



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

**DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS
RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTIAPA**

José Manuel Monterroso Rodríguez

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS
RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSÉ MANUEL MONTERROSO RODRÍGUEZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

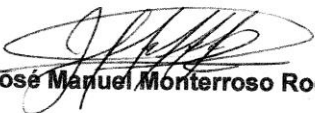
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS
RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTIAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 16 de marzo de 2017.


José Manuel Monterroso Rodríguez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 04 de agosto de 2017
REF.EPS.DOC.504.08.17

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Manuel Monterroso Rodríguez, Registro Académico 201220112 y CUI 2459 29231 0612**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTIAPA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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



c.c. Archivo
MAAO/ra



Guatemala,
23 de agosto de 2017

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTIAPA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Manuel Monterroso Rodríguez, con CUI 2459292310612 Registro Académico No. 201220112, 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,

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA
USAC



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

/mrrm.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 24 de agosto de 2017
REF.EPS.D.262.08.17

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

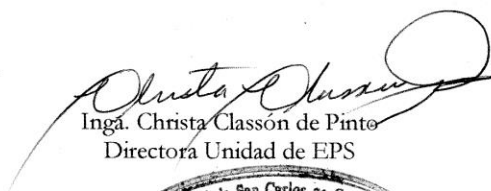
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTIAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Manuel Monterroso Rodríguez, Registro Académico 201220112 y CUI 2459 29231 0612**, 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 el Asesor-Supervisor, y 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"


Ing. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante José Manuel Monterroso Rodríguez titulado **DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTIAPA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, octubre
/mrrm.



Universidad de San Carlos
de Guatemala

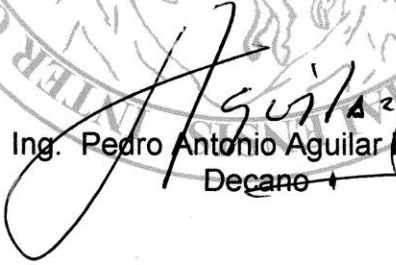


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.D.488.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTIAPA**, presentado por el estudiante universitario: **José Manuel Monterroso Rodríguez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Ponce
Decano



Guatemala, octubre de 2017

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme sabiduría, guiarme, protegerme y estar en los momentos difíciles como de gran gozo a lo largo de mi vida.
- Virgen del Carmen** Por estar siempre conmigo y cuidarme en todo momento.
- Mis padres** Manuel y Verónica de Monterroso, por confiar en mí, por todos los sacrificios, por su paciencia y su amor incondicional.
- Mis hermanos** Raúl y Karen Monterroso por todo el apoyo incondicional que me han brindado en todo momento, los quiero.
- Mi abuelo** Raúl de Jesús Monterroso, por ser un ángel en el cielo, espero este orgulloso de mí por todo lo que he alcanzado.
- Mi familia** Mis abuelos, Olga de Monterroso, Esperanza de Rodríguez y Cesar Rodríguez, tíos, primos y demás familia, por su apoyo incondicional.
- Mis amigos** Por su amistad y apoyo durante la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Gracias por darme la oportunidad y sabiduría para culminar mi carrera.
Mis padres	Manuel Monterroso y Verónica de Monterroso, Por ser la base de mi vida y por todos los sacrificios que hicieron.
Mis hermanos	Raúl y Karen Monterroso Rodríguez por estar siempre en mi vida y apoyarme en todo momento.
Mis abuelos	Raúl Monterroso, Cesar Rodríguez, Esperanza de Rodríguez, Olga de Monterroso, por ser una fuente de inspiración a superarme y por todo el apoyo incondicional.
Mi familia	Por todo el cariño recibido y apoyo brindado.
Ing. Manuel Arrivillaga	Mi gratitud por todos los consejos, su apoyo incondicional y por su valiosa asesoría para realizar el presente trabajo de graduación.

**Universidad de
San Carlos de
Guatemala**

Por ser mi casa de estudios durante toda mi preparación académica.

Facultad de Ingeniería

Por permitir prepararme académicamente y cumplir el sueño de ser ingeniero.

**Municipalidad de
Quesada, Jutiapa**

Mi gratitud por darme la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado, en especial a la Dirección Municipal de Planificación por el apoyo, amistad y cariño.

Mis amigos

Por compartir los momentos difíciles y felices a lo largo de la carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. DIAGNÓSTICO	1
1.1 Características físicas.....	1
1.1.1. Localización y colindancias.....	1
1.1.2. Ubicación geográfica	2
1.1.3. Topografía	2
1.1.4. Clima	4
1.1.5. Tipo de vivienda.....	4
1.1.6. Situación demográfica	5
1.2. Características de Infraestructura.....	5
1.2.1. Vías de acceso	5
1.2.2. Servicios públicos	6
1.3. Características socioeconómicas	6
1.3.1. Origen de la comunidad.....	6
1.3.2. Actividad económica.....	7
1.3.3. Idioma y religión.....	7
1.3.4. Organización de la comunidad	7

2.	DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	9
2.1.	Descripción del proyecto	9
2.2.	Levantamiento topográfico	9
2.2.1.	Altimetría	9
2.2.2.	Planimetría	10
2.2.3.	Normas a usar.....	10
2.3.	Tipo de sistema a usar	10
2.4.	Período de diseño	11
2.5.	Estimación de población de diseño.....	11
2.6.	Determinación del caudal de diseño	12
2.6.1.	Dotación	12
2.6.2.	Factor de retorno al sistema.....	13
2.6.3.	Caudal sanitario	14
2.6.3.1.	Caudal domiciliar.....	14
2.6.3.2.	Caudal industrial.....	14
2.6.3.3.	Caudal comercial.....	15
2.6.3.4.	Caudal por conexiones ilícitas.....	15
2.6.3.5.	Caudal por infiltración.....	16
2.6.3.6.	Caudal medio	16
2.6.3.7.	Factor de caudal medio.....	16
2.6.3.8.	Factor de Harmon	17
2.6.3.9.	Caudal de diseño	17
2.7.	Determinación de pendientes.....	18
2.8.	Selección de tipo de tubería.....	19
2.9.	Velocidades máximas y mínimas	19
2.10.	Sección llena y parcialmente llena	20
2.11.	Cota invert.....	20
2.12.	Diámetro de tubería.....	21
2.13.	Pozos de visita	21

2.14.	Conexiones domiciliarias.....	22
2.15.	Profundidad de tubería	23
2.16.	Principios hidráulicos.....	24
2.16.1.	Relaciones hidráulicas.....	25
2.16.2.	Ejemplo de diseño de un tramo	25
2.17.	Desfogue de aguas negras.....	26
2.17.1.	Ubicación.....	26
2.17.2.	Tipo de desfogue.....	27
2.17.2.1.	Fosa séptica	27
2.17.2.2.	Pozo de absorción	38
2.18.	Presupuesto	39
2.18.1.	Cronograma físico-financiero.....	40
2.19.	Evaluación socioeconómica	40
2.19.1.	Valor presente neto (VPN).....	40
2.19.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	41
2.20.	Evaluación de impacto ambiental.....	42
2.20.1.	Evaluación de impacto ambiental	42
2.20.2.	Impactos negativos potenciales sobre recursos hídricos	43
2.20.2.1.	Impactos negativos potenciales sobre recursos hídricos	43
2.20.2.2.	Impactos negativos potenciales sobre recursos atmosféricos y medios sonoros	43
2.20.2.3.	Impactos negativos potenciales sobre el recurso del suelo	43
2.20.2.4.	Impactos negativos potenciales sobre el medio socioeconómico y cultural	44

3.	DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE...	45
3.1.	Descripción del proyecto	45
3.2.	Localización de las fuentes	45
3.3.	Calidad del agua	46
3.3.1.	Análisis físicoquímico sanitario.....	46
3.3.2.	Análisis bacteriológico.....	46
3.4.	Aforo.....	47
3.5.	Levantamiento topográfico	47
3.5.1.	Planimetría	47
3.5.2.	Altimetría	48
3.6.	Período de diseño	48
3.7.	Cálculo de población futura.....	49
3.8.	Requerimientos de diseño.....	50
3.8.1.	Caudal de diseño	50
3.8.2.	Bases de diseño.....	51
3.8.3.	Dotación	51
3.9.	El consumo y sus variaciones	52
3.9.1.	Caudal medio diario	52
3.9.2.	Caudal máximo diario.....	52
3.9.3.	Caudal máximo horario	53
3.10.	Diseño hidráulico.....	54
3.10.1.	Diseño de la captación	54
3.10.2.	Diseño y tipo de tubería	55
3.10.2.1.	Tubería a utilizar.....	55
3.10.2.2.	Presiones	56
3.10.2.3.	Velocidades máximas y mínimas	56
3.10.2.4.	Fórmulas	56
3.10.3.	Diseño de la línea de conducción.....	58

3.10.4.	Volumen y diseño estructural del tanque de almacenamiento	62
3.10.5.	Volumen y diseño estructural del tanque de distribución.....	71
3.10.6.	Diseño de la red de distribución.....	80
3.10.7.	Sistema de desinfección.....	83
3.11.	Obras hidráulicos.....	85
3.11.1.	Caja rompepresión	85
3.11.2.	Pasos de zanjón, recubrimientos y anclajes.....	86
3.11.3.	Pasos aéreos.....	86
3.11.4.	Conexión predial.....	86
3.12.	Presupuesto	87
3.13.	Operación y mantenimiento.....	87
3.14.	Propuesta de tarifa	88
3.15.	Estudio impacto ambiental (EIA)	91
3.15.1.	Impactos negativos potenciales sobre recursos hídricos	92
3.15.2.	Impactos negativos potenciales sobre recursos atmosféricos y medios sonoros.....	92
3.15.3.	Impactos negativos potenciales sobre el recurso del suelo	93
3.15.4.	Impactos negativos potenciales sobre el medio socioeconómico y cultural	93
3.16.	Cronograma físico-financiero.....	93
2.17.	Evaluación socioeconómica	94
2.17.1.	Valor presente neto (VPN).....	94
2.17.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	96
CONCLUSIONES		97

RECOMENDACIONES99
BIBLIOGRAFÍA..... 101
APÉNDICES..... 103
ANEXOS..... 145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de localización.....	1
2.	Mapa de Quesada.....	2
3.	Diagrama de momentos de losa de fosa séptica	32
4.	Esquema de muro de fosa séptica.....	35
5.	Diagrama de momentos de losa de tanque de almacenamiento	65
6.	Esquema de muro de tanque de almacenamiento.....	68
7.	Diagrama de momentos de losa de tanque de distribución.....	74
8.	Esquema de muro de tanque de distribución.....	77

TABLAS

I.	Población por grupo de edad.....	5
II.	Dotaciones por normas de diseño.....	13
III.	Pendientes mínimas.....	18
IV.	Profundidad recomendada.....	23
V.	Ancho de zanja recomendada.....	24
VI.	Parámetros hidráulicos	25
VII.	Datos principales del muro de fosa séptica.....	36
VIII.	Resumen general del presupuesto	39
IX.	Cronograma físico-financiero	40
X.	Periodos de diseño	48
XI.	Dotaciones por normas de diseño.....	51
XII.	Factor día máximo (FDM)	53

XIII.	Factor hora máximo (FHM).....	54
XIV.	Valores comunes de C	57
XV.	Datos principales del muro de almacenamiento	69
XVI.	Datos principales del muro de distribución	78
XVII.	Modelos de hipoclorador automático PPG.....	84
XVIII.	Resumen general del presupuesto	87
XIX.	Propuesta de tarifa	91
XX.	Cronograma físico-financiero.....	94

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
As	Área de acero
Asmin	Área de acero mínimo
Q	Caudal
Qdiseño	Caudal de diseño
Qdom	Caudal domiciliar
Qm	Caudal medio
Qcili	Caudal por conexiones ilícitas
cm	Centímetro
cm²	centímetro cuadrado
∅	Diámetro
Smax	Espaciamiento máximo
F.q.m	Factor de caudal medio
F.H	Factor de Harmon
F.R	Factor de retorno
fy	Fluencia del acero
hab	Habitante
HG	Hierro galvanizado
kg-m	Kilogramo metro
Kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
Kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
km²	Kilómetro cuadrado
km/hr	Kilómetro por hora
psi	Libra por pulgada cuadrada

l/hab/día	Litros habitante día
lts/seg	Litros por segundo
l	Longitud
m	Metro
mca	Metro columna de agua
m³	Metro cúbico
m/seg	Metros por segundo
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
Hf	Pérdida de carga en las tuberías
PVC	Policloruro de vinilo
pulg	Pulgadas
q/Q	Relación caudal/caudal a sección llena
v/V	Relación velocidad/velocidad a sección llena
TIR	Tasa interna de retorno
d/D	Tirante de flujo/tirante de flujo a sección llena
Ton/m²	Tonelada por metro cuadrado
VPN	Valor presente neto
v	Velocidad

GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto (por sus siglas en inglés, American Concrete Institute).
Aforo	Actividad que se realiza para determinar el caudal de una fuente.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y que es agradable a los sentidos.
Aguas residuales	Es el fluido proveniente del uso de agua en viviendas, industrias o centros comerciales.
Alcantarillado	Sistema formado por tuberías o conductos cerrados que no trabaja bajo presión y que conducen las aguas negras o aguas pluviales.
Caudal	Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal, entre otros) por unidad de tiempo.
Coguanor	Comisión Guatemalteca de Normas.
Colector	Conjunto de tuberías que su función es conducir el caudal de aguas residuales o pluviales.

Columna de agua	Es una carga de presión.
Cota de terreno	Altura de un punto teniendo como referencia un nivel determinado.
Cota invert	Es la cota medida desde la altura del terreno natural hacia la parte inferior de la tubería ya instalada.
Cota piezométrica	Es la altura de presión de agua en un lugar determinado de la tubería.
Desfogue	Salida del caudal proveniente de una red de tuberías a un lugar terminado.
Desinfección	Significa la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua.
Dotación	Es el consumo promedio de agua por día per cápita en una población.
Estiaje	Nivel más bajo o caudal mínimo que en ciertas épocas del año tienen las fuentes de agua, por causa de la sequía.
Factor de Harmon	Factor utilizado de seguridad para las horas picos del sistema de alcantarillado.
Infom	Instituto de Fomento Municipal

Losa	Entrepiso o terraza.
Manantial	Naciente o vertiente es una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas
Presión	Fuerza ejercida por unidad de área.
Topografía	Técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno.

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un análisis técnico dando solución a los problemas que acontece en el caserío Los Ranchos del municipio de Quesada, Jutiapa el cual por varios años carece de un abastecimiento de agua potable al igual que un sistema de alcantarillado sanitario para que las aguas residuales tengan un buen manejo sin contaminar un cuerpo de agua aledaño al caserío, para solucionar estos problemas se emplearan a bases de normas para que se tenga una respuesta técnica favorable y utilizando criterios de ingeniería civil.

En los estudios que se realizaron se detalla el análisis para determinar la solución adecuada para los problemas del caserío el cual por medio de información recaba durante visitas de campo al lugar, se logró obtener el censo poblacional y la topografía que tuvieron lugar a tener una visión más clara y base de esos datos, tomar parámetros esenciales para lograr el diseño de cada uno de los proyectos obteniendo que el diseño para agua potable se diseñará desde la línea de conducción y la línea de distribución que será por medio de ramales abiertos y el sistema de alcantarillado se fraccionará por medio 4 sistemas lo cuales 3 de ellos contarán con desfogue hacia una fosa séptica y pozo de absorción para no poner en riesgo que el desfogue se dirija hacia un río, asimismo, se contará con el sistema restante conectado a una red de tuberías existentes.

OBJETIVOS

General

Diseño de sistema de abastecimiento de abastecimiento de agua potable y sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Los Ranchos, Casco Urbano, Quesada, Jutiapa.

Específicos

1. Realizar un análisis de toda la infraestructura del municipio priorizando las necesidades básicas para mejorar el desarrollo y la vida de los habitantes del lugar.
2. Realizar los estudios preliminares y el cálculo respectivo para el diseño los proyectos en el caserío Los Ranchos.
3. Realizar los planos y presupuestos pertinentes para los proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

A medida que han transcurrido los años el caserío Los Ranchos ha tenido problemas con un buen saneamiento básico, a pesar de la cercanía con el casco urbano de Quesada no cuentan con un abastecimiento de agua potable óptimo para la comunidad originando problemas en higiene y de tipo gastrointestinales además no cuentan con un adecuado manejo de aguas residuales y debido a la cercanía con la quebrada Los Ranchos se pretende disminuir cualquier tipo de contaminación ambiental además de implementar un sistema de alcantarillado sanitario.

Según el análisis realizado y las diferentes visitas de campo al lugar se priorizó esos dos proyectos debido a que tendrán un impacto favorable para la comunidad, teniendo en cuenta que son servicios básicos que deben de tener para mejorar el desarrollo del lugar, logrando un beneficio social y económico.

Aplicando los conocimientos de ingeniería civil se realizó los diseños de los proyectos mencionados con base a normas tanto de calidad de los materiales a implementar así como parámetros hidráulicos en el diseño para poder entregar estudios que ayuden a la comunidad afectada.

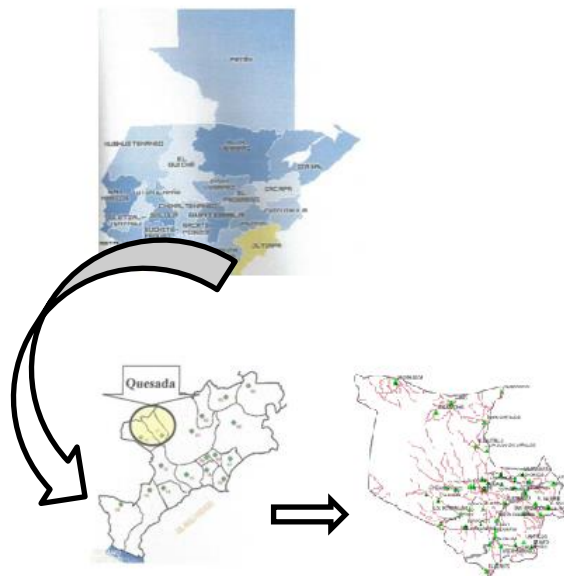
1. DIAGNÓSTICO

1.1 Características físicas

1.1.1. Localización y colindancias

El caserío Los Ranchos pertenece al casco urbano de Quesada, se localiza a 18,5 kilómetros de la cabecera departamental y a 104 kilómetros de la ciudad capital. El caserío colinda al norte con la aldea El Salitrillo, al sur con el casco urbano, al oeste con la aldea El Jocote y al este con la aldea El Retiro, todos pertenecientes al municipio de Quesada, Jutiapa.

Figura 1. Mapa de localización

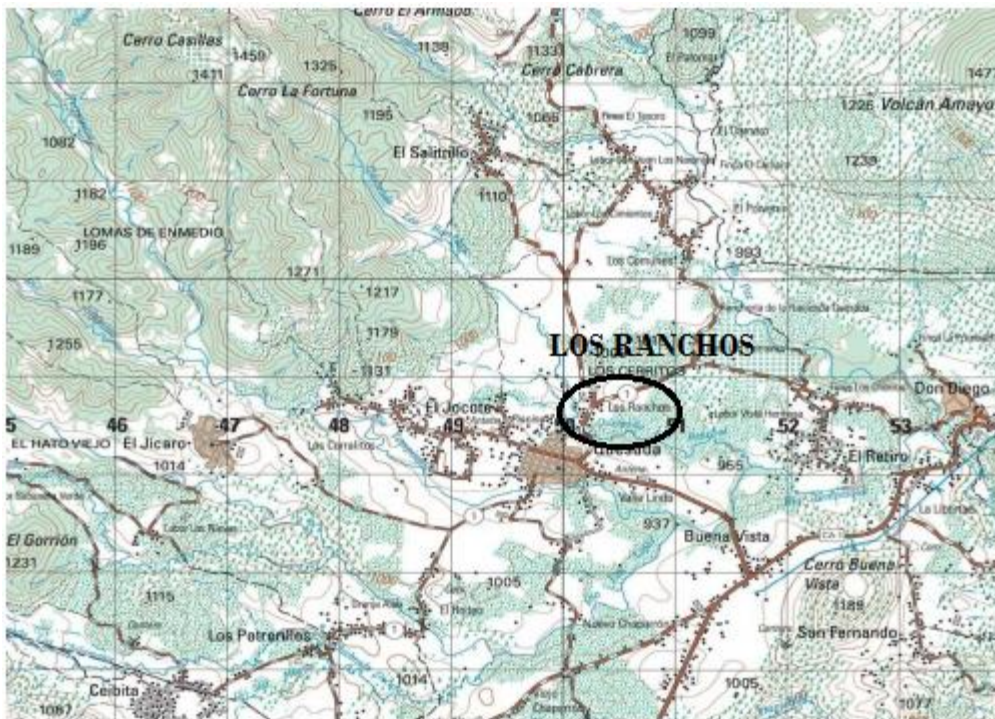


Fuente: Dirección Municipal de Planificación. Municipalidad de Quesada.

1.1.2. Ubicación geográfica

El caserío Los Ranchos tiene una altitud de 966 metros sobre el nivel del mar, en las coordenadas 14° 16' 33,90" latitud norte y 90° 2' 4,5" longitud oeste, el caserío tiene una extensión aproximada de 0,606 kilómetros cuadrados.

Figura 2. Mapa de Quesada



Fuente: Instituto Geográfico Nacional, Quesada. Mapa 1:50 000 p. 3.

1.1.3. Topografía

Una de las grandes fortalezas del municipio de Quesada, es su topografía plana, que ocupa más del 80 % de superficie, apta para la agricultura; el resto posee cierto tipo de terreno ondulado.

Cuenta con zonas topográficas como en la parte norte y oeste del municipio que es rodeada por una serie de cerros y cordilleras.

Dentro de los accidentes orográficos están las montañas: Corral Falso, Quebrada de las Mulas y Rincón Grande; así como los cerros: Buena Vista, Cabrera, Casillas, Cumbres Altas, Chayal, El armado, El Jícaro, el Pinal La Calera, La Fortuna, Las Yeguas, Nacascalote y Suruy. Cabe resaltar que colinda con el volcán Amayo que está inactivo durante varios años teniendo como resultado que el suelo sea procedente de tipo de roca volcánica.

Según la clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala, el municipio de Quesada está clasificado dentro del grupo de suelos de la altiplanicie central el cual esta misma clasificación se divide subgrupos:

- Subgrupo A: suelos desarrollados sobre materiales volcánicos de color claro, en pendientes inclinadas.
- Subgrupo B: suelos desarrollados sobre materiales volcánicos mixtos y de Color oscuro, en pendientes inclinadas.
- Subgrupo C: suelos desarrollados sobre rocas sedimentarias, en pendientes inclinadas.
- Subgrupo D: suelos desarrollados en terreno casi plano o moderadamente inclinado.

Conociendo la topografía del caserío Los Ranchos se encuentra ubicado en subgrupo D del grupo de suelos de la altiplanicie central.

1.1.4. Clima

Por medio del INSIVUMEH se encontró que el municipio de Quesada cuenta con una estación meteorológica con el mismo nombre el cual se utilizó como referencia para obtener información sobre la climatología del lugar, la estación se encuentra localizadas en las coordenadas 14° 15' 58" latitud y 90° 02' 16" longitud, asimismo se tienen datos como:

- Elevación (msnm) = 980 msnm
- Temperaturas (máx.-min) = 29,1°-15,7°
- Absolutas (máx.-min) = 39,9°-2,5°
- Precipitación (mm) = 1 104,1mm
- Humedad relativa (%) = 77 %
- Velocidad del viento (km/hr) = 4,3 km/hr

El municipio de Quesada está ubicado en una zona de bosque húmedo subtropical templado. La época seca está comprendida de diciembre a abril y la época lluviosa comprende en los meses de mayo a octubre.

1.1.5. Tipo de vivienda

El municipio cuenta con 5 083 viviendas, según la proyección para el 2016 del INE, siendo en un 98,8 % de tipo formal; cuyos materiales de construcción de pared, piso y techo se pueden apreciar en el gráfico. Entre los materiales utilizados para la construcción de paredes el 58,20 % es de adobe de las vivienda son de ladrillo, block, adobe, bajareque y el 41,8 % de block restante contempla los materiales de concreto, madera, lámina, lepa y otros. En el materiales del piso de hogares el 54,7 % es de tierra son de ladrillo de

cemento, trota de cemento y tierra; con el tipo de techo los que más predominan son teja, lámina de zinc y paja.

1.1.6. Situación demográfica

Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE), la población del municipio para el 2016 es de 22 975 habitantes, de los cuales, 11 281 personas son de sexo masculino equivalente al 49,1 % y mujeres que representan el 50,9 % restante de la población, teniéndose una densidad poblacional de 101,30 habitantes por km². En el caserío Los Ranchos se tiene una población de 274 habitantes con una tasa de crecimiento de 2,5 %.

Tabla I. **Población por grupo de edad**

Concepto	Población			Grupos de edad					Área	
	total	Sexo		0 - 4	5 14	15 59	60 64	65 +	Urbana	Rural
		H	M							
Habitantes	22 975	11 281	11 694	3 697	6 369	11 083	538	1 289	2 757	20 218
Porcentaje	100	49,1	50,9	16,09	27,72	48,24	2,34	5,61	12	88

Fuente: Instituto Nacional Estadístico (INE).

1.2. Características de Infraestructura

1.2.1. Vías de acceso

El caserío Los Ranchos se localiza a 18,5 kilómetros de la cabecera departamental y a 104 kilómetros de la ciudad capital, cuenta con 3 vías de acceso hacia la comunidad, una de ellas proveniente de la carretera interamericana CA-1 oriente que de igual forma para el casco urbano de Quesada con aproximadamente 2,70 kilómetros desde la aldea Buena Vista.

La siguiente es por la calle que proviene de la parte norte, del caserío de la aldea El Salitrillo con aproximadamente 3 kilómetros y por último la calle que proviene de la aldea Don Diego Río de Paz que pasa por la aldea El Retiro con 3,92 kilómetros.

1.2.2. Servicios públicos

El caserío Los Ranchos cuenta con servicio de energía eléctrica, carece de un sistema de alcantarillado sanitario y el servicio de agua potable es deficiente, cuentan con una iglesia evangélica, la calle principal del caserío esta asfaltada, tienen un taller mecánico, una tienda y debido a su cercanía con el casco urbano de Quesada los niños y jóvenes reciben sus estudios en las principales escuelas e institutos del lugar, además los habitantes se dirigen al centro de salud de la cabecera municipal.

1.3. Características socioeconómicas

1.3.1. Origen de la comunidad

Creado por acuerdo gubernativo del 18 de junio de 1897. Durante el periodo hispánico era hacienda y el gobierno la adquirió por acuerdo gubernativo del 3 de noviembre de 1886, para repartirla entre quienes poseían terrenos de la misma. En este municipio nació José Milla y Vidaurre, cuya familia perteneció a la antigua hacienda Quesada, hoy municipio de Quesada, el caserío Los Ranchos que perteneció a la antigua hacienda su nombre proviene debido a que en aquel tiempo era la ranchería de la hacienda por ello el origen del nombre de Los Ranchos.

1.3.2. Actividad económica

Según el INE, la población económicamente activa (PEA) del Municipio de Quesada es de 5 993 personas de las cuales el 72 % es de sexo masculino y el 28 % de sexo femenino. Las principales actividades productivas del municipio son la agricultura y ganadería.

Dentro de la agricultura se establecen 2 categorías que ubican cada uno de los cultivos según la extensión cultivada actualmente:

Cultivo de tomate, pepino, cebolla, tabaco, vegetales orientales, yuca, berenjena, loroco, cultivo de granos básicos (maíz, frijol y arroz).

En el municipio se han desarrollado diversidad de actividades que le dan realce y un empuje al desarrollo del municipio, siendo las principales la comercialización de granos básicos y la actividad ganadera.

1.3.3. Idioma y religión

En el municipio de Quesada no hay idioma indígena predominante, las personas son de origen mestizo, la religión predominante es la católica aunque la evangélica tiene cierto número de creyentes y el idioma que se habla en el lugar es el español.

1.3.4. Organización de la comunidad

El gobierno municipal funciona como un órgano colegiado, donde el Consejo Municipal, integrado por el alcalde, síndicos y concejales, toman las decisiones trascendentales para el beneficio del municipio, promoviendo la

ejecución de programas y proyectos de desarrollo, en atención a la necesidades prioritarias que demanda la población y el territorio; para ello, se apoya del Consejo Municipal de Desarrollo (COMUDE) y de los Consejos Comunitario de Desarrollo (COCODE).

2. DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar un sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Los Ranchos el cual tendrá una longitud total de tubería de 1 476,31 metros lineales cumpliendo con las normas del INFOM se fraccionará en 4 sistemas, los cuales tendrán 3 de ellos tendrán un desfogue de aguas residuales hacia una fosa séptica y pozo de absorción y el restante se conectará con una red de tuberías ya existente, en total el proyecto constará de 43 pozos de visita de diferente profundidad. La cantidad actual de viviendas beneficiadas con este proyecto es un total de 74 con 274 habitantes con una tasa de crecimiento del 2,5 %

2.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es uno de los estudios preliminares más importantes para realizar el diseño debido a que en esta se obtiene información de gran interés como la dirección de la tubería y elevaciones, por medio de métodos como la altimetría y planimetría se obtendrán la libreta topográfica que servirá para tener una visión más clara de las condiciones del terreno.

2.2.1. Altimetría

Este tipo de levantamiento permite conocer la pendiente natural del terreno así como las diferencias de niveles entre puntos ubicados en el trazo

realizado en campo, además es importante debido a que con esto se ubica las alturas de pozos de visita así como las cotas invert.

2.2.2. Planimetría

La planimetría sirve para obtener distancias horizontales, se utilizó la conservación de azimut con vuelta de campana en la poligonal abierta, con esto se pretende ubicar los pozos de visita así la red de tuberías del drenaje dentro de la calle y tener una mejor visualización de lo que se tiene vista en planta.

2.2.3. Normas a usar

Las normas a tomar como referencia para el diseño del alcantarillado sanitario son la guía de normas para la disposición final de excretas y aguas residuales en zonas rurales de Guatemala del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) el cual tiene parámetros para el diseño hidráulico del alcantarillado.

En caso de las tuberías deberá cumplir con la norma ASTM F949 que es la especificación estándar para la tubería corrugada y accesorios de PVC con interior liso.

2.3. Tipo de sistema a usar

Según las características del lugar y en base a su función se tienen tres tipos de alcantarillados. La selección de cualquiera de estos dependerá de un estudio de campo tomando cierta información del área donde se quiere servir así como datos importantes como la topografía del terreno al igual que el factor económico para que no afecte a futuro el proyecto.

- Alcantarillado sanitario: sirve para la conducción de aguas negras residuales proveniente de domicilios, industrias, de residuos comerciales así como por infiltración.
- Alcantarillado pluvial: es la que recoge todas aquellas aguas por precipitación de lluvia.
- Alcantarillado combinado: es aquel colector que su finalidad es conducir las aguas negras residuales y las aguas por precipitación de lluvia.

Teniendo en cuenta todas las características del caserío Los Ranchos se optó por el sistema sanitario debido a que recogerá todas aquellas aguas residuales provenientes de viviendas.

2.4. Período de diseño

Es el tiempo el cual se estima que un sistema funcionara satisfactoriamente, para establecer dicho período se deben tomar en cuenta factores importantes como el crecimiento de la población, futuras ampliaciones de sistema, recursos económicos que se tienen, calidad de los materiales.

Conociendo los factores importantes para el alcantarillado se estableció un período de diseño de 20 años que estable INFOM más 2 años adicionales por gestiones para realizar el proyecto, teniendo un período de diseño de 22 años.

2.5. Estimación de población de diseño

El método para determinar la población futura será el de incremento geométrico, el cual es una de los que más se aceptan para tener una proyección de la población de diseño que será fundamental para el alcantarillado.

Para obtener el resultado se usaran datos como 2,5 % de tasa de crecimiento y la población actual de 274 habitantes proporcionado por la Dirección Municipal de Planificación.

Método Geométrico

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

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño

Ejemplo:

$$Pf = 274(1+0,025)^{22} = 472 \text{ habitantes}$$

La población a futuro que tendrá que servir el alcantarillado sanitario será de 472 habitantes

2.6. Determinación del caudal de diseño

2.6.1. Dotación

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual; sus unidades están dadas en lts/hab/día. Se debe de tomar en cuenta el estudio de demanda para la comunidad y si no se

tiene ese tipo de información las instituciones como INFOM muestra valores promedio para tomar en cuenta.

Tabla II. **Dotaciones por normas de diseño**

Descripcion	Dotacion lts/hab/dia
llena cantaros	30 a 60
llena cantaros y conexiones prediales	60 a 90
conexiones prediales fuera de la vivienda	60 a 120
conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda	90 a 170

Fuente: Instituto de Fomento Municipal.

De acuerdo con las características del lugar se tomó una dotación de 120lts/hab/día *per cápita*.

2.6.2. Factor de retorno al sistema

Debido a las diferentes actividades que tiene las personas con el uso del agua se sabe que el 100 % de la dotación no ingresa a un alcantarillado sanitario por ello el Instituto de Fomento Municipal muestra un intervalo de 0,45 a 0,85 el cual el diseñador podrá escoger debido a las diferentes características y actividades del lugar donde se tendrá el proyecto.

Conociendo las características y actividades del lugar se tomó un factor de retorno de 0,80.

2.6.3. Caudal sanitario

El caudal sanitario nos indica la cantidad de flujo que tendrá el alcantarillado y está conformado por la suma de los caudales domiciliar, caudal industrial, caudal comercial, por conexiones ilícitas y por infiltración.

2.6.3.1. Caudal domiciliar

Es la cantidad de flujo que circula dentro de alcantarillado proveniente por actividades de la vida diaria de la comunidad como: descarga del excusado, aseo corporal, cocina, bebida, lavado de ropa, riego de jardines y patios, limpieza en general, lavado de automóviles. Está relacionada con el suministro de agua potable de cada hogar. El caudal doméstico se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{Caudal Domiciliar} = \frac{\text{Dotación} \times \text{F.R.} \times \text{Núm. hab. futuro}}{86\ 400}$$

Ejemplo: tomando valores del sistema 4 del alcantarillado sanitario

Dotación = 120 lts/hab/día

Factor de Retorno = 0.80

Numero de habitantes = 90 habitantes

$$\text{Caudal Domiciliar} = \frac{120 \text{ lts/hab/día} \times 0,80 \times 90 \text{ habitantes}}{86\ 400} = 0,10 \text{ lts/seg}$$

2.6.3.2. Caudal industrial

Es el caudal proviene de cualquier actividad industrial como desechos de fluidos industriales, licoreras, plantas procesadoras de alimentos, aguas residuales de ingenios entre otros. En el caso del caserío Los Ranchos no

cuenta con actividad industrial en la zona entonces este tipo de caudal es nulo para el diseño.

2.6.3.3. Caudal comercial

Es el caudal que proviene de cualquier actividad comercial de gran magnitud como hoteles, restaurantes, balnearios entre otros. Para este proyecto el tipo de caudal no se toma debido a que en el caserío no existe ninguna de estas actividades de limpieza comercial.

2.6.3.4. Caudal por conexiones ilícitas

Este tipo de caudal no se toma en los sistemas de alcantarillados combinados, se puede calcular por medio de diferentes métodos como el método racional e INFOM debido a que no se tienen datos estadísticos de precipitaciones y por las características las casas de los habitantes del caserío se utilizó el de INFOM.

El cual uno de sus parámetros es tomar como mínimo el 10 % del caudal domiciliar, sin embargo debido a que en el área no se cuenta con sistema de alcantarillado pluvial se tomó un valor más elevado de 20 %

Ejemplo:

$$Q_{cili} = Q_{dom} \times 20 \%$$

Entonces:

$$Q_{cili} = 0,10 \text{ lts/seg} \times 0,20 = 0,02 \text{ lts/seg}$$

2.6.3.5. Caudal por infiltración

El caudal por infiltración depende por la infiltración del agua en la paredes de la tubería al igual de la cercanía con el nivel freático, para el alcantarillado se utilizará tubería de PVC la cual impide la infiltración del agua dentro de la tubería entonces este caudal es nulo para el diseño.

2.6.3.6. Caudal medio

El caudal medio es la suma de todos los caudales antes descritos

$$Q_m = Q_{dom} + Q_{cili}$$

Ejemplo:

$$Q_m = 0,10 \text{ lts/seg} + 0,02 \text{ lts/seg} = 0,12 \text{ lts/seg}$$

2.6.3.7. Factor de caudal medio

Teniendo como resultado todas las integraciones de los caudales que actúan en el sistema este se distribuye dentro del número total de población para obtener el factor de caudal medio el cual es relacionado con la aportación media por habitante dicho valor debe de estar en los intervalos de 0,002 a 0,005 dados por INFOM, si el factor da como un resultado menor o mayor al intervalo descrito entonces se procede a utilizar el límite más cercano.

$$F_{qm} = \frac{Q_m}{\text{No. hab}}$$

Ejemplo:

Qm = 0,12 lts/seg
Num. hab = 90 habitantes

$$F_{qm} = \frac{0,12 \text{ lts/seg}}{90 \text{ habitantes}} = 0.00133$$

Como el valor calculado no está dentro del rango se procede a utilizar el más cercano que en este caso es 0,002

2.6.3.8. Factor de Harmon

El factor de Harmon o de flujo instantáneo es el que representa la probabilidad de que todos los servicios sanitarios se utilicen al mismo tiempo debido a que no es igual para todo el sistema es importante calcularlo por tramo además regula un valor máximo por uso doméstico.

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

Donde:

P = población futura

FH = factor de Harmond

$$FH = \frac{18 + \sqrt{103/1\ 000}}{4 + \sqrt{103/1\ 000}} = 4,24$$

2.6.3.9. Caudal de diseño

Es el caudal sobre el cual se realizara el diseño y establecerá las condiciones hidráulicas en el sistema, se debe de calcular para cada tramo y se

obtiene al multiplicar el factor de Harmon, factor de caudal medio y la población a servir.

$$Q_{\text{diseño}} = f.q.m \times FH \times \text{Núm. hab}$$

Donde:

f.q.m = factor de caudal medio

F.H. = factor de Harmon

Núm. hab = número de habitantes acumulados en el tramo del sistema

2.7. Determinación de pendientes

El objeto de establecer límites mínimos y máximos en los valores de las pendientes es para evitar hasta donde sea posible el azolve y la erosión de las tuberías. Las pendientes de las tuberías deberán seguir hasta donde sea posible el perfil del terreno, con objeto de tener excavaciones mínimas, pero tomando en cuenta las restricciones de velocidad, tirantes mínimos, la ubicación y topografía de las casa a las que se darán servicio. En el diseño hidráulico que se cumpliera por lo menos una pendiente mínima del 1 %.

Tabla III. **Pendientes mínimas**

Diametro (mm)	Pendiente minima (%)
50	2
75	2
100	1.5
150	1
200	1

Fuente: Código de instalaciones mecánicas CFIA (Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica)

2.8. Selección de tipo de tubería

En un alcantarillado se requieren materiales como tuberías que cumplan con el objetivo de facilitar la circulación del flujo de pozo a pozo también que cumplan con la resistencia adecuada ya que tienden a experimentar una deflexión como consecuencia de las cargas de relleno, los tipos de tuberías utilizadas son:

- Tubería de concreto
- Tubería de policloruro de vinilo (PVC)

En este proyecto se utilizará la tubería corrugada y accesorios de PVC con interior liso bajo la Norma ASTM F949

2.9. Velocidades máximas y mínimas

Las tuberías deben de ser diseñadas de tal forma que trabajen como canales abiertos teniendo como mínimo una velocidad de 0,6 m/seg aunque en algunos casos se permite que sea menor por el poco número de casas que intervienen en sistema como en tramos iniciales se permite como mínimo 0,3 m/seg, también la velocidad mínima se considera aquella con la cual no se permite depósito de sólidos en las tuberías que provoquen azolves y taponamientos.

En cuanto a la velocidad máxima no será mayor a 2,5 m/seg porque La velocidad máxima es el límite superior de diseño con el cual se trata de evitar la erosión de las paredes de las tuberías y estructuras.

2.10. Sección llena y parcialmente llena

En los alcantarillados sanitarios se diseñan de tal forma que trabajen como canales abiertos y en la tubería nunca trabajará con sección llena esto a que trabajan por gravedad. Ya que no se conoce el nivel de llenado en una tubería parcialmente llena como valor inicial, INFOM muestra ciertos parámetros de relaciones de tirante hidráulico de la tubería para que cuando se realice el cálculo de velocidades influya también en el mismo.

$$0.1 \leq d/D \leq 0.75$$

2.11. Cota invert

La cota invert es una cota que determina la localización de la entrada y salida de las tuberías dentro de un pozo de visita. Estas se calculan tomando características como: pendiente del terreno, tipo vehículos que circulan, el grosor de la pared de la tubería y la misma pendiente cuando se coloca la tubería.

Aspectos que se deben de considerar para calcular las cotas invert de entra y salida de tubería de los pozos de visita:

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

$$\text{Si } \varnothing A = \varnothing B$$

Entonces:

$$\text{Cota invert salida} = \text{Cota invert de entrada} + 0.03 \text{ metros}$$

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería de un diámetro y salga otra de diferente diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, debajo de la cota invert de entrada, igual a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada y salida.

$$\text{Si } \varnothing A < \varnothing B$$

Entonces:

$$\text{Cota invert salida} = \text{Cota invert de entrada} + (\varnothing A - \varnothing B)$$

- Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro a las que ingresan en él, la cota invert de salida mínima estará a 3 cm debajo de la cota más baja que entre.

$$\text{Si } \varnothing A = \varnothing B = \varnothing C = \varnothing D$$

Entonces:

$$\text{Cota invert salida} = \text{Cota invert de entrada} + 0,03 \text{ metros}$$

2.12. Diámetro de tubería

En un sistema de alcantarillado sanitario se debe de tomar en cuenta que el diámetro mínimo a utilizar para tubería de PVC de 6" (150mm) y tubería de concreto 8"(200mm) esto dependerá según las condiciones que se presente en el lugar y el factor económico en cuenta la población a servir.

2.13. Pozos de visita

Son estructuras construídas con el objeto de conectar los distintos ramales de una red de alcantarillado; además, cumplen una función de acceso para limpieza e inspección en los mismos. Son de sección circular y con un diámetro

mínimo de 1,20 metros, las paredes se construyen con mampostería de ladrillo, cuyo fondo es una losa de concreto reforzado. La parte superior tiene forma de cono truncado, lleva una tapadera circular que sirve como protección y acceso al interior del pozo.

Algunos aspectos importantes a tomar para colocar los pozos de visita dentro de la red de alcantarillado:

- En el inicio de cualquier ramal
- En intersecciones de dos o más tuberías
- Donde existe cambio de diámetro
- En distancia no mayores a 100 metros
- En las curvas, no más de 30 metros
- Cambio de pendiente

2.14. Conexiones domiciliarias

La conexión domiciliar, es una tubería que permite el desalojo de las aguas servidas, de las casas. La descarga domiciliar se inicia en un registro principal o candela, localizado regularmente en el área de la banquetta, provisto de una tapa de cierre hermético que impide la salida de malos olores, con un diámetro mínimo de 30cm, una profundidad mínima de 60cm y una pendiente mínima del 2 %, se conecta al colector por medio de un codo de 45°.

Para el proyecto se utilizó como candela de 12" de concreto y la conexión de 4" de PVC Norma ASTM F949.

2.15. Profundidad de tubería

La profundidad de la zanja para la colocación de la tubería esta principalmente regida por los códigos o normas de construcción. En términos generales, la profundidad mínima de instalación debe proteger a la tubería de los efectos de la carga viva, la profundidad máxima se establece de tal manera que no se dificulten las labores de mantenimiento y reparación ni la conexión de nuevos servicios.

Tabla IV. **Profundidad recomendada**

Característica	Condición	Dimensión
Profundidad (m)	máxima	d +1.20
	mínima urbana	d + 0.60
	mínima rural	d + 0.45

Fuente: AMANCO.

Tabla V. **Ancho de zanja recomendado**

Diámetro nominal de tubería		Ancho mínimo de zanja	
mm	pulg	mts	pulg
100	4	0.5	20
150	6	0.55	22
200	8	0.62	24
250	10	0.67	26
300	12	0.75	28
375	15	0.8	32
450	18	0.9	36
525	21	1	40
600	24	1.1	44
675	27	1.16	46
750	30	1.25	48
825	33	1.35	50
900	36	1.45	54
1000	42	1.55	60
1200	48	1.8	66
1350	54	2	72
1500	60	2.2	78

Fuente: AMANCO.

2.16. Principios hidráulicos

Un sistema de alcantarillado tiene como finalidad transportar un flujo de un punto a otro el cual se puede calcular con la pendiente, número de personas a servir y el diámetro de las tuberías a utilizar, tomando todas las consideraciones anteriores de factores y rangos. Para el diseño se estableció lo siguiente:

Tabla VI. **Parámetros hidráulicos**

DIAMETRO	6" pvc
TIRANTE	$0.10 \leq d/D \leq 0.75$
CAUDAL	$Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{seccion llena}}$
VELOCIDAD	$0.6 \text{ m/seg} \leq V \leq 2.5 \text{ m/seg}$

Fuente: elaboración propia.

2.16.1. Relaciones hidráulicas

Cuando se diseña un alcantarillado se sabe que trabaja con una sección parcialmente llena, esto facilita los cálculos, debido a que se utilizan relaciones hidráulicas que han sido obtenida por la ecuación de *Manning*, donde se deben de tener valores como diámetro de tubería, pendiente de tubería, velocidad, valores del llenado parcial en función de un llenado completo para obtener relaciones q/Q , d/D , v/V y a/A .

2.16.2. Ejemplo de diseño de un tramo

Diseño hidráulico: se realizó en una hoja de cálculo que se encuentra en los anexos. A continuación se realiza el diseño del alcantarillado tomando como referencia del pozo 27 al pozo 28 del sistema 4.

Datos:

Como ejemplo se tomó el tramo del pozo de visita 27 al 28 del sistema 4:

Cota del terreno inicial = 965,08 m
 Cota del terreno final = 962,09 m

Longitud	= 43,50 m
Factor de caudal medio	= 0,002
Cota invert de salida anterior	= 963,68 m
Pendiente del tubo	= 6,30 %
Diámetro del tubo	= 6 pulgadas
Pendiente del terreno natural	= $(965,08 - 962,09) * 100 / 43,50 = 6,87 \%$
Cota invert inicial	= $965,08 - 1,45 = 963,63\text{m}$
Cota invert final	= $962,09 - 1,20 = 960,89$
Altura pozo inicio del tramo	= 1,45 m
Altura pozo final del tramo	= 1,20 m
Factor de Harmon	= 4,17
Caudal de diseño	= $(48 \text{ hab}) * (0,002) * (4,17) + 1,05 = 1,46 \text{ lts/seg}$
Relación q/Q	= $1,46 / 39,87 = 0,036619$
Relación v/V	= 0,47
Relación d/D	= 0,13
Velocidad a sección llena	= 2,58 m/seg
Velocidad relativa	= 1,03 m/seg

Como se puede ver en los resultados del ejemplo de tramo se cumple con los parámetros hidráulicos a seguir la relación $d/D = 0,13$ se encuentra en el rango además de la velocidad de 1,03 m/s se encuentra dentro del rango del mínimo y máximo normado por INFOM.

2.17. Desfogue de aguas negras

2.17.1. Ubicación

La ubicación de los desfogues de aguas negras dependió de la cercanía de los habitantes al lugar debido que tiene que estar a una distancia

considerable por los malos olores que podría producir, solo el desfogue de un sistema será conectado a una red de tuberías ya existente que se encuentra ubicada en la parte baja de la comunidad, por el puente que conecta el casco urbano y el caserío.

2.17.2. Tipo de desfogue

En total el proyecto tiene 4 sistemas el cual 3 de ellos por dificultad del terreno y otros aspectos tendrán un tratamiento primario para las aguas residuales por medio de una fosa séptica y pozo de absorción para que se pueda cumplir con un buen manejo de aguas residuales, el sistema restante estará conectado a un colector ya existente.

2.17.2.1. Fosa séptica

Las fosas sépticas se utilizarán por lo común para el tratamiento de las aguas residuales de familias que habitan en localidades que no cuentan con servicios de alcantarillado, o donde la conexión al sistema de alcantarillado les resulta costosa por su lejanía. El uso de fosa séptica se permitirá en localidades rurales, urbanas y urbanomarginales. Uno de los principales objetivos del diseño del tanque séptico es crear dentro de éste una situación de estabilidad hidráulica, que permita la sedimentación por gravedad de las partículas pesadas. El material sedimentado forma en la parte inferior del tanque séptico una capa de lodo, que debe extraerse periódicamente. (CEPIS)

Ventajas

- Apropiado para comunidades rurales, edificaciones, condominios, hospitales, entre otros.

- Su limpieza no es frecuente.
- Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- Mínimo grado de dificultad en operación y mantenimiento si se cuenta con infraestructura de remoción de lodos.

Desventajas

- De uso limitado para un máximo de 350 habitantes.
- También de uso limitado a la capacidad de infiltración del terreno que permita disponer adecuadamente los efluentes en el suelo.
- Requiere facilidades para la remoción de lodos (bombas, camiones con bombas de vacío, entre otros).

Criterios para diseño de fosa séptica

Para el diseño de una fosa séptica debe de considerar ciertos criterios que concuerdan con la actividad de la población, cantidad de viviendas del lugar y el clima donde se tendrá dichas estructuras como por ejemplo para el caserío Los Ranchos de Quesada, Jutiapa se tienen las siguientes consideraciones.

- Periodo de retención 24 horas.
- Relación largo-ancho de la fosa L/A; de 2/1 a 4/1.
- Número de habitantes a servir en este caso como ejemplo se tomó el sistema 1 que contará con 41 habitantes a futuro.
- Gasto de 120 lts/hab/día
- Periodo de limpieza de 6 años
- Cantidad de lodos producidos para un clima cálido de 40 lts/hab/año.

Tomando las consideraciones anteriores se puede diseñar la fosa séptica de la siguiente manera:

- Volumen para líquido

$$V = \text{Núm. viviendas} \times \text{Núm. habitantes/vivienda} \times \text{Dot} \times \text{FR}$$

$$V = 10 \times 4 \text{ hab} \times 120 \text{ l/hab/día} \times 0,80$$

$$V = 3\,840 \text{ lts}$$

$$V = 3,84 \text{ m}^3$$

- Volumen para lodos

$$V = \text{Núm. viviendas} \times \text{Núm. habitantes/vivienda} \times \text{Dot lodos} \times \text{años limpieza}$$

$$V = 10 \times 4 \text{ hab} \times 40 \text{ lts/hab/año} \times 6 \text{ años}$$

$$V = 9\,600 \text{ lts}$$

$$V = 9,6 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total: } 3,8 \text{ m}^3 + 9,6 \text{ m}^3 = 13,4 \text{ m}^3$$

$$V = ALH$$

Cumpliendo con la relación de largo-ancho 2:1

$$13,4 \text{ m}^3 = 2(2A) A$$

$$13,4 \text{ m}^3 = 4A^2$$

$$\text{Ancho} = 1,80 \text{ mts}$$

$$\text{Largo} = 3,60 \text{ mts}$$

- Dimensiones propuestas para la fosa séptica

$$\text{Altura} = 2 \text{ mts}$$

$$\text{Ancho} = 1,80 \text{ mts}$$

$$\text{Largo} = 3,60 \text{ mts}$$

- Datos para el diseño

Peso específico de concreto ciclópeo	= 2 500 kg/m ³
Peso específico del agua	= 1 000 kg/m ³
Peso específico del suelo (asumido)	= 1 800 kg/m ³
Peso específico del concreto	= 2 400 kg/m ³
Esfuerzo de fluencia del acero	= 2 810 kg/cm ²
Resistencia a la compresión del concreto	= 210 kg/cm ²
Valor soporte del suelo (asumido)	= 18 ton/m ²
Angulo de fricción interna (asumido)	= 30°

Diseño de losa superior de fosa séptica

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{1,80 \cdot 2 + 3,60 \cdot 2}{180} = 0,06 \text{ metros}$$

Se tomó un espesor de 10 cm, ya que el código de ACI 318-08, el mínimo es de 9 cm.

$$m = \frac{1,80}{3,60} = 0,5 = 0,5$$

Ya que la relación del lado corto con el lado largo es igual 0,5 según el código de ACI 318-08 establece que se diseña en dos sentidos, para una losa discontinua de los 4 lados, se toma el caso 1.

- Integración de cargas muertas:

CM = peso propio de la losa + acabados

$$CM = (2\,400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,10 \text{ mts} \cdot 1 \text{ mts}) + (100 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 \text{ mts})$$

$$CM = 340 \text{ kg/m}$$

- Integración de cargas viva:

$$CV = 100 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ mts} = 100 \text{ kg/m}$$

- Carga ultima total:

$$CU = 1,2CM + 1,6CV$$

$$CU = (1,2 * 340 \text{ kg/m}) + (1,6 * 100 \text{ kg/m})$$

$$CU = 568 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de momentos

$$Ma(+) = (Ca(+)*CM*a^2) + (Ca(+)*CV*a^2)$$

$$Ma(+) = (0,095*408*1,80^2) + (0,095*160*1,80^2) = 174,83 \text{ kg-m}$$

$$Mb(+) = (Cb(+)*CM*b^2) + (Cb(+)*CV*b^2)$$

$$Mb(+) = (0,006*408*3,60^2) + (0,006*160*3,60^2) = 44,17 \text{ kg-m}$$

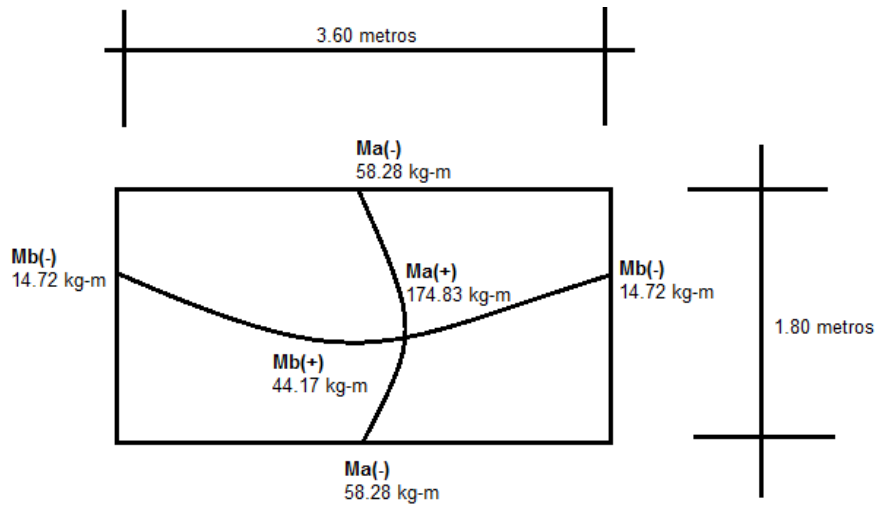
$$Ma(-) = 1/3(Ma(+))$$

$$Ma(-) = 1/3*174,83 = 58,28 \text{ kg-m}$$

$$Mb(-) = 1/3(Mb(+))$$

$$Mb(-) = 1/3*44,17 = 14,72 \text{ kg-m}$$

Figura 3. Diagrama de momentos de losa de fosa séptica



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

- Cálculo de refuerzo de acero:

Se utilizará varillas núm. 3 con un recubrimiento de 2,5 cms

- Cálculo de Peralte (d)

$$d = t - r - \varnothing/2$$

$$d = 10 - 2,5 - (0,95/2) = 7,02 \text{ cms}$$

- Área de acero mínimo

$$A_{smin} = 0,4 * (14,1/f_y) * b * d$$

Donde:

\emptyset = diámetro de varilla

F_y = esfuerzo de fluencia del acero

d = peralte

b = franja de 1 metro

$$A_{smin} = 0,4 * (14,1/2810) * 100 * 7,02 = 1,40 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento máximo de varillas

$$S_{max} = 2 * t = 2 * 10 \text{ cms} = 20 \text{ cms}$$

- Cálculo de espaciamento con varilla núm. 3 G40 propuesta

$$S = \frac{100 \text{ cms} * 0,71 \text{ cm}^2}{1,40 \text{ cm}^2} = 50,71 \text{ cms}$$

Como $S > S_{max}$; entonces se usara S_{max}

- Cálculo de la nueva área de acero con el S_{max}

$$A_s = \frac{100 \text{ cms} * 0,71 \text{ cm}^2}{20 \text{ cms}} = 3,55 \text{ cms}$$

- Cálculo del momento resistente con el área de acero mínimo

$$M_{resistente} = \emptyset * A_{smin} * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right)$$

$$M_{\text{resistente}} = 0,9 * 3,55 * 2810 * \left(7,02 - \frac{3,55 * 2810}{1,7 * 210 * 100}\right) = 605,16 \text{kg-m}$$

El momento resistente del área de acero mínimo es mayor a lo momentos actuantes en la losa, por lo tanto la losa tendrá varillas Núm. 3 con un espaciamiento de 20 cms. en ambos sentidos. Los detalles del armado se pueden observar en los planos adjuntados a este trabajo.

