



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA EL MIRADOR Y
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LOS ENCUENTROS,
MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

Darwin Orlando Espino Brenes
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, agosto de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA EL MIRADOR Y
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LOS ENCUENTROS,
MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DARWIN ORLANDO ESPINO BRENES
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA EL MIRADOR Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LOS ENCUENTROS, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha octubre de 2010.


Darwin Orlando Espino Brenes



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 15 de mayo de 2012
Ref.EPS.DOC.731.05.12

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 **Darwin Orlando Espino Brenes** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200418288**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA EL MIRADOR Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LOS ENCUENTROS, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"**.

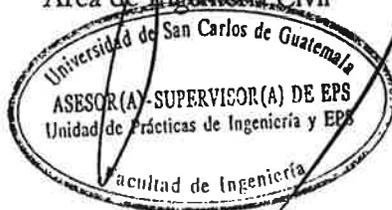
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
JMC/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
17 de mayo de 2012

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA EL MIRADOR Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LOS ENCUENTROS, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Darwin Orlando Espino Brenes, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Guatemala, 29 de mayo de 2012
Ref.EPS.D.553.05.12

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA EL MIRADOR Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LOS ENCUENTROS, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Darwin Orlando Espino Brenes**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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 Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Darwin Orlando Espino Brenes, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA EL MIRADOR Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LOS ENCUENTROS, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, agosto 2012

/bbdeb.



DTG. 398.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA EL MIRADOR Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LOS ENCUENTROS, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, presentado por el estudiante universitario **Darwin Orlando Espino Brenes**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 23 de agosto de 2012

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Quien da la sabiduría, el conocimiento y la inteligencia
Mis padres	Siomara Marlene Brenes Calderón y José Orlando Espino Brenes
Tio Willy	Willy Olmedo López
Mi novia	Johselyn Zusette Illescas Pazos
Mi familia en general	Con mucho afecto
Mis amigos	Por su sincera amistad

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la vida y permitirme finalizar la carrera de Ingeniería.
Mis padres	Por su apoyo y consejos para poder realizar esta meta.
Mis hermanos	Por su paciencia y confianza.
Ing. Juan Merck Cos	Por toda la colaboración en la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.
Municipalidad de San José La Arada	En especial a la Dirección Municipal de Planificación, por permitirme desarrollar este trabajo de graduación en su localidad y el apoyo brindado.
La Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos para ser Ingeniero Civil.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por haberme dado la oportunidad de estudiar en tan prestigiosa casa de estudios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA	1
1.1. Monografía de San José La Arada	1
1.1.1. Localización y colindancias	1
1.1.2. Ubicación geográfica	2
1.1.3. Topografía	3
1.1.4. Clima	3
1.1.5. Tipo de vivienda	3
1.1.6. Situación demográfica	4
1.1.6.1. Población actual	4
1.1.7. Características de infraestructura	4
1.1.7.1. Vías de acceso	4
1.1.7.2. Servicios públicos	5
1.1.8. Características socioeconómicas	5
1.1.8.1. Origen de la comunidad	5
1.1.8.2. Actividad económica	6
1.1.8.3. Idioma y religión	6
1.1.9. Condiciones sanitarias	7

1.2.	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San José La Arada, Chiquimula.	7
1.2.1.	Descripción de las necesidades	7
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades	8
2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia El Mirador	9
2.1.1.	Descripción general del proyecto	9
2.1.2.	Levantamiento topográfico	10
2.1.2.1.	Altimetría	10
2.1.2.2.	Planimetría	10
2.1.3.	Descripción del sistema a utilizar	10
2.1.4.	Partes de un alcantarillado	11
2.1.4.1.	Colector	11
2.1.4.2.	Pozos de visita	11
2.1.4.3.	Conexiones domiciliarias	13
2.1.5.	Período de diseño	15
2.1.6.	Población futura	15
2.1.7.	Determinación de caudal	16
2.1.7.1.	Dotación	16
2.1.7.2.	Factor de retorno al sistema	16
2.1.7.3.	Caudal sanitario	17
2.1.7.4.	Caudal industrial	18
2.1.7.5.	Caudal comercial	18
2.1.7.6.	Caudal por conexiones ilícitas	18
2.1.7.7.	Caudal por infiltración	19
2.1.7.8.	Caudal medio	19

2.1.7.9.	Factor de caudal medio	19
2.1.7.10.	Factor Harmond	20
2.1.7.11.	Caudal de diseño	21
2.1.8.	Parámetro de diseño hidráulico	21
2.1.8.1.	Coeficiente de rugosidad	21
2.1.8.2.	Sección llena y parcialmente llena	22
2.1.8.3.	Velocidades máximas y mínimas	24
2.1.8.4.	Diámetro del colector	25
2.1.8.5.	Profundidad del colector	25
2.1.8.6.	Profundidad mínima del colector	26
2.1.8.6.1	Profundidad mínima del colector	26
2.1.8.6.2	Ancho de zanja	27
2.1.8.6.3	Volumen de excavación	28
2.1.8.7.	Ubicación de los pozos de visita	28
2.1.8.8.	Profundidad de los pozos de visita	29
2.1.9.	Características de las conexiones domiciliarias	31
2.1.9.1.	Diseño hidráulico	31
2.1.9.2.	Ejemplo de diseño de un tramo	33
2.1.10.	Propuesta de tratamiento	36
2.1.10.1.	Diseño de la fosa séptica	38
2.1.10.2.	Pozos de absorción	39
2.1.11.	Administración, operación y mantenimiento	39
2.1.12.	Elaboración de planos	42
2.1.13.	Elaboración del presupuesto	42
2.1.14.	Evaluación socioeconómica	43
2.1.14.1.	Valor presente neto	43
2.1.14.2.	Tasa interna de retorno	44
2.1.15.	Evaluación de impacto ambiental	45

2.2.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Los Encuentros	51
2.2.1.	Descripción del proyecto	52
2.2.2.	Aforos, dotación y tipo de servicio	53
2.2.3.	Tasa de crecimiento poblacional	53
2.2.4.	Período de diseño, población futura	53
2.2.5.	Factores de consumo y caudales	54
2.2.5.1.	Caudal medio diario (Qm)	56
2.2.5.2.	Caudal máximo diario (Qmd)	56
2.2.5.3.	Caudal máximo horario (Qmh)	57
2.2.6.	Calidad de agua y sus normas	57
2.2.6.1.	Análisis bacteriológico	58
2.2.6.2.	Análisis físico químico	58
2.2.7.	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías	58
2.2.8.	Presiones y velocidades	59
2.2.9.	Levantamiento topográfico	62
2.2.9.1.	Planimetría	62
2.2.9.2.	Altimetría	62
2.2.10.	Diseño hidráulico del sistema	63
2.2.10.1.	Captación	63
2.2.10.2.	Línea de conducción	63
2.2.10.3.	Tanque de almacenamiento	68
2.2.10.3.1.	Cálculo del volumen de almacenamiento	69
2.2.10.3.2.	Diseño estructural del tanque	70
2.2.10.4.	Red de distribución	79
2.2.10.5.	Sistema de desinfección	80
2.2.10.6.	Obras de arte	81

2.2.10.7. Válvulas	82
2.2.10.8. Conexiones domiciliarias	83
2.2.11. Administración, operación y mantenimiento	83
2.2.12. Propuesta de tarifa	85
2.2.13. Elaboración de planos	86
2.2.14. Elaboración de presupuesto	87
2.2.15. Evaluación socioeconómica	88
2.2.16. Evaluación de impacto ambiental	88
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFIA	99
ANEXOS	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación geográfica	2
2.	Pozo de visita	13
3.	Conexión domiciliar	14
4.	Sección parcialmente llena	23
5.	Dimensiones del tanque (perfil)	70
6.	Dimensiones del tanque (planta)	71
7.	Diagrama de momento último en losa	72
8.	Diagrama de fuerzas actuantes en muro	74
9.	Área tributaria sobre viga y muro	75

TABLAS

I.	Factor de rugosidad	22
II.	Profundidad mínima del colector para tubería de concreto	26
III.	Profundidad mínima del colector para tubería de PVC	27
IV.	Ancho de zanja	27
V.	Datos generales de diseño	32
VI.	Método de limpieza de alcantarillado sanitario	41
VII.	Presupuesto del sistema alcantarillado sanitario	42
VIII.	Elementos que integran el proyecto	52
IX.	Datos generales del proyecto	61
X.	Resumen de cálculos	68
XI.	Cálculo de los momentos respecto del punto "A"	76

XII.	Cálculo de línea de distribución	80
XIII.	Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable	87

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A_G	Área bruta de columna
A_{SMIN}	Área de acero mínimo
A_{SV}	Área de acero mínimo vertical
A_{TUBO}	Área de tubería
A_Z	Área de zapata
$A_{TRIBUTARIA}$	Área tributaria
$P_{TRABAJO}$	Carga de trabajo o servicio
P_U	Carga última
$Q_{CILICITAS}$	Caudal de conexiones ilícitas
Q_{DIS}	Caudal de diseño
Q_{INF}	Caudal de infiltración
Q_{DOM}	Caudal domiciliar
Q_{MEDIO}	Caudal medio
Q_{SAN}	Caudal sanitario
PVC	Cloruro de polivinilo
D_P	Deflexión permisible
D_R	Deflexión resistente
F_Y	Esfuerzo de fluencia del acero
F_{CU}	Factor de carga última
V_{ACT}	Fuerza de corte actuante
V_{RES}	Fuerza de corte resistente
Hab	Habitantes
Ha	Hectáreas

INE	Instituto Nacional de Estadística
Kg/cm²	Kilogramo sobre centímetro cuadrado
Lb/p²	Libra sobre pie cuadrado
L/seg	Litro sobre segundo
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
M/s	Metro sobre segundo
M²	Metro cuadrado
M³	Metro cúbico
Mm/h	Milímetro por hora
E	Módulo de elasticidad del concreto
M_{ACT}	Momento actuante
I_x	Momento de inercia respecto el eje X
I_y	Momento de inercia respecto el eje Y
M_R	Momento máximo resistente
P_n	Población buscada
P_o	Población del último censo
PV	Pozo de visita
Plg.	Pulgadas
R_H	Radio hidráulico
F'_c	Resistencia del concreto
TON/m²	Tonelada por metro cuadrado
U	Unidad

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, niples, coplas, tees, válvulas, etc.
Acueducto	Serie de conductos, a través de los cuales se traslada agua de un punto hacia a otro.
Aeróbico	Condición en la cual hay presencia de oxígeno.
Aforo	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
Agua potable	Es aquella sanitariamente segura, además de ser inodora, incolora y agradable a los sentidos.
Aguas residuales	Son los desperdicios líquidos y sólido transportados por agua procedentes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
Anaeróbico	Condición en la cual no se encuentra presencia de oxígeno.
Área	Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético o arbitrario, su rango va desde 0° a 360°.

Banco de marca	Punto en la altimetría cuya altura se conoce y se utilizará para determinar alturas siguientes.
Bases de diseño	Son las bases técnicas adaptadas para el diseño del proyecto.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce éstas mismas, al colector del sistema de drenaje.
Carga dinámica	Suma de las cargas de velocidad ($V^2/2g$) y de presión.
Carga estática	Diferencia de alturas que existe entre la superficie libre de una fuente de abastecimiento y un punto determinado del acueducto. Viene expresada en metros columna de agua (mca)
Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado.
Censo	Es toda la información sobre la cantidad de población, en un período de tiempo determinado la cual brinda y facilita una descripción de los cambios que ocurren con el paso del tiempo.

Colector	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.
Compactación	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo del suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y, en consecuencia, su capacidad para soporte de cargas.
Conexión	Tubería que conduce las aguas negras desde el domiciliar interior de la vivienda, hasta la candela.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado.
Cotas Invert	Son las alturas o cotas de la parte inferior de una tubería ya instalada.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Descarga	Lugar donde se descargan las aguas servidas o negras que provienen de un colector.
Desfogue	Salida del agua de desecho en un punto determinado.
Desinfección	Eliminación de bacterias patógenas que existen en el agua procesos químicos.

Dotación	Cantidad de agua necesaria para consumo de una persona por día.
Especificaciones	Son normas generales y técnicas de construcción con disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
Estiaje	Es la época del año, en la que los caudales de las fuentes de agua descienden al nivel mínimo.
Nivelación	Procedimiento de campo que se realiza para determinar las elevaciones en puntos determinados.
Pérdida de carga	Cambio que experimenta la presión, dentro de la tubería, por motivo de la fricción.
Perfil	Delineación de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a puntos de control.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
Tirante	Altura de las aguas residuales dentro de una tubería o un canal abierto.
Topografía	Arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.

Tramo	Es el comprendido entre los centros de dos pozos de visita consecutivos.
Tramo inicial	Primer tramo a diseñar o construir en un drenaje.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en la municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula; el cual tiene como objetivo fundamental, proporcionar soluciones técnicas a las necesidades reales de la población.

El trabajo está dividido en dos fases: en la primera, fase de investigación, se detalla la monografía y un diagnóstico sobre necesidades de infraestructura y de servicios básicos, en la segunda fase denominada servicio técnico profesional, contiene el desarrollo del diseño hidráulico de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, estos proyectos fueron seleccionados con base al diagnóstico practicado por la Oficina Municipal de Planificación.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia El Mirador, se realizó lo siguiente: levantamiento topográfico, cálculo del caudal de diseño hidráulico comprobando todas las relaciones hidráulicas, administración operación y mantenimiento, elaboración de planos y presupuesto; todos bajo las normas y parámetros de diseño. Con este proyecto se espera beneficiar a 413 habitantes, para un período de diseño de 35 años.

El diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Los Encuentros, presenta los aspectos técnicos tales como: levantamiento topográfico, cálculo y diseño hidráulico, diseño estructural del tanque de almacenamiento, operación y mantenimiento, exámenes de laboratorio, elaboración de planos y presupuesto; todos bajo las normas y

parámetros de diseño. Con este proyecto se espera beneficiar a 144 habitantes, para un período de diseño de 21 años.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la colonia El Mirador y el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Los Encuentros, municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Los Encuentros, municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.
2. Capacitar a los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea Los Encuentros, sobre operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

INTRODUCCIÓN

En todo proceso de transformación encaminado a mejorar el nivel de vida de los habitantes de determinada región, juegan un papel importante las políticas de desarrollo, que tienen por objeto promover un cambio positivo en el modo de vida de los pueblos. Entre los proyectos que contribuyen a realizar dichos cambios en las comunidades, están aquellos destinados a satisfacer las necesidades básicas de cada uno de sus pobladores.

Los sistemas de abastecimiento de agua potable, son un elemento vital para la vida del hombre, tanto para su desarrollo individual como colectivo. Debido a que la escasez o falta de ésta puede provocar problemas de salubridad en una comunidad, problemas de desarrollo industrial e incluso afectar la apariencia estética de la localidad. Cada comunidad debe tener un abastecimiento de agua potable en cantidad suficiente y en calidad adecuada para lograr el desarrollo de la misma.

En todo lugar o población dotados de agua potable, se requiere de un sistema de evacuación de aguas negras, ya que la falta de ésta produce una alteración en los sistemas ambientales, tanto al edáfico como al hídrico, siendo responsables de una serie de enfermedades parasitarias. Por su parte la Ingeniería Sanitaria indica que el saneamiento básico es un factor necesario para la prevención de estos males.

El siguiente trabajo de graduación, presenta el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario para la colonia El mirador y sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Los Encuentros, municipio de San José La

Arada, departamento de Chiquimula, en respuesta a las diferentes circunstancias expuestas en los párrafos anteriores, seleccionados con base a una evaluación y priorización de necesidades de dicha comunidad.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA

1.1. Monografía de San José La Arada

San José La Arada es uno de los municipios con más historia en el departamento de Chiquimula, sobre todo por la batalla que el expresidente de la República, Rafael Carrera, libró en aquella región.

1.1.1. Localización y colindancias

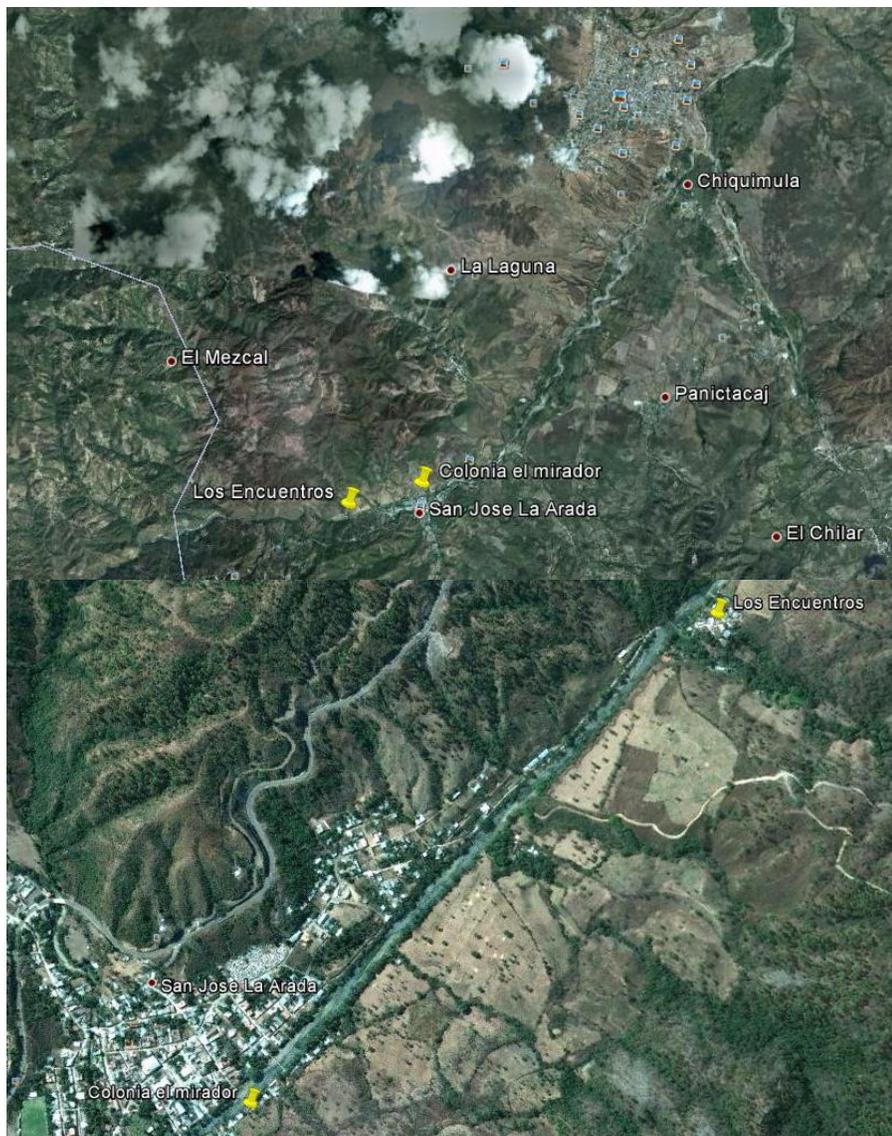
El municipio de San José La Arada se encuentra al sur-oriente de la cabecera departamental de Chiquimula, a una distancia de 11 kilómetros sobre la ruta asfaltada que conduce hacia el municipio de Ipala, las coordenadas geodésicas son: latitud norte 14° 43' 23" y longitud este 89° 35' 01", con una altitud de 425 metros sobre el nivel del mar (MSNM).

Posee una extensión territorial de 160 kilómetros cuadrados. Cuenta con un clima predominantemente cálido y dos zonas de vida las cuales son bosque seco tropical y bosque húmedo subtropical. Limita al norte con el municipio de Chiquimula, al este con el municipio de San Jacinto, al sur con el municipio de Ipala, y al oeste con el municipio de Ipala y San Luis Jilotepeque del departamento de Jalapa.

1.1.2. Ubicación geográfica

San José La Arada , limita al norte con el departamento de Zacapa, al sur con el departamento de Jutiapa y la República de El Salvador, al este con la República de Honduras y al Oeste con los departamentos Zacapa y Jalapa.

Figura 1. Ubicación geográfica



Fuente: Google earth

1.1.3. Topografía

La topografía es plana en un 10 por ciento y quebrada en un 80 por ciento. Tiene una extensión territorial de aproximadamente 160 kilómetros cuadrados y se divide en 15 aldeas y 31 caseríos.

1.1.4. Clima

La estación meteorológica más cercana al municipio de San José La Arada es la estación Camotan, localizada en el municipio de Camotan Chiquimula, latitud norte 14° 43' 23" y longitud este 89° 35' 01", y a una altura de 425 metros sobre nivel del mar. De esta estación, según datos del INSIVUMEH para el último año reportado se tiene que: la precipitación promedio anual es de 1 200,5 milímetros (para el 2010), la evaporación promedio anual es de 5,5 milímetros (para el 2010), la temperatura media promedio anual es de 26 grados centígrados (para el 2010), la temperatura máxima promedio anual es de 32,4 grados centígrados (para el 2010), la temperatura mínima promedio anual es de 21.2 grados centígrados (para el 2010).

1.1.5. Tipo de vivienda

Las viviendas están construidas en un 65 por ciento con paredes de mampostería de block, un 12 por ciento de adobe y un 23 por ciento de madera y bajareque; las cubiertas de los techos están distribuidas así: 90 por ciento de lámina galvanizada, 6 por ciento de losa de concreto reforzado y un 4 por ciento de teja; los pisos: 75 por ciento de torta de concreto, 19 por ciento de tierra apisonada y el 6 por ciento de baldosa o piso de granito.

1.1.6. Situación demográfica

San José La Arada es uno de los 11 municipios con que cuenta el departamento de Chiquimula, se localiza al sur oriente de la cabecera departamental, a una distancia de 13,5 kilómetros sobre la ruta asfaltada CA-10 y CHI-06,

1.1.6.1. Población actual

Actualmente, la comunidad se compone de 1 355 familias y 1 250 viviendas. Con un promedio de 7 personas/familia, que da un total de 9 485 habitantes. Este dato se obtuvo del censo municipal realizado en febrero de 2010.

1.1.7. Características de infraestructura

Entre las principales características de infraestructura para el municipio San Juan La Arada se pueden mencionar las siguientes.

1.1.7.1. Vías de acceso

La vía más rápida para llegar al municipio, desde la ciudad de Chiquimula es la siguiente: se recorren 4 kilómetros sobre la carretera CA-10 y 7 kilómetros en carretera 1. También cuenta con una carretera asfaltada de 10 kilómetros por el barrio el molino de la ciudad de Chiquimula. Desde la ciudad capital se puede llegar recorriendo 136 kilómetros por la CA-1, después 42.1 kilómetros sobre carretera 3 y 16.4 kilómetros sobre carretera 1 de Ipala a San José La Arada.

1.1.7.2. Servicios públicos

El municipio cuenta con los siguientes servicios: energía eléctrica, un puesto de salud, dos escuelas donde en una se imparte clases del nivel pre-primario y primario y la otra básico, iglesia católica, iglesias evangélicas, teléfonos celulares, servicio de agua potable, algunas colonias no cuentan con alcantarillado sanitario como es el caso de la colonia El Mirador, la basura producida en la cabecera es recolectada por el tren de aseo y llevada al basurero municipal.

1.1.8. Características socioeconómicas

Entre las principales características de socioeconómicas para el municipio San Juan La Arada se pueden mencionar las siguientes.

1.1.8.1. Origen de la comunidad

Hacia finales del siglo XVII, don Francisco Antonio de Fuentes y Guzmán, en su obra titulada: Recordación Florida: Discurso Historial y Demostración Natural, material, militar y política del Reyno de Guatemala, hizo una descripción del corregimiento de Chiquimula de la Sierra, y menciona la existencia de San José la Arada como una incipiente aldea del referido corregimiento

El terreno del municipio fue medido el 6 de mayo de 1 896 a solicitud de los señores don Juan B. Sagastume y doña Juana Morales, la finca es la situada en jurisdicción de Chiquimula, y consta de 52 hectáreas, 61 áreas y 29 centiáreas, o sea 1 caballería, 10 manzanas y 8 789 varas cuadradas.

San José La Arada fue elevada de aldea a municipio del departamento de Chiquimula el 11 de septiembre de 1924 según acuerdo gubernativo.

1.1.8.2. Actividad económica

El 90 por ciento se dedica netamente a actividades agrícolas como el cultivo de: maíz, frijol y algunas hortalizas. El otro 10 por ciento se dedica a actividades no agrícolas y en algunos casos emigran a otros lugares, en busca de mejores ingresos económicos.

Las familias no pudieron precisar sus ingresos mensuales, se calcula que giran alrededor de los Q 500,00 a Q 700,00 por familia.

Los ingresos familiares se complementan con otros ingresos, obtenidos por la crianza de animales domésticos y de algunas remesas familiares del extranjero.

1.1.8.3. Idioma y religión

El idioma que se habla dentro del municipio es el español y la religión que se practica es la católica en un 75 por ciento y un 25 por ciento la religión protestante. Además cuenta con sus propias iglesias, una católica y tres evangélicas.

De las tradiciones se citan: las posadas y procesiones del Niño Dios de Navidad, la visita a los muertos el uno y dos de noviembre, para llevar flores y coronas.

1.1.9. Condiciones sanitarias

En el municipio hay 520 viviendas que cuentan con este servicio conformando el 38,37 por ciento del total de viviendas del municipio, en la cabecera el 89,91 por ciento cuentan con el servicio.

En las diferentes aldeas y caseríos se carece de un sistema de abastecimiento de agua potable y en otros de un sistema de alcantarillado sanitario, por la falta del primero la población consume agua contaminada dando lugar a enfermedades gastrointestinales e infecciosa y por la inexistencia de un sistema de alcantarillado adecuado, las aguas residuales, se disponen en pozos ciegos y quebradas cercanas a las viviendas provocando contaminación, propagación de enfermedades infecciosas, mal ornato y sobre todo mal aspecto, las cuales afectan de manera más directa a los infantes. En varias aldeas y caseríos se carece de un sistema de abastecimiento de agua potable, dando como resultado problemas de salud dentro de la población por consumo de agua contaminada.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San José La Arada, Chiquimula

La investigación sobre las necesidades básicas del municipio de San José La Arada contempla una extensa investigación en el ámbito social y sanitario.

1.2.1. Descripción de las necesidades

A través de una encuesta sanitaria realizada y entrevistas con autoridades y líderes del municipio de San José La Arada, se determinaron las siguientes necesidades:

- Sistemas de abastecimiento de agua potable: actualmente hay aldeas y caseríos que no cuentan con un sistema adecuado, eficiente y capaz de satisfacer las necesidades de toda la comunidad, debido que ha finalizado su período de diseño por su crecimiento poblacional, faltas de fuentes para abastecer y falta de coordinación para la solicitud de los mismos por parte del COCODE.
- Sistema de alcantarillado sanitario: la carencia de un sistema apropiado para disposición de aguas servidas, crea alteraciones y problemas de distinta índole.
- Áreas deportivas: se busca proporcionar sitios recreativos y así fomentar el deporte en la niñez y la juventud.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Considerando los criterios tanto de las autoridades municipales como de los comités, se enumeran a continuación según el orden de prioridad asignado.

- Sistema de abastecimiento de agua potable
- Sistema de alcantarillado sanitario
- Construcción de áreas deportivas

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia El Mirador

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario contempla una diversidad de cálculos para el funcionamiento del sistema, cumpliendo con las especificaciones mínimas y máximas establecidas por el INFOM.

2.1.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la colonia El Mirador, el cual se diseñará según normas de diseño del INFOM. El diseño está calculado para un período de diseño de 35 años, tomando en cuenta una dotación diaria de 200 l/hab/día, con un factor de retorno de 0,80. Cabe mencionar que el proyecto tendrá una cobertura total para todas las viviendas de la colonia. Siendo la cantidad a servir de 59, con una densidad poblacional de 7 habitantes por vivienda y una tasa de crecimiento del 2 112 por ciento.

El sistema está integrada de la siguiente manera: colector principal y ramales secundarios con una longitud de 858,70 metros, 16 pozos de visita de diversas profundidades, 59 conexiones domiciliarias y un tratamiento primario a base de fosas sépticas y pozos de absorción.

2.1.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico contempla dos aspectos fundamentales en los cuales se desarrolla el concepto de topografía y los cuales describiremos a continuación.

2.1.2.1. Altimetría

El levantamiento que se realizó para este proyecto fue taquimétrico. Se utilizó teodolito T2, un estadal de madera de cuatro metros de largo, 2 plomadas.

2.1.2.2. Planimetría

El levantamiento planimétrico, sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y en general ubicar todos aquellos puntos de importancia. Para el levantamiento planimétrico, se utilizan diferentes métodos, el utilizado para éste trabajo fue el de conservación del azimut con vuelta de campana. Ver resultados en plano topográfico del anexo.

2.1.3. Descripción del sistema a utilizar

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

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

En este caso se diseñará un sistema de alcantarillado sanitario.

2.1.4. Partes de un alcantarillado

Las partes de un alcantarillado son los principales elementos constructivos para el buen funcionamiento del sistema y los cuales se describen a continuación.

2.1.4.1. Colector

Es el conducto principal. Se ubica generalmente en el centro de las calles. Transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta su disposición final, hacia una planta de tratamiento o a un cuerpo receptor. Generalmente son secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño, de PVC o concreto. El trayecto, comúnmente obligatorio, es subterráneo.

2.1.4.2. Pozos de visita

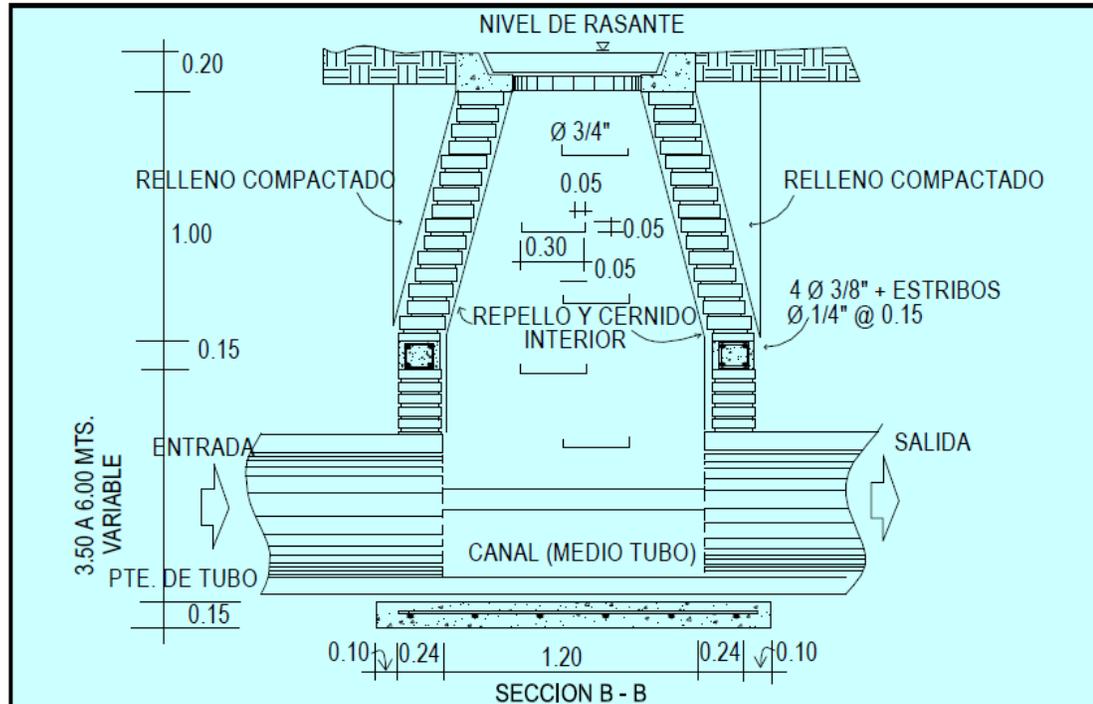
Son dispositivos que permiten verificar el buen funcionamiento de la red del colector, permite efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento,

accediendo a realizar funciones como: conectar distintos ramales de un sistema e iniciar un ramal.

Su construcción está predeterminada según normas establecidas por instituciones encargadas de velar por la adecuada construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, siendo sus principales características: fondo de concreto reforzado, paredes de mampostería o cualquier material impermeable, repellos y cernidos liso en paredes, tapadera de entrada al pozo de un diámetro entre 0,60 a 0,75 metros, escalones para bajar al fondo del pozo, de hierro empotrados en la paredes del pozo. La altura del pozo dependerá del diseño de la red.

Son de secciones circulares y con diámetro mínimo de 1,20 metros, contruidos generalmente de ladrillo o cualquier otro material que proporcione impermeabilidad y durabilidad dentro del período de diseño, sin embargo las limitantes del lugar pueden ser una variable para su construcción, observando diseños desde tubos de concreto de 32 pulgadas hasta pozos fundidos de concreto ciclópeo.

Figura 2. Pozo de visita



Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

2.1.4.3. Conexiones domiciliarias

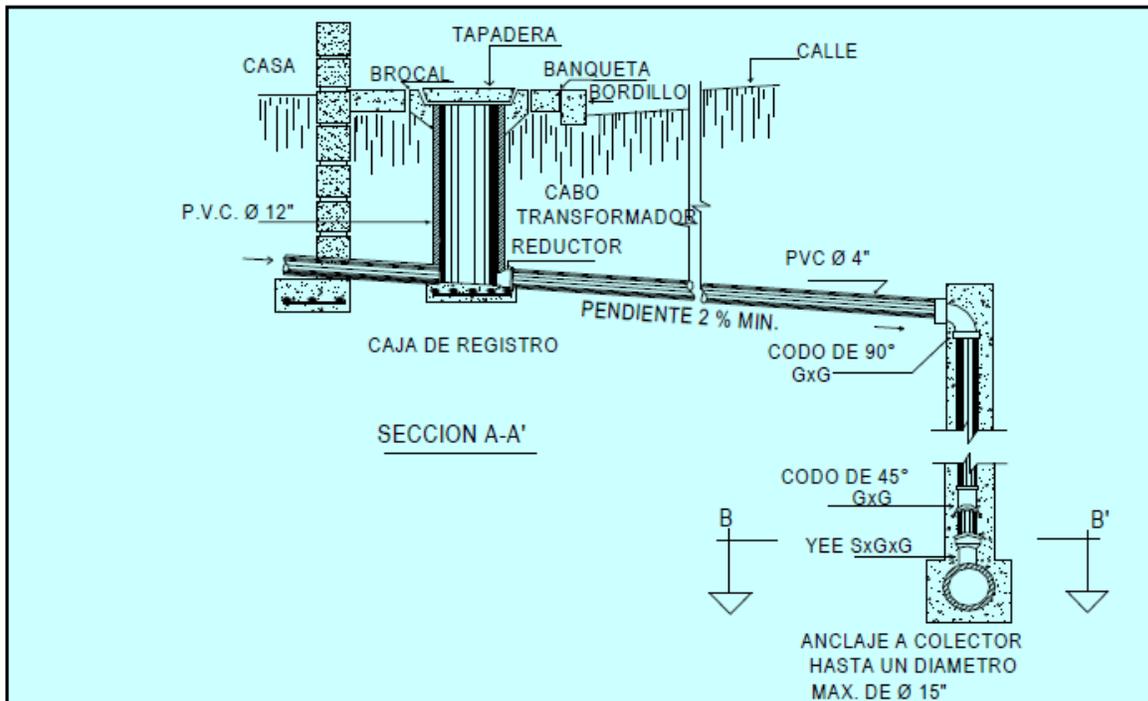
Son subestructuras que tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las edificaciones y conducir las al colector o alcantarillado central, consta de las siguientes partes:

- Caja o candela: es una estructura que permite la recolección de las aguas provenientes del interior de las edificaciones. Pueden construirse de diferentes formas, entre ellos: un tubo de concreto vertical no menor de 12 pulgadas de diámetro, una caja de mampostería de lado no menor de 45 centímetros, impermeabilizado por dentro. Deben de tener una tapadera que permita inspeccionar y controlar el caudal, el fondo debe estar fundido

y con un desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan ser transportadas al colector, la altura mínima de la candela es de 1.00 metro.

