



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

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
POTABLE PARA LA ALDEA YOLWITZ DEL MUNICIPIO
DE SAN MATEO IXTATÁN, HUEHUETENANGO**

Billy Roger Martínez Martínez

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, enero de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
POTABLE PARA LA ALDEA YOLWITZ DEL MUNICIPIO
DE SAN MATEO IXTATÁN, HUEHUETENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

BILLY ROGER MARTÍNEZ MARTÍNEZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ENERO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
EXAMINADOR	Ing. Lionel Alfonso Barillas Romillo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
POTABLE PARA LA ALDEA YOLWITZ DEL MUNICIPIO
DE SAN MATEO IXTATÁN, HUEHUETENANGO,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 27 de octubre de 2008.

Billy Roger Martínez Martínez



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 30 de octubre de 2009.
Ref.EPS.DOC.1530.10.09.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Billy Roger Martínez Martínez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200213177**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA YOLWITZ DEL MUNICIPIO DE SAN MATEO IXTATÁN, HUEHUETENANGO”**.

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

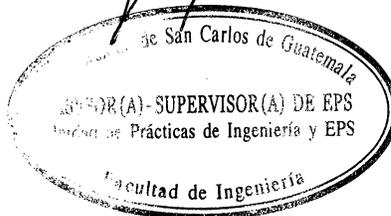
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

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

c.c. Archivo
MAAO/ra





UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 30 de octubre de 2009.
Ref.EPS.D.750.10.09

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA YOLWITZ DEL MUNICIPIO DE SAN MATEO IXTATÁN, HUEHUETENANGO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Billy Roger Martínez Martínez**, 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 Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

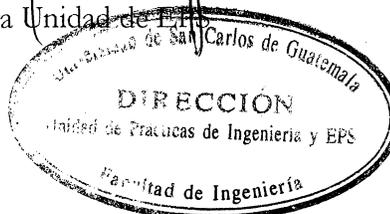
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zetecua de Serrano
Directora Unidad de E.P.S.

NISZ/ra





Guatemala,
4 de noviembre de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA YOLWITZ DEL MUNICIPIO DE SAN MATEO IXTATÁN, HUEHUETENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Billy Roger Martínez Martínez, 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,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



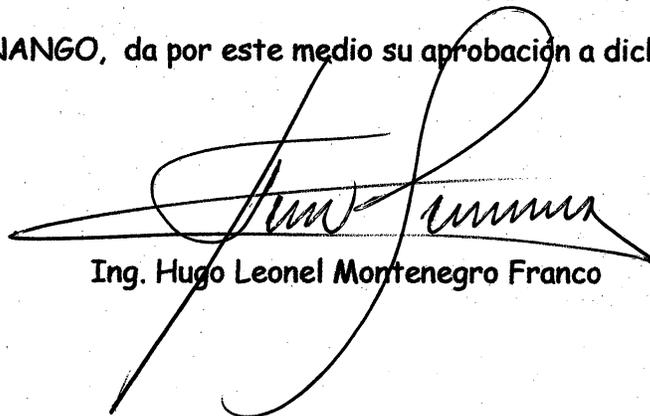
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Billy Roger Martínez Martínez, titulado DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA YOLWITZ DEL MUNICIPIO DE SAN MATEO IXTATÁN, HUEHUETENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, enero de 2010

/bbdeb.



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 DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA YOLWITZ DEL MUNICIPIO DE SAN MATEO IXTATÁN, HUEHUETENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Billy Roger Martínez Martínez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large oval shape above a series of vertical and diagonal strokes.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, enero de 2010



/cc

AGRADECIMIENTOS A:

Dios, gracias por darme la vida y permitir que comparta este momento con mis seres queridos.

La Universidad de San Carlos de Guatemala y en especial a la Facultad de Ingeniería, por haberme instruido en estos años.

Mi asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por compartir desinteresadamente sus conocimientos, para la elaboración de este trabajo de graduación.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida y porque me permitió alcanzar este anhelado triunfo.
Mis padres	Feliciano Martínez Castillo y María Esperanza Martínez López, por sus sabios consejos y por la paciencia que tuvieron al enseñar a conducirme por el buen camino.
Mis hermanos	Por darme su apoyo en todo momento.
Mis amigos	Por los buenos y malos momentos compartidos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Aspectos físicos	1
1.1.1 Localización y extensión	1
1.1.2 Hidrografía	2
1.1.3 Clima del municipio	3
1.1.4 Suelo y topografía	3
1.2 Monografía del lugar	4
1.2.1 Aspectos históricos	4
1.2.1.1 Costumbres y tradiciones	5
1.2.2 Población e idiomas	5
1.2.3 Actividades económicas	5
1.2.4 Servicios	6
1.2.4.1 Vías de comunicación	6
1.2.4.2 Agua y saneamiento	7
1.2.4.3 Energía eléctrica	7
1.2.4.4 Salud	8
1.2.4.5 Educación	8

2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1	Descripción del proyecto	9
2.1.1	Red de distribución	9
2.2	Datos preliminares	9
2.2.1	Fuente de abastecimiento	9
2.2.2	Aforo de la fuente	10
2.2.3	Calidad del agua	10
2.2.4	Obras existentes	11
2.2.5	Levantamiento topográfico	11
2.2.5.1	Planimetría	11
2.2.5.2	Altimetría	12
2.2.6	Cálculos topográficos	12
2.3	Diseño hidráulico	13
2.3.1	Población actual	13
2.3.2	Período de diseño	14
2.3.3	Población futura	14
2.3.4	Dotación	15
2.3.5	Caudales del sistema	15
2.3.5.1	Caudal medio diario	15
2.3.5.2	Caudal máximo diario	16
2.3.5.3	Caudal máximo horario	16
2.3.5.4	Caudal instantáneo	17
2.3.5.5	Caudal de vivienda	17
2.3.6	Velocidades del sistema	18
2.3.7	Presiones del sistema	18
2.3.7.1	Presión estática	18
2.3.7.2	Presión dinámica	19
2.3.8	Tanque de distribución	19
2.3.9	Bases de diseño	20

2.3.10	Cálculo hidráulico de la red de distribución	21
2.3.11	Obras hidráulicas	28
2.3.11.1	Conexiones prediales	28
2.3.11.2	Cajas de válvulas	29
2.3.11.3	Pasos elevados y de zanjón	29
2.3.11.4	Anclajes de tuberías	40
2.3.12	Tuberías	40
2.3.13	Desinfección	41
2.3.14	Análisis de costos	42
2.3.14.1	Presupuesto del proyecto	42
2.3.14.2	Cuantificación de materiales y mano de obra	43
2.3.14	Cronograma de ejecución	48
3.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	49
3.1	Mantenimiento preventivo	49
3.2	Mantenimiento correctivo	50
3.3	Propuesta de tarifa	50
4.	EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA	55
4.1	Valor presente neto	55
4.2	Tasa interna de retorno	57
5.	RIESGO Y VULNERABILIDAD	61
5.1	Concepto	61
5.2	Mitigación de desastres	62
5.3	Aplicación al proyecto	63

6. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	65
6.1 Concepto	65
6.2 Base legal de la evaluación de impacto ambiental	66
6.3 Evaluación de impacto ambiental del proyecto	66
6.3.1 Impacto ambiental producido	68
6.3.2 Medidas de mitigación	69
 CONCLUSIONES	 71
RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA	75
APÉNDICE	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Ubicación de aldea Yolwitz	1
2	Mapa hidrográfico del municipio de San Mateo Ixtatán	2
3	Esquema simplificado del sector dos	21
4	Conexión predial	28
5	Detalle de cajas de válvulas	29
6	Paso elevado	29
7	Flujo de caja del valor presente neto	56
8	Flujo de caja de la tasa interna de retorno	58
9	Plano de planta general del proyecto	85
10	Plano de planta topográfica del proyecto	87
11	Plano de diseño general	89
12	Plano de perfiles del proyecto	91
13	Plano de perfiles del proyecto	93
14	Plano de perfiles del proyecto	95
15	Plano de paso elevado de 30 m.	97
15	Plano de detalles y accesorios	99

TABLAS

I	Microcuencas dentro de los límites municipales	2
II	Cálculo hidráulico de la red de distribución	26
III	Presupuesto final	42
IV	Cuantificación de línea de distribución	43
V	Cuantificación conexiones domiciliarias	44
VI	Cuantificación de paso aéreo	45
VII	Cuantificación de cajas de válvulas	46
VIII	Cuantificación de anclajes y transporte	47
IX	Cronograma de ejecución	48
X	Efectos de desastres en obras civiles	62
XI	Libreta Topográfica	79
XII	Análisis físico químico	81
XIII	Análisis bacteriológico	82

LISTA DE SÍMBOLOS

ACI	Instituto Americano del Concreto.
IGN	Instituto Geográfico Nacional.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
NGO	Norma Guatemalteca Obligatoria.
SNM	Sobre el nivel del mar.
VPN	Valor presente neto.
TIR	Tasa interna de retorno.
Fhm	Factor de hora máximo.
Fdm	Factor de día máximo.
Az	Azimut.
DH	Distancia horizontal.
Po	Punto observado.
mca.	Metros columna de agua.
Cpz	Cota piezométrica.
HG	Hierro galvanizado.
PVC	Cloruro de polivinilo.
f'c	Resistencia última del concreto.
fy	Esfuerzo de fluencia del acero.
Q	Caudal
lts/seg	Litros por segundo.
lbs/ft	Libras sobre pie.
km/h	Kilómetros por hora.
kg/cm ²	Kilogramo por centímetro cuadrado.
Ø	Diámetro de tubería.

GLOSARIO

Aforo	Medir el caudal que una fuente de agua es capaz de proporcionar.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo.
Conexión predial	Instalación domiciliar de agua potable ubicada dentro del límite de cada predio o terreno del usuario.
Concreto ciclópeo	Material de construcción que se obtiene con una mezcla de cemento, arena, agua y piedra.
Dotación	Volumen de agua de uso diario asignada a una persona o unidad de consumo.
Hidrografía	Rama de la geografía física que trata del estudio de las aguas en el globo terráqueo.
Hipoclorador	Dosificador de cloro.
Manantial	Fuente de agua que aflora a la superficie.
Péndolas	Tirantes que sostienen la tubería suspendida de un paso elevado.

RESUMEN

En nuestro país existen muchas comunidades que aún no cuentan con los servicios básicos que garanticen un nivel de vida digno; es por eso la necesidad de realizar el presente trabajo de tesis, que consiste en el diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea Yolwitz del municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango. Con la implementación de este servicio se busca el desarrollo de la Aldea y que los habitantes puedan mejorar su calidad de vida.

Para la realización del proyecto fue necesario efectuar varias visitas al lugar, principalmente para el diagnóstico de la población y la toma de datos topográficos. Estos datos sirvieron para efectuar el diseño y cálculo de la red de distribución, así como también el de las obras de arte, que en conjunto harán posible que los habitantes cuenten con el servicio de agua potable en sus viviendas. Todo el diseño y cálculo se plasma en los planos que se incluyen en el apéndice al final del trabajo de graduación .

El diseño de la red se efectuó por medio del método de ramales abiertos, debido a las características del lugar. También se realizó el presupuesto general de construcción del proyecto incluyendo la cuantificación de materiales y mano de obra necesarios. Se presenta una propuesta de tarifa basada en los gastos de operación y mantenimiento del sistema, además se realizó una evaluación socio económica que indicará si el proyecto será rentable. Finalmente se hizo la evaluación de impacto ambiental del proyecto.

OBJETIVOS

➤ **General:**

Contribuir al desarrollo la aldea Yolwitz del municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango, con el diseño de una red de distribución de agua potable que pueda satisfacer la demanda real de sus habitantes.

➤ **Específicos:**

1. Mejorar la calidad de vida y propiciar el desarrollo socio económico de las familias, dotándoles de un servicio básico de subsistencia.
2. Reducir las enfermedades provocadas por el consumo de agua que no cumple con las normas mínimas de salubridad.
3. Dar un uso adecuado a los recursos hídricos con que cuenta el municipio, informando y haciendo conciencia a los usuarios sobre el uso y administración del sistema de agua potable.
4. Evaluar la factibilidad y rentabilidad de la inversión que será necesaria para llevar a cabo la ejecución del proyecto.

INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país que cuenta con gran diversidad de recursos naturales, buena parte de ellos son hídricos; los cuales no son aprovechados de manera adecuada, principalmente por la falta de recursos económicos. Como resultado de esto, muchas comunidades no cuentan con un servicio de agua potable adecuado que pueda satisfacer sus necesidades. Esta es la excusa principal que motivó el presente trabajo de graduación, que consiste en el diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea Yolwitz del municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango; esperando con ello contribuir a mejorar el nivel de vida de la población y disminuir el índice de enfermedades provocado por el consumo de agua que no cumple con los requisitos de salubridad.

Como en todo proyecto de infraestructura fue necesario seguir todo un proceso, el cual principió al efectuar un diagnóstico de la población a servir. Dicho diagnóstico brindará algunos parámetros que serán útiles en el diseño de la red de distribución. También se tomaron los datos de campo por medio de la topografía del proyecto, cuya actividad será de suma importancia para la exactitud en el cálculo y diseño del proyecto.

Teniendo todos los datos necesarios se procede con los cálculos de gabinete, que al finalizar darán como resultado un diseño óptimo de la red de distribución; que al ser construida eficazmente y darle un mantenimiento adecuado puede llegar a tener una vida útil mayor de la prevista.

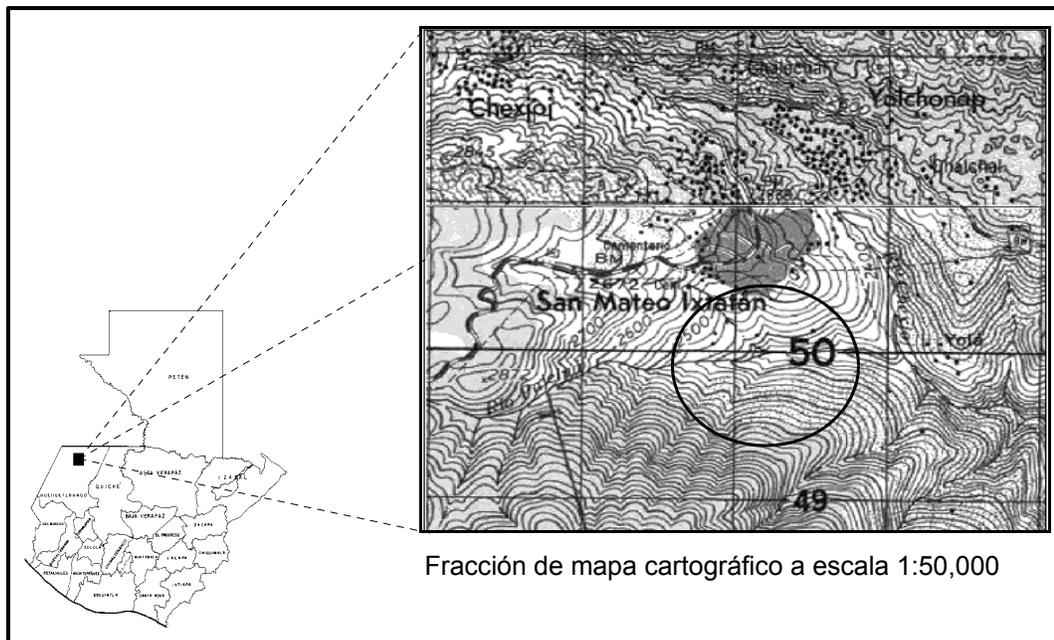
1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Aspectos físicos

1.1.1 Localización y extensión

La aldea Yolwitz se encuentra en el municipio de San Mateo Ixtatán, departamento de Huehuetenango. El municipio se ubica a 385 kilómetros de la ciudad capital y a 125 de la cabecera departamental. Cuenta con una extensión territorial de 560 kilómetros cuadrados. Las coordenadas geodésicas de la cabecera municipal son: latitud $15^{\circ}49'45''$ y longitud $91^{\circ}28'28''$ y tiene una altitud sobre el nivel del mar de 2,540 metros.

Figura 1. Ubicación de aldea Yolwitz



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN)

1.1.2 Hidrografía

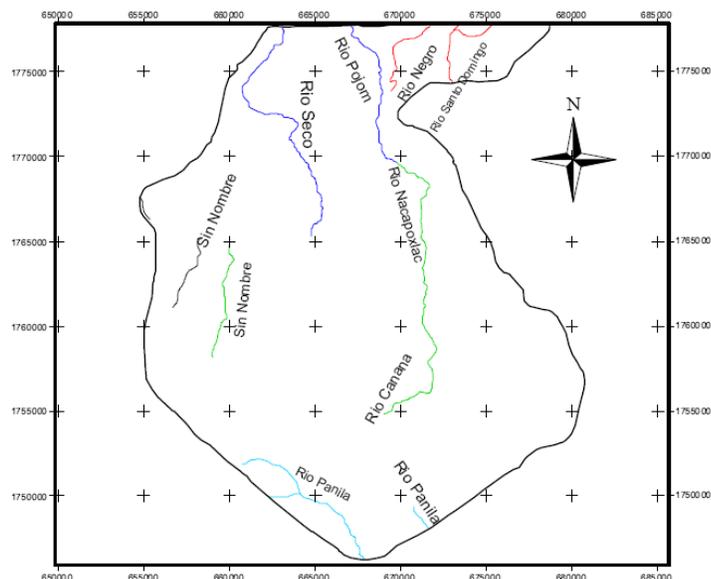
Los ríos y fuentes de agua de San Mateo Ixtatán son de considerable volumen, el cual se aprovecha únicamente para riego de cultivos, consumo humano y del ganado.

El municipio alberga dentro de sus límites tres cabeceras de cuencas hidrográficas internacionales:

Tabla I. **Microcuencas dentro de los límites municipales**

MICROCUENCA	CUENCA	SUPERFICIE (ha)
Ríos Ixtenam e Ixpajau	Río Nentón	10.3
Ríos Isquisis y Seco	Río Pojóm	38.8
Ríos Yolá y Bobí	Río Ixcán	6.8

Figura 2. **Mapa hidrográfico del municipio de San Mateo Ixtatán**



Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA)

1.1.3 Clima del municipio

El clima en la cabecera municipal es templado frío, el cual varía según la elevación del terreno, teniendo en las cumbres, que pueden llegar hasta los 3,500 mts. SNM, un clima muy frío y húmedo, mientras que en gran parte del territorio es templado. Los meses más fríos se comprenden de noviembre a enero y los meses más cálidos son abril y mayo.

Según datos de la estación meteorológica 72002 ubicada en el municipio de Soloma, Huehuetenango, la temperatura media registrada para el año 2008 era de 14.0 °C, la temperatura máxima promedio de 20.3 °C y la mínima promedio de 7.9 °C. También se cuentan con registros de la humedad relativa que en promedio anual da un 84 %.

En la misma estación meteorológica se tienen datos de la precipitación pluvial, donde se muestra que los meses comprendidos entre junio y octubre es donde mayor precipitación pluvial se registra, teniendo que para el año 2008 se registró una precipitación de 3620 mm. También se tienen datos de la velocidad del viento donde se ve que para el mismo año se tuvo en promedio una velocidad de 5.6 km/h.

1.1.4 Suelo y topografía

El suelo del municipio está conformado principalmente por roca calcárea, que en sus partes altas es muy quebrado y en las de menor elevación es llano. En el municipio predomina una topografía montañosa que presenta una mayor altitud en el cerro Bobí de 3,335 mts. SNM y una menor elevación en el río Santo Domingo de 460 mts. SNM, frontera con México.

El subsuelo en las montañas esta formado por rocas calcáreas, minas de cobre y de plomo, también canteras de yeso, dentro de los cuales brotan las fuentes de sal que son materia para la industria principal de la región.

La flora y los cultivos del municipio son muy variados debido al tipo de suelo y clima de la región. Entre los cultivos que mas abundan se pueden mencionar los de cereales, papas, cacao, café, tabaco. El cultivo de trigo se ha desarrollado considerablemente en las montañas.

1.2 Monografía del lugar

1.2.1 Aspectos históricos

San Mateo Ixtatán fue establecido a principios del siglo XVI como consecuencia de los repartimientos y encomiendas durante el período de conquista de las regiones del norte de los Cuchumatanes, Huehuetenango.

Según la etimología en idioma chuj el nombre de Ixtatán proviene de “ixta” que significa juguete y “tan” que significa cal, o sea juguete de cal.

San Mateo Ixtatán es un pueblo de origen precolombino, esto se concluye gracias a los vestigios arqueológicos que se han descubierto en el municipio.

Durante el período indígena, el sitio fue escogido como un lugar privilegiado donde convergían sus lugareños para las celebraciones de sus ídolos.

1.2.1.1 Costumbres y tradiciones

La fiesta titular que se celebra en honor del patrón del pueblo se realiza del 19 al 21 de Septiembre, en la cual el día principal es el último donde la iglesia conmemora al Apóstol y Evangelista San Mateo. Entre los bailes folclóricos que resaltan durante las celebraciones podemos mencionar: La Conquista, El Torito y Cortés, El venado, entre otros.

En cuanto a la vestimenta tradicional femenina se observa que las mujeres conservan el güipil, también el tocado que es una especie de pañuelos entretreídos con el pelo, además de la faja para sujetar el corte. En cuanto a los hombres, conservan el capishay, que es un tipo de cobertor de lana negra o café.

1.2.2 Población e idiomas

Según datos del INE, la población del municipio para el 2002 era de 29,993 personas con una tasa de crecimiento del 3.07% anual, y la mayoría de lugareños hablan el chuj y el castellano.

1.2.3 Actividades económicas

En el municipio la mayor parte de la población se dedica a la agricultura, y el producto que más sobresale es el maíz que es el principal alimento dentro de la dieta familiar. También se cultivan otros productos como: papas, café, frijol, trigo, entre otros.

La actividad pecuaria es otra fuente de ingresos para los pobladores, destacando dentro de esta el ganado ovino y porcino que son los que más ingresos aportan a la economía familiar; sin que se quede atrás el ganado bovino que también es fuente importante para el sustento familiar.

También hay que mencionar a las artesanías dentro de las actividades económicas, ya que aquí hay una mayor participación de la población debido a que este producto tiene un mayor precio de venta de su producción. La actividad artesanal se encuentra representada por la herrería, la carpintería, las minas de sal, la explotación de cal, los tejidos, entre otros; dentro de las cuales la carpintería es de las actividades que generan mayores ingresos debido al volumen y precio de venta de su producción.

Hay que destacar que la economía de muchas familias es mantenida en buena parte por las remesas provenientes de familiares que residen y trabajan en el extranjero.

1.2.4 Servicios

1.2.4.1 Vías de comunicación

Para llegar al municipio proveniente de la cabecera departamental de Huehuetenango existen 125 kilómetros, de los cuales 75 cuentan con asfalto (desde Huehuetenango hasta San Pedro Soloma), los restantes 50 kilómetros son de terracería que es transitable durante todo el año. Cabe mencionar que para el año 2008, cuando se efectuó la visita de campo para la toma de datos, se pudo observar un proyecto para la construcción de la carretera que conduce de Soloma hacia San Mateo Ixtatán, el cual se encontraba en abandono y sin concluir.

La mayor parte de la red vial interior del municipio es deficiente, pues alrededor del 70% de las comunidades cuentan con calles de terracería en regulares condiciones, que en su mayor parte son solamente transitables por vehículos de doble tracción y carga pesada. El otro 30% de las comunidades no cuentan con tránsito vial, en su lugar existen caminos de herradura y veredas que en época seca se encuentran en condiciones regulares, no así en la época lluviosa donde en varios puntos es casi imposible moverse.

1.2.4.2 Agua y saneamiento

El servicio de agua entubada cubre a más del 80% de la población, la cual no recibe ningún tipo de tratamiento para potabilizarla, lo que provoca un aumento de enfermedades gastrointestinales.

Respecto a los drenajes de aguas servidas solamente la cabecera municipal cuenta con este servicio, sin embargo estos presentan deficiencias y es común ver las aguas negras correr por las calles.

Para el año 2004 se estima que alrededor de un 22% de las viviendas cuentan con servicio de letrinas.

1.2.4.3 Energía eléctrica

Según el INE para el año 2002 los hogares que cuentan con el servicio de energía eléctrica sumaban 3,291, y los que no tenían ese servicio sumaban 1,542. También se tiene conocimiento que en 23 centros poblados no hay cobertura del servicio. El servicio de energía eléctrica es prestado por la Distribuidora Eléctrica de Occidente, S. A. y según los pobladores es deficiente debido a los constantes cortes de la corriente eléctrica.