Diseño de losa inferior fosa séptica

Se propone un espesor de losa 0,30 mts. que deberá cumplir el acero mínimo por temperatura y debido a que estará en contacto con el agua tendrá un mínimo de recubrimiento de 0,075 mts.

$$A_{\text{temp}} = 0,002 * t$$

Donde:

A_{temp} = área de acero por temperatura

t = espesor de losa

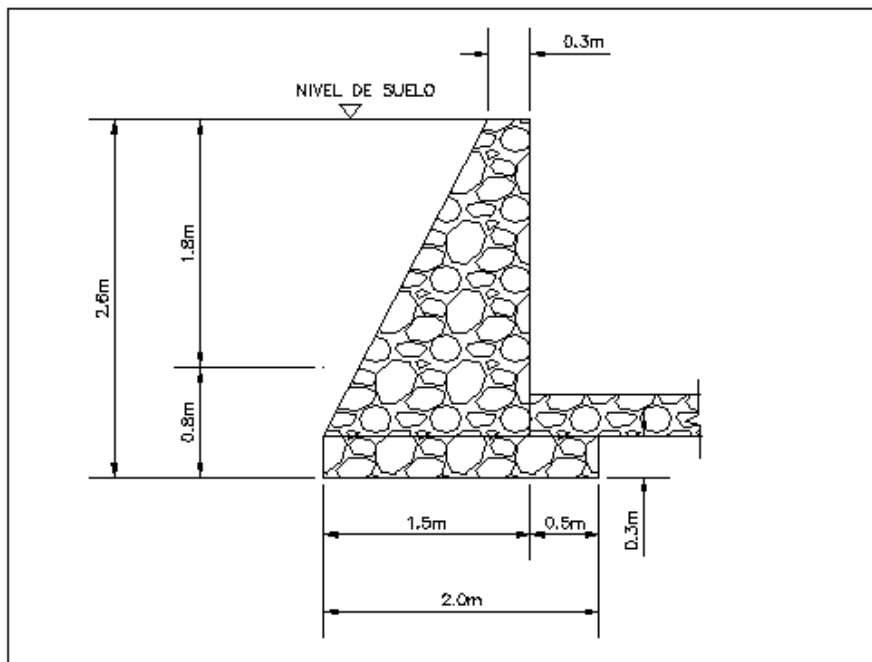
$$A_{\text{temp}} = 0,002 * 30 * 100 = 6 \text{cm}^2$$

Se utilizará varilla núm. 3 con espaciamiento de 0,15 mts

- Diseño del muro de la fosa séptica

El tanque de almacenamiento será enterrado con muros de concreto ciclópeo lo cuales se diseñarán como muros de gravedad y en estado más crítico que se produce cuando se encuentra vacío.

Figura 4. Esquema del muro de fosa séptica



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Chequeos

- Chequeo por volteo

Encontrando momento por volteo M_v

$$k_a = \frac{1 - \text{sen } \varnothing}{1 + \text{sen } \varnothing} = \frac{1 - \text{sen } 30}{1 + \text{sen } 30} = 0,33$$

$$\text{Si } P_s = \frac{1800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (2,6\text{m})^2 \cdot 1\text{m} \cdot 0,33}{2} = 2007,72 \text{ kg}$$

$$\text{Brazo} = h/3 = 2,6/3 = 0,87 \text{ mts}$$

$$Mv = 2\,007,72\text{kg} * 0,87\text{ mts} = 1\,746,71\text{ kg-m}$$

Encontrando momento resultante por el peso de la estructura MR

Tabla VII. **Datos principales del muro de fosa séptica**

FIGURA	$\check{\omega}$	\check{X}	$M=\check{\omega}*\check{X}$
1	1 725 kg	1,35	2 328.75
2	1 500 kg	1,00	1 500.00
3	3 450 kg	0,80	2 760.00
4	375 kg	1,75	656.25
	$\Sigma\check{\omega}= 7\,050\text{ kg}$		$\Sigma\check{\omega}*\check{X}= 7245.00\text{ kg-m}$

Fuente: elaboración propia.

$$FS = \frac{MR}{MV} \geq 1.5$$

$$FS = \frac{7\,245\text{ kg-m}}{1\,746,71\text{ kg-m}} \geq 1,5$$

$$FS = 4,14 \geq 1,5 \quad \Rightarrow \quad \text{ok}$$

- Deslizamiento

$$FS = \frac{Ft}{Pah} \geq 1,5$$

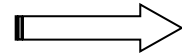
$$Ff = (0,90)*(g^{\theta})*(\check{\omega}_{tot})$$

$$Ff = (0,90)*(\tan 30)* (7\,050\text{ kg})$$

$$Ff = 3\,663,29$$

$$FS = \frac{3\,663.29}{2\,007,72\text{ kg}} \geq 1,5$$

$$FS = 1,82 \geq 1,5$$

 ok

- Capacidad soporte del suelo

$$\dot{X} = \frac{MR-MV}{\dot{\omega}} = \frac{(7\,245 \text{ kg}\cdot\text{m}) - (1\,746,71 \text{ kg}\cdot\text{m})}{7\,050 \text{ kg}} = 0,77$$

$$e = \frac{B}{2} - \dot{X} = \frac{2}{2} - 0,77 = 0,23$$

$$q_{\max} = \frac{\dot{\omega}}{BL} * \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \leq 18 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\max} = \frac{7\,050 \text{ kg}}{(2 \text{ mts})(1 \text{ mts})} * \left(1 + \frac{6(0,23)}{(2 \text{ mts})(1 \text{ mts})}\right) \leq 18 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\max} = 5,96 \text{ ton} \leq 18 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \quad \text{ok}$$

$$q_{\min} = \frac{\dot{\omega}}{BL} * \left(1 - \frac{6e}{B}\right) \geq 0$$

$$q_{\min} = \frac{7\,050 \text{ kg}}{(2 \text{ mts})(1 \text{ mts})} * \left(1 - \frac{6(0,23)}{(2 \text{ mts})(1 \text{ mts})}\right) \geq 0$$

$$q_{\min} = 1,09 \text{ ton} \geq 0 \quad \text{ok}$$

Donde:

q _{max}	=	presión máxima
q _{min}	=	presión mínima
B	=	base del muro (m)
L	=	longitud metro lineal (m)
W	=	peso total del muro
e	=	excentricidad (m)
\dot{X}	=	centroide de la estructura

Se concluye que la propuesta de las dimensiones del muro de la figura 4. son correctas, ya que resisten las cargas a las que estarán sujetas.

2.17.2.2. Pozo de absorción

Los pozos se pueden construir en predios pequeños, donde no existe suficiente espacio para las zanjas. Los pozos pueden ser de forma circular, cuadrada o rectangular y deben localizarse en terreno poroso que no se inunde, para que el efluente del tanque se infiltre a través de la pared y del fondo del pozo, aunque este último se satura en poco tiempo.

La pared puede ademarse con ladrillos o piedra en hileras alternadas, de manera que queden huecos para la filtración del agua hacia el suelo. La profundidad de un pozo de absorción se encuentra conociendo el coeficiente de absorción y el diámetro en caso de no contar con estos datos. Se recomiendan que los pozos tengan de 1,5 a 3,5 m de diámetro y de 3 a 6 m de profundidad de acuerdo a CEPIS.

$$H = \frac{K1 \times N}{\pi \times D}$$

Donde:

- H = profundidad del pozo (metros)
- K1 = coeficiente de absorción
- N = número de personas servidas
- D = diámetro del pozo (metros)

2.18. Presupuesto

Tabla VIII. Resumen general del presupuesto

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO LOS RANCHOS, QUESADA, JUTIAPA					
SISTEMA #1					
NO	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO X UNI	COSTO TOTAL
1.1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	144.10	MTS	Q 7.78	Q 1,121.40
1.2	EXCAVACION Y RELLENO	144.10	MTS	Q 197.29	Q 28,429.63
2	INSTALACION DE TUBERIA DE 6"	144.10	MTS	Q 129.82	Q 18,706.46
3	CONEXIÓN DOMICILIAR	6.00	UNIDAD	Q 1,431.93	Q 8,591.56
4	POZOS DE VISITA	4.00	UNIDAD	Q 2,889.09	Q 11,556.35
5	FOSA SEPTICA	100	UNIDAD	Q 13,767.87	Q 13,767.87
6	POZO DE ABSORCION	100	UNIDAD	Q 19,340.57	Q 19,340.57
					Q 101,513.84
SISTEMA #2					
NO	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO X UNI	COSTO TOTAL
1.1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	506.64	MTS	Q 2.21	Q 1,121.40
1.2	EXCAVACION Y RELLENO	506.64	MTS	Q 250.83	Q 127,081.21
2	INSTALACION DE TUBERIA DE 6"	506.64	MTS	Q 130.77	Q 66,252.06
3	CONEXIÓN DOMICILIAR	23.00	UNIDAD	Q 1,133.40	Q 26,068.27
4	POZOS DE VISITA	13.00	UNIDAD	Q 6,737.36	Q 87,585.63
5	FOSA SEPTICA	100	UNIDAD	Q 25,960.23	Q 25,960.23
6	POZO DE ABSORCION	100	UNIDAD	Q 19,340.57	Q 19,340.57
					Q 353,409.37
SISTEMA #3					
NO	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO X UNI	COSTO TOTAL
1.1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	250.18	MTS	Q 4.48	Q 1,121.40
1.2	EXCAVACION Y RELLENO	250.18	MTS	Q 243.33	Q 60,876.77
2	INSTALACION DE TUBERIA DE 6"	250.18	MTS	Q 130.85	Q 32,736.31
3	CONEXIÓN DOMICILIAR	8.00	UNIDAD	Q 1,149.77	Q 9,198.13
4	POZOS DE VISITA	7.00	UNIDAD	Q 7,293.09	Q 51,051.60
5	FOSA SEPTICA	100	UNIDAD	Q 17,635.58	Q 17,635.58
6	POZO DE ABSORCION	100	UNIDAD	Q 19,340.57	Q 19,340.57
					Q 191,960.37
SISTEMA #4					
NO	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO X UNI	COSTO TOTAL
1.1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	578.39	MTS	Q 194	Q 1,121.40
1.2	EXCAVACION Y RELLENO	578.39	MTS	Q 176.14	Q 101,876.04
2	INSTALACION DE TUBERIA DE 6"	578.39	MTS	Q 130.72	Q 75,605.29
3	CONEXIÓN DOMICILIAR	39.00	UNIDAD	Q 1,125.22	Q 43,883.66
4	POZOS DE VISITA	19.00	UNIDAD	Q 6,004.03	Q 114,076.63
					Q 336,563.02
TOTAL DEL PROYECTO					Q 983,446.61

Fuente: elaboración propia.

2.18.1. Cronograma físico financiero

Tabla IX. Cronograma físico-financiero

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICO-FINANCIERO								
ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	SUB-TOTAL	%
1	SISTEMA 1	Q 50,756.92	Q 50,756.92				Q 101,513.84	10%
2	SISTEMA 2			Q 117,803.12	Q 117,803.12	Q 117,803.12	Q 353,409.37	36%
3	SISTEMA 3				Q 95,980.18	Q 95,980.18	Q 191,960.37	20%
4	SISTEMA 4		Q 67,312.60	Q 67,312.60	Q 67,312.60	Q 67,312.60	Q 336,563.02	34%
	% por mes	10.56%	10.04%	10.04%	26.74%	25.93%	16.69%	
	Q por mes	Q 50,756.92	Q 118,069.53	Q 185,115.73	Q 185,115.73	Q 281,095.91	Q 163,292.79	
	Q acumulada	Q 50,756.92	Q 168,826.45	Q 353,942.18	Q 539,057.90	Q 820,153.82	Q 983,446.61	
	% acumulado	10.56%	20.60%	30.64%	57.38%	83.31%	100.00%	
							Q 983,446.61	100%
NOVECIENTOS OCHENTA Y TRES MIL, CUATROCIENTOS CUARENTA Y SEIS QUETZALES CON SESENTA Y UNO CENTAVOS								

Fuente: elaboración propia.

2.19. Evaluación socioeconómica

2.19.1. Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El Valor Presente Neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión. El valor presente neto permite determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al monto del valor presente neto. Si es negativo quiere decir que la firma reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

Es importante tener en cuenta que el valor del valor presente neto depende de las siguientes variables:

La inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento y el número de periodos que dure el proyecto.

Debido a que el alcantarillado sanitario es un proyecto para la comunidad y por ende de tipo social no se va a tener algún tipo de ingreso o de utilidad entonces los egresos de este proyecto es la inversión total que genera la construcción del alcantarillado.

2.19.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) es una tasa de rendimiento utilizada en el presupuesto de capital para medir y comparar la rentabilidad de las inversiones. También se conoce como la tasa de flujo de efectivo descontado de retorno. En el contexto de ahorro y préstamos a la TIR también se le conoce como la tasa de interés efectiva.

La tasa interna de retorno de una inversión o proyecto es la tasa efectiva anual compuesto de retorno o tasa de descuento que hace que el valor actual neto de todos los flujos de efectivo (tanto positivos como negativos) de una determinada inversión igual a cero. Como el alcantarillado es un proyecto de tipo social no genera ingresos al mismo entonces no se puede calcular la TIR.

2.20. Evaluación de impacto ambiental

2.20.1. Evaluación de impacto ambiental

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) clasifica por categorías el impacto ambiental que genera cualquier actividad, las categorías que tienen el MARN son:

- Categoría C1: actividades de bajo impacto ambiental
- Categoría B2: actividades de bajo a moderado impacto ambiental
- Categoría B1: actividades de moderado a alto impacto ambiental
- Categoría A : actividades de alto impacto ambiental

De acuerdo al listado taxativo de la sección E de suministro de agua, evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación que el MARN presenta como actividades ambientales se determinó, que el alcantarillado sanitario está en la categoría B1 que corresponde a las actividades de moderado a alto impacto ambiental debido a que esta categoría comprende en cualquier diseño, construcción y operación de empresas que realizan proyectos de gestión de sistemas de alcantarillado, colectores subterráneos y de instalaciones de captación, tratamiento y eliminación de aguas residuales.

2.20.2. Impactos negativos potenciales sobre recursos hídricos

2.20.2.1. Impactos negativos potenciales sobre recursos hídricos

De acuerdo al diseño de 3 sistemas de 4 que conformará el alcantarillado tendrán un desfogue que será dirigido hacia una fosa séptica y pozo de absorción, no se tendrán impactos negativos debido a que la posición del pozos de absorción están ubicados donde el manto freático esta profundo lo cual no tendrá incidencias en los impactos negativos sobre el agua subterránea y a la vez en cuerpos de agua que están aledaños al caserío.

2.20.2.2. Impactos negativos potenciales sobre recursos atmosféricos y medios sonoros

Debido a que el proyecto del alcantarillado no corresponde a una actividad industrial, la cual tenga una contaminación auditiva no tendrá impactos negativos permanentes aunque en la etapa de construcción se tendrá impacto negativo temporal por la emisión de gases producido por la maquinaria y la contaminación auditiva que genera la misma por las actividades a realizar en el proyecto.

2.20.2.3. Impactos negativos potenciales sobre el recurso del suelo

Según el diseño del alcantarillado no tendrá impacto negativo sobre el suelo debido a que el proyecto no tiene contemplado la modificación de áreas

verdes o la deforestación del mismo, ya que se construirá a lo largo de las carreteras del caserío de Los Ranchos.

2.20.2.4. Impactos negativos potenciales sobre el medio socioeconómico y cultural

De acuerdo a las características del proyecto no se tendrán impactos negativos en el medio socioeconómico y cultural, lo que se pretende con el alcantarillado es proporcionar un desarrollo a la comunidad por medio de los servicios básicos que son necesarios en cualquier lugar.

3. DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

3.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar un sistema de abastecimiento por gravedad para el caserío Los Ranchos, el cual constara desde la línea conducción con una longitud de 4 075,47 metros lineales hasta la línea de distribución contando las conexiones domiciliarias con una longitud de 2 183,19 metros lineales además de la ubicación de las cajas rompe presión si fuera necesario cumpliendo con la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano de INFOM. La cantidad actual de viviendas beneficiadas con este proyecto es un total de 74 con 274 habitantes con una tasa de crecimiento del 2,5 %.

3.2. Localización de las fuentes

La fuente de agua a utilizar de proveer en cantidad y calidad suficiente al sistema. Existen diferentes tipos de fuentes como las fuentes superficiales que pueden ser manantiales, ríos, lagos. Las fuentes subterráneas como los pozos artesanales, pozos profundos. El agua de lluvia de una forma bien administrada también podría abastecer a una comunidad (INFOM).

Para la dotación del caserío se realizó un estudio donde se determinó la ubicación del manantial que abastecerá, este se encuentra en el cerro La Fortuna a 1 207 msnm esto facilita al diseño por gravedad debido a su ubicación.

3.3. Calidad del agua

3.3.1. Análisis físicoquímico sanitario

Este análisis es importante ya que determina aspectos físicos del agua como sabor, olor, color, turbiedad, potencial de hidrogeno entre otros. También determina características químicas como materia orgánica y la cantidad de minerales que se presentan en la muestra debido a que generalmente el agua se filtra dentro de las rocas y minerales. Todos estos aspectos deben de estar dentro un límite admisible y permisible que lo Norma la COGUANOR 29001.

Para obtener esta muestra se necesita un recipiente de por lo menos un litro de capacidad que se encuentre perfectamente limpio, se toma en dirección contraria al flujo del nacimiento, se llena aproximadamente $\frac{1}{2}$ del envase, se tapa, se agita, se vacía, se repite este procedimiento 3 veces a la 4 vez se llena en su totalidad, se almacena y se refrigera para entregarlo a laboratorio.

3.3.2. Análisis bacteriológico

Mediante este tipo de análisis es posible determinar bacterias dentro del agua como grupo de coliformes totales ya que es dañino para consumirlo, el agua debe de permanecer libre de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario (ver anexo). Para obtener esta muestra se necesita un frasco de 100 ml de capacidad con tapón esmerilado, esterilizado en auto clave, se debe de tener cuidado en no tocar el interior del frasco y tapón, una vez lleno el frasco se tapa y se almacena en un lugar refrigerado para entregarlo a laboratorio. De igual forma los resultados del análisis para que se aceptable debe de estar dentro del límite permisible y admisible según la Norma COGUANOR 29001.

3.4. Aforo

El aforo es actividad que sirve para medir un caudal, es una de las operaciones más importante ya que él se puede estimar si el flujo de la fuente es capaz de satisfacer la demanda actual y futura de una comunidad, esto se debe de realizar en el período de época seca o estiaje ya que es allí donde se tiene el caudal mínimo de una fuente. Para el caso del caserío se utilizó el método volumétrico para aforar la fuente que se encuentra en el cerro La Fortuna el cual por medio del promedio aritmético se estableció que el manantial produce una caudal de 1,33 lts/seg el cual es apto para satisfacer la demanda.

3.5. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es uno de los estudios preliminares para desarrollar el diseño de un sistema de agua potable, se puede utilizar la altimetría y la planimetría para determinar características del terreno ya que es importante conocer la altitud y dirección de los puntos que se van tomando desde el nacimiento de la fuente de agua así como aspectos como zanjones, pasos de río, tipo de terreno entre otros.

3.5.1. Planimetría

La planimetría sirve para obtener distancias horizontales, se utilizó la conservación de azimut con vuelta de campana con poligonal abierta, con esto se pretende tomar puntos donde se pretende dar la dirección de la tubería así como recabar información sobre el terreno de acuerdo si existe una superficie rocosa o un suelo blando.

3.5.2. Altimetría

Este tipo de levantamiento nos permite conocer la pendiente natural del terreno así como las diferencias de niveles entre puntos, la finalidad de esta actividad es obtener datos como la variación en distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal del terreno, se referencio un banco de marca en estación E-1 con una elevación de 1 207 msnm.

3.6. Período de diseño

Es el tiempo el cual un proyecto prestará un servicio satisfactoriamente, para establecer dicho período se deben tomar en cuenta factores importantes como el crecimiento de la población, futuras ampliaciones del sistema, recursos económicos que se tienen, caudal, calidad de los materiales.

La guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano (INFOM-UNEPAR) establece ciertos valores de diseño como:

Tabla X. **Periodos de diseño**

Estructura	Periodo de diseño
obras civiles	20 años
equipos mecanicos	5 a 10 años

Fuente: INFOM-UNEPAR.

También se establece un periodo de 2 años adicionales debido a todas las gestiones que se presentan para realizar el proyecto. Teniendo en cuenta los

aspectos del sistema de agua potable para el caserío Los Ranchos se estableció un periodo de diseño de 22 años.

3.7. Cálculo de población futura

Para realizar el cálculo de la población futura existen diferentes métodos a utilizar como:

- Estimación de la población
- Proyección a ojo
- Proyección comparada
- Método aritmético
- Método geométrico

De acuerdo con los datos que se tienen se optó para calcular la población futura el método geométrico ya que se supone que la población crece a la misma tasa que para el último periodo censal. Para obtener el resultado se usaran datos como 2,5 % de tasa de crecimiento y la población actual de 274 habitantes proporcionado por la Dirección Municipal de Planificación.

Método Geométrico

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

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

n = periodo de diseño

Ejemplo:

$$P_f = 274(1+0,025)^{22} = 472 \text{ habitantes}$$

La población a futuro que tendrá que servir el alcantarillado sanitario será de 472 habitantes.

3.8. Requerimientos de diseño

Para el diseño del sistema de agua potable para el caserío Los Ranchos se tomó la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano de INFOM-UNEPAR donde establece requerimientos mínimos para el diseño en áreas rurales.

3.8.1. Caudal de diseño

Para determinar el caudal de diseño debe de considerar ciertas características propias del lugar como información básica, el aforo de la fuente, el clima y un estudio poblacional ya de estos dependerá la cantidad de flujo a diseñar.

3.8.2. Bases de diseño

Para el diseño del sistema se tiene que de tomar ciertos parámetros los cuales contribuyen directamente al momento de hacer los cálculos hidráulicos, en algunos casos que no se tenga información de la comunidad se pueden usar las normas que establece INFOM-UNEPAR que son los requerimientos mínimos para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua, las bases del diseño dependen específicamente de las características de la población.

3.8.3. Dotación

Para determinar la dotación de la comunidad se debe de tener información sobre el clima, disponibilidad de pago, las actividades que se realizan, el nivel de vida y calidad del agua de la comunidad. Se expresa en litros/habitante/día. Se debe de tomar en cuenta el estudio de demanda para la comunidad y si no se tiene ese tipo de información las instituciones como INFOM muestra valores promedio para tomar en cuenta.

Tabla XI. Dotaciones por normas de diseño

Descripción	Dotación lts/hab/día
llena cantaros	30 a 60
llena cantaros y conexiones prediales	60 a 90
conexiones prediales fuera de la vivienda	60 a 120
conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda	90 a 170

Fuente: Instituto de Fomento Municipal, INFOM.

De acuerdo con las características del lugar se tomó una dotación de 120lts/hab/día per cápita.

3.9. El consumo y sus variaciones

3.9.1. Caudal medio diario

Este caudal se define como la cantidad de flujo que consume la comunidad en un día, como no se tienen registros sobre este consumo se puede calcular por medio de fórmula que establece INFOM la cual se obtiene el resultado de multiplicar la dotación por la población futura dividido por el número de segundos que contiene un día (86 400 segundos).

$$QMD = \frac{\text{Dotación} \times \text{Población Futura}}{86\ 400}$$

Ejemplo:

Dotación = 120 lts/hab/día

Población Futura = 472 habitantes

$$QMD = \frac{120 \text{ lts/hab/día} \times 472 \text{ habitantes}}{86\ 400} = 0.66 \text{ lts/seg}$$

3.9.2. Caudal máximo diario

Este caudal representa el mayor consumo de un día del año, se utiliza para el diseño de la conducción, cuando no se tiene registros se puede tomar un factor de día máximo (FDM) el cual INFOM-UNEPAR recomienda lo siguiente:

Tabla XII. **Factor día máximo (FDM)**

Tipo de poblacion	FDM
Area rural	1.20 a 1.80
Area urbana	1.80 a 2.00
Area metropolitana	2.00 a 3.00

Fuente: Instituto de Fomento Municipal, INFOM.

Para este proyecto se utilizó un FDM de 1,50, tomando en cuenta todas consideraciones anteriores el caudal máximo diario se puede calcular de la siguiente manera:

$$QMD = FDM \times QMD$$

Ejemplo:

$$FDM = 1,50$$

$$QMD = 0,66 \text{ lts/seg}$$

$$QMD = 1.50 \times 0.66 \text{ lts/seg} = 0.99 \text{ lts/seg}$$

3.9.3. Caudal máximo horario

Este caudal representa el mayor consumo de una hora en un periodo de observación de un año, se utiliza para el diseño de la distribución, cuando no se tiene registros se puede tomar un factor de hora máximo (FHM) el cual INFOM-UNEPAR recomienda lo siguiente:

Tabla XIII. **Factor hora máximo (FHM)**

Tipo de poblacion	FHM
Area rural	1.80 a 2.00
Area urbana	2.00 a 3.00
Area metropolitana	3.00 a 4.00

Fuente: Instituto de Fomento Municipal, INFOM.

Para este proyecto se utilizó un FHM de 1,80, tomando en cuenta todas consideraciones anteriores el caudal máximo horario se puede calcular de la siguiente manera:

$$QMD = FHM \times QMD$$

Ejemplo:

$$FHM = 1,80$$

$$QMD = 0,66 \text{ lts/seg}$$

$$QMD = 1,80 \times 0,66 \text{ lts/seg} = 1,18 \text{ lts/seg}$$

3.10. Diseño hidráulico

3.10.1. Diseño de la captación

La captación tiene como finalidad ser una estructura capaz de recolectar el agua de una fuente, también debe de servir como una protección ante cualquier tipo de contaminación, evitando elementos flotantes u otras cosas que amenazan a la calidad del agua en el sistema. El manantial ubicado en el cerro La Fortuna es un brote en ladera. La captación estará constituida por diferentes

capas de piedra bola, grava y arena que formara un filtro con una capacidad aproximada de 1 m³ con un rebalse. Los muros serán de concreto ciclópeo y contará con una tapadera de inspección.

3.10.2. Diseño y tipo de tubería

3.10.2.1. Tubería a utilizar

Las tuberías a utilizar en el proyecto dependerán de ciertos aspectos importantes que se deben de considerar para realizar el diseño hidráulico de la línea de conducción y la línea de distribución. Algunos de estos aspectos son:

- **Diámetro:** en la mayoría de los lugares de venta de tuberías le ofrecen diámetros comerciales pero para el diseño hidráulico se utiliza el diámetro interno.
- **Tipo:** este aspecto es relacionado con el tipo de terreno donde se colocará la tubería debido que en algunos lugares se tienen que pasar sobre zanjones, pasos de rio o cuando el lugar es rocoso e impide la excavación lo cual en estos casos se utiliza la tubería de hierro galvanizado (HG) en los otros casos donde no se encuentre impedimentos de excavación o de paso de tubería se puede utilizar la de policloruro de vinilo (PVC).
- **Clase:** la clase depende de SDR que es la relación del diámetro exterior y espesor de pared. Existen diferentes SDR de tubería a utilizar la cual se implementa de acuerdo a las circunstancias y el diseño del proyecto, para realizar el proyecto de agua potable se consideró las siguientes clases de tuberías:
 - SDR 17, presión de trabajo de 250 psi (176 mca)
 - SDR 26, presión de trabajo de 160 psi (112 mca)

3.10.2.2. Presiones

De acuerdo a INFOM se establecen valores de presiones de servicio en la distribución en viviendas en medios rurales los cuales se tienen que considerar para el diseño hidráulico.

