



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SAN MIGUEL MILPAS  
ALTAS, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

**Alan Alexander Pérez Calderón**

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, abril de 2019



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SAN MIGUEL MILPAS  
ALTAS, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ALAN ALEXANDER PÉREZ CALDERÓN**

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2019



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. José Gabriel Ordóñez Morales
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López



## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SAN MIGUEL MILPAS  
ALTAS, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 16 de mayo de 2018.



**Atán Alexander Pérez Calderón**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 22 de febrero de 2019  
REF.EPS.DOC.192.02.2019

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

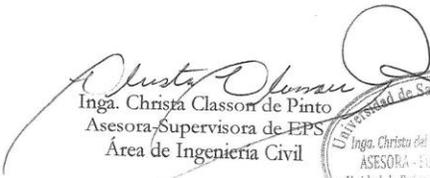
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Alan Alexander Pérez Calderón**, CUI 2406 55826 0101 y **Registro Académico 201213450** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SAN MIGUEL MILPAS ALTAS, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ.**

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"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Asesora-Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
CCdP/ra





Guatemala,  
01 de marzo de 2019

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

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SAN MIGUEL MILPAS ALTAS, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Alan Alexander Pérez Calderón con CUI 2406558260101 Registro Académico No. 201213450, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. civil, Luis Manuel Sandoval Mendoza  
Jefe Del Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/mrrm.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 04 de marzo de 2018  
REF.EPS.DOC.73.03.2019

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SAN MIGUEL MILPAS ALTAS, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Alan Alexander Pérez Calderón, Registro Académico 201213450 y CUI 2406 55826 0101**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Classon de Pinto.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte de la Asesora-Supervisora, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS

OAH/ra







El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Alan Alexander Pérez Calderón **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SAN MIGUEL MILPAS ALTAS, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo 2019  
/mrrm.





Universidad de San Carlos  
de Guatemala

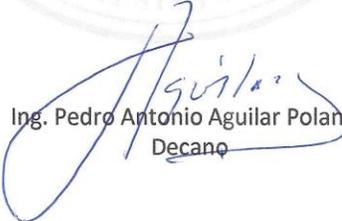


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 171.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SAN MIGUEL MILPAS ALTAS, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario: **Alan Alexander Pérez Calderón**, 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, abril de 2019

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Jehová, Dios**

Por concederme bondadosamente la oportunidad de alcanzar este logro con su ayuda.

### **Mis padres**

Arnoldo Alfredo Pérez Pérez y Flora Calderón de Pérez, por su interminable amor, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida.

### **Mi esposa**

Wendi Gabriela Calderón de Pérez, por su ayuda incomparable, vitalizando mis metas formuladas.

### **Mi familia en general**

Por permanecer siempre a mi lado incondicionalmente.

### **Amigos**

Por apoyarme y luchar lado a lado, por alcanzar esta meta tan valiosa para todos.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mis padres**

Arnoldo Alfredo Pérez Pérez y Flora Calderón de Pérez, por su amor incondicional y su infinito apoyo para completar esta meta.

### **Mi esposa**

Wendi Gabriela Calderón de Pérez, por su apoyo incondicional en el alcance de esta meta.

### **Mis amigos**

David Ochoa, Fernando Manzo, Renato Castillo, Alejandro Barrios, Armando Escribá, entre otros. Por ser compañeros durante todo el trayecto y ser el apoyo incondicional en la carrera.



## 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 de San Miguel, Magdalena Milpas Altas.....	1
1.1.1. Ubicación geográfica .....	1
1.1.2. Colindancias .....	2
1.1.3. Clima .....	2
1.1.4. Población actual .....	4
1.1.5. Vías de acceso .....	4
1.1.6. Servicios existentes .....	5
1.1.6.1. Educación .....	5
1.1.6.2. Salud.....	5
1.1.6.3. Agua potable.....	5
1.1.6.4. Drenajes .....	6
1.1.7. Actividad económica.....	6
1.1.8. Características demográficas .....	6
1.1.8.1. Organización comunitaria .....	6

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	9
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para San Miguel.....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	9
2.1.2.	Levantamiento topográfico .....	10
2.1.2.1.	Planimetría .....	10
2.1.2.2.	Altimetría .....	10
2.1.3.	Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario.....	11
2.1.3.1.	Colector .....	11
2.1.3.2.	Pozo de visita .....	11
2.1.3.3.	Conexiones domiciliarias.....	12
2.1.4.	Parámetros de diseño .....	14
2.1.4.1.	Período de diseño .....	14
2.1.4.2.	Población futura.....	14
2.1.4.3.	Dotación .....	15
2.1.4.4.	Factor de retorno .....	15
2.1.5.	Determinación del caudal de diseño .....	16
2.1.5.1.	Caudal doméstico.....	16
2.1.5.2.	Caudal comercial.....	17
2.1.5.3.	Caudal industrial.....	17
2.1.5.4.	Caudal de infiltración .....	18
2.1.5.5.	Caudal de conexiones ilícitas .....	18
2.1.5.6.	Caudal sanitario.....	18
2.1.5.7.	Factor de caudal medio .....	19
2.1.5.8.	Factor de Harmon.....	20
2.1.5.9.	Caudal de diseño.....	21
2.1.6.	Hidráulica .....	21

2.1.6.1.	Ecuaciones para los cálculos hidráulicos.....	21
2.1.6.2.	Relaciones hidráulicas .....	23
2.1.7.	Cotas invert.....	25
2.1.8.	Normas para diámetros, velocidades y anchos de zanja .....	28
2.1.9.	Propuesta de tratamiento.....	30
2.1.10.	Evaluación financiera.....	33
2.1.10.1.	Valor presente neto.....	33
2.1.10.2.	Relación costo/beneficio .....	35
2.1.11.	Evaluación de impacto ambiental .....	37
2.1.12.	Presupuesto.....	37
2.1.13.	Cronograma de ejecución del proyecto .....	39
CONCLUSIONES .....		39
RECOMENDACIONES .....		43
BIBLIOGRAFÍA.....		45
APÉNDICES .....		47
ANEXOS .....		57



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de ubicación de San Miguel, Magdalena Milpas Altas.....	2
2.	Organigrama organizacional .....	7
3.	Pozo de visita .....	12
4.	Conexión domiciliar .....	13
5.	Conexión domiciliar .....	13
6.	Representación de cotas invert .....	27

### TABLAS

I.	Integrantes del Consejo de Desarrollo Comunitario COCODE .....	7
II.	Factores de caudal medio .....	20
III.	Coeficiente de rugosidad de Manning .....	22
IV.	Extracto de tabla anexo I .....	25
V.	Ancho libre de zanja según su profundidad.....	29
VI.	Valores obtenidos en VPN .....	34
VII.	Relacion costo/beneficio.....	36
VIII.	Presupuesto para sistema de alcantarillado sanitario para San Miguel, Magdalena Milpas Altas.....	38



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Q</b>	Caudal
<b>Qd</b>	Caudal de diseño
<b>Qs</b>	Caudal sanitario
<b>cm</b>	Centímetro
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>Cd</b>	Coefficiente de drenaje
<b>CIE</b>	Cota invert de entrada
<b>CIS</b>	Cota invert de salida
<b>D</b>	Diámetro
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>Dot</b>	Dotación
<b>FH</b>	Factor de Harmon
<b>FR</b>	Factor de retorno
<b>Hab</b>	Habitantes
<b>Km</b>	Kilómetro
<b>L</b>	Litros
<b>m</b>	Metros
<b>mm</b>	Milímetros
<b>St</b>	Pendiente de terreno
<b>Stub</b>	Pendiente de tubería
<b>N</b>	Período de diseño
<b>Pob</b>	Población
<b>PV</b>	Pozo de visita

<b>PU</b>	Precio unitario
<b>d/D</b>	Relación de tirantes
<b>v/V</b>	Relación de velocidades
<b>Qd</b>	Caudal de diseño
<b>Qs</b>	Caudal sanitario
<b>St</b>	Pendiente de terreno
<b>Stub</b>	Pendiente tubería
<b>V</b>	Velocidad
<b>v/V</b>	Relación de velocidades

## GLOSARIO

<b>ASTM</b>	Sociedad Americana de Ensayos y Materiales.
<b>Conexión domiciliar</b>	Tubería que conduce las aguas servidas desde la candela al colector principal.
<b>Cota invert</b>	Cota o altura de la parte inferior del tubo ya instalado en el pozo de visita.
<b>Criterios de diseño</b>	Normas o guías de ingeniería que especifican bases y límites que debe de cumplir el proceso de diseño.
<b>Curvas de nivel</b>	Línea que une puntos de una misma elevación, sin pasar sobre otra.
<b>Densidad de vivienda</b>	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
<b>Dotación</b>	Estimación de la cantidad de agua que en promedio consume cada habitante por día.
<b>EMPAGUA</b>	Empresa Municipal de Agua.
<b>Factor de Harmon</b>	Factor de seguridad para las horas pico, el cual guarda relación con la población total.

<b>Factor de retorno</b>	Porcentaje de agua potable que después de ser utilizada va al sistema de drenaje.
<b>Factor de rugosidad</b>	Factor que expresa qué tan lisa o áspera es una superficie.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>MSNM</b>	Metros sobre el nivel del mar.
<b>Período de diseño</b>	Período durante el cual el sistema prestará un servicio eficiente.
<b>Pozo de visita</b>	Obra accesoria de un sistema de alcantarillado que permite el acceso al colector para mantenimiento, realizar cambios de diámetro y pendiente de tubería.
<b>Red de alcantarillado</b>	Red de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias, que sirven para conducir y evacuar aguas servidas.

## RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se muestra una propuesta para el diseño de alcantarillado sanitario para la aldea San Miguel, en el municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez. El proyecto busca satisfacer las necesidades de la población de dicha aldea y contar con un sistema de saneamiento adecuado y mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Como parte de generar una reducción en la tasa de morbilidad de esta aldea, una de las principales propuestas es la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario, puesto que como parte de la problemática descrita en el informe, no se cuenta con una conducción de las aguas servidas adecuadas hacia un punto de conexión establecido.

Esto genera que las personas evacúen sus aguas domésticas a la calle, sin ningún control, afectando la calidad de vida y salud de la población a su alrededor. Dichas aguas domésticas corren sobre la superficie, al centro de las calles de la aldea. El presente proyecto busca proporcionar una solución a esta problemática y proporcionar un sistema de alcantarillado para un saneamiento adecuado para la población beneficiada.

El sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Miguel está constituido por 2 773,23 m de tubería de PVC, 52 pozos de visita y 85 conexiones domiciliarias.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Desarrollar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para aldea San Miguel, municipio de Magdalena Milpas Altas.

### **Específicos**

1. Realizar una investigación de aspectos monográficos sobre la aldea San Miguel y un diagnóstico de servicios públicos e infraestructura.
2. Proponer un diseño del sistema de alcantarillado sanitario adecuado, con base en las normas y especificaciones requeridas.
3. Mejorar la salud de los habitantes del sector beneficiado con la implementación del sistema de alcantarillado, reduciendo el índice de enfermedades gastrointestinales causadas por la mala evacuación de aguas servidas.
4. Aplicar los conocimientos obtenidos de la Facultad de Ingeniería en el beneficio de los pobladores de la aldea San Miguel.



## INTRODUCCIÓN

Debido a una dotación de agua potable hacia la aldea San Miguel, se producen residuos líquidos que eventualmente y debido a un inadecuado manejo pueden contaminar tanto a las personas, como al ambiente en el que se desecha, por lo que es necesario que una población cuente con un sistema de alcantarillado sanitario adecuado, diseñado y construido técnicamente para conducir las aguas residuales que se producen, concebido para preservar la salud y el ambiente, con la finalidad de evitar propiciar las enfermedades gastrointestinales en la comunidad.

Un sistema de alcantarillado sanitario es una estructura civil que tiene como finalidad recibir, conducir y evacuar las aguas servidas a una planta de tratamiento de aguas residuales o a un sistema de tratamiento, previo a evacuarlos en un cuerpo hídrico.

Este tipo de obras son necesarias y de mucho beneficio para la población, dentro del campo de ingeniería civil aportan desarrollo, por lo que se constituye en un beneficio enorme a la comunidad.

Una red de alcantarillado sanitario es un sistema de saneamiento que logra proporcionar una mejora de salud a los pobladores beneficiados y con un buen tratamiento de las aguas servidas no se genera un impacto ambiental o daño al mismo.

