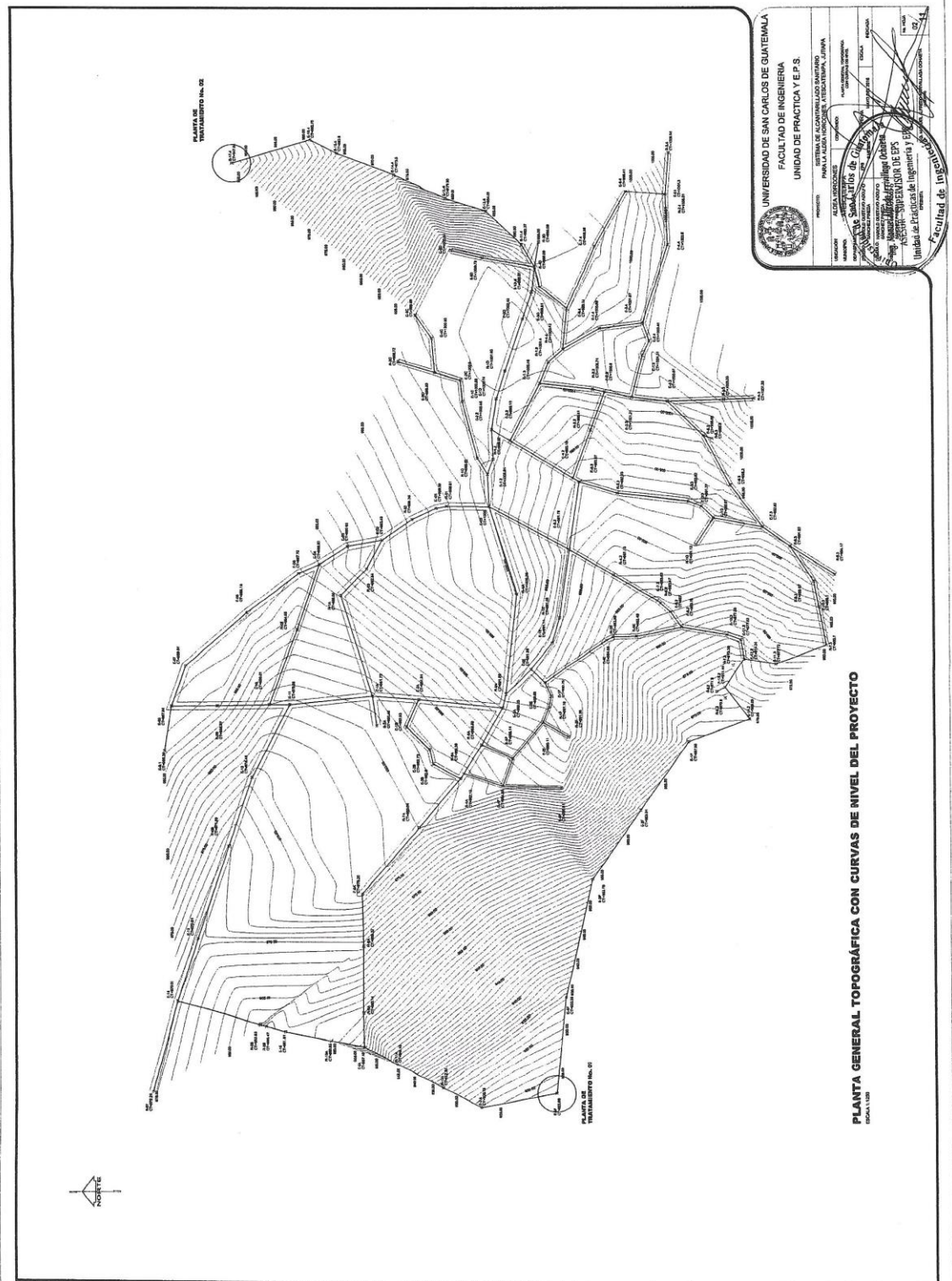
ALVARO VARELA  
 ALVARO VARELA  
 ALVARO VARELA