- Tubería secundaria: es la tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Deberá utilizarse tubo PVC de 4" de diámetro, con pendiente mínima de 2 por ciento, considerando las profundidades de instalación.

Figura 3. **Conexión domiciliar**



Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

2.1.5. Período de diseño

Cuando se diseña una red de alcantarillado sanitario, se debe determinar el tiempo en el cual el proyecto prestará eficazmente el servicio, pudiendo proyectarlo para realizar su función en un período de 20 a 40 años, a partir de la fecha que se realice el diseño, y tomando en cuenta las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales, lo cual se puede determinar por normas del INFOM.

Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario, se tomó un período de 35 años, pensando en que se necesitará un año para la obtención del financiamiento para la ejecución del proyecto.

2.1.6. Población futura

El diseño de una red de alcantarillado sanitario, se debe adecuar a un funcionamiento eficaz, durante un período de diseño, realizando una proyección de la población futura, que determina el aporte de caudales al sistema al final del período de diseño. Al igual que el proyecto de agua potable se aplicó el método geométrico.

Según el modelo geométrico:

PO = 413 habitantes

n = 35 años

r = 2,112% dato proporcionado por la Oficina Municipal de Planificación.

$P_f = P_o \times (1+r)^n = 413 \times (1+0,02112)^{35} = 858$ habitantes

2.1.7. Determinación de caudal

Para determinar el caudal o flujo de aguas negras del colector principal, se realiza diferentes cálculos de caudales y se aplican diferentes factores, como la dotación, la estimación de conexiones ilícitas, el caudal domiciliar, el caudal de infiltración, el caudal comercial y principalmente, las condiciones socioeconómicas de los pobladores del lugar, para determinar el factor de retorno del sistema.

2.1.7.1. Dotación

El proyecto de agua potable, para la misma comunidad, tiene asignada una dotación de 200 l/hab/día, según información proporcionada por la municipalidad.

2.1.7.2. Factor de retorno al sistema

En las viviendas el agua tiene diferentes usos. Todos esos usos han sido cuantificados por diferentes instituciones, como la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Sanitarios y Ambientales y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, las que han establecido datos en lo referente a factores de consumo de agua como: lavado de utensilios, baños, preparación de alimentos, lavado de ropa, bebidas, que se dirige directamente al sistema de alcantarillado.

Gracias a esto, se ha podido estimar que, del total de agua que se consume dentro de las viviendas, aproximadamente de un setenta a un noventa por ciento se descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar. En el presente proyecto se utilizará un valor de 0,80.

2.1.7.3. Caudal sanitario

Es la cantidad de agua que se desecha de las viviendas, por consumo interno, hacia el colector principal, está relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar.

El agua utilizada en jardines, lavado de banquetas, lavado de vehículos, etc., no es introducida al sistema de alcantarillado, de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor de retorno de 0.80 en este proyecto, quedando el caudal total integrada de la siguiente forma:

$$Q_{dom} = \frac{\text{dot.} \times F.R. \times \text{Hab.}}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{dom} = Caudal domiciliar

Hab. = Número de habitantes futuras del tramo

Dot. = Dotación (l/hab/día)

F. R. = Factor de retorno

86 400 = Constante

Sustituyendo valores:

$$Q_{dom} = \frac{200 \times 0,80 \times 858}{86\ 400} = 1,589 \text{ l/s}$$

2.1.7.4. Caudal industrial

Proveniente del interior de todas las industrias existentes en el lugar, como procesadores de alimentos, fábrica de textiles, licoreras, etc. La colonia carece de ellos, no se contempla caudal industrial alguno.

2.1.7.5. Caudal comercial

Conformado por las aguas negras, resultantes de las actividades de los comercios, comedores, restaurantes, hoteles. La colonia carece de ellos, no se contempla caudal comercial alguno.

2.1.7.6. Caudal por conexiones ilícitas

Es la cantidad de agua de lluvia, que se ingresa al drenaje, proveniente de las bajadas de aguas pluviales, conectadas al sistema, este caudal daña el sistema, debe evitarse no causar posible destrucción al drenaje.

Para el proyecto se utilizó el método del INFOM, ya que es la norma que rige a los proyectos municipales.

El método dado por el INFOM, el cual especifica que se tomará el 10 por ciento del caudal domiciliar, sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial se podrá utilizar un valor más alto. El valor utilizado para el diseño fue de 15 por ciento, quedando el caudal por conexiones ilícitas total, integrado de la siguiente manera:

$$Q_{cilicitas} = 15\% \times Q_{dom} = 0,15 \times 1,589 = 0,238 \text{ l/s}$$

2.1.7.7. Caudal por infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual dependerá del nivel freático del agua, de la profundidad y tipo de tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas y la calidad de mano de obra.

Para este estudio no se tomará en cuenta, ya que en el diseño se utilizará tubería de PVC y este material no permite infiltración de agua.

2.1.7.8. Caudal medio

Es la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas e infiltración, descartando todo aquel caudal que, dada la situación o propiedades de la red, no contribuya al sistema; se obtiene su valor de la siguiente ecuación.

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{cilicilas} + Q_{inf}$$

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{cilicilas}$$

$$Q_{med} = 1,589 + 0,238 = 1,827 \text{ l/s.}$$

2.1.7.9. Factor de caudal medio

Este factor regula la aportación del caudal en la tubería. Se considera como la suma de los caudales doméstico, de infiltración, por conexión ilícita, comercial e industrial. Según el INFOM, debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005. Si da un valor menor se tomará 0,002 y si fuera mayor se tomará 0,005.

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$f_{qm} = Q_{md}/\text{No.hab.} = 1,589/858 = 0,00185$$

Para este proyecto se tomó el valor de 0,002, como factor de caudal medio para todos los tramos.

2.1.7.10. Factor Harmond

Conocido también como factor de flujo instantáneo, es el que se encarga de regular un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, determinando la probabilidad del número de usuarios, que estará haciendo uso del servicio o la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas, se estén usando simultáneamente. Está en función del número de habitantes localizados en el tramo de aporte, su cálculo se determina mediante la fórmula de Harmond:

$$FH = \frac{\left(18 + \sqrt{\frac{P}{1000}}\right)}{\left(4 + \left(\sqrt{\frac{P}{1000}}\right)\right)}$$

$$FH = \frac{\left(18 + \sqrt{\frac{858}{1000}}\right)}{\left(4 + \left(\sqrt{\frac{858}{1000}}\right)\right)} = 3,842$$

Donde P es la población, expresada en miles.

El factor de Harmond es adimensional y se encuentra entre los valores de 1,5 a 4,5, según sea el tamaño de la población a servir del tramo.

2.1.7.11. Caudal de diseño

Es el que se determina para establecer qué cantidad de caudal puede transportar el sistema, en cualquier punto en todo el recorrido de la red, siendo este el que establecerá las condiciones hidráulicas, sobre las que se realizará el diseño del alcantarillo.

Debe calcularse para cada tramo del sistema, según la ecuación:

$$Q_{\text{diseño}} = f_{qm} \cdot F_h \cdot \text{No.hab} = 0,002 \times 3,842 \times 858 = 6,593 \text{ l/seg}$$

Donde :

$Q_{\text{diseño}}$ = Caudal de diseño (l/seg)

f_{qm} = Factor de caudal medio

F_h = Factor de Harmond

No.hab = Número de habitantes contribuyentes al tramo

2.1.8. Parámetro de diseño hidráulico

Existe una diversidad de factores para un sistema de drenaje sanitario, los cuales tienen como finalidad el eficiente funcionamiento hidráulico y los cuales describiremos a continuación

2.1.8.1. Coeficiente de rugosidad

Hoy en día, existen empresas que se encargan de la fabricación de tuberías, para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, teniendo que realizar pruebas que determinen un factor, para establecer cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería, determinando parámetros de rugosidad, para diferentes materiales y diámetros.

Los factores de rugosidad, según el material de las tuberías más empleadas en nuestro medio, son: ver la siguiente tabla.

Tabla I. **Factor de rugosidad**

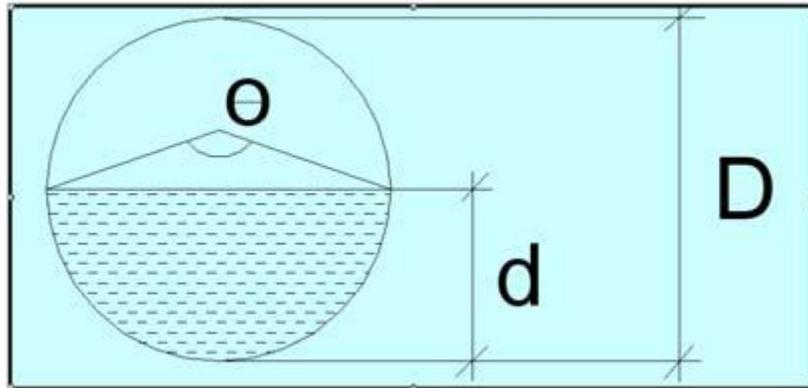
Material	Factor de rugosidad
Superficie de mortero de cemento	0,011-0,013
Mampostería	0,017-0,030
Tubo de concreto Diám. < 24"	0,011-0,016
Tubo de concreto Diám. > 24"	0,013-0,018
Tubo de asbesto cemento	0,009-0,011
Tubería de PVC	0,006-0,011
Tubería de hierro galvanizado	0,013-0,015

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

2.1.8.2. Sección llena y parcialmente llena

El principio fundamental de un sistema de alcantarillado sanitario, es que funcionan como canales abiertos (sección parcial) y nunca deberán trabajar a sección llena. En consecuencia el caudal de diseño jamás será mayor que el caudal a sección llena.

Figura 4. **Sección parcialmente llena**



Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

Para el cálculo de la velocidad se emplea la fórmula de Manning. Pero haciendo algunos arreglos algebraicos y para simplificarla, se creó la fórmula siguiente, la cual se aplica en este diseño:

$$V = \left(\frac{0,03429 \times D \cdot \left(\frac{2}{3}\right) \times \sqrt{S}}{n} \right)$$

Donde:

V = Velocidad a sección llena (m/s)

D = Diámetro de tubo (pulg)

S = Pendiente del terreno (100)%

n = Coeficiente de rugosidad, propiedad del tubo

El caudal que transportará el tubo a sección llena, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = A \cdot V$$
$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$

Donde:

Q = Caudal a sección llena (l/s)

A = Área de la tubería (m²)

V = Velocidad a sección llena (m/s)

π = Constante Pi

Simplificando la fórmula, para obtener el área directamente en m² en función del diámetro en pulgadas, se utiliza la fórmula siguiente:

$$A = 0,0005067 \times D^2 \times 100$$

Donde:

D = Diámetro del tubo en pulgadas

2.1.8.3. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad de flujo se determina con factores como el diámetro, la pendiente del terreno y el tipo de tubería que se utilizará. Se define por la fórmula de Manning y por las relaciones hidráulicas de v/V , donde v es la velocidad a sección parcialmente llena y V es la velocidad a sección llena.

Según las normas ASTM 3034 “v”, debe ser mayor de 0,60 m/s, con esto se evita la sedimentación en la tubería, menor o igual que 3,0 m/s, impidiendo con ello erosión o desgaste, tomando en cuenta que los datos anteriores son para tubería de concreto, se ha aceptado para tubería de PVC, velocidades entre 0,40 a 5,0 m/s.

2.1.8.4. Diámetro del colector

El diámetro de la tubería es una de las partes a calcular, se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Las normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal INFOM, indican que el diámetro mínimo a colocar será de 8" en el caso de tubería de concreto, de 6" para tubería de PVC, esto si el sistema de alcantarillado es sanitario.

Para las conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6" para tubería de concreto y 4" para tubería de PVC, formando un ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal.

En este proyecto, el diámetro mínimo de tubería utilizado para el colector principal fue de 6" y para las conexiones domiciliarias fue de 4", con tubería de PVC.

2.1.8.5. Profundidad del colector

La profundidad de la línea principal o colector se dará en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico. Así mismo, se debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo, de accidentes fortuitos.

A continuación, según estudios realizados sobre cargas efectuadas por distintos tipos de transportes, se determinan profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior extrema de la tubería, en cualquier punto de su extensión.

- Tubo de concreto:
 - Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 1,00 m
 - Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 1,20 m

- Tubo de PVC:
 - Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 0,60 m
 - Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 0,90 m

2.1.8.6. Profundidad mínima del colector

La profundidad mínima a que se debe introducir los colectores, está relacionada con la posibilidad de evacuación de las aguas residuales para un sistema de drenaje sanitario.

2.1.8.6.1 Profundidad mínima del colector

Según lo estipulado anteriormente, tomando en consideración que existen condiciones de tránsito liviano y pesado, diferentes diámetros de tubería con los cuales se diseña un drenaje sanitario, se presenta una tabla con valores de la profundidad mínima, para distintos diámetros de tubos de concreto y PVC.

Tabla II. Profundidad mínima del colector para tubería de concreto en centímetros

Diámetros	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tránsito liviano	111	117	122	128	134	140	149	165
Tránsito pesado	131	137	142	148	154	160	169	185

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

Tabla III. **Profundidad mínima del colector para tubería de PVC en centímetros**

Diámetros	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tránsito liviano	60	60	60	90	90	90	90	90
Tránsito pesado	90	90	90	110	110	120	120	120

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

2.1.8.6.2 Ancho de zanja

Para llegar a las profundidades mínimas del colector, se deben hacer excavaciones de estación a estación (pozos de visita), en la dirección que se determinó en la topografía de la red general, la profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y profundidad requerida por la tubería a colocar. Se presenta a continuación una tabla con anchos de zanjas aconsejables, en función del diámetro y de las alturas a excavar.

Tabla IV. **Ancho de zanja**

Diámetro en pulgadas	Para profundidades hasta 2,00 m	Ancho de zanja para profundidades de 2,00 a 4,00 m	Para profundidades de 4,00 a 6,00 m
4	0,50	0,60	0,70
6	0,55	0,65	0,75
8	0,60	0,70	0,80
10	0,70	0,80	0,80
12	0,80	0,80	0,80
15	0,90	0,90	0,90
18	1,00	1,00	1,10
24	1,10	1,10	1,34

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

2.1.8.6.3 Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería, está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar y la longitud entre pozos, siendo sus dimensionales m³.

$$V = \left(\frac{H1 + H2}{2} \times d \times Z \right)$$

Donde:

- V = Volumen de excavación (m³)
- H1 = Profundidad del primer pozo (m)
- H2 = Profundidad del segundo pozo (m)
- d = Distancia entre pozos (m)
- Z = Ancho de la zanja (m)

2.1.8.7. Ubicación de los pozos de visita

Luego de determinar la ruta donde se localizará la red de alcantarillado, se tomará en cuenta colocar pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

- Donde exista cambio de diámetro
- En intersecciones de dos o más tuberías
- En cambio de pendiente
- En el inicio de cualquier ramal
- En distancia no mayores de 100 metros
- En curvas no más de 30 metros

2.1.8.8. Profundidad de los pozos de visita

La profundidad de los pozos de visita al inicio del tramo, está definida por la cota invert de salida, es decir, está determinada por la siguiente ecuación:

$$HP.V = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota invert de salida del tramo} - 0,15 \text{ de base}$$

Al diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo 3 centímetros debajo de la cota invert de entrada.

$$\varphi A = \varphi B$$

$$\text{Cinvert de salida} = \text{Cinvert de entrada} - 0,03$$

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería de diámetro y sale otro de diferente diámetro, la cota invert de salida estará situada como mínimo a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada.

$$\varphi A > \varphi B$$

$$\text{Cinvert de salida} = \text{Cinvert de entrada} - ((\varphi B > \varphi A) \times (0,0254))$$

- Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro que las que ingresan a él, la cota invert de salida estará 3 cm debajo de la cota más baja que entra y se tomará el valor menor de los dos resultados.

$$\varphi A = \varphi B = \varphi C$$

$$\text{Cinvert de salida} = \text{Cinvert de entrada "A"} - 0,03$$

$$\text{Cinvert de salida} = \text{Cinvert de entrada "B"} - 0,03$$

- Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresen en él, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor.
- Ingresa más de una tubería de igual diámetro y sale una de diferente diámetro: la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se toma el valor menor.

$$\varphi A = \varphi B \quad \varphi C > \varphi A ; \varphi C > \varphi B$$

$$\text{Cinvert de salida} = \text{Cinvert de entrada "A"} - ((\varphi C - \varphi A) \times 0,0254)$$

$$\text{Cinvert de salida} = \text{Cinvert de entrada "B"} - ((\varphi C - \varphi B) \times 0,0254)$$

- Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro y sale una de diámetro distinto: la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se tomará el valor menor.

$$\varphi A \neq \varphi B \quad \varphi C > \varphi A ; \varphi C > \varphi B$$

$$\text{Cinvert de salida} = \text{Cinvert de entrada "A"} - ((\varphi C - \varphi A) \times 0,0254)$$

$$\text{Cinvert de salida} = \text{Cinvert de entrada "B"} - ((\varphi C - \varphi B) \times 0,0254)$$

- Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro, siendo una de ellas del diámetro de la tubería de salida, la cota invert de salida será, para cada una de ellas, la diferencia de los diámetros, y la otra tendrá como mínimo 3 centímetros. Se tomará el valor menor

$$\varphi C = \varphi B \quad \varphi A \neq \varphi B ; \varphi C > \varphi A$$

$$\text{Cinvert de salida} = \text{Cinvert de entrada "B"} - 0,03$$

$$\text{Cinvert de salida} = \text{Cinvert de entrada "A"} - ((\varphi C - \varphi A) \times 0,0254)$$

- Cuando solo una tubería de las que sale es de seguimiento, las demás que salen del pozo de visita deberán ser iniciales.
- La cota invert de salida de la tubería inicial deberá estar como mínimo a la profundidad del tránsito liviano o pesado, según se considere oportuno.
- La cota invert de salida de la tubería de seguimiento deberá cumplir con las especificaciones anteriormente descritas.

2.1.9. Características de las conexiones domiciliarias

Habitualmente la tubería será de 6 pulgadas, si es de concreto, y 4 pulgadas, si es de PVC, con una pendiente que varía del 2 por ciento al 6 por ciento que sale de la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a esta en un ángulo de 45 grados a favor de la corriente del caudal interno del colector.

Las cajas domiciliarias, generalmente se construyen con tubería de concreto de diámetro mínimo de 12 pulgadas o de mampostería, con lado menor de 45 centímetros, ambos a una altura mínima de 1 metro del nivel del suelo.

2.1.9.1. Diseño hidráulico

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se realiza de acuerdo a las normas ASTM 3034 y las normas que establece el Instituto de Fomento Municipal (INFOM). En este proyecto se beneficiará el 100 por ciento de las viviendas actuales de la colonia debido a la inexistencia de este servicio. Con el objetivo de hacer más fácil el cálculo, se utilizó un programa realizado en una

hoja electrónica, para el cual se presenta las bases generales de diseño en la siguiente tabla.

Tabla V. **Datos generales de diseño**

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	35 años
Viviendas actuales	59 viviendas
Viviendas futuras	123 viviendas
Densidad de habitantes/vivienda	7 habitantes/vivienda
Población actual	413 habitantes
Tasa de crecimiento	2.112%
Población futura	858 habitantes
Dotación	200 l/hab./día
Factor de retorno	0,80
Velocidad de diseño	$0.40 < V \leq 5$ m/s. (T.P.V.C.)
Factor de caudal medio (fqm)	0,002
Colector Principal	
Tipo y diámetro de tubería	PVC de 6" n = 0,010
Pendiente	Según diseño
Conexión domiciliar	
Tipo y diámetro de tubería	PVC de 4"
Candela	Tubo de Concreto 12" de Ø
Pozo de visita	
Altura de cono	0,90 m
Diámetro superior mínimo	0,60 m
Diámetro inferior mínimo	1,20 m
Material	Ladrillo tayuyo 6,5 x 11 x 23 cm.

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

2.1.9.2. Ejemplo de diseño de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV 1 y PV 2; los datos necesarios para calcularlo son los siguientes:

- Características

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario	
Tramo	De PV 1 a PV 2	
Distancia	80,00 metros	
Número de casas del tramo:	5	
Casas acumuladas:	5	
Densidad de vivienda:	7 hab./vivienda	
Total de habitantes a servir:	actuales: 35	Futuros: 73

- Cotas del terreno
Inicial 101,49 m
Final 99,69 m

- Pendiente del terreno $P = \left(\frac{CT_{inicial} - CT_{final}}{Distancia} \right) \times 100$

$$P = \left(\frac{101.49 - 99.69}{80.00} \right) \times 100 = 2.29\%$$

- Factor de caudal medio (fqm)

Para este proyecto se tomó el valor de 0,002, como factor de caudal medio.

- Factor de Harmond $FH = \frac{18 + P^{1/2}}{(4 + P^{1/2})}$ y $P = \frac{73}{1000}$
 $FH = \frac{18 + (0,073)^{1/2}}{(4 + (0,073)^{1/2})} = 4,2785$

- Caudal de diseño $q_{dis} = No.Hab.x FQM x F.H$
 $q_{dis} = 73 x 0,002 x 4,2785$
 $q_{dis} = 0,6246 \text{ l / s}$

- Diámetro de tubería 6" (Tubo PVC)

- Pendiente de tubería 2,25%

- Velocidad a sección llena

$$V = 0,03429 / n \times (D)^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$V = (0,03429 / 0,010) \times (6)^{2/3} \times 2,25^{1/2}$$

$$V = 1,7 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena $Q_{sec \text{ llena}} = A \times V$

$$Q_{sec \text{ llena}} = (\pi / 4) \times (6 \times 0,0254)^2 \times (1,7) \times (1000 \text{ l} / 1 \text{ m}^3)$$

$$Q_{sec \text{ llena}} = 31,01 \text{ l / s}$$

- Relación de caudales $q_{dis} / Q_{sec \text{ llena}} = 0,6246 / 31,01$

$$q_{dis} / Q_{sec \text{ llena}} = 0,0201$$

- Relación de velocidad $v / V = 0,396$

- Relación de tirante $d / D = 0,098$

- Velocidad a sección parcial $v = V \times v / V$
 $v = 1,7 \times 0,396 = 0,673 \text{ m/s}$
- Revisión de especificaciones hidráulicas:
 - Para caudales $q_{dis} < Q_{sec \text{ llena}}$ $0,6246 \text{ l/s} < 31,01 \text{ l/s}$ Cumple
 - Para velocidad $0,3 \leq v \leq 4,00 \text{ m/s}$ $0,4 \leq 0,67 \leq 4,00 \text{ m/s}$ Cumple
 - Para diámetros $0,1 \leq d/D \leq 0,75$ $0,1 \leq 0,10 \leq 0,75$ Cumple
- Distancia horizontal efectiva
 Diámetro de pozo: 1,20 m
 Grosor de paredes: Ladrillo tayuyo 21 x 12,5 x 6,5
 $D_{Hefec} = \text{distancia entre pozos} - ((\varnothing 1 \text{ pv1} + \text{grosor paredes pv1})/2 + (\varnothing 2 \text{ pv2} + \text{grosor paredes pv2})/2)$
 $D_{Hefec} = 80 - ((1,20 + 0,46) / 2 + (1,20 + 0,46) / 2) = 78,34 \text{ m.}$
- Cota invert de salida del pozo 1 (Cis)
 $Cis = \text{cota invert entrada del pozo 1} - h_{pozo}$
 $Cis = 101,49 - 2,00 = 99,49 \text{ m}$
- Cota invert de entrada al pozo 2 (Cie)
 $Cie = \text{cota invert de salida del pozo 1 (Cis)} - (1,00\% \times \text{distancia efectiva})$
 $Cie = 99,49 - (0,01 \times 78,34) = 98,69 \text{ m}$
- Profundidad del pozo 1
 $\text{Alt. Pv1} = \text{cota del terreno} - \text{cota invert de salida del pozo 1}$
 $\text{Alt. Pv1} = 101,49 - 99,49 = 2,00 \text{ m}$

- Profundidad del pozo 2
 Alt. Pv2 = cota del terreno – cota invert de entrada del pozo 2
 Alt. Pv2 = 99,69 – 98,69 = 1,00m
- Volumen de excavación de zanja
 Vol. Exc. = $0,60 \left[\frac{(H1 + H2)}{2} \right] \times d$
 Vol. Exc. = $0,60 \times \left[\frac{(2,00 + 1,00)}{2} \right] \times 80 = 72,00 \text{ m}^3$

El resumen del cálculo hidráulico de todo el proyecto, se presentan en la tabla XIV del anexo.

2.1.10. Propuesta de tratamiento

En nuestro país, las aguas negras procedentes de los sistemas de alcantarillado, en la mayoría de los casos se descargan en corrientes naturales. A pesar de que las aguas negras están constituidas, aproximadamente, por 99% de agua y 1 por ciento de sólidos, su vertido en una corriente, cambia las características del agua que las recibe.

De esta forma, los materiales que se depositan en el lecho, impiden el crecimiento de plantas acuáticas, los de naturaleza orgánica se pudren robando oxígeno al agua, con producción de malos olores y sabores.

Las materias tóxicas, compuestos metálicos, ácidos y alcalinos afectan directa o indirectamente la vida acuática, las pequeñas partículas suspendidas (como fibras) pueden asfixiar a los peces por obstrucción de sus agallas, los aceites y grasas flotan en la superficie o se adhieren a las plantas e impiden su desarrollo. De esto se desprende la necesidad de reducir la descarga de aguas

negras en las corrientes naturales, a los límites de auto purificación de las aguas receptoras.

El auto purificación es el lineamiento principal para determinar los procesos de tratamiento, el grado de tratamiento dependerá de un lugar a otro, pero existen tres factores que determinan éste:

- Las características y la cantidad de sólidos acarreados por las aguas negras.
- Los objetivos que se propongan en el tratamiento.
- La capacidad o aptitud del terreno cuando se dispongan las aguas para irrigación, o la capacidad del agua receptora, para verificar la auto purificación o dilución necesaria de los sólidos de las aguas negras, sin excederse a los objetivos propuestos.

En esta oportunidad se hace la recomendación de la construcción de una planta de tratamiento primario a base de fosa séptica y pozos de absorción, ya que el objetivo de éstas unidades es la remoción de sólidos en suspensión, lo que se puede realizar por procesos físicos como la sedimentación (asentamiento), en los que se logra eliminar en un 40 por ciento a un 60 por ciento de sólidos, al agregar agentes químicos (coagulación y floculación) se eliminan entre un 80 por ciento a un 90 por ciento del total de los sólidos. Otro proceso es la filtración. Las unidades empleadas tratan de disminuir la velocidad de las aguas negras para que se sedimenten los sólidos, los dispositivos más utilizados son:

Fosas sépticas

Están diseñadas, para retirar de las aguas servidas, los sólidos en suspensión, orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico de la sedimentación. Las fosas sépticas están diseñadas para mantener el flujo de aguas negras a una velocidad muy baja y bajo condiciones anaeróbicas, por un período de 48 horas llamado período de retención.

El proceso de sedimentación se logra cuando el líquido está en reposo o fluye a una velocidad relativamente baja, durante el tiempo suficiente, que permita que se depositen en el fondo la mayor parte de los sólidos sedimentables, que son principalmente sólidos orgánicos, logrando así su separación de la corriente de aguas servidas.

De los sólidos suspendidos que llegan a la fosa, se decanta la mayor parte de la materia sedimentable, la cual entra en un proceso de digestión anaeróbica por disolución, licuación y volatilización de la materia orgánica, previamente a su estabilización. Por esta razón es que la cantidad de lodo que se acumula en el estanque es pequeña, pero que con el tiempo constituye una cantidad que hace disminuir el volumen efectivo de la fosa y por consiguiente el período de retención.

2.1.10.1. Diseño de la fosa séptica

El diseño para fosa séptica no se realizó para el presente proyecto, debido a que esta ya existe en el lugar.

2.1.10.2. Pozos de absorción

Para este proyecto no se diseñaron los pozos de absorción debido a que ya existen en el lugar.

2.1.11. Administración, operación y mantenimiento

En este proyecto es necesario formar un comité, encargado de administrar las actividades de operación y mantenimiento del sistema, para disminuir los costos de estas actividades. El comité deberá ser electo anualmente o como la población lo decida, para involucrar a todos los usuarios en estas actividades.

A medida que se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario, el riesgo de deterioro, obstrucción y derrumbes se convierte en una consideración muy importante. Por esta razón las municipalidades de todo el mundo, están haciendo esfuerzos para mejorar de antemano, el nivel de desempeño de sus sistemas de alcantarillado. La limpieza y la inspección de los colectores de agua residual, son fundamentales para el mantenimiento y funcionamiento correcto del sistema, además extienden la inversión de la comunidad en su infraestructura de alcantarillado.

- Técnicas de inspección: se requieren programas de inspección, para determinar la condición actual del alcantarillado y ayudar a la planificación de una estrategia de mantenimiento. Idealmente las inspecciones del alcantarillado deben realizarse en condiciones de bajo caudal, para lo cual pueden efectuarse taponamientos temporales del colector para reducir el caudal. La mayoría de los colectores son inspeccionados utilizando uno de los métodos siguientes:

- Circuito cerrado de televisión (CCTV)
- Cámaras
- Inspección visual
- Inspección por iluminación con lámparas

Las inspecciones por televisión y cámaras son las usadas con mayor frecuencia en los países desarrollados, indudablemente las más eficientes a largo plazo, en términos de costos para documentar la condición interna del alcantarillado.

Las inspecciones visuales, el cual es una de las que se propone para este proyecto, debido a su bajo costo, son vitales para tener un conocimiento completo de la condición de los alcantarillados. Las inspecciones visuales de pozos de visita y de tuberías, incluyen las de superficie y las internas. Los operadores deben prestar atención a zonas colapsadas en el suelo sobre las tuberías con acumulación de agua. Las inspecciones deben examinar en detalle la condición física de los cruces de arroyos, las condiciones de los brocales y de las tapaderas de los pozos de visita o de cualquier superficie de ladrillo expuesta, y la visibilidad de los pozos y otras estructuras. Para colectores grandes se recomienda una inspección interna o una visita a pie dentro de la tubería. Esta inspección requiere que el operador entre al pozo de visita, al canal y tubería examinando la condición del brocal, la tapadera y pared del pozo, así como las paredes de la tubería encima del nivel de flujo.

La inspección de iluminación con lámpara, se utiliza para tuberías de diámetros pequeños y proyectos cuyos recursos financieros son extremadamente limitados. Se baja una lámpara dentro del pozo de mantenimiento y se coloca en el centro del cruce del brocal del pozo y la

tubería, verificando así el estado del colector. Este método es recomendable para este proyecto, por su bajo costo.

- Técnicas de limpieza: el sistema de alcantarillado sanitario requiere un programa de limpieza, para mantener su funcionamiento apropiado. Existen varias técnicas que son usadas tradicionalmente para eliminar obstrucciones, como herramientas de mantenimiento preventivo, la tabla siguiente resume alguno de los métodos de limpieza de alcantarillado sanitario más comúnmente utilizados.

Tabla VI. **Métodos de limpieza de alcantarillado sanitario**

Tecnología	Usos y aplicaciones
Remoción hidráulica	
Chorro a presión	<ul style="list-style-type: none"> • Dirige un chorro de agua de alta velocidad a la tubería desde un pozo de visita. • Remueve la acumulación de basura y grasas, remueve las obstrucciones y corta raíces en tuberías de diámetro pequeño. • Es eficiente para la limpieza rutinaria de tuberías de diámetro pequeño y con flujo reducido.
Método de vaciado	<ul style="list-style-type: none"> • Introduce un flujo fuerte de agua a la línea desde un pozo de visita. • Remueve materiales flotantes y en cierta medida arena y grava. • Es de mayor eficacia cuando se usa en combinación con otras operaciones mecánicas como por ejemplo limpieza con máquina de baldes.

Fuente: Water Pollution Control Federación, 1 989

2.1.12. Elaboración de planos

Los planos constructivos del sistema de alcantarillado sanitario, están conformados por: densidad de vivienda, plata topográfica, planta perfil de colector principal y ramales secundarios, detalle de pozo de visita y conexiones domiciliarias. Ver planos en el anexo.

2.1.13. Elaboración del presupuesto

El presupuesto se integró a base de precio unitario, utilizando como base los precios de los materiales que se manejan en el área, los salarios se tomó en base a los proporcionados por la Oficina Municipal de Planificación y el factor de indirectos de un 35 por ciento.

Tabla VII. **Presupuesto: Sistema de alcantarillado sanitario**

No.	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	893	Q 4,05	Q 3 616,65
2	EXCAVACIÓN DE ZANJAS (SUELO DURO)	M3	1707	Q 53,57	Q 91 435,50
3	RELLENO DE ZANJAS	M3	1707	Q 38,16	Q 65 144,25
4	Suministro y colocación de tubería PVC Ø6" colector principal. NORMA-. ASTM 3034	ML	893	Q 243,07	Q 217 059,28
5	CONEXIONES DOMICILIARES	UNIDAD	61	Q 2 697,73	Q 164 561,73
6	POZOS DE VISITA				
	POZO DE VISITA DE 1 A 2 mts.	UNIDAD	4	Q 5 616,46	Q 22 465,84
	POZO DE VISITA DE 2 A 3 mts.	UNIDAD	13	Q 8 424,00	Q 109 512,00
				TOTAL	Q 673 795,25

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

2.1.14. Evaluación socioeconómica

Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

2.1.14.1. Valor presente neto

Se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo, a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del período de funcionamiento; la tasa de interés, corresponde a la tasa de rendimiento mínima atractiva que se supone del 11 por ciento.

El aporte de los vecinos por acometida será de Q. 200,00 por conexión y la tarifa mensual de Q. 10,00 por vivienda, según información proporcionada por la Oficina Municipalidad de Planificación.

Egresos:

Costo de ejecución (CE) = Q 661 167,13

Costo de operación y mantenimiento anual (CA), según información proporcionada por la municipalidad = Q 7 000,00

Ingresos:

Pago de conexión domiciliar (ICD)

$$\text{ICD} = \text{Q}200,00 \times 59 \text{ viviendas} = \text{Q} 11 800,00$$

Pago de la tarifa anual (IT)

$$\text{IT} = \text{Q} 10,00 \times 59 \text{ viviendas} \times 12 \text{ meses} = \text{Q} 7 080,00$$

El valor presente neto estará dado por:

$$\text{VPN}=\text{Ingresos}-\text{Egresos}$$

$$\text{VPN}=\text{ICD}+\text{IT}-\text{CE}-\text{CA}$$

$$\text{VPN}=\text{Q}11\,800+\text{Q}7\,080\left(\frac{(1+0,11)^{35}}{0,11 \times (1+0,11)^{35}}\right)-\text{Q}661\,167,13-\text{Q}7\,000,00\left(\frac{(1+0,11)^{35}}{0,11 \times (1+0,11)^{35}}\right)$$

$$\text{VPN}=-\text{Q}648\,639,85$$

Un VPN negativo significa que hay más gastos que ganancias, obteniendo pérdidas, en el sector privado, un proyecto con un VPN negativo sería rechazado inmediatamente, pero como se estableció anteriormente, el impacto de los beneficios que el sistema de agua potable traerá a los usuarios son los que avalan el proyecto.

