



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

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO,
PARA LA ALDEA EL REMATE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO DE LA ALDEA DE SANTA ELENA, FLORES,
PETÉN**

Derick Raúl Calles Soto

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, PARA LA ALDEA
EL REMATE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA
ALDEA DE SANTA ELENA, FLORES, PETÉN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

DERICK RAÚL CALLES SOTO

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, PARA LA ALDEA EL REMATE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA ALDEA DE SANTA ELENA, FLORES, PETÉN,

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 13 de Agosto de 2007.

Derick Raúl Calles Soto



Ref.EPS.SUMAAO.0029.2007

Guatemala,

18 de septiembre de 2007

Ingeniera
Norma I. Sarmiento de Serrano
Directora de la
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Respetable Ingeniera de Serrano.

Por medio de la presente, envié a usted el informe final correspondiente a la Práctica de Ejercicio Profesional Supervisado titulado: **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO PARA LA ALDEA EL REMATE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA ALDEA SANTA ELENA, FLORES, PETÉN.**

Este trabajo lo desarrolló el estudiante universitario **DERICK RAÚL CALLES SOTO** quien fue asesorado y supervisado por el suscrito.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley, solicito darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente.

"DID Y ENSEÑAD A TODOS"


Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Ingeniero Civil
Supervisor de Ingeniería Civil





Guatemala,
8 de octubre de 2007

FACULTAD DE INGENIERÍA

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, PARA LA ALDEA EL REMATE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA ALDEA DE SANTA ELENA, FLORES, PETÉN**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Derick Raúl Calles Soto, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

LEY ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 20 de septiembre de 2007
Ref. EPS. C. 581.09.07

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

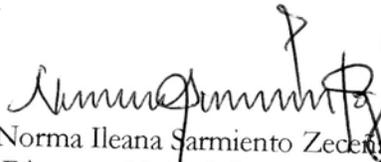
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO PARA LA ALDEA EL REMATE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA ALDEA DE SANTA ELENA, FLORES, PETÉN"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **DERICK RAÚL CALLES SOTO**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"*Id y Enseñad a Todos*"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Derick Raúl Calles Soto, titulado DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO PARA LA ALDEA EL REMATE Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA ALDEA DE SANTA ELENA, FLORES, PETÉN, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez



Guatemala, octubre 2007.

/bbdeb.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	por darme la vida y jamás abandonarme en los momentos de tensión y alegría; también por darme las fuerzas para perseverar y alcanzar mis metas.
mis padres	por su amor y ayuda me fue posible alcanzar esta meta
mi hija	por ser muy comprensiva y amorosa
toda mi familia	por su apoyo perdurable
la Universidad de San Carlos de Guatemala	en especial a la Facultad de Ingeniería, por la oportunidad cursar esta carrera
mis amigos y amigas	por ayudarme a lo largo del camino e incondicional apoyo
mis compañeros	por brindar un ambiente agradable
el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta	por su asesoría y colaboración en la realización de este trabajo
la Municipalidad de Flores	por la oportunidad que me brindaron en el desempeño del presente trabajo
Ministry Of Works y colegas de Belice	por su apoyo especial

ACTO QUE DEDICO A

MIS PADRES	Humberto Raúl Calles y Calles Maria Luisa Soto de Calles
MI HIJA	Laura Michelle Calles
MIS HERMANOS	Elvin Antonio Calles Maria Isabel Calles Ever David Calles Enio Adán Calles Gladis Amanda Calles Samuel Calles Mirna Raquel Calles Deisy Olibia Calles
MI ABUELITA	Con mucho cariño
MIS TÍOS Y TÍAS	Con mucho aprecio
MIS PRIMOS Y PRIMAS	Con amor
MIS AMIGOS Y AMIGAS	Con todos los que he pasado momentos especiales y siempre han estado conmigo

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, PARA LA ALDEA EL REMATE, FLORES, PETÉN.	1
1.1 Monografía	1
1.1.1 Investigación preliminar	1
1.1.2. Características de la población.....	1
1.1.2.1. Localización y ubicación.....	2
1.1.2.2 Colindancias.....	3
1.1.2.3 Clima y zonas de vida	4
1.1.2.4 Topografía y suelo.....	4
1.1.2.5 Organización comunitaria.....	5
1.1.2.6 Población	5
1.1.2.7 Condiciones sanitarias	6
1.1.3 Aspectos económicos.....	6
1.1.3.1 Producción	6
1.1.3.2 Técnicas de producción	7
1.1.4 Aspectos de infraestructura	8
1.1.4.1 Infraestructura básica.....	8

1.1.4.1.1 Acceso y vías de comunicación	8
1.1.4.1.2 Servicios públicos	8
1.1.4.1.3 Vivienda.....	9
1.1.4.2 Infraestructura social.....	9
1.1.4.2.1 Salud.....	9
1.1.4.2.2 Educación	10
1.2 Justificación de la obra	10
1.2.1 Social.....	10
1.3 Información preliminar	11
1.3.1 Fuente de abastecimiento	11
1.4 Informe físico-químico y bacteriológico de muestra de agua.....	11
1.4.1 Desinfección.....	11
1.5 Bases de diseño	12
1.5.1 Población futura.....	12
1.5.2 Dotación	13
1.5.3 Factor de hora máxima.....	14
1.5.4 Factor de día máximo.....	14
1.5.5 Tubería a utilizar.....	15
1.5.6 Presión máxima de diseño	15
1.5.7 Presión mínima de diseño	15
1.5.8 Longitud de diseño	15
1.5.9 Capacidad de diseño.....	16
1.5.10 Diseño del tanque de distribución.....	16
1.6 Cálculo hidráulico de la línea de impulsión	17
1.6.1 Determinación del diámetro económico	17
1.6.2 Diseño del equipo de bombeo.....	22
1.6.3 Verificación del golpe de ariete	25
1.7 Cálculo hidráulico de la línea y ramales de distribución.....	27
1.7.1 Caudal de diseño para los puntos de consumo.....	27

1.7.2 Método de Hardy Cross	27
1.7.3 Sistema de desinfección	31
1.7.4 Obras de arte	32
1.8 Presupuesto	32
1.8.1 Integración de costos.....	41
1.8.2 Cronograma de ejecución	42
1.9. Programa de operación y mantenimiento.....	42
1.10 Propuesta de tarifa.....	45
1.11 Introducción a evaluación de impacto ambiental.....	48
1.12 Evaluación socio-económica.....	54
1.12.1 Valor presente neto.....	54
1.12.2 Tasa interna de retorno.....	56
2. DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO, PARA LA ALDEA DE SANTA ELENA, FLORES, PETÉN.	59
2.1 Descripción del proyecto	59
2.2 Levantamiento topográfico	59
2.2.1 Altimetría.....	59
2.2.1 Planimetría.....	60
2.3 Diseño del sistema	60
2.3.1 Descripción del sistema a utilizar.....	60
2.3.2 Período de diseño.....	61
2.3.3 Población de diseño.....	61
2.3.4 Dotación.....	62
2.3.5 Factor de retorno	62
2.3.6 Factor de Harmond.....	62
2.3.7 Caudal sanitario	63
2.3.7.1 Caudal domiciliar.....	63

2.3.7.2 Caudal de infiltración	64
2.3.7.3 Caudal por conexiones ilícitas	64
2.3.7.4 Caudal comercial	64
2.3.7.5 Factor de caudal medio	65
2.3.7.6 Caudal de diseño	65
2.3.8 Selección de tipo de tubería	66
2.3.9 Diseño de sección de pendientes.....	66
2.3.9.1 Velocidades Máximas y mínimas de diseño	67
2.3.9.2 Cotas Invert.....	68
2.3.10 Pozos de visita	69
2.3.11 Conexiones domiciliarias.....	70
2.3.12 Profundidad de tubería	70
2.3.13 Principios hidráulicos.....	71
2.3.13.1 Relaciones hidráulicas	71
2.3.14 Cálculo hidráulico	73
2.3.14.1 Especificaciones técnicas	73
2.3.14.2 Ejemplo de diseño de un tramo	73
2.4 Introducción a evaluación de impacto ambiental	77
2.5 Presupuesto	83
2.6 Evaluación socio-económica.....	87
2.7 Elaboración de planos finales de drenaje	88
CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA.....	93
APÉNDICE A	95
APÉNDICE B	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Localización de las aldeas El Remate y Santa Elena.....	42
2. Cronograma de ejecución	42
3. Mapa de localización	49
4. Perfil línea de conducción	69
5. Distribución de carga sobre tubo.....	71
6. Mapa de localización	78

TABLAS

I. Población de aldea El Remate	2
II. Población de aldea Santa Elena	2
III. Población del municipio de Flores.....	5
IV. Costo de tubería por mes.....	20
V. Costo de energía por mes.....	21
VI. Resumen de costos	21
VII. Balanceo de redes	31
VIII. Integración de costos de ampliación del sistema de agua potable.....	32
IX. Valor presente neto.....	54
X. Integración de costos	83

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentaje
cm	Centímetro
CI	Cota invert
D	Diámetro de la sección circular
FH	Factor de Harmond
H	Altura
hab.	Habitantes
kg	Kilogramos
Kg/cm²	Kilogramo sobre centímetro cuadrado
Kg/m³	Kilogramo sobre metro cúbico
lbs/plg³	Libras sobre pulgada cúbica
lbs/plg²	Libra sobre pulgada cuadrada
lts/m³	Litros sobre metros cúbicos
L	Longitud
lb	Libras
L_t	Litros
m	Metros
m³	Metros cúbicos
m²	Metros cuadrados
mm	Milímetros
n	Diferencia en años
n	Coefficiente de rugosidad Manning
Plg	Pulgadas
P_n	Población futura

P_o	Población actual
q	Caudal de diseño
PVC	Cloruro de polivinilo
Q	Caudal
r	Tasa de crecimiento
S	Pendiente de la gradiente hidráulica
U	Unidades
V	Velocidad del flujo a sección llena

GLOSARIO

Aguas negras	Se refieren a las aguas de desechos provenientes de usos domésticos e industriales.
Aguas negras domiciliarias	Son las que provienen de la higiene personal, limpieza de edificios, cocinas, lavanderías, etc.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las alturas, sirve para la presentación de secciones o perfiles de una sección de terreno, cuya altura están referidas a un eje llamado línea de horizonte.
Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que los conduce al sistema de drenaje.
Colector	Tubería generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas negras indeseables de la población al lugar de descarga.

Colector principal	Sucesión de tramos, que partiendo de la descarga, siguen la dirección de los gastos mayores.
Contaminación	Efecto nocivo sobre el medio ambiente que afecta a todos los seres vivos.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente de ésta, donde se encuentra la candela.
Cota invert Descarga	Cota en la parte inferior del tubo ya instalado. Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, las que pueden estar crudas o tratadas.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua promedio que consume cada habitante por día.
Factor de caudal medio	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.
Factor de Harmond	Factor de seguridad para las horas picos, está en relación con la población.
Factor de rugosidad	Factor que expresa qué tan lisa es una superficie.

Fórmula de Manning	Fórmula utilizada para determinar la velocidad de un flujo a cielo abierto; relaciona la rugosidad de la superficie, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
Período de diseño	Tiempo durante el cual, la obra diseñada presentará un servicio satisfactorio.
Pozo de visita	Es una obra de arte de un sistema de alcantarillado que permite el acceso al colector y cuya finalidad es facilitar el mantenimiento del sistema para que funcione eficientemente.
Red de alcantarillado	También denominado sistema de drenaje; es el conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para drenar o desalojar las aguas negras y/o pluviales.
Tirante	En hidráulica, llámese así a la medida que define la altura de un líquido en una tubería, depósito, embalse o corriente.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación consiste en la realización del estudio y diseño de la ampliación del sistema de agua potable, para la aldea El Remate y la ampliación del sistema de drenaje, para la aldea Santa Elena, municipio de Flores, departamento de Petén.

Actualmente, la aldea El Remate cuenta con un sistema de agua potable que no tiene la capacidad para proveer con este servicio a la nueva lotificación que se ha realizado en la aldea. El sistema de agua potable consta de un sistema de bombeo, un tanque de distribución y la instalación de la red de distribución con tubería de PVC.

La aldea de Santa Elena cuenta con un sistema de drenajes que se ha venido ampliando por sectores, por lo que este proyecto solucionará en gran medida las necesidades de los habitantes. El mejoramiento involucra un sistema de drenaje de tubería PVC, pozos de visita y accesorios para su correcto funcionamiento. El diseño del sistema agua potable y el del sistema de drenaje se basaron en las normas y especificaciones ASTM 3034 e IMFOM.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar obras de infraestructura para el mejoramiento socioeconómico de las aldeas El Remate y Santa Elena, Flores, Petén.

ESPECÍFICOS

1. Analizar y determinar las necesidades prioritarias de las aldeas de El Remate y Santa Elena, Flores, Petén.
2. Diseñar y planificar la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, para la aldea El Remate, Flores, Petén.
3. Diseñar la ampliación del sistema de alcantarillado de la aldea de Santa Elena, Flores, Petén.

INTRODUCCIÓN

Con el fin de contribuir al desarrollo del municipio de Flores del departamento de Petén, se diseñó la ampliación a la red de alcantarillado de la aldea Santa Elena. Es común en este municipio el problema de drenajes, ya que no se le ha dado mucha importancia, debido a la falta de presupuesto de la municipalidad, lo que ha ocasionado innumerables problemas, siendo los más importantes las enfermedades gastrointestinales.

También se diseñó la ampliación a la red de agua potable, para la aldea El Remate; con este proyecto se beneficiará la nueva lotificación que se realizó, para ampliar la aldea y proveer un lugar para vivir, ya que en la actualidad casi toda la aldea se dedica a diferentes negocios.

Con dichos proyectos se pretende traer más desarrollo a estas Aldeas y reducir en gran parte, el riesgo de enfermedades.

En el presente informe se describe en la primera parte, las bases de diseño, cálculo y presupuesto de la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, de la aldea El Remate, Flores, Petén, con el agregado de la evaluación ambiental inicial. En la segunda parte, se explican todos los factores tomados en cuenta para el diseño de la ampliación del sistema de alcantarillado, de la aldea de Santa Elena, del mismo municipio y departamento, incluyendo la evaluación ambiental inicial.

En la parte final, se incluyen las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y un apéndice.

1. DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, PARA LA ALDEA EL REMATE, FLORES, PETÉN.

1.1 Monografía

1.1.1 Investigación preliminar

Para esta investigación se partió de la información inicial proporcionada por la municipalidad de Flores, por medio de charlas con los miembros del COCODE y de los vecinos de las aldeas El Remate y Santa Elena, donde se realizarán los proyectos.

1.1.2. Características de la población

En la aldea El Remate, de acuerdo con los resultados de la encuesta socioeconómica y sanitaria que se practicó en la aldea, se observó que el 98% de la población es de etnia ladina y el 2% indígena.

La población es en su mayoría de escasos recursos y depende del turismo y la agricultura para ganar dinero, el cual es utilizado para cubrir sus necesidades diarias. Tiene una población presente de 1472 habitantes entre hombres, mujeres y niños.

Tabla I. Población de aldea El Remate

Hombres	Mujeres	Total
787	685	1,472

En la aldea Santa Elena la población ladina es la que predomina.

Su población se dedica al comercio. Santa Elena es la comunidad urbana más grande del municipio de Flores y desde allí se realizan todas las compras del resto de comunidades del municipio; también es el eje principal para el transporte hacia la capital. Su población es la siguiente:

Tabla II. Población de aldea Santa Elena

Hombres	Mujeres	Total
9,986	8,857	18,845

1.1.2.1. Localización y ubicación

La aldea El Remate está localizada al Noroeste del país, aproximadamente a 513 kilómetros de la ciudad capital. Las Coordenadas Geodésicas son: lat. +16°59'55", long. -89°42'20"; se encuentra a una altura de 120 m, snm.

Santa Elena se encuentra a 480 kilómetros de la ciudad capital en el municipio de Flores, ambas en el municipio de Flores, departamento de Petén.

Figura 1. Localización de las aldeas El Remate y Santa Elena



<http://www.laguiadeca.com/laguiadeguatemala/mapa>

1.1.2.2 Colindancias

En el Norte la aldea El Remate, colinda con la aldea El Capulinar; el Sur, con la aldea de Ixlu; al Este, con la aldea de Macanche y en el Oeste, con el lago Petén Itzá y con el área protegida El Biotopo, Cerro Cahuí.

Santa Elena colinda en el Norte, con el lago Petén Itzá; en el Sur y el Este, colinda con varias fincas, y al Oeste con el municipio de San Benito.

1.1.2.3 Clima y zonas de vida

Las aldeas El Remate y Santa Elena se encuentran en las planicies del norte según la clasificación del INSIVUMEH; que comprende las planicies de El Petén. La región norte de los departamentos de Huehuetenango, El Quiché, Alta Verapaz e Izabal. Las elevaciones oscilan entre 0 a 300 metros snm. El ascenso se realiza mientras se interna en el territorio de dichos departamentos, en las estribaciones de las Sierras de Chamá y Santa Cruz.

Es una zona muy lluviosa durante todo el año aunque de junio a octubre se registran las precipitaciones mas intensas. Los registros de temperatura oscilan entre los 20 y 30 °C.

En esta región se manifiestan climas de género cálidos con invierno benigno, variando su carácter entre muy húmedos, húmedos y semisecos, sin estación seca bien definida. La vegetación característica varia entre selva y bosque.

1.1.2.4 Topografía y suelo

La aldea El Remate presenta una topografía semiplana, que colinda con el lago Petén Itzá. Por su proximidad con el lago el suelo es favorable para la agricultura y de muy alto potencial forestal.

Santa Elena presenta una topografía plana, que colinda con el lago Petén Itzá. Es una comunidad urbana, por lo que el suelo no se aprovecha para la agricultura.

El suelo en sí es limo arcilloso de poco espesor, por lo general a mayor profundidad de 2 m se encuentra balasto con alto contenido de roca calcaría.

1.1.2.5 Organización comunitaria

Existen en las comunidades un comité de educación, de agua potable y comunitario para el desarrollo.

1.1.2.6 Población

La población del municipio de Flores, según el último censo (2002), realizado por el Instituto Nacional de Estadística, se divide por aldeas, caseríos y fincas. Así también se clasifican en hombres y mujeres.

Tabla III. Población del municipio de Flores

Departamento, Municipio Y Lugar Poblado	Categoría	Población total	Sexo	
			Hombres	Mujeres
Flores		30,897	16,118	14,779
Flores	Ciudad	1,001	465	536
La Reforma o El Remate	Aldea	1,247	631	616
Paxcamán	Aldea	1,868	963	905
Santa Elena de La Cruz	Aldea	15,121	8,010	7,111
San Miguel	Aldea	895	491	404
Tres Naciones	Aldea	50	25	25
Uaxactún	Aldea	667	367	300
Aguadas Nuevas	Caserío	351	187	164
El Arrozal	Caserío	116	66	50
El Naranja	Caserío	1,261	628	633
El Zapote	Caserío	601	298	303
Macanche	Caserío	1,550	786	764
Lanquín o Zocotzal	Caserío	292	152	140
Caoba	Caserío	1,673	878	795
El Capulinar	Caserío	254	120	134
El Limon	Caserío	116	59	57
Los Lagartos	Caserío	263	141	122
Ixlu	Caserío	1,323	683	640
El Porvenir	Caserío	373	203	170
Altamira	Finca	115	65	50

Continuación

Tres Marías	Finca	763	371	392
Pozo del Norte	Finca	66	29	37
Sin nombre	Finca	477	256	221
Campamento Conap	Finca	114	60	54
Ramonal	Finca	10	6	4
Población dispersa	Otra	330	178	152

1.1.2.7 Condiciones sanitarias

En la aldea El Remate un 70% de las viviendas cuentan con letrinas de pozo ciego o lavable, de las cuales el 15% se encuentran en mal estado mientras que el 30% restante, hacen sus necesidades al aire libre.

En Santa Elena un 40% de la población cuenta con servicio sanitario lavable mientras que el resto utiliza letrinas de pozo ciego.

Ambas comunidades cuentan con un basurero comunitario, pero no todos los habitantes lo utilizan; por lo que se puede observar basura regada en algunos patios, también se pueden observar animales domésticos regar la basura y luego entrar a las viviendas libremente, lo que puede proveer una fuente de contaminación para los alimentos.

1.1.3 Aspectos económicos

1.1.3.1 Producción

La menor parte de la población de la aldea El Remate se dedica al trabajo de la agricultura mientras que el resto a trabajos relacionados al turismo

y la artesanía. Las personas que se dedican a la agricultura utilizan el método de chapeo y quemado para preparar el suelo en el que van sembrar.

El resto de población se dedica a la artesanía y labrado de madera para la industria del turismo y consumo local de la comunidad.

En Santa Elena, la mayoría de su población se dedica a trabajar en pequeñas empresas comerciales y de servicios, principalmente orientadas al turismo, y otra parte tiene la oportunidad de trabajar en régimen de dependencia con algunas empresas grandes e instituciones estatales. Los oficios también predominan entre los habitantes siendo los más frecuentes: carpintero, sastre, mecánico, soldador, artesano, albañil, zapatero, costurera y herrero, así como el trabajo doméstico. La producción agropecuaria es el cultivo de maíz, frijol, pepitoria, frutales y ganado porcino y bovino.

1.1.3.2 Técnicas de producción

En el área de artesanía todo el producto que se elabora es hecho a mano y a pequeña escala por grupos familiares que se dedican a la producción de recuerdos y adornos para el mercado turístico, esto se debe en parte a la pequeña economía con que se trabaja, que no permite la producción a gran escala o a la demanda específica de algunos productos.

En el área agrícola se acostumbra limpiar (chapear) el lugar donde se sembrará, luego se quema, a los 15 días se siembra la semilla. Durante las siguientes 4 o 5 cinco semanas se fumiga para controlar la maleza mientras la siembra está pequeña. Pasada esta etapa se espera que la cosecha se pueda recoger.

1.1.4 Aspectos de infraestructura

1.1.4.1 Infraestructura básica

1.1.4.1.1 Acceso y vías de comunicación

Para llegar, desde la capital por la ruta del Atlántico (CA-13) hasta la aldea El Remate, se recorren 513 kilómetros divididos así: se viaja por la carretera hacia Ciudad Flores, hasta llegar al kilómetro 481, luego se cruza a la derecha donde se deben transitar 22 kilómetros en la ruta hacia Tikal, toda la carretera se encuentra en buen estado.

De la cabecera departamental, ciudad Flores, se recorren 1.5 kilómetros para llegar a Santa Elena y se deben viajar 29 kilómetros en la ruta hacia Tikal para llegar a la aldea El Remate.

1.1.4.1.2 Servicios públicos

Actualmente se tienen los siguientes servicios:

- Una escuela del nivel primario.
- Iglesias evangélicas
- Iglesia católica
- Área deportiva
- Tiendas
- Hoteles
- Puesto de salud

1.1.4.1.3 Vivienda

La aldea El Remate actualmente cuenta con 313 viviendas, según el censo realizado. Las viviendas se encuentran mayormente frente al lago y unas pocas a ambos lados de la carretera, las cuales en gran parte están construidas con paredes de madera y a menor proporción de bajareque, techo de lámina de zinc; el piso de tierra es más común que el piso de cemento.

La ampliación propuesta a la aldea prevé un aumento de 101 viviendas, una escuela y una iglesia, con una urbanización organizada en cuadras con avenidas y calles.

1.1.4.2 Infraestructura social

1.1.4.2.1 Salud

En la comunidad se cuenta con un puesto de salud que es atendido por una enfermera auxiliar, una clínica médica popular que es atendida por un doctor y también hay una comadrona.

Los habitantes de la comunidad también acuden a otros centros de salud privados fuera de su comunidad.

Las enfermedades más comunes en la comunidad son la gripe, el paludismo, el dengue y enfermedades gastrointestinales.

1.1.4.2.2 Educación

El 75% de los habitantes saben leer y escribir, en la comunidad se cuenta con una escuela de pre-primaria con 80 alumnos, una escuela primaria en jornada matutina con unos 350 alumnos, la cual también se utiliza como escuela de básico en jornada vespertina con unos 50 alumnos.

1.2 Justificación de la obra

1.2.1 Social

La falta de agua potable en las comunidades es la responsable del deterioro de la salud. Según la Organización Mundial de la Salud, OMS, el 80% de las enfermedades en países en vías de desarrollo están directamente relacionadas a la contaminación del agua que se consume.

Debido a la falta de espacio para desarrollarse en la aldea El Remate se ha propuesto una nueva lotificación en un área nueva. En este lugar no se cuenta con servicio de agua potable por lo que se propone la ampliación al sistema actual para esta aldea, mientras que en Santa Elena es necesario ampliar la red de alcantarillado sanitario para reducir los índices o focos de contaminación presentes.

1.3 Información preliminar

1.3.1 Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento para la ampliación al sistema de agua potable es el lago Petén Itzá.