1.2.4.4 Salud

Para el año 1994 solamente se contaba con el centro de salud de la cabecera municipal y el de la clínica parroquial. Este servicio ha ido aumentando, al tiempo que para el año 2004 se abrieron otros tres puestos de salud en las aldeas Bulej, Ixquisis y Yalanhuitz. También se abrieron otros tres puestos de menor categoría en las aldeas Yocultac, Chaquenal y Tzununcap.

1.2.4.5 Educación

Para el año 2008 en el municipio de San Mateo Ixtatán existen 95 centros de educación distribuidos de la siguiente manera: 32 de nivel de pre-primaria (uno se encuentra en el casco urbano), 55 centros de nivel primario (dos están en el casco urbano), 2 centros de nivel básico y un centro de nivel diversificado.

Un inconveniente para muchos alumnos es que las clases se imparten en idioma castellano. Este problema es solucionado frecuentemente cuando se contratan profesores originarios del lugar.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea Yolwitz del municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango, la cual funcionará por medio de gravedad, ya que el punto donde se encuentra ubicado actualmente el tanque de distribución cuenta con la suficiente diferencia de nivel respecto a las viviendas a las cuales se les proporcionará el servicio.

2.1.1 Red de distribución

La red de distribución del sistema estará formada solamente por ramales abiertos, debido a que la topografía y la ubicación de las viviendas impiden cerrar algún circuito de la tubería. La tubería a utilizar en la red de distribución será de PVC con diámetros comprendidos entre $\frac{3}{4}$ y 3 pulgadas.

2.2 Datos preliminares

2.2.1 Fuente de abastecimiento

Para dotar del vital líquido a las personas se utilizó un manantial, el cual se encuentra ubicado aproximadamente a 3 kilómetros de la cabecera municipal. Para captar el agua subterránea que aflora en dicho manantial existe una caja de captación de concreto de aproximadamente 2 metros cúbicos de volumen.

Este tipo de fuentes tienen la ventaja, en la mayoría de casos, de que el agua que aflora es pura y no hay necesidad de brindarle ningún tipo de tratamiento para potabilizarla. Esto se da debido a que dicha agua se encuentra aislada del ambiente externo.

2.2.2 Aforo de la fuente

El aforo se realiza con objeto de conocer cual es el caudal de agua que una fuente, en este caso un manantial, es capaz de proporcionar, y con este dato podremos saber si dicha fuente lograra satisfacer la demanda de la población. El método utilizado para conocer el caudal fue el aforo volumétrico utilizando una cubeta de 5 galones y tomando el tiempo que tardaba en llenarse, este procedimiento se efectuó tres veces y promediando los tiempos tomados se llegó al resultado de 3.5 lts/seg.

2.2.3 Calidad del agua

Se dice que el agua para que sea potable debe ser sanitariamente segura y agradable a los sentidos. Para determinar la calidad del agua, es necesario basarse en normas; en Guatemala se utiliza la norma COGUANOR NGO 29001, la cual dicta los límites en que deben encontrarse las características de calidad físicas, químicas y bacteriológicas del agua. Estas características se determinan por medio de exámenes de laboratorio, entre los que tenemos el análisis físico químico, que nos brinda las propiedades físicas y químicas como color, olor, sabor, pH, turbiedad, entre otras. También se tiene el examen bacteriológico que nos indica el nivel de contaminación con organismos patógenos. Ambos estudios se realizaron en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos a muestras tomadas en la fuente que surtirá del vital líquido a la población.

2.2.4 Obras existentes

El proyecto de agua potable ya cuenta con tanque de distribución, construido de mampostería y esta ubicado en el casco urbano del municipio. Dicho tanque tiene un volumen aproximado de 90 metros cúbicos el cual abastecerá del vital líquido a un aproximado de 170 viviendas. También se tiene ya construida la caja de captación ubicada en el manantial, esta caja es de aproximadamente 2 metros cúbicos.

Cabe mencionar que en la comunidad ya existe una red de distribución de agua potable que se encuentra obsoleta y no cubre la demanda de la mayoría de la población, y el presente proyecto vendrá suplantar el que ya existente.

2.2.5 Levantamiento topográfico

La topografía es uno de los aspectos a los que se debe prestar mucha atención, pues con este se determinan las coordenadas de los diferentes puntos que conforman la red de distribución. Para realizar el levantamiento se utilizó el siguiente equipo: un teodolito marca SOKKISHA modelo TM 20ES, una cinta métrica de 50 mts., un estadal de acero de 4 mts., dos plomadas, una almádana, pintura y madera para fabricar estacas. Además la comunidad proporcionó el personal necesario para efectuar el levantamiento.

2.2.5.1 Planimetría

La planimetría tiene como objeto determinar las distancias horizontales, y las coordenadas vistas en planta de todos los componentes del sistema de agua potable. Para esto se utilizó el método de conservación del azimut, además se realizaron radiaciones hacia todas las viviendas.

2.2.5.2 Altimetría

La altimetría tiene como fin determinar las diferencias de nivel existentes entre todos los componentes del sistema de agua potable. El método utilizado en el presente proyecto fue el taquimétrico, esto porque el terreno era demasiado quebrado.

Para realizar el levantamiento altimétrico se utilizó el mismo equipo que se usó en la planimetría, agregando únicamente los valores de los hilos (superior, medio e inferior) del lente del teodolito y el ángulo vertical o cenital en la libreta de campo.

2.2.6 Cálculos topográficos

Los datos a calcular se obtuvieron cuando se realizó el levantamiento anotándolos en la libreta topográfica. Estos datos son: estación (est), punto observado (Po), Azimut (Az), hilos (superior, medio e inferior), ángulo vertical (Av), distancia horizontal (DH) y una observación del punto.

Para el cálculo de las coordenadas parciales (x,y) y totales (X,Y) de los puntos topográficos se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$y = DH * \cos(Az)$$

$$x = DH * \text{sen}(Az)$$

$$Y = Y_{est} \pm y_{(est-Po)}$$

$$X = X_{est} \pm x_{(est-Po)}$$

Donde:

DH = Distancia horizontal.

Az = Azimut.

Y_{est} = Coordenada total de la estación

y_{est-Po} = Coordenada parcial de la estación
al punto observado

Para el cálculo de las diferencias de nivel, distancia horizontal y cotas de los puntos topográficos se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\Delta N = \Delta_{Hi} * 100 (1/2 * \text{sen} 2\beta)$$

$$DH = 100 * \Delta_{Hi} * \text{sen}^2 \beta$$

$$Cota_B = Cota_A + Ai_A \pm \Delta N_{(A-B)} - H_m$$

Donde:

DH = Distancia horizontal

Δ_{Hi} = Hilo superior – hilo inferior

β = Angulo cenital (vertical)

ΔN = Diferencia de nivel

$Cota_B$ = Cota del punto B

Ai_A = Altura de instrumento en A

H_m = Hilo medio

Los cálculos de la libreta topográfica fueron realizados en una hoja de cálculo electrónica y sus resultados se detallan en el apéndice.

2.3 Diseño hidráulico

2.3.1 Población actual

La población actual de la comunidad es de 170 viviendas. Este dato se obtuvo cuando se realizó el levantamiento topográfico y con entrevistas con los vecinos. Otro dato que se obtuvo con las entrevistas fue la cantidad de personas que viven en cada hogar, y realizando un promedio se determinó la densidad de vivienda que es de 5 personas por familia. Con estos datos podemos determinar la población actual multiplicando el número de viviendas por la densidad de vivienda, teniendo como resultado el siguiente:

$$P_{actual} = 270_{viviendas} * 5_{(Habitantes/vivienda)}$$

$$P_{actual} = 850_{Habitantes}$$

2.3.2 Período de diseño

El período de diseño es el tiempo durante el cual la red de distribución va a prestar un servicio eficiente a la población. Para adoptar un período de diseño se deben tener en cuenta varios factores como la población de diseño, la calidad los materiales a utilizar, costos y tasas de interés, facilidad de ampliación, entre otros.

En el presente caso se adoptó un período de 20 años. El factor principal para adoptar dicho período fue el caudal de agua que se aforo en la fuente. Dicho caudal es de 3.5 litros por segundo, el cual a mi criterio es un poco bajo.

2.3.3 Población futura

Para calcular la población futura, tomando a consideración el período de diseño, se utilizó en método geométrico, con una tasa de crecimiento poblacional del 3.07% calculada con los datos de los censos realizados por el INE en el municipio; teniendo como resultado:

$$P_f = P_a(1+r)^n$$

Donde:

P_f = Población futura para "n" años.

P_a = Población actual (850 habitantes)

r = Tasa de crecimiento poblacional (3.07%)

n = Periodo de diseño (20 años)

Sustituyendo datos se tiene:

$$P_{(n=20)} = 850(1+0.0307)^{20}$$

$$P_{(n=20)} = 1556 \text{ Habitantes}$$

2.3.4 Dotación

Se entiende por dotación a la cantidad (en volumen por unidad de tiempo) de agua asignada a cada habitante. Para determinarla se toman varios factores como el clima, actividades productivas, nivel de vida, calidad del agua, entre otros. También se tiene que para el área rural si se utiliza conexión predial en la vivienda la dotación deberá estar entre 60 y 110 lts/hab/día. Considerando lo antes mencionado se asignara una dotación de 90 lts/hab/día.

2.3.5 Caudales del sistema

2.3.5.1 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que consume en una población durante un período de 24 horas. Dicho caudal también se puede definir como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.

Para fines de diseño el caudal medio o consumo medio estará en función de la dotación y el número de habitantes calculados al final del período de diseño. De lo anterior se tiene que:

$$Q_m = \frac{\text{Dotacion} * \text{No. Habitantes}_{n=20}}{86400}$$

$$Q_m = \frac{90 [\text{lts/hab/día}] * 1556 [\text{Habitantes}]}{86400 [\text{seg/día}]}$$

$$Q_m = 1.62 [\text{lts/seg}]$$

2.3.5.2 Caudal máximo diario

Este caudal se utiliza para diseñar la línea de conducción y se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas observado durante un período de un año. Para fines de diseño este caudal se obtendrá al multiplicar el caudal medio por un factor de ampliación. A dicho factor se le denomina “factor de día máximo” (F_{dm}), y su valor esta en función del tamaño de la población teniendo que para poblaciones menores de 1000 habitantes se usa 1.5 y para poblaciones mayores de 1000 habitantes se usa 1.2.

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

$$Q_{md} = 1.2 * 1.62 [lts/seg]$$

$$Q_{md} = 1.94 [lts/seg]$$

Donde:

$$Q_{md} = \text{Caudal máximo diario [lts/seg]}$$

$$F_{dm} = \text{Factor de día máximo}$$

$$Q_m = \text{Caudal medio [lts/seg]}$$

2.3.5.3 Caudal máximo horario

Este caudal se utilizará para diseñar la red de distribución y se define como el máximo consumo de agua que se da en una hora del día en un período de un año. Para fines de diseño este caudal se obtiene multiplicando el caudal medio diario por el “factor de hora máximo” (F_{hm}) que esta en función del tamaño de la población, teniendo que para poblaciones menores de 1000 habitantes se utiliza un factor de 2.5 y para mayores de 1000 se usará 2.

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

$$Q_{mh} = 2 * 1.62 [lts/seg]$$

$$Q_{mh} = 3.2 [lts/seg]$$

Donde:

$$Q_{mh} = \text{Caudal máximo horario [lts/seg]}$$

$$F_{hm} = \text{Factor de hora máximo}$$

$$Q_m = \text{Caudal medio [lts/seg]}$$

2.3.5.4 Caudal instantáneo

Este caudal toma en cuenta la probabilidad de que se empleen al mismo tiempo las conexiones domiciliarias de un ramal. El caudal instantáneo nunca tomará valores menores a 0.20 lts/seg.

$$Q_{ins} = k \sqrt{(N - 1)}$$

Donde:

Q_{ins} = Caudal instantáneo

N = Número de viviendas del ramal

k = $\begin{cases} 0.15 \text{ para menos de 55 viviendas} \\ 0.20 \text{ para mas de 55 viviendas} \\ 0.25 \text{ para llena cántaros} \end{cases}$

2.3.5.5 Caudal de vivienda

El caudal de vivienda es simplemente un valor estimado del caudal que le corresponde a cada domicilio y se obtiene multiplicando el número de viviendas por el caudal de vivienda unitario. El caudal de vivienda unitario se calcula dividiendo el caudal de máximo horario dentro del número de viviendas actuales del proyecto.

$$Q_{vu} = \frac{Q_{mh}}{No_{vi}}$$

Donde:

Q_{vu} = Caudal de vivienda unitario [lts/seg/viv]

Q_{mh} = Caudal máximo horario

No_{vi} = Número de viviendas actuales

2.3.6 Velocidades del sistema

Es recomendable que las velocidades del sistema se mantengan dentro de ciertos límites. La velocidad mínima recomendada será de 0.6 mts/seg, esta velocidad se establece para evitar la sedimentación en las tuberías, pero queda a criterio del diseñador que esta pueda ser un poco menor debido a que el agua que circulará en las tuberías no contiene sedimentos significativos. También se recomienda utilizar un valor máximo de velocidad de 3 mts/seg, este valor se fija para evitar el golpe de ariete y el desgaste de las tuberías.

Para encontrar la velocidad del agua dentro de una tubería recurrimos a la ecuación de continuidad, que adaptada para trabajar con unidades de medida convencionales queda así:

$$V = \frac{1.974 * Q}{\Phi^2}$$

Donde:

V = Velocidad [mts/seg]

Q = Caudal [lts/seg]

Φ = Diámetro [plg]

2.3.7 Presiones del sistema

2.3.7.1 Presión estática

Esta presión se presenta cuando el agua se encuentra en reposo dentro de una tubería. Dicha presión en una red de distribución debe ser siempre menor a 80 mts. Esto se hace para evitar fugas en los accesorios utilizados en la construcción del sistema, principalmente en válvulas.

2.3.7.2 Presión dinámica

Esta presión se presenta cuando el agua se encuentra en movimiento dentro de una tubería. Se dice que la presión dinámica en un punto dado es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno. Dicha presión debe tener valores entre 10 y 40 metros columna de agua.

2.3.8 Tanque de distribución

Para satisfacer las demandas de agua de la población el tanque de distribución debe ser capaz de compensar el volumen de agua requerido respecto a las variaciones horarias, además de proveer almacenamiento contra incendio, entre otras cosas. Si no existen informes acerca de esto, el volumen del tanque tomara un valor del 25 a 40% del caudal medio diario, que es un valor recomendado cuando se trata de sistemas por gravedad como en este proyecto. Dicho lo anterior, se tomará un valor del 40% para calcular el volumen del tanque de distribución.

$$V_t = Q_m [\text{Lts/seg}] * 86400 [\text{seg}] * P$$

$$V_t = 1.62 [\text{Lts/seg}] * 86400 [\text{seg}] * 0.40$$

$$V_t = 55987.2 [\text{Lts}] = 56 \text{ mts}^3$$

Donde:

V_t = Volumen del tanque [Lts/seg]

Q_m = Caudal medio [Lts/seg]

P = Porcentaje (40%)

Según lo anterior, el volumen del tanque debería ser de 56 metros cúbicos, pero el tanque ya está construido físicamente en la población, teniendo un volumen aproximado de 90 metros cúbicos, entonces se tiene que el tanque sí cubrirá la demanda de la población.

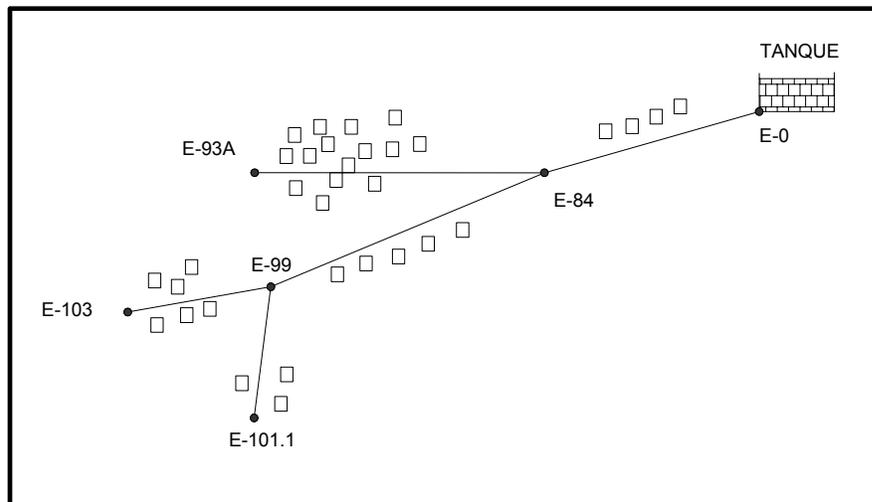
2.3.9 Bases de diseño

Tipo de fuente	Manantial
Aforo de la fuente	3.5 lts/seg
Tipo de sistema	Por gravedad
Red de distribución	Ramales abiertos
Clima	Templado frío
Viviendas actuales	170 viviendas
Densidad de población	5 hab/viv
Población actual	850 habitantes
Población futura	1556 habitantes
Tasa de crecimiento	3.07 %
Período de diseño	20 años
Dotación	90 lts/hab/día
Factor de día máximo	1.2
Factor de hora máximo	2.0
Caudal medio diario	1.62 lts/seg
Caudal máximo diario	1.94 lts/seg
Caudal máximo horario	3.20 lts/seg
Caudal unitario de vivienda	0.0188 lts/seg/viv
Volumen del tanque	56 mts^3
Tubería a utilizar	PVC
Constante de fricción del PVC	150
Constante k del caudal instantáneo	0.15 y 0.20

2.3.10 Cálculo hidráulico de la red de distribución

Para el cálculo de la red de distribución se utilizó el método de ramales abiertos y como ejemplo se diseñará el tramo que va desde el tanque de distribución (E-0) hacia la estación E-84, perteneciente al sector 2.

Figura 3. Esquema simplificado del sector dos



En este sector se tienen 33 viviendas actuales, y teniendo una densidad de vivienda de 5 hab/viv, un período de diseño de 20 años, una tasa de crecimiento igual a 3.07% se obtiene una población futura de 302 personas. Con esta población calculamos los caudales de diseño:

Caudal medio:

$$Q_m = \frac{90 [lts/hab/día] * 302 [Habitantes]}{86400 [seg/día]}$$

$$Q_m = 0.3145 [lts/seg]$$

Caudal máximo horario:

$$Q_{mh} = Fhm * Q_m$$

$$Q_{mh} = 2 * 0.3145 [lts/seg]$$

$$Q_{mh} = 0.63 [lts/seg]$$

Donde:

$$Q_{mh} = \text{Caudal máximo horario [lts/seg]}$$

$$Fhm = \text{Factor de hora máximo}$$

$$Q_m = \text{Caudal medio [lts/seg]}$$

Caudal unitario de vivienda:

$$Q_{vu} = \frac{Q_{mh}}{No_{vi}}$$

Donde:

$$Q_{vu} = \text{Caudal de vivienda unitario [lts/seg/viv]}$$

$$Q_{mh} = \text{Caudal máximo horario}$$

$$No_{vi} = \text{Número de viviendas actuales}$$

$$Q_{vu} = \frac{0.63 [lts/seg]}{33 [hab]} = 0.019 [lts/seg/viv]$$

Para determinar el caudal de diseño del tramo debe hacerse una comparación entre el caudal de vivienda y el caudal instantáneo, que se calculan sumando el caudal actual del tramo más los caudales acumulados de los ramales que salen del tramo, tomando siempre el mayor.

En este caso se tiene que en el tramo existen 4 viviendas actuales y 29 viviendas de los ramales que salen dicho tramo, teniendo un total de 33 viviendas para las cuales se calculará el caudal de vivienda y el caudal instantáneo.

Caudal de vivienda:

$$Q_v = Q_{vu} * N_{o_{vi}} = 0.019 [lts/seg/viv] * 33 [viv]$$

$$Q_v = 0.63 [lts/seg]$$

Caudal instantáneo:

$$Q_{ins} = k \sqrt{(N - 1)}$$

Donde:

Q_{ins} = Caudal instantáneo

N = Número de viviendas actuales

k = 0.15

Entonces:

$$Q_{ins} = 0.15 \sqrt{(33 - 1)}$$

$$Q_{ins} = 0.84 [lts/seg]$$

Dado lo anterior se utilizará el caudal instantáneo, de 0.84 lts/seg, para calcular el diámetro de la tubería, utilizando los siguientes datos del tramo en cuestión:

Caudal = 0.84 [lts/seg]

Longitud = 215 mts. (incluye un 2% por factor de ondulamiento)

Cota tanque = 100 mts.

Cota E-84 = 62.85 mts.

Coefficiente Hazen Williams del PVC = 150

Primero se procede a calcular la carga de presión disponible que se obtiene con la diferencia de nivel existente entre los puntos inicial y final del tramo en cuestión.

$$\text{Carga disponible} = Cota_{E-0} - Cota_{E-84} = 100 - 62.85$$

$$\text{Carga disponible} = 37.15 \text{ mts.}$$

Para esta pérdida carga se calcula el diámetro teórico utilizando la fórmula de Hazen Williams:

$$hf = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * \Phi^{4.87}}$$

Donde:

hf = Pérdida de carga [mts]

L = Longitud [mts]

Q = Caudal [lts/seg]

Φ = Diámetro (plg)

C = 150

Entonces tenemos:

$$\Phi = \left(\frac{1743.811 * 215 * 0.84^{1.85}}{150^{1.85} * 37.15} \right)^{\left(\frac{1}{4.87}\right)}$$

$$\Phi = 0.92 \text{ plg.}$$

El diámetro a utilizar en el tramo resulta de comparar diámetros comerciales superiores e inferiores con el diámetro teórico obtenido, utilizando el que mejor se adapte al diseño hidráulico. Para este tramo el diámetro seleccionado fue de 1 ½ plg., y su pérdida de carga corresponde a:

$$hf_{\Phi=1.5 \text{ plg}} = \frac{1743.811 * 215 * 0.84^{1.85}}{150^{1.85} * 1.5^{4.87}}$$

$$hf_{\Phi=1.5 \text{ plg}} = 3.55 \text{ mts.}$$

La presión estática del tramo tomará el valor de 37.15 mca (metros columna de agua) que es el mismo valor de la carga de presión disponible. Dicho valor cumple con que la presión estática en una tubería será siempre menor a 80 mca.