En el presente trabajo de graduación se muestra de manera detallada, por medio de una investigación las características de la aldea San Miguel y una descripción del proyecto de alcantarillado sanitario a realizar.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

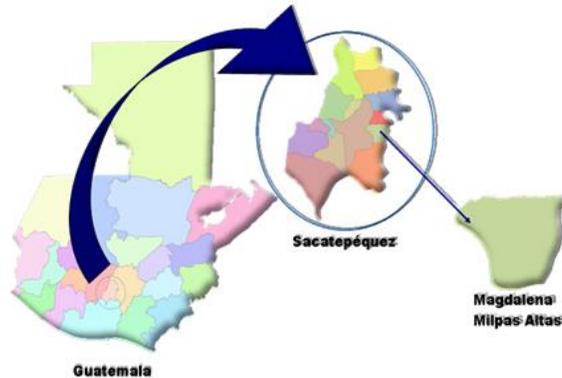
## **1.1. Monografía de San Miguel, Magdalena Milpas Altas**

A continuación, se muestran los aspectos monográficos de la aldea San Miguel, con el fin de determinar las condiciones y necesidades que dicha aldea presenta para el desarrollo del proyecto de alcantarillado sanitario.

### **1.1.1. Ubicación geográfica**

San Miguel Milpas Altas, es una aldea del municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento Sacatepéquez, catalogado como municipalidad de 4ª. categoría. Nombre geográfico oficial: San Miguel Milpas Altas, se ubica 16 kilómetros de la cabecera departamental y a 43 de la ciudad capital, está localizada dentro de la cuenca hidrográfica del río María Linda, y a la subcuenca del río Michatoya, que vierte sus aguas al pacífico, con una elevación de 2 045 metros sobre el nivel del mar.

Figura 1. **Mapa de ubicación de San Miguel, Magdalena Milpas Altas**



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 2.18.0.

Se encuentra a una altura de 1 940 msnm, asimismo una latitud de  $14^{\circ} 33' 10''$  y una longitud de  $90^{\circ} 41' 26''$ .

### 1.1.2. Colindancias

El municipio de Magdalena Milpas Altas colinda al norte con los municipios de Santa Lucía Milpas Altas y San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez, sur Santa María de Jesús, Sacatepéquez, Oriente Villa Nueva, Guatemala, poniente Antigua Guatemala, Sacatepéquez, su latitud es  $14^{\circ} 32' 48''$ , longitud  $90^{\circ} 40' 30''$ .

### 1.1.3. Clima

La estación meteorológica más cercana a la aldea de análisis y diseño es la Suiza Contenta, correspondiente al departamento de Antigua Guatemala, consta de los siguientes datos:

- Temperatura Media (°C): 16
- Humedad Rel. (%): 48,96
- Punto de Rocío (°C): -46,5
- Radiación Global (W/m<sup>2</sup>): 738,28
- Evaporación Anual (mm): 4,2
- Lluvia(mm): 0
- Bateria(V): 13,71
- Precipitación anual (mm): 1 508

La clasificación del clima es el proceso de ordenamiento de elementos como temperatura, humedad, lluvia, viento, presión atmosférica, incidencia solar, factores geográficos, latitud, altitud, vegetación, entre otros, que dan las características climáticas propias de una región específica. En el mundo existen aproximadamente 60 clasificaciones para el clima y en Guatemala se utilizan dos: clasificación climática según Thomwhite y clasificación climática según Köppen. Para el departamento de Sacatepéquez las condiciones climáticas bajo estas clasificaciones son:

- Sistema Thomwhite:
- BB bosque húmedo templado
- `2 bosque húmedo semifijo
- BB Selva muy húmeda semiárida
- `3
- AB`:

Sistema Köppen:

- Cvbig: templado subhúmedo con invierno benigno, presencia de lluvias en verano. Verano fresco, isoterma, con marcha de la temperatura tipo Ganges.
- Aming: caliente húmedo, con lluvias abundantes en verano, con influencia de monzón, isoterma, con marcha de la temperatura tipo Ganges.
- Awig: caliente húmedo, con lluvias en verano, isoterma, con marchas de la temperatura tipo Ganges.
- El patrón de lluvia varía entre 2 500 a 3 000 mm. Como promedio de 2 600 mm/año y la temperatura varía entre 13-15 °C, considerándose templado. La evapotranspiración potencial media es de 0,25 mm/día.

#### **1.1.4. Población actual**

Directamente no existe un censo de la aldea San Miguel por lo que con datos proporcionados por el COCODE (año 2016), el área de la aldea en la que se desarrollará el proyecto, cuenta con una población de aproximadamente 425 habitantes. Asimismo, según el censo del Instituto Nacional de Estadística realizado en el 2002, en el municipio de Magdalena Milpas Altas existía una población de 8 331 habitantes.

#### **1.1.5. Vías de acceso**

Se puede acceder a la aldea San Miguel Milpas Altas por la carretera CA-1 procedente de Guatemala a occidente, luego por medio de la RN-10 hacia el camino hacia el municipio Magdalena Milpas Altas, luego tomando el camino hacia la aldea San Miguel.

Otra vía de acceso es por la RN-10 de Antigua vía la cuesta de las negras, procedente de Antigua Guatemala.

### **1.1.6. Servicios existentes**

En la actualidad la aldea San Miguel Milpas altas cuenta con algunos servicios existentes de los cuales se detallan a continuación:

#### **1.1.6.1. Educación**

Para el área de educación la aldea San Miguel cuenta con la escuela PAIN, la escuela Oficial Rural Mixta San Miguel Milpas Altas y el Centro Educativo para el Desarrollo NUFED, que ofrecen los niveles preprimario, primarios y secundarios, para el nivel diversificado se encuentra el Instituto de Educación Media.

#### **1.1.6.2. Salud**

La aldea San Miguel cuenta con un puesto de salud que ofrece consulta médica y vacunación, también cuenta con una clínica municipal en donde proporcionan medicamentos a mujeres y su núcleo familiar que participe en el comité de mujeres de la municipalidad.

#### **1.1.6.3. Agua potable**

San Miguel Milpas Altas cuenta con un sistema de agua potable cuya dotación proviene de un sistema de captación, 1 pozo mecánico que está en proceso de ejecución.

#### **1.1.6.4. Drenajes**

Actualmente un sector de la aldea San Miguel cuenta con un sistema de drenaje sanitario en lo que se considera su casco urbano y debido a su crecimiento, hay sectores de la aldea que no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario y tampoco un sistema de saneamiento adecuado, por lo que las personas recurren a evacuar las aguas grises y negras a la calle, corriendo estas a flor de tierra al centro de las calles.

#### **1.1.7. Actividad económica**

Dentro de las actividades que los pobladores de Santa Elena Barillas realizan para obtener un ingreso económico se presenta la agricultura, el cultivo de hortalizas, adicionalmente el desempeño artesanal en la fabricación de muebles de madera. Asimismo, debido a su gran desarrollo en el casco urbano de la aldea, se ha vuelto una comunidad comercial, ya que cuenta con negocios como depósitos, comedores, tortillerías, panaderías, carnicerías, mueblerías, un mercado, entre otros comercios de diferentes tipos.

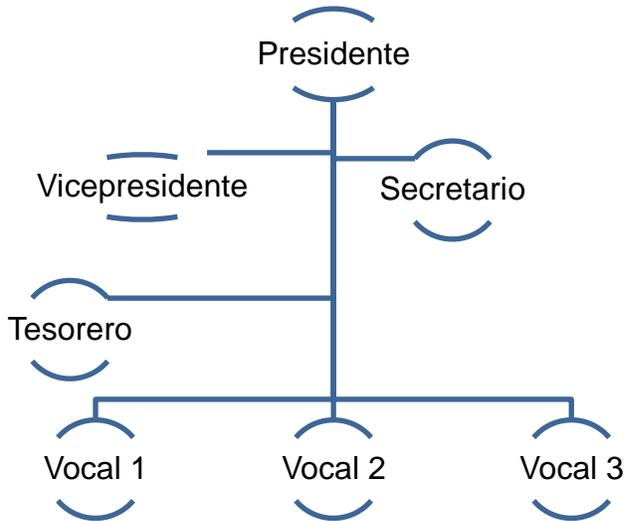
#### **1.1.8. Características demográficas**

La aldea San Miguel Milpas altas cuenta con la integración de una junta directiva electa por las personas de la localidad como la unión de votos con el COCODE y también con el alcalde.

##### **1.1.8.1. Organización comunitaria**

A continuación se presente un organigrama de la organización comunitaria de la aldea San Migue Milpas Altas.

Figura 2. **Organigrama organizacional**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2015.

Tabla I. **Integrantes del Consejo De Desarrollo Comunitario  
COCODE**

Consejo de Desarrollo Comunitario COCODE	
Nombre	Cargo
Juan Carlos García	Presidente
Sergio Alberto Cucuj	Vicepresidente
Cesar Augusto Chacón	Secretario
José Augusto Chacón	Tesorero
Mario Aragón	Vocal 1
Hugo Rolando Musus	Vocal 2
Juan Miguel Sánchez	Vocal 3

Fuente: elaboración propia.



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

### **2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para San Miguel Milpas Altas**

Para llevar a cabo el diseño y planificación del sistema de alcantarillado sanitario, es necesario describir el proyecto en su totalidad, las personas que beneficiará, datos técnicos y parámetros a cumplir.

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

El proyecto de alcantarillado sanitario para las aguas residuales en la aldea San Miguel, municipio de Magdalena Milpas Altas, busca dar solución a una problemática que la comunidad sufre, dicha aldea ha estado buscando el apoyo por medio del COCODE y realizar el proyecto.

El proyecto para la aldea San Miguel consiste en diseñar el sistema de alcantarillado sanitario aplicando normas de diseño de EMPAGUA para un período de diseño de 20 años. La cantidad actual de las viviendas a servir es de 85, con una densidad poblacional de 5 habitantes por vivienda y una tasa de crecimiento de 0,027 %.

El sistema de alcantarillado sanitario está integrado de la siguiente manera: posee una longitud de 2 773,23 metros, 52 pozos de visita de diversas profundidades especificadas en los planos constructivos y fabricados de ladrillo tayuyo de punta, 85 conexiones domiciliarias y la tubería que se utilizará dentro del proyecto será de PVC bajo la Norma ASTM F-949 de 6", 8", 10" y 15".

## **2.1.2. Levantamiento topográfico**

A continuación se describen los métodos topográficos para obtener la superficie de trabajo para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

### **2.1.2.1. Planimetría**

El levantamiento de planimetría tiene como objetivo representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando en cuenta el norte para su orientación.

Este levantamiento incluye todas las calles de la aldea, parques, áreas deportivas, escuelas y todos aquellos monumentos que puedan servir de referencia. El levantamiento de planimetría se realizó con un dron marca PHANTOM 3.

### **2.1.2.2. Altimetría**

El levantamiento de altimetría comprende a todos aquellos trabajos utilizados para obtener los datos en el eje vertical de nuestro proyecto, consiguiendo con esto obtener una superficie y observar las secciones de la aldea.

Para llevar a cabo una correcta nivelación de los ejes de las calles y tomar sus elevaciones fue necesario tomar medidas a distancias no mayores de 20 metros, en los cruces de calles y en todos los puntos en que haya cambio de pendiente.

De igual manera la nivelación se hizo por medio del dron PHANTOM 3.

### **2.1.3. Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario**

Un sistema de alcantarillado sanitario está compuesto por elementos esenciales para que ocurra su buen funcionamiento, los cuales se describen a continuación.

#### **2.1.3.1. Colector**

Es la tubería encargada de coleccionar y conducir las aguas residuales provenientes de las edificaciones hasta su desfogue, ya sea hacia una planta de tratamiento o un sistema de saneamiento adecuado y así evacuar a un cuerpo hídrico receptor.

Para el proyecto desarrollado se utilizó en el colector tubería PVC de 6", 8", 10" y 15" bajo la Norma ASTM F-949. Es necesario que el colector cumpla con las pendientes establecidas en el diseño hidráulico y así cumplir con los parámetros de velocidad y tirante.

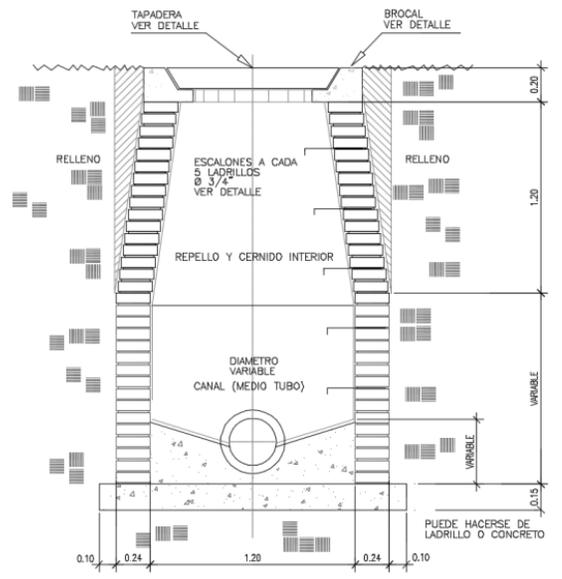
#### **2.1.3.2. Pozo de visita**

Los pozos de visita son elementos del alcantarillado utilizados como medio de inspección y limpieza del sistema.