1.4 Informe físico-químico y bacteriológico de muestra de agua

1.4.1 Desinfección

Para tratar el agua y hacerla apta para el consumo humano existen procesos unitarios de tratamiento que alteran su condición específica inicial; generalmente el proceso más común es la desinfección cuyo proceso está destinado a destruir o dificultar el desarrollo de microorganismos de significado sanitario. En este caso, se puede citar su acción contra microorganismos patógenos, algas y bacterias ferro-reductoras. Antes de tomar una decisión acerca de qué tratamiento se le dará a la misma, deben realizarse análisis físico-químicos y exámenes bacteriológicos precisos, con el fin de determinar las concentraciones de los diferentes parámetros físicos y químicos y de conocer el grado de contaminación bacteriológica, si se pudieran realizar.

Es importante garantizar la potabilidad del agua del sistema de abastecimiento, sometiéndola a tratamiento de desinfección bacteriológica,

mediante la utilización de cloro; con ello se evitará la transmisión de enfermedades hacia la población que la consume.

1.5 Bases de diseño

1.5.1 Población futura

El sistema de abastecimiento de agua por gravedad se debe adecuar a un funcionamiento eficiente durante el período para el cual está diseñado. Para calcular la población futura durante el período de diseño se utilizó el método de incremento geométrico, por ser el método que más se adapta al crecimiento real de la población en el medio.

También se determina una tasa de incremento del 4.5% anual, dato obtenido en el Instituto Nacional de Estadística (INE), el cual es aplicable a una población rural en el departamento de Guatemala.

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

Donde:

P_n = Población futura

P_o = Población actual = 750 habitantes

r = Tasa de crecimiento = 4.5 %

n = Número de años del período de diseño = 22

$$P_n = 750 * (1 + 0.045)^{22}$$

$$P_n = 1975 \text{ habitantes}$$

1.5.2 Dotación

La dotación es la cantidad de agua que se le asigna a una persona para que pueda satisfacer sus necesidades durante un día; se expresa en litros por habitante por día.

La dotación debe cubrir las necesidades de consumo de cada persona para que pueda desarrollar sus actividades y mejore su calidad de vida. Para asignar la dotación a una población se deben tomar en cuenta ciertos aspectos como: clima, nivel de vida de la población, características propias de la producción, alcantarillado, etc. Los datos de la aldea El Remate son:

Clima : cálido

Nivel de vida : media/baja

Actividad productiva : agrícola

Existen varios métodos para calcular la dotación pero se tendrá dos para su estudio, lo cuales son:

Método propuesto por el Ing. Jorge Gálvez Sobral¹

Este método toma en cuenta los factores siguientes: población, clima, actividad productiva, y nivel de vida. Para este proyecto las características de la población son:

Clima cálido = 150 lts/hab/día

Población = 0-1500 hab. = 85 %

Característica = agrícola = 100 %

Nivel de vida = medio/bajo = 75 %

¹ Trabajo de graduación, Consideraciones sobre la dotación de agua potable, necesaria en poblaciones de la republica de Guatemala, Guatemala, febrero de 1951

Se calcula:

$$\text{Dotación} = 150 \text{ lts/hab/día} * 0.85 * 1.0 * 0.75$$

$$\text{Dotación} = 95.63 \text{ lts/hab/día.}$$

Método de la Dirección General de Obras Públicas

Este método fija valores tomando en cuenta el clima, población, etc. La población rural necesita una dotación de 60 a 100 lts/hab/día.

Debido a las características especiales de esta población ninguno de los métodos descritos anteriormente se ajustan a sus necesidades. Este lugar está más orientado al turismo, por lo que habrá mayor demanda de agua. Tomando estas características, así como el nivel de vida de la población, clima etc., se adoptó para esta área una dotación de 200 Lts./hab./día.

1.5.3 Factor de hora máxima

Factor relacionado con el número de habitantes y sus costumbres, para satisfacer la demanda de una población. El factor hora máxima varía entre 1.8 y 2.5. Se adoptó un valor de 1.8 tomando en cuenta las costumbres de la población rural.

1.5.4 Factor de día máximo

Es el factor que sirve para compensar la variación en el consumo de agua por parte de la comunidad en un período de tiempo determinado.

El factor de día máximo varía entre 1 y 2.

Se adoptó un valor de 1.20 tomando en cuenta el tamaño de la población y la dotación asignada.

1.5.5 Tubería a utilizar

En la red de distribución toda la tubería es de PVC 160 PSI, y en la línea de conducción, toda la tubería es de HG ya que la de PVC es incapaz de soportar el golpe de ariete más la carga por altura a la que será sometida.

1.5.6 Presión máxima de diseño

La presión máxima de diseño en la red de distribución es de 41.19 m.c.a.

1.5.7 Presión mínima de diseño

La presión mínima de diseño en la red de distribución es de 18.64 m.c.a.

1.5.8 Longitud de diseño

La longitud total para la red de distribución es de 2378.88 m horizontalmente por lo que se le suma un 2% para compensar la diferencia por las pendientes en algunos casos, porque la longitud real es de 2426.46m.

1.5.9 Capacidad de diseño

La capacidad de almacenamiento del tanque de distribución es del 40% del consumo total en un día. Esto permite que se puedan hacer el mantenimiento rutinario y preventivo al sistema de bombeo, sin que se vea afectada la población durante este proceso.

1.5.10 Diseño del tanque de distribución

$$V = \frac{0.40 * Q_m * 86400 \text{seg} / \text{día}}{1000}$$

$$Q_m = 4.572 \text{ lts/seg}$$

$$V = \frac{0.40 * 4.572 \text{lts} / \text{seg} * 86400 \text{seg} / \text{día}}{1000}$$

$$V = 158.008 \text{ m}^3$$

El tanque de distribución tiene las medidas de 7 mts.* 6.5 mts. * 3.70 mts. = 168.35 M³, y se necesita un tanque de 158.005 m³ por lo que se concluye que el tanque de distribución es capaz de recibir la cantidad de agua que se desea distribuir.

1.6 Cálculo hidráulico de la línea de impulsión

1.6.1 Determinación del diámetro económico

La tubería de descarga es la que se coloca inmediatamente después de la bomba, en el abastecimiento de agua potable. Esta tubería descarga el líquido al tanque de almacenamiento, aunque se podría conectar directamente a la tubería de distribución.

La velocidad del caudal requerido en la tubería de distribución debe ser la mínima de 0.6 mts/seg y máxima de 3.0 mts/seg.

Para minimizar la resistencia al paso del agua y eliminar formaciones de aire, es conveniente considerar en el diseño e instalaciones de la tubería de descarga, las recomendaciones siguientes:

- La tubería debe colocarse en la ruta más directa posible, desde la bomba hasta el punto de descarga.
- El número de cambios de dirección, válvulas y accesorios deben ser los mínimos necesarios en esta tubería, sin embargo, en lugares bajos deben instalarse válvulas de limpieza y si es requerido en los picos de la línea deberá colocarse válvulas de aire.
- Cuando se contemple la conexión de más de una bomba a una misma tubería de descarga, se recomienda el uso de accesorios que conduzcan el fluido por la ruta más directa; usando, por ejemplo, yee o codos de mínimo ángulo. En este mismo caso, conforme se vayan sumando caudales, el diámetro de la tubería debe ser el inmediato superior. El tipo de la tubería de descarga está íntimamente ligado a la máxima presión

que se presenta en ésta, pudiendo ser clasificada según su presión de trabajo en ligera, mediana o de alta presión.

Luego de determinarse el caudal de bombeo, se puede diseñar la tubería de descarga con la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}\phi_{EC} &= 1.8675 \times \sqrt{(Qb)} \\ \phi_{EC} &= 1.8675 \times \sqrt{(10.974 \text{ L / seg})} \\ \phi_{EC} &= 6.18 \text{ in.}\end{aligned}$$

Donde:

ϕ_{EC} = Diámetro económico en pulgadas.

Qb = Caudal de bombeo en l/seg.

1.8675 = Factor de conversión de metros a pulgadas, que contempla además, una velocidad mínima de flujo en tubería de descarga.

Como este diámetro no existe comercialmente, entonces se procede a verificar la velocidad y la pérdida de carga con los diámetros comerciales inmediatos inferior y superior y con los otros diámetros con los que se cumpla el rango de velocidad deseada:

$$V = 1.974 \times (Qb / \phi_{EC}^2)$$

Donde. $0.60 < V < 3$ m/seg.

V = Velocidad de flujo de la tubería.

Qb = Caudal de bombeo

ϕ_{EC} = Diámetro económico.

1.974 = Factor de conversión de l/pulg² a m³/seg².

$$V (8'') = 1.974 \times 10.974 / (8)^2 = 0.338 \text{ m/seg. No cumple}$$

$$V (6'') = 1.974 \times 10.974 / (6)^2 = 0.602 \text{ m/seg. Sí cumple}$$

$$V (4'') = 1.974 \times 10.974 / (4)^2 = 1.374 \text{ m/seg. Sí cumple}$$

Luego del cálculo de velocidades se nota que los diámetro de 4" y 6" cumplen con la velocidad mientras que el de 8" no cumple; por lo que se analizaran los diámetros de 4" y 6".

Para determinar el costo mensual se toma como referencia la tasa de interés anual igual a 20% y un periodo útil para el análisis de 10 años.

Costo mensual de tubería, se calcula con la siguiente expresión:

$$Ct = A * C$$

Donde:

Ct = costo mensual de tubería

A = factor adimensional

C = costo total de tubería

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

$$A = \frac{(0.0167 * (0.0167 + 1)^{120})}{((0.0167 + 1)^{120} - 1)}$$

$$A = 0.0194$$

$$Ct_{4''} = 0.0194 * 207871.58$$

$$Ct_{4''} = Q.4032.71$$

$$Ct_{6''} = 0.0194 * 372243$$

$$Ct_{6''} = Q.7221.51$$

En el siguiente cuadro se muestran los cálculos del costo de la tubería por mes.

Tabla IV. Costo de tubería por mes

DIÁMETRO	LONGITUD (m)	COSTO TUBERÍA TOTAL	A	TUBERÍA COSTO/ MES
4"	1000	Q.207871.58	0.0194	Q.4032.71
6"	1000	Q.372243	0.0194	Q.7221.51

Con la fórmula de Hazen y Williams se calcula la pérdida de carga en el décimo año de servicio del sistema.

$$Hf_1 = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

TUBERÍA DE 4" ϕ

$$Hf_1 = \frac{1743.811 * 1000 * 4.167^{1.85}}{100^{1.85} * 4^{4.87}}$$

$$Hf_1 = 5.703$$

TUBERÍA DE 6" ϕ

$$Hf_1 = \frac{1743.811 * 1000 * 4.167^{1.85}}{100^{1.85} * 6^{4.87}}$$

$$Hf_1 = 0.792$$

Precio por Kw/hora: Q.1.84 Kw/hora

Tubo 4" de diámetro

Tiempo de bombeo diario en el primer año: 4.556 horas

Tiempo de bombeo por mes en el primer año: 136.68 horas

Tubo 6" de diámetro

Tiempo de bombeo diario en el primer año: 4.556 horas

Tiempo de bombeo por mes en el primer año: 136.68 horas

$$1\text{HP} = 0.746\text{P(Kw)}$$

$$\text{Costo energía por mes} = \text{P(HP)} * 0.746(\text{Kw}) * H_B * \text{Costo Kw/hora}$$

Tabla V. Costo de energía por mes

DIÁMETRO	Hf	P(HP)	P(Kw)	COSTO ENERGÍA/MES
4"	5.703	15	11.19	Q.2814.19
6"	0.792	10	7.46	Q.1876.12

Tabla VI. Resumen de costos

DIÁMETRO	COSTO ENERGÍA/MES	TUBERÍA COSTO/ MES	COSTO TOTAL/MES
4"	Q.2814.19	Q.4032.71	Q.6848.90
6"	Q.1876.12	Q.7221.51	Q.9097.63

El diámetro económico es el que da como resultado el menor costo por mes, por lo que en este caso se seleccionará el de 4".

1.6.2 Diseño del equipo de bombeo

La capacidad de la bomba y la potencia del motor deberá ser suficiente para elevar el caudal de bombeo previsto contra la altura máxima de diseño.

La eficiencia de la bomba en ningún caso será menor del 60%. Ésta debe instalarse a una profundidad tal, que se asegure una sumergencia que garantice su enfriamiento adecuado.

A la salida de los equipos de bombeo deberán proveerse como mínimo los siguientes dispositivos:

- Manómetro en la descarga
- Tubería de limpieza
- Válvulas de retención y de paso en la línea de descarga
- Junta flexible en la línea de descarga
- Protección contra golpe de ariete si fuera necesario

En el sistema de bombeo se utiliza energía potencial del agua, con la diferencia que para llevarla a ese nivel de energía se utiliza un equipo que proporcione la energía necesaria (energía mecánica) para elevar el nivel natural de la fuente a un nivel aprovechable.

El tiempo de bombeo diario se obtendrá considerando criterios económicos y de consumo; se recomienda que éste no sea mayor de 18 horas diarias.

$$POTENCIA = \frac{CDT * Qb}{76 * e}$$

Donde:

C.D.T = Carga Dinámica Total en metros por columna de agua.

Qb = caudal de bombeo en litros por segundo.

e = eficiencia del equipo de bombeo en porcentaje.

Qc = Qm*f.d.m.

Qc = caudal de conducción (litros/segundo).

Qm = consumo medio diario

f.d.m = factor de día máximo según el valor recomendado por UNEPAR.

En este caso f.d.m = 1.2

Qc = 1.2*4.572

Qc = 5.486 litros/segundo.

Qb = (Qmd* 24)/tiempo de bombeo

Qb = (5.486 * 24)/12 = 10.972 litros/segundo.

Pérdidas de carga en línea de impulsión utilizando la fórmula de Hazen-Williams:

$$Hf = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * d^{4.87}}$$

d = Ø 4" de PVC

C = 100

$$Q = 10.974 \text{ litros/segundo.}$$

$$L = 1000.00 \text{ metros}$$

$$\text{Pérdida por fricción} = 34.209$$

Pérdidas de cargas menores $2\% \cdot H_f$

$$\text{Pérdidas menores} = 0.684$$

$$\text{Pérdida por altura} = 61.01$$

$$\text{Carga de velocidad} = V^2/2g = (q/a)^2/2g$$

$$\text{Pérdida por velocidad} = 0.096$$

$$\text{C.D.T.} = \text{Carga dinámica total} = 95.999 \text{ metros}$$

$$Potencia = \frac{C.D.T. \cdot Qb}{76 \cdot e}$$

Potencia requerida a los 10 años de servicio

$$Potencia = \frac{78.2 \cdot 6.47}{76 \cdot 0.6}$$

$$P_{10} = 13.62 \text{ HP}$$

Potencia requerida a los 22 años de servicio

$$Potencia = \frac{78.2 \cdot 10.974}{76 \cdot 0.6}$$

$$P_{22} = 20.05 \text{ HP}$$

1.6.3 Verificación del golpe de ariete

Para la protección del equipo de bombeo y de la tubería de conducción, se deben considerar los efectos producidos por el fenómeno denominado golpe de ariete.

Se denomina golpe de ariete a la variación de presión en una tubería, por encima o por debajo de la presión normal de operación, ocasionada por rápidas fluctuaciones en el caudal, producidas por la apertura o cierre repentino de una válvula o por el paro o arranque de las bombas. Este fenómeno puede provocar ruptura de la presión (presión positiva) o aplastamiento (presión negativa).

Para el cálculo del golpe de ariete, se utilizó la siguiente fórmula:

$$P = \left(\frac{145}{\sqrt{\left(1 + \frac{(Ea * D)}{(Et * e)} \right)}} \right) * V$$

Donde:

- P = Golpe de ariete (metros columna de agua)
- Et = Módulo elasticidad del material (P.V.C =28100 Kg./cm²)
- Ea = Módulo elasticidad del agua (20670 Kg./cm²)
- E = Espesor de pared de tubo (cm)
- D = Diámetro del tubo (cm).

Al calcular se tiene:

$$P = \left(\frac{145}{\sqrt{1 + \frac{(2067 * 10.084)}{(28100 * 0.673)}}} \right) * 1.374$$

$$P = 137.413\text{m}$$

La velocidad del flujo se calcula con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{1.974 * Qb}{D^2}$$

$$V = \frac{1.974 * 10.974}{3.97^2}$$

$$V = 1.374\text{m/s}$$

Donde:

Qb = Caudal de bombeo (lt/seg.)

D = Diámetro interior del tubo (pulg.)

V = Velocidad del flujo (m/seg.)

Tipo de tubería asumida:

Caso crítico = Golpe de ariete + Carga por altura

$$\text{Caso crítico} = 137.41 + 61.01$$

$$\text{Caso crítico} = 198.42 \text{ m}$$

De acuerdo con los valores anteriores, la presión total en la tubería es de 215.61m = 282.15psi, que sería la presión soportada por la tubería, siendo necesario utilizar en la línea de conducción, HG de presión media, para que no sufran ruptura los tubos.

1.7 Cálculo hidráulico de la línea y ramales de distribución

1.7.1 Caudal de diseño para los puntos de consumo

Debido a las condiciones topográficas de la aldea El Remate, la red de distribución se divide en dos circuitos cerrados y ramales abiertos.

Al estar trazados los circuitos, el diseñador, usando su criterio, identifica los nudos de los circuitos con letras mayúsculas. Después localiza los puntos de consumo en cada nudo. Éstos deben estar próximos a sectores significativos de vivienda, industria o comercio.

A criterio del diseñador, se determina el área tributaria, es decir, el área tributaria de dicho punto (ver plano de densidad de población en la sección de anexos), así como también, el número de edificios públicos, comerciales, industriales, si los hubiere. Luego se determina el caudal por vivienda, dividiendo el caudal de hora máxima por el número de viviendas futuras de toda la comunidad en estudio. Posteriormente, se multiplica el caudal por vivienda por el número de viviendas por el área tributaria que se va a servir y con esto se calcula el gasto de cada punto de consumo en cada nudo.

1.7.2 Método de Hardy Cross

Hardy Cross introdujo este método de pruebas y errores controlados, el cual fue trasladado por él, del análisis estructural al análisis hidráulico. Al aplicar este método, los cálculos se vuelven más rápidos si las relaciones de flujo se

expresan como una fórmula exponencial o sea la ecuación

$$H_f = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

En este método se suponen positivos los caudales en sentido de las agujas del reloj y las pérdidas de carga asociadas; y con signo negativo, los caudales en contra de las agujas del reloj y las pérdidas asociadas; además se satisface la ecuación de continuidad en cada punto de consumo en la red.

Conociendo los valores de gasto para cada punto de consumo y el caudal de ingreso a la red (QMD); se propone una distribución tentativa del flujo de la red; así como también el sentido del mismo. Además, con base en la observación de los puntos de mayor consumo, se propone una magnitud lógica de tamaños de los diámetros de tubería.

Para el cálculo de las condiciones propuestas en la red, se emplea la fórmula de Hazen-Williams. Esta fórmula tienen las siguientes características:

- a. Los resultados con respecto de la realidad son conservadores.
- b. Brinda mejores resultados en diámetros mayores de 2”.
- c. Puede utilizarse en diámetros menores de 2”, pero se recomienda la utilización del diámetro real interior, ya que el nominal conduce a errores en los resultados.

En la práctica, la ecuación de Hazen-Williams es la más utilizada, debido a la aproximación de los resultados obtenidos, así como por la facilidad de aplicación. Utilizando dicha ecuación y con los datos o condición inicial propuesta, se procede a calcular el valor de la pérdida de carga (en mca); dicha

pérdida se calcula con la fórmula siguiente:

$$H_f = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Donde:

hf = pérdida de carga

L = longitud del tramo (m)

Q = caudal (lt/seg)

D = diámetro nominal de tubería (plg)

C = coeficiente de rugosidad (adimensional)

Para determinar el coeficiente de rugosidad, tomando en cuenta que se tiene planificado utilizar tubería PVC, el fabricante especifica utilizar un valor de 150, para tuberías nuevas.

Luego de calcular Hf, se determina la relación Hf/Q; y se calcula la corrección con la siguiente fórmula:

$$\text{Corrección} = - \left[\frac{\sum H_f}{1.85 * \sum \frac{H_f}{Q}} \right]$$

Todas las tuberías comunes a dos circuitos, deben ser modificadas en el valor de la corrección respectiva (calculado según el circuito estudiado) más el valor que corresponda a dicha tubería común (en el circuito próximo) multiplicado por "-1".

El valor del caudal debe ser ingresado con el signo correspondiente al sentido del flujo asumido, que será positivo si el sentido asumido es a favor de las agujas del reloj; y negativo si es en contra de las agujas del reloj.

El caudal modificado se calcula de la siguiente manera:

$$Q \text{ modificado} = Q_0 + \text{Corrección}$$

El valor calculado, se coloca en la columna de caudal inicial o caudal de la iteración (columna de caudal), sustituyendo al caudal inicialmente asumido. Se procede nuevamente a calcular toda la Tabla, para obtener un nuevo caudal (segunda iteración), y así sucesivamente, hasta que los valores de las correcciones sean menores o iguales al 1% del caudal de entrada.

Para asumir los diámetros que se utilizarán en los diferentes circuitos de la red de distribución, primero se calcula el diámetro máximo que se puede utilizar en la red de acuerdo con la velocidad máxima ($V = 2 \text{ m/seg}$) de diseño y al caudal de entrada de la red con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{1.974 * Q}{D^2}, \text{ donde}$$

D = diámetro (plg)

Q = caudal (lts/seg)

Luego de calcular el diámetro máximo que puede ser utilizado en el sistema, de acuerdo con la velocidad máxima, se prosigue calculando las pérdidas de carga para cada tramo de la red de distribución, a partir de los caudales iniciales y las distancias obtenidas del estudio topográfico. Luego se elige la combinación más adecuada para cada recorrido, es decir, la combinación que proporcione una presión mínima, en el servicio, de 15 mca.

Los datos y resultados se tabulan en la Tabla siguiente:

Tabla VII. Balanceo de redes

PRIMERA ITERACIÓN										
Circuito	Tramo	Longitud	Ø int	C	Q	hf	hf/Q	Δ	Qc	Velocidad
I	C-M	104.2	1.532	150.000	1.516	4.628	3.054	0.059	1.457	1.275
	M-L(II)	69.75	1.195	150.000	0.110	0.081	0.737	0.059 0.051	0.101	0.152
	E-L	104.2	1.532	150.000	1.398	3.984	2.851	0.059	1.457	1.175
	C-E	64.22	1.532	150.000	2.580	7.635	2.959	0.059	2.639	2.170
						Σ0.725	Σ6.642			
II	M-S	109.25	1.532	150.000	1.136	2.845	2.505	0.051	1.085	0.955
	S-V	39.85	1.195	150.000	0.298	0.294	0.984	0.051	0.248	0.412
	L-V	120.95	1.532	150.000	0.987	2.432	2.463	0.051	1.038	0.831
	M-L(I)	69.75	1.195	150.000	0.110	0.081	0.737	0.051 0.059	0.101	0.152
						Σ0.625	Σ6.6895			
SEGUNDA ITERACIÓN										
Circuito	Tramo	Longitud	Ø int	C	Q	hf	hf/Q	Δ	Qc	Velocidad
I	C-M	104.2	1.532	150.000	1.457	4.300	2.953	0.006	1.451	1.225
	M-L(II)	69.75	1.195	150.000	0.101	0.070	0.689	0.006 0.007	0.103	0.140
	E-L	104.2	1.532	150.000	1.457	4.301	2.953	0.006	1.462	1.225
	C-E	64.22	1.532	150.000	2.639	7.962	3.016	0.006	2.645	2.220
						Σ0.069	Σ6.594			
II	M-S	109.25	1.532	150.000	1.085	2.615	2.410	0.007	1.078	0.913
	S-V	39.85	1.195	150.000	0.248	0.208	0.840	0.007	0.241	0.343
	L-V	120.95	1.532	150.000	1.038	2.667	2.570	0.007	1.045	0.873
	M-L(I)	69.75	1.195	150.000	0.101	0.070	0.689	0.007 0.006	0.103	0.140
						Σ0.086	Σ6.5089			

Como se puede notar en la segunda iteración, ya el valor de la corrección es menor del 1% del caudal de entrada; de esta manera se han balanceado los caudales y las pérdidas en cada tramo de la red.

1.7.3 Sistema de desinfección

Debido a que los resultados del análisis físico químico y bacteriológico hechos en el laboratorio recomiendan que sólo es necesario un sistema simple de desinfección, se ha optado por un sistema que funciona automáticamente y

es muy sencillo de utilizar. El dosificador se coloca en la línea de conducción y éste distribuye el cloro automáticamente. Se recomienda el X253-XD-GPAQXXX-DOSIFICADOR 77GPD que utiliza hipoclorito al 70%, el cual se usa con una dosis del 1 por millar.

1.7.4 Obras de arte

El tanque de distribución a utilizar es de concreto ciclópeo con paredes tipo muros de contención y losa de concreto reforzado.