La cota piezométrica (Cpz) en la estación E-84 se obtiene restando la cota piezométrica inicial del tramo menos la pérdida de carga en dicho tramo.

$$Cpz_{E-84} = Cpz_{E-0} - hf_{E-0 \rightarrow E-84} = 100 \text{ mts} - 3.55 \text{ mts}$$

$$Cpz_{E-84} = 96.45 \text{ mts.}$$

La presión o carga dinámica en la estación E-84 será igual a la resta entre la presión estática y la pérdida de carga encontrada para el tramo. Para el resto de estaciones se puede obtener restando la cota piezométrica menos la cota de terreno de la estación.

$$P_{dinámica} = P_{estática} - hf_{E-0 \rightarrow E-84} = 37.15 \text{ mts} - 3.55 \text{ mts.}$$

$$P_{dinámica} = 33.60 \text{ mts.}$$

Finalmente se procederá a calcular la velocidad del agua en el tramo, tomando en cuenta que dicha velocidad deberá ser mayor a 0.6 mts/seg y menor a 3 mts/seg (ver numeral 2.3.6).

$$V = \frac{1.974 * Q}{\Phi^2} = \frac{1.974 * 0.84}{1.5^2}$$

$$V = 0.74 \text{ mts/seg}$$

Tabla II. Cálculo hidráulico de la red de distribución

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

SECTOR UNO

De	A	Cota		Long mts	Q ls	C CHW	Φ Pig	Φ teo	Φ com	If mts	Vel m/s	Cheq Vel	Qpz Inicio	Qpz Final	Presion mts.		Presion PSI		Tubos PVC	PSI Tubería
		inicial	final												inicial	final	inicial	final		
E-O	E-35	100	88.34	157.16	1.90	150	1.51	3	0.41	0.43686	correcto	0	99.59	0	11.25	0	16	29	100 PSI	
E-35	E-53	88.34	78.5	148.6	1.6	150	1.44	3	0.28	0.36217	correcto	99.59	99.31	11.25	20.81	16	30	27	100 PSI	
E-28	E-31	91.38	83.58	33.37	0.52	150	0.72	1	1.64	1.05934	correcto	99.87	98.23	8.49	14.65	12	21	6	100 PSI	
E-31	E-33	83.58	73.44	88.64	0.34	150	0.71	0.75	8.04	1.23137	correcto	98.23	90.20	14.65	16.76	21	24	16	100 PSI	
E-31	E-34	83.58	68.2	53	0.37	150	0.61	0.75	5.62	1.34002	correcto	98.23	92.82	16.76	24.42	24	36	10	100 PSI	
E-35	E-45	88.34	60.9	187.9	0.88	150	0.83	1	11.27	1.18157	correcto	99.59	88.31	11.25	27.41	16	39	34	100 PSI	
E-53	E-55	78.5	66.51	80	0.37	150	0.70	0.75	8.48	1.34002	correcto	99.31	90.83	20.81	24.32	30	36	15	100 PSI	
E-53	E-60	78.5	85.25	116	0.6	150	1.02	1.5	1.03	0.54325	correcto	99.31	98.28	20.81	13.03	30	19	21	100 PSI	
E-60	E-60.1	85.25	75	90	0.2	150	0.58	0.75	3.06	0.72433	correcto	98.28	95.22	13.03	20.22	19	29	17	100 PSI	
E-53	E-62	78.5	78.6	51.27	0.79	150	2.27	1.5	0.76	0.71528	correcto	99.31	98.55	20.81	19.95	30	29	9	100 PSI	
E-62	E-64	78.6	76.39	80	0.42	150	1.03	1	2.64	0.85562	correcto	98.55	95.91	19.95	19.52	29	28	15	100 PSI	
E-62	E-74.2	78.6	60	136	0.7	150	0.90	1	11.55	1.42603	correcto	98.55	87.00	19.95	27.00	29	39	25	100 PSI	

Continuación Tabla II

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

SECTOR DOS

De	A	Cota		Long mts	Q l/s	C CHW	Φ Plg	Φ teo	Φ com	If mts	Vd mts	Cheq Vel	Cota Pz Inicio	Cota Pz Final	Presion mts.		Tubos PVC	PSI Tubería	
		Inicial	final												Inicial	final			
E-84	E-84	100	62.85	215	0.84	150	0.92	1.5	3.55	0.76055	correcto	0	96.45	0	33.60	0	48	39	100 PSI
E-84	E-93.A	62.85	53	245	0.56	150	1.07	1	13.77	1.14082	correcto	90.2	76.43	33.80	23.43	48	34	45	100 PSI
E-84	E-96	62.85	41.49	106	0.54	150	0.76	0.75	23.04	1.95570	correcto	96.45	73.40	33.60	31.91	48	46	20	100 PSI
E-96	E-99	41.49	36.5	96	0.54	150	1.00	0.75	20.27	1.95570	correcto	73.40	53.14	31.91	16.84	46	24	17	100 PSI
E-99	E-103	36.46	33	150	0.33	150	0.98	1	3.17	0.67227	correcto	53.14	49.97	16.84	16.97	24	24	28	100 PSI
E-99	E-101.1	36.46	20	75	0.21	150	0.52	0.75	2.79	0.76055	correcto	53.14	50.35	16.84	30.35	46	44	14	100 PSI

SECTOR CENTRO

De	A	Cota		Long mts	Q l/s	C CHW	Φ Plg	Φ teo	Φ com	If mts	Vd mts	Cheq Vel	Cota Pz Inicio	Cota Pz Final	Presion mts.		Tubos PVC	PSI Tubería	
		Inicial	final												Inicial	final			
E-0	E-1	100	73.47	70	0.97	150	0.83	1.5	1.51	0.87825	correcto	0	98.49	0	25.02	0	36	13	100 PSI
E-1	E-6	73.5	69.78	215	0.94	150	1.35	1.5	4.37	0.85109	correcto	98.49	94.12	25.02	24.34	36	35	39	100 PSI
E-6	E-21	69.78	37.92	231	0.79	150	0.95	1	24.54	1.60938	correcto	94.12	69.57	24.34	31.65	35	45	42	100 PSI
E-21	E-24.1	37.92	20	208	0.49	150	0.86	1	8.91	0.99822	correcto	69.57	60.66	31.65	40.66	45	58	37	100 PSI
E-1	E-12	73.5	71	70	0.26	150	0.82	0.75	3.86	0.94163	correcto	98.49	94.63	25.02	23.63	36	34	13	100 PSI

E-6	E-7	69.78	52.28	47.76	0.42	150	0.61	0.75	6.40	1.52110	correcto	94.12	87.72	24.34	35.44	35	51	9	100 PSI
E-7	E-9	52.28	52.5	51.88	0.21	150	0.50	0.75	1.93	0.76055	correcto	87.72	85.79	35.44	33.29	51	48	10	100 PSI
E-7	E-7.1	52.28	53	33	0.26	150	0.50	0.75	1.82	0.94163	correcto	87.72	85.89	33.29	32.89	48	47	6	100 PSI

2.3.11 Obras hidráulicas

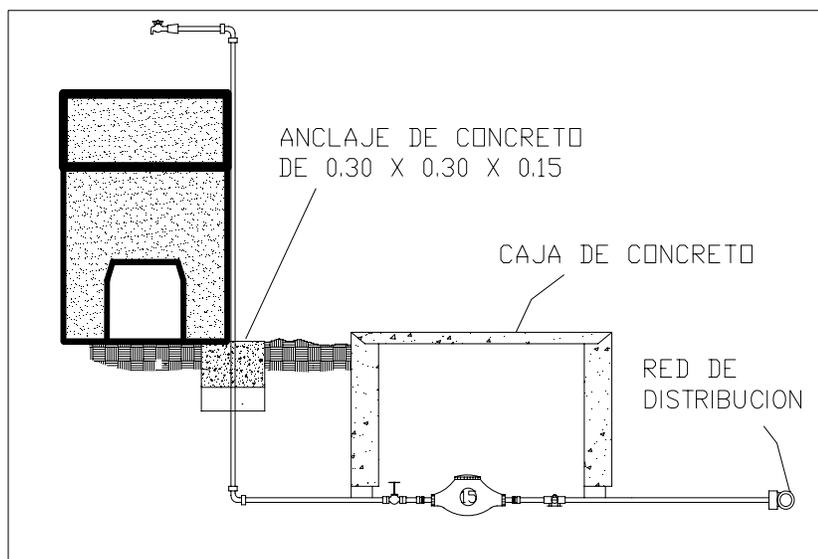
Conocidas también como obras de arte, las cuales junto con los demás componentes del sistema hacen que se pueda prestar un servicio eficiente a la población.

2.3.11.1 Conexiones prediales

Por medio de estas los usuarios podrán tener acceso al servicio de agua potable en sus viviendas, utilizando para ello un grifo, instalado dentro del lote o predio.

En los casos en que existan viviendas que se encuentran a una altura mayor que la línea piezométrica del ramal mas cercano se utilizarán llenacántaros.

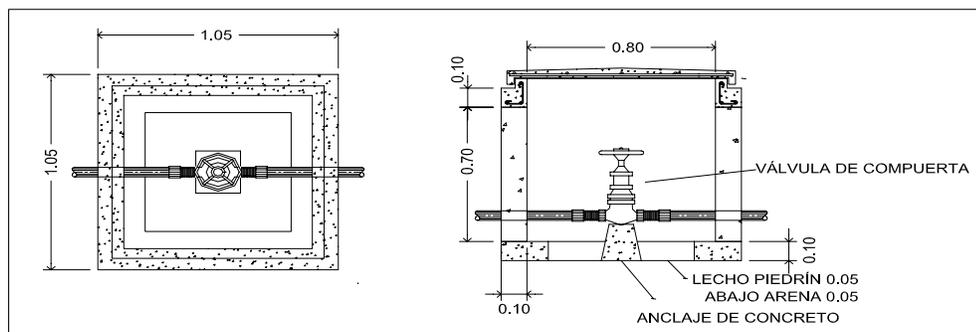
Figura 4. **Conexión predial**



2.3.11.2 Cajas de válvulas

Estas se utilizan para poder controlar el caudal que circula en las tuberías del sistema, y así poder aislar cualquier sector cuando se dañe o requiera mantenimiento. Las cajas podrán variar su tamaño dependiendo del tamaño de la válvula, pero siempre deben poder facilitar su operación y mantenimiento.

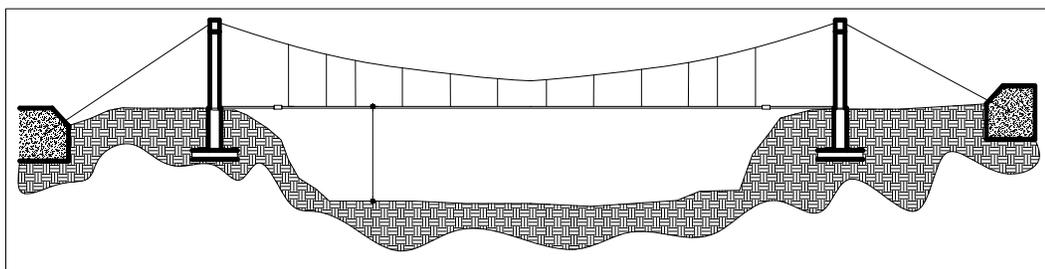
Figura 5. **Detalle de cajas de válvulas**



2.3.11.3 Pasos elevados y de zanjón

Estos se emplean cuando se necesita salvar una depresión del terreno o atravesar un río. Si la depresión no es muy extensa, máximo 5 metros, se suelen utilizar los pasos de zanjón. En ambos casos la tubería que atraviesa la depresión será siempre de HG.

Figura 6. **Paso elevado**



A continuación se presenta el diseño de un paso elevado de 30 metros de longitud ubicado en estación 85, utilizando los siguientes datos:

Longitud del claro: 30 mts.

Tubería: 1 pulgada de HG tipo liviano

Peso del tubo : 1.68 lb/ft

Peso específico del agua: 2.40 lb/ft³

Cargas verticales:

Carga muerta: $C_m = \text{Peso}_{\text{tubo}} + \text{Peso}_{\text{agua}}$

$$C_m = 1.68 \text{ lb/ft} + \frac{\pi}{4} * \left(\frac{1}{12}\right)^2 * 62.4 \text{ lb/ft}^3$$

$$C_m = 2.02 \text{ lb/ft}$$

Carga viva: Se asumirá que una persona podría cruzar apoyándose en la tubería:

$$C_v = \frac{160 \text{ lb}}{20 \text{ ft}} = 8 \text{ lb/ft}$$

Cargas horizontales:

En este caso solamente se tendrá la acción del viento. Se asumirá una velocidad del viento de 70 km/h que desarrolla una presión de 20 lb/ft²

$$W = \phi_{\text{tub}} * \text{Presión}_{\text{viento}} = \left(\frac{1}{12}\right) * 20 \text{ lb/ft}^2$$

$$W = 1.66 \text{ lb/ft}$$

Integración de cargas:

Para calcular la carga última (U), según el reglamento ACI 318-99 se utiliza la siguiente fórmula:

$$U = 0.75 (1.4 C_m + 1.7 C_v + 1.7 W)$$

$$U = 0.75 (1.4 * 2.02 + 1.7 * 8 + 1.7 * 1.66) = 14.44 \text{ lb/ft}$$

U no debe ser menor a $1.4 C_m + 1.7 C_v$

$$1.4 * 2.02 + 1.7 * 8 = 16.42 \text{ lb/ft}$$

Por lo que se tomará como carga última 16.42 lb/ft

Tensión del cable

La tensión del cable se calculará utilizando la siguiente fórmula:

$$T_H = \frac{U * l^2}{8 * d}$$

Donde:

U = Carga última
T_H = Tensión horizontal
T = Tensión máxima
T_V = Tensión vertical
l = Luz
d = Flecha

$$T = T_H * \left(1 + \frac{16 * d^2}{l^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$T_V = (T^2 - T_H^2)^{\frac{1}{2}}$$

Para determinar la flecha se propondrá la relación l/12; teniendo entonces:

$$d = l/12 = \frac{30}{12}$$

Donde:

d = Flecha
l = Luz del paso aéreo

$$d = 2.5 \text{ mts.}$$

Se propondrá utilizar cable de 3/8" de diámetro con un esfuerzo de ruptura de 12620 lbs. y un peso de 0.22 lb/ft; que sumado a la carga muerta calculada anteriormente se tendrá:

$$Cm = Cm_{inicial} + Peso_{cable} = 2.02 \text{ lb/ft} + 0.22 \text{ lb/ft}$$

$$Cm = 2.24 \text{ lb/ft}$$

por lo que la nueva carga última será:

$$U = 1.4 * 2.24 + 1.7 * 8 = 16.74 \text{ lb/ft}$$

Teniendo también las tensiones del cable así:

$$T_H = \frac{16.74 * 98.4^2}{8 * 2.5} = 8104.30 \text{ lb.}$$

$$T = 8104.3 \left(1 + \frac{16 * 2.5^2}{98.4^2} \right)^{\frac{1}{2}} = 8146.04 \text{ lb.}$$

$$T_V = (8146.04^2 - 8104.30^2)^{\frac{1}{2}} = 823.58 \text{ lb.}$$

Dado lo anterior se tendrá que el cable de Ø 3/8" con un esfuerzo de ruptura de 12620 lbs. si soportará la tensión máxima de 8146.04 lbs.

Péndolas o tirantes:

Las péndolas tendrán una separación entre ellas de 2 mts. y la carga que soportarán se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_p = U * Separación_{péndolas} = 16.74 \frac{\text{lb}}{\text{ft}} * 6.56 \text{ ft}$$

$$Q_p = 109.81 \text{ lb.}$$

Para construir las péndolas se utilizará cable de Ø 1/4" con una resistencia a la ruptura de 3600 lbs. La longitud de las péndolas se calculará con base a la siguiente ecuación:

$$Y = U * X \frac{(L - X)}{2 * T_H}$$

Donde:

- Y = Variación de la flecha
- U = Carga última (kg/m)
- X = Separación de la péndola respecto torre mas cerca (mts)
- L = Luz del paso aéreo (mts)
- T_H = Tensión horizontal

A la longitud de las péndolas habrá que añadirles un 15 % debido a las ataduras y dobleces que se harán para sujetar el tubo.

Columnas de soporte:

Para el diseño de las columnas se deberá determinar primero su valor de esbeltez utilizando la ecuación:

$$E = \frac{2 * lu}{r}$$

Donde:

- E = Esbeltez
- lu = Longitud libre de la columna
- r = Radio de giro
- I = Inercia
- A = Área

$$r = \left(\frac{I}{A} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Si $E < 21$, se diseña como columna corta y se utilizan los datos originales del análisis estructural. Si $21 \leq E \leq 100$, se diseña como columna intermedia y se deberá magnificar los momentos actuantes. Si $E > 100$ será una columna larga y por lo tanto no se construye.

Para calcular la esbeltez se tendrán los siguientes datos:

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = bh^3/12$$

$$\text{Longitud libre} = 2.5 \text{ mts.}$$

$$\text{Longitud total} = 2.5+1 = 3.5 \text{ mts.}$$

$$r = \left(\frac{0.3^4/12}{0.3^2} \right)^{\frac{1}{2}} = 0.086$$

$$E = \frac{2(2.5)}{0.86} = 58.14$$

Como $E > 21$ tenemos una columna intermedia, por lo que los momentos actuantes se deben magnificar; pero para este caso en particular no existen momentos actuantes por lo que la columna trabaja únicamente bajo carga axial.

Continuando con el diseño de la columna se deberá hallar la carga crítica (P_{cr}); para este caso se tendrá un extremo libre y otro empotrado; y se utilizará la fórmula de Euler con un factor de pandeo igual a 2.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(k * lu)^2}$$

Donde:

P_{cr} = Carga crítica

E = Módulo de Young ($15100 f_c^{1/2}$)

I = Inercia

K = Factor de pandeo (2)

Lu = Longitud libre de la columna

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 15100 * \sqrt{210} * 30^4 / 12}{(2 * 250)^2} * (1/1000)$$

$$P_{cr} = 583.11 \text{ Toneladas}$$

Refuerzo en la columna:

En la columna actuará solamente una carga axial de 823.58 lbs. (T_v), haciéndola trabajar únicamente a compresión; dicha carga es mucho menor de la que realmente puede soportar (P_{cr}), por lo que el diseño se basará en la sección 10.8.4 del código ACI 318-99, donde se indica que para la condición de carga requerida de un elemento a compresión, si este tiene una sección transversal mayor de la requerida se podrá utilizar el área efectiva reducida, A_g , no menor que el 1% de la mitad del área total para determinar el refuerzo mínimo y la resistencia de diseño. Entonces tendremos:

$$A_{s_{min}} = 0.01 * \frac{30^2}{2}$$

$$A_{s_{min}} = 4.5 \text{ cm}^2$$

Repartiendo el área de acero en 4 varillas No. 4 se tendrá un área de acero de:

$$4 \text{ No. 4} = 4 * 1.27 \text{ cm}^2 = 5.08 \text{ cm}^2$$

Teniendo una carga última para esta área de acero de:

$$P_u = \phi (0.85 f'_c (A_g - A_s) + A_s * F_y)$$

$$P_u = 0.70 (0.85 * 210 (30^2 - 5.08) + 5.08 * 2810) = 121.81 \text{ Toneladas}$$

Por lo que se tiene que $P_u < P_{cr}$ y será suficiente para soportar la carga axial a la que estará sometida la columna.

Para el refuerzo transversal se tendrá acero grado 40 No. 3 @ 20 cm.

Zapatas:

Se asumirá un peralte de 20 cm y un recubrimiento de 7.5 cm con una dimensión de zapata de 0.8 x 0.8 x 0.8 mts.

Calculando el factor de carga última (Fcu):

$$Fcu = \frac{U}{Cm + Cv} = \frac{16.74 \text{ lb/ft}}{2.24 \text{ lb/ft} + 8 \text{ lb/ft}}$$

$$Fcu = 1.63$$

Integración de cargas que soportara la zapata:

Tensión vertical	0.41 Ton.
Peso de la columna	0.76 Ton.
Peso del suelo	1.024 Ton.
Peso propio	<u>0.31 Ton.</u>
	$\Sigma = 2.5 \text{ Ton.}$

Se deberá cumplir que el $Pz/Az^2 < \text{Valor soporte del suelo (8 ton/m}^2\text{)}$

$$\frac{Pz}{Az^2} = \frac{2.5}{0.8^2} = 3.90 \text{ Ton/m}^2 < 8 \text{ Ton/m}^2$$

La carga última soportada por la zapatas será:

$$Cu = 3.90 \text{ Ton/m}^2 * Fcu$$

$$Cu = 6.36 \text{ Ton/m}^2$$

Verificación del corte simple:

$$Peralte(d) = 20 - 7.50 = 12.50 \text{ cm.}$$

$$e = 80 - 12.50 = 67.50 \text{ cm.}$$

Corte actuante $V_a = C_u * ancho \text{ zapata} * e$

$$V_a = 6.36 * 0.80 * 0.67 = 3.41 \text{ Ton}$$

Corte resistente $V_c = 0.85 * 0.53 f' c^{1/2} b * d$

$$V_c = 0.85 * 0.53 \sqrt{210} * 80 * 12.5 * \frac{1}{1000} = 6.52 \text{ Ton.}$$

Por lo que si se cumple que $V_a < V_c$

Verificación del corte punzonante:

Corte punzonante actuante

$$V_a = C_u (A_z - A_{pz})$$

$$V_a = 6.36 (0.80^2 - (0.30 + 0.1250)^2) = 2.92 \text{ Ton.}$$

Corte punzonante resistente

$$V_c = 0.85 * Per_{punz} * d * 1.07 * \sqrt{f' c}$$

$$V_c = 0.85 (4 * (30 + 12.50)) * 12.5 * 1.07 \sqrt{210} * \frac{1}{1000} = 28 \text{ Ton.}$$

Si se cumple que $V_a < V_c$

Cálculo del acero:

$$Mu = \frac{Cu * l^2}{2} = \frac{6.36((0.80 - 0.30)/2)^2}{2} * 1000 = 198.75 \text{ kg} - m$$

$$As = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 f'c}} \right] * \frac{0.85 f'c}{fy}$$

$$As = \left[80 * 12.5 - \sqrt{(80 * 12.5)^2 - \frac{198.75 * 80}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$As = 0.63 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 0.002 bd = 0.002 * 80 * 12.5 = 2 \text{ cm}^2$$

Dado lo anterior se utilizara el acero mínimo de 2 cm²

Anclajes:

Estos serán de concreto ciclópeo con unas dimensiones propuestas de 1.50 x 1.50 x 1.5 mts.

Tensiones del cable principal:

$$T_H = 8104.30 \text{ lb.} \quad = 3683.77 \text{ kg.}$$

$$T = 8146.04 \text{ lb.} \quad = 3702.75 \text{ kg.}$$

$$T_V = 823.58 \text{ lb.} \quad = 374.35 \text{ kg.}$$

Cálculo del empuje:

$$E = 1/2 * W h^2 * \frac{1 + \text{sen } \theta}{1 - \text{sen } \theta} * a$$

$$E = 0.5 * 1600 * 1.5^2 * \frac{1 + \text{sen } 30}{1 - \text{sen } 30} * 1.5 = 8100 \text{ kg.}$$

Cálculo de la fuerza para mantener fijo el anclaje.

$$F = 0.5 * (W_{c_{ciclópeo}} - T_v)$$

Donde:

W_c = Peso concreto ciclópeo

T_v = Tensión vertical

$$W_{c_{ciclópeo}} = \text{Volúmen} * \text{Peso esp. Cc.}$$

$$W_{c_{ciclópeo}} = 1.5^3 * 2500 \text{ kg/m}^3 = 8437.50 \text{ kg.}$$

$$F = 0.5(8437.5 - 374.34) = 4031.57 \text{ kg.}$$

Chequeo por deslizamiento:

$$\frac{E + F}{F_H} \geq 1.5$$

$$\frac{8100 + 4031.57}{3683.77} = 3.29 > 1.5 \rightarrow O.K.$$

Chequeo por volteo:

$$\frac{\Sigma \text{ Momentos Resistentes}}{\Sigma \text{ Momentos Actuales}} \geq 1.5$$

$$\frac{E(h/3) + W(h/2)}{T_v * (h/2) + T_H * h} = \frac{(8100 * 1.5/3) + 8437(1.5/2)}{374.35 * (1.5/2) + 3683.77 * 1.5} = 1.78$$

$$\frac{\Sigma M R}{\Sigma M A} = 1.78 > 1.5 \rightarrow O.K.$$

2.3.11.4 Anclajes de tuberías

Los anclajes pueden construirse de concreto simple o armado y su función es sujetar la tubería y absorber los esfuerzos que se producen por la presión interna. Los anclajes se suelen colocar en todos los puntos donde la tubería sufre un cambio brusco de dirección respecto de su eje principal.

2.3.12 Tuberías

Respecto a las tuberías a utilizar se deben mencionar tres aspectos que son: diámetro, clase y tipo de tubería.

Del diámetro se puede decir que es un valor nominal comercial, ya que suele ser diferente al diámetro interno.

La clase de tubería generalmente se refiere a la norma de fabricación, y va relacionada directamente con la presión de trabajo de la tubería.

En cuanto al tipo de tubería se refiere al material de fabricación, se puede indicar que en este proyecto el tipo de tuberías a utilizar serán de cloruro de polivinilo (PVC) y tubería de hierro galvanizado (HG), esta última se utilizará en la construcción del paso elevado debido a que estará expuesta a la intemperie.

Hay que mencionar que a todas las tuberías se les efectuará la prueba de presión con agua, aplicándoles agua a presión antes de rellenar las zanjas. En esta prueba primero hay que llenar de agua completamente la tubería hasta expulsar todo el aire, posterior a esto se le aplica presión, utilizando comúnmente para esto una bomba manual, con esto se verificará que no existan fugas de agua.

2.3.13 Desinfección

Para desinfectar el agua se utilizará un método químico, utilizando un producto a base de cloro. Para esto se requerirá de un alimentador automático de tricloro, que funciona a base de tabletas de tricloro, que son una forma de presentación del cloro. Dichas tabletas tendrán una presentación de 200 gramos, con una solución de cloro al 90% y 10% de estabilizador, con dimensiones de 3 pulgadas de diámetro y una pulgada de espesor. Estas tabletas se disuelven en agua en reposo a una velocidad de 15 gramos por día.

Para determinar la cantidad de litros a tratar utilizaremos el caudal de conducción durante un día, el cual asciende a 167,616 lts/día., en la siguiente fórmula para hipocloritos:

$$G_t = \frac{C * M * D}{\% CL}$$

Donde:

G_t = Gramos de tricloro

C = Miligramos x litro (0.07~0.15 %)

M = Litros de agua por día

D = Número de días

%CL = Concentración de cloro

La concentración de cloro dependerá de la cantidad de agua a tratar. En este proyecto tomaremos un valor de 0.11%. Por lo que para un mes se tiene:

$$G_t = \frac{0.0011 * 167,616 \text{ lts/día} * 30 \text{ días}}{0.90} = 6145.92 \text{ gramos de tricloro}$$

Con lo que se tiene que para un mes se usaran 31 tabletas.

