



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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ

Luis Guillermo Cuellar Urrea

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, octubre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS GUILLERMO CUELLAR URREA
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Rafael Morales Ochoa
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 16 de febrero de 2022.

Luis Guillermo Cuellar Urrea

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 21 de septiembre de 2023
REF.EPS.DOC.385.09.2023

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

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor–Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis Guillermo Cuellar Urrea, CUI 3001 13951 0101 y Registro Académico 201520506** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Juan Merck Cos
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

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

c.c. Archivo
JMC/ra

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

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 11 de octubre de 2023
REF.EPS.D.330.10.2023

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Guillermo Cuellar Urrea, CUI 3001 13951 0101 y Registro Académico 201520506**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte del Asesor-Supervisor, 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



Guatemala, 05 de octubre 2023

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Ingeniero Fuentes:

Por medio de la presente comunico a usted, que a través del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil se ha revisado el Trabajo Final de EPS, “**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ**”, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil, **LUIS GUILLERMO CUELLAR**, Registro Académico: **201520506**, quien contó con la asesoría del **ING. JUAN MERCK COS**.

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

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRÁULICA
U S A C
Ing. Civil Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe Del Departamento de Hidráulica

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Coordinador del Departamento de Hidráulica

Asesor
Interesado





Guatemala, 05 de octubre 2023

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Coordinador del Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniero Aguilar:

Por medio de la presente comunico a usted, que a través del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil se ha revisado el Trabajo Final de EPS, “**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ**”, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil, **LUIS GUILLERMO CUELLAR**, Registro Académico: **201520506**, quien contó con la asesoría del **ING. JUAN MERCK COS**.

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

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor del Departamento de Hidráulica

Asesor
Interesado





LNG.DIRECTOR.220.EIC.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ**, presentado por: **Luis Guillermo Cuellar Urrea**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, octubre de 2023







Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.724.2023

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ**, presentado por: **Luis Guillermo Cuellar Urrea**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, octubre de 2023

JFGR/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por permitirme culminar mi carrera y darme salud, sabiduría y destreza para cumplir mis sueños.
- Mis padres** Guillermo Cuellar y Edna Urrea, por su amor incondicional, su apoyo en todas las etapas de mi vida y por darme la vida.
- Mi hermano** Juan Luis Cuellar por ser mi ejemplo a seguir, y más que mi hermano ha sido mi compañero de vida y la persona fundamental para toda mi carrera universitaria.
- Mi novia** Nataly Arévalo por estar conmigo en el proceso de mi carrera y demostrarme su amor incondicional por compartir mis enojos, mis alegrías, mis tristezas y nunca dejarme solo.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por su dedicación, paciencia y asesoría en la realización del trabajo de graduación.
Ing. Juan Merck	Por su dedicación, paciencia y asesoría en la realización del trabajo de graduación.
Ing. Alfredo Arrivillaga	Por brindarme su amistad y su conocimiento para poder realizar el Ejercicio Profesional Supervisado.
Mis amigos	Por estar conmigo en los momentos difíciles y no dejarme solo para que pudiera seguir adelante en mi carrera y pudiera ser profesional.
Municipalidad de Quiché	Por estar conmigo en los momentos difíciles y no dejarme solo para que pudiera seguir adelante en mi carrera y pudiera ser profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTADO DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Investigación monográfica de las aldeas Prados de Santa Rosa y San Sebastián Lemoa	1
1.1.1. Generalidades	1
1.1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.1.2. Límites y colindancias.....	3
1.1.1.3. Condiciones geológicas	3
1.1.1.4. Servicios	4
1.1.1.5. Transporte	4
1.1.1.6. Industria	5
1.1.2. Aspectos sociales	5
1.1.2.1. Demografía	6
1.1.2.2. Religión.....	6
1.1.2.3. Población	6
1.1.2.4. Educación	7
1.2. Diagnóstico de necesidades de servicios básicos, saneamiento e infraestructuras de las aldeas Prados de Santa Rosa y San Sebastián Lemoa	8

1.2.1.	Descripción de las necesidades	8
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades	9
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1.	Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable por impulsión y gravedad para la aldea de Prados de Santa Rosa, Santa Cruz del Quiché, Quiché.....	11
2.1.1.	Descripción del proyecto	11
2.1.2.	Levantamiento topográfico	12
2.1.2.1.	Altimetría	12
2.1.2.2.	Planimetría	12
2.1.3.	Criterios y bases de diseño	13
2.1.3.1.	Dotación y tipo de servicio y aforos	13
2.1.3.2.	Tasa de crecimiento poblacional, población actual.....	15
2.1.3.3.	Período de diseño, población futura	15
2.1.3.4.	Factores de consumo y caudales	16
2.1.3.5.	Factor de día máximo	18
2.1.3.6.	Factor de hora máximo.....	18
2.1.3.7.	Caudal día máximo Q_m	19
2.1.3.8.	Caudal hora máximo Q_{hm}	19
2.1.3.9.	Caudal de bombeo Q_b	20
2.1.4.	Velocidades y presiones.....	21
2.1.5.	Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tuberías...	22
2.1.6.	Calidad de agua	25
2.1.6.1.	Análisis físico, químico sanitario.....	25
2.1.6.2.	Análisis bacteriológico	26
2.1.7.	Propuesta de tratamiento	26
2.1.8.	Diseño de línea de impulsión	28

2.1.8.1.	Diámetro de tubería	28
2.1.8.2.	Potencia de la bomba y selección equipo de bombeo	32
2.1.8.3.	Golpe de ariete y clase de tubería	34
2.1.8.4.	Especificaciones del equipo de bombeo.....	36
2.1.9.	Diseño del tanque de distribución.....	36
2.1.10.	Diseño de red de distribución por ramales abiertos.....	75
2.1.11.	Obras hidráulicas.....	82
2.1.12.	Propuesta de tarifa	82
2.1.13.	Elaboración de planos	86
2.1.14.	Integración del presupuesto	86
2.1.15.	Cronograma de ejecución.....	87
2.1.16.	Evaluación de impacto ambiental inicial	89
2.2.	Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para la aldea de San Sebastián Lemoa, Santa Cruz del Quiché, Quiché	97
2.2.1.	Descripción del proyecto	97
2.2.2.	Levantamiento topográfico	98
2.2.3.	Altimetría.....	98
2.2.4.	Planimetría.....	98
2.2.5.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario	98
2.2.5.1.	Descripción del sistema a utilizar.....	99
2.2.5.2.	Período de diseño.....	99
2.2.5.3.	Población de diseño.....	100
2.2.5.4.	Dotación de agua potable.....	101
2.2.5.5.	Factor de retorno	102
2.2.5.6.	Factor de Harmon.....	102
2.2.6.	Caudal sanitario.....	102

2.2.6.1.	Caudal domiciliar	103
2.2.6.2.	Caudal de infiltración	103
2.2.6.3.	Caudal de conexiones ilícitas	104
2.2.6.4.	Caudal comercial e industrial	104
2.2.6.5.	Factor de caudal medio	105
2.2.6.6.	Caudal de diseño.....	106
2.2.7.	Selección de tipo de tubería	107
2.2.8.	Diseño de secciones y pendientes	108
2.2.8.1.	Velocidad máxima y mínima de diseño	108
2.2.8.2.	Cotas <i>invert</i>	108
2.2.9.	Pozos de visita	110
2.2.9.1.	Especificaciones de pozos de visita	111
2.2.10.	Conexiones domiciliarias.....	112
2.2.11.	Profundidad de tubería.....	113
2.2.12.	Principios hidráulicos.....	115
2.2.12.1.	Ecuación de Manning	115
2.2.12.2.	Ecuación sección llena	116
2.2.12.3.	Ecuación a sección parcialmente llena	117
2.2.12.4.	Relaciones hidráulicas.....	118
2.2.13.	Ejemplo de diseño de un tramo.....	119
2.2.14.	Propuesta de tratamiento	124
2.2.15.	Elaboración de planos.....	127
2.2.16.	Elaboración de presupuesto.....	127
2.2.17.	Elaboración de cronograma	128
2.2.18.	Evaluación de impacto ambiental inicial.....	130
CONCLUSIONES.....		139

RECOMENDACIONES.....	141
REFERENCIAS	143
APÉNDICE.....	145
ANEXOS.....	213

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Ubicación de San Sebastián Lemoa	2
Figura 2.	Ubicación de Prados de Santa Rosa	3
Figura 3.	Consumo cantidad de población y clima.....	14
Figura 4.	Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241	23
Figura 5.	Especificaciones de espesores de tubería.....	24
Figura 6.	Esfuerzo en láminas del cilindro	38
Figura 7.	Integración de costos.....	87
Figura 8.	Cronograma de trabajo	88
Figura 9.	Evaluación de impacto ambiental	89
Figura 10.	Parámetros para seleccionar tubería	107
Figura 11.	Cota <i>invert</i>	110
Figura 12.	Pozo de visita	112
Figura 13.	Conexión domiciliar	113
Figura 14.	Diagrama de profundidad de tubería	114
Figura 15.	Profundidad mínima en metros	115
Figura 16.	Relación de velocidades	117
Figura 17.	Sección parcialmente llena	118
Figura 18.	Relación de gasto	118
Figura 19.	Diámetro sección parcialmente llena	119
Figura 20.	Especificaciones de tubería PVC ASTM F 949.....	121
Figura 21.	Integración de costos.....	128
Figura 22.	Cronograma de trabajo	129
Figura 23.	Evaluación de impacto ambiental	130

TABLAS

Tabla 1.	Factores para los sistemas de agua potable.	18
Tabla 2.	d por tanteo.	71
Tabla 3.	Rango de valores del factor del caudal de diseño	106

LISTADO DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
As	Área de acero
As mín.	Área de acero mínimo
HP	Caballos de fuerza
Cu	Carga última
Qb	Caudal de bombeo
QDM	Caudal día máximo
QHM	Caudal hora máximo
Qm	Caudal medio diario
a	Celeridad
cm	Centímetro
cm²	Centímetro cuadrado
Ø	Diámetro de tubería
Dh	Distancia horizontal
Dot.	Dotación
e	Eficiencia del equipo de bombeo, espesor de la pared de la tubería
S máx.	Espaciamiento máximo entre varillas
t	Espesor de losa
fdm	Factor día máximo
fhm	Factor hora máximo
g	Gravedad
Kg-m	Kilogramo metro
Kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado

Kg/m	Kilogramo por metro
Kg/m²	Kilogramo por metro cuadrado
Km	Kilómetro
Kips	Kips
Lbs	Libras
PSI	Libras por pulgada cuadrada
L/hab/día	Litro por habitante por día
L/s	Litro por segundo
m	Metro
mca	Metro columna de agua
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m/s	Metro por segundo
mm	Milímetro
E	Módulo de elasticidad del material
Mu	Momento último
d	Peralte
hm	Pérdidas menores
h	Pérdidas por altura
hf	Pérdidas por fricción
hv	Pérdidas por velocidad
γ_{H2O}	Peso específico del agua
Pf	Población futura
Po	Población inicial
%	Porcentaje
Pot	Potencia
“, Pulg	Pulgadas
Q	Quetzales

r	Recubrimiento
F'c	Resistencia a la compresión del concreto
Fy	Resistencia a la fluencia del acero
@	Separación entre varillas
Σ	Sumatoria
tabletas/mes	Tabletas por mes
Ton	Tonelada
Ton/m	Tonelada por metro
Ton/m²	Tonelada por metro cuadrado
Vs	Valor soporte del suelo
V	Velocidad
Vol.	Volumen

GLOSARIO

Acometida domiciliar	Es una tubería y accesorios destinados al servicio exclusivo del usuario.
Aforo de agua	Consiste en la aplicación de un método de medición del caudal de agua para lo cual se mide el volumen y la velocidad con la que transita el agua en una sección de una determinada fuente.
Breiza estructural	Pieza de acero recortada de tal medida que se coloca de forma inclinada que sirve de soporte.
Caudal	Cantidad de agua por unidad de tiempo.
Carga muerta	Se refiere al peso (que genera una carga vertical) de todos los elementos de la propia estructura.
Cota de terreno	Altura del terreno en un punto.
Cota piezométrica	Altitud o profundidad (en relación con la superficie del suelo) del límite entre la capa freática y la zona vadosa en un acuífero.
DMP	Dirección Municipal de Planificación.

Dotación de agua	Cantidad de agua asignada a un habitante por día dentro de la comunidad.
Fosa séptica	Sistema seguro de almacenaje y posterior eliminación de residuos fecales.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
Línea de conducción	Es la parte del sistema que transporta el agua desde el sitio de la captación ya sea por medio de bombeo, rebombeo o a gravedad.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala.
Parámetros de diseño	Consideraciones que se deben tomar para diseñar cada sistema de agua potable y la red de alcantarillado.
Pendiente	Es el ángulo que forma el plano horizontal con el plano tangente a la superficie del terreno en ese punto.
Pérdida de carga	Es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido.

Periodo de diseño	Lapso durante el cual una obra o estructura puede funcionar sin ampliaciones o mejoramientos significativos en el sistema, y en el caso de sistemas de agua potable y alcantarillado, que estos sean capaces de suministrar un buen servicio a la comunidad durante un tiempo determinado.
Pozo de visita	Estructuras que se utilizan en sistemas de drenaje (sanitario y pluvial) para interconectar las líneas de tubería y permitir su inspección y mantenimiento.
Pozo mecánico	Es una perforación vertical que permite explotar el agua subterránea la cual se encuentra en los mantos freáticos geológicamente ubicados.
Presión dinámica	Indica la cantidad de la presión total que guarda relación con la velocidad del fluido en las tuberías.
Presión estática	Es un término utilizado en dinámica de fluidos para definir la cantidad de presión ejercida por un fluido que no se mueve.
PTAR	Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales usadas por una comunidad o industria.
Red de distribución	Es aquella en la que se transporta el agua desde el tanque de almacenamiento hasta la conexión del servicio.

Tanque de distribución Es una estructura con dos funciones: almacenar la cantidad suficiente de agua para satisfacer la demanda de una población y regular la presión adecuada en el sistema de distribución dando así un servicio eficiente.

Tubería PVC Es un material totalmente indispensable en la fontanería y plomería. Es usado comúnmente para las tuberías de grifería de baño debido a que es estéril y completamente higiénico, logrando que la potabilidad del agua sea la máxima posible al abrir la llave del grifo.

Valor soporte Mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno.

RESUMEN

Como parte del proceso de culminación de la carrera de Ingeniería Civil se tuvo como opción de graduación el Ejercicio Profesional Supervisado, EPS, el cual se realizó por un período de seis meses en la municipalidad de Santa Cruz del Quiché, Quiché. Durante este EPS se diseñó un sistema de abastecimiento de agua potable por impulsión y gravedad para la aldea Prados de Santa Rosa, así como un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Sebastián Lemoa. Las cuales se localizan al nororiente y al sur-oriente de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché respectivamente.

Se tomó en consideración las normas establecidas por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) para determinar las pendientes, diámetros y profundidades mínimas que se utilizarán en ambos proyectos.

El sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Prados de Santa Rosa consistió en línea de conducción por impulsión, red de distribución a base de ramales abiertos, sistema de tratamiento, tanque de distribución y domiciliarios para 88 viviendas.

Y para el proyecto de alcantarillado sanitario para la aldea de San Sebastián Lemoa consistió en el sistema de colectores principales, secundarios y domiciliarios, así como se desfogarán las aguas negras hacia una planta de tratamiento que tiene prevista la municipalidad de Santa Cruz del Quiché realizar en el lugar.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable por impulsión y gravedad para la aldea Prados de Santa Rosa y del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Sebastián Lemoa, Santa Cruz del Quiché, Quiché.

Específicos

1. Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, con línea de conducción por impulsión y red de distribución por ramales abiertos.
2. Contribuir a mejorar la calidad de vida de los pobladores de las aldeas Prados de Santa Rosa y San Sebastián Lemoa, Santa Cruz Quiché, Quiché, con los proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario.
3. Desarrollar los proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario aplicando los principios hidráulicos y todo lo concerniente al reglamento del INFOM UNEPAR.
4. Realizar una investigación monográfica y un diagnóstico de necesidades de servicios básicos, saneamiento e infraestructura de las aldeas Prados de Santa Rosa y San Sebastián Lemoa, Santa Cruz Quiché, Quiché.

5. Proporcionar los documentos, planos y presupuestos, a los miembros de los COCODES de las aldeas Prados de Santa Rosa y San Sebastián Lemoa, Santa Cruz Quiché, Quiché, para que ellos impulsen la realización de estos.

6. Capacitar a los miembros del COCODE de las aldeas Prados de Santa Rosa y San Sebastián Lemoa, sobre aspectos de operación y mantenimiento de los sistemas.

INTRODUCCIÓN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería se pretende proveer de los elementos técnicos necesarios para atender la necesidad que las comunidades de la población de Guatemala requieran para un mejor estilo de vida, específicamente a la carencia de servicios básicos y saneamiento, es por ellos por lo que el siguiente Ejercicio Profesional Supervisado se enfoca principalmente en la falta de servicios de abastecimientos de agua potable y saneamiento, los cuales perjudican la salud de la población y les da un mal estilo de vida, el cual es la causa de los problemas en la falta de desarrollo de cualquier comunidad.

Se realizó el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por impulsión y gravedad para la aldea Prados de Santa Rosa perteneciente al municipio de Santa Cruz del Quiché, este proyecto nace como consecuencia que la aldea carece de un sistema de abastecimiento de agua potable y además se cuenta con una fuente subterránea (pozo mecánico) para abastecer al sistema la cantidad de personas a beneficiar es de 88 familias con un total de 528 habitantes. Para el efecto de diseño se aplicaron todos los principios hidráulicos y lo que define el reglamento de proyectos de agua potable del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

También se atendió la necesidad de proveer un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Sebastián Lemoa perteneciente al municipio de Santa Cruz del Quiché, la cual presenta problemas de contaminación al medio, por cuanto las aguas negras corren a flor de tierra, en este caso el sistema además contendrá un tratamiento primario a base de fosa séptica.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

En esta fase del trabajo de graduación se dará una breve explicación de todos los parámetros que se tendrán que saber de las aldeas beneficiarias con los proyectos de saneamiento y agua potable, esto para conocer en las condiciones que se encuentra la población.

1.1. Investigación monográfica de las aldeas Prados de Santa Rosa y San Sebastián Lemoa

La investigación monográfica es importante debido a que se tiene que tener toda la información necesaria para poder dar a conocer todo lo importante de ambas aldeas.

1.1.1. Generalidades

En este caso se tienen las generalidades de ambas aldeas para conocer cada rincón y extensión territorial para comprender la magnitud de beneficio que tendrá cada proyecto.

1.1.1.1. Ubicación y localización

La aldea San Sebastián Lemoa pertenece al municipio de Santa Cruz del Quiché situada a 7.9 km del mismo, esta aldea se encuentra situada cerca de la aldea Paxcalté y Pachó.

Sus coordenadas geográficas son:

- Latitud: 14°59'35" N.
- Longitud: 91°7'23" O.

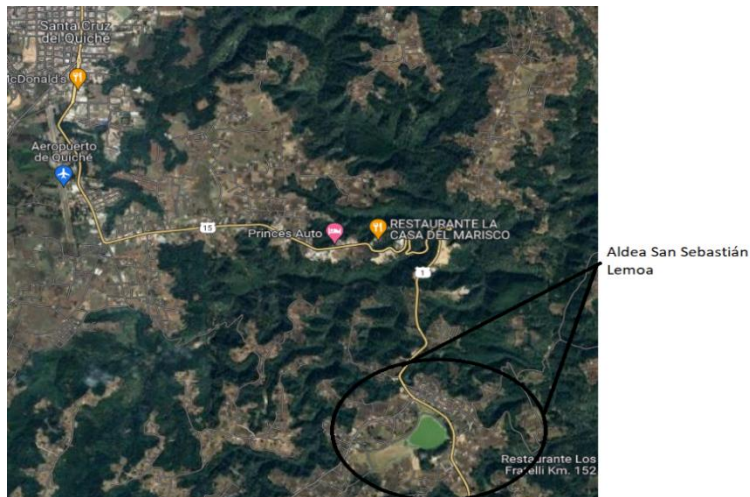
La aldea Prados de Santa Rosa pertenece al municipio de Santa Cruz del Quiché, situados a 3.4 km del mismo, se encuentra cerca la Universidad Rafael Landívar.

Sus coordenadas geográficas son:

- Latitud: 15°2 '7.3 " N.
- Longitud: 91°7'45.1" O.

Figura 1.

Ubicación de San Sebastián Lemoa



Nota. El gráfico muestra la ubicación de la aldea San Sebastián Lemoa. Obtenido de Google Maps (<https://www.google.com/maps>), consultado el 10 de julio del 2023. De dominio público.

Figura 2.

Ubicación de Prados de Santa Rosa



Nota. El gráfico muestra la ubicación de la aldea Prados de Santa Rosa. Obtenido de Google Maps (<https://www.google.com/maps>), consultado el 10 de julio del 2023. De dominio público.

1.1.1.2. Límites y colindancias

El municipio de Santa Cruz del Quiché colinda al norte con el municipio de San Bartolomé Jocotenango; al sur con el municipio de Chichicastenango; al este con los municipios de Chinique y Chiché y al oeste con los municipios de San Pedro Jocopilas y San Antonio Ilotenango.

1.1.1.3. Condiciones geológicas

De acuerdo a la clasificación de clases agrológicas de los suelos, la capacidad de uso de la tierra en este municipio corresponde a las clases III, IV, VI, VII y VIII. Por su extensión, las clases más representativas son la VII con 7,560 hectáreas (58 % del total del municipio), caracterizados por ser tierras no cultivables, aptas solamente para fines de producción forestal, de relieve quebrado con pendientes muy inclinadas; la III con 2,268 hectáreas (18 % del total del municipio), caracterizados por ser tierras cultivables, con medianas

limitaciones para producción agrícola, aptas para cultivos en riego y cultivos muy rentables, de relieve plano a ondulado o suavemente inclinado y la VI con 960 hectáreas (7.5 %), caracterizados por ser tierras no cultivables, salvo para algunos cultivos perennes, principalmente para producción forestal, con factores limitantes muy severos de relieve ondulado fuerte y quebrado fuerte, profundidad y rocosidad.

