



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

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO  
BARRANCA SECA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO EL  
OREGANAL, TECULUTÁN, ZACAPA**

**Yenner Uriel Morales Guerra**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, agosto de 2017



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO  
BARRANCA SECA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO EL  
OREGANAL, TECULUTÁN, ZACAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**YENNER URIEL MORALES GUERRA**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2017



NIVERSIDAD 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 Miltón 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	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
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:

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO  
BARRANCA SECA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO EL  
OREGANAL, TECULUTÁN, ZACAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 19 de octubre de 2016.

**Yenner Uriel Morales Guerra**





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 26 de febrero de 2017  
REF.EPS.DOC.158.02.17

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 Yenner Uriel Morales Guerra, Registro Académico 200924570 y CUI 2048 36239 1909, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO BARRANCA SECA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO EL OREGANAL, TECULUTÁN, ZACAPA.

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 Ochoa  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo  
MAAO/ra

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





Guatemala, 03 de abril de 2017  
Ref.EPS.D.272.04.17

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

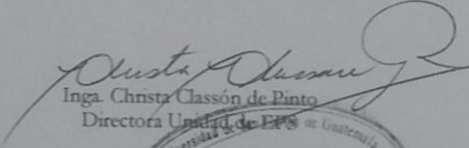
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

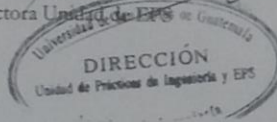
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO BARRANCA SECA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO EL OREGANAL, TECULUTÁN, ZACAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Yenner Uriel Morales Guerra**, Registro Académico 200924570 y CUI 2048 36239 1909, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classón de Pinto  
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra





**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
 29 de marzo de 2017

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

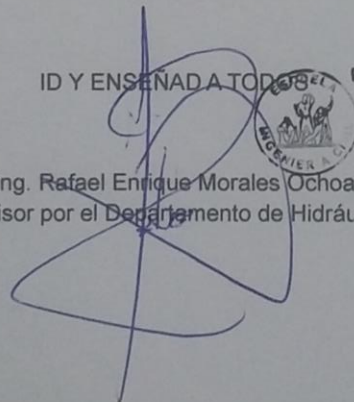
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO BARRANCA SECA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO EL OREGANAL, TECULUTÁN, ZACAPA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Yenner Uriel Morales Guerra, con Carnet No.200924570, 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,

Y ENSEÑADA A TODOS



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

FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO  
 DE  
 HIDRAULICA  
 USAC

/mrrm.


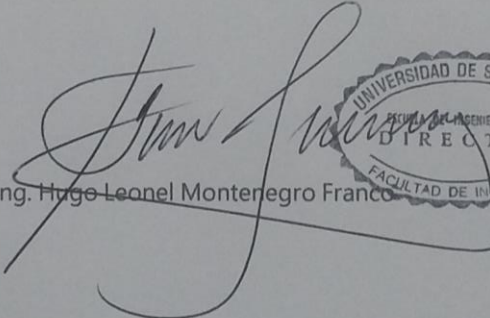


*Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua*





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 Yenner Uriel Morales Guerra titulado MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO BARRANCA SECA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO EL OREGANAL, TECULUTÁN, ZACAPA da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, agosto  
/mrrm.







Universidad de San Carlos  
de Guatemala

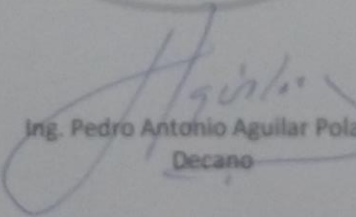


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 343.2017

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: **MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO BARRANCA SECA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO EL OREGANAL, TECULUTÁN, ZACAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Yenner Uriel Morales Guerra**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, agosto de 2017



/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mis padres**

José Luis Morales Vides y Aura Leticia Guerra Madrid de Morales, por el apoyo incondicional tanto moral como económico.

### **Mis hermanos**

Darwin, Elisa, Rosa y Mirza Morales Guerra, por la paciencia y sabiduría que cada uno me ofreció en cada momento de este proyecto.

### **Mis amigos**

Jorge Sipaque, Alejandro Baldetti, Jeffrey Soto, Pablo Zetina, Jonathan Padilla, Rogelio Rivera, José Portocarrero, Néstor Marroquín, Gaby Arriaga, Clarixa Martínez, Stephanie Vargas, por el apoyo que cada uno por nombre me brindo en diferentes momentos de este logro.

### **Mi asesor**

Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta por el apoyo incondicional brindado para la realización de este proyecto.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser medio de superación profesional.
<b>Municipalidad de Teculután</b>	Por el apoyo proporcionado y por la oportunidad de compartir mis conocimientos para la realización de este trabajo
<b>Directora DMP</b>	Stephanie Alejandra Vargas, por haberme brindado su apoyo y la oportunidad de realizar mi práctica de EPS.
<b>Ingeniero Civil DMP</b>	Carlos Calderón por el apoyo incondicional brindado en la realización de mi EPS.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del municipio de Teculután, Zacapa y caseríos El Oreganal y Barranca Seca.....	1
1.1.1. Aspectos generales .....	1
1.1.2. Antecedentes históricos.....	5
1.1.3. Microrregiones .....	6
1.1.4. Clima .....	7
1.1.5. Topografía.....	8
1.1.6. Recursos naturales .....	8
1.1.7. Gestión integrada del recurso hídrico.....	10
1.1.8. Saneamiento ambiental .....	12
1.1.9. Gestión de riesgo.....	13
1.1.10. Desarrollo productivo .....	15
1.1.11. Vías de acceso .....	16
1.2. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura para los caseríos Barranca Seca y El Oreganal, municipio de Teculután, Zacapa .....	19
1.2.1. Descripción de las necesidades .....	19

1.2.2.	Priorización de las necesidades .....	20
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	21
2.1.	Mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Barranca Seca. ....	21
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	21
2.1.2.	Levantamiento y topográfico.....	21
2.1.3.	Período de diseño.....	22
2.1.4.	Generalidades de un sistema de alcantarillado .....	23
2.1.5.	Cálculo de caudales .....	23
2.1.6.	Pendiente de tubería .....	26
2.1.7.	Cotas Invert.....	27
2.1.8.	Diámetros de tubería .....	28
2.1.9.	Pozos de visita.....	28
2.1.10.	Conexiones domiciliarias.....	29
2.1.11.	Volumen de excavación.....	31
2.1.12.	Comportamiento hidráulico de la sección parcialmente llena.....	33
2.1.13.	Diseño del sistema de drenaje sanitario.....	37
2.1.14.	Presupuesto.....	37
2.1.15.	Costos de operación y mantenimiento .....	39
2.1.16.	Detalles y planos.....	39
2.1.17.	Aspectos ambientales.....	40
2.1.18.	Aspectos socioeconómicos .....	40
2.2.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío El Oreganal, Teculután, Zacapa. ....	41
2.2.1.	Descripción del proyecto .....	41
2.2.2.	Localización de la fuente de almacenamiento .....	41
2.2.3.	Calidad de la fuente de agua.....	41



2.2.4.	Levantamiento topográfico .....	43
2.2.5.	Criterios de diseño .....	44
2.2.6.	Determinación de caudales .....	46
2.2.7.	Parámetros de diseño .....	48
2.2.8.	Captación .....	48
2.2.9.	Desarenador .....	48
2.2.10.	Línea de conducción .....	60
2.2.11.	Tanque de distribución .....	61
2.2.12.	Dimensiones del tanque .....	62
2.2.13.	Cajas para válvulas .....	68
2.2.14.	Válvulas .....	69
2.2.15.	Conexiones domiciliarias .....	70
2.2.15.	Costos de operación y mantenimiento .....	72
2.2.16.	Planos y detalles .....	72
2.2.17.	Presupuesto .....	73
2.2.18.	Aspectos ambientales .....	74
2.2.19.	Aspectos socioeconómicos .....	75
CONCLUSIONES .....		77
RECOMENDACIONES .....		79
BIBLIOGRAFÍA .....		81
APÉNDICES .....		83
ANEXOS .....		101



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de Teculután, Zacapa .....	2
2.	Mapa topográfico 1:50000 caserío Barranca Seca. ....	3
3.	Mapa topográfico 1:50000 caserío El Oreganal .....	4
4.	Macrolocalización del proyecto en caserío Barranca Seca.....	16
5.	Macrolocalización del proyecto en caserío El Oreganal.....	17
6.	Desarenador con canal <i>by pass</i> .....	51
7.	Dimensiones del tanque .....	63
8.	Diagrama de momentos.....	66
9.	Diagrama de esfuerzo para la losa .....	68
10.	Caja de válvulas.....	69

### TABLAS

I.	Datos climatológicos promedio para municipio de Teculután, Zacapa. ....	8
II.	Cobertura forestal, Teculután, Zacapa .....	10
III.	Nivel de ponderación por tipo de amenaza Teculután, Zacapa .....	14
IV.	Tabla de población municipio de Teculután, Zacapa. ....	18
V.	Profundidades mínimas de tubería de PVC en m. ....	30
VI.	Ancho mínimo de zanja angosta .....	32
VII.	Ancho mínimo de zanja .....	32
VIII.	Cálculo para el diseño de drenaje caserío Barranca Seca, Teculután, Zacapa .....	36

IX.	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario .....	38
X.	Costo de operación y mantenimiento .....	39
XI.	Población proyectada .....	40
XII.	Viscosidad cinemática del agua (n) a diferentes temperaturas .....	52
XIII.	Relación entre diámetro de las partículas y velocidad de sedimentación.....	53
XIV.	Cálculos obtenidos para la línea de conducción a desarenador.....	61
XV.	Tabla de resultados área de acero y espaciamiento.....	68
XVI.	Memoria de cálculo para el abastecimiento de agua potable .....	71
XVII.	Presupuesto de mantenimiento .....	74
XVIII.	Presupuesto sistema de abastecimiento de agua potable.....	74
XIX.	Población proyectada .....	75

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>h</b>	Altura
<b>As</b>	Área de acero
<b>Q</b>	Caudal
<b>Qmh</b>	Caudal hora máximo
<b>Qmd</b>	Caudal máximo diario
<b>cm</b>	Centímetro
<b>C</b>	Coefficiente de rugosidad
<b>D</b>	Diámetro
<b>Dot.</b>	Dotación
<b>S</b>	Espaciamiento
<b>t</b>	Espesor de losa
<b>FDM</b>	Factor de día máximo
<b>FHM</b>	Factor de hora máxima
<b>Hab</b>	Habitante
<b>H</b>	Hora
<b>L</b>	Litros
<b>m</b>	Metro
<b>MSNM</b>	Metros sobre nivel del mar
<b>mm</b>	Milímetro
<b>M</b>	Momento
<b>Hf</b>	Pérdida
<b>Rm</b>	Perímetro mojado
<b>N</b>	Periodo de diseño

**r**  
**V**

Recubrimiento  
Volumen

## GLOSARIO

<b>Accesorios</b>	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, niples, coplas, tees, válvulas, entre otros.
<b>Aforo</b>	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
<b>Agua potable</b>	Es toda el agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos. Es inodora e incolora.
<b>Aguas residuales</b>	Son los desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua, procedentes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
<b>Área</b>	Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.
<b>Candela</b>	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce estas mismas, al colector del sistema de drenaje.
<b>Caudal</b>	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo en un determinado punto de observación y en un instante dado.

<b>Colector</b>	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.
<b>Conexión domiciliar</b>	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta la candela.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno haciendo referencia a un nivel determinado.
<b>Cota Invert</b>	Son las alturas o cotas de la parte inferior de una tubería ya instalada.
<b>Descarga</b>	Lugar donde se descargan las aguas servidas o negras que provienen de un colector.
<b>Infom</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>Unepar</b>	Unidad Ejecutora de Programa de Acueductos Rurales.



## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación consiste en el mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Barranca Seca y el diseño de un sistema de agua potable para el caserío El Oreganal en el municipio de Teculután, Zacapa. Este trabajo es resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) practicado en dicho municipio, tuvo como objetivo principal evaluar el mejoramiento del alcantarillado sanitario y la problemática que existe para abastecer el servicio de agua potable, para proporcionar una solución por medio de los conocimientos adquiridos durante la formación académica.

En la actualidad los habitantes del caserío Barranca Seca hacen uso de un sistema de alcantarillado ya colapsado, por otra parte, en el caserío El Oreganal no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable y debido a esto carecen del vital líquido para el consumo diario en sus hogares.

Por el motivo anterior se decidió realizar ambos proyectos tanto el mejoramiento del alcantarillado sanitario, como el diseño del sistema de agua potable, con el fin de proporcionar estos servicios a los habitantes de las comunidades del municipio de Teculután, Zacapa.

Entre las actividades necesarias para realizar el diseño estuvieron visitas preliminares al campo, levantamiento topográfico, análisis de suelo, análisis de laboratorio de agua, entre otros.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Barranca Seca y diseño del sistema de agua potable en el caserío El Oreganal, Teculután, Zacapa.

### **Específicos**

1. Proporcionar a la municipalidad del municipio de Teculután, Zacapa el informe del proyecto de mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Barranca Seca y diseño del sistema de agua potable en el caserío El Oreganal, Teculután, Zacapa.
2. Entregar a la municipalidad del municipio de Teculután, Zacapa, presupuesto de los proyectos a ejecutar, así como cronogramas del diseño y planos tanto del diseño de alcantarillado sanitario para el caserío Barranca Seca, como del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío El Oreganal.
3. Realizar drenajes sanitarios óptimos y funcionales a las familias de la comunidad Barranca Seca.
4. Proteger el medio ambiente de la contaminación por aguas negras.
5. Mejorar el nivel de vida de los vecinos del caserío El Oreganal del municipio de Teculután, Zacapa.



## INTRODUCCIÓN

La falta de higiene y de salud son dos problemas que afectan a la población desde tiempos remotos, debido a la situación de pobreza e ignorancia en la que se vive, los que no son prioritarios en el país y cada día avanzan con mayor facilidad, en la actualidad el país se ve afectado grandemente por la necesidad de agua en los hogares, y los escasos del vital líquido cada vez es más frecuente y necesario al crecimiento de la población.

En las áreas rurales muchas comunidades no cuentan con un sistema de agua potable ni mucho menos con un sistema de alcantarillado sanitario, acorde a las necesidades de la población, por lo que es de carácter emergente priorizar en ambas situaciones.

El siguiente trabajo de graduación ofrece dos sistemas de mejoramiento para dos diferentes comunidades del municipio de Teculután, Zacapa, lugar donde fue practicado el trabajo de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y donde surgen dos problemas del sector salud y saneamiento, de los cuales es necesario enfatizar para la realización de estos proyectos.

Para el caserío Barranca Seca el problema que se origina es el colapso del drenaje sanitario debido a la falta de mantenimiento para este, lo que ha venido preocupando a la población del caserío desde hace mucho tiempo debido a que ha generado malos olores y es fuente de enfermedades.

Para el caserío El Oreganal el problema que acontece es la falta de abastecimiento de agua potable, la escasos del vital líquido ha producido

muchos factores como la contaminación de fuentes externas, acarreo de agua de lugares no sanitarios, entre otros, lo que enmarca aspectos en condiciones de vida insalubres, extrema pobreza y poco desarrollo dentro de la comunidad que carece del servicio, por lo que es necesario priorizar en este proyecto para el avance socioeconómico de la comunidad y del municipio en general.

Con base en lo anterior y para dar contestación a una parte de la problemática planteada que se manifiesta en la ausencia del sistema de alcantarillado sanitario y el sistema de abastecimiento de agua, se presenta el siguiente proyecto.

El cual a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) propondrá la planificación y diseño del alcantarillado sanitario y de la red de agua potable, para que las comunidades aludidas, logren en un corto plazo, gestionar ante las autoridades municipales la ejecución del mismo. Todo lo planteado en este anteproyecto está basado en estudios preliminares derivados de investigaciones en el lugar.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

Se procederá a delimitar la ubicación y localización de la unidad de análisis. Así como describir las vías de acceso, información geográfica y meteorológica, socioeconómica, entre otras.

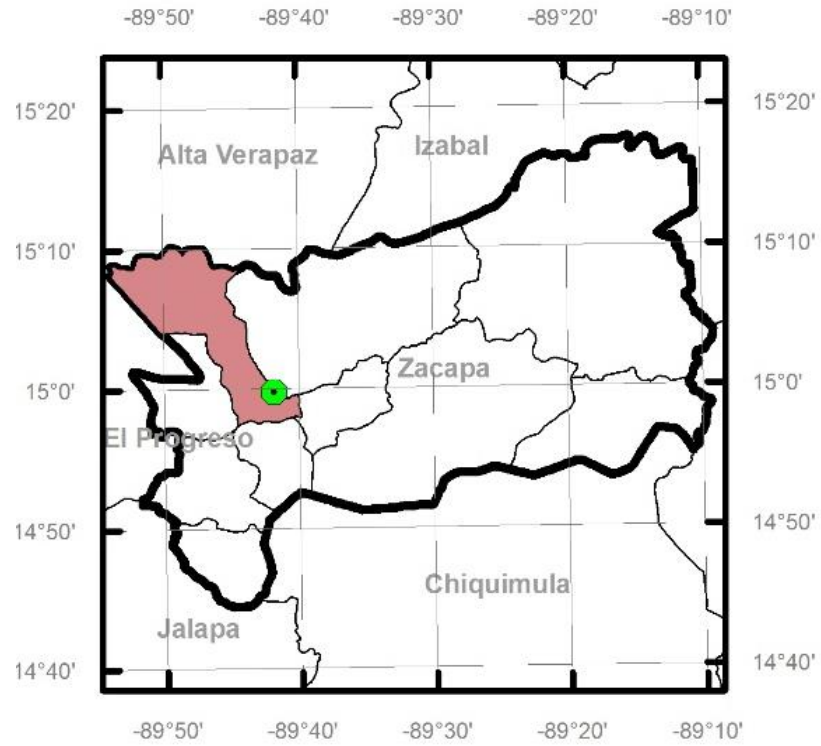
## **1.1. Monografía del municipio de Teculután, Zacapa y Caseríos El Oreganal y Barranca Seca**

A continuación se realiza una descripción de la monografía del proyecto objeto de estudio.

### **1.1.1. Aspectos generales**

El municipio de Teculután pertenece al departamento de Zacapa y se localiza en el valle formado entre el río Motagua y la Cordillera de las Minas. Se encuentra a una altitud de 245 metros sobre el nivel del mar, su extensión territorial de 273 kilómetros cuadrados, colinda al norte con Panzós, La Tinta, Alta Verapaz y El Estor, Izabal, al este con río Hondo y Estanzuela, Zacapa, al sur con Huité y Estanzuela, al oeste con Usumatlán, Zacapa. Se ubica a 28 kilómetros de la cabecera departamental y a 121 kilómetros de la ciudad capital.