2.3.14 Análisis de costos

Los costos del proyecto se resumen en el presupuesto final, el cual se elaboró basándose en precios de materiales de la cabecera departamental y mano de obra del municipio y lugares cercanos. También se incluye el desglose de los reglones, cuantificando los materiales y la mano de obra que se utilizarán para la ejecución del proyecto.

2.3.14.1 Presupuesto del proyecto

Tabla III. Presupuesto final

PRESUPUESTO FINAL				
CUADRO DE CANTIDADES				
Reglón	Unidad	Cantidad	Precio U Q.	Costo Q.
Linea de distribución	ml	3032	Q37.11	Q112,503.00
Conexiones domiciliarias	Unidad	170	Q886.46	Q150,698.50
Cajas de válvulas	Unidad	15	Q1,448.33	Q21,725.00
Anclajes	Unidad	15	Q42.93	Q643.90
Paso aéreo 30 mts.	Unidad	1	Q10,924.00	Q10,924.00
Hipoclorador	Global	1	Q9,300.00	Q9,300.00
Transporte	Global	1	Q6,000.00	Q6,000.00
COSTO DIRECTO				Q311,794.40
COSTO INDIRECTO (25 % por administración, supervisión, utilidad)				Q77,948.60
TOTAL (directos + indirectos)				Q389,743.00
TOTAL (directos + indirectos) US \$				\$47,821.23

El presupuesto asciende a trescientos ochenta y nueve mil setecientos cuarenta y tres quetzales exactos. Se utilizó un tipo de cambio de Q8.15 por un dólar estadounidense US\$.

En el desglose del presupuesto se cuantificaran los materiales y la mano de obra perteneciente a cada reglón del presupuesto.

2.3.14.2 Cuantificación de materiales y mano de obra

Tabla IV. Cuantificación de línea de distribución

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN				
MATERIALES				
Reglón	Unidad	Cantidad	Precio U Q.	Costo Q.
TUBERIAS				
Tubo PVC Ø3" 160 PSI	Unidad	57	Q230.00	Q13,110.00
Tubo PVC Ø1 1/2" 160 PSI	Unidad	121	Q75.00	Q9,075.00
Tubo PVC Ø1" 160 PSI	Unidad	233	Q43.00	Q10,019.00
Tubo PVC Ø 3/4" 160 PSI	Unidad	150	Q33.00	Q4,950.00
ACCESORIOS				
Tee PVC 3"	Unidad	2	Q83.50	Q167.00
Tee PVC 1 1/2"	Unidad	4	Q21.50	Q86.00
Tee PVC 3/4"	Unidad	4	Q10.00	Q40.00
Cruz PVC 3"	Unidad	1	Q90.00	Q90.00
Codo 45° PVC 1"	Unidad	20	Q6.50	Q130.00
Codo 90° PVC 1"	Unidad	5	Q6.50	Q32.50
Codo 45° PVC 3"	Unidad	4	Q80.00	Q320.00
Codo 45° PVC 3/4"	Unidad	7	Q9.00	Q63.00
Codo 90° PVC 3/4"	Unidad	2	Q18.00	Q36.00
Codo 45° PVC 1 1/2"	Unidad	4	Q21.00	Q84.00
Tapon PVC hembra 3/4"	Unidad	7	Q6.50	Q45.50
Tapon PVC hembra 1"	Unidad	6	Q5.00	Q30.00
Reducidor Bushing PVC 1 1/2" x 3/4"	Unidad	4	Q12.00	Q48.00
Reducidor Bushing PVC 1 1/2" x 1"	Unidad	4	Q12.00	Q48.00
Reducidor Bushing PVC 3" x 3/4"	Unidad	1	Q51.00	Q51.00
Reducidor Bushing PVC 3" x 1"	Unidad	2	Q56.00	Q112.00
Reducidor Bushing PVC 3" x 1 1/2"	Unidad	2	Q50.00	Q100.00
Cemento solvente	Galón	4	Q470.00	Q1,880.00
TOTAL MATERIALES				Q40,517.00
MANO DE OBRA				
Limpieza y chapeo	ml	1000	Q2.25	Q2,250.00
Replanteo y Trazo	ml	3032	Q3.00	Q9,096.00
Excavación	ml	3032	Q5.50	Q16,676.00
Instalacion tubería	ml	3032	Q14.50	Q43,964.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q71,986.00
TOTAL				Q112,503.00
TOTAL US\$				\$13,804.05

Tabla V. Cuantificación conexiones domiciliars

CONEXIONES DOMICILIARES				
MATERIALES				
Reglón	Unidad	Cantidad	Precio U Q.	Costo Q.
Tee Reducidora PVC Ø 3" x 1/2"	Unidad	8	Q60.00	Q480.00
Tee Reducidora PVC Ø 1 1/2" x 1/2"	Unidad	15	Q8.00	Q120.00
Tee Reducidora PVC Ø 1" x 1/2"	Unidad	95	Q3.50	Q332.50
Tee Reducidora PVC Ø 3/4" x 1/2"	Unidad	52	Q3.00	Q156.00
Niple PVC 3 mts. Ø 1/2"	Unidad	170	Q18.00	Q3,060.00
Adaptador macho PVC Ø 1/2"	Unidad	170	Q3.00	Q510.00
Llave de paso de bronce Ø 1/2"	Unidad	170	Q45.00	Q7,650.00
Codo 90° PVC Ø 1/2" con rosca	Unidad	170	Q3.00	Q510.00
Niple HG 0.15 mts. Ø 1/2"	Unidad	170	Q7.50	Q1,275.00
Adaptador tubo liso a rosca 1/2"	Unidad	170	Q3.00	Q510.00
Grifo de 1/2"	Unidad	170	Q20.00	Q3,400.00
Caja de concreto para contador	Unidad	170	Q85.00	Q14,450.00
Llave de compuerta de bronce Ø 1/2"	Unidad	170	Q60.00	Q10,200.00
Contador 1/2"	Unidad	170	Q380.00	Q64,600.00
Niple para conectar contador Ø 1/2"	Unidad	170	Q7.50	Q1,275.00
Adaptador hembra PVC 1/2"	Unidad	170	Q3.00	Q510.00
Teflón	Unidad	25	Q10.00	Q250.00
Cemento Solvente	Galón	3	Q480.00	Q1,440.00
Cemento gris	Saco	85	Q60.00	Q5,100.00
Arena	m ³	9	Q130.00	Q1,170.00
Piedrín	m ³	8	Q175.00	Q1,400.00
TOTAL MATERIALES				Q118,398.50
MANO DE OBRA				
Instalación conexión domiciliar	Unidad	170	Q190.00	Q32,300.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q32,300.00
TOTAL				Q150,698.50
TOTAL US\$				\$18,490.61

Tabla VI. Cuantificación de paso aéreo

PASO AÉREO DE 30 MTS				
MATERIALES				
Reglón	Unidad	Cantidad	Precio U Q.	Costo Q.
Hierro No.4 grado 40	varilla	10.00	Q52.00	Q520.00
Hierro No.3 grado 40	varilla	14.00	Q30.00	Q420.00
Tubería de HG 1" tipo liviano	Unidad	5.00	Q250.00	Q1,250.00
Unión Universal de HG 1"	Unidad	4.00	Q78.00	Q312.00
Adaptador hembra PVC c/rosca Ø 1"	Unidad	2.00	Q10.00	Q20.00
Niple HG de 3"de 0.38 mt	Unidad	2.00	Q40.00	Q80.00
Cable galvanizado para tirante de 3/8"	mt	50.00	Q22.25	Q1,112.50
Cable galvanizado de suspensión de 1/4"	mt	30.00	Q16.00	Q480.00
Candados para intemperie de 60 mm,	Unidad	1.00	Q95.50	Q95.50
Guardacabo	Unidad	2.00	Q28.00	Q56.00
Tensor 5/8"	Unidad	1.00	Q50.00	Q50.00
Mordaza de 3/8"	Unidad	15.00	Q15.00	Q225.00
Mordaza de 1/4"	Unidad	54.00	Q8.00	Q432.00
Cemento	Sacos	30.00	Q56.00	Q1,680.00
Arena de río	m ³	3.00	Q120.00	Q360.00
Piedrín	m ³	3.00	Q160.00	Q480.00
Piedra bola	m ³	2.50	Q100.00	Q250.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	PT	85.00	Q5.50	Q467.50
Parales de 3" x 3" x 9'	PT	70.00	Q5.50	Q385.00
Clavo de 3" para madera	Lbs	5.00	Q5.00	Q25.00
Alambre de amarre	Lbs	13.00	Q8.00	Q104.00
TOTAL MATERIALES				Q8,804.50
MANO DE OBRA				
Excavación	ml	5.00	Q20.00	Q100.00
Relleno y compactación	m ³	1.50	Q15.00	Q22.50
Armado y formateado	Global	1.00	Q500.00	Q500.00
Fundición	m ³	4.00	Q180.00	Q720.00
Instalación tubo 1" HG	Unidad	5.00	Q75.00	Q375.00
Instalación cablen tirante	ml	38.00	Q4.00	Q152.00
Instalación accesorios	Global	1.00	Q250.00	Q250.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q2,119.50
TOTAL				Q10,924.00
TOTAL US\$				\$1,340.37

Tabla VII. Cuantificación de cajas de válvulas

CAJAS DE VÁLVULAS				
MATERIALES				
Reglón	Unidad	Cantidad	Precio U Q.	Costo Q.
VALVULAS DE COMPUERTA (VC)				
VC de 3/4" de bronce	Unidad	5	Q50.00	Q250.00
VC de 1" de bronce	Unidad	3	Q80.00	Q240.00
VC de 1 1/2" de bronce	Unidad	5	Q160.00	Q800.00
VC de 3" de bronce	Unidad	2	Q600.00	Q1,200.00
ACCESORIOS				
Adaptador macho PVC de 3/4"	Unidad	10	Q5.00	Q50.00
Adaptador macho PVC de 1"	Unidad	6	Q8.00	Q48.00
Adaptador macho PVC de 1 1/2"	Unidad	10	Q15.00	Q150.00
Adaptador macho PVC de 3"	Unidad	4	Q40.00	Q160.00
MATERIALES				
Hierro No. 3 grado 40	Varilla	40	Q55.00	Q2,200.00
Hierro No. 2 grado 40	Varilla	25	Q48.00	Q1,200.00
Alambre de Amarre	Lb	8	Q8.00	Q64.00
Clavo de 3" para madera	Lb	2	Q5.00	Q10.00
Candado de 60 mm	Unidad	15	Q100.00	Q1,500.00
Arena de río	m ³	3.5	Q150.00	Q525.00
Piedrín 1/2"	m ³	2.5	Q200.00	Q500.00
Piedra bola	m ³	3	Q180.00	Q540.00
Cemento gris	Saco	46	Q60.00	Q2,760.00
Tabla de 1" x 12" x 12'	Unidad	6	Q62.00	Q372.00
Parales de 3" x 3" x 9'	Unidad	3	Q32.00	Q96.00
Cemento solvente	Galon	1	Q480.00	Q480.00
Teflón	Rollo	108	Q10.00	Q1,080.00
TOTAL MATERIALES				Q14,225.00
MANO DE OBRA				
Construcción e instalación	Global	15	Q500.00	Q7,500.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q7,500.00
TOTAL				Q21,725.00
TOTAL US\$				\$2,665.64

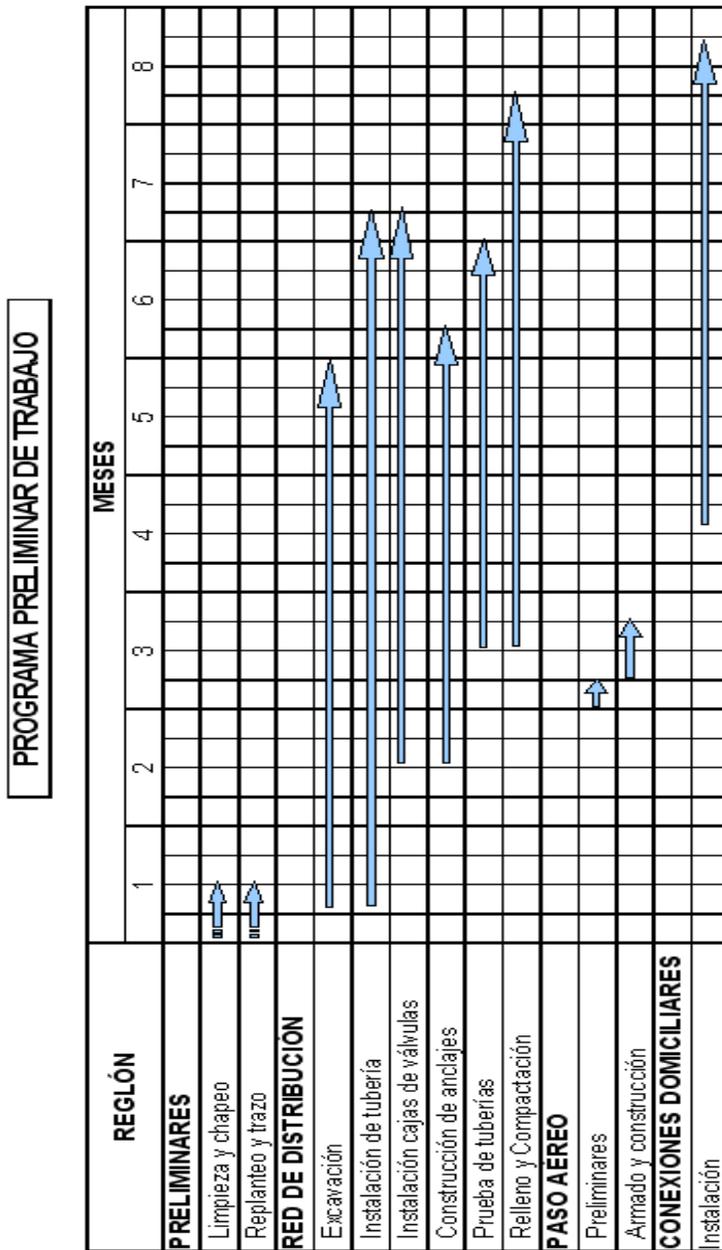
Tabla VIII. Cuantificación de anclajes y transporte

ANCLAJES				
MATERIALES				
Región	Unidad	Cantidad	Precio U Q.	Costo Q.
Cemento gris	Saco	3	Q60.00	Q180.00
Arena de río	m^3	0.26	Q90.00	Q23.40
Piedrín	m^3	0.3	Q150.00	Q45.00
Madera	Pie T.	3	Q6.00	Q18.00
Clavo 3"	Lb.	0.5	Q5.00	Q2.50
TOTAL MATERIALES				Q268.90
MANO DE OBRA				
Construcción del anclaje	Unidad	15	Q25.00	Q375.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q375.00
TOTAL				Q643.90
TOTAL US\$				\$79.01

TRANSPORTE				
Región	Unidad	Cantidad	Precio U Q.	Costo Q.
Flete para materiales no locales	Unidad	5	Q1,200.00	Q6,000.00
TOTAL				Q6,000.00
TOTAL US\$				\$736.20

2.3.15 Cronograma de ejecución

Tabla IX. Cronograma de ejecución



3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para que el sistema de agua potable preste un servicio eficiente durante el período de diseño es necesario revisar periódicamente todos sus componentes para verificar que sigan en buen estado, caso contrario se deben realizar las reparaciones y sustituciones pertinentes.

3.1 Mantenimiento preventivo

Como su nombre lo indica son las acciones que se planifiquen anticipadamente con el fin de prevenir daños a los componentes del sistema. Y si por cualquier razón se presentan la averías, sus efectos serán mínimos.

Entre las acciones preventivas que se deberán tomar podemos mencionar algunas:

- Verificar la existencia de derrumbes o hundimientos del suelo por donde pasan las tuberías.
- Verificar si en el trayecto de las tuberías existen áreas húmedas, esto es, frecuentemente, un indicador de fugas.
- Revisar periódicamente el buen estado de las válvulas y verificar la existencia de fugas.
- Revisar el estado de los candados de las cajas de válvulas y engrasarlos si es necesario. Esto debido a el óxido que acumulan al estar expuestos a la intemperie.

3.2 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se debe realizar cuando los componentes del sistema ya han sufrido algún daño y es necesario repararlos o cambiarlos por otros en buen estado.

Entre las acciones a tomar en el mantenimiento correctivo podemos mencionar algunas de las mas importantes en la red de distribución.

- Reparación de tuberías debido a la existencia de fugas visibles. Esto se realiza utilizando un niple de PVC, una sierra para metal, cemento fundente y lija.
- Cambio de válvulas debido al deterioro o la existencia de fugas.
- Cambio de candados si el deterioro es demasiado.

Todas las acciones mencionadas anteriormente son para asegurar la continuidad del servicio de agua potable en la comunidad.

3.3 Propuesta de tarifa

Para que el sistema pueda operar adecuadamente y al mismo tiempo se le pueda dar el mantenimiento respectivo se necesitan fondos, los cuales deberán ser costeados por los usuarios, por medio de un pago mensual, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad del mismo y que este pueda prestar un servicio eficiente durante el período para el cual fue diseñada la obra. Para lo cual se deberán tomar en cuenta los costos de operación, mantenimiento, tratamiento, administración y un costo de reserva, los cuales se describen a continuación.

Costo de operación (O)

Este costo será destinado a la operación del sistema, la cual realizará un fontanero cuyas labores incluyen la revisión de la tubería y conexiones domiciliarias, operación de los sistemas de desinfección. Otra actividad que se tiene que cubrir con el costo de operación será la lectura y medición de los contadores. Se asumirá que el fontanero recorrerá 3 kilómetros revisando la tubería, revisará 20 conexiones. También se incluirá un factor para las prestaciones laborales, por lo que se tendrá:

$$O = 1.43 \left(\frac{L_{tuberia} * jornal}{L_{tuberia/mes}} + \frac{No_{conexiones} * jornal}{20_{conexiones/mes}} + \frac{jornal}{30_{días/mes}} \right)$$

$$O = 1.43 \left(\frac{3.03 \text{ km} * Q50}{3 \text{ km}} + \frac{170_{conexiones} * Q50}{20_{conexiones/mes}} + \frac{Q50}{30_{días/mes}} \right) = Q682.35/mes$$

Costo de mantenimiento (M)

Este costo estará destinado para la compra de materiales para reemplazar los que se encuentren dañados o para mejorar su funcionamiento. Este costo se calculará tomando el 4 por millar del costo total de la obra que fue presupuestado para “n” años del período de diseño. Por lo que tendremos:

$$M = \frac{0.004 * Costo_{obra}}{n_{años}} = \frac{0.004 * Q389,743.00}{20_{años}}$$

$$M = Q77.95/mes$$

Costo de tratamiento (T)

Este costo cubrirá la compra del suministro para el sistema de desinfección, así como el mantenimiento de dicho sistema.

$$T = \text{Costo}_{\text{tableta}} * \text{No. tabletas al mes}$$

$$T = Q\ 0.55/\text{tableta} * 31\ \text{tabletas/mes} = Q17.05/\text{mes}$$

Costo de administración (A)

Este costo cubrirá los gastos de oficina, además de la facturación y cobro de el pago mensual que los vecinos realizarán. Para calcularlo se tomará un 15% de la suma de los costos anteriores.

$$A = 0.15(O + M + T) = 0.15 * (Q682.35 + Q77.95 + Q17.05)$$

$$A = Q116.60/\text{mes}$$

Costo de reserva (R)

Este costo estará reservado para cubrir los imprevistos que surjan y se calcula tomando un 12% de la suma de los tres primeros costos (operación, mantenimiento y tratamiento).

$$R = 0.12(O + M + T) = 0.12 * (Q777.35)$$

$$R = Q93.28/\text{mes}$$

Cálculo de la tarifa:

$$T = \frac{O + M + T + A + R}{\text{No. Viviendas}}$$

$$T = \frac{Q682.35 + Q77.95 + Q17.05 + Q116.60 + Q93.28}{170_{\text{VIV}}} = Q5.81/\text{mes}$$

La tarifa mensual a cobrar se calculara sumando todos los costos anteriores (operación, mantenimiento, tratamiento, administración y reserva) y dividiéndolo entre 170 viviendas que componen el proyecto, con lo que se obtienen Q5.81 al mes, por lo que se propondrá una tarifa mínima mensual de Q10.00 , tratando de que esa cuota sea accesible para todos los usuarios.

4. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

Para que un proyecto sea rentable, económicamente hablando, se requiere que no existan pérdidas de capital respecto a la inversión que se hará. Para conocer si una inversión vale la pena o no, se necesita analizar dicha inversión por medio de evaluaciones económicas que nos garantizaran las ganancias deseadas. Este proyecto será analizado económicamente por medio del valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

4.1 Valor presente neto

Con este método se analiza el dinero en un tiempo establecido, en nuestro caso será el período de diseño del proyecto (20 años). Su metodología se basa en que todos los ingresos y egresos que se hagan en el futuro se transforman a cantidades de dinero del presente. Cuando el VPN es menor que cero indica que será una mala inversión y existirán pérdidas de capital; por el contrario si el VPN da positivo, existirán ganancias.

En este proyecto se tendrá una inversión inicial por parte de la municipalidad de Q305,000.00. Por derecho de servicio se cobrará a cada usuario la cantidad de Q500.00, teniendo en total Q85,000.00 provenientes de 170 usuarios; también se tendrá la cuota mensual que pagaran los usuarios, que suma Q20,400.00 anuales. En la evaluación también se incluirán los gastos de operación y mantenimiento que suman Q11,846.76 anuales.

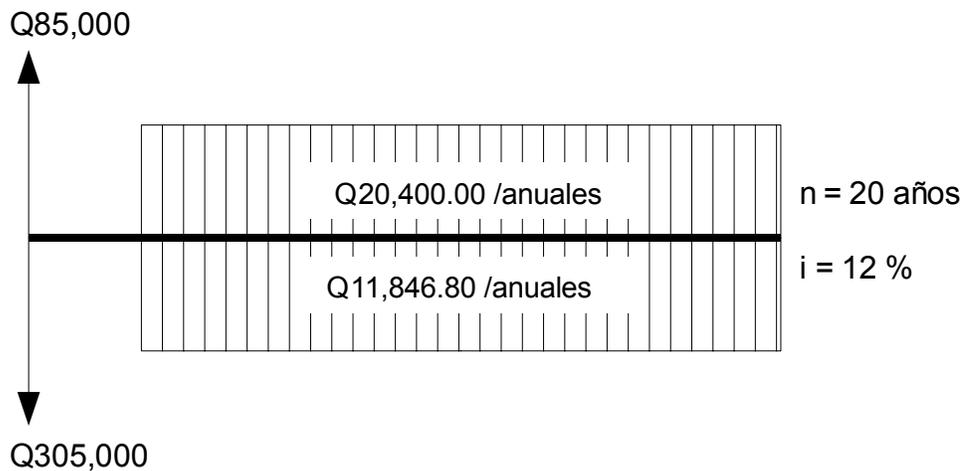
Se tomará una tasa de interés del 12% con la cual se analizarán los ingresos y egresos que se tendrán durante la vida útil del proyecto.

A continuación se resumen los ingresos y egresos que tendrán que efectuar para realizar el proyecto.

CONCEPTO	INGRESO	EGRESO
Inversión inicial		Q305,000.00
Derecho de servicio	Q85,000.00	
Tarifa cobrada (anual)	Q20,400.00	
Operación y Mant. (anual)		Q11,846.76

Para visualizar mejor los ingresos y egresos se colocarán en un diagrama de flujo de caja, donde los gastos se tomarán como valores negativos y los ingresos como positivos cuando se trasladen a un valor presente.

Figura 7. Flujo de caja del valor presente neto



El valor presente se calculará de la siguiente manera:

$$VPN = -Q305000 + Q85000 + Q20400(P/A, 12\%, 20) - Q11846.8(P/A, 12\%, 20)$$

$$VPN = -Q305,000 + Q85,000 + Q20400(7.4694) - Q11,846.8(7.4694)$$

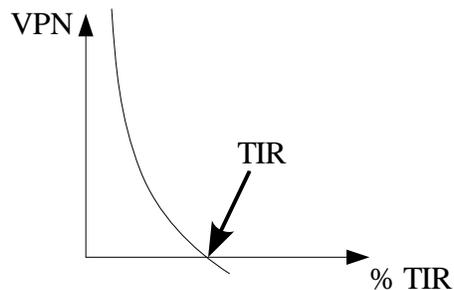
$$VPN = -Q156112.73$$

El valor negativo del valor presente neto calculado nos indica que el proyecto no es rentable económicamente y por lo tanto no se obtendrán ganancias, sino que al contrario existirán muchas pérdidas, pero el proyecto si será rentable socialmente, ya que beneficiará a muchas familias dotándoles del vital líquido.