Presión mínima: 10 mca.

Presión máxima: 60 mca.

La presión estática en la línea de conducción no debe de ser mayor al 80 % de la presión de trabajo de las tuberías.

3.10.2.3. Velocidades máximas y mínimas

De acuerdo a lo que establece INFOM sobre velocidades en el diseño hidráulico se debe de considerar que la velocidad mínima debe de ser mayor 0,60 m/seg aunque por ser un flujo sin sedimentos no podrá ser menor a 0,40 m/seg y la velocidad máxima no deberá ser mayor a 3 m/seg.

3.10.2.4. Formulas

Para determinar las pérdidas de cargas al igual que el diámetro de tuberías HG y PVC se utilizó la ecuación de Hazen y Williams la cual también se usa particularmente para determinar la velocidad del agua en tuberías circulares llenas, o conductos cerrados es decir, que trabajan a presión. Aplicación de Hazen y Williams para pérdida de carga.

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

Donde:

- H_f = diferencia de cotas del tramo en metros
- L = longitud de diseño en metros
- Q = caudal en litros sobre segundo
- C = coeficiente de fricción interno
- \emptyset = diámetro interno en pulgadas

Despejando esta ecuación para determinar el diámetro a utilizar de tubería se obtiene aplicando Hazen y Williams para diámetro:

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

Para los valores de coeficiente de fricción interna de la tubería se tiene la siguiente tabla:

Tabla XIV. **Valores comunes de C**

Material	C
Acero o hierro galvanizado	100
Hierro fundido	100
Asbesto o cemento	100
Plástico	150

Fuente: Instituto de Fomento Municipal, INFOM.

3.10.3. Diseño de la línea de conducción

A continuación se presenta el procedimiento del diseño hidráulico desde el tanque de captación Est-2 hacia el tanque de distribución Est-126.

Datos para el diseño

- Caudal = 1,33 lts/seg
- Cota tanque de captación = 1 201,48 metros
- Cota tanque de distribución = 997,09 metros
- Cota más baja de conducción = 980,49 metros
- longitud de línea de conducción = 4 075,47 metros

Se calculó la diferencia de nivel entre la cota más alta y la más baja
 $H = 1\ 201,48 - 980,49 = 220,99$ metros > 112 metros (160 psi).

Como la presión estática excede la presión de trabajo de la tubería se considera una caja rompe presión en la cota 1 126,12 metros que corresponde a la Est-20.

Teniendo en cuenta la ubicación de la caja rompe presión se continúa con el diseño hidráulico dividiendo la línea de conducción en 2 tramos:

Tramo 1= Tanque de captación hacia caja rompe presión Est-2 a Est-20

Tramo 2= Caja rompe presión hacia tanque de distribución Est-20 a Est-126

Datos para el diseño del tramo 1: para el ejemplo de cálculo se tomó de la Est-4 a Est-8

- Caudal = 1,33 lts/seg
- Cota Est-4 = 1 187,12 metros
- Cota Est-8 = 1 173,23 metros
- Cota piezométrica anterior = 1 199,11 metros
- Longitud de Est-4 a Est-8 = 52,03 metros

- Pérdida de carga disponible:

$$H = 1\,187,12 - 1\,173,23 = 13,89 \text{ metros} < 116 \text{ metros (160psi)}$$

Como la presión estática no es mayor a la presión de trabajo de la tubería se continúa con el diseño.

- Cálculo diámetro teórico

De la ecuación de Hazen y Williams se despeja el diámetro

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

Al sustituir valores se tiene:

$$\phi = \left(\frac{1\,743,811 * 52,03 * 1,05 * 1,33^{1,85}}{150^{1,85} * 13,89} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 1,01 \text{ pulgadas}$$

Al obtener el resultado se aproxima a un valor superior e inferior del diámetro comercial. Teniendo estos valores se calcula la pérdida de carga y se

establece el diámetro que mejor se adecue al diseño hidráulico del tramo, para este caso se utilizara un diámetro comercial de 1,5 pulgadas SDR 26 con una presión de trabajo de 160psi (112 mca.)

- Pérdida de carga

-

De la ecuación de Hazen y Williams se tiene

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

Al sustituir se obtiene:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 52,03 * 1,05 * 1,33^{1,85}}{150^{1,85} * 1,50^{4,87}} = 2,01 \text{ metros.}$$

De acuerdo a lo establecido por INFOM sobre las presiones en la línea de conducción se tiene que la presión estática de 13,89 mca. No es mayor al 80 % de la presión de trabajo de la tubería de 1,50 pulgadas que es de 89,6 mca. Con esto se verifica que la tubería en este tramo está diseñada a resistir la presión ejercida por el caudal.

- Cota piezométrica resulta de restar la perdida de carga de ese tramo con la cota piezométrica anterior correspondiente al tramo de Est-2 a Est-4.

$$\text{Cota piezométrica} = 1\,199,11 - 2,01 = 1\,197,1 \text{ metros.}$$

- Presión hidrodinámica resulta de restar la cota piezométrica con la cota ultima del tramo.

Presión hidrodinámica = 1 197,1-1 173,23 = 23,87 mca.

- Cálculo de velocidad

$$Q = V \times A$$

Donde:

Q= caudal en m³/seg

V= velocidad en mts/ seg

A= área transversal de tubo en m²

Despejando la velocidad de la ecuación se tiene:

$$V = \frac{Q}{A}$$

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

Al sustituir valores se obtiene que la velocidad es:

$$V = \frac{4 \times (1,33/1000)}{\pi \times 0,0445^2} = 0,90 \text{ mts/seg}$$

Según lo establecido por INFOM de acuerdo a la velocidad del flujo dentro de la tubería se encuentra dentro del rango de 0,6 mts/seg a 3 mts/seg.

- Tubería de mayor presión: Para ciertos tramos de una línea de conducción puede que la presión estática exceda la presión de trabajo debido a que el terreno tiene un desnivel muy fuerte. Para el tramo 2 de la caja rompedora hacia el tanque de distribución, la diferencia de nivel de Est-62 a Este-126 sobre pasa de la presión de trabajo de la

tubería de 160 psi, debido a esto se consideró colocar a lo largo de ese tramo la tubería SDR 17 que corresponde a 250 psi (175 mca.)

3.10.4. Volumen y diseño estructural del tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento es una estructural importante ya que almacena toda el agua proveniente de la captación del nacimiento para proceder a conducirla hacia el tanque de distribución.

De acuerdo a lo establecido por INFOM cuando no se tienen datos de la demanda real de la comunidad, el volumen del tanque de almacenamiento para un sistema de gravedad resulta de un 25 % a 40 % de caudal máximo diario.

Volumen del tanque

$$V = Q_{md} * 86\,400 * 30\%$$

$$V = \frac{0,99 * 86\,400 * 0,30}{1\,000} = 25,66 \text{ m}^3 \approx 25,00 \text{ m}^3$$

Cumpliendo con la relación de largo/ancho 2:1

$$25\text{m}^3 = 2(2A) A$$

$$25\text{m}^3 = 4A^2$$

$$\text{Ancho} = 2,5 \text{ mts}$$

$$\text{Largo} = 5 \text{ mts}$$

Dimensiones propuestas para el tanque

$$\text{Altura} = 2 \text{ metros}$$

$$\text{Ancho} = 2,5 \text{ metros}$$

$$\text{Largo} = 5 \text{ metros}$$

Datos para el diseño

Peso específico de concreto ciclópeo	= 2 500 kg/m ³
Peso específico del agua	= 1 000 kg/m ³
Peso específico del suelo (asumido)	= 1 800 kg/m ³
Peso específico del concreto	= 2 400 kg/m ³
Esfuerzo de fluencia del acero	= 2 810 kg/cm ²
Resistencia a la compresión del concreto	= 210 kg/cm ²
Valor soporte del suelo (asumido)	= 18 ton/m ²
Ángulo de fricción interna (asumido)	= 30°

Diseño de losa superior del tanque

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{2,5*2+5*2}{180} = 0,08 \text{ metros}$$

Se tomó un espesor de 10 cm, ya que el código de ACI 318-08, el mínimo es de 9 cm.

$$m = \frac{2,5}{5} = 0,5 = 0,5$$

Ya que la relación de la corto con el lado largo es igual 0,5 según el código de ACI 318-08 establece que se diseña en dos sentidos, para una losa discontinua de los 4 lados, se toma el caso 1.

- Integración de cargas muertas:

CM = peso propio de la losa + acabados

$$CM = (2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,10 \text{ mts} * 1 \text{ mts}) + (100 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ mts})$$

$$CM = 340 \text{ kg/m}$$

- Integración de cargas viva:

$$CV = 100 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ mts} = 100 \text{ kg/m}$$

- Carga última total:

$$CU = 1,2CM + 1,6CV$$

$$CU = (1,2 * 340 \text{ kg/m}) + (1,6 * 100 \text{ kg/m})$$

$$CU = 568 \text{ kg/m}$$

- Calculo de momentos

$$Ma(+) = (Ca(+)*CM*a^2) + (Ca(+)*CV*a^2)$$

$$Ma(+) = (0,095*408*2,5^2) + (0,095*100*2,5^2) = 301,62 \text{ kg-m}$$

$$Mb(+) = (Cb(+)*CM*b^2) + (Cb(+)*CV*b^2)$$

$$Mb(+) = (0,006*408*5^2) + (0,006*100*5^2) = 76,2 \text{ kg-m}$$

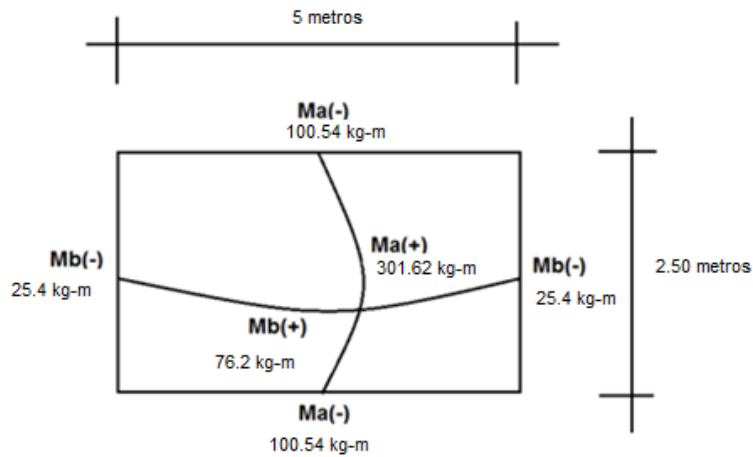
$$Ma(-) = 1/3(Ma(+))$$

$$Ma(-) = 1/3*301,62 = 100,54 \text{ kg-m}$$

$$Mb(-) = 1/3(Mb(+))$$

$$Mb(-) = 1/3*76,2 = 25,4 \text{ kg-m}$$

Figura 5. Diagrama de momentos de losa de tanque almacenamiento



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

- Cálculo de refuerzo de acero:
Se utilizará varillas núm.3 con un recubrimiento de 2,5 cms.
- Cálculo de Peralte (d)

$$d = t - r - \varnothing/2$$

$$d = 10 - 2,5 - (0,95/2) = 7,02 \text{ cms}$$
- Área de acero mínimo

$$A_{\text{min}} = 0,4 * (14,1/f_y) * b * d$$

Donde:

\varnothing = diámetro de varilla

f_y = esfuerzo de fluencia del acero

d = peralte

b = franja de 1 metro

$$A_{smin} = 0,4 * (14,1/2810) * 100 * 7,02 = 1,40 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento máximo de varillas

$$S_{max} = 2 * t = 2 * 10 \text{ cms} = 20 \text{ cms}$$

- Cálculo de espaciamiento con varilla núm. 3 G40 propuesta

$$S = \frac{100 \text{ cms} * 0,71 \text{ cm}^2}{1,40 \text{ cm}^2} = 50,71 \text{ cms}$$

Como $S > S_{max}$; entonces se usara S_{max}

- Cálculo de la nueva área de acero con el S_{max}

$$A_s = \frac{100 \text{ cms} * 0,71 \text{ cm}^2}{20 \text{ cms}} = 3,55 \text{ cms}$$

- Cálculo del momento resistente con el área de acero mínimo

$$M_{resistente} = \phi * A_{smin} * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f_c * b} \right)$$

$$M_{resistente} = 0,9 * 3,55 * 2810 * \left(7,02 - \frac{3,55 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) = 605,16 \text{ kg-m}$$

El momento resistente del área de acero mínimo es mayor a lo momentos actuantes en la losa, por lo tanto la losa tendrá varillas Núm.3 con un espaciamiento de 20 cms en ambos sentidos. Los detalles del armado se pueden observar en los planos adjuntados a este trabajo.

Diseño de losa inferior del tanque de almacenamiento

Se propone un espesor de losa 0,10 mts que deberá cumplir el acero mínimo por temperatura y debido a que estará en contacto con el agua tendrá un mínimo de recubrimiento de 0,075 mts.

$$A_{temp} = 0,002 * t$$

Donde:

A_{temp} = área de acero por temperatura

t = espesor de losa

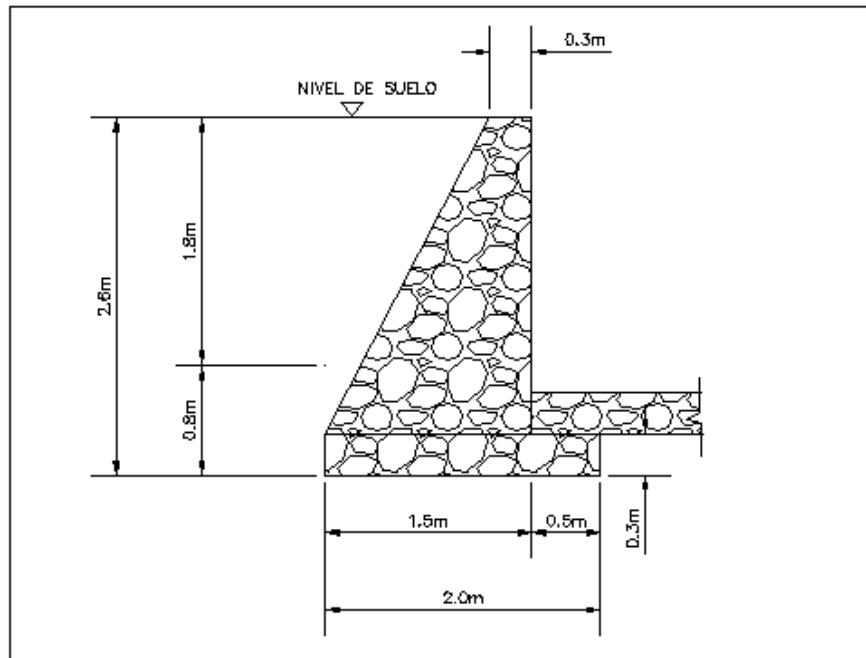
$$A_{temp} = 0,002 * 10 * 100 = 2\text{cm}^2$$

Se utilizará varilla núm.3 con espaciamiento de 0,20 mts

Diseño del muro del tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento será enterrado con muros de concreto ciclópeo lo cual se diseñaran como muros de gravedad y en estado más crítico que se produce cuando se encuentra vacío.

Figura 6. Esquema del muro de almacenamiento



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Chequeos

- Chequeo por volteo

Encontrando momento por volteo M_v

$$k_a = \frac{1 - \text{sen } \varnothing}{1 + \text{sen } \varnothing} = \frac{1 - \text{sen } 30}{1 + \text{sen } 30} = 0,33$$

$$\text{Si } P_s = \frac{1800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (2,6\text{m})^2 * 1\text{m} * 0,33}{2} = 2\,007,72 \text{ kg}$$

$$\text{Brazo} = h/3 = 2,6/3 = 0,87 \text{ mts}$$

$$M_v = 2\,007,72\text{kg} * 0,87 \text{ mts} = 1\,746,71 \text{ kg-m}$$

Encontrando momento resultante por el peso de la estructura MR

Tabla XV. **Datos principales del muro almacenamiento**

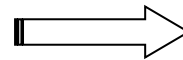
FIGURA	$\check{\omega}$	\check{X}	$M=\check{\omega}*\check{X}$
1	1 725 kg	1,35	2 328,75
2	1 500 kg	1,00	1 500,00
3	3 450 kg	0,80	2 760,00
4	375 kg	1,75	656,25
	$\Sigma\check{\omega}= 7 050 \text{ kg}$		$\Sigma\check{\omega}*\check{X}= 7 245,00 \text{ kg-m}$

Fuente: elaboración propia.

$$FS = \frac{MR}{MV} \geq 1,5$$

$$FS = \frac{7\,245 \text{ kg-m}}{1\,746,71 \text{ kg-m}} \geq 1,5$$

$$FS = 4,14 \geq 1,5$$



ok

- Deslizamiento

$$FS = \frac{F_t}{P_{ah}} \geq 1,5$$

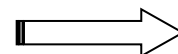
$$F_f = (0,90) * (g^\theta) * (\check{\omega}_{tot})$$

$$F_f = (0,90) * (\tan 30) * (7\,050 \text{ kg})$$

$$F_f = 3\,663,29$$

$$FS = \frac{3\,663,29}{2\,007,72 \text{ kg}} \geq 1,5$$

$$FS = 1,82 \geq 1,5$$



ok

- Capacidad soporte del suelo

$$\dot{X} = \frac{MR-MV}{\ddot{\omega}} = \frac{(7\,245 \text{ kg}\cdot\text{m}) - (1\,746,71 \text{ kg}\cdot\text{m})}{7\,050 \text{ kg}} = 0,77$$

$$e = \frac{B}{2} - \dot{X} = \frac{2}{2} - 0,77 = 0,23$$

$$q_{\max} = \frac{\ddot{\omega}}{BL} * \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \leq 18 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\max} = \frac{7\,050 \text{ kg}}{(2 \text{ mts})(1 \text{ mts})} * \left(1 + \frac{6(0,23)}{(2 \text{ mts})(1 \text{ mts})}\right) \leq 18 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\max} = 5,96 \text{ ton} \leq 18 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \quad \Rightarrow \text{ok}$$

$$q_{\min} = \frac{\ddot{\omega}}{BL} * \left(1 - \frac{6e}{B}\right) \geq 0$$

$$q_{\min} = \frac{7\,050 \text{ kg}}{(2 \text{ mts})(1 \text{ mts})} * \left(1 - \frac{6(0,23)}{(2 \text{ mts})(1 \text{ mts})}\right) \geq 0$$

$$q_{\min} = 1,09 \text{ ton} \geq 0 \quad \Rightarrow \text{ok}$$

Donde:

q _{max}	=	presión máxima
q _{min}	=	presión mínima
B	=	base del muro (m)
L	=	longitud metro lineal (m)
W	=	peso total del muro
e	=	excentricidad (m)
\dot{X}	=	centroide de la estructura

Se concluye que la propuesta de las dimensiones del muro de la figura 4. son correctas ya que resisten las cargas a las que estarán sujeto.

3.10.5. Volumen y diseño estructural del tanque de distribución

El tanque de distribución es una estructural importante ya que almacena toda el agua proveniente de la captación del nacimiento para proceder a conducirla hacia las viviendas.

De acuerdo a lo establecido por INFOM cuando no se tienen datos de la demanda real de la comunidad, el volumen del tanque de distribución para un sistema de gravedad resulta de un 25 % a 40 % de caudal máximo diario.

Volumen del tanque

$$V = Q_{md} * 86\,400 * 25\%$$

$$V = \frac{0,99 * 86\,400 * 0,25}{1,000} = 21,38 \text{ m}^3 \approx 21,00 \text{ m}^3$$

Cumpliendo con la relación de largo-ancho 2:1

$$21\text{m}^3 = 2 (2A) A$$

$$21\text{m}^3 = 4A^2$$

$$\text{Ancho} = 2,30 \text{ mts}$$

$$\text{Largo} = 4,6 \text{ mts}$$

Dimensiones propuestas para el tanque

$$\text{Altura} = 2 \text{ metros}$$

$$\text{Ancho} = 2,30 \text{ metros}$$

$$\text{Largo} = 4,60 \text{ metros}$$

Datos para el diseño

$$\text{Peso específico de concreto ciclópeo} = 2\,500 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso específico del agua} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso específico del suelo (asumido)} = 1\,800 \text{ kg/m}^3$$

Peso específico del concreto	= 2 400 kg/m ³
Esfuerzo de fluencia del acero	= 2 810 kg/cm ²
Resistencia a la compresión del concreto	= 210 kg/cm ²
Valor soporte del suelo (asumido)	= 18 ton/m ²
Angulo de fricción interna (asumido)	= 26°

Diseño de losa superior del tanque

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{2,30*2+4,60*2}{180} = 0,07 \text{ metros}$$

Se tomó un espesor de 10 cm ya que el código de ACI 318-08, el mínimo es de 9 cm.

$$m = \frac{2,30}{4,60} = 0,5 = 0,5$$

Como la relación de él lado corto con el lado largo es igual 0,5 según el código de ACI 318-08 establece que se diseña en dos sentidos, para una losa discontinua de los 4 lados, se toma el caso 1.

- Integración de cargas muertas:

CM= peso propio de la losa + acabados

$$CM= (2\ 400 \text{ kg/m}^3 * 0,10 \text{ mts} * 1 \text{ mts}) + (100 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ mts})$$

$$CM= 340 \text{ kg/m}$$

- Integración de cargas viva:

$$CV= 100 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ mts} = 100 \text{ kg/m}$$

- Carga última total:

$$CU = 1,2CM + 1,6CV$$

$$CU = (1,2 \cdot 340 \text{ kg/m}) + (1,6 \cdot 100 \text{ kg/m})$$

$$CU = 568 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de momentos

$$Ma(+) = (Ca(+)) \cdot CM \cdot a^2 + (Ca(+)) \cdot CV \cdot a^2$$

$$Ma(+) = (0,095 \cdot 408 \cdot 2,30^2) + (0,095 \cdot 100 \cdot 2,30^2) = 255,29 \text{ kg-m}$$

$$Mb(+) = (Cb(+)) \cdot CM \cdot b^2 + (Cb(+)) \cdot CV \cdot b^2$$

$$Mb(+) = (0,006 \cdot 408 \cdot 4,6^2) + (0,006 \cdot 100 \cdot 4,6^2) = 64,49 \text{ kg-m}$$

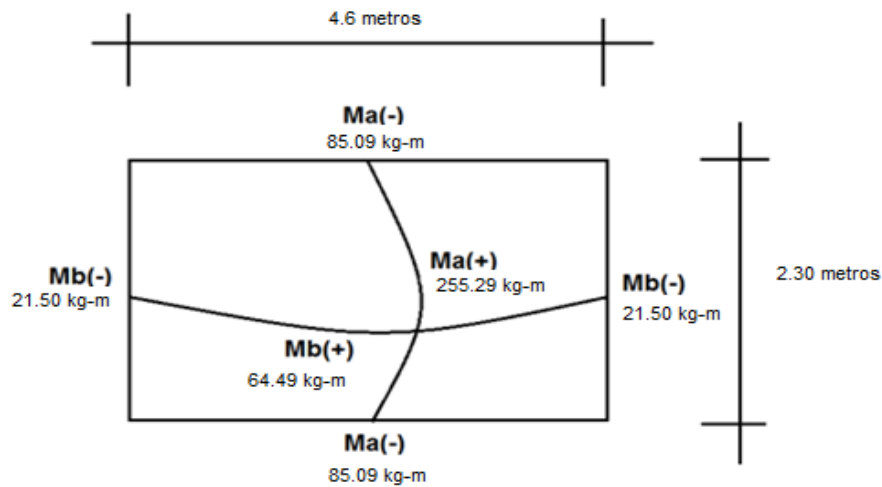
$$Ma(-) = 1/3(Ma(+))$$

$$Ma(-) = 1/3 \cdot 255,29 = 85,09 \text{ kg-m}$$

$$Mb(-) = 1/3(Mb(+))$$

$$Mb(-) = 1/3 \cdot 64,49 = 21,50 \text{ kg-m}$$

Figura 7. Diagrama de momentos de losa de tanque distribución



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

- Cálculo de refuerzo de acero:
Se utilizara varillas Núm.3 con un recubrimiento de 2,5 cms
- Cálculo de Peralte (d)

$$d = t - r - \varnothing / 2$$

$$d = 10 - 2,5 - (0,95/2) = 7,02 \text{ cms}$$
- Área de acero mínimo

$$A_{smin} = 0,4 * (14,1/f_y) * b * d$$

Donde:

- \varnothing = diámetro de varilla
- F_y = esfuerzo de fluencia del acero
- d = peralte
- b = franja de 1 metro

$$A_{smin} = 0,4 * (14,1/2 * 810) * 100 * 7,02 = 1,40 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento máximo de varillas

$$S_{max} = 2 * t = 2 * 10 \text{ cms} = 20 \text{ cms}$$

- Cálculo de espaciamento con varilla Núm.3 G40 propuesta

$$S = \frac{100 \text{ cms} * 0,71 \text{ cm}^2}{1,40 \text{ cm}^2} = 50,71 \text{ cms}$$

Como $S > S_{max}$; entonces se usara S_{max}

- Cálculo de la nueva área de acero con el S_{max}

$$A_s = \frac{100 \text{ cms} * 0,71 \text{ cm}^2}{20 \text{ cms}} = 3,55 \text{ cms}$$

- Cálculo del momento resistente con el área de acero mínimo

$$M_{resistente} = \phi * A_{smin} * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f_c * b} \right)$$

$$M_{resistente} = 0,9 * 3,55 * 2810 * \left(7,02 - \frac{3,55 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) = 605,16 \text{ kg-m}$$

El momento resistente del área de acero mínimo es mayor a lo momentos actuantes en la losa, por lo tanto la losa tendrá varillas núm.3 con un espaciamento de 20 cms en ambos sentidos. Los detalles del armado se pueden observar en el apéndice.

- Diseño de losa inferior del tanque de distribución

Se propone un espesor de losa 0,30 mts que deberá cumplir el acero mínimo por temperatura y debido a que estará en contacto con el agua tendrá un mínimo de recubrimiento de 0,075 mts.

$$A_{temp} = 0,002 * t$$

Donde:

A_{temp} = área de acero por temperatura

t = espesor de losa

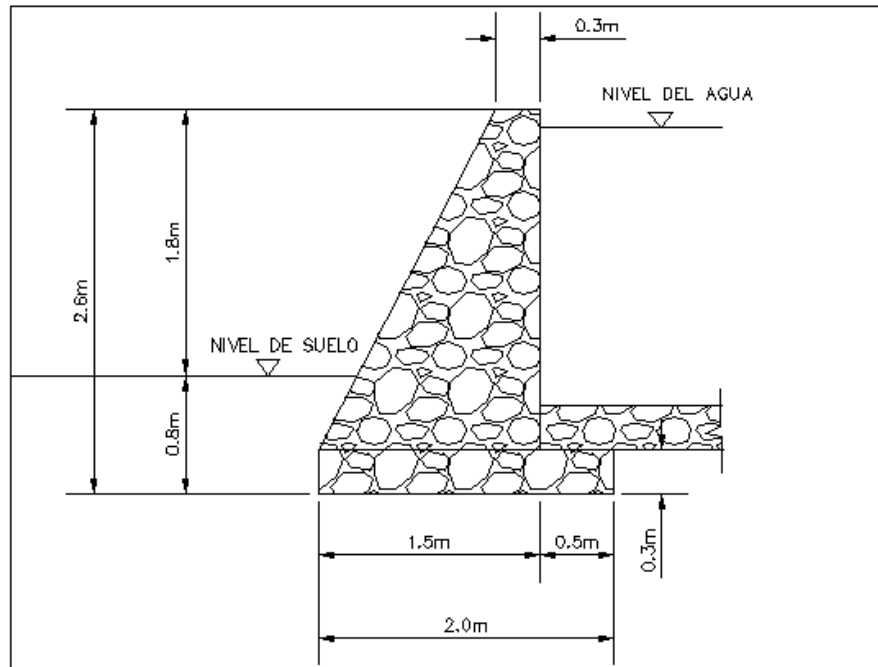
$$A_{temp} = 0,002 * 30 * 100 = 6\text{cm}^2$$

Se utilizará varilla núm.3 con espaciamiento de 0,15 mts

- Diseño del muro del tanque de distribución

El tanque de distribución será semienterrado con muros de concreto ciclópeo lo cual se diseñarán como muros de gravedad.