El uso que actualmente se les da a los suelos de Santa Cruz del Quiché es esencialmente para una agricultura limpia anual, ocupando para ello una extensión de 6,200 hectáreas, que representa el 48 por ciento del territorio, con cultivos de hortalizas, cereales, leguminosas y granos básicos como maíz y frijol.

1.1.1.4. Servicios

Actualmente dentro del Municipio de Santa Cruz del Quiché tienen servicios como el alumbrado público, servicios de recolección de basura municipal y el respectivo botadero, servicios de educación en escuelas públicas, servicios de policía municipal y policía nacional civil, servicios de emergencias municipales pero en la aldea de San Sebastián Lemoa no se cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario y aldea Prados de Santa Rosa no se cuenta con el servicio de abastecimiento de agua potable, por tal razón se hace el presente estudio para que puedan tener tan importante y vital servicio.

1.1.1.5. Transporte

Se cuenta con transporte público que pasa por las dos aldeas, así como servicios de taxi y mototaxis para el traslado de las personas hacia otras aldeas o municipios del departamento de Quiché, así como servicio de buses extraurbanos para poder dirigirse a otros departamentos del país.

1.1.1.6. Industria

El municipio posee una economía sectorialmente diversificada, con una predominante vocación comercial reflejada en un 25 % de la actividad económica, una presencia de pequeña y mediana industria significativa del 16 %, un sector de servicios correspondiente al 13 % con tendencia creciente (líneas telefónicas casi se han duplicado en 5 años y las conexiones de internet han crecido 15 veces en el mismo período). Además, el sector de los servicios vinculados a la construcción es fuerte y abastece a una serie de municipios más allá del departamento del Quiché. La agricultura es un sector importante para la economía familiar en escalas de subsistencia con un 23 %. Existen importantes empresas reconocidas a nivel nacional e internacional originarias de Santa Cruz del Quiché como la Embotelladora India Quiché, Corporación Batres: con alrededor de 126 sucursales en el país, y Resortes Quiché.

Ésta última tiene presencia a nivel nacional, pero sin un vínculo de producción directa en el municipio. Existe una participación importante de quichelenses en el sector de la venta de llantas a nivel nacional, que de manera indirecta contribuyen al estímulo económico en el municipio, situación similar en el caso de las remesas. Todo esto ayuda a que las personas que viven en las aldeas beneficiadas en este proyecto tengan un recurso económico para poder subsistir y mantener a sus familias con una alimentación y servicios básicos necesarios en cada uno de sus hogares.

1.1.2. Aspectos sociales

Se refiere a las características de la población que está relacionado a la tasa de crecimiento y de esta manera mejorar las condiciones de vida en la aldea.

1.1.2.1. Demografía

El municipio se caracteriza por ser un municipio predominantemente rural, la población femenina supera a la masculina, destaca también la población joven, es un municipio multiétnico y plurilingüe siendo estas dos últimas características indicadores de la riqueza cultural del municipio. En la aldea San Sebastián Lemoa un 85 % de la población es indígena y 15 % ladina y en la aldea Prados de Santa Rosa predomina la población ladina con un 80 % y 20 % de población indígena, esto se debe a la ubicación de cada una dentro del municipio, en las dos aldeas podemos ver un 48 % son hombre y el 52 % mujeres.

1.1.2.2. Religión

Católica que tiene su organización en el arzobispado con sede en Santa Cruz, una catedral, oratorios en las comunidades rurales. Quizás sea la que más se profesa todavía en el municipio. Evangélica es otra religión que se profesa en el municipio en menor cantidad que la católica; pero ambas muy importantes en las sociedades, actualmente tiene articuladas ramas o iglesias. Dentro de las aldeas beneficiadas con este proyecto se profesan ambas religiones.

1.1.2.3. Población

La población total del municipio de Santa Cruz del Quiché, según proyecciones del INE (Instituto Nacional de Estadística) para el 2022, es de 100,977 habitantes y la proyección para el 2030 es de 111,899 habitantes. De esta última proyección se determinó que el 49.25 % (55,115) eran hombres y el 50.75 % (56,784) eran mujeres.

La aldea San Sebastián Lemoa pertenece al municipio de Santa Cruz del Quiché la cual en el área beneficiada cuenta actualmente con una población de 320 habitantes (120 hombres y 200 mujeres), según censo realizado durante la ejecución del estudio.

Para el proyecto, la población total y de referencia en el área de influencia en la aldea de San Sebastián Lemoa es de 903 habitantes como población futura y esta será la población objetivo, la misma, se encuentra distribuida en 64 viviendas. Esta información fue determinada antes y durante el levantamiento topográfico para saber la cobertura física del proyecto.

La aldea Prados de Santa Rosa pertenece al municipio de Santa Cruz del Quiché la cual en el área beneficiada cuenta actualmente con una población de 320 habitantes (120 hombres y 200 mujeres), según censo realizado durante la ejecución del estudio.

Para el proyecto, la población total y de referencia en el área de influencia en la aldea Prados de Santa Rosa es de 903 habitantes como población futura y esta será la población objetivo, la misma, se encuentra distribuida en 64 viviendas. Esta información fue determinada antes y durante el levantamiento topográfico para saber la cobertura física del proyecto.

1.1.2.4. Educación

Actualmente en la aldea San Sebastián Lemoa se encuentra una escuela pública para los niveles de preprimaria y primaria, los estudiantes que cursan niveles básicos y diversificados si tienen que dirigirse al municipio de Chichicastenango para poder realizar sus estudios.

En la aldea Prados de Santa Rosa hay una escuela pública, un colegio privado y la universidad Rafael Landívar para que se puedan realizar los estudios en la juventud en todos sus niveles.

1.2. Diagnóstico de necesidades de servicios básicos, saneamiento e infraestructuras de las aldeas Prados de Santa Rosa y San Sebastián Lemoa

Se realizará un diagnóstico de las necesidades básicas de las aldeas, para lo cual se enfocará en el saneamiento y servicio de agua potable según lo requiera cada lugar.

1.2.1. Descripción de las necesidades

Las necesidades detectadas en la aldea Prados de Santa Rosa son las siguientes:

- Agua potable: toda el área a beneficiar no cuenta con un servicio de agua potable, la mayoría de la población debe caminar para buscar el vital líquido; es por eso que es una necesidad de vital importancia.
- Pavimentación: las calles son de terracería por lo que en invierno se anega el agua y se vuelve intransitable provocando problema de tránsito y movilidad para los pobladores.

Las necesidades detectadas en la aldea San Sebastián Lemoa son las siguientes:

- Alcantarillado sanitario: toda el área a beneficiar no cuenta con un servicio de alcantarillado sanitario, la mayoría de la población cuenta actualmente con letrinas de pozo ciego, para la evacuación de los desechos, por esto es una necesidad de vital importancia para los habitantes.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

De acuerdo a los criterios que externaron las autoridades municipales y COCODES, se priorizaron las necesidades a atender de la siguiente forma:

- Aldea Prados de Santa Rosa
 - Primero: sistema de abastecimiento de agua potable.
 - Segundo: pavimentación del área para evitar que el polvo pueda generar enfermedades en la población.
- Aldea San Sebastián Lemoa
 - Primero: alcantarillado sanitario.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

Para la fase dos del proyecto de graduación se podrá encontrar toda la información que se utilizó para el cálculo de las variables utilizadas con el fin de poder tener dos sistemas funcionales para la población.

2.1. Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable por impulsión y gravedad para la aldea de Prados de Santa Rosa, Santa Cruz del Quiché, Quiché

Se hará cualquier análisis necesario y estudio previo para poder tener el diseño ideal para cada uno de los proyectos que se realizará en cada aldea según las necesidades requeridas.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto que se realizó para la aldea de Prados de Santa Rosa fue un sistema de abastecimiento de agua potable por impulsión y gravedad, el cual tiene una cantidad de 88 viviendas con una densidad de vivienda de 6 personas haciendo un total de 528 habitantes en la aldea. El proyecto cuenta con una fuente de abastecimiento de agua, pozo mecánico, el cual está ubicado en el punto más alto de la aldea.

El proyecto consta de:

- 1,603.3 m de red de distribución.
- 1 tanque elevado de 71 m³

- Una línea de impulsión de 278 m.

2.1.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es un estudio técnico y descriptivo de un terreno, examinando la superficie terrestre en la cual se tienen en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también sus variaciones y alteraciones, se denomina a este acopio de datos o plano que refleja al detalle y sirve como instrumento de planificación para este proyecto.

Se utilizó el siguiente equipo de medición:

- Estación total (Sokkia cx-150)
- Cinta métrica
- Plomada
- Estadal

2.1.2.1. Altimetría

La altimetría se realizó utilizando la estación total, para el efecto se tomaron de referencia los puntos más importantes como calles y viviendas, obteniendo las diferentes alturas del terreno, para dibujar posteriormente los planos de perfiles tanto de la línea de impulsión como de la red de distribución.

2.1.2.2. Planimetría

En el caso de la planimetría se proporcionó la libreta topográfica para tener las coordenadas en un plano cartesiano de las ubicaciones de las viviendas y de la red de distribución para saber las distancias entre cada vivienda por las cuales

se iba a conducir el agua potable a través de tubos PVC, el resultado de los trabajos de topografía dará lugar a dibujar la planta topográfica de línea de impulsión y red de distribución (ver apéndice 7).

2.1.3. Criterios y bases de diseño

Son las características que se utilizan para cada proyecto, teniendo en cuenta todas las especificaciones técnicas que se establecen dentro de las normas de diseño.

2.1.3.1. Dotación y tipo de servicio y aforos

A la comunidad de la aldea de Prados de Santa Rosa se le asignó una dotación de 150 l/hab/día debido a las condiciones climáticas y por ser una aldea rural cercana a la cabecera municipal. De acuerdo a las normas de INFOM y UNEPAR.

Figura 3.

Consumo cantidad de población y clima

Población	Clima	Consumo unitario (l/hab.día)
Menos de 5000	Frio	120 – 150
	Templado	130 –160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frio	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frio	Más de 200
	Templado	Más de 220
	Cálido	Más de 230

Nota. tabla para la determinación del consumo de cada habitante con respecto al clima y la población de cada aldea. Obtenido de J. Jiménez (2019). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario* (<https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Disenio-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>), consultado el 12 de julio de 2023. De dominio público.

El tipo de servicio que ofrece el proyecto es intradomiciliario, ya que las viviendas cuentan con servicio sanitario, ducha, lavatrastos y pila.

El pozo tiene las siguientes características:

- Caudal de aforo (Q) = 5.1 l/s
- Distancia del pozo al tanque de distribución= 18 m
- Profundidad total del pozo = 950 ft = 289.56 m
- Nivel estático = 703.61 ft = 214.46 m
- Nivel dinámico = 754.99 ft = 230.12 m
- Nivel recomendado de colocación de bomba = 235 m

2.1.3.2. Tasa de crecimiento poblacional, población actual

La tasa de crecimiento es la tasa a la que está aumentando (o disminuyendo) una población durante un año determinado a causa de aumentos naturales y migración neta, que se expresa como un porcentaje de la población base.

Según el Instituto Nacional de Estadística -INE- que realizó el último censo en 2018 se tiene que el departamento de Quiché tiene una tasa de crecimiento intercensal del 3.7 %, el cual se utilizó para obtener la población futura que será la beneficiaria del proyecto. La población actual de la aldea Prados de Santa Rosa es de 528 habitantes.

2.1.3.3. Período de diseño, población futura

Se define como período de diseño al lapso durante el cual una obra o estructura puede funcionar sin ampliaciones o mejoramientos significativos en el sistema, y en el caso de sistemas de agua potable y alcantarillado, que estos sean capaces de suministrar un buen servicio a la comunidad durante un tiempo suficientemente largo en condiciones adecuadas en su diseño, así mismo que el sistema provea confiabilidad y economía.

El período de diseño que se estableció para este proyecto es de 22 años, comprendiéndose en 2 años de gestión administrativa, y 20 años a partir de su construcción que generalmente se le da a un sistema de abastecimiento de agua potable.

Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable se realiza una proyección de la población futura. Para encontrar la proyección de población futura existen 3 métodos diferentes: a) Método de incremento aritmético, b) Método de incremento gráfico, c) Método de incremento geométrico; siendo este último el más aplicado por ser práctico y eficaz, definiéndose por la siguiente ecuación:

$$Pf = Po * (1 + r)^n \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

Pf = Población futura

Po = Población actual (528 habitantes)

r = Tasa de crecimiento (%) (3.7 %)

n = Período de diseño en años (22 años)

$$Pf = 528 * \left(1 + \frac{3.7}{100}\right)^{22}$$

$$Pf = 1174 \text{ habitantes}$$

Con esta cantidad de habitantes a futuro en 22 años es que se diseña el abastecimiento de agua potable para que tenga un tiempo de vida adecuado y que cumpla con la demanda de los habitantes cuando se llegue a la cantidad máxima de ellos.

2.1.3.4. Factores de consumo y caudales

Los caudales a calcular son los siguientes:

- Caudal medio diario
- Caudal de día máximo
- Caudal de hora máxima
- Caudal de bombeo

Y los factores que se aplican son:

- Factor de día máximo
- Factor de hora máxima
- Caudal medio diario

Promedio de los consumos diarios de caudal en un periodo de un día, multiplicando la dotación con el número de habitantes y divide dentro de los segundos que tiene un día y se calcula de la siguiente manera:

$$Qmd (l/s) = \frac{\text{dotación}(l/hab/d) * \text{No.habitantes Futuro}}{86,400} \quad (\text{Ec. 2})$$

Sustituyendo:

$$Qmd (l/s) = \frac{150 * 1174}{86,400}$$

$$Qmd (l/s) = 2.04 l/s$$

Tabla 1.

Factores para los sistemas de agua potable

Tipo de caudal	Abreviatura	Abreviatura factor	Rango de factor
Caudal de día máximo	QDM	FDM	1.2 – 1.5
Caudal de hora máxima	QHM	FHM	2 – 3

Nota. tabla para la determinación del factor de mayoración para los caudales. Elaboración propia, realizado con Word.

2.1.3.5. Factor de día máximo

Este factor está en función a la población futura que tendrá el proyecto:

- Para una población menor de 1,000 habitantes el factor oscila entre 1.2 y 1.5.
- Para una población mayor de 1,000 habitantes el factor es de 1.2.

Debido a que en el proyecto se cuenta con una población mayor a 1,000 habitantes se tendrá un factor de 1.2.

2.1.3.6. Factor de hora máximo

Este factor también está en función a la población futura que tendrá el proyecto:

- Para una población menor de 1,000 habitantes el factor oscila entre 2 y 3
- Para una población mayor de 1,000 habitantes el factor es de 2

Debido que en el proyecto se cuenta con una población mayor a 1,000 habitantes se tendrá un factor de 2

2.1.3.7. Caudal día máximo Q_m

Es el consumo durante un día (24 horas) observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta gastos causados por incendio. Se determina multiplicando el consumo diario por el factor de día máximo. Se tiene la siguiente ecuación:

$$Q_m (l/s) = \text{Consumo Medio Diario}(l/s) * \text{Facto de Dia Maximo} \quad (\text{Ec. 3})$$

Sustituyendo datos:

$$Q_m(l/s) = 2.04 * 1.2$$

$$Q_m (l/s) = 2.45 l/s$$

2.1.3.8. Caudal hora máximo Q_{hm}

Se define como la cantidad de agua que fluye por unidad de tiempo, generalmente en horas, en condiciones específicas utiliza el factor de hora máxima para el cálculo correspondiente se tiene la siguiente ecuación:

$$Q_{hm} (l/s) = \text{Consumo Medio Diario}(l/s) * \text{Factor de Hora Máximo} \quad (\text{Ec. 4})$$

Sustituyendo datos:

$$Q_{hm} (l/s) = 2.04 * 2$$

$$Q_{hm} \text{ (l/s)} = 4.08 \text{ l/s}$$

2.1.3.9. Caudal de bombeo Q_b

Es aquel caudal requerido para abastecer al reservorio y que es producido por el pozo con un cierto descenso en el nivel de agua respecto del nivel estático cuando se realiza la extracción del acuífero. A este nivel de descenso se le denomina nivel dinámico y se obtiene de las pruebas de bombeo que se realizan al pozo antes de la puesta en operación.

Se debe determinar si el aforo del pozo mecánico cumple con el caudal para tener la capacidad de soportar el caudal de bombeo que requiere el sistema.

Se tiene la siguiente ecuación:

$$Q_b = \frac{Q_{md} * 24}{\text{Período de Bombeo}} \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

Q_b = caudal de bombeo

Q_{md} = caudal máximo a diario (2.45 l/s)

Período de bombeo = horas de bombeo al día (12 horas)

Sustituyendo:

$$Q_b = \frac{2.45 * 24}{12}$$

$$Q_b = 4.9 \text{ l/s}$$

Teniendo en cuenta el caudal de bombeo, se debe verificar que el caudal disponible (caudal de la fuente) sea suficiente para satisfacer el diseño. Entonces se debe realizar el siguiente análisis:

$$Q \text{ aforo} > Q \text{ bombeo}$$

$$5.1 \text{ l/s} > 4.9 \text{ l/s}$$

Analizando los resultados anteriores, el caudal de bombeo requerido es menor que el caudal que proporciona la fuente de captación, por lo que es aceptable.

2.1.4. Velocidades y presiones

- Presión estática

La presión estática tiene una influencia significativa en las bombas y válvulas. Si la presión estática es demasiado baja, aumenta el riesgo de cavitación, especialmente a altas temperaturas. Esta presión no debe de ser mayor a 80 mca en la red de distribución debido a que se presenta cuando el agua se encuentra en reposo dentro de una tubería. Con ello se puede evitar fugas de agua en los accesorios que se utilicen en el sistema como por ejemplo en las válvulas.

- Presión dinámica

Es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno. Esta presión tiene que estar entre el rango de 10 mca y 60 mca.

- Velocidades

La velocidad mínima recomendable es de 0.60 m/s, se acepta valores menores hasta 0.30 m/s según el fabricante. La velocidad máxima será de 3 m/s, sin embargo, el fabricante de tubería de PVC recomienda valores de velocidad máxima hasta de 5 m/s.

2.1.5. Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tuberías

Para determinar la pérdida de presión a lo largo de las tuberías se utilizó la ecuación de Hazen-William, la cual es bastante práctica por ser una ecuación empírica, sencilla y su cálculo es simple, debido a que el coeficiente de rugosidad C no depende de la velocidad ni del diámetro de la tubería. La ecuación está dada por:

$$H_f(m) = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

Q = caudal (l/s).

L = longitud de la tubería (m)

C = coeficiente de fricción de Hazen Williams, que depende de la rugosidad del material, para tubería PVC se adoptará un valor de 150 y para HG 100 (adimensional)

D = diámetro de la tubería (Pulg.)

H_f = pérdida de carga (m)

Esta ecuación sirve para calcular la pérdida de presión que se tiene en el tramo, por lo que previo se tiene que calcular la carga disponible en el mismo,

con esta información se procede a calcular el diámetro teórico. Despejando la ecuación de Hazen-William se obtuvo la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * H_f} \right)^{\frac{1}{4.87}} \quad (\text{Ec.7})$$

Teniendo el diámetro teórico, se determina el diámetro comercial superior, ver (figura 4), y para calcular la pérdida real H_f (m) se utiliza el diámetro interno de la tubería.

Figura 4.

Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241

Diámetro nominal		SDR	Presión trabajo		Diám. medio interior	
mm	plg		lbs/plg ²	Kg/cm ²	mm	plg
12	1/2	13.5	315	22.1	18.20	0.716
18	3/4	17	250	17.6	23.53	0.926
25	1	17	250	17.6	29.48	1.161
31	1 1/4	17	250	17.6	37.18	1.464
38	1 1/2	17	250	17.6	42.58	1.676
50	2	17	250	17.6	53.21	2.095
62	2 1/2	17	250	17.6	64.45	2.537
75	3	17	250	17.6	78.44	3.088
100	4	17	250	17.6	100.84	3.970
150	6	17	250	17.6	148.46	5.845
200	8	17	250	17.6	193.28	7.609
250	10	17	250	17.6	240.95	9.480
300	12	17	250	17.6	285.75	11.25
25	1	26	160	11.2	30.36	1.195
31	1 1/4	26	160	11.2	38.92	1.532
38	1 1/2	26	160	11.2	44.56	1.754
50	2	26	160	11.2	55.71	2.193
62	2 1/2	26	160	11.2	67.45	2.655
75	3	26	160	11.2	82.04	3.230
100	4	26	160	11.2	105.52	4.154
150	6	26	160	11.2	155.32	6.115
200	8	26	160	11.2	202.22	7.961
250	10	26	160	11.2	252.07	9.924
300	12	26	160	11.2	298.95	11.770
385	15	26	160	11.2	358.75	14.124

Nota. Tabla de tuberías PVC. Obtenido de DURMAN (2022). *Ficha técnica tubos SDR* (<https://durman.com/>), consultado el 12 de julio de 2023. De dominio público.

Figura 5.

Especificaciones de espesores de tubería

Diam. Nom.	Diámetro Promedio Externo (mm)	Espesor mínimo de pared (mm) (Tolerancia positiva equivalente al 6% del espesor mínimo)					
		SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR17	SDR 13,5
12	21,34±0,10	...	...	...	...	...	1,57+0,09
18	26,67±0,10	...	...	...	1,52+0,09	1,57+0,09	1,98+0,12
25	33,40±0,13	...	...	1,52+0,09	1,60+0,10	1,96+0,12	2,46+0,15
31	42,16±0,13	1,18+0,07	1,52+0,09	1,63+0,10	2,01+0,12	2,49+0,15	3,12+0,19
38	48,26±0,15	1,18+0,07	1,52+0,09	1,85+0,11	2,29+0,14	2,84+0,17	3,58+0,21
50	60,32±0,15	1,47+0,09	1,85+0,11	2,31+0,14	2,87+0,17	3,56+0,21	4,47+0,27
62	73,02±0,18	1,78+0,11	2,24+0,13	2,79+0,17	3,48+0,21	4,29+0,26	5,41+0,32
75	88,90±0,20	2,16+0,13	2,74+0,16	3,43+0,21	4,24+0,25	5,23+0,31	6,58+0,39
100	114,30±0,23	2,79+0,17	3,51+0,21	4,39+0,26	5,44+0,33	6,73+0,40	8,46+0,51
150	168,28±0,28	4,11+0,25	5,18+0,31	6,48+0,39	8,03+0,48	9,91+0,59	12,47+0,75
200	219,08±0,38	5,33+0,32	6,73+0,40	8,43+0,51	10,41+0,62	12,90+0,77	...
250	273,05±0,38	6,65+0,40	8,41+0,50	10,49+0,63	12,98+0,78	16,05+0,96	...
300	323,85±0,38	7,90+0,47	9,96+0,60	12,45+0,75	15,39+0,92	19,05+1,14	...
375	388,62±0,41	9,47+0,57	11,96+0,72	14,94+0,90	18,49+1,11	...	...
450	457,20±0,48	11,15+0,67	14,07+0,84	17,58+1,05	21,77+1,31	26,90+1,61	...