Sin considerar el costo de ejecución se obtiene:

$$\text{VPN}=\text{Ingresos}-\text{Egresos}$$

$$\text{VPN}=\text{ICD}+\text{IT}-\text{CA}$$

$$\text{VPN}=\text{Q}11\,800+\text{Q}7\,080\left(\frac{(1+0,11)^{35}}{0,11 \times (1+0,11)^{35}}\right)-\text{Q}7\,000\left(\frac{(1+0,11)^{35}}{0,11 \times (1+0,11)^{35}}\right)=\text{Q}12\,527,00$$

2.1.14.2. Tasa interna de retorno

Es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR efectiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal, para este tipo de inversión es de costo/beneficio, este se determina de la siguiente manera:

Costo=inversión inicial-VPN

Costo=Q 661 167,13-Q12 527,00=Q648 640,00

Beneficio=No.de habitantes beneficiados (a futuro)

$$\frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} = \frac{\text{Q648 640,00}}{858 \text{ habitantes}} = \text{Q.755,99/hab}$$

2.1.15. Evaluación de impacto ambiental

Definición de impacto ambiental y evaluación de impacto ambiental

Impacto ambiental: es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

Evaluación de impacto ambiental (EIA): “Instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrollada. Los resultados deberán ser presentados a los tomadores de decisión para su consideración”.

Una evaluación de Impacto Ambiental, es hacer un diagnóstico del área en donde se realizará la construcción de un proyecto determinado.

La importancia de una evaluación de impacto ambiental, radica en permitir analizar cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área impactada y el efecto o impacto para cada uno de los factores

ambientales. El estudio de impacto ambiental da a conocer o identificar los impactos al ambiente producidos por la obra.

Durante la etapa de construcción u operación de la obra, es importante conocer que el proyecto ocasionará varios impactos negativos de carácter transitorio sobre los componentes: aire, suelo, agua, biota (hábitat, flora y fauna), paisaje, etc.

Localización del proyecto: colonia El Mirador, San José La Arada, se localiza a una distancia aproximada de 13,5 kilómetro. al sur oriente de la cabecera departamental de Chiquimula.

Descripción del proyecto: el proyecto consiste en la construcción de una red de alcantarillado sanitario para la colonia El Mirador, municipio de San José “La Arada”, departamento de Chiquimula.

Características generales del proyecto:

Tipo de sistema: Alcantarillado sanitario

Período de diseño: 35 años

Población actual: 413 habitantes

Población futura: 858 habitantes

Dotación: 200 l/hab./día

Factor de retorno: 0,80

Velocidad de diseño: $0,40 < V \leq 5$ m/s

Evacuación: Por gravedad

Costo del proyecto: Q 661 167,13

Tiempo aproximado de ejecución: 4 meses

Área y situación legal del terreno: el área de influencia del proyecto es de aproximadamente 2,4 kilómetros cuadrados, con áreas de cultivo de maíz y frijol, no se presentan problemas legales, ya que los vecinos son propietarios de los terrenos por donde se localiza el sistema.

Los trabajos necesarios para la preparación del terreno son: limpieza y chapeo del área, explotación de bancos de material, manejo y disposición final de los desechos sólidos provenientes de la limpieza, chapeo y cortes, excavación y nivelación del terreno, cortes y rellenos de material, compactación o consolidación, derrame de lubricantes, combustibles u otro material provocado por la maquinaria, etc.

Uso de recursos naturales del área: arenas y selectos provenientes de bancos de materiales, agua proveniente del sistema de abastecimiento local.

Sustancias o materiales que serán utilizados: diesel y aceites lubricantes para la maquinaria de excavación y equipo a utilizar, tubería PVC. de 4"x 6 m, 6" x 6 metros Norma ASTM F-949 NOVAFORT, cemento, piedra, grava, arena y selecto.

- Impacto ambiental que será producido: residuos y/o contaminantes que serán generados: dentro de los residuos generados, se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas y otros.
- Emisiones a la atmósfera: el componente atmosférico, se verá impactado por actividades como el acarreo de material, durante la realización de esta actividad se generan partículas de polvo, los cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área de influencia directa.

- Descarga de aguas residuales: el manejo inadecuado de excretas, provenientes de los campamentos y de otras áreas de trabajo puede generar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua.
- Sitios arqueológicos: es importante como objetivo fundamental para este factor, determinar si existen vestigios arqueológicos en la zona de influencia del proyecto, tratándose de comunidades indígenas con alto interés cultural para la sociedad guatemalteca.
- Desechos sólidos: dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen, los residuos del material de excavación, construcción y operación del sistema, además se tendrán desechos producto de los trabajadores, entre otros.
- Ruidos y/o vibraciones: los impactos ambientales por ruido se dan, principalmente, por la utilización de herramienta y equipo, durante la fase de preparación del terreno y durante la fase de construcción del sistema. El ruido puede resultar perjudicial para la fauna, trabajadores y pobladores de las comunidades aledañas al proyecto.
- Contaminación visual: una mala selección del sitio, donde se instale el campamento o donde se deposite el material de desperdicio, puede ocasionar alteraciones al paisaje, además se tendrá actividades propias del proyecto, como la remoción de la cobertura vegetal, presente a la orilla de la zanja donde va a pasar la tubería.
- Medidas de mitigación
 - Residuos y/o contaminantes que serán generados: la maquinaria y equipo deben tener filtros, para reducir la emanación de

contaminantes, durante el transporte de materiales, deben cubrirse con lona, para evitar la dispersión de partículas de suelo a lo largo del trayecto de acarreo, esto evitará malestar a los pobladores que se encuentran a la orilla del tramo en construcción.

- Otro aspecto importante que deberá tomarse con especial cuidado, es el mantenimiento de la carretera de acceso a la comunidad, con los contenidos de humedad adecuados para evitar el polvo, todo el personal que labora en el campo deba equiparse con mascarillas para evitar infecciones respiratorias.
- Descarga de aguas residuales: se recomienda que en los campamentos se instalen letrinas o en su defecto fosas sépticas, mismas que deberán ser ubicadas lejos de los causes o fuentes de agua, evitando que tengan contacto con la capa freática, estas deberán ser en número proporcional de 1 servicio por cada 10 personas.
- Descarga de lubricantes: es conveniente que para el tratamiento de los lubricantes, se construya una fosa de captación para este tipo de residuos, en el área de campamento, estos posteriormente deberán ser recolectados y depositados en toneles de metal, para trasportarlos a áreas de reciclaje.
- Sitios arqueológicos: realizar un reconocimiento y levantamiento de información detallada, para determinar la presencia de sitios arqueológicos, o que sean de alto interés cultural, en cuanto a la presencia de sitios de carácter histórico, deberá realizarse en conjunto con el Instituto de Antropología e Historia —IDAEH-.

- Desechos sólidos: en lo que respecta al material de excavación, deberá analizarse si puede ser reciclado para una pronta reincorporación, ya que disminuirá la explotación de canteras y se evitará la utilización de áreas para su disposición. En lo que respecta a los repuestos, neumáticos entre otros, deberán ser recolectados en el campamento y llevarlos a sitios donde puede ser reciclado o utilizados para alguna labor industrial, pero no deberán ser ubicados a lo largo del tramo en construcción, ni en vertederos clandestinos y municipales.
- Ruidos y/o vibraciones: la maquinaria, herramienta y equipo a utilizar, debe encontrarse en buenas condiciones de funcionamiento, para minimizar las emisiones sonoras, además deberá equiparse a todo el personal de campo, con el equipo de protección especial. Se recomienda desarrollar los trabajos únicamente en jornada diurna, se considera que este impacto es de duración temporal, ya que el mismo se presenta durante el tiempo de ejecución de la obra.
- Contaminación visual: el área de campamento deberá ubicarse, de preferencia, en sitios donde no se afecten las cuencas visuales, o bien donde se tengan cortinas vegetales para favorecer el impacto visual.
- La ubicación de los bancos de material, será determinante para este factor, ya que debido a las condiciones topográficas, una mala selección de estos sitios, afectará el paisaje del lugar, por lo que se recomienda al finalizar las labores de extracción de material, nivelar el terreno y posteriormente reforestar con especies arbóreas del lugar.

- Áreas protegidas: se deberá evitar la intervención en las áreas cercanas al área boscosa, principalmente con actividades como: explotación de bancos de material y sitios para el depósito de desperdicio, deberá evitar la tala inmoderada de árboles, ya que esto afectará los nacimientos.
- ✓ Es conveniente que las medidas de mitigación propuestas en el estudio, compatibles con el área en mención, como la reforestación, sembrando árboles nativos, para no introducir especies exóticas al área.
- ✓ El complemento lógico y deseable de un estudio de análisis de impacto ambiental es la vulnerabilidad, la ejecución de las medidas de prevención y mitigación, para corregir las debilidades encontradas.
- ✓ Por ello, es muy importante que la formulación de recomendaciones técnicas y la estimación de los costos, de las medidas de mitigación, formen parte del propio estudio de vulnerabilidad. Algunas de esas medidas de mitigación serán complejas técnicamente, requerirán estudios adicionales sobre diseños de ingeniería y estimación de costos.

2.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Los Encuentros

El sistema de abastecimiento de agua potable tiene como objetivo primordial de proponer el diseño de la red de conducción y distribución de agua potable para la aldea Los encuentros.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Los Encuentros, el cual debido a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como de la topografía del lugar, será por gravedad, la cual abastecerá a 23 viviendas; también hay que agregar lo que son: iglesia y escuela.

Incluye: captación típica para una fuente de brote definido en ladera, línea de conducción, tanque de distribución y red de distribución.

El proyecto beneficiará a 23 viviendas actuales, con un total de 144 habitantes. Constituido por un ramal principal y uno secundario. A continuación, se ilustra una tabla con los elementos que integran el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Los Encuentros.

Tabla VIII. **Elementos que integran el proyecto**

Unidad	Cantidad	Descripción
Unidad	1	Tanque de captación
Unidad	1	Tanque de almacenamiento 10 m ³
MI	3 329	Línea de conducción
MI	291	Red de distribución
Unidad	2	Caja de válvula de limpieza
Unidad	2	Caja de válvula de aire
Unidad	25	Conexiones prediales

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

2.2.2. Aforos, dotación y tipo de servicio

En la aldea Tashan existe una fuente de agua de brote definida en ladera a un costado de la quebrada del mismo nombre, de la cual se captará el vital líquido en su totalidad y se conducirá por gravedad a las viviendas de la aldea Los Encuentros.

El aforo de la fuente se realizó por el método volumétrico, obteniendo un caudal total de 0,90 l/s, realizándose éste el 15 de febrero de 2011. El aforo se realizó en verano para tener certeza de mantener este caudal en cualquier época del año.

De acuerdo con las normas y por el tipo de actividad de los habitantes de la comunidad, se decidió adoptar una dotación (D) de 100 l/hab/día. En acueductos rurales la dotación es únicamente para el consumo doméstico, teniendo cuidado que la población consuma la cantidad de agua prevista, de lo contrario el período de diseño se acorta.

El tipo de servicio será por conexiones prediales, y de acuerdo con la producción de la fuente, es el tipo de servicio más adecuado y factible.

2.2.3. Tasa de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento poblacional asignada es del 2,112 por ciento, dato proporcionada por la Oficina Municipal de Planificación.

2.2.4. Período de diseño, población futura

Se entiende como período de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, al tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento

en el que sobrepase las condiciones establecidas en el diseño. Para este proyecto se adopta un período de 21 años, considerando dentro de este, 1 año para gestión del mismo.

Para el cálculo de la población futura se aplicó el método de crecimiento geométrico, según la fórmula siguiente:

$$Pf = Po \times (1+r/100)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = Población actual, según censo realizado por el COCODE y E.P.S.

Po = 144 hab.

r = tasa de crecimiento poblacional (%) = 2,112 por ciento

n = período de diseño = 21 años

Sustituyendo valores:

$$Pf = 144 \times (1 + 0,02112)^{21}$$

Pf = 223 habitantes

2.2.5. Factores de consumo y caudales

En un sistema público de abastecimiento de agua, el consumo es afectado por una serie de factores que varían en función del tiempo, las costumbres de la región, las condiciones climáticas, las condiciones económicas, etc.

Durante el día, el caudal dado por una red pública varía continuamente, en horas diurnas, supera el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del mediodía y los valores mínimos en las primeras horas de la madrugada.

La aplicación de estos factores de seguridad, garantizan el buen funcionamiento del sistema en cualquier época del año, bajo cualquier condición, el cual se describen a continuación:

Factor de día máximo (FDM): se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. UNEPAR –INFOM recomienda lo siguiente:

- Para poblaciones del área rural un FDM de 1,2 a 1,8
- Para poblaciones urbanas un FDM de 1,8 a 2
- Para el área metropolitana un FDM de 2 a 3

Para éste proyecto se utilizó un FDM de 1.8

Factor de hora máximo (FHM): depende de la población que se esté estudiando y de sus costumbres. UNEPAR –INFOM recomienda lo siguiente:

- Para poblaciones del área rural un FHM de 1,8 a 2
- Para poblaciones urbanas un FHM de 2 a 3
- Para el área metropolitana un FHM de 3 a 4
- Para éste proyecto se utilizó un FHM de 2,5

Factor de gasto: Es definido como el consumo de agua por vivienda. Con este factor, el caudal de hora máxima se puede distribuir en los tramos de tuberías que componen la red de distribución, según el número de viviendas que comprenden los tramos del proyecto a diseñar.

Factor de gasto (FG) = $Q_d(l/s) / \text{Número de viviendas}$

2.2.5.1. Caudal medio diario (Qm)

Es la cantidad de agua que va a consumir la población durante un día (24 horas), el cual se expresa también como el promedio de los consumos diarios en el período de un año.

Cuando no se conocen registros, generalmente se asume como el producto de la dotación por el número posible de usuarios al final del período de diseño, se calcula según la siguiente expresión:

$$Q_m = D \times P / 86\ 400$$

Donde:

- Qm = caudal medio en L/S
- D = 100 l/Hab/día
- P = número de habitantes futuros

Sustituyendo valores:

$$Q_m = \frac{(100 \text{ l/Hab/día}) (223 \text{ Hab})}{86\ 400} = 0,2561 \text{ l/s}$$

2.2.5.2. Caudal máximo diario (Qmd)

Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el período de un año, es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción, las cuales indican que:

$$Q_{md} = Q_m \times FDM$$

Donde:

$$FDM = 1,5$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{md} = 1,8 \times 0,2561 \text{ l/s} = 0,4609 \text{ l/s}$$

2.2.5.3. Caudal máximo horario (Q_{mh})

El caudal máximo horario es aquel que se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año, las cuales indican que:

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

Donde:

$$Q_m = 0,2561 \text{ l/s}$$

Para FHM se utilizó un factor de hora máxima de 2,5, el caudal máximo horario, será entonces:

$$Q_{mh} = 0,2581 \text{ l/s} \times 2,50 = 0,6453 \text{ l/s}$$

2.2.6. Calidad de agua y sus normas

El agua potable debe llenar ciertas condiciones, tales como:

- Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas.
- Inodora, insípida y fresca.
- Aireada, sin sustancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica.
- Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades.

Para el análisis del agua es indispensable realizar los siguientes exámenes:

2.2.6.1. Análisis bacteriológico

El examen bacteriológico se hace con el fin de establecer la probabilidad de contaminación del agua con organismos patógenos, el cual pueden transmitir enfermedades. Este examen se apoya en métodos estadísticos, los cuales determinan el número más probable de bacterias presentes.

Según los resultados de los exámenes de calidad de agua que se presenta en el anexo; desde el punto de vista bacteriológico, el agua no es apta para el consumo humano según la Norma COGUANOR NGO 29 001, por lo cual, se hace necesario implementar una desinfección a base de hipoclorito de calcio. Con esto, se logrará desinfectarla, así disminuirán los riesgos de contaminación debidos a una inadecuada manipulación del agua.

2.2.6.2. Análisis físico químico

Este análisis determina las características físicas del agua tales como: el aspecto, el color, el olor, el sabor, su pH y su dureza. Para éste proyecto, el agua es apta para consumo humano según la Norma COGUANOR NGO 29001.

2.2.7. Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías

Para determinar las pérdidas de carga en la tubería, se aplica la fórmula de Hazen Williams, la cual está expresada por:

$$H_f = \frac{(1743,811) \times (L) \times (Q)^{1,85}}{(C)^{1,85} \times (D)^{4,87}}$$

Donde:

H_f = Pérdida de carga en metros

C = Coeficiente de fricción interno (Para HG (C=100), y para PVC (C=150))

D = Diámetro interno en pulgadas

L = Longitud de diseño en metros

Q = Caudal en litros por segundo

Conociendo la altura máxima disponible por perder, se toma como H_f, la cual permitirá encontrar el diámetro teórico necesario para la conducción del agua. Despejando el diámetro de la fórmula anterior, se tiene:

$$D = \left(\frac{((1743,811) \times (L) \times (Q)^{1,85})}{(C)^{1,85} \times H_f} \right)^{1/4,87}$$

Obteniendo el diámetro teórico, se procede a seleccionar el diámetro comercial superior y se calcula el H_f final.

2.2.8. Presiones y velocidades

El diseño hidráulico, se hará con base a la pérdida de presión del agua que corre a través de la tubería. Para comprender el mecanismo que se emplea se incluye los principales conceptos utilizados:

- Presión estática en tuberías: Se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente.
 - La máxima presión estática que debe soportar una tubería es del 90 por ciento de la presión de trabajo, considerando el 10 por ciento restante como factor de seguridad.
 - En la red de distribución la presión estática, debe mantener entre 10 y 40 metros columna de agua, ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería; en mucha de las regiones donde se ubican las comunidades, la topografía es irregular y se hace difícil mantener este rango, por lo que se podría considerar en casos extremos una presión estática mínima de 6 mca, partiendo del criterio que en una población rural, es difícil que se construyan edificios de altura considerable.
- Presión dinámica en la tubería: Cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor, disminuyéndolo por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería, lo que era altura de carga estática y ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión que se le llama pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga, varía con respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.
 - La presión en un punto A, es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota del terreno en ese punto.

- Velocidades: En todo diseño hidráulico es necesario revisar la velocidad del líquido, para verificar si ésta se encuentra entre los límites recomendados.

Para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, según las normas de UNEPAR se consideran los siguientes límites:

- Para conducciones: mínima = 0,40 m/seg y máxima = 5,00 m/seg
- Para distribución: mínima = 0,60 m/seg y máxima = 5,00 m/seg

Para el diseño hidráulico de la línea de conducción se usará el caudal máximo horario (0,4645 l/s). La siguiente tabla describe todos los datos obtenidos para el diseño hidráulico del sistema.

Tabla IX. **Datos generales del proyecto**

Tipo de sistema	Gravedad	Tipo de sistema	Gravedad
No. De conexiones, iglesia y escuela	25	Caudal de conducción	0,4645 l / s
Población actual	144 hab.	Caudal de distribución	0,9246 l / s
Población futura	223 hab.	Factor de día máximo	1,8
Viviendas actuales	23	Factor de hora máximo	2,5
Viviendas futuras	39	Clase de tubería	PVC
Período de diseño	21 años	Presión de trabajo	160 PSI y 250 PSI
Tasa de crecimiento	2,11%	Coefficiente hidráulico	150
Dotación	100 l / h / d	Factor de almacenamiento	de 25%
Caudal medio	0,2581 l / s	Volumen del tanque	10 m ³

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

2.2.9. Levantamiento topográfico

Los trabajos de topografía consistieron en el levantamiento de la línea de conducción, zona del tanque de almacenamiento, áreas de posibles obras de arte y la red de distribución. Los levantamientos topográficos para acueductos rurales contienen las dos acciones principales de la topografía los cuales son: planimetría y altimetría, los cuales pueden ser de 1er, 2do y 3er orden; esto dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice.

En la realización de este proyecto se utilizó una topografía de segundo orden. Como equipo: un teodolito T2, dos plomadas, un estadal de madera de 4 metros, una almadena y machetes.

2.2.9.1. Planimetría

Para el levantamiento planimétrico del proyecto se aplicó el método de conservación del azimut, tomando referencia de todo los accidentes topográficos relevantes como calles, edificios, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros, etc.

2.2.9.2. Altimetría

En el presente trabajo la medición altimétrica se realizó aplicando el método taquimétrico, los resultados se presentan en el plano topográfico del anexo.

2.2.10. Diseño hidráulico del sistema

Para el diseño hidráulico del sistema de agua potable se tomo en consideración varias partes indispensables que contempla un sistema de agua potable, línea de conducción y línea de distribución.

2.2.10.1. Captación

Se define como las obras de artes o estructuras adecuadas para la captación total o parcial de una fuente de abastecimiento, la cual puede ser: superficial, brote definido y galerías de infiltración; toda estas estructuras diseñadas bajo ciertas normas y reglamentos. La fuente de abastecimiento constituye el elemento primordial en el diseño de un acueducto y previo a cualquier paso debe definirse su tipo, cantidad, calidad y ubicación.

Para la toma de decisiones del tipo y forma de la estructura de captación a emplear, es importante conocer los tipos de fuentes de abastecimientos existentes. Para este proyecto la fuente existente es de brote definido en ladera, la obra de captación está conformada por lo siguiente: filtro de piedra y sello sanitario, caja de captación 1 [m³], caja de válvula de salida y dispositivo de desagüe y rebalse. Ver detalles en planos adjunto del anexo.

2.2.10.2. Línea de conducción

La línea de conducción es un conjunto de tuberías libres o forzadas (presión), que parten de las obras de captación al tanque de distribución. Para el diseño de una línea de conducción por gravedad, se deben tener los siguientes aspectos fundamentales:

- Capacidad suficiente para transportar el caudal de día máximo.
- La selección del diámetro y la clase de tubería que se empleará debe ajustarse a la máxima economía.

A continuación se muestra el cálculo para el primer tramo, de la estación E-0 a la estación E-23.

- Datos

E-0 = Caminamiento 0+000,00 Cota = 676

E-23 = Caminamiento 1+84,32 Cota = 568

Q = 0,4645 l/s

La longitud “L” de diseño, del caminamiento respectivo de estación 0 a estación 22, es de 1 848,32 m. Para los tramos siguientes es la diferencia del caminamiento superior y la inferior.

- Cálculo de la carga disponible

La carga disponible es la diferencia de cota entre el nivel cero del agua y la altura en la cual terminará el diseño, se calcula de la siguiente manera:

$$H = Co - Cf$$

Donde:

H = presión hidrostática

Co = cota de inicio

Cf = cota final

Sustituyendo valores:

$$H = 676 - 568 = 108 \text{ metros}$$

Debido a que el agua en el punto de la captación está a presión atmosférica, la presión en el punto de inicio es igual a cero.

- Cálculo del diámetro teórico de la tubería

Para calcular el diámetro de la tubería, se aplica la fórmula de Hazen Williams ver inciso 2.2.7

Sustituyendo valores:

$$D = \left(\frac{(1743,811) \times (1\ 848,32) \times (0,4645)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times 108,00} \right)^{1/4,87} = 0,922 \text{ pulgadas}$$

Se deben considerar las pérdidas por fricción, debiendo probar con diámetros superiores o inferiores de tubería, a manera de contrarrestar estas pérdidas y lograr mantener presiones adecuadas a lo largo del tramo que se está diseñando.

Los diferentes diámetros internos para tubería de PVC de 160, 250 y 315 PSI, se obtuvieron de las tablas de tuberías de PVC 1120 ASTM D 2241 SDR 26, 17 y 13,5 respectivamente, proporcionada por el fabricante Tubovinil.

Se tomó la decisión de usar tubería PVC con diámetro de 1", 160 PSI para el tramo de E-0 a E-22, para garantizar una presión adecuada.

- Cálculo de las pérdidas por fricción: Una vez definido el diámetro interno de la tubería, se procede a calcular el valor real de la pérdida en este tramo; por medio de la ecuación de Hazen Williams.

Sustituyendo valores:

$$H_f = \frac{(1743,811) \times (1\,848,32) \times (0,4645)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,195)^{4,87}}$$

$$H_f = 30,52$$

Con el diámetro de 1" se obtiene una pérdida menor a la carga disponible, por lo que el diámetro seleccionado es adecuado.

- Cálculo de la cota piezométrica: La cota piezométrica final del tramo, se calcula restando la cota piezométrica al inicio del tramo, menos la pérdida del tramo, por lo tanto; se calcula de la siguiente manera:

$$P_{if} = P_{io} - H_f$$

Donde:

P_{if} = cota piezométrica final del tramo

P_{io} = cota piezométrica al inicio del tramo

H_f = pérdida por fricción o pérdidas de carga

Sustituyendo valores:

$$P_{if} = 676 - 30,52 = 645,48 \text{ metros}$$

- Cálculo de la presión hidrodinámica: La presión hidrodinámica al inicio de este tramo es cero, debido a la presión atmosférica, pero la presión hidrodinámica al final del tramo se calcula de la siguiente manera: cota piezométrica final menos la cota final del terreno.

$$PDf = PIf - Cf$$

Donde:

PDf = presión hidrodinámica al final del tramo

PIf = cota piezométrica al final del tramo

Cf = cota de terreno al final del tramo diseñado

Sustituyendo valores:

$$PDf = 645,48 - 568 = 77,48 \text{ metros}$$

Esta presión es adecuada ya que esta debajo del 90 por ciento de la presión de trabajo de la tubería.

- Cálculo de la velocidad: Ésta viene expresada de la siguiente manera:

$$V = (1,974 \times Q)/D^2$$

Donde:

V = velocidad del agua en metros por segundo.

Q = caudal en litros por segundo (l/s)

D = diámetro interno de la tubería en pulgadas

Sustituyendo valores:

$$V = (1,974 \times 0,4645)/(1,195)^2 = 0,6421 \text{ m/s} \rightarrow$$

0,40 < 0,6421 ≤ 5,00 m/s si cumple.

Resumen de los cálculos hidráulicos del primer tramo

Tabla X. **Resumen de cálculos**

De	A	Dist. (metros)	Long. Tub. (lt/seg)	Caudal Cond. (lt/seg)	Coef. Hazen W.	P. del Tubo (PSI)
0	22	1 848,32	1 940,7	0,4645	150	160

Diam. Diseño (plg)	Vel. m/s	Hf Mts.	Cota final de terreno	Cota Piez.	Pres. Dinám.	Pres. Estát. (mca)
1,195	0,6421	30,52	568	645,48	77,48	108

En el anexo, se presenta el cuadro resumen del cálculo hidráulico de la línea de conducción.

2.2.10.3. Tanque de almacenamiento

En todo sistema, incluyendo aquellos con abastecimiento por gravedad durante las 24 horas del día, debe diseñarse un tanque como mínimo, con las siguientes funciones.

- Compensar las demandas máximas horarias, esperadas en la red de distribución
- Almacenar agua en horas de poco consumo, como reserva para contingencias
- Almacenar cierta cantidad de agua para combatir incendios

- Regular presiones en la red de distribución
- Reserva suficiente, por eventual interrupción en la fuente de abastecimiento

Las variaciones de consumo pueden ser establecidas utilizando la suma de variaciones horarias de consumo de una población, con iguales características a la localidad, cuando se dispone de una curva aplicada al caso estudiado. De lo contrario, el volumen de compensación en sistemas por gravedad se adoptará del 25 por ciento al 35 por ciento del consumo medio diario y en sistemas por bombeo de 35 por ciento al 50 por ciento.

Cuando el suministro de agua puede considerarse seguro y continuo, en la cantidad prevista en el proyecto, se puede prescindir del volumen de reservas para contingencias, a fin de mantener bajo el costo inicial del sistema.

2.2.10.3.1 Cálculo del volumen de almacenamiento

En los sistemas por gravedad se debe considerar un volumen de distribución o almacenamiento de 25 por ciento al 35 por ciento del caudal medio diario o el 25 por ciento del caudal máximo diario, según normas de diseño.

$$\text{Vol} = (\text{Qmd} \times \% \text{almacenamiento} \times 1\text{m}^3 \times 86\,400 \text{seg/día}) / 1\,000 \text{ l.}$$

Donde:

Vol = Volumen del tanque

Qmd = Caudal medio diario

En este proyecto, se tomó un almacenamiento del 25 por ciento del caudal máximo diario, debido que hay suficiente caudal en la fuente.

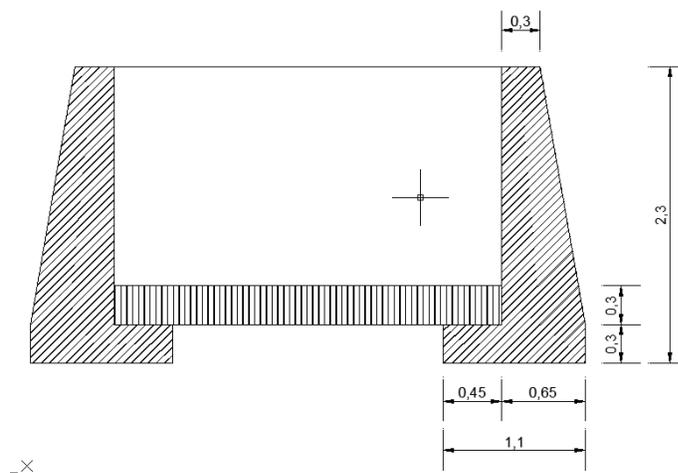
$$\text{Vol} = ((0,4645 \times 25\% \times 86\ 400)/1\ 000) = 10,03 \text{ m}^3$$

Capacidad real = 10,00 m³ (ver detalle de tanque en planos)

2.2.10.3.2 Diseño estructural del tanque

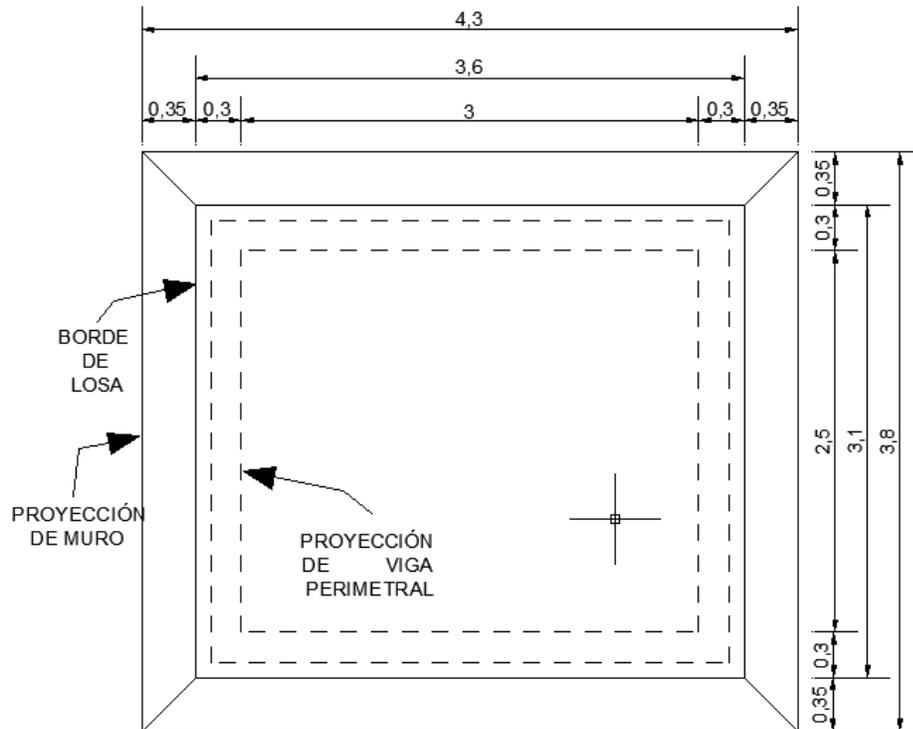
Los tanques de distribución o almacenamiento, normalmente se construyen con muros de concreto ciclópeo, concreto reforzado, mampostería reforzada, y cubierta de losa de concreto reforzado; en los tanques elevados, predomina el uso de acero. Debido a las características del terreno y los requerimientos de la red de distribución, los tanques pueden estar totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados. En este caso el tanque se diseñará con muros de concreto ciclópeo y cubierta de concreto reforzado, y para evitar la excesiva excavación, se diseñará semienterrado, donde la condición crítica es cuando ésta se encuentra completamente lleno.