1.8 Presupuesto

Tabla VIII. Integración de costos de ampliación de sistema de agua potable

Caseta de bombeo				
Materiales				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo Total
Cimiento				
Cemento	10	sacos	Q50.00	Q500.00
Arena	0.64	m ³	Q125.00	Q80.00
Piedrín	0.55	m ³	Q130.00	Q71.50
Hierro de 3/8" legítimo	9	varilla	Q22.70	Q204.30
Hierro de 1/4" legítimo	11	varilla	Q9.50	Q104.50
Alambre de amarre	3	lb	Q5.00	Q15.00
Block de pómez 0.15*0.20*0.40	83	u	Q2.50	Q207.50
Solera de humedad				
Cemento	5	sacos	Q50.00	Q250.00
Arena	0.3	m ³	Q125.00	Q37.50
Piedrín	0.3	m ³	Q130.00	Q39.00
Hierro de 3/8" leg	12	varilla	Q22.70	Q272.40
Hierro de 1/4" leg	9.5	varilla	Q9.50	Q90.25
Alambre de amarre	3	lb	Q5.00	Q15.00
Pared de block				
Block de pómez 0.15*0.20*0.40	383	u	Q3.00	Q1,149.00

Continuación

Cemento	4	sacos	Q50.00	Q200.00
Arena	0.5	m ³	Q125.00	Q62.50
Solera intermedia				
Cemento	3	sacos	Q50.00	Q150.00
Arena	0.13	m ³	Q125.00	Q16.25
Piedrín	0.13	m ³	Q130.00	Q16.90
Hierro de 3/8" leg	6	varilla	Q22.70	Q136.20
Hierro de 1/4" leg	5	varilla	Q9.50	Q47.50
Alambre de amarre	2	lb	Q5.00	Q10.00
Solera de corona				
Cemento	5	sacos	Q50.00	Q250.00
Arena	0.3	m ³	Q125.00	Q37.50
Piedrín	0.3	m ³	Q130.00	Q39.00
Hierro de 3/8" leg	12	varilla	Q22.70	Q272.40
Hierro de 1/4" leg	10	varilla	Q9.50	Q95.00
Alambre de amarre	3	lb	Q5.00	Q15.00
Barras para ventanas				
Hierro de 1/2" leg	4	varilla	Q40.30	Q161.20
Columna tipo A				
Cemento	3	sacos	Q50.00	Q150.00
Arena	0.2	m ³	Q125.00	Q25.00
Piedrín	0.2	m ³	Q130.00	Q26.00
Hierro de 3/8" leg	9	varilla	Q22.70	Q204.30
Hierro de 1/4" leg	6	varilla	Q9.50	Q57.00
Alambre de amarre	3	lb	Q5.00	Q15.00
Tabla 1" x 12" x 10'	30	pie Tabla	Q6.00	Q180.00
Clavo 2"	3	lb	Q6.00	Q18.00
Columna tipo B				
Cemento	3	sacos	Q50.00	Q150.00
Arena	0.2	m ³	Q125.00	Q25.00
Piedrín	0.2	m ³	Q130.00	Q26.00
Hierro de 3/8" leg	5	varilla	Q22.70	Q113.50
Hierro de 1/4" leg	4	varilla	Q9.50	Q38.00
Alambre de amarre	2	lb	Q5.00	Q10.00
Tabla 1" x 12" x 10'	30	pie Tabla	Q6.00	Q180.00

Continuación

Clavo 2"	3	lb	Q6.00	Q18.00
Columna tipo C				
Cemento	2	sacos	Q50.00	Q100.00
Arena	0.1	m ³	Q125.00	Q12.50
Piedrín	0.1	m ³	Q130.00	Q13.00
Hierro de 3/8" leg	5	varilla	Q22.70	Q113.50
Hierro de 1/4" leg	4	varilla	Q9.50	Q38.00
Alambre de amarre	2	lb	Q5.00	Q10.00
Tabla 1" x 12" x 10'	30	pie tabla	Q6.00	Q180.00
Clavo 2"	3	lb	Q6.00	Q18.00
Accesorios eléctricos				
Material eléctrico incluyendo accesorios	1	global	Q750.00	Q750.00
Techo				
Cemento	24	sacos	Q50.00	Q1,200.00
Arena	1.5	m ³	Q125.00	Q187.50
Piedrín	1.5	m ³	Q130.00	Q195.00
Hierro de 3/8" leg	36	varilla	Q22.70	Q817.20
Hierro de 1/4" leg	4	varilla	Q9.50	Q38.00
Alambre de amarre	2	lb	Q5.00	Q10.00
Tabla 1" x 12" x 10'	225	pie tabla	Q6.00	Q1,350.00
Párales 2" x 4" x 10'	420	lb	Q6.00	Q2,520.00
Clavos para concreto	10	lb	Q12.00	Q120.00
Clavos 3 1/2"	20	lb	Q6.00	Q120.00
Clavo 2"	20	lb	Q6.00	Q120.00
Puerta metálica con chapa Yale	1	u	Q1,300.00	Q1,300.00
Piso				
Cemento	14	sacos	Q50.00	Q700.00
Arena	1	m ³	Q125.00	Q125.00
Piedrín	1.5	m ³	Q130.00	Q195.00
Total de materiales				Q16,013.90
Mano de obra				
Cimiento				
Limpieza y trazo	1	global	Q150.00	Q150.00
Excavación	5.2	m ³	Q20.00	Q104.00
Armado de camas de acero	50	ml	Q1.25	Q62.50
Fundición de concreto	1	m ²	Q350.00	Q350.00

Continuación

Solera de humedad				
Encofrado	16.6	ml	Q15.00	Q249.00
Armado de acero	16.6	ml	Q5.00	Q83.00
Fundición de concreto	16.5	ml	Q70.00	Q1,155.00
Repello caras de columnas y vigas				
	126	ml	Q3.50	Q441.00
Pared de blok				
Pegado de blok	27	m ²	Q40.00	Q1,080.00
Sisado de blok visto	27	m ²	Q25.00	Q675.00
Solera intermedia				
Encofrado	16.6	ml	Q15.00	Q249.00
Armado de acero	16.6	ml	Q5.00	Q83.00
Fundición de concreto	16.6	ml	Q40.00	Q664.00
Solera de corona				
Encofrado	16.6	ml	Q15.00	Q249.00
Armado de acero	16.6	ml	Q5.00	Q83.00
Fundición de concreto	16.6	ml	Q70.00	Q1,162.00
Columna tipo A				
Encofrado	10	ml	Q15.00	Q150.00
Armado de acero	10	ml	Q5.00	Q50.00
Fundición de concreto	10	ml	Q70.00	Q700.00
Columna tipo b				
Encofrado	10	ml	Q15.00	Q150.00
Armado de acero	10	ml	Q5.00	Q50.00
Fundición de concreto	10	ml	Q70.00	Q700.00
Columna tipo C				
				Q0.00
Encofrado	10	ml	Q15.00	Q150.00
Armado de acero	10	ml	Q5.00	Q50.00
Fundición de concreto	10	m ²	Q60.00	Q600.00
Instalación sistema eléctrico				
	1	global	Q600.00	Q600.00
Techo				
Encofrado	16	m ²	Q15.00	Q240.00
Armado de camas de acero	64	ml	Q1.25	Q80.00
Fundición de losa	16	m ²	Q350.00	Q5,600.00

Continuación

Desencofrado	16	m ²	Q10.00	Q160.00
Piso				
Compactación del suelo	2.4	m ²	Q35.00	Q84.00
Fundición piso de concreto	16	m ²	Q300.00	Q4,800.00
Total mano de obra				Q21,003.50
Total materiales y mano de obra				Q37,017.40

Tanque de distribución				
Materiales				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
Muros y fondo proporción 1:1.5:2 (c,a,p)				
Cemento	750	sacos	Q50.00	Q37,500.00
Arena	82	m ³	Q125.00	Q10,250.00
Piedrín	114	m ³	Q130.00	Q14,820.00
Piedra bola 25cm Φ (125 piedras por m ³)	70	m ³	Q100.00	Q7,000.00
Tabla 1" x 12" x 12'	100	pie tabla	Q6.00	Q600.00
Losa / Tapa proporción 1:2:2 (c,a,p)				
Cemento	101	sacos	Q50.00	Q5,050.00
Arena	5.5	m ³	Q125.00	Q687.50
Piedrín	5.5	m ³	Q130.00	Q715.00
Hierro de 3/8" leg	14.25	qq	Q302.00	Q4,303.50
Alambre de amarre	55	lb	Q5.00	Q275.00
Parales 2" x 4" x 12'	520	pie tabla	Q6.00	Q3,120.00
Tabla 1" x 12" x 12'	348	pie tabla	Q6.00	Q2,088.00
Clavo de 2 1/2"	35	lb	Q6.00	Q210.00
Clavo de 4"	50	lb	Q6.00	Q300.00
Cerco perimetral				
Malla galvanizada de 21/2" x21/2" x1.50m.	6	rollos	Q400.00	Q2,400.00
Postes de madera 2m de longitud	40	u	Q25.00	Q1,000.00
Total de materiales	Q90,319.00			
Mano de obra				
Construcción del tanque proporción 1:1.5:2 (c,a,p)				
Limpieza y trazo	1	global	Q250.00	Q250.00
Construcción del tanque	214	m ³	Q125.00	Q26,750.00

Continuación

Excavación	365	m ³		
Alquiler de retroexcavadora	40	hora	Q350.00	Q14,000.00
Remoción de desperdicio	365	m ³	Q10.00	Q3,650.00
Losa / Tapa proporción 1:2:2 (c,a,p)				Q0.00
Encofrado	45.5	m ²	Q15.00	Q682.50
Armado de camas de acero	832	ml	Q1.25	Q1,040.00
Fundición de losa	8.73	m ²	Q350.00	Q3,055.50
Desencofrado	45.5	m ²	Q10.00	Q455.00
Cerco perimetral	1	global	Q500.00	
Total mano de obra				Q49,883.00
Total materiales y mano de obra				Q140,202.00

Caja de válvula				
Materiales				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
Cemento	1.25	sacos	Q50.00	Q62.50
Arena	0.07	m ³	Q125.00	Q8.75
Piedrín	0.07	m ³	Q130.00	Q9.10
Hierro de 3/8" legitimo	12	varilla	Q22.70	Q272.40
Alambre de amarre	11	varilla	Q9.50	Q104.50
Clavos 2 1/2"	3	lb	Q5.00	Q15.00
Total de materiales				Q472.25
Mano de obra				
Construcción de caja	2	u	100	Q200.00
Total mano de obra				Q200.00
Total materiales y mano de obra				Q672.25

Equipo de bombeo y clorador				
Materiales				
Descripcion	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
6ah9 bomba sumergible Berkeley 9 etapas m	1	u	Q8,722.00	Q8,722.00
Motor submergible Franklin 15 hp 230v 3f m03	1	u	Q10,600.00	Q10,600.00

Continuación

Cable sumergibl #4/3	500	pies	Q43.00	Q21,500.00
7938 válvula cheque flomatic 3" hf	2	m ³	Q1,870.00	Q3,740.00
Gabinete metálico gt iii 47"x26"x22"	1	u	Q3,500.00	Q3,500.00
Accesorios varios eléctricos	1	global	Q10,500.00	Q10,500.00
Arrancador suave para 15 hp	1	u	Q12,000.00	Q12,000.00
X253-xd-gpaqxxx dosificador 77gpd @ 225 psi	1	u	Q5,950.00	Q5,950.00
Aquachlor hipoclorito 70% cl2 35lbs	1	global	Q393.00	Q393.00
Deposito p/solución 55 gls. PI.	1	u	Q336.00	Q336.00
Total de materiales				Q77,241.00
Mano de obra				
Mano de obra	1	global	Q1,500.00	Q1,500.00
Total mano de obra				Q1,500.00
Total materiales y mano de obra				Q78,741.00

Línea de conducción				
Materiales				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
Línea de conducción				
Adaptador macho de 4" PVC	4	u	Q22.00	Q88.00
Codo de 4" x45 PVC	4	u	Q71.04	Q284.16
Codo de 4" x90 PVC	2	u	Q55.50	Q111.00
Codo de 4" x45 HG	6	u	Q160.00	Q960.00
Tee de 4" PVC	1	u	Q85.89	Q85.89
Tubo de 4" HGTM	182	u	Q1,244.74	Q226,542.68
Valv. Compuerta de 4" 250	4	u	Q800.00	Q3,200.00
Accesorios aprox. el 1.5%		u		Q1,179.00
Material selecto	250	m ³	Q140.00	Q1,179.00
Pilotes de madera 6" Φ x 12 pies	80	u	Q95.00	Q1,179.00
Total de materiales		global		Q233,629.73
Mano de obra				
Excavación de zanja (0.60m x 1.0m) y relleno con retroexcavadora	100	hr	Q350.00	Q35,000.00
Compactación de selecto alrededor del tubo con 2 cuadrillas(10 peones)	11	dias	Q500.00	Q5,500.00
Plomero	11	dias	Q75.00	Q825.00
Prestaciones laborales 66%				Q4,174.50
Total mano de obra				Q35,000.00
Total materiales y mano de obra				Q268,629.73

Continuación

Línea de distribución				
Materiales				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
Red de distribución				
Adaptador macho de 3/4" PVC	250	u	Q1.50	Q375.00
Adaptador macho de 1" PVC	69	u	Q3.08	Q212.52
Adaptador macho de 1 1/4" PVC	10	u	Q3.16	Q31.60
Adaptador macho de 2 1/2" PVC	2	u	Q16.19	Q32.38
Cemento solvente	3	gal	Q478.00	Q1,434.00
Codo de 3/4" x90 PVC	375	u	Q1.76	Q660.00
Codo de 1" x45 PVC	16	u	Q4.93	Q78.88
Cruz de 2 1/2" PVC	1	u	Q52.00	Q52.00
Cruz de 1 1/4" PVC	4	u	Q27.23	Q108.92
Cruz de 1" PVC	1	u	Q22.86	Q22.86
Reductor bushing de 1 1/4" x1" PVC	14	u	Q3.94	Q55.16
Reductor bushing de 2 1/2" x1 1/4" PVC	2	u	Q19.89	Q39.78
Tapón hembra de 1" con rosca PVC	17	u	Q7.00	Q119.00
Tee de 3/4" PVC	63	u	Q2.01	Q126.63
Tee de 1" PVC	7	u	Q3.94	Q27.58
Tee de 1 1/4" PVC	1	u	Q10.91	Q10.91
Tee reductora de 1" x3/4" PVC	106	u	Q4.50	Q477.00
Tee reductora de 1 1/4" x3/4" PVC	14	u	Q10.91	Q152.74
Tee reductora de 2 1/2" x3/4" PVC	5	u	Q40.55	Q202.75
Tubo de 2 1/2" PVC C-160 psi	50	u	Q124.24	Q6,212.00
Tubo de 1 1/4" PVC C-160 psi	99	u	Q51.20	Q5,068.80
Tubo de 1" PVC C-160 psi	240	u	Q30.70	Q7,368.00
Tubo de 3/4" PVC C-250 psi	125	u	Q24.95	Q3,118.75
Valv. De cheque de 1" Br.	17	u	Q160.00	Q2,720.00
Valv. Compuerta de 1" 150 psi.	26	u	Q150.00	Q3,900.00
Valv. Compuerta de 1 1/4" 150 psi.	5	u	Q180.00	Q900.00
Valv. Compuerta de 2 1/2" 150 psi	3	u	Q475.00	Q1,425.00
Material selecto	400	m ³	Q140.00	Q1,179.00
Accesorios aprox. el 5%		global		Q1,575.00
Total de materiales				Q37,686.26
Mano de obra				
Excavación de zanja (0.50m x 0.80m) y relleno con retroexcavadora	150	hr	Q350.00	Q52,500.00
Compactación de selecto alrededor del tubo con 2 cuadrillas(10 peones)	20	dias	Q500.00	Q10,000.00

Continuación

Plomero	20	días	Q75.00	Q1,500.00
Prestaciones laborales 66%				Q7,590.00
Total mano de obra				Q52,500.00
Total materiales y mano de obra				Q90,186.26

Otros gastos				
Materiales				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
Reposición de carpeta asfáltica	10	m ²	Q250.00	Q2,500.00
Material selecto	40	m ³	Q140.00	Q5,600.00
Transporte	1	global	Q2,500.00	Q2,500.00
Herramienta	1	global	Q5,000.00	Q5,000.00
Fianzas, imprevistos, supervisión y utilidad aprox. 25%				Q172,500.00
Total				Q188,100.00

Resumen de costos	
Proyecto: Ampliación del sistema de agua potable en la aldea El Remate	
Materiales y mano de obra	
Caseta de bombeo	
Total materiales y mano de obra	Q37,017.440
Tanque de distribución	
Total materiales y mano de obra	Q140,202.00
Caja de válvula	
Total materiales y mano de obra	Q672.25
Equipo de bombeo y clorador	
Total materiales y mano de obra	Q78,741.00

Continuación

Línea de conducción	
Total materiales y mano de obra	Q268,629.73
Línea de distribución	
Total materiales y mano de obra	Q90,186.26
Otros gastos	
Total	Q188,100.00
Acometida	Q55,000.00
Gastos totales	Q858,548.64
Gastos totales	\$110,780.47
Tasa de cambio Q.7.75 por \$1.00 dólar el día 17 de Septiembre de 2007	

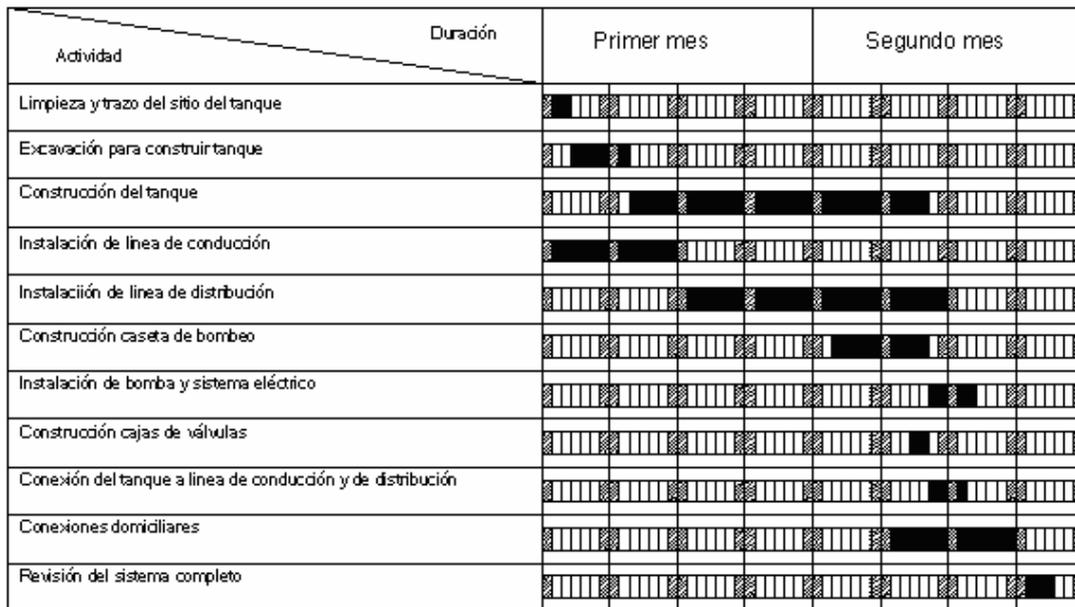
1.8.1 Integración de costos

La cuantificación de materiales y mano de obra para los trabajos de mejoras al sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea se realizó con base en lo siguiente:

- La cantidad de arena de río y pedrín, se calculó por metro cúbico.
- Los salarios de la mano de obra se determinaron con base en los que se manejan en la comunidad.
- El concreto para la fundición de pisos y tapaderas se calculó por metro cúbico.

1.8.2 Cronograma de ejecución

Figura 2. Cronograma de ejecución



1.9 Programa de operación y mantenimiento

Mantenimiento preventivo: son acciones que se llevan a cabo antes de que se produzcan daños en los equipos e instalaciones, con el fin de evitarlos o disminuir sus efectos. El mantenimiento preventivo disminuye costos y evita problemas a la comunidad.

Mantenimiento correctivo: reparación de daños de los equipos o instalaciones, causados por accidentes o por deterioro normal debido al uso.

El responsable de supervisar todos los trabajos de mantenimiento preventivo y reparaciones en los acueductos, es responsable de tomar ciertas decisiones en la resolución de problemas que se le plantean en la comunidad y

que deben ser resueltos de inmediato para garantizar el buen funcionamiento del sistema.

La red de distribución constituye todo el sistema de tubería desde el tanque de distribución hasta aquellas líneas de las cuales parten las tomas o conexiones domiciliarias.

Entre las actividades de mantenimiento se encuentran:

- Limpiar cada tres meses el terreno adyacente al tanque, quitando la maleza y los desechos vegetales o animales.
- Lavar y limpiar el interior del tanque; estas operaciones deben ejecutarse cada año.
- Inspeccionar las vías en las que se encuentra enterrada la red de distribución con el fin de detectar fugas u otras anomalías. Si es posible corregirlas.
- Cada seis meses revisar si hay fugas o daños en los componentes visuales de la red. Revisar el funcionamiento de las válvulas haciéndolas girar lentamente; las válvulas deben abrir y cerrar fácilmente. Observar si hay fugas en las válvulas y si sus piezas externas están completas y en buen estado, corregir los defectos si es necesario o cambiar toda la válvula.
- Pintar o retocar, con pintura anticorrosiva, las válvulas y accesorios que están a la vista en la red de distribución, cada seis meses.
- No se deben accionar rápidamente las válvulas por que producen altas presiones dentro de la tubería. Esta presión ejerce grandes esfuerzos sobre las paredes de las tuberías llegando a reventarlas. A este fenómeno se le llama golpe de ariete.
- Abrir y cerrar las válvulas lentamente varias veces con el fin de eliminar los depósitos que se hayan podido acumular en el asiento de la

compuerta. Comprobar que el número de vueltas y el sentido de rotación (al cerrar o abrir) coincide con el indicado en la hoja de registro.

- Comprobar el estado de la empaquetadura del prensa-estopa y reemplazarla si hay dificultad en el manejo de la válvula o si hay fugas que no se eliminen apretando el prensa-estopa.
- Revisar los empaques, si están en mal estado, cambiarlos, verificando que los pernos y tuercas estén suficientemente apretados para evitar fugas.
- Revisar el estado del vástago o eje del tornillo, observando si se encuentra torcido o inmovilizando, debido al óxido. Cambiar la pieza si es necesario. Pintar o retocar la pintura de las válvulas y accesorios; para ello usar pintura anticorrosiva
- Revisar y limpiar las cajas de las válvulas. Informar si es necesario subirlas, bajarlas o reemplazarlas, según sea la posición o estado en que se encuentren.
- En la instalación de tubería bajo tierra, debe tenerse especial cuidado en seguir las indicaciones técnicas para evitar el aplastamiento, rompimiento o perforación de los tubos, especialmente en los cruces de caminos o en terrenos que se usen para cultivos.
- Revisar la tubería y los accesorios que se van a ensamblar para verificar que no estén tapados, perforados o quebrados.
- Cortar los tubos a escuadra, mediante una sierra para metales, terminando el corte; quitar, con una navaja, las rebabas externas e internas.
- Los cortes defectuosos permitirán fugas de agua al instalar la tubería.
- Se deben ensayar los accesorios ensamblándolos al tubo, sin usar pegamento, para verificar que ajustan fácilmente y para ensayar la posición correcta en la instalación. Quitar, con un trapo limpio o papel lija, el polvo o cualquier suciedad que tenga el tubo o el accesorio, interna y

externamente. Esta operación se hace sobre la superficie que va a recibir pegamento. Verificar que el pegamento que se va a usar sea especial para tubería de PVC; el pegamento debe estar en buen estado; si está muy espeso o tiene color rojizo, no usarlo.

- Untar el pegamento sobre el extremo del tubo y en el accesorio. Colocar el accesorio en el tubo, girarlo $\frac{1}{4}$ de vuelta, ajustarlo en la posición deseada y sostenerlo durante 15 segundos; limpiar el exceso de pegamento. Para untar el pegamento debe usarse una brocha de un ancho aproximado de la mitad del diámetro del tubo que está pegando; ésta es la medida adecuada para lograr una buena distribución del pegamento. El exceso de pegamento puede perforar el tubo en el accesorio. Si se aplica poco, pueden producirse fugas.

1.10 Propuesta de tarifa

Para la propuesta de tarifa es necesario tomar en cuenta todas las actividades que ocasionan gastos a la operación y funcionamiento del sistema de agua potable. Estas actividades incluyen la operación, el mantenimiento, el tratamiento, la depreciación, el consumo de electricidad, la administración y la inflación.