Se colocan cuando se tenga que desviar la tubería, o unir distintos tramos de tubería. La distancia máxima recomendada para la ubicación de los pozos de visita es de 100 m entre pozos. Se consideraron pozos construidos de ladrillo, deben de tener un diámetro mínimo de 1.20 m, se debe de identificar la tapadera y colocar una escalera en su interior.

Para los pozos de visita mayores a 6 m se recomienda usar pozos con disipadores de energía, debido a las distancias de caídas de agua pueden provocar daños dentro del pozo.

Figura 3. **Pozo de visita**



Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3D 2015.

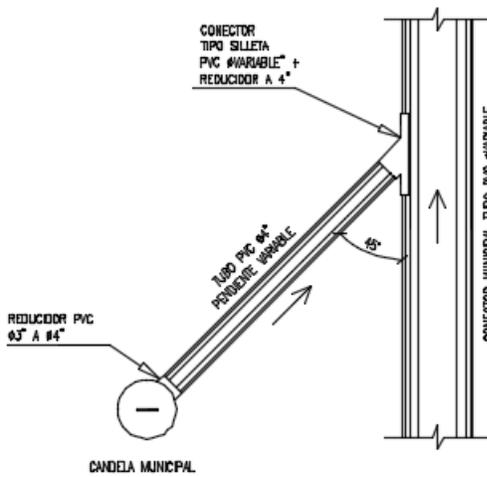
### 2.1.3.3. **Conexiones domiciliarias**

La conexión domiciliar tiene la finalidad de conducir las aguas residuales de la vivienda hacia el colector central.

Este elemento del sistema de alcantarillado sanitario consta con una caja o candela, la cual está conformada de una base de concreto, un tubo de concreto de 12" de diámetro y debe tener una tapadera; debe contar también con una tubería secundaria, la cual conecta la caja al colector principal,

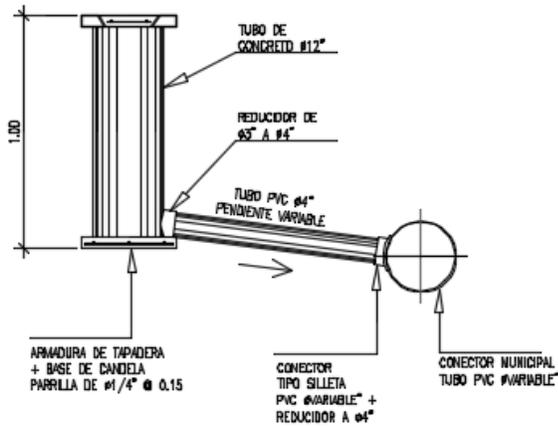
generalmente es de tubería PVC de 4" con una pendiente mínima de 2 % y una máxima de 6 %.

Figura 4. **Conexión domiciliar**



Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3D 2015.

Figura 5. **Conexión domiciliar**



Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3D 2015.

#### **2.1.4. Parámetros de diseño**

Para llevar a cabo un correcto diseño del sistema de alcantarillado sanitario, es necesario tomar en consideración distintos parámetros que proporcionan información sobre las características de la población y parámetros de diseño, los cuales se describen a continuación.

##### **2.1.4.1. Período de diseño**

El período de diseño de acuerdo al Reglamento de diseño de alcantarillado de EMPAGUA considera proyecciones entre 30 a 40 años para ramales secundarios, principales, colectores y grandes colectores.

Debido a trabajos de mantenimiento y durabilidad de los elementos que conforman el sistema de alcantarillado sanitario, la municipalidad de Magdalena Milpas Altas adopta un período de diseño de 20 años el cual es permisible.

##### **2.1.4.2. Población futura**

Los métodos matemáticos que se aplican en el cálculo de la población futura del país, se basan en ecuaciones que expresan el crecimiento demográfico en función del tiempo.

Para el cálculo de la población futura se utilizó el método geométrico, supone que la población crece a una tasa constante, lo que significa que aumenta proporcionalmente lo mismo en cada período de tiempo.

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

Donde:

Pf = población futura

Po = población del tramo

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño

Ejemplo realizando el cálculo de la población futura.

$$Pf = 425 * \left(1 + \frac{3,80}{100}\right)^{20} = 724 \text{ habitantes}$$

#### **2.1.4.3. Dotación**

Es la cantidad de agua proporcionada a una persona en un día. Generalmente se expresa en litros por habitante por día. La aldea San Miguel recibe una dotación de 100 litros por habitante por día, el cual en el reglamento de alcantarillados sanitarios de EMPAGUA corresponde a la clasificación G1 destinadas para viviendas de 1 a 4 niveles en áreas de baja densidad poblacional.

#### **2.1.4.4. Factor de retorno**

Este es un factor que representa un porcentaje de la dotación de agua proporcionada que se espera que sea descargada al sistema. Esto se debe a que no el 100 % del agua potable proporcionada regresará al sistema de alcantarillado, por lo que se considera un factor de retorno de 75 % a 90 %, para el proyecto se utiliza un factor promedio del 80 %.

## 2.1.5. Determinación del caudal de diseño

Para conseguir una correcta integración del caudal que ingresará al sistema de alcantarillado sanitario, es necesario considerar los caudales que se describen a continuación.

### 2.1.5.1. Caudal doméstico

Es el agua que una vez que ha sido usada por los humanos, para limpieza o producción de alimentos, es descargada. Está relacionado con la dotación del suministro de agua potable, menos una porción que no será vertida en el drenaje, como los jardines y lavado de vehículos, siendo este un factor de retorno que comprende entre 0,75 y 0,90.

$$Q_{dom} = \frac{Dot * Pf * FR}{86\ 400}$$

Donde:

Qdom = caudal domiciliar  
Dot = dotación de agua  
Pf = población futura  
FR = factor de retorno

Ejemplo utilizando datos.

Conversión de unidad de día a segundos

$$1 \text{ día} * \frac{24\text{hr}}{1 \text{ día}} * \frac{60\text{min}}{1\text{hr}} * \frac{60\text{s}}{1\text{min}} = 86\,400 \text{ s}$$
$$Q_{dom} = \frac{150 * 425 * 0,90}{86\,400} = 0,39\text{Lt/s}$$

### 2.1.5.2. Caudal comercial

Es el agua de desecho de las edificaciones comerciales, comedores, restaurantes, hoteles, entre otros. La dotación comercial varía entre 600 y 3 000 litros por comercio por día, dependiendo del tipo de comercio.

$$Q_{dom} = \frac{Dot_{com} * no.com}{86\,400}$$

Donde:

$Q_{dom}$  = caudal comercial

$Dot_{com}$  = dotación commercial

Para el sector diseñado no se cuenta con comercios para integrar dentro del caudal sanitario.

### 2.1.5.3. Caudal industrial

Dentro de este caudal se integran las descargas que hagan las industrias del lugar siendo pequeñas o de grandes dimensiones, esto con el conocimiento del Acuerdo Gubernativo 236-2006 cumpliendo los parámetros establecidos en el reglamento.

#### **2.1.5.4. Caudal de infiltración**

Se calcula en función de la longitud de la tubería y del material de la misma, generalmente se expresa en litros por kilómetro por día.

Para este caso que se estará trabajando con tubería de PVC, no existe caudal de infiltración, debido a las características de este material.

#### **2.1.5.5. Caudal de conexiones ilícitas**

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. EL porcentaje de viviendas por conexiones ilícitas puede asumirse entre 0,50 y 2,50 % de la población que tributa al sistema de alcantarillado sanitario en cada uno de los tramos, por lo que se toma el 2 % del caudal domiciliar calculado anteriormente.

Ejemplo utilizando los valores del proyecto

$$Q_{ci} = 0,39 \frac{Lt}{s} * 2 \% = 0,013 Lt/s$$

#### **2.1.5.6. Caudal sanitario**

El caudal sanitario está conformado por las aguas servidas provenientes del: caudal domiciliar, comercial, de conexiones ilícitas, de infiltración y caudal industrial.

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{ci}$$

$$Q_{san} = (0.39 + 0 + 0 + 0 + 0.013) \frac{Lt}{s} = 0.407 \text{ Lt/s}$$

#### 2.1.5.7. Factor de caudal medio

Este factor representa a la relación que se tiene al sumar todos los caudales previamente explicados conformando el caudal sanitario y la población futura del lugar. Tomando en cuenta que este factor de caudal medio es calculado por cada uno de los tramos que se tengan.

$$f_{qm} = \frac{Q_{san}}{Pf}$$

Donde:

Fqm = factor de caudal medio

Qsan = caudal sanitario

Pf = población futura

Utilizando como ejemplo los datos, se obtiene:

$$f_{qm} = \frac{0,407 \text{ Lt/s}}{425 \text{ hab}} = 0,00094$$

Para este proyecto se utilizó el factor de caudal medio proporcionado por EMPAGUA el cual es de 0,002.

Tabla II. **Factores de caudal medio**

<b>Reglamento</b>	<b>Valores del factor de caudal medio</b>
Dirección General de Obras Públicas (DGOP)	0,002 <fqm< 0,005
EMPAGUA	fqm = 0,002
Instituto del Fomento Municipal (INFOM)	Fqm = 0,0046

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.5.8. **Factor de Harmon**

Es un factor que está en función del número de habitantes localizados en el área de influencia. Regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico.

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

Donde:

FH = factor de Harmon

Pf = población futura (hab)

Utilizando los datos, se obtiene:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{425}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{425}{1000}}} = 4.01$$

### 2.1.5.9. Caudal de diseño

Este caudal varía cada tramo conforme el número de habitantes va en aumento y el detalle se presenta en la hoja de cálculo respectivo.

$$q_d = f_{qm} * FH * hab(tramo)$$

Donde:

qd = caudal de diseño

Fqm = factor de caudal medio

FH = factor de Harmon

Hab = número de habitantes del tramo en consideración

Utilizando los datos futuros, se obtiene:

$$q_d = 0,002 * 4,01 * 724 = 0,684 \text{ Lt/s}$$

### 2.1.6. Hidráulica

Para comprender el comportamiento y movimiento de los fluidos que circularán dentro del sistema de alcantarillado sanitario, es necesario determinar si cumple con los parámetros establecidos, por lo que se debe aplicar los conceptos hidráulicos que se describen a continuación.

#### 2.1.6.1. Ecuaciones para los cálculos hidráulicos

En general, se usará en el diseño, secciones circulares funcionando como canales a sección parcialmente llena.

- Ecuación de Manning

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la fórmula de Manning en sistema métrico para secciones circulares así:

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

Donde:

D = diámetro de la tubería en pulgadas

S = pendiente de la tubería

V = velocidad del flujo

n = coeficiente de rugosidad de Manning

Tabla III. **Coeficiente de rugosidad de Manning**

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	COEFICIENTE MANNING (n)
Vidrio, PVC u otras superficies lisas	0,010
Concreto con acabado	0,013
Tubería de hierro negro forjado	0,014
Concreto colado sin acabado	0,017
Suelo limpio excavado	0,022

Fuente: MOTT, Robert L .*Mecánica de fluidos*.p. 449.

- Ecuación de continuidad

Para efecto de cálculo, se considera el régimen permanente uniforme, esto es, flujo permanente en el cual la velocidad media permanece constante, en cualquier sección, por el efecto de la gravedad y con una velocidad tal que la

carga disponible, compense el rozamiento. La ecuación de continuidad se expresa de la siguiente forma.

$$Q = V * A * 1\,000 \text{ Lt}/m^3$$

Donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

V = velocidad en m/s

A = área en m<sup>2</sup>

Con la ecuación de continuidad se desarrolla el cálculo del caudal a sección llena que se utilizará para obtener las relaciones hidráulicas, se determinara el caudal a sección llena con los datos.

$$A = \frac{\pi}{4} (15 * 0,0254)^2 = 0,1140 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{0,03429}{0,010} * (15)^{\frac{2}{3}} * \left(\frac{1}{100}\right)^{\frac{1}{2}} = 2,08 \text{ m/s}$$

$$Q = 2,0857 \frac{m}{s} * 0,1140 \text{ m}^2 * 1\,000 \frac{Lt}{m^3} = 237,79 \text{ Lt/s}$$

#### 2.1.6.2. Relaciones hidráulicas

- Relación de caudales (q/Q)

Se relaciona el caudal de diseño con el caudal a sección llena para cada tramo.