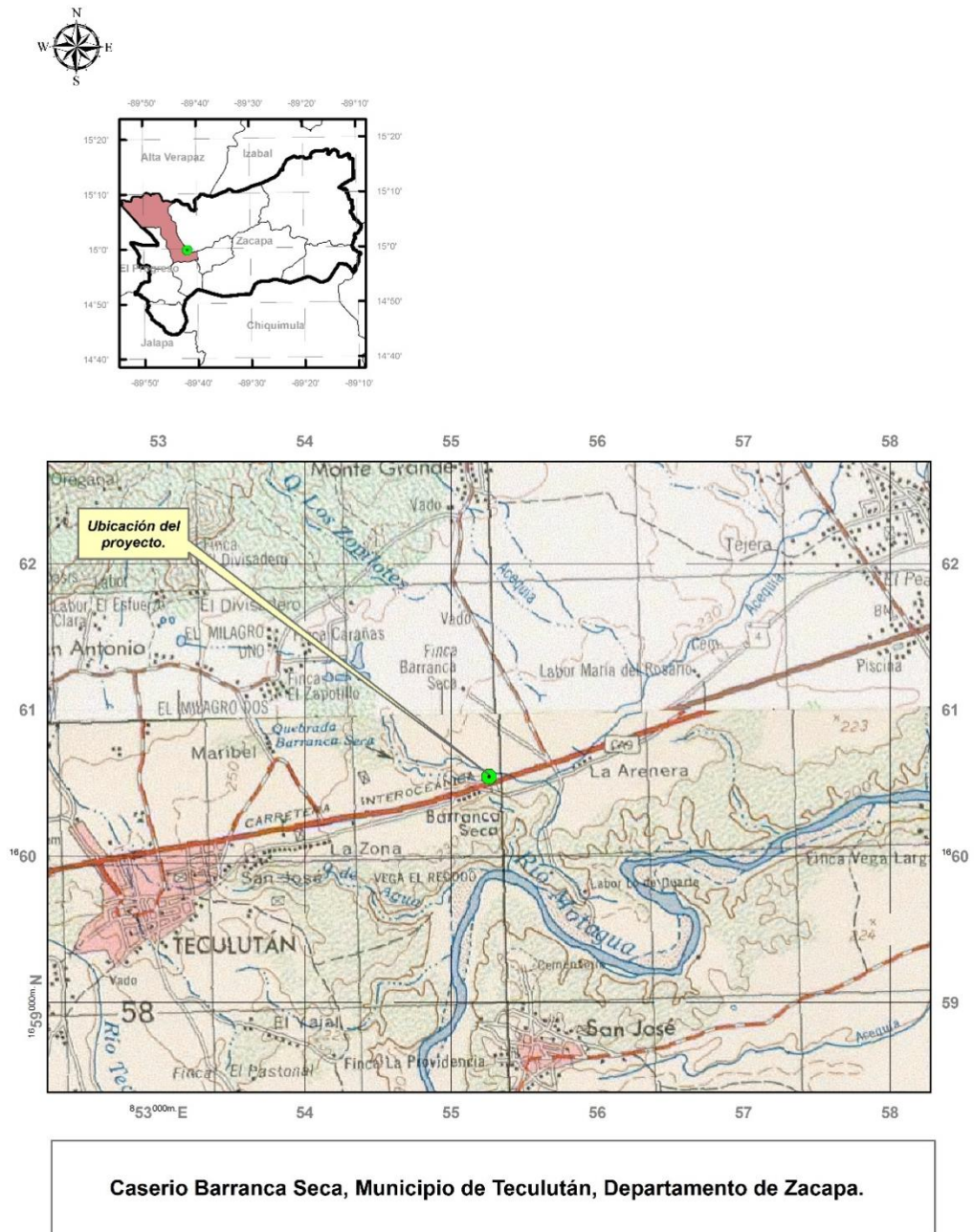
Figura 1. Ubicación del municipio de Teculután, Zacapa



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

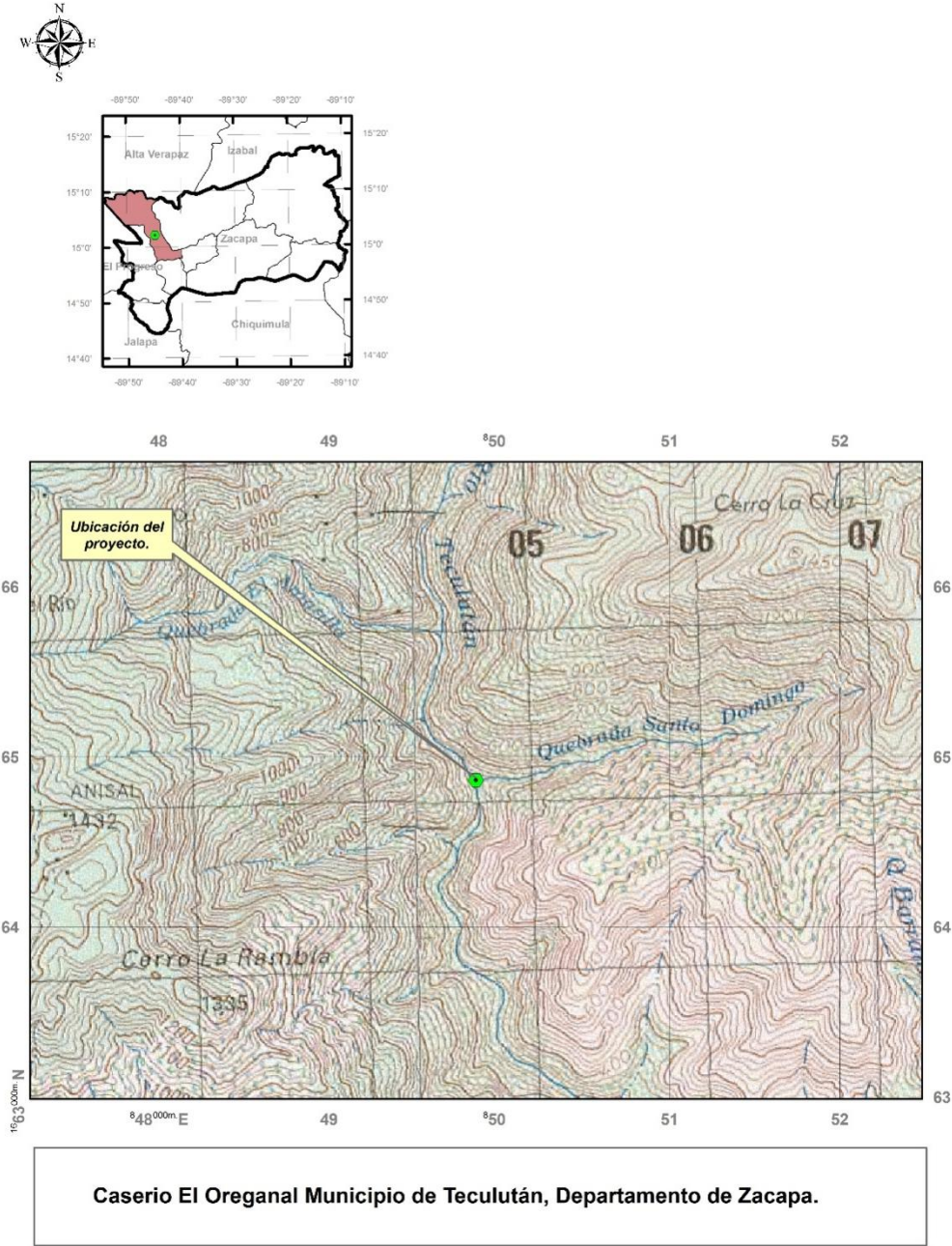


Figura 2. Mapa Topográfico 1:50000 caserío Barranca Seca



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Figura 3. Mapa Topográfico 1:50000 caserío El Oreganal



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

### **1.1.2. Antecedentes históricos**

El nombre del municipio de Teculután se origina de voces nahoas que quiere decir: lugar de tecolotes, esta ave de actitud señorial y pensadora ha sido consagrada como símbolo del municipio. La escritora teculuteca Eva Aída Córdón de Franco, en su libro 'Medio Siglo y un Poco Más' (1975), agrega que: el paraje era el nombre de Teculután desde muchos años antes de ser municipio, puesto que datos históricos anteriores ya hablan de él con ese nombre. Parece que en un principio se llamó El Paraíso, puesto que así quedó nombrado un barrio del pueblo que localiza en el inicio del camino a la aldea San Antonio.

Según datos históricos de la época colonial indican que debido al espíritu emprendedor y progresista de algunos vecinos encabezados por el presbítero José Inocente Córdón, decidieron separarse de la jurisdicción de Usumatlán por haberse extinguido esa cabecera y aumentado considerablemente la población, según consta en el acta de fundación del 2 de abril de 1875, encontrada en el archivo nacional.

Los vecinos de ese entonces decidieron enviar al gobierno de Guatemala presidido por el General Justo Rufino Barrios, un memorial en el cual explicaban sus deseos de separarse de Usumatlán y formar un pueblo aparte, explicando las razones que los movían a solicitarlo. Esta petición fue a través del jefe político departamental de Zacapa. No oponiéndose los vecinos de Usumatlán se acordó acceder a aquella solicitud, ordenando al mismo tiempo, que conforme a la ley procedieran los habitantes de Teculután, a elegir una municipalidad que ejerciera sus funciones con independencia de Usumatlán.

Una de las tradiciones más importantes del municipio es la feria titular, que se celebra del 2 al 7 de febrero en honor a su patrona la Virgen de Candelaria, siendo el 2 el día oficial, en el que se lleva a cabo una procesión alrededor del parque central y como acontecimiento especial el día 5 se realiza el recorrido por las principales calles y avenidas con la imagen de la Virgen, también se desarrollan actividades sociales, culturales, deportivas, religiosas, agropecuarias y ganaderas.

### **1.1.3. Microrregiones**

Esta microregionalización es producto del análisis del sistema de lugares poblados del municipio, realizado de forma participativa con representantes de las propias comunidades y actores en el proceso; la que además de obedecer a una distribución político administrativa interna, responde al funcionamiento y jerarquía de cada comunidad, según la topografía del territorio, características económicas, conectividad y disponibilidad de servicios, especialmente, salud y educación. Estas quedan conformadas así:

- Microrregión I: caseríos El Astillero, Las Anonas, Las Minas, El Arco, Barranco Colorado y colonia Tierra Blanca El Arco.
- Microrregión II: caserío San Antonio, lotificación Villas de San Antonio I y II, Aldea La Paz, Caserío El Oreganal, colonias El Milagro I y II.
- Microrregión III: caserío Los Puentes, colonia Las Brisas Los Puentes, lotificación Villa Melisa, caseríos Los Bordos, El Remolino, Palencia, Aldea Vega del Cobán, colonia La Colina Vega del Cobán y lotificación Las Vegas.
- Microrregión IV: caseríos Los Palmares, El Yajal, colonias Los Guayacanes, Víctor Hugo Paíz Gómez, lotificación Puerta de Alcalá, Caserío Puerta de Golpe, colonia Marcial Castañeda Puerta de Golpe,

Caserío Barranca Seca, lotificación Prados de Teculután, Aldea San José, barrios El Centro, San José, El Triángulo, La Bolsa, El Paraíso, El Calvario, Bajada Del Río, Calle Ocho, G y T, Colonia Jardines de Tecolotlán, lotificaciones Villas del Palmar, La Máquina y Valle de Candelaria.

El análisis del sistema de lugares poblados que se realizó en taller participativo, identifica con mayor jerarquía, por su nivel de importancia la cabecera municipal, siguiendo en su orden, las aldeas: San José, La Vega del Cobán y La Paz.

#### **1.1.4. Clima**

En el municipio de Teculután se marcan 5 zonas de vida, las cuales se encuentran clasificadas como: monte espinoso subtropical y bosque seco tropical (valle del Motagua), bosque húmedo subtropical templado, bosque muy húmedo subtropical frío y bosque pluvial montano bajo subtropical (sierra de las minas); el clima está definido por elementos y factores que interactúan en una forma dinámica, dando al municipio variedad y riqueza de climas y microclimas, es cálido y seco en el valle, pero templado y frío en las montañas de la Sierra de Las Minas. La temperatura media anual del municipio oscila entre 16 a 36 °C; la precipitación pluvial promedio anual es de 600 a 900 mm. La temperatura aproximada se sitúa entre los 16 y 36 grados centígrados a la sombra, según la época del año. En los meses de marzo, abril la temperatura asciende por encima de los 36.

Datos tomados de la estación próxima al municipio de Teculután, Zacapa se encuentran registrados en la estación denominada La Fragua en la aldea La Fragua, municipio de Zacapa.

Tabla I. **Datos climatológicos promedio para municipio de Teculután, Zacapa**

<b>Datos</b>		<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
<b>Temperatura</b>	Mínima	°C	26,7
	Media	°C	31,6
	Máxima	°C	34,4
<b>Presión atmosférica</b>	Mínima	mm.Hg.	981,8
	Media	mm.Hg.	985,2
	Máxima	mm.Hg.	990,2
<b>Viento</b>	Minina	Km/h	4
	Media	Km/h	22
	Máxima	Km/h	39
<b>Precipitación e Insolación</b>	Total	mm	25,1/263,1

Fuente: Insivumeh

### **1.1.5. Topografía**

Es predominantemente plana en la parte baja, donde se desarrollan las actividades productivas; en los cerros y en la Sierra de Las Minas, se manifiestan pendientes moderadas a altas, donde se practica agricultura de subsistencia, ganadería y reserva forestal.

### **1.1.6. Recursos naturales**

- Suelo: según la clasificación de suelos de Guatemala, en el municipio existen tres tipos de suelo marajuma (de vocación forestal, característico

de la sierra de las minas), Chol (con vocación para pastos y sistemas agroforestales, zona de transición entre el valle y la sierra de las minas) y suelo de los valles (con vocación agrícola y ganadera, valle del río Motagua).

En el municipio de Teculután, el uso de la tierra se comporta de la siguiente manera: 16,4 % de la superficie es utilizado en la agricultura, 53,36 % es ocupado por arbustos y matorrales, 28,54 % es bosque natural, 0,71 % lo constituyen los lugares poblados y un 1 % corresponde a ríos.

- Bosque: la cobertura boscosa del municipio de Teculután al 2003, ocupa 6,308.64 Ha, donde, el 5,10 % es bosque mixto, el 83,59 % es latifoliado y 11,3 % de coníferas, dicha área boscosa pertenece a la Sierra de Las Minas. Entre las especies forestales predominantes se encuentran pino, encino y roble.

La cobertura forestal representa el cuarto lugar del departamento, ubicándose después de Gualán, río Hondo y La Unión, respectivamente; el área de bosque pertenece a la Sierra de Las Minas como área protegida, según afirmaron los participantes en los talleres participativos, dicha zona es vulnerable a la deforestación, debido al avance de la frontera agrícola y los incendios forestales provocados por cazadores y ganaderos, poniendo en riesgo el agotamiento gradual de las fuentes de agua existentes en esta área, las cuales abastecen del servicio de agua intradomiciliar a los lugares poblados del municipio.

En los objetivos de desarrollo del milenio se propone revertir la pérdida de recursos naturales, sin embargo, a pesar de las acciones del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), CARE y Defensores de la Naturaleza, se

observa que la pérdida de cobertura forestal en la Sierra de Las Minas, está teniendo consecuencia en la disminución gradual del caudal de agua del río Teculután; por tal razón, los participantes en los talleres, manifestaron la urgencia de realizar alianzas público-privadas, a fin de invertir en la recuperación del área boscosa en la Sierra de Las Minas, que se constituye como una importante zona de recarga hídrica, no solo para el municipio, sino para todo el valle del río Motagua.

Tabla II. **Cobertura forestal, Teculután, Zacapa**

<b>Tipo de bosque</b>	<b>Departamento</b>	<b>Municipio</b>
Coníferas (has)	11 396	713,07
Latifoliadas (has)	35 462	5 273,66
Mixto (has)	13 049	321,91
Total (has)	59 907	6 308,64

Fuente: MAGA. 2003.

### **1.1.7. Gestión integrada del recurso hídrico**

En el municipio de Teculután se define una sola microcuenca hidrográfica que drena hacia el río Motagua con dirección norte - sur es alimentada por los ríos Negro y Blanco que al unirse en La Sierra de Las Minas, forman el río Teculután, que es la principal fuente de agua que abastece a las comunidades de este y otros municipios vecinos, tiene su origen en la parte alta y mediana de la Sierra de las Minas, desde la zona de conservación y amortiguamiento, donde ocularmente el agua es cristalina y sin sedimentos.

La cuenca del río Teculután, es la más importante desde el punto de vista de los caudales que aporta al río Motagua. Los mayores caudales mensuales



del río Teculután ocurren de mayo a noviembre y los volúmenes de escurrimiento generalmente son mayores que 6,0 m<sup>3</sup>/s, medidos hasta la estación de aforo. Existe variabilidad en los caudales en los periodos interanuales, la que puede atribuirse principalmente a fenómenos meteorológicos, los cuales afectan las condiciones climáticas a nivel regional.

En la cuenca se puede identificar una gran superficie que contribuye sustancialmente a la recarga del manto acuífero, con lo que se puede decir que en el área se tiene una alta disponibilidad del agua subterránea. El recurso hídrico superficial históricamente se utiliza en grandes cantidades para consumo humano habitacional y para la agricultura en sistemas de riego, que cubre aproximadamente 4 000 hectáreas, sobre el margen del río Motagua; pero en los últimos años se tiene una mayor demanda para utilizarlo en la agroindustria, industria, hoteles y centros turísticos con utilización de grandes cantidades de agua tanto superficial y en algunos casos como las industrias de bebidas, grandes cantidades de agua subterránea, que la extraen del manto freático, el cual es alimentado por la microcuenca Teculután.

Y es por ello que en la parte media y baja de la microcuenca Teculután se tiene la mayor demanda del recurso hídrico, así como la mayor contaminación de diferentes fuentes, principalmente de las poblaciones cercanas, por no poseer sistemas de manejo de desechos sólidos. En el área del municipio de Teculután se tiene el río Motagua, el cual es uno de los ríos con mayores índices de contaminación, por ser usados para la desembocadura de aguas negras de varios municipios y el principal contaminante es la ciudad capital.

Por su clasificación hidrológica se determina la existencia de corrientes efímeras, intermitentes y permanentes, las cuales contribuyen no solo a los caudales superficiales, sino también al manto freático, el cual es determinante

para la microcuenca del Teculután, no solo por la cantidad de agua subterránea, sino también por la calidad de la misma.

En los talleres participativos se determinó que a pesar de la riqueza hídrica del municipio, tanto el río Teculután como los nacimientos de agua existentes en la microcuenca, poco a poco ha ido disminuyendo su caudal; se extrae el agua utilizada para la irrigación de los cultivos y pastos forrajeros del valle, la cual es conducida a través de canales.

#### **1.1.8. Saneamiento ambiental**

- Tratamiento de aguas servidas: el servicio de alcantarillado público se provee en la mayoría de comunidades, sin embargo, ninguno de estos sistemas tiene planta de tratamiento de aguas residuales, solamente se les da tratamiento primario a través de pozos de absorción antes de desfogar al río Teculután o bien al río Motagua, provocando la contaminación de éstos; esta problemática fue reflejada en el taller participativo de gestión de riesgos, donde manifestaron que el río Motagua es contaminado por muchos lugares poblados a lo largo de la cuenca, los que desfogan sus aguas residuales.
- Disposición de desechos sólidos: el tren de aseo municipal presta el servicio de recolección de basura en la mayoría de comunidades, ya que existe corta distancia entre éstas; dicha basura es depositada en un basurero municipal ubicado en terreno privado, la cual no recibe ningún tipo de tratamiento o clasificación, solamente se le da vuelta por medio de una máquina. Estos basureros a cielo abierto, propician la proliferación de vectores y afecta la imagen del municipio. Cabe destacar la propuesta de establecer una planta de tratamiento intermunicipal, que se registra en el

plan estratégico territorial de la mancomunidad de nororiente, donde se le daría tratamiento a la basura producida en varios municipios vecinos a Teculután.

#### **1.1.9. Gestión de riesgo**

- Amenazas: en el taller participativo sobre gestión de riesgos, se analizaron 31 amenazas de tipo geológicas, hidrometeorológicas, socionaturales y antrópicas; de las cuales, destacan 10 (ver cuadro 8), en su mayoría de tipo socionaturales, que son de mayor recurrencia en el municipio.

Tabla III. Nivel de ponderación por tipo de amenaza Teculután, Zacapa

Amenazas prioritarias	Priorización	Lugares afectados	Causas de la amenaza
Desecamiento de ríos	4,25	Todo el municipio, áreas agrícolas y ganaderas.	Descuido de las microcuencas, aprovechamiento de empresas, incendios forestales, deforestación, agricultura de subsistencia, ganadería.
Deforestación	4,25	Parte alta del municipio (sierra de las minas), parte plana (bosque espinoso).	Cambio de uso de suelo, tala, incendios forestales, rosas, ganadería, agricultura de subsistencia e intensiva.
Agotamiento de fuentes de agua	3,75	Parte alta del municipio.	Deforestación, no hay infiltración de agua, las lluvias disminuyen año con año.
Sequías	3,75	Microrregiones I y III, San José, Palmares y Oreganal.	Cambio climático, falta de lluvia, uso de suelo, desertificación, ganadería, incendios.
Plagas	3,75	Microrregiones I y IV, La Paz y El Milagro.	Mal manejo de basura, agua depositada, desechos líquidos, insalubridad, falta de educación.
Incendios forestales	3,5	Parte alta de El Oreganal.	La mano del hombre, cacería y ganadería.
Contaminación por basura	3,5	Microrregión I y San José, Remolinos, Bordo y Palencia, Río Motagua.	Falta de infraestructura, conciencia social y políticas públicas.
Epidemias	3,25	Microrregiones I, II y IV.	Mal manejo de basura, agua depositada, desechos líquidos, insalubridad, falta de educación.
Contaminación por aguas residuales	3,25	Microrregión I, Barranca Seca y Barrio Nuevo, río Teculután y río Motagua.	Falta de infraestructura, conciencia social y políticas públicas.
Erosión	3	Parte alta micro-region II.	Cambio de uso de suelo, desertificación, ganadería, deforestación, incendios forestales, falta conservación de suelos.

Fuente: Segeplan. 2010.

### **1.1.10. Desarrollo productivo**

Las principales actividades productivas del municipio son: cultivo de maíz, frijol, tabaco, tomate, melón, sandía, mango y chile pimiento, que se destinan para abastecer los mercados nacionales y extranjeros, así como para el consumo de la población, en la producción pecuaria la crianza de ganado vacuno, cerdos y aves en menor escala.

El cultivo de granos básicos como el maíz y frijol que fundamentalmente constituye la base alimenticia diaria de la población y porque es un cultivo que se adapta a diferentes condiciones climáticas, abarca 5,07 % del área dedicada a la agricultura a nivel del municipio (1 121,42 has) que es el 16,39 % del área dedicada a la agricultura (3 624,55 has) Las producciones estimadas son 3 653 qq con un rendimiento de 30 qq en aproximadamente 122 has. Para el maíz y el frijol en menor escala con 123 qq con un rendimiento de 4,45 qq en aproximadamente 28 has. (INE 2002), con producciones de 1,232 qq y con un rendimiento promedio de 31,01 quintales.

En los últimos años se han agregado productos de exportación, como el melón, sandía, mango, okra y tabaco, que son cultivos cuyo destino es la exportación hacia los mercados de Estados Unidos y Europa, quedando una mínima parte para el mercado local. Son cultivos que tienen gran importancia en la región, principalmente porque es un área que satisface las exigencias de suelos y clima adecuados para su producción.