Operación

El salario del plomero se calcula en dos partes, siendo el salario total la suma de los dos por el porcentaje correspondiente a prestaciones laborales.

$$\text{Salario 1} = \frac{\text{longitud (km)}}{3} * \text{salario mínimo}$$

$$\text{Salario 1} = \frac{1 \text{ (km)}}{3} * 40$$

$$\text{Salario 1} = \text{Q.13.333}$$

Salario 2 = # conexiones * 0.05 * salario mínimo

Salario 2 = 125 * 0.05 * 40

Salario 2 = Q.150.00

Salario total = 1.66 * (salario 1 + salario 2)

Salario total = 1.66 * (13.33 + 250.00)

Salario total = Q.437.13

Mantenimiento

Costo mantenimiento = $\frac{0.004 * \text{Costo total obra}}{12 \text{ años}}$

Costo mantenimiento = $\frac{0.004 * 857114}{12 \text{ años}}$

Costo mantenimiento = Q.285.00

Tratamiento

Solución tratamiento = caudal (l/s) * 0.001 (partes por millar) * 86400

Solución tratamiento = 376.20l/día

Costo por gramo de hipoclorito en polvo

Costo = $\frac{Q.393.00}{454g * 35lb}$

Costo = Q.0.025

Hipoclorito en polvo = $\frac{376.20l/día}{70\%}$

Hipoclorito en polvo = 537 gr

Costo mensual = 30 días * Q.0.025 * 537gr

Costo mensual = Q.402.00

Depreciación

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{costo equipo}}{10 \text{ años} * 12 \text{ meses/año}}$$

$$\text{Depreciación} = \frac{78741}{10 * 12}$$

$$\text{Depreciación} = \text{Q.656.20}$$

Consumo de electricidad (primer año)

$$1 \text{ HP} = 0.746 \text{ Kw}$$

$$\text{Horas bombeo al mes} = \frac{4.761 \text{ hora}}{\text{día}} * \frac{30 \text{ días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Horas bombeo al mes} = 142.83 \text{ horas / mes}$$

Costo de bombeo por mes

$$\text{Costo mes} = 15 \text{HP} * 0.746 \text{Kw} * 142.83 \text{horas} * \text{Q.1.84 Kw/h}$$

$$\text{Costo mes} = \text{Q.2940.81}$$

$$\text{Costo de operación} = \text{Q.4064.94}$$

Administración

$$\text{Costo de administración} = 15\% * \text{costo de operación}$$

$$\text{Costo de administración} = 0.15 * 4064.94$$

$$\text{Costo de administración} = \text{Q.609.74}$$

Inflación

$$\text{Costo de inflación} = 12\% * \text{costo de operación}$$

$$\text{Costo de inflación} = 0.12 * 4064.94$$

$$\text{Costo de inflación} = \text{Q.487.79}$$

Gastos totales incurridos

$$\text{Gastos totales incurridos} = \text{sumatoria de todos los gastos}$$

$$\text{Gastos totales incurridos} = \text{Q.5162.47}$$

Tarifa calculada

$$\text{Tarifa} = \frac{\text{gastos totales incurridos}}{\# \text{ de usuarios}}$$

$$\text{Tarifa} = \frac{5162.47}{130}$$

$$\text{Tarifa} = \text{Q.39.71}$$

Tarifa propuesta = Q.39.75 por mes por usuario.

1.11. Introducción a evaluación de impacto ambiental

Evaluación Ambiental Inicial

1. Proyecto: Ampliación al sistema de agua potable para la aldea El Remate
2. Persona individual o jurídica: Dr. Emilio Rodrigo Táger Castillo.
3. Teléfono: 79261308, Fax: 79261308, E-mail: muniflores@gmail.com
4. Dirección del Proyecto: Kilómetro 29 en la ruta hacia Tikal
5. Dirección para recibir notificaciones: Edificio Municipal, Avenida Barrios, Isla de Flores, Petén.
6. Descripción del Proyecto: Colocación de tubería para un sistema de agua potable por bombeo incluyendo la red de distribución y la línea de conducción.
7. Actividades principales del proyecto: topografía, excavación de zanjas, colocación de tubería y compactación del material para proteger la tubería.

8. Plano de localización y de ubicación.

Figura 3. Mapa de localización



MUNICIPIO DE FLORES

9. Área de construcción en m²: 96,969.000 m²
10. Colindantes al proyecto: al Norte: aldea El Capulinar; al Sur: aldea Ixlu; al Este: aldea Macanche; al Oeste: reserva El Biotopo, Cerro Cahuí
11. Caracterización de la actividad: es proyecto nuevo
12. Avance de la actividad en porcentaje: no existe avance todavía
13. Características del área de influencia del proyecto (especificar): en la cercanía del proyecto se encuentra el lago Petén Itzá, no existe ningún basurero inmediato; los centros poblados cercanos son: aldea El Capulinar y aldea Ixlu.

14. No hay riesgos potenciales en el área
15. Actividad a realizar: Instalación de tubería para suministro de agua potable
16. El costo aproximado de la inversión es: Q.858,548.64

I- EMISIONES A LA ATMÓSFERA

1A. GASES

Fuente generadora: motores, máquinas que ejecutarán el proyecto.

1B. PARTÍCULAS

Fuente generadora: Movimiento de tierras

1C. GENERACIÓN DE SONIDO O RUIDO

Fuente generadora: motores de maquinaria pesada

1D. GENERACIÓN DE OLORES

Fuente generadora: ninguno

- 1E. Medidas de mitigación que se proponen para evitar la generación de impactos ambientales a la atmósfera, con base en las actividades identificadas como emisiones a la atmósfera: se propone la optimización de tiempo y recursos para que la contaminación audio y visual sea minimizada al menor período de tiempo posible.

II. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA (sistema hídrico)

- 2.1 fuentes de abastecimiento: Lago Petén Itzá
- 2.2 Estimación del caudal de agua requerido por m³/día o lt/día o por batch:
20 mts³/día para la humectación del material para la compactación.
- 2.3 Generación de aguas residuales (aguas negras): ninguna

2.4 Aguas de lluvia (captación y disposición de las mismas): se evacuarán por medio de sistemas de cunetas hacia escorrentías naturales.

III. EFECTOS SOBRE EL SUELO (sistema edáfico y lítico)

3.1 Uso actual del suelo en el área del proyecto: no se produce cambio alguno pues, ya existe la calle actualmente en donde se realizará la obra.

3.2. Movimiento de tierras: los desechos sólidos de tierra a generar serán incluidos dentro del proyecto y reutilizados en otros puntos donde así sean requeridos.

3.3 Impactos ambientales: como ya existen calles y avenidas en las que se colocará la red de distribución y línea de conducción, no se eliminará cubierta vegetal

IV. DESECHOS SÓLIDOS

4.1. Volumen de los desechos sólidos (basura) a generar en la fase de construcción: debido al tipo de trabajos a realizar y su corto periodo de ejecución, no se prevé que habrá algún tipo de desecho sólido que requiera algún cuidado especial.

V: DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA

5.1 Consumo aproximado de energía por hora (KW/hr o MW/hr): ninguno

5.3 Medidas que se proponen para contrarrestar los impactos ambientales generados por la demanda y consumo de energía: no habrá ningún tipo de impacto ambiental.

VI. USO DE COMBUSTIBLES

- 6.1 Tipo de combustible que se utiliza: diesel y gasolina,
El diesel para el funcionamiento de la maquinaria a utilizar y gasolina para el transporte de las personas encargadas de la ejecución.
- 6.2 Cantidades a utilizar por día o por mes: se utilizara 1 barril de diésel y medio barril de gasolina por día.
- 6.3 Tipo de almacenamiento: barriles especiales para el almacenamiento de combustible.
- 6.4 Uso que se dará a los combustibles: para la operación de la maquinaria que ejecutará el proyecto.
- 6.5. Medidas que se proponen para contrarrestar los impactos o riesgos del uso y almacenamiento de combustible: crear un área específica para el almacenaje del combustible y contratar una persona para el cuidado del mismo.

VII. EFECTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA, BOSQUES Y ÁREAS PROTEGIDAS.

- 7.1 Desplazamiento y/o pérdida de flora y fauna por actividades del proyecto: no habrá desplazamiento de fauna producto de las actividades del proyecto, debido a que en el área donde se ejecutara ya existe urbanización actualmente, por lo que no se necesita desplazar ningún tipo de flora o fauna del lugar. El proyecto consiste en colocación de tubería en calles y avenidas únicamente.
- 7.2 Pérdida de bosque: la actividad se desarrolla en un área desprovista de árboles.
- 7.3 Efectos en área protegida: el proyecto no será ejecutado dentro de un área de protección

- 7.4 Medidas que se proponen para contrarrestar la pérdida de flora o fauna o los impactos: no hay pérdidas ni impactos.

VIII. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS

- 8.1 Efectos directos en el medio social del entorno inmediato: sólo se utilizara el equipo realmente necesario en cada etapa del proyecto y se estacionará dentro del área de trabajo.
- 8.2 Personal: sólo se trabajará jornada de trabajo diurna; con 10 empleados por jornada.
- 8.3 Efectos en los recursos culturales- arqueológicos: la actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico, ya que el área a trabajar no se encuentra en áreas eminentemente arqueológicas.
- 8.4 Problema social que puede generarse por la realización del proyecto: no hay algún problema previsto con los trabajos a realizar.
- 8.5 Medidas que se proponen para contrarrestar los impactos identificados anteriormente: no se prevé ningún impacto al realizar esta obra.

IX. EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA

- 9.1 Efectos en la salud humana: la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio de proyecto.
- 9.2 Medidas que se proponen para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores: optimizar el tiempo de ejecución y crear un plan de operación para evitar el desprendimiento de partículas de polvo al ambiente, por medio de la humectación.

1.12. Evaluación socio-económica

1.12.1. Valor presente neto

Tabla IX. Valor presente neto

Proyecto						
Introducción de agua potable						
Indicadores financieros						
Tabla de actualización						
Año	Ingresos	Egresos	Tasa de descuento 12%	Valor presente		Flujo de fondos netos (fne)
				Ingresos	Egresos	
0		858,549	1.0000	0.00	858,548.64	-858,548.64
1	59,625	63,498	0.8929	53,236.61	56,694.98	-3,458.38
2	60,102	65,086	0.7972	47,912.95	51,886.03	-3,973.09
3	60,579	66,713	0.7118	43,118.94	47,484.99	-4,366.05
4	61,056	68,381	0.6355	38,802.19	43,457.24	-4,655.05
5	61,533	70,090	0.5674	34,915.48	39,771.14	-4,855.66
6	68,250	71,843	0.5066	34,577.57	36,397.69	-1,820.12
7	68,775	73,639	0.4523	31,110.32	33,310.39	-2,200.07
8	69,300	75,480	0.4039	27,989.11	30,484.95	-2,495.84
9	69,825	77,367	0.3606	25,179.59	27,899.18	-2,719.58
10	70,350	79,301	0.3220	22,650.82	25,532.73	-2,881.91
11	77,355	81,283	0.2875	22,237.71	23,367.00	-1,129.29
12	77,928	83,315	0.2567	20,002.18	21,384.98	-1,382.81
13	78,501	85,398	0.2292	17,990.40	19,571.08	-1,580.67
14	79,074	87,533	0.2046	16,180.11	17,911.03	-1,730.92
15	79,647	89,722	0.1827	14,551.21	16,391.79	-1,840.58
16	86,940	91,965	0.1631	14,181.80	15,001.42	-819.62
17	87,561	94,264	0.1456	12,752.76	13,728.97	-976.21
18	88,182	96,620	0.1300	11,467.15	12,564.46	-1,097.31
19	88,803	99,036	0.1161	10,310.63	11,498.73	-1,188.10
20	89,424	101,512	0.1037	9,270.30	10,523.39	-1,253.09
21	97,005	104,049	0.0926	8,978.75	9,630.78	-652.04
22	97,674	106,651	0.0826	8,072.02	8,813.88	-741.86
Suma valor presente				525,488.59	1,413,410.81	-906,366.88

Criterios

- En cada año se considera una nueva conexión como mínimo derivado de la tasa de crecimiento poblacional a nivel nacional de 4.5%.
- De 5 - 9 años se considera un incremento en la tarifa de 4.00 y 1 conexión de incremento al año de acuerdo con la tasa de crecimiento del 3%.
- De 10 -15 años se incrementa la tarifa en 8.00, con el mismo crecimiento de vivienda de 1 al año.
- de 16 - 20 años se incrementa la tarifa a 12.00, con el mismo incremento de vivienda de 1 al año
- de 21 - 22 años se incrementa la tarifa a 16.00 con el mismo incremento de vivienda de 1 al año
- los incrementos en tarifa son sobre la tarifa inicial

En este caso por ser un proyecto de carácter social el valor de salvamento es cero, ya que por lo general éstos funcionan hasta que su rendimiento es inaceptable para la comunidad.

Valor presente neto (VPN):

$$VPN = -P + \sum_1^n \frac{FNE}{(1+TMAR)^n} + \frac{VS}{(1+TMAR)^n}$$
$$-858548.66 + \left[\left(\frac{-3458.38}{(1+12)^1} \right) + \left(\frac{-3973.09}{(1+12)^2} \right) + \left(\frac{-4366.05}{(1+12)^3} \right) + \dots + \left(\frac{-741.86}{(1+12)^{22}} \right) \right]$$
$$VPN = -906,366.88$$

Donde:

P = inversión inicial

FNE = Flujo neto de efectivo del periodo n

VS = Valor de salvamento al final de periodo n

TMAR = Tasa de descuento que se aplica para llevar a valor presente, los FNE y el VS

1.12.2 Tasa interna de retorno

Tasa interna de rendimiento (TIR):

$$TIR = \sum_1^n \frac{FNE_n}{(1+i)^n} + \frac{VS}{(1+i)^n}$$

$$TIR = \left[\left(\frac{-3458.38}{(1+55)^1} \right) + \left(\frac{-3973.09}{(1+55)^2} \right) + \left(\frac{-4366.05}{(1+55)^3} \right) + \dots + \left(\frac{-741.86}{(1+55)^{22}} \right) \right]$$

TIR = -8.048968029

$$TIR = \left[\left(\frac{-3458.38}{(1+60)^1} \right) + \left(\frac{-3973.09}{(1+60)^2} \right) + \left(\frac{-4366.05}{(1+60)^3} \right) + \dots + \left(\frac{-741.86}{(1+60)^{22}} \right) \right]$$

TIR = 2.218003636

Para obtener el valor real de TIR es necesario interpolar los datos

Interpolación de datos

55 = -8.05

x = 0

60 = 2.22

$$\frac{55-60}{55-x} = \frac{-8.05-2.22}{-8.5}$$

$$\frac{-5}{55-x} = \frac{-10.27}{-8.05}$$

x = 58.92

El valor real de TIR es de 58.92%

Donde:

P = inversión inicial

FNE = Flujo neto de efectivo del periodo n

VS = Valor de salvamento al final de periodo n.

i = Cuando se calcula la TIR, el VPN se hace cero y se desconoce la tasa de descuento que es el parámetro que se debe calcular.

2. DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO, PARA LA ALDEA DE SANTA ELENA, FLORES, PETÉN.

2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la ampliación del sistema de alcantarillado por medio de la colocación de tubería y pozos de visita que estarán conectados al sistema de alcantarillado ya existente. Para este proyecto serán colocados 669 tubos de 6" de diámetro y 120 tubos de 8" de diámetro. Los pozos de visita y las candelas para conexiones domiciliarias serán de polietileno, producidas por Amanco.

Se construirán 2.70 km. en calles y 2.0 km. en avenidas. En las calles y avenidas que cuenten con carpeta asfáltica se colocara la tubería en la orilla de la misma a una distancia de 0.50m de la carpeta asfáltica.

2.2 Levantamiento topográfico

2.2.1 Altimetría

Tiene por objeto determinar las diferencias de alturas entre puntos de terreno. Para la realización de la altimetría se utilizó el equipo topográfico

proporcionado por la municipalidad de Flores. El método topográfico utilizado fue el de taquimetría.

2.2.1 Planimetría

La planimetría estudia los procedimientos para fijar las posiciones de puntos, proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones. Para la realización de la planimetría se utilizó el equipo topográfico proporcionado por la municipalidad de Flores. El método topográfico utilizado fue el de taquimetría.

2.3 Diseño del sistema

2.3.1 Descripción del sistema a utilizar

Existen tres tipos básicos, de acuerdo con su finalidad:

- a) **Drenaje sanitario:** consiste en un conjunto de tuberías que recogen las aguas servidas domiciliarias, industriales, comerciales y de conexiones ilícitas.

- b) **Alcantarillado pluvial:** conduce exclusivamente aguas producto de las lluvias.

- c) **Drenaje combinado:** se conducen tanto las aguas negras como las que son producto de las lluvias. Este sistema no es adecuado para el saneamiento del ambiente, debido a que el Ministerio de Medio Ambiente exige el tratamiento de las aguas negras.

Para este proyecto se utilizará el sistema de drenaje sanitario.

2.3.2 Período de diseño

Es el periodo de funcionamiento eficiente del sistema. Para seleccionar el periodo de diseño de una red de drenajes, se debe considerar factores como la vida útil de las estructuras y del equipo componente, así como también el crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacentes.

El periodo de diseño recomendado por el Instituto de Fomento Municipal –IMFOM- es de 20 años. Este proyecto se diseño para un periodo de 20 años más dos años para ejecución.

2.3.3 Población de diseño

Es el método más utilizado para la estimación de poblaciones en los países en vías de desarrollo como el nuestro. Tiene la ventaja de que no necesita muchos datos para su aplicación y se adapta más a la realidad. La fórmula del crecimiento geométrico es la siguiente:

$$P_n = P_o(1+r)^n$$

Donde:

P_n = Población futura

P_o = Población actual

r = Tasa de crecimiento

n = Periodo de diseño

Se utiliza una tasa de crecimiento del 4.5%, dato obtenido por la oficina municipal de planificación. La población actual es de 10,500 habitantes, y en un periodo de 22 años, se tendrá una población de 27,653 habitantes.

Dato obtenido utilizando la siguiente fórmula:

$$Pn = 10500 + (1 + 0.045)^{22}$$

$$Pn = 27,653 \text{ habitantes}$$

2.3.4 Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante, se expresa en litros por habitante por día. (lts/hab/día). Para considerar una dotación hay que tomar en cuenta los siguientes factores: clima, costumbres, servicios públicos, calidad de agua y actividades de la población. Para el diseño se utilizó una dotación de 120 l/hab/día; es la cantidad de agua que reciben de la empresa responsable del servicio de agua potable, EMAPET.

2.3.5 Factor de retorno

Se considera que del 75% al 95% del consumo de agua retorna al alcantarillado, este rango es considerado para agua de origen doméstico. Para el diseño se considero una pérdida del 15%, por lo cual el factor de retorno es del 85%.

2.3.6 Factor de Harmond

Este factor actúa principalmente en las horas pico, es la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios se utilicen simultáneamente. Este factor, está en función del número de habitantes localizados en el área de influencia. Regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico.

La fórmula de Harmond es la siguiente:

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

Donde:

FH = Factor de Harmond

P = población en miles de habitantes

El Factor de Harmond se encuentra entre los valores de 1.5 a 4.5, según sea el tamaño de la población a servir.

2.3.7 Caudal sanitario

2.3.7.1 Caudal domiciliar

Es el agua que está relacionada con la dotación del suministro del agua potable, que ha sido utilizada por los humanos, para la limpieza o producción de alimentos; es desechada y conducida hacia la red de drenaje, menos una porción que no retornará, como la que se usa para el riego de jardines o el lavado de vehículos.

La fórmula para calcular el caudal domiciliar es la siguiente:

$$Q_{dom} = \frac{\text{dotación} * \text{Número de habitantes} * \text{Factor de retorno}}{86,400}$$

$$Q_{dom} = \frac{120 * 10,500 * 0.95}{86,400}$$

Caudal domiciliar total = 13.854 lts/seg.

2.3.7.2 Caudal de infiltración

Para la estimación del caudal de infiltración que entra a los drenajes, se toma en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de la tubería, la permeabilidad del terreno, el tipo de junta usada en la tubería, la calidad de la mano de obra y la supervisión durante la construcción.

En el diseño de este proyecto, el caudal de infiltración es cero, debido a que el material a utilizar es PVC, norma ASTM 3034.

2.3.7.3 Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que se conectan ilícitamente, y cuando conectan las tuberías del agua pluvial al sistema de drenaje de aguas servidas. En este caso se utilizó la norma del IMFOM, que dice usar el 10% del caudal doméstico.

La fórmula para calcular el caudal ilícito es la siguiente:

$$Q_{ilicito} = 0.10 * Q_{dom}$$

$$Q_{ilicito} = 0.10 * 13.854$$

$$Q_{ilicito} = 1.3854$$

2.3.7.4 Caudal comercial

Es el agua que desechan los comercios, escuelas, mercados, hoteles, restaurantes, etc.

Para este diseño no se contó con ningún comercio por lo que el caudal es igual a 0.00 lts/seg.

2.3.7.5 Factor de caudal medio

Es la suma de los caudales doméstico, de infiltración, por conexiones ilícitas, comercial e industrial; este factor regula la aportación del caudal en la tubería el cual 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.

La fórmula factor de caudal medio es la siguiente:

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

Q medio = Q doméstico + Q infiltración + Q conexiones ilícitas + Q comercial

En este diseño no se tomó en cuenta el caudal de infiltración ni industrial, porque se utilizará tubería de P.V.C. y se carece de industrias.

El factor de caudal medio se calculó de la forma siguiente:

Q medio = 13.854 lts/seg + 0 lts/seg + 1.3854 lts/seg = 15.239 lts/seg

$f_{qm} = (15.239 \text{ lts/seg}) / (10500 \text{ hab}) = 0.001451$

Como el factor de caudal medio es menor de 0.002, se tomará 0.002 por los rangos ya establecidos.

2.3.7.6 Caudal de diseño

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir, que en este caso se calculó para población actual y futura.

El cual se calcula de ésta manera:

$$Q_{\text{diseño}} = (f_{qm}) * (FH) * (\text{Número de habitantes por tramo})$$

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

f_{qm} = factor de caudal medio

FH = factor de Harmond

2.3.8 Selección de tipo de tubería

La selección del tipo de tubería es muy importante ya que ésta se hace de tal forma que pueda acomodar la ampliación en el futuro; pero también hay que tomar en cuenta la velocidad del líquido dentro de la tubería. Al tener una velocidad menor a la mínima de 0.6 m/s se aumenta considerablemente la cantidad de sedimento dentro de la misma; conforme aumenta el sedimento, se reduce el área útil dentro del tubo y aumenta el tirante. La tubería funciona con el principio de canales abiertos por lo que la altura máxima del tirante no debe ser mayor al 80% del diámetro de la tubería.

2.3.9 Diseño de sección de pendientes

La mayoría de sistemas de drenajes funciona como caudales variables, estos varían con el tiempo y permiten que el área de drenaje aumente o disminuya; se consideran como flujo en canales abiertos. En sistemas de drenaje por gravedad, el flujo se encuentra en contacto directo con la atmósfera, por lo tanto, carece de cualquier tipo de presión. El análisis y la investigación del flujo hidráulico han establecido que las condiciones de flujo y las pendientes hidráulicas en sistemas sanitarios de PVC por gravedad, pueden ser diseñadas en forma conservadora utilizando la ecuación de Manning.

$$V = \frac{0.03429}{n} * D^{(2/3)} * S^{(1/2)}$$

Donde:

V = velocidad del flujo a sección llena (m/seg)

D = diámetro de la sección circular (pulg)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad Manning (0.009 para tubos de P.V.C.)

Según el Instituto de Fomento Municipal, el diámetro mínimo a utilizar en los drenajes sanitarios, será de 6", el cual puede aumentar según el criterio del ingeniero diseñador. En este diseño se usarán secciones circulares de tuberías de PVC funcionando como canales abiertos. Las pendientes en las conexiones domiciliarias de 4" de diámetro serán como mínimo de 2%; el diámetro mínimo del colector principal será de 6", con una pendiente mínima de .34% y una máxima de 1.97%, en el sentido de la corriente del mismo.

La velocidad estará comprendida dentro de este intervalo 0.50 m/seg < V < 1.31 m/seg. El ancho de zanja es muy importante, para evitar el exceso de excavación y, que a la vez, permita trabajar dentro de ésta.

El ancho de la zanja depende del diámetro del tubo y la profundidad de la zanja; este debe ser 0.50 m + el diámetro del tubo hasta 1.80 m de profundidad y debe aumentar 0.10 m de ancho por cada metro adicional de profundidad.

2.3.9.1 Velocidades máximas y mínimas de diseño

Las velocidades máximas y mínimas son de suma importancia para el diseño, ya que ambas ocasionan problemas a la red. Cuando la velocidad es

menor de 0.60 m/s causa sedimentación en la tubería, lo que a la vez va reduciendo el área útil de la tubería e incide en la altura del tirante. Las tuberías de drenaje funcionan como canales abiertos pero cuando el tirante se ve afectado y llega ser de más del 80% del diámetro de la tubería, empieza a funcionar a sección llena, y todo esto puede darse porque la velocidad es menor de la que permite un buen funcionamiento, lo que causa graves problemas al sistema y a los usuarios.

La velocidad máxima no debe de exceder 3.0 m/s, ya esta causaría daños en la tubería y en los pozos de visita.