Utilizando los datos, se obtiene:

$$\frac{q}{Q} = \frac{0,0449 \text{ Lt/s}}{0,0742 \text{ Lt/s}} = 0,0167$$

- Relación de velocidades ( $v/V$ )

Se obtiene de la tabla de relaciones hidráulicas de acuerdo a la relación  $q/Q$  anterior, utilizando también la velocidad a sección llena correspondiente al tramo de diseño.

Utilizando los datos, se obtiene:

$$\frac{v}{V} = 0,3725$$
$$v = (0,3725) \left( 1,7903 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) = 0,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Al calcular la relación de  $q/Q$  se procede a buscar un valor aproximado en la tabla de relaciones hidráulicas, se multiplica la relación obtenida por la velocidad a sección llena calculada con la ecuación de Manning para ese tramo, realizando el cálculo se verifica que las velocidades cumplan con los parámetros o condiciones previamente descritas.

Ejemplo tomado de los datos.

$$q/Q=0,24458$$

Tabla IV. **Extracto de tabla anexo I**

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,24339	0,33600	0,82503	0,29410
0,24477	0,33700	0,82633	0,29526

Fuente: VILLÓN BEJAR, Máximo. *Hidráulica de canales*. p. 26-27.

$$\frac{v}{V} = 0,82503$$

$$v = (0,82503) \left( 2,0857 \frac{m}{s} \right) = 1,72 \frac{m}{s} \quad \text{SÍ CUMPLE}$$

- Relación de tirantes (d/D)

Se estima esta relación para mantener el diseño hidráulico de las tuberías entre un mínimo de 0,10 hasta 0,75 del diámetro para cada tramo calculado, de la misma forma los valores se obtienen de la tabla de relaciones hidráulicas.

Utilizando los datos, se obtiene de la misma manera que la relación de velocidad v/V, determinándose para el tramo evaluado

$$\frac{d}{D} = 0,0890 \quad \text{SÍ CUMPLE}$$

### 2.1.7. Cotas invert

Las cotas invert son los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, estas dependen de la pendiente proporcionada a la tubería y son importantes para la excavación de las zanjas en donde se colocarán los tubos de PVC.

$$CI = CT_i - (H_{min} + E_t + \phi_{tubo})$$

$$CT_f = CT_i - (DH * S\%_{terreno})$$

$$S\%_{\text{terreno}} = \frac{CT_i - CT_f}{DH} * 100$$

$$CIE_2 = CI - (DH * S\%_{\text{tubo}})$$

$$CIS_2 = CIE_1 - 0.03$$

Donde:

- CI = cota invert inicial
- CT<sub>i</sub> = cota de terreno inicial
- CT<sub>f</sub> = cota de terreno final
- H<sub>min</sub> = altura mínima de pozo
- E<sub>t</sub> = espesor de tubería
- ∅<sub>Tubo</sub> = diámetro de tubería
- S%<sub>terreno</sub> = pendiente del terreno
- CIE = cota invert de entrada
- CIS = cota invert de salida
- S%<sub>tubería</sub> = pendiente de la tubería
- DH = distancia horizontal entre pozos.

Se realiza un ejemplo para el cálculo de cotas invert que corresponden a los datos presentados de la siguiente manera:

$$CT_i = 985,593 \text{ m}$$

$$CT_f = 988,043 \text{ m}$$

$$DH = 85,38 \text{ m}$$

$$H_{\text{min}} = 1,20 \text{ m}$$

$$S\%_{\text{tubería}} = 1 \%$$

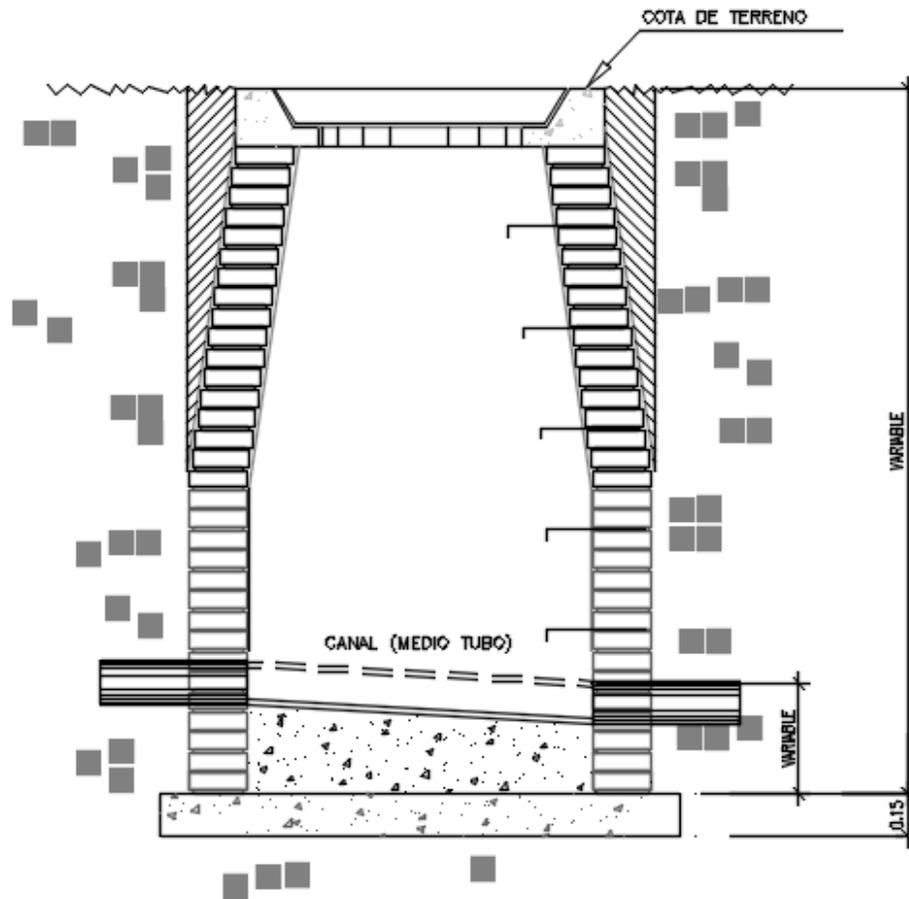
$$S\%_{\text{terreno}} = \frac{985,593 \text{ m} - 988,043 \text{ m}}{85,38 \text{ m}} * 100 = -2,87 \%$$

$$CIS_{152} = 985,593 \text{ m} - 1,20 \text{ m} = 984,39 \text{ m}$$

$$CIE_{151} = 984,393 \text{ m} - \left( 85,38 \text{ m} * \frac{1}{100} \right) = 983,54$$

$$CIS_{151} = 983,54 - 0,03 = 983,51$$

Figura 6. Representación de cotas invert



Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3D 2015.

### **2.1.8. Normas para diámetros, velocidades y anchos de zanja**

- Diámetros mínimos

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios si se utiliza tubería de concreto es de 8", pero para este proyecto se utilizó tubería de PVC por lo que el diámetro mínimo es de 6" bajo la norma ASTM F-949.

En las conexiones domiciliarias se utilizará también tubería PVC, por lo que se trabaja con un diámetro mínimo de 4". En el caso de las conexiones domiciliarias se utiliza un reductor de 4"x3" como protección de obstrucciones a la entrada de la conexión.

Para la candela se usará un tubo de concreto con diámetro de 12" como mínimo.

- Velocidades mínimas y máximas

El rango de velocidades permisibles se basó en el reglamento de diseño de alcantarillado de EMPAGUA teniendo que cuando el sistema se encuentra trabajando con el caudal mínimo no podrá ser menor de 0,30 m/s; y a velocidad a sección llena no podrá ser menor de 0,60 m/s ni mayor de 3 m/s.

- Anchos de zanja

Cuando la altura promedio entre el pozo aguas arriba y el de aguas debajo de un tramo tenga un promedio de 3 metros bajo la superficie del terreno se diseñará una tubería auxiliar sobre la principal para las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente.

El ancho de zanja está relacionado con la profundidad de la misma, con el diámetro de la tubería y con el entubado de la zanja. Para poder establecer un criterio del ancho de la zanja fue necesario utilizar los parámetros establecidos por las especificaciones técnicas de construcción del Instituto de Fomento Municipal.

Tabla V. **Ancho libre de zanja según su profundidad**

<b>Diámetro nominal (Pig)</b>	<b>De 1,20 a 1,85m.</b>	<b>De 1,86 a 2,35m.</b>	<b>De 2,36 a 2,85m.</b>	<b>De 2,86 a 3,35m.</b>	<b>De 3,36 a 3,85m.</b>
6	60	65	65	70	70
8	60	65	65	70	70
10	70	70	70	70	70
12	75	75	75	75	75
15	90	90	90	90	90
18	110	110	110	110	110
21	110	110	110	110	110
24	135	135	135	135	135
30	155	155	155	155	155
36		175	175	175	175
42			190	190	190
6	75	75	75	80	80
8	75	75	75	80	80
10	75	75	75	80	80
12	75	75	75	80	80
15	90	90	90	90	90
18	110	110	110	110	110
21	110	110	110	110	110
24	135	135	135	135	135
30	155	155	155	155	155
36	175	175	175	175	175
42	190	190	190	190	190
48	210	210	210	210	210
60	245	245	245	245	245
72	280	280	280	280	280

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.9. Propuesta de tratamiento**

Dentro de la República de Guatemala, las aguas negras provenientes de los sistemas de alcantarillado sanitario, generalmente son descargadas a un cuerpo hídrico natural, por lo que el tratamiento de las aguas servidas consiste en la eliminación de los sólidos que dichas aguas puedan contener, así como eliminar cualquier patógeno que afecte a la comunidad y en especial al cuerpo hídrico en donde se descargarán las aguas tratadas.

Debido a que todas las descargas realizadas deben de contar un tratamiento adecuado y en cumplimiento a lo reglamentado en el decreto 236-2006, la municipalidad de Villa Canales tiene contemplada la construcción de una planta de tratamiento, la cual debe de cumplir con los siguientes tratamientos descritos:

- Tratamiento preliminar

Este consiste en la separación y eliminación de los sólidos flotantes, sólidos inorgánicos, pesados y cantidades excesivas de aceites y grasas, dentro de las alternativas a utilizar se encuentran:

- Trampa de grasas
- Rejas de barras
- Desarenadores

- Tratamiento primario

Dentro de este paso se busca separar y eliminar la mayoría de los sólidos suspendidos en las aguas residuales.

Los métodos que se pueden implementar se muestran a continuación:

- Tanques de sedimentación simple con eliminación mecánica de lodos
- Tanques Imhoff
- Reactor anaeróbico de flujo ascendente (RAFA)
- Reactor anaeróbico de manto de lodos (UASB)

- Tratamiento secundario

Este tratamiento depende de los organismos aerobios y anaerobios para la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos estables, dentro de los métodos de tratamiento se encuentran:

- Filtros goteadores (percoladores) con tanque de sedimentación secundaria
- Filtros anaeróbicos de flujo ascendente
- Tanques de aeración
- Filtros de arena intermitentes
- Lagunas de estabilización

- Tratamiento terciario

Dentro de este tratamiento se busca desinfectar o eliminar cualquier tipo de organismos patógenos. En caso que el cuerpo receptor sea un lago deberá de removerse los nitritos, nitratos y fosfatos. Se recomienda utilizar alguno de los siguientes métodos:

- Tanque para aplicar cloro por contacto (pastillas)
- Tanque para la aplicación de yodo
- Tanque para la remoción de nutrientes por medio de plantas acuáticas

- Tratamiento de lodos

Este tratamiento tiene como objetivo eliminar el agua que los lodos puedan contener, busca disminuir su volumen y descomponer todos los sólidos orgánicos putrescibles transformándolos en sólidos minerales o sólidos orgánicos. Para llevar a cabo el tratamiento y manejo de lodos se recomienda realizarlos de la siguiente manera:

- Secado en lechos de arena
- Espesamiento
- Elutriación
- Secado aplicando calor
- Filtros prensa

Teniendo una planta de tratamiento adecuada que cumpla con los requerimientos necesarios, será posible realizar la descarga de las aguas negras ya tratadas, cuyos contaminantes y organismos patógenos disminuyan o

sean nulos, al cuerpo hídrico natural receptor y no afectar la integridad física de las comunidades aledañas a dicho cuerpo hídrico.