En el caso del cultivo del melón ha venido cobrando importancia, debido que por requerir mucha mano de obra, ha sido una de las principales fuente de empleo, abarcando una extensión de 1 264 has (5,72 %) del territorio. Además, de ser un ingreso económico para los propietarios de las tierras, en

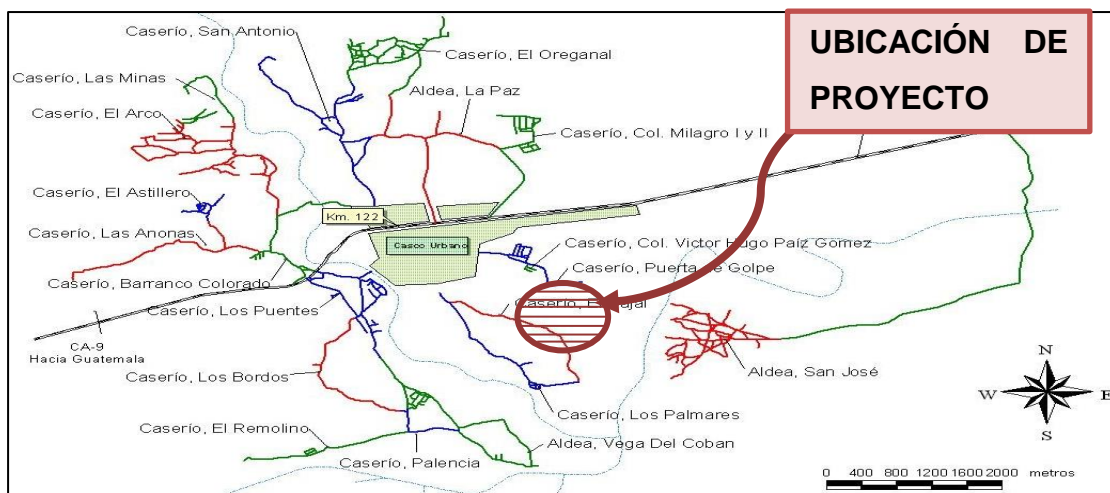
donde se cultiva, teniendo un valor de arrendamiento por hectárea entre Q 1 500,00 y Q 2 300,00, siendo mejores que los valores normales del municipio que están entre Q 800,00 y Q 1 00,00.

### 1.1.11. Vías de acceso

La carretera hacia el caserío Barranca Seca se encuentra una parte asfaltada y la otra adoquinada y en buen estado, tiene acceso directo de la carretera al Atlántico ruta CA-9 y es transitada todo el tiempo.

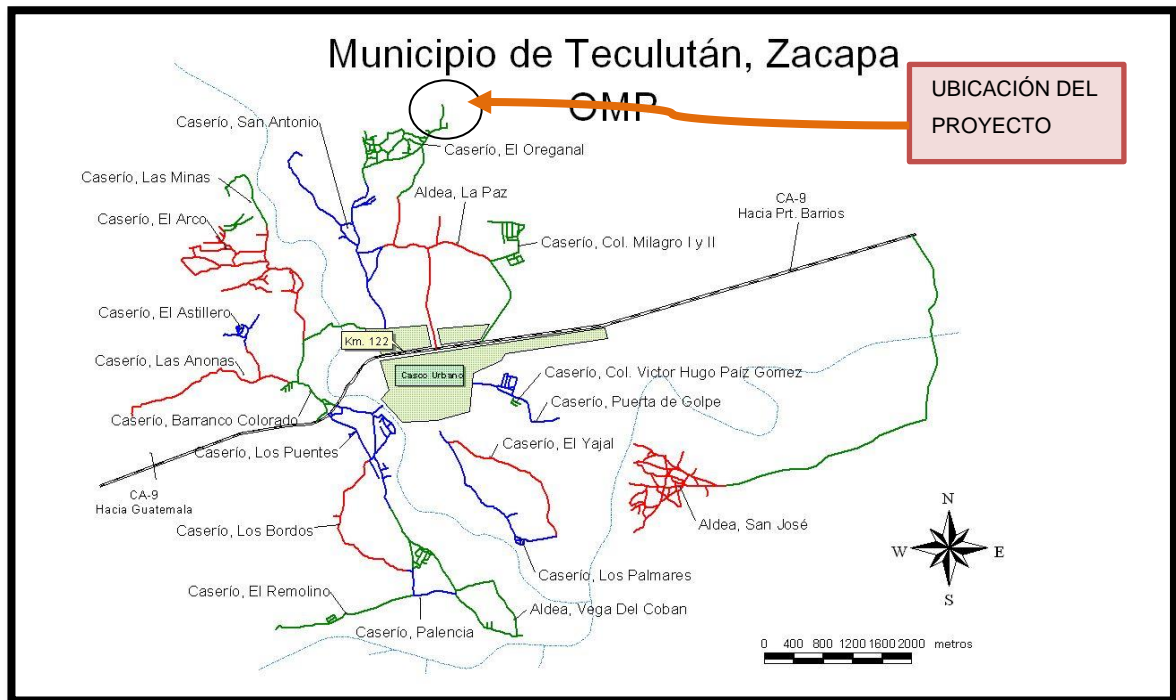
Para llegar al caserío El Oreganal la carretera es de terracería y en épocas de lluvia se torna un poco dificultoso por estar ubicado a los pies de una montaña.

Figura 4. **Macrolocalización del proyecto en caserío Barranca Seca**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Figura 5. Macro localización del proyecto en caserío El Oreganal



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Tabla IV. **Tabla de población municipio de Teculután, Zacapa**

<b>POBLACIÓN TOTAL Y SU DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SEGÚN LUGARES POBLADOS</b>					
<b>No.</b>	<b>LOCALIDAD</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PORCENTAJE</b>
1	Barranca Seca	288	309	597	3.28%
2	El Astillero	126	135	261	1.43%
3	Las Anonas	67	72	139	0.76%
4	Las Minas	132	142	274	1.50%
5	Los Bordos	139	151	290	1.59%
6	Palencia	40	43	83	0.46%
7	El Arco	656	712	1368	7.51%
8	Barranco Colorado	353	383	736	4.04%
9	San Antonio	266	288	554	3.04%
10	La Paz	93	94	187	1.03%
11	Colonia El Milagro I	273	299	572	3.14%
12	Colonia El Milagro II	174	186	360	1.98%
13	El Remolino	196	213	409	2.25%
14	Los Puentes	454	491	945	5.19%
15	El Oreganal	486	526	1012	5.56%
16	Vega del Cobán	380	412	792	4.35%
17	El Yajal	38	41	79	0.43%
18	San José	598	647	1245	6.84%
19	Los Palmares	244	264	508	2.79%
20	Puerta de Golpe	129	140	269	1.48%
21	Colonia Los Guayacanes	92	106	198	1.09%
22	Colonia Marcial Castañeda	68	86	154	0.85%
23	Colonia La Colina	76	87	163	0.90%
24	Colonia Víctor Hugo Paiz	113	123	263	1.30%
25	Cabecera Municipal	3266	3515	6781	37.23%
TOTAL		8747	9465	18239	100.00%

Fuente: INE 2010.



## **1.2. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura para los caseríos Barranca Seca y El Oreganal, municipio de Teculután, Zacapa**

A continuación se realiza un diagnóstico con respecto a las necesidades y los servicios básicos de la población.

### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

En relación a las necesidades de los habitantes de los caseríos Barranca Seca y El Oreganal, se hace una descripción de los proyectos.

Caserío Barranca Seca:

- Mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario: la carencia de un sistema apropiado para disposición de aguas servidas crea alteraciones y problemas de distinta índole.
- Mejoramiento de la red de energía eléctrica: mejorando alumbrado público y dar cobertura total a la población.
- Construcción de viviendas populares: para mejorar la calidad de vida de la población actual.

Caserío El Oreganal:

- Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable: actualmente la población se abastece de agua a través de nacimientos y el río Teculután.
- Mejoramiento del sistema vial: pavimentación de las calles existentes.
- Construcción de viviendas populares: para mejorar la calidad de vida de la población actual.

### **1.2.2. Priorización de las necesidades**

Bajo criterios de la población, alcalde y Cocodes se describe el rango de las necesidades asignadas.

Caserío Barranca Seca:

- Mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario
- Construcción de viviendas populares
- Mejoramiento del sistema de energía eléctrica (alumbrado público)

Caserío El Oreganal:

- Diseño de abastecimiento de agua potable
- Construcción de viviendas populares
- Mejoramiento del sistema vial

Para ambos caseríos es necesario implementar un sistema de reforestación que proteja los bosques, evitando la tala inmoderada de árboles y destrucción del ecosistema de la región.

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

### **2.1. Mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Barranca Seca.**

En esta fase se hace una descripción del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario.

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

El proyecto consiste en el diseño de 625 metros lineales de tramo de tubería, los cuales están conformados de la siguiente manera: tubería de PVC con diámetro de 6 pulgadas y Norma ASTM F-949, 142 conexiones domiciliarias, red de alcantarillado, 11 pozos de visita y conducción hacia planta de tratamiento para el caserío Barranca Seca del municipio de Teculután, el cual beneficiará directamente a 142 viviendas con un promedio de 5 habitantes por vivienda que contabiliza una población de 710 habitantes y al caserío en general.

#### **2.1.2. Levantamiento topográfico**

El equipo utilizado en el trabajo fue: un teodolito, estadal, plomada, estacas, cinta métrica, clavos y pintura.

- Altimetría: se utilizó el método taquimétrico, el cual es adecuado para este tipo de proyectos, que no requieren de mucha precisión.
- Planimetría: se utilizó el método de conservación de azimut, para la medición de la planimetría.

### **2.1.3. Período de diseño**

En el presente estudio se definió un período de diseño de 20 años; tomando en cuenta calidad de materiales, el crecimiento demográfico, administración y mantenimiento del proyecto.

Cálculo de la población: para el cálculo de la población existen tres diferentes métodos, geométrico, aritmético y exponencial, en este caso se utiliza el método geométrico por ser un método adaptable y de fácil manejo a la demografía de Guatemala.

Método Geométrico, fórmula

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

Donde

- Pf = población futura o población de diseño  
 Po = población actual  
 n = período de diseño  
 i = tasa de crecimiento poblacional

## Datos

Po = 710 Habitantes

N = 20 años

r = 3 % dato utilizado para cálculo de población en la municipalidad de Teculután con referencia a censo del INE 2010.

$$Pf = 710 * \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{20} = 1\ 283 \text{ habitantes}$$

### **2.1.4. Generalidades de un sistema de alcantarillado**

El sistema consiste en recolectar, transportar y purificar todas las aguas servidas para ser trasladadas a un lugar de proceso de transformación en una planta de tratamiento.

### **2.1.5. Cálculo de caudales**

Para realizar el cálculo de caudales se realiza una descripción de la dotación, caudal domiciliar, conexiones ilícitas, entre otros.

#### Dotación

Es la cantidad (volumen por unidad de tiempo) de agua asignada a una unidad de consumo, en poblaciones se expresa en (L/hab/día). La utilizada para el caserío Barranca Seca es de 200 L/hab/día, según información proporcionada por la municipalidad.

## Velocidad de flujo (factores☺)

D = diámetro de la sección circular

S = pendiente de la gradiente hidráulica

n = coeficiente de rugosidad de Manning 0,014 para tubos de concreto y 0,010 para tubos de PVC.

La velocidad de flujo se calcula siempre a sección llena en m/s.

Tirante o profundidad de flujo: el valor del tirante hidráulico máximo deberá ser menor o igual que 75 % y el mínimo deberá ser menor o igual que 10 %, del diámetro nominal de la tubería, para el caudal de diseño.

Caudal domiciliar: es el agua que se recolecta después de haber sido usado y luego se traslada al colector principal del sistema.

Fórmula:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{F. R.} * \text{Hab}}{86\,400} \quad Q_{\text{dom}} = \frac{200 * 0,80 * 710}{86\,400} = 1,314 \text{ l/s}$$

Donde

Q<sub>dom</sub> = caudal domiciliar

Hab. = número de habitantes futuros del tramo

Dot. = dotación (L/hab/día)

F. R. = factor de retorno

86,400 = tiempo en segundos

Factor de retorno: es el valor que indica la cantidad de agua que regresa al alcantarillado sanitario por cada vivienda, lo cual es considerado entre el 75 al 95 % de la dotación de agua potable asignada a la comunidad.

Conexiones ilícitas: es la cantidad de agua pluvial generada en las viviendas, los usuarios conectan esta descarga al alcantarillado sanitario. En este tipo de caudal se toma en cuenta el área de techos y patios, así como la intensidad de lluvia.

Caudal de infiltración: es el caudal que penetra en el alcantarillado que dependerá del nivel freático del agua, que ingresa a través de las paredes de la tubería y/o juntas, de las propiedades del material, permeabilidad del suelo y la calidad de mano de obra. Para este estudio no se toma en cuenta debido a que se utilizó tubería de PVC.

Caudal comercial e industrial: son las aguas negras resultantes que se desechan de los comercios comedores, restaurantes, hoteles y todo tipo de comercio, por otro lado, el caudal industrial es aquel que proviene de las fábricas de textiles, licoreras, alimentos, entre otros.

Factor de caudal medio (fqm): es un factor que regula la aportación del caudal en la tubería. Se considera como la suma de todos los caudales tanto como domiciliarios, de infiltración, de conexiones ilícitas, comercial e industrial. Para asuntos de cálculo este factor se encuentre entre los rangos de 0,002 a 0,005, si en dado caso se obtiene un valor menor se tomará 0,002, caso contrario fuera mayor se deberá tomar 0,005.

Factor de Harmond: este factor representa la probabilidad de que múltiples accesorios sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en una comunidad. cubre las horas pico, es decir, en las horas que más se utiliza el sistema de drenaje.

Fórmula:

$$FH_{Actual} = \frac{18 + \sqrt{P/1\,000}}{4 + \sqrt{P/1\,000}} = \frac{18 + \sqrt{715/1\,000}}{4 + \sqrt{715/1\,000}} = 3,89$$

$$FH_{Futuro} = \frac{18 + \sqrt{P/1\,000}}{4 + \sqrt{P/1\,000}} = \frac{18 + \sqrt{1\,292/1\,000}}{4 + \sqrt{1\,292/1\,000}} = 3,73$$

Donde

P= población en presente y futuro

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

Caudal de diseño: indica la cantidad de caudal que transportará el alcantarillado sanitario en cualquier punto en toda la red, siendo este el que establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizara el diseño del alcantarillado.

### **2.1.6. Pendiente de tubería**

La pendiente de tubería si fuera posible debe adaptarse a la del terreno, esto para lograr reducir costos de excavación, siempre y cuando que estén dentro del rango de velocidades permitidas 0,60 m/s mínima y 3,0 m/s máxima. Para las conexiones domiciliarias, la pendiente mínima será de 2 % y la máxima



de 6 % tomando en cuenta que debe formar un ángulo horizontal, con respecto a la línea central del colector principal, de aproximadamente 45° en sentido del flujo del caudal del sistema.

### 2.1.7. Cotas Invert

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte interior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita, según las normas de Infom. Las cotas de terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo de alcantarillado, se calculan de la siguiente manera:

Fórmula:

$$\text{Sterreno \%} = \frac{CTi - CTf}{DH} * 100$$

$$CTf = CTi - (D.H * \text{Sterreno\%})$$

$$CII = CTI - (HTrafic + ETubo + \varphi)$$

$$CII = CIF - 0,03\text{cm}$$

$$CIF = CII - D.H * STubo \%$$

$$Hpozo = CTi - CII - 0,15$$

$$Hpozo = CTf - CIF - 0,15$$

Donde

CTf = cota del terreno final

CTi = cota de terreno inicial

D.H = distancia horizontal

S% = pendiente

Cota invert de salida pozo

$$C_{li} = C_{Ti} - (H_{trafico} + E_{tubo} + \emptyset)$$

Cota invert de entrada pozo

$$C_{lf} = C_{li} - D.H. * Stubo \%$$

### **2.1.8. Diámetros de tubería**

Los diámetros de tubería se consideran mínimos: colectores para alcantarillados sanitarios de 6" y 4" para conexiones domiciliarias, según normativa del Infom para tuberías de PVC. En este sistema se utilizaron tuberías con diámetro de 6" para colectores y para conexiones domiciliarias se utilizó tubería con diámetro de 4".

### **2.1.9. Pozos de visita**

Debe proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, cambios de gradiente, además de proporcionar ingreso de oxígeno al sistema. Se construye de concreto, ladrillo de barro cocido, tubos de concreto o PVC. Según normativas del Infom debe localizarse en los siguientes casos:

- Cambio de pendiente
- Cambio de diámetro de tubería
- En distancias no mayores de 100 m. en línea recta
- En intersecciones de dos o más tuberías colectoras
- En curvas no mayores a 30 m.

Especificaciones pozos de visita

En este diseño los pozos de visita son cilíndricos, con muros de ladrillo de punta, brocal y tapadera de concreto reforzado, cimentados en plancha de concreto, con canales para dirigir los caudales al tubo de salida.

#### **2.1.10. Conexiones domiciliarias**

Es el conjunto de tuberías y accesorios que conforman los colectores que permiten recolectar las aguas servidas domiciliarias, pueden ser materiales de concreto o PVC.

Caja o candela: la conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente, el lado menor de la caja será de 0,45 m; si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12", las cajas deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realiza inspecciones. El fondo tiene que ser fundido de concreto dejando la pendiente respectiva, para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado central, la altura mínima de la candela será de 1,00 m.

Tubería secundaria: tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Deberá utilizarse tubo PVC de 4", con pendiente mínima de 2 % y máxima del 6 %, a efecto de facilitar la evacuación del agua. Hay que tomar en cuenta que la conexión domiciliar con el colector principal se hará en el medio diámetro superior a un ángulo de 45° aguas abajo.

Profundidad de tubería: la determinación de la profundidad de la tubería se hace mediante el cálculo de las cotas Invert, en todo caso debe chequearse que la tubería tenga un recubrimiento adecuado, para no dañarse con el paso de

vehículos y peatones, o que se quiebre por la caída o golpe de algún objeto pesado. El recubrimiento mínimo del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1 m., más el espesor de la tubería más el diámetro de la tubería, esto para tráfico liviano y pesado el recubrimiento mínimo del coronamiento de la tubería será de 1,2 m.

Tabla V. **Profundidades mínimas de tubería de PVC en m**

Diámetro	6"	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
Trafico Normal	1,16	1,22	1,28	1,33	1,41	1,5	1,58	1,66	1,84	1,99	2,14	2,25	2,55
Tráfico Pesado	1,36	1,42	1,48	1,53	1,51	1,7	1,78	1,86	2,04	2,19	2,34	2,45	2,75

Fuente: OROZCO, Juan Adolfo. *Tesis Diseño de Drenaje Sanitario Aldea San Pedro Petz, Departamento de San Marcos.* p. 29.

Normas y recomendaciones: las normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal, Infom, indican que el diámetro mínimo a colocar será de 8" en el caso de tubería de concreto y de 6" para tubería de PVC, esto si el sistema de drenaje es sanitario.

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

En todo sistema hidráulico es necesario cumplir con las normas de diseño, se facilita el buen funcionamiento, previendo el desgaste inmediato de los materiales, al mismo tiempo cumplir con el periodo de diseño establecido y el sistema será exitoso. Es necesario cumplir con las normas de tubería, en este

caso PVC, Norma 3034 Novafort, con los diámetros correspondientes, respetar las velocidades mínimas y máximas aceptables, verificando si esta se encuentra entre los límites recomendados.

#### **2.1.11. Volumen de excavación**

Es el volumen de tierra que se removerá para la instalación adecuada de la tubería, está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, la distancia entre ellos, ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, este cálculo se obtiene a partir de la siguiente formula:

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

Donde

- V = volumen de excavación (m<sup>3</sup>)
- H1 = profundidad del primer pozo de visita (m)
- H2 = profundidad del segundo pozo de visita (m)
- d = distancia entre los dos pozos de visita (m)
- t = ancho de zanja (m)

Tabla VI. **Ancho mínimo de zanja angosta**

D	Ancho de zanja mínimo			Altura promedio			
	Núm. de diámetros	Pulgadas	Metros m.	1 a 1,85	1,86 a 2,85	2,86 a 3,85	3,86 en adelante
4"	4,3	18	0,455		0,5	0,50	0,55
6"	2,9	18	0,455		0,5	0,50	0,55
8"	2,9	24	0,61		0,65	0,70	0,75
10"	2,5	26	0,66		0,70	0,70	0,75
12"	2,4	30	0,76				0,80
15"	2,0	30	0,76				0,80

Fuente: Tubovinil, S.A. Norma ASTM 3034. *Tubería de PVC para alcantarillado sanitario*. p. 9

Tabla VII. **Ancho mínimo de zanja**

D	Ancho de zanja mínimo		
	Núm. de diámetros	Pulgadas	Metros m.
4"	8,5	36	0,915
6"	5,7	36	0,915
8"	4,3	36	0,915
10"	4,0	42	1,065
12"	3,4	42	1,065
15"	3,1	48	1,22

Fuente: Tubovinil, S.A. Norma ASTM 3034. *Tubería de PVC para alcantarillado sanitario*. p. 10.