Nota. Tabla de tuberías PVC. Obtenido de DURMAN (2022). *Ficha técnica tubos SDR* (<https://durman.com/>), consultado el 12 de julio de 2023. De dominio público.

2.1.6. Calidad de agua

La calidad del agua, de acuerdo a la OMS y otros organismos internacionales, se puede resumir como las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.

2.1.6.1. Análisis físico, químico sanitario

Para establecer la potabilidad del agua se realizan ensayos en forma anual y de carácter obligatorio que determinan el color, olor, turbiedad, pH, residuo fijo, conductividad, dureza, calcio, magnesio, alcalinidad, sulfato, nitrato, nitrito, amonio, cloro residual y oxidabilidad.

Un interés particular reviste la determinación de nitratos, nitritos, amonio y cloro residual. Una excesiva exposición a nitratos y nitritos trae como consecuencia la formación de compuestos que impiden la liberación de oxígeno en los tejidos. Los nitratos agravan el problema por su acción vasodilatadora. En otro orden, la aparición de amonio es un indicador de probable materia orgánica en descomposición, o sea, presencia de microorganismos.

En cuanto al cloro activo, siendo un poderoso desinfectante, se requiere una cantidad mínima (y máxima) para asegurar la calidad. De acuerdo a los resultados que se obtuvieron al realizar el examen indica que el agua cumple con todos los parámetros metodológicos por lo que es apta para el consumo humano (ver anexo 1).

2.1.6.2. Análisis bacteriológico

El agua de consumo humano está relacionada con la salud de los usuarios, por lo que es obligatorio conocer su calidad. Ésta varía de un lugar a otro, dependiendo de las condiciones de las fuentes de agua y el tratamiento que la misma recibe. En las grandes ciudades, el agua proviene de fuentes superficiales tales como lagos, ríos, embalses y son tratadas antes de enviarlas a la red. La contaminación suele darse por acumulación dentro de los tanques de almacenamiento; mientras que en las áreas suburbanas generalmente las personas toman agua de fuentes subterráneas que se bombea a través de un pozo y no tienen un tratamiento previo al consumo. De acuerdo a los resultados obtenidos en el examen que se realizó se puede determinar que el agua es potable y para tener garantías de la potabilidad se incorpora un tratamiento a base de cloración (ver anexo 2).

2.1.7. Propuesta de tratamiento

El proceso de desinfección será realizado mediante un hipoclorador. Es una unidad automática de tratamiento para la cloración y desinfección del agua para consumo humano; facilita la aplicación de cloro para obtener una concentración óptima entre 0,2 a 1 mg/l de cloro activo por litro de agua.

De acuerdo con la norma COGUANOR 29001, indica cual es la cantidad de solución que se le debe suministrar al agua como tratamiento preventivo bacteriológico, el cual es de 2 partes por millón, o bien, 2mg/litro.

Las tabletas que utilizará el sistema son de hipoclorito de calcio con una solución de 65 % de cloro y un 35 % de estabilizador; su peso es de 300 gramos y la velocidad a la que se disuelve en el agua es de 15 gramos en 24 horas.

El cálculo de flujo de cloro se realiza con la siguiente ecuación:

$$FC = \text{Caudal de bombeo}(l/min) * \text{cantidad de cloro requerido } (mg/l) * 0.06(\text{factor de conversión}) \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

FC: flujo de cloro (g/h)

CR: cloro requerido (2mg/l)

Q: caudal conducido o de bombeo (l/s) = 4.9 l/s * (60s) = 294 l/min

Sustituyendo datos:

$$FC = 294 \text{ l/min} * 2\text{mg/l} * 0.06$$

$$FC = 35.28 \text{ g/h}$$

Conociendo el flujo del cloro, se procede a determinar el número de tabletas necesarias por utilizar en un mes las cuales se requieren que se tenga en stock para no interrumpir el tratamiento del agua:

$$\# \frac{\text{tabletas}}{\text{mes}} = FC * \frac{\text{HORAS}}{\text{MES}} * \frac{\text{TABLETAS}}{\text{GRAMOS}} \quad (\text{Ec. 9})$$

$$\# \frac{\text{tabletas}}{\text{mes}} = 35.28 \text{ g/h} * \frac{720 \text{ horas}}{1 \text{ mes}} * \frac{1 \text{ tableta}}{600 \text{ gramos}}$$

$$\# \frac{\text{tabletas}}{\text{mes}} = 42.34 \cong 43 \text{ tabletas/mes}$$

2.1.8. Diseño de línea de impulsión

Es el diseño que se utilizará entre la ubicación de la bomba que impulsará el agua potable hasta el tanque de almacenamiento que realizará la distribución hacia la aldea.

2.1.8.1. Diámetro de tubería

Para el cálculo del diámetro que se utilizará en la línea de impulsión desde la bomba hasta el tanque elevado se debe de tomar en cuenta que los diámetros de la tubería tienen que cumplir el intervalo de las velocidades que está entre 0.6 a 2 m/s los cuales son los límites para un sistema de bombeo. Por lo cual, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\phi = \sqrt{\frac{1.974 * Q_b}{v}} \quad (\text{Ec. 10})$$

Donde:

ϕ = diámetro óptimo de la tubería (plg)

Q_b = caudal de bombeo (l/s)

V = velocidad del fluido en m/s

1.974 = factor de conversión de metros a pulgadas, que contempla, además, una velocidad mínima y máxima de flujo en la tubería de descarga.

Sustituyendo:

$$\varnothing (\text{máx}) = \sqrt{\frac{1.974 * 4.9}{0.6}} = 4.0''$$

$$\varnothing (\text{mín}) = \sqrt{\frac{1.974 * 4.9}{2}} = 2.20''$$

Con los diámetros máximos y mínimos, se tomarán diámetros comerciales que estén en el intervalo de los mismos, por lo cual se elige entre 2 ½", 3", 4".

- Cálculo de pérdidas por fricción A (boca del pozo a la entrada del tanque)

Cuando se obtienen los diámetros comerciales que se utiliza para determinar las pérdidas de la tubería en este caso por fricción se tendrá que utilizar la ecuación de Hazen & Williams:

$$hf_{2\ 1/2''} = \frac{1743.811 * (1.05 * 43) * 4.9^{1.85}}{150^{1.85} * 2.537^{4.87}} = 1.5\ m$$

$$hf_{3''} = \frac{1743.811 * (1.05 * 43) * 4.9^{1.85}}{150^{1.85} * 3.088^{4.87}} = 0.58\ m$$

$$hf_{4''} = \frac{1743.811 * (1.05 * 43) * 4.9^{1.85}}{150^{1.85} * 3.97^{4.87}} = 0.17\ m$$

- Cálculo de pérdidas por fricción B (de la bomba a la boca del pozo)

$$hf_{2\ 1/2''} = \frac{1743.811 * (1.05 * 235) * 4.9^{1.85}}{100^{1.85} * 2.537^{4.87}} = 17.44\ m$$

$$hf_{2_3"} = \frac{1743.811 * (1.05 * 235) * 4.9^{1.85}}{100^{1.85} * 3.088^{4.87}} = 6.70 \text{ m}$$

$$hf_{3_4"} = \frac{1743.811 * (1.05 * 235) * 4.9^{1.85}}{100^{1.85} * 3.97^{4.87}} = 1.97 \text{ m}$$

- Cálculo de pérdidas por altura

Esta pérdida de energía es la que toda la tubería de la línea de impulsión tendrá que vencer al momento de conducir el agua desde la bomba hasta el tanque elevado, siendo esta la diferencia entre la cota de colocación de la bomba y la cota de la altura del tanque de distribución:

$$h = 2078 - 1825 = 253 \text{ m}$$

- Cálculo de pérdidas por velocidad

Esta pérdida se obtiene mediante la velocidad por la que el agua se conduce dentro de la tubería, teniendo en cuenta el diámetro y la gravedad. Para obtener esta pérdida, se utiliza la siguiente ecuación:

$$h_v = \frac{V^3}{2g} = \frac{\left(\frac{1.974 * Q_b}{D^2}\right)^2}{2g} \quad (\text{Ec.11})$$

Donde:

Hv = altura de carga por velocidad (m)

V = velocidad (m/s)

G = gravedad (m/s²) (9.81 m/s²)

Qb = caudal de bombeo (l/s) (4.9 l/s)

D = diámetro interno (pulgadas)

Sustituyendo:

$$hv_{2\ 1/2"} = \frac{\left(\frac{1.974 * 4.9}{2.537^2}\right)^2}{2 * 9.81} = 0.12\ m$$

$$hv_{3"} = \frac{\left(\frac{1.974 * 4.9}{3.088^2}\right)^2}{2 * 9.81} = 0.052\ m$$

$$hv_{4"} = \frac{\left(\frac{1.974 * 4.9}{3.97^2}\right)^2}{2 * 9.81} = 0.019\ m$$

- Cálculo de pérdidas menores

Para el cálculo de las pérdidas menores se asume un 10 % de la sumatoria de todas las pérdidas causadas por los accesorios a través de la tubería de impulsión:

$$hm = 10\ \%(h + hf + hf1 + hv) \quad (\text{Ec.11})$$

Sustituyendo:

$$hm_{2\ 1/2"} = 10\ \%(253 + 1.5 + 17.44 + 0.12) = 27.21\ m$$

$$hm_{3"} = 10\ \%(253 + 0.58 + 6.70 + 0.052) = 26.03\ m$$

$$hm_{4"} = 10\ \%(253 + 0.17 + 1.97 + 0.019) = 25.52\ m$$

- Carga dinámica total

Para la carga dinámica total, realizamos la sumatoria de todas las pérdidas que se pueden obtener a través de lo largo de la tubería entre la bomba sumergible y el tanque elevado. La ecuación es la siguiente:

$$CDT = h + hf + hf1 + hv + hm \quad (\text{Ec. 12})$$

Sustituyendo:

$$CDT_{2\ 1/2"} = 253 + 1.5 + 17.44 + 0.12 + 27.21 = 299.27 \text{ m}$$

$$CDT_{3"} = 253 + 0.58 + 6.70 + 0.052 + 26.03 = 286.36 \text{ m}$$

$$CDT_{4"} = 253 + 0.17 + 1.97 + 0.019 + 25.52 = 280.68 \text{ m}$$

Se seleccionará la tubería de 3" debido a que es la tubería más económica y es una tubería que cumple con los parámetros de diseño.

2.1.8.2. Potencia de la bomba y selección equipo de bombeo

La potencia de la bomba debe de garantizar el buen funcionamiento del sistema. Para poder determinar la potencia de la bomba que será utilizado en el sistema de impulsión se utilizará la siguiente ecuación:

$$Pot = \frac{CDT * Qb}{76 * e} \quad (\text{Ec. 13})$$

Donde:

POT = potencia requerida por la bomba en HP

Qb = caudal de bombeo (l/s) (4.9 l/s)

CDT = carga dinámica total (mca)

e = eficiencia de la bomba (60 % - 70 %)

Sustituyendo:

$$POT_{2\ 1/2"} = \frac{299.27 * 4.9}{76 * 0.65} = 29.68\ HP$$

$$POT_{3"} = \frac{286.36 * 4.9}{76 * 0.65} = 28.40\ HP$$

$$POT_{4"} = \frac{280.68 * 4.9}{76 * 0.65} = 27.84\ HP$$

- Selección de equipo de bombeo

Debido a los resultados anteriores los resultados oscilan entre 27 y 30 HP, sin embargo, en el mercado las potencias de la bomba son de 25 y 30 HP, por lo que se recomienda colocar una bomba sumergible de 30 HP, para que se cumpla con la demanda de potencia que requiere el sistema, con lo cual se garantiza un funcionamiento amplio para un máximo de 12 horas y tendrá una eficiencia no menor a 65 %. De las cuales son comerciales en Guatemala. También, con base a la potencia seleccionada, es recomendable que el diámetro de la tubería de impulsión sea de 3".

2.1.8.3. Golpe de ariete y clase de tubería

Se denomina golpe de ariete al fenómeno hidráulico transitorio producido por variaciones de velocidad en el fluido transportado. Este fenómeno consiste en la propagación de ondas de presión y depresión a lo largo de las conducciones.

Si el golpe de ariete no es efectivamente controlado puede producir la rotura de la tubería por sobrepresión o por depresión, así como generar serios problemas de operación. Por lo que se tiene que seleccionar una tubería adecuada que soporte dicho cambio de velocidad dentro del sistema debido a ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$h_{golpe} = \frac{a*v}{g} \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde:

a = celeridad

v = velocidad (m/s)

g = gravedad (m/s²)

La celeridad es el coeficiente entre el espacio recorrido y el intervalo de tiempo en recorrer dicho espacio o bien, la velocidad a la cual se propaga una onda de presión, para determinarla se utiliza la ecuación:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{K D_i}{E e}}} \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde:

a = celeridad

K = módulo de elasticidad volumétrica del agua (20,700 kg/cm²)

E = módulo de elasticidad del material (PVC=30,000 kg/cm²)

D_i = diámetro interno de la tubería (mm)

e = espesor de pared de la tubería (mm)

Sustituyendo:

$$a_{2\ 1/2"} = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{20700}{30000} * \frac{64.45}{4.29}}} = 421.19\ m$$

$$a_{3"} = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{20700}{30000} * \frac{78.44}{5.23}}} = 421.52\ m$$

$$a_{4"} = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{20700}{30000} * \frac{100.84}{6.73}}} = 421.70\ m$$

Teniendo los resultados de la celeridad se procede a calcular la sobrepresión o el golpe de ariete en la ecuación ya definida, por lo que se obtiene:

$$h_{golpe(2\ 1/2")} = \frac{409.98 * 1.5}{9.81} = 62.69\ m$$

$$h_{golpe(3")} = \frac{409.05 * 1.01}{9.81} = 42.21\ m$$

$$h_{golpe(4'')} = \frac{409.34 * 0.61}{9.81} = 25.49 \text{ m}$$

Para determinar los puntos críticos donde se va a producir el golpe de ariete mayor dentro de la tubería, se suma la carga dinámica total y el golpe de ariete, esto con el propósito de seleccionar la resistencia de la tubería recomendar los puntos en los que habrá que colocar válvulas de alivio de presión (válvula de cheque horizontal o vertical). Para la resistencia que tiene que soportar la tubería que conducirá el agua desde la bomba hasta el tanque elevado se recomienda colocar una tubería Hg de 6" dentro del pozo y una de 3" de la boca del pozo al tanque elevado, así también colocar una válvula de alivio en la boca del pozo y una llave de paso en la salida del tanque elevado.

2.1.8.4. Especificaciones del equipo de bombeo

Bomba sumergible marca APEC de 6", modelo SP-30 de 24 etapas rendimiento 80 GPM con 990 pies de carga dinámica total, Etapas e impulsores laminados de acero inoxidable sería un Motor Marca Franklin de 30 HP, 6" nominal, puede ser 220/240 voltios o 460 / 480 voltios (depende de la energía del lugar. Trifásico, 60 Hz, 3450 Rpm). Comercialmente en Guatemala.

2.1.9. Diseño del tanque de distribución

El tanque de distribución es una estructura de almacenamiento de agua para satisfacer las necesidades que requiere la población. Su diseño y capacidad depende del diseño y de la cantidad de agua que tendrá que almacenar durante un periodo de consumo de los habitantes. Por lo que se tiene la siguiente ecuación para calcular su volumen:

$$V_{alm} = Q_{md} * F_{alm} * 86,400 \quad (\text{Ec. 16})$$

En donde:

V_{alm} = volumen de almacenamiento m^3

F_{alm} = factor de almacenamiento (25 a 40 % de caudal de día máximo en sistemas por gravedad y 40 a 65 % de caudal de día máximo entre tanque de succión y distribución para sistema por bombeo).

Q_{md} = caudal medio diario (l/s).

Sustituyendo:

$$V_{alm} = 2.04 \text{ l/s} * 0.40 * 86,400$$

$$V_{alm} = 70502.4 \text{ l/día}$$

$$V_{alm} = 71000 \text{ lts} = 71 \text{ m}^3$$

$$V_{alm} = 18756.2 \text{ galones}$$

- Partes de un tanque elevado

Los tanques elevados son una estructura que almacena un volumen determinado de agua. En general estos son ubicados en regiones con topografía plana que consiste en una torre para mantener elevado el tanque. El tanque y tuberías que conllevan para llenar el tanque y la salida que lleve a la red de distribución para el consumo también soportado por la torre, estos varían entre 10, 15 y 20 metros de elevación para su mejor uso.

Los tanques están conformados por el tanque, la torre y los cimientos. Los materiales más utilizados para este tipo de estructuras son de acero.

- Cubierta

Puede diseñarse de forma cónica o forma plana, su única función es cubrir el tanque de la intemperie, además tiene un área de ventilación; en esta se encontrará el ingreso hacia el interior del tanque.

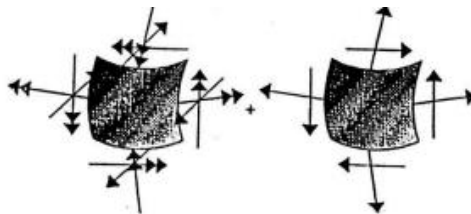
Para este proyecto se diseñará una cubierta cónica la cual tendrá una altura de $1/5$ del diámetro del depósito.

- Cuerpo del tanque

El cuerpo del cilindro del tanque está conformado por láminas negras Norma A-36 las cuales van a soportar una presión hidráulica del agua que se almacene, fuerzas de viento, sismo y del peso propio.

Figura 6.

Esfuerzo en láminas del cilindro



Nota. Ilustración de las fuerzas que se ejercen en las láminas del cilindro del tanque elevado. Obtenido de F. Nolan. (2019). *Diseño de tanque elevado para abastecimiento de agua potable para viviendas de Villa Nueva.* (<https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/3557>), consultado el 15 de julio de 2023. De dominio público.

Para este proyecto se tomará como base, un diámetro de 4 metros, determinando la altura del cilindro con la siguiente ecuación:

$$V_{cil} = \pi * r^2 * h \quad (\text{Ec. 17})$$

Si despejamos h tendremos:

$$h = \frac{V_{cil}}{\pi * r^2} \quad (\text{Ec. 18})$$

En donde:

V_{cil} = volumen del cilindro (m³): 71 metros³.

r = radio del cuerpo cilíndrico (m): 2 metros.

h = altura del cuerpo cilíndrico (m).

Sustituyendo:

$$h = \frac{71}{\pi * 2^2} = 5.66m$$

Para mayor facilidad de fabricación de la lámina tomaremos $h = 5.7$ m. Así obtendremos un nuevo valor de volumen del cilindro que está dado por:

$$V_{cil} = \pi * 2^2 * 5.7 = 71.62m^3$$

- Fondo del tanque

El fondo del tanque tiene un diámetro de 4 metros, por lo que tendrá que soportar presiones mayores, la forma es cónica inversa para obtener dicha altura se utiliza la siguiente ecuación:

$$h_{cono} = \frac{D}{2} \quad (\text{Ec. 19})$$

Donde:

h_{cono} = altura del cono invertido (m)

D = diámetro del cilindro (m): 4 metros

Sustituyendo:

$$h_{cono} = \frac{4}{2} = 2 \text{ m}$$

Teniendo la altura definida del cono invertido del fondo procedemos a calcular el volumen del mismo con la siguiente ecuación:

$$V_{cono} = \pi * r^2 * \frac{h}{3} \quad (\text{Ec. 20})$$

Sustituyendo:

$$V_{cono} = \pi * 2^2 * \frac{2}{3}$$

$$V_{cono} = 8.38 \text{ m}^3$$

Teniendo los valores de los volúmenes que componen la estructura del tanque elevado se procede a sumarlos para obtener la capacidad real del tanque con la siguiente ecuación:

$$V_{total} = V_{cil} + V_{cono} \quad (\text{Ec. 21})$$

$$V_{total} = 71.62 \text{ m}^3 + 8.38 \text{ m}^3$$

$$V_{total} = 80 \text{ m}^3$$

- Torre de soporte

Los tanques elevados para almacenar líquidos están formados por el contenedor, que se ubica en su parte superior, y la plataforma estructural que funciona de apoyo, la cual está constituida por 4 columnas con una pequeña inclinación y con una estructura la cual está diseñado para soportar las cargas horizontales y verticales, así como a tensión y compresión a ese conjunto de la estructura lo complementan las breizas. Las columnas tendrán una inclinación sobre el eje vertical del 25 % de la altura del tanque.

Teniendo la siguiente ecuación:

$$L = H * \% \quad (\text{Ec. 22})$$

Donde:

L = distancia de inclinación con respecto al eje horizontal

H = altura del tanque (m): 18 metros.

% = porcentaje de inclinación

Sustituyendo:

$$L = 18 * 25 \% = 4.5 \text{ m}$$

Para la separación entre arriostres debe considerarse que el primero debe estar a una altura sobre el nivel del suelo de 0.5 a 1 m, dividiendo posteriormente el resto de la altura para obtener la distancia entre arriostres. Para un tanque elevado entre 14 a 18 m de altura, se determina una distancia de 3.25 a 4.5 m entre ellos.

- Cimentación del tanque

El cimiento del tanque elevado estará construido por el elemento de zapatas aisladas cuadradas son comúnmente utilizados para cimientos poco profundos con el fin de transportar y extender cargas concentradas, causadas por ejemplo por las 4 columnas que está conformado el tanque elevado por lo que tienen que tener un amarre en ambos sentidos por vigas.