Escuela de Ingenieros y Arquitectos

Escuela de Ingenieros y Arquitectos

Escuela de Ingenieros y Arquitectos

**PLANTA GENERAL TOPOGRAFICA**  
 05/04/11/08

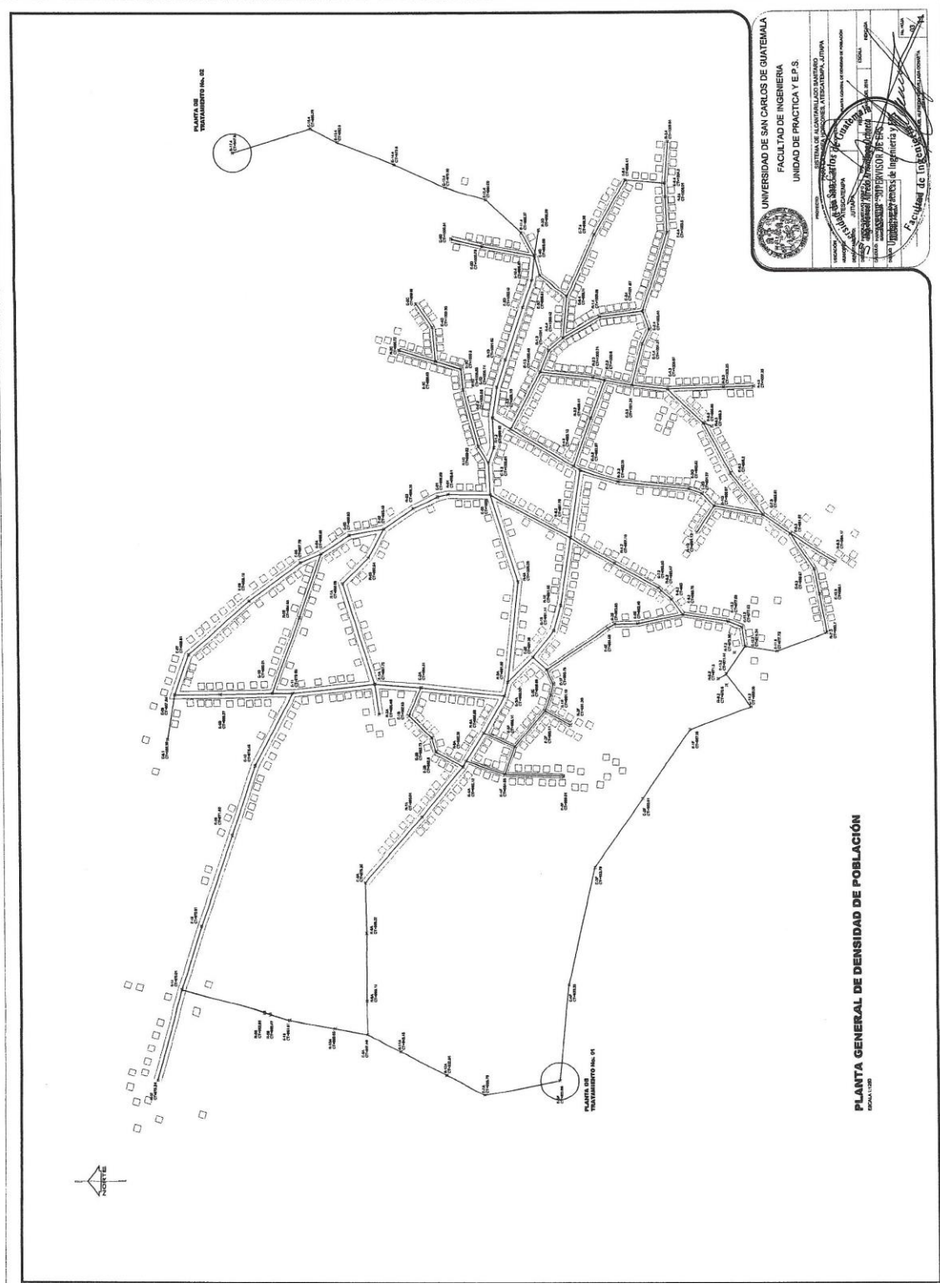


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.  
 PARA LA ALTA INGENIERIA Y TERCERA UNIDAD