Figura 5. Dimensiones del tanque (perfil)



Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

Figura 6. Dimensiones del tanque (planta)



Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

- Diseño de la losa del tanque de distribución:

Datos:

$$\begin{array}{lll}
 a = 2,50 & \text{Carga viva} = 200 \text{ Kg/m}^2 & f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \\
 b = 3,00 & \gamma_{\text{conc.}} = 2400 \text{ Kg/m}^3 & \text{S.C (sobre carga)} = 70 \text{ Kg/m}^2
 \end{array}$$

Cálculo de espesor de losa:

$$\begin{aligned}
 t &= \text{perímetro}/180 = 11 / 180 = \quad \text{se adopta } t = 0,10 \text{ m} \\
 m &= a/b = 2,5 / 3 = 0,83 > 0,5 \rightarrow \text{losa en 2 sentidos}
 \end{aligned}$$

Cálculo del peso propio de la losa:

$$\begin{aligned}
 W_m &= 2400 \times t + \text{S.C} \\
 W_m &= 2400 \times 0,10 + 70 = 310 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Integración de cargas últimas:

$$CU = 1,7 \text{ C.V.} + 1,4 \text{ C.M.}$$

$$Cu = 1,7(200) + 1,4(310) = 774 \text{ kg/m}^2$$

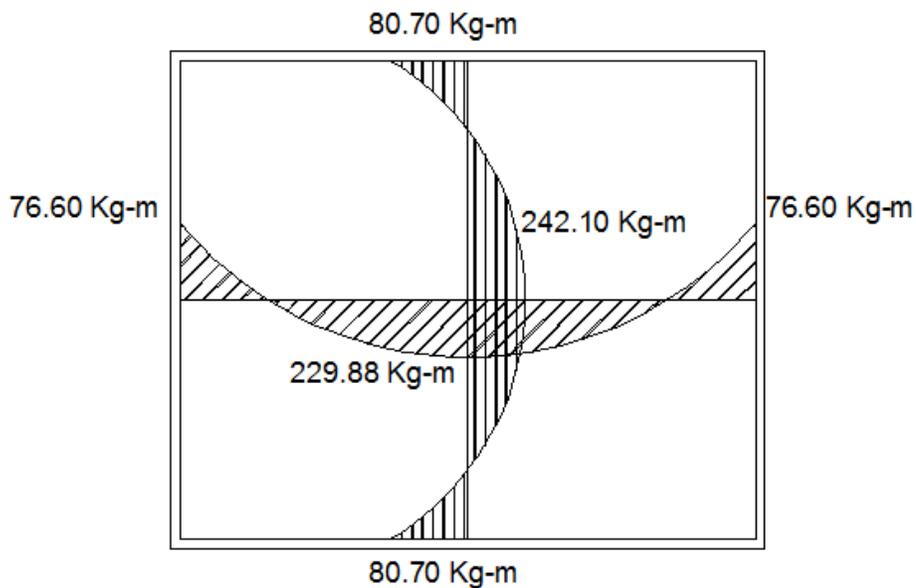
El cálculo de momentos se realiza según el método 3 del ACI:

$$M(-)A = 80,70 \text{ Kg.} - \text{m} \quad M(+)A = 242,10 \text{ Kg.} - \text{m}$$

$$M(-)B = 76,60 \text{ Kg.} - \text{m} \quad M(+)B = 229,88 \text{ Kg.} - \text{m}$$

Momentos en los extremos discontinuos de las losas: 1/3 de los momentos al centro del claro y balance de los momentos en la unión de las tres losas, el diagrama de momentos, queda así:

Figura 7. **Diagrama de momento último en losa**



Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

Cálculo de peralte efectivo de losa:

$$d = t - \text{Rec} - \frac{(\emptyset)}{2} = 10 - 2 - 0,5 = 7,5 \text{ cm}$$

Cálculo del refuerzo requerido con los siguientes datos:

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \quad F'y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm} \quad d = 7,5 \text{ cm}$$

$$As_{\text{min}} = As_{\text{viga}} \times b \times d = \left(\frac{14,1}{2810} \right) \times 100 \times 7,5 = 3,76 \text{ cm}^2$$

$$S_{\text{max}} = 3t = 3 \times (0,10) = 0,30 \text{ cm}$$

Armado para As usando varillas No 3

$$3,76 \text{ cm}^2 \quad - \quad 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \quad - \quad S \quad \Rightarrow \quad S = 0,19 \text{ cm} > S_{\text{max}}$$

Usar No. 3 @ 0,20 m

Calculando As con $S = 0,20 \text{ cm}$

$$As_{\text{min}} \quad 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \quad 20 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad As_{\text{min}} = 3,55 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste el $As_{\text{min}} = 3,55 \text{ cm}^2$

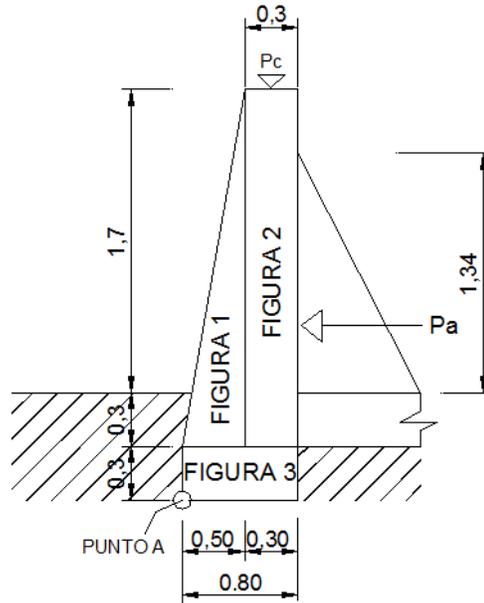
$$M_{As_{\text{min}}} = 648,25 \text{ Kg -m}$$

Diseño del muro del tanque

Datos:

- Ángulo de fricción interna (φ) = 30° (limo arcilloso)
- Peso específico del agua (δ_a) = 1 000 Kg /m³
- Peso específico del concreto (δ_c) = 2 400 Kg /m³
- Peso específico del concreto ciclópeo (δ_{cc}) = 2 500 Kg /m³
- Valor soporte del suelo (asumido) (V_s) = 15 000 Kg /m²

Figura 8. Diagrama de fuerzas actuantes sobre el muro



Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

Determinación de la carga uniforme sobre el muro (W sobre - muro)

W sobre – muro = Peso del área tributaria de la losa + Peso de viga perimetral

- Peso del área tributaria de la losa sobre el muro (WAt)

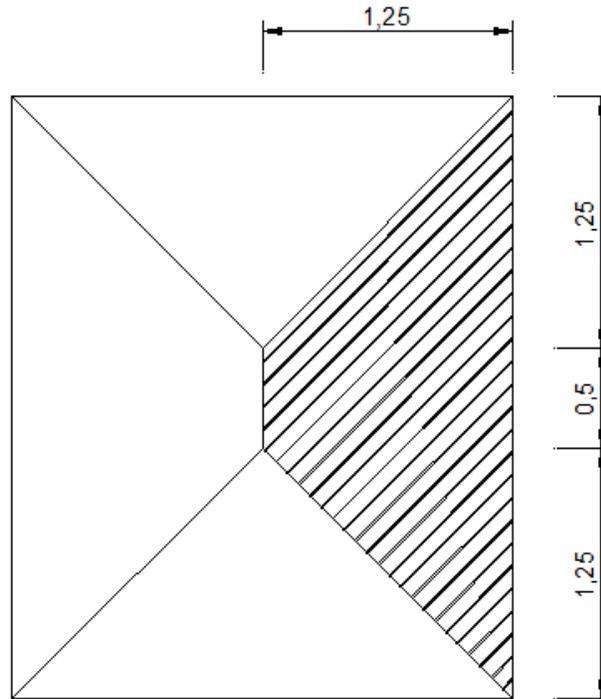
$$WAt = CU \times At$$

Donde:

CU = Integración de carga última

At = Área tributaria de la losa sobre el muro

Figura 9. Área tributaria sobre viga y muro



Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

$$A_t = (1,25)^2 + (1,25)^2 + (0,5 \times 1,25) = 2,19 \text{ m}^2$$

Sustituyendo valores:

$$W_{at} = 774 \text{ kg/m}^2 \times 2,19 \text{ m}^2 = 1\,695,06 \text{ Kg}$$

- Peso de viga perimetral (W Viga – perimetral)

$$W_{\text{viga - perimetral}} = (\text{Volumen de viga perimetral} \times \delta_c) \times 1,4$$

Sustituyendo valores:

$$W_{\text{viga - perimetral}} = (2\,400 \times 0,20 \times 0,30 \times 3,00) \times 1,4 = 604,8 \text{ Kg}$$

$W_{\text{sobre-muro}} = W_{\text{viga}} - \text{perimetral} + W_{\text{at}}$

$W_{\text{sobre-muro}} = 604,8 + 1\,695,06 = 2\,299,86 \text{ Kg}$

$W_{\text{metro unitario de muro}} = W_{\text{sobre-muro}} / \text{ml de muro}$

$W_{\text{metro unitario de muro}} = 2\,299,86 / 3,00 = 766,62 \text{ kg/ml}$

Considerando W como carga puntual (P_c)

$P_c = 766,62 \text{ Kg/m} \times 1\text{m} = 776,62 \text{ Kg}$

El momento que ejerce la carga puntual respecto del punto A es:

$M_c = 766,62 \text{ Kg} \times (0,65) = 498,30 \text{ Kg-m}$

Fuerza activa (F_a)

$F_a = 1\,000 \text{ kg/m}^3 \times ((1,34)^2) / 2 = 897,80 \text{ Kg}$

Tabla XI. Calculo de los momentos respecto al punto A

FIG.	CARGA	Kg.	BRAZO (m)	MOMENTO (Kg*M)
1	$2500 \times (0.5) \times (2) \times (0.50)$	1250.00	$(2/3) \times (0.50) = 0.333$	416.25
2	$2500 \times (2) \times (0.30)$	1,500.00	0.65	975.00
3	$2500 \times (0.3) \times (0.80)$	600	0.40	240
P_c	766.62	766.62	0.65	498.30
P_p	810.00		0.20	162.00
Σ		WR= 4116.62		2291.55

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

Momento de volteo respecto del punto A es:

$$M_{act} = F_a \times H/3 = 897,80 \text{ Kg.} \times ((1,34/3) + 0,6) = 939,69 \text{ Kg-m}$$

Presión pasiva

$$P_p = \gamma_s \times (h^2)/2 \times K_p$$

$$K_a = (1 - \sin \phi)/(1 + \sin \phi) = (1 - \sin 30)/(1 + \sin 30) = 0,33$$

$$K_p = \frac{1}{K_a} = \frac{1}{0,333} = 3,00$$

$$P_p = \gamma_s \times \frac{h^2}{2} \times K_p = 1500 \times \frac{(0,60)^2}{2} \times 3 = 810 \text{ Kg.}$$

Verificación de estabilidad

- Verificación contra el volteo $F_{sv} > 1,50$

$$F_{sv} = \frac{M_r + M_c + M_{pp}}{M_{act.}} = \frac{(416,25 + 975 + 240) + 498,30 + 162}{939,69} = 2,43 > 1,5 \text{ si cumple}$$

- Verificación de estabilidad contra deslizamiento $F_{sd} > 1,50$

$$F_{sd} = \frac{F_{fr}}{P_a}$$

$$F_{fr} = \text{Fuerza de fricción} = C_{fs} \times R$$

Donde:

$$C_{fs} = \text{coeficiente de fricción} = 0,90 \times \tan(\phi) = 0,90 \times \tan(30) = 0,519$$

$$R = \text{peso total de la estructura} = 4116,62 \text{ Kg.}$$

Sustituyendo valores:

$$F_{fr}=0,519 \times 4\,116,62=2\,136,52$$

$$F_{sd}=\frac{F_{fr}}{P_a}=\frac{2\,136,52}{89,80}=2,38>1,5 \text{ si cumple}$$

Verificación de presión máxima y mínima sobre el suelo

$$P_{max} > V_s$$

$$P_{min} > 0$$

Sacando coordenadas de la resultante

$$X = \frac{M_r - M_{act}}{R} = \frac{2\,291,55 - 939,69}{4\,116,62} = 0,33$$

Excentricidad (e)

$$e = \frac{\text{base}}{2} - x = \frac{0,80}{2} - 0,33 = 0,07$$

$$P_{max} \text{ y } P_{min} = \frac{R}{B} \pm \frac{6Re}{B^2}$$

Factorizando B se obtiene:

$$P_{max} = \frac{R}{B} \times \left(1 \pm \left(\frac{6e}{B}\right)\right)$$

$$P_{max} = \frac{4\,116,62}{0,80} \times \left(1 + \frac{6 \times 0,07}{(0,80)^2}\right) = 8\,522,68 < 15\,000 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_{min} = \frac{4\,116,62}{0,80} \times \left(1 - \frac{6 \times 0,07}{(0,80)^2}\right) = 1\,768,86 > 0$$

2.2.10.4. Red de distribución

Para diseñar la red de distribución, se utilizó el método de redes abiertas debido a que las viviendas se encuentran dispersas; se tomará en cuenta que el análisis de redes abiertas, es similar al de la conducción de la sección 2.2.10.2, por lo que en esta sección solo se especificará el resumen del cálculo de un ramal ya que el procedimiento es el mismo.

Teniendo en cuenta para el diseño las siguientes consideraciones:

- El diseño se hará utilizando el caudal máximo horario (Q_{mh}), con su respectivo factor hora máximo, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.
- Para el chequeo de redes, debe tomarse en cuenta lo siguiente:
 - El caudal que entra es igual al caudal que sale, en cada nudo.
 - La presión dinámica estará entre 10 y 40 mca. Excepto en puntos donde
 - exista poco desnivel, se puede tener un mínimo de 6 mca.
 - Caudal unitario de vivienda = $Q_{mh} / \text{No. viviendas}$
 - Presión mínima en los nudos 10 mca
 - Caudal instantáneo = $Q = \sqrt{K(n-1)}$; donde $k = 0,15$ si $n \leq 55$,
 - $k = 0,20$ si $n \geq 55$, y $n =$ número de viviendas en cada tramo.

Considerado el número de viviendas a abastecer en cada ramal, se calcula el caudal de consumo y el caudal instantáneo, utilizando el mayor de los dos y mediante el criterio de continuidad, se determina el caudal de distribución en cada punto. Ver cuadro de resumen del cálculo hidráulico del anexo.

Tabla XII. **Cálculo de línea de distribución**

De	A	Diam.	Vel.	(Hf)	Cota	Cota	P.	P.
		Diseño	(m/s)	Mts.	De terreno	Piez.	Dinam.	Estát.
		(pulg)						
E 0	E3	1"	1,28	6,46	459	473,54	14,54	21

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

2.2.10.5. Sistema de desinfección

Se utilizará un alimentador automático de tricloro, instalado en serie con la tubería de conducción, a la entrada del tanque de distribución.

La cantidad de litros que se tratarán a través del sistema, será el caudal de conducción durante un día. Este caudal es de 0,4645 l/s, haciendo un total de 40 133 litros diarios.

Las tabletas de tricloro son una forma de presentación del cloro: pastillas de 200 gramos de peso, 3 pulgadas de diámetro, por 1 pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90 por ciento y 10 por ciento de estabilizador. La velocidad a la que se disuelve, es de 15 gramos en 24 horas. Para determinar la cantidad de tabletas al mes, para clorar el caudal de conducción, se hace mediante la fórmula para hipocloritos:

$$G = \frac{C \times M \times D}{\%Cl}$$

Donde:

- G = Gramos de tricloro
- C = Miligramos por litro deseados
- M = Litros de agua a tratarse por día

D = Número de días
%CL = Concentración de cloro

La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0,07 por ciento y 0,15 por ciento, éste depende del caudal a tratar, para este proyecto (0,4645 l/s = 40 133l/día) se utilizará un valor del 0,1 por ciento, por lo que se tiene:

$$G = (0,001 \times 40\ 133\text{ lts/día} \times 30\text{ días})/0,9$$
$$G = 1\ 337,76 \text{ gramos}$$

Cantidad tabletas = 1 337,76 grs / 200 grs = 6,68 tabletas/mes
Lo cual significa que se necesitan 7 tabletas mensuales.

2.2.10.6. Obras de arte

Las obras de arte son elementos indispensables para el buen funcionamiento del sistema de agua potable y los cuales se describen a continuación.

- Caja rompe presión: La caja disipa la presión en el instante en que el agua tiene contacto con la atmósfera y disminuye su velocidad, al haber un cambio drástico de sección hidráulica. Rompe o alivia la presión en la línea de conducción o red de distribución, en este caso es en la línea de conducción.
 - Para este proyecto solo se colocará una caja rompe presión en la estación 1+640, ver plano en el anexo.

2.2.10.7. Válvulas

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

- Válvulas de limpieza: Son aquellas que se usan para extraer todos los sedimentos que se pueden acumular en los puntos bajos de las tuberías, se deben colocar únicamente en la línea de conducción ya que en la red de distribución, los grifos realizan esta función.
 - Se colocaron 2 en la red de distribución, una en la estación (E-4b) y la segunda en la estación (E-7) ver planos en anexos.
- Válvulas de aire: Las líneas por gravedad tienen tendencias a acumular aire en los puntos altos. Cuando se tienen presiones altas, el aire tiende a disolverse y continua en la tubería hasta que es expulsado, pero en los puntos altos de relativa baja presión, el aire no se disuelve creando bolsas que reducen el área útil de la tubería. La acumulación de aire en los puntos altos, provoca una reducción del área de flujo del agua y consecuentemente se produce un aumento de las perdidas y una disminución del caudal. A fin de prevenir este fenómeno, deben utilizarse válvulas ubicadas en todos los puntos altos, que permitirán la expulsión de aire y la circulación del caudal deseado. En el proyecto se utilizaron válvulas de $\frac{3}{4}$ pulgada.

- Se colocaron 2 en la línea de conducción, una en la estación 0+330,67 (E-4) y la segunda en la estación 0+761,54 (E-9) ver planos en anexos.
- Válvulas de control: Estas válvulas tienen la función de abrir o cerrar el paso del agua. Se colocó una en la estación E- 0 de la red distribución.

2.2.10.8. Conexiones domiciliarias

Éstas se construirán inmediatas al cerco de las propiedades, con el objetivo de que el costo de las conexiones sea lo más bajo posible, debido a la variación de estas longitudes y para efectos de presupuesto, se asignaron tres tubos de PVC de ½" por cada conexión domiciliar, cada conexión está compuesta por: chorro de ½", codos de 90° y llave de paso, ver detalle en planos.

2.2.11. Administración, operación y mantenimiento

Esta etapa es de suma importancia y debe considerarse prioritaria, ya que ningún sistema de agua potable puede funcionar por sí mismo, ni funcionar adecuadamente si se opera de manera inadecuada; por otra parte su mantenimiento es indispensable. Por tal razón se pretende que funcione un comité para resolver de manera inmediata, la mayoría de los problemas técnicos, operativos y administrativos, que se presenten durante el servicio.

- Administración: El comité debidamente organizado, es el encargado de velar por el uso adecuado del sistema y de racionar equitativamente el suministro, en caso de emergencia. Así mismo debe dirigir al encargado del mantenimiento preventivo y correctivo del sistema e implementar los

mecanismos de seguridad adecuados, que estén a su alcance para evitar actos de vandalismo contra el sistema y perjuicio de los usuarios.

- El comité debe efectuar el cobro de la tarifa, en la fecha estipulada; dicha tarifa incluye ingresos para cubrir gastos administrativos, reparaciones, cambios y mejoras en el sistema. Además tiene a su cargo llevar el registro de los usuarios conectados al sistema y otorgar nuevos derechos de conexión, sin rebasar la capacidad del sistema, para ello debe elaborarse un reglamento interno, esta actividad se recomienda que sea supervisada por la comunidad.
- Para que la administración sea funcional, la comunidad tiene que estar en completo acuerdo con los diferentes elementos que intervienen o que componen la misma, por lo que el comité, debe fijar la tarifa y los reglamentos sobre el uso del agua, dicho acuerdo debe avalarse en una asamblea comunitaria.
- Operación y mantenimiento: el encargado del funcionamiento, debe ser un fontanero asalariado, que realizará inspecciones periódicas a todos los componentes físicos del sistema, para garantizar su funcionamiento.
 - Entre las actividades más comunes del fontanero están: detectar posibles fugas, efectuar reparaciones necesarias, alimentación y limpieza del sistema de desinfección, mantener limpia las unidades de maleza y velar por el buen funcionamiento de todas las obras complementarias.

2.2.12. Propuesta de tarifa

Un sistema de agua potable no es solamente la fase de construcción, se le debe dar una operación y un mantenimiento adecuado, para garantizar la sostenibilidad del mismo durante el período para el que a sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo y cuando así lo amerita también correctivo; dichos recursos sólo pueden obtenerse a través del pago mensual de una tarifa que cada una de las viviendas deberá cancelar.

- Costo de operación (O): representa el pago mensual al fontanero por revisión de tubería, conexiones domiciliarias, mantenimiento y operación de los sistemas de desinfección.
 - El salario mensual del fontanero es de Q 750.00, dato proporcionado por la Oficina Municipal de Planificación.
- Costo de mantenimiento (M): este costo se utilizará para la compra de materiales del proyecto cuando sea necesario mejorar o sustituir los que estén instalados. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto presupuestado, dentro del período de diseño.

$$M = (0,004 \times \text{Costo-proyecto})/21 = (0,004 \times \text{Q}218\,478,66)/21 = \text{Q}41,61/\text{mes}$$

- Costo de tratamiento (T): este será el que se requiere para la compra y mantenimiento del método de desinfección, gasto mensual.

$$T = \text{Costo tableta en gramos} \times \text{Número de tabletas a utilizar en un mes}$$

$$T = \text{Q}30/\text{tableta} \times 7 \text{ tabletas} = \text{Q}210/\text{mes}$$

- Costo de administración (A): representa el fondo que servirá para gastos de administración del sistema, se estima un 15 por ciento de la suma de los anteriores.

$$A = 0,15 \times (O+M+T) = 0,15 \times (750+41,61+210) = Q150,24/\text{mes}$$

- Costo de reserva (R): Cantidad de dinero dedicada a cualquier imprevisto que afecte al proyecto.

Será del 12 por ciento de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 0,12 \times (O + M + T) = 0,12 \times (Q750+Q41,61+Q210) = Q120,19/\text{mes}$$

- Cálculo de tarifa propuesta (TAR)

$$\text{TAR} = (O + M + T + \text{Admón.} + R)/(\text{No. Viviendas})$$

$$\text{TAR} = (Q750+Q41,61+Q210+Q150,24+Q120,19)/25 = Q50,88$$

$$\text{Tarifa propuesta} = Q 50,00$$

La tarifa será de Q20,00 por servicio mensual según la Oficina Municipal de Planificación.

2.2.13. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de abastecimiento de agua potable se presentan en el anexo, están conformados por: planta de conjunto, planta y perfil de línea de conducción y red de distribución, detalle de captación,

planta de densidad de vivienda, planta topográfica, planos estructurales del tanque de distribución, detalles domiciliarios y de válvulas.

2.2.14. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se integró a base de precio unitario, utilizando como base los precios de los materiales que se manejan en el área, los salarios se tomó en base a los proporcionados por la Oficina Municipal de Planificación y el factor de indirectos de un 35 por ciento.

Tabla XIII. **Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable**

Proyecto	Diseño de agua potable				
Ubicación	Aldea Los Encuentros, San José La Arada				
Departamento	Chiquimula				
Fecha	Noviembre del 2011				
No.	Renglón / descripción	unidad	cantidad	precio unitario	sub-total
1	línea de conducción 3329 ml	ML	3471		
1,1	tubería de 1" -. norma astm 3034 160psi	ML	3329	Q 36,03	Q119 943,87
1,2	tubería de 1" -. norma astm 3034 250psi	ML	142	Q 40,00	Q 5 680,00
2	tanque de almacenamiento de 10 m ³	1	1	Q40 011,45	Q 40 011,45
3	línea de distribución	ML	291		
3,1	tubería de 1" -. norma astm 3034 160psi	ML	108,22	Q 27,35	Q 2 959,82
3,3	tubería de 3/4"-. norma astm 3034 160psi	ML	182,84	Q 24,45	Q 4 470,44
4	hipoclorador	Unidad	1	Q 6 084,22	Q 6 084,22
5	conexiones domiciliarias	Unidad	25	Q 648,57	Q 16 214,25
6	válvula y caja para válvula	Unidad	9	Q 1 349,48	Q 12 145,32
7	captación	Unidad	1	Q10 969,29	Q 10 969,29
	Costo total del proyecto				Q218 478,66

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

2.2.15. Evaluación socio-económica

En general, los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable tienen un gran componente social, el cual da un enfoque para el análisis de su evaluación en este sentido, deben entonces considerarse los efectos indirectos y de valorización social, de costo beneficio que conlleva su instalación y manejo. Sin embargo, una evaluación económica del proyecto ofrece indicadores de viabilidad para su realización.

La evaluación de proyectos, por medio de métodos matemáticos y financieros, es de utilidad para conocer la rentabilidad que generarán. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno, que se describen a continuación.

2.2.16. Evaluación de impacto ambiental

- Localización del proyecto: la aldea Los Encuentros, se localiza a una distancia aproximada de 1 kilómetro, al oeste de la cabecera municipal de San José “La Arada”, Chiquimula.
- Descripción del proyecto: el proyecto consiste en la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, para la aldea Los Encuentros, municipio de San José La Arada, Chiquimula.

- Características generales del proyecto:

Longitud del proyecto: 3 678,30 metros

Tipo de sistema: por gravedad

Período de diseño: 21 años

Aforo: 0,90 lts/seg.

Dotación: 100 lts/hab./día

Población actual: 144 habitantes

Población futura: 223 habitantes

Costo del proyecto: Q 218 478,66

Tiempo aproximado de ejecución: 4 meses

- Área y situación legal del terreno: el área de influencia del proyecto es de aproximadamente 3 km², es montañosa, boscosa, existen áreas de cultivo de maíz y frijol, las viviendas están en la red de distribución, no presenta problemas legales debido a que los vecinos compraron el nacimiento a la aldea Tashán, y los permisos de los derechos de paso de tubería.
- Los trabajos necesarios para la preparación del terreno: Limpieza y chapeo, manejo y disposición final de los desechos sólidos, provenientes de la limpieza, chapeo, excavación y compactación o consolidación del terreno.
- Uso de recursos naturales del área: agua de los nacimientos y suelo proveniente de las excavaciones.
- Sustancias o materiales que serán utilizados: cemento, hierro, arena, piedra, grava, tubería de PVC y pegamento.
- Impacto ambiental que será producido:

- Residuos y/o contaminantes que serán generados: dentro de los residuos generados, se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas y otros.
- Emisiones a la atmósfera: el componente atmosférico, se verá impactado por actividades como el acarreo de material, durante la realización de esta actividad se generan partículas de polvo, los cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área de influencia directa.
- Descarga de aguas residuales: el manejo inadecuado de excretas, provenientes de los campamentos y de otras áreas de trabajo puede generar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua.
- Sitios arqueológicos: es importante como objetivo fundamental para este factor, determinar si existen vestigios arqueológicos en la zona de influencia del proyecto, tratándose de comunidades indígenas con alto interés cultural para la sociedad guatemalteca.
- Desechos sólidos: dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen, los residuos del material de excavación, construcción y operación del sistema, además se tendrán desechos producto de los trabajadores, entre otros.
- Ruidos y/o vibraciones: los impactos ambientales por ruido se dan, principalmente, por la utilización de herramienta y equipo, durante la fase de preparación del terreno y durante la fase de construcción del

sistema. El ruido puede resultar perjudicial para la fauna, trabajadores y pobladores de las comunidades aledañas al proyecto.

- Contaminación visual: una mala selección del sitio, donde se instale el campamento o donde se deposite el material de desperdicio, puede ocasionar alteraciones al paisaje, además se tendrá actividades propias del proyecto, como la remoción de la cobertura vegetal, presente a la orilla de la zanja donde va a pasar la tubería.
- Medidas de mitigación: residuos y/o contaminantes que serán generados: la maquinaria y equipo deben tener filtros, para reducir la emanación de contaminantes, durante el transporte de materiales, deben cubrirse con lona, para evitar la dispersión de partículas de suelo a lo largo del trayecto de acarreo, esto evitará malestar a los pobladores que se encuentran a la orilla del tramo en construcción.
 - Otro aspecto importante que deberá tomarse con especial cuidado, es el mantenimiento de la carretera de acceso a la comunidad, con los contenidos de humedad adecuados para evitar el polvo, todo el personal que labora en el campo deba equiparse con mascarillas para evitar infecciones respiratorias.
- Descarga de aguas residuales: se recomienda que en los campamentos se instalen letrinas o en su defecto fosas sépticas, mismas que deberán ser ubicadas lejos de los causes o fuentes de agua, evitando que tengan contacto con la capa freática, estas deberán ser en número proporcional de 1 servicio por cada 10 personas.

- Descarga de lubricantes: es conveniente que para el tratamiento de los lubricantes, se construya una fosa de captación para este tipo de residuos, en el área de campamento, estos posteriormente deberán ser recolectados y depositados en toneles de metal, para trasportarlos a áreas de reciclaje.
- Sitios arqueológicos: realizar un reconocimiento y levantamiento de información detallada, para determinar la presencia de sitios arqueológicos, o que sean de alto interés cultural, en cuanto a la presencia de sitios de carácter histórico, deberá realizarse en conjunto con el Instituto de Antropología e Historia —IDAEH-.
- Desechos sólidos: en lo que respecta al material de excavación, deberá analizarse si puede ser reciclado para una pronta reincorporación, ya que disminuirá la explotación de canteras y se evitará la utilización de áreas para su disposición. En lo que respecta a los repuestos, neumáticos entre otros, deberán ser recolectados en el campamento y llevarlos a sitios donde puede ser reciclado o utilizados para alguna labor industrial, pero no deberán ser ubicados a lo largo del tramo en construcción, ni en vertederos clandestinos y municipales.
- Ruidos y/o vibraciones: la maquinaria, herramienta y equipo a utilizar, debe encontrarse en buenas condiciones de funcionamiento, para minimizar las emisiones sonoras, además deberá equiparse a todo el personal de campo, con el equipo de protección especial. Se recomienda desarrollar los trabajos únicamente en jornada diurna, se considera que este impacto es de duración temporal, ya que el mismo se presenta durante el tiempo de ejecución de la obra.

- Contaminación visual: el área de campamento deberá ubicarse, de preferencia, en sitios donde no se afecten las cuencas visuales, o bien donde se tengan cortinas vegetales para favorecer el impacto visual.
 - La ubicación de los bancos de material, será determinante para este factor, ya que debido a las condiciones topográficas, una mala selección de estos sitios, afectará el paisaje del lugar, por lo que se recomienda al finalizar las labores de extracción de material, nivelar el terreno y posteriormente reforestar con especies arbóreas del lugar.
- Áreas protegidas: se deberá evitar la intervención en las áreas cercanas al área boscosa, principalmente con actividades como: explotación de bancos de material y sitios para el depósito de desperdicio, deberá evitar la tala inmoderada de árboles, ya que esto afectará los nacimientos.

Es conveniente que las medidas de mitigación propuestas en el estudio, sean compatibles con el área en mención, como la reforestación, sembrando árboles nativos, para no introducir especies exóticas al área.

El complemento lógico y deseable de un estudio de análisis de impacto ambiental es la vulnerabilidad, la ejecución de las medidas de prevención y mitigación, para corregir las debilidades encontradas.

Por ello, es muy importante que la formulación de recomendaciones técnicas y la estimación de los costos, de las medidas de mitigación, formen parte del propio estudio de vulnerabilidad. Algunas de esas medidas de mitigación serán complejas técnicamente, requerirán estudios adicionales sobre diseños de ingeniería y estimación de costos.

CONCLUSIONES

1. La construcción del sistema de abastecimiento de agua potable dará solución a la problemática del agua potable en la aldea Los Encuentros, reduciendo las enfermedades gastrointestinales e infecciosas por consumo de agua contaminada. Con el proyecto se beneficiará a 25 familias con el vital líquido recibéndolo en cantidad suficiente y libre de bacterias, con lo que se logra mejorar la calidad de vida de los pobladores, durante los próximos 21 años, por lo que la Municipalidad de San José La Arada conjuntamente con el COCODE gestionen el presupuesto correspondiente para llevarlo a la realidad en el menor tiempo posible.
2. Con la construcción del sistema de alcantarillado sanitario en la colonia El Mirador se logrará beneficiar a un total de 413 habitantes con la adecuada evacuación de las aguas negras, dar tratamiento a las mismas, detener la contaminación del suelo y los cuerpos de agua, un entorno saludable y libre enfermedades gastrointestinales e infecciosas que se puedan producir por el contacto directo con aguas contaminadas, con lo que se logra mejorar la calidad de vida de los pobladores, durante los próximos 35 años, por lo que la Municipalidad de San José La Arada conjuntamente con el COCODE gestionen el presupuesto correspondiente para llevarlo a la realidad en el menor tiempo posible.
3. El Ejercicio Profesional Supervisado es una herramienta de gran valor para el estudiante ya que da la oportunidad de desempeñar un puesto de gran importante dentro de una corporación Municipalidad de la mano de profesionales como lo son los asesores, dispuestos a solucionar con el

estudiante cualquier problemática que se presente, por lo que es de gran importancia que las autoridades de la Facultad de Ingeniería impulsen y promuevan el Ejercicio Profesional Supervisado.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San José La Arada

1. Implementar programas de capacitaciones hacia la población, sobre la importancia de los árboles y las consecuencias de la tala de estos, en las áreas cercanas a los nacimientos de agua.
2. Asegurar la implementación de operación y mantenimiento preventivo y correctivo en ambos proyectos, ya que éstas inciden en el buen funcionamiento, durante el período para el que fueron diseñados.
3. Garantizar la supervisión técnica en la ejecución de ambos proyectos, a través de la Oficina Municipal de Planificación (OMP), para que se cumplan con las especificaciones técnicas contenidas en los planos, obteniendo así mayor eficiencia y calidad de ambos proyectos.
4. Colaboración de la comunidad con los trabajos de limpieza y chapeo del área donde se construirá el drenaje, trabajos de excavación manual, retiro de material inapropiado, entre otros
5. Se recomienda a los pobladores, así como a las autoridades del municipio, la participación en las tareas de mitigación del impacto ambiental causado por la construcción de dichos proyectos, con la reforestación de áreas cercanas a los proyectos, el tratamiento adecuado de los desechos recolectados por medio del sistema de drenaje, dándole mantenimiento al

área de fosa séptica prevista para el mismo, la correcta disposición de la basura que se recolecte en ambos proyectos, entre otras actividades.

BIBLIOGRAFÍA

1. COI, Alfonso Mack. *Consideraciones sobre el Diseño de Muros de Mampostería*. Trabajo de graduación del Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1972. 150 p.
2. INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL (INFOM). *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: 2001. 250 p.
3. FERNÁNDEZ LARRAÑAGA, Bonifacio. *Introducción a la mecánica de fluidos*, 2a ed. México: Alfaomega, 1998. 300 p.
4. FRANZINI, Joseph B; FINNEMORE, E. John. *Mecánica de fluidos con aplicaciones en ingeniería*. 9a ed. Madrid: McGraw-Hill, 2000. 285 p.
5. HUGHES, William F.; BRIGHTON, John A. *Teoría y problemas de dinámica de fluidos*. Cali: Norma 1970. 500 p. Serie de Compendios Schaum.
6. *Reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI 318-05) y comentarios*. México: Limusa 1995. 485 p.
7. STREETER, Victor L; WYLIE, E. Benjamin; BEDFORD, Keith W. *Mecánica de fluidos*, 9a ed. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill, 1999. 840 p.

ANEXOS

Anexo 1. Memoria de cálculo hidráulico de la línea de conducción del sistema de agua potable.

De	Hasta	Distancia	Distancia acumulada	Diferencia de nivel	Cota	Caudal Q(l/s)
	0+00				676	
0+00	1+848	1848,32	1848,32	108	568	0,4645
1+848	3+229	1380,80	3229,12	51,19	516,81	0,4645
3+229	3+239	100,26	3329,38	36,81	480	0,4645

De	Hasta	Diámetro Sugerido	Diámetro interno	Diámetro nominal	Presión de trabajo	Pérdida de carga
	0+00					
0+00	1+848	0,924	1,195	1 "	PVC 160	30,52
1+848	3+229	1,015	1,195	1 "	PVC 160	22,80
3+229	3+239	0,634	0,926	1"	PVC 160	5,73

De	Hasta	Pérdida acumulativa	Velocidad (m/s)	Cotas del terreno	
				Co	Cf
	0+00				
0+00	1+848	30,52	0,642	676	568
1+848	3+229	53,33	0,642	568	516,81
3+229	3+239	59,06	1,069	516,81	480

De	Hasta	Cota Piezométrica	Presión Dinámica	Presión Dinámica	Presión Estática
	0+00	676		PSI	
0+00	1+848	645,48	77,48	110,02	108,00
1+848	3+229	545,20	28,39	40,31	51,19
3+229	3+239	539,46	59,46	84,44	65,20

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

Anexo 2. Memoria de cálculo hidráulico de la línea de distribución del sistema de agua potable.