Para los proyectos de alcantarillado, los dos extremos traen malas consecuencias, por lo que al momento de diseñar es muy importante mantener las velocidades dentro de este rango $0.6\text{m/s} < V < 3.0\text{m/s}$.

2.3.9.2 Cotas invert

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

H min = Altura mínima que depende del tráfico que circule por las calles.

CI = Cota invert inicial.

C Ti = Cota del terreno inicial.

C Tf = Cota del terreno final.

CIS = Cota invert de la tubería de salida.

CIE = Cota invert de la tubería de entrada.

D = Distancia horizontal

S% = Pendiente de terreno o tubería.

Ecuaciones para calcular cotas invert:

$$CTf = CTi - (Do * S\% \text{ terreno})$$

$$S\% = (CTi - CTf / Do) * 100 = (\%)$$

$$CI = CT - (Hmínima + \text{Diámetro tubo})$$

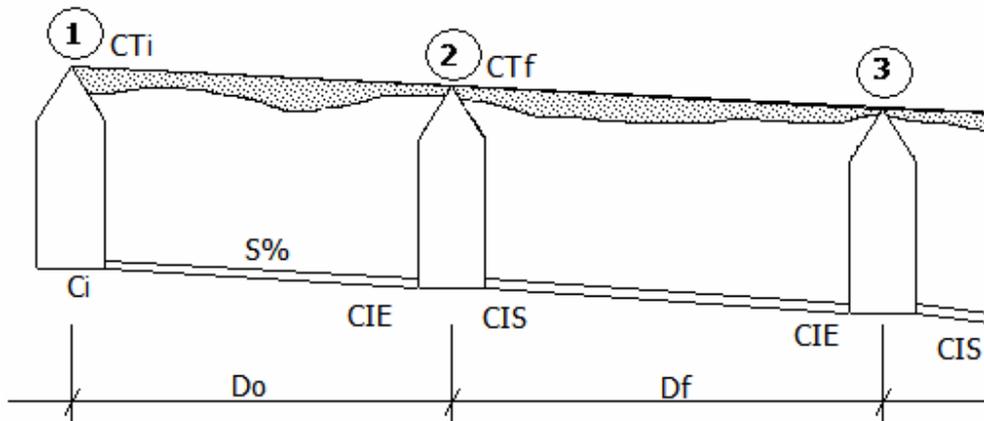
$$CIE2 = CI - Do * S\% \text{ tubo}$$

CIS = Dependerá de las condiciones especificadas.

$$CIE3 = CIS2 - DI * S\% \text{ tubo}$$

$$H \text{ pozo} = CT - CIS.$$

Figura 4. Perfil línea de conducción



2.3.10 Pozos de visita

Sirven para efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento; se pueden construir de cualquier material, siempre que sea impermeable y duradero. En este proyecto se utilizarán pozos de visita de polietileno que cumplen con la Norma ASTM 3034.

Se diseñan pozos de visita en los siguientes casos:

- Cambio de pendiente

- Cambio de diámetro
- Las intersecciones de dos o más tuberías
- Cambios de dirección
- Los extremos superiores de ramales iniciales
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta, en diámetros de hasta 24"
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24"
- La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será, como mínimo de 0.03 m.
- Cuando la diferencia de cota invert entre la tubería que entra y la que sale en un pozo de visita sea mayor de 0.70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.

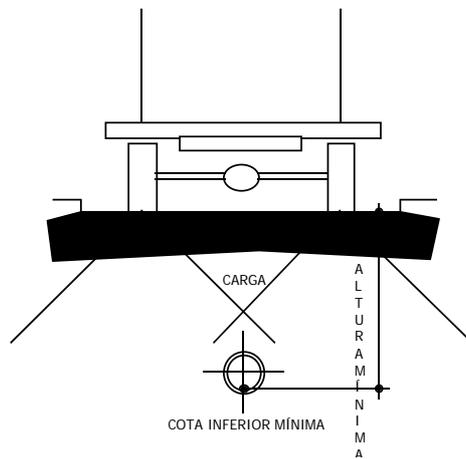
2.3.11 Conexiones domiciliarias

Tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado central; en este proyecto se utilizarán pozos de visita de polietileno que cumplen con la Norma ASTM 3034.

2.3.12 Profundidad de tubería

La colocación de la tubería debe hacerse a una profundidad en la cual no sea afectada por inclemencias del tiempo y principalmente por las cargas transmitidas por el tráfico, para evitar rupturas en la tubería.

Figura 5. Distribución de carga sobre tubo



2.3.13 Principios hidráulicos

2.3.13.1 Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área y caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcial; de los resultados obtenidos se construyó el gráfico y Tablas utilizando la fórmula de Manning, las cuales se presentan más adelante.

Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena por medio de las ecuaciones ya establecidas. Se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q), caudal de diseño entre caudal de sección llena; el resultado obtenido se busca en la gráfica en el eje de abscisas, desde allí se levanta una vertical hasta la curva de relaciones de caudales. El valor de la relación (d/D) se obtiene en la intersección de la curva con la vertical; leyendo

sobre el eje de las ordenadas, la profundidad del flujo (tirante) se obtiene multiplicando el valor, por el diámetro de la tubería.

Para el valor de la relación (v/V) , velocidad parcial entre velocidad a sección llena, debe ubicarse el punto de intersección entre la vertical y la curva de relación de caudales que se estableció anteriormente.

Se traza una vertical hacia el eje de las abscisas y se toma la lectura de la relación de velocidades, la cual se multiplica por la velocidad a sección llena para obtener la velocidad a sección parcial. De igual manera se calculan las otras características de la sección.

Se deben de considerar las siguientes especificaciones hidráulicas:

- a) Que q diseño $<$ Q lleno.
- b) La velocidad debe de estar comprendida entre $0.40 < v < 3.0$ (mts./seg.)
- c) $0.40 < v$. Para que existan fuerzas de tracción y arrastre de los sólidos.
- d) $V < 3.0$. Para evitar deterioro de la tubería debido a la fricción producida por la velocidad y la superficie de la tubería.
- e) El tirante debe está comprendido entre:
- f) $0.10 < d/D < 0.80$.

2.3.14 Cálculo hidráulico

2.3.14.1 Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas son todas las indicaciones que se dan en los planos y detalles que permiten que al hacer un trabajo se haga conforme fue diseñado. Éstas nos indican qué hacer y qué no hacer para que el resultado final sea el que se anticipó a la hora de realizar el diseño. En ningún momento deben ser modificadas durante el proceso de construcción a menos que lo haga un profesional en la materia.

2.3.14.2 Ejemplo de diseño de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV 32 y PV 31; los datos necesarios para calcularlo son los siguientes:

Cotas del terreno

Cota inicial: 124.99

Cota final: 123.68

• **Longitud**

Entre los pozos: 126.75 metros

• **Pendiente del terreno**

$$P = [(124.99 - 123.68) / 126.75] * 100 = 1.03 \%$$

- **Población futura**

584 habitantes

- **Factor de Harmond**

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{584}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{584}{1000}}} = 3.938$$

- **Caudal domiciliar**

$$Q_{dom} = \frac{584 * 0.85 * 120}{86400} = 0.689 \text{ l/s}$$

- **Caudal ilícito**

$$Q_{ilic} = .1 * Q_{dom} = 0.068$$

- **Fqm**

$$f_{qm} = \frac{0.689}{584} = 0.0012$$

$$\text{Uso } f_{qm} = 0.002$$

Caudal de diseño

$$Q_{diseño} = [(584 \text{ habitantes}) * (3.938) * (0.002)] = 4.60 \text{ l/s}$$

Diseño hidráulico

Diámetro del tubo: 6"

Pendiente del terreno: 1.03 %

Pendiente de la tubería: 1.03 %

- **Velocidad a sección llena**

Utilizando la fórmula de Manning, se tiene:

$$V = \frac{\left(0.03429 * 6.115^{\left(\frac{2}{3}\right)} * 0.0103^{\left(\frac{1}{2}\right)}\right)}{0.01} = 1.16 \text{ m/seg}$$

- **Capacidad a sección llena**

$$A = [\pi * (6.115 * 0.0254)^2] / 4 = 0.01895 \text{ m}^2$$

$$Q = (1.16 \text{ m/s} * 0.01895 \text{ m}^2) * 1000 \text{ lt/m}^3 = 21.982 \text{ l/s}$$

- **Relaciones hidráulicas**

$$q/Q = (4.60 \text{ lt/s}) / (21.982 \text{ lt/s}) = 0.20926$$

Cumple la condición q/Q de la Tabla de relaciones hidráulicas; se obtienen los siguientes valores:

$$v/V = 0.801131 \quad \rightarrow \quad v = (0.801130 * 1.16 \text{ m/s}) = 0.9293 \text{ m/s}$$

$$d/D = 0.318$$

- **Revisando especificaciones hidráulicas:**

$$q < Q$$

$$0.6 \text{ m/s} < v < 3 \text{ m/s}$$

$$0.1 < d/D < 0.75$$

$$4.60 \text{ l/s} < 21.982 \text{ l/s}$$

$$0.6 \text{ m/s} < 0.9293 \text{ m/s} < 3 \text{ m/s}$$

$$0.1 < 0.318 < 0.75$$

- **Distancia horizontal efectiva**

El diámetro interno de ambos pozos 32 y 31 es de 1.00 metros. Sus paredes, de 0.005 metros (los pozos de visita son de polietileno).

$DH_{\text{efectiva}} = 123.43 - \{([1.00 + 0.01] / 2) + ([1.00 + 0.01] / 2)\} = 122.42$ metros.

- **Cota invert inicial del pozo 32**

$$\text{Cota invert final del pozo 32} - 0.03 = \text{cota invert inicial}$$

$$123.99 - 0.03 = 123.96$$

- **Cota invert final del pozo 31**

$$123.96 - [1.03\% * 123.43] = 122.68$$

- **Altura del pozo 32**

Cota del terreno – cota invert inicial = altura del pozo 32

$$124.99 - 123.99 = 1.0$$

- **Altura del pozo 31**

Cota del terreno – cota invert final = altura del pozo 35

$$123.68 - 122.68 = 1.0$$

- **Volumen de excavación**

$$\text{Vol. Exc.} = ([1.0 + 1.0]/2) * 122.42 * 0.55 = 67.33 \text{ m}^3$$

2.3.14.3 Descarga de aguas servidas

En la actualidad, es un delito desfogar las aguas residuales o contaminadas a los cuerpos de agua receptores superficiales, subterráneos, costeros y alterar la naturaleza de los mismos. La forma de evitar que el agua contaminada llegue a los cuerpos receptores de agua, es instalando una planta de tratamiento de aguas residuales o aguas negras. En este sentido, es importante que antes de disponer las aguas negras en los cauces de los ríos, éstas reciban previamente un tratamiento que permita que se remuevan las bacterias, los patógenos y parásitos, ya que éstos son los causantes de las enfermedades más comunes en nuestro país.

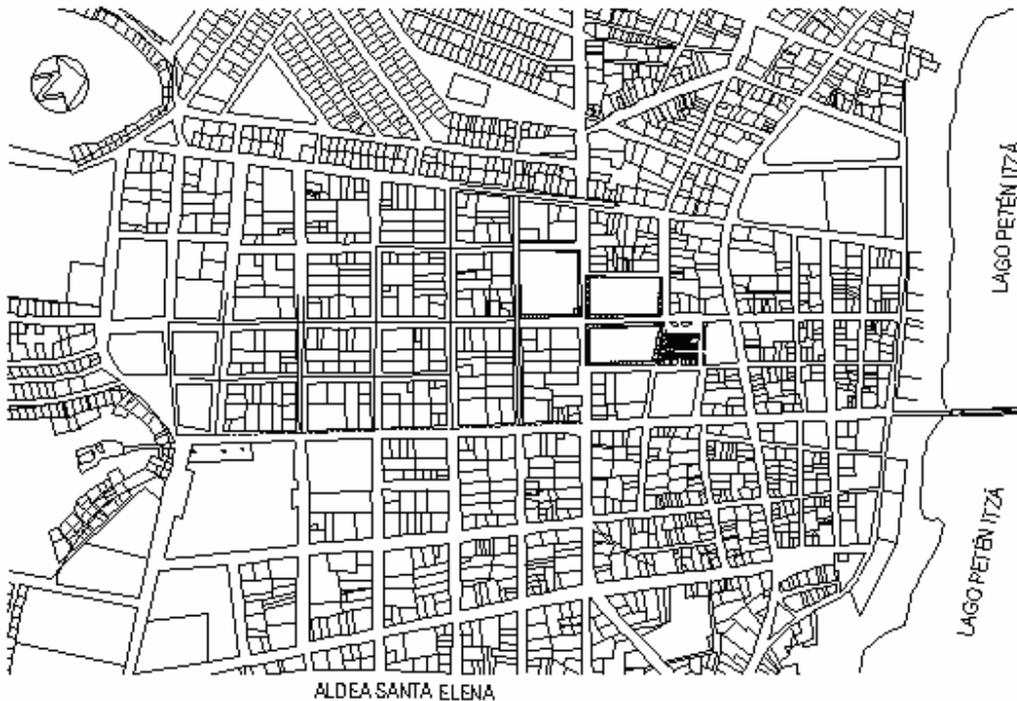
Las aguas residuales de este proyecto serán conducidas por la red de alcantarillado existente hasta las lagunas ya existentes, en las cuales se le da tratamiento al sistema presente.

2.4 Introducción a evaluación de impacto ambiental

Evaluación Ambiental Inicial

1. Proyecto: Ampliación al sistema de alcantarillado en la aldea Santa Elena, Flores, Petén.
2. Persona individual o jurídica: Dr. Emilio Rodrigo Táger Castillo.
3. Teléfono: 79261308, Fax: 79261308, E- mail:muniflores@gmail.com
4. Dirección del Proyecto: Aldea Santa Elena Zona 2,
5. Dirección para recibir notificaciones: Edificio Municipal, Avenida Barrios, Isla de Flores, Petén.
6. Descripción del Proyecto: Colocación de tubería y pozos de visita para red de alcantarillado.
7. Actividades principales del proyecto: Topografía, excavación de zanjas, colocación de tubería y compactación del material para proteger la tubería.
8. Plano de localización y plano de ubicación.

Figura 6. Mapa de localización



9. Área de construcción en m²: 333,237.00m²
10. Colindantes al proyecto: al Norte: lago Petén Itzá al Sur y Este: área de bosque; al Oeste: San Benito
11. Caracterización de la actividad: es proyecto nuevo
12. Avance de la actividad en porcentaje: no hay avances todavía
13. Características del área de influencia del proyecto (especificar): en la cercanía del proyecto se encuentra el lago Petén Itzá, no existe ningún basurero inmediato; los centros poblados cercanos son: San Benito y Ciudad Flores.
14. No hay riesgos potenciales en el área.
15. Actividad a realizar: Instalación de tubería para red de alcantarillado.
16. El costo aproximado de la Inversión es: **Q.3, 579,238.00**

I- EMISIONES A LA ATMÓSFERA

1A. GASES

Fuente generadora: motores y máquinas que ejecutarán el proyecto.

1B.PARTÍCULAS

Fuente generadora: movimiento de tierras

1C.GENERACIÓN DE SONIDO O RUIDO

Fuente generadora: motores de maquinaria pesada

1D. GENERACIÓN DE OLORES

Fuente generadora: ninguno

1E. Medidas de mitigación que se proponen para evitar la generación de impactos ambientales a la atmósfera, con base en las actividades identificadas como emisiones a la atmósfera: la optimización de tiempo y recursos para que la contaminación audiovisual sea minimizada al menor período de tiempo posible.

II. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA (sistema hídrico)

2.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO: Lago Peten Itzá

2.2 Estimación del caudal de agua requerido por $m^3/día$ o $lt/día$: $20 mts^3/día$ para la humectación del material para la compactación.

2.3 Generación de aguas residuales (aguas negras): ninguna

2.4 Aguas de lluvia (captación y disposición de las mismas): se evacuaran por medio de sistemas de cunetas hacia escorrentías naturales.

III EFECTOS SOBRE EL SUELO (sistema edáfico y lítico)

- 3.1 Uso actual del suelo en el área del proyecto: no se produce cambio de uso, pues ya existe la calle actualmente, en donde se realizará la obra.
- 3.2 Movimiento de tierras: los desechos sólidos de tierra a generar serán incluidos dentro del proyecto y reutilizados en otros puntos donde así sean requeridos.
- 3.3 Impactos ambientales: como ya existen calles y avenidas en las que se colocará la red de distribución y línea de conducción, no se eliminará cubierta vegetal

IV DESECHOS SÓLIDOS

- 4.1 Volumen de los desechos sólidos (basura) a generar en la fase de construcción: debido al tipo trabajos a realizar y al corto periodo de ejecución no se prevé que habrá algún tipo de desecho solido que requiera algún cuidado especial.

V DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA

- 5.1 Consumo aproximado de energía por hora (KW/hr o MW/hr): ninguno
- 5.3 Medidas que se proponen para contrarrestar los impactos ambientales generados por la demanda y consumo de energía: no abra ningún tipo de impacto ambiental.

VI USO DE COMBUSTIBLES

- 6.1 Tipo de combustible que se utilizara: diésel y gasolina,

El diésel para el funcionamiento de la maquinaria a utilizar y gasolina para el transporte de las personas encargadas de la ejecución.

- 6.2 Cantidades a utilizar por día o por mes: se utilizara 1 barril de diésel y medio Barril de Gasolina por día.
- 6.3 Tipo de almacenamiento: barriles especiales para el almacenamiento de combustible.
- 6.4 Uso que se dará a los combustibles: para la operación de la maquinaria que ejecutará el proyecto.
- 6.5 Medidas que se proponen para contrarrestar los impactos o riesgos del uso y almacenamiento de combustible: crear un área específica para el almacenaje del combustible y contratar una persona para el cuidado del mismo.

VII EFECTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA, BOSQUES Y ÁREAS PROTEGIDAS.

- 7.1 Desplazamiento y/o pérdida de flora y fauna por actividades del proyecto: no habrá desplazamiento de fauna, debido a que en el área donde se construirá el proyecto ya existe urbanización actualmente, por lo que no se necesita desplazar ningún tipo de flora o fauna del lugar; el proyecto consiste en colocación de tubería en calles y avenidas únicamente.
- 7.2 Pérdida de bosque: la actividad se desarrolla en un área desprovista de árboles.
- 7.3 Efectos en área protegida: la actividad no se encuentra dentro de un área de protección
- 7.4 Medidas que se proponen para contrarrestar la pérdida de flora o fauna o los impactos: no hay pérdidas ni impactos.

VIII EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS

- 8.1 Efectos directos en el medio social del entorno inmediato: sólo se utilizará el equipo realmente necesario en cada etapa del proyecto y se estacionará dentro del área de trabajo.
- 8.2 Personal: sólo se trabajará jornada de trabajo diurna, con 10 empleados por jornada.
- 8.3 Efectos en los recursos culturales- arqueológicos: la actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico, ya que el área a trabajar no se encuentra en áreas eminentemente arqueológicas.
- 8.4 Problema social que puede generarse por la realización del proyecto: no existe algún problema previsto con los trabajos a realizar.
- 8.5 Medidas que se proponen para contrarrestar los impactos identificados anteriormente: no se prevé ningún impacto al realizar esta obra.

IX EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA

- 9.1 Efectos en la salud humana: la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio de proyecto.
- 9.2 Medidas que se proponen e para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores: optimizar el tiempo de ejecución y crear un plan de operación para evitar el desprendimiento de partículas de polvo al ambiente, por medio de la humectación.

2.5 Presupuesto

Tabla X. Integración de costos

Pozos de visita de Polietileno tubo 6"				
Materiales				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
Instalación de pozo de visita				
Tapa				
Cemento	1.7	sacos	Q50.00	Q85.00
Arena	0.072	m ³	Q125.00	Q9.00
Piedrín	0.096	m ³	Q130.00	Q12.48
Hierro de 1/2" leg	1	varilla	Q22.70	Q22.70
Pozo de visita Norma ASTM 3034				
Base	1	u	Q667.00	Q667.00
Unidad superior	1	u	Q560.00	Q560.00
Empaque de hule 6"	2	u	Q20.00	Q40.00
Material selecto	0.5	m ³	Q140.00	Q70.00
Total de materiales				Q1,466.18
Mano de obra				
Costo por hacer la tapa	1	u	Q50.00	Q50.00
Excavación con retroexcavadora	1	hr	Q350.00	Q350.00
Compactación de selecto con bailarina	2	hr	Q100.00	Q200.00
Fundición base de tapa 15 cm de espesor	1	u	Q35.00	Q35.00
Total mano de obra				Q635.00
Total materiales y mano de obra				Q2,101.18

Pozos de visita de Polietileno tubo 8"				
Materiales				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
Instalación de pozo de visita				
Tapa				
Cemento	1.7	sacos	Q50.00	Q85.00
Arena	0.072	m ³	Q125.00	Q9.00
Piedrín	0.096	m ³	Q130.00	Q12.48
Hierro de 1/2" legítimo	1	varilla	Q22.70	Q22.70
Pozo de visita Norma ASTM 3034				
Base	1	u	Q667.00	Q667.00

Continuación

Unidad superior	1	u	Q560.00	Q560.00
Empaque de hule 8"	2	u	Q24.00	Q48.00
Material selecto	0.5	m ³	Q140.00	Q70.00
Total de materiales				Q1,474.18
Mano de obra				
Costo por hacer la tapa	1	u	Q50.00	Q50.00
Excavación con retroexcavadora	1	hr	Q350.00	Q350.00
Compactación de selecto con bailarina	2	hr	Q100.00	Q200.00
Fundición base de tapa 15 cm de espesor	1	u	Q35.00	Q35.00
Total mano de obra				Q635.00
Total materiales y mano de obra				Q2,109.18

Candela de Polietileno				
Materiales				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
Candela Norma ASTM 3034				
Candela	1	u	Q290.00	Q290.00
Tapa	1	u	Q185.00	Q185.00
Codo 4" 45° Norma ASTM 3034	1	lb	Q70.00	Q70.00
Empaque de hule 4"	2	u	Q18.00	Q36.00
Silleta	1	u	Q72.00	Q72.00

Continuación

Tubo 4" de instalación rápida Norma ASTM 3034	2	u	Q170.00	Q340.00
Material selecto	0.5	m ³	Q140.00	Q70.00
Total de materiales				Q993.00
Mano de obra				
Instalación de candela				
Excavación para colocar candela	1	hr	Q350.00	Q350.00
compactación de selecto con bailarina	2	hr	Q100.00	Q200.00
Alquiler de retroexcavadora para hacer zanja de 0.60m de ancho para conectar a colector principal	0.5	hr	Q350.00	Q175.00
1 cuadrilla 5 personas	1	día	Q250.00	Q250.00
Prestaciones laborales 0.66%				Q165.00
Total mano de obra				Q1,140.00
Total materiales y mano de obra				Q2,133.00

Red de drenaje 6 m de longitud Φ 6"				
Materiales				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
Instalación de 1 tubo				
Tubo 6" de instalación rápida Norma ASTM 3034	1	u	Q320.00	Q320.00
Material selecto	1.5	m ³	Q140.00	Q210.00
Total de materiales				Q530.00
Mano de obra				
Instalación de 1 tubo				
Alquiler de retroexcavadore para hacer zanja de 0.60 m de ancho y rellenar nuevamente la zanja	1.333	hr	Q350.00	Q466.55
Compactación de selecto con bailarina	1.333	hr	Q100.00	Q133.30
Alquiler de teodolito y nivel	0.333	día	Q225.00	Q74.93
1 cuadrilla 5 personas	0.333	día	Q250.00	Q83.33
Prestaciones laborales 0.66%				Q54.99
Total mano de obra				Q813.09
Total materiales y mano de obra				Q1,343.09

Red de drenaje 6m de longitud ϕ 8"				
Materiales				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
Instalación de 1 tubo				
Tubo 6" de instalación rápida NORMA ASTM 3034	1	u	Q582.00	Q582.00
Material selecto	1.5	m ³	Q140.00	Q210.00
Total de materiales				Q582.00
Mano de obra				
Instalación de 1 tubo				
Alquiler de retroexcavadora para hacer zanja de 0.60m de ancho y rellenar nuevamente la zanja	1.333	hr	Q350.00	Q466.55
Compactación de selecto con bailarina	1.333	hr	Q100.00	Q133.30
Alquiler de teodolito y nivel	0.333	día	Q225.00	Q74.93
1 cuadrilla 5 personas	0.333	día	Q250.00	Q83.33
Prestaciones laborales 0.66%				Q54.99
Total mano de obra				Q813.09
Total materiales y mano de obra				Q1,395.09

Continuación

Reposición de carpeta asfáltica por m ²				
Materiales				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
Carpeta asfáltica de 10 cm de espesor				
Material asfáltico	1	m ²	Q250.00	Q250.00
Material selecto	0.2	m ³	Q140.00	Q28.00
Total de materiales				Q278.00
Mano de obra				
Instalación de 1 tubo				
Preparación de superficie	1	u	Q25.00	Q25.00
Colocación y compactación de carpeta asfáltica con bailarina	1	hr	Q150.00	Q150.00
Total mano de obra				Q175.00
Total materiales y mano de obra				Q453.00
Materiales				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
Transporte	1	global	Q2,500.00	Q2,500.00
Herramienta	1	global	Q5,000.00	Q5,000.00
Fianzas, imprevistos, supervisión y utilidad aprox. 25%				Q625,000.00
Total				Q632,500.00

Resumen de costos				
Proyecto: Ampliación Del Sistema Alcantarillado En Santa Elena				
Materiales y mano de obra				
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
Pozos de visita de polietileno tubo 6"				
Total de materiales	25	u	Q1,466.18	Q36,654.50
Total mano de obra	25	u	Q635.00	Q15,875.00
Pozos de visita de polietileno tubo 8"				
Total de materiales	7	u	Q1,474.18	Q10,319.26

Continuación

Total mano de obra	7	u	Q635.00	Q4,445.00
Candela de polietileno				
Total de materiales	850		Q993.00	Q844,050.00
Total mano de obra	850		Q1,140.00	Q969,000.00
Red de drenaje 6 m de longitud ϕ 6"				
Total de materiales	669	u	Q530.00	Q354,570.00
Total mano de obra	669	u	Q813.09	Q543,960.22
Red de drenaje 6m de longitud Φ 8"				
Total de materiales	120	u	Q582.00	Q69,840.00
Total mano de obra	120	u	Q813.09	Q97,571.34
Reposición de carpeta asfáltica por m²				
Total de materiales	110.55	u		Q278.00
Total mano de obra	110.55	u		Q175.00
Otros gastos				
Total				Q632,500.00
Gastos totales				Q3,579,238.32
Gastos totales				\$461,837.20
Tasa de cambio Q.7.75 por \$1.00 dólar el día 17 de Septiembre de 2007				

2.6 Evaluación socio-económica

La evaluación socio-económica es un indicador financiero que proporciona información acerca de la viabilidad de un proyecto. Es importante saber si un proyecto dejará ganancia económica al inversionista o no, antes de que se lleve a cabo la inversión; si la evaluación demuestra que no habrá beneficio, entonces no se lleva a cabo la inversión.