### 2.1.12. Comportamiento hidráulico de la sección parcialmente llena

Toda alcantarilla circular puede trabajar a sección llena y a sección parcialmente llena, siendo lo último lo más común, ya que el gasto nunca es constante y esto incide directamente con una variación de la altura del flujo, que a su vez, hace variar el área transversal del líquido y la velocidad de éste. Para las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena los cálculos de radio hidráulico y del área del flujo son las siguientes:

$$A = D^2/4 \left( \frac{\pi\theta}{360} * \frac{\text{Sin}\theta}{2} \right) \quad P = \frac{\pi D\theta}{360}$$

$$R_h = \frac{D}{4} \left( 1 - \frac{360\text{Sin}\theta}{2\pi\theta} \right)$$

Velocidad a sección llena

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

Caudal a sección llena

$$Q_{\text{sec. llena}} = A * V$$

Donde

- A = área de flujo
- D = diámetro de tubería
- P = perímetro mojado

Rh = radio hidráulico

Una vez obtenidos los datos de velocidad y caudal a sección llena con las fórmulas anteriormente descritas, se puede determinar la relación entre los gastos ( $q/Q$ ) (caudal de diseño sobre caudal a sección llena) y se busca ese valor en el eje de las abscisas del diagrama de relaciones hidráulicas, a partir de allí se levanta una vertical hasta interceptar la curva de descarga en un punto que, referido a la escala de las ordenadas, situada a la izquierda da el valor de  $d/D$ .

La profundidad del flujo (tirante) se obtiene multiplicando esta última relación por el diámetro total del tubo, para obtener la velocidad, se busca la intersección de la línea horizontal que pasa por el valor de  $d/D$  ya conocido, con la curva de velocidades y se lee la relación  $v/V$  en la escala horizontal. La velocidad de la tubería parcialmente llena se obtiene multiplicando esta relación por la velocidad a sección llena. La curva de velocidad y por lo tanto, la de la descarga, varían algo con el diámetro y pendiente, pero estas variaciones son pequeñas y pueden despreciarse.

En las relaciones hidráulicas que trabajan a sección parcialmente llena y lograr de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando la fórmula de Manning.

$$V = \left( \frac{R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \right)$$

Donde



Datos	Valor	Unidad
Habitantes por casa	5	Habitantes
Tasa de crecimiento de población	3	%
Periodo de diseño	20	Años
Factor de retorno	0,80	
Dotación	200	L/Hab/Día
Coefficiente de rugosidad	0,01	
Infiltración	5 000	mm

- V = velocidad  
R = radio Hidráulico  
S = pendiente del canal  
n = coeficiente de rugosidad

Teniendo el valor de la relación  $q/Q$  y buscando este valor en las tablas de diseño hidráulico, se puede obtener el valor  $v/V$ , si no se encuentra el valor exacto entonces se busca uno aproximado. Este último valor obtenido se multiplica por la velocidad a sección llena logrando saber así la velocidad a sección parcial. Y sucesivamente se van obteniendo los demás valores.

A continuación, se presentan los datos y resultados del cálculo hidráulico para el diseño de alcantarillado sanitario.

Datos utilizados en el diseño:

Tabla VIII. Cálculo para el diseño de drenaje sanitario caserío  
Barranca Seca, Teculután, Zacapa

DE PV	A PV	COT. TERRENO		S (%)	No. DE CASAS	HAB. SERVIR	Codom (L/s)		Q <sub>inf</sub> (L/s)	Olicitas (L/s)	Q sanitario (L/s)		Fact. Q media		FACT. HARM		Q diseño (L/s)		Ø (In.)		
		INICIO	FINAL				ACT.	RUT.			ACT.	RUT.	ACT.	RUT.	ACT.	RUT.	ACT.	RUT.		ACT.	RUT.
1	2	222.75	222.88	5.8	3	15	28	0.028	0.052	0.0034	0.005	0.03	0.06	0.0022	0.0020	4.4	4.36	0.15	0.24	6	
2	3	222.88	221.05	1.00	14	85	154	0.157	0.285	0.00579	0.029	0.19	0.32	0.0023	0.0021	4.26	4.19	0.83	1.36	6	
3	4	221.05	220.37	80	17	34	170	0.308	0.315	0.00463	0.057	0.38	0.63	0.0022	0.0021	4.17	4.07	1.56	2.63	6	
4	5	220.37	219.21	1.00	25	59	295	0.546	0.967	0.00579	0.099	0.65	1.09	0.0022	0.002	4.08	3.96	2.65	4.22	6	
5	6	219.21	218.55	55	11	70	350	0.648	1.172	0.00318	0.117	0.77	1.29	0.0022	0.0020	4.05	3.92	3.12	4.96	6	
6	7	218.55	218.17	34	1.09	9	79	395	0.731	1.322	0.00197	0.132	0.87	1.46	0.0022	0.0020	4.02	3.89	3.49	5.55	6
7	8	218.17	218.00	83	1.09	16	95	475	0.880	1.589	0.00480	0.159	1.04	1.75	0.0022	0.0020	3.99	3.84	4.17	6.59	6
8	9	218.00	217.98	52.8	11	106	530	0.981	1.774	0.00306	0.177	1.16	1.95	0.0022	0.0020	3.96	3.81	4.62	7.30	6	
9	10	217.98	215.98	75.2	1.20	15	121	605	1.120	2.024	0.00435	0.202	1.33	2.23	0.0022	0.0020	3.93	3.77	5.23	8.24	6
10	11	215.98	215	23.8	1.30	22	143	715	1.234	2.393	0.00138	0.239	1.56	2.63	0.0022	0.0020	3.89	3.73	6.12	9.64	6
					TOTAL		143														
PENDIENTE	AREA	SECC. LLENA		REL. q/Q	Relacion		Velocidad	chequear	Tirante	Verificar	COTAS INVERT		DE PV	A PV	ALTURA DE FONDOS		ANCHO ZANIA	ALTURA PROMEDIO DE ZANIA (m)	EXCAVACION (m3)	DST. DE	
		TUBERIA	Velocidad (m/s)		Caudal (l/s)	FUTURO					v/v	v(m/s)			d/D	Q, SALIDA (m)				Q, ENTRADA (m)	Q, SALIDA (m)
1.15	0.018	1.21	22.15	0.0108532	0.328	0.389	revisar	0.073	Revisar Ø	221.55	221.40	1	2	1.20	1.40	0.6	1.298	3.58	4.60	1	
1.05	0.018	1.16	21.16	0.0642722	0.590	0.650	correcto	0.171	correcto	221.45	220.40	2	3	1.43	0.65	0.6	1.037	61.46	98.8	98.8	17
1.07	0.018	1.17	21.36	0.1231273	0.678	0.734	correcto	0.236	correcto	220.37	219.31	3	4	0.68	0.85	0.6	0.765	36.16	70.8	70.8	14
1.07	0.018	1.17	21.36	0.1976555	0.778	0.811	correcto	0.301	correcto	219.49	218.42	4	5	0.88	0.79	0.6	0.838	49.66	98.8	98.8	17
1.07	0.018	1.17	21.36	0.3320397	0.813	0.862	correcto	0.327	correcto	218.39	217.80	5	6	0.82	0.75	0.6	0.787	25.40	53.8	53.8	9
1.09	0.018	1.18	21.56	0.2574212	0.838	0.900	correcto	0.346	correcto	217.77	217.40	6	7	0.78	0.77	0.6	0.776	15.38	30.8	30.8	6
1.09	0.018	1.18	21.56	0.3056586	0.878	1.008	correcto	0.379	correcto	217.37	216.46	7	8	0.80	1.54	0.6	1.169	57.38	81.8	81.8	14
1.12	0.018	1.20	21.86	0.3334133	0.900	1.078	correcto	0.398	correcto	216.43	215.84	8	9	1.57	1.54	0.6	1.152	48.05	51.6	51.6	9
1.20	0.018	1.24	22.62	0.3642794	0.921	1.142	correcto	0.417	correcto	215.81	214.91	9	10	1.57	1.07	0.6	1.319	58.57	74.00	74.00	13
1.30	0.018	1.29	23.55	0.4058143	0.949	1.216	correcto	0.445	correcto	214.88	214.57	10	11	1.10	0.43	0.6	0.765	10.37	21.6	21.6	4
					TOTAL															SUMA	104

Fuete: elaboración propia, empleando AutoCAD 2014.

### **2.1.13. Diseño del sistema de drenaje sanitario**

A continuación se describe el proyecto de diseño del sistema de drenaje sanitario.

Trazo del sistema: el trazo de la red de alcantarillado se basó en orientar la tubería a favor de la pendiente natural del terreno como anteriormente estaba diseñada. Previo se realizó una evaluación de estudio de suelo, con la finalidad de evitar una mayor profundidad del drenaje. Cuando existen dos o más tramos con pendientes positivas para conducir un caudal considerablemente grande, se tomó el tramo de menor pendiente dejando los de mayor pendiente como iniciales; excepto cuando la profundidad de llegada era grande y se tenía que recuperar.

Localización de la descarga: para el sistema de drenaje sanitario se optó por utilizar el sistema de tratamiento de aguas servidas por medio de una planta de tratamiento existente, en la cual el sistema de drenaje diseñado desembocará para su previo tratamiento de eliminación de bacterias que existen en el flujo para luego devolverla al ambiente por medio de la filtración de mantos acuíferos de cada zona.

### **2.1.14. Presupuesto**

Para el presupuesto se tomaron las siguientes consideraciones que contemplan los renglones de trabajo, precios unitarios y costo por renglón, en lo que respecta a costos indirectos se aplicó un 25 % que incluye administración, utilidad y dirección técnica.

Tabla IX. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

<b>RESUMEN DE RENGLONES</b>						
<b>PROYECTO:</b>						
<b>MEJORAMIENTO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO BARRANCA SECA, TECULUTAN, ZACAPA</b>						
<b>LOCALIZACIÓN:</b>			Caserío Barranca Seca			
<b>FECHA:</b>			Octubre 2016			
REGLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
1.00	REPLANTEO TOPOGRAFICO	625.00	ml	5.50	Q	3,437.50
2.00	REMOCION DE CARPETA DE CONCRETO	145.70	m2	156.90	Q	22,860.33
3.00	REMOCION DE CARPETA DE ADOQUIN	434.40	m2	42.00	Q	18,244.80
4.00	EXCAVACION DE ZANJA	1153.40	m3	109.50	Q	126,297.30
5.00	COLOCACION DE BASE PARA COLECTOR CENTRAL (t = 0.075 m)	43.00	m3	451.00	Q	19,393.00
6.00	COLECTOR PRINCIPAL	625.00	ml	223.28	Q	139,550.00
7.00	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJA (incluye colector y conexiones domiciliars)	1153.40	m3	90.50	Q	104,382.70
8.00	POZO DE VISITA HASTA 1 METRO	3.00	Unidad	4,405.00	Q	13,215.00
9.00	POZO DE VISITA HASTA 2 METROS	7.00	Unidad	6,155.00	Q	43,085.00
10.00	POZO DE VISITA HASTA 3 METROS	1.00	Unidad	8,800.00	Q	8,800.00
11.00	CONEXIONES DOMICILIARES	142.00	Unidad	1,195.00	Q	169,690.00
12.00	REPOSICION DE CARPETA DE CONCRETO	145.70	m2	307.70	Q	44,831.89
13.00	REPOSICION DE CARPETA DE ADOQUIN	434.40	m2	77.30	Q	33,579.12
14.00	LIMPIEZA FINAL	1.00	Global	5,845.36	Q	5,845.36
15.00	ROTULO DE IDENTIFICACION DEL PROYECTO	1.00	Unidad	2,788.00	Q	2,788.00
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO:</b>					<b>Q</b>	<b>756,000.00</b>



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.15. Costos de operación y mantenimiento

El mantenimiento estará a cargo de la Municipalidad de Teculután. El sistema trabaja por gravedad y no requiere de una operación específica diaria, sin embargo, se debe contemplar limpieza y revisión anual, previa al invierno tanto de tubería, como pozos de visita, porque a medida que se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario, el riesgo de obstrucción se considera muy importante.

Tabla X. Costo de operación y mantenimiento

<b>Presupuesto de mantenimiento</b>					
<b>Núm.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo por mes</b>	<b>Costo por año</b>
<b>1.</b>	Reparación de tubería (incluye mano de obra)	global	1	Q.10 000,00	Q. 10 000,00
<b>Subtotal</b>				Q.10 000,00	Q. 10 000,00
<b>Costo total de mantenimiento anual</b>				<b>Q.10 000,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.16. Detalles y planos

Los detalles y planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario se presentan en el apéndice, están conformados por plano topográfico, planta perfil y detalles.

### 2.1.17. Aspectos ambientales

Aunque el proyecto no afectara de manera negativa al medio natural, ya que se tomarán las medidas de mitigación dadas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, será sometido a una evaluación ambiental a desarrollar se caracteriza como proyecto nuevo. El movimiento de tierras, que se deriva por la utilización de maquinaria y levantamiento de polvo, sería el mayor riesgo que podría presentarse durante la ejecución del proyecto en el interior del caserío.

### 2.1.18. Aspectos socioeconómicos

Se considera que la propuesta cumple con los parámetros que inciden en la manifestación del problema y cumplirá con la demanda actual y una demanda futura a 15 años a una tasa de crecimiento poblacional de 1,03.

Tabla XI. Población proyectada

<b>N</b>	<b>AÑOS</b>	<b>POBLACION BASE</b>	<b>TASA DE CRECIMIENTO</b>	<b>POBLACION PROYECTADA</b>
1	2016	597	1.030	615
2	2017	615	1.030	633
3	2018	633	1.030	652
4	2019	652	1.030	672
5	2020	672	1.030	692
6	2021	692	1.030	713
7	2022	713	1.030	734
8	2023	734	1.030	756
9	2024	756	1.030	779
10	2025	779	1.030	802
11	2026	802	1.030	826
12	2027	826	1.030	851
13	2028	851	1.030	877
14	2029	877	1.030	903
15	2030	903	1.030	930

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

## **2.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío El Oreganal, Teculután, Zacapa**

A continuación se realiza un detalle del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la población de Zacapa.

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en el diseño de 4 672 metros lineales de un sistema de agua potable, conformado de la siguiente manera: captación, línea de conducción, válvulas de aire, válvula de limpieza, tanque de almacenamiento y conexiones domiciliarias para el caserío, el cual beneficiará directamente a 100 viviendas, con un promedio de 5 habitantes por vivienda que contabiliza una población de 500 habitantes y al caserío en general proveyendo o de un servicio básico para la vida.

### **2.2.2. Localización de la fuente de almacenamiento**

La fuente de almacenamiento se localiza en la parte alta de la sierra de las minas aguas arriba del río Teculután, el nombre del nacimiento que será la fuente principal de abastecimiento de agua para el caserío El Oreganal se denomina "piedra del zapato" nacimiento que abastece a otras comunidades y ahora también a este caserío.

### **2.2.3. Calidad de la fuente de agua**

El agua a suministrar debe de ser potable, es decir, sanitariamente segura a los sentidos y debe ser inodora, incolora e insabora, libre de transmitir

enfermedades, de concentraciones excesivas de sustancias minerales y orgánicas.

En Guatemala la norma de calidad usada actualmente es la Norma COGUANOR NGO 29001, en la cual se contempla con detalle los análisis que deben realizarse al agua para que califique como potable. Para conocer las características del agua se tomaron diferentes muestras y se realizaron los siguientes ensayos:

**Análisis fisicoquímico:** este análisis determina las características físicas del agua tales como: aspecto, color, olor, sabor, pH y dureza. Para este proyecto, el agua es apta para el consumo humano, según punto de vista de calidad física y química.

**Análisis bacteriológico:** el análisis obtenido del resultado de laboratorio indica que el número más probable de gérmenes coliformes/100cm<sup>3</sup> tiene un total de  $>16 \times 10^2$  y fecal  $>16 \times 10^2$ , se enmarca en la clasificación I, calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

**Desinfección del agua:** para la desinfección del agua se cuenta con un hipoclorador que trabaja a una solución de 0,1 % de hipoclorito de calcio, con una concentración de 1 miligramo/litro. Dicho método de desinfección fue diseñado por una empresa privada.



#### **2.2.4. Levantamiento topográfico**

Los trabajos topográficos se utilizan para determinar la posición horizontal y vertical de puntos sobre la superficie terrestre, permite encontrar los puntos de ubicación de las diferentes obras de arte que componen el acueducto.

El levantamiento topográfico que se utilizó en este proyecto fue de primer orden. Se utilizó como equipo un teodolito Wild T-16, dos plomadas, una cinta métrica con longitud de 50 metros, un estadal de acero de 4 metros, una almagana y machetes.

Planimetría: tiene como objeto determinar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características, tanto naturales como no naturales que puedan influir en el diseño del sistema.

Altimetría: es el procedimiento que se aplica para determinar la elevación de puntos situados sobre la superficie terrestre, este concepto es necesario, puesto que la elevación de un punto solo se puede establecer con relación a otro punto o un plano.

Al conocer las características topográficas se determinó que la pendiente máxima del terreno es de 3 % entre la fuente de abastecimiento y el lugar donde se construirá el tanque de almacenamiento.

### 2.2.5. Criterios de diseño

Son los criterios que se consideran para la determinación de caudales con referencia a la población del lugar para ello se determinan los siguientes factores:

Tasa de crecimiento poblacional: los datos de población del Instituto Nacional de Estadística, obtenidos en el censo realizado en el 2010, la tasa de crecimiento para el caserío El Oreganal es de 3,00 %

Periodo de diseño: es el tiempo durante el cual una obra se considera como eficiente para prestar un servicio y se empieza a contar a partir de la puesta en operación, en el presente diseño se consideró un periodo de diseño de 20 años.

Cálculo de población por el método geométrico: para el cálculo de la población se utilizó el método geométrico para determinar población a futuro.

Fórmula:

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

Donde

- Pf = población futura
- Po = población inicial
- i = tasa de crecimiento poblacional
- n = periodo de diseño

Datos:

Po = 113 viviendas \* 5 hab./vivienda = 565 hab.

i = 3 %

n = 20 años

Sustituyendo datos:

$$P_f = 565(1 + 0,03)^{20} = 1\ 020,45 = 1\ 021 \text{ habitantes.}$$

Para la población inicial se consideran únicamente 565 habitantes o 113 viviendas, de un total de 1 12 habitantes o 203 viviendas, debido a que es un proyecto que se ejecutará por fases y como primera fase se considera un 56 % de la población total.

Dotación de agua: se entiende por dotación la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros/habitante-día.

Esta dotación es una consecuencia del estudio de las necesidades de agua de una población, quien la demanda por los usos siguientes: para saciar la sed, lavado de ropa, aseo personal, cocina, aseo de la habitación, riego de calles, baños, industriales y comerciales, así como para el uso público. La dotación asignada para el caserío El Oreganal es de 200 L./hab./día.

### 2.2.6. Determinación de caudales

El caudal o flujo de agua se define como el volumen por unidad de tiempo y puede medirse en cualquier punto de un canal, río, tubería, etc. Para la estimación de caudales máximos tanto como diarios y horarios se considera un factor dependiendo del tipo de caudal que se desea obtener previo a haberse calculado el caudal medio diario.

Caudal medio diario: es la cantidad de agua que será consumida por la población durante un día, también se expresa como el promedio de los consumos diarios en el periodo de un año.

Fórmula:

$$QDM = \frac{\text{Dotación} * \text{población futura}}{86\ 400}$$

Datos:

Dotación = 200 L./hab./día

Pf. =  $565 * (1+0,03)^{20} = 1\ 020$  Hab.

Sustituyendo valores

$$QDM = \frac{200 * 1\ 020}{86\ 400} = 2,36 \text{ L/s}$$

Caudal máximo diario

Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas o un día, en cualquier día de la semana, observando en el periodo de un año, el factor de caudal máximo diario se encuentra entre 1,2 a 1,8 máximo. El factor que se utilizó para este diseño fue de 1,5. Este valor depende del tamaño de la población a servir.

$$QDM = QMD * FDM$$

Donde

QDM = caudal máximo diario

QMD = caudal medio diario = 2,36 L/s

FDM = factor día máximo = 1,5

Sustituyendo datos:

$$QDM = 1,5 * 2,36 = 3,54 \text{ L/s}$$

Caudal máximo horario: este caudal se utiliza para diseñar la red de distribución, se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el periodo de un año, el factor máximo de horario se encuentra entre 2,0 a 3,0, para este diseño se utilizó un valor de 2,5. Este valor depende de la cantidad de personas a servir.

$$QHM = QMD * FHM$$

Donde

QHM = caudal hora máximo

QMD = caudal medio diario = 2,36 L/s

FHM = factor hora máximo = 2,5

Sustituyendo datos:

$$QDM = 2,5 * 2,36 = 5,90 \text{ L/s}$$

### **2.2.7. Parámetros de diseño**

Para los parámetros de diseño se utilizó la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y normas Infom - Unepar, así como la tesis de apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1.

### **2.2.8. Captación**

La captación de un manantial o del nacimiento de un río debe hacerse con todo cuidado, protegiendo el lugar de afloramiento de posibles contaminaciones, delimitando un área de protección cerrada. La captación que se construirá para el caserío El Oreganal será un pequeño tanque de concreto ciclópeo que almacenará la mayor cantidad de agua sobre el manantial y que luego será distribuida por la línea de conducción para detalles, ver planos en apéndice.

### **2.2.9. Desarenador**

Los desarenadores son estructuras hidráulicas que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar. Se utilizan en tomas para acueductos, en centrales hidroeléctricas (pequeñas), plantas de tratamiento y en sistemas industriales.