Tramo		Cota topográfica		LONGITUD (m)	No. VIVIENDAS	Q (l/s)	Ø"	Ø" Nom.
EST.	P.O.	INICIAL	FINAL					
E-0	E-3	480	459	108,22	39	0,924662	0,9	1"
E-3	E-3b	459	432	71,49	10	0,237093	0,5	3/4"
E-3	E-6	459	429	111,35	12	0,284511	0,6	3/4"

Tramo		Ø" Int.	Hf (m)	VELOCIDAD (m/s)	COTA PIEZOMETRICA	PRESION ESTÁTICA	PRESION DINAMICA	PRESIÓN DINÁMICA (PSI)
EST.	P.O.							
E-0	E-3	1,195	6,46	1,28	473,54	21,00	14,54	20,6455881
E-3	E-3b	0,926	1,19	0,55	472,35	41,54	40,35	57,2946445
E-3	E-6	0,926	2,60	0,65	470,94	44,54	41,94	59,5538292

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

Anexo 3. Memoria de cálculo diseño de alcantarillado sanitario Colonia El

Mirador

	longitud (mts.)	S% Terreno	Población	
			No. Casas LOCAL	ACULMULAD
69	80	2,25%	5	5
54	57,84	0,26%	4	9
89	32,16	-1,09%	2	11
04	60,25	1,41%	4	15
51	76,4	0,69%	4	19
23	83,35	0,34%	5	24
99	93,28	1,33%	5	29
29	56,22	3,93%	10	10
15	33,78	12,26%	5	15
15	57,05	4,28%	6	6
07	15,5	26,32%	2	23
99	15,69	26,00%	2	25
75	46,72	0,51%	2	54
37	56,74	0,67%	3	57
87	43,72	1,14%	2	59
25	50	3,24%	0	59

Continuación anexo 3

Factor de Hammond	Q Diseño (l/seg)	
	Actual	Futuro
1	4,343616651	0,6628171
1	4,278920434	0,32376032
1	4,293344286	0,57602369
1	4,272948418	1,1737582
1	4,2377151	1,4250999
1	4,134002823	1,9211069
1	4,093418014	1,19175174
1	4,049525138	2,4095126
1	4,011064297	3,0109590
1	4,145674939	3,6036875
1	4,28285927	1,2997337
1	4,195317993	0,63846328
1	4,134002823	0,94760018
1	4,2377151	1,9211069
1	4,329418084	0,3872424
1	4,18091592	0,7917280
1	4,057811583	2,8914069
1	4,041453018	1,43351219
1	3,865143009	1,55358217
1	3,24713365	6,4661955
1	3,850972403	3,41815333
1	4,02267146	6,8004048
1	3,84180694	7,0222624
1	3,84180694	3,53179738
1	3,84180694	7,0222624

Continuación anexo 3

HIDRAULICO	V (m/seg)		RELACION d/
	Actual	Futuro	
q/Q			
Futura			
77	0,03209216	0,412664177	0,512115939
81	0,05683081	0,490613743	0,606397934
61	0,06900023	0,517392134	0,642796891
73	0,0930158	0,568152308	0,70257415
102	0,11666334	0,608724668	0,746433377
42	0,14578406	0,649431764	0,800550615
19	0,17448268	0,685969986	0,842455611
13	0,06293027	0,457072536	0,568152308
29	0,03288605	1,175846734	1,455957096
43	0,03833374	0,43672068	0,484058126
95	0,03614671	1,656879201	2,054293063
99	0,03913151	1,702818077	2,103844482
12	0,31307907	0,814796344	0,991656464
152	0,32926076	0,827031231	1,006125242
92	0,34000261	0,835642978	1,013852718
92	0,34000261	0,835642978	1,013852718

Fuente: DMP. municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula

Anexo 4. Informe de análisis muestra control



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"

DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

**Informe de Análisis Muestra(s) Control
de la Unidad de Alimentos**

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

Página 1 de 1

No. del LNS:	APC11-0748	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	PLASTICO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:	-----
Remitente:	DR. LUIS ANTONIO VELARDE CHACON	Fecha de Ingreso:	08/06/2011
Procedencia:	A/S CHIQUIMULA. MUESTRA No. 1 LLENACAN-TARO, QUEBRADA TASHAN, ALDEA LOS ENCUENTROS, SAN JOSE LA ARADA, CHIQUIMULA.	Fecha de Egreso:	21/06/2011

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.73	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Conductividad ⁽¹⁾ :	444.0 µS/cm	-----	< 1,500 µS/cm
Turbiedad ⁽¹⁾ :	2.6 UNT***	5.0 UNT	15.0 UNT
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	< 0.033 mg/L	-----	1 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0.03 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Nitrato (NO ₃)** ⁽¹⁾ :	1.44 mg/L	-----	10 mg/L
Color ⁽¹⁾ :	0.6 u****	5.0 u	35 u
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	76.20 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	23.45 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Dureza ⁽¹⁾ :	272.58 mgCaCO ₃ /L	100.00 mg/L	500.000 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Inga. Mónica Méndez de Maldonado
Supervisora a.i.



Método:

- (1) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.
- (2) Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002
- (3) Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 23.1°C
Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón
* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.
*** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO
DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
CG,SHS/MdeM	CT40-CAS/252

LAR

ÚLTIMA LÍNEA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM.22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.

PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011

E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Anexo 5. Informe de análisis bacteriológico



MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
 DIRECCIÓN DE AREA DE SALUD DE CHIQUIMULA
 LABORATORIO SANEAMIENTO AMBIENTAL
 8ª. Av. 1-66 Zona 1. Chiquimula
 TELEFAX: 7942-0013, 7942-2507, 7942-4702 y 703
 CORREO ELECTRÓNICO: daschiquimula@inteln.net.gt

RESULTADO DEL ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO A 100 ML DE AGUA.

REGISTRO: **8049** No. DE MUESTRA: **014-2011.**

COMUNIDAD: **ALDEA LOS ENCUENTROS**

MUNICIPIO: **SAN JOSÉ LA ARADA**

TIPO DE ACUEDUCTO: **POR GRAVEDAD**

TIPO DE SERVICIO: **LLENACÁNTAROS**

NOMBRE Y TIPO DE FUENTE: **QUEBRADA TASHÁN**

UBICACIÓN DE LA FUENTE: **EN LA MISMA COMUNIDAD**

SITIO DE CAPTACIÓN: **EN LLENACÁNTAROS LA ESCUELA**

FECHA DE CAPTACIÓN: **26-05-2011** HORA DE CAPTACIÓN: **10 : 35**

SERVICIO DE SALUD: **CENTRO DE SALUD SAN JOSÉ LA ARADA**

FECHA DE SOLICITUD: **26-05-2011**

RESPONSABLE: **PROF. WILFREDO PALENCIA CABALLEROS**

CARGO: **INSPECTOR EN SANEAMIENTO AMBIENTAL**

FECHA ANÁLISIS: **27-05-2011**

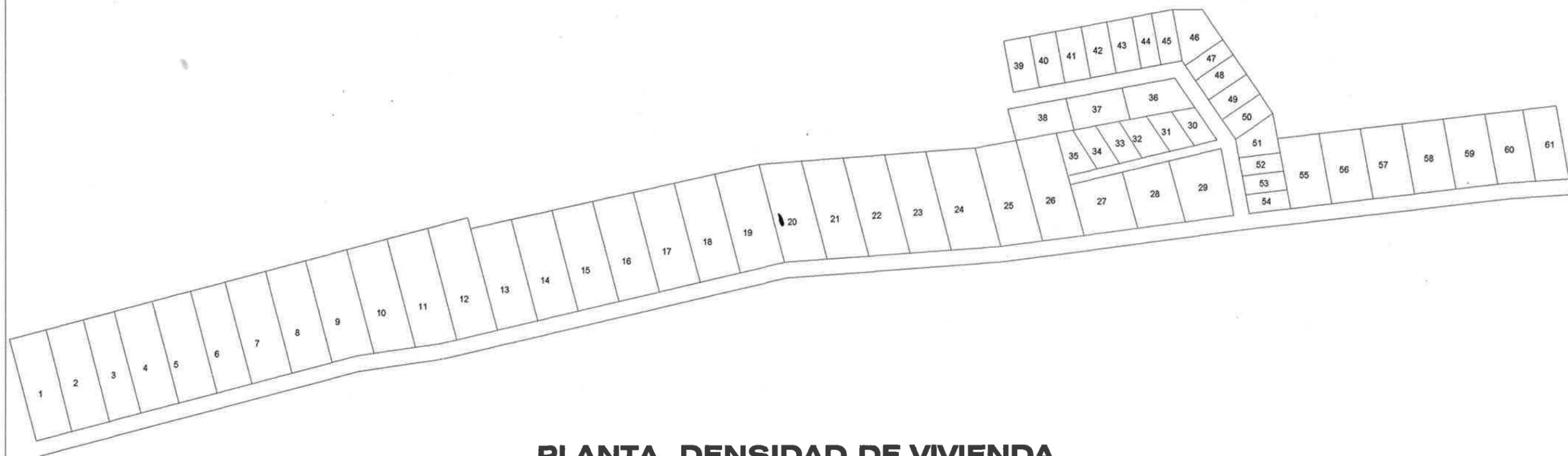
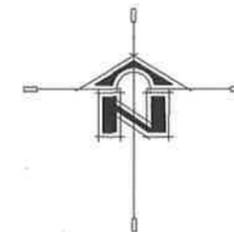
METODOLOGÍA: **MEMBRANAS FILTRANTES**

RESULTADOS: **16 COLONIAS DE BACTERIAS COLIFORMES FECALIS, E. COLI**

COMENTARIOS : **AGUA NO APTA PARA CONSUMO HUMANO CON 2 COLONIAS EL AGUA NO ES APTA SEGÚN LA NORMA COGUANOR NGO 29001 (COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS) Y EL MSPAS.**



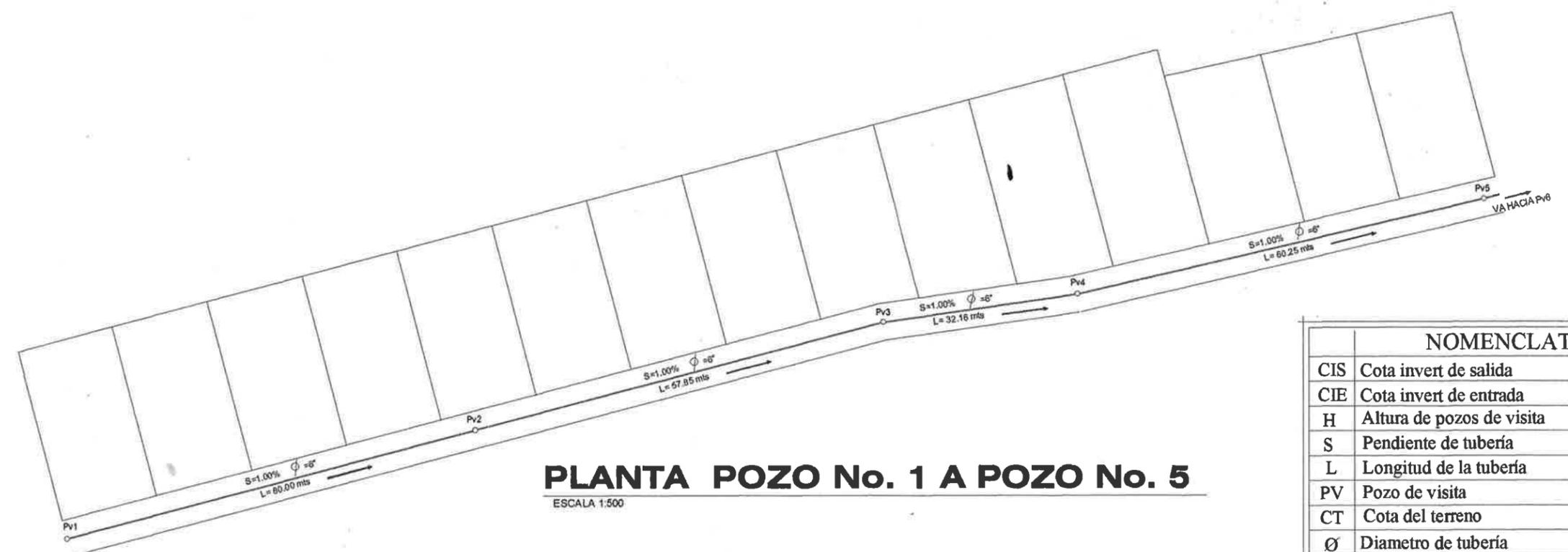
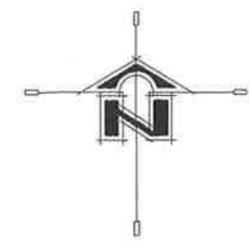
PROF. FERNANDO RUANO GUERRA
 ANALISTA



PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA 1:1000

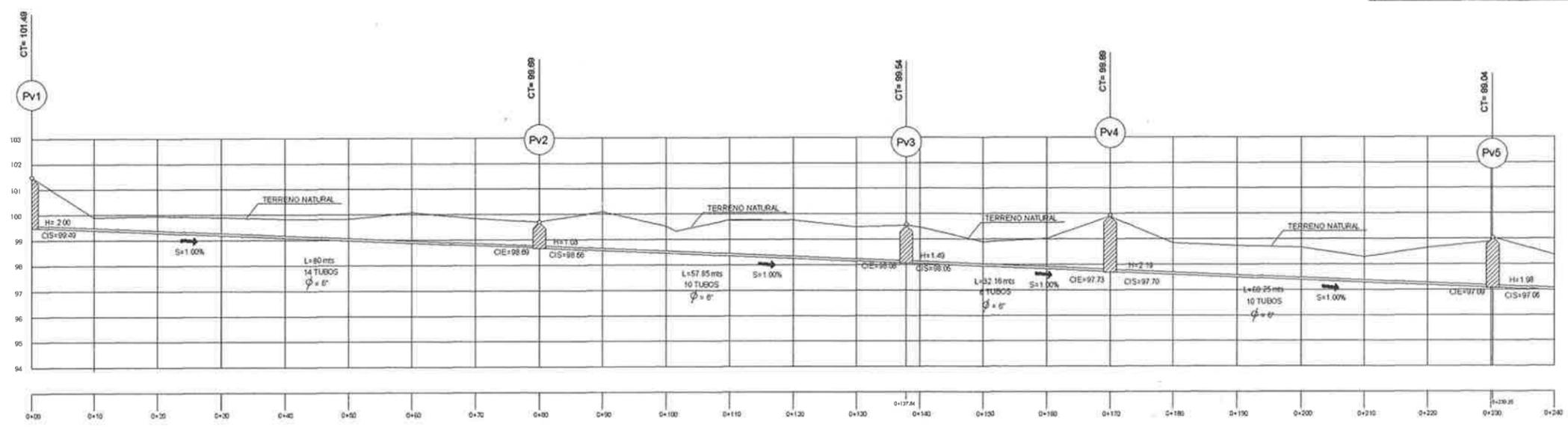
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EMPRESA PROFESIONAL SUPERVISADA	
	PROYECTO: ALcantarillado sanitario ALDEA EL MIRADOR	
asesor(a) supervisor(a) de EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS		
MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE LA ARADA		
Carré 1004-10105		
FECHA: 10/07/2011	HOJA: 1/9	



PLANTA POZO No. 1 A POZO No. 5

ESCALA 1:500

NOMENCLATURA	
CIS	Cota invert de salida
CIE	Cota invert de entrada
H	Altura de pozos de visita
S	Pendiente de tubería
L	Longitud de la tubería
PV	Pozo de visita
CT	Cota del terreno
Ø	Diametro de tubería
➔	Dirección del flujo
Tubería PVC Norma ASTM 3034	



PERFIL DE POZO No.1 A POZO No.5

ESCALA VERTICAL 1:125
ESCALA HORIZONTAL 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPIO DE SAN JOSE LA ARADA
CHIMULLA

PERFIL POZO # 1 A POZO # 5

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE LA ARADA, CHIMULLA

ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS

DARWIN ESPINO

Carné 2004-0100

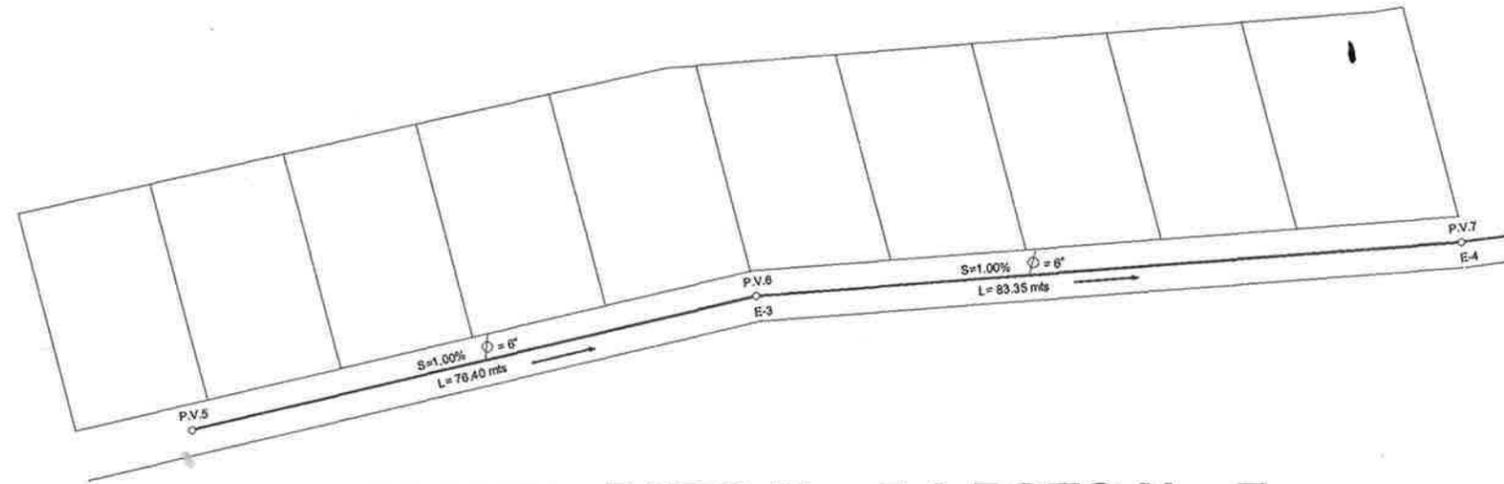
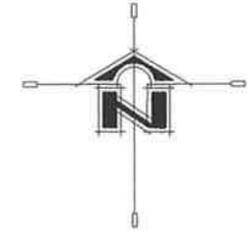
ESCALA: 1:125

FECHA: 2004

AÑO: 2004

DARWIN ESPINO
SUPERVISOR - EPS

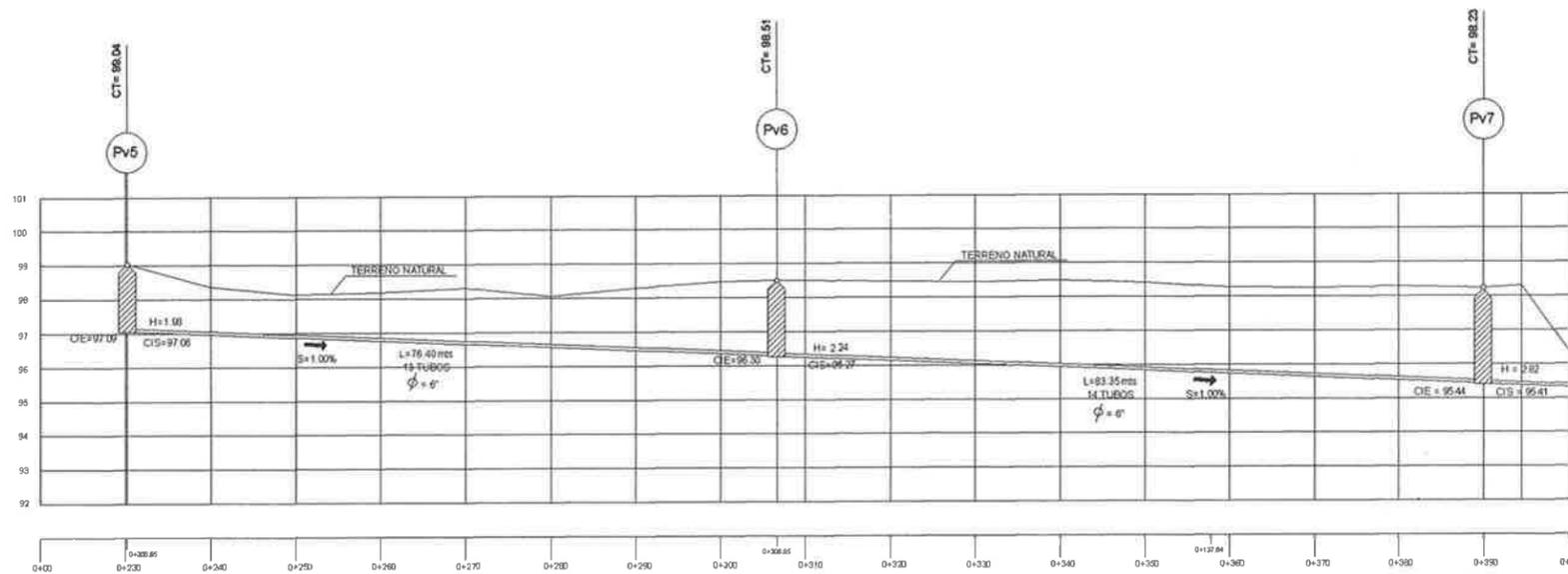
M20A
2
9



PLANTA POZO No. 5 A POZO No. 7

ESCALA 1:500

NOMENCLATURA	
CIS	Cota invert de salida
CIE	Cota invert de entrada
H	Altura de pozos de visita
S	Pendiente de tubería
L	Longitud de la tubería
PV	Pozo de visita
CT	Cota del terreno
∅	Diametro de tubería
➔	Dirección del flujo
Tubería PVC Norma ASTM 3034	



PERFIL DE POZO No.5 A POZO No.9

ESCALA VERTICAL 1:125
ESCALA HORIZONTAL 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

San Carlos de Guatemala, CANTONARIO ALDEA EL MIRADOR
ALCANTARILLADO

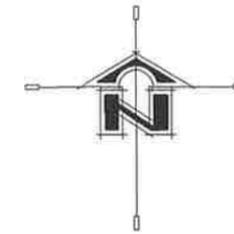
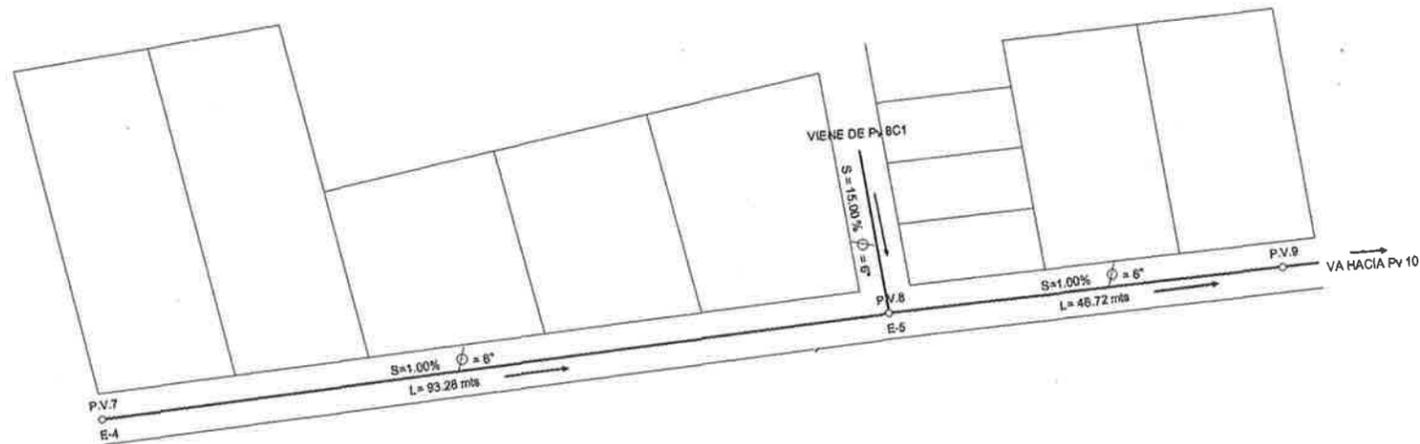
PLANO DE
EPS ASESORIA(SUPERVISORIA) DE EPS
POZO # 5 A POZO # 9

UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS
MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE LA ARADA
CHIMELILLA

FECHA: 2004-02-26
HOJA: 3/9

ESCALA: INDICADA
FECHA: AÑO 2004

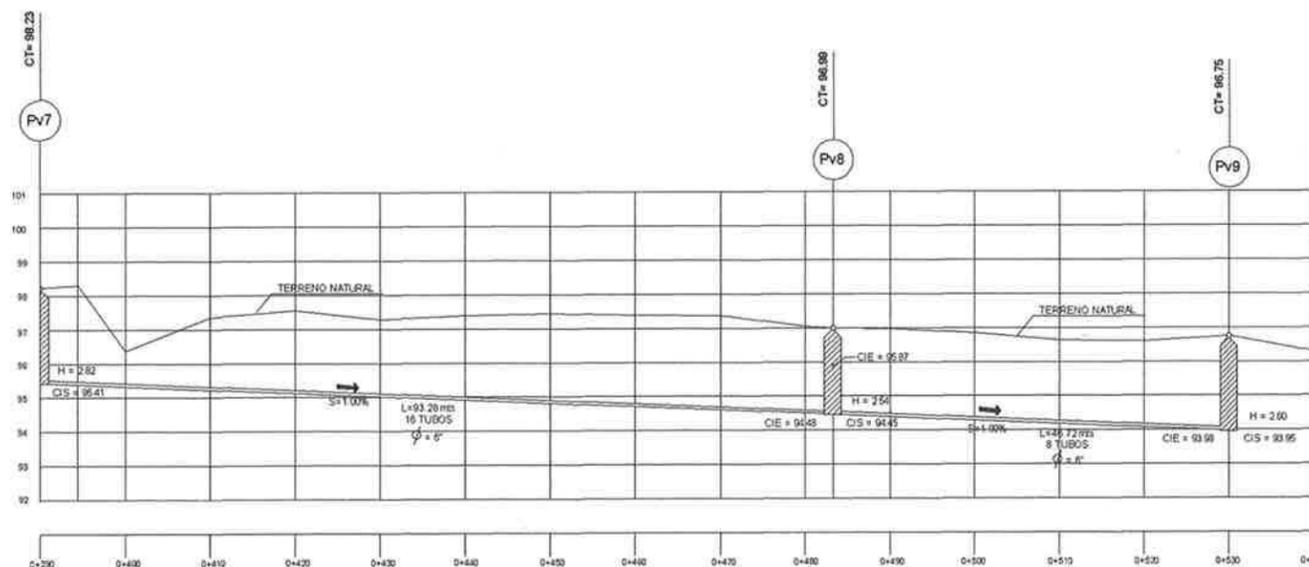
ESPECIALISTA: ESPINO DRENES
SUPERVISOR - SUPERVISOR EPS: DARWIN ESPINO



PLANTA POZO No. 5 A POZO No. 9

ESCALA 1:500

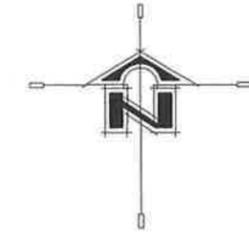
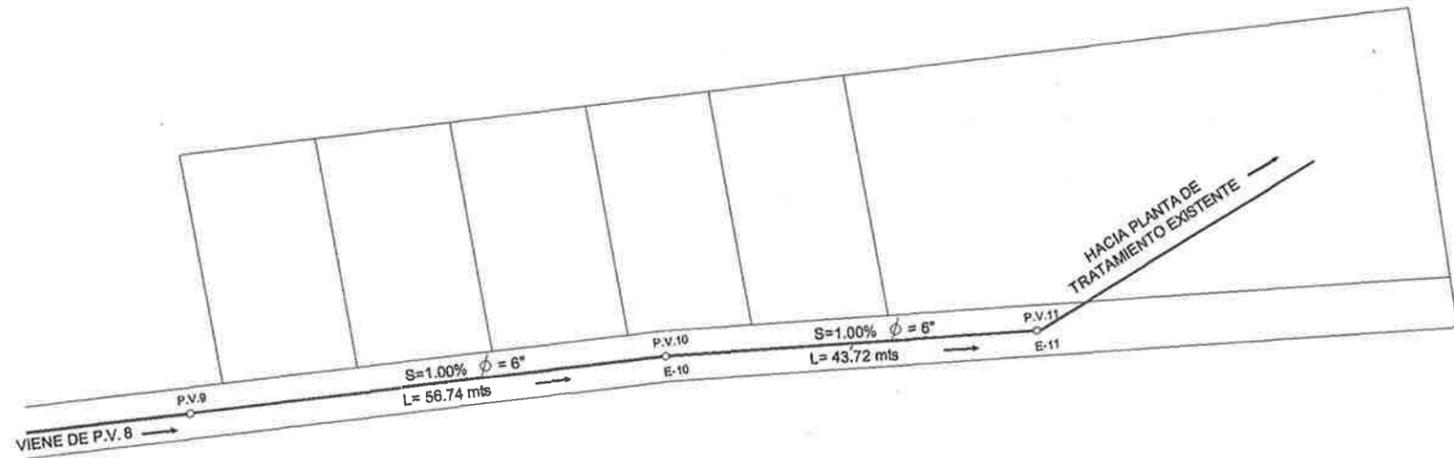
NOMENCLATURA	
CIS	Cota invert de salida
CIE	Cota invert de entrada
H	Altura de pozos de visita
S	Pendiente de tubería
L	Longitud de la tubería
PV	Pozo de visita
CT	Cota del terreno
∅	Diametro de tubería
➔	Dirección del flujo
Tubería PVC Norma ASTM 3034	



PERFIL DE POZO No.5 A POZO No.9

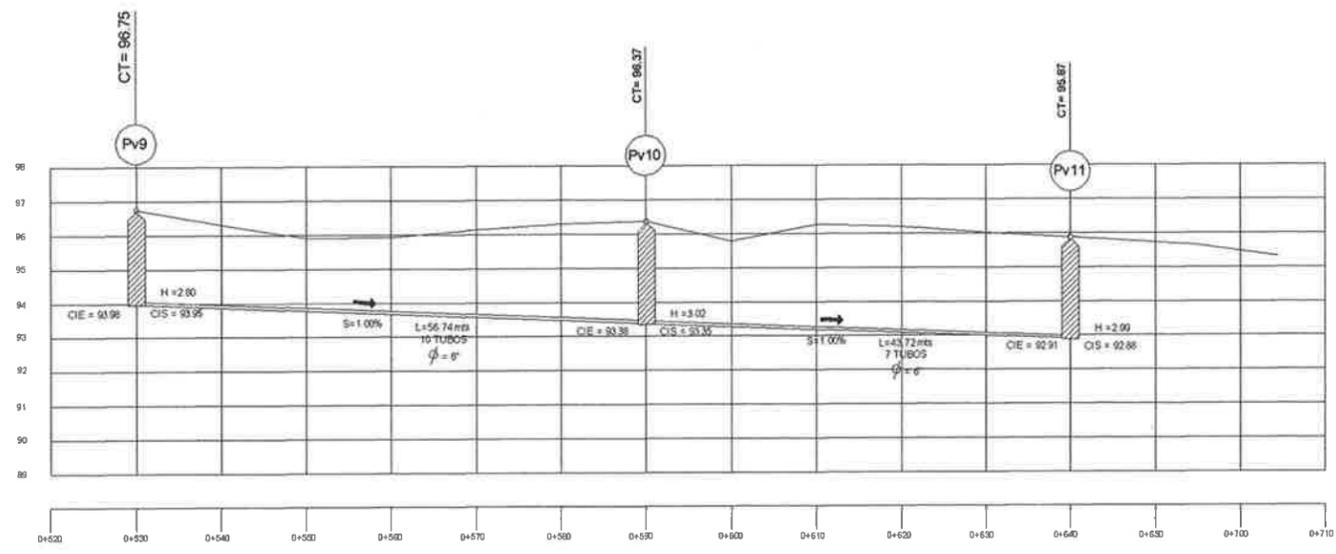
ESCALA VERTICAL 1:125
ESCALA HORIZONTAL 1:500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
de San Carlos de Guatemala SERVICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL MIRADOR POZO No. 5 A POZO No. 9		
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería		
PROFESOR DE: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE LA ARADA GUATEMALA		
INGENIERO DARWIN ESPINO DISEÑO DARWIN ESPINO ESCALA INDICADA FECHA JUNIO 2011	INGENIERO DARWIN ORLANDO ESPINO BRENES VOTO INGENIERO MERCEDES SUPERVISOR - SUPERVISOR EPS	Carné 2004-18188 MQUA A 9



PLANTA POZO No. 9 A POZO No. 11

ESCALA 1:500



PERFIL DE POZO No.9 A POZO No.11

ESCALA VERTICAL 1:125
ESCALA HORIZONTAL 1:500

NOMENCLATURA	
CIS	Cota invert de salida
CIE	Cota invert de entrada
H	Altura de pozos de visita
S	Pendiente de tubería
L	Longitud de la tubería
PV	Pozo de visita
CT	Cota del terreno
Ø	Diametro de tubería
➔	Dirección del flujo
Tubería PVC Norma ASTM 3034	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
SERVICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

San Carlos de Guatemala
PROYECTO
ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL MIRADOR

ASESORIA SUPERVISORIAL DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
PERFIL POZO # 9 A POZO # 11

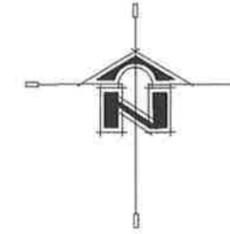
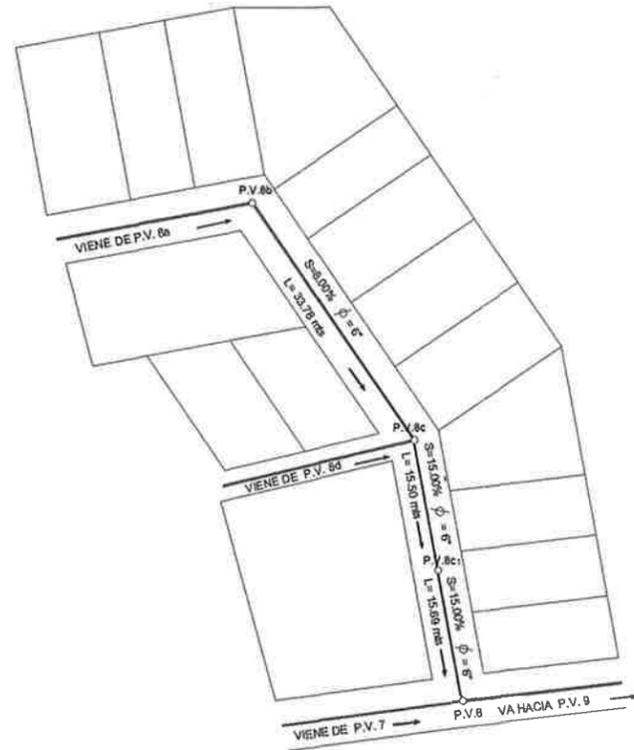
MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE LA ARADA
CHIMULLA