Sólo para los proyectos de carácter social estos indicadores no son respetados, ya que el propósito primordial no es el lucro sino el bien común de

la población. Los métodos más utilizados para realizar esta evaluación son el método del Valor Presente Neto y el de la Tasa Interna de Retorno.

Valor Presente Neto

El VPN designa una cantidad presente o actual de dinero, este valor se encuentra al comienzo del período inicial. El concepto del valor presente al igual que el de valor futuro, se basan en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

Sobre la escala de tiempo se selecciona el punto cero o cualquier otro punto, desde el cual se escoge medir el tiempo.

Tasa Interna de Retorno

Se define como la tasa de descuento que iguala al valor presente de los flujos de efectivo con la inversión inicial en un proyecto. La TIR es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, o sea el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos. Si la TIR es mayor o igual al costo de capital, se acepta el proyecto; de no ser éste el caso; entonces se rechaza.

2.7 Elaboración de planos finales de drenaje

Los planos finales de drenaje se elaboran a partir de los datos obtenidos del levantamiento topográfico inicial.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con los resultados de los exámenes bacteriológicos obtenidos del lago Petén Itzá, en el municipio de Flores, el agua cumple con la norma COGUANOR NGO 29001 para agua potable, proveer cloro al sistema para que el agua sea adecuada para el consumo humano.
2. Para el cobro de tarifa se tomaron en cuenta los gastos mínimos de operación y mantenimiento, para que éste sea el mínimo posible.
3. La red de distribución estará formada por una combinación de circuitos cerrados y ramales abiertos.
4. La selección de diámetros para la tubería de la red de distribución utilizada en este estudio, se justifica por medio del método para redes cerradas, denominado Hardy-Cross.
5. En la red de alcantarillado se utilizarán tubos de PVC, pozos de visita y candelas de polietileno que cumplen con la Norma ASTM 3034, que proveen un control de infiltración muy superior a los otros sistemas utilizados.
6. Con los proyectos de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo y del sistema de alcantarillado, se mejoraran las

condiciones de vida de los habitantes de las aldeas El Remate y Santa Elena, Flores, Petén.

7. Es importante garantizar la potabilidad del agua del sistema de abastecimiento, sometiéndola a tratamiento de desinfección bacteriológica, mediante la utilización de cloro; con ello se evitará la transmisión de enfermedades hacia la población que la consume.

RECOMENDACIONES

1. Para la ejecución de los presentes proyectos, los habitantes de las aldeas El Remate y Santa Elena, deberán organizarse, para regular los derechos y obligaciones de cada uno de los usuarios.
2. El mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes del sistema: línea de conducción, red de distribución y tanque de distribución deberán estar a cargo de los habitantes de la aldea en estudio.
3. Durante el proceso de construcción del sistema de alcantarillado, la Municipalidad deberá contratar por lo menos un profesional de la ingeniería para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas del diseño del sistema.
4. Debido al aumento de usuarios anualmente se incrementará el costo de consumo de electricidad y de cloro para la desinfección del agua; por eso se recomienda un incremento de Q.4.00 a la tarifa mensual cada cinco años.
5. El mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes del sistema: pozos de visita, candelas y tubería del colector principal deberán estar a cargo de EMAPET.

BIBLIOGRAFÍA

1. Donis Rivas, Marcos Alberto. Elaboración del Diseño para el Sistema de Abastecimiento de Agua a las Aldeas Jocotillo y Buena Vista de Santa Catarina Mita, Jutiapa. Trabajo de graduación Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. USAC. Guatemala, 1997. 48 p.
2. Gálvez Sobral, Jorge. Consideraciones sobre la dotación de agua potable, necesaria en poblaciones de la República de Guatemala. Trabajo de graduación Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala, 1951. 34 p.
3. Giles, Ronald. **Mecánica de fluidos e hidráulica**. México, Editorial Mc Graw-Hill. Serie Schaum, Segunda edición, 1990. 273 p.
4. Mérida Ramírez, Julio Ramiro. Abastecimiento de Agua Potable y Puentes Peatonales para tres Aldeas de el Quiché. Trabajo de graduación Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala, 1997. 82 p.
5. Nij Reyes, César Alfredo. Diseño de la red de alcantarillado sanitario de la colonia El Maestro de la ciudad de Chiquimula. Trabajo de graduación Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala, 2002. 123 p.

6. Tánchez López, Carlos Humberto. Diseño de introducción de agua potable por bombeo a la comunidad Las Maravillas, municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala. Trabajo de graduación Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala, 2003. 111 p.

APÉNDICE A

1. Resultados de laboratorio de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos	96
2. Tablas del diseño del proyecto “Ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo de aldea El Remate”	98



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CII)
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 21 914		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 22 844	
INTERESADO:		<u>FAC. DE INGENIERÍA</u>		PROYECTO:	
RECOLECTADA POR:		<u>Derick Raúl Calles Soto</u>		DEPENDENCIA:	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:		<u>Aldea El Remate</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	
FUENTE:		<u>Lago Petén Itzá</u>		<u>2007-07-17; 11 h 00 min.</u>	
MUNICIPIO:		<u>Flores</u>		<u>2007-07-18; 15 h 35 min.</u>	
DEPARTAMENTO:		<u>Petén</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	
				<u>Sin refrigeración</u>	
RESULTADOS					
1. ASPECTO: <u>Claro</u>		4. OLOR: <u>Inodora</u>		7 TEMPERATURA: <u>.. ° C</u> <small>(En el momento de recolección)</small>	
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>		5. SABOR: <u>-----</u>		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>499,00 μmhos/cm</u>	
3. TURBIEDAD: <u>00,64 UNT</u>		6 potencial de Hidrogeno (pH): <u>08,40 unidades</u>			
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,28	6. CLORUROS (Cl ⁻)	18,00	11. SOLIDOS TOTALES	280,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,37	12. SOLIDOS VOLÁTILES	12,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	01,10	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	140,00	13. SOLIDOS FIJOS	268,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,03	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	02,00
5. MANGANESO (Mn)	00,098	10. DUREZA TOTAL	274,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	264,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	12,00	86,00	98,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 20TH EDITION 2 000, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2007-07-25

Vo.Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Esobal Alvarez
DIRECTOR CII/USAC



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





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 "DOCTORA ALBA TABARINI MOLINA"
 CENTRO DE INVESTIGACIONES (CII)
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 21 914		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-22 3391
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>	
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Derick Raúl Calles Soto</u>	DEPENDENCIA:	<u>U.S.A.C.</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea El Remate</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2007-07-17; 11 h 00 min.</u>	
FUENTE:	<u>Lago Petén Itzá</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2007-07-18; 15 h 35 min</u>	
MUNICIPIO:	<u>Flores</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO:	<u>Petén</u>	SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN <u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL	<u>-----</u>	
OLOR:	<u>Inodora</u>			

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	++---
01,00 cm ³	+++++	+++++	++---
00,10 cm ³	++++-	++++	----
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		1 600	9

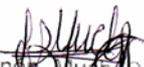
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 20TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación. I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección.

Guatemala, 2007-07-25

Vo.Bo. 
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
 DIRECTOR CII/USAC




 Zena Juana Bantús
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio



Cálculo de caudal consumido en cada ramal en ampliación del sistema de agua potable en aldea el remate						
Dotación			200.000 Litros/Habitante/Día			
Caudal total de distribución			4.572 Litros			
	LONGITUD ML	NUMERO O CONEXI- ONES	POBLACIÓN ACTUAL	POBLACIÓN FUTURA	CAUDAL ACTUAL l/s	CAUDAL FUTURO L/s
TRAMO A - B	89.66	5	30	79	0.069	0.183
TRAMO D - C	75.75	8	48	126	0.111	0.293
TRAMO F - E	75.75	8	48	126	0.111	0.293
TRAMO H - G	75.75	7	42	111	0.097	0.256
TRAMO J - JA	59.00	4	24	63	0.056	0.146
TRAMO G - JA	47.20	0	0	0	0.000	0.000
TRAMO E -G	60.00	0	0	0	0.000	0.000
TRAMO C - E	64.21	0	0	0	0.000	0.000
TRAMO B - C	60.50	0	0	0	0.000	0.000
TRAMO JA - GB	42.00	4	24	63	0.056	0.146
TRAMO C - M	104.00	2	12	32	0.028	0.073
TRAMO E - L	104.20	2	12	32	0.028	0.073
TRAMO G - GA	30.00	6	36	95	0.083	0.219
TRAMO K - LA	30.00	6	36	95	0.083	0.219
TRAMO LA - LB	29.50	4	24	63	0.056	0.146
TRAMO L - LA	55.20	0	0	0	0.000	0.000
TRAMO M - L	69.75	7	42	111	0.097	0.256
TRAMO N - M	24.00	4	24	63	0.056	0.146
TRAMO O - P	36.10	4	24	63	0.056	0.146
TRAMO M - S	109.25	5	30	79	0.069	0.183
TRAMO L - V	120.95	5	30	79	0.069	0.183
TRAMO Y - X	41.20	4	24	63	0.056	0.146
TRAMO Z - ZB	125.30	5	30	79	0.069	0.183
TRAMO V - Z	54.15	0	0	0	0.000	0.000
TRAMO S - V	39.85	2	12	32	0.028	0.073
TRAMO Q - S	84.00	6	36	95	0.083	0.219
TRAMO R - RA	82.60	7	42	111	0.097	0.256
TRAMO T - U	105.32	6	36	95	0.083	0.219
TRAMO V - W	92.65	7	42	111	0.097	0.256
TRAMO Z - ZA	90.10	7	42	111	0.097	0.256
TRAMO TANQUE - A		125	750	1975	1.736	4.572

CÁLCULO DE PERDIDAS Y VELOCIDAD DE FLUJO POR TRAMO						
TRAMO	LONGITUD	Ø INT	C	Q	hf	VELOCIDAD
TANQUE-A	135.650	2.655	150.000	4.572	3.193	1.280
A-B	89.660	2.655	150.000	4.389	1.957	1.229
C-D	75.750	1.195	150.000	0.293	0.540	0.405
E-F	75.750	1.195	150.000	0.293	0.540	0.405
G-H	75.750	1.195	150.000	0.256	0.420	0.354
JA-J	59.000	1.195	150.000	0.146	0.116	0.202
B-C	60.500	2.655	150.000	4.389	1.320	1.229
C-E	64.220	1.532	150.000	2.646	7.998	2.225
E-G	60.000	1.195	150.000	0.767	2.535	1.060
G-JA	47.200	1.195	150.000	0.292	0.334	0.404
JA-GB	42.000	1.195	150.000	0.146	0.082	0.202
C-M	104.200	1.532	150.000	1.450	4.265	1.220
E-L	104.200	1.532	150.000	1.463	4.337	1.231
G-GA	30.000	1.195	150.000	0.219	0.125	0.303
K-LA	30.000	1.195	150.000	0.219	0.125	0.303
M-N	24.000	1.195	150.000	0.146	0.047	0.202
M-L	69.750	1.195	150.000	0.103	0.072	0.142
L-LA	55.200	1.195	150.000	0.365	0.590	0.505
LA-LB	29.500	1.195	150.000	0.146	0.058	0.202
P-O	36.100	1.195	150.000	0.146	0.071	0.202
M-S	109.250	1.532	150.000	1.077	2.580	0.906
L-V	120.950	1.532	150.000	1.046	2.705	0.880
X-Y	41.200	1.195	150.000	0.146	0.081	0.202
R-RA	82.600	1.195	150.000	0.256	0.458	0.354
S-Q	84.000	1.195	150.000	0.402	1.074	0.556
T-U	105.320	1.195	150.000	0.219	0.438	0.303
S-V	39.850	1.195	150.000	0.240	0.196	0.332
V-W	92.650	1.195	150.000	0.256	0.514	0.354
V-Z	54.150	1.195	150.000	0.585	1.386	0.809
Z-ZA	90.100	1.195	150.000	0.256	0.500	0.354
Z-ZB	125.300	1.195	150.000	0.183	0.374	0.253
Z-ZB'	33.740	1.195	150.000	0.183	0.101	0.253
ZB'-ZB''	45.840	1.195	150.000	0.183	0.137	0.253
TANQUE-A'	85.500	2.655	150.000	4.572	2.012	1.280

TABLA DE PRESIONES						
TRAMO	COTA TERRENO		COTA PIEZOMETRICA		PRESION	
	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
TANQUE-A	148.50	125.52	149.50	146.31	1.00	20.79
A-B	125.52	103.73	146.31	144.35	20.79	40.62
C-D	101.84	115.59	143.03	142.49	41.19	26.90
E-F	101.36	115.89	135.03	134.49	33.67	18.60
G-H	102.18	113.87	132.50	132.08	30.32	18.21
JA-J	113.52	112.01	132.16	132.05	18.64	20.04
B-C	103.73	101.84	144.35	143.03	40.62	41.19
C-E	101.84	101.36	143.03	135.03	41.19	33.67
E-G	101.36	102.18	135.03	132.50	33.67	30.32
G-JA	102.18	113.52	132.50	132.16	30.32	18.64
JA-GB	113.52	110.67	132.16	132.08	18.64	21.41
C-M	101.84	102.49	143.03	138.77	41.19	36.28
E-L	101.36	101.70	135.03	130.70	33.67	29.00
G-GA	102.18	106.74	132.50	132.37	30.32	25.63
LA-K	101.81	103.90	138.10	137.98	36.29	34.08
M-N	102.49	103.32	138.77	138.72	36.28	35.40
M-L	102.49	101.70	138.77	138.69	36.28	36.99
L-LA	101.70	101.81	138.69	138.10	36.99	36.29
LA-LB	101.81	101.50	138.10	138.05	36.29	36.55
P-O	107.52	106.24	135.11	135.04	27.59	28.80
M-S	102.49	106.66	138.77	136.19	36.28	29.53
L-V	101.70	106.85	138.69	135.99	36.99	29.14
X-Y	108.70	104.98	134.60	134.52	25.90	29.54
R-RA	107.82	114.02	135.11	134.65	27.29	20.63
S-Q	106.66	108.13	136.19	135.11	29.53	26.98
T-U	106.50	112.29	136.19	135.75	29.69	23.46
S-V	106.66	106.85	136.19	135.99	29.53	29.14
V-W	106.85	115.51	135.99	135.47	29.14	19.96
V-Z	106.85	110.04	135.99	134.60	29.14	24.56
Z-ZA	109.75	106.36	134.60	134.10	24.85	27.74
Z-ZB	109.75	103.13	134.60	134.23	24.85	31.10
Z-ZB'	109.75	110.00	134.60	134.50	24.85	24.50
ZB'-ZB''	110.00	102.60	134.50	134.37	24.50	31.77
TANQUE-A'	148.50	131.81	149.50	147.49	1.00	15.68

Diseño del sistema de bombeo

Datos:

Población inicial	=	1975.00
Tasa de crecimiento	=	4.50
Periodo de diseño	=	22.00
Caudal medio diario	=	4.572
Fmd	=	1.20
Fmh	=	1.80
Horas de bombeo	=	12.00
Cota de descarga (m)	=	151.90
Cota succión (m)	=	90.89
Longitud de tubería (m)	=	1000.00
Velocidad (m/s)	=	1.354

TIEMPO	AÑO	QMD	%	Qb	HORAS BOMBEO	HP	HP COMERCIAL
0	2007	2.083	100.000	4.167	4.556	7.620	10
1	2008	2.177	104.500	4.354	4.761	7.963	10
2	2009	2.275	109.203	4.550	4.976	8.322	10
3	2010	2.377	114.117	4.755	5.200	8.696	10
4	2011	2.484	119.252	4.969	5.434	9.087	10
5	2012	2.596	124.618	5.192	5.678	9.496	10
6	2013	2.713	130.226	5.426	5.934	9.924	10
7	2014	2.835	136.086	5.670	6.201	10.370	15
8	2015	2.963	142.210	5.925	6.480	10.837	15
9	2016	3.096	148.610	6.192	6.771	11.325	15
10	2017	3.235	155.297	6.471	7.076	11.834	15
11	2018	3.381	162.285	6.762	7.394	12.367	15
12	2019	3.533	169.588	7.066	7.727	12.923	15
13	2020	3.692	177.220	7.384	8.075	13.505	15
14	2021	3.858	185.194	7.716	8.438	14.113	15
15	2022	4.032	193.528	8.064	8.818	14.748	15
16	2023	4.213	202.237	8.427	9.215	15.411	20
17	2024	4.403	211.338	8.806	9.629	16.105	20
18	2025	4.601	220.848	9.202	10.063	16.829	20
19	2026	4.808	230.786	9.616	10.516	17.587	20
20	2027	5.024	241.171	10.049	10.989	18.378	20
21	2028	5.251	252.024	10.501	11.483	19.205	20
22	2029	5.487	263.365	10.974	12.000	20.069	20

APÉNDICE B

1. Planos del proyecto de “Ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo de aldea El Remate” 104
2. Planos del proyecto de “Ampliación del sistema de alcantarillado de aldea Santa Elena” 113



PLANTA CURVAS DE NIVEL
ESCALA = 1:2500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE FLORES

PROYECTO: RED DE AGUA POTABLE
ALDEA EL REMATE
MUNICIPALIDAD DE FLORES

CONTENIDO: CURVAS DE NIVEL Y LINEA DE CONDUCCION
ESTACIONES: TUBOS
DERECK SAUL CAJALES SOTO | ING. ALFREDO ARRIOLA
HOLA

FECHA: 20 DE ABRIL DE 2007

TANQUE DE DISTRIBUCION



RED DE DISTRIBUCION
SIM ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE FLORES

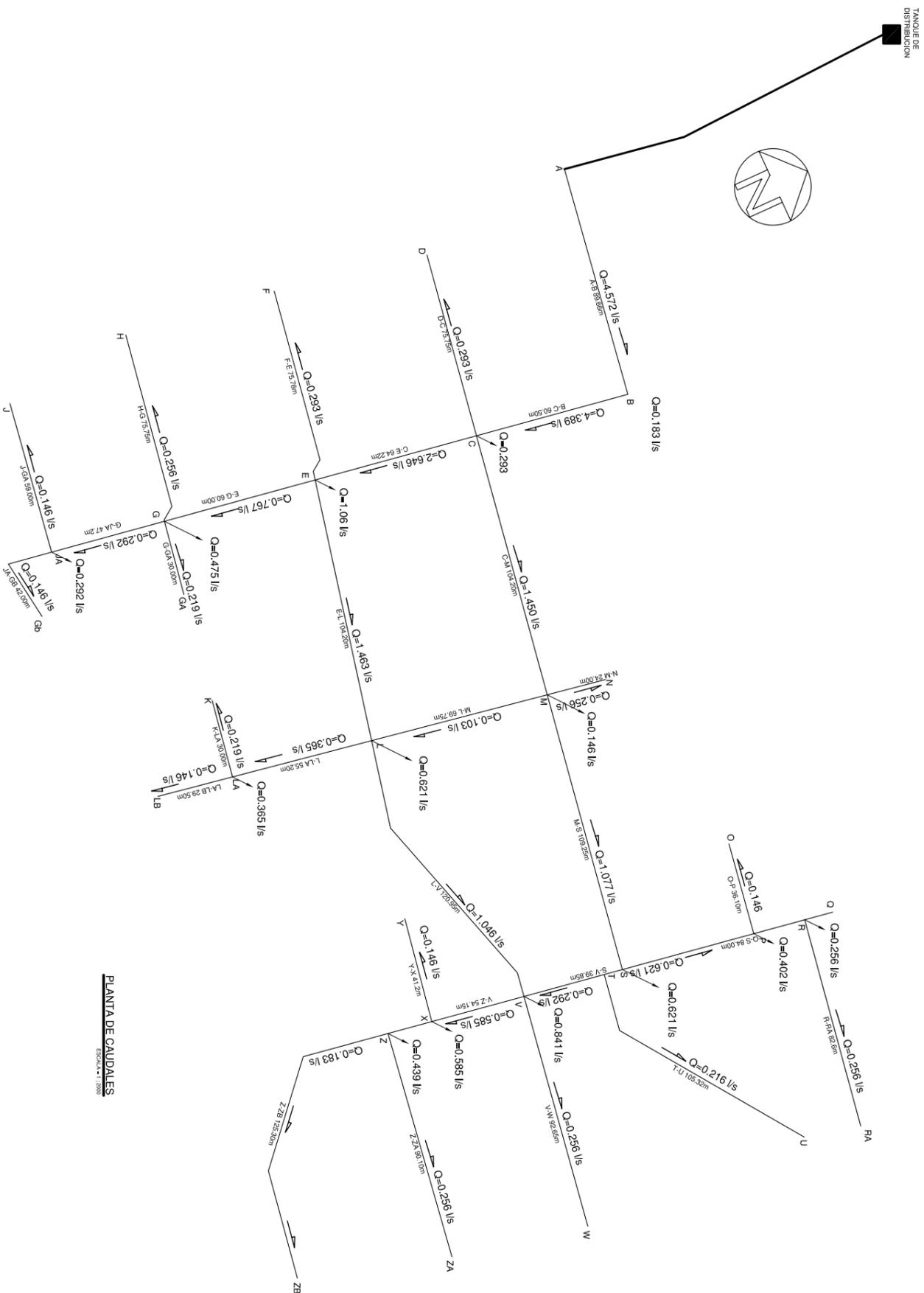
PROYECTO: RED DE AGUA POTABLE ALDEA EL REMATE

CONTENIDO: RED DE DISTRIBUCION

ESTUDIANTE: DERRICK SAUL CAJALES SOTO

PROFESOR: ING. ALFREDO ARRIOLA

ASESOR:	D. R. C. S.
CALCULO:	D. R. C. S.
DEBIDO:	D. R. C. S.
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	20 DE ABRIL DE 2007
N.º DE ASSESOR:	ACADEMICO
N.º DE HORA:	3
N.º DE PAGINA:	8