Para determinar las dimensiones y el valor que tendrán los cimientos, esta debe de soportar los siguientes elementos:

- Peso del agua
 - Peso propio de la estructura
 - Fuerza de sismo y viento
- Diseño de las paredes del tanque

Se debe determinar el peso de la estructura de las paredes del tanque con la siguiente ecuación:

$$T = \frac{\gamma * h * D}{2} \quad (\text{Ec. 23})$$

Donde:

T = peso de las paredes de la estructura (kg/m²)

D = diámetro del tanque (m): 4 metros

h = altura del cuerpo del cilindro (m): 5.7 metros

γ = peso específico del agua (kg/m³): 1000 kg/m³

Sustituyendo:

$$T = \frac{1000 * 5.7 * 4}{2} = 11,400 \text{ kg/m}$$

- Esfuerzo de trabajo

Para determinar el esfuerzo del trabajo efectuado por la estructura es el 45 % del esfuerzo último hasta el fallo. Teniendo la siguiente ecuación:

$$F_s = 0.45 * f_y \quad (\text{Ec. 24})$$

Donde:

F_s = esfuerzo de trabajo (lb/plg²)

f_y = esfuerzo último (lb/plg²): 36000 lb/plg²

Sustituyendo:

$$F_s = 0.45 * 36000 = 16000 \text{ lb/plg}^2$$

- Área de acero

Para el cálculo del área de acero se tiene la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{T}{1.141 \text{ kg/cm}^2} \quad (\text{Ec. 25})$$

Sustituyendo:

$$A_s = \frac{11400}{1.141} = 9.99 \text{ cm}^2$$

Para ejemplificar el espesor de la lámina a utilizar se tomará un fragmento de 1 metro de altura, teniendo el área de acero como el área de la lámina. Para obtener el espesor se utilizará la siguiente ecuación:

Tomando una franja de 1m de altura se tiene:

$$A_s = 1m * t \quad (\text{Ec. 26})$$

Despejando t se obtiene:

$$t = \frac{A_s}{100 \text{ cm}} \quad (\text{Ec. 27})$$

Donde:

t = Espesor de la lámina (cm)

A_s = área de acero (cm²)

Sustituyendo:

$$t = \frac{9.99cm^2}{10000cm^2} = 0.00099 \text{ cm}$$

Sabiendo el espesor que se propone para la lámina negra A-36 el tanque como mínimo debe de ser de $\frac{1}{4}$ "de pulgada.

- Diseño de la torre de soporte
 - Peso del agua del cilindro

$$P_{cil} = \gamma_{H2O} * V_{cil} \quad (\text{Ec. 28})$$

Donde:

P_{cil} = peso del agua del cilindro (kg)

γ_{H2O} = densidad del agua (kg/m³)

V_{cil} = volumen del cilindro (m³)

Sustituyendo:

$$P_{cil} = 1000 * 71.62 = 71,620 \text{ kg}$$

- Peso del agua del cono invertido

$$P_{cono} = \gamma_{H2O} * V_{cono} \quad (\text{Ec. 29})$$

Donde:

P_{cono} = peso del agua del cono (kg)

γ_{H2O} = densidad del agua (kg/m³)

V_{cono} = volumen del cono (m³)

Sustituyendo:

$$P_{cono} = 1000 * 8.38 = 8,380 \text{ kg}$$

- Carga para soldadura

$$f = \frac{P_{cil} + P_{cono}}{T_r} \quad (\text{Ec. 30})$$

Donde:

P_{cono} = peso del agua del cono (kg)

P_{cil} = peso del agua del cilindro (kg)

T_r = perímetro de reservorio (cm²)

f = cantidad de soldadura (kg/ml)

Sustituyendo:

$$f = \frac{71.62 + 8,38}{2 * 2 * \pi} = 6,366.20 \text{ kg/ml}$$

- Peso del acero de la estructura

$$P_{ele} = A_{ele} * t * P.E_{acero} \quad (\text{Ec.31})$$

Donde:

P_{ele} = peso del acero del elemento (kg)

A_{ele} = área del elemento (m²)

t = espesor de la lámina (m)

$P.E._{acero}$ = peso específico del acero (7860 kg/m³)

Esta fórmula se tendrá que sustituir los valores de cada elemento a calcular, en este caso sería para el cilindro, cono invertido inferior y en la tapadera cono de tapadera, teniendo los siguientes pesos:

$$P_{cil} = A_{cil} * t * P.E._{acero} \quad (\text{Ec. 32})$$

$$P_{cil} = \pi * 4 * 5.7 * (0.00635) * 7860 = 3575.04 \text{ kg}$$

$$P_{cono \text{ inf}} = A_{cono} * t * P.E._{acero}$$

$$P_{cono \text{ inf}} = 17.77 * (0.00635) * 7860 = 886.92 \text{ kg}$$

$$P_{cono \text{ sup}} = A_{cono} * t * P.E._{acero}$$

$$P_{cono \text{ sup}} = 13.53 * (0.00635) * 7860 = 675.30 \text{ kg}$$

- Peso total

Para determinar el peso total de la estructura se hace una sumatoria del peso del agua más el peso del acero:

$$P_t = P_{H_2O} + P_{As} \quad (\text{Ec. 33})$$

Donde:

P_t = peso total (kg)

P_{H_2O} = peso del agua (kg)

P_{As} = peso del acero (kg)

Sustituyendo:

$$P_t = 80000 \text{ kg} + 5137 \text{ kg} = 85137 \text{ kg}$$

Para facilidad de cálculos se tomará como peso total 85,000 kg

- Carga total para cada columna

$$\text{Peso en Cada Columna} = \frac{\text{Peso Total}}{4} \quad (\text{Ec. 34})$$

$$\text{Cada Columna} = \frac{85}{4} = 21.25 \text{ Ton}$$

- Fuerza de sismo

Para el cálculo de las fuerzas sísmicas se tomará un valor del 20 % del total del peso de la estructura antes calculado teniendo un factor de seguridad.

$$\text{Fuerza Sísmica} = 20 \% * \text{Peso Total} \quad (\text{Ec. 34})$$

$$\text{Fuerza Sísmica} = 17 \text{ Ton}$$

Para determinar el peso que ejercerá en cada sentido se utiliza la siguiente ecuación:

$$Peso = \frac{Fuerza\ Sismica}{2} \quad (Ec. 35)$$

$$Peso = \frac{17}{2} = 8.5\ Ton$$

- Momento de sismo

$$Momento\ Sismico = Altura\ del\ Pozo * Peso \quad (Ec. 36)$$

$$Momento\ Sismico = 18\ m * 8.5\ kg$$

$$Momento\ Sismico = 153\ kg - m$$

$$\sum \text{momentos en } C = 0$$

$$8.5\ Ton (18\ mts) - T(13.5) = 0$$

$$T = 11.33\ Ton$$

- Sumatoria de fuerzas

$$\text{Suma } F_y\ C \uparrow = 0+$$

$$17.6\ Ton + 11.33\ Ton = 28.93\ Ton$$

$$\text{Suma } F_y\ T = 0+$$

$$17.6 \text{ Ton} - 11.33 \text{ Ton} = 6.27 \text{ Ton}$$

- Diseño de columnas

Para el tanque elevado se utilizarán columnas redondas de tubo de 8 pulgadas, esto debido a su excelente resistencia a la torsión, y que tiene la misma rigidez en todas las direcciones. Se clasifican de menor a mayor calidad por lo que se tiene estándar, extrafuerte y doble extrafuerte según el manual de AISC. Se tienen los siguientes datos de los tubos para las columnas:

- Tubo redondo de 8"
- Carga de diseño = 21.25 Ton = 46.75 Kips
- Área = 8.4 plg²
- Radio de giro = 2.94"
- Longitud = 4.30 m = 170"

- Calcular la relación de esbeltez

$$\frac{Kl}{r} \quad (\text{Ec. 37})$$

Donde:

$$K = 1$$

l = longitud del tubo (plg)

r = radio de giro (plg)

$$\frac{Kl}{r} = \frac{1 * 170}{2.94} = 57.8$$

Es una columna corta por su esbeltez.

- Calcular la carga permisible

$$P = Fa * A \quad (\text{Ec. 38})$$

Donde:

P = carga permisible (Kips)

Fa = esfuerzo unitario (Kips/pulg²)

A = área (pulg²)

Sustituyendo:

$$P = 17.62 \text{ Kips/plg}^2 * 8.4 \text{ plg}^2$$

$$P = 148 \text{ Kips}$$

La carga resistente de un tubo de 8" es mayor a la carga actuante por lo que el tubo seleccionado es el adecuado.

- Diseño de tensores

Para seleccionar las piezas que se utilizarán como sujetadores de tensión es algo irrelevante, debido a que no existen problemas de pandeo en la estructura por lo que solo se debe de aplicar la siguiente ecuación, esto nos dará el área neta que necesitamos para la aplicación de los tensores necesarios.

La ecuación es la siguiente:

$$A_R = \frac{T}{F_S} \quad (\text{Ec. 39})$$

El tipo de pieza a usar dependerá del tipo de conexión con el extremo, pudiéndose utilizar cualquier tipo de perfil. Para el diseño de los tensores utilizaremos un perfil L, el cual posee las siguientes propiedades según el manual AISC. Teniendo los siguientes datos:

- Espesor= ½ pulg
- Dimensiones = 4 * 4 pulg
- Área= 3.75 plg² = 24.19 cm²
- Peso por pie lineal = 12.80 lb
- Radio de giro en X y en Y = 1.22 pulg

Sustituyendo:

$$T = \frac{P}{\cos \cos 70.33} \quad (\text{Ec. 40})$$

$$T \frac{7 \text{ Ton}}{\cos \cos 70.33} = 20.8 \text{ Ton}$$

$$A_{req} = \frac{T}{F_S} \quad (\text{Ec. 41})$$

$$A_{req} = \frac{20.80 \text{ Ton}}{1.141 \text{ Ton /cm}^2} = 18.2 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán los tensores de perfil L de 4x4 de ½.

- Diseño de la pieza horizontal

Las piezas horizontales se diseñan para que cumplan la función como los tensores antes diseñados debido a que estos contrarrestan las fuerzas que puedan provocar un sismo.

- Ecuación de esfuerzos combinados

$$\frac{P/A}{F_a} \pm \frac{MC/I}{F_b} \leq 1 \quad (\text{Ec. 42})$$

Donde:

P = carga de diseño o de sismo

A = área de la sección

F_a = esfuerzo unitario permisible

M = momento actuante

C = distancia del centroide a la fibra más extrema o radio externo

I = momento de inercia

F_b = esfuerzo de trabajo en flexión

Datos:

- Tubo redondo de 6 plg
- Carga de diseño= 7 Ton= 15.40 Kips
- Área = 5.581 pulg²
- Carga puntual = 200 lb
- Peso distribuido= 20 lbs/pie
- Radio de giro = 2.25 pulg
- Diámetro externo = 3.3125 pulg

- Longitud = 8.8 m = 347 pulg
- Momento de inercia = 28.14 plg⁴
- Calcular la relación de esbeltez

$$\frac{Kl}{r} \quad \text{(Ec. 43)}$$

Donde:

$$K = 1$$

l = longitud del tubo (pulg)

r = radio de giro (pulg)

Sustituyendo:

$$\frac{Kl}{r} = \frac{1 * 347}{2.25} = 154.2$$

Según el manual de ACI es columna corta.

- Calcular la carga permisible

$$P = Fa * A \quad \text{(Ec. 44)}$$

Donde:

P = carga permisible (Kips)

Fa = esfuerzo unitario (Kips/pulg²)

A = área (pulg²)

Sustituyendo:

$$P = 6.22 \text{ Kips/plg}^2 * 5.58 \text{ pulg}^2$$

$$P = 34.7 \text{ Kips}$$

La carga permisible es menor a la actuante por lo que cumple.

- Combinación de esfuerzos
 - Carga puntual

$$M_{cp} = \frac{PL}{4} \quad (\text{Ec. 45})$$

Donde:

M_{cp} = momento de carga puntual (lbs-pies)

P = carga puntual (lbs)

L = longitud arriostre (pies)

Sustituyendo:

$$M_{cp} = \frac{200 \text{ lb} * 28.86 \text{ pies}}{4} = 1443 \text{ lbs} - \text{pie}$$

- Carga distribuida

$$M_{cd} = \frac{WL^2}{8} \quad (\text{Ec. 46})$$

Donde:

M_{cd} = momento de carga distribuida (lbs-pies)

P = carga distribuida (lbs)

L = longitud arriostre (pies²)

Sustituyendo:

$$M_{cd} = \frac{20 \text{ lbs/pie} * 28.86 \text{ pies}^2}{8} = 2082.3 \text{ lbs} - \text{pies}$$

- Sumatoria de momentos

Momento ac = M carga puntual + M carga distribuida

Sustituyendo:

$$\text{Momento ac} = 1443 \text{ lbs} - \text{pies} + 2082.3 \text{ lbs} - \text{pies}$$

$$\text{Momento ac} = 3525.3 \text{ lbs} - \text{pies} = 42.4 \text{ Kips} - \text{plg}$$

Sustituyendo en la ecuación de esfuerzos combinados:

$$\frac{P/A}{F_a} \pm \frac{MC/I}{F_b} \leq 1 \quad (\text{Ec. 47})$$

$$\frac{15.40}{5.6} \pm \frac{42.3 * 3.31}{28.14} \leq 1$$

$$0.71 \quad 0.17 \quad \} \leq 1$$

Debido a que cumple por flexión se tomará el tubo de 6 pulgadas de diámetro para las piezas horizontales.

- Cálculo para soldadura y cantidad de pernos a utilizar

Datos:

- Resistencia de soldadura = 2000 lbs/ pulg
- Resistencia del acero en corte = 10000 lbs /pulg
- Carga actuante $T = 20.80 \text{ Ton} = 45.76 \text{ Kips}$
- $L =$ longitud total de la soldadura = 22.88 pulg

Ecuación del área de un perno:

$$A_{req} = \frac{T}{F_c} \quad (\text{Ec. 48})$$

Donde:

A_{req} = área neta (pulg^2)

F_c = esfuerzo permisible de corte (Kips/pulg^2)

T = carga actuante (Kips)

Sustituyendo:

$$A_{req} = \frac{45.76 \text{ Kips}}{10 \text{ Kips/pulg}^2} = 4.6 \text{ pulg}^2$$

Para los pernos de 3/8 de pulgada se tiene un área de 1.48 pulgadas cuadradas por lo tanto para cubrir el área requerida se tienen que utilizar 4 para

dar un área total de 5.92 pulgadas cuadradas según el manual del AISC en cada unión.

- Diseño de la placa de base para las columnas

Determinar el área requerida de la placa:

$$A_{req} = \frac{Pt}{Fp} \quad (\text{Ec. 49})$$

Donde:

A_{req} = área requería de la placa (pulg²)

Pt = carga total (lbs)

Fp = esfuerzo permisible de compresión en el pedestal (lbs/pulg²)

- Peso de la torre de soporte

$$P_c = LT * P_{pl}$$

Donde:

P_c = peso de columnas (lbs)

LT = longitud total de columnas (pies)

P_{pl} = peso por pie lineal (lbs/pies)

Sustituyendo:

$$P_c = 237 \text{ pies} * 28.55 \text{ lbs/pie}$$

$$P_c = 6766 \text{ lbs}$$

- Peso piezas horizontales

$$P_{ph} = LT * P_{pl} \quad (\text{Ec. 50})$$

Donde:

P_{ph} = peso de piezas horizontales (lbs)

LT = longitud total de piezas horizontales (pies)

P_{pl} = peso por pie lineal (lbs/pies)

Sustituyendo:

$$P_{ph} = 378 \text{ pies} * 20 \text{ lbs/pie}$$

$$P_{ph} = 7560 \text{ lbs}$$

- Peso tensores

$$P_t = LT * P_{pl} \quad (\text{Ec. 51})$$

Donde:

P_t = peso tensores (lbs)

LT = longitud total de tensores (pies)

P_{pl} = peso por pie lineal (lbs/pies)

Sustituyendo:

$$P_t = 845 \text{ pies} * 12.8 \text{ lbs/pie}$$

$$P_t = 10816 \text{ lbs}$$

○ Peso total

$$P_{total} = P_c + P_{ph} + P_t \quad (\text{Ec. 52})$$

Sustituyendo:

$$P_{total} = 6766 + 7560 + 10816$$

$$P_{total} = 25142 \text{ lbs} = 25.14 \text{ kips}$$

○ Carga de la columna

$$C_{tc} = C.R + C_{ts} \quad (\text{Ec. 53})$$

Donde:

C_{tc} = peso tensores (lbs)

$C.R$ = carga resistencia (kips)

C_{ts} = carga de torre de soporte (kips)

Sustituyendo:

$$C_{tc} = 37.85 \text{ kips} + 25.14 \text{ kips}$$

$$C_{tc} = 62.99 \text{ kips} = 62990 \text{ lbs}$$

- Esfuerzo permisible del concreto

$$f_p = 0.25 * f'_c \quad (\text{Ec. 54})$$

Donde:

f_p = esfuerzo permisible (lbs/pulg²)

f'_c = fuerza a la compresión (lbs/pulg²)

Sustituyendo:

$$f_p = 0.25 * 3000 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$f_p = 3000 \text{ lbs/pulg}^2$$

- Área de la placa

$$A_p = \frac{P_{total}}{f_p} \quad (\text{Ec. 55})$$

Donde:

A_p = área de la placa (pulg²)

F_p = peso total (lbs)

f_p = esfuerzo permisible (lbs/pulg²)

Sustituyendo:

$$A_p = \frac{62990 \text{ lbs}}{750 \text{ lbs/pulg}^2}$$

$$A_p = 83.99 \text{ pulg}^2$$

$$L = \sqrt{83.99} = 9.16 \text{ plg}$$

Como el tubo es de 8 pulgadas, se utilizará una placa de 12 pulgadas para colocar los tornillos de anclaje.

- Espesor de la placa

$$t = \frac{3pm^2}{fb} \quad (\text{Ec. 56})$$

Donde:

t = espesor de la placa (pulg)

p = presión real sobre el pedestal de concreto

m = proyección de la placa por fuera de la columna (pulg)

fb = esfuerzo permisible en la fibra extrema de la placa de apoyo.
(Lbs/pulg²)

- Presión real

$$P = \frac{Pt}{B*H} \quad (\text{Ec.57})$$

Donde:

P = presión real (pulg)

Pt = carga total (lb)

B = base de la placa (pulg)

H = altura de la placa (pulg)

Sustituyendo:

$$P = \frac{62990 \text{ lbs}}{12 \text{ plg} * 12 \text{ plg}} = 437.4 \text{ lbs/pulg}^2$$

○ Espesor

Sustituyendo:

$$t = \sqrt{\frac{3(437.4)(2)^2}{27000}} \quad (\text{Ec.58})$$

$$t = 0.31 \text{ plg}$$

Se utilizará un espesor de 1/2"

- Diseño de la cimentación
 - Diseño del pedestal

Se denomina pedestal al soporte prismático destinado a sostener otro soporte mayor, conformando por la parte inferior de una columna. Teniendo las siguientes dimensiones:

$$a = 0.4 \text{ m}$$

$$h = 3 * a$$

$$h = 3 * 0.4 \text{ m} = 1.20 \text{ m}$$

Donde:

a = ancho del pedestal (m)

h = altura del pedestal (m)

- Relación de esbeltez

$$E = \frac{K * Lu}{r} \quad (\text{Ec. 59})$$

Donde:

E = esbeltez

K = factor de pandeo

Lu = longitud entre cada apoyo

r = radio de giro (0.3b o 0.25d manual ACI)

Sustituyendo:

$$E = \frac{1 * 1.20}{0.3 * 0.4} = 10$$

Según el manual de ACI es columna corta.

- Carga axial resistente

Para una columna corta el manual del ACI propone la siguiente ecuación:

$$P_u = \phi[0.85f'_c(A_g - A_s) + (F_y * A_s)] \quad (\text{Ec. 60})$$

Donde:

P_u = resistencia última de la columna

ϕ = factor compresión

f'_c = resistencia del concreto (Kg/cm²)

A_g = área de la sección de la columna de (cm²)

A_s = área de acero (cm²) 1 % a 6 %

F_y = fluencia del acero

Sustituyendo:

$$P_u = 0.70[0.85 * 210(1,600 - 16) + (2,800 * 16)]$$

$$P_u = 229,280 \text{ kg}$$

Debido a que la resistencia última es mayor a la carga de las columnas se recomienda usar el área de acero mínimo.

Para el refuerzo por corte, el manual ACI recomienda un espaciamiento mínimo igual o menor que la mitad del diámetro efectivo y un recubrimiento mínimo de 5 cm.

- Espaciamiento por corte

$$S < \frac{d}{2} \quad (\text{Ec. 61})$$

$$S < \frac{35}{2} = 17.5 \text{ cm}$$

El armado será de la siguiente manera:

- 4 varillas número 6 + 4 varillas número 4
 - Estribo número 3 @ 0.15m.
- Diseño de zapata
 - Determinar el peso del pedestal

$$P_p = V * P_c \quad (\text{Ec.62})$$

Donde:

P_p = peso del pedestal (Ton)

V = volumen (m^3)

P_c = peso del concreto (kg/m^3)

Calculamos el volumen:

$$V = a^2 * h \quad (\text{Ec. 63})$$

Donde:

a = ancho del pedestal (m)

h = altura del pedestal (m)

Sustituyendo:

$$V = 0.4^2 * 1.8$$

$$V = 0.29 \text{ m}^3$$

Determinamos el peso del pedestal sustituyendo:

$$P_p = 0.29 * 2400$$

$$P_p = 696 \text{ kg} = 0.696 \text{ Ton}$$

○ Peso total de la estructura

$$P_{te} = P_d + P_t + P_p \quad (\text{Ec. 64})$$

Donde:

P_{te} = peso total (Ton)

P_d = peso del depósito (Ton)

P_t = peso de la torre (Ton)

P_p = peso del pedestal (Ton)

Sustituyendo:

$$P_{te} = 71 \text{ Ton} + 11.4 \text{ Ton} + (4 * 0.696) \text{ Ton}$$

$$P_{te} = 85.18 \text{ Ton}$$

La carga viva CV será el peso del tanque lleno, el cual es de 20 Toneladas, la carga muerta CM la constituye el del acero del depósito, el peso de las columnas, el peso de los tensores, el peso de los elementos horizontales y el peso de los pedestales, como se muestra a continuación:

- Peso del acero del depósito = 4.41 Ton
- Peso de las columnas = 3.06 Ton
- Peso de los elementos horizontales = 3.43 Ton
- Peso de los tensores = 4.04 Ton
- Peso de los pedestales = 1.56 Ton
- Sumatoria = 16.50 Ton

Carga muerta:

$$CM = \frac{16.50}{4} = 4.13 \text{ Ton}$$

- Diseño de zapata

$$A_{zap} = \frac{CM+CV}{V_s} \quad (\text{Ec. 65})$$

Donde:

A_{zap} = área de zapata (m^2)

CM = carga muerta (Ton)

CV = carga viva (Ton)

CV = carga viva (Ton)

Vs = valor soporte del suelo (Ton/m^2)

$$A_{zap} = \frac{4.13 \text{ Ton} + 20 \text{ Ton}}{18 \text{ ton}/m^2} = 1.35 \text{ m}^2$$

Se calcula el área de la zapata a dimensionar con la ecuación:

$$A_{zapd} = Ff * A_{zap} \quad (\text{Ec. 66})$$

Donde:

A_{zapd} = área de la zapata a dimensionar (m^2)

Ff = factor por flexión

A_{zap} = área de zapata predimensionada (m^2)

Sustituyendo:

$$A_{zapd} = 1.2 * 1.35 = 1.63 \text{ m}^2$$

Sabiendo que el área de la zapata es el lado al cuadrado, tenemos que despejar el lado para saber las dimensiones de la zapata, sustituyendo:

$$L = \sqrt{1.63m^2} = 1.28 \text{ m}$$

Se toma una longitud de 1.3 metros de cada lado de la zapata.