DISEÑADO POR: DANWIN ESPINO
DISEÑADO POR: DANWIN ESPINO BRENES
FECHA: JUNIO 2011

VOTO: *[Signature]*

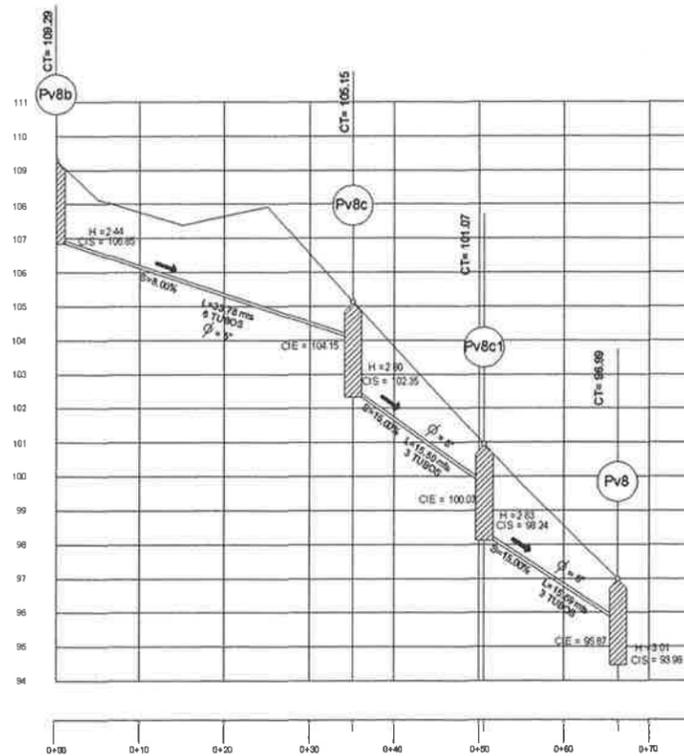
CARR: 2004-2010

HOJA: 5/9



PLANTA POZO No. 8b A POZO No. 8

ESCALA 1:500

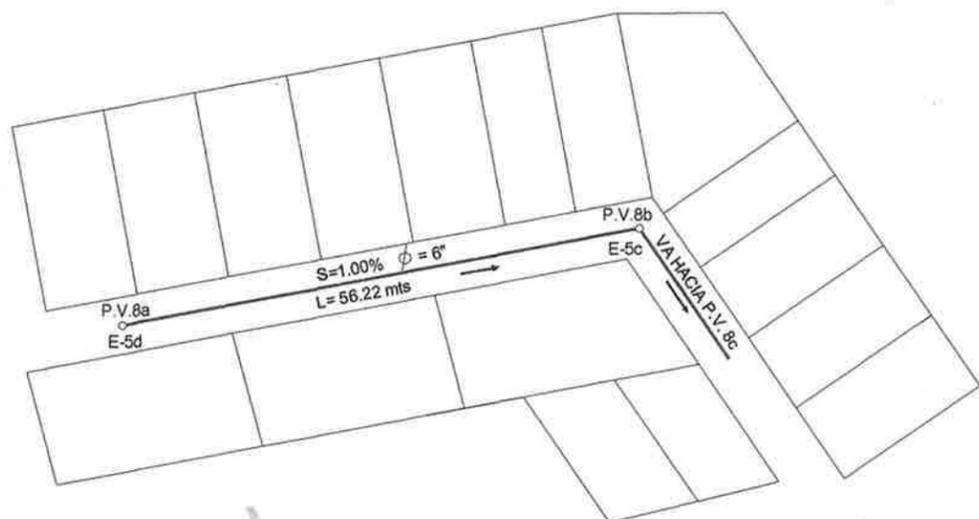
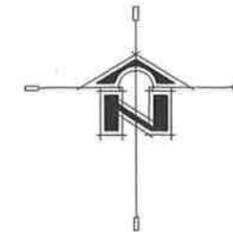


PERFIL DE POZO No. "8b" A POZO No. "8"

ESCALA VERTICAL 1:125
ESCALA HORIZONTAL 1:500

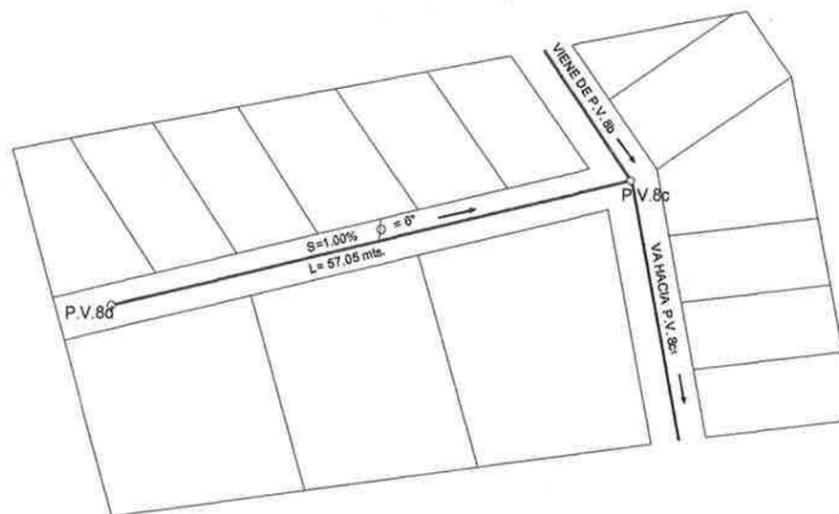
NOMENCLATURA	
CIS	Cota invert de salida
CIE	Cota invert de entrada
H	Altura de pozos de visita
S	Pendiente de tubería
L	Longitud de la tubería
PV	Pozo de visita
CT	Cota del terreno
Ø	Diametro de tubería
➔	Dirección del flujo
Tubería PVC Norma ASTM 3034	

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	de San Carlos de Guatemala ALCANTARILLADO DEL ALDEA EL MIRADOR	
EPS ASESORIA Unidad de	PLANO DE SUPERVISIÓN DE EPS POZOS RAMAL 8 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS CHIGUINLA	
	DISEÑO DARWIN ESPINO	CARRIL 2004-2005
ESCALA INDICADA	FECHA JUNIO 2005	13/21 6/9



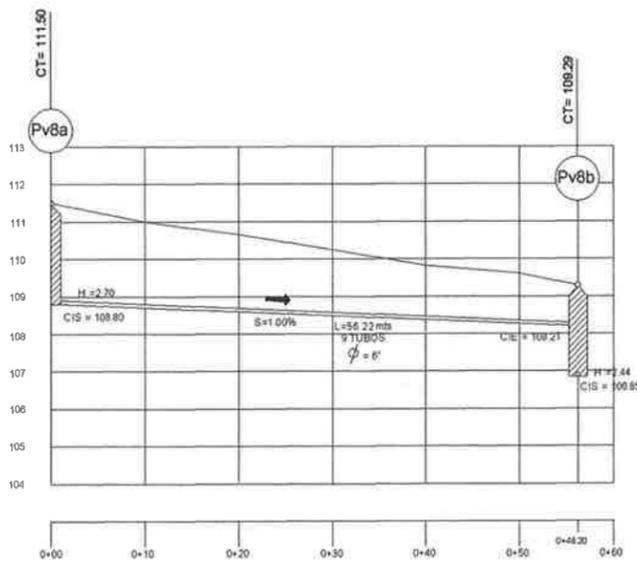
PLANTA POZO No. 8a A POZO No. 8b

ESCALA 1:500



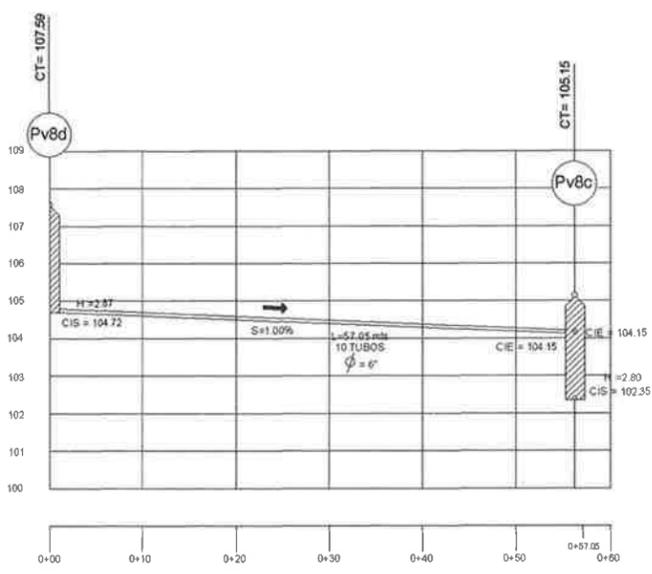
PLANTA POZO No. 8d A POZO No. 8c

ESCALA 1:500



PERFIL DE POZO No. "8a" A POZO No. "8b"

ESCALA VERTICAL 1:125
ESCALA HORIZONTAL 1:500



PERFIL DE POZO No. "8d" A POZO No. "8c"

ESCALA VERTICAL 1:125
ESCALA HORIZONTAL 1:500

NOMENCLATURA	
CIS	Cota invert de salida
CIE	Cota invert de entrada
H	Altura de pozos de visita
S	Pendiente de tubería
L	Longitud de la tubería
PV	Pozo de visita
CT	Cota del terreno
Ø	Diametro de tubería
➔	Dirección del flujo
Tubería PVC Norma ASTM 3034	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

ALCANTARILLO SANITARIO ALDEA EL MIRADOR

PLANO DE POZOS RAMAL B

EPS ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ESPESISTA: DARWIN ESPINOZA

Carné: 2024-02158

FECHA: JUNIO 2024

INDICADA

ESCALA

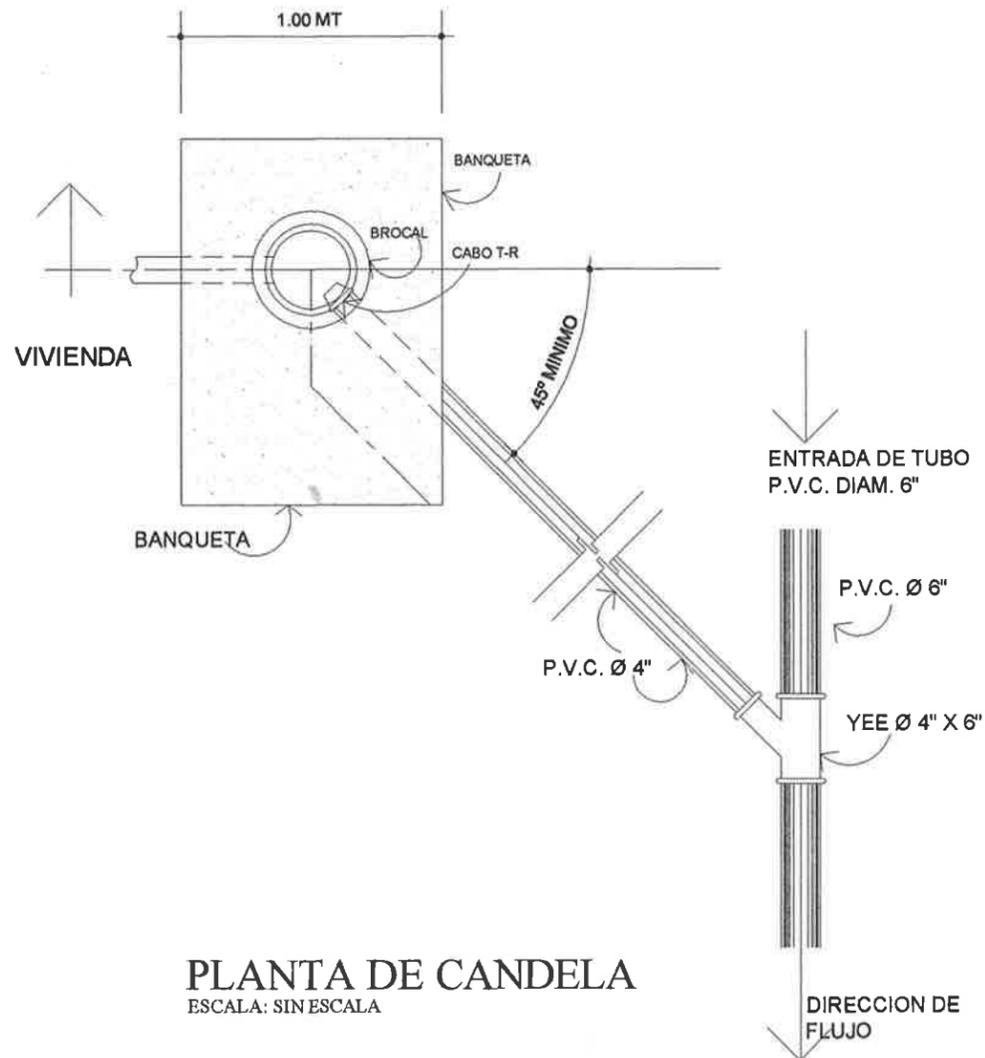
INDICADA

FECHA

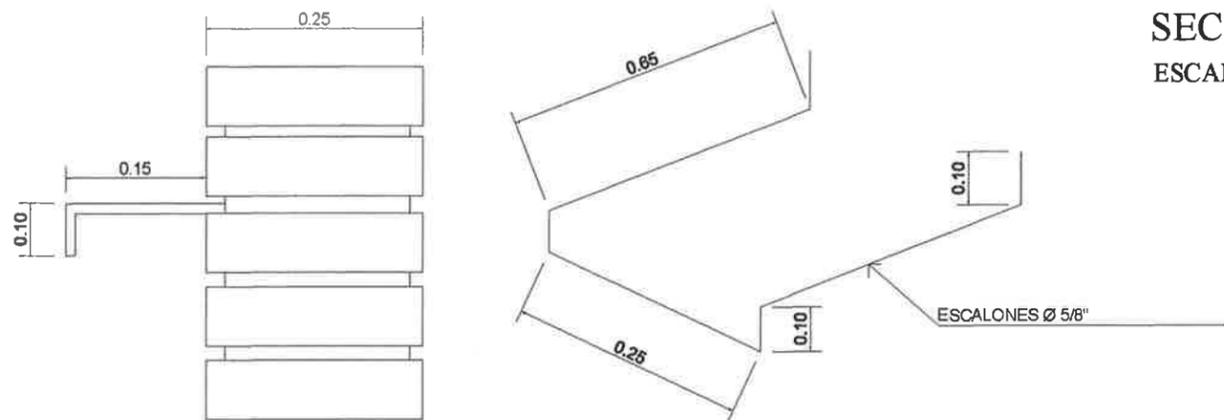
INDICADA

7/9

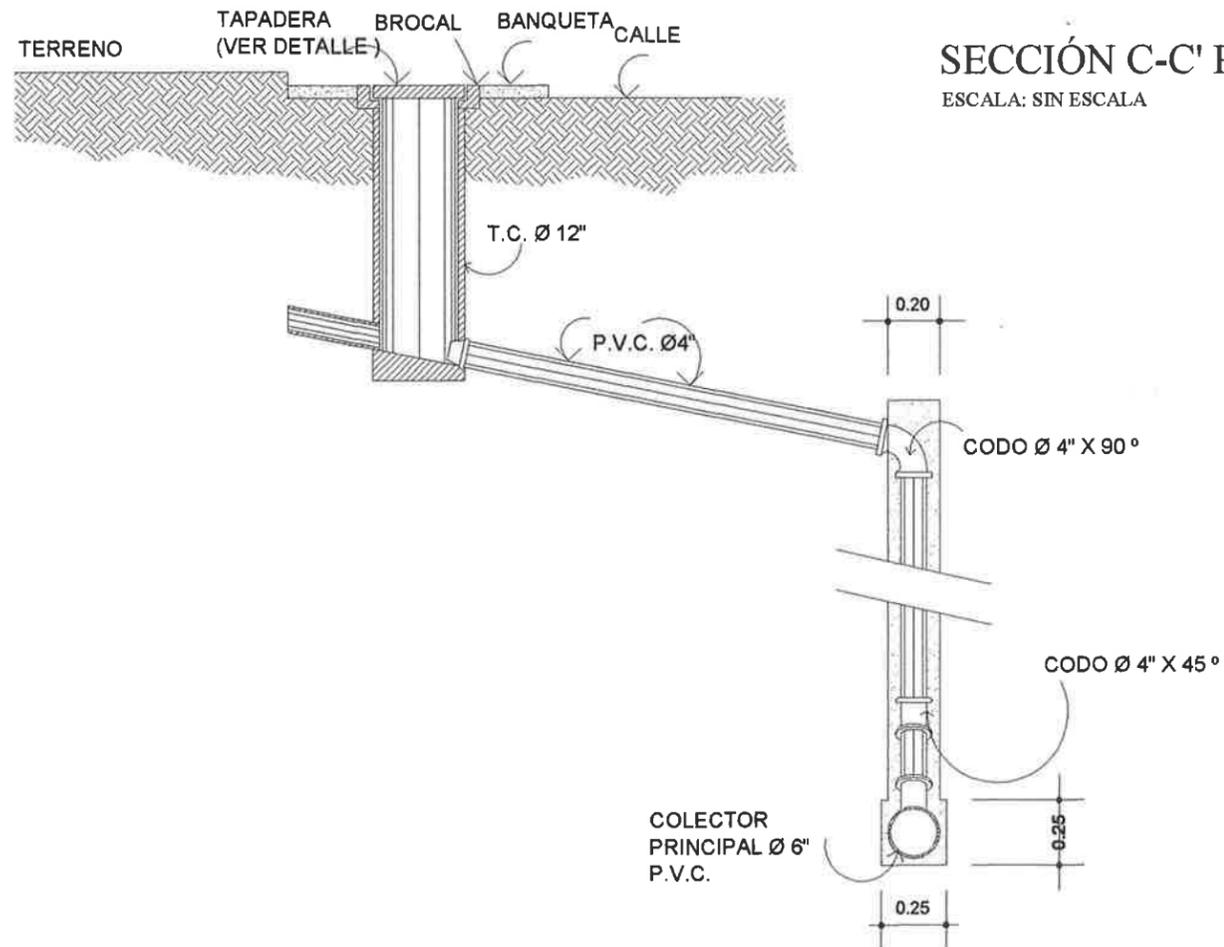
PARA COLECTOR PRINCIPAL CON PROFUNDIDAD DE HASTA 2.50m. (DE COTA INVERT A COTA DE TERRENO)



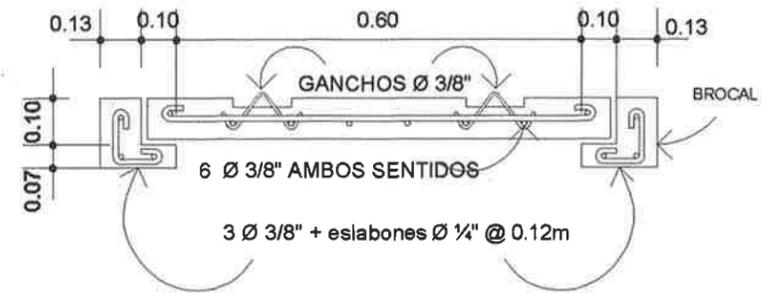
PLANTA DE CANDELA
ESCALA: SIN ESCALA



DETALLE DE ESCALÓN
ESCALA: SIN ESCALA



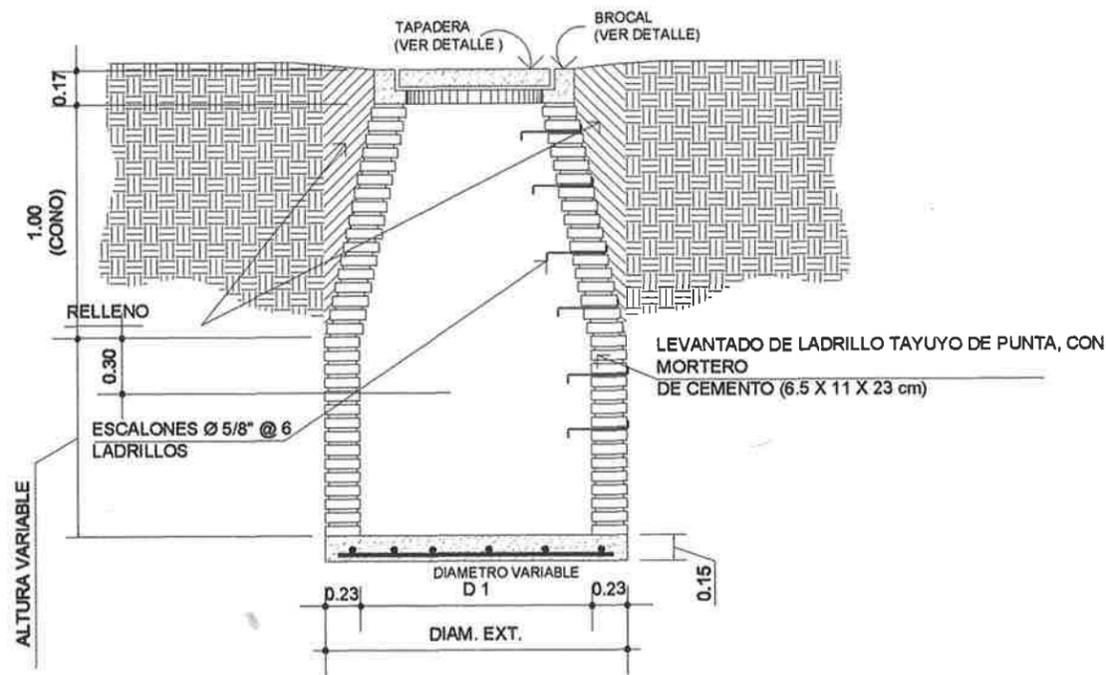
SECCIÓN CANDELA ALTURA HASTA 2.50
ESCALA: SIN ESCALA



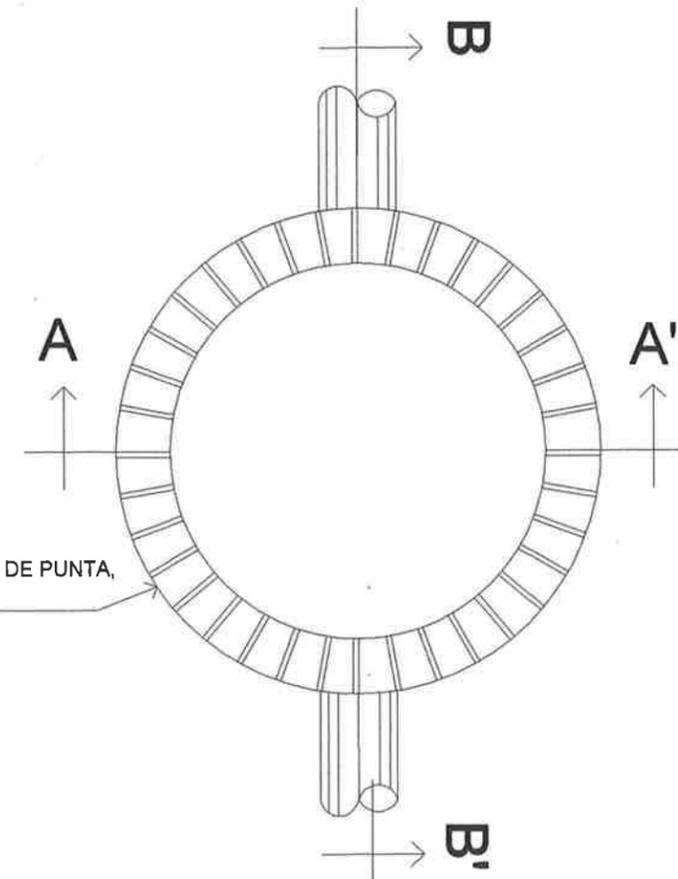
SECCIÓN C-C' POZO VISITA
ESCALA: SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES	
1.	Las tapaderas de los pozos de visita deberán identificarse con la nomenclatura del plano de red central
2.	El concreto deberá tener un F'c de 210 kg/cm ²
3.	El mortero deberá ser de cemento y arena de río, con proporción 1:3 (6 sacos de cemento y 16 carret. de arena)
4.	Los brocales y las tapaderas de los pozos deberán usarse según especificaciones A.C.I. antes de su instalación
5.	El acero a utilizar será Fy= 2810 kg/cm ²
6.	La tubería del sistema estará bajo la norma ASTM 3034

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL MIRADOR		
ASOCIACIÓN SUPERVISORA DE EPS		
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS		
PROFESOR DE: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE LA ARADA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
DISEÑO: DARWIN ESPINO		CARTE: 1004-10125
CALCULO: DARWIN ESPINO		
DIBUJO: DARWIN ESPINO		
ESCALA: INDICADA		
FECHA: ABRIL DE 2011		
DARWIN ESPINO SUPERVISOR EPS		
HOLA		
8		
9		

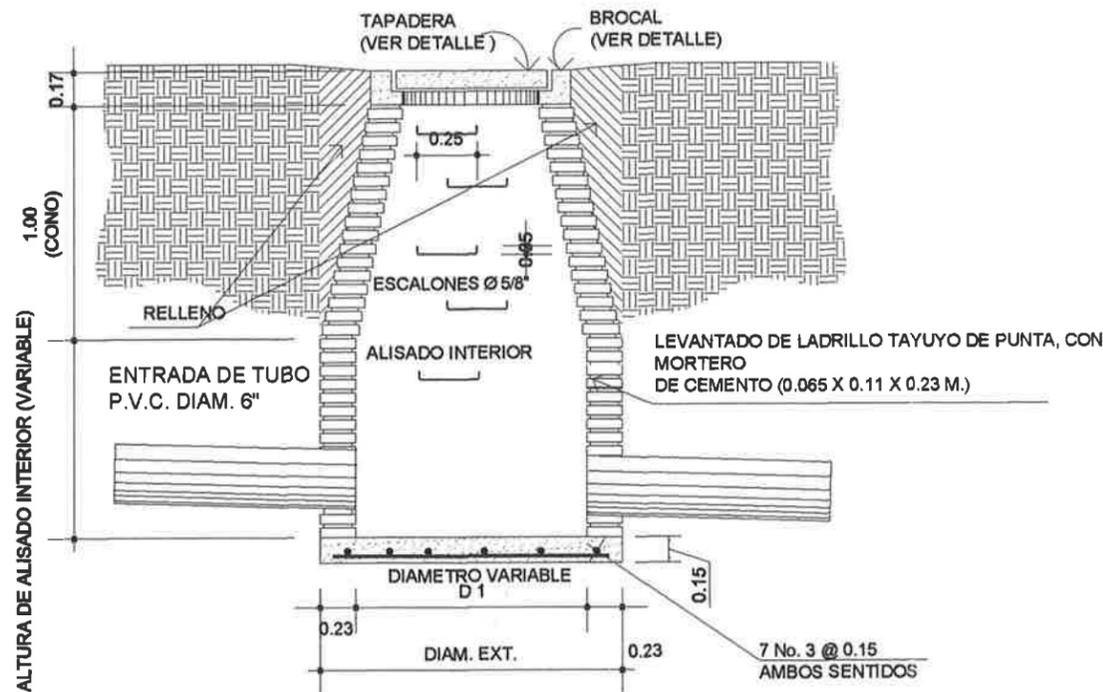


SECCIÓN A-A'
ESCALA: SIN ESCALA

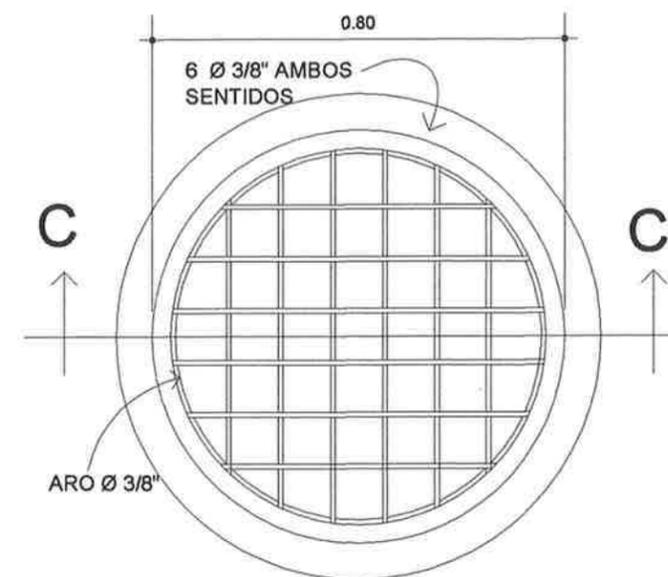


LEVANTADO DE LADRILLO TAYUYO DE PUNTA,
CON MORTERO
DE CEMENTO (6.5 X 11 X 23 cm)

PLANTA POZO VISITA
ESCALA: SIN ESCALA

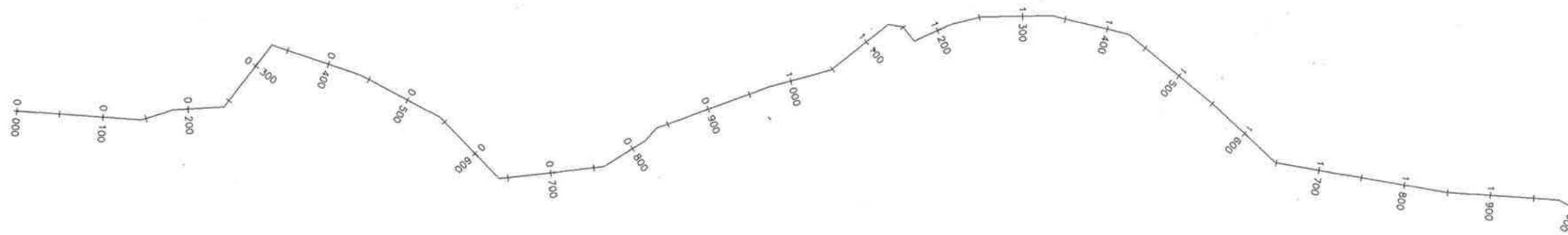


SECCIÓN B-B'
ESCALA: SIN ESCALA



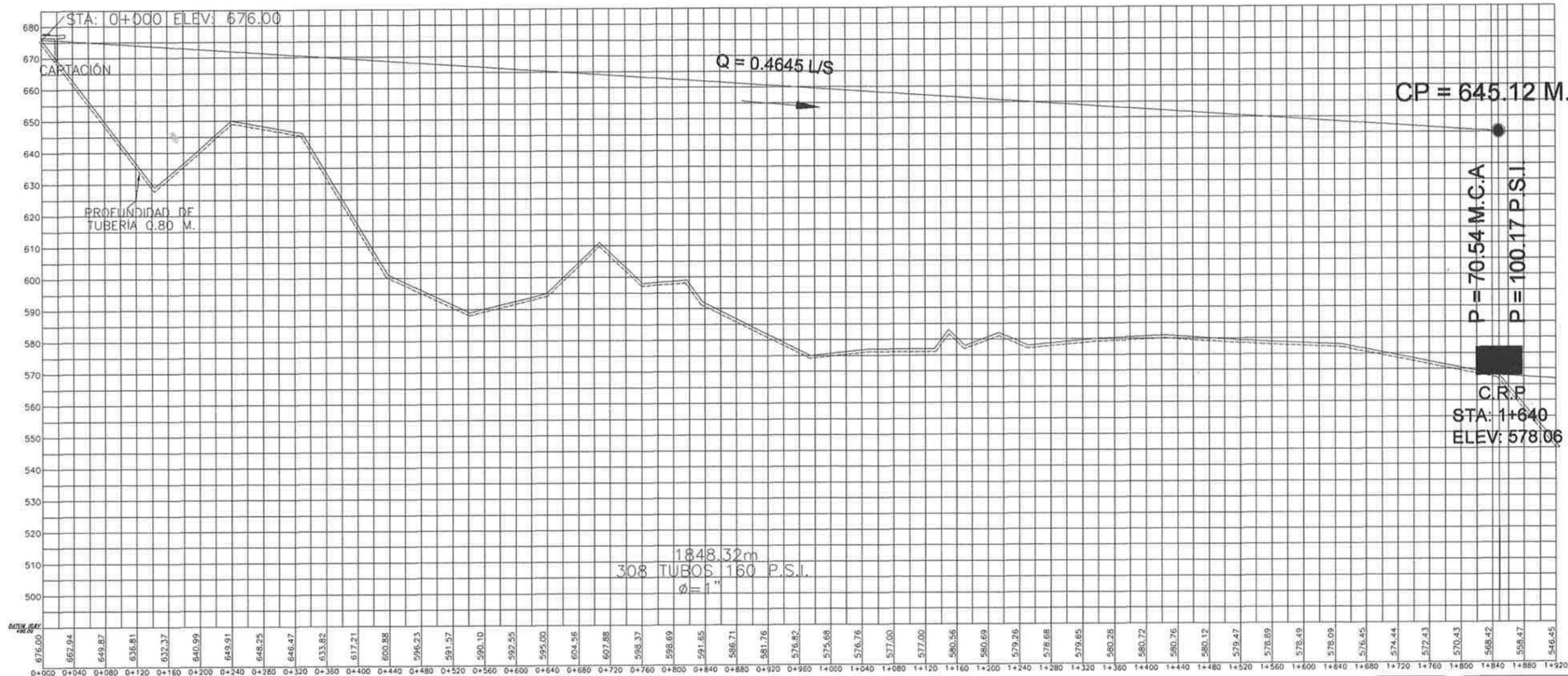
PLANTA POZO VISITA
ESCALA: SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Universidad de San Carlos de Guatemala ALDEA EL MIRADOR ALCANTARILLADO CHIMULLA	
PLANO DE ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	
DISEÑO: DARWIN ESPINO	VERIFICADO: DARWIN ESPINO
CALCULO: DARWIN ESPINO	FECHA: ABRIL DE 2013
ESCALA: INDICADA	PROYECTO: ALCANTARILLADO CHIMULLA
FECHA: ABRIL DE 2013	PROYECTO: ALCANTARILLADO CHIMULLA



PLANTA LINEA DE CONDUCCION

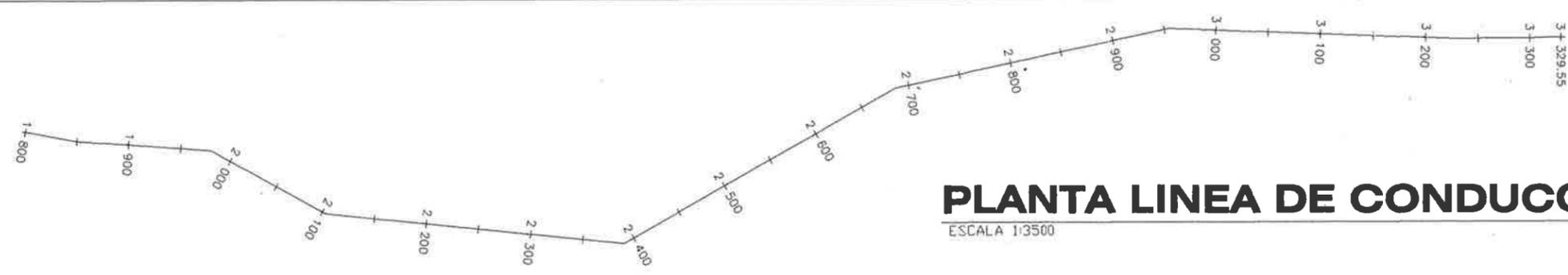
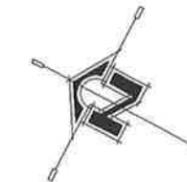
ESCALA 1:5000