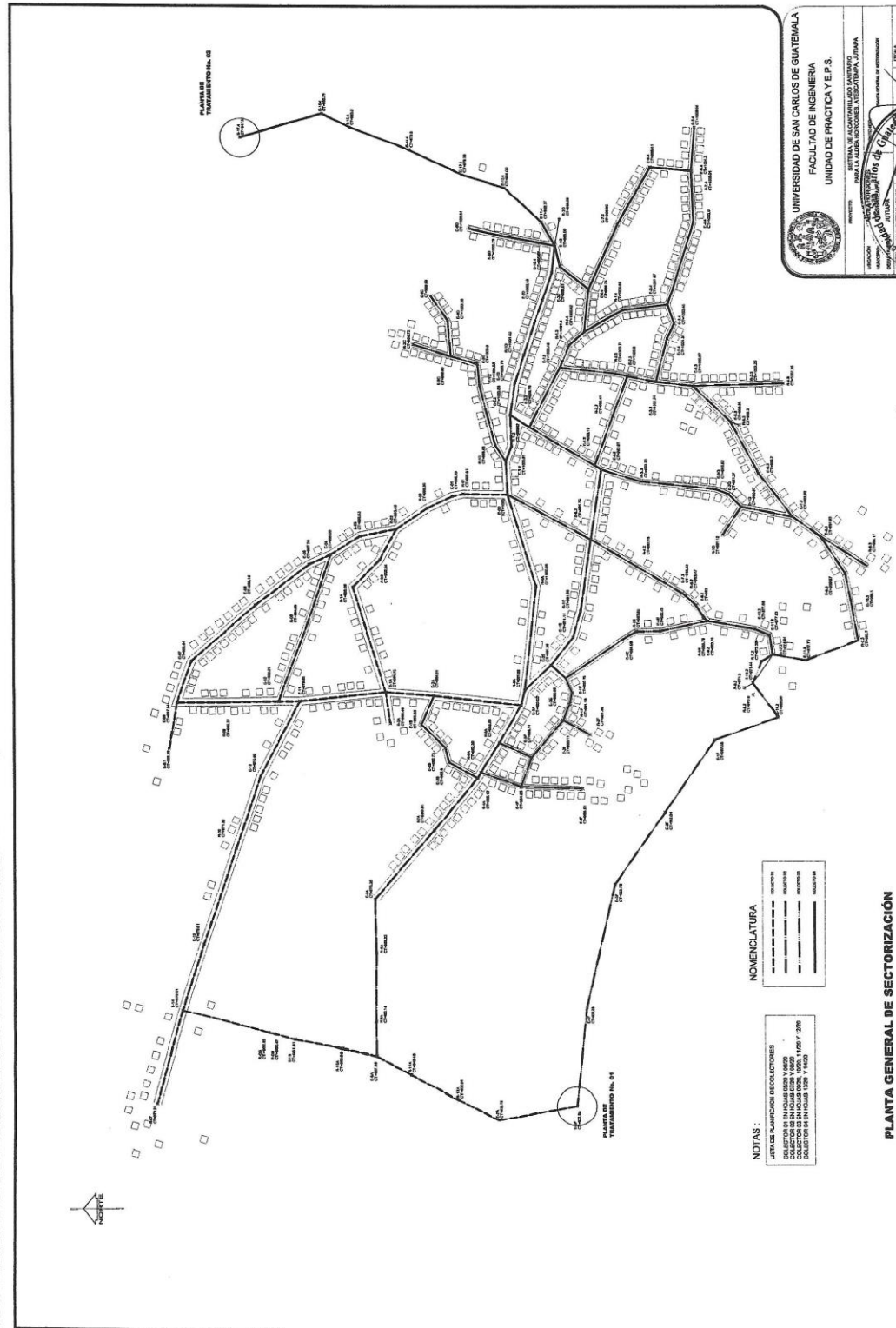
REVISADO POR: *[Signature]*  
 ASESOR: *[Signature]*  
 EJECUTADO POR: *[Signature]*

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.  
 PARA LA ALTA INGENIERIA Y TERCERA UNIDAD

PLANTA GENERAL TOPOGRÁFICA CON CURVAS DE NIVEL DEL PROYECTO  
 ESCALA 1:500



**PLANTA GENERAL DE DENSIDAD DE POBLACIÓN**  
 Escala: 1:1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 UNIDAD DE PRACTICA Y P.S.

INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE AGUAS Y SANEAMIENTO

PROFESOR: [Signature]  
 ALUMNO: [Signature]

FECHA: [Date]

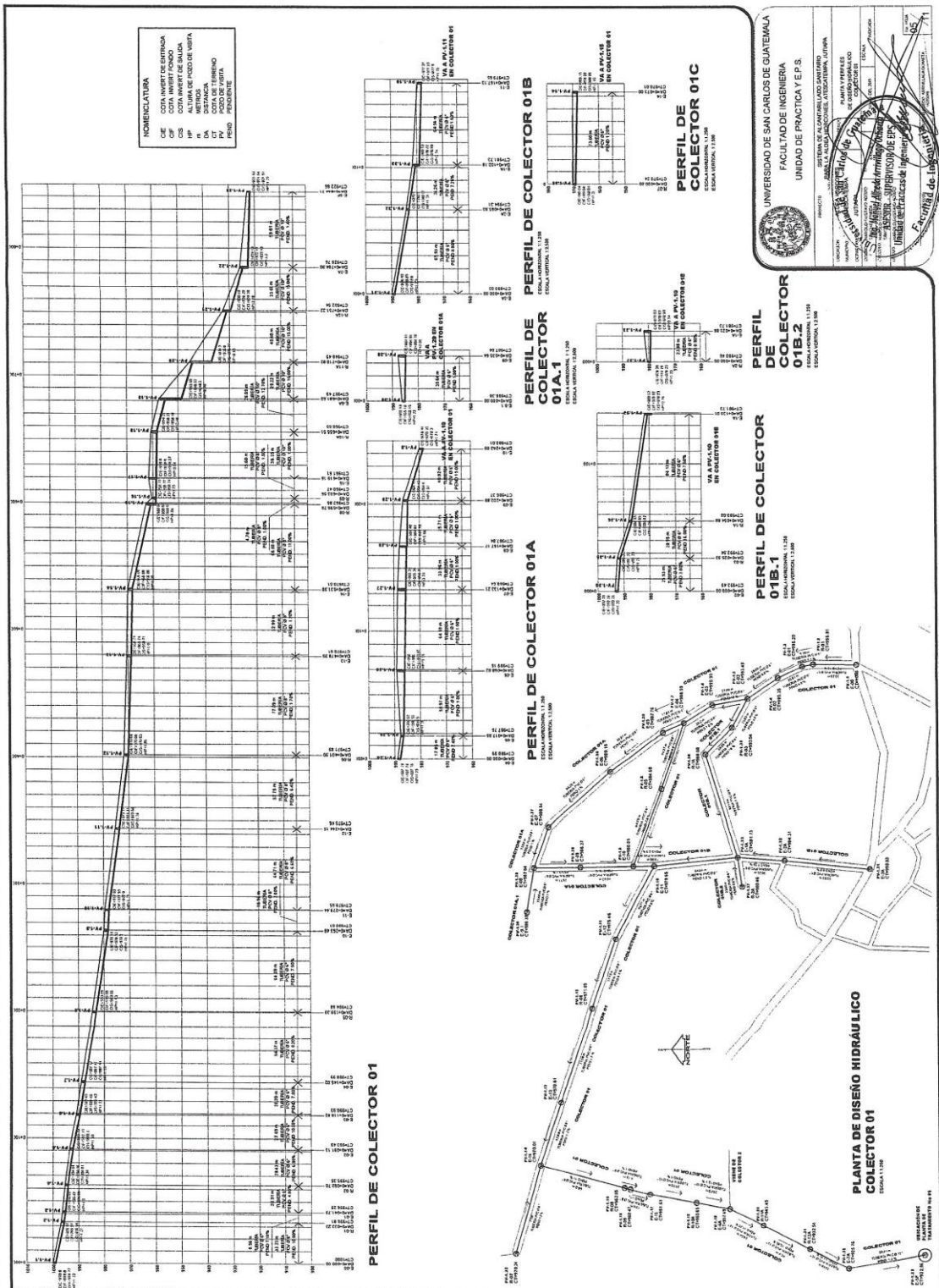
**NOTAS:**

LETRA DE PLANIFICACION DE COLECTORES  
 COLECTOR EN INCLINACION Y 1000  
 COLECTOR EN INCLINACION Y 1000  
 COLECTOR EN INCLINACION Y 1000  
 COLECTOR EN INCLINACION Y 1000