Figura 8. Esquema del muro de distribución



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Chequeos

- Chequeo por volteo

Encontrando momento por volteo M_v

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

$$\text{Brazo} = h/3 = 2/3 + 0,60 = 1,27 \text{ mts}$$

$$M_v = 2\,000\text{kg} * 1,27 \text{ mts} = 2\,540 \text{ kg-m}$$

Encontrando momento resultante por el peso de la estructura M_R

Tabla XVI. Datos principales del muro distribución

FIGURA	$\check{\omega}$	\check{X}	$M=\check{\omega}*\check{X}$
1	1 725 kg	1,35	2 328,75
2	1 500 kg	1,00	1 500,00
3	3 450 kg	0,80	2 760,00
4	375 kg	1,75	656,25
	$\Sigma\check{\omega}= 7\ 050\ \text{kg}$		$\Sigma\check{\omega}*\check{X}= 7245.00\ \text{kg-m}$

Fuente: elaboración propia.

$$FS = \frac{MR}{MV} \geq 1,5$$

$$FS = \frac{7\ 245\ \text{kg-m}}{2\ 540\ \text{kg-m}} \geq 1,5$$

$$FS = 2,85 \geq 1,5 \quad \Rightarrow \quad \text{ok}$$

- Deslizamiento

$$FS = \frac{F_t}{P_{ah}} \geq 1,5$$

$$F_f = (0,90)*(g^\theta)*(\check{\omega}_{\text{tot}})$$

$$F_f = (0,90)*(\tan 26)*(7\ 050\ \text{kg})$$

$$F_f = 3\ 094,66$$

$$FS = \frac{3\ 094.66}{2\ 000\ \text{kg}} \geq 1,5$$

$$FS = 1,54 \geq 1,5 \quad \Rightarrow \quad \text{ok}$$

- Capacidad soporte del suelo

$$\dot{X} = \frac{MR-MV}{\dot{\omega}} = \frac{(7\,245 \text{ kg}\cdot\text{m}) - (2\,540 \text{ kg}\cdot\text{m})}{7\,050 \text{ kg}} = 0,67$$

$$e = \frac{B}{2} - \dot{X} = \frac{2}{2} - 0,67 = 0,33$$

$$q_{\max} = \frac{\dot{\omega}}{BL} * \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \leq 18 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\max} = \frac{7\,050 \text{ kg}}{(2 \text{ mts})(1 \text{ mts})} * \left(1 + \frac{6(0,33)}{(2 \text{ mts})(1 \text{ mts})}\right) \leq 18 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\max} = 7,04 \leq 18 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{ok}$$

$$q_{\min} = \frac{\dot{\omega}}{BL} * \left(1 - \frac{6e}{B}\right) \geq 0$$

$$q_{\min} = \frac{7\,050 \text{ kg}}{(2 \text{ mts})(1 \text{ mts})} * \left(1 - \frac{6(0,33)}{(2 \text{ mts})(1 \text{ mts})}\right) \geq 0$$

$$q_{\min} = 35,25 \geq 0 \quad \Rightarrow \quad \text{ok}$$

Donde:

q_{\max}	=	presión máxima
q_{\min}	=	presión mínima
B	=	base del muro (m)
L	=	longitud metro lineal (m)
W	=	peso total del muro
e	=	excentricidad (m)
\dot{X}	=	centroide de la estructura

Se concluye que la propuesta de las dimensiones del muro de la figura 6. Son correctas ya que resisten las cargas a las que estarán sujeto.

3.10.6. Diseño de la red de distribución

El línea de distribución comprende de tuberías proveniente del tanque de distribución hacia las conexiones domiciliarias la cual transporta el caudal necesario para satisfacer la demanda actual y a futuro de la comunidad, se efectuará por medio de ramales abiertos debido a la ubicación de las casas en el caserío. Para efectuar el diseño se tomarán en cuenta ciertos criterios mostrados en el numeral 3.10.2. sobre las presiones y numeral 3.10.2.3 que establece la velocidad mínima y máxima del flujo.

Para el diseño se necesita conocer el caudal unitario por vivienda, el cual se obtiene de la de la siguiente forma.

$$Q_v = \frac{Q_{HM}}{\# \text{ de viviendas}}$$

Donde:

Q_v = caudal de vivienda

Q_{HM} = caudal de hora máxima

$$Q_v = \frac{1,18 \text{ lts/seg}}{74} = 0,015 \text{ lts/seg}$$

A continuación se muestra el cálculo del ramal 1 de la Est-126 a Est-135 con una distancia de 359,2 metros.

Datos para diseño

Caudal = 1,18 lts/seg

Cota Est-126 = 997,08 mts

Cota Est-135 = 966,53 mts

Longitud = 359,20 mts

- Pérdida de carga disponible:
 $H = 997,08 - 966,53 = 30,55$ metros
- Cálculo diámetro teórico
De la ecuación de Hazen y Williams se despeja el diámetro

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

Al sustituir valores se tiene:

$$\varnothing = \left(\frac{1\,743,811 * 359,20 * 1,05 * 1,18^{1,85}}{150^{1,85} * 30,55} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 1,23 \text{ pulgadas}$$

Al obtener el resultado se aproxima a un valor superior e inferior del diámetro comercial. Teniendo estos valores se calcula la pérdida de carga y se establece el diámetro que mejor se adecue al diseño hidráulico del tramo, para este caso se utilizará un diámetro comercial de 2 pulgadas SDR 26 con una presión de trabajo de 160 psi (112 mca.) debido a que esta genera menos pérdidas que la de el diámetro de 1,5 pulgadas.

- Pérdida de carga con el diámetro seleccionado
De la ecuación de Hazen y Williams se tiene

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

Al sustituir se obtiene:

$$H_f = \frac{1\,743,811 \cdot 359,20 \cdot 1,05 \cdot 1,18^{1,85}}{150^{1,85} \cdot 2,193^{4,87}} = 1,75 \text{ metros.}$$

- Cota piezométrica

El cálculo de la cota piezométrica resulta de restar la pérdida de carga de ese tramo con la cota piezométrica anterior correspondiente al tramo de Est-126 a Est-135

$$\text{Cota piezométrica} = 997,08 - 1,75 = 995,33 \text{ metros.}$$

- Presión hidrodinámica

La presión hidrodinámica resulta de restar la cota piezométrica con la cota última del tramo

$$\text{Presión hidrodinámica} = 995,33 - 966,53 = 28,80 \text{ mca.}$$

- Presión estática

La presión estática resulta de la diferencia que existe entre las dos estaciones que se están diseñando

$$\text{Presión estática} = 997,08 - 966,53 = 30,55 \text{ mca.}$$

- Cálculo de velocidad

$$Q = V \times A$$

Donde:

Q= caudal en m³/seg

V= velocidad en mts/ seg

A= área transversal de tubo en m²

Despejando la velocidad de la ecuación se tiene:

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

Al sustituir valores se obtiene que la velocidad es:

$$V = \frac{4x(1,18/1\ 000)}{\pi x 0,055^2} = 0,48 \text{ mts/seg}$$

Este procedimiento es repetitivo para todos los tramos del ramal 1 y ramal 2, a continuación se muestra la tabla XVII resumen del diseño hidráulico de los dos ramales.

3.10.7. Sistema de desinfección

Como parte del diseño de un sistema de agua potable es garantizar el caudal requerido a todas las viviendas de la comunidad así como también la calidad del agua. Basándose en Norma Coguanor 29001 sobre la calidad del agua se definió un sistema de desinfección a base de cloro o compuestos clorados y así liberar se cualquier tipo de bacteria que afecte la salud del consumidor. Como parte de la desinfección se utilizará un hipoclorador automático PPG para tabletas de hipoclorito de calcio, con un 65 % de cloro disponible para ello se necesita calcular el flujo de cloro disponible para después compararla dentro de una tabla así conocer la cantidad de pastillas a administrar.

Tabla XVII. **Modelos de hipoclorador automático PPG**

HIPOCLORADORES		
Modelo	Flujo de cloro g/hora	Capacidad de tabletas
3015	20-200	22
3075	90-900	113
3150	450-5400	227
3550	1400-11000	833

Fuente: elaboración propia

- Determinación del flujo de cloro

$$F_c = Q * D_c * 0,06$$

Donde:

F_c = flujo de cloro (1,33 lts/seg = 79,8 lts/min)

Q = caudal a clorar

D_c = demanda de cloro en partes por millón (por ser un manantial que provee agua clara, se estima una demanda de cloro de 2 ppm)

Entonces:

$$F_c = 79,8 * 2 * 0,06 = 9,576 \text{ gr/hora}$$

Luego de conocer el resultado del flujo de cloro se compara con la tabla XX para escoger el modelo a utilizar de hipoclorador, se utilizará el modelo 31015 con 22 tabletas de capacidad.

- Dosificación del hipoclorador

El flujo de cloro del hipoclorador es de 9,576 gr/hora, para conocer la cantidad de tabletas a utilizar por mes es:

$$\frac{9,76 \text{ gr}}{\text{horas}} * \frac{24 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{31 \text{ día}}{\text{mes}} = 7261,44 \text{ g/mes}$$

1 tableta = 300 gramos

$$\frac{7261,44 \text{ gr}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ tableta}}{300 \text{ gr}} = 24,20 \text{ tabletas/mes} \approx 25 \text{ tabletas/mes}$$

El número de tabletas a utilizar en el mes en el hipoclorador es de 25 tabletas de hipoclorito de calcio.

3.11. Obras hidráulicos

A continuación se detallan los procedimientos para las obras hidráulicas.

3.11.1. Caja rompedor

Este tipo de obras sirve para aliviar la presión interna de la tubería proveniente desde el punto más alto del tramo hasta donde se encuentra con la caja rompe presión, evitando que las tuberías se dañen. La caja rompe presión se coloca en la línea de conducción en tramos donde el desnivel del terreno es muy fuerte y la presión estática sobre pasa el 80 % de la presión de trabajo de la tubería se utilizará. En el proyecto se colocara una caja rompe presión en la estación 20 y elevación 1126,12 metros.

3.11.2. Pasos de zanjón, recubrimientos y anclajes

En ciertos tramos de la línea de conducción existen lugares donde se dificulta el paso de la tubería, si la depresión no es muy grande y se puede salvar mediante el denominado paso de zanjón, que son estructuras de columnas cortas con tubería de hg. En lugares donde la tubería no se pueda enterrar se deberá de recubrir con una proporción 1:3. En el proyecto la mayoría de pasos de zanjón son debido a que se debe de atravesar un río o quebrada los cuales son de Est-8 a Est-11, Est-15 a Est-18, Est-36 a Est-38, Est-39 a Est-41, Est-42 a Est-44, Est-46 a Est-48, Est-55 a Est-59, Est-63 a Est-65 y Est-79 a Est-80.

3.11.3. Pasos aéreos

Al igual que los pasos de zanjón su función es salvar a las tuberías sobre la depresión del terreno o atravesar un río, estas son estructuras donde la tubería de hg es sostenida por tirantes, sujeta a columnas y embebidos al suelo por medio de anclajes, debido a que este tipo de estructuras su costo es más elevado y de acuerdo a las características de la topografía en la línea de conducción no se utilizarán.

3.11.4. Conexión predial

El objetivo principal es conectar de la línea de tubería de distribución a una conexión domiciliar la cual dotará de agua según lo establecido en el diseño por medio de tuberías y accesorios. Esta tipo de obra hidráulica contará con:

- Contador

- Tubería PVC de 1/2"
- Tee reductora a 1/2"
- Llave de compuerta de 1/2"
- Llave de paso 1/2"
- Dos cajas para el contador y llave de paso

3.12. Presupuesto

Tabla XVIII. Resumen general del presupuesto

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EL CASERIO LOS RANCHOS, QUESADA, JUTIAPA					
Núm.	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO X UNIDAD	COSTO TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	6 258,66	METROS	Q 2,22	Q 13,910,40
2	TANQUE DE CAPTACIÓN	25,00	M3	2 461,16	Q 61 529,04
3	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	4 075,47	METROS	Q 65,67	Q 267 646,22
4	CAJA ROMPEPRESIÓN	1,00	UNIDAD	3 797,87	Q 3 797,87
5	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	21,00	M3	2 473,57	Q 51 944,96
6	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	2 133,19	METROS	Q 56,74	Q 123 882,22
7	CONEXIÓN DOMICILIAR	74,	UNIDAD	Q 803,41	Q 59 451,97
8	HIPOCLORADOR AUTOMÁTICO	1,00	UNIDAD	5 430,60	Q 5 430,60
	TOTAL DEL SISTEMA				Q 587 593,28

Fuente: elaboración propia.

3.13. Operación y mantenimiento

Para que un sistema de agua potable tenga un buen funcionamiento y larga vida útil es importante la supervisión del mismo por lo tanto, se deberá de contratar a un fontanero que inspeccione las tuberías, posible fugas así como

también la limpieza de la caja rompedora y de los tanques de almacenamiento y distribución.

La persona encargada del sistema de agua potable verificará que todas las casas tengan la misma dotación, debido a que el trabajo del fontanero es diario se deberá renumerar con un salario o jornal, en caso la comunidad no tenga la disponibilidad económica para pagarle, la responsabilidad quedará a cargo del Cocode del lugar o de la municipalidad del funcionamiento del sistema de agua potable.

En muchas comunidades del país se crea un comité de agua que lo representan personas capaces de administrar el dinero para el funcionamiento del sistema, velan por el mantenimiento y dan soluciones en caso se escasee el agua.

3.14. Propuesta de tarifa

Para que el proyecto de sistema de agua potable tenga la vida útil determinada se necesita tener un financiamiento para su mantenimiento y así cubrir gasto por cualquier imprevisto que se presente para el funcionamiento, lo cual la comunidad deberá de aportar mensualmente para que se tenga una dotación segura dentro de cada vivienda, algunos de estos gastos son

- Gastos por operación

Para la operación se importante la contratación de un fontanero para que se haga responsable de la buena operación del sistema, su trabajo consistirá por lo menos tres días a la semana, con un salario de Q.150,00 por día,

contratando por servicios personal lo tanto, no aplica a prestaciones laborales y con un salario mensual de Q. 1 800,00

- Gasto por mantenimiento

Este tipo de gasto importante porque se considera que en cualquier momento se genera un desperfecto en el sistema lo cual se debe de contar con el recurso económico para solucionarlo rápidamente.

$$Q_{mm} = (0,0075 * CTP)/12$$

Donde:

Q_{mm} = gasto por mantenimiento mensual

CTP = costo total del proyecto

Sustituyendo valores:

$$Q_{mm} = (0,0075 * Q.587 593,28)/12$$

$$Q_{mm} = Q. 367,25$$

- Gasto por tratamiento

Este consiste en darle un tratamiento al agua con pastillas de hipoclorito de calcio para que sea potable al consumo humano.

$$Q_{Tm} = (Q_{dm} * 86 400 * 30 * D_c * Ch * 4)$$

Donde:

Qdm = caudal máximo horario

Dc = demanda de cloro

Ch = costo de hipoclorito de calcio

Sustituyendo valores:

$$QTm = (1,18 * 86400 * 30 * 0,002 * (2175/100) * (4/1000))$$

$$QTm = Q.532,18/ \text{mes}$$

- Gasto por administración

Estos gastos sirven para cualquier imprevisto que se presente y para suministros de oficina como papelería, sellos, viáticos, entre otros. Se tomara el 15 % del total de los gastos anteriormente descritos

$$Qa = 0,15 * (Qo + Qmm + QTm)$$

Donde:

Qo = gastos por operación

Qmm = gastos por mantenimiento

QTm = gastos por tratamiento

Sustituyendo valores:

$$Qa = 0,15 * (1800 + 367,25 + 532,18)$$

$$Qa = Q. 404,91$$

- Tarifa propuesta

Tabla XIX. **Propuesta de tarifa**

Gastos por operación	Q1,800.00
Gastos por mantenimiento	Q367.25
Gastos por tratamiento	Q532.18
Gastos de administracion	Q404.91
TOTAL	Q3,104.34
Tarifa minima por casa	Q42.00

Fuente: elaboración propia.

Debido a que la tarifa no excede el jornal por día de la comunidad, la municipalidad no tendrá que absorber algún gasto para aliviar aporte mensual por vivienda para el servicio de agua potable.

3.15. Estudio impacto ambiental (EIA)

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) clasifica por categorías el impacto ambiental que genera cualquier actividad, las categorías que tienen el MARN son:

- Categoría C1: actividades de bajo impacto ambiental
- Categoría B2: actividades de bajo a moderado impacto ambiental
- Categoría B1: actividades de moderado a alto impacto ambiental
- Categoría A: actividades de alto impacto ambiental

De acuerdo al listado taxativo de la sección E de suministro de agua, evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación que el MARN presenta como actividades ambientales se determinado, que el alcantarillado sanitario está en la categoría B1 que corresponde a las

actividades de moderado a alto impacto ambiental debido a que esta categoría comprende en cualquier diseño, construcción y operación de proyectos para la captación, tratamiento y distribución de agua para la atención de necesidades domésticas e industriales.

3.15.1. Impactos negativos potenciales sobre recursos hídricos

Debido a que es un sistema de abastecimiento de agua potable se pretende captar el agua del nacimiento mas no contaminarla debido a que se le dará un tratamiento de desinfección para la dotación de la comunidad y en la estructura que servirá como captación se diseñará de tal forma que se tenga un rebalse del mismo para que el agua que no se utilice, siga el curso normal de la quebrada para no modificar el entorno del medio ambiente del cerro La Fortuna ya que este nacimiento es una de las principales fuentes del mismo. Debido a este análisis no se tendrán impactos negativos.

3.15.2. Impactos negativos potenciales sobre recursos atmosféricos y medios sonoros

Debido a que no es una actividad de carácter permanente no se tendrán impactos negativos atmosféricos y medios sonoros, aunque en la etapa de construcción será temporal de acuerdo a las diferentes actividades como la excavación y relleno para la colocación de tuberías del sistema de agua potable.

3.15.3. Impactos negativos potenciales sobre el recurso del suelo

El proyecto está contemplado de tal forma que no se modifique ningún área en todo el trayecto de la tubería de la línea de conducción para evitar la tala de árboles del cerro La Fortuna, ni la modificación de áreas verdes en la línea de distribución teniendo en cuenta estos aspectos no se tendrán impactos negativos potenciales sobre el recurso del suelo.

3.15.4. Impactos negativos potenciales sobre el medio socioeconómico y cultural

De acuerdo a las características del proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable no se tendrán impactos negativos potenciales debido a que este proyecto lo que trata es proporcionar el desarrollo a la comunidad por medio de los servicios básicos que son necesarios en cualquier lugar.

3.16. Cronograma físico-financiero

En la tabla XX se detalla el cronograma físico-financiero.

Tabla XX. Cronograma físico-financiero

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICO-FINANCIERO								
ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	SUB-TOTAL	%
1 REPLANTEO TOPOGRÁFICO	Q 2 318,40	Q 2 318,40	Q 2 318,40	Q 2 318,40	Q 2 318,40	Q 2 318,40	Q 13 910,40	2
2 TANQUE DE CAPTACIÓN	Q 30 764,52	Q 30 764,52					Q 61 529,04	10
3 LINEA DE CONDUCCIÓN		Q 89 215,41	Q 89 215,41	Q 89 15,41			Q 267 646,22	46
4 CAJA ROMPEPRESIÓN		Q 3 797,87					Q 3 797,87	1
5 TANQUE DE DISTRIBUCIÓN				Q 25 972,48	Q 25 972,48		Q 51 944,96	9
6 LINEA DE DISTRIBUCIÓN					Q 61 941,11	Q 61,941.11	Q 123 882,22	21
7 CONEXIÓN DOMICILIAR						Q 59,451.97	Q 59 451,97	10
8 HIPOCLORADOR AUTOMÁTICO				Q 5 430,60			Q 5 430,60	1
% por mes	10,6	10,04	10,04	26,74	25,93	16,69	Q 587 593,28	100
Q por mes	Q 33 082,92	Q 126 096,20	Q 91 533,81	Q 122 936,89	Q 90 231,99	Q 123 711,48		
Q acumulada	Q 33 082,92	Q 159 179,12	Q 250 712,93	Q 373 649,81	Q 463 881,80	Q 587 593,28		
% acumulado	10,56	20,60	30,64	57,38	83,31	100,00		

QUINIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS NOVENTA Y TRES QUETZALES CON VENTIOCHO CENTAVOS

Fuente: elaboración propia.

2.17. Evaluación socioeconómica

2.17.1. Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El valor presente neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: MAXIMIZAR la inversión. El valor presente neto permite determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al monto del valor presente neto. Si es negativo quiere decir que la firma reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

Las ecuaciones del VPN son:

$$P = F \left[\frac{1}{(1 - i)^n - 1} \right]$$

$$P = A \left[\frac{(1 - i)^n - 1}{i(1 - i)^n} \right]$$

Donde:

P= valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente.

F= valor de pago único al final del período de la operación, o valor de pago futuro.

A= valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso o egreso.

I= tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de utilidad por la inversión a una solución.

n= período de tiempo que pretende la duración de la operación.

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto: Q. 587 593,28

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

$$\text{VPN} = 0 - 587 593,28$$

$$\text{VPN} = - Q 587 593,28$$

Como el sistema de agua potable para el caserío Los Ranchos es un proyecto de carácter social no va a generar ningún tipo de ingresos más que la cuota mensual de la comunidad para el mantenimiento del mismo por ello el resultado del VPN es menor a cero.

2.17.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) es una tasa de rendimiento utilizada en el presupuesto de capital para medir y comparar la rentabilidad de las inversiones. También se conoce como la tasa de flujo de efectivo descontado de retorno. En el contexto de ahorro y préstamos a la TIR también se le conoce como la tasa de interés efectiva.

La tasa interna de retorno puede calcularse mediante las ecuaciones siguientes:

$$(P-L) * (R/P, i\%, n) + L*i + D = I$$

Donde:

- P = inversión inicial
- L = valor de rescate
- D= serie uniforme de todos los costos
- I = ingresos anuales

Valor presente de costos = valor presente de ingresos

Costo anual = Ingreso anual

Según la ecuación descrita para calcular tasa Interna de retorno se deben de tener datos del proyecto como los ingresos anuales y como el sistema de agua potable para el caserío Los Ranchos es un proyecto de carácter social no se tienen ingresos anuales por lo tanto, no se puede calcular la TIR.

CONCLUSIONES

1. El costo total del proyecto de alcantarillado sanitario para el caserío Los Ranchos es de Q983 446,61 teniendo en cuenta que el metro lineal para los sistemas que tienen un tratamiento primario y secundario es de aproximadamente Q. 700,00 y el metro lineal del sistema restante que se conecta hacia una red existente es de aproximadamente Q.580,00
2. La selección de tubería a utilizar para el colector principal de sistema de alcantarillado se basó en las características de la tubería y en el costo de la misma, teniendo en cuenta estos aspectos se hizo comparación con la tubería bajo la Norma ASTM D3034 y la ASTM F949. Se eligió la tubería bajo la Norma ASTM F949 debido a su bajo costo en comparación a la tubería bajo la Norma ASTM D3034 y por las características que facilitan el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado al igual que el ahorro de otros renglones como excavación por su buen comportamiento de la carga dinámica y estática que se produce encima de ella.
3. El costo total del proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Los Ranchos es de Q.587 593,28, el metro lineal para esta comunidad es de aproximadamente Q. 94,00, este proyecto será de gran beneficio por la importancia del mismo ya que cumplirá con el dotar el vital líquido y así producir un desarrollo dentro de la comunidad brindado uno de los servicios básicos para una población.

4. Debido a la topografía del terreno para el sistema de abastecimiento de agua potable no es necesario utilizar un equipo de bombeo ya que la cota piezométrica que llega hacia el tanque de distribución es favorable y esto genera que el caudal previsto para las viviendas llegue sin ningún problema además de cumplir siempre con la presiones mínimas y máximas que establece INFOM.
5. Según el estudio realizado la propuesta de tarifa mensual que tienen que aportar cada vivienda de la comunidad para sistema de agua potable es favorable, ya que el valor no está arriba de un jornal y no es necesario que la municipalidad otorgue el subsidio para el funcionamiento y mantenimiento del proyecto aunque queda a discreción de la comuna realizarlo.
6. De acuerdo a las actividades que se deben de realizar en la etapa de construcción del proyecto y según el listado taxativo de proyectos que presenta el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales se le da la clasificación a los dos proyectos como B1 que son de alto a moderado impacto ambiental.
7. Se pretende que con el proyecto del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Los Ranchos se disminuya la contaminación en el lugar y a la quebrada aledaña debido a que se tendrá un buen manejo de aguas residuales.

RECOMENDACIONES

1. Implementar programas de capacitaciones para la población en general para hacer conciencia del buen uso del agua y evitar el mal uso del líquido para otras actividades que no sean de uso domiciliar en las viviendas.
2. Promover el cuidado y resguardo de la fuente de agua ubicada en cerro La fortuna con la implementación programas de reforestación periódica en toda el área de influencia del nacimiento y así facilitar la infiltración y aumentar el caudal en época de estiaje.
3. Revisar periódicamente una vez los pozos de visita por lo menos una vez al mes o cuando finaliza la época de estiaje para evitar cualquier tipo de obstrucción al paso de aguas residuales para prever un desperfecto en el sistema.
4. Realizar capacitaciones para concientizar a la comunidad sobre el cuidado y el buen uso del sistema de alcantarillado sanitario.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería,
Universidad de San Carlos de Guatemala. 2007. 170 p.
2. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniería sanitaria*
2. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería,
Universidad de San Carlos de Guatemala. 1989. 140 p.
3. HILARIO MARTÍNEZ, Abner Isboseth. *Diseño del sistema de
alcantarillado sanitario de la aldea El Tule, municipio de Quesada,
departamento de Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil,
Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
2012. 64 p.
4. INFOM. *Guía de normas para la disposición final de excretas y aguas
residuales en zonas rurales de Guatemala*, Guatemala: 2011.
5. ————. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas
rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*,
Guatemala: 2011.
6. LÓPEZ OGALDEZ, José Carlos. *Diseño del sistema de abastecimiento
de agua potable del caserío Segundo Centro Río Blanco y del
edificio modelo para auxiliatura municipal, municipio de Sacapulas,
departamento del Quiché*. Trabajo de graduación de Ing. Civil,

Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
2012. 310 p.

7. MARTÍNEZ JORDÁN, Oscar Rolando. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio El Centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio La Tejera, municipio de San Juan Ermita*, departamento de Chiquimula. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2011. 120 p.

8. MONTERROSO RODRÍGUEZ, Raúl Enrique. *Diseño de la carretera de las aldeas Llano Grande hacia EL Izote y sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Durazno, Casillas, Santa Rosa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2014. 223 p.