### **2.1.10. Evaluación financiera**

Dentro de la planificación de un proyecto en el cual se realiza una inversión pública, es necesario tener en cuenta la rentabilidad que este proyecto pueda tener a lo largo de su período de diseño, por lo que es necesario realizar los respectivos análisis financieros, para ello se utilizó el valor presente neto (VPN) y la relación costo/beneficio.

#### **2.1.10.1. Valor presente neto**

El valor presente neto es el valor equivalente al día de hoy de los flujos de caja de los años futuros que, al ser exigidos a una tasa de descuento o rendimiento mínimo requerido, se pueden comparar con el valor de una inversión inicial realizada en el presente.

Dicho método financiero es utilizado para evaluar los ingresos y egresos que el proyecto contempla a lo largo del tiempo, llevando así a dichos flujos económicos al presente y tener un mejor criterio sobre la evaluación de ingresos y egresos del proyecto.

Los modelos matemáticos utilizados para calcular el valor presente neto son los siguientes:

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

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

Donde:

- P = valor de pago único en el valor inicial a la operación o valor presente.  
 F = valor de pago único al final del período de la operación o valor de pago futuro.  
 A = valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante renta, de ingreso o egreso.  
 i = tasa de interés de cobro por la operación o tasa de utilidad por la inversión a una solución.  
 n = período de tiempo que pretende la duración de la operación.

$$VPN = Ingresos - Egresos$$

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales son:

Tabla VI. **Valores obtenidos en VPN**

<b>Valores</b>	<b>Interpretación</b>
VPN < 0	Cuando el VPN < 0, y el resultado es un valor negativo nos indica que el proyecto no es rentable.
VPN = 0	Cuando VPN = 0, concluimos que el proyecto no genera utilidad sobre la inversión realizada.
VPN > 0	Cuando el VPN > 0, indica que el proyecto es rentable.

Fuente: elaboración propia.

Para la aldea San Miguel se obtuvieron los siguientes valores:

Datos:

n= 20 años

i = 13 % (según tasa activa del Banco de Guatemala para el 2017)

Ejecución de la obra = Q 2 896 064,03

Personal de operación y sueldo = (3) (Q 3 100,00 c/u)

Personal de mantenimiento = (2) (Q 2 900,00 c/u)

Insumos de pago de agua, luz, teléfono= Q 10 000,00

Beneficios de salud = Q 188 276,93

$$VPN = Q 3 109 440,96$$

El resultado obtenido con el VPN se puede interpretar positivo tomando en cuenta el valor que genera el beneficio de salud sobre los pobladores de la aldea San Miguel Milpas Altas

#### **2.1.10.2. Relación costo/beneficio**

La relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad.

Dentro de la evaluación financiera del proyecto por medio de esta relación pueden surgir las siguientes interpretaciones:

Tabla VII. **Relación costo/beneficio**

<b>Relación costo / beneficio</b>	<b>Interpretación</b>
$B/C > 1$	Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es mayor que el costo. Por lo que existe rentabilidad en la propuesta del proyecto.
$B/C < 1$	Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es menor que el costo. Por lo que no es rentable la propuesta del proyecto.

Fuente: elaboración propia.

Aplicando la relación costo beneficio al proyecto de alcantarillado sanitario para la aldea San Miguel, se obtiene lo siguiente:

Datos:

$$B = Q 2 150 302,45$$

$$C = Q 1 055 171,51$$

$$\frac{B}{C} = \frac{Q 2 150 302,45}{Q 1 055 171,51} = 2,03 > 1$$

El proyecto, como se había determinado anteriormente en el análisis de VPN, es de carácter social, por lo tanto, es una inversión que la municipalidad debe realizar para mejorar la calidad de vida de los habitantes y prestar el servicio básico de saneamiento para reducir índices de morbilidad y contaminación en el lugar.

### **2.1.11. Evaluación de impacto ambiental**

Dentro de la planificación y ejecución de un proyecto de alcantarillado sanitario se tiene contemplado el decreto 68-86 en el cual, el artículo 8 indica que para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no al ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.

Existen varios formatos para realizar el estudio de impacto ambiental para este caso, se utilizó el estudio ambiental inicial proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Dicho estudio se encuentra descrito en el área de apéndices del trabajo.

### **2.1.12. Presupuesto**

Para la elaboración del presupuesto del proyecto fue necesaria la integración de los precios unitarios, en los cuales se establecían los materiales a utilizar en cada renglón, la mano de obra calificada y no calificada, herramientas y distintos criterios administrativos establecidos por la municipalidad de Magdalena Milpas Altas.

Tabla VIII. **Presupuesto para sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Miguel, Magdalena Milpas Altas**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EPS INGENIERÍA CIVIL



EPSISTA: ALAN ALEXANDER PEREZ CALDERON  
 MUNICIPALIDAD DE MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ  
 PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN MIGUEL, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

No.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Renglón
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	Levantamiento topográfico	km	2,7732	Q4 934,15	Q13 683,52
1.2	Trazo y estaqueado	m	2 773,23	Q60,97	Q169 077,71
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.1	Excavación	m3	4 522,25	Q273,26	Q1 235 750,04
2.2	Relleno	m3	3 745,24	Q429,90	Q1 610 078,68
2.3	Retiro de material sobrante	m3	1 624,91	Q59,16	Q96 129,68
<b>3</b>	<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>				
3.1	Tubería y accesorios PVC Ø10" ASTM F-949	m	125,23	Q340,04	Q42,583.21
<b>4</b>	<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>				
4.3	Conexión domiciliar 10"x4"	Unidad	85,00	Q3 822,60	Q324 921,00
<b>5</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>				
5.1	Construcción de pozo de visita (diámetro interno 1,20m); profundidad entre 1,20 – 3,50 m	Unidad	52,00	Q14 179,19	Q737 317,88
<b>PRECIO TOTAL ESTIMADO</b>					<b>Q2 896 064,03</b>

**Precio total en letras:** Dos millones, ochocientos noventa y seis mil, sesenta y cuatro con 3/100

Fuente: elaboración propia

### **2.1.13. Cronograma de ejecución del proyecto**

Dentro de la planificación de un proyecto es necesario considerar la elaboración de un cronograma del avance de los renglones propiamente establecidos, asimismo, se debe de llevar un control de la inversión semanal, el cual es conocido como avance financiero, por lo que en el cronograma se integran ambos avances y un acumulado del mismo, esto para llevar de manera organizada el avance durante la ejecución del proyecto. Dicho cronograma se encuentra adjunto en el área de apéndice del trabajo.



## CONCLUSIONES

1. Para diseñar un sistema de alcantarillado sanitario que cumpla con un buen funcionamiento y calidad, se utilizaron los criterios de diseño y normativas nacionales. Por lo tanto, el sistema de alcantarillado sanitario tiene 2 773,23 metros de longitud, utilizando tubería PVC de diámetro de 10", el cual está conformado por 52 pozos de visita, que beneficia actualmente a una comunidad de 425 habitantes y dentro de 20 años a 724 habitantes.
2. Al obtener la integración de cada uno de los precios unitarios, incluyendo sus costos directos e indirectos se logró obtener el costo estimado del sistema con un valor de Q. 2 896 064,03. Asimismo, se determinó que el costo por cada metro de longitud de alcantarillado sanitario es de Q. 2 067,53.
3. Con la implementación de un sistema de saneamiento adecuado en la aldea San Miguel se tiene una mejora en la calidad de vida de la comunidad. Al contar con un mejor tratamiento y evacuación de las aguas residuales, se reduce el riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales derivadas del contacto con los patógenos que se encuentran en las aguas servidas.
4. La elaboración de un instrumento de evaluación ambiental dentro de cualquier proyecto de ingeniería es de gran importancia, puesto que con él se logran determinar los posibles impactos al entorno ambiental y social del lugar donde se realizará el proyecto, por lo que se utilizó el

estudio ambiental inicial del MARN para determinar las áreas que pudieran ser afectadas durante la construcción del sistema de alcantarillado y así proponer una mitigación adecuada y reducir el riesgo de ocasionar un impacto negativo a la comunidad y su ambiente.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar una correcta supervisión del cumplimiento de las especificaciones técnicas bajo las cuales se realizó el diseño del proyecto, así obtener un desempeño adecuado para el sistema de alcantarillado sanitario a lo largo de su periodo de diseño establecido.
2. Informar y capacitar a la población y a los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo de la aldea San Miguel sobre el mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario para mantener un buen funcionamiento para evitar fallos y en caso extremo, colapso del sistema diseñado.
3. De acuerdo al Decreto 236-2006 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales al ser un proyecto de alcantarillado sanitario se debe de tomar en cuenta la construcción de una planta de tratamiento que cumpla con los parámetros mínimos previo a realizar el desfogue de las aguas colectadas dentro del sistema y así realizar un tratamiento de las aguas residuales para evacuar dichas aguas residuales a un cuerpo receptor y no causar un daño ambiental y a comunidades aledañas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AROCHA RAVELO, Simón. *Cloacas y drenajes*. 1a ed. Venezuela: Ediciones Vega, 1982. 262 p.
2. DÍAZ MONZÓN, Oscar Alejandro. *Manual para diseño y presupuesto de un proyecto de alcantarillado sanitario en poblaciones del interior de la República*. Trabajo de graduación de Ing. Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1977. 68 p.
3. Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA). *Reglamento de diseño de alcantarillados para la ciudad de Guatemala*. Guatemala, 1986.
4. RAMÍREZ POSADAS, Álvaro Emilio. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad de Chocolá, sector lan Tarrales*. Trabajo de graduación de Ing. Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2011. 127 p.
5. Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR). *Normas de dibujo topográfico e hidráulico para la elaboración de planos para la construcción de acueductos rurales*. Guatemala, 2009.



# APÉNDICE

Apéndice 1. Cronograma de avance físico y financiero del proyecto

Construcción De Alcantarillado Sanitario Magdalena Milpas Altas																																				
CRONOGRAMA DE INVERSIÓN																																				
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	SUB-TOTAL	% INVERSIÓN	% ACUMULADO	TIEMPO DE EJECUCIÓN												Avance Financiero																	
							MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7																							
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
<b>1 TRABAJOS PRELIMINARES</b>																																				
1.1	Levantamiento topográfico	6.950	km	Q. 13.663.52	0.31%	0.31%																													Q.5.471.88	
1.2	Trazo y estacapeo	13.015.99	m	Q. 1.697.077.71	3.83%	4.16%																													Q.602.4.35	
<b>2 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																																				
2.1	Excavación	14,012.25	m <sup>3</sup>	Q. 1,236,755.14	28.11%	32.26%																													Q.893,207.64	
2.2	Relleno	14,042.24	m <sup>3</sup>	Q. 1,610,088.24	36.62%	68.87%																													Q.427,427.22	
2.3	Retiro de material sobrante	5,854.91	m <sup>3</sup>	Q. 96,137.62	2.19%	71.07%																													Q.26,681.06	
<b>3 ALCANFARILLADO SANITARIO</b>																																				
3.3	Tuberío y Accesorios PVC Ø10" ASTM 594F	135.20	m	Q. 41,583.21	0.97%	72.05%																													Q.443,009.13	
<b>4 CONEXIONES Y UNIDADES</b>																																				
4.1	Conexión domiciliar	1,021.00	Unidad	Q. 23,941.86	0.54%	87.59%																													Q.324,921.00	
<b>5 POZOS DE VISITA</b>																																				
5.1	Construcción de pozo de visita (diámetro inferior 1.20m)	85.00	Unidad	Q. 1,205,231.15	27.41%	98.00%																													Q.737,317.88	
<b>Avance financiero</b>																																				
				Q. 4,314,493.45	100.00%	100.00%	Q. 459,300.92	Q. 936,139.57	Q. 813,045.03	Q. 659,903.45	Q. 120,447.89	Q. 481,791.56	Q. 481,791.56	Q. 755,489.02	Q. 755,489.02	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08
<b>Avance financiero Acumulado</b>				Q. 4,314,493.45	100.00%	100.00%	Q. 459,300.92	Q. 936,139.57	Q. 813,045.03	Q. 659,903.45	Q. 120,447.89	Q. 481,791.56	Q. 481,791.56	Q. 755,489.02	Q. 755,489.02	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08	Q. 726,478.08

Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2015.