**NOMENCLATURA:**

-----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----

**PLANTA GENERAL DE SECTORIZACION**  
 ESCALA 1:500



**NOMENCLATURA**

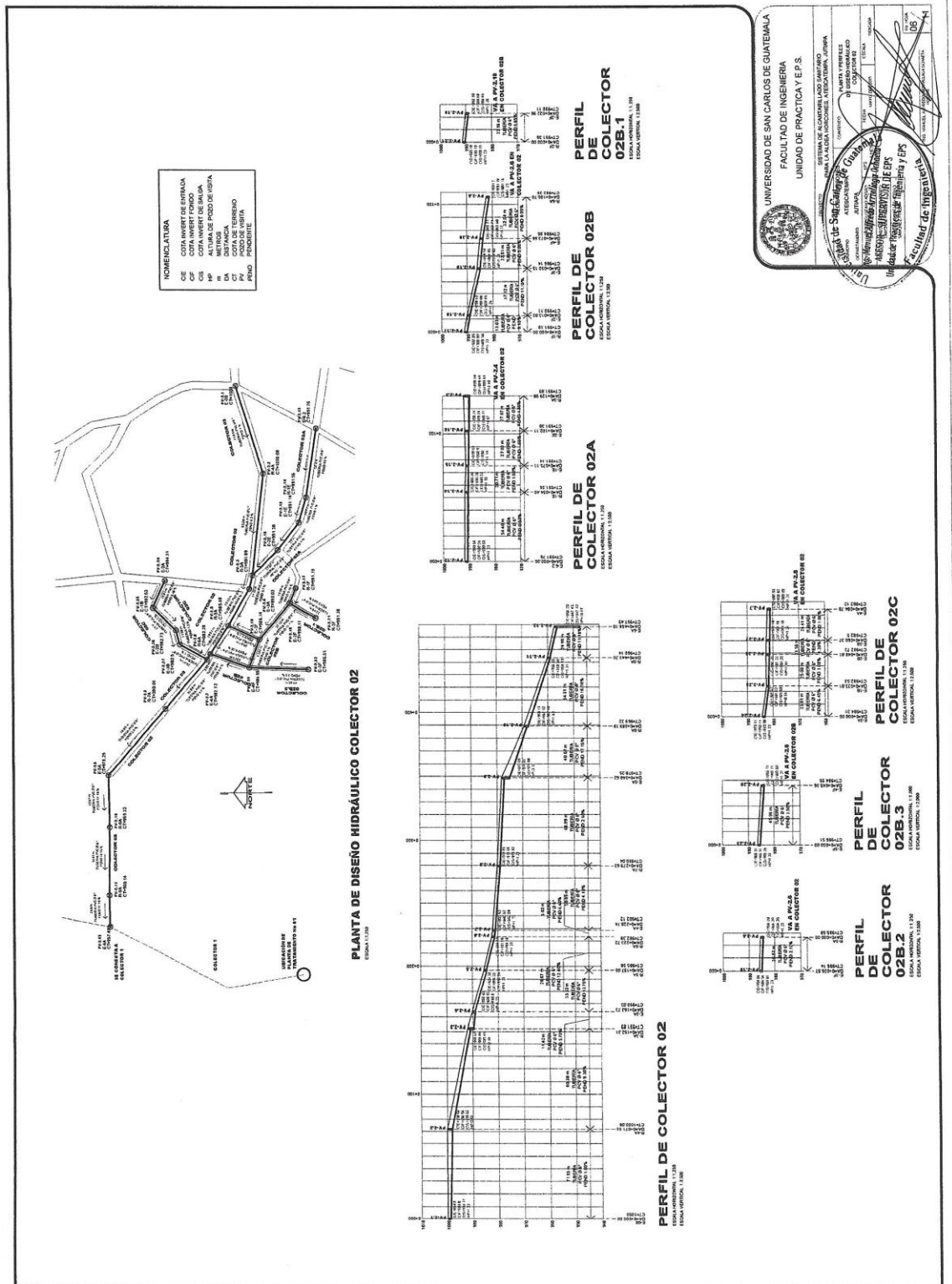
DE	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
CE	CATEDRA DE INGENIERIA CIVIL
CO	COSTA MARITIMA FONDOS
CI	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
IN	INSTRUMENTACION
DA	DISEÑO
DI	DISEÑO DE UNIDAD
PO	PROYECTO
PR	PROYECTO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 UNIDAD DE PRACTICA Y P.S.