APÉNDICES

DATE	TIME	FROM	TO	AMOUNT	MONTH	TYPE	INTEREST	TOTAL	PAID	REMAINING	PERCENT	STATUS	
126--135	997.08	966.5	1.18	359.2	2	PVC	2.193	150	1.75	995.33	30.55	28.80	0.48
135--136	966.53	966.7	1.17	8.58	1.25	PVC	1.532	150	0.24	995.09	30.41	28.42	0.98
135--160	966.53	966.2	1.17	20.64	1.5	PVC	1.754	150	0.29	994.80	30.92	28.64	0.75
160--161	966.16	966.2	1.16	6.64	1.25	PVC	1.532	150	0.18	994.62	30.84	28.38	0.98
160--162	966.16	965.3	1.16	57.2	1.5	PVC	1.754	150	0.80	993.82	31.776	28.51	0.74
162--163	965.3	965	1.15	3.8	1.25	PVC	1.532	150	0.10	993.72	32.094	28.73	0.97
162--164	965.3	964.8	1.15	49	1.5	PVC	1.754	150	0.68	993.04	32.266	28.23	0.74
164--165	964.81	964.8	1.14	1.03	1.25	PVC	1.532	150	0.03	993.01	32.3	28.23	0.96
164--166	969.85	964.6	1.14	33.5	1.5	PVC	1.754	150	0.45	992.56	32.491	27.97	0.73
166--167	964.59	964.5	1.13	4.35	1.25	PVC	1.532	150	0.11	992.45	32.536	27.90	0.95
166--168	964.59	964.1	1.13	79.89	1.5	PVC	1.754	150	1.07	991.38	32.941	27.24	0.73
168--169	964.14	964.1	1.12	5.1	1.25	PVC	1.532	150	0.13	991.25	32.98	27.15	0.94
168--170	964.14	964.1	1.11	10.55	1.25	PVC	1.532	150	0.26	990.99	33.03	26.94	0.93
166--171	964.59	964.5	1.11	30.67	1.5	PVC	1.754	150	0.40	990.59	32.601	26.11	0.71
171--172	964.48	964.3	1.1	4.6	1.25	PVC	1.532	150	0.11	990.48	32.741	26.14	0.93
171--173	964.48	964.3	1.09	17.74	1.25	PVC	1.532	150	0.43	990.05	32.81	25.78	0.92
171--174	964.48	963.9	1.09	31.69	1.5	PVC	1.754	150	0.40	989.65	33.151	25.73	0.70
174--175	963.93	963.8	1.08	2.86	1.25	PVC	1.532	150	0.07	989.59	33.24	25.75	0.91
174--176	963.93	963.9	1.07	3.62	1.25	PVC	1.532	150	0.08	989.50	33.15	25.57	0.90
174--177	963.93	964	1.06	10.35	1.25	PVC	1.532	150	0.24	989.26	33.11	25.29	0.89
174--178	963.93	964.1	1.05	19.8	1.25	PVC	1.532	150	0.45	988.82	32.95	24.69	0.88
174--179	963.93	964	1.04	14.41	1.25	PVC	1.532	150	0.32	988.50	33.09	24.51	0.87
174--180	963.93	964	1.03	4.72	1.25	PVC	1.532	150	0.10	988.40	33.13	24.45	0.87
171--181	964.48	964.4	1.03	18.83	1.5	PVC	1.754	150	0.21	988.19	32.701	23.81	0.66
181--182	964.38	964.3	1.02	2.2	1.25	PVC	1.532	150	0.05	988.14	32.811	23.87	0.86
181--183	964.38	964.3	1.01	3.2	1.25	PVC	1.532	150	0.07	988.07	32.761	23.75	0.85
181--184	964.38	964.3	1	4.4	1.25	PVC	1.532	150	0.09	987.98	32.801	23.70	0.84
181--186	964.38	964.1	0.99	23.2	1.25	PVC	1.532	150	0.47	987.51	32.951	23.38	0.83
181--187	964.38	964.4	0.99	58.45	1.5	PVC	1.754	150	0.61	986.90	32.67	22.49	0.64
187--188	964.41	964.4	0.98	7.7	1.25	PVC	1.532	150	0.15	986.75	32.696	22.36	0.82
187--190	964.41	966.6	0.98	63.53	1.5	PVC	1.754	150	0.65	986.10	30.441	19.46	0.63
190--191	966.64	965.1	0.98	40.2	1.5	PVC	1.754	150	0.41	985.68	31.996	20.60	0.63
191--192	965.08	965.1	0.97	3.46	1.25	PVC	1.532	150	0.07	985.62	32.026	20.56	0.82
191--193	965.08	964.1	0.97	22.1	1.5	PVC	1.754	150	0.22	985.39	32.996	21.31	0.62
193--194	964.08	964.3	0.96	8.14	1.25	PVC	1.532	150	0.16	985.24	32.791	20.95	0.81
193--195	964.08	963.9	0.95	3.17	1.25	PVC	1.532	150	0.06	985.18	33.171	21.27	0.80
193--196	964.08	963.2	0.94	18.44	1.25	PVC	1.532	150	0.34	984.84	33.881	21.64	0.79
193--197	964.08	960.8	0.94	86.14	1.5	PVC	1.754	150	0.82	984.02	36.266	23.21	0.60
197--198	960.81	960.8	0.93	9.3	1.25	PVC	1.532	150	0.17	983.86	36.27	23.05	0.78
190--199	966.64	967.4	0.93	45.63	1.5	PVC	1.754	150	0.42	983.43	29.651	16.00	0.60
199-200	967.43	967.1	0.92	35.45	1.25	PVC	1.532	150	0.63	982.81	29.996	15.72	0.77
199-201	967.43	967.1	0.91	30.12	1.25	PVC	1.532	150	0.52	982.28	29.97	15.17	0.77
199-202	967.43	967.3	0.9	5.06	1.25	PVC	1.532	150	0.09	982.20	29.821	14.94	0.76
199--203	967.43	967.6	0.89	15.18	1.5	PVC	1.754	150	0.13	982.07	29.516	14.50	0.57
203--204	967.56	967.6	0.88	4	1.25	PVC	1.532	150	0.06	982.00	29.486	14.41	0.74
203--205	967.56	967.3	0.87	8.16	1.25	PVC	1.532	150	0.13	981.87	29.786	14.58	0.73
203--206	967.56	967.2	0.87	35.42	1.5	PVC	1.754	150	0.29	981.58	29.892	14.39	0.56
206--207	967.19	967.2	0.86	1.65	1.25	PVC	1.532	150	0.03	981.56	29.862	14.34	0.72
206--208	967.19	967.2	0.85	15.3	1.25	PVC	1.532	150	0.23	981.32	29.87	14.11	0.71
206--209	967.19	967.1	0.84	7.24	1.25	PVC	1.532	150	0.11	981.22	29.95	14.09	0.71
206--210	967.19	967.3	0.83	8.21	1.25	PVC	1.532	150	0.12	981.10	29.822	13.84	0.70
206--211	967.19	967.2	0.82	9	1.25	PVC	1.532	150	0.13	980.97	29.892	13.78	0.69
206--212	967.19	967.2	0.82	46.88	1.5	PVC	1.754	150	0.35	980.62	29.886	13.43	0.53
212--213	967.19	967.2	0.81	16.88	1.25	PVC	1.532	150	0.24	980.39	29.928	13.23	0.68
212--214	967.19	967.2	0.8	21.32	1.25	PVC	1.532	150	0.29	980.10	29.868	12.88	0.67
212--215	967.19	967.2	0.79	5.79	1.25	PVC	1.532	150	0.08	980.02	29.893	12.83	0.66
199--216	967.43	966.1	0.79	35.63	1.5	PVC	1.754	150	0.25	979.77	30.946	13.64	0.51
216--217	966.13	967	0.78	18	1.25	PVC	1.532	150	0.23	979.54	30.037	12.50	0.66
216--218	966.13	965.8	0.77	6.22	1.25	PVC	1.532	150	0.08	979.46	31.235	13.62	0.65
216--219	966.13	964.8	0.76	20.38	1.25	PVC	1.532	150	0.25	979.21	32.311	14.44	0.64
216--220	966.13	965.1	0.76	16.26	1.5	PVC	1.754	150	0.10	979.10	31.997	14.02	0.49
220--221	965.08	965.6	0.76	18.71	1.5	PVC	1.754	150	0.12	978.98	31.437	13.34	0.49
221--222	965.64	965.7	0.75	10.5	1.25	PVC	1.532	150	0.13	978.86	31.382	13.16	0.63
221--223	965.64	965.3	0.75	17.58	1.5	PVC	1.754	150	0.11	978.75	31.738	13.41	0.48
223--224	965.34	965.4	0.74	2.32	1.25	PVC	1.532	150	0.03	978.72	31.697	13.34	0.62
223--225	965.34	965.3	0.73	2.75	1.25	PVC	1.532	150	0.03	978.69	31.757	13.37	0.61
220--226	965.08	963.7	0.72	19.92	1.25	PVC	1.532	150	0.22	978.47	33.377	14.76	0.61
220--227	965.08	962.1	0.72	43.5	1.5	PVC	1.754	150	0.25	978.21	34.987	16.12	0.46
227--228	962.09	962.1	0.71	2.88	1.25	PVC	1.532	150	0.03	978.18	34.942	16.04	0.60
227--229	962.09	962.6	0.7	7.64	1.25	PVC	1.532	150	0.08	978.10	34.432	15.45	0.59
227--230	962.09	960.7	0.69	18.82	1.25	PVC	1.532	150	0.19	977.91	36.337	17.16	0.58
227--231	962.09	960.8	0.68	18.52	1.25	PVC	1.532	150	0.19	977.72	36.262	16.90	0.57
227--232	962.09	959.1	0.68	45.1	1.5	PVC	1.754	150	0.24	977.48	38	18.40	0.44
232--233	959.08	959.1	0.67	4.59	1.25	PVC	1.532	150	0.05	977.44	37.99	18.35	0.56
232--234	959.08	957.9	0.67	13.92	1.5	PVC	1.754	150	0.07	977.37	39.162	19.45	0.43
234--237	957.92	960.4	0.67	67.77	1.5	PVC	1.754	150	0.34	977.02	36.692	16.64	0.43
237--238	960.39	960.4	0.66	14.96	1.25	PVC	1.532	150	0.14	976.88	36.692	16.49	0.56
234--239	957.92	957.3	0.65	8.64	1.25	PVC	1.532	150	0.08	976.80	39.802	19.52	0.55
234--240	957.92	955.2	0.65	26	1.5	PVC	1.754	150	0.12	976.68	41.89	21.49	0.42
240--241	955.19	955.8	0.64	6.34	1.25	PVC	1.532	150	0.06	976.62	41.32	20.86	0.54
240--242	955.19	953.6	0.63	23.28	1.25	PVC	1.532	150	0.20	976.41	43.437	22.77	0.53
240--243	955.19	957	0.63	26.69	1.5	PVC	1.754	150	0.12	976.29	40.08	19.29	0.40
243--244	957	956.4	0.62	4.9	1.25	PVC	1.532	150	0.04	976.25	40.68	19.85	0.52
243--245	957	956.1	0.61	9	1.25	PVC	1.532	150	0.07	976.18	40.98	20.08	0.51

DISEÑO HIDRAULICO RAMAL 1
DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERIO LOS RANCHOS, QUESADA, JUTIAPA

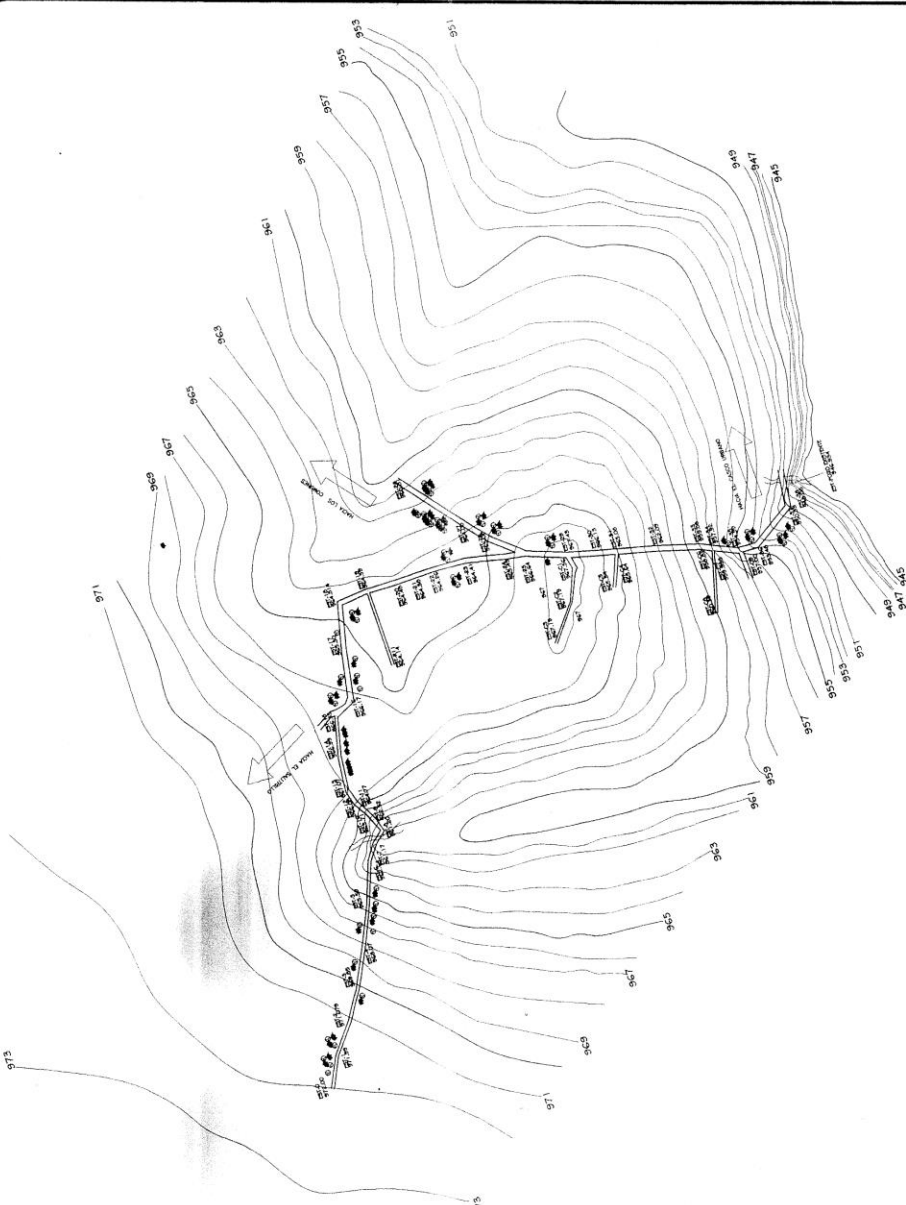
ÉST---P.O.	cota EST	cota P.O.	caudal (L/s)	longitud	Ø en pulg	tipo	Ø interno	C	Hf	cota piezométrica	presión estática	presión hidrodinámica	velocidad
126---135	997.08	966.5	1.18	359.2	2	PVC	2.193	150	1.75	995.33	30.55	28.89	0.93
135---136	966.53	966.7	1.17	8.58	1.25	PVC	1.532	150	0.24	995.09	30.41	28.42	0.98
135---145	966.53	962.6	1.17	172.87	1.5	PVC	1.754	150	2.46	992.63	34.44	29.99	0.75
145---146	962.64	963	1.16	2.98	1.25	PVC	1.532	150	0.08	992.55	34.06	29.53	0.98
145---148	962.64	968.1	1.16	87.05	1.5	PVC	1.754	150	1.22	991.33	29.01	23.26	0.74
148---149	968.07	968.2	1.15	1.8	1.25	PVC	1.532	150	0.05	991.28	28.89	23.09	0.97
149---150	968.19	969.9	1.15	40.56	1.5	PVC	1.754	150	0.56	990.72	27.23	20.87	0.74
150---151	969.85	969.9	1.14	2.59	1.25	PVC	1.532	150	0.07	990.66	27.19	20.77	0.96
150---153	969.85	970.2	1.13	10.57	1.25	PVC	1.532	150	0.27	990.38	26.86	20.16	0.95
150---155	969.85	970.6	1.12	22.8	1.25	PVC	1.532	150	0.58	989.80	26.45	19.17	0.94
150---154	969.85	970.7	1.11	32.344	1.25	PVC	1.532	150	0.81	989.00	26.4	18.32	0.93
150---152	969.85	971.1	1.11	44.17	1.5	PVC	1.754	150	0.57	988.43	26	17.35	0.71
152---156	971.08	971.1	1.1	2.88	1.25	PVC	1.532	150	0.07	988.36	25.98	17.26	0.93
152---158	971.08	972	1.1	74.03	1.5	PVC	1.754	150	0.94	987.42	25.08	15.42	0.71
158---159	972	972	1.09	0.62	1.25	PVC	1.532	150	0.01	987.40	25.08	15.40	0.92

DISEÑO HIDRÁULICO DE CAPTACIÓN A CAVA ROMPE PRESIÓN
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERIO LOS RANCHOS, QUESADA, JUTIAPA

EST--P.O.	cota EST	cota P.O.	Caudal lts/seg	longitud	Ø en pulg	tipo	Ø interno	C	Hf	cota piezométrica	presión hidrodinámica	velocidad
2-4	1201.5	1187.12	1.33	28.9	1.5	hg	1.754	100	2.37	1199.11	11.99	0.9
4-8	1187.1	1173.23	1.33	52.03	1.5	pvc	1.754	150	2.01	1197.10	23.87	0.9
8-11	1173.2	1159.78	1.33	58.81	1.5	hg	1.754	100	4.81	1192.29	32.51	0.9
11-15	1159.8	1143.71	1.33	71.8	1.5	pvc	1.754	150	2.78	1189.51	45.80	0.9
15-18	1143.7	1132.93	1.33	44.62	1.5	hg	1.754	100	3.65	1185.86	52.93	0.9
18-20	1132.9	1126.2	1.33	42.56	1.5	pvc	1.754	150	1.65	1184.21	58.01	0.9

DISEÑO HIDRAULICO DE CARRIA ROMPE PRESION A TANQUE DE DISTRIBUCION
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERIO LOS RANCHOS, QUESADA, JUTIAPA

EST---P.O.	cota EST	cota P.O.	Caudal lts/seg	longitud	Ø en pulg	tipo	Ø interno	C	Hf	cota piezometrica	presion hidrodinamica	velocidad
20--36	1126.1	1068.18	1.33	406.14	2	PVC	2.193	150	3.87	1122.25	54.07	0.5
36--38	1068.2	1075.7	1.33	34.78	2	HG	2.193	100	0.70	1121.55	45.85	0.5
38--39	1075.7	1070.92	1.33	17.42	2	pvc	2.193	150	0.17	1121.38	50.46	0.5
39--41	1070.9	1065.18	1.33	32.09	2	hg	2.193	100	0.65	1120.74	55.56	0.5
41--42	1065.2	1068.15	1.33	32.38	2	pvc	2.193	150	0.31	1120.43	52.28	0.5
42--44	1068.2	1067.52	1.33	38.1	2	hg	2.193	100	0.77	1119.66	52.14	0.5
44--46	1067.5	1060.24	1.33	45.25	2	pvc	2.193	150	0.43	1119.23	58.99	0.5
46--48	1060.2	1055.54	1.33	25.5	2	hg	2.193	100	0.51	1118.72	63.18	0.5
48--52	1055.5	1055.87	1.33	162.24	2	pvc	2.193	150	1.55	1117.17	61.30	0.5
52--55	1055.9	1048.62	1.33	109.62	2	pvc	2.193	150	1.04	1116.13	67.51	0.5
55--59	1048.6	1046.41	1.33	73.79	2	hg	2.193	100	1.49	1114.64	68.23	0.5
59--62	1046.4	1045.49	1.33	122.1	2	pvc	2.193	150	1.16	1113.48	67.99	0.5
62--63	1045.5	1043.73	1.33	5.65	1.5	pvc	1.676	150	0.22	1113.26	69.53	0.9
63--65	1043.7	1039.37	1.33	59.08	1.5	hg	1.676	100	4.84	1108.42	69.05	0.9
65--78	1039.4	1025.41	1.33	409.19	1.5	pvc	1.676	150	15.82	1092.60	67.19	0.9
78--80	1025.4	1028.06	1.33	62.5	1.5	hg	1.676	100	5.12	1087.48	59.42	0.9
80--95	1028.1	1011.17	1.33	445.19	1.5	pvc	1.676	150	17.21	1070.27	59.10	0.9
95--100	1011.2	1002.13	1.33	254.24	1.5	pvc	1.676	150	9.83	1060.44	58.31	0.9
100--105	1002.1	997.07	1.33	287.93	1.5	pvc	1.676	150	11.13	1049.31	52.24	0.9
105--110	997.07	986.08	1.33	304.94	1.5	pvc	1.676	150	11.79	1037.52	51.44	0.9
110--116	986.08	986.56	1.33	370.29	1.5	pvc	1.676	150	14.32	1023.20	36.64	0.9
110--126	986.56	997.09	1.33	478.33	1.5	pvc	1.676	150	18.49	1004.71	7.62	0.9



ESTACION	ALTA	DEBIDA	ANALIZADA
1	973	965	127.960
2	973	965	127.960
3	973	965	127.960
4	973	965	127.960
5	973	965	127.960
6	973	965	127.960
7	973	965	127.960
8	973	965	127.960
9	973	965	127.960
10	973	965	127.960
11	973	965	127.960
12	973	965	127.960
13	973	965	127.960
14	973	965	127.960
15	973	965	127.960
16	973	965	127.960
17	973	965	127.960
18	973	965	127.960
19	973	965	127.960
20	973	965	127.960
21	973	965	127.960
22	973	965	127.960
23	973	965	127.960
24	973	965	127.960
25	973	965	127.960
26	973	965	127.960
27	973	965	127.960
28	973	965	127.960
29	973	965	127.960
30	973	965	127.960
31	973	965	127.960
32	973	965	127.960
33	973	965	127.960
34	973	965	127.960
35	973	965	127.960
36	973	965	127.960

SIMBOLOGIA	
	CURVA DE NIVEL
	CAMINOS
	ELEVACION
	NO. ESTACION
	RIO
	PUNTO OBSERVADO

ESCALA SIN ESCALA

PLANTA TOPOGRAFICA

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTIAPA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTIAPA

PLANTA TOPOGRAFICA

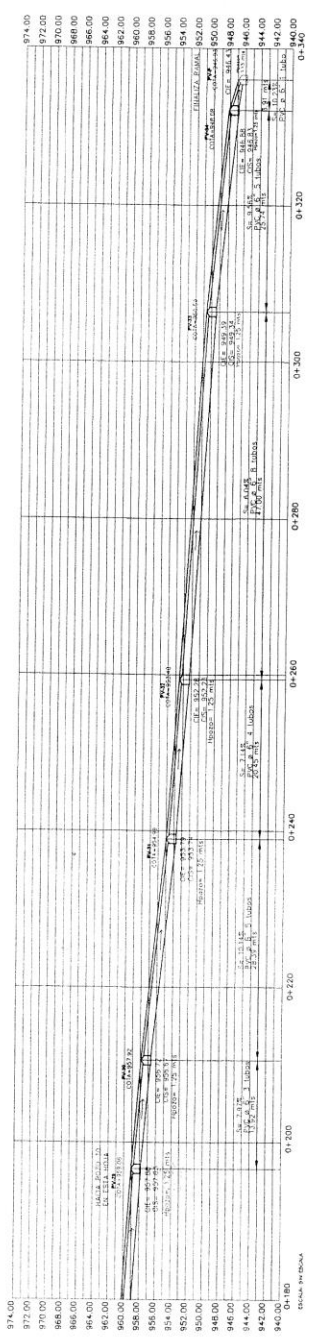
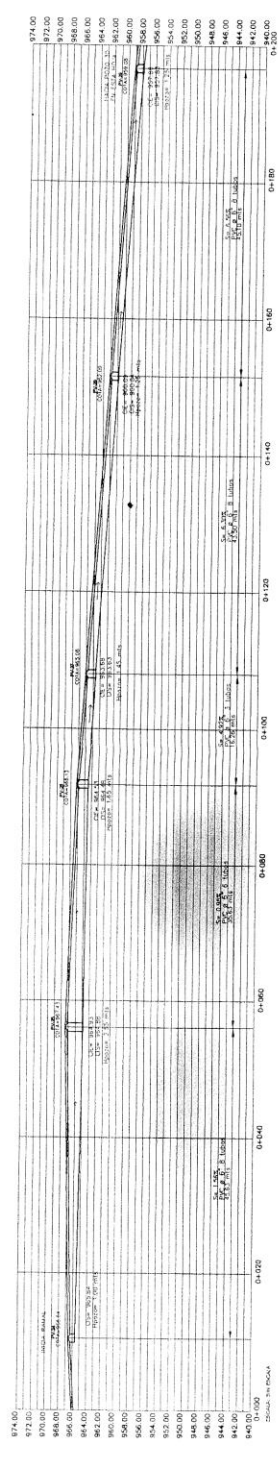
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTIAPA

FECHA: 14/05/2014

PROYECTISTA: [Signature]

PROFESOR: [Signature]

ESCALA: 1:14



ESPECIFICACIONES:

Todas las tuberías deberán enterrarse a una profundidad mínima de 1.00 metros sobre la corona del tubo, para tuberías instalada bajo calles de tránsito pesado la profundidad mínima será de 0.90 metros.


Todas las tuberías a utilizar deberán estar bajo la designación ASTM F 949.

El ancho máximo de zanja será de 0.60 metros.

Las distancias son a centros de pozos.

PERFIL DE PV-24 A POZO EXISTENTE

SISTEMA DE ALICANTARILLADO SANITARIO, CASERIO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTIAPA



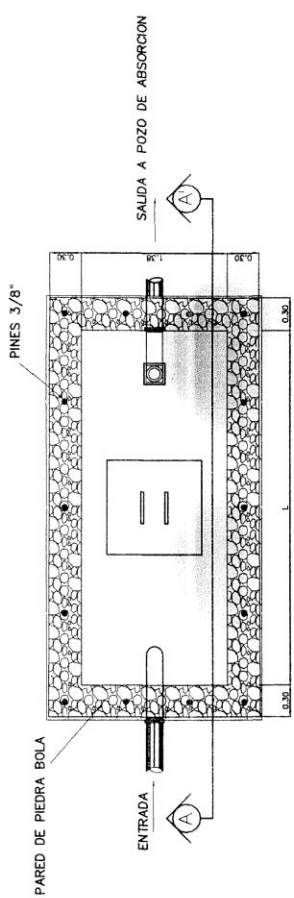
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: ALICANTARILLADO SANITARIO CASERIO LOS RANCHOS
CANTON: JUTIAPA, DEPARTAMENTO DE QUESADA

OPERA: SISTEMA 1
ESTADO: 1
CANTON: JUTIAPA
DEPARTAMENTO: QUESADA

FECHA: 2017-07-27
DISEÑO: J. A. GONZALEZ
DISEÑO: J. A. GONZALEZ
DISEÑO: J. A. GONZALEZ

9
14



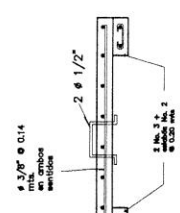
PLANTA GENERAL
 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUETZENGA, JUTATA.

SISTEMA	CAPACIDAD M ³	DIMENSIONES L (METROS) A (METROS)
1	8.06	3.60 1.80
2	30.91	5.54 2.77
3	14.78	3.85 1.92

NOTA: TODAS LAS PAREDES DEBEN TENER UNA ALTURA DE 2 METROS

ESPECIFICACIONES FOSAS SÉPTICAS:
 LAS FOSAS SÉPTICAS SERÁN DE MAMPOSTERÍA DE PIEDRA, DE LA SIGUIENTE MANERA:
 33% DE MORTERO (DE PROPORCIÓN 1:2)
 67% DE PIEDRA BOLA

LA TUBERÍA DE SALIDA ESTARÁ A 0.05 MTS DEBAJO DE LA TUBERÍA DE ENTRADA.
 EL CONCRETO SERÁ DE PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2:3 - CEMENTO, ARENA DE RÍO, PIEDRÍN 1/2".
 LAS PAREDES DE LAS FOSAS SÉPTICAS SERÁN REVELADAS INTERIORMENTE CON SABIETA PROPORCIÓN 1:2 CON UN RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CMS Y UN ALZAGO PROPORCIÓN 1:1.1, PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS.
 LAS TAPADERAS TENDRÁN UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.
 EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE APISONADO.
 EL CONCRETO DEBERÁ TENER UNA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE FC=210 KG/CM Y PROPORCIÓN 1:2:3 Y UNA RELACIÓN AGUACEMENTO IGUAL A 0.55.
 EL ACERO DE REFUERZO SERÁ CON F_y = 2810 KG/CM (GRADO 40).



DETALLA TAPADERA FOSA SÉPTICA
 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUETZENGA, JUTATA.