FRIMA DE ALCALDE

FRIMA DE PLANIFICADOR

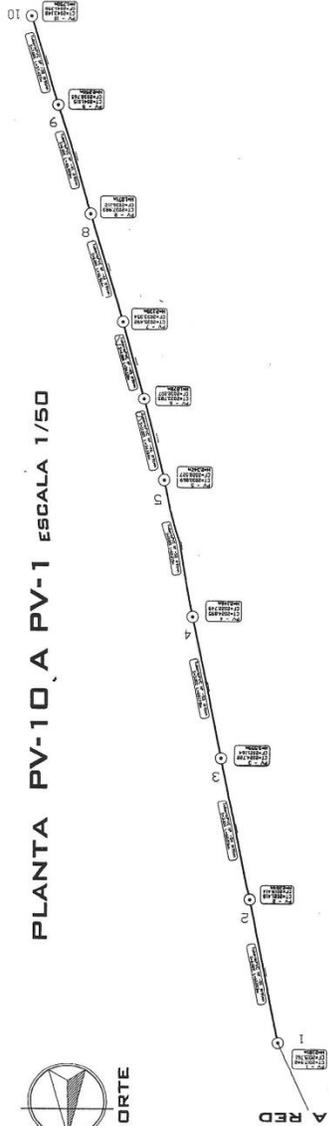
Activar Windows

Ve a Configuración para activar Windows.



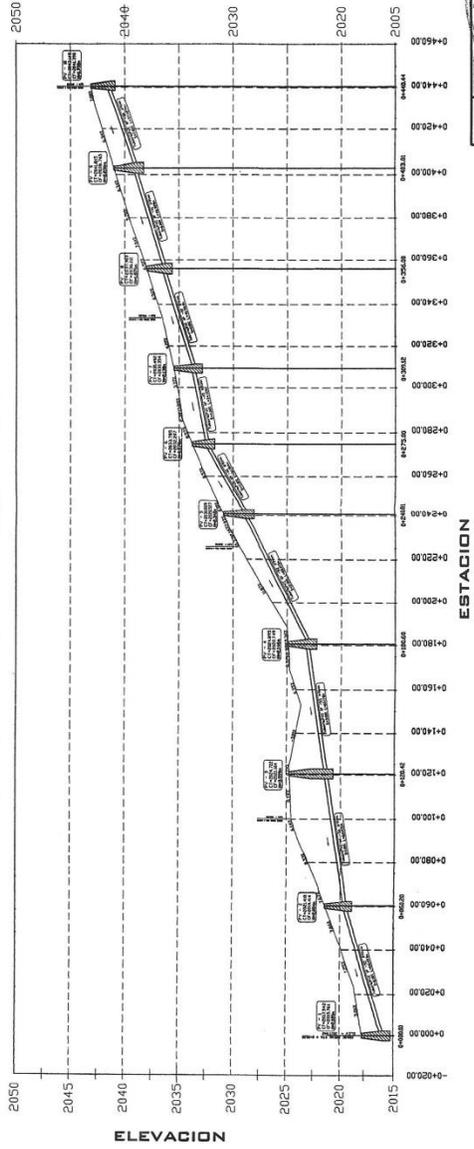


### PLANTA PV-10 A PV-1 ESCALA 1/50



A RED

### PERFIL POZOS DE VISITA: PV-10 A PV-1 ESCALA 1/75



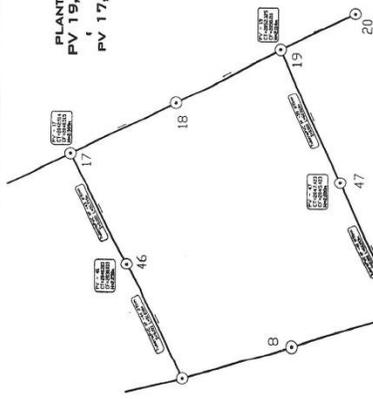
Logo of the company and project information.

PROYECTO: ...  
DISEÑO: ...  
EJECUCIÓN: ...  
FECHA: ...

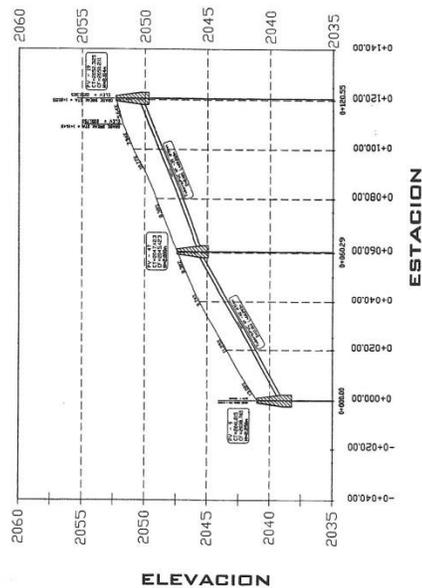


PLANTA DE PIZOS:  
PV 19, PV 47, PV 9  
PV 17, PV 46, PV 7

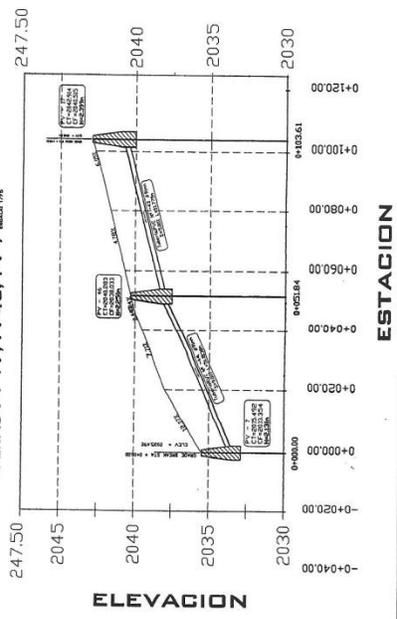
ESCALA 1/50



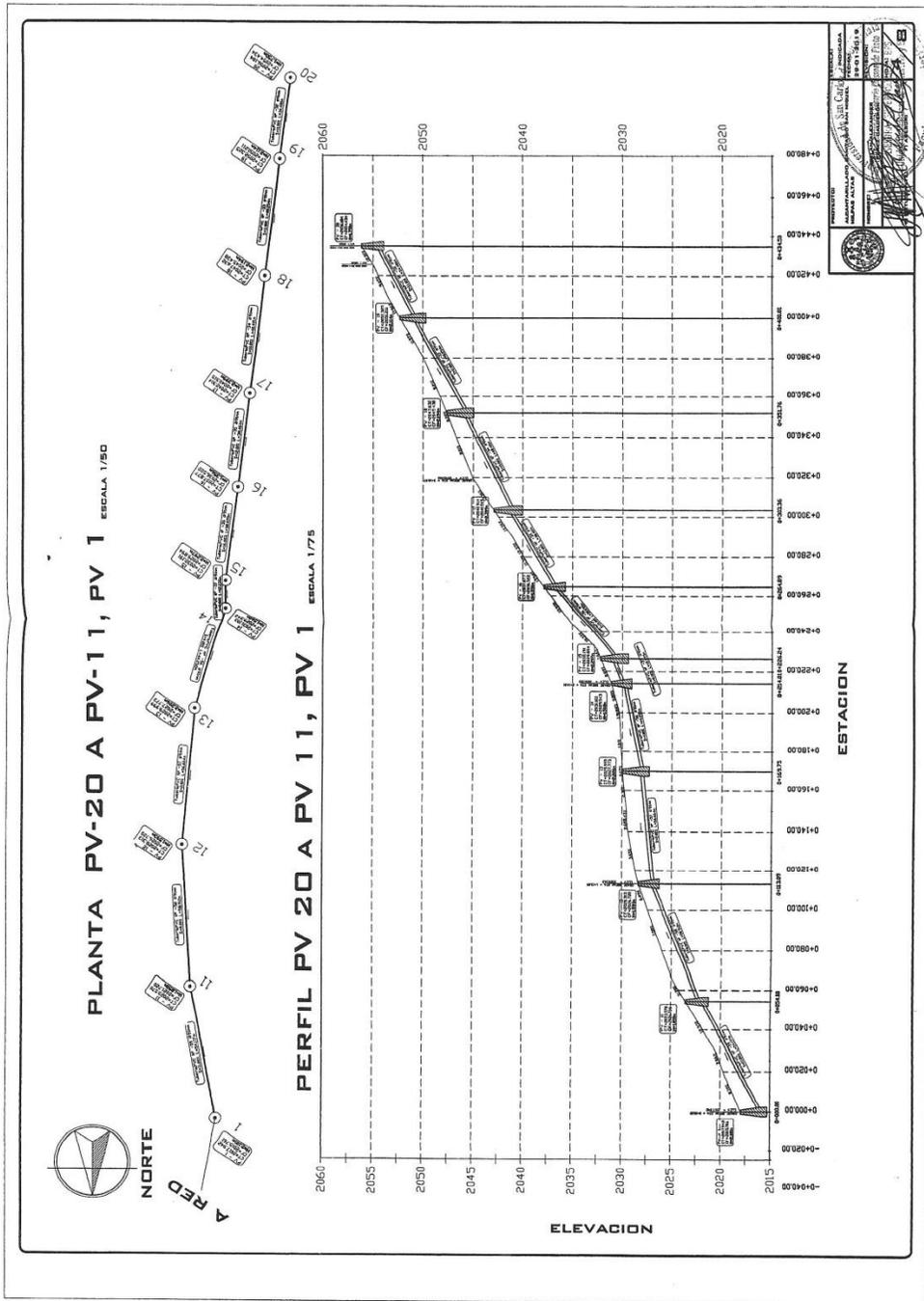
PERFIL PV 19, PV 47, PV 9 ESCALA 1/75

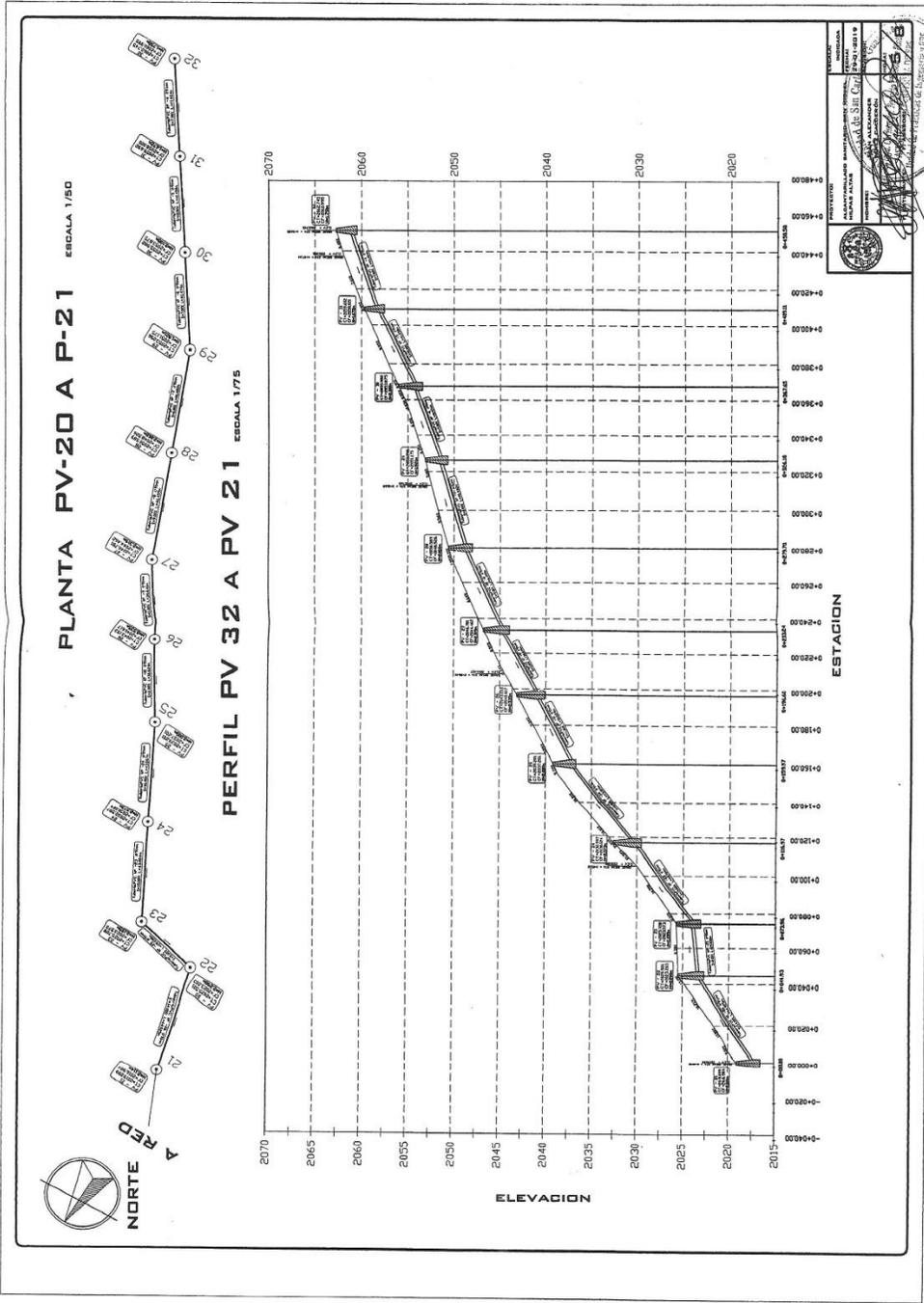


PERFIL PV 17, PV 46, PV 7 ESCALA 1/75



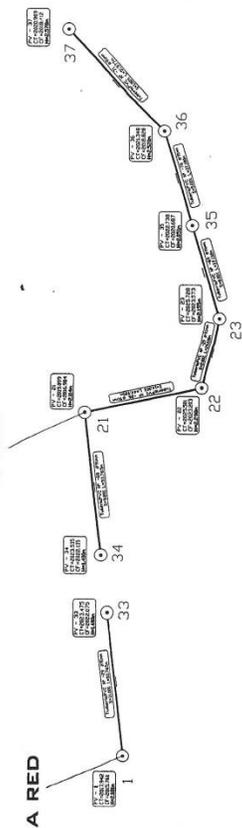
PROFESOR  
INGENIERIA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS  
CALLE 100 No. 100-10  
SAN CARLOS, GUATEMALA