PERFIL LINEA DE CONDUCCION

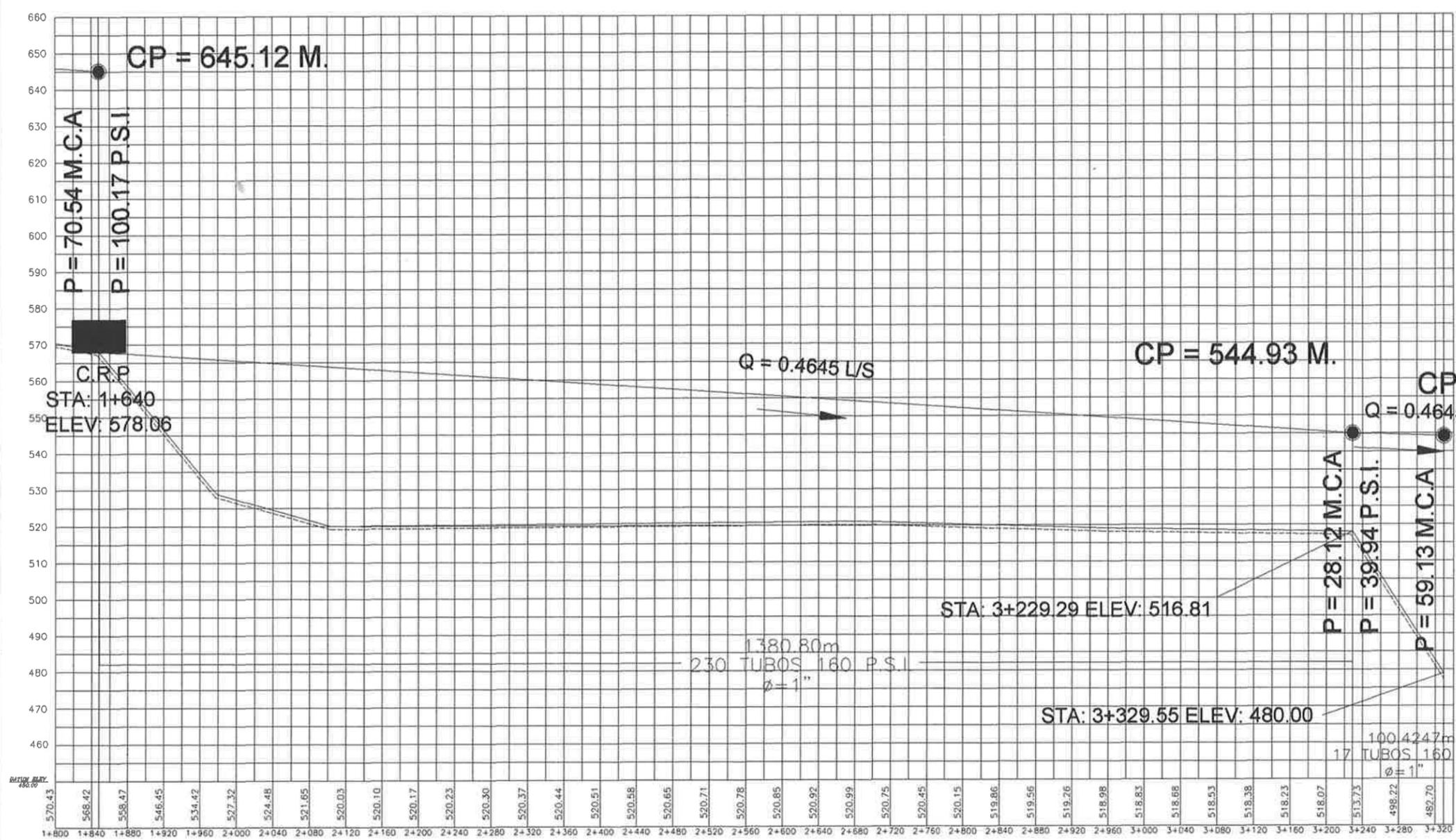
ESCALA 1:5500

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA SERVICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
EPS		MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA DEPARTAMENTO DE AGUA POTABLE ALDEA ENCENTROS	
PLAN DE... ASESORIA SUPERVISORIAL DE INGENIERIA DE CONDUCCION		Unidad de Practicas de Ingenieria de EPS EN SAN JOSE LA ARADA, CHIMULALA	
DISEÑO DARWIN ESPINO	CALIFICACION DARWIN ESPINO	FECHA ABRIL DE 2011	CANTON 2004-10188 FECHA 2 12



PLANTA LINEA DE CONDUCCION

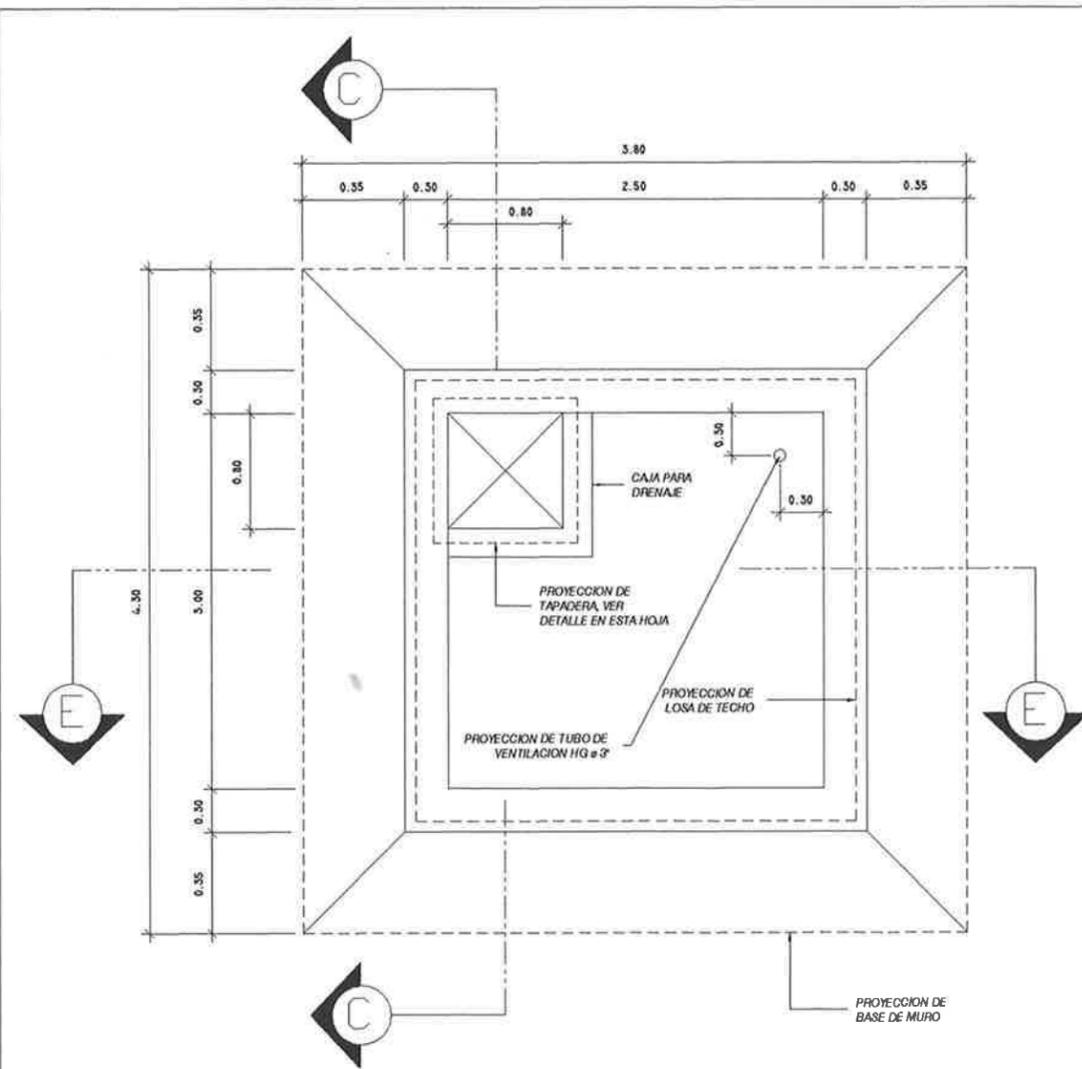
ESCALA 1:3500



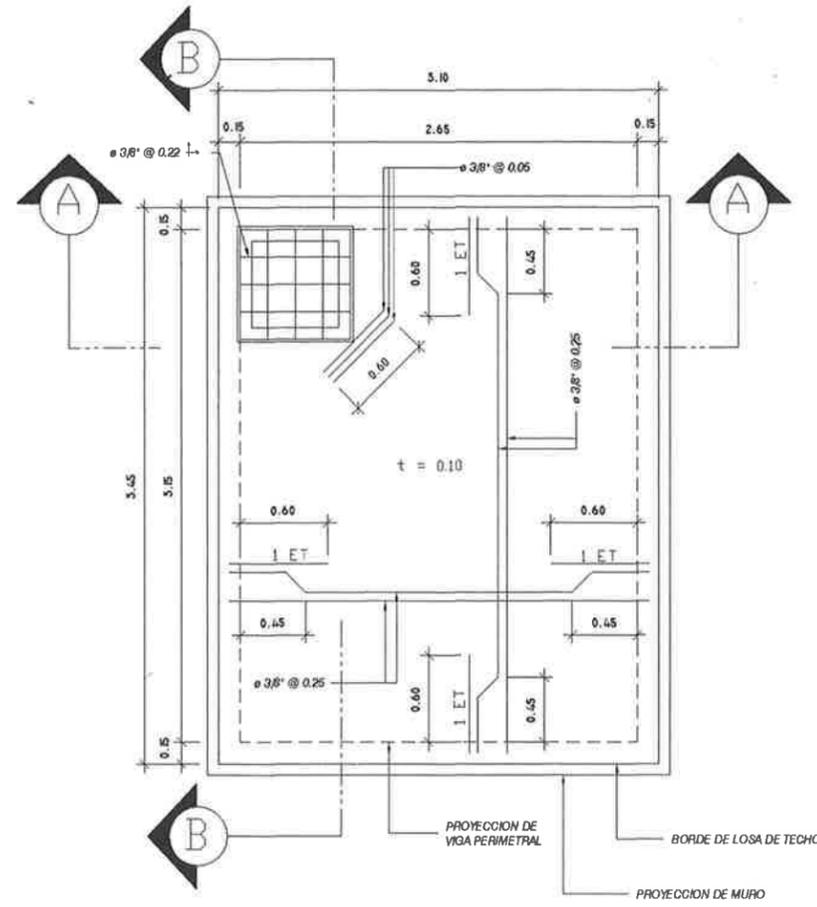
PERFIL LINEA DE CONDUCCION

ESCALA 1:3500

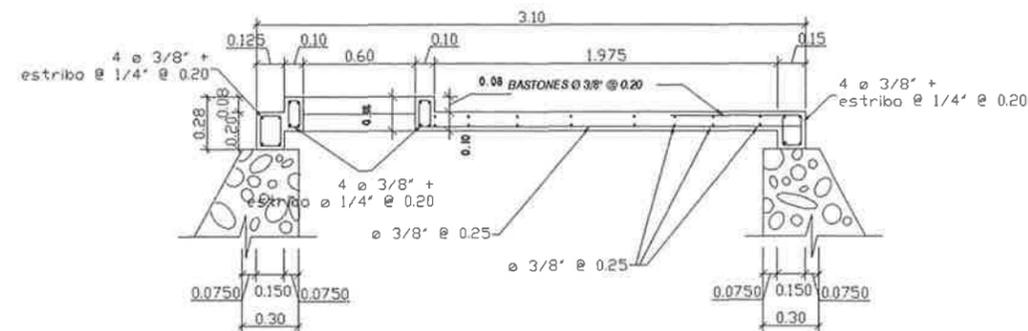
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA PROFESIONAL SUPERVISADO	
ASESORIA SUPERVISORIA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS		PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALA LOS ENCIENTROS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PERFIL LINEA DE CONDUCCION	
DISEÑO: DARWIN ESPINO	CALCULO: DARWIN ESPINO	PROFESOR DE: MINGUACALIDAD DE SAN JOSE LA ARADA CHEQUMLA	Carné: 2004-10205
DIBUJO: DARWIN ESPINO	REVISADO: DARWIN ESPINO	FECHA: ABRIL DE 2012	VOTO: 3 HORA: 12



PLANTA DE TANQUE



PLANTA LOSA DE TECHO



SECCION A-A

NOTAS GENERALES:

- MATERIALES:
- 1.- CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Pig²) A LOS 28 DIAS
 - 2.- ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$ (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
 - 3.- VARJOS: LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
 - 4.- TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
 - 5.- LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3cm. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - 6.- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
 - 7.- LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
 - 8.- LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UN CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA
 - 9.- LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
 - 10.- LOS MUROS DE TANQUE SERAN DE MAMPOSTERIA:
 - 67% PIEDRA BOLA
 - 33% SABIETA-CEMENTO-ARENA 1:2
 - 11.- EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.03m.

LISTADO DE MATERIALES		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	127	sacos
PIEDRA	100	m ³
PIEDRA	19.00	m ³
ARENA DE RIO	20.00	m ³
TABLA DE PINO RUSTICA 1"x12"x10'	25	U
PARALES DE 3"x4"x8'	9	U
CLAVO DE 3"	20	lbs.
ALAMBRE DE AMARRE	20	lbs.
HIERRO DE 1/4"	8	var.
HIERRO DE 3/8"	25	var.
HENBRA DE 2' X 1/4"	2	m.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **ESTACION DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDE LOS ENCIENTROS**

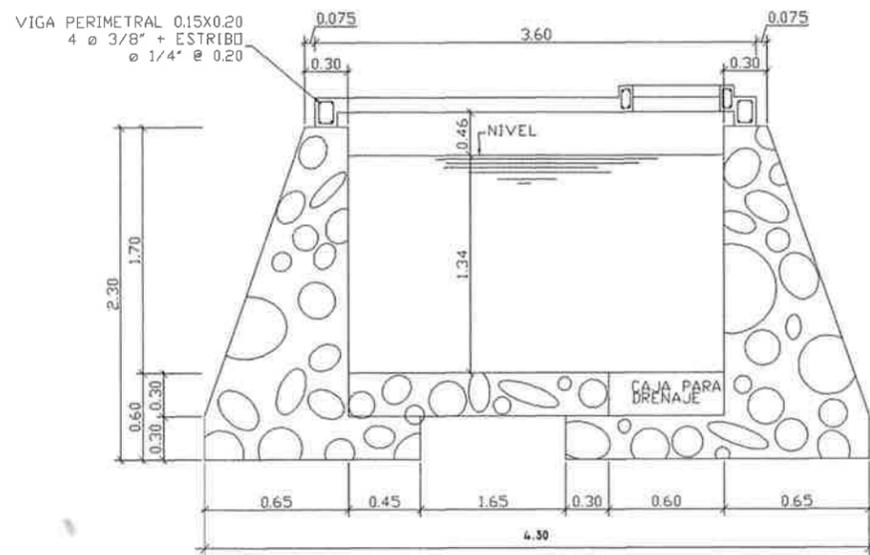
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE OBRAS DE ALMACENAMIENTO
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

DARWIN ESPINO
MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE LA ARADA
CHIGUALLA

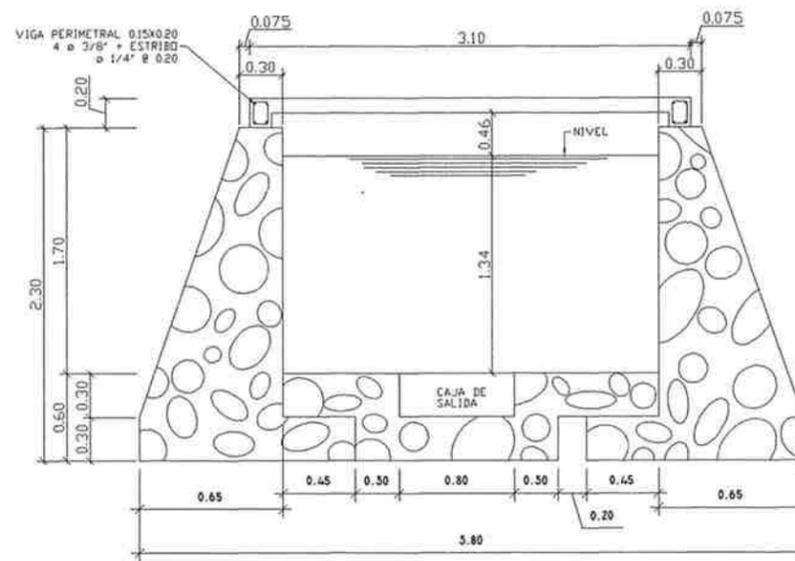
DARWIN ORLANDO ESPINO BRENES
Carril 100A-3138

ESCALA: INDICADA
FECHA: 4/12

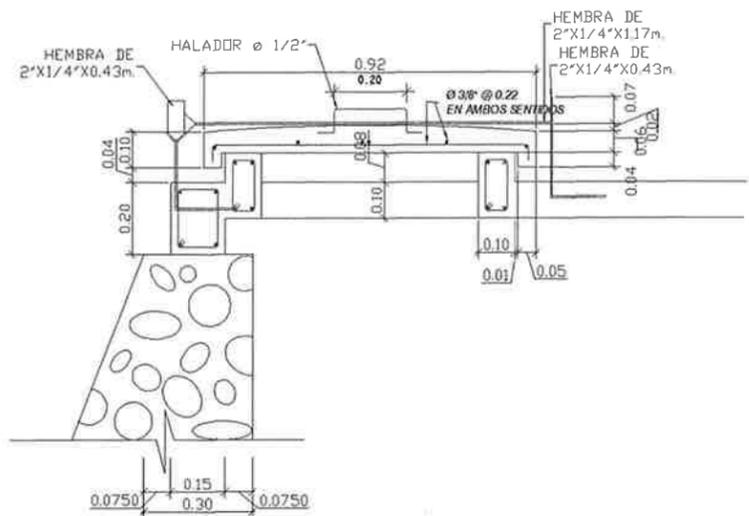
PEPOM: DARWIN ESPINO BRENES
ABRIL DE 2012



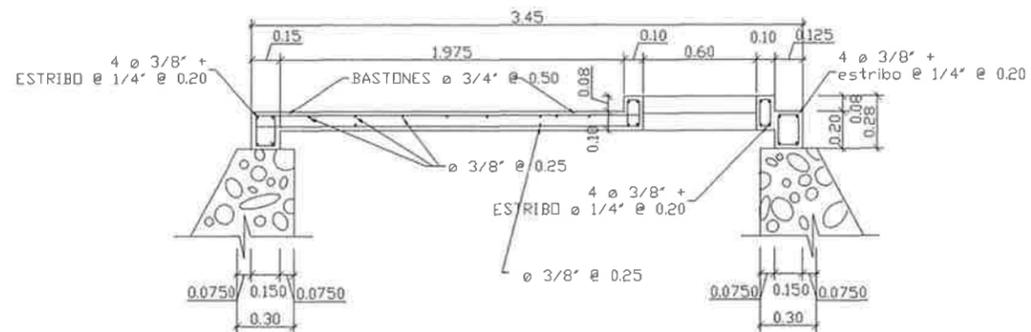
SECCION C-C



SECCION E-E

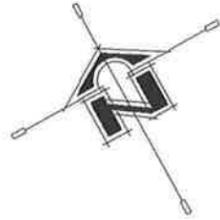


DETALLE DE TAPADERA



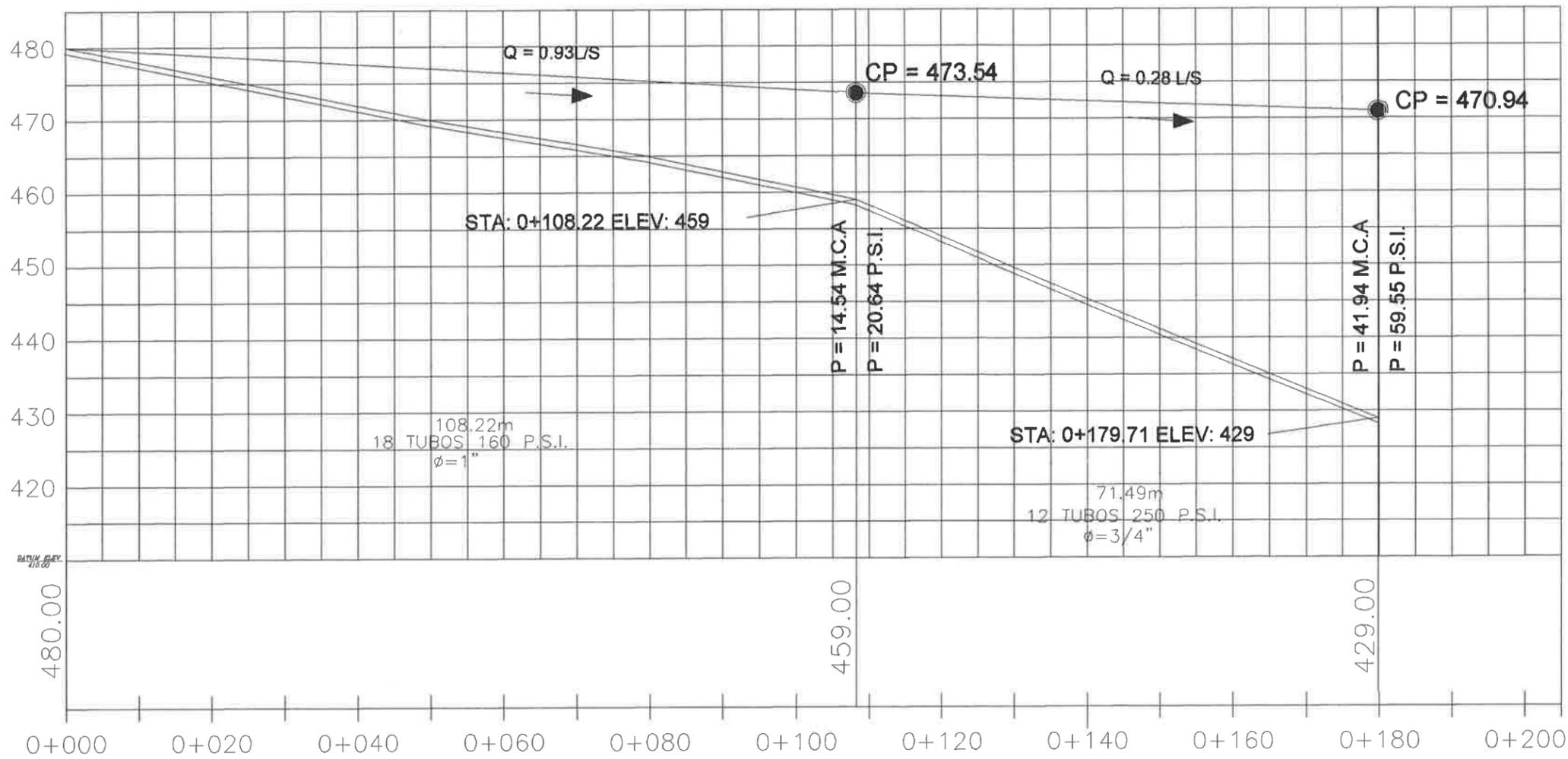
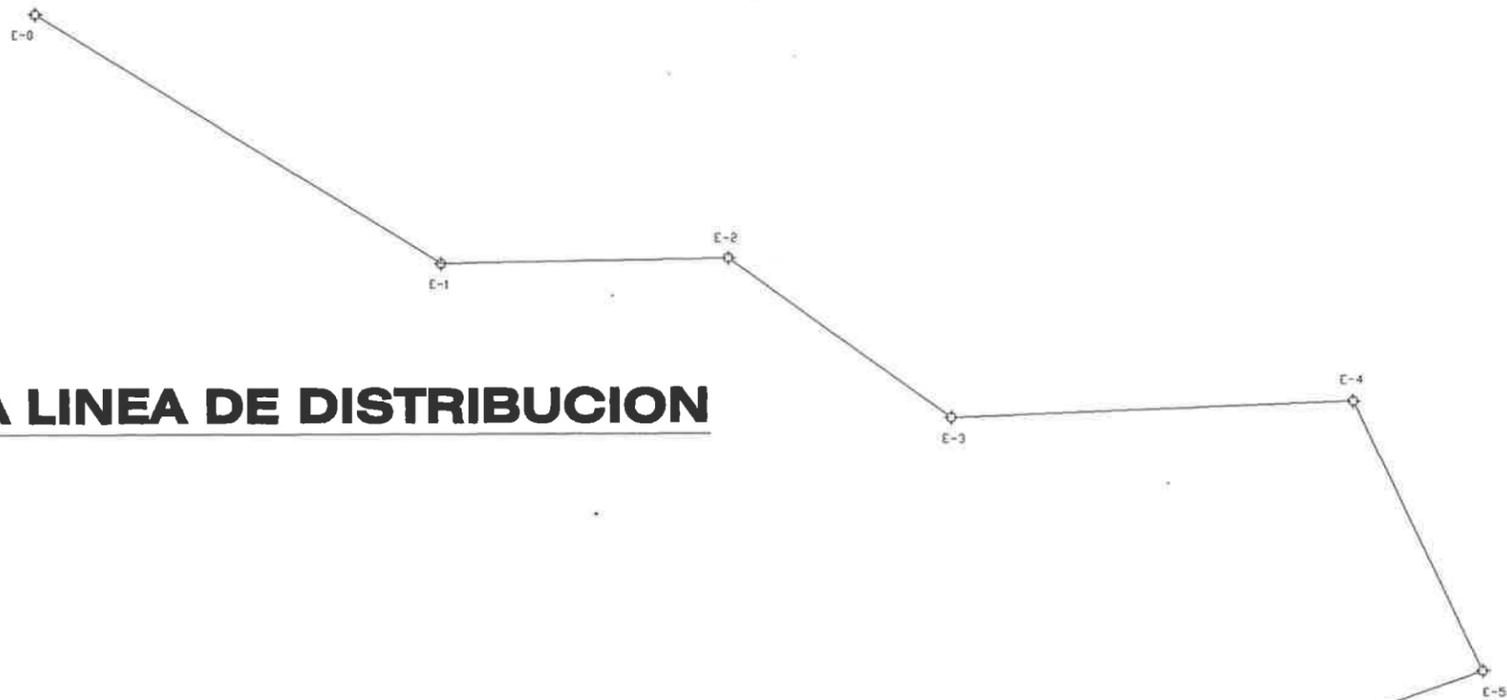
SECCION B-B

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
ESCUELA DE INGENIERIA PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS ENCUENTROS		
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS		
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS		
PROYECTO DE: MUNICIPIO DE SAN JOSE LA ARADA, CHIMULULA		
DISEÑO: ORLANDO ESPINO BRENES DIBUJO: ORLANDO ESPINO BRENES ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL DE 2012	VOTO: SUPERVISOR - SUPERVISOR EPS	CARRIL: 2004-15155 HOJA: 5 TOTAL: 12



PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION

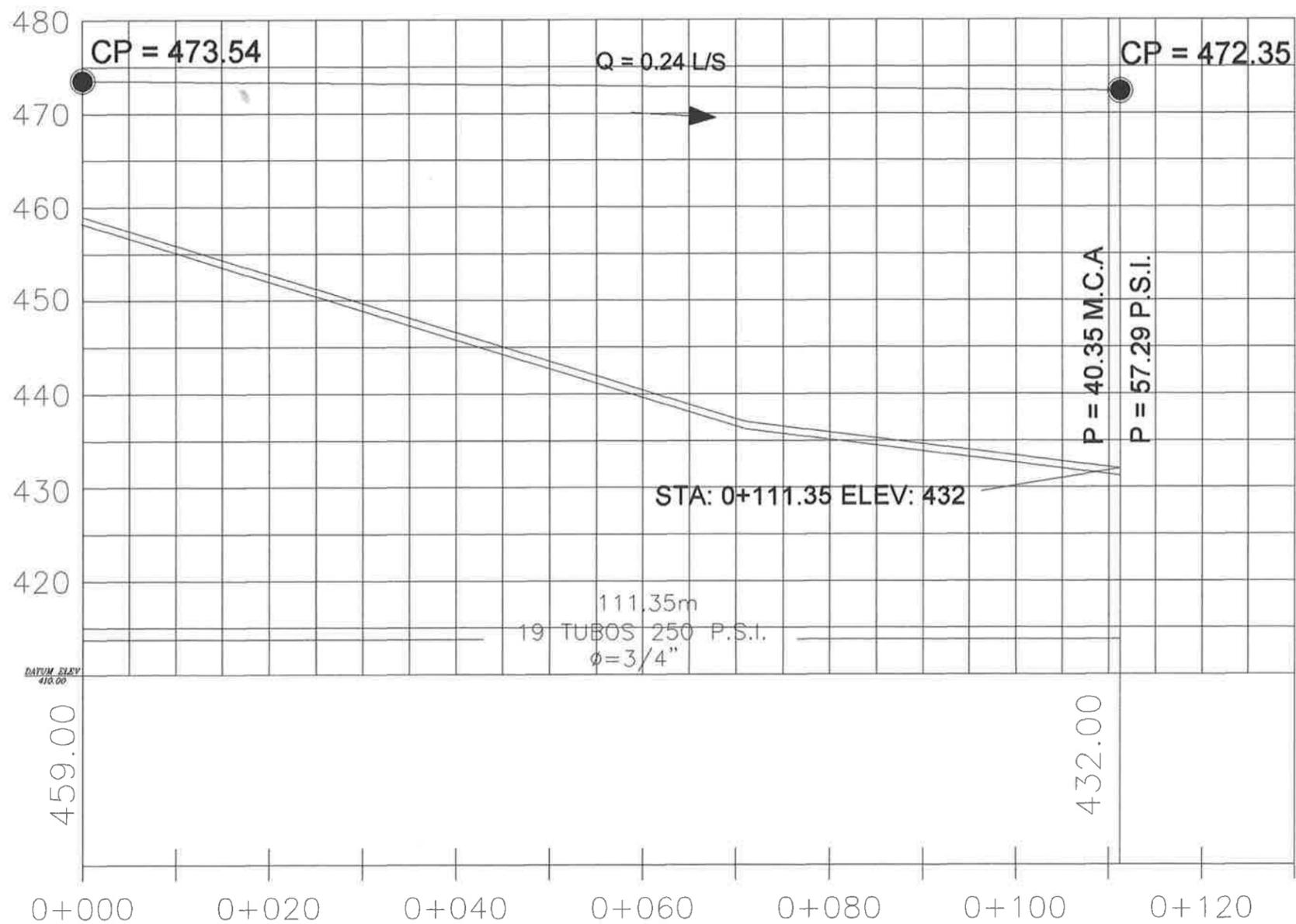
ESCALA 1:1000



PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION

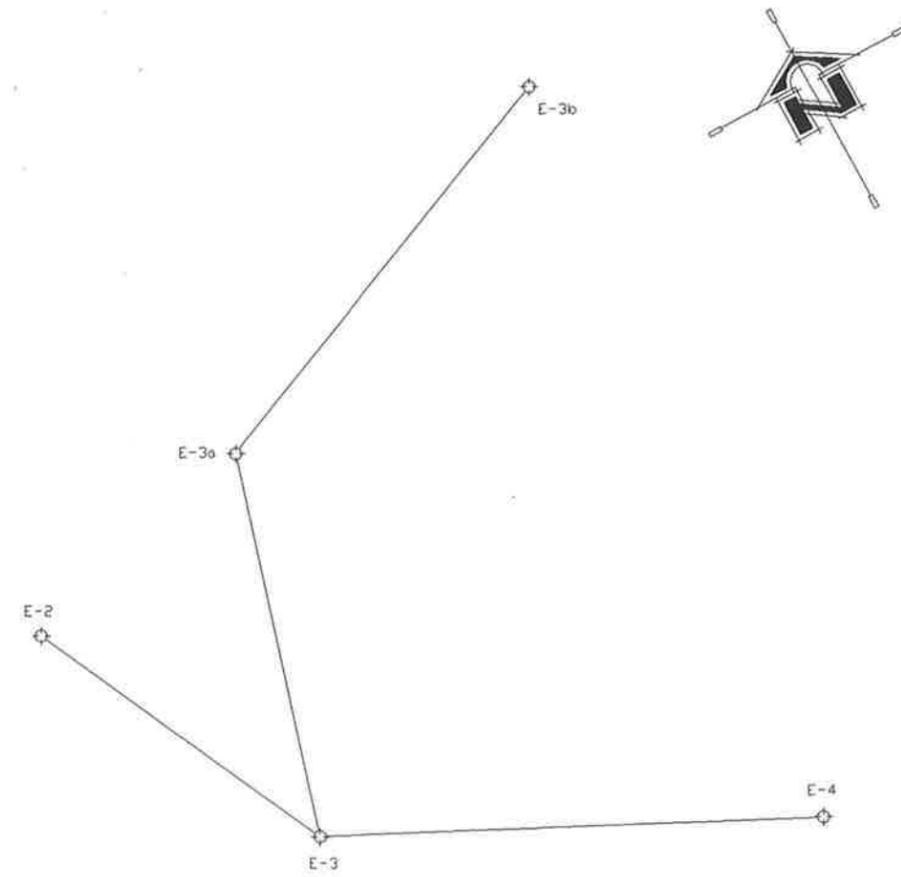
ESCALA 1:1500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA LOS ANGELES	
EPS ASESORIA SUPERVISORIAL DE EPS Unidad de Ingeniería y EPS MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CHIMULILLA	
PROYECTO: PLANTA Y PERFIL RED DE DISTRIBUCION	FECHA: 2004-10-20
DISEÑO: DARWIN ESPINO	BOBO
ESCALA: INDICADA	H22A
FECHA: ABRIL DE 2005	12



PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION

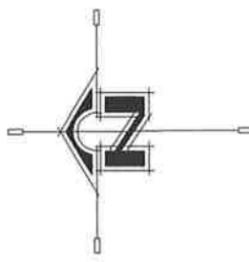
ESCALA 1:1200



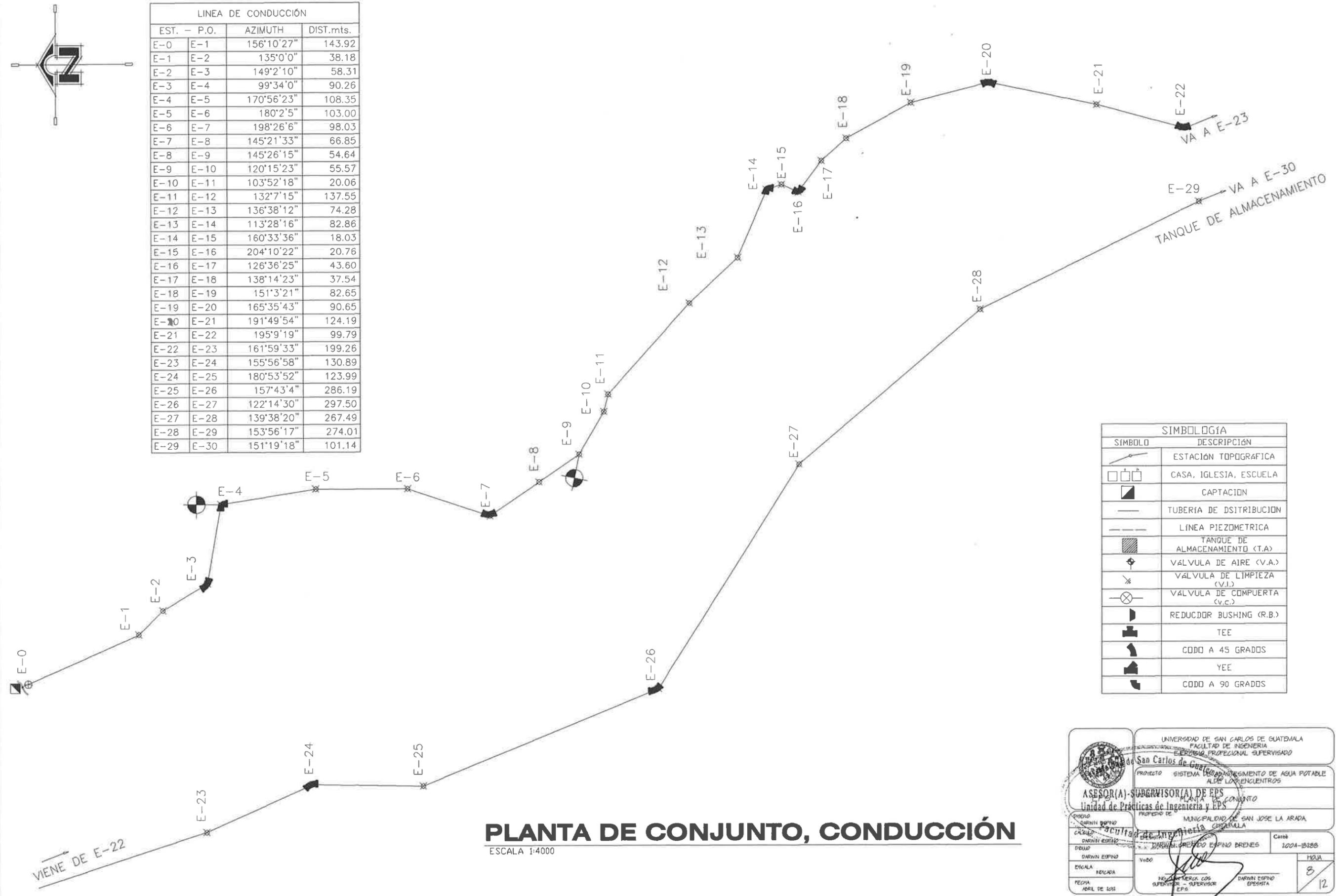
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:750