Módulos de un desarenador:

- Zona de entrada: cámara donde se disipa la energía del agua que llega con alguna velocidad de la captación. En esta zona se encuentran:
  - Vertedero de exceso: se coloca generalmente en una de las paredes paralelas a la dirección de entrada del flujo y tiene como función evacuar el exceso de caudal que transporta la línea de aducción en épocas de aguas altas. Sino se evacua el caudal excedente, por continuidad, aumenta el régimen de velocidad en la zona de sedimentación y con ello se disminuye la eficiencia del reactor.
  - Pantalla deflectora: separa la zona de entrada y la de sedimentación, en ella se realizan ranuras u orificios, de acuerdo con el diseño, a través de los cuales el agua pasa con un régimen de velocidades adecuado para que ocurra la sedimentación, no debe sobrepasar de 0,3m/s.
- Zona de sedimentación: sus características de régimen de flujo permiten la remoción de los sólidos del agua. La teoría de funcionamiento de la zona de sedimentación se basa en las siguientes suposiciones:
  - Asentamiento: sucede como lo haría en un recipiente con fluido en reposo de la misma profundidad.
  - La velocidad horizontal del fluido está por debajo de la velocidad de arrastre de los lodos, una vez que la partícula llegue al fondo, permanece allí. La velocidad de las partículas en el desarenador es una línea recta. En esta zona se encuentra la siguiente estructura:

- Cortina para sólidos flotantes: es una vigueta que se coloca en la zona de sedimentación, cuya función es producir la precipitación al fondo del desarenador de las partículas o sólidos como hojas y palos que pueden escapar a la acción desarenadora del reactor.
- Zona de lodos: recibe y almacena los lodos sedimentados que se depositan en el fondo del desarenador. Entre el 60 y el 90 % queda almacenado en el primer tercio de su longitud. En su diseño deben tenerse en cuenta dos aspectos: la forma de remoción de lodos y la velocidad horizontal del agua del fondo, pues si esta es grande las partículas asentadas pueden ser suspendidas de nuevo en el flujo y llevadas al afluente.
- Zona de salida: tiene por objeto mantener uniformemente distribuido el flujo a la salida de la zona de sedimentación, para mantener uniforme la velocidad. El tipo de estructura de salida determina en buena parte la mayor o menor proporción de partículas que pueden ser puestas en suspensión en el flujo.

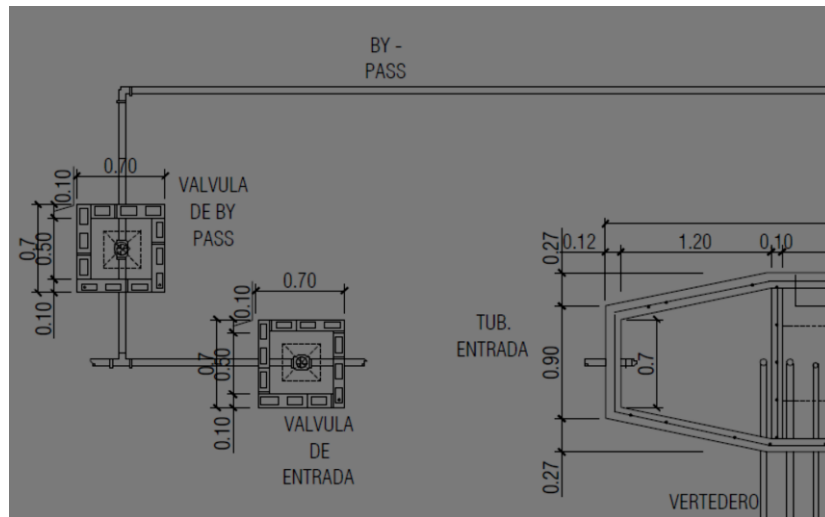
#### Criterios de diseño para el desarenador

Con respecto al periodo de diseño un desarenado, con base a criterios técnicos y económicos debe de ser entre 8 a 16 años.

Para caudales pequeños y tuberías bajas con respecto a mantenimiento, se podrá contar con una sola unidad, que debe contar con un canal *by pass*.



Figura 6. Desarenador con canal *by pass*



Fuente: Organización Panamericana de la Salud. *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. p. 45.

El periodo de operación es de 24 horas al día.

Debe existir una transición en la unión del canal o tubería de llegada al desarenador, para asegurar la uniformidad de la velocidad en la zona de entrada.

La velocidad de paso por el vertedero de salida, debe ser pequeña para causar menor turbulencia y arrastre de material.

La llegada del flujo de agua a la zona de transición no debe proyectarse en curva, pues produce velocidades altas en los lados de la cámara.

La sedimentación de arena fina ( $d < 0,01$  cm), se efectúa en forma más eficiente en régimen laminar, con valores de número de Reynolds menores de uno ( $Re < 1,0$ ).

La sedimentación de arena gruesa, se efectúa en régimen de transición con valores de Reynolds entre 1,0 y 1 000.

La sedimentación de grava se efectúa en régimen turbulento con valores de número de Reynolds mayores de 1 000. La descarga del flujo puede ser controlada a través de dispositivos como vertederos (suro) o canales *Parshall* (garganta).

Tabla XII. **Viscosidad cinemática del agua ( $\nu$ ) a diferentes temperaturas (T)**

T (°C)	$\nu$ (m <sup>2</sup> /s)	T (°C)	$\nu$ (m <sup>2</sup> /s)
4°	$1.568 \times 10^{-6}$	30°	$0.803 \times 10^{-6}$
5°	$1.519 \times 10^{-6}$	40°	$0.659 \times 10^{-6}$
10°	$1.310 \times 10^{-6}$	50°	$0.556 \times 10^{-6}$
15°	$1.146 \times 10^{-6}$	60°	$0.478 \times 10^{-6}$
20°	$1.011 \times 10^{-6}$	70°	$0.416 \times 10^{-6}$

Fuente: Organización Panamericana de la Salud. *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. p. 63.

Tabla XIII. Relación entre diámetro de las partículas y velocidad de sedimentación

Material	Ø Límite de partículas (cm)	A de Reynolds	Vs	Régimen	Ley Aplicable
Grava	>1,0	> 10,000	100	Turbulento	$V_s = 1,82 \sqrt{dg \left( \frac{\rho_o - \rho}{\rho} \right)}$ Newton
Arena Gruesa	0, 100 0,080 0,050 0,050 0,040 0,030 0,020 0,015	1,000 600 180 27 17 10 4 2	10,000 8,300 6,400 5,300 4,200 3,200 2,100 1,500	Transición	$V_s = 0,22 \left( \frac{\rho_o - \rho}{\rho} * g \right)^{\frac{2}{3}} \left[ \frac{d}{\left( \frac{\mu}{\rho} \right)^{\frac{1}{3}}} \right]$ Allen
Arena Fina	0,010 0,008 0,006 0,005 0,004 0,003 0,002 0,001	0,80 0,50 0,24 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00	0,800 0,600 0,400 0,300 0,200 0,130 0,060 0,015	Laminar	$V_s = \frac{1}{18} g \left( \frac{\rho_o - 1}{\mu} \right) * d^2$ Stokes

Fuente: Organización Panamericana de la Salud. *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. p. 82.

## Diseño hidráulico del desarenador

Datos:

Caudal de diseño	22,49 L/s
Densidad relativa de la arena	2,65
Diámetro de partícula	0,02 cm
Temperatura del agua	15 °C

### Determinación de velocidad ley de *Stokes*

Utilizando ley de *Stokes* de acuerdo a los criterios indicados en tabla XII en relación con los diámetros de partícula tenemos:

$$V_s = \frac{1}{18} g \left( \frac{\rho_0 - 1}{\mu} \right) * d^2$$

Donde

- $V_s$  = velocidad de sedimentación (cm/s)
- $d$  = diámetro de las partículas (cm)
- $n$  = viscosidad cinemática del agua (cm<sup>2</sup>/s)
- $\rho_s$  = densidad de arena
- $g$  = gravedad atmosférica = 980 cm/s<sup>2</sup>

De la tabla XII viscosidad cinemática del agua ( $n$ ) a diferentes temperaturas (T)

$$n = 1,146 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} = 0,01146 \text{ cm}^2/\text{s}$$

Sustituyendo valores

$$V_s = \frac{1}{18} * 980 \left( \frac{2,65 - 1}{0,01146} \right) * (0,02)^2 = 3,14 \text{ cm/s}$$

Comprobando número de Reynolds (Re):

Para tal situación el número de Reynolds no cumple con la aplicación de la ley de Stokes ( $Re < 0,5$ ) se deberá realizar un reajuste a los valores de  $V_s$  considerando la sedimentación de la partícula en régimen de transición.

$$Re = \frac{V_s * d}{\nu} = \frac{3,14 * 0,02}{0,01146} = 5,48 > 0,5$$

$Re > 0,5$  por lo tanto, no se encuentra en la zona de la ley de *Stokes*.

Realizando ajuste mediante gráfico 1

Término del diámetro

$$\left[ g * \left( \frac{\rho_s - 1}{\nu^2} \right) \right]^{\frac{1}{3}} * d$$

$$\left[ 980 * \left( \frac{2,65 - 1}{(0,01146)^2} \right) \right]^{\frac{1}{3}} * 0,02 = 4,62$$

Término de la velocidad de sedimentación

$$\frac{V_s}{(g * (\rho_s - 1) * \nu)^{\frac{1}{3}}} = 1; \frac{V_s}{(980 * (2,65 - 1) * 0,01146)^{\frac{1}{3}}} = 1; V_s = 2,65 \text{ cm/s}$$

Comprobando nuevamente Reynolds

$$Re = \frac{V_s * d}{n} = \frac{2,65 * 0,02}{0,01146} = 4,62 > 0,5$$

Se encuentra en la zona de transición (ley de Allen)

Coefficiente de arrastre  $C_D$ :

$$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0,34 = \frac{24}{4,62} + \frac{3}{\sqrt{4,62}} + 0,34 = 6,93$$

La velocidad de sedimentación de la partícula en la zona de transición será:

$$V_s = \sqrt{\left(\frac{4}{3}\right) * \left(\frac{g}{C_D}\right) * (\rho_s - 1) * d}$$
$$V_s = \sqrt{\left(\frac{4}{3}\right) * \left(\frac{980}{6,93}\right) * (2,65 - 1) * 0,02} = 2,49 \text{ cm/s}$$

Asumiendo una eficiencia del 75 %, se adopta un coeficiente de seguridad igual a 1,75

$$V_s = \frac{V_s * \text{Coeficiente de seguridad}}{A_s}$$

Cálculo de área de sedimentación

$$A_s = \frac{Q * \text{Coeficiente de seguridad}}{V_s}$$

$$A_s = \frac{Q * \text{Coeficiente de seguridad}}{V_s}$$

$$A_s = \frac{0,02249 * 1,75}{0,0249} = 1,58 \cong 1,6 \text{ m}^2$$

El área superficial necesaria para que funcione el desarenador correctamente es de 1.60 m<sup>2</sup>, determinando dimensiones de desarenador, ancho, largo y profundidad, respetando criterios de diseño.

Si L/B = entre 10 y 20, entonces

Dimensiones propuestas

Largo (L) = 10 m

Ancho (B) = 0,90 m

Profundidad (h) = 1,90 m

Comprobando condiciones de diseño 10 m/ 0.9 m = 10 < 11,11 < 20

Calculo de velocidad horizontal

$$V_h = \frac{Q}{A_t} = \frac{0,02249}{0,9 * 1,90} = 0,0132 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1,32 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

Para verificar que el resultado es correcto se debe cumplir la relación  $V_d > V_h$ , lo que asegura que no se producirá la suspensión de material.

Donde

Vd = velocidad de desplazamiento.

$$Vd = \sqrt{\left(\frac{8k}{f}\right) (g * (\rho_s - 1) * d)}$$

Donde

K = factor de forma, (0,04, arenas unigranulares no adheribles)

Vd = velocidad de desplazamiento en cm/s

f = factor de rugosidad de la cámara

Se estima el valor de f mediante el gráfico 4 anexo 7

$$R = \frac{4 * Rm * Vh}{n} = \frac{4 * Rm}{k}$$

Donde

K = 1xE-1

Vh = velocidad horizontal en cm/s

Rm = radio medio hidráulico en cm.

$$Rm = \frac{\text{Área}}{\text{Perimetro mojado}} = \frac{90 \text{ cm} * 190 \text{ cm}}{2(90 \text{ cm} + 190 \text{ cm})} = 30,54 \text{ cm}$$

Entonces

$$R = \frac{4 * 30,54 * 1.32}{1,146 * 10^{-2}} = 14070,79 \text{ cm}$$



$$\frac{4 * 30,54}{1 \times 10^{-1}} = 1\,221,6$$

De gráfica 4 resistencia para corrientes ver anexo 7 se tomó el valor de  $f = 0,019$

Valor de velocidad de desplazamiento:

$$V_d = \sqrt{\left(\frac{8 * 0,04}{0,019}\right)} (980 * (2,65 - 1) * 0,02) = 23,34 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

Como  $V_d = 23,76 \text{ cm/s}$  y  $V_h = 1,32 \text{ cm/s}$ , entonces no se reproducirá re suspensión.  $V_d > V_h$

Periodo de retención:

$$Pr = \frac{\text{Vol}}{Q} = \frac{10 \text{ m} * 0,90 \text{ m} * 1,90 \text{ m}}{0,02249 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 760,34 \text{ s}$$

Tirante sobre el vertedero de salida:

$$h_v = \left(\frac{Q}{1,84 - B}\right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{0,02249}{1,84 - 0,90}\right)^{\frac{2}{3}} = 0,083 \text{ m} = 8,30 \text{ cm}$$

Velocidad sobre vertedero de salida

$$h_v = \frac{Q}{B * h_v} = \frac{0,02249}{0,90 * 0,083} = 0,30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

En conclusión las dimensiones propuestas para el desarenador son:

Largo = 10 m

Ancho = 0,90 m

Alto = 1,90 m

### 2.2.10. Línea de conducción

Son conductos o conjunto de tuberías libres o forzadas, que parten de la captación, a un tanque de distribución en el sistema.

Fórmula:

$$hf = \frac{1743,811 * (L * pendiente) * Q^{1,85}}{(C)^{1,85} * (\varnothing)^{4,87}}$$

Donde

Hf = pérdida

L = longitud = 65,62 m

Q = caudal = 3,54 l/s

C = coeficiente de fricción = 150 para tubería

Ø = diámetro de tubería = 6 pulgadas

Sustituyendo datos:

$$hf = \frac{1743,811 * (65,62 * 1,05) * 3,54^{1,85}}{(150)^{1,85} * (6)^{4,87}} = 0,58 \text{ m}$$

Cota piezométrica de tramo E9.4 – E10.1

$$\text{Cota inicial} - H_f = 992,41 - 0,58 = 991,83$$

$$\text{Velocidad} = \frac{1,974Q}{D^2}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{1,974 * (3,54)}{(6)^2} = 0,194 \text{ m/s}$$

Resumen de resultados de diseño hidráulico obtenidos para la línea de conducción de captación a desarenador.

Tabla XIV. **Cálculos obtenidos para la línea de conducción a desarenador**

Tramo	Longitud		Diámetro Int.	Clase de	Coefficiente	Caudal	Hf	Velocidad
De	A	(metros)	(pulgadas)	Tubería	Rugosidad	(l/s)	(metros)	m/s
Línea de conducción de captación								
E9,4	E10,1	65,62	6	PVC 160	150	22,49	0,58	1,23

Cota Piezométrica		Cota de terreno		Presión disponible		Presión estática		Núm. de tubos	Observación
Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
992,41	991,83	992,41	988,36	0,00	3,47	0,00	4,05	11	De Captación a Piedra de Zapato

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.11. Tanque de distribución

En todo sistema de agua potable siempre se diseña un tanque de distribución dependiendo del tamaño de la población y la dotación del lugar, que son los factores que determinan el tamaño del mismo. Para este diseño se

realizó un tanque de concreto ciclópeo y una pendiente interna del 5 %.Determinación del volumen del tanque:

$$QMD = \frac{(200 \text{ l/hab/dia}) * (1\ 220 \text{ hab})}{86\ 400} = 2,83 \text{ l/s}$$

Volumen de distribución 35 % de caudal máximo diario

$$Q = \frac{\text{Vol}}{\text{Tiempo}} \equiv \text{Vol} = QMD * \text{Tiempo}$$

$$\text{Vol} = \frac{QMD * 24 \text{ Hrs} * 3\ 600 \text{ s} * 35 \%}{1\ 000} = 85,58 \text{ m}^3$$

Capacidad real del tanque 142 m<sup>3</sup>.

Diseño estructural del tanque: los tanques de distribución o almacenamiento normalmente se construyen de concreto ciclópeo, concreto reforzado, entre otros. en los tanques elevados predomina el uso de acero. Debido a las características del terreno y los requerimientos de la red de distribución, los tanques pueden estar totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados. En particular el tanque se diseñó con muros de concreto ciclópeo y cubierta de concreto reforzado, semienterrados, siendo la condición crítica cuando se encuentra completamente lleno.

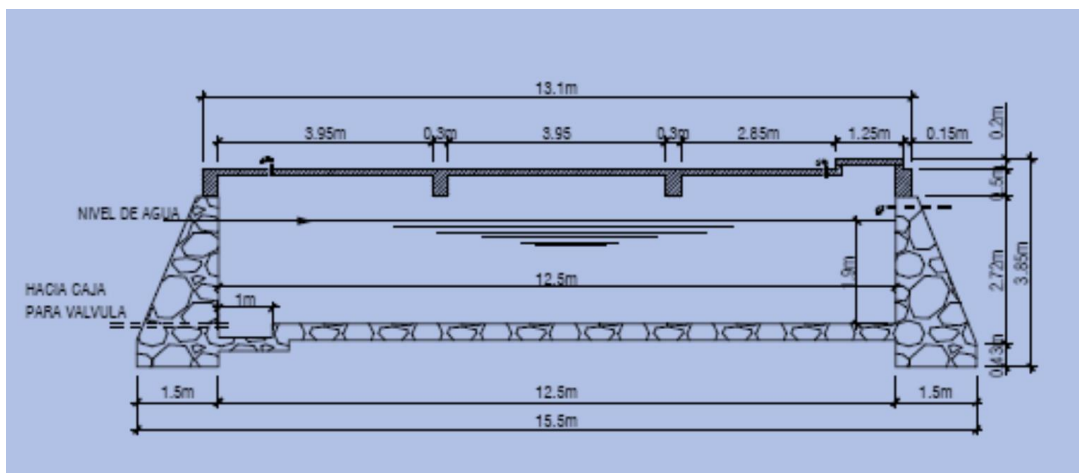
### **2.2.12. Dimensiones del tanque**

El tanque será de concreto ciclópeo y cuenta con las siguientes dimensiones

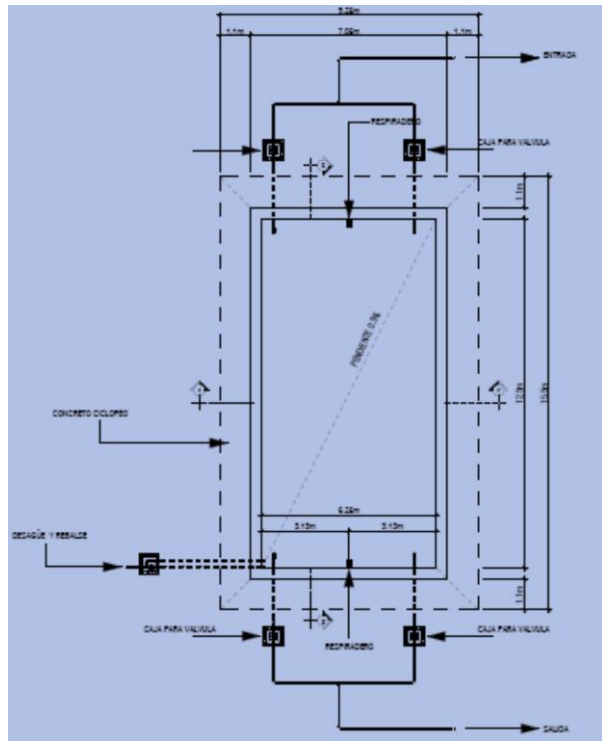
H = 3,85 m  
L1 = 3,85 m  
L2 = 13,10 m  
Hagua = 1,90 m

Pendiente de inclinación del tanque 0,5 %, Además contará con 4 cajas para válvulas y tapadera metálica, ver detalle en figura 7.

Figura 7. Dimensiones del tanque



Continuación de la figura 7.



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2014.