PLANTA DE CAUDALES

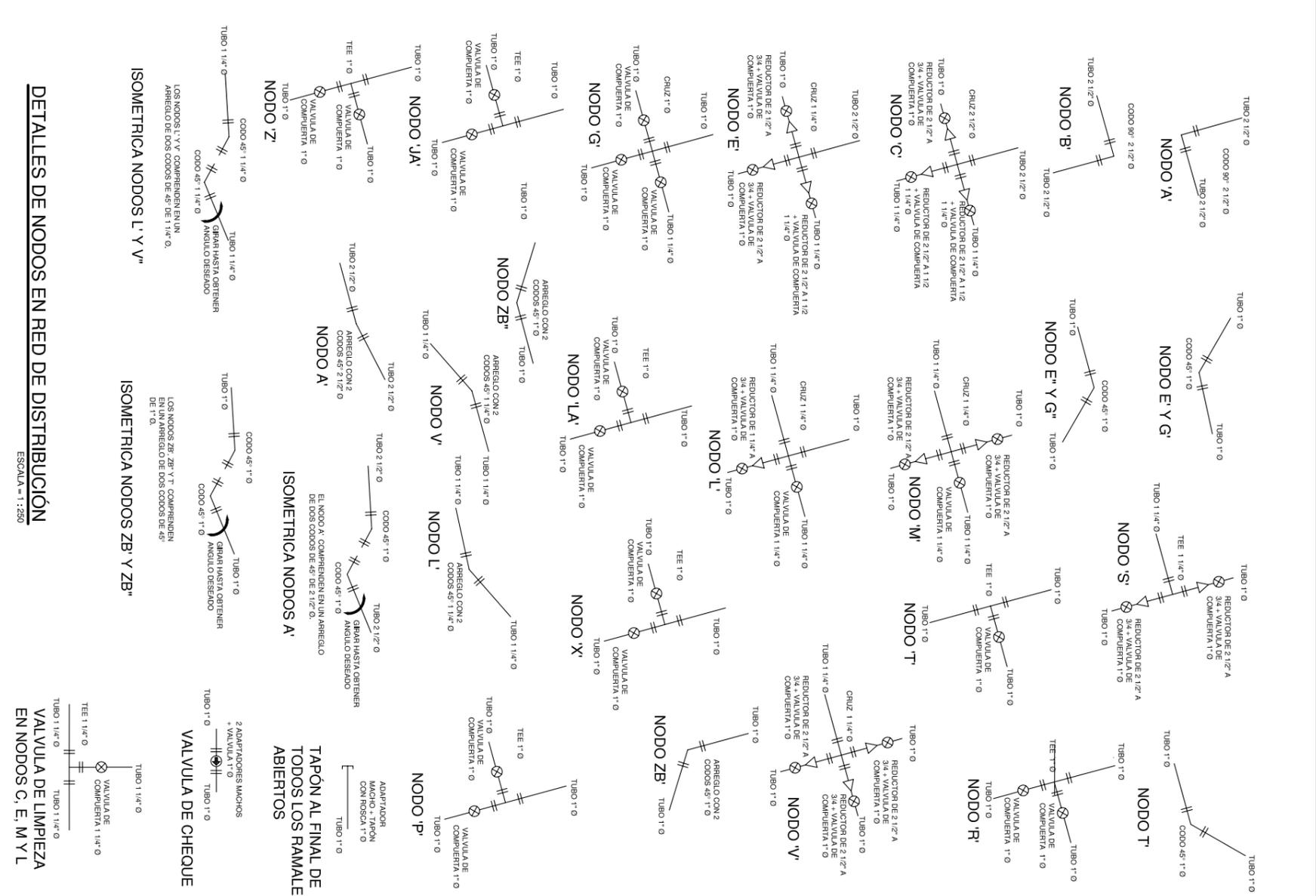
SIMBOLOGIAS

	TANQUE DE DISTRIBUCION
	BOMBA SUMERGIBLE
	TUBERIA PVC A COLOCAR
	CAUDAL CONSUMIDO EN NODO
	DIRECCION DE FLUJO
	DISTANCIA ENTRE NODOS EN METROS
	CAUDAL QUE FLUJE POR TRAMO
	TEE DE PVC A COLOCAR DE PVC
	CORDO A 90° A COLOCAR DE PVC
	TAPON HERRERA DE PVC (T.H.)
	CRUZ DE PVC A COLOCAR DE PVC
	REDUCTOR BUSHING DE PVC
	VALVULA DE COMPUESTA (V.C.)
	VALVULA DE PASO
	IDENTIFICACION DE NODO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPIO DE FLORES

PROYECTO: RED DE AGUA POTABLE ALDEA EL REMATE
 CONTENIDO: PLANTA DE CAUDALES, PARTES DE CORTAVO Y BOMBEO
 ESTACIONE: NOME ALFREDO ARRIOLA
 DIBUJADO: D. R. C. S. DERICK SAUL CALLES SOTO | ING. ALFREDO ARRIOLA
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: 20 DE ABRIL DE 2007
 HOJA 4 DE 8



ISOMETRICA NODOS L' Y V'

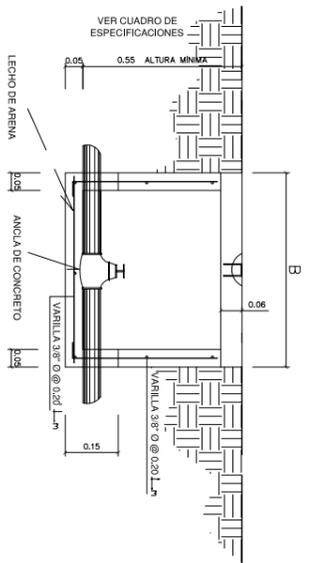
ISOMETRICA NODOS ZB' Y ZB''

ISOMETRICA NODOS L' Y V'

ISOMETRICA NODOS ZB' Y ZB''

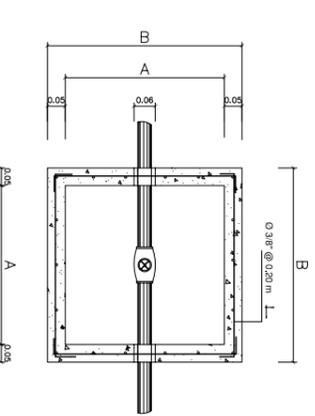
DETALLES DE NODOS EN RED DE DISTRIBUCION

ESCALA = 1:250



ELEVACION CAJA PARA VALVULAS

ESCALA = 1:10



PLANTA DE LA CAJA

ESCALA = 1:10

DETALLE DE CAJA DE VALVULA

ESCALA = 1:10

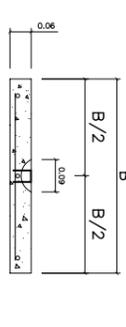
- NOTA:
- EL CONCRETO A UTILIZAR DEBE SER DE 210 kg/cm²
 - LAS CAJAS DE VALVULA DEBEN QUEDAR A NIVEL CON EL SUELO
 - LAS TAPADERAS DEBEN QUEDAR FIRMEMENTE COLOCADAS

LISTA DE MATERIALES

1. TEE REDUCTORA O TUBERIA PRINCIPAL x Ø 1" PVC
2. RED. BUSHING PVC 1" X 1/2"
3. NIPLE TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2", 315 psi
4. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
5. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
6. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2", 315 psi
7. CODO PVC Ø 1/2"
8. NIPLE PVC 1.50 m Ø 1/2", 315 psi
9. NIPLE PVC 0.30 m Ø 1/2", 315 psi
10. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1/2"
11. LLAVE DE CHORRO DE BRONCE Ø 1/2"

TAPADERA DE LA CAJA

ESCALA = 1:10



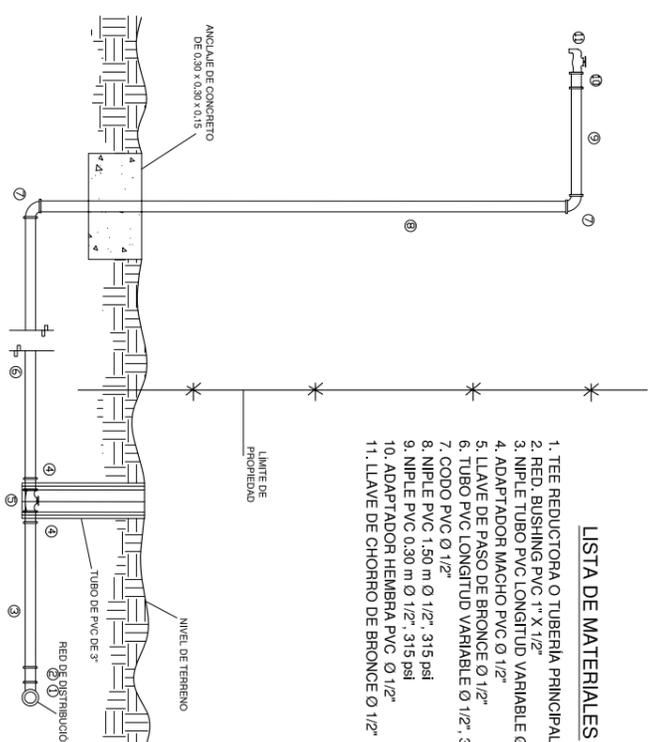
SECCION TAPADERA DE LA CAJA

ESCALA = 1:10

DIMENSIONES			
Ø TUBERIA	A	B	ALTURA MINIMA
2 1/2"	0.45	0.55	0.55
3"	0.45	0.55	0.55

CONEXION DOMICILIAR

ESCALA = 1:10



NOTA:
SE DEBE COLOCAR UNA VALVULA DE CHEQUE AL INICIO DE CADA RAMAL ABIERTO.

TODAS LAS VALVULAS A UTILIZARSE DEBEN SER DE BRONCE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
ENERGIA PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: MUNICIPIO DE FLORES
RED DE AGUA POTABLE
ALDEA EL REMATE

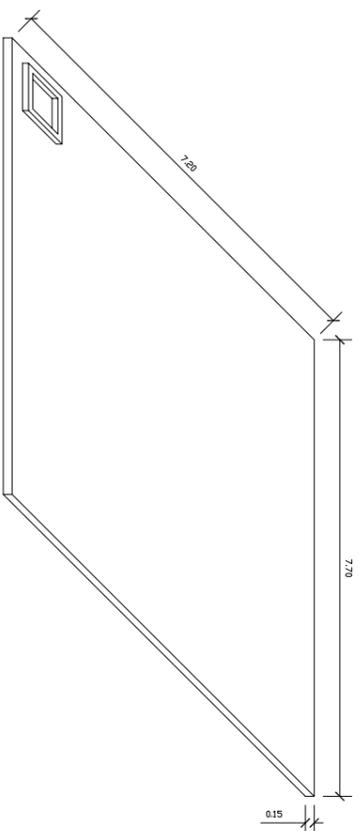
CONTENIDO: DETALLES DE NODOS CAJAS DE VALVULAS
ESTACIONAMIENTO DE LAS VALVULAS
DERIBCK PAUL CAJLES SOTO ING. ALFREDO ARRIENLLAGA

FECHA: 20/03/2007

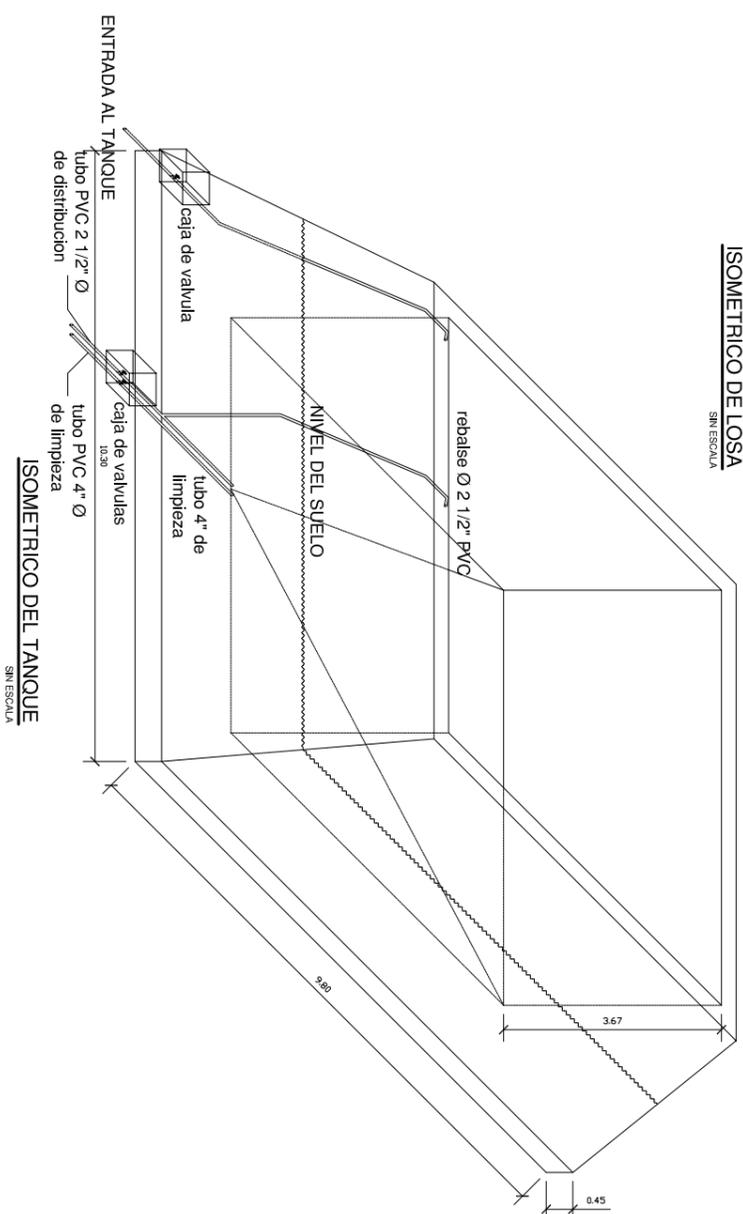
ESCALA: INDICADA

NO. DE ASISTENTE: ACOSTA LUISERRE

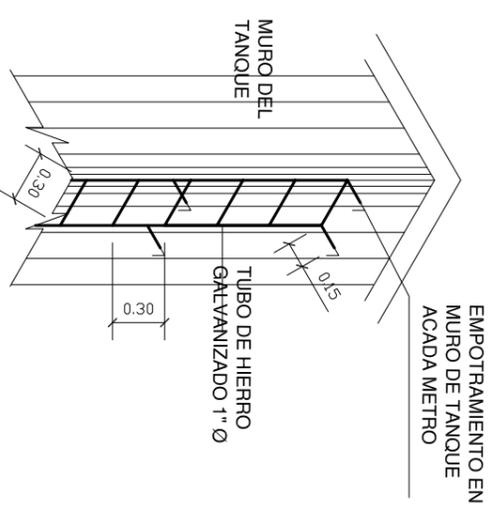
HOLA



ISOMETRICO DE LOSA
SIN ESCALA



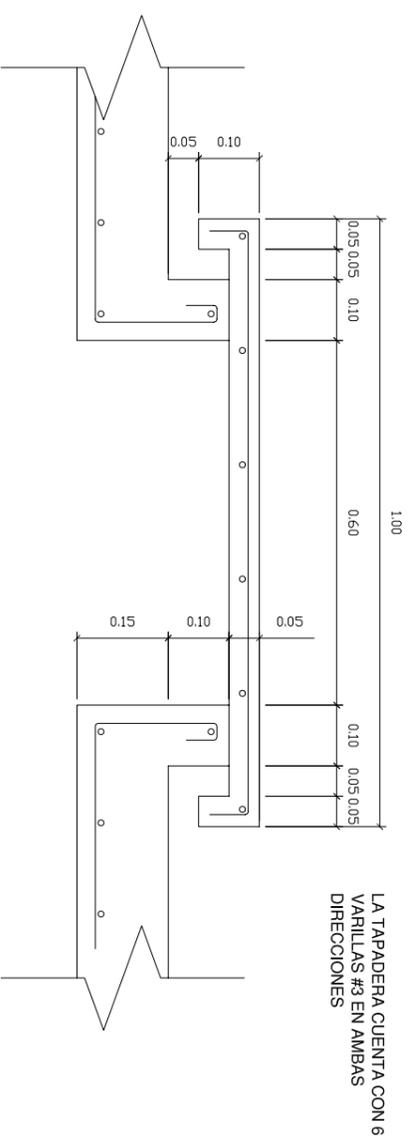
ISOMETRICO DEL TANQUE
SIN ESCALA



PROYECCION INTERIOR DEL TANQUE
ESCALA = 1:25

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:

- Se usará concreto con $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, con una relación agua/cemento de 0.55 (6 gal./saco).
- Se usará piedra de 1" \varnothing máximo.
- Se usará acero de refuerzo con $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$.
- Todos los recubrimientos indicados se medirán desde el rostro del refuerzo a la cara exterior del concreto.



DETALLE TAPADERA
SIN ESCALA

LA TAPADERA CUENTA CON 6 VARRILLAS #3 EN AMBAS DIRECCIONES



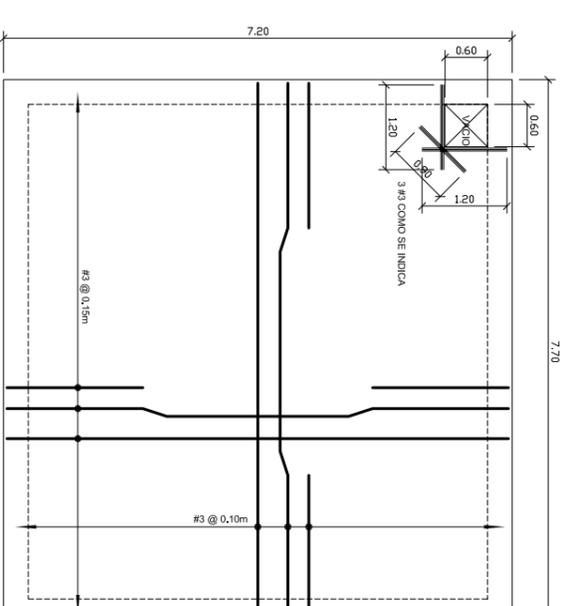
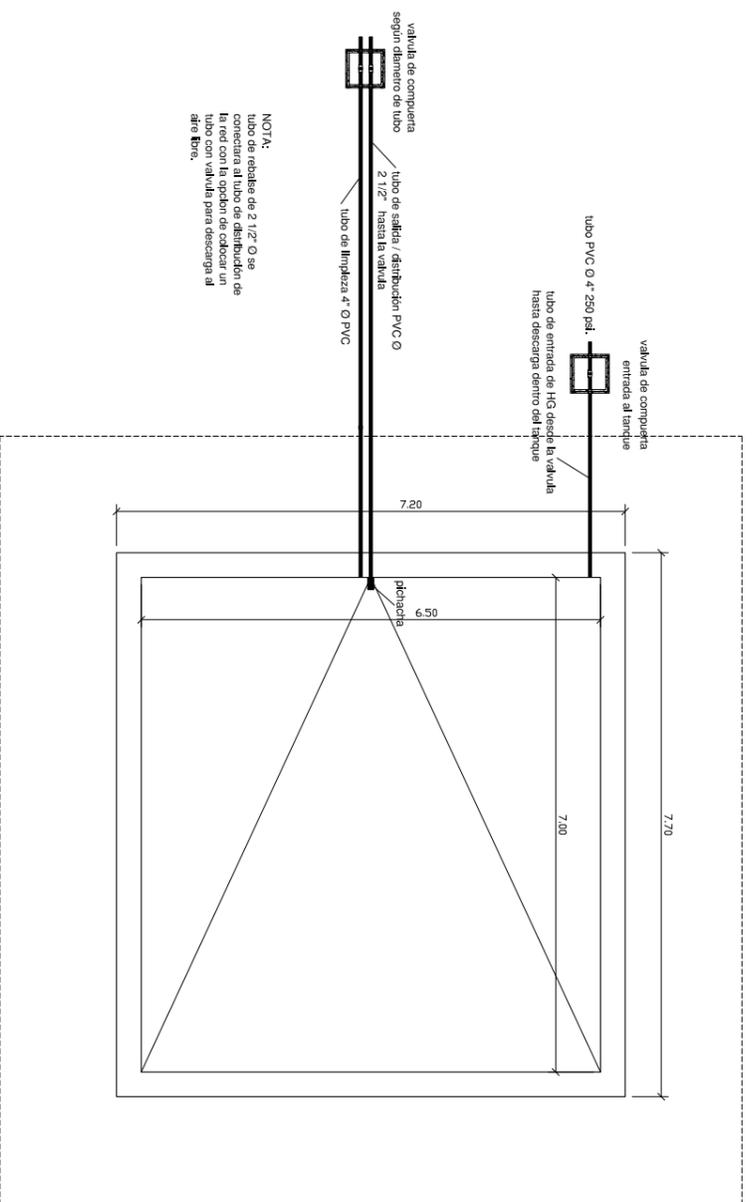
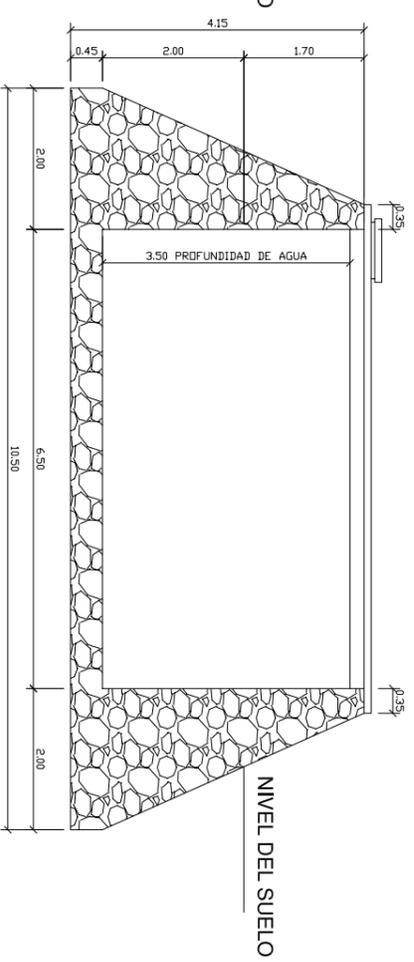
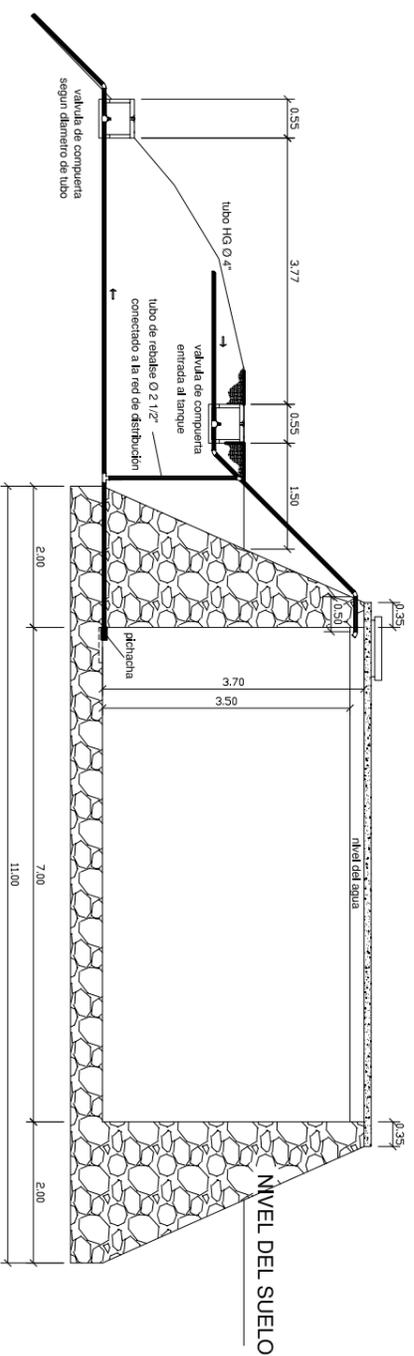
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: MUNICIPIO PALMADO DE FLORES
RED DE AGUA POTABLE
ALDEA EL REMATE

CONTENIDO: ISOMETRICO DEL TANQUE Y DETALLES DE ESTACIONE
ESTACIONE: TANQUE Y TUBERIA
DISEÑO: D. R. C. S.
CALCULO: D. R. C. S.
DIBUJO: D. R. C. S.
DERECK SAUL CALLES SOTO | ING. ALFREDO ARRIOLA

FECHA: 20 DE ABRIL DE 2007
ESCALA: INDICADA

NO. DE DISEÑO: ACQUER TAMBOR
HOJA 7 DE 8



NOTA:
 tubo de rebalbe de 2 1/2" O se
 conectara al tubo de distribucion de
 dentro del tanque
 tubo con valvula para descarga al
 otro tanque.

PLANTA DEL TANQUE DE DISTRIBUCION

ESCALA = 1:100

CONSTRUCCION DE MUIROS DEL TANQUE

-El sitio donde se va a construir el tanque debe de incluir una capa de 15 cm de material bien compactado, este puede ser del mismo del lugar o material seleccionado, queda a discrecion del ingeniero encargado de la obra determinar.
 -Las rocas para el concreto ciclopoco deben de tener un diametro promedio de 25 cm y deben de estar bien limpias.
 -Para la construcción del tanque se debe usar concreto de 270 kg/cm² con una relacion de 1:1.5:2 (medida con carretillada de 2 pies cubicos, 1/2, 3/4, 1 de cemento, arena y pedrin) y relacion agua/cemento de 0.55 (6 gal/saco)

FUNDIDO DE LA LOSA SOBRE EL TANQUE

-Se usará concreto con Fc = 210 kg/cm² a los 28 dias, con una relacion agua/cemento de 0.55 (6 gal/saco).
 -Se usará pliedrin de 1" maximo
 -Se usará acero de refuerzo con Fy = 2810 kg/cm²
 -Todos los recuadros indicados se mediran desde el rostro del refuerzo a la cara exterior del concreto.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE FLORES

PROYECTO: RED DE AGUA POTABLE
 ALDEA EL REMANTE

CONTENIDO: SECCIONES DEL TANQUE Y DETALLES DE COYA Y ENTORNAMIENTOS
 ESTUDIANTE: NAYELI ALFREDO ARRIOLA
 DISEÑO: D. R. C. S.
 CALCULO: D. R. C. S.
 DIBUJO: D. R. C. S.