- Chequeo del corte simple

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d \quad (\text{Ec. 67})$$

$$V_u = P_b * \text{Área}$$

Donde:

V_c = resistencia última del concreto

$f'c$ = resistencia del concreto (kg/cm²)

b = área de zapata (cm²)

d = altura efectiva (cm)

V_u = esfuerzo de corte actuante

P_b = carga de diseño (Ton/m²)

$$V_c > V_u$$

Sustituyendo:

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 163 * d/1000$$

$$V_u = 24.62 * \left[1.63 * \left(\frac{1.63 - 0.60}{2} \right) + d/1000 \right]$$

Tabla 2.

d por tanteo

d (cm)	Vc	Vu	Cumple
15	15.96	21.04	NO
18	19.15	21.11	NO
20	21.28	21.16	SI
22	23.41	21.21	SI

Nota. Tabla para determinar el espesor que cumpla con los momentos. Elaboración propia, realizado con Word.

De acuerdo a la tabla anterior se determinó que el valor de d será igual a 20 cm, más recubrimiento de 7.5 cm, espesor = 28 cm.

- Chequeo de corte por punzonamiento

$$V_c = 0.85 * 1.06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d \quad (\text{Ec. 68})$$

$$V_u = P_b(A_{zap} - A_{pz}) \quad (\text{Ec. 69})$$

Donde:

b_o = perímetro de punzonamiento (cm)

A_{zap} = área de zapata (cm²)

A_{pz} = área de punzonamiento (cm²)

Sustituyendo y tomando el dato anterior de la altura efectiva se chequea con el mismo valor de $d = 20$ cm:

$$V_c = 0.85 * 1.06 * \sqrt{210} * 4 * (60 + 20) * 20/1000$$

$$V_c = 83.56$$

$$V_u = 24.62 * (1.63^2 - (0.60 + 20/100)^2)$$

$$V_u = 49.66$$

Cumple la condición de $V_c > V_u$

- Altura de zapata

$$T = d + \frac{\emptyset}{2} + r \quad (\text{Ec. 70})$$

Donde:

T = altura de zapata (cm)

d = altura efectiva (cm)

\emptyset = diámetro de varilla No. 4 (cm)

r = recubrimiento (cm)

Sustituyendo:

$$T = 20 + \frac{1.27}{2} + 7.5 = 28 \text{ cm}$$

- Corrección de d

$$d = T - \frac{\emptyset}{2} - r \quad (\text{Ec. 71})$$

Sustituyendo:

$$d = 28 - \frac{1.27}{2} - 7.5$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

○ Diseño de refuerzo

$$M = Pb * \frac{L^2}{2} \quad (\text{Ec. 72})$$

Donde:

Pb = carga de diseño (Ton)

L = longitud (m)

M = momento (Ton.m)

Sustituyendo:

$$M = 24.13 * \frac{0.5^2}{2} = 3.077 \text{ Ton.m} = 3077 \text{ kg.m}$$

○ Área requerida de acero A_s

$$A_s = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \left(0.85 * \frac{f'c}{F_y} \right) \quad (\text{Ec. 73})$$

Donde:

A_s = área de acero (cm²)

b = área de zapata (cm^2)

d = altura efectiva (cm)

M = momento (kg.m)

$f'c$ = resistencia del concreto (kg/cm^2)

fy = resistencia a la fluencia del acero (kg/cm^2)

Sustituyendo:

$$As = \left[(163 * 20) - \sqrt{(163 * 20)^2 - \frac{3077 * 163}{0.003825 * 210}} \right] * \left(0.85 * \frac{210}{2820} \right)$$

$$As = 6.01 \text{ cm}^2$$

○ Acero mínimo

$$As_{min} = 14.01 * b * \frac{d}{Fy} \quad (\text{Ec. 75})$$

Sustituyendo:

$$As_{min} = 14.01 * 163 * \frac{20.27}{2820}$$

$$As_{min} = 16.42 \text{ cm}^2$$

El área de acero a utilizar sería el acero mínimo debido a que es mayor al que se requiere en la zapata por lo que el armado sería de la siguiente manera para cumplir con lo requerido:

6 varillas # 6 ambos sentidos

$$AS = 6 * 2.84 = 17.04 \text{ cm}^2 > A_{\text{min}} = 16.42 \text{ cm}^2$$

Adicional a eso se contarán con vigas conectoras en las zapatas opuestas para que no haya un corrimiento de las mismas y exista un amarre entre ellas utilizando vigas conectoras. 25 x 25 4 varillas No. 4 y estribos No.3 @15

2.1.10. Diseño de red de distribución por ramales abiertos

Es una red por ramales abiertos, la cual tiene un proceso de diseño de nodo a nodo, calculando primero el día teórico, con el diámetro comercial se verificó la pérdida de carga y de esta manera compararla con la carga disponible, y a la vez calcular la cota piezométrica, el cuadro resumen del diseño hidráulico de la red se puede ver el apéndice 1.

Ejemplo de diseño de la Est 2 a la Est 3

- Población de diseño (método geométrico)

Es la determinación del número de habitantes para los cuales ha de diseñarse.

$$Pf = P_0 * (1 + r)^n \quad (\text{Ec. 73})$$

Donde:

Pf = población futura

P_0 = población actual: 528 habitantes

r = tasa de crecimiento: 3.7 %

n = período de diseño en años: 22 años

$$Pf = 528 * \left(1 + \frac{3.7}{100}\right)^{22}$$

$$Pf = 1174 \text{ Habitantes}$$

- Dotación

Es la cantidad de agua que se dotará a la población.

$$\text{Dot} = 150 \text{ l/hab/día}$$

- Consumo medio diario

Cantidad total de un líquido que llega a un punto, dividido por el número de días en que se han efectuado mediciones de caudal.

$$Qmd \text{ (l/s)} = \frac{\text{dotación(l/hab/d)} * \text{No.habitantes Futuro}}{86,400} \text{ (Ec. 74)}$$

$$Qmd \text{ (l/s)} = \frac{150 * 1174}{86,400}$$

$$Qmd \text{ (l/s)} = 2.04 \text{ l/s}$$

- Caudal de hora máxima

Se define como la cantidad de agua que fluye por unidad de tiempo.

$$FHM = 2$$

$$QHM (l/s) = Consumo Medio Diario(l/s) * Factor de Hora Máximo (Ec. 75)$$

$$QHM (l/s) = 2.04 * 2$$

$$QHM (l/s) = 4.08 l/s$$

- Longitud del tramo

$$L = 64.24 \text{ metros}$$

- Carga disponible

Es la diferencia de niveles entre las superficies del agua en la obra y el tanque.

$$Hf(m) = CP1 - CT2 \quad (Ec. 76)$$

Donde:

$Hf(m)$ = pérdida disponible (m)

$CP2$ = cota piezométrica (m) 2046.4 m

$CT3$ = cota de terreno (m) 2022.25 m

Sustituyendo:

$$Hf(m) = 2046.4 - 2022.25$$

$$Hf(m) = 24.18 \text{ m}$$

- Diámetro teórico

Es el diámetro que se utiliza para realizar cálculos y luego al comprar se utiliza el diámetro comercial.

$$D = \left(\frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * H_f} \right)^{\frac{1}{4.87}} \quad (\text{Ec. 77})$$

Donde:

Q = caudal (l/s)

L = longitud de la tubería (m) 67.45 m

C = coeficiente de fricción de Hazen Williams para tubería PVC
150

D = diámetro de la tubería (pulg)

H_f = carga disponible (m) 24.18 m

Sustituyendo:

$$D = \left(\frac{1743.811 * 64.24 * 1.53^{1.85}}{150^{1.85} * 24.18} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 0.99''$$

Se utiliza un diámetro comercial superior que cumpla con las presiones requeridas, en este caso se usará una tubería de 1 ¼ "con un diámetro interno de 1.532".

- Pérdida de presión real

Es el resultado de las fuerzas de fricción ejercidas sobre un fluido dentro de un sistema de tuberías, resistiendo su flujo.

$$H_f(m) = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} \quad (\text{Ec. 78})$$

Donde:

Q = caudal (l/s): 1.53 l/s

L = longitud de la tubería (m): 64.24 m

C = coeficiente de fricción de Hazen Williams para tubería PVC:
150

D = diámetro de la tubería (pulg): 1.532 pulg

H_f = pérdida de carga (m)

Sustituyendo:

$$H_f(m) = \frac{1743.811 * 64.24 * 1.53^{1.85}}{150^{1.85} * 1.532^{4.87}}$$

$$H_f(m) = 2.90 \text{ m}$$

Se compara la carga disponible contra la pérdida real, teniendo en cuenta los 2 resultados de las pérdidas, se puede determinar que sí cumple porque la pérdida real es menor a la disponible.

- Cota piezométrica

Es la elevación de la línea de energía en determinado punto.

$$C_p = \text{Cota de Salida} - H_f(m) \quad (\text{Ec.79})$$

Donde:

$$C_p = \text{Cota piezométrica (m)}$$

$$H_f = \text{Pérdida de presión (m): 2.90 m}$$

Sustituyendo:

$$C_p = 2035.82 - 2.90$$

$$C_p = 2032.92 \text{ m}$$

- Velocidad

Es una magnitud física que expresa la relación entre el espacio recorrido por el agua y el tiempo empleado para ello.

$$V(m/s) = 1.974 * \frac{Q}{D^2} \quad (\text{Ec.80})$$

Donde:

$$V = \text{velocidad de diseño (m/s)}$$

$$Q = \text{caudal de diseño (l/s): 1.53 l/s}$$

D = diámetro interno (plg): 1.532 plg

Sustituyendo:

$$V(m/s) = 1.974 * \frac{1.53}{1.532^2}$$

$$V(m/s) = 1.29 \text{ m/s}$$

Comparando la velocidad del tramo con la velocidad mínima y velocidad máxima, se determina que se encuentra dentro del intervalo por lo que el cálculo es correcto.

- Cantidad de tubos

$$No. \text{ de tubos} = \frac{Distancias}{6} \quad (\text{Ec. 81})$$

$$No. \text{ de tubos} = \frac{64.24}{6}$$

$$No. \text{ de tubos} = 10.70 \text{ tubos} \cong 11 \text{ tubos}$$

- **Presión estática**

$$Ps (m) = Cota \text{ de Salida} - Cota \text{ de llegada} \quad (\text{Ec.82})$$

$$Ps (m) = 2060 - 2022.25$$

$$Ps (m) = 37.75 \text{ m}$$

Comparando la presión estática del tramo con la presión estática mínima y presión estática máxima, se determina que se encuentra dentro del intervalo por lo que el cálculo es correcto.

- Presión dinámica

$$Pd(mca) = Cota\ de\ Piezometrica\ 3 - Cota\ de\ terreno\ 3 \quad (Ec.\ 83)$$

$$Pd(mca) = 2032.92 - 2022.25$$

$$Pd(mca) = 10.67\ mca$$

Comparando la presión dinámica del tramo con la presión dinámica mínima y presión dinámica máxima, se determina que se encuentra dentro del intervalo por lo que el cálculo es correcto.

2.1.11. Obras hidráulicas

Las obras hidráulicas que se encuentran dentro del proyecto son las llaves de control (válvula de compuerta y válvula de cheque), las cuales, como su nombre lo indica, ayuda a controlar el servicio en cada tramo que llegue a necesitarlo.

2.1.12. Propuesta de tarifa

Esta propuesta de cobro de tarifa está basada en mantenimiento de la red, en el gasto que genera la bomba, operaciones, el pago que se le hará al fontanero cuando tenga que intervenir el servicio de agua y el gasto para el tratamiento de purificación que se le tiene que proveer al agua.

- Costo de operación (O): representa el pago mensual al fontanero por revisión de la tubería de impulsión, distribución, conexiones domiciliarias, equipo de bombeo y los sistemas de desinfección.

$$O = Q.3166.38 /més$$

- Costo de mantenimiento (M): es el costo que se prevé para la reparación o sustitución de tuberías o accesorios que se hayan dañado. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto presupuestado para el período de diseño.

$$M = \frac{0.004 * C_{proyecto}}{n} \quad (Ec. 84)$$

Donde:

M = costo de mantenimiento del sistema (Q/mes)

$C_{proyecto}$ = costo total del proyecto (Q.) Q.1,484,675.50

n = período de diseño del proyecto (años) 22

$$\text{Sustituyendo: } M = \frac{0.004 * 1484657.50}{22}$$

$$M = Q 22.49/mes$$

- Costo de tratamiento (T): se trata del costo que se pagará mensualmente por el pago de las pastillas de hipoclorador.

$$T = Cp * N \quad (Ec. 85)$$

Donde:

T = costo de tratamiento (Q/mes)

Cp = costo de las pastillas de hipoclorito de calcio (Q.) Q 38.80

N = número de tabletas a utilizar por mes. 43 pastillas

Sustituyendo: $T = Q 38.80 * 43 \text{ pastillas/més}$

$$T = Q 1668.4/\text{més}$$

- Costos de administración (A): representa el dinero que servirá para absorber los gastos de papelería, sellos, viáticos, entre otros. Para este caso se estimará en un 5 % de la suma de los costos:

$$A = 0,5 * (O + M + T) \quad (\text{Ec. 86})$$

Donde:

O = costo de operación Q. 3,166.38

M = costo de mantenimiento Q. 22.49

T = costo de tratamiento Q. 1,668.40

Sustituyendo:

$$A = 0.05 * (3166.38 + 22.49 + 1668.40)$$

$$A = Q 217.86/\text{més}$$

- Costo de reserva (R): se trata del dinero que servirá para cubrir cualquier eventualidad que no se haya contemplado en los incisos anteriores, por ejemplo, desastres naturales que destruyan o alteren parte del sistema. Se calculará igual que los costos de administración, siendo un 10 % de la suma de los costos de operación:

$$R = 0,10 * (O + M + T) \quad (\text{Ec. 87})$$

Sustituyendo:

$$R = 0.05 * (3166.38 + 22.49 + 1668.40)$$

$$R = Q.435.73/\text{més}$$

- Costo de electricidad (E): el costo de este se calculó a través de las características de la bomba. El motor a utilizar es sumergible de 30HP, lo que equivale a 20,879.60 watts

- Consumo diario de energía

$$\text{Energía} = 20879.6 \text{ Watts} * (12 \text{ horas}) = 250555.2 \text{ Watts}$$

- Costo del consumo diario

$$\text{Costo diario} = 250.56 \text{ KWatts} * (Q.0.88 \text{ KW}) = Q.220.49$$

- Costo del consumo mensual

$$E = 30 \text{ días} * (Q.220.49) = Q.6,614.78/\text{més}$$

- Cálculo de la tarifa propuesta (TAR)

$$P = \frac{O + M + T + A + R + E}{\# \text{ viviendas}} \quad (\text{Ec. 88})$$

Sustituyendo:

$$P = \frac{3166.38 + 22.49 + 1668.40 + 217.86 + 435.73 + 6614.78}{196}$$

$$P = Q.61.87 / \text{mes}$$

Tiene un costo total por mes de Q. 61.87 por viviendas a futuro.

2.1.13. Elaboración de planos

Los planos que fueron realizados en el proyecto fueron planta general de red, planta perfil, tanque elevado y plano de detalles de obras hidráulicas ver apéndice 7.

2.1.14. Integración del presupuesto

El presupuesto se elaboró en base a las cantidades de materiales que se calcularon por cada renglón, los precios de estos se cotizaron en los distintos distribuidores del área de Santa Cruz del Quiché, la mano de obra se determinó con base al rendimiento y el tiempo del proyecto, y en los costos indirectos se aplicó el 20 % sobre los costos directos. A continuación, se puede ver el resumen del presupuesto ver apéndice 4.

Figura 7.

Integración de costos

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto		ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ			
Ubicacion		ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA			
RESUMEN DE RENGLONES					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1 AGUA POTABLE					
1.01 BODEGA	1.00	UNIDAD	Q	18,726.60	Q 18,726.60
1.02 REPLANTEO TOPOGRAFICO	1.00	UNIDAD	Q	19,428.00	Q 19,428.00
1.03 EXCAVACION DE ZANJA	1800.00	M3	Q	58.81	Q 105,852.00
1.04 ACARREO DE MATERIAL DE DESPERDICIO	1500.00	M3	Q	44.16	Q 66,240.00
1.05 RELLENO DE ZANJA	1500.00	M3	Q	57.52	Q 86,280.00
1.06 REPOSICION DE CONCRETO ASFALTICO	2.00	M3	Q	3,577.20	Q 7,154.40
1.07 REPOSICIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO	130.00	M3	Q	2,317.86	Q 301,321.80
LÍNEA DE CONDUCCIÓN					
1.08 TUBERÍA HG DE 6"	235.00	M	Q	37.41	Q 8,791.35
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN					
1.09 TUBERÍA PVC 2"	684.00	M	Q	46.66	Q 31,915.44
1.10 TUBERÍA PVC 1"	240.00	M	Q	31.32	Q 7,516.80
1.11 TUBERÍA PVC 1 1/4"	700.00	M	Q	37.41	Q 26,187.00
1.12 CONEXIÓN DOMICILIAR	88.00	UNIDAD	Q	2,119.05	Q 186,476.40
1.13 TANQUE METALICO ELEVADO DE 71 M3	1.00	UNIDAD	Q	511,029.81	Q 511,029.81
1.14 HIPOCLORADOR	43.00	PASTILLAS	Q	38.80	Q 1,668.40
1.15 BOMBA DE 30 HP	1.00	GLOBAL	Q	106,087.50	Q 106,087.50
TOTAL EN NUMEROS					Q 1,484,675.50
PRECIO TOTAL EN LETRAS		Un millón cuatrocientos ochenta y cuatro mil seiscientos setenta y cinco quetzales con cincuenta centavos.			

Nota. Detalle del presupuesto para la realización del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.15. Cronograma de ejecución

Para el cronograma de ejecución se cuenta con un diagrama de Gantt que representa en la forma que se trabaja cada renglón de trabajo a través del tiempo.

Figura 8.

Cronograma de trabajo

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICO Y FINANCIERO											
Proyecto: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSION Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHE, QUICHE											
Ubicación: ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA											
DESCRIPCION	CRONOGRAMA FÍSICO FINANCIERO						MES 6	TOTAL			
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6					
1.00	AGUA POTABLE										
1.01	Q 18,726.60						Q 18,726.60				
1.02	Q 19,428.00						Q 19,428.00				
1.03	Q 52,226.00	Q 52,226.00					Q 104,452.00				
1.04	Q 33,120.00	Q 33,120.00					Q 66,240.00				
1.05				Q 7,154.40			Q 7,154.40				
1.06				Q 150,660.90			Q 150,660.90				
1.07							Q 301,321.80				
1.08				Q 8,791.35			Q 8,791.35				
1.09				Q 31,915.44			Q 31,915.44				
1.10				Q 7,516.80			Q 7,516.80				
1.11					Q 26,187.00		Q 26,187.00				
1.12			Q 100,000.00	Q 86,476.40			Q 186,476.40				
1.13					Q 300,000.00		Q 300,000.00				
1.14						Q 211,029.81	Q 211,029.81				
1.15						Q 2,975.00	Q 2,975.00				
						Q 106,087.50	Q 106,087.50				
							Q 1,485,962.00				
							Q 320,092.31				
							Q 563,127.90				
							Q 292,515.29				
							Q 100,000.00				
							Q 86,046.00				
							Q 124,200.60				
							Q 124,200.60				

Nota. Detalle del cronograma de trabajo para la realización del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.16. Evaluación de impacto ambiental inicial

En la evaluación del impacto ambiental se tiene el acuerdo gubernamental 137-2016 reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental y su reforma.

Figura 9.

Evaluación de impacto ambiental

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: yunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar): ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. PROYECTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LA ALDEA PRADOS DE SANTAROSA</p>	
I.2. Información legal:	
<p>A) Persona Individual: A.1. Representante Legal:</p> <p>A.2. No. de CUI del Documento Personal de Identificación (DPI):</p>	
<p>B) De la empresa: Razón social: _____ Nombre Comercial: _____ No. De Escritura Constitutiva: _____ Fecha de constitución: _____ Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____ Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p>	
<p>C) De la Propiedad: No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____ _____ dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p>	
<p>D) De la Empresa y/o persona individual: Número de Identificación Tributaria (NIT): _____</p>	

Continuación de la figura 9.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN						
<p>I.3 Teléfono _____ Correo electrónico: _____</p> <p>I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (Identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)</p> <p>Departamento de Quiché</p> <p>Especificar Coordenadas Geográficas</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Coordenadas Geográficas</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">15°02'03.3"N 91°07'27.6"W</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table>		<i>Coordenadas Geográficas</i>	15°02'03.3"N 91°07'27.6"W				
<i>Coordenadas Geográficas</i>							
15°02'03.3"N 91°07'27.6"W							
<p>I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (Identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)</p>							
<p>I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo</p>							
<p>II. INFORMACION GENERAL</p> <p>Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">II.1 Etapa de Construcción</th> <th style="text-align: center;">Operación</th> <th style="text-align: center;">Abandono</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar • Insumos necesarios • Maquinaria • Otros de relevancia </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos • Materia prima e insumos • Maquinaria • Productos y subproductos (bienes y servicios) • Horario de Trabajo • Otros de relevancia </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre </td> </tr> </tbody> </table>		II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar • Insumos necesarios • Maquinaria • Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos • Materia prima e insumos • Maquinaria • Productos y subproductos (bienes y servicios) • Horario de Trabajo • Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono					
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar • Insumos necesarios • Maquinaria • Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos • Materia prima e insumos • Maquinaria • Productos y subproductos (bienes y servicios) • Horario de Trabajo • Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre 					
<p>II.3 Área</p> <p>a) Área total de terreno en metros cuadrados: _____</p> <p>b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: _____</p> <p>Área total de construcción en metros cuadrados: _____</p>							

Continuación de la figura 9.