Diseño de la losa del tanque de distribución:

Datos:

$$a = 3,95 \text{ m}$$

$$b = 6,25 \text{ m}$$

$$\text{Carga viva C.V.} = 200 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso espesor del concreto} = 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

$$F_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Carga de la losa} = 240 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo del espesor de la losa

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{2(3,95 + 6,25)}{180} = 0,113 \cong 0,12$$

Determinar el sentido en el que trabajara la losa

$$m = \frac{a}{b} = \frac{3,95}{6,25} = 0,63 > 0,5 \gg \text{la losa trabaja en 2 sentidos}$$

Integración de carga última

Para una región sísmica se considera tomar los siguientes factores 1,4 para la carga muerta y 1,7 para la carga viva.

$$C. U. = 1,7C. V + 1,4C. M \equiv C. U = 1,7(200) + 1,4(240) = 676 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Cálculo de momentos actuantes

- Para determinar los momentos positivos y negativos en los puntos críticos de la losa se empleará el método 3 del ACI

$$M(a)(+) = a^2 * (CaCM * CMu + CaCV * CVu)$$

$$M(a)(+) = (3,95)^2 * (0,074 * 336 + 0,074 * 340)$$

$$M(a)(+) = 780,50 \text{ kg. m}$$

$$M(a)(-) = \frac{M(a)(+)}{3} = \frac{780,50}{3} = 260,16 \text{ kg. m}$$

$$M(b)(+) = b^2 * (CbCM * CMu + CbCV * CVu)$$

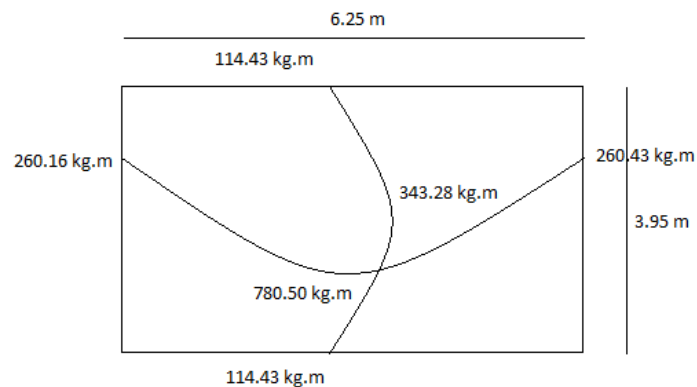
$$M(b)(+) = (6.25)^2 * (0,013 * 336 + 0,013 * 340)$$

$$M(a)(+) = 343,28 \text{ kg. m}$$

$$M(b)(-) = \frac{M(b)(+)}{3} = \frac{343,28}{3} = 114,43 \text{ kg. m}$$

Diagrama de momentos:

Figura 8. **Diagrama de momentos**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2014.

Cálculo del área de acero necesaria

Datos:

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2 \text{ (módulo de elasticidad del acero grado 40)}$$

$$b = 100 \text{ cm (banda de 1 metro)}$$

$$t = 12 \text{ cm de espesor}$$

$$d = t - r - \theta/2 \text{ (r = recubrimiento, t = espesor)}$$



$\theta$  propuesto = acero Núm.. 4

Determinando el valor de d:

$$d = 12 - 2 - \left( \frac{\frac{1}{4} * 2.54}{2} \right) = 9,36 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = \frac{14.1}{F'y} bd = \frac{14.1}{2810} (100 * 9,36) = 4,69 \text{ cm}^2$$

Cálculo de espaciamiento

Área de una varilla de acero Núm. 4 = 1,27 cm<sup>2</sup>

$$\begin{array}{r} 4,69 \text{ cm}^2 \\ 1,27 \text{ cm}^2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 100 \text{ cm} \\ S \end{array}$$

$$S = \frac{1,27 * 100}{4,69} = 27,10 \text{ cm}$$

Cálculo de espaciamiento máximo

$$S_{max} = 3 * t = (3 * 12) = 36 \text{ cm}$$

Cálculo para el área de acero

$$\left[ (bd) - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \left( \frac{0,85f'c}{f'y} \right)$$

Sustituyendo los datos para los momentos positivos y negativos en la fórmula anterior, se obtienen los siguientes resultados

Tabla XV. **Tabla de resultados área de acero y espaciamiento**

<b>Momento Kg.m</b>	<b>As cm<sup>2</sup></b>	<b>Espaciamiento cm<sup>2</sup></b>	<b>Smin. cm</b>	<b>Smax. cm</b>
780,50	3,39	37,46	27	36
260,16	1,11	114,41	27	36
343,28	1,47	86,39	27	36
114,43	0,49	259,18	27	36

Fuente: elaboración propia.

Con los datos obtenidos del espaciamiento se debe de armar la losa, la cual da como resultado el siguiente.

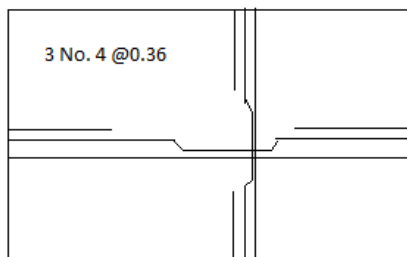
Momento 780,50 kg-m, Núm. 4 @ 0,36 m

Momento 260,16 kg-m, Núm. 4 @ 0,36 m

Momento 343,28 kg-m, Núm. 4 @ 0,36 m

Momento 114,43 kg-m, Núm. 4 @ 0,36 m

Figura 9. **Diagrama de refuerzo para la losa**

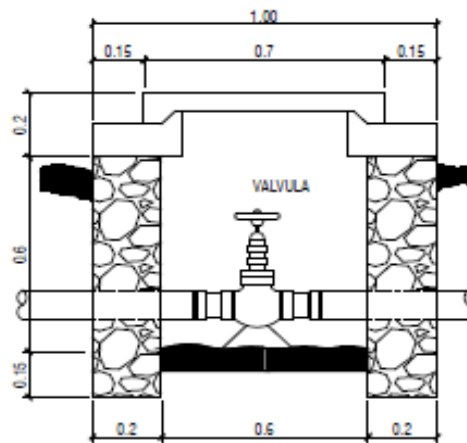


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2014.

### 2.2.13. Cajas para válvulas

Son cajas que sirven para proteger cualquier válvula que sea necesaria instalar en el sistema, como válvulas de aire, limpieza, compuerta, reguladoras de presión, entre otras.

Figura 10. Caja de válvulas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2014.

### 2.2.14. Válvulas

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

Válvulas de compuerta: funcionan como válvulas de limpieza, ubicadas en las partes bajas de las curvas en las estaciones: E24 – 960,02, E37 – 959,87, E45 – 966,93, E72 3 + 020,00, E94 – 932,76, 4+480,00, 5 + 000,00.

Válvulas de aire: ubicadas en las partes altas de las curvas y pendientes en las estaciones: E27 – 974,15, E38 – 972,74, E57 – 966,23, 3 + 380,00, E91-3+880,00, E105 – 961,76, 4 + 740,00

### **2.2.15. Conexiones domiciliarias**

Todo sistema de agua potable tiene como objeto abastecer de este a los usuarios, de la forma más accesible posible, y esto se logra llegando hasta cada una de las viviendas por medio de una conexión domiciliar, que no es más que instalar desde la tubería de distribución hasta el inicio del predio donde se encuentra una vivienda.

Para este proyecto se cuenta con 113 viviendas las cuales tendrán una instalación domiciliar que contará con un chorro, 3 tubos PVC de media pulgada 2 tee de media pulgada.

Tabla XVI. Memoria de cálculo para el abastecimiento de agua potable

Tramo	De	A	Longitud (metros)	Número Jnt. (pulgadas)	Clase de Tuberia	Coeficiente Rugosidad	Caudal (l/s)	HF (metros)	Velocidad (m/s)	Cota Piezométrica		Cota de Terreno		Presión Disponible		Presión Estática		Densidad de agua (kg/m <sup>3</sup> )	Presión Dinámica / Número de Tubos		Observaciones
										Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		Pa	Tubos	
<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE CAPTACIÓN AL RESERVOIR</b>																					
E84	E101		65.82	6	PVC 160	140	22.46	0.68	1.22	992.41	991.75	992.41	993.36	0.00	3.39	0.00	4.05	1,000.00	794.41	11	De Captación a Punta del Zapato
<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE DESBARRIDA A TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>																					
E101+10.6	E115		422.04	4	PVC 160	140	3.54	10.04	0.46	993.36	993.32	994.21	994.21	0.00	4.11	0.00	14.15	1,000.00	92.78	725	De Salida del Desbarrida a Punto de Inyección en Combustión
E115	E169		400.35	3	PVC 160	140	3.54	3.88	0.77	993.32	974.66	974.21	993.34	4.11	6.12	4.11	20.02	1,000.00	292.24	69	Para Punto de Limpie de Distribución
<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b>																					
E169	E187		84.29	2	PVC 160	140	2.92	8.99	1.42	993.34	993.35	993.34	993.30	0.00	31.05	0.00	40.04	1,000.00	1,072.76	32	
E187	E190		30.70	2	PVC 160	140	2.56	1.17	1.25	993.35	993.18	993.30	990.10	31.05	30.08	40.04	46.24	1,000.00	775.39	5	
E190	E192		116.57	2	PVC 160	140	2.14	3.19	1.04	993.18	994.98	990.10	995.73	30.08	49.25	46.24	62.61	1,000.00	542.67	20	
E192	E193		54.40	2	PVC 160	140	1.62	0.89	0.79	994.98	994.09	995.73	993.57	49.25	55.52	62.61	69.77	1,000.00	300.35	9	
E193	E194		170.16	1.5	PVC 160	140	1.04	5.02	0.90	994.09	994.08	993.57	992.81	55.52	36.27	69.77	55.53	1,000.00	483.27	29	
E194	E195		209.04	1.5	PVC 160	140	0.42	1.13	0.36	994.08	947.55	992.81	990.60	36.27	17.35	55.53	37.74	1,000.00	65.32	36	Se contemplan 3 tubos PVC de 12" por conexión domiciliar
E195	E175		934.16	3	PVC 160	140	2.98	1.36	0.64	993.34	993.96	993.34	991.59	0.00	15.39	0.00	16.75	1,000.00	207.26	33	
E175	E179		182.74	3	PVC 160	140	2.25	0.76	0.49	993.96	996.22	991.59	995.39	15.39	10.83	16.75	12.95	1,000.00	117.95	31	
E179	E182		42.33	2	PVC 160	140	1.88	3.28	0.91	996.22	992.94	995.39	993.64	10.83	26.30	12.95	31.70	1,000.00	483.54	26	
E182	E183		60.77	1.5	PVC 160	140	1.25	2.51	1.08	992.94	990.43	993.64	993.34	26.30	31.09	31.70	34.00	1,000.00	597.90	10	
E183	E185		91.88	1	PVC 160	140	0.42	3.58	0.81	990.43	996.85	993.34	996.63	31.09	40.22	34.00	51.71	1,000.00	330.70	16	
E185	0+820		210.00	1	PVC 160	140	0.32	12.37	1.02	996.85	954.61	991.59	997.00	15.39	33.61	16.75	47.34	1,000.00	516.71	36	

Fuente: elaboración propia

### 2.2.16. Costos de operación y mantenimiento

El mantenimiento estará a cargo de la Municipalidad de Teculután, Zacapa es de suma importancia considerar y priorizar porque ningún sistema de agua potable puede funcionar por sí mismo y de manera adecuada sino existe el mantenimiento indispensable. Para garantizar la sostenibilidad, a través de una eficiente operación y mantenimiento de los servicios de infraestructura a implementar, se recomienda un modelo de gestión compartida, con la participación de la municipalidad y comunidad representada por la asociación de usuarios, para asumiendo responsabilidades conjuntas o separadas en las tareas de operación y mantenimiento del proyecto.

Tabla XVII. Presupuesto de mantenimiento

Presupuesto de mantenimiento					
Núm.	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo por mes	Costo por año
1.	Reparación de tubería (incluye mano de obra)	global	1	Q. 10 000,00	Q. 10 000,00
SUB-TOTAL				Q. 10 000,00	Q. 10 000,00
Costo total de mantenimiento anual				Q.	10 000,00

Fuente: elaboración propia

### 2.2.17. Planos y detalles

Los planos para el sistema de abastecimiento de agua potable caserío El Oreganal se presentan en el apéndice; están conformados por planta de red de

distribución, planta perfil de red de distribución, detalles estructurales y detalles generales.

#### **2.2.18. Presupuesto**

El costo total del proyecto de abastecimiento de agua potable en el caserío El Oreganal es de un millón seis cientos sesenta y seis mil quetzales exactos.

Tabla XVIII. Presupuesto sistema de abastecimiento de agua potable

<b>RESUMEN DE RENGLONES</b>					
<b>PROYECTO:</b> <b>CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERIO EL OREGANAL, TECULUTAN, ZACAPA</b>					
<b>LOCALIZACIÓN:</b>		Caserío El Oreganal			
<b>FECHA:</b>		Octubre de 2016			
					
RENGLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES	6346.00	ml	Q 3.19	Q 20,243.74
2.00	CAJA DE CAPTACION INICIAL	1.00	Unidad	Q 29,455.65	Q 29,455.65
3.00	CAJA DE CAPTACION EN NACIMIENTO PIEDRA DEL ZAPATO	1.00	Unidad	Q 29,709.55	Q 29,709.55
4.00	DESARENADOR	1.00	Unidad	Q 47,695.50	Q 47,695.50
4.10	CAJAS DE DESARENADOR	4.00	Unidad	Q 7,935.64	Q 31,742.56
5.00	CAJAS VALVULAS DE LIMPIEZA	7.00	Unidad	Q 6,911.61	Q 48,381.27
6.00	CAJAS VALVULAS DE AIRE	7.00	Unidad	Q 6,978.73	Q 48,851.11
7.00	SOSTENIMIENTO DE TUBERÍA	1166.00	Unidad	Q 104.75	Q 122,138.50
8.00	ANCLAJE PARA TUBERIA EXPUESTA DE 0.25*0.25m*h=VARIABLE	80.00	Unidad	Q 437.59	Q 35,007.20
9.00	TUBERÍA DE CONDUCCION	4689.00	ml	Q 123.46	Q 578,903.94
10.00	TANQUE DE DISTRIBUCION 150 m3	1.00	Unidad	Q 343,979.26	Q 343,979.26
10.10	CAJAS DE TANQUE DE DISTRIBUCION	4.00	Unidad	Q 8,249.51	Q 32,998.04
11.00	TUBERÍA DE DISTRIBUCION	1657.00	ml	Q 66.33	Q 109,908.81
12.00	CONEXIONES DOMICILARES	113.00	Unidad	Q 1,479.25	Q 167,155.25
13.00	LIMPIEZA FINAL	1.00	Unidad	Q 2,240.59	Q 2,240.59
14.00	ROTULO DE IDENTIFICACION DEL PROYECTO	1.00	Unidad	Q 3,582.78	Q 3,582.78
15.00	CAPACITACION	1.00	Global	Q 14,006.25	Q 14,006.25
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO:</b>					<b>Q 1,666,000.00</b>

Fuente: elaboración propia.



### 2.2.19. Aspectos ambientales

El proyecto no afectará de manera negativa los recursos y medios naturales que el mismo posea. Se tomarán las medidas preventivas de mitigación otorgadas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

### 2.2.20. Aspectos socioeconómicos

Se considera que la propuesta cumple con los parámetros que inciden en la manifestación del problema y cumplirá con la demanda actual y una demanda futura a 15 años a una tasa de crecimiento poblacional de 1.03.

Tabla XIX. Población proyectada

Años	Población base	Tasa de crecimiento	Población proyectada
2016	1 074	1,03	1 106
2017	1 106	1,03	1 139
2018	1 139	1,03	1 173
2019	1 173	1,03	1 208
2020	1 208	1,03	1 245
2021	1 245	1,03	1 282
2022	1 282	1,03	1 320
2023	1 320	1,03	1 360
2024	1 360	1,03	1 401
2025	1 401	1,03	1 443
2026	1 443	1,03	1 486
2027	1 486	1,03	1 531
2028	1 531	1,03	1 577
2029	1 577	1,03	1 624
2030	1 624	1,03	1 673

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. El mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario del caserío Barranca Seca, es un proyecto que beneficiará a 142 familias, con un costo unitario de Q 1 209,60 por metro lineal, con este proyecto la población estaría solucionando uno de sus mayores problemas de contaminación y presentación.
2. El sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío El Oreganal, es un proyecto que beneficiará a 113 familias, con un costo unitario de Q. 356,59 por metro lineal con este proyecto la población se estaría solucionando uno de sus mayores problemas de abastecimiento de agua potable.
3. Se proporcionaron a la Municipalidad de Teculután, Zacapa, los presupuestos de los proyectos a ejecutar, así como cronogramas del diseño y planos tanto del diseño de alcantarillado sanitario para el caserío Barranca Seca, como para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío El Oreganal.



## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Teculután, Zacapa

1. Capacitar a los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo de cada uno de las aldeas, para el mantenimiento y el buen funcionamiento de ambos proyectos.
2. Realizar en el menor tiempo posible, los proyectos de alcantarillado sanitario en el caserío Barranca Seca y el sistema abastecimiento de agua en el caserío El Oreganal, por los beneficios que representa para los pobladores.
3. Para todo proyecto de alcantarillado sanitario se deberá incluir dentro del sistema, un tratamiento para aguas residuales, para evitar situaciones contrarias a la ley del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN, como una medida de mitigación.



## BIBLIOGRAFÍA

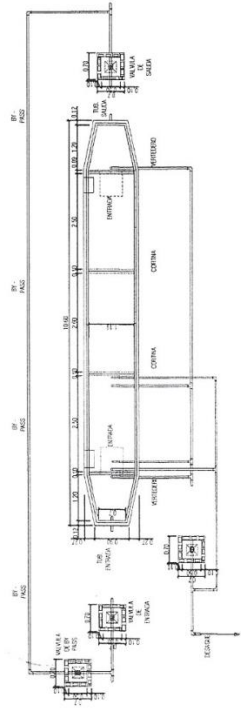
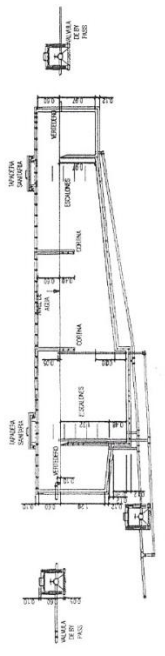
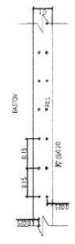
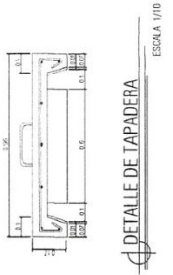
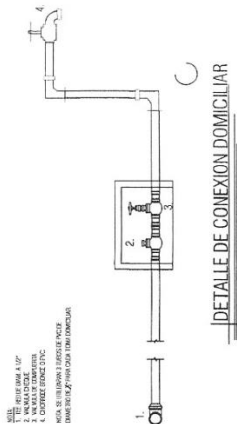
1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes del Curso de ingeniería Sanitaria 1*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC, 2001. 175 p.
2. CABRERA, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniera sanitaria 2*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de san Carlos de Guatemala. Mayo 1989. 223 p.
3. Instituto de Fomento Municipal, Infom. *Guía para el sistema de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala, 1997. 138 p.
4. ———. *Normas generales para diseño de alcantarillados sanitarios*. Guatemala, 2009. 78 p.
5. Organización Panamericana de la Salud, OPS. *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. Perú: Lima, 2005. 98 p.
6. Plan de Desarrollo Municipal, Teculután, Zacapa, Consejo Municipal de Desarrollo, Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Guatemala, 2010. 325 p.