FECHA: 20 DE ABRIL DE 2007

ESCALA: INDICADA

N.º DE ASESOR: ACOSAR (ALFREDO)

HOLA 8



PLANTA DE UBICACIÓN

SIN ESCALA

NOTA:

LA 1a CALLE, 4a CALLE Y 3a AVENIDA YA CUENTAN CON CARPETA ASFALTICA POR LO QUE SE COLOCARA LA TUBERIA Y POZOS DE VISITA A 0.50 METROS DE LA ORILLA DEL ASFALTO.

EN TODAS LAS DEMAS CALLES Y AVENIDAS SE COLOCARA LA TUBERIA Y POZOS DE VISITA EN EL EJE CENTRAL DE LAS MISMAS.

	SIMBOLOGÍA
	RED PROPUESTA LINDERO DE TERRENO

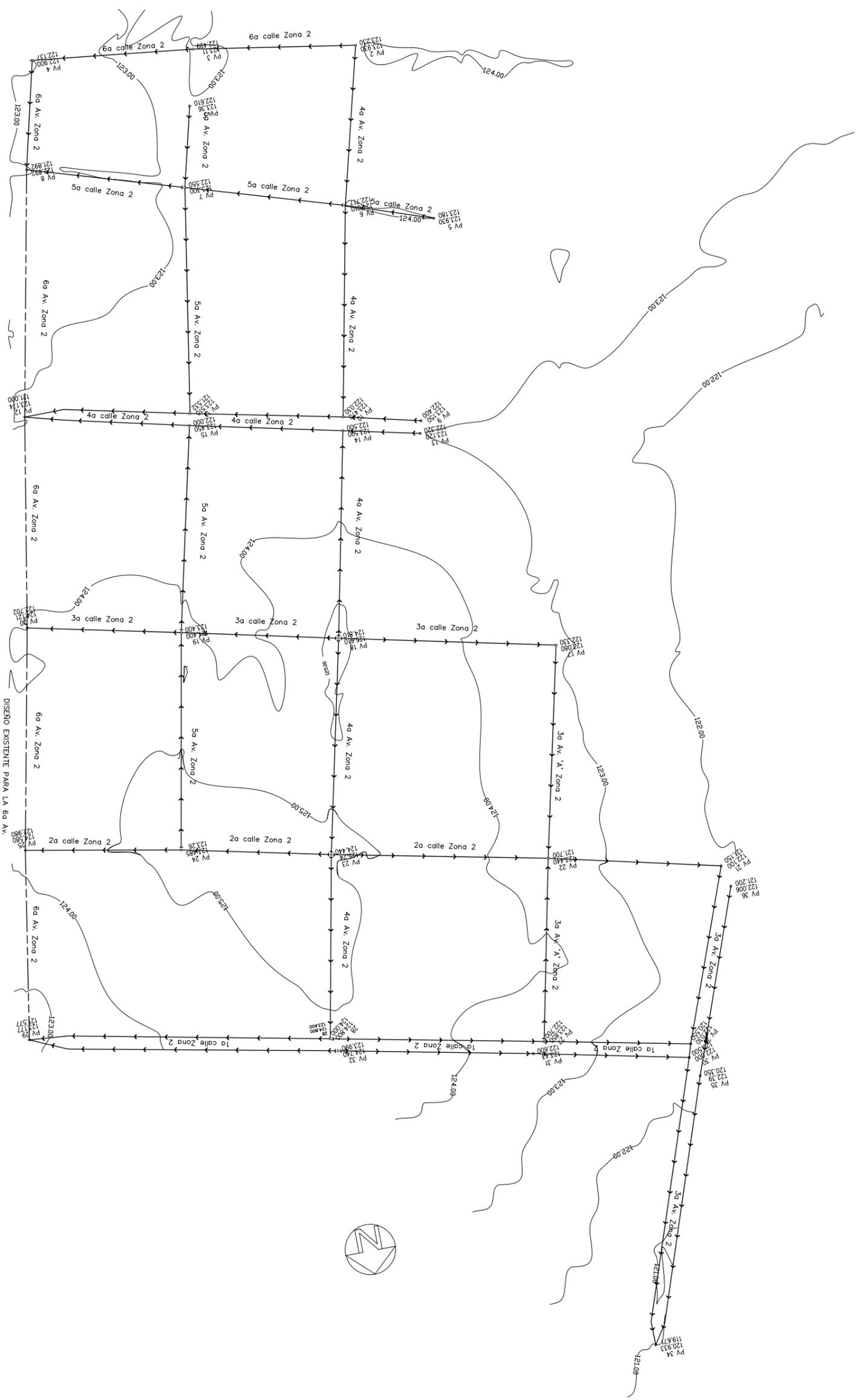


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE FLORES

PROYECTO: AMPLIACION RED DE ALCANTARILLADO
 ESTADANTE: MACRO LOCALIZADOR
 DISEÑADOR: DERRICK ENIL CAJALES SOTO | ING. ALFREDO ARRIOLA
 DIBUJANTE: DERRICK ENIL CAJALES SOTO | ING. ALFREDO ARRIOLA
 ESCALA: INDICADA

DESIGNO: D.R.C.S.
 CALCULO: D.R.C.S.
 DIBUJO: D.R.C.S.
 FECHA: 20 DE ABRIL DE 2022

NO. DE HOJAS: 5
 ACUERDO: 1



PLANTA RED DE ALCANTARILLADO

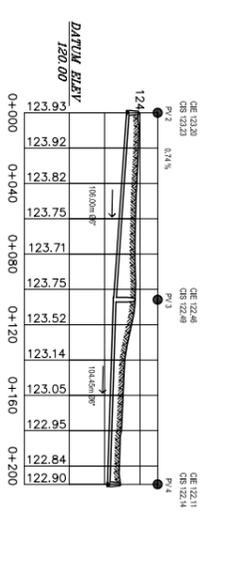
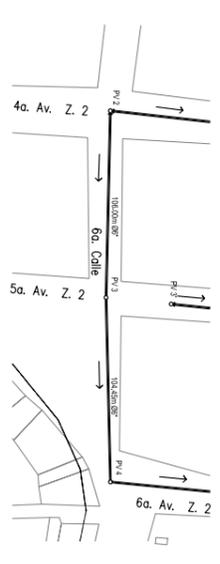
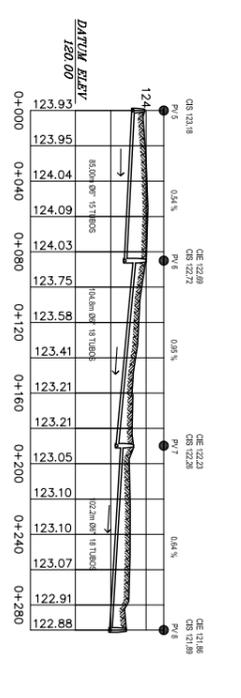
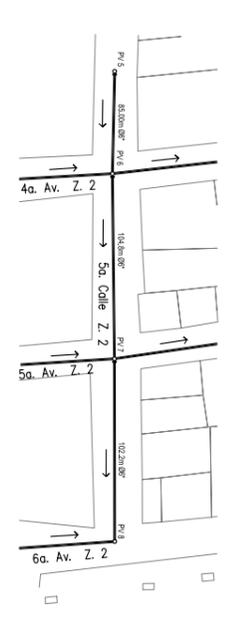
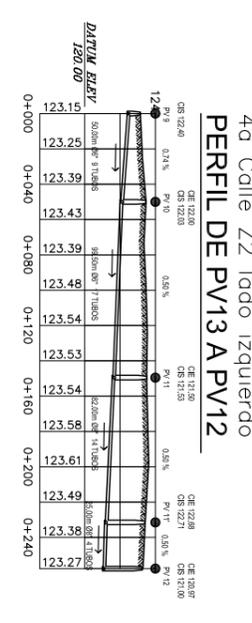
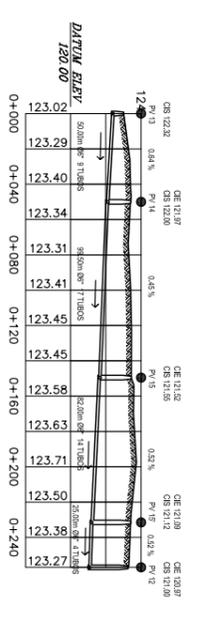
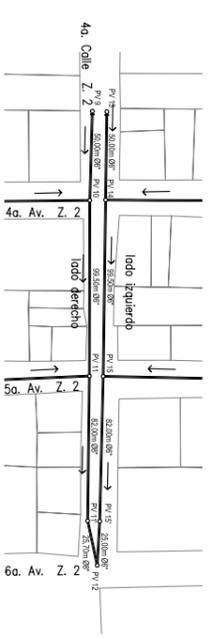
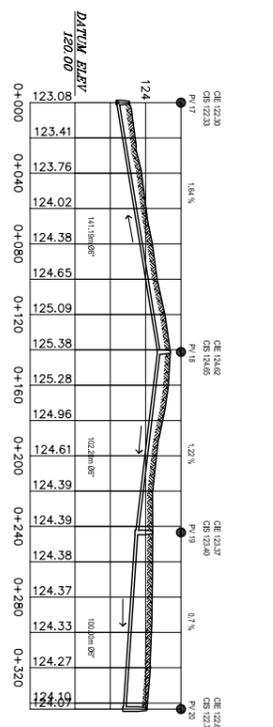
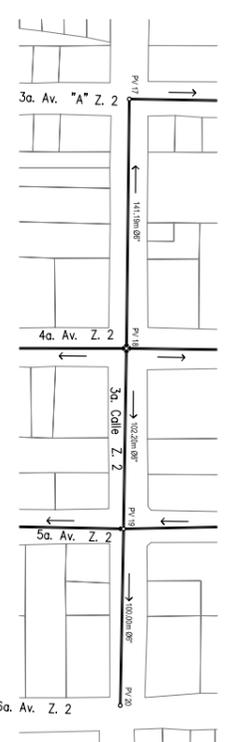
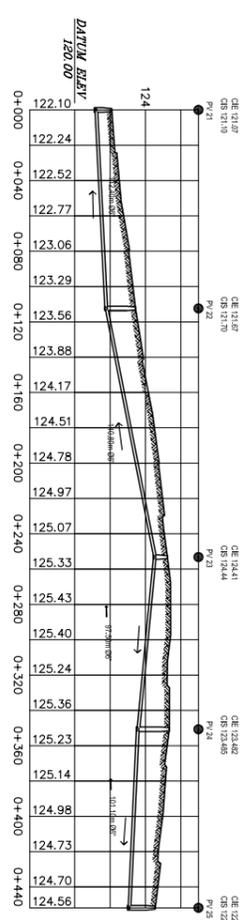
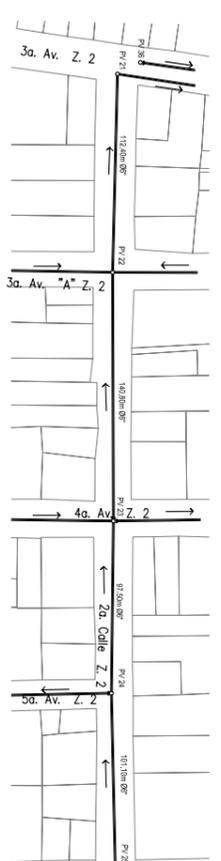
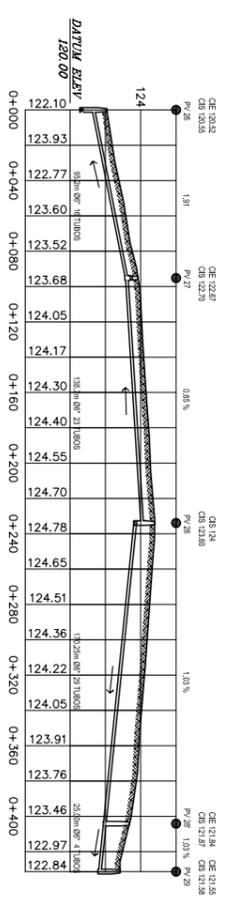
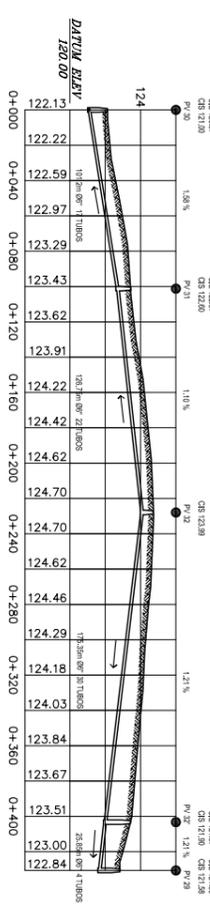
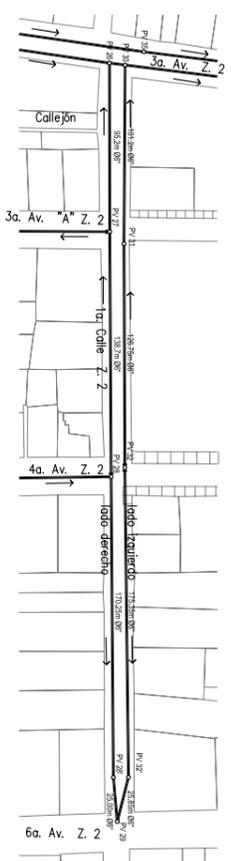
ESCALA : 1:3000

DISEÑO EXISTENTE PARA LA 6a Av.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE FLORES

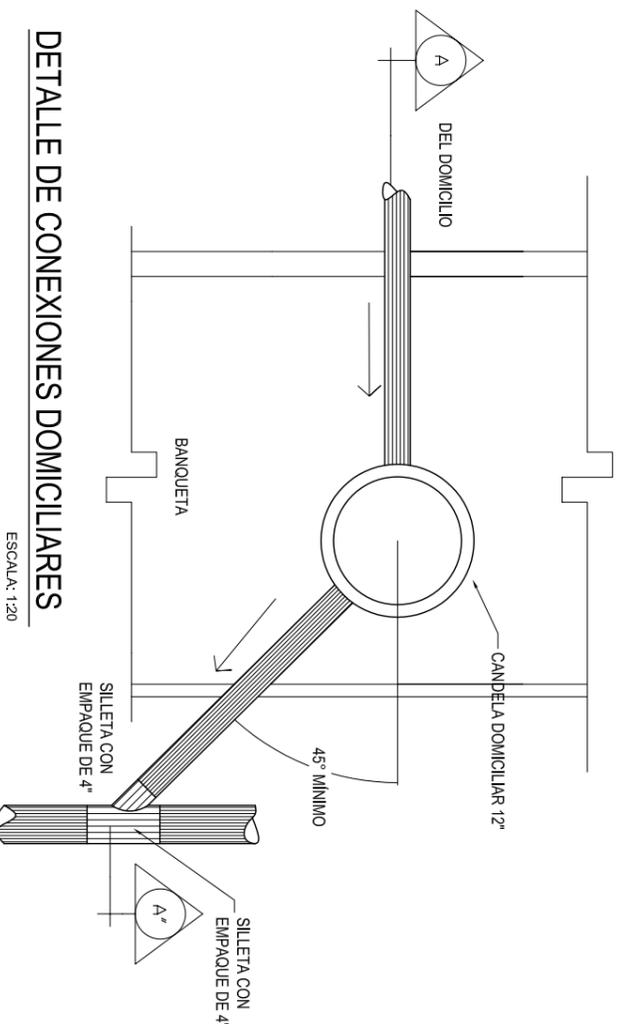
PROYECTO	AMPLIACION RED DE ALCANTARILLADO
CONTENIDO	CURVAS DE NIVEL, POZOS DE VISTA, ESTACIONES DE RECOLECCION DE FLUIDO
ESTADANTE	ING. ALFREDO ABRAMILAGA
DIRECCION DE FLUIDO	DERRICK RAUL CAJALES SOTO
DISEÑO	D. R. C. S.
CALCULO	D. R. C. S.
DEBUDO	D. R. C. S.
ESCALA	INDICADA
FECHA	20 DE ABRIL DE 2007
N.º DE ASISTENTE	ACUERDO MUNICIPAL
HOLA	2
	5



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE FLORES

PROYECTO: AMPLIACION RED DE ALCANTARILLADO
CONTENIDO: PERFIL DE TUBERIA EN LIE DE CALLES
ESTUDIANTE: XAVIER
DISEÑO: D. R. C. S.
CALCULO: D. R. C. S.
DIBUJO: D. R. C. S.
ESCALA: INDICADA
FECHA: 20 DE ABRIL DE 2007

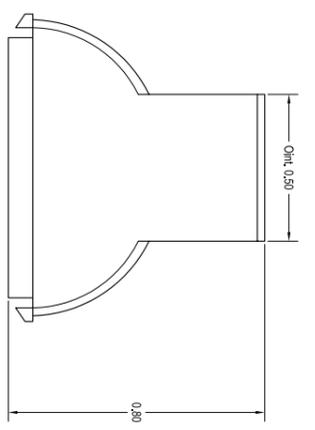
NO. DE ASESOR: _____ ACUDES/ASESOR/ENL.
4
5



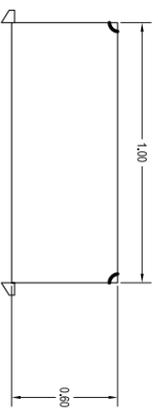
DETALLE DE CONEXIONES DOMICILIARES

ESCALA: 1:20

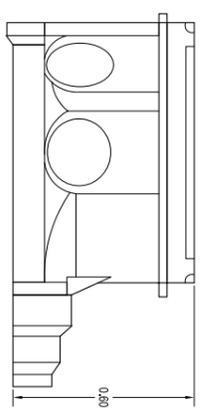
**DOMICILIAR CON SALIDA A 45°
PROFUNDIDADES MENORES DE 2.00 M.**



UNIDAD SUPERIOR



ELEVACION

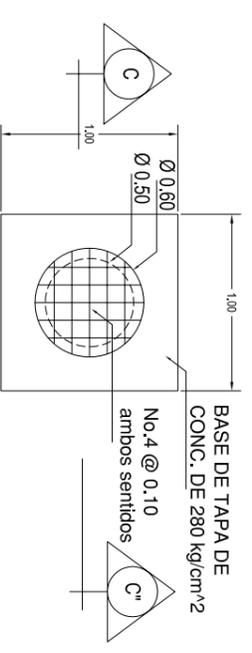


BASE

POZO DE VISITA DE POLIETILENO

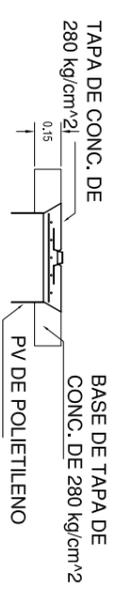
SIN ESCALA

**DOMICILIAR CON SALIDA A 90°
PROFUNDIDADES MAYORES DE 2.00 M.**



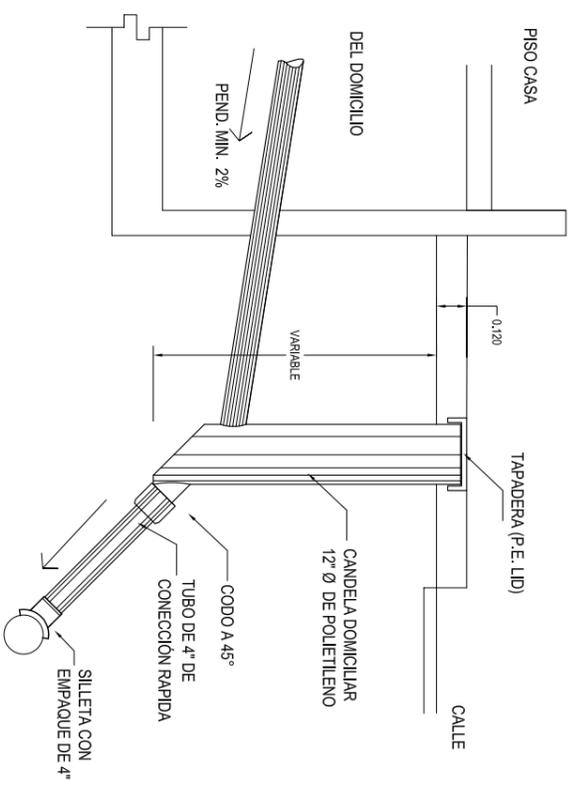
PLANTA TAPADERA DE PV

ESCALA: 1:20



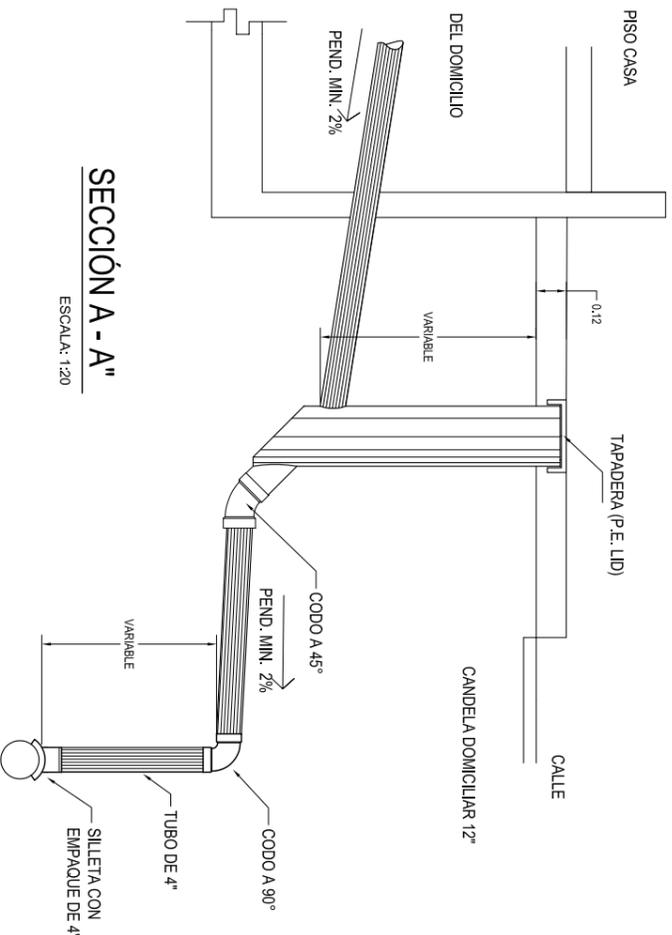
SECCIÓN C - C"

ESCALA: 1:10



SECCIÓN A - A"

ESCALA: 1:20



SECCIÓN A - A"

ESCALA: 1:20

NOTA:
LOS POZOS DE VISITA SON DE POLIETILENO DE AMANCO. ESTOS CUENTAN CON CUATRO PARTES SIENDO ESTAS LA UNIDAD SUPERIOR, ELEVACION, BASE Y LA TAPA. ESTOS POZOS SE PUEDEN UTILIZAR CON PROFUNDIDAD MINIMA UTILIZANDO SOLO LA BASE Y LA UNIDAD SUPERIOR O A OTRAS PROFUNDIDADES AGREGANDO LA PIEZA DE ELEVACION PARA HACERLO MAS PROFUNDO.

RECOMENDACIONES TECNICAS
DEBE UTILIZARSE MATERIAL GRANULAR FINO O MATERIAL SELECCIONADO DE LA EXCAVACION PARA LA FIJACION ALREDEDOR DEL POZO CON MATERIAL SELECTO O PIEDRIN DE 1/2" O GRAVILLA.
SE DEBE ALCANSAR UN GRADO DE COMPACTACION MINIMO DEL 95% PROCTOR EN LAS ZONAS DE TRAFICO Y UN 85 PROCTOR EN LAS ZONAS SIN TRAFICO.
CON PIEDRIN DE 1/2" O GRAVILLA NO REQUIERE COMPACTACION MAS QUE LA ADECUADA DISTRIBUCION DEL MISMO.
DEBE UTILIZARSE ALGUN SELLANTE (TIPO SILICON) ENTRE LA PARTE SUPERIOR E INFERIOR CON LA EXTENSION INTERMEDIA PARA EVITAR INFILTRACIONES HACIA DENTRO DEL POZO.
NO SE RECOMIENDA UTILIZAR TAPA PLASTICA DONDE HAY TRAFICO VEHICULAR.
UTILIZAR TAPA DE CONCRETO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE FLORES

PROYECTO: AMPLIACION RED DE ALCANTARILLADO
CONTENIDO: DETALLES CONEXIONES DOMICILIARES Y POZOS DE VISITA
ESTUDIANTE: ING. ALFREDO ABRILLAGA
DISEÑO: D. R. C. S.
CALCULO: D. R. C. S.
DIBUJO: D. R. C. S.
ESCALA: INDICADA

FECHA: 20/03/2027	NO. DE ASISTENCIA: _____	ACREDITACION: _____
ESCALA: INDICADA	NO. DE HOJAS: 5	HOJA: 5