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</p> <p>NORTE _____ SUR _____ ESTE _____ OESTE _____</p> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p>		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
<p>II.5 Dirección del viento:</p>		
<p>II.6 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos () d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) incendio () e) Otro ()</p> <p>Detalle la información _____ _____ _____ _____</p>		
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna () Nocturna () Mixta () Horas Extras _____</p> <p>b) Número de empleados por jornada _____ Total empleados _____</p>		
<p>II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</p>		

Continuación de la figura 9.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
----------------------	----------------------------------

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público						
	Pozo						
	Agua especial						
	Superficial						
Combustible	Otro						
	Gasolina						
	Diesel						
	Bunker						
	Glp						
	Otro						
Lubricantes	Solubles						
	No solubles						
Refrigerantes							
Otros							

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia

III. IMPACTO AL AIRE

Polvos y vapores correspondientes a materiales de construcción y maquinaria pesada.

MITIGACION III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Solo un operador, alejando a los demás además se utiliza equipo de protección para todos los trabajadores.

Continuación de la figura 9.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? Si</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) Maquinaria para construcción</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p>Se utiliza equipo de protección completo para los trabajadores, se trabaja en horarios donde no les sea molesto para el vecindario aunque estos se encuentran bastante lejos de la construcción.</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p> <p>Olor a diésel debido a la maquinaria, aguas residuales debido a baños portátiles para trabajadores.</p> <p>III.7 Explicar, ¿qué se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? Limpieza</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, ¿qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) c) <u>Mezcla</u> de las anteriores d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado _____</p> <p>IV.2 _____ Indicar _____ el _____ número _____ de _____ servicio sanitarios _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

Continuación de la figura 9.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN								
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES									
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) Sistema de tratamiento _____</p> <p>b) Capacidad _____</p> <p>c) Operación y mantenimiento _____</p> <p>d) Caudal a tratar _____</p> <p>e) Etc. _____</p>									
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES									
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior</p>									
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)									
<p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)</p>									
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)									
<p>Excavaciones y perforaciones</p> <p>Nivelación del suelo</p>									
DESECHOS SÓLIDOS									
VOLUMEN DE DESECHOS									
<p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50px;">a)</td> <td>Similar al de una residencia 11 libras/día _____</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>Generación entre 11 a 222 libras/día _____</td> </tr> <tr> <td>c)</td> <td>Generación entre 222 libras y 1000 libras/día _____</td> </tr> <tr> <td>d)</td> <td>Generación mayor a 1000 libras por día _____</td> </tr> </tbody> </table>		a)	Similar al de una residencia 11 libras/día _____	b)	Generación entre 11 a 222 libras/día _____	c)	Generación entre 222 libras y 1000 libras/día _____	d)	Generación mayor a 1000 libras por día _____
a)	Similar al de una residencia 11 libras/día _____								
b)	Generación entre 11 a 222 libras/día _____								
c)	Generación entre 222 libras y 1000 libras/día _____								
d)	Generación mayor a 1000 libras por día _____								
<p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</p>									
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, ¿se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</p>									
<p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado.</p>									
<p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado Camiones o maquinaria de construcción.</p>									
<p>V.6 ¿Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</p>									
<p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p>									

Continuación de la figura 9.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____	
VI.2 Forma de suministro de energía a) Sistema público _____ b) Sistema privado _____ c) Generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa, ¿se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO _____	
VI.4 ¿Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen: - Bosques _____ - Animales _____ - Otros _____	
Especificar información _____	
VII.2 ¿La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?	
VII.3 ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO () ¿Por qué?	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes: a) Número de vehículos _____ b) Tipo de vehículo _____ c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa _____ d) Horario de circulación vehicular _____ e) Vías alternas _____	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJISTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál?	

Continuación de la figura 9.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN								
<p>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</p> <p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico_____</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico_____</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico_____</p> <p>Ampiar información de la respuesta seleccionada</p>									
<p>ASPECTOS SOCIAL</p> <p>IX.3 ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO ()</p> <p>IX.4 ¿Qué tipo de molestias?</p> <p>IX.5 ¿Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?</p>									
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 ¿Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué:</p>									
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p> <p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 5%;"></td> <td>La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</td> </tr> <tr> <td></td> <td>La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</td> </tr> <tr> <td></td> <td>La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</td> </tr> </table> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: No se cuenta con comunidades cercanas que se vean afectadas directamente.</p>			La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio		La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores		La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores		
	La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio								
	La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores								
	La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores								
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 5%;"></td> <td>Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</td> </tr> <tr> <td></td> <td>La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</td> </tr> <tr> <td></td> <td>La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</td> </tr> <tr> <td></td> <td>No existen riesgos para los trabajadores</td> </tr> </table> <p>Ampiar información:</p>			Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores		La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores		La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores		No existen riesgos para los trabajadores
	Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores								
	La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores								
	La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores								
	No existen riesgos para los trabajadores								
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 ¿Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI () NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Casco, protector de oídos, guantes, chaleco reflector, botas punta de acero.</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Los trabajadores poseen seguro de vida</p>									

Nota. Formulario de impacto ambiental. Obtenido del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (s.f.). *Evaluación ambiental* (<https://asisehace.gt/media/evaluacion%20ambiental%20inicial.doc>), consultado el 30 de julio del 2023. De dominio público.

2.2. Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para la aldea de San Sebastián Lemoa, Santa Cruz del Quiché, Quiché

Se realizará el diseño de este proyecto porque es la necesidad básica que se pudo detectar dentro de la aldea y porque es el requerimiento principal de la población.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto de alcantarillado sanitario para la aldea de San Sebastián Lemoa, municipio de Santa Cruz del Quiché, tiene como finalidad dar solución a un problema que sufre la comunidad por el cual buscó apoyo por medio de la municipalidad para que le dieran seguimiento al problema y poder realizar el proyecto.

El proyecto consiste en hacer un diseño de alcantarillado sanitario de acuerdo a las normas de UNEPAR e INFOM para un período de diseño de 31 años los cuales están comprendidos entre gestiones y ejecución, este sistema contribuirá a mejorar la calidad de vida de 64 viviendas actuales con una densidad poblacional de 5 habitantes por vivienda y una tasa de crecimiento de 3.4 % proporcionado por el último censo realizado en la aldea.

El sistema de alcantarillado sanitario está conformado de la siguiente manera, cuenta con una longitud de diseño de 663.09 metros lineales, con una pendiente máxima de 6.36 %, con 13 pozos de visitas, una batería de fosas sépticas como tratamiento de las aguas residuales, 151 acometidas domiciliarias y la tubería que se utilizara en el diseño serán de PVC bajo las especificaciones de la ASTM F 949 de diámetro comercial de 6”.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Este levantamiento sirvió para definir las medidas y áreas donde se realizará el proyecto y de esta forma poder realizar un cálculo más acertado de las cantidades de trabajo a utilizar.

Se utilizó el siguiente equipo de medición:

- Estación total
- Cinta métrica
- Plomada

2.2.3. Altimetría

Se tomó la información de las diferentes alturas del terreno, recabando la información de los lugares más representativos y que ayudarán a realizar los planos topográficos y planta perfil.

2.2.4. Planimetría

El levantamiento topográfico se utilizó para recabar la información de campo y a través de esto poder realizar los dibujos concernientes de la planta de la red de alcantarillado.

2.2.5. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario

Para el diseño de alcantarillado sanitario necesitamos todos los componentes para realizarlo con ello tener un mejor resultado y satisfacción para la comunidad.

2.2.5.1. Descripción del sistema a utilizar

Una red de alcantarillado sanitario es una manera de manipular, conducir y desechar toda clase de aguas servidas y transportarlas a una planta de tratamiento, donde serán depurados todos los sólidos que estas lleven, para no provocar un daño significativo al cuerpo receptor, teniendo como destino final un acuífero que permita conducir por tramos largos el caudal, el cual, en el trayecto, será regenerado.

Existen 3 tipos de sistema de alcantarillado, cuya elección dependerá de factores que limiten su realización, como económicos, físicos y funcionales, siendo estos:

- Alcantarillado sanitario
- Alcantarillado pluvial
- Alcantarillado combinado

Para la aldea San Sebastián Lemoa se priorizó la necesidad de realizar un alcantarillado sanitario.

2.2.5.2. Período de diseño

Cuando se realiza un proyecto de alcantarillado sanitario se debe de tomar en cuenta el período de diseño del mismo, el cual es muy importante determinarlo para que el proyecto se pueda ejecutar de una manera efectiva y que tenga un tiempo de vida que le sirva a la población durante esos años, estos años pueden estar comprendidos entre 20 a 40 años, a partir de la fecha que se realice el diseño tomando en cuenta las limitantes económicas y vida útil de los materiales

que se utilizarán, los cuales los podemos determinar a través de las normas de UNEPAR e INFOM.

Para el período de diseño de este proyecto se toman en cuenta los trabajos de mantenimiento y de durabilidad de los componentes por los que está integrado el sistema alcantarillado sanitario se toma un período de diseño de 31 años, teniendo en cuenta que la gestión administrativa del proyecto puede tener una duración de un año.

2.2.5.3. Población de diseño

La población actual se determinó a través de las 64 viviendas que se encuentran en el sector beneficiado del sistema, considerando una densidad poblacional de 5 habitantes/vivienda, teniendo un total de población actual de 320 habitantes.

El diseño de una red de alcantarillado sanitario se debe adecuar a un funcionamiento eficaz durante un período de diseño, realizando una proyección de la población futura que determina el aporte de caudales al sistema al final del período de diseño. Para encontrar la proyección de población futura existen 3 métodos diferentes: a) Método de incremento aritmético, b) Método de incremento gráfico, c) Método de incremento geométrico; siendo este último el más aplicado por ser práctico y eficaz, definiéndose por la siguiente ecuación:

$$Pf = Po * (1 + r)^n \quad (\text{Ec. 89})$$

Donde:

Pf = población futura

P_o = población actual: 320 habitantes

r = tasa de crecimiento (%): 100 %

n = período de diseño en años: 31 años

$$P_f = 320 * \left(1 + \frac{3.4}{100}\right)^{31}$$

$$P_f = 903 \text{ Habitantes}$$

Con esta cantidad de habitantes a futuro en 31 años es que se diseña el sistema de alcantarillado sanitario para que tenga un tiempo de vida adecuado y que cumpla con la demanda de los habitantes cuando se llegue a la cantidad máxima de ellos.

2.2.5.4. Dotación de agua potable

La dotación es la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante para que pueda usar en el día a día esto incluye el consumo de los servicios que pueda realizar un usuario o bien un habitante, para asignar un valor de dotación se debe de tomar en cuenta el clima, calidad de agua consumida, servicios domésticos y públicos. Este dato está expresado en litros de agua por habitante por día (l/hab/día). La Oficina de agua y saneamiento municipal de la municipalidad de Santa Cruz del Quiché tiene una dotación de 495 litros/vivienda/día.

De acuerdo a la información proporcionada por la municipalidad la dotación por habitante es de 99 l/hab/día.

2.2.5.5. Factor de retorno

El factor de retorno varía de 0.70 a 0.90 puede asumir un valor aproximado, tomando como referencia el tipo de clima, el tipo de comunidad, densidad de vivienda, nivel económico, entre otros.

Es el porcentaje de agua, que después de ser usada, vuelve al drenaje; en este caso se considera un 80 por ciento de factor de retorno.

2.2.5.6. 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. Se calcula por medio de la fórmula de Harmon:

$$Ff = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{Población}{1000}}} \quad (\text{Ec. 90})$$

$$Ff = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{903}{1000}}}$$

$$Ff = 3.83$$

2.2.6. Caudal sanitario

El caudal sanitario es igual a la suma del caudal domiciliar, el caudal de infiltración, el caudal de conexiones ilícitas, el caudal industrial y el caudal comercial.

2.2.6.1. Caudal domiciliar

El caudal domiciliar es la cantidad de agua que demandaría el conjunto de artefactos en una vivienda que está relacionada con el suministro de agua potable y la cual es desechada y conducida a la red de alcantarillado.

El valor del caudal está afectado directamente por el factor de retorno, número de habitantes y la dotación que se tenga, por lo que se comprende de la siguiente manera:

$$q \text{ dom } (l/s) = \frac{\text{dotación}(l/hab/d) * \text{No.habitantes} * \text{Factor de retorno } (FR)}{86,400} \quad (\text{Ec. 91})$$

$$q \text{ dom } (l/s) = \frac{99 * 903 * 0.80}{86,400}$$

$$q \text{ dom } (l/s) = 0.828 \text{ l/s}$$

2.2.6.2. Caudal de infiltración

Es el caudal que depende del nivel freático que haya en el lugar, según INFOM se calcula de la siguiente manera:

$$q \text{ inf } (l/s) = 0.01 * \text{diámetro (") } + \text{longitud de la tubería (km) } + \text{domiciliares (km)} \quad (\text{Ec. 92})$$

$$q \text{ inf } (l/s) = 0.01 * 6 + 0.699 + 0.384$$

$$q \text{ inf } (l/s) = 0.065 \text{ l/s}$$

2.2.6.3. Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario, según el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), este valor se puede tomar como un 10 % del caudal domiciliar, sin embargo, en áreas en donde no hay alcantarillado pluvial, podrá usarse un valor más alto.

Como el cómputo de caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias; y al no existir un sistema de alcantarillado pluvial en este proyecto se utilizará un 40 por ciento del caudal doméstico:

$$q_{ili} (l/s) = 40 \% * q_{dom} (l/s) \quad (\text{Ec. 93})$$

$$q_{ili} (l/s) = 0.40 * 0.828$$

$$q_{ili} (l/s) = 0.331 l/s$$

2.2.6.4. Caudal comercial e industrial

Es el agua que se desecha de los comercios, restaurantes, hoteles e industria.

En este caso en la aldea San Sebastián Lemoa no existe ningún tipo de comercio ni de industria que contribuya al caudal, por lo tanto, su valor es de 0.

2.2.6.5. Factor de caudal medio

El factor de caudal medio no es más que un factor unitario y sirve para abreviar el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario rurales y es igual a la suma de los caudales domésticos, ilícitos, de infiltración, comercial e industrial dividido por la cantidad de habitantes futuros.

$$qm (l/s) = q \text{ dom } (l/s) + q \text{ com } (l/s) + q \text{ ind } (l/s) + q \text{ inf } (l/s) + q \text{ ili } (l/s) \quad (\text{Ec. 94})$$

$$qm (l/s) = 0.828 (l/s) + 0 (l/s) + 0 (l/s) + 0.065(l/s) + 0.331 (l/s)$$

$$qm (l/s) = 1.22 (l/s)$$

Luego se obtiene de la división del caudal medio entre el número de habitantes futuros:

$$Fq \text{ medio} = \frac{qm(l/s)}{\text{No.habitantes futuros}} \quad (\text{Ec. 95})$$

$$Fq \text{ medio} = \frac{1.22}{903}$$

$$Fq \text{ medio} = 0.0014$$

Tabla 3.

Rango de valores del factor del caudal de diseño

Institución	Fqm
INFOM	0.002 a 0.005
Municipalidad de Guatemala	0.0030

Nota. Tabla de factores de caudal medio, Elaboración propia, realizado con tablas de Word.

Si el cálculo del factor de caudal medio está entre los dos límites establecidos en el INFOM, se utiliza el valor calculado, de lo contrario, si el valor obtenido es inferior o sobrepasa el límite establecido, se tiene que utilizar el valor del rango según sea el caso.

Para este proyecto el cálculo da 0.0014 como es más pequeño del límite inferior, se utilizará el valor de 0.002.

2.2.6.6. Caudal de diseño

Para realizar el cálculo del caudal de diseño se deba a través de la estimación de la cantidad de agua residual que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde ésta fluya, se tendrán que integrar los valores que se describen en la fórmula siguiente:

$$Q_{\text{diseño}} (l/s) = \text{No. habitantes} * F_{\text{qm}} * \text{Factor de flujo} \quad (\text{Ec. 96})$$

$$Q_{\text{diseño}} (l/s) = 903 * 0.002 * 3.83$$

$$Q_{\text{diseño}} (l/s) = 6.92 (l/s)$$

2.2.7. Selección de tipo de tubería

Para seleccionar las tuberías a utilizar en el sistema de tiene que considerar el material de la alcantarilla, el caudal de diseño, las variables hidráulicas como la velocidad mínima y máxima, pendiente y la profundidad de la zanja, por lo que ayudará a tener una mejor conducción de las aguas residuales dentro del sistema.

Figura 10.

Parámetros para seleccionar tubería

Diámetros mínimos

- **Para alcantarillado sanitario (Generalmente e INFOM)**

Colector principal	→ PVC = ø 6" y Concreto = ø 8"
Conexiones domiciliars	→ PVC = ø 4" y Concreto = ø 6"
Candela domiciliar	→ PVC o Concreto = ø 12"

- **Para alcantarillado pluvial y combinado**

Colector principal	→ ø 10" independientemente del material
Conexiones domiciliars	→ PVC = ø 4" y Concreto = ø 6"
Candela domiciliar	→ PVC o Concreto = ø 12"

Diámetros máximos para alcantarillado sanitario, pluvial o combinado

Va a depender de condiciones como disponibilidad de diámetros en el mercado, caudal, pendiente de tubería, resistencia, etc.

Nota. Tabla para la determinación de tuberías. Obtenido de Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rural (2018). *Manual de Normas y Procedimientos* (<https://www.infom.gob.gt/index.php/descargas-infom/1-ley-de-acceso-a-la-informacion-publica/7-6-manual-de-procedimientos-administrativos-y-operativos?download=1382:manual-de-normas-y-procedimientos-de-la-unidad-ejecutora-de-acueductos-rurales-unepar-marzo-2021&start=20>), consultado el 12 de julio de 2023. De dominio público.

Para el diseño se utilizarán tuberías de PVC bajo las especificaciones de la ASTM F 949 de diámetro comercial de 6".

2.2.8. Diseño de secciones y pendientes

Las pendientes de las tuberías deberán seguir hasta donde sea posible el perfil del terreno, con el objetivo de tener excavaciones mínimas, pero tomando en cuenta las restricciones de velocidad.

- Pendiente mínima: será aquella que garantice la velocidad mínima
- Pendiente máxima: será aquella que garantice la velocidad máxima

2.2.8.1. Velocidad máxima y mínima de diseño

El parámetro de velocidades permisibles se basó en el reglamento de diseño de alcantarillado de INFOM teniendo que cuando el sistema de alcantarillado la velocidad a sección llena no podrá ser menor de 0.60 m/s ni mayor de 3 m/s.

Los fabricantes de tubería recomiendan como mínimo 0.40 m/s y como máximo 5 m/s.

2.2.8.2. Cotas *invert*

Las cotas *invert* son los puntos de entrada y de salida de la tubería que ingresa a los pozos de visita, estas cotas dependen de la pendiente que se le dé a la tubería de PVC que conducirá las aguas residuales, estas son importantes para la excavación de las zanjas donde se colocara la tubería.

Para el proyecto se tiene que el diámetro de entrada es igual al diámetro de salida en todos los pozos de visita por lo que la cota *invert* de salida debe estar por lo menos 3 centímetros, por debajo de la cota *invert* de entrada.

$$CI = CTi - (Hmin + Et + \emptyset tubo)$$

$$CTf = CTi - (DH * S \% terreno)$$

$$S \% terreno = \frac{CTi - CTf}{DH} * 100$$

$$CIE2 = CI - (DH * S \% tubo)$$

$$CIS2 = CIE1 - 0,03$$

Donde:

CI = cota *invert* inicial (m)

CTi = cota de terreno inicial (m)

CTf = cota de terreno final (m)

Hmin = altura mínima de pozo (m)

Et = espesor de tubería (m)

\emptyset Tubo = diámetro de tubería (plg)

S %terreno = pendiente del terreno (%)

CIE = cota *invert* de entrada (m)

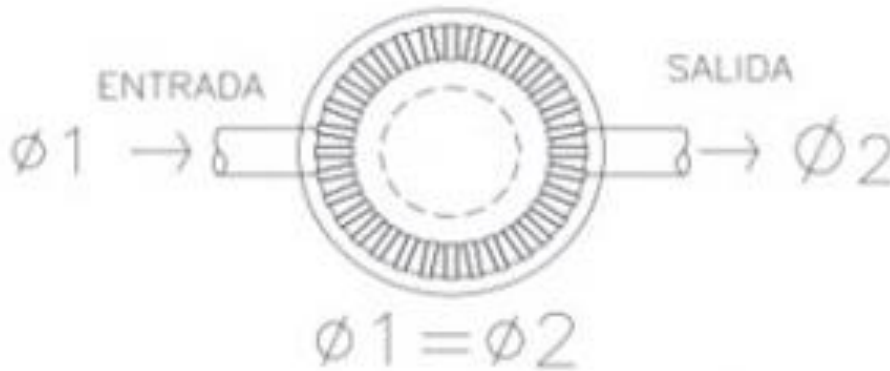
CIS = cota *invert* de salida (m)

S %tubería = pendiente de la tubería (%)

DH = distancia horizontal entre pozos (m)

Figura 11.

Cota invert



Nota. Diagrama de cotas *invert* cuando los diámetros son iguales. Adaptado de R. Cabrera (1989). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2* (<https://es.scribd.com/document/465253412/Tesis-Apuntes-de-Ingenieria-Sanitaria-2>), consultado el 18 de julio de 2023. De dominio público.