PROYECTO: SISTEMA DE ALAMBRADO SANITARIO PARA EL AREA DE LA ZONA INDUSTRIAL, TUPAC  
 MAPA PERIFERICO DEL COLECTOR 01

INGENIERO: *[Firma]*  
 ASISTENTE: *[Firma]*  
 UNIDAD DE PRACTICA Y P.S.

Escuela Normal 1308



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

SESIONAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
EN LA ALTA INGENIERIA, GUATEMALA, GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

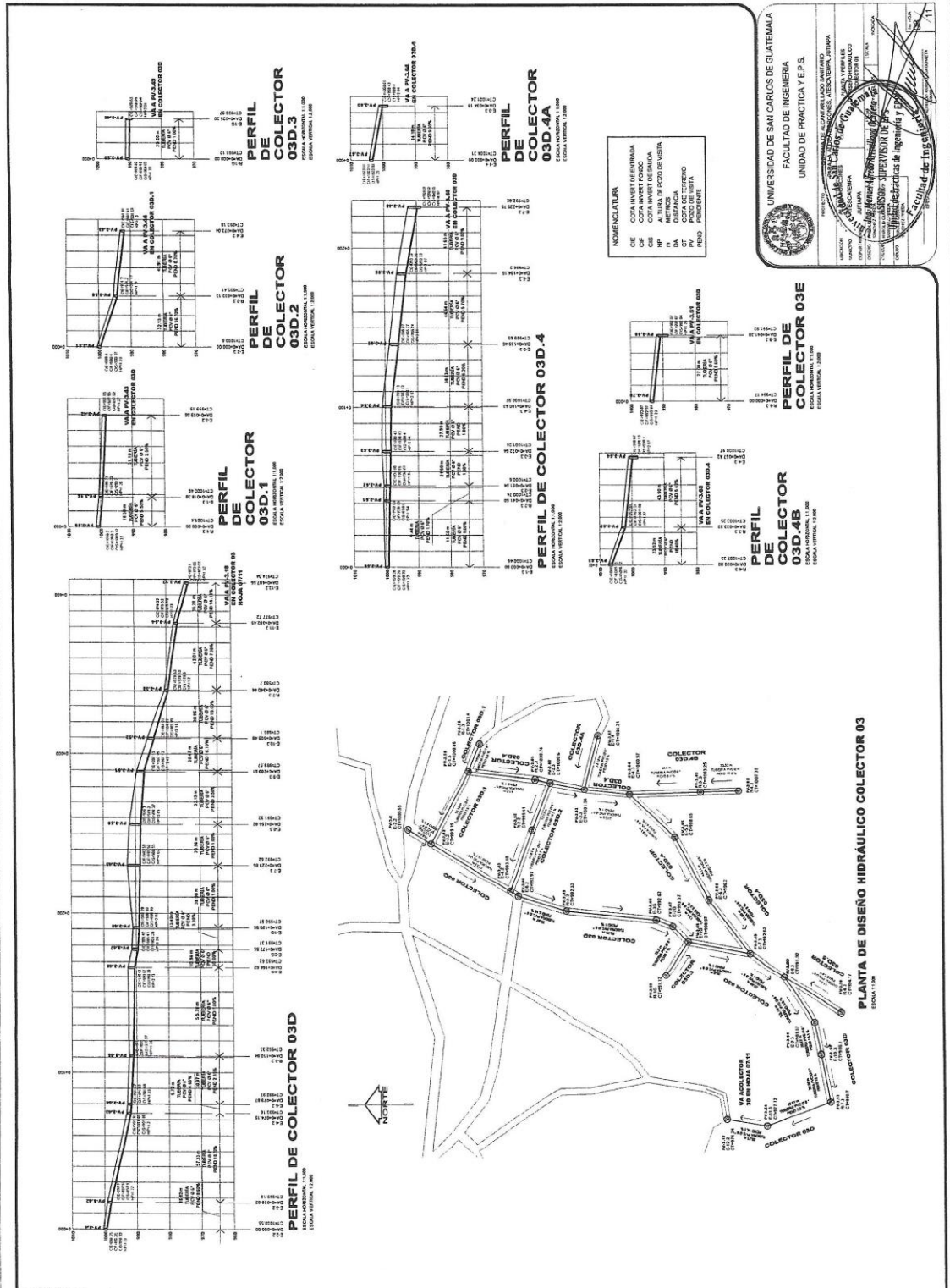
SESIONAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
EN LA ALTA INGENIERIA, GUATEMALA, GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

SESIONAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
EN LA ALTA INGENIERIA, GUATEMALA, GUATEMALA















Apéndice C. Informe de análisis fisicoquímico y bacteriológico de agua



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



---

OT No. 3478

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO

**No. 4102**  
INF. No. 2773

INTERVISTADO: <b>HAROLD GUSTAVO ADOLFO SANCHEZ PINEDA</b> CARNÉ No. 200714963	PROYECTO: <b>EPS DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL ZAPOTE, ATESCATEMPA, JUTIAPA</b>
RECOLECTADOR: <u>Etrenado</u>	DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Aldea El Zapote</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2015-05-03 15h 30 min</u>
FUENTE: <u>Pozo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB: <u>2015-05-04 08 h 53 min</u>
MUNICIPIO: <u>Arseniozapa</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO: <u>Quiché</u>	

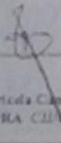
RESULTADOS			
1. ASPECTO: <u>Claro</u>	4. OLORES: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA (En el momento de recolección): <u>24.00</u> °C	
2. COLOR: <u>0.20 Unidades</u>	5. SABOR: <u>Normal</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: <u>387.00 microsiemens</u>	
3. TURBIDEZ: <u>00.21 UNT</u>	6. potencial de Hidrogeno (pH): <u>06.35 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>211.00 mg/L</u>	
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIO (NH <sub>4</sub> )	00.08	6. CLORURO (Cl <sup>-</sup> )	14.00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> )	00.017	7. FLUORURO (F <sup>-</sup> )	00.20
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> )	28.90	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> )	11.00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00.01
5. MANGANESO (Mn)	00.009	10. DUREZA TOTAL	186.00
HIDRÓXIDOS mg/L	00.00	BICARBONATOS mg/L	136.00
CARBONATOS mg/L	00.00	ALCALINIDAD TOTAL mg/L	136.00

OTRAS DETERMINACIONES: \_\_\_\_\_


OBSERVACIONES: *Desde el punto de vista de la calidad físico-química sanitaria, DUREZA en Litros Máximos Permisibles (LMP) de 1000 mg/L (250 mg/L) agua. Las demás determinaciones están dentro de los límites de Litros Máximos Permisibles de Normalidad, según se indica en el artículo 10 de la Ley 17923.*

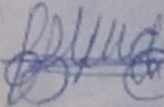
TECNICA: "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.F.P. 21<sup>ra</sup> EDICIÓN 2005, NORMAS COGCANOR NQO 4-919 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 20001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2015-05-03



**Ing. Teina Maricela Carr-Morales**  
DIRECTORA USAC



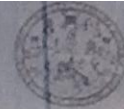


**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA**  
LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA BACTERIA  
CARR ALBA TABARES MORALES  
USAC - GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono: 2415-9115, Planta: 2415-6000 Exts. 86209 y 86221 Fax: (0184) 2415-9115  
Página web: <http://oi.usac.edu.gt>



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



No. **4103**

O.T. No. 34 748		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A-359710	
INTERESADO	HAROLD GUSTAVO ALBERTO SANCHEZ PINEDA CARNÉ No. 20714954	PROYECTO	EPS. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL ZANOTE, ATECATAMA, QUETZAL, QUETZALENSIA		
MUESTRA RECOLECTADA POR	Intervenido	DEPENDENCIA	Facultad de Ingeniería USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA	Aldea El Zapote	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN	2015-05-07 15:00 hrs.		
FUENTE	Pozo	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO	2015-05-07 18:00 hrs.		
MUNICIPIO	Atzacuten	CONDICIONES DE TRANSPORTE	Con refrigeración		
DEPARTAMENTO	Quetzaltenango	SABOR	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO	Claro	ASPECTO	Claro	CLORO RESIDUAL	-----
OLOR	Inodora	OLOR	Inodora		

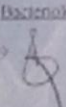
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5°C
10.00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	-----
06.00 cm <sup>3</sup>	++++	++	--
01.00 cm <sup>3</sup>	++	+	-
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES 10xcm <sup>3</sup>		70	< 2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21<sup>ra</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29-001.

Guatemala, 2015-05-19

Vo.Bo.   
Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CITA SAC