4.2 Tasa interna de retorno

Se puede decir que la tasa interna de retorno (TIR) es la tasa máxima de utilidad que podrá obtenerse o pagarse. En otras palabras la TIR será la tasa de interés que hará que los costos sean iguales o equivalentes a los ingresos.

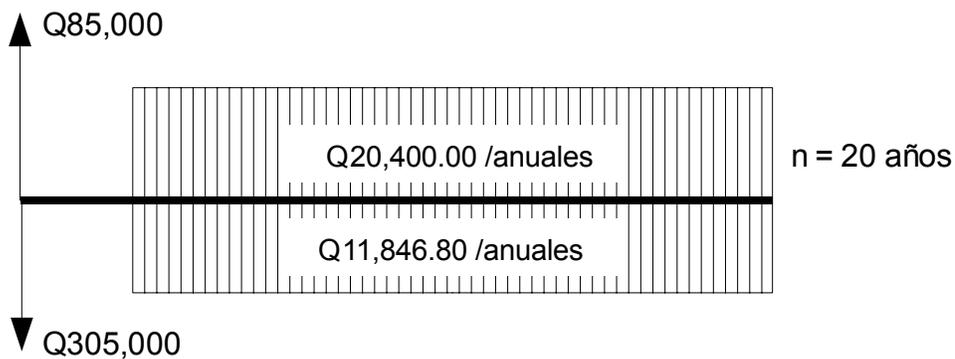
Como se muestra en la gráfica la TIR es la tasa de descuento que hace que el valor presente de los flujos de efectivo sea igual a cero.



Para encontrar la TIR en la inversión del proyecto de agua potable se cuentan con los siguientes datos: se tendrá una inversión inicial por parte de la municipalidad de Q305,000.00; un primer ingreso por el derecho del servicio que asciende a Q85,000.00; un ingreso anual por cobro de tarifa que asciende a Q20,400.00, también se tendrán costos de Q11,846.76 anuales por concepto de operación y mantenimiento del sistema.

Los datos necesarios para calcular la TIR se colocarán en un diagrama de flujo de caja y con esto se procede a calcular el valor presente para distintas tasas de interés. Lo que se busca es hallar un valor presente negativo y un valor presente positivo; para después interpolar esos datos y hallar la tasa de interés que haga al valor presente igual a cero.

Figura 8. Flujo de caja de la tasa interna de retorno



$$VPN = -220000 + Q8553.2(P/A, TIR, 20)$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del valor presente para distintas tasas de interés:

n	Tasa %	(P/A,%n)	VPN
20	5.00%	12.4622	- Q113,408.31
20	20.00%	8.8696	- Q144,136.54
20	30.00%	3.3158	-Q191,639.30
20	50.00%	1.9994	-Q202,898.73

Para calcular la tasa interna de retorno es necesario contar con un valor positivo y un valor negativo del valor presente neto, y dado lo anterior se puede suponer que no se podrá obtener ningún valor positivo. Por lo tanto no se podrá calcular una tasa interna de retorno atractiva, ya que este proyecto será de carácter social y de beneficio único para 170 familias; dotándoles del servicio de agua potable en sus viviendas.

5. RIESGO Y VULNERABILIDAD

5.1 Concepto

El riesgo y la vulnerabilidad siempre estará presente en todas las construcciones, ya sea por fenómenos naturales o sucesos producto de las acciones humanas. En el municipio de San Mateo Ixtatán las principales amenazas y riesgos serán producto de la naturaleza y por su topografía, debido a que es un lugar demasiado quebrado y propenso a los derrumbes.

Hay que tomar en cuenta que rehabilitar o reconstruir una obra dañada conlleva a la inversión de más dinero del que se hubiera requerido para implementar medidas de prevención.

Las infraestructuras sufren mayores daños como consecuencia de criterios de diseño que no toman en cuenta las amenazas a las que se expondrán las obras de construcción, además de la falta de mantenimiento y la falta de capacitación del personal técnico y administrativo.

Los fenómenos naturales en Guatemala se clasifican de acuerdo a su origen, siendo los más comunes: sismos y terremotos, huracanes, inundaciones y deslizamientos de terreno.

Para poder prevenir estos eventos que amenazan las construcciones es necesario realizar estudios detallados de la zona y poner en práctica los resultados obtenidos a la hora de diseñar y construir cualquier obra.

Tabla X. Efectos de desastres en obras civiles

SERVICIO	EFFECTOS	TERREMOTOS	HURACANES	INUNDACIONES
ABASTECIMIENTOS DE AGUA POTABLE Y DRENAJES	Daños a las estructuras de ingeniería civil	☉	☉	☉
	Ruptura de cañería principal	☉	○	○
	Interrupción del servicio eléctrico	☉	☉	○
	Contaminación química y biológica	○	☉	☉
	Desorganización del transporte	☉	☉	☉
	Escasez de personal	☉	☉	○
	Sobrecarga de redes (por movilización de población)	☉	☉	☉
	Escasez de equipo, repuestos y suministros	☉	☉	☉

○= Grave ☉= Muy Grave

5.2 Mitigación de desastres

La mitigación se puede considerar como las medidas técnicas más adecuadas y de menor costo que se deben tomar, para corregir debilidades ante eventuales catástrofes.

En las construcciones la mitigación y prevención se aplicara basándose en los siguiente lineamientos:

- En obras de infraestructuras nuevas se deberán tomar criterios de prevención en la fase de diseño del proyecto, tomando en cuenta la calidad de los materiales, la ubicación del proyecto, etc.
- En obras de infraestructura existentes se implementaran actividades de mantenimiento y reparación, tratando de aumentar la vida útil de la obra.

5.3 Aplicación al proyecto

La aplicación tendrá fundamento en la ejecución de planes de mantenimiento efectivos, adecuados para proyectos de agua potable así como en implementar medidas de mitigación en caso de destares, ya sean naturales o provocados por el ser humano.

Estas actividades deberán ejecutarse periódicamente, supervisadas y ejecutadas por personal debidamente capacitado a manera de que si ocurre algún daño en cualquiera de los componentes del proyecto, este pueda ser detectado y reparado en el menor tiempo posible, esto se hará para prevenir un daño mayor.

Todo lo anterior requerirá de recursos económicos, los cuales provendrán de los mismos vecinos, así como también de instituciones gubernamentales, cuya función sea velar por el bienestar de la población cuando se producen desastres naturales.

6. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1 Concepto

Se entiende como impacto ambiental a cualquier cambio en el medio ambiente ya sea positivo o negativo, provocada por la construcción, uso o abandono de una obra de infraestructura.

Para conocer el impacto ambiental se recurre a la evaluación de impacto ambiental, la cual es un instrumento de gestión ambiental, política y toma de decisiones que velará por la correcta realización de un diagnóstico del área donde se realizó o realizará un proyecto o actividad, detallando también las medidas de mitigación o protección del medio ambiente que se verá afectado.

Los resultados de la evaluación de impacto ambiental aportarán elementos técnicos y científicos sobre la gestión del medio ambiente. Esto servirá de referencia para todas las personas que toman decisiones y con ello determinar las mejores opciones a la hora de ejecutar un proyecto.

El estudio de impacto ambiental ayuda a conocer los impactos adversos o benéficos que sufre el medio ambiente teniendo como principio fundamental establecer un equilibrio entre el medio ambiente y la actividad humana, sin que se pretenda frenar el desarrollo de la población, al contrario, será referencia para que los recursos naturales no se exploten desmedidamente, ya que las consecuencias futuras de la sobre explotación de la naturaleza son devastadoras para la mayoría de la población.

6.2 Base legal de la evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental se fundamenta en la “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente” Decreto 68-86 del Congreso de la República de Guatemala, más modificaciones, que en su Artículo 8 indica:

“Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental...”

6.3 Evaluación de impacto ambiental del proyecto

Se realizará un diagnóstico de los impactos ambientales que pudieran generarse debido a la construcción y el uso del sistema de agua potable en la aldea Yolwitz, indicando también las medidas de mitigación para proteger el medio ambiente.

Localización del proyecto: La aldea Yolwitz se encuentra en el centro urbano del municipio de San Mateo Ixtatán, aunque hay que indicar que cierto número de viviendas se encuentran un poco retiradas, aproximadamente a 1.5 kilómetros y son de difícil acceso.

Descripción del proyecto: Dicho proyecto consistirá en la construcción de una red de distribución de agua potable para la aldea Yolwitz del municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango, el cual funcionará por medio de gravedad, abasteciéndose de un tanque de distribución ubicado en el centro urbano del municipio.

Características generales del proyecto:

Longitud de la red	3032 metros
Tipo de sistema	Por gravedad
Período de diseño	20 años
Tipo de fuente	Manantial
Aforo de la fuente	3.5 lts/seg
Dotación	90 lts/hab/viv
Número de viviendas	170
Población actual	850 habitantes
Población futura	1556 habitantes
Costo del Proyecto	Q389,743.00
Tiempo aproximado de construcción	8 meses

Situación legal del terreno: Parte del área que cubrirá la red de distribución pasará por terrenos cultivados, principalmente de maíz, cuyos propietarios son los mismos usuarios, además otra parte de la red de distribución se construirá sobre calles y callejones bien definidos pertenecientes al municipio.

Uso de recursos naturales: Se utilizará principalmente suelo proveniente de la excavación para enterrar las tuberías, también será necesario utilizar agua para la elaboración del concreto y madera para la elaboración de trompos y estacas utilizados en el replanteo topográfico.

Preparación del terreno: Para la construcción de la red se necesitan realizar trabajos de limpieza y chapeo, excavación, relleno y compactación.

Materiales utilizados: Principalmente se utilizará tubería de PVC y HG, para elaborar concreto se usará arena, cemento y grava. Cuando sean necesario la utilización de maquinaria se utilizará combustible para su funcionamiento.

6.3.1 Impacto ambiental producido

Residuos generados: Principalmente se mencionan los desechos sólidos que se producirán en la fase construcción y la operación del sistema provenientes de material excavado, padecería sobrante de tubos y hierro corrugado y los residuos desechados cuando se le de mantenimiento al sistema. También se incluirán los desechos sólidos provenientes de los obreros durante la construcción y operación del proyecto.

Partículas sólidas en suspensión: Producidas principalmente por la excavación y compactación del suelo. También se producirá por el transporte y descarga del materiales. Estas partículas al ser inhaladas por las personas pueden provocar enfermedades respiratorias.

Descarga de aguas residuales: Las aguas residuales provenientes de las distintas cuadrillas de trabajo pueden ser un foco de contaminación importante en ríos, fuentes de agua y suelo cultivable si no se manejan adecuadamente.

Ruidos y/o vibraciones: Estos impactos se producirán principalmente durante la construcción del sistema provocados por la utilización de herramienta, maquinaria y equipo de trabajo cuyos efectos se verán reflejados en la fauna y personas cercanas al área de trabajo; y sobre todo si existieran trabajos de demolición donde las vibraciones pueden causar daños visibles a estructuras cercanas.

Contaminación visual: Este se producirá principalmente por la construcción del campamento de trabajo, la ubicación de los materiales de desperdicio y por la limpieza y excavación del terreno afectando el paisaje.

6.3.2 Medidas de mitigación

Para mitigar los residuos que contaminan el medio ambiente y son generados en la fase de construcción se deberán recolectar y depositar en lugares apropiados, principalmente los desechos metálicos. Los desechos sólidos de las personas, como la basura, se tratará de depositarlos en vertederos de basura autorizados para su correcto manejo.

Las partículas en suspensión como el polvo generado cuando se transportan y descargan materiales se pueden disminuir cubriendo dichos materiales con una lona. También se deberá humedecer las calles por donde transitará el transporte que tenga relación con el proyecto.

En los campamentos de trabajo deberán construirse letrinas o utilizar fosas sépticas para disponer de los desechos de los trabajadores. Estas instalaciones deberán de construirse lejos de fuentes de agua como pozos y ríos para evitar su contaminación.

En cuanto a los ruidos y/o vibraciones es recomendable que todos los trabajos se realicen durante el día para no afectar el sueño de los habitantes. También se deberá poner atención en el estado de toda la maquinaria y equipo de trabajo para que estén en perfectas condiciones y con esto evitar ruidos y vibraciones innecesarias, además de proveerles de filtros o disipadores adecuados para disminuir las molestias a las personas.

Para disminuir el impacto visual del campamento de trabajo se recomienda construirlo en un lugar rodeado de cortina vegetal. El impacto visual del que provocan las excavaciones solamente se presenta durante la construcción del proyecto y desaparecerá después de terminado el mismo.

CONCLUSIONES

1. Con la implementación del servicio de agua potable se impulsará el desarrollo socioeconómico del pueblo, dado que las familias ya no tendrán que acarrear el agua de uso doméstico de lugares retirados. También podrán instalar sistemas de riego efectivos para sus cultivos, mejorando considerablemente su calidad de vida.
2. Las enfermedades disminuirán considerablemente en la población; dado que con el servicio de agua potable en las viviendas se podrán implementar mejores medidas de higiene. Además, el agua que las familias utilizarán para su consumo llevará un tratamiento a base de cloro, que eliminará los organismos patógenos causantes de enfermedades gastrointestinales, principalmente en niños.
3. El costo real que implica llevar el agua potable hasta las viviendas no solo se cubrirá con la cuota mensual de Q10.00, que los usuarios deberán cancelar; sino que también se incluirán los gastos de la inversión inicial utilizados para la construcción del proyecto, que suman Q305,000.00, cuyo monto no será cubierto por los usuarios. Conociendo el costo real, por parte de los usuarios provocará una mejor concientización para que el servicio de agua sea utilizado adecuadamente.

4. El resultado del estudio socioeconómico indica que el proyecto no será rentable económicamente, debido a que con los ingresos obtenidos con la tarifa mensual cobrada a los usuarios de Q10.00 solamente se cubrirán los costos de administración, operación y mantenimiento del sistema y no alcanza para cubrir los costos de la inversión inicial de Q305,000.00 utilizados en su construcción, dado que este es un proyecto de carácter social y de beneficio único para la población.

RECOMENDACIONES

1. Por la importancia social de este proyecto, es aconsejable que sea ejecutado en el menor tiempo posible, existiendo la supervisión de un profesional, el cual verificará que la obra cumpla con los procedimientos de construcción adecuados y especificaciones descritas en planos.
2. Antes de hacer funcionar el sistema de agua potable es necesario efectuar la desinfección de las tuberías para prevenir enfermedades, debido a que durante el proceso de construcción estuvieron expuestas a contaminación del medio ambiente y de las personas que participaron la construcción del proyecto.
3. Educar y hacer conciencia a los usuarios para que hagan uso adecuado del agua, además de que sean responsables con la tarifa mensual que deberán pagar, esto para darle el mantenimiento adecuado a todos los componentes del sistema de agua potable y éste opere eficazmente.
4. Debido a que el proyecto no es rentable económicamente, se deberá buscar el apoyo de instituciones gubernamentales u organizaciones internacionales para obtener los fondos necesarios, ya sea por donaciones o préstamos accesibles, para costear la inversión que conlleva la ejecución del proyecto de agua potable.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Churumía, Lester Antonio. Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para el área urbana del municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.
2. Armas Barrios, Oscar David. Diseño de introducción de agua potable de la aldea Rancho de Teja, del municipio de Sacapulas, el Quiché. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005.
3. Chaluleu Baeza, Jorge Roberto. Estudio y diseño de la red de abastecimiento de agua potable para el centro urbano de la cabecera del municipio de San Pedro Sacatepéquez, del departamento de Guatemala. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005.
4. Instituto de Fomento Municipal, **Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales**, Guatemala, segunda revisión, 1997.
5. Mayorga Rouge, Roberto. **Diseño de abastecimientos rurales de agua potable**, Guatemala, s.e. 1999.
6. Méndez Aroche, Ángel Efren. Diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea Cuchilla Tendida, del municipio de Gualán, departamento de Zacapa. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006.
7. Organización Panamericana de la Salud. **Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua**, Lima. s.e., 2005.

APÉNDICE

1. Libreta topográfica.
2. Análisis físico químico.
3. Análisis bacteriológico.
4. Planos del proyecto.

Tabla XI. **Libreta topográfica**

EST	PO	AZIMUT			DIST	COTA	OBS
		G	M	S			
	0	0	0	0	0.00	100.00	TANQUE
0	1	174	30	0	69.79	73.48	
1	2	75	44	20	24.00	73.43	
2	3	93	33	0	39.83	71.08	
3	4	103	33	20	40.94	69.87	
4	5	101	56	0	51.81	71.86	
5	10	126	3	40	23.76	69.66	
5	6	271	58	0	11.59	69.79	RAMAL
6	7	204	9	40	47.76	52.29	
7	8	298	40	0	23.96	53.43	
8	9	266	45	0	27.94	52.45	
10	11	178	2	20	16.32	64.72	
11	12	105	22	0	14.95	61.10	
12	13	164	48	21	15.10	57.85	MONUMENTO
13	14	182	30	0	7.66	56.49	
14	15	220	44	0	9.77	55.27	
15	16	164	14	40	6.87	54.69	
16	17	84	20	0	12.55	52.54	
17	18	110	3	20	21.91	51.42	
18	19	130	9	40	51.62	47.36	
19	20	168	3	0	34.23	39.96	
20	21	198	22	40	4.87	37.92	
21	22	152	51	40	59.50	28.87	
22	23	170	0	0	21.84	27.39	
23	24	113	40	0	30.00	25.39	
0	25	104	10	0	68.87	91.41	RAMAL
25	26	99	13	0	37.66	95.23	
26	27	91	22	20	17.42	94.39	
27	28	77	8	0	17.96	91.38	
28	29	182	10	0	18.21	86.85	HOTEL
29	31	159	15	0	15.16	83.59	LIBRERIA
31	32	245	24	0	13.89	82.76	
32	33	269	16	0	74.75	73.45	
29	30	140	16	0	46.28	74.05	
30	34	227	0	0	25.45	68.15	
28	35	104	26	0	15.25	88.34	RAMAL
35	36	44	36	20	39.56	84.50	
36	37	45	15	0	39.88	87.15	
37	38	146	46	0	51.74	74.37	
35	39	87	19	40	36.50	77.43	RAMAL
39	40	130	47	0	28.92	72.26	
40	41	57	24	20	9.98	72.27	
41	42	143	34	0	23.94	71.51	
42	43	166	44	0	35.98	72.95	
43	44	152	55	20	34.53	66.37	
44	45	157	27	40	18.06	60.88	

Continuación tabla XI...

EST	PO	AZIMUT			DIST	COTA	OBS
		G	M	S			
37	50	95	41	0	13.95	86.35	RAMAL
50	51	61	31	0	5.00	86.37	
51	52	90	20	0	26.32	79.83	
52	53	128	8	40	23.88	78.50	5 CAMINOS
53	54	18	10	0	31.24	73.99	
54	55	356	28	0	48.74	66.51	
53	56	118	25	0	37.44	80.32	
56	57	6	10	0	7.57	78.91	
56	58	102	42	20	45.51	85.44	POSTE
58	59	34	30	0	15.97	85.15	
59	60	104	4	20	16.99	85.25	
53	61	185	38	0	31.95	80.10	
61	62	165	37	0	19.32	78.61	CALLEJON
62	63	117	33	0	31.98	78.26	
63	64	110	10	0	47.89	76.39	
63	65	108	18	0	9.95	77.96	CALLEJON
65	66	160	6	20	13.32	75.40	
66	67	110	8	20	5.94	75.20	
62	68	212	21	0	16.66	76.73	CALLEJON
68	69	145	35	0	29.82	74.89	
69	70	168	20	0	7.93	74.66	
70	71	134	11	40	25.88	73.43	
71	72	181	26	20	10.72	71.98	
72	73	142	32	40	16.81	67.85	TEMASCAL
73	74	216	52	40	6.36	66.17	
0	76	197	56	0	32.61	83.79	
76	77	190	5	40	4.52	82.58	
77	78	211	6	20	3.94	80.63	
78	79	231	4	20	23.93	79.43	
79	80	204	26	30	45.73	76.29	
80	81	218	12	20	37.38	66.70	
81	82	234	7	0	19.56	63.93	
82	83	242	5	0	19.79	62.20	
83	84	249	53	40	24.00	62.85	PUENTE
84	85	252	14	20	33.39	67.54	PASO A ÉREO
85	86	262	56	40	21.67	65.03	
86	87	211	29	0	9.90	66.19	
87	88	237	5	40	16.98	65.82	
88	89	216	39	0	41.99	65.40	
89	90	200	19	0	27.72	68.40	
90	91	121	34	40	11.87	67.32	
91	92	127	35	20	18.16	61.64	4 CAMINOS
92	93	120	31	40	21.74	56.73	
84	94	152	42	0	22.39	56.98	
94	95	217	24	20	58.77	41.66	
95	96	151	52	40	25.99	41.50	
96	97	198	9	20	33.93	40.21	
97	98	153	0	0	27.84	42.54	
98	99	154	3	20	32.45	36.47	RAMAL
99	100	109	10	0	5.00	36.42	
100	101	140	15	0	20.00	37.42	
99	102	234	10	0	30.00	36.43	
102	103	240	10	0	120.00	33.00	

Tabla XII. Análisis físico químico



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



Nº 000834

O.T. No. 24170		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		INF. No. 23 433	
INTERESADO:	Billy Roger Martínez Martínez (Carné 200213177)	PROYECTO:	EPS "Diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea Yolwitz"		
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	USAC-Fac. de Ingeniería		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Aldea Yolwitz	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2008-11-09; 10 h 00 min.		
FUENTE:	Caja de captación	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2008-11-10; 11 h 20 min.		
MUNICIPIO:	San Mateo Ixtatán	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Huehuetenango				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA:	--° C
2. COLOR:	02,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	113,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,51 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH):	07,40 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,30	6. CLORUROS (Cl ⁻)	06,00	11. SOLIDOS TOTALES	74,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,08	12. SOLIDOS VOLÁTILES	08,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	00,66	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	14,00	13. SOLIDOS FIJOS	66,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
5. MANGANESO (Mn)	00,044	10. DUREZA TOTAL	64,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	60,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	40,00	40,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21TM EDITION 2 005, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2009-01-09

Vo.Bo.