**DETALLE ARMADO LOSA SUPERIOR**

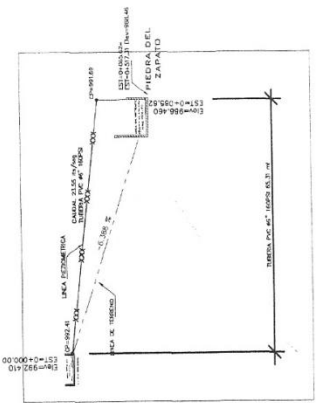
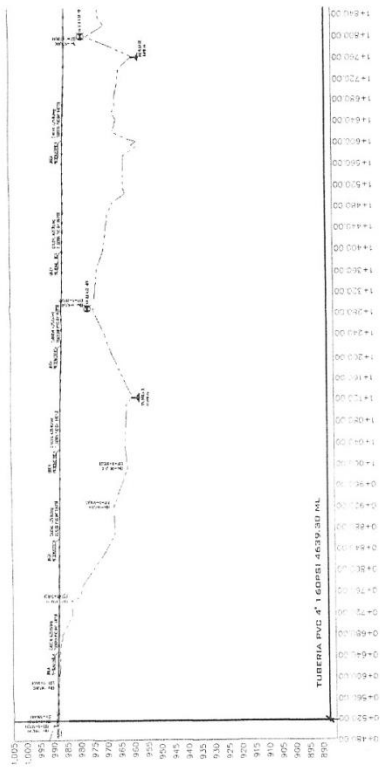
DISEÑO SISTEMA DE AGUA POTABLE CONSERVACION DEL AGUA  
 DREJEMAL, TECUMAL, ZACATECAS

PROYECTO: [ ]  
 CANTON: [ ]  
 PLAN: [ ]  
 ESCALA: [ ]  
 FECHA: [ ]

INGENIERO: [ ]  
 INGENIERO AUXILIAR: [ ]  
 INGENIERO EN PROYECTO: [ ]  
 INGENIERO EN DISEÑO: [ ]

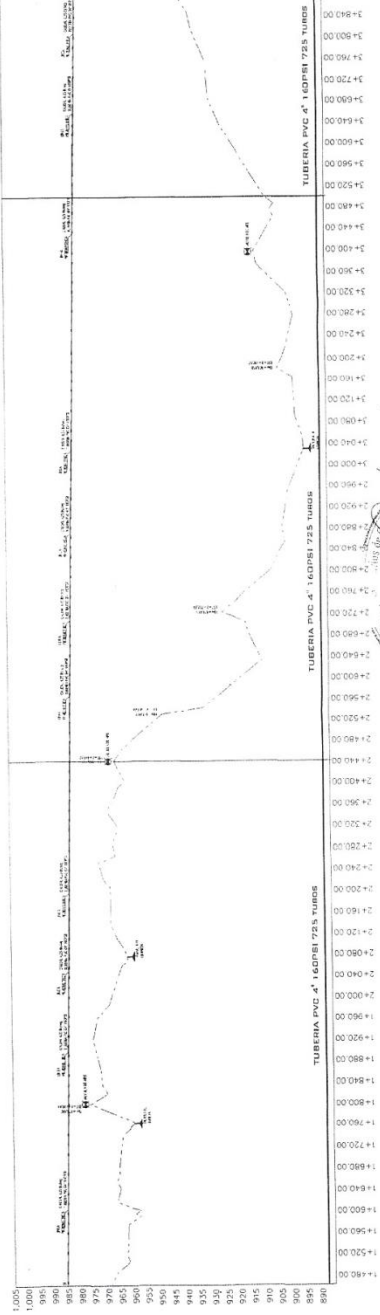
INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE





SECCION DE SIST. DE AGUA POTABLE COTA 0 + 000.00 A 065.62

SECCION DE SIST. DE AGUA POTABLE COTA 0 + 480.00 A 1 + 840.00



No. de Hoja: 11  
 Hoja de: 11  
 Escala: 1:100  
 Fecha: 10/02/2010  
 Autor: INGENIERO EN AGUAS  
 CALIDAD: INGENIERO EN AGUAS  
 DISEÑO: INGENIERO EN AGUAS  
 DISEÑO: INGENIERO EN AGUAS

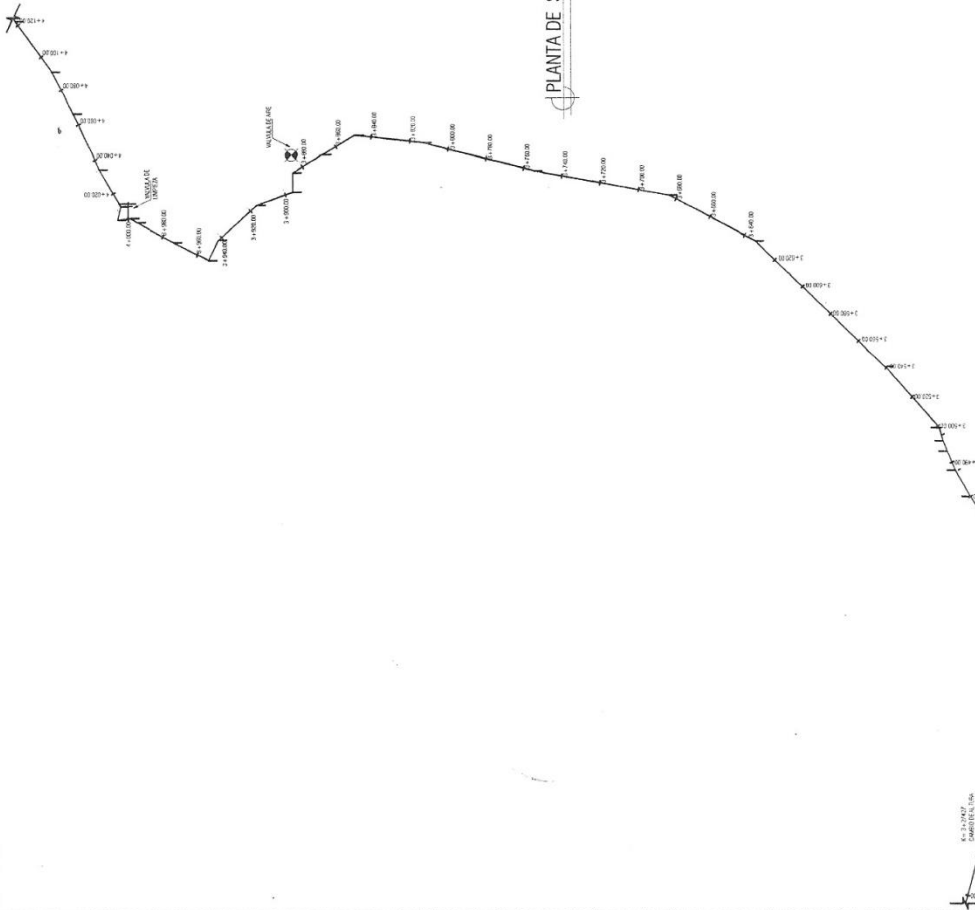
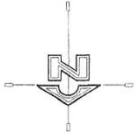
MUNICIPALIDAD DE TECUILUTÁN  
 DISEÑO SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERO EL  
 OREGANAL, TECUILUTÁN, ZACAHUA  
 SECCIONES TRANSVERSALES DE  
 TRAMOS 0-100 A 3-840

SECCION DE SIST. DE AGUA POTABLE COTA 1 + 480.00 A 3 + 840.00









PLANTA DE SIST. DE AGUA POTABLE COTA 3 + 240.00 A 4 + 120.00  
ESCALA 1/1000

PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERIO EL OREGINAL, TEOZUUTAN, ZACAPA

PROYECTO	DISEÑO SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERIO EL OREGINAL, TEOZUUTAN, ZACAPA
COMANDO	MUNICIPALIDAD DE AGUA POTABLE CASERIO EL OREGINAL, TEOZUUTAN, ZACAPA
FECHA	2011
PROYECTISTA	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
REVISOR	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
APROBADO	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
FECHA DE APROBACION	2011



PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERIO EL OREGINAL, TEOZUUTAN, ZACAPA

COMANDO: MUNICIPALIDAD DE AGUA POTABLE CASERIO EL OREGINAL, TEOZUUTAN, ZACAPA

FECHA: 2011

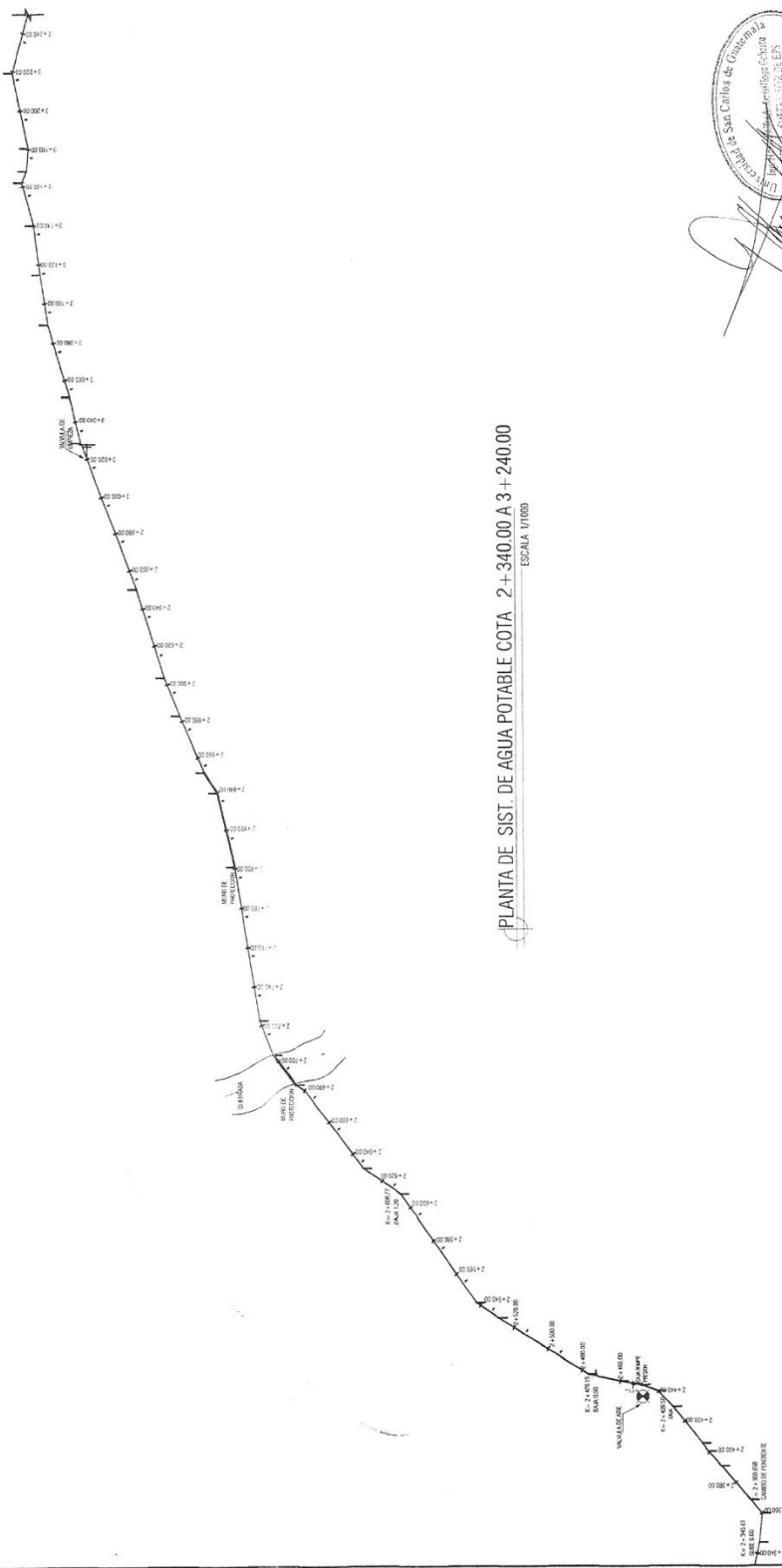
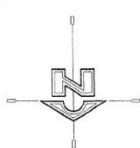
PROYECTISTA: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ

REVISOR: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ

APROBADO: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ

FECHA DE APROBACION: 2011



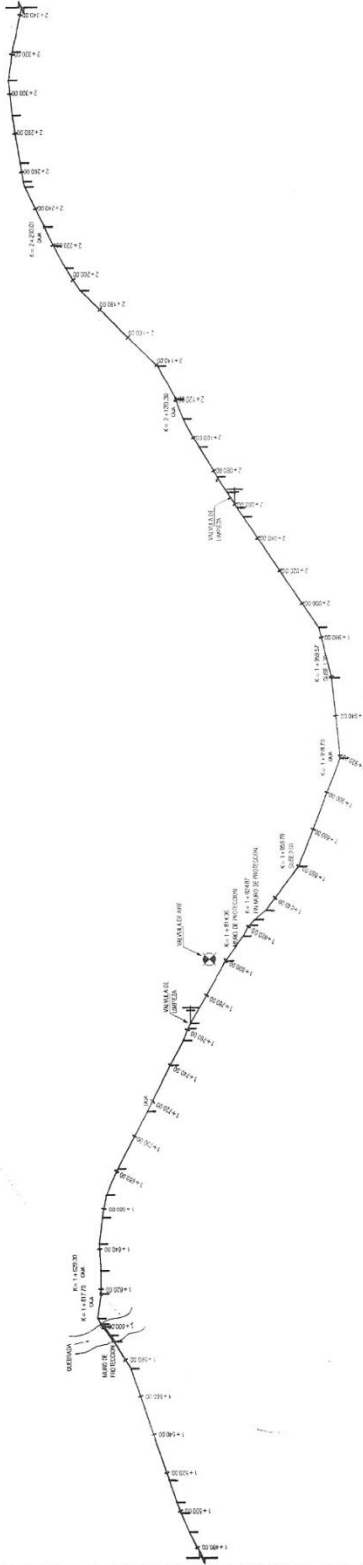
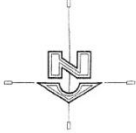


PLANTA DE SIST. DE AGUA POTABLE COTA 2+340.00 A 3+240.00  
ESCALA 1/1000

Ing. Civil de San Carlos de Guaymas, Jalisco

PROYECTO	DISEÑO SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERIO EL OREGANAL, TECUILITAN, ZACAPA
CONTEXTO	PLANTA ITAMBO 3 Y SECCION 3
FECHA	06/05/2023
HOJA	1
TOTAL	1



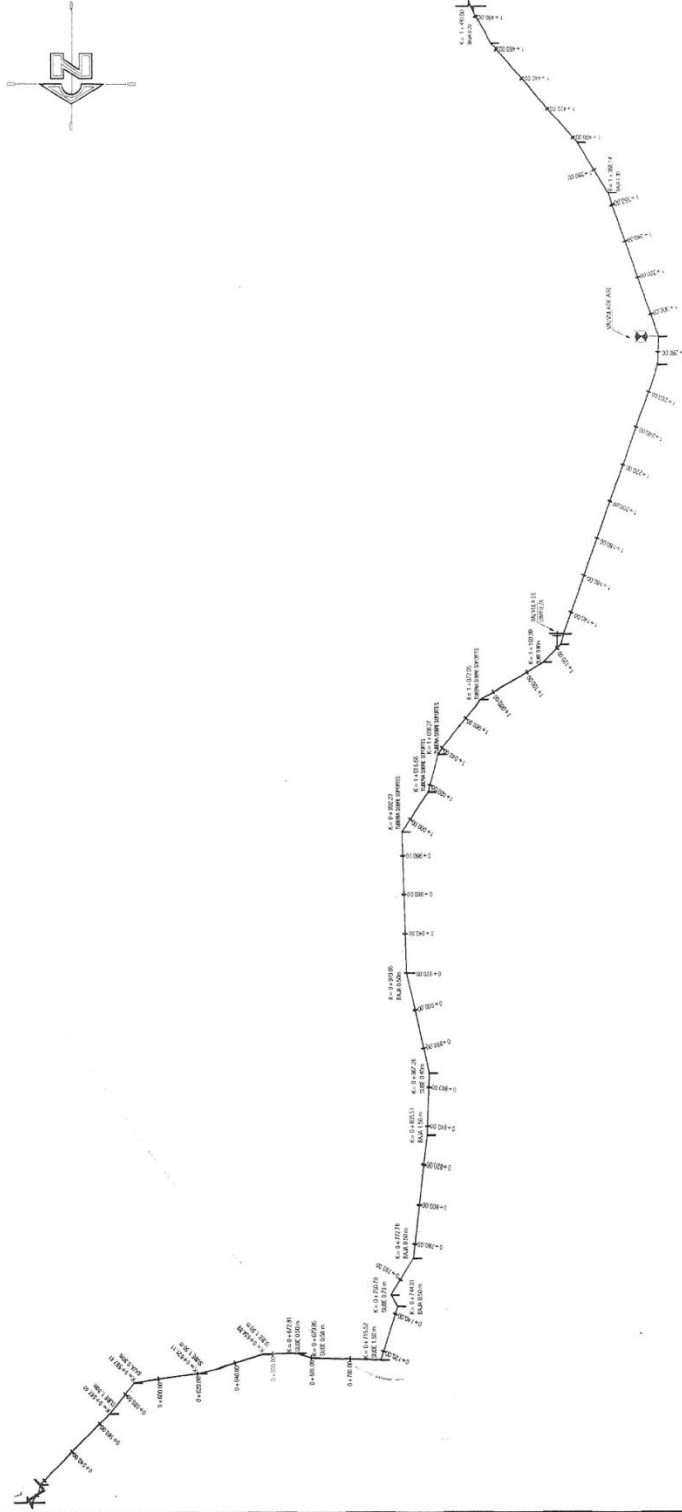
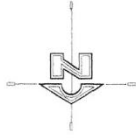


PLANTA DE SIST. DE AGUA POTABLE COTA 1 + 480.00 A. 2 + 340.00  
ESCALA 1/1000

  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
 Carrera de Ingeniería Civil  
 Municipio de Yajajaján

PROYECTO:	DISEÑO SISTEMA DE AGUA POTABLE Y CONTROL DE CALIDAD	FECHA:	11/01/11
CONTRATO:	OREGANAL TEGULUTUN ZACAPA	PROYECTO:	PLANTA TRAMO 2 Y SECCION 2
CLIENTE:	MUNICIPALIDAD DE YAJAJAJAN	PROYECTISTA:	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
FECHA:	11/01/11	PROYECTISTA:	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
FECHA:	11/01/11	PROYECTISTA:	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ



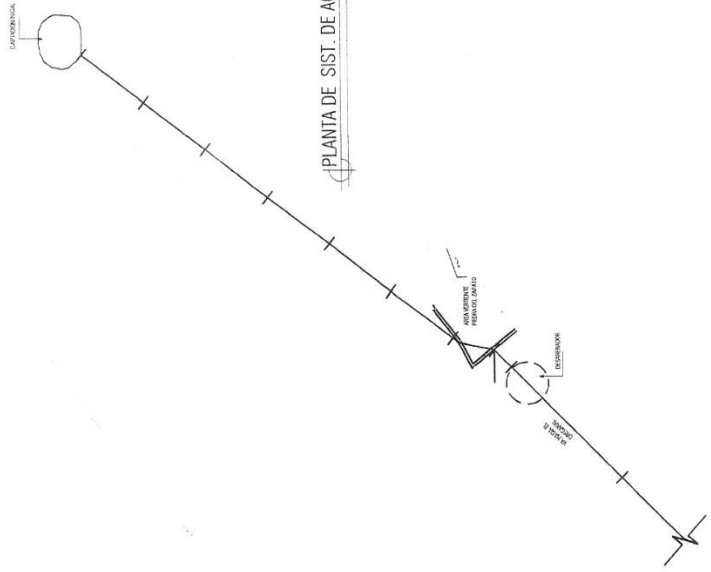


PLANTA DE SIST. DE AGUA POTABLE COTA 0+065.62 A 1+480.00  
ESCALA 1/1000


UNIVERSIDAD DE COCHABAMBA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y E.P.S.  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

PROYECTO	DISEÑO SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERIO EL OREGANAL, DEPARTAMENTO DE POTOSÍ	FECHA	08/11/14
CONTRATO	PLANTA TRAMO 1 Y SECCION 1	PROYECTISTA	[Signature]
CLIENTE	MUNICIPALIDAD DE POTOSÍ	REVISOR	[Signature]
FECHA	08/11/14	ELABORADOR	[Signature]





PLANTA DE SIST. DE AGUA POTABLE COTA 0 + 000.00 A 065.62  
 ESCALA 1/250


  
 MUNICIPIO DE OREGANAL  
 DISEÑO SISTEMA DE AGUA POTABLE OREGANAL, ZACAPA  
 OREGANAL, TUCULUTAN, ZACAPA

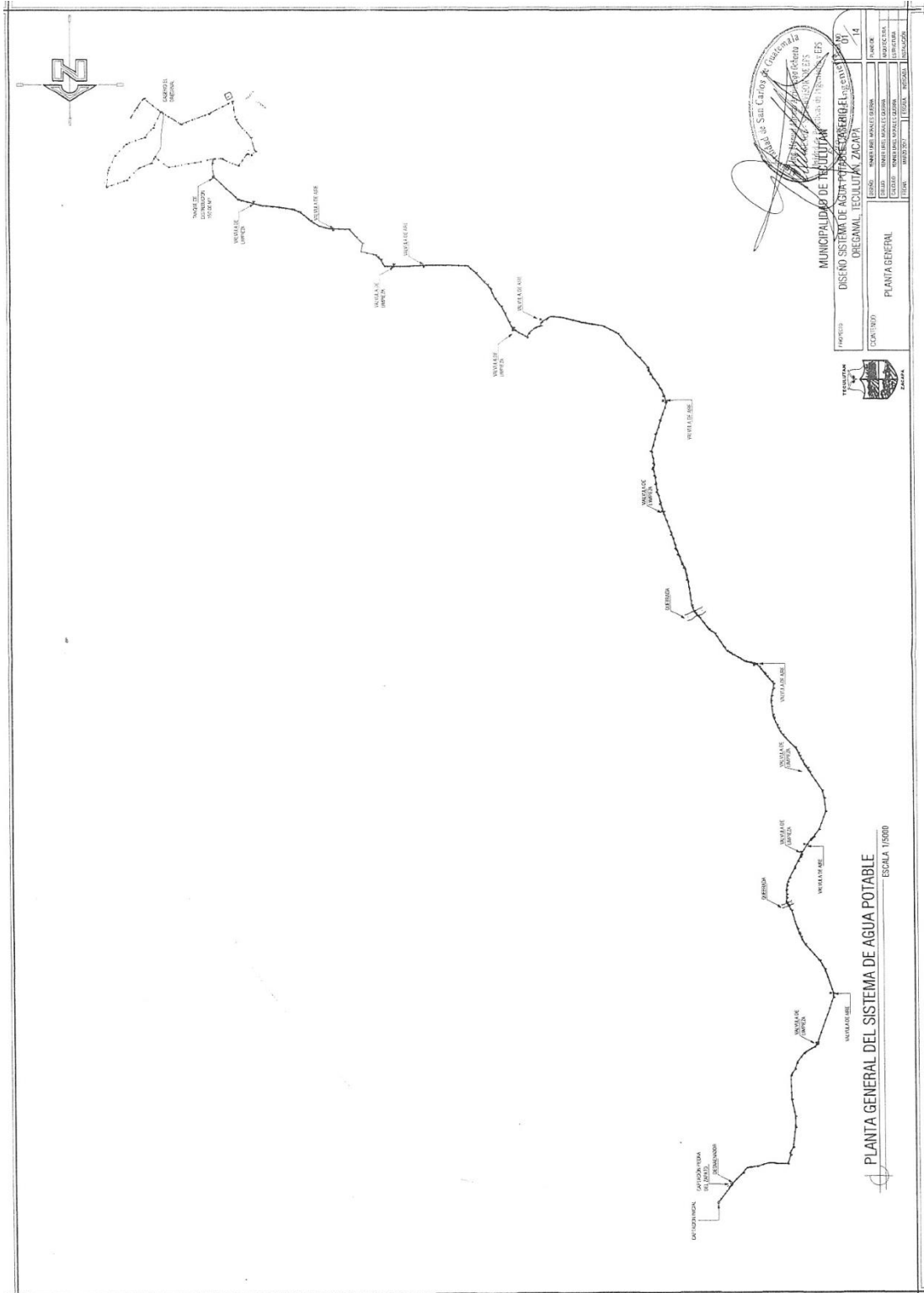
PROYECTO:   
 CONTRATO:   
 PLANTELAS DE CAPTACION INICIAL   
 A CAPTACION PIEDRA DEL ZAPATO