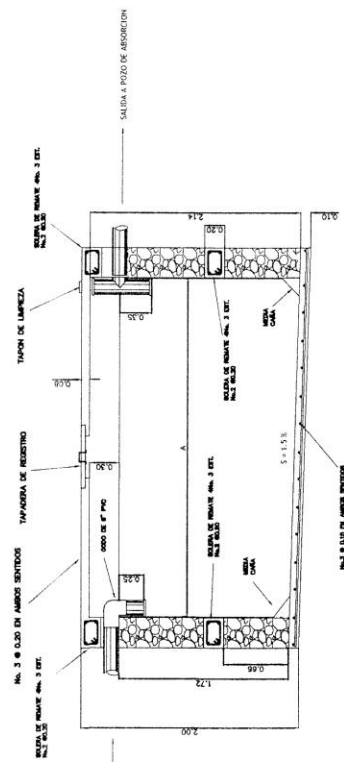


Fig. 3.6 CUBO DE AMBOS SENTIDOS

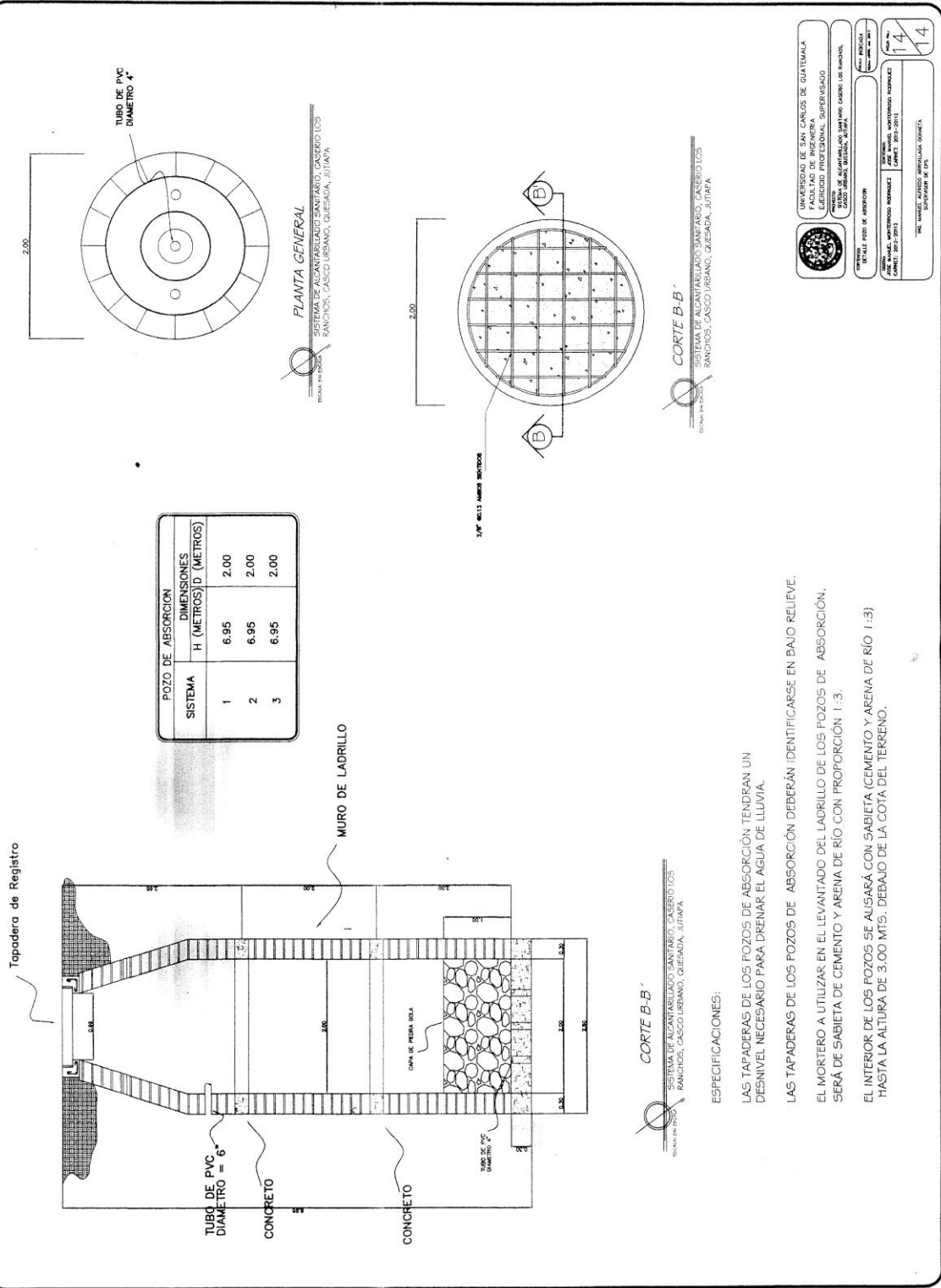
CORTE A-A'
 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUETZENGA, JUTATA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUETZENGA, JUTATA.

PROYECTO: FOSA SÉPTICA

PROFESOR: JOSÉ MARCELO MARTÍNEZ RIVERA
 ESTUDIANTE: JOSÉ MARCELO MARTÍNEZ RIVERA
 FECHA: 2017-2018

13



PIANTA GENERAL
 SISTEMA DE ACANTILLADO SANITARIO, CASERIO LOS RANCHOS, CACAO URBANO, GUATEMA, JUTUPA

CORTE B-B'
 SISTEMA DE ACANTILLADO SANITARIO, CASERIO LOS RANCHOS, CACAO URBANO, GUATEMA, JUTUPA

CORTE B-B'
 SISTEMA DE ACANTILLADO SANITARIO, CASERIO LOS RANCHOS, CACAO URBANO, GUATEMA, JUTUPA

ESPECIFICACIONES:

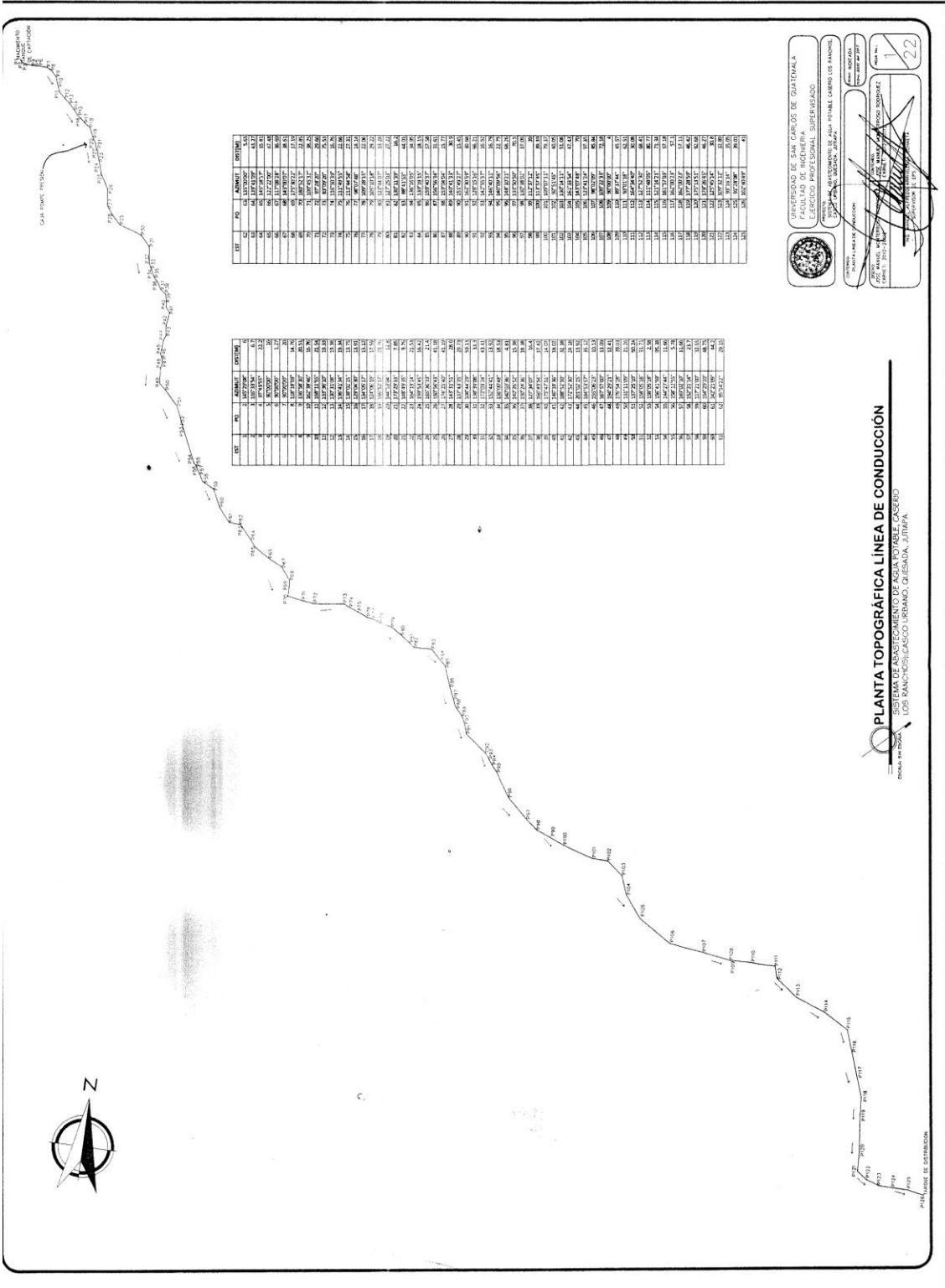
- LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE ABSORCIÓN TENDRAN UN DISEÑO NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.
- LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE ABSORCIÓN DEBERÁN IDENTIFICARSE EN BAJO RELIEVE.
- EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DEL LADRILLO DE LOS POZOS DE ABSORCIÓN, SERÁ DE SABIETA Y ARENA DE RÍO CON PROPORCIÓN 1:3.
- EL INTERIOR DE LOS POZOS SE ALUSARÁ CON SABIETA (CEMENTO Y ARENA DE RÍO 1:3) HASTA LA ALTURA DE 3.00 MTS. DEBAJO DE LA COTA DEL TERRENO.

UNIVERSIDAD DE LOS CAJONOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISADO
 SISTEMA DE ACANTILLADO SANITARIO CASERIO LOS RANCHOS, CACAO URBANO, GUATEMA, JUTUPA

PROFESOR TUTOR DE ASISTENTE
 ING. JOSE MANUEL VENTURINO RODRIGUEZ
 LICENCIADO 2013-2011

ALUMNO
 ING. MARCELO ALBERTO MONTUPELLI GONZALEZ
 INGENIERIA DE EPS
 LICENCIADO 2013-2011

14



EST	CS	ANILLO	ESTADO
1	1	10.0000	OK
2	2	10.0000	OK
3	3	10.0000	OK
4	4	10.0000	OK
5	5	10.0000	OK
6	6	10.0000	OK
7	7	10.0000	OK
8	8	10.0000	OK
9	9	10.0000	OK
10	10	10.0000	OK
11	11	10.0000	OK
12	12	10.0000	OK
13	13	10.0000	OK
14	14	10.0000	OK
15	15	10.0000	OK
16	16	10.0000	OK
17	17	10.0000	OK
18	18	10.0000	OK
19	19	10.0000	OK
20	20	10.0000	OK
21	21	10.0000	OK
22	22	10.0000	OK
23	23	10.0000	OK
24	24	10.0000	OK
25	25	10.0000	OK
26	26	10.0000	OK
27	27	10.0000	OK
28	28	10.0000	OK
29	29	10.0000	OK
30	30	10.0000	OK
31	31	10.0000	OK
32	32	10.0000	OK
33	33	10.0000	OK
34	34	10.0000	OK
35	35	10.0000	OK
36	36	10.0000	OK
37	37	10.0000	OK
38	38	10.0000	OK
39	39	10.0000	OK
40	40	10.0000	OK
41	41	10.0000	OK
42	42	10.0000	OK
43	43	10.0000	OK
44	44	10.0000	OK
45	45	10.0000	OK
46	46	10.0000	OK
47	47	10.0000	OK
48	48	10.0000	OK
49	49	10.0000	OK
50	50	10.0000	OK
51	51	10.0000	OK
52	52	10.0000	OK
53	53	10.0000	OK
54	54	10.0000	OK
55	55	10.0000	OK

EST	CS	ANILLO	ESTADO
1	1	10.0000	OK
2	2	10.0000	OK
3	3	10.0000	OK
4	4	10.0000	OK
5	5	10.0000	OK
6	6	10.0000	OK
7	7	10.0000	OK
8	8	10.0000	OK
9	9	10.0000	OK
10	10	10.0000	OK
11	11	10.0000	OK
12	12	10.0000	OK
13	13	10.0000	OK
14	14	10.0000	OK
15	15	10.0000	OK
16	16	10.0000	OK
17	17	10.0000	OK
18	18	10.0000	OK
19	19	10.0000	OK
20	20	10.0000	OK
21	21	10.0000	OK
22	22	10.0000	OK
23	23	10.0000	OK
24	24	10.0000	OK
25	25	10.0000	OK
26	26	10.0000	OK
27	27	10.0000	OK
28	28	10.0000	OK
29	29	10.0000	OK
30	30	10.0000	OK
31	31	10.0000	OK
32	32	10.0000	OK
33	33	10.0000	OK
34	34	10.0000	OK
35	35	10.0000	OK
36	36	10.0000	OK
37	37	10.0000	OK
38	38	10.0000	OK
39	39	10.0000	OK
40	40	10.0000	OK
41	41	10.0000	OK
42	42	10.0000	OK
43	43	10.0000	OK
44	44	10.0000	OK
45	45	10.0000	OK
46	46	10.0000	OK
47	47	10.0000	OK
48	48	10.0000	OK
49	49	10.0000	OK
50	50	10.0000	OK
51	51	10.0000	OK
52	52	10.0000	OK
53	53	10.0000	OK
54	54	10.0000	OK
55	55	10.0000	OK

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

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERO LOS MANCHIGUASCOS URBANO, QUEZENGA, JUTUYA

FECHA: 2011

22

PLANTA TOPOGRAFICA LINEA DE CONDUCCION
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERO
 LOS MANCHIGUASCOS URBANO, QUEZENGA, JUTUYA



PUNTO MARCA DE DETERMINACION

BANAL 1

EST.	PO	ADMITE	OSTIEN
155	1048	32,742,427	4
156	1049	32,742,427	4
157	1050	32,742,427	4
158	1051	32,742,427	4
159	1052	32,742,427	4
160	1053	32,742,427	4
161	1054	32,742,427	4
162	1055	32,742,427	4
163	1056	32,742,427	4
164	1057	32,742,427	4
165	1058	32,742,427	4
166	1059	32,742,427	4
167	1060	32,742,427	4
168	1061	32,742,427	4
169	1062	32,742,427	4
170	1063	32,742,427	4
171	1064	32,742,427	4
172	1065	32,742,427	4
173	1066	32,742,427	4
174	1067	32,742,427	4
175	1068	32,742,427	4
176	1069	32,742,427	4
177	1070	32,742,427	4
178	1071	32,742,427	4
179	1072	32,742,427	4
180	1073	32,742,427	4
181	1074	32,742,427	4
182	1075	32,742,427	4
183	1076	32,742,427	4
184	1077	32,742,427	4
185	1078	32,742,427	4
186	1079	32,742,427	4
187	1080	32,742,427	4
188	1081	32,742,427	4
189	1082	32,742,427	4
190	1083	32,742,427	4
191	1084	32,742,427	4
192	1085	32,742,427	4
193	1086	32,742,427	4
194	1087	32,742,427	4
195	1088	32,742,427	4
196	1089	32,742,427	4
197	1090	32,742,427	4
198	1091	32,742,427	4
199	1092	32,742,427	4
200	1093	32,742,427	4

BANAL 2

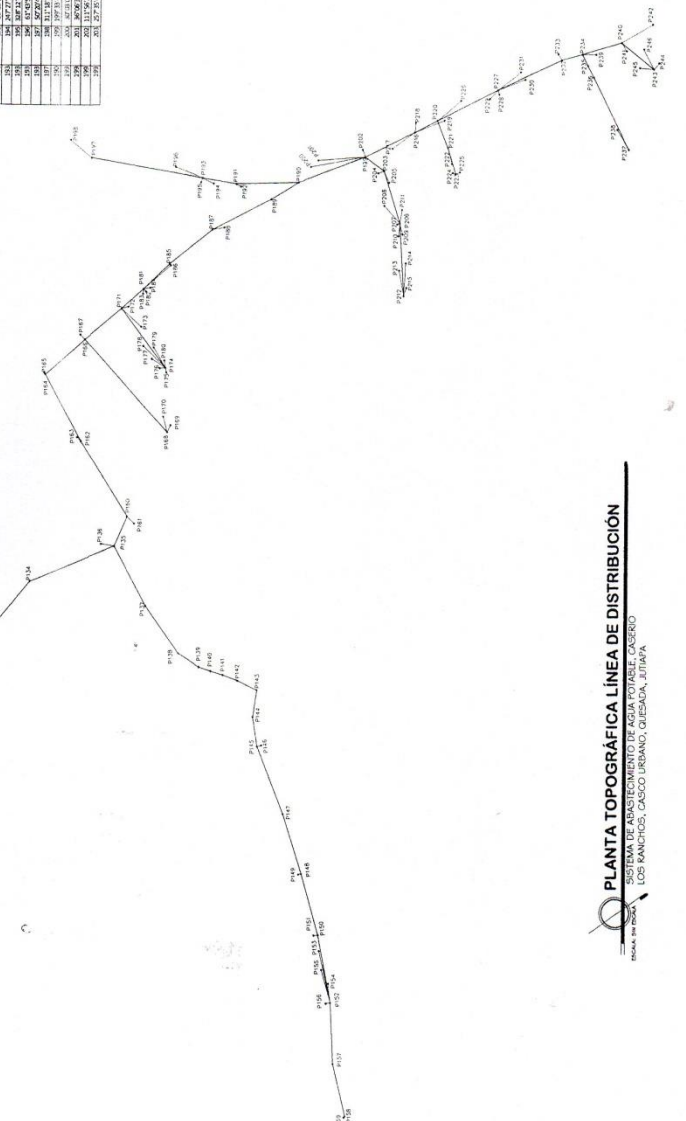
EST.	PO	ADMITE	OSTIEN
201	1094	32,742,427	4
202	1095	32,742,427	4
203	1096	32,742,427	4
204	1097	32,742,427	4
205	1098	32,742,427	4
206	1099	32,742,427	4
207	1100	32,742,427	4
208	1101	32,742,427	4
209	1102	32,742,427	4
210	1103	32,742,427	4
211	1104	32,742,427	4
212	1105	32,742,427	4
213	1106	32,742,427	4
214	1107	32,742,427	4
215	1108	32,742,427	4
216	1109	32,742,427	4
217	1110	32,742,427	4
218	1111	32,742,427	4
219	1112	32,742,427	4
220	1113	32,742,427	4
221	1114	32,742,427	4
222	1115	32,742,427	4
223	1116	32,742,427	4
224	1117	32,742,427	4
225	1118	32,742,427	4
226	1119	32,742,427	4
227	1120	32,742,427	4
228	1121	32,742,427	4
229	1122	32,742,427	4
230	1123	32,742,427	4
231	1124	32,742,427	4
232	1125	32,742,427	4
233	1126	32,742,427	4
234	1127	32,742,427	4
235	1128	32,742,427	4
236	1129	32,742,427	4
237	1130	32,742,427	4
238	1131	32,742,427	4
239	1132	32,742,427	4
240	1133	32,742,427	4
241	1134	32,742,427	4
242	1135	32,742,427	4
243	1136	32,742,427	4
244	1137	32,742,427	4
245	1138	32,742,427	4
246	1139	32,742,427	4
247	1140	32,742,427	4
248	1141	32,742,427	4
249	1142	32,742,427	4
250	1143	32,742,427	4

BANAL 3

EST.	PO	ADMITE	OSTIEN
251	1144	32,742,427	4
252	1145	32,742,427	4
253	1146	32,742,427	4
254	1147	32,742,427	4
255	1148	32,742,427	4
256	1149	32,742,427	4
257	1150	32,742,427	4
258	1151	32,742,427	4
259	1152	32,742,427	4
260	1153	32,742,427	4
261	1154	32,742,427	4
262	1155	32,742,427	4
263	1156	32,742,427	4
264	1157	32,742,427	4
265	1158	32,742,427	4
266	1159	32,742,427	4
267	1160	32,742,427	4
268	1161	32,742,427	4
269	1162	32,742,427	4
270	1163	32,742,427	4
271	1164	32,742,427	4
272	1165	32,742,427	4
273	1166	32,742,427	4
274	1167	32,742,427	4
275	1168	32,742,427	4
276	1169	32,742,427	4
277	1170	32,742,427	4
278	1171	32,742,427	4
279	1172	32,742,427	4
280	1173	32,742,427	4
281	1174	32,742,427	4
282	1175	32,742,427	4
283	1176	32,742,427	4
284	1177	32,742,427	4
285	1178	32,742,427	4
286	1179	32,742,427	4
287	1180	32,742,427	4
288	1181	32,742,427	4
289	1182	32,742,427	4
290	1183	32,742,427	4
291	1184	32,742,427	4
292	1185	32,742,427	4
293	1186	32,742,427	4
294	1187	32,742,427	4
295	1188	32,742,427	4
296	1189	32,742,427	4
297	1190	32,742,427	4
298	1191	32,742,427	4
299	1192	32,742,427	4
300	1193	32,742,427	4

BANAL 4

EST.	PO	ADMITE	OSTIEN
301	1194	32,742,427	4
302	1195	32,742,427	4
303	1196	32,742,427	4
304	1197	32,742,427	4
305	1198	32,742,427	4
306	1199	32,742,427	4
307	1200	32,742,427	4
308	1201	32,742,427	4
309	1202	32,742,427	4
310	1203	32,742,427	4
311	1204	32,742,427	4
312	1205	32,742,427	4
313	1206	32,742,427	4
314	1207	32,742,427	4
315	1208	32,742,427	4
316	1209	32,742,427	4
317	1210	32,742,427	4
318	1211	32,742,427	4
319	1212	32,742,427	4
320	1213	32,742,427	4
321	1214	32,742,427	4
322	1215	32,742,427	4
323	1216	32,742,427	4
324	1217	32,742,427	4
325	1218	32,742,427	4
326	1219	32,742,427	4
327	1220	32,742,427	4
328	1221	32,742,427	4
329	1222	32,742,427	4
330	1223	32,742,427	4
331	1224	32,742,427	4
332	1225	32,742,427	4
333	1226	32,742,427	4
334	1227	32,742,427	4
335	1228	32,742,427	4
336	1229	32,742,427	4
337	1230	32,742,427	4
338	1231	32,742,427	4
339	1232	32,742,427	4
340	1233	32,742,427	4
341	1234	32,742,427	4
342	1235	32,742,427	4
343	1236	32,742,427	4
344	1237	32,742,427	4
345	1238	32,742,427	4
346	1239	32,742,427	4
347	1240	32,742,427	4
348	1241	32,742,427	4
349	1242	32,742,427	4
350	1243	32,742,427	4



PLANTA TOPOGRÁFICA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
 POSTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERIO
 LOS BANCOS, C.A.S. DE JIRACÁN, QUEZALÁN, GUATEMALA

COMISIONADO EN LOS CASOS DE GUATEMALA
 PABLO RIVERA MORALES
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

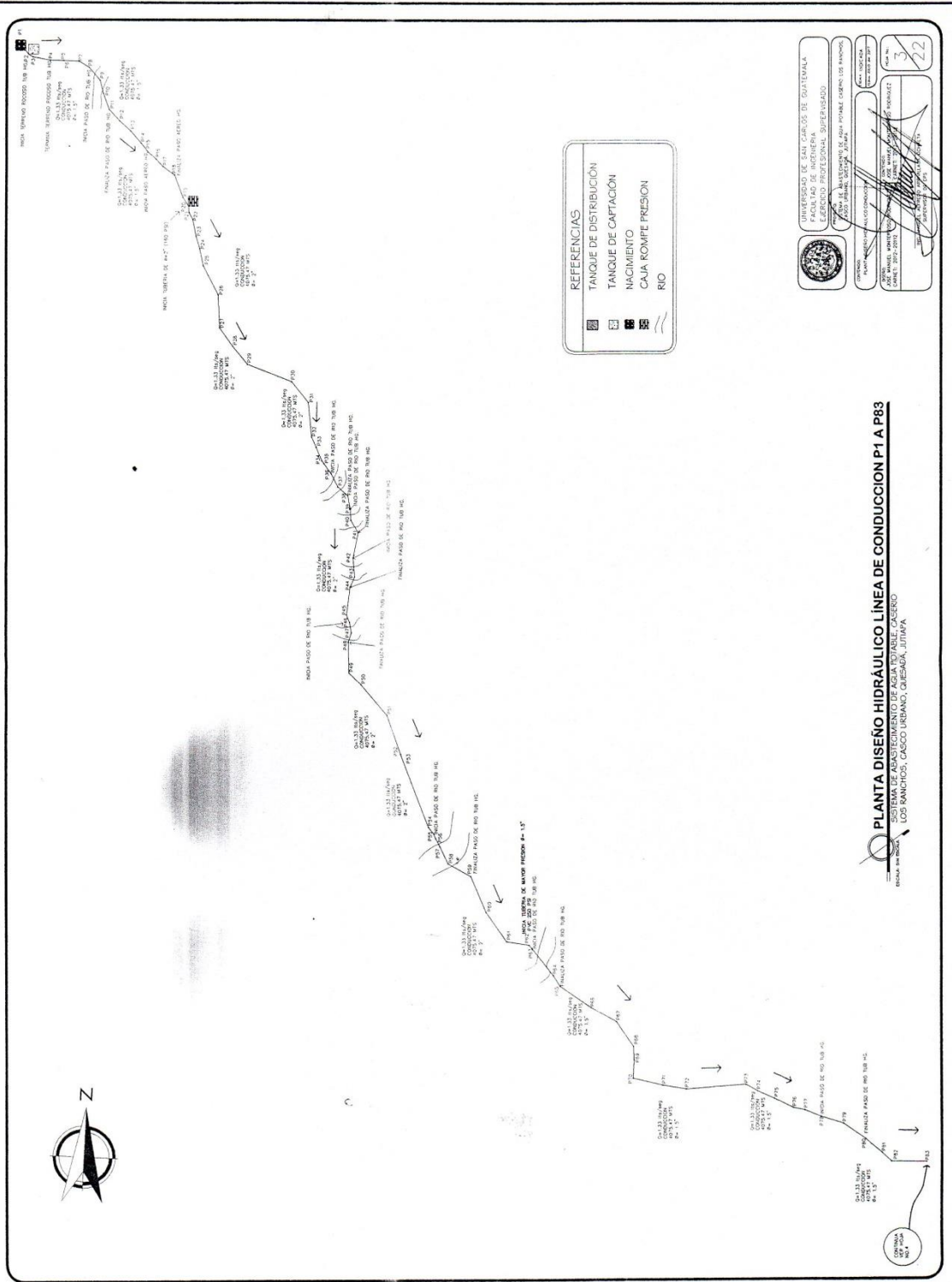
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERIO LOS BANCOS

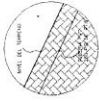
PROYECTISTA: PABLO RIVERA MORALES

PROYECTO: 22

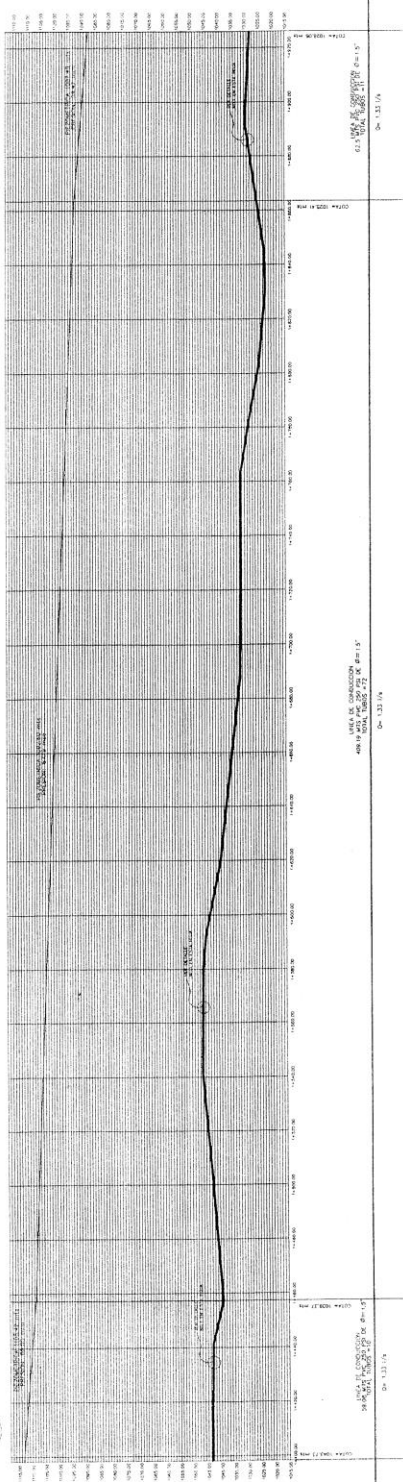
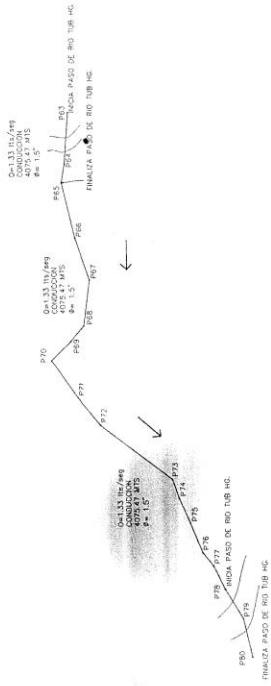
FECHA: 2017