Inga. Teima Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Zenón Muck Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Tabla XIII. Análisis bacteriológico



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



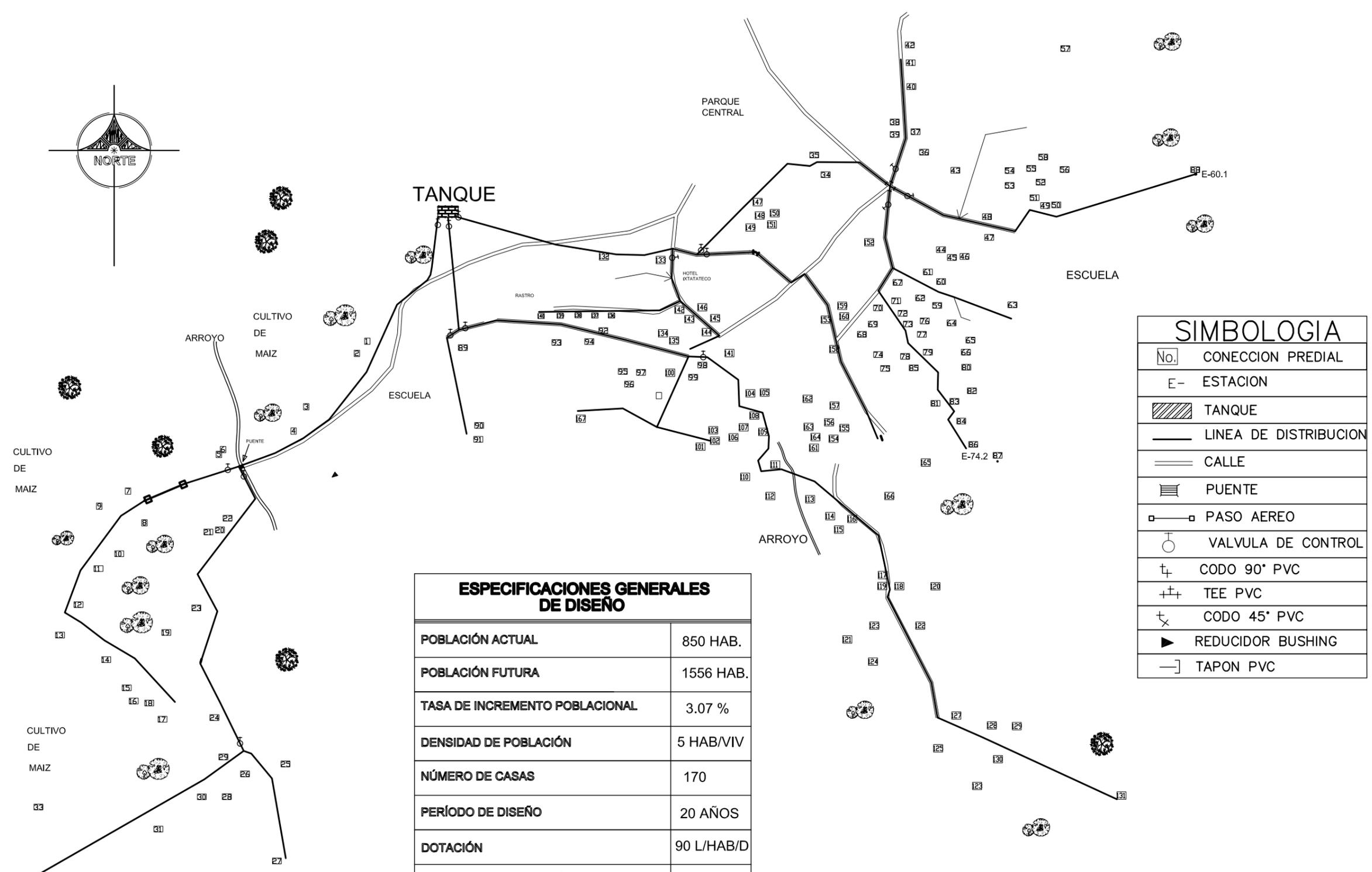
Nº 000835

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 24170		INF. No.A-299239	
INTERESADO	<u>BILLY ROGER MARTÍNEZ MARTÍNEZ (Carné 2002-13177)</u>	PROYECTO:	<u>EPS "Diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea Yolwitz"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FAC. DE INGENIERÍA -USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea Yolwitz</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2008-11-09; 10 h 00 min.</u>
FUENTE:	<u>Caja de captación</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2008-11-10; 11 h 20 min</u>
MUNICIPIO:	<u>San Mateo Ixtatán</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Huehuetenango</u>	SABOR:	<u>-----</u> SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN <u>Lig. Cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Claro</u>	CLORO RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
		PRUEBA CONFIRMATIVA	
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,010 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua potable. Guatemala, 2009 -01-09			
.Vo.Bo.	 Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC	 Zenón Much Sanjos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	 LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA "DRA. ALEBA TABARINI MOLINA" - USAC GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993

PLANOS DEL PROYECTO

1/8	Planta general
2/8	Planta topográfica
3/8	Diseño general
4/8	Perfiles del proyecto
5/8	Perfiles del proyecto
6/8	Perfiles del proyecto
7/8	Paso elevado
8/8	Detalles y accesorios



SIMBOLOGIA	
No.	CONEXION PREDIAL
E-	ESTACION
[Hatched Box]	TANQUE
[Solid Line]	LINEA DE DISTRIBUCION
[Double Line]	CALLE
[Hatched Bridge]	PUENTE
[Square with X]	PASO AEREO
[Circle with T]	VALVULA DE CONTROL
[T]	CODO 90° PVC
[+]	TEE PVC
[x]	CODO 45° PVC
[Triangle]	REDUCIDOR BUSHING
[L-shaped]	TAPON PVC

ESPECIFICACIONES GENERALES DE DISEÑO	
POBLACIÓN ACTUAL	850 HAB.
POBLACIÓN FUTURA	1556 HAB.
TASA DE INCREMENTO POBLACIONAL	3.07 %
DENSIDAD DE POBLACIÓN	5 HAB/VIV
NÚMERO DE CASAS	170
PERÍODO DE DISEÑO	20 AÑOS
DOTACIÓN	90 L/HAB/D
CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN	3.2 L/S
FMH (2.0 - 2.5)	2
FDM (1.2 - 1.5)	1.2

PLANTA GENERAL
 ESCALA: 1/1250



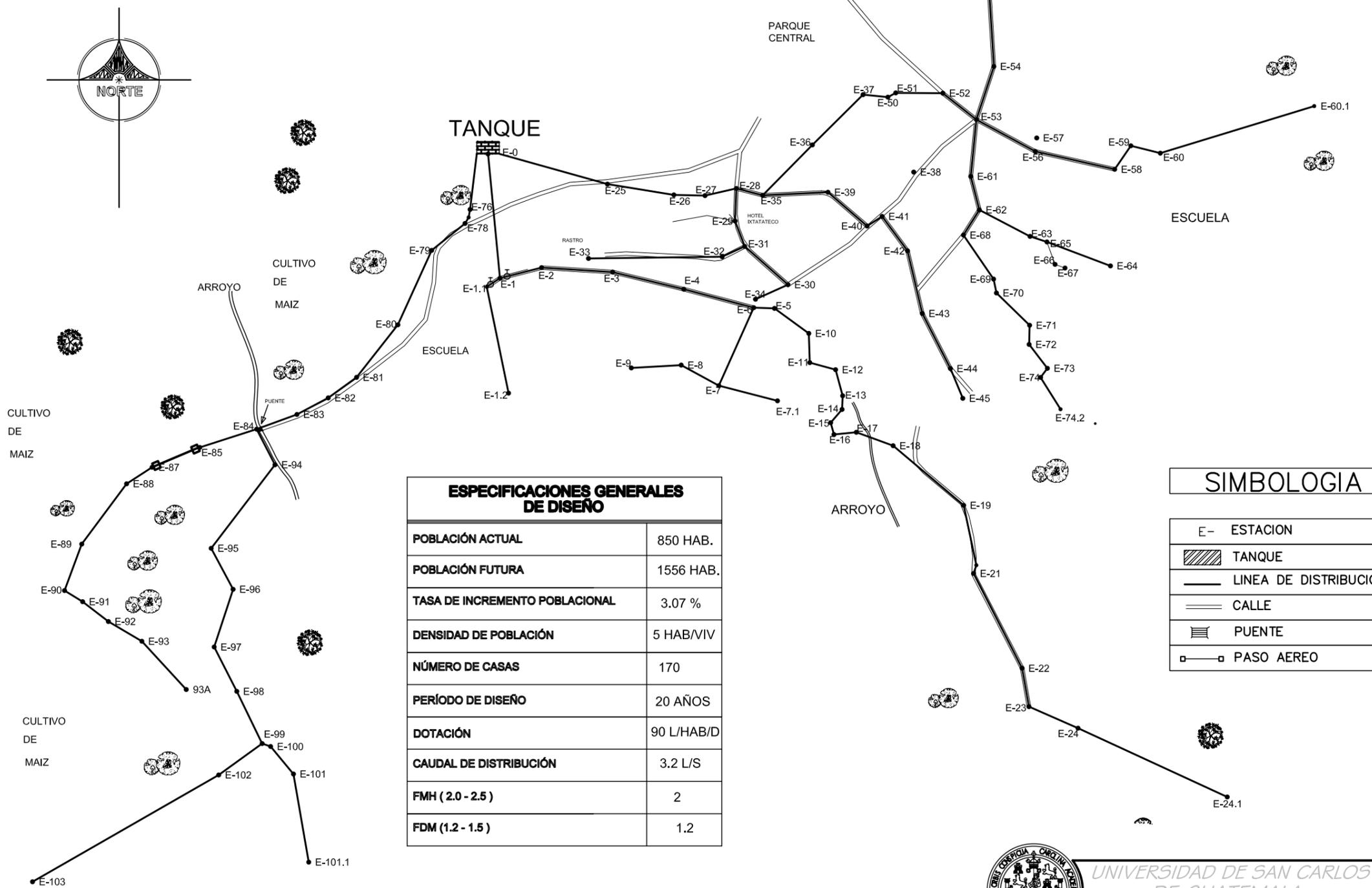
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 E.P.S INGENIERIA CIVIL

DISEÑO: BILLY M.	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, ALDEA YOLWITZ, SAN MATEO IXTATAN, HUEHUETENANGO	HOJA No. 1 / 8
CALCULO: BILLY M.		
DIBUJO: BILLY M.		
ESCALA: INDICADA	CONTENIDO: PLANTA GENERAL	FECHA: 10-2009

BILLY ROGER MARTINEZ M.
 EPESISTA

ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA
 ASESOR-SUPERVISOR

LIBRETA TOPOGRAFICA							
EST	PO	AZIMUT			DIST (M)	COTA (M)	OBS
		G	M	S			
0	0	0	0	0	0.00	100.00	TANQUE
0	1	174	30	0	69.79	73.48	
1	2	75	44	20	24.00	73.43	
2	3	93	33	0	39.83	71.08	
3	4	103	33	20	40.94	69.87	
4	5	101	56	0	51.81	71.86	
5	10	126	3	40	23.76	69.66	
5	6	271	58	0	11.59	69.79	RAMAL
6	7	204	9	40	47.76	52.29	
7	8	298	40	0	23.96	53.43	
8	9	266	45	0	27.94	52.45	
10	11	178	2	20	16.32	64.72	
11	12	105	22	0	14.95	61.10	
12	13	164	48	21	15.10	57.85	MONUMENTO
13	14	182	30	0	7.66	56.49	
14	15	220	44	0	9.77	55.27	
15	16	164	14	40	6.87	54.69	
16	17	84	20	0	12.55	52.54	
17	18	110	3	20	21.91	51.42	
18	19	130	9	40	51.62	47.36	
19	20	168	3	0	34.23	39.96	
20	21	198	22	40	4.87	37.92	
21	22	152	51	40	59.50	28.87	
22	23	170	0	0	21.84	27.39	
23	24	113	40	0	30.00	25.39	
0	25	104	10	0	68.87	91.41	RAMAL
25	26	99	13	0	37.66	95.23	
26	27	91	22	20	17.42	94.39	
27	28	77	8	0	17.96	91.38	
28	29	182	10	0	18.21	86.85	HOTEL LIBRERIA
29	31	159	15	0	15.16	83.59	
31	32	245	24	0	13.89	82.76	
32	33	269	16	0	74.75	73.45	
29	30	140	16	0	46.28	74.05	
30	34	227	0	0	25.45	68.15	
28	35	104	26	0	15.25	88.34	RAMAL
35	36	44	36	20	39.56	84.50	
36	37	45	15	0	39.88	87.15	
37	38	146	46	0	51.74	74.37	
35	39	87	19	40	36.50	77.43	RAMAL
39	40	130	47	0	28.92	72.26	
40	41	57	24	20	9.98	72.27	
41	42	143	34	0	23.94	71.51	
42	43	166	44	0	35.98	72.95	
43	44	152	55	20	34.53	66.37	
44	45	157	27	40	18.06	60.88	RAMAL
37	50	95	41	0	13.95	86.35	
50	51	61	31	0	5.00	86.37	
51	52	90	20	0	26.32	79.83	
52	53	128	8	40	23.88	78.50	5 CAMINOS
53	54	18	10	0	31.24	73.99	
54	55	356	28	0	48.74	66.51	
53	56	118	25	0	37.44	80.32	
56	57	6	10	0	7.57	78.91	
56	58	102	42	20	45.51	85.44	POSTE
58	59	34	30	0	15.97	85.15	
59	60	104	4	20	16.99	85.25	
53	61	185	38	0	31.95	80.10	
61	62	165	37	0	19.32	78.61	CALLEJON
62	63	117	33	0	31.98	78.26	
63	64	110	10	0	47.89	76.39	
63	65	108	18	0	9.95	77.96	CALLEJON
65	66	160	6	20	13.32	75.40	
66	67	110	8	20	5.94	75.20	
62	68	212	21	0	16.66	76.73	CALLEJON
68	69	145	35	0	29.82	74.89	
69	70	168	20	0	7.93	74.66	
70	71	134	11	40	25.88	73.43	
71	72	181	26	20	10.72	71.98	
72	73	142	32	40	16.81	67.85	TEMASCAL
73	74	216	52	40	6.36	66.17	
0	76	197	56	0	32.61	83.79	
76	77	190	5	40	4.52	82.58	
77	78	211	6	20	3.94	80.63	
78	79	231	4	20	23.93	79.43	
79	80	204	26	30	45.73	76.29	
80	81	218	12	20	37.38	66.70	
81	82	234	7	0	19.56	63.93	
82	83	242	5	0	19.79	62.20	
83	84	249	53	40	24.00	62.85	FUENTE
84	85	252	14	20	33.39	67.54	
85	86	262	56	40	21.67	65.03	PASO AEREO
86	87	211	29	0	9.90	66.19	
87	88	237	5	40	16.98	65.82	
88	89	216	39	0	41.99	65.40	
89	90	200	19	0	27.72	68.40	
90	91	121	34	40	11.87	67.32	
91	92	127	35	20	18.16	61.64	4 CAMINOS
92	93	120	31	40	21.74	56.73	
84	94	152	42	0	22.39	56.98	
94	95	217	24	20	58.77	41.66	
95	96	151	52	40	25.99	41.50	
96	97	198	9	20	33.93	40.21	
97	98	153	0	0	27.84	42.54	
98	99	154	3	20	32.45	36.47	RAMAL
99	100	109	10	0	5.00	36.42	
100	101	140	15	0	20.00	37.42	
99	102	234	10	0	30.00	36.43	
102	103	240	10	0	120.00	33.00	



ESPECIFICACIONES GENERALES DE DISEÑO	
POBLACIÓN ACTUAL	850 HAB.
POBLACIÓN FUTURA	1556 HAB.
TASA DE INCREMENTO POBLACIONAL	3.07 %
DENSIDAD DE POBLACIÓN	5 HAB/VIV
NÚMERO DE CASAS	170
PERÍODO DE DISEÑO	20 AÑOS
DOTACIÓN	90 L/HAB/D
CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN	3.2 L/S
FMH (2.0 - 2.5)	2
FDM (1.2 - 1.5)	1.2

SIMBOLOGIA	
E-	ESTACION
	TANQUE
	LINEA DE DISTRIBUCION
	CALLE
	PUENTE
	PASO AEREO

PLANTA TOPOGRÁFICA

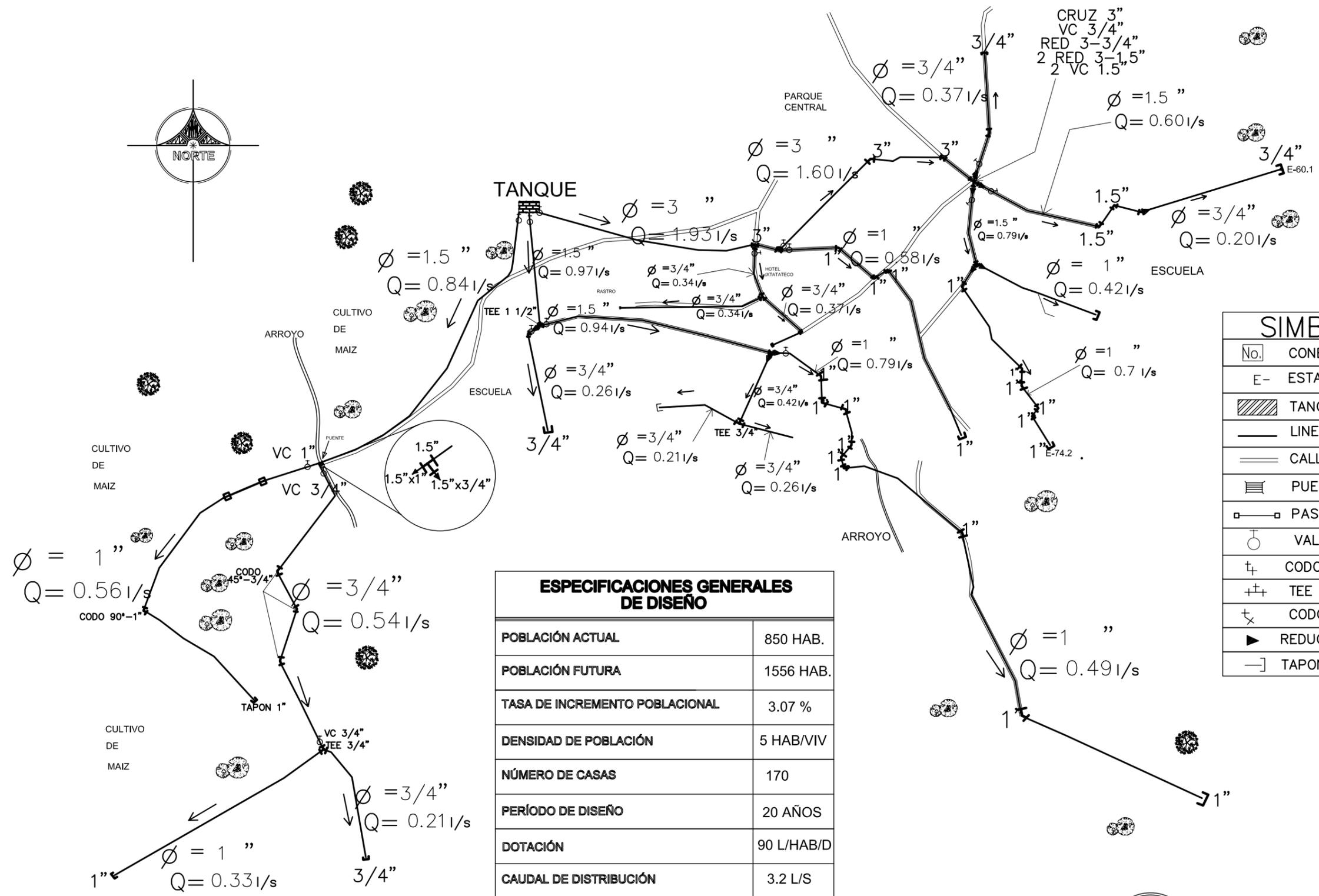
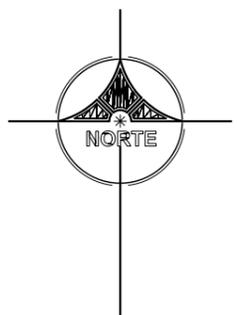
ESCALA: 1/1250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.P.S. INGENIERIA CIVIL

DISEÑO: BILLY M. CALCULO: BILLY M. DIBUJO: BILLY M.	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, ALDEA YOLWITZ, SAN MATEO IXTATAN, HUEHUETENANGO	HOJA No. 2 8
ESCALA: INDICADA	CONTENIDO: PLANTA TOPOGRÁFICA	FECHA: 10-2009

BILLY ROGER MARTINEZ M.
EPESISTA

ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA
ASESOR-SUPERVISOR



SIMBOLOGIA	
No.	CONEXION PREDIAL
E-	ESTACION
[Hatched Box]	TANQUE
[Solid Line]	LINEA DE DISTRIBUCION
[Double Line]	CALLE
[Hatched Bridge]	PUENTE
[Square with X]	PASO AEREO
[Circle with T]	VALVULA DE CONTROL
[Tee]	CODO 90° PVC
[Tee with 45°]	TEE PVC
[Tee with 45°]	CODO 45° PVC
[Triangle]	REDUCIDOR BUSHING
[Bracket]	TAPON PVC

ESPECIFICACIONES GENERALES DE DISEÑO	
POBLACION ACTUAL	850 HAB.
POBLACION FUTURA	1556 HAB.
TASA DE INCREMENTO POBLACIONAL	3.07 %
DENSIDAD DE POBLACION	5 HAB/VIV
NÚMERO DE CASAS	170
PERÍODO DE DISEÑO	20 AÑOS
DOTACION	90 L/HAB/D
CAUDAL DE DISTRIBUCION	3.2 L/S
FMH (2.0 - 2.5)	2
FDM (1.2 - 1.5)	1.2

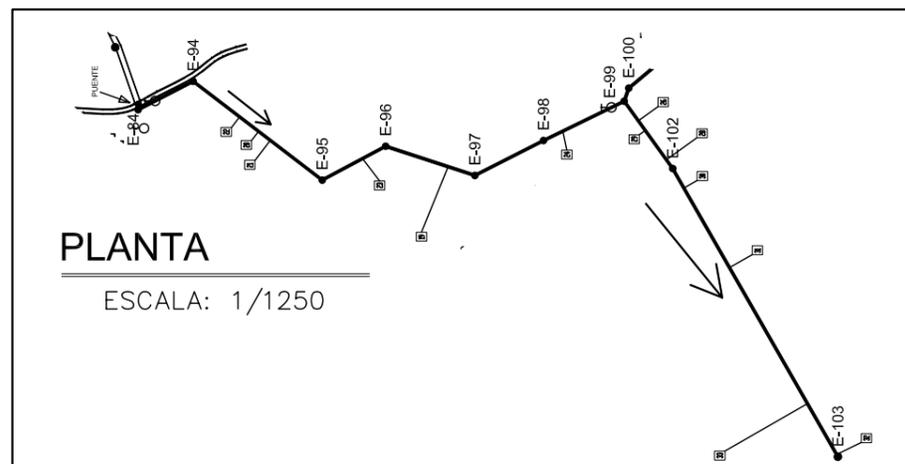
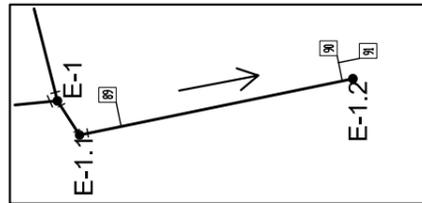
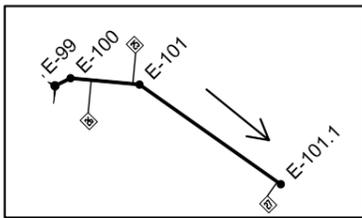
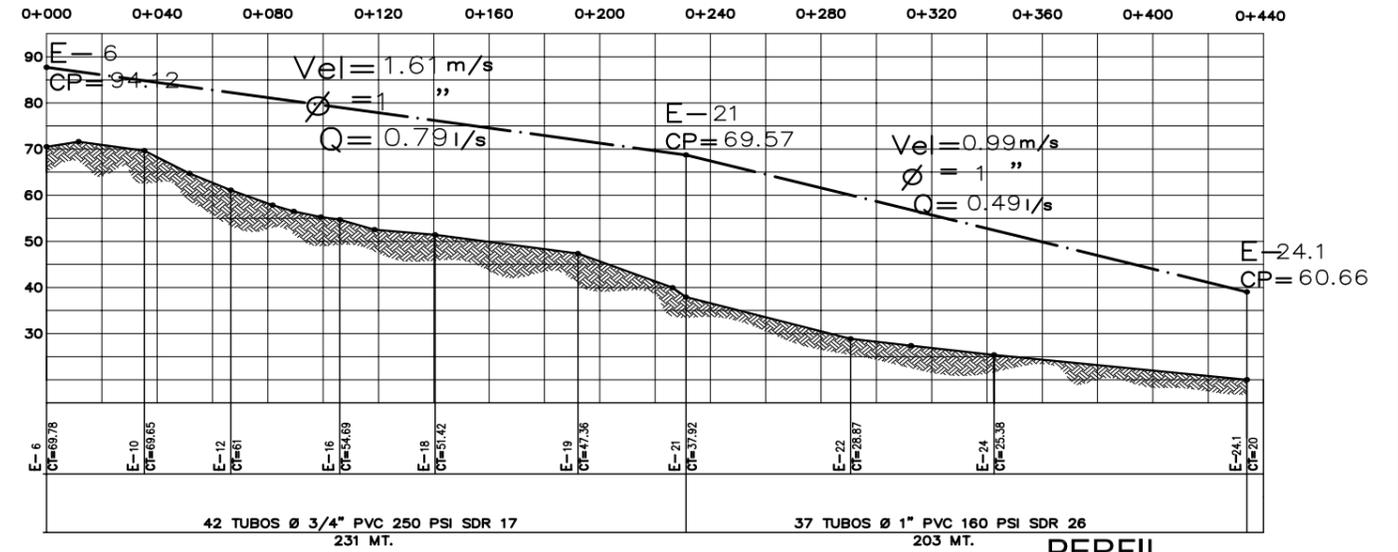
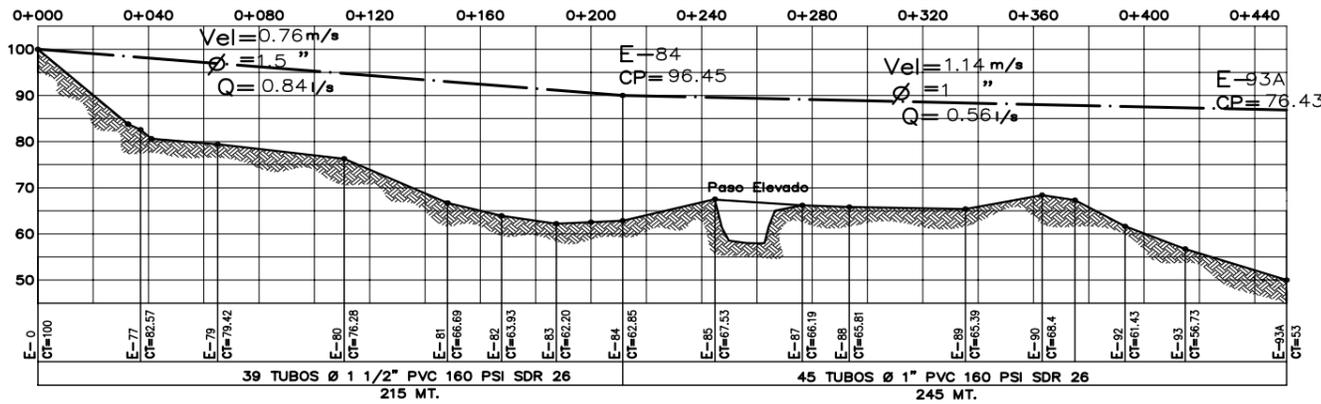
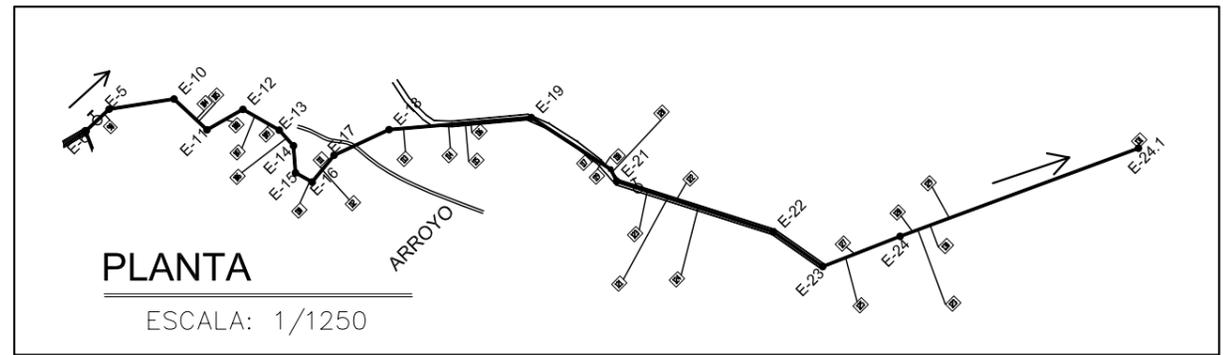
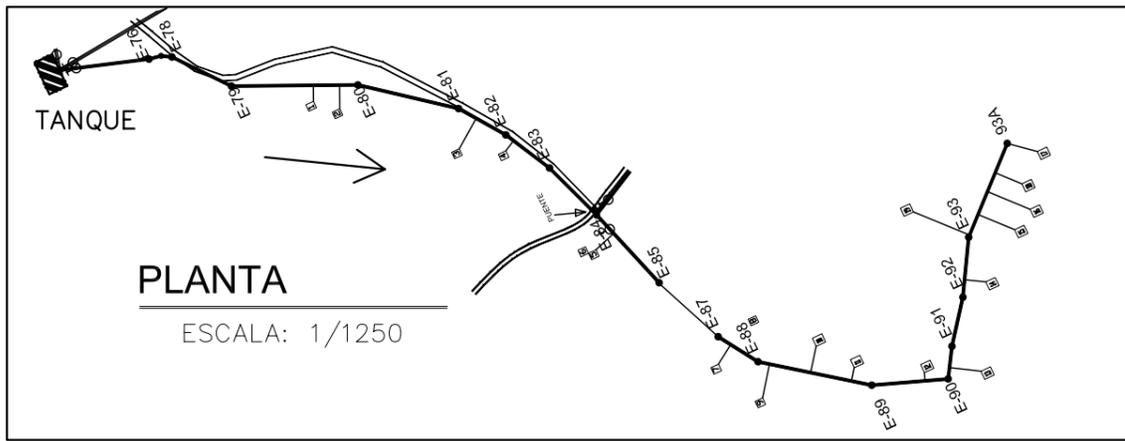
PLANTA DE DISEÑO GENERAL