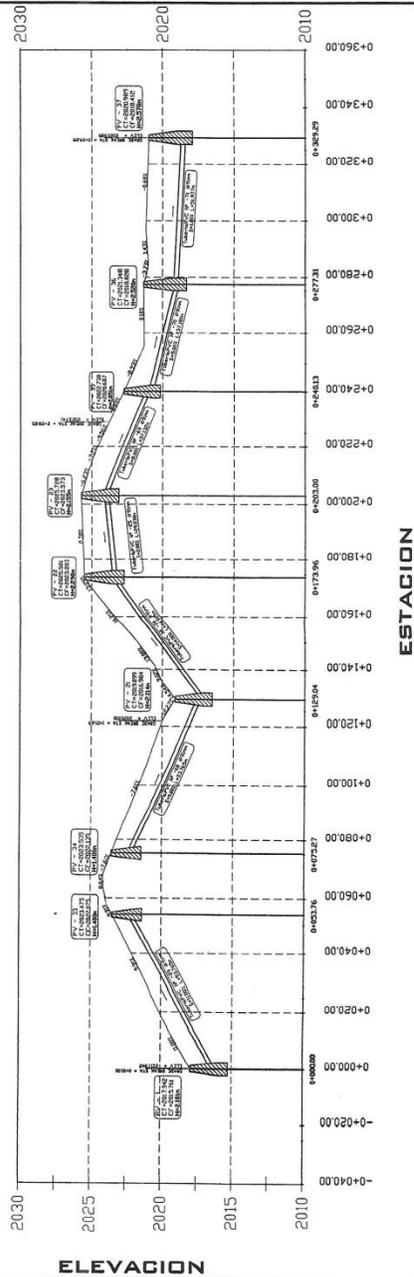




**PLANTA PV: 1, 33, 34, 21, 22, 23, 35, 36, 37**  
A RED ESCALA 1/50



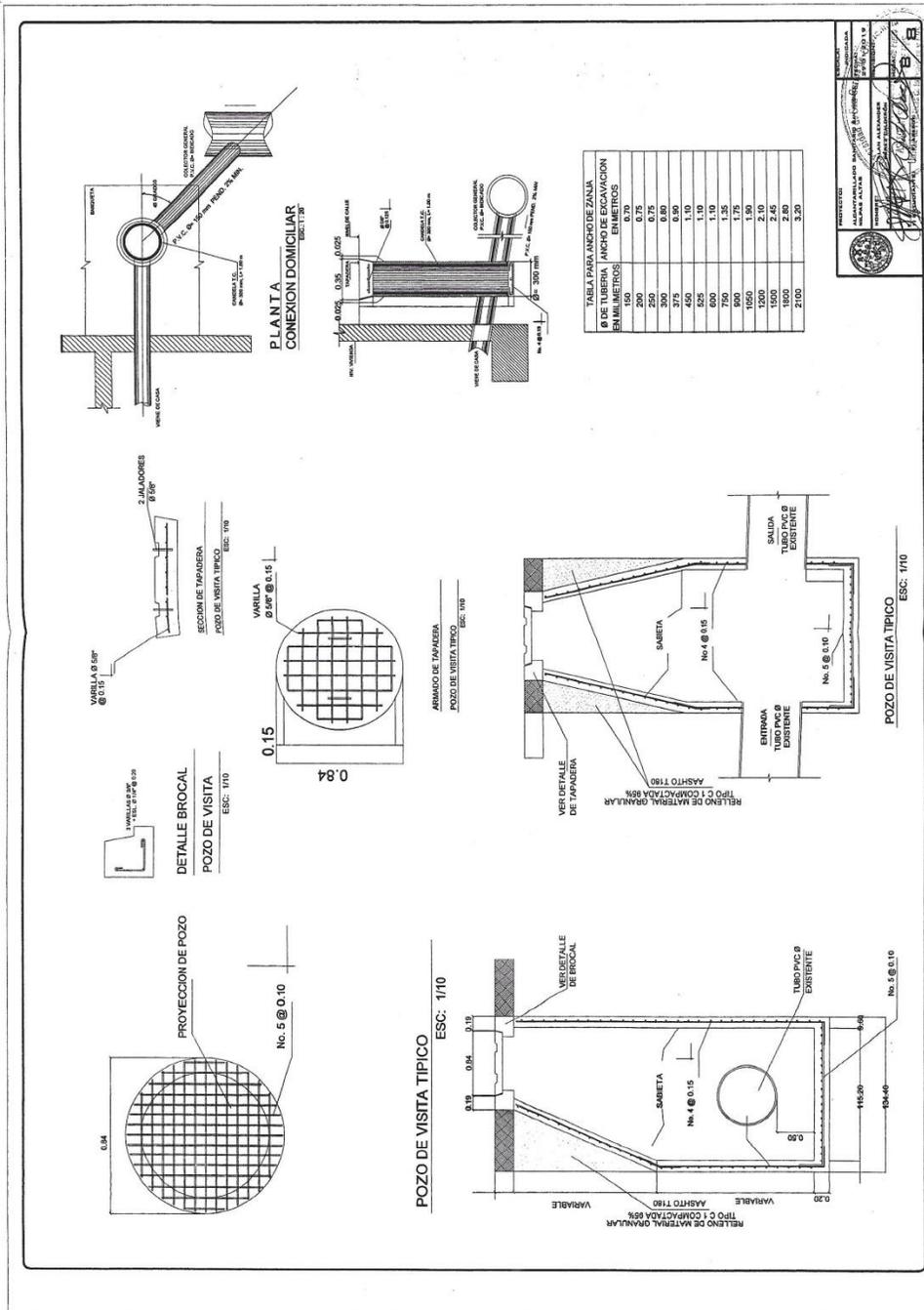
**PERFIL PV: 1, 33, 34, 21, 22, 23, 35, 36, 37**  
ESCALA 1/50



PROYECTO: **RECONSTRUCCION DE LA RED DE AGUAS CALIENTES**  
ESTACION: **0+000.00 A 0+360.00**  
FECHA: **15/03/2011**  
AUTOR: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**  
REVISOR: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**  
APROBADO: **ING. JUAN CARLOS GONZALEZ**  
ESCALA: **1/50**

Escuela de Ingeniería





Fuente: elaboración propia, empleando Autocad 2015.





Continuación del anexo 1.

<p><b>I.3 Teléfono 7830-2663</b> <b>Correo electrónico:</b> contacto@dpmmagdalena.gob.gt</p> <p><b>I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:</b></p> <p style="text-align: center;">Aldea San Miguel, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez</p> <p><b>Especificar Coordenadas UTM o Geográficas</b>                  Coordenadas UTM inicial    15 P 1594203 N, 764385 E                  Coordenadas UTM final        15 P 1593678 N, 764151 E  <b>Altitud sobre el nivel del mar:</b> msnm</p>																																																								
<p><b>I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)</b></p> <p style="text-align: center;">9 calle 10-44 zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez</p>																																																								
<p><b>I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo</b></p> <p style="text-align: center;">MSc. Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa</p>																																																								
<p><b>II. INFORMACION GENERAL</b></p>																																																								
<p>Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:</p>																																																								
<p><b>CONSTRUCCIÓN</b></p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse; width: 80%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Núm.</th> <th style="text-align: center;">Descripción del renglón</th> <th style="text-align: center;">Unidad</th> <th style="text-align: center;">Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><b>1</b></td> <td style="text-align: center;"><b>TRABAJOS PRELIMINARES</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.1</td> <td>Levantamiento topográfico</td> <td style="text-align: center;">km</td> <td style="text-align: right;">2 773.23</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.2</td> <td>Trazo y estaqueado</td> <td style="text-align: center;">m</td> <td style="text-align: right;">2 773.23</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>2</b></td> <td style="text-align: center;"><b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.1</td> <td>Excavación</td> <td style="text-align: center;">m3</td> <td style="text-align: right;">4 522.25</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.2</td> <td>Relleno</td> <td style="text-align: center;">m3</td> <td style="text-align: right;">3 745.24</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.3</td> <td>Retiro de material sobrante</td> <td style="text-align: center;">m3</td> <td style="text-align: right;">1 624.91</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>3</b></td> <td style="text-align: center;"><b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.3</td> <td>Tubería y accesorios PVC Ø10" ASTM F-949</td> <td style="text-align: center;">m</td> <td style="text-align: right;">2 773.23</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>4</b></td> <td style="text-align: center;"><b>CONEXIONES DOMICILIARES</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4.3</td> <td>Conexión domiciliar 10"x4"</td> <td style="text-align: center;">Unidad</td> <td style="text-align: right;">85,00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>5</b></td> <td style="text-align: center;"><b>POZOS DE VISITA</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.1</td> <td>Construcción de pozo de visita (diámetro interno 1.20m); profundidad entre 1,20 – 3,50 m</td> <td style="text-align: center;">Unidad</td> <td style="text-align: right;">52,00</td> </tr> </tbody> </table>	Núm.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidad	<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>			1.1	Levantamiento topográfico	km	2 773.23	1.2	Trazo y estaqueado	m	2 773.23	<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			2.1	Excavación	m3	4 522.25	2.2	Relleno	m3	3 745.24	2.3	Retiro de material sobrante	m3	1 624.91	<b>3</b>	<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>			3.3	Tubería y accesorios PVC Ø10" ASTM F-949	m	2 773.23	<b>4</b>	<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>			4.3	Conexión domiciliar 10"x4"	Unidad	85,00	<b>5</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>			5.1	Construcción de pozo de visita (diámetro interno 1.20m); profundidad entre 1,20 – 3,50 m	Unidad	52,00
Núm.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidad																																																					
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>																																																							
1.1	Levantamiento topográfico	km	2 773.23																																																					
1.2	Trazo y estaqueado	m	2 773.23																																																					
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																																																							
2.1	Excavación	m3	4 522.25																																																					
2.2	Relleno	m3	3 745.24																																																					
2.3	Retiro de material sobrante	m3	1 624.91																																																					
<b>3</b>	<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>																																																							
3.3	Tubería y accesorios PVC Ø10" ASTM F-949	m	2 773.23																																																					
<b>4</b>	<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>																																																							
4.3	Conexión domiciliar 10"x4"	Unidad	85,00																																																					
<b>5</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>																																																							
5.1	Construcción de pozo de visita (diámetro interno 1.20m); profundidad entre 1,20 – 3,50 m	Unidad	52,00																																																					

Continuación del anexo 1.

Descripción	Modelo
Excavadora hidráulica Caterpillar	320C L
Excavadora hidráulica Caterpillar	318B LN
Retroexcavadora Caterpillar	428C
Camión de volteo	Ford 88'

**OPERACIÓN**

Debido a que dentro de la ejecución del sistema de alcantarillado sanitario solamente se contempla la fase de construcción para este documento, por lo que queda en manos de la municipalidad la fase de operación y buen uso del sistema.

**ABANDONO**

Al momento del abandono del proyecto se deberá de dejar el lugar limpio de cualquier desecho, maquinaria o material sobrante, dejándolo en las condiciones que se encontró o en una mejor condición.

**II.3 Área**

a) *Área total de terreno:*  
 b) *Área de ocupación del proyecto*  
 c) *Área total de construcción*

**II.4 Actividades colindantes al proyecto:**

El proyecto no cuenta con ninguna colindancia, ya que el sistema se anexara a un tramo ya existente

**Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):**

DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO

**II.5 Dirección del viento:**

**II.7 Datos laborales**

a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna ( ) Mixta ( ) Horas Extras

b) Número de empleados por jornada 26 Total empleados 26

d) otros datos laborales, especifique Ninguno

Continuación del anexo 1.