DISEÑADO POR:   
 DISEÑADO POR:   
 DISEÑADO POR:   
 DISEÑADO POR:

ESCALA: 1/250  
 HOJA: 14  
 TOTAL: 14

DISEÑADO POR:   
 DISEÑADO POR:   
 DISEÑADO POR:   
 DISEÑADO POR:

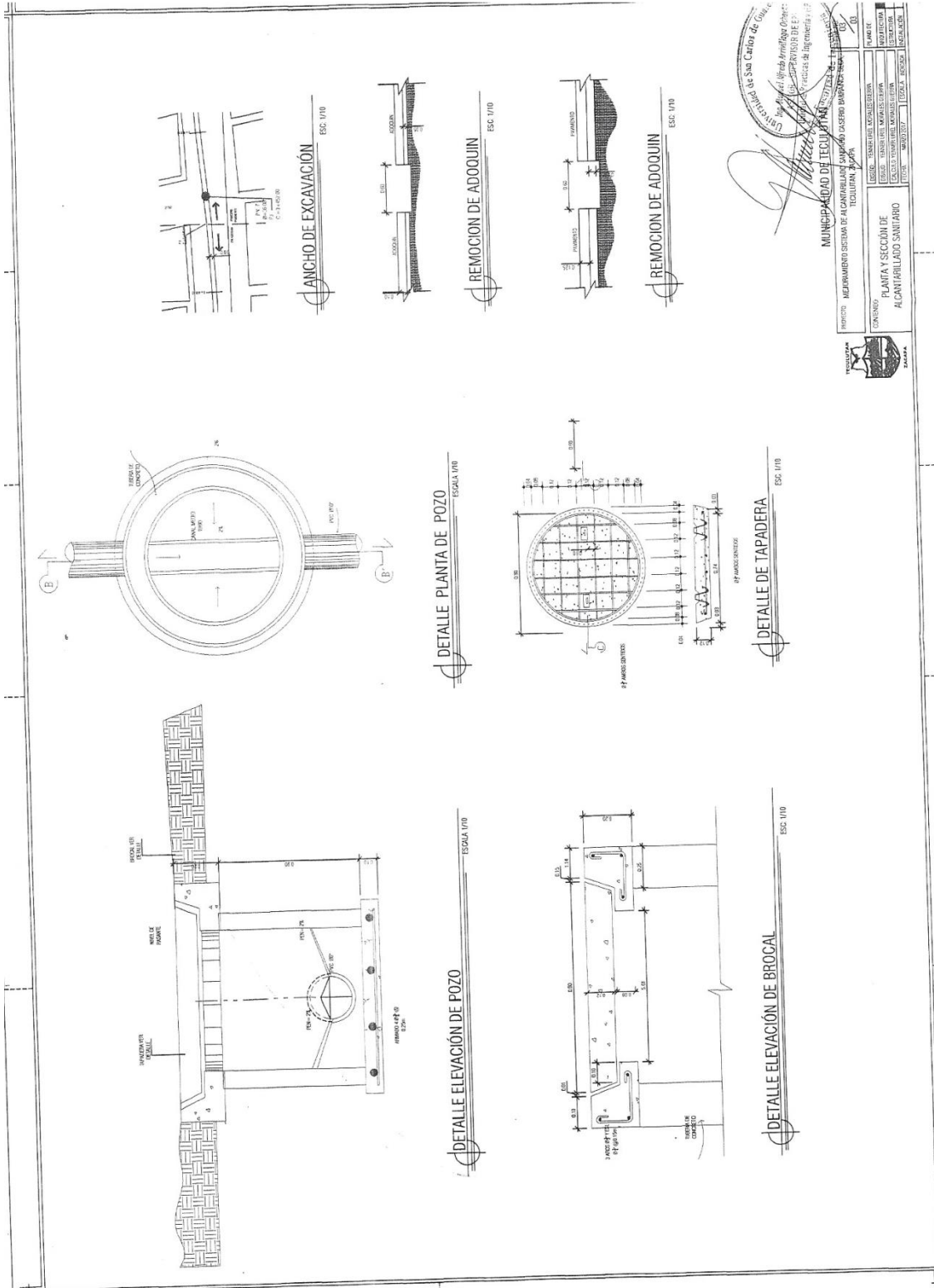
DISEÑADO POR:   
 DISEÑADO POR:   
 DISEÑADO POR:   
 DISEÑADO POR:



MUNICIPALIDAD DE TECULUTZAN  
 DISEÑO SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CARRIZO Y EL CERRILLO  
 DREGANAL, TECULUTZAN, ZACAPA

PROYECTO	CONSTRUCCION
FECHA	07/14
ELABORADO	INGENIERO MANUEL ESPINOZA
REVISADO	INGENIERO MANUEL ESPINOZA
APROBADO	INGENIERO MANUEL ESPINOZA
OTRO	INGENIERO MANUEL ESPINOZA
OTRO	INGENIERO MANUEL ESPINOZA
OTRO	INGENIERO MANUEL ESPINOZA
OTRO	INGENIERO MANUEL ESPINOZA

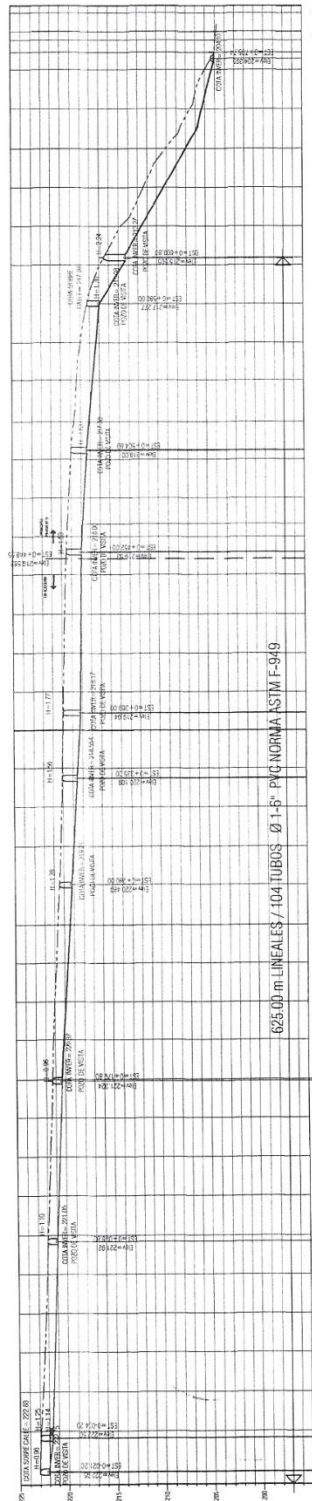
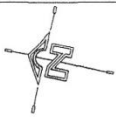
PLANTA GENERAL  
 ESCALA 1:5000




**MUNICIPALIDAD DE TECUAPETLAN**  
 GOBIERNO MUNICIPAL  
 DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO  
 DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO  
 DIVISIÓN DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO

PROYECTO: REFORZAMIENTO SISTEMA DE ALCANTRILLADO CASERIO BARROCO  
 LOCALIDAD: TEBANIPETEN LOCALIDAD DEBEN  
 COMISARIO: PLANTA Y SECCIÓN DE  
 ALCANTARILLADO SANITARIO  
 DISEÑO: INGENIERO CIVIL  
 EJECUCIÓN: INGENIERO CIVIL  
 APROBACIÓN: INGENIERO CIVIL

Ingeniero de San Carlos de Guatem.  
 Lic. Miguel Ángel Rodríguez  
 INGENIERO CIVIL  
 INGENIERO CIVIL  
 INGENIERO CIVIL



SECCIÓN DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO

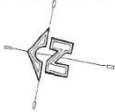
ESCALA: 1/500  
ESCALA V.B: 1/500



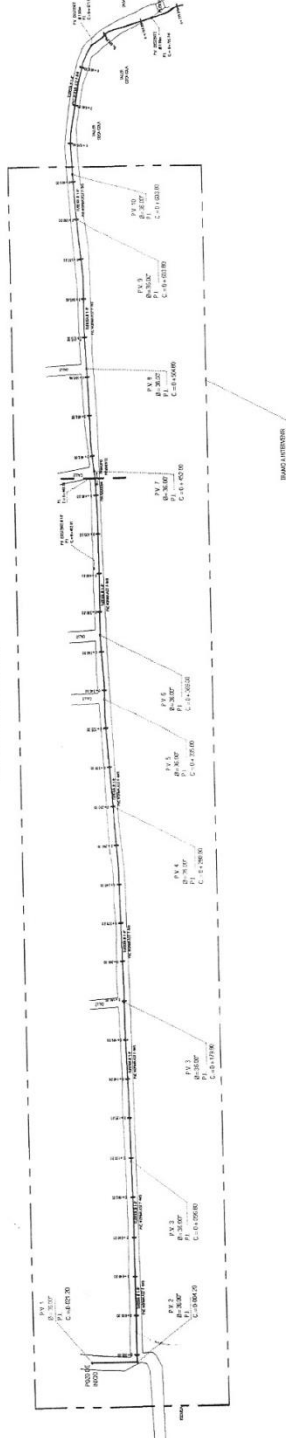
MUNICIPALIDAD DE TOLUCA  
SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y PLANEACIÓN  
PROYECTO: MEJORAMIENTO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO BARRANCA SECA  
MUNICIPIO DE TOLUCA  
CONVENIO: PLANTA Y SECCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO



PROYECTO	MEJORAMIENTO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO BARRANCA SECA
MUNICIPIO	TOLUCA
CONVENIO	PLANTA Y SECCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO
ESCALA	1/500
ESCALA V.B	1/500



142 DOMICILIARES

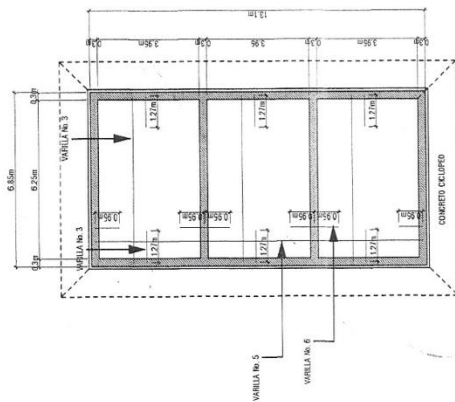


PLANTA DE CONJUNTO SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
ESCALA 1/1000

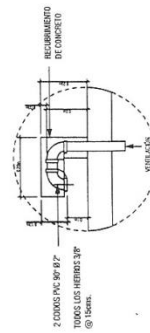


MUNICIPIO DE TOLUCA		TOLUCA	
PROYECTO: MEJORAMIENTO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL SECTOR		FOLIOS: 01 / 03	
CONTRATO: PLANTA Y SECCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO		Escala: 1/1000	
MUNICIPIO DE TOLUCA		MUNICIPIO DE TOLUCA	
SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS		SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS	
DISEÑO: TENDRIL KOPPEL SERRA		DISEÑO: TENDRIL KOPPEL SERRA	
CALCULO: TENDRIL KOPPEL SERRA		CALCULO: TENDRIL KOPPEL SERRA	
FECHA: 20/07/2017		FECHA: 20/07/2017	

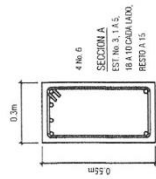




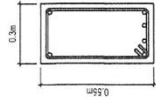
PLANTA DE ARMADO DE LOSA  
ESCALA 1/75



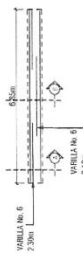
DETALLE DE RESPIRADERO  
ESCALA 1/15



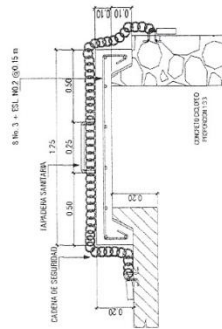
4 No. 6  
SECCION A  
EST. No. 3.1.14.5,  
18 A 110 CM DEL C.C.  
RESO 3.1.5



4 No. 5  
SECCION B  
EST. No. 3.1.14.5,  
18 A 110 CM DEL C.C.  
RESO 3.1.5



DETALLE DE VIGA  
ESCALA 1/15



DETALLE DE TAPADERA  
ESCALA 1/15

  
 Ing. Carlos A. Sosa Ceballos  
 Ingeiero Público del Estado de Zacatecas  
 No. 31,325,308 DE FEES.  
 Oficina en Fraccionamiento de Leguizamón # 195  
 OREGANA, TECUILUTAN, ZACATECAS

PROYECTO	DESARROLLO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN OREGANA, TECUILUTAN, ZACATECAS
CONTENER	PLANO DE DETALLES DEL PROYECTO
ESTADO	ZACATECAS
MUNICIPIO	TECUILUTAN
PROYECTO	PROYECTO
FECHA	15/05/2017
ESCALA	ESCALA 1/15
PROYECTISTA	ING. CARLOS A. SOSA CEBALLOS
REVISOR	ING. CARLOS A. SOSA CEBALLOS
APROBADO	ING. CARLOS A. SOSA CEBALLOS



# ANEXOS

## Anexo 1. Resultado de análisis fisicoquímico

**Lic. Rabindrenath Valdés Hernández**  
 Químico Biólogo, Colegiado 1619  
 2a calle 9-30 Colonia "El Milagro" zona 2, Chiquimula  
 Tel: 7942-3640 Fax: 7942-3641  
 www.laboratorioinamicovaldes.com

---

### ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA POTABLE

---

Cliente:	CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERIO EL	Fecha informe:	16/10/2016
No. Cliente:	06 063	Código muestra:	003
Dirigido a:	Municipalidad de Teculután	Localización:	
Persona responsable:	Ajano a Laboratorio, Ing. Carlos Calderón.	Nacimiento:	Piedra del Zapato,
Tipo muestra:	Potabilidad	Teculután, Zacapa.	
Número orden:	1610003		

---

#### ANALISIS FISICO

Parámetros	Resultado	Dimensionales	LMA	LMP
Color	9.4	u Pt/Co	5.0	35.0
Olor	No rechazable		No rechazable	No rechazable
Turbiedad	0.69	NTU	5.0	15.0
Conductividad Eléctrica	161.9	uS/cm	760	1500
pH	8.29	u	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5
Sólidos totales disueltos	150	mg/L	500.0	1000.0

---

#### ANALISIS QUIMICO

Parámetros	Resultado	Dimens	LMA	LMP	Parámetros	Resultado	Dimens	LMP
Cloro residual libre	<0.05	mg/L	0.5	1.0	Arsénico	---	mg/L	0.010
Cloruro	26.8	mg/L	100	250	Bario	---	mg/L	0.70
Dureza total	90	mg/L	100.0	500.0	Boro	---	mg/L	0.30
Sulfato	33	mg/L	100.0	250.0	Cadmio	---	mg/L	0.003
Aluminio	---	mg/L	0.050	0.100	Cianuro	---	mg/L	0.070
Calcio	17.9	mg/L	75.0	150.0	Cromo total	---	mg/L	0.050
Zinc	---	mg/L	3.0	70.0	Mercurio total	---	mg/L	0.001
Cobre	0.02	mg/L	0.050	1.500	Plomo	---	mg/L	0.010
Magnesio	10.8	mg/L	60.0	100.0	Selenio	---	mg/L	0.010
Manganeso total	0.078	mg/L	0.1	0.4	Nitrato	<1.0	mg/L	50.0
Hierro total	<0.05	mg/L	0.3	---	Nitró	0.003	mg/L	3.0

Con base en la norma COGUAHOR NTG 23001  
 LMA: Límite Máximo Aceptable  
 LMP: Límite Máximo Permisible  
 NTU: Unidades Nefelométricas de turbidez

Metodología con base en:  
 -Standard Methods for the examination of water and wastewater APHA, AWWA, WEF 21 st ed. 2005

Revisado:

Eddy Valdés Alvarado  
Químico Biólogo  
Colegiado No. 4572

Autorizado:

Lic. Rabindrenath Valdés Hernández  
Químico Biólogo  
Colegiado No. 1619

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.  
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por VALDES LABORATORIOS. Este informe es válido únicamente en su impresión original.

Fuente: Laboratorio Valdés.

## Anexo 2. Resultado bacteriológico



Lic. Rabindranath Valdés Hernández  
Químico Biólogo. Colegiado 1619  
2a calle 9-50 Colonia "El Milagro" zona 2, Chiquimula  
Tel: 7942-3640 Fax: 7942-3641  
www.laboratorioclinicovaldes.com

Cliente: CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA  
POTABLE CASERIO EL OREGANAL, TECULUTAN,  
ZACAPA

No. Cliente: 05 003  
Dirigido a: Municipalidad de Teculután  
Persona Responsable: Ajeno a Laboratorio,  
Ing. Carlos Calderón  
Tipo de muestra: Potabilidad  
Número de orden: 1610003

Código de muestra: 003  
Fecha de ingreso: 05 de octubre de 2016  
Fecha de informe: 10 de octubre de 2016

Localización: Nacimiento Piedra del Zapato, Teculután,  
Zacapa.

Toma de muestra: 09:00 horas del 05 de octubre de  
2016. Responsable: Ajeno a Laboratorio, Ing. Carlos  
Calderón.

### ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUAS

#### Conclusiones:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio satisface los criterios físico-químicos de calidad de la Norma COGUANOR NTG 29 001, Agua Potable; de acuerdo a los parámetros analizados.

- Método de referencia: Standard Methods for the Examination of water and Wastewater, APHA, AWWA, WWP. 21a. Ed. 2005
- Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio.
- La reproducción del mismo deberá ser autorizada por escrito por Valdés Laboratorios. Este informe es válido únicamente en su impresión original.

#### • Nomenclatura utilizada:

LMA: Límite máximo aceptable  
LMP: Límite máximo permisible

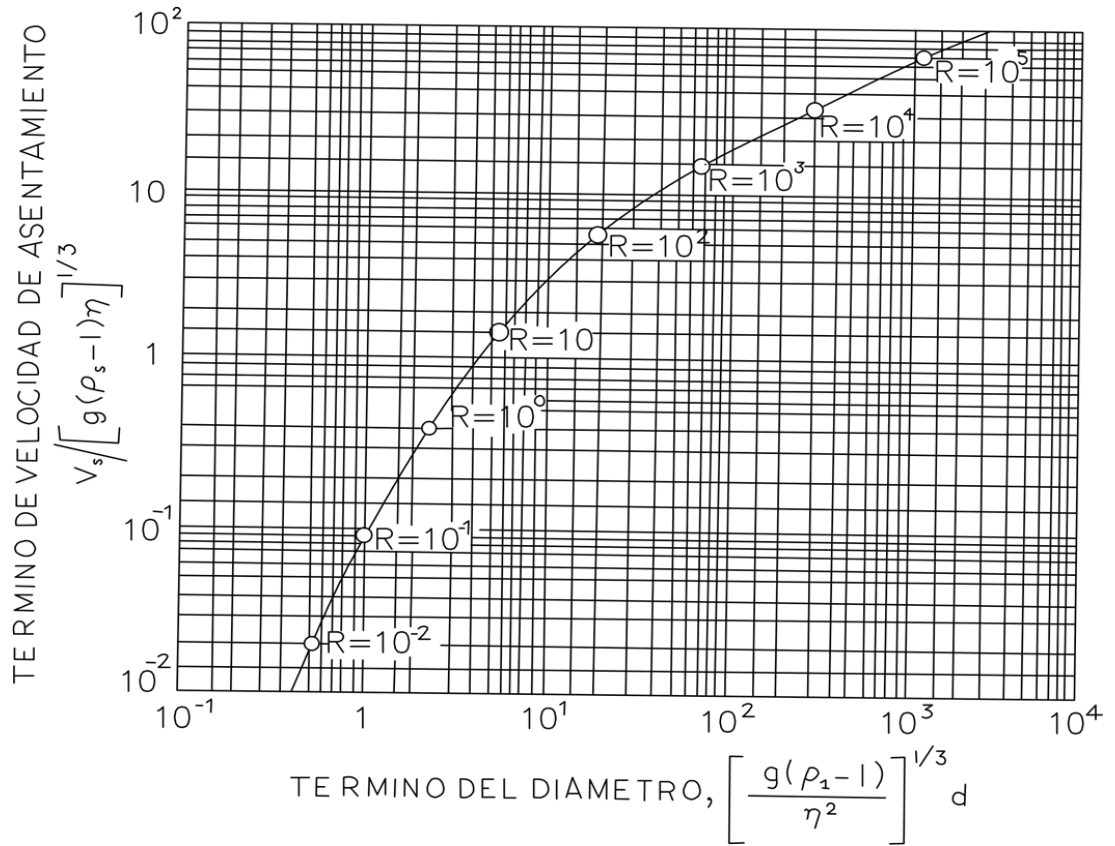
LICENCIADO  
Rabindranath Valdés Hernández  
CÉDULA PROFESIONAL  
02. 1619

Lic. Rabindranath Valdés Hernández  
Químico Biólogo. Colegiado 1,619

Lidia Edlyn Valdés Argueta  
Química Bióloga. Colegiada No. 4572

Fuente: Laboratorio Valdés.

Anexo 3. Valores de sedimentación



Fuente: Laboratorios Valdés.