2.2.9. Pozos de visita

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

Se colocan cuando se tiene 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.

En este proyecto se diseñaron pozos de visita contruidos con ladrillos tipo tayuyo, piso de concreto, brocal y tapadera de concreto y se tienen altura mínima de 1.22 m y la máxima de 4.18 m.

2.2.9.1. Especificaciones de pozos de visita

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

- Localización
 - En cambios de diámetro de tubería
 - En cambios de pendiente de tubería
 - En cambios de dirección de flujo
 - En cambios de material de tubería
 - En las intersecciones de tuberías
 - En los extremos superiores de los ramales iniciales

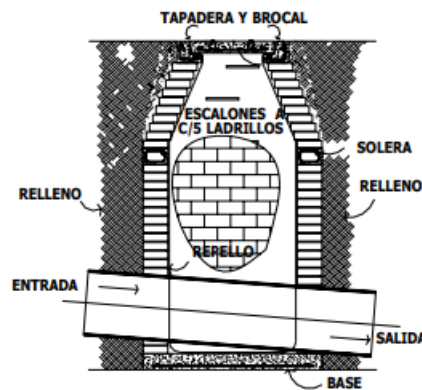
- Separación
 - A distancias no mayores de 100 m
 - A distancias no mayores de 300 m de diámetros superiores a 24"

- Diámetros
 - \emptyset 1.20 m con tubería hasta de \emptyset 24"
 - \emptyset 1.50 m con tubería entre de \emptyset 30" y \emptyset 42"
 - \emptyset 2.00 m con tubería entre de \emptyset 48" y \emptyset 80"

Cuando la diferencia entre cota *invert* de entrada y la cota *invert* de salida sea mayor a 0.70 m, se coloca una bajante para disipar la energía y evitar daños en el pozo de visita.

Figura 12.

Pozo de visita



Nota. Diagrama de pozo de visita. Obtenido de R. Cabrera (1989). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2* (<https://es.scribd.com/document/465253412/Tesis-Apuntes-de-Ingenieria-Sanitaria-2>), consultado el 18 de julio de 2023. De dominio público.

2.2.10. Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias están formadas por un tubo que lleva las aguas servidas, desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de descarga.

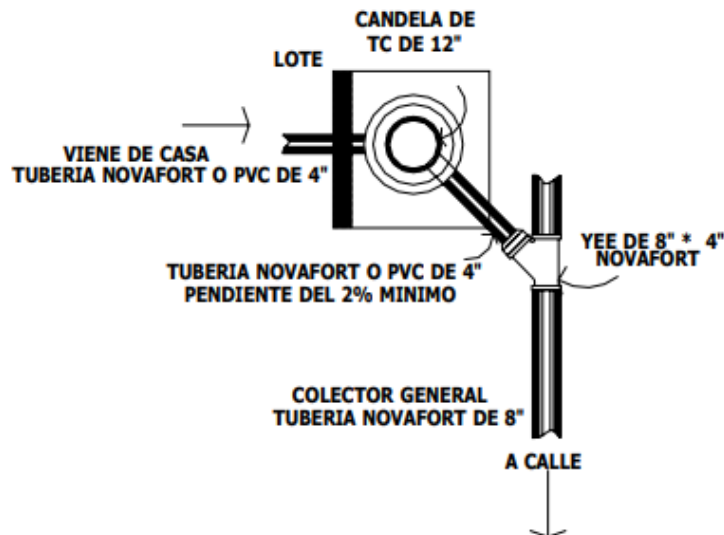
Este elemento del sistema de alcantarillado sanitario consta con una caja o candela, la cual está conformada de una base de concreto, un tubo de concreto de 12" de diámetro y debe tener una tapadera, debe contar también con una tubería secundaria que conecta la caja al colector principal, generalmente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

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

En este proyecto las conexiones domiciliars están compuestas por candela, tubo de concreto de 12", tubería de PVC de 4", silleta tipo Y de 6"x4".

Figura 13.

Conexión domiciliar



Nota. Diagrama de candela. Obtenido de R. Cabrera (1989). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2* (<https://es.scribd.com/document/465253412/Tesis-Apuntes-de-Ingenieria-Sanitaria-2>), consultado el 18 de julio de 2023. De dominio público.

2.2.11. Profundidad de tubería

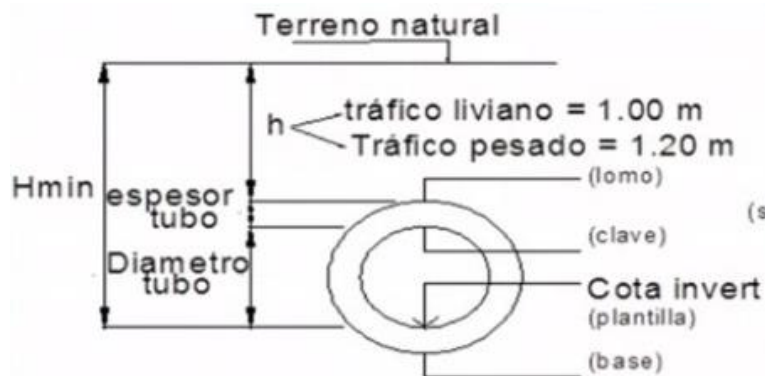
La tubería debe colocarse a una profundidad adecuada, para no verse afectada por la escorrentía y principalmente por las cargas transmitida por el tráfico y así evitar rupturas en la tubería, está también depende del tipo de tráfico

que transite en la aldea, la resistencia estructural de la tubería, la topografía, la selección de ruta, entre otros.

También se debe de tomar en cuenta que existen profundidades mínimas y máximas de las tuberías que se utilizara. Para la profundidad mínima la rigen los siguientes factores: Evitar rupturas por cargas vivas y permitir las conexiones 100 % de las viviendas y para la profundidad máxima básicamente depende del diseño hidráulico, topografía y resistencia estructural de la tubería.

Figura 14.

Diagrama de profundidad de tubería



Nota. Diagrama de profundidad de la tubería. Obtenido de R. Cabrera (1989). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2* (<https://es.scribd.com/document/465253412/Tesis-Apuntes-de-Ingenieria-Sanitaria-2>), consultado el 18 de julio de 2023. De dominio público.

Figura 15.

Profundidad mínima en metros

Ø	6" y 8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
Trafico Normal	1.22	1.28	1.33	1.41	1.50	1.58	1.66	1.84	1.99	2.14	2.25	2.55
Tráfico pesado	1.42	1.48	1.51	1.53	1.70	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34	2.45	2.75

Nota. Tabla de profundidades de tubería según el tráfico. Obtenido de R. Cabrera (1989). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2* (<https://es.scribd.com/document/465253412/Tesis-Apuntes-de-Ingenieria-Sanitaria-2>), consultado el 18 de julio de 2023. De dominio público.

2.2.12. Principios hidráulicos

Los principios hidráulicos nos sirven para determinar los cálculos de velocidad, área y demás componentes de la tubería a sección llena y parcialmente llena para poder tener la relación de las mismas y calcular el caudal el cual va a fluir por las tuberías del diseño.

Estas relaciones hidráulicas las podemos encontrar mediante tabla y ecuaciones que nos permiten tener resultados que nos ayudan a comprender el funcionamiento de la hidráulica.

2.2.12.1. Ecuación de Manning

La ecuación de Manning permite determinar el caudal en ríos no aforados en base a los parámetros hidráulicos radio hidráulico, pendiente hidráulica y área hidráulica; siendo la dificultad la determinación del coeficiente de rugosidad n de Manning, el mismo que expresa la resistencia del cauce al escurrimiento del flujo.

Este coeficiente se determina por el material de la tubería por lo cual se describe la siguiente ecuación:

$$v = \frac{R^{1/2} * \sqrt{S}}{n} \quad (\text{Ec. 97})$$

Donde:

V = velocidad (m/s)

R = radio hidráulico (m)

S = pendiente del canal (%)

n = coeficiente de rugosidad, propiedad del canal

2.2.12.2. Ecuación sección llena

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

$$V = \frac{0.03429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (\text{E. 97})$$

Donde:

V = velocidad de flujo a sección llena (m/s)

D = diámetro interno de la sección circular (plg)

S = pendiente de la tubería (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning (0.010 para PVC)

2.2.12.3. Ecuación a sección parcialmente llena

En general, las alcantarillas se proyectan para funcionar a sección llena solamente en condiciones extremas. Por lo tanto, en la mayoría de los problemas que se presentan al proyectar las alcantarillas es necesario estimar la velocidad y el caudal cuando fluyen parcialmente llenas, esto incide directamente en la variación de la altura del flujo, que a su vez hace variar el área transversal del líquido y la velocidad de este.

En el proceso del diseño se determina a través de cálculo de velocidades, caudales, diámetros de tubería y pendientes para la simplificación de este método se emplean gráficas y monogramas que contienen las relaciones hidráulicas basadas en la ecuación de Manning que muestra el comportamiento hidráulico de las tuberías sección parcialmente llena que son muy comunes en las alcantarillas al tener un gasto no constante.

Figura 16.

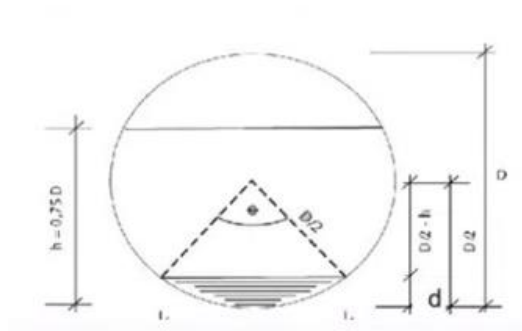
Relación de velocidades

$$v = (\text{valor de } v / V) * (\text{velocidad a sección llena})$$

Nota. Relación de velocidades para determinar la velocidad a sección parcialmente llena. Obtenido de R. Cabrera (1989). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2* (<https://es.scribd.com/document/465253412/Tesis-Apuntes-de-Ingenieria-Sanitaria-2>), consultado el 18 de julio de 2023. De dominio público.

Figura 17.

Sección parcialmente llena



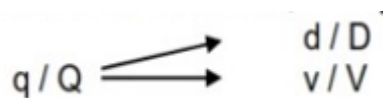
Nota. Diagrama de sección parcialmente llena. Obtenido de R. Cabrera (1989). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2* (<https://es.scribd.com/document/465253412/Tesis-Apuntes-de-Ingenieria-Sanitaria-2>), consultado el 18 de julio de 2023. De dominio público.

2.2.12.4. Relaciones hidráulicas

Para cualquier relación de gasto (q) a gasto total de la alcantarilla (Q), o sea q/Q las curvas de la gráfica dan la relación de velocidad, área y altura de lujo.

Figura 18.

Relación de gasto



Nota. Relación de gasto para determinar si el caudal cumple con lo requerido. Obtenido de R. Cabrera (1989). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2* (<https://es.scribd.com/document/465253412/Tesis-Apuntes-de-Ingenieria-Sanitaria-2>), consultado el 18 de julio de 2023. De dominio público.

Primeramente, hay que determinar la velocidad y el gasto a sección llena, por medio de las fórmulas ya conocidas.

Luego se procede a calcular la relación q/Q esta se puede obtener a través de la gráfica o bien de las tablas, para luego con el factor que se obtenga aplicar la siguiente ecuación:

Figura 19.

Diámetro sección parcialmente llena

$$d = (\text{valor de } d / D) * (\text{diámetro del tubo})$$

Nota. Para determinar el valor del diámetro a sección parcialmente llena. Obtenido de R. Cabrera (1989). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2* (<https://es.scribd.com/document/465253412/Tesis-Apuntes-de-Ingenieria-Sanitaria-2>), consultado el 18 de julio de 2023. De dominio público.

Para obtener la velocidad también se puede hacer a través de la gráfica o bien mediante la tabla.

2.2.13. Ejemplo de diseño de un tramo

A continuación, se tiene el diseño de un tramo final del proyecto de saneamiento para que se tenga la forma que se llegaron a obtener los datos necesarios para realizar dicho diseño.

Tramo de Est- 345 a la Est- 351

- Población de Diseño (método geométrico)

$$Pf = Po * (1 + r)^n \quad (\text{Ec. 98})$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual: 320 habitantes

r = tasa de crecimiento (%): 0.034 %

n = período de diseño en años: 31 años

Sustituyendo:

$$Pf = 320 * \left(1 + \frac{3.4}{100}\right)^{31}$$

$$Pf = 903 \text{ Habitantes}$$

- Dotación

Dotación = 99 l/hab/día

- Factor de Caudal medio

$$\text{Factor de caudal medio} = 0.002$$

- Factor de flujo Harmon

$$\text{Factor de flujo harmon} = 3.83$$

- Caudal de diseño

$$Q_{\text{diseño}} \left(\frac{l}{s} \right) = 7.61 \left(\frac{l}{s} \right)$$

- Diámetro tubería PVC

Figura 20.

Especificaciones de tubería PVC ASTM F 949

Diámetro nominal (mm)	Diámetro nominal (in)	Diámetro externo promedio (mm)	Diámetro interno promedio (mm)	Tw (mm)
100	4	109,22±0,23	100,33±0,28	0,56
150	6	163,06±0,28	150,08±0,38	0,64
200	8	218,44±0,30	200,17±0,46	0,89
250	10	273,96±0,38	250,08±0,23	1,14
300	12	324,99±0,46	297,56±0,71	1,47
375	15	397,71±0,58	364,18±0,89	1,96
450	18	486,46±0,71	445,82±1,07	2,13
600	24	649,73±0,99	596,11±1,45	2,79
750	30	816,61±1,50	748,51±2,06	3,30
900	36	983,99±2,01	901,07±2,67	3,81
1050	42	1163,3±2,36	1054,1±3,23	4,06

Nota. Tabla de tuberías PVC. Obtenido de DURMAN (2022). *Ficha técnica tubos SDR* (<https://durman.com/>), consultado el 12 de julio de 2023. De dominio público.

- Ecuación de Manning

$$V = \frac{0.03429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (\text{Ec. 99})$$

Donde:

V = velocidad de flujo a sección llena (m/s)

D = diámetro interno de la sección circular (pulg)

S = pendiente de la tubería (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning (0.010 para PVC)

$$V = \frac{0.03429 * 5.915^{\frac{2}{3}} * \left(\frac{3}{100}\right)^{\frac{1}{2}}}{0.010}$$

$$V = 1.94 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = A * V \quad (\text{Ec. 100})$$

Donde:

Q = caudal a sección llena (l/s)

A = área de la tubería (m²): 5.915 plg²

V = velocidad a sección llena (m/s): 1000 m³/s

Sustituyendo:

$$Q = ((5.067 * 10^{-4}) * (5.915^2)) * 1.94$$

$$Q = 0.0344 \text{ m}^3/\text{s} * 1000 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 34.4 \text{ l/s}$$

- Velocidad a sección parcialmente llena
 - Relación de caudales

$$\frac{q}{Q} = \frac{7.61 \text{ l/s}}{34.4 \text{ l/s}} = 0.201163$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0.32(\text{dato de tabla})$$

$$0.1 < \frac{d}{D} < 0.75$$

$$0.1 < 0.32 < 0.75 \quad \text{OK}$$

- Velocidad

$$\frac{v}{V} = 0.804 (\text{dato de tabla})$$

$$v = 0.804 * 1.94$$

$$v = 1.56 \text{ m/s}$$

$$0.6 < v < 3$$

$$0.6 < 1.56 < 3 \quad \text{OK}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos la tubería de 6" cumple con todos los parámetros de diseño.

2.2.14. Propuesta de tratamiento

La propuesta de tratamiento para el proyecto es una fosa séptica el cual es un sistema primario, la estructura es a base de muros por gravedad de concreto ciclópeo, con una cubierta de concreto reforzado, básicamente es para que las aguas permanezcan en ellas durante un tiempo determinado, que están en el rango de doce a veinticuatro horas.

- Diseño de fosa séptica

$$\text{Vol. Fosa} = \text{Vol. Liq} + \text{Vol. Lodos} \quad (\text{Ec. 101})$$

Se diseña para un máximo de 60 viviendas simultáneamente:

- No. Viviendas = 60
- No. Habitantes por vivienda = 5
- Dotación por habitante = 99 l/Hab/día
- Factor de retorno = 0.8
- Caudal Hab/día = 99 l/Hab/día * 0.8 = 79.2 l/Hab/día
- 60 vivienda * 5 = 300 habitantes

- Volumen de líquidos

Se calcula en un período de retención de 24 horas:

$$\text{Vol. Liq.} = ((300 \text{ hab.} * 79.2 \text{ l/hab/día} * 1 \text{ día})) / (1000 \text{ l/m}^3)$$

$$\text{Vol. Liq.} = 23.76 \text{ m}^3$$

- Volumen de lodos

Cada fosa tendrá un periodo de limpieza cada 5 años

Volumen de lodos por persona será de 50 l/hab/año

$$\text{Vol. Lodos} = ((50 \text{ l/hab/año} * 60 \text{ viviendas} * 5 \text{ habitantes} * 5 \text{ años})) / (1000 \text{ l/m}^3)$$

$$\text{Vol. Lodos} = 75 \text{ m}^3$$

- Volumen total

$$\text{Vol.} = \text{Vol. Liq} + \text{Vol. Lodos} \quad (\text{Ec. 102})$$

$$\text{Vol.} = 23.75 \text{ m}^3 + 75 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol.} \approx 100 \text{ m}^3$$

Para determinar las dimensiones de la fosa, se tiene que respetar que la longitud es dos veces el ancho, el alto se propone que no sea ni muy profunda, que dificulte su construcción o muy pequeña que demande mucha área

superficial. Para determinar las dimensiones de la fosa se propone una profundidad de 2.50 metros.

- Cálculo de volumen

$$\text{Volumen} = \text{Ancho} * \text{Alto} * \text{Largo} \quad (\text{Ec. 103})$$

- Largo = 2 ancho
- Volumen = ancho * alto * 2 ancho
- Alto = 2.5 metros
- Volumen = 100 metros cúbicos
- $100 = 2 \text{ ancho}^2 * 2.5$
- $100/2.5 = 2 \text{ ancho}^2$
- $40/2 = \text{ancho}^2$
- $\sqrt{40/2} = \text{ancho}$
- Ancho \approx 4.5 metros
- Largo \approx 9 metros

- Espesor de la losa de la fosa

$$t = \text{perímetro}/180 \quad (\text{Ec. 104})$$

$$t = (4.5*2+9*2) /180$$

$$t = 27/180=15 \text{ cm}$$

El espesor de la losa no cumple con el rango establecido en el ACI 318-14 por lo que se propone poner 2 vigas para reducir el espesor y sea más adecuado y un recubrimiento de 5 cm.

$$t = (3*2+4.5*2) / 180$$

$$t = 14.6/180 = 8.33 \text{ cm}; \text{ usar } 9 \text{ cm}$$

El diseño se adjunta en apéndice 7.

2.2.15. Elaboración de planos

Los planos que fueron realizados en el proyecto fueron planta topográfica, densidad de vivienda, planta general de red, planta perfil, plano de detalles, ver apéndice 8.

2.2.16. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró en base a las cantidades de materiales que se calcularon por cada renglón, los precios de estos se cotizaron en los distintos distribuidores del área de Santa Cruz del Quiché, la mano de obra se determinó con base al rendimiento y el tiempo del proyecto, y en los costos indirectos se aplicó el 20 % sobre los costos directos. A continuación, se puede ver el resumen del presupuesto ver apéndice 5.

Figura 21.

Integración de costos

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto		CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ			
Ubicación		ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA			
RESUMEN DE RENGLONES					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1.01	BODEGA	1.00	UNIDAD	Q 22,096.20	Q 22,096.20
1.02	REPLANTEO TOPOGRAFICO	1.00	UNIDAD	Q 11,512.80	Q 11,512.80
1.03	EXCAVACION	2500.00	M3	Q 59.88	Q 149,700.00
1.04	ACARREO DE MATERIAL DE DESPERDICIO	1000.00	M3	Q 82.23	Q 82,230.00
1.05	RELLENO	1000.00	M3	Q 94.83	Q 94,830.00
1.06	LEVANTADO DE ADOQUIN	700.00	M2	Q 33.36	Q 23,352.00
1.07	REPOSICIÓN DE ADOQUIN	300.00	M2	Q 328.90	Q 98,670.00
1.08	COLOCACIÓN DE TUBERIA PVC ø=6"	700.00	M	Q 170.82	Q 119,574.00
1.09	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 1.22 M	3.00	UNIDAD	Q 8,980.50	Q 26,941.50
1.10	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 1.26 M	1.00	UNIDAD	Q 10,084.02	Q 10,084.02
1.11	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 2.27 M	1.00	UNIDAD	Q 15,903.06	Q 15,903.06
1.12	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 2.45 M	1.00	UNIDAD	Q 16,621.92	Q 16,621.92
1.13	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 2.54 M	1.00	UNIDAD	Q 17,988.00	Q 17,988.00
1.14	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 3.10 M	1.00	UNIDAD	Q 21,129.00	Q 21,129.00
1.15	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 3.71 M	1.00	UNIDAD	Q 24,455.58	Q 24,455.58
1.16	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 3.79 M	1.00	UNIDAD	Q 24,739.86	Q 24,739.86
1.17	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 3.93 M	1.00	UNIDAD	Q 26,256.30	Q 26,256.30
1.18	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 4.18 M	1.00	UNIDAD	Q 28,155.90	Q 28,155.90
1.19	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 4.20 M	1.00	UNIDAD	Q 28,319.58	Q 28,319.58
1.20	CONEXIÓN DOMICILIAR	65.00	UNIDAD	Q 1,454.58	Q 94,547.70
1.21	EXCAVACIÓN PARA FOSA	600.00	M3	Q 78.75	Q 47,250.00
1.22	BASE PARA NIVELACION DE FOSA	20.00	M3	Q 329.85	Q 6,597.00
1.23	FOSA SEPTICA	3.00	UNIDAD	Q 336,451.00	Q 1,009,353.00
1.24	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES	1.00	UNIDAD	Q 13,630.56	Q 13,630.56
1.25	TAPADERA FOSA	3.00	UNIDAD	Q 75,656.64	Q 226,969.92
TOTAL EN NUMEROS					Q 2,240,907.90
PRECIO TOTAL EN LETRAS		DÓS MILLONES DOSCIENTOS CUARENTA MIL NOVECIENTOS SIETE QUÉZALES CON NOVENTA CENTAVOS.			