<b>II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS....</b>							
	Tipo	si/no	Cantidad/ mes, día, hora	Proveedor	Uso	Especificaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio Publico	SI	150lt/hr	Municipalidad	En obra		Pipas
	Pozo	NO					
	Agua Superficial	NO					
	Otro	NO					
Combustibles	Gasolina	SI	47 galones/mes	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Diesel	SI	55 galones/mes	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	NO					
	Glp	NO					
	Otro	NO					
Lubricantes	solubles	SI	34 unidades	Privado	Tubería		Cajas
	no solubles	NO					
Refrigerantes		NO					
Otros		NO					
<b>III. TRANSPORTE</b>							
III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Número de vehículos: uno</li> <li>b) Tipo de vehículo : pick up</li> <li>c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa: campamento (14 m<sup>2</sup>)</li> </ul>							
<b>IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD</b>							

#### **IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES**

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

Continuación del anexo 1.

No.	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Atmósfera	Emisiones al aire debido a los movimientos de tierra dentro del proyecto por el uso de maquinaria	Impacto negativo pequeño	En todo el recorrido establecido del sistema de alcantarillado a construir.	Controlar los trabajos de construcción para evitar que se genere polvo en exceso durante las actividades de construcción
		Ruido generado por herramienta eléctrica y maquinaria pesada	Impacto negativo mediano	En todo el proyecto	Restringir el uso de maquinaria pesada en horarios nocturnos para evitar molestias
2	Agua	Se verá afectada la cantidad de agua al trabajar en ciertas regiones en donde se tenga que pausar la dotación de agua	Impacto negativo pequeño	En las zonas del proyecto donde sea necesario pausar el servicio de agua para poder realizar los trabajos de construcción	Realizar un trabajo eficaz para detener el menor tiempo la distribución de agua
		Aguas residuales producidas por el personal contratado de mano de obra	Se establece una cantidad: 10 m <sup>3</sup> /mes	Puntos del proyecto donde se coloque baños portátiles	Se contratará una empresa destinada el mantenimiento y limpieza de los baños portátiles

Continuación del anexo 1.

3	Suelo	Generación de basura por parte de los trabajadores dentro del proyecto	Generación de desechos sólidos por trabajadores	A lo largo del proyecto de alcantarillado	Botes de basura en puntos clave a lo largo del proyecto para el desecho de basura
		Erosión y cambio de topografía debido a trabajos de movimientos de tierra de excavación y relleno	Si se modificará el área con la construcción de bordas o instalación de gaviones, y con el dragado.	A lo largo de los puntos de intervención del río.	El suelo que se extrajo durante el proceso de excavación de zanjas se utilizará de nuevo para su respectivo relleno y adecuada compactación, para dejar el suelo en las mismas o mejores condiciones
4	Biológico	Flora	Debido a la remoción de la capa vegetal de algunas zonas se contempla un impacto ambiental	Puntos donde sea necesario remover capa vegetal o árboles	Se plantarán árboles y vegetación para reponer el impacto generado en las zonas donde se realizó dicha remoción de fauna
5	Visual	Modificación del paisaje	Debido a los movimientos de tierra se espera un cambio en el paisaje	En las excavaciones de zanjas para la colocación de la tubería	Se procurará dejar en las mismas condiciones o mejores los lugares afectados
6	Social	Empleo	Durante todas las actividades de construcción se requiere contratar personal, de tal forma que las expectativas de empleo ofrecen una alternativa		
			interés		
			ante para mano de obra calificada y no calificada	Durante todos los renglones de trabajo en la etapa de construcción del sistema de alcantarillado sanitario	Se espera que se generen 26 empleos dentro de la comunidad beneficiada por lo que las oportunidades laborales se pueden seguir ampliando
7	Otros				

## Continuación del anexo 1.

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA
<b>CONSUMO</b> V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) : 221 kWhr  V. 2 Forma de suministro de energía a) Sistema público: <b>b) Sistema privado</b> c) Generación propia V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI NO X V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía: <b>Utilizar la energía eléctrica únicamente en actividades que la requieran y acorde de la jornada de trabajo</b>
VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD
<b>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</b>  a) <input type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio b) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los pobladores. c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores  Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: <b>Provoca un grado leve de riesgo ya que se ven expuestas a zanjas profundas o maquinaria pesada cerca de las viviendas.</b>
<b>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</b> a) inundación (X)                      b) explosión ( )                      c) deslizamientos (X) d) derrame de combustible ( )                      e) fuga de combustible ( )                      d) Incendio ( )                      e) Otro ( )  ¿Detalle la información explicando el por qué? Debido a que es una aldea con alta precipitación se espera que en ciertas zonas se provoquen inundaciones al no tener un sistema de recolección de agua pluvial, así como es una zona propensa a deslizamientos.
<b>VI.3 riesgos ocupacionales:</b>  <input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores <input checked="" type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores <input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores <input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información: Durante la excavación de zanjas, debido a su profundidad, se considera como riesgo ya que puede ocurrir algún imprevisto, por lo que se deben de tomar las medidas de protección para conservar la salud de los trabajadores.

## Continuación del anexo 1

### **VI.4 Equipo de protección personal**

VI.4.1 ¿Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI ( **X** ) NO ( )

VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: lentes protectores, casco, chaleco, botas punta de acero.

VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

**Trabajar en un horario donde los ruidos y movimiento de personal no afecte a su entorno.**

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

## Anexo 2. Tabla de relaciones hidráulicas

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.00501	0.05100	0.26022	0.01925	0.07149	0.18100	0.59395	0.12338	0.21232	0.31200	0.79291	0.26623
0.00522	0.05200	0.26353	0.01981	0.07230	0.18200	0.58132	0.12436	0.21254	0.31300	0.79428	0.26739
0.00544	0.05300	0.26681	0.02038	0.07311	0.18300	0.58324	0.12535	0.21384	0.31400	0.79565	0.26855
0.00566	0.05400	0.27007	0.02095	0.07392	0.18400	0.58515	0.12633	0.21515	0.31500	0.79702	0.26972
0.00589	0.05500	0.27330	0.02153	0.07475	0.18500	0.58706	0.12732	0.21647	0.31600	0.79839	0.27088
0.00612	0.05600	0.27652	0.02212	0.07557	0.18600	0.58897	0.12831	0.21779	0.31700	0.79977	0.27204
0.00635	0.05700	0.27971	0.02270	0.07640	0.18700	0.59086	0.12930	0.21911	0.31800	0.80114	0.27320
0.00659	0.05800	0.28288	0.02330	0.07723	0.18800	0.59276	0.13030	0.22043	0.31900	0.80251	0.27436
0.00683	0.05900	0.28603	0.02389	0.07807	0.18900	0.59464	0.13129	0.22176	0.32000	0.80388	0.27552
0.00708	0.06000	0.28916	0.02450	0.07891	0.19000	0.59653	0.13229	0.22308	0.32100	0.80519	0.27668
0.00734	0.06100	0.29227	0.02510	0.07976	0.19100	0.59840	0.13329	0.22442	0.32200	0.80653	0.27784
0.00760	0.06200	0.29536	0.02572	0.08061	0.19200	0.60027	0.13429	0.22575	0.32300	0.80786	0.27900
0.00786	0.06300	0.29843	0.02633	0.08147	0.19300	0.60214	0.13530	0.22709	0.32400	0.80920	0.28016
0.00813	0.06400	0.30148	0.02695	0.08233	0.19400	0.60400	0.13630	0.22843	0.32500	0.81053	0.28133
0.00840	0.06500	0.30451	0.02758	0.08319	0.19500	0.60586	0.13731	0.22978	0.32600	0.81186	0.28249
0.00868	0.06600	0.30753	0.02821	0.08401	0.19600	0.60771	0.13832	0.23113	0.32700	0.81320	0.28365
0.00896	0.06700	0.31052	0.02884	0.08493	0.19700	0.60955	0.13933	0.23248	0.32800	0.81453	0.28481
0.00924	0.06800	0.31350	0.02948	0.08581	0.19800	0.61139	0.14035	0.23383	0.32900	0.81587	0.28597
0.00953	0.06900	0.31647	0.03013	0.08669	0.19900	0.61323	0.14136	0.23519	0.33000	0.81720	0.28713
0.00983	0.07000	0.31941	0.03077	0.08757	0.20000	0.61506	0.14238	0.23655	0.33100	0.81852	0.28829
0.01013	0.07100	0.32234	0.03142	0.08846	0.20100	0.61689	0.14340	0.23791	0.33200	0.81982	0.28945
0.01043	0.07200	0.32526	0.03208	0.08935	0.20200	0.61872	0.14442	0.23928	0.33300	0.82113	0.29061
0.01074	0.07300	0.32815	0.03274	0.09025	0.20300	0.62055	0.14544	0.24064	0.33400	0.82243	0.29177
0.01106	0.07400	0.33103	0.03341	0.09115	0.20400	0.62238	0.14647	0.24202	0.33500	0.82373	0.29294
0.01138	0.07500	0.33390	0.03407	0.09206	0.20500	0.62421	0.14750	0.24339	0.33600	0.82503	0.29410
0.01170	0.07600	0.33651	0.03475	0.09297	0.20600	0.62604	0.14852	0.24477	0.33700	0.82633	0.29526
0.01203	0.07700	0.33958	0.03542	0.09388	0.20700	0.62787	0.14956	0.24615	0.33800	0.82763	0.29642
0.01236	0.07800	0.34241	0.03610	0.09480	0.20800	0.62970	0.15059	0.24753	0.33900	0.82894	0.29758
0.01270	0.07900	0.34522	0.03679	0.09572	0.20900	0.63153	0.15162	0.24892	0.34000	0.83024	0.29874
0.01304	0.08000	0.34801	0.03748	0.09665	0.21000	0.63336	0.15266	0.25031	0.34100	0.83153	0.29990
0.01339	0.08100	0.35079	0.03817	0.09758	0.21100	0.63487	0.15370	0.25170	0.34200	0.83280	0.30106
0.01374	0.08200	0.35355	0.03887	0.09851	0.21200	0.63664	0.15474	0.25310	0.34300	0.83407	0.30222
0.01410	0.08300	0.35630	0.03957	0.09945	0.21300	0.63842	0.15578	0.25449	0.34400	0.83534	0.30338
0.01446	0.08400	0.35904	0.04027	0.10039	0.21400	0.64019	0.15682	0.25589	0.34500	0.83662	0.30455
0.01483	0.08500	0.36176	0.04098	0.10134	0.21500	0.64196	0.15787	0.25730	0.34600	0.83789	0.30571
0.01520	0.08600	0.36448	0.04169	0.10229	0.21600	0.64373	0.15891	0.25870	0.34700	0.83916	0.30687
0.01557	0.08700	0.36717	0.04241	0.10325	0.21700	0.64550	0.15996	0.26011	0.34800	0.84043	0.30803
0.01595	0.08800	0.36986	0.04313	0.10420	0.21800	0.64728	0.16101	0.26153	0.34900	0.84170	0.30919
0.01634	0.08900	0.37253	0.04385	0.10517	0.21900	0.64905	0.16207	0.26294	0.35000	0.84297	0.31192
0.01673	0.09000	0.37519	0.04458	0.10613	0.22000	0.65082	0.16312	0.26436	0.35100	0.84423	0.31313
0.01712	0.09100	0.37842	0.04531	0.10711	0.22100	0.65238	0.16418	0.26578	0.35200	0.84547	0.31435
0.01752	0.09200	0.38048	0.04604	0.10808	0.22200	0.65411	0.16523	0.26720	0.35300	0.84671	0.31556
0.01792	0.09300	0.38310	0.04678	0.10906	0.22300	0.65583	0.16629	0.26863	0.35400	0.84795	0.31678
0.01833	0.09400	0.38572	0.04752	0.11004	0.22400	0.65756	0.16735	0.27006	0.35500	0.84919	0.31799
0.01874	0.09500	0.38832	0.04827	0.11103	0.22500	0.65929	0.16842	0.27149	0.35600	0.85043	0.31921
0.01916	0.09600	0.39091	0.04902	0.11202	0.22600	0.66101	0.16948	0.27292	0.35700	0.85167	0.32042
0.01958	0.09700	0.39349	0.04977	0.11302	0.22700	0.66274	0.17055	0.27436	0.35800	0.85290	0.32164
0.02001	0.09800	0.39606	0.05052	0.11401	0.22800	0.66446	0.17161	0.27580	0.35900	0.85414	0.32285

Fuente: VILLÓN BÉJAR, Máximo. *Hidráulica de canales*. p. 26-27