PROYECTISTA: PABLO RIVERA MORALES





DETALLE NO.1
TUBERIA SUBTERRANEA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA PROFESIONAL SUPERIOR
ESCUELA DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMACION

INFORMACION
CARRERA: INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMACION
CARRILLO: 2004-2012
CARRILLO: 2004-2012

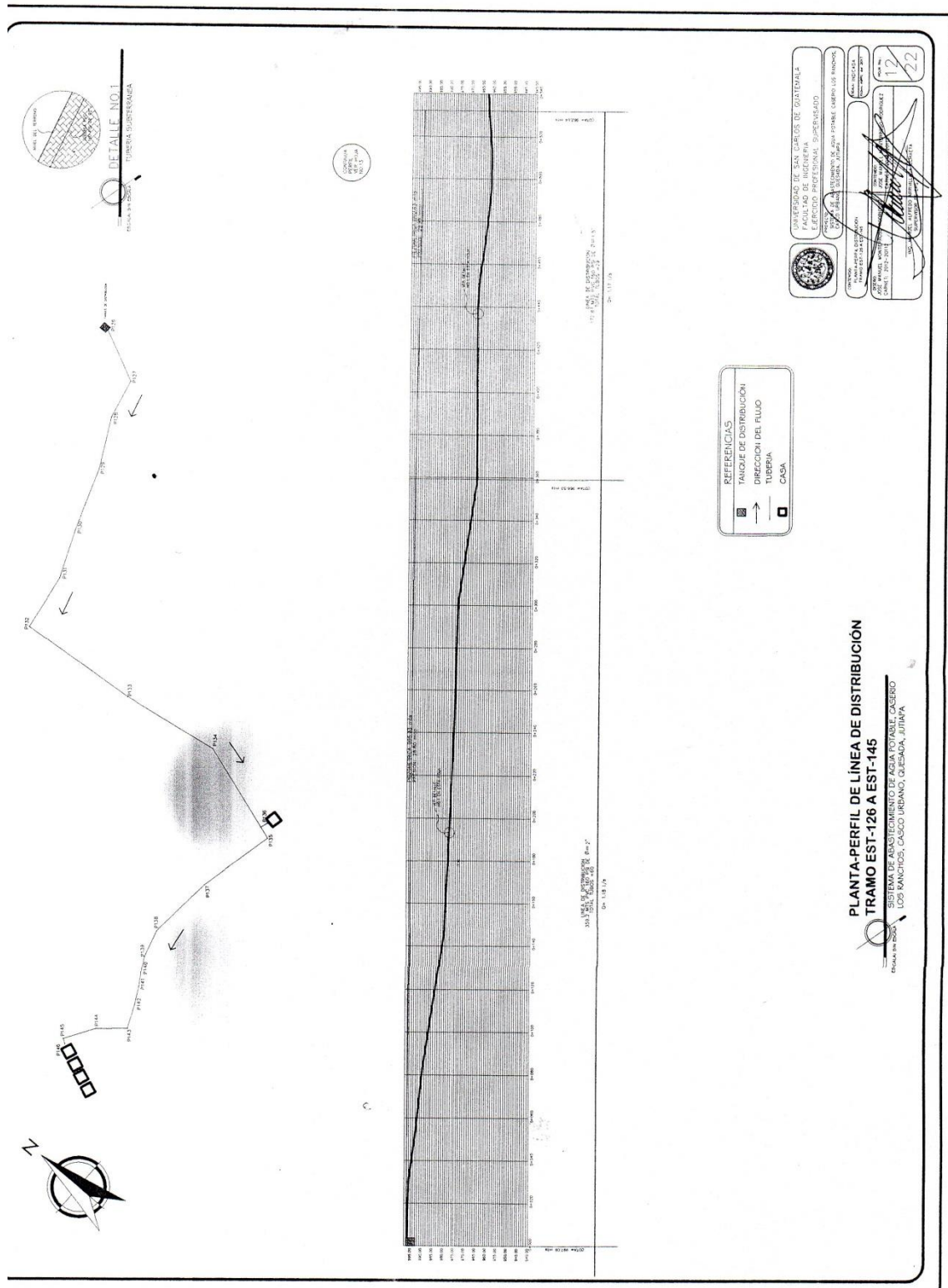
FECHA: 09/05/2012

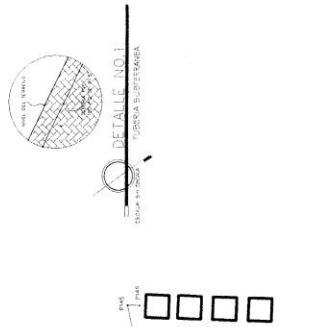
9/22

REFERENCIAS

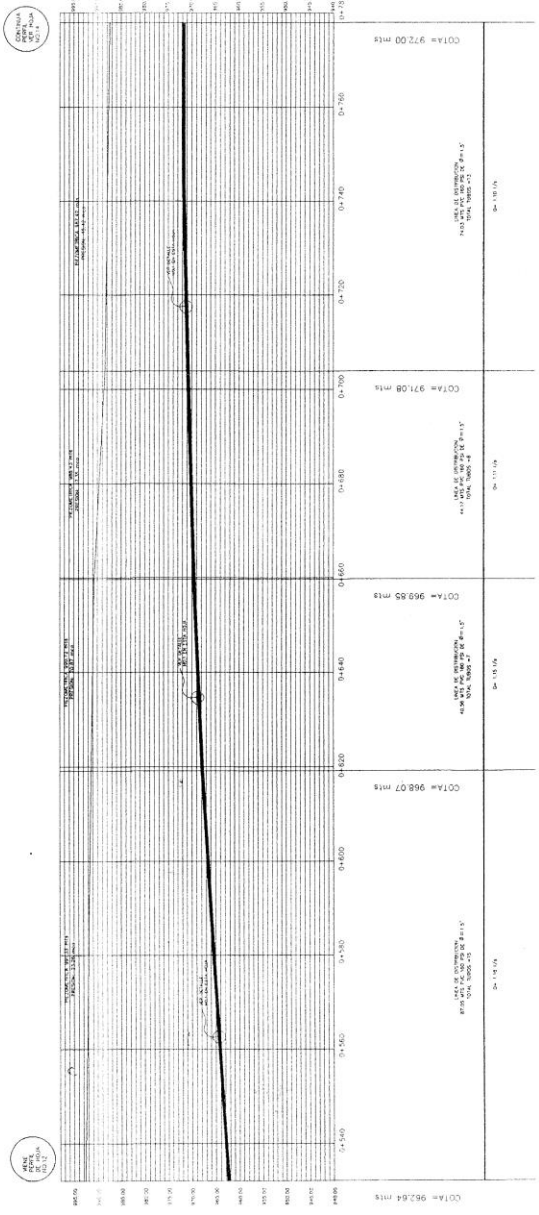
- TANQUE DE DISTRIBUCION
- TANQUE DE CAPTACION
- MACINCRUTO
- CAJA ROMPE PRESION
- RIO

PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION
TRAMO 1+398.22 A 1+925.99
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERIO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTIAPA





DETALLE NO. 1
TUBERIA S/SISTEMA



REFERENCIAS

INDICE DE DISTRIBUCION:
 DIRECCION DE FLUJO:
 TUBERIA:
 CACA:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 AREA DE DISEÑO Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES
 DISEÑO Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES

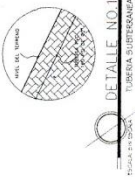
PROYECTO: PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERIO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTUPA

FECHA: 13/05/2013

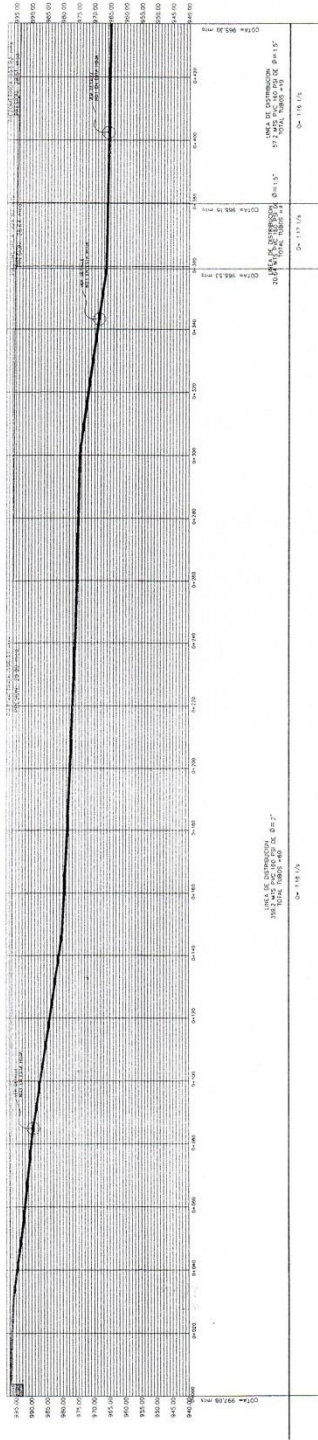
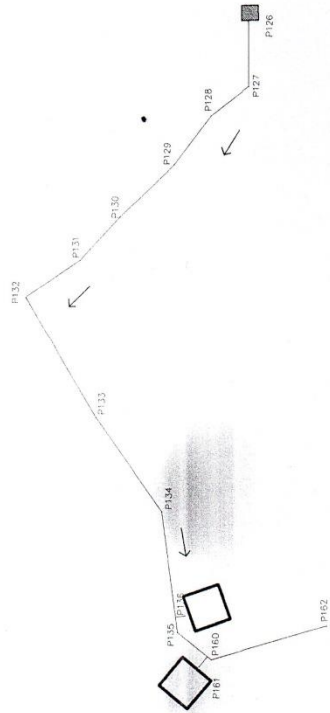
PROYECTISTA: [Firma]

PROYECTO: 22

PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION
TRAMO EST-145 A EST-158
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERIO
 LOS RANCHOS, CASCO URBANO, QUESADA, JUTUPA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



REFERENCIAS

- ☐ TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
- DIRECCIÓN DEL FLUJO
- ▣ TUBERIA
- CASA

PLANTA-PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
TRAMO EST-126 A EST-162
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERO
LOS RANCHOS, CASCO URBANO, GUESADA, JUTANA

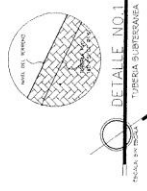
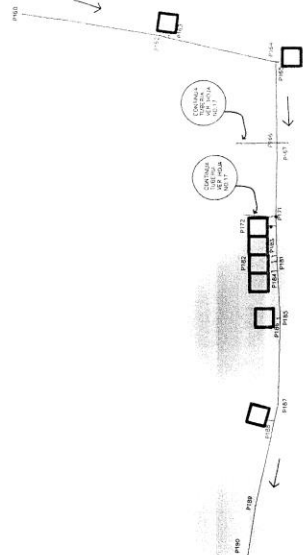
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERO LOS RANCHOS, LOS RANCHOS, CASCO URBANO, GUESADA, JUTANA

PROFESOR: MSc. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ
ALUMNO: MSc. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ

FECHA: 14/05/2022

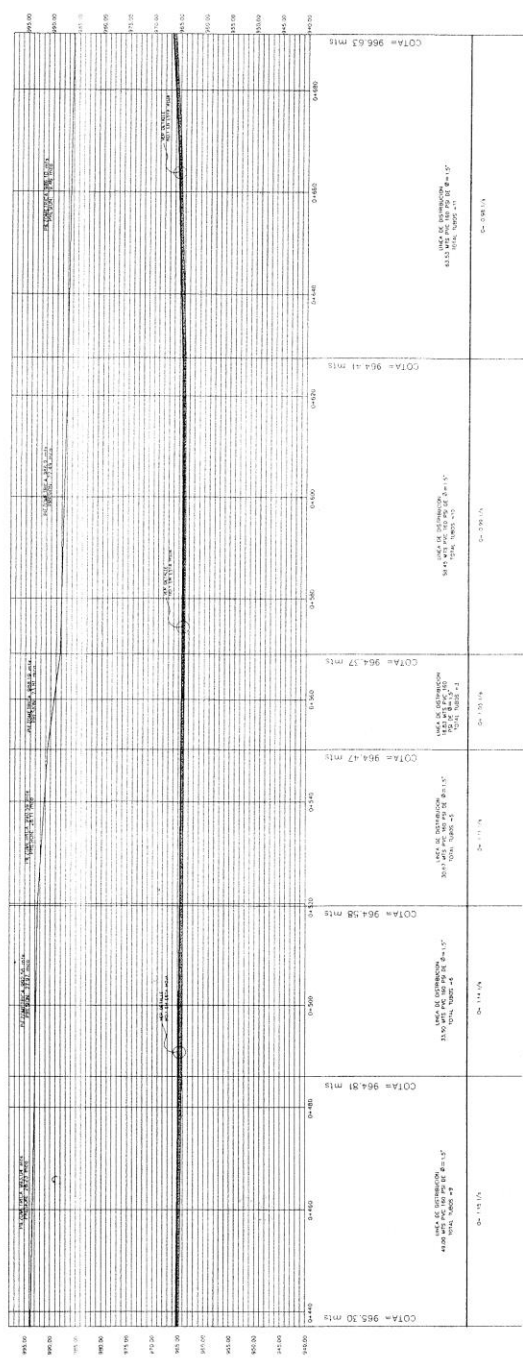
22



AREA DE DISTRIBUCION
COTA = 965.30 mts

CONFORMA
CON EL DISEÑO
DE LA TUBERIA

CONFORMA
CON EL DISEÑO
DE LA TUBERIA



PLANTA-PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION
TRAMO EST-180 A EST-190
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERO
 LOS RANCHOS, CASCO URBANO, GUERRA, JIYAPA
 ESCALA 1:500

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

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERO LOS RANCHOS, CASCO URBANO, GUERRA, JIYAPA

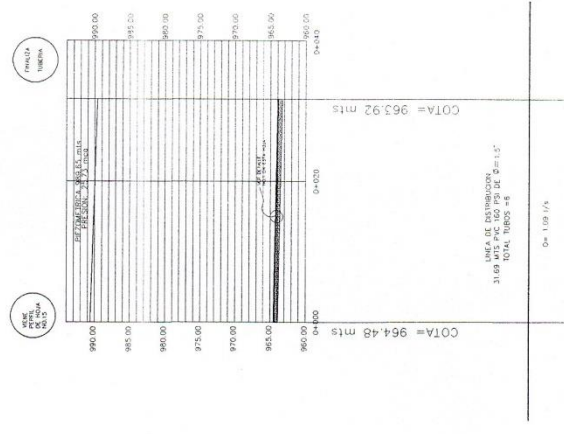
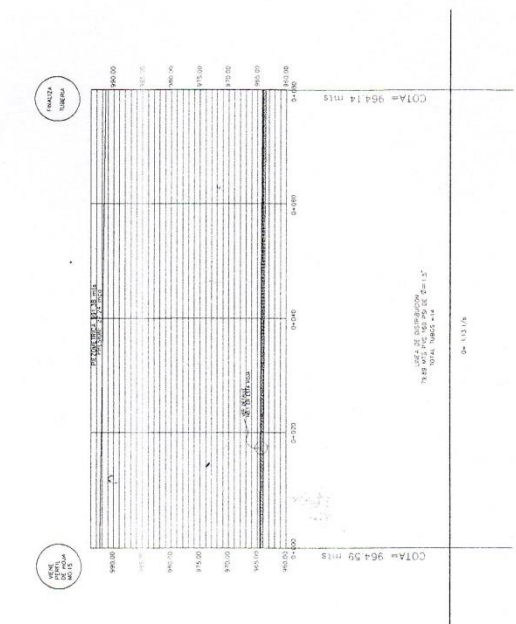
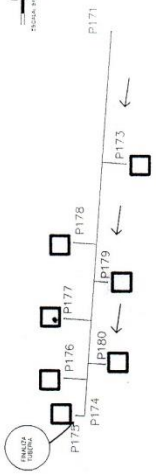
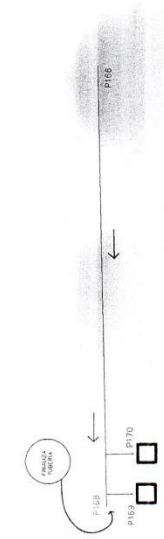
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO: 23/09/2019

FECHA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO: 22/09/2019

FECHA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO: 22/09/2019

FECHA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO: 22/09/2019

FECHA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO: 22/09/2019



PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION
TRAMO EST-166 A EST-168
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERO
 LOS MANCHOS, CASCO URBANO, QUEZADA, JUTIAPA

PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION
TRAMO EST-171 A EST-175
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERO
 LOS MANCHOS, CASCO URBANO, QUEZADA, JUTIAPA

REFERENCIAS

- ☐ TANQUE DE DISTRIBUCION
- DIRECCION DEL FLUJO
- TUBERIA
- CASA

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

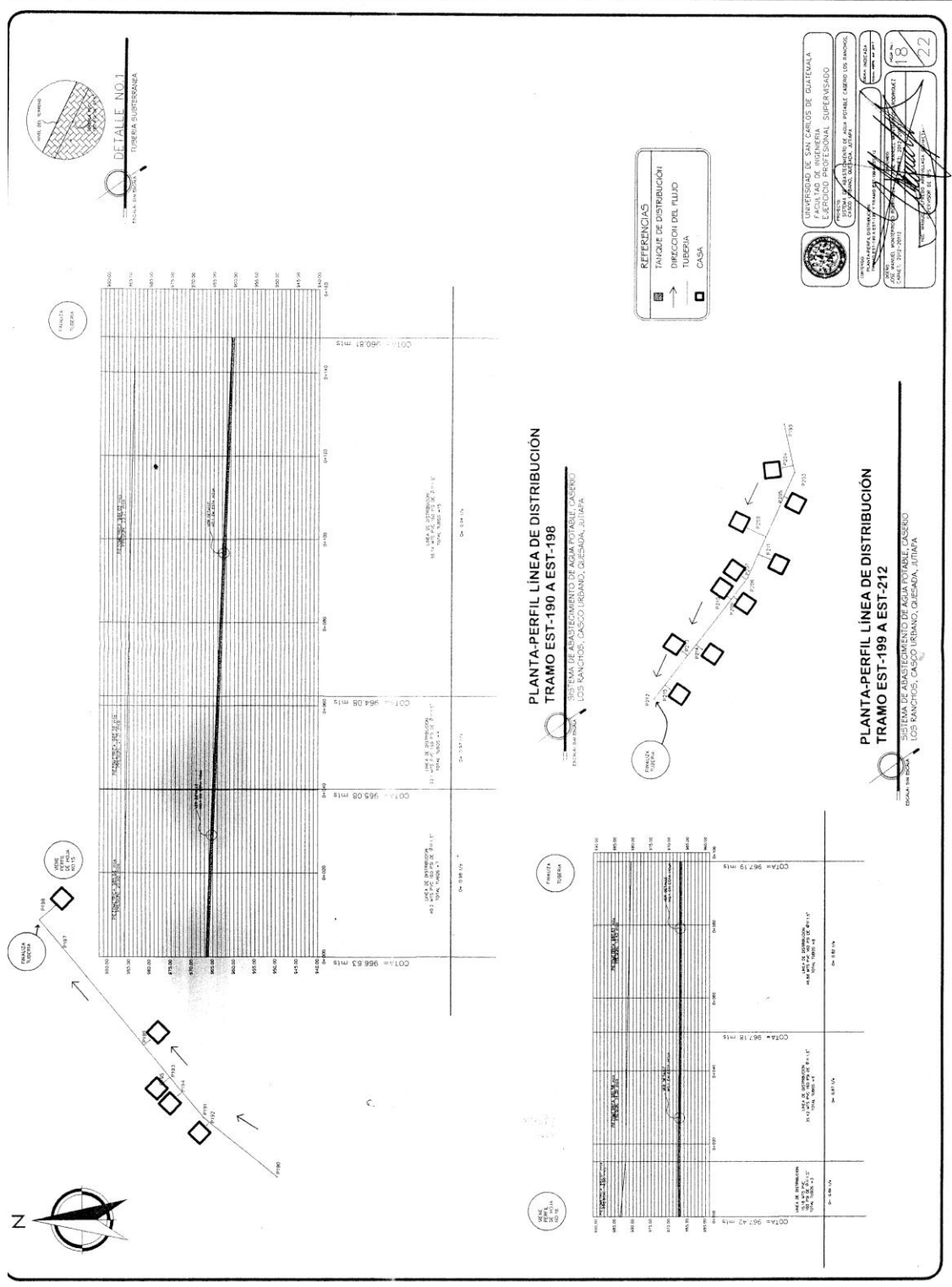
ESTUDIOS DE INGENIERIA
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERO LOS MANCHOS, CASCO URBANO, QUEZADA, JUTIAPA

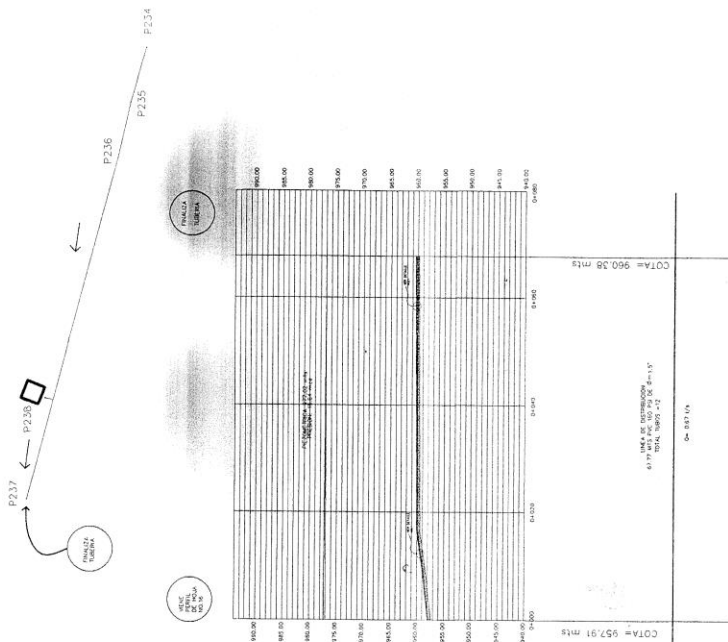
PROYECTO DE DISEÑO DE LA LINEA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE CASERO LOS MANCHOS, CASCO URBANO, QUEZADA, JUTIAPA

FECHA: 17/05/2017

PROYECTO: 17-00000

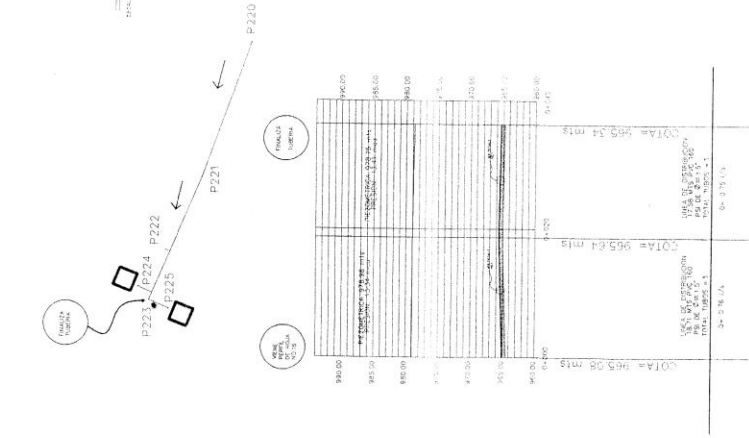
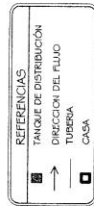
HOJA: 22





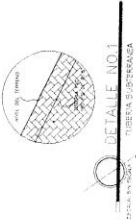
**PLANTA-PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
TRAMO EST-234 A EST-237**

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERIO
LOS MANCHOS, CASCO URBANO, QUEZADA, JUTIAPA



**PLANTA-PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
TRAMO EST-220 A EST-223**

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERIO
LOS MANCHOS, CASCO URBANO, QUEZADA, JUTIAPA




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

INGENIERO SUPERVISADO: *[Signature]*
INGENIERO AUTORIZADO: *[Signature]*


FECHA: 19/07/2017
CANTIDAD: 22/2017

ANEXOS

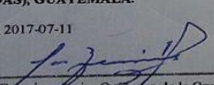


Anexo 1. Análisis fisicoquímico sanitario



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




No. 10121


O.T. No. 37 401		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		INF. No. 27 021		
INTERESADO: JOSÉ MANUEL MONTERROSO RODRÍGUEZ, Registro académico 2012 20112		PROYECTO: EPS: "SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO DE LOS RANCHOS CASCO URBANO QUESADA, JUTIAPA"				
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>				
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Los Ranchos</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2017-06-05, 14 h 30 min.</u>				
FUENTE: <u>Nacimiento La Fortuna</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2017-06-06, 09 h 54 min.</u>				
MUNICIPIO: <u>Quesada</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>				
DEPARTAMENTO: <u>Jutiapa</u>						
RESULTADOS						
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>-- °C</u>				
2. COLOR: <u>03,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>285,00 µmhos/cm</u>				
3. TURBIEDAD: <u>02,23 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,40 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>151,00 mg/L</u>				
SUSTANCIAS		SUSTANCIAS		mg/L		
1. CALCIO (Ca)	48,90	6. CLORUROS (Cl ⁻)		11,00		
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	0,031	7. MAGNESIO (Mg)		3,84		
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	19,20	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)		11,00		
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)		00,03		
5. MANGANESO (Mn)	00,017	10. DUREZA TOTAL		138,00		
HIDROXIDOS		CARBONATOS		BICARBONATOS		ALCALINIDAD TOTAL
mg/L		mg/L		mg/L		mg/L
00,00		00,00		116,00		116,00
OTRAS DETERMINACIONES <u>AMONÍACO 0.07 mg/l.</u>						
OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de las calidades física y química: los parámetros arriba indicados cumplen con la norma Según Normas de Calidad para Fuentes de Agua, de las Normas Internacionales para el Agua Potable, de la Organización Mundial de la Salud (OMS).						
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - 1990 (18ª EDICIÓN) Y 2005 (19ª EDICIÓN) NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES), GUATEMALA.						
Guatemala, 2017-07-11						
Vo.Bo.  Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz DIRECTOR CII/USAC		  Zenon Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio				
FACULTAD DE INGENIERIA - USAC - Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://cii.usac.edu.gt						

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 2. Análisis bacteriológico



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



No. 10122

O.T. No. 37401		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 363508	
INTERESADO	JOSÉ MANUEL MONTERROSO RODRÍGUEZ <small>Registro académico 2012 20112</small>	PROYECTO:	EPS "SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE LOS RANCHOS CASCO URBANO QUESADA, JUTIAPA"		
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Los Ranchos	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2017-06-05 14 h30 min.		
FUENTE:	Nacimiento La Fortuna	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2017-06-06 09 h54 min.		
MUNICIPIO:	Quesada	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Jutiapa				
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay		
ASPECTO:	Clara	CLORO RESIDUAL	--		
OLOR:	Inodora				

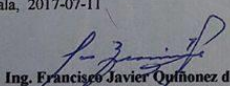
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)


PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
00,10 cm ³	++++-	++++	++-
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		1 600,0	540,0

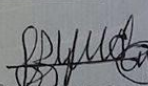
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21^{TA} NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN II. Calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, filtración, desinfección). Según Normas de Calidad para Fuentes de Agua, de las Normas Internacionales para el Agua Potable, de la Organización Mundial de la Salud. (O.M.S.).

Guatemala, 2017-07-11

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CII/USAC




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

FACULTAD DE INGENIERÍA - USAC -
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.