ESCALA: 1/1250

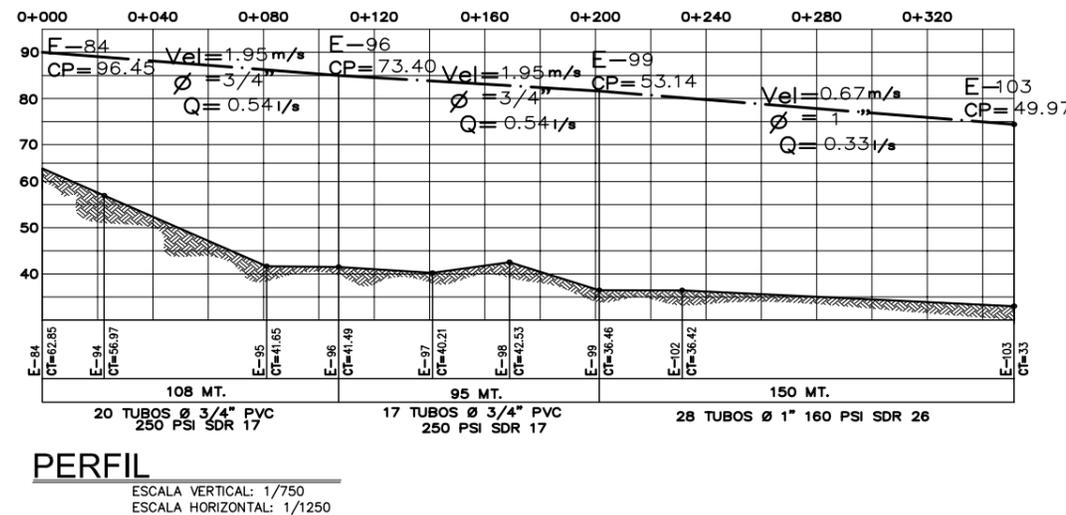
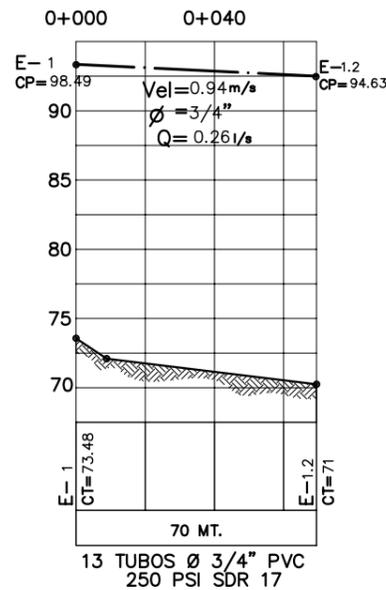
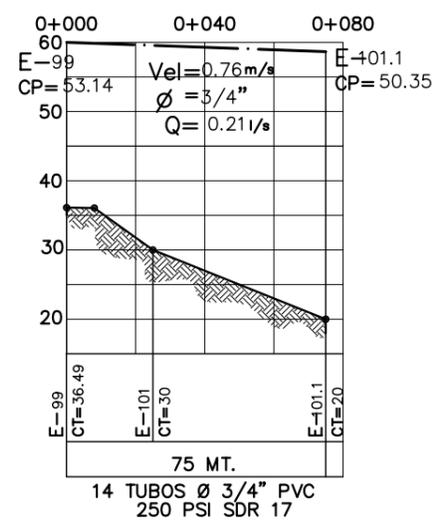


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.P.S INGENIERIA CIVIL

DISEÑO: BILLY M. CALCULO: BILLY M. DIBUJO: BILLY M. ESCALA: INDICADA	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, ALDEA YOLWITZ, SAN MATEO IXTATAN, HUEHUETENANGO CONTENIDO: PLANTA DE DISEÑO GENERAL	HOJA No. 3 8 FECHA: 10-2009
BILLY ROGER MARTINEZ M. EPESISTA		ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA ASESOR-SUPERVISOR



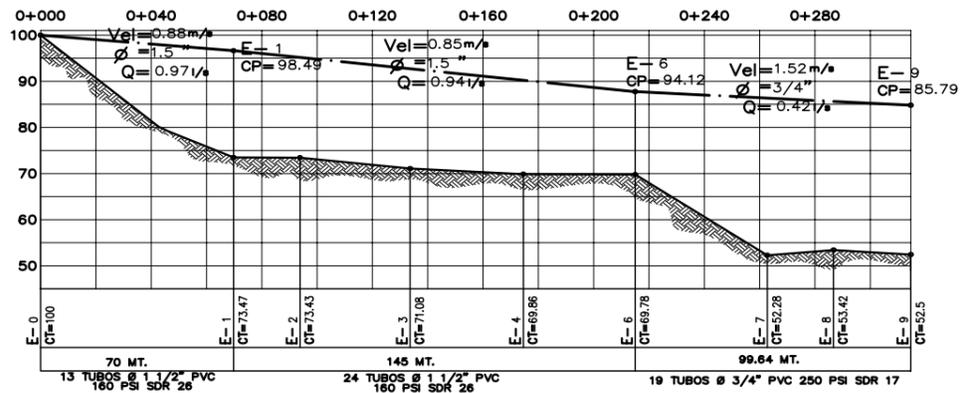
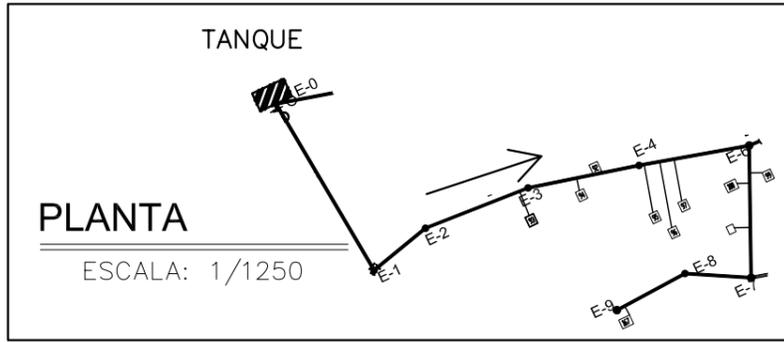
SIMBOLOGIA	
	CONEXION PREDIAL
	ESTACION
	TANQUE
	LINEA DE DISTRIBUCION
	CALLE
	PUENTE
$Vel =$	VELOCIDAD
$\phi =$	DIAMETRO
$Q =$	CAUDAL I/S
$CT =$	COTA DE TERRENO
$CP =$	COTA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE CONTROL



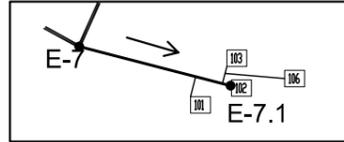
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.P.S. INGENIERIA CIVIL

DISEÑO: BILLY M. CALCULO: BILLY M. DIBUJO: BILLY M.	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, ALDEA YOLWITZ, SAN MATEO IXTATAN, HUEHUETENANGO	HOJA No 4 8
ESCALA: INDICADA	CONTENIDO: PLANTA + PERFIL	FECHA: 10-2009

BILLY ROGER MARTINEZ M. EPESISTA
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA ASESOR-SUPERVISOR

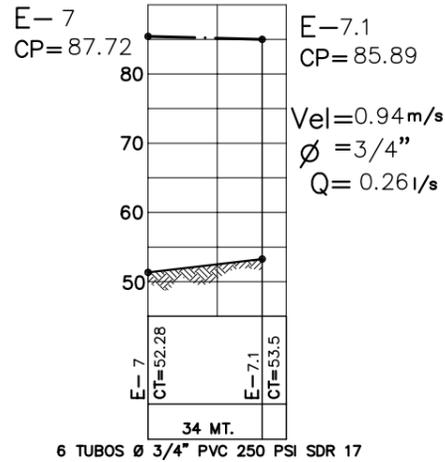


PERFIL
 ESCALA VERTICAL: 1/750
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1250



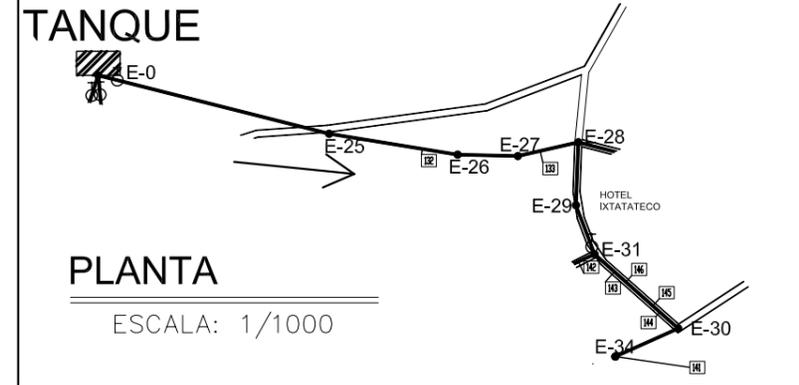
PLANTA

ESCALA: 1/750



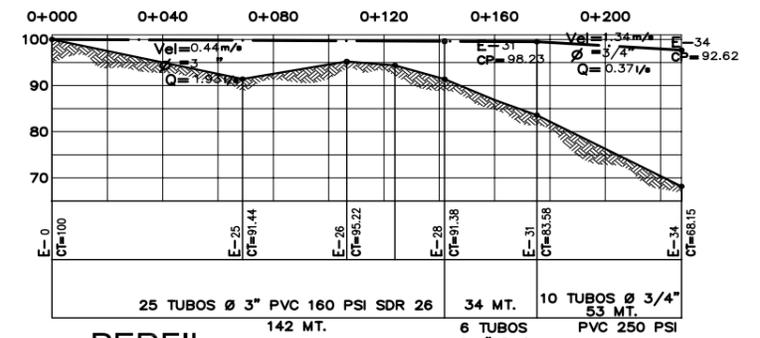
PERFIL

ESCALA VERTICAL: 1/500
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



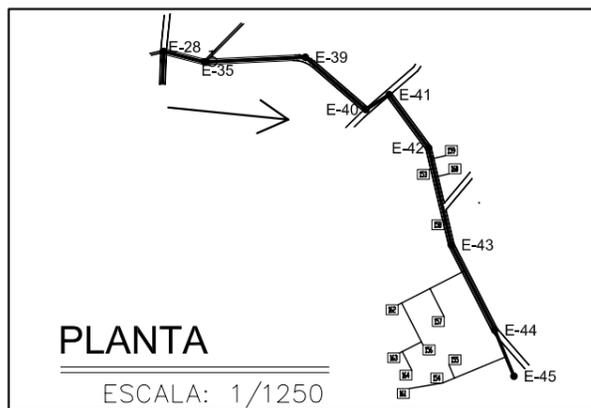
PLANTA

ESCALA: 1/1000



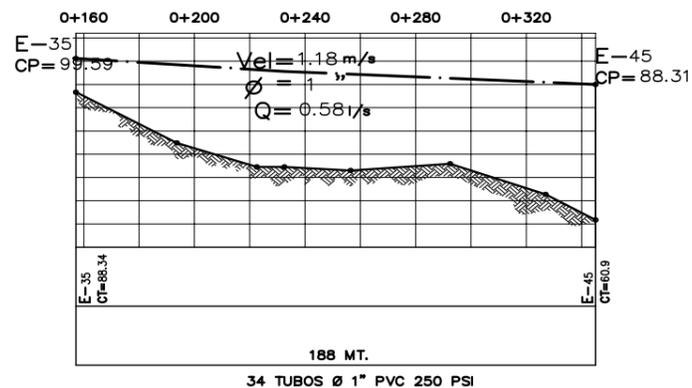
PERFIL

ESCALA VERTICAL: 1/750
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1250



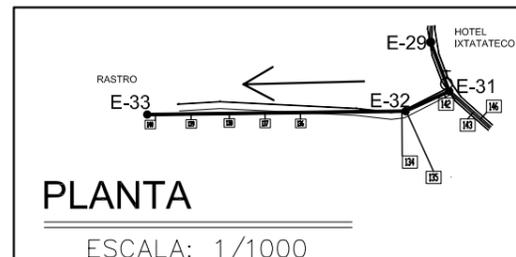
PLANTA

ESCALA: 1/1250



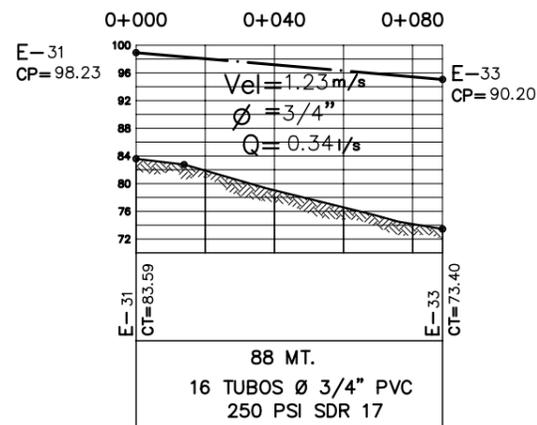
PERFIL

ESCALA VERTICAL: 1/750
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1250



PLANTA

ESCALA: 1/1000



PERFIL

ESCALA VERTICAL: 1/500
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

SIMBOLOGIA

	CONEXION PREDIAL
	ESTACION
	TANQUE
	LINEA DE DISTRIBUCION
	CALLE
	PUENTE
	VELOCIDAD
	DIAMETRO
	CAUDAL I/S
	COTA DE TERRENO
	COTA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE CONTROL

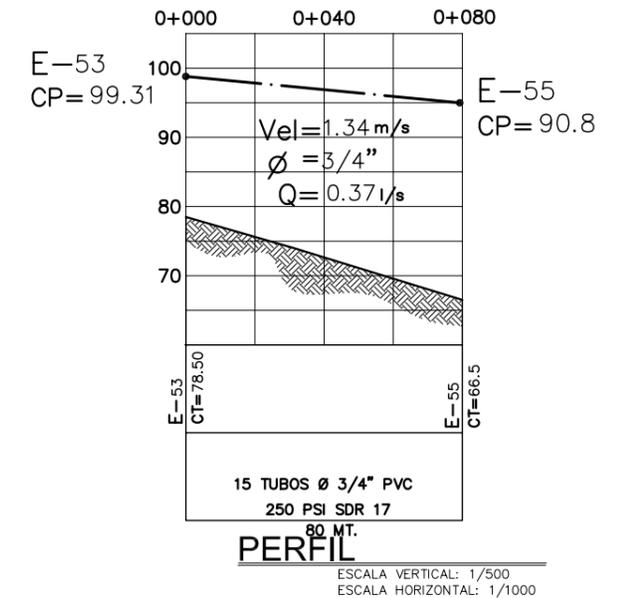
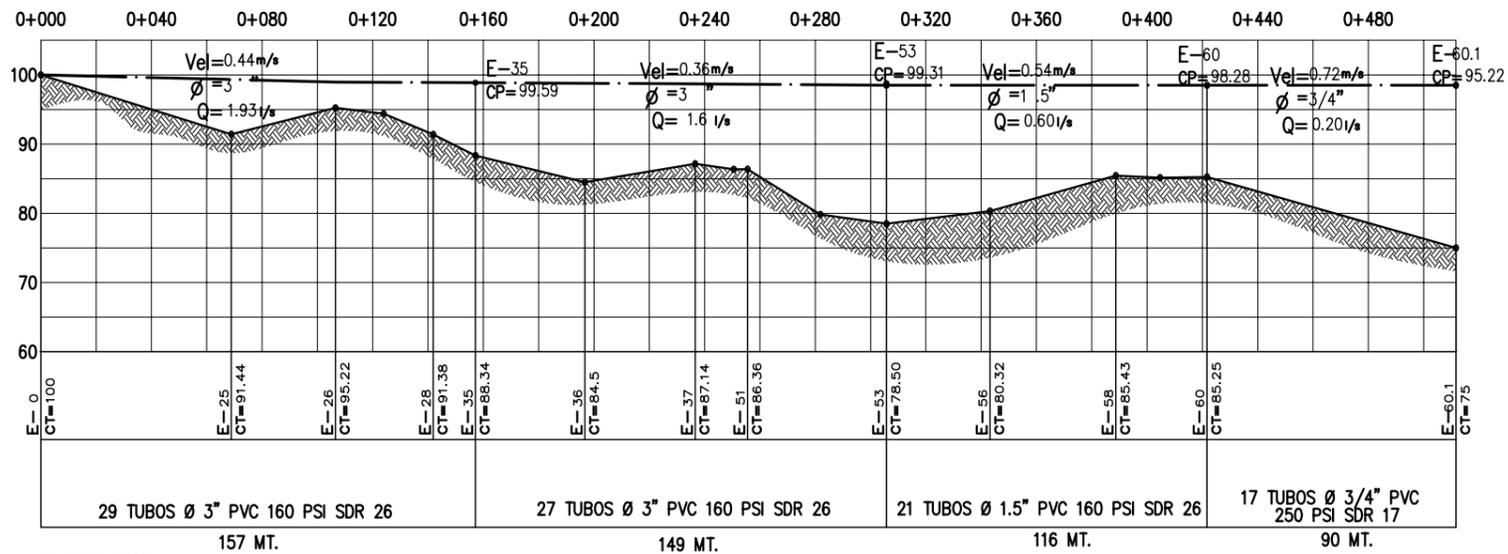
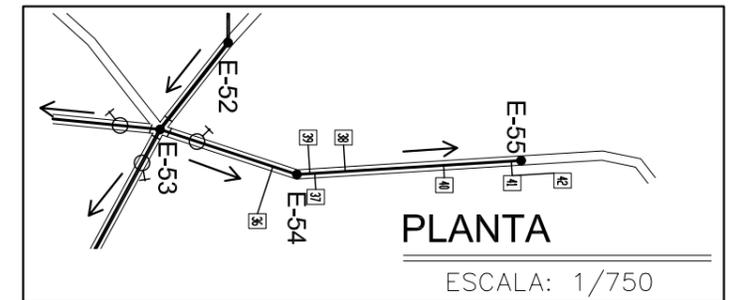
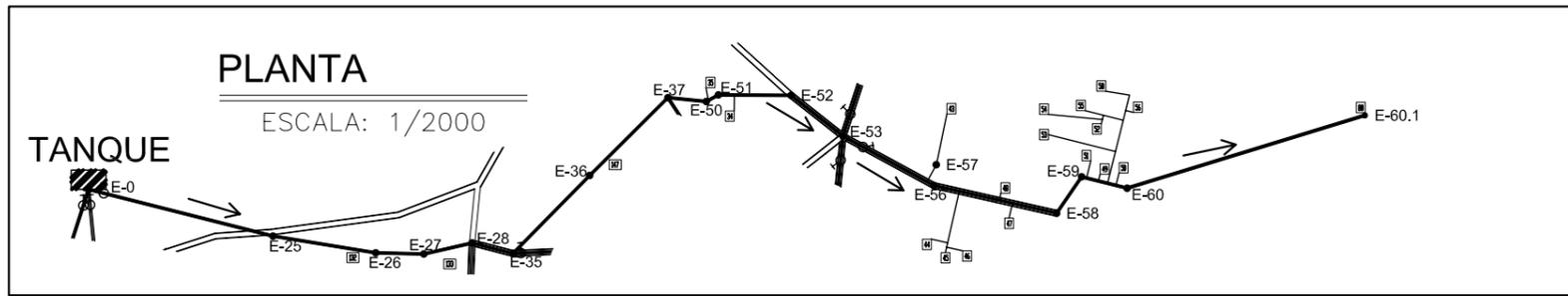


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

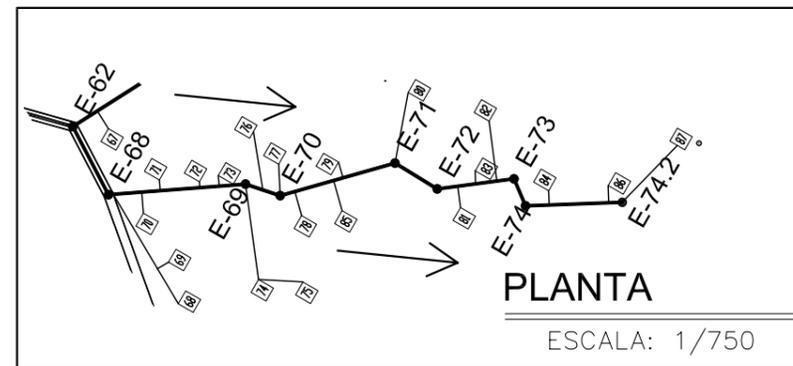
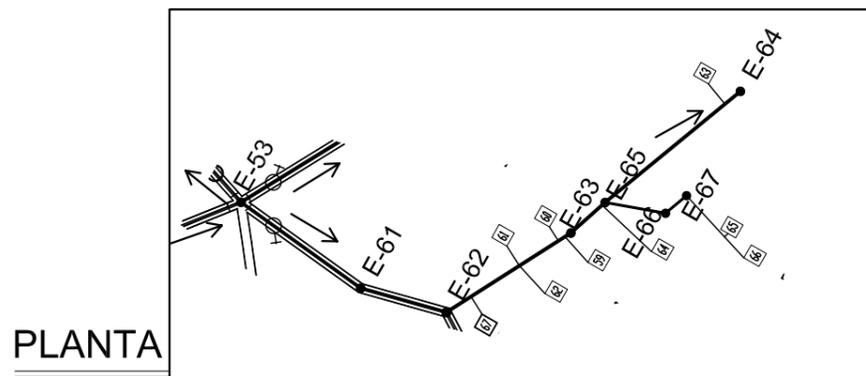
E.P.S. INGENIERIA CIVIL