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS		DE ADJUSTAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS ENCUENTROS	
EPS ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS Centro de Prácticas de Ingeniería y EPS		PERFIL RED DE DISTRIBUCION DE SAN JOSE LA ARADA, CAYAMULA	
CALIDAD DISEÑO DISEÑO ESPINO ESCALA FECHA ABRIL DE 2018	DISEÑO DISEÑO ESPINO ESCALA FECHA ABRIL DE 2018	CARRI 2004-10100 HORA 7 12	DISEÑO ESPINO DISEÑO ESPINO



LINEA DE CONDUCCIÓN		
EST. - P.O.	AZIMUTH	DIST.mts.
E-0 E-1	156°10'27"	143.92
E-1 E-2	135°0'0"	38.18
E-2 E-3	149°2'10"	58.31
E-3 E-4	99°34'0"	90.26
E-4 E-5	170°56'23"	108.35
E-5 E-6	180°2'5"	103.00
E-6 E-7	198°26'6"	98.03
E-7 E-8	145°21'33"	66.85
E-8 E-9	145°26'15"	54.64
E-9 E-10	120°15'23"	55.57
E-10 E-11	103°52'18"	20.06
E-11 E-12	132°7'15"	137.55
E-12 E-13	136°38'12"	74.28
E-13 E-14	113°28'16"	82.86
E-14 E-15	160°33'36"	18.03
E-15 E-16	204°10'22"	20.76
E-16 E-17	126°36'25"	43.60
E-17 E-18	138°14'23"	37.54
E-18 E-19	151°3'21"	82.65
E-19 E-20	165°35'43"	90.65
E-20 E-21	191°49'54"	124.19
E-21 E-22	195°9'19"	99.79
E-22 E-23	161°59'33"	199.26
E-23 E-24	155°56'58"	130.89
E-24 E-25	180°53'52"	123.99
E-25 E-26	157°43'4"	286.19
E-26 E-27	122°14'30"	297.50
E-27 E-28	139°38'20"	267.49
E-28 E-29	153°56'17"	274.01
E-29 E-30	151°19'18"	101.14



SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAPTACION
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T.A.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	REDUCIDOR BUSHING (R.B.)
	TEE
	CODO A 45 GRADOS
	YEE
	CODO A 90 GRADOS

PLANTA DE CONJUNTO, CONDUCCIÓN

ESCALA 1:4000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
E-ESPECIALIDAD PROFESIONAL SUPERVISADO

San Carlos de Guatemala

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDÉFAROS ENCUENTROS
PLANTA DE CONJUNTO

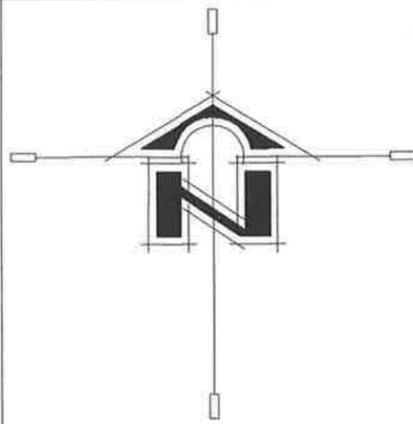
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE LA ARADA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL

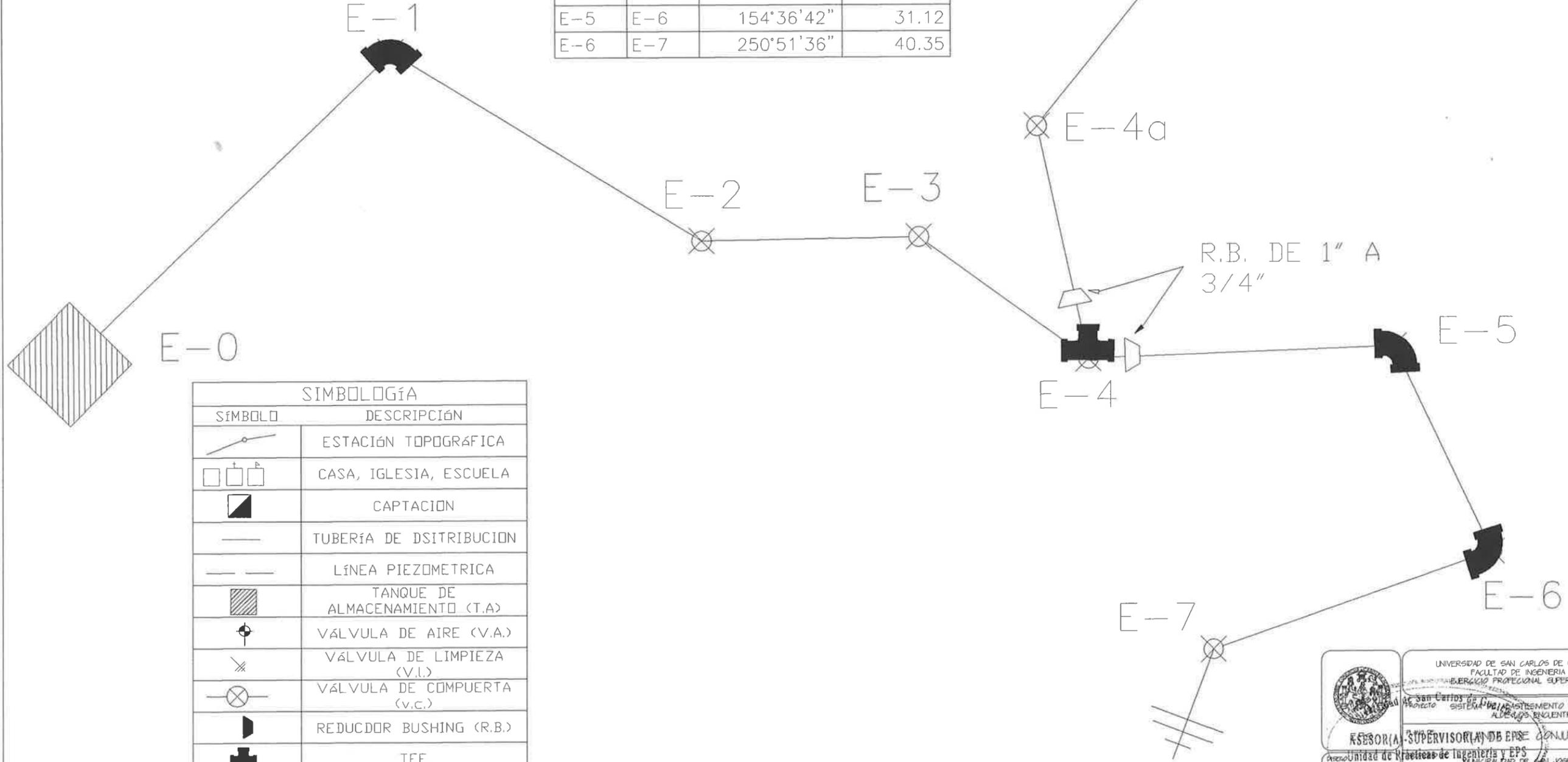
CÁRTEL: 12004-15188

FECHA: ABRIL DE 2011

HOJA 8/12



LINEA DE DISTRIBUCIÓN		
EST. - P.O.	AZIMUTH	DIST.mts.
E-0	E-1	226°28'34"
E-1	E-2	121°33'41"
E-2	E-3	89°03'43"
E-3	E-4	125°43'40"
E-4	E-4a	347°39'17"
E-4a	E-4b	38°49'17"
E-4	E-5	87°53'21"
E-5	E-6	154°36'42"
E-6	E-7	250°51'36"

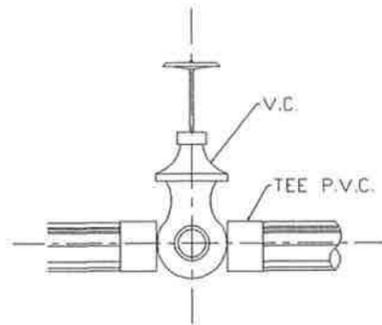


SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CAPTACION
	TUBERÍA DE DSITRIBUCION
	LÍNEA PIEZOMETRICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (T.A)
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VÁLVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	REDUCDOR BUSHING (R.B.)
	TEE
	CODO A 45 GRADOS
	YEE
	CODO A 90 GRADOS

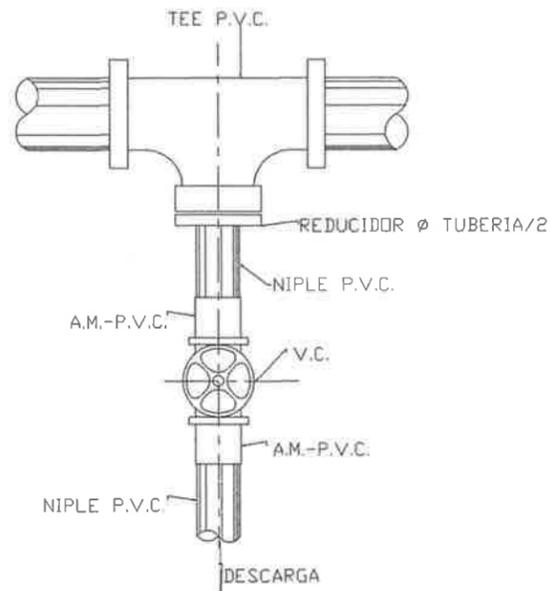
PLANTA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:1200

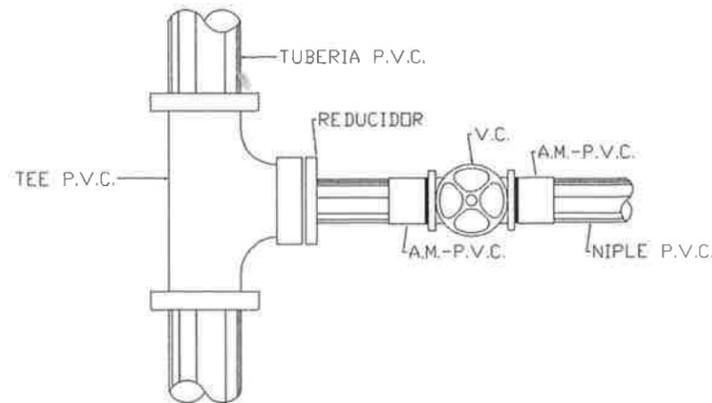
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA PROFESIONAL SUPERVISADA	
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEAS ENCUENTROS	
ASESORIA SUPERVISORIAL DE EPS CONJUNTO	
UNIDAD DE FRACCIONES DE INGENIERIA Y EPS MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE LA ARADA, CHIMEL, GUATEMALA	
DISEÑO: DARWIN ESPINO DIBUJO: DARWIN ESPINO ESCALA: 1:1200 FECHA: ABRIL DE 2008	CAROL 2004-18308 MQUA 9 12



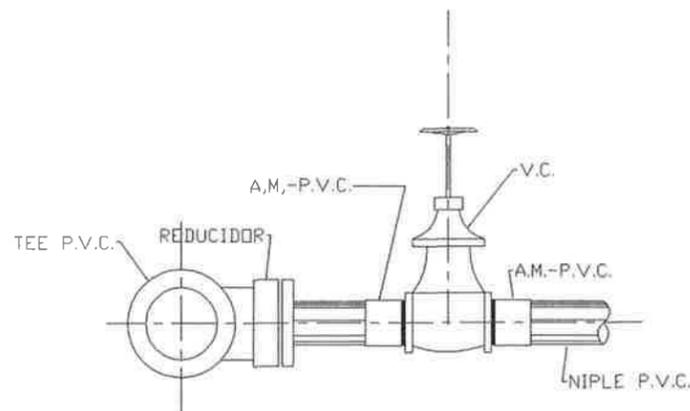
ELEVACION
VALVULA DE LIMPIEZA



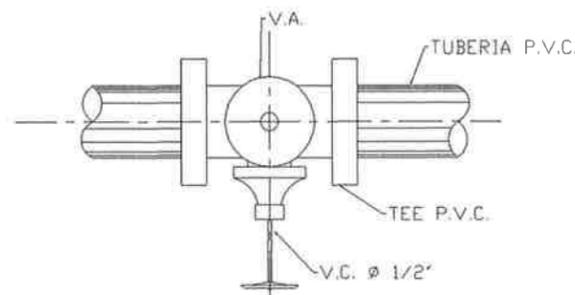
PLANTA
VALVULA DE LIMPIEZA



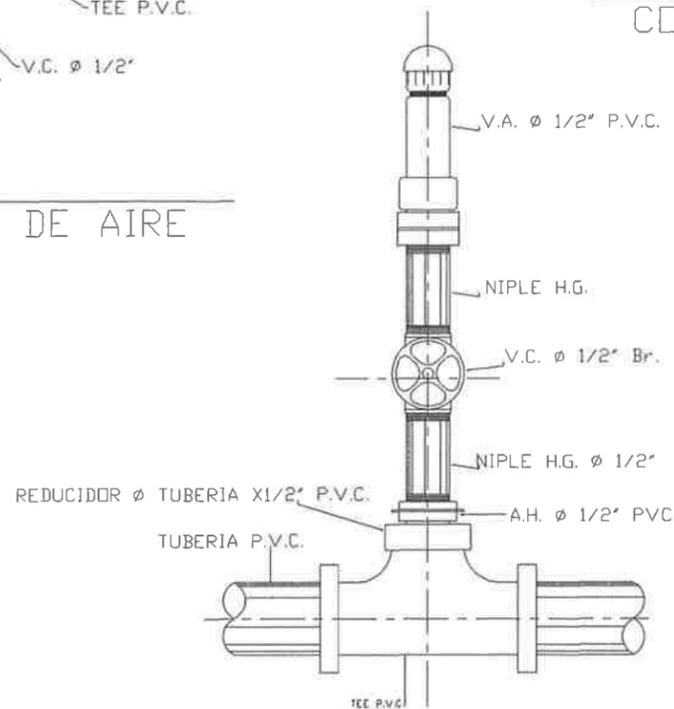
PLANTA VALVULA DE COMPUERTA
TUBERIA Y ACCESORIOS P.V.C.



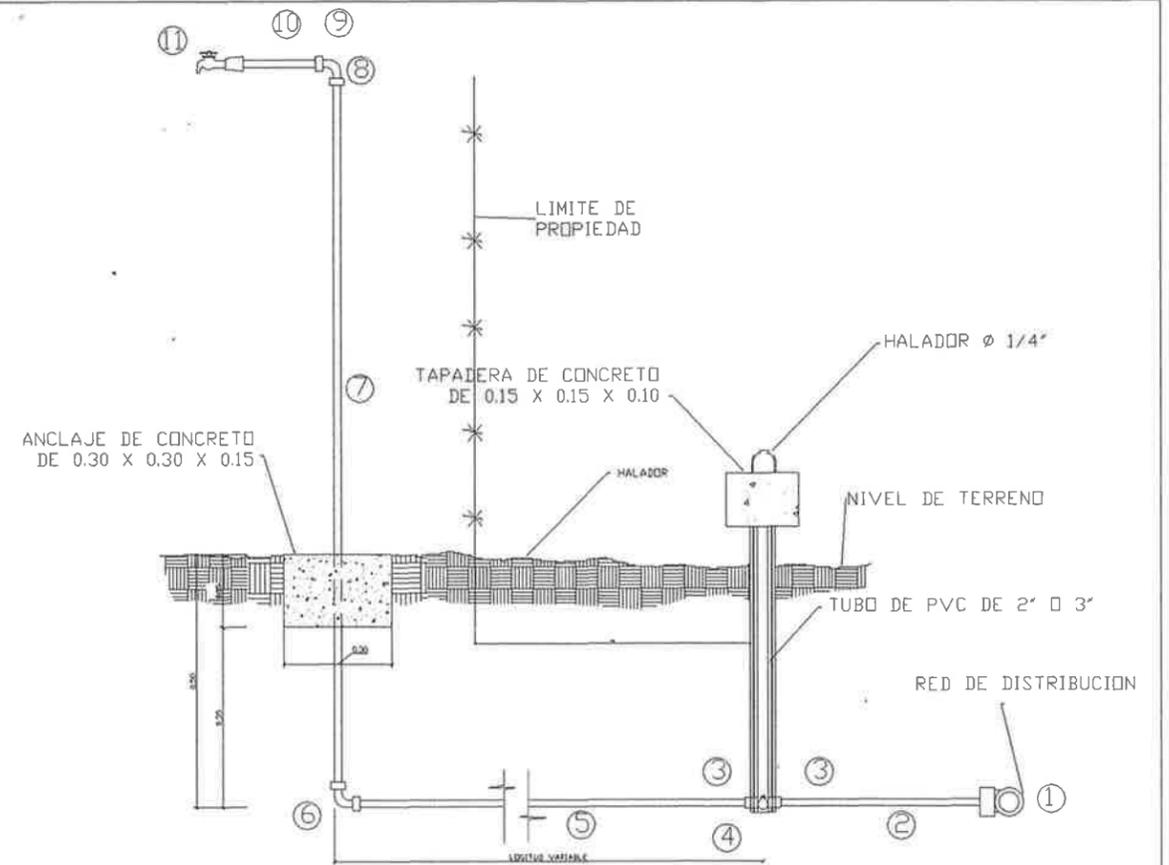
ELEVACION VALVULA DE COMPUERTA
TUBERIA Y ACCESORIOS P.V.C.



PLANTA
VALVULA DE AIRE



ELEVACION
VALVULA DE AIRE

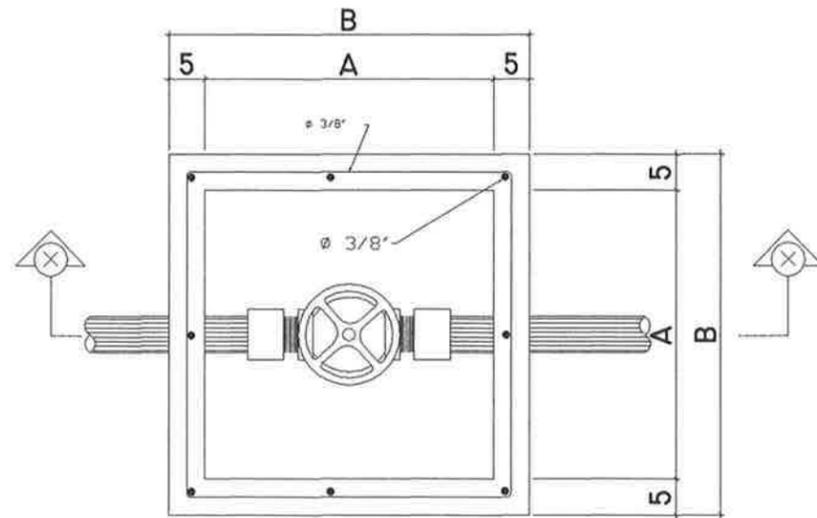


ELEVACION
CONEXIÓN DOMICILIAR TÍPICA

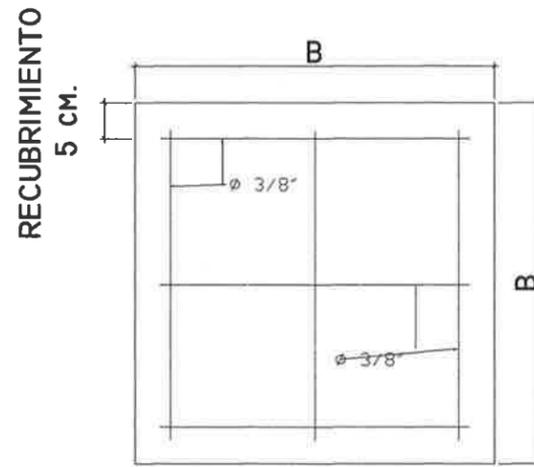
REFERENCIA DE MATERIALES

1. TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERIA PRINCIPAL X 3/4"
2. NIPLE (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 3/4"
4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 3/4"
5. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
6. CODD PVC 90° Ø 3/4" CON ROSCA
7. NIPLE HG 1.50 Ø 3/4"
8. CODD HG 90° Ø 3/4"
9. NIPLE HG 0.15 Ø 3/4"
10. REDUCIDOR CAMPANA HG 3/4" X 1/2"
12. TUBERIA PVC Ø 2" X 3"
13. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 3/4"

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDE LOS ENCUENTROS CALCHA	
	ASesor(A) SUPERVISOR(A) DE EPS DE VALVULAS Y C. DOMICILIAR Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS DARWIN ESPINO	
	MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE LA ARADA CHIMULULA	
ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL DE 2011	CANTÓN: 2004-15785 FOLIO: 10/12	DARWIN ESPINO SUPERVISOR - SUPERVISOR EPS

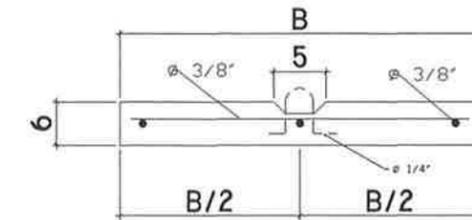


PLANTA
CAJA PARA VALVULAS ESCALA 1:5

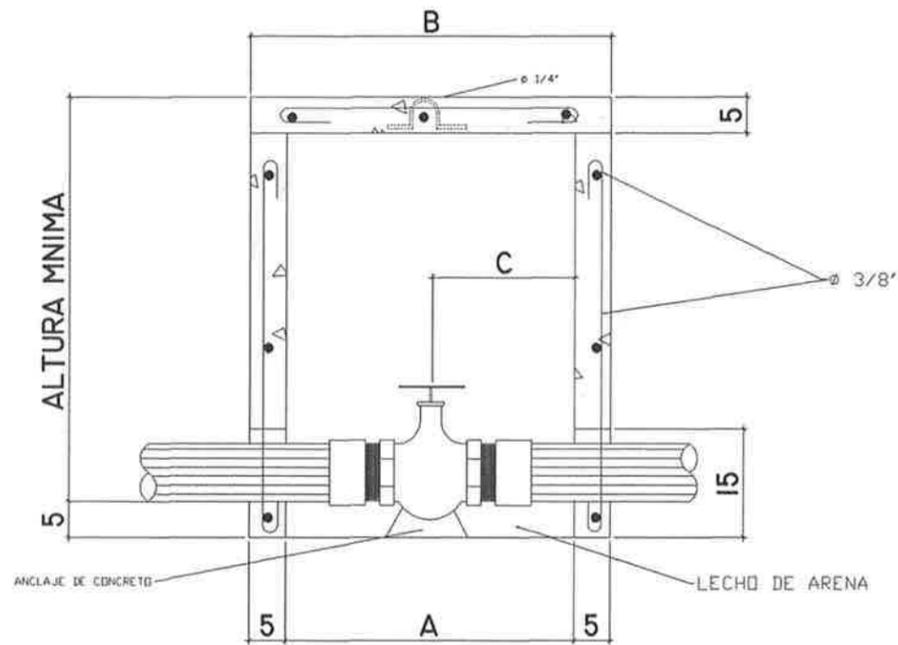


RECUBRIMIENTO
5 CM.

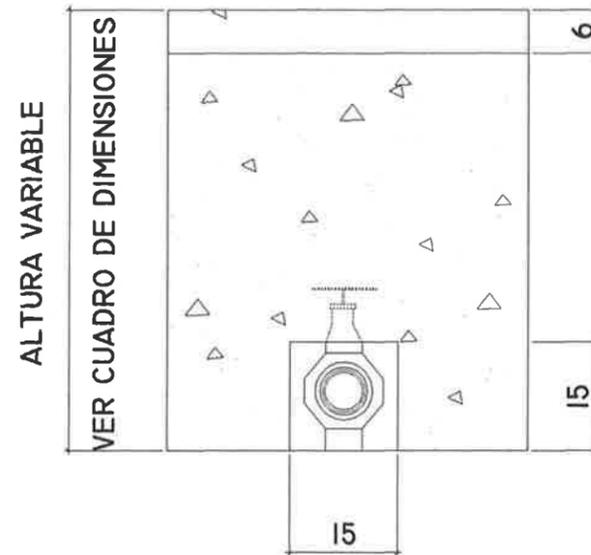
PLANTA
CAJA PARA VALVULAS ESCALA 1:5



DETALLE
TAPADERA DE CAJA PARA VALVULAS ESCALA 1:5



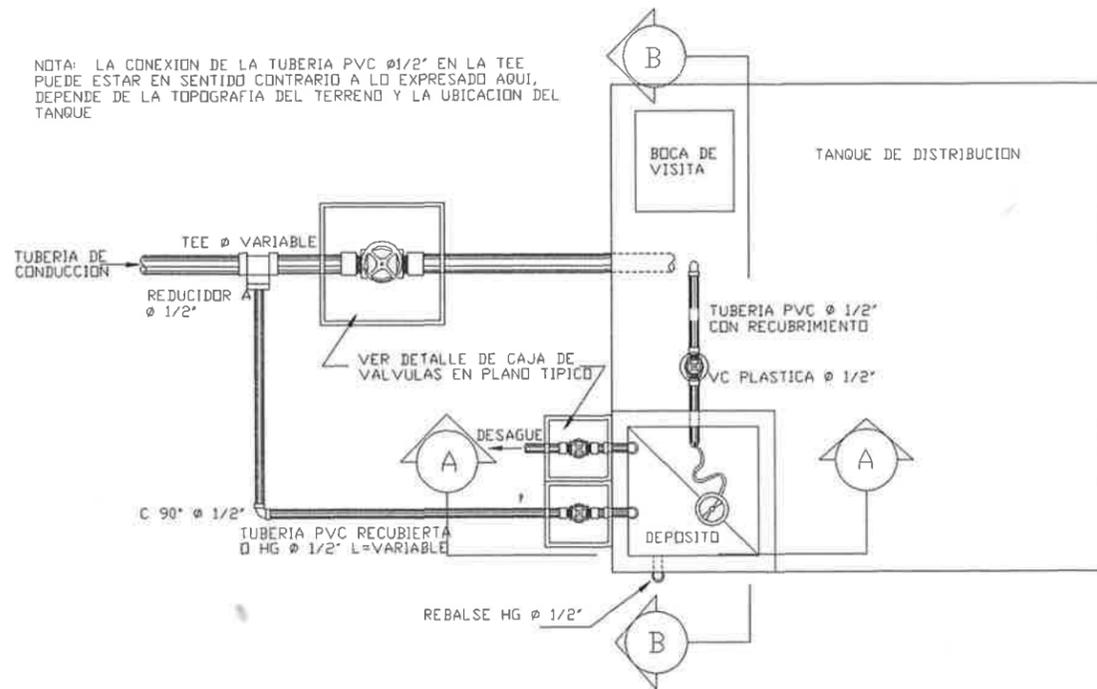
CORTE X-X
CAJA PARA VALVULAS ESCALA 1:5



ELEVACION
CAJA PARA VALVULAS ESCALA 1:5

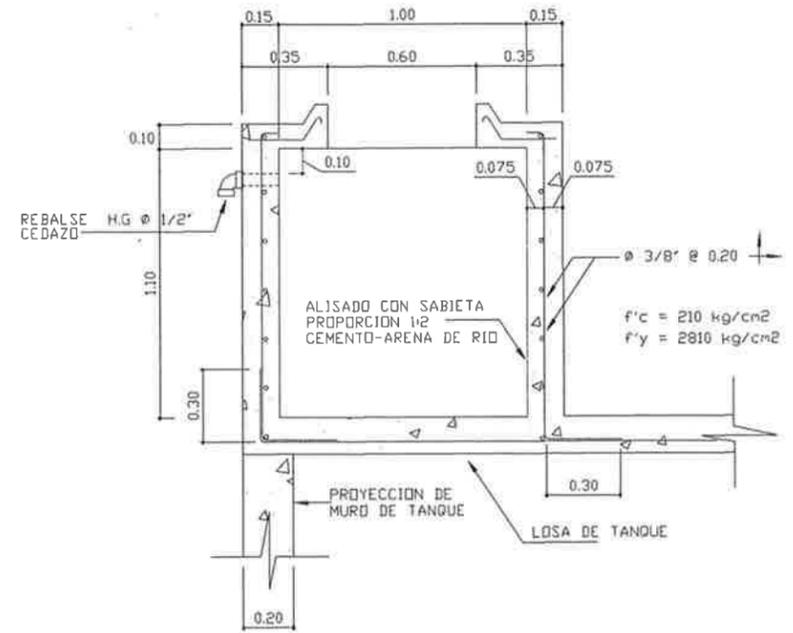
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
		ADAPTAMIENTO DE AGUA POTABLE
EPS (ASESORIA)-SUPERVISOR(A) DE EBS DE CAJA PARA VALVULAS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS		DE LOS ENCUENTROS
DARRIN ESPINO VERO		MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE LA ARADA LA ZUMILLA
CALCULO DISEÑO DARRIN ESPINO	SUPERVISOR(A) DARRIN ESPINO	CARRIL 2004-10180
ESCALA REDUCIDA	FECHA ABRIL DE 2011	HOJA 12

NOTA: LA CONEXION DE LA TUBERIA PVC Ø 1/2" EN LA TEE PUEDE ESTAR EN SENTIDO CONTRARIO A LO EXPRESADO AQUI, DEPENDE DE LA TOPOGRAFIA DEL TERRENO Y LA UBICACION DEL TANQUE



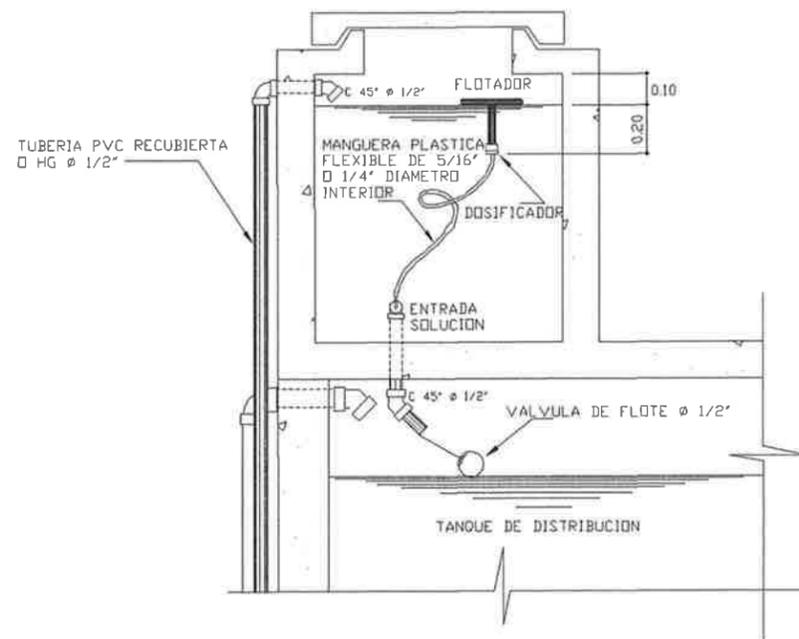
PLANTA DE HIPOCLORADOR

SIN ESCALA



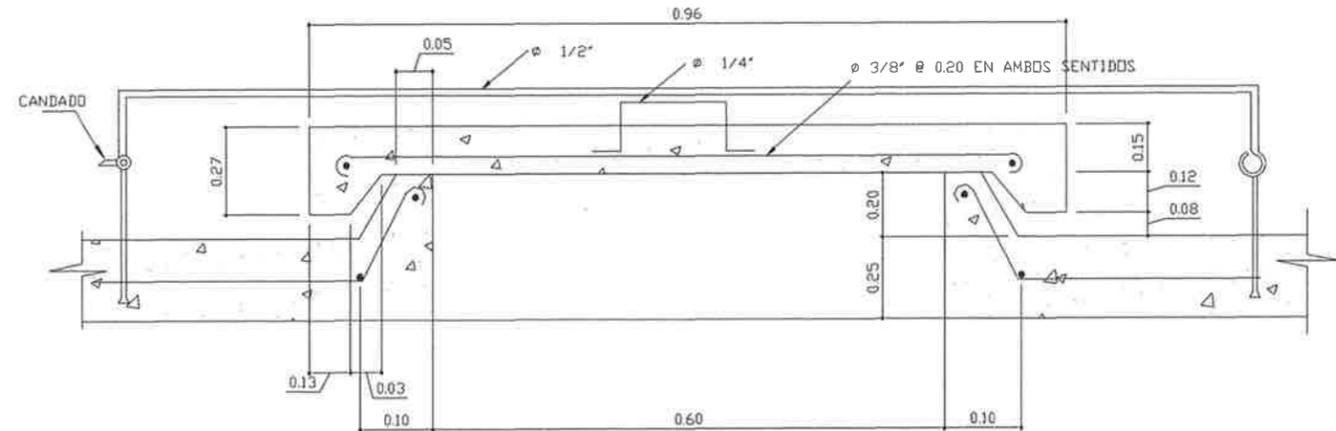
ARMADO DE MUROS

SIN ESCALA



SECCION A-A

SIN ESCALA



DETALLE DE TAPADERA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA PROFESION PROTECCIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LOS ENCUENTROS	
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS: DAWIN ORLANDO ESPINO BRENES	
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS: DETALLES DE HIPOCLORADOR	
MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE LA ARADA, CHIJOMALA	
INSTITUTO DE INGENIERIA	CARRIL: 1004-13155
DEDILLO: DARWIN ESPINO	VOTO: DARWIN ORLANDO ESPINO BRENES
ESCALA: REDUCIDA	FECHA: ABRIL DE 2005
DARWIN ESPINO SUPERVISOR - SUPERVISOR EPS	
12/12	