DISEÑO: BILLY M. CALCULO: BILLY M. DIBUJO: BILLY M.	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, ALDEA YOLWITZ, SAN MATEO IXTATAN, HUEHUETENANGO	HOJA No. 5 / 8
ESCALA: INDICADA	CONTENIDO: PLANTA + PERFIL	FECHA: 10-2009
BILLY ROGER MARTINEZ M. EPESISTA		ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA ASESOR-SUPERVISOR



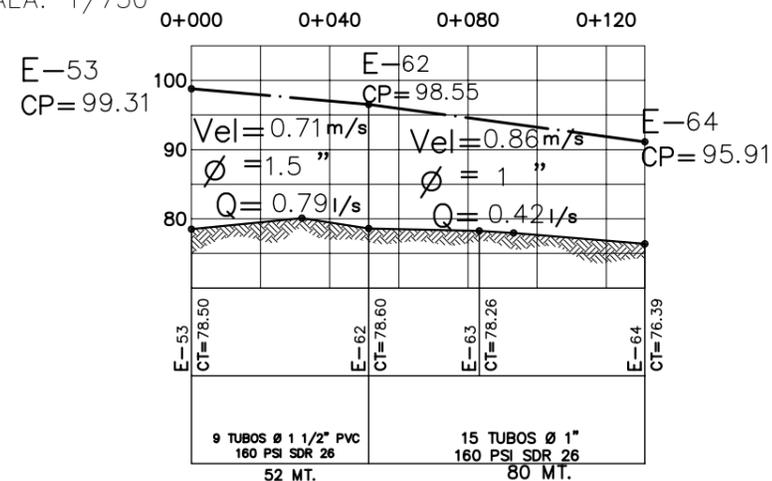
PERFIL
 ESCALA VERTICAL: 1/500
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1250

PERFIL
 ESCALA VERTICAL: 1/500
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

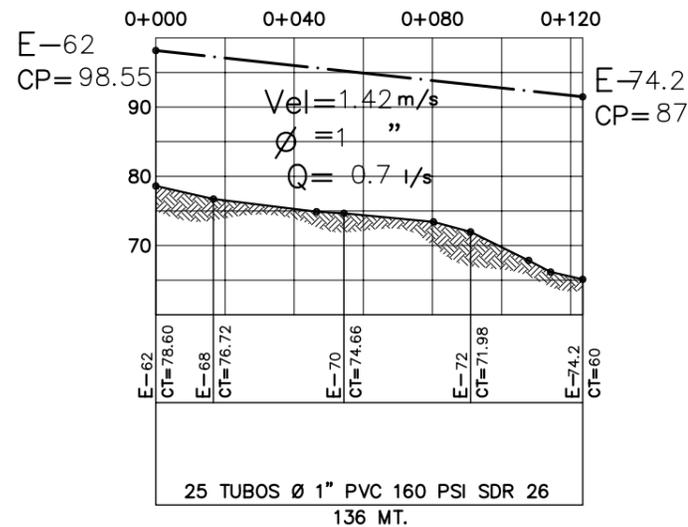


SIMBOLOGIA

	CONEXION PREDIAL
	ESTACION
	TANQUE
	LINEA DE DISTRIBUCION
	CALLE
	PUENTE
	VELOCIDAD
	DIAMETRO
	CAUDAL I/S
	COTA DE TERRENO
	COTA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE CONTROL



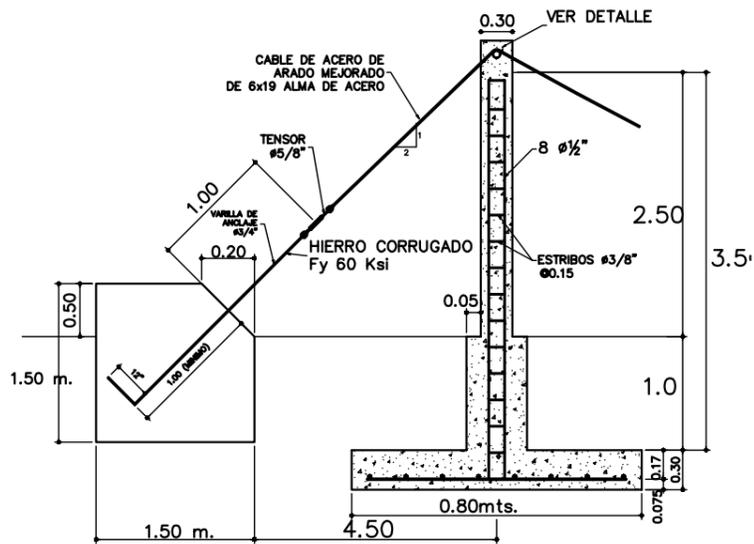
PERFIL
 ESCALA VERTICAL: 1/500
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PERFIL
 ESCALA VERTICAL: 1/500
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 E.P.S. INGENIERIA CIVIL

DISEÑO: BILLY M.	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, ALDEA YOLWITZ, SAN MATEO IXTATAN, HUEHUETENANGO	HOJA No. 6/8
CALCULO: BILLY M.		
DIBUJO: BILLY M.		
ESCALA: INDICADA	CONTENIDO: PLANTA + PERFIL	FECHA: 10-2009
BILLY ROGER MARTINEZ M. EPESISTA		ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA ASESOR-SUPERVISOR



ELEVACION

SIN ESCALA

NOTAS GENERALES

A. MATERIALES

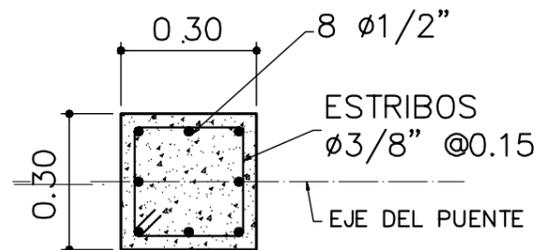
1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A AL COMPRESION DE 210 kg/cm². (3000 lbs/pulg².) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 Ksi.
3. CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPUESTO DE 6 CORDONES DE 19 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN PARA CADA USO.

B. VARIOS

4. EL NIVEL DE CIMENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
5. LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CUYA CAPACIDAD SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
6. EL RECURRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
7. LAS MORDAZAS DE EMPALME SE DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE.
8. EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
9. A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIONA.
10. TODAS LAS DIMENSIONES DADAS EN METROS.
11. TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEJERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
12. SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESTARA DEFINIDA CONSIDERANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL.

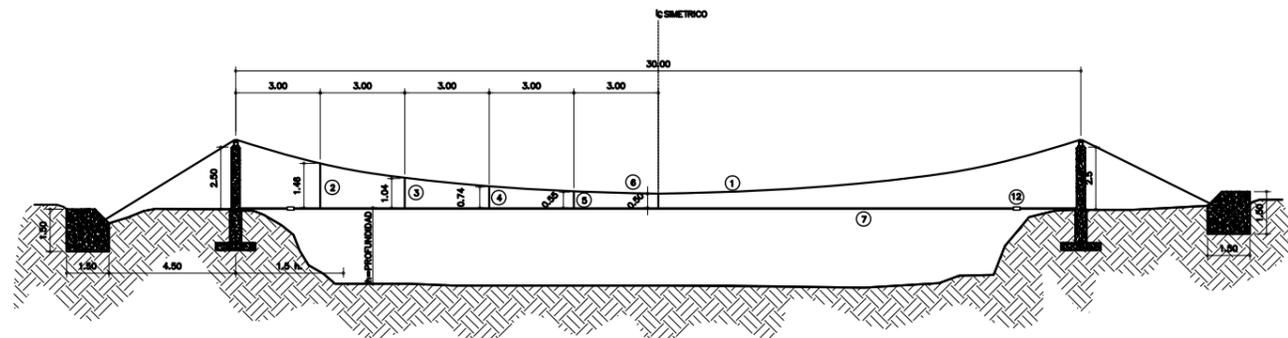
MATERIALES

No.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD (M)
01	1	CABLE TIRANTE Ø 3/8"	50
02	2	CABLE DE SUSPENSION # 1/4"	2.45
03	2	CABLE DE SUSPENSION # 1/4"	2.00
04	2	CABLE DE SUSPENSION # 1/4"	1.75
05	2	CABLE DE SUSPENSION # 1/4"	1.55
06	1	CABLE DE SUSPENSION # 1/4"	1.50
07	6	TUBOS DE HG Ø 1"	
08	2	GUARDACABO	
09	54	MORDAZA DE 3/8"	
10	15	MORDAZA Ø 1/4"	
11	1	TENSOR 5/8"	
12	2	UNION DRESSER	



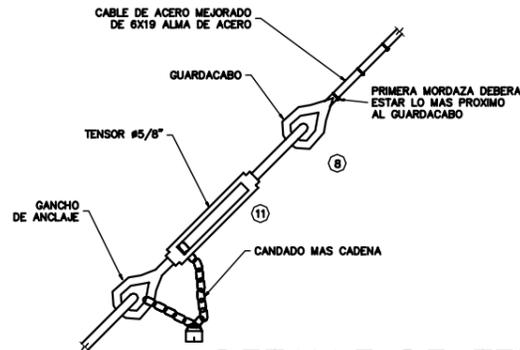
DETALLE DE COLUMNA

SIN ESCALA



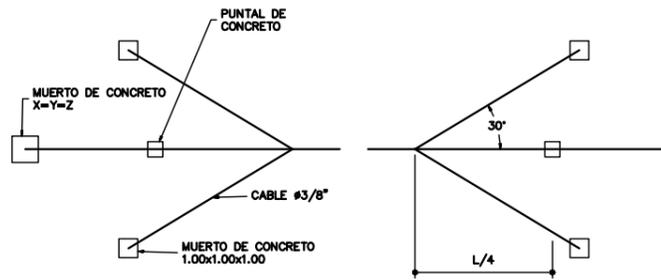
PASO ELEVADO DE 30 METROS

SIN ESCALA

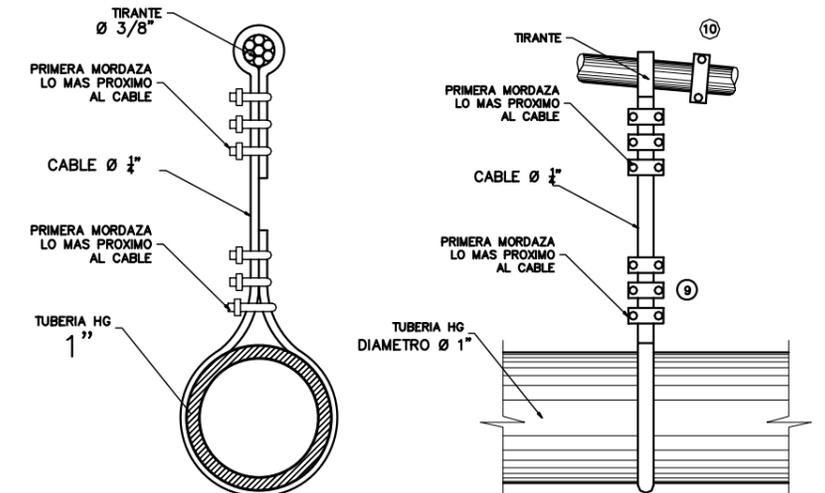


DETALLE DE TENSOR

SIN ESCALA

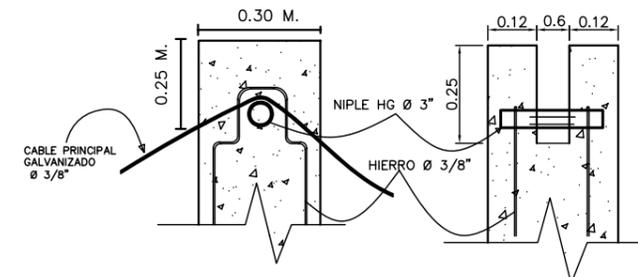


ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES



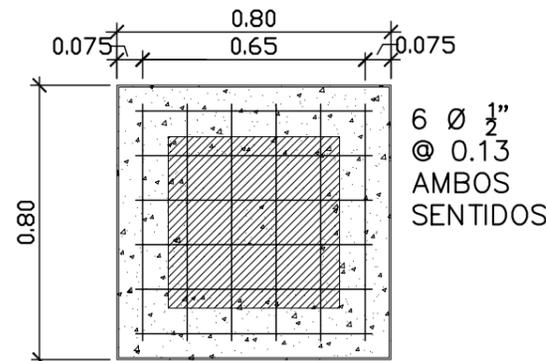
DETALLE DE SUSPENSION DE TUBO

SIN ESCALA



APOYO DEL CABLE EN COLUMNA

SIN ESCALA



PLANTA DE ZAPATA

SIN ESCALA

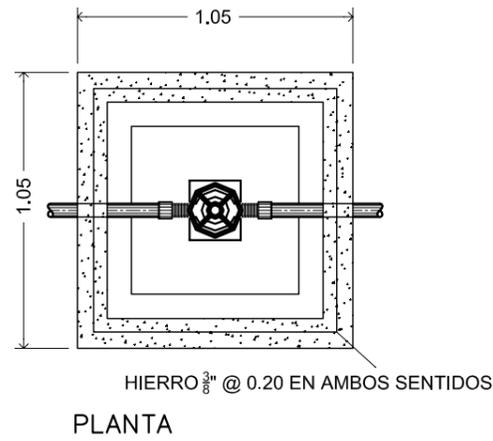


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

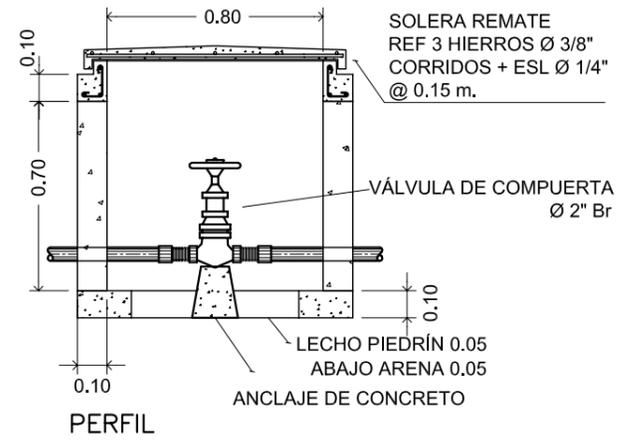
FACULTAD DE INGENIERIA

E.P.S. INGENIERIA CIVIL

DISEÑO: BILLY M. CALCULO: BILLY M. DIBUJO: BILLY M. ESCALA: INDICADA	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, ALDEA YOLWITZ, SAN MATEO IXTATAN, HUEHUETENANGO CONTENIDO: PASO ELEVADO	HOJA No 7 8 FECHA: 10-2009
BILLY ROGER MARTINEZ M. EPESISTA		ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA ASESOR-SUPERVISOR



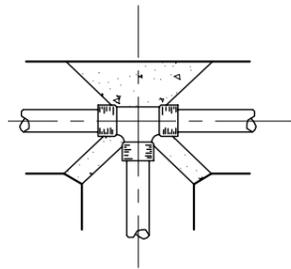
PLANTA



PERFIL

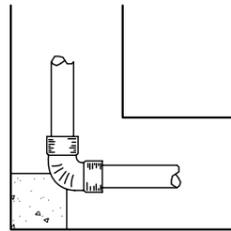
DETALE DE CAJA DE VALVULAS

ESCALA: 1/20



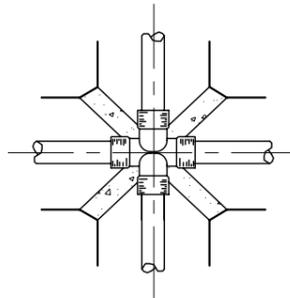
TEE

SIN ESCALA



CODO HORIZONTAL

SIN ESCALA

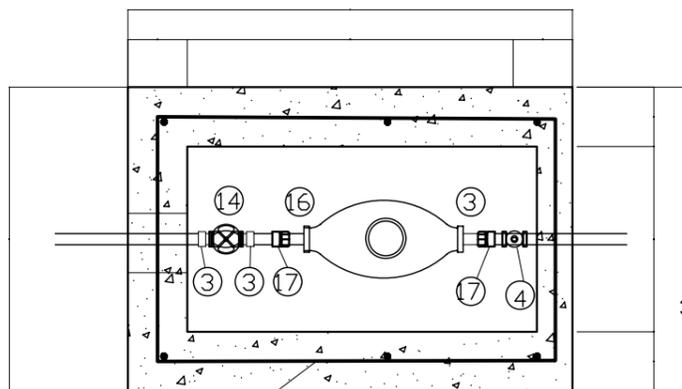


CRUZ

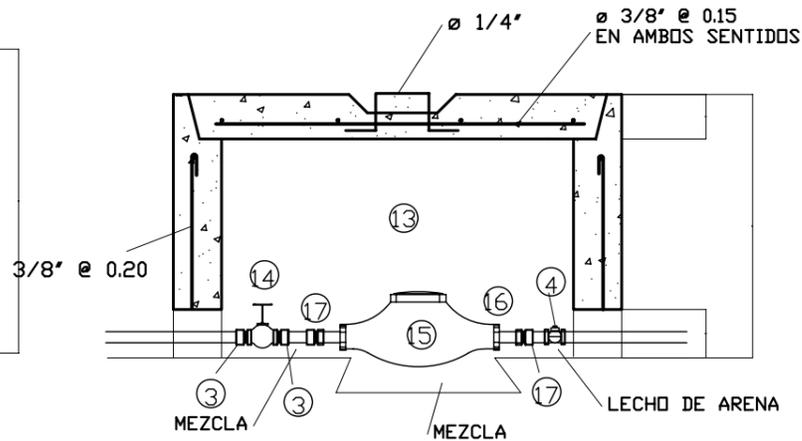
SIN ESCALA

DETALE DE ACCESORIOS

SIN ESCALA

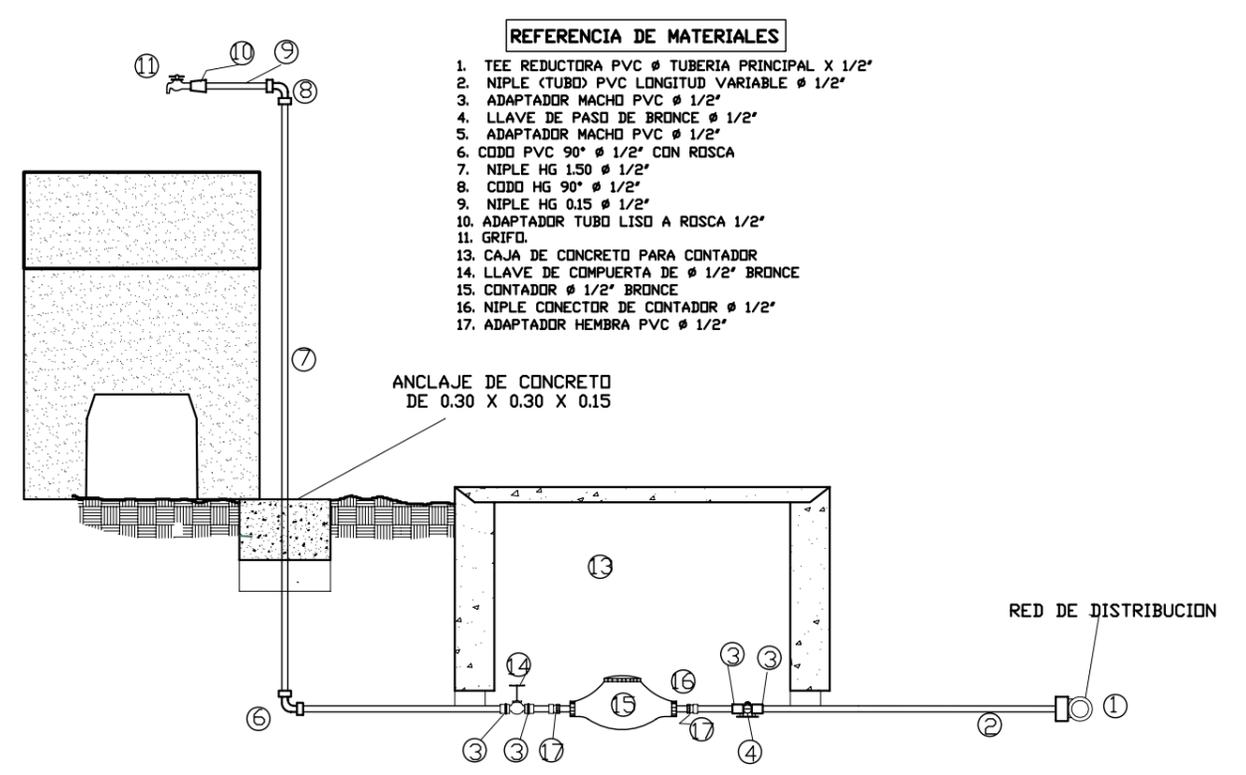


Ø 3/8" @ 0.20



SIN ESCALA

DETALE DE CAJA PARA CONTADOR DE AGUA

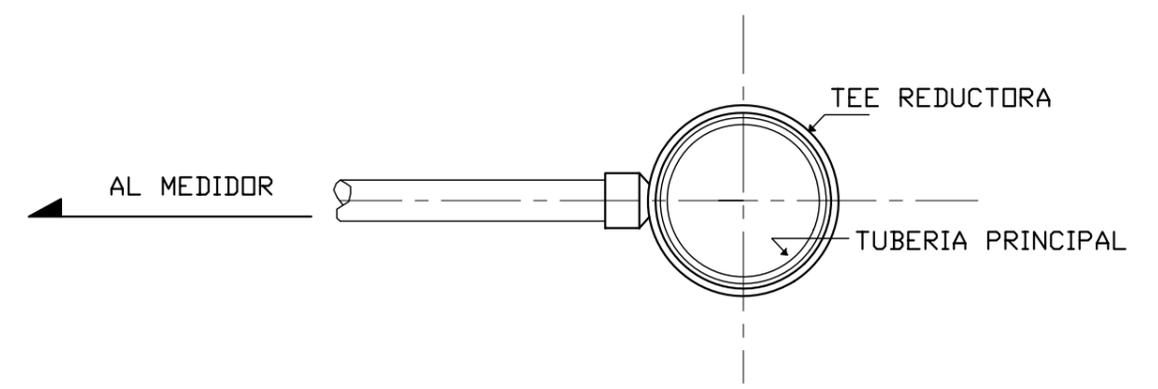


REFERENCIA DE MATERIALES

1. TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERIA PRINCIPAL X 1/2"
2. NIPLE (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
5. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
6. CODO PVC 90° Ø 1/2" CON ROSCA
7. NIPLE HG 1.50 Ø 1/2"
8. CODO HG 90° Ø 1/2"
9. NIPLE HG 0.15 Ø 1/2"
10. ADAPTADOR TUBO LISO A ROSCA 1/2"
11. GRIFO.
13. CAJA DE CONCRETO PARA CONTADOR
14. LLAVE DE COMPUERTA DE Ø 1/2" BRONCE
15. CONTADOR Ø 1/2" BRONCE
16. NIPLE CONECTOR DE CONTADOR Ø 1/2"
17. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1/2"

CONEXIÓN TÍPICA DOMICILIAR

SIN ESCALA



ACOMETIDA DOMICILIAR EN TUBERIA PRINCIPAL

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.P.S. INGENIERIA CIVIL

DISEÑO: BILLY M.	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, ALDEA YOLWITZ, SAN MATEO IXTATAN, HUEHUETENANGO	HOJA No. 8
CALCULO: BILLY M.		
DIBUJO: BILLY M.		
ESCALA: INDICADA	CONTENIDO: PLANO DE DETALLES Y ACCESORIOS	FECHA: 10-2009

BILLY ROGER MARTINEZ M. EPESISTA ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA ASESOR-SUPERVISOR