Nota. Detalle del presupuesto para la realización del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.17. Elaboración de cronograma

Para el cronograma de ejecución se cuenta con un diagrama de Gantt que representa en la forma que se trabaja cada renglón de trabajo a través del tiempo.

Figura 22.

Cronograma de trabajo

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICO Y FINANCIERO						
Proyecto CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIAN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHE, QUICHE						
Ubicacion ALDEA SAN SEBASTIAN LEMOA						
DESCRIPCION	CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCIERO					
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
1.01 BODEGA	Q 22,096.20					Q 22,096.20
1.02 REPLANTEO TOPOGRAFICO	Q 11,512.80					Q 11,512.80
1.03 EXCAVACION	Q 60,000.00	Q 60,000.00	Q 28,700.00			Q 148,700.00
1.04 ACARRIO DE MATERIAL DE DESPERDIO	Q 25,000.00	Q 25,000.00	Q 32,230.00			Q 82,230.00
1.05 RELLENO	Q 47,415.00	Q 47,415.00	Q 47,415.00			Q 94,830.00
1.06 LEVANTADO DE ADOQUIN	Q 7,784.00	Q 7,784.00	Q 7,784.00			Q 23,352.00
1.07 REPOSICION DE TUBERIA PVC ø=6"	Q 32,890.00	Q 32,890.00	Q 32,890.00	Q 32,890.00		Q 56,670.00
1.08 COLOCACION DE TUBERIA PVC ø=6"	Q 39,858.00	Q 39,858.00	Q 39,858.00			Q 119,574.00
1.09 POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 1.22 M	Q 26,941.50					Q 26,941.50
1.10 POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 1.26 M	Q 10,084.02					Q 10,084.02
1.11 POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 1.26 M	Q 15,903.06					Q 15,903.06
1.12 POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 2.45 M	Q 13,000.00		Q 3,621.92			Q 16,621.92
1.13 POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 2.54 M			Q 17,988.00			Q 17,988.00
1.14 POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 3.10 M			Q 21,129.00			Q 21,129.00
1.15 POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 3.21 M			Q 20,000.00	Q 4,455.58		Q 24,455.58
1.16 POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 3.79 M				Q 24,739.86		Q 24,739.86
1.17 POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 3.83 M				Q 26,256.30		Q 26,256.30
1.18 POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 4.20 M				Q 10,000.00	Q 18,155.90	Q 28,155.90
1.19 POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 4.20 M					Q 28,319.58	Q 28,319.58
1.20 CONEXION DOMICILIAR			Q 47,273.85			Q 47,273.85
1.21 EXCAVACION PARA FOSA			Q 47,250.00			Q 47,250.00
1.22 BASE PARA NIVELACION DE FOSA			Q 336,451.00	Q 6,597.00		Q 343,048.00
1.23 FOSA SEPTICA			Q 336,451.00	Q 336,451.00		Q 672,902.00
1.24 CALA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES						Q 13,630.56
1.25 TAPADERA FOSA						Q 226,969.92
TOTAL						Q 2,240,907.80

Nota. Detalle del cronograma de trabajo para la realización del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.

Continuación de la figura 23.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN	
L3 Teléfono	Correo electrónico:	
L4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
Departamento de Quiché		
Especificar Coordenadas Geográficas		
Coordenadas Geográficas		
14°59'24.0"N 91°07'18.3"W		
L5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
L6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar • Insumos necesarios • Maquinaria • Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos • Materia prima e insumos • Maquinaria • Productos y Subproductos (bienes y servicios) • Horario de Trabajo • Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre
II.3 Área c) Área total de terreno en metros cuadrados: _____ d) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: _____ Área total de construcción en metros cuadrados: _____		

Continuación de la figura 23.

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</p> <p>NORTE _____ SUR _____ ESTE _____ OESTE _____</p> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p>		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
<p>II.5 Dirección del viento:</p>		
<p>II.6 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) Inundación () b) Explosión () c) Deslizamientos ()</p> <p>d) Derrame de combustible () e) Fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()</p> <p>Detalle la información:</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna () Nocturna () Mixta () Horas Extras _____</p> <p>b) Número de empleados por jornada _____ Total empleados _____</p>		
<p>II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</p>		

Continuación de la figura 23.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
---------------	---------------------------

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad (mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público						
	Pozo						
	Agua especial						
	Superficial						
Combustible	Otro						
	Gasolina						
	Diésel						
	Bunker						
	Glp						
	Otro						
Lubricantes	Solubles						
	No solubles						
Refrigerantes							
Otros							
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p>							
<p>III. IMPACTO AL AIRE</p>							
<p>GASES Y PARTICULAS</p>							
<p>III.1 ¿Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan.</p>							
<p>MITIGACION</p>							
<p>III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?</p>							

Continuación de la figura 23.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p> <p>III.7 Explicar qué se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, ¿qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>e) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>f) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>g) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p>h) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado _____</p> <p>_____</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicio sanitarios _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

Continuación de la figura 23.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)	
f) sistema de tratamiento _____	
g) Capacidad _____	
h) Operación y mantenimiento _____	
i) Caudal a tratar _____	
j) Etc. _____	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
Excavaciones y perforaciones	
Nivelación del suelo	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:	
a)	Similar al de una residencia 11 libras/día _____
b)	Generación entre 11 a 222 libras/día _____
c)	Generación entre 222 libras y 1000 libras/día _____
d)	Generación mayor a 1000 libras por día _____
V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):	
V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, ¿se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?	
V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado	
V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado	
V.6 ¿Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?	
V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)	

Continuación de la figura 23.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (KW/hr o KW/mes) _____	
VI.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa, ¿se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO _____	
VI.4 ¿Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques _____	
- Animales _____	
- Otros _____	
Especificar información _____	
VII.2 ¿La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?	
VII.3 ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO () ¿Por qué?	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
f) Número de vehículos _____	
g) Tipo de vehículo _____	
h) Sitio para estacionamiento y área que ocupa _____	
i) Horario de circulación vehicular _____	
j) Vías alternas _____	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál?	

Continuación de la figura 23.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN								
RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, indicar lo siguiente: a) <input type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico. _____ b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico. _____ c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico. _____ Ampliar información de la respuesta seleccionada									
ASPECTOS SOCIAL IX.3 ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO () IX.4 ¿Qué tipo de molestias? IX.5 ¿Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?									
PAISAJE IX.6 ¿Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué:									
X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD									
X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</td> </tr> </table> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: No se cuenta con comunidades cercanas que se vean afectadas directamente.</p>		<input type="checkbox"/>	La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio	<input type="checkbox"/>	La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores	<input type="checkbox"/>	La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores		
<input type="checkbox"/>	La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio								
<input type="checkbox"/>	La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores								
<input type="checkbox"/>	La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores								
X.3 riesgos ocupacionales: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>No existen riesgos para los trabajadores</td> </tr> </table> <p>Ampliar información:</p>		<input type="checkbox"/>	Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores	<input 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
<input type="checkbox"/>	Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores								
<input 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								
Equipo de protección personal X.4 ¿Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI () NO () X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Casco, protector de oídos, guantes, chaleco reflector, botas punta de acero. X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Los trabajadores poseen seguro de vida									

Nota. Formulario de impacto ambiental. Obtenido del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (s.f.). *Evaluación ambiental* (<https://asisehace.gt/media/evaluacion%20ambiental%20inicial.doc>), consultado el 30 de julio del 2023. De dominio público.

CONCLUSIONES

1. Como consecuencia a la investigación de campo realizada se determinó que las necesidades prioritarias están en el área de servicios básicos (agua potable) y saneamiento (alcantarillado) para las comunidades de Aldea Prados de Santa Rosa y Aldea San Sebastián Lemoa.
2. Se realizó el diseño de los proyectos de alcantarillado sanitario y abastecimiento de agua potable aplicando las normas de INFOM-UNEPAR; por lo que cuando estos se lleven a la realidad, deberán aplicarse todas las especificaciones y lineamientos que están plasmados en los planos de estos proyectos.
3. La integración de los presupuestos se hizo con base a la cotización de materiales que se hizo en Santa Cruz del Quiché y la mano de obra que se hizo con respecto al rendimiento que se tienen en trabajos similares, por lo que cuando estos proyectos se lleguen a licitar, previo deberán actualizarse los costos de materiales y mano de obra porque los mismos están sujetos a cambios en el tiempo.

RECOMENDACIONES

1. Garantizar la supervisión técnica de los proyectos a través de un profesional de la ingeniería para que se aplique todo lo especificado en planos y todo lo concerniente al reglamento INFOM-UNEPAR
2. Verificar si los costos se mantienen tanto en materiales como en mano de obra, porque estos sufren modificaciones al pasar el tiempo por lo tanto el costo puede tener una variación e impedir que los proyectos no se realicen con la calidad requerida.
3. Capacitar a los miembros del COCODES de cada una de las aldeas beneficiadas en aspectos de operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, para que se realicen los trabajos de operación y mantenimiento adecuadamente.

REFERENCIAS

Cabrera, R. (1989). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2* (<https://es.scribd.com/document/465253412/Tesis-Apuntes-de-Ingenieria-Sanitaria-2>)

Contreras, R. (2016). *Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea Trancas 1, Jutiapa, Jutiapa* [Tesis de pregrado, Universidad San Carlos de Guatemala]. Archivo Digital. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3753/>

Ecosistemas (2023). *Resultado de análisis.*

Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (2018). *Manual de Normas y Procedimientos.* <https://www.infom.gob.gt/index.php/descargas-infom/1-ley-de-acceso-a-la-informacion-publica/7-6-manual-de-procedimientos-administrativos-y-operativos?download=1382:manual-de-normas-y-procedimientos-de-la-unidad-ejecutora-de-acueductos-rurales-unepar-marzo-2021&start=20>

APÉNDICES

Apéndice 1.

Diseño de agua potable

Incremento geométrico	
Población actual	528 Hab
Densidad de vivienda	6 Hab*Vivienda
Población de penúltimo censo	53162 Hab
Tasa de crecimiento %	3.7 %
Periodo de diseño	22 año
Población futura	1174 Hab
viviendas actuales	88 viviendas
Caudales	
Dotación	150 l/hab/día
Consumo medio diario	2.04 lt/seg
Factor de día máximo (FDM)	1.2
Consumo máximo diario	2.45 lt/seg
Factor de hora máximo (FHM)	2
Consumo máximo horario	4.08 lt/seg
Caudal por vivienda	0.046333 LT/SEG

Continuación del apéndice 1.

EST INICIO	EST FINAL	DIST	CDS	CDE	CAUDAL HORA MAX	VIV	RUG PVC	HF(M) CARGA DIS
TANQUE	EST2	280.5	2060	2035.82	4.08	88	150	24.18
EST2	EST3	64.24	2036	2022.25	1.53	23	150	24.18
EST3	EST4	155.9	2022	2008.04	0.8	6	150	24.88
EST3	EST5	114.3	2008	1996.56	0.7	2	150	36.36
EST5	EST6	106.8	1997	1978.89	0.3	6	150	27.93
EST5	EST7	128.5	1997	1977.63	0.4	8	150	29.19
EST2	EST8	397	2036	2005.4	2.55	55	150	41.03
EST8	EST9	209.1	2005	1981.5	1.3	8	150	46.27
EST8	EST10	146.8	2005	1979.6	1.25	7	150	48.17

Ø TEO	Ø COM	Ø INTERNO	HF(M) CARGA REAL	COTA PIE	VEL	PRESION ESTATICA	PRESION DINAMICA
1.95	2	2.193	13.57	2046.43	1.67	24.18	10.61
0.99	1 1/4	1.532	2.90	2032.92	1.29	37.75	10.67
0.92	1 1/4	1.532	2.12	2020.13	0.67	51.96	12.09
0.76	1 1/4	1.532	1.22	2006.82	0.6	63.44	10.26
0.58	1	1.195	0.79	1995.77	0.41	81.11	16.88
0.66	1	1.195	1.63	1994.93	0.55	82.37	17.30
1.57	2	2.193	8.05	2027.77	1.05	54.6	22.37
1.04	1 1/4	1.532	6.99	1998.41	1.09	78.5	16.91
0.94	1 1/4	1.532	4.57	2000.83	1.05	80.4	21.23

Nota. Diseño del sistema de agua potable. Elaboración propia.

Apéndice 2.

Diseño de línea de impulsión y caudal del bombeo

Datos	
Po	875
R	0.02
n	22
Dot (l/hab/d)	150
FDM	1.2
Tb (horas)	12

Caudal de bombeo	
Población Final	
Po	1174
Caudal medio	
Qm	2.04
Caudal máximo diario	
QDM	2.45
Caudal Bombeo	
Qb	4.9

Nota. Datos para la línea de impulsión y del caudal del bombeo. Elaboración propia.

Apéndice 3.

Diseño del alcantarillado sanitario

Caudal domiciliar	
Dotación	99 l/hab/d
No. Habitantes	903 Hab
Factor de retorno	0.8
QD	0.828 l/s

Caudal de infiltración	
Diámetro de la tubería	6 pulga
Factor de infom	0.01
Kilómetros de tubería	0.699 KM
Qinf	0.065 l/s

Caudal ilícito	
qdom	0.828 l/s
Factor de infom	40 %
qili	0.331 l/s

Caudal medio diario	
qm sanitario	1.201 l/s
Fq medio	0.0014

Continuación del apéndice 3.

% crecimiento	3.4	
Periodo de diseño	31	años

Diametro interno de la		5.915	"
n	0.01	Area	0.018

Tramo			Pendiente del Terreno				No. Vivienda			No. Habitantes		5
No.	De	A	CT1	CT2	DIS	P(%)	Local	Acumu	Total	Actual	Futura	
1	E-200	E-250	2021.00	2016.85	65.26	6.36	6	0	6	30	85	
2	E-259	E-250	2018.17	2016.85	43.95	3.00	7	0	7	35	99	
3	E-250	E-251	2016.85	2016.11	61.01	1.21	5	13	18	90	254	
4	E-278'	E-251	2016.48	2016.11	74.01	0.50	6	0	6	30	85	
5	E-251	E-252	2016.11	2016.17	48.24	-0.12	6	24	30	150	423	
6	E-301	E-297	2018.05	2017.89	16.01	1.00	2	0	2	10	29	
7	E-297	E-278	2017.89	2016.48	63.66	2.21	10	2	12	60	170	
8	E-278	E-288	2016.48	2016.03	38.60	1.17	4	12	16	80	226	
9	E-252	E-288	2016.17	2016.03	73.60	0.19	3	30	33	165	466	
10	E-288	E-318	2016.03	2015.51	39.47	1.32	1	49	50	250	705	
11	E-318	E-341	2015.51	2015.30	33.35	0.63	3	50	53	265	748	
12	E-341	E-345	2015.30	2015.07	46.01	0.50	4	53	57	285	804	
13	E-345	E-351	2015.07	2013.30	59.92	2.95	7	57	64	320	903	

Continuación del apéndice 3.

Factor de Flujo		Factor de Caudal	Caudal de Diseño (l/s)		Pen del tubo	V y Q a Sección llena	
Actual	Futuro		Actual	Futuro	Asumir S(%)	V (m/2)	Caudal
4.35	4.26	0.0022	0.29	0.8	5.65	2.67	47.33
4.34	4.24	0.0022	0.33	0.92	3	1.94	34.39
4.26	4.11	0.0022	0.84	2.3	1.5	1.37	24.29
4.35	4.26	0.0022	0.29	0.8	3	1.94	34.39
4.19	4.01	0.0022	1.38	3.73	1	1.12	19.86
4.41	4.36	0.0022	0.1	0.28	5	2.51	44.5
4.3	4.17	0.0022	0.57	1.56	2.5	1.77	31.38
4.27	4.13	0.0022	0.75	2.05	1.5	1.37	24.29
4.18	3.99	0.0022	1.52	4.09	1	1.12	19.86
4.11	3.89	0.0022	2.26	6.03	1.5	1.37	24.29
4.1	3.88	0.0022	2.39	6.38	1	1.12	19.86
4.09	3.86	0.0022	2.56	6.83	1	1.12	19.86
4.07	3.83	0.0022	2.87	7.61	3	1.94	34.39

Velocidad a sección parcialmente llena					Cotas Invert		Altura de Pozos (m)	
Futuro(q /Q)	d/D Futuro (Tabla) <0.75	Futuro (v/V)	v (Futuro)	0.6>v<2.5	CIS	CIE	Inicio	Final
0.0169	0.09	0.375	1	si	2019.78	2016.16	1.22	0.69
0.0268	0.115	0.439	0.85	si	2016.95	2015.67	1.22	1.18
0.0947	0.21	0.633	0.87	si	2016.13	2015.23	0.72	0.88
0.0233	0.1075	0.42	0.81	si	2015.78	2013.60	0.70	2.51
0.1878	0.3	0.776	0.87	si	2013.57	2013.10	2.54	3.07
0.0063	0.0525	0.264	0.66	si	2016.83	2016.09	1.22	1.80
0.0497	0.1525	0.533	0.94	si	2016.06	2014.50	1.83	1.98
0.0844	0.2	0.615	0.84	si	2014.47	2013.91	2.01	2.12
0.2059	0.31	0.79	0.88	si	2013.07	2012.35	3.10	3.68
0.2483	0.34	0.83	1.14	si	2012.32	2011.75	3.71	3.76
0.3212	0.39	0.891	1	si	2011.72	2011.40	3.79	3.90
0.3439	0.41	0.913	1.02	si	2011.37	2010.92	3.93	4.15
0.2213	0.32	0.804	1.56	si	2010.89	2009.13	4.18	4.17

Nota. Datos de los caudales para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario. Elaboración propia.

Apéndice 4.

Integración de costos agua potable

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ				
Ubicacion	ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA				
RENGLON	1.01	ACTIVIDAD	BODEGA		
CUANTIFICACION		DESCRIPCION			
CANTIDAD	UNIDAD	Elaboración de bodega			
1.00	UNIDAD				
MATERIALES					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
cemento	60	saco	Q 78.00	Q	4,680.00
arena de rio	3	m3	Q 200.00	Q	600.00
pedrin	3	m3	Q 300.00	Q	900.00
alambre de amarre	5	lb	Q 8.00	Q	40.00
clavos para lamina	5	lb	Q 10.00	Q	50.00
clavos de 3"	2	lb	Q 8.00	Q	16.00
lamina calibre 26	80	unidad	Q 100.00	Q	8,000.00
parales 3*3*10'	25	unidad	Q40.00	Q	1,000.00
TOTAL MATERIALES				Q	15,286.00
MANO DE OBRA					
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	encargado	1	día	Q 150.00	Q 150.00
1.00	ayudantes	1	día	Q 75.00	Q 75.00
				Q	-
				Q	-
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q	225.00
PRESTACIONES				Q	94.50
TOTAL MANO DE OBRA				Q	319.50
MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
				Q	-
				Q	-
				Q	-
				Q	-
				Q	-
TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS				Q	-
COSTO TOTAL				Q	15,605.50
COSTOS INDIRECTOS				Q	3,121.10
PRECIO TOTAL				Q	18,726.60
PRECIO UNITARIO				Q	18,726.60

Continuación del apéndice 4.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA

REGLON	1.03
--------	------

ACTIVIDAD	EXCAVACION DE ZANJA
-----------	---------------------

CUANTIFICACION	
CANTIDAD	UNIDAD
1,800.00	M3

DESCRIPCION
Excavación para la realización de la obra

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
-------------	----------	--------	----------------	-------

TOTAL MATERIALES	Q	-
------------------	---	---

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	operador retroexcavadora	60	día	Q 200.00	Q 12,000.00
3.00	ayudantes	60	día	Q 75.00	Q 13,500.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q	25,500.00
PRESTACIONES	Q	10,710.00
TOTAL MANO DE OBRA	Q	36,210.00

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	retroexcavadora	260	hora	Q 200.00	Q 52,000.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q	52,000.00
------------------------------	---	-----------

COSTO TOTAL	Q	88,210.00
-------------	---	-----------

COSTOS INDIRECTOS	Q	17,642.00
-------------------	---	-----------

PRECIO TOTAL	Q	105,852.00
--------------	---	------------

PRECIO UNITARIO	Q	58.81
-----------------	---	-------

Continuación del apéndice 4.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA

REGLON	1.04
--------	------

ACTIVIDAD	ACARREO DE MATERIAL DE DESPERDICIO
-----------	------------------------------------

CUANTIFICACION	
CANTIDAD	UNIDAD
1,500.00	M3

DESCRIPCION
Acarreo del material que no cumpla con características para relleno

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
-------------	----------	--------	----------------	-------

TOTAL MATERIALES	Q	-
------------------	---	---

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	piloto camión de volteo	41	día	Q 200.00	Q 8,200.00
1.00	ayudantes	24	día	Q 75.00	Q 1,800.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q	10,000.00
PRESTACIONES	Q	4,200.00
TOTAL MANO DE OBRA	Q	14,200.00

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	camión de volteo	41	día	Q 1,000.00	Q 41,000.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q	41,000.00
------------------------------	---	-----------

COSTO TOTAL	Q	55,200.00
-------------	---	-----------

COSTOS INDIRECTOS	Q	11,040.00
-------------------	---	-----------

PRECIO TOTAL	Q	66,240.00
--------------	---	-----------

PRECIO UNITARIO	Q	44.16
-----------------	---	-------

Continuación del apéndice 4.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA

REGLON	1.07
--------	------

ACTIVIDAD	REPOSICIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO
-----------	-----------------------------------

CUANTIFICACION	
CANTIDAD	UNIDAD
130.00	M3

DESCRIPCION
Fundición de concreto hidráulico para recuperación de calle

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
cemento	1,365	saco	Q 80.00	Q 109,200.00
arena	90.1	m3	Q 135.00	Q 12,163.50
pedrin 1/2"	94.2	m3	Q 215.00	Q 20,253.00
agua	5,000	lt	Q 15.00	Q 75,000.00

TOTAL MATERIALES	Q 216,616.50
-------------------------	---------------------

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	30	día	Q 150.00	Q 4,500.00
6.00	ayudantes	30	día	Q 75.00	Q 13,500.00

Q	-
Q	-

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q 18,000.00
PRESTACIONES	Q 7,560.00
TOTAL MANO DE OBRA	Q 25,560.00

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta	30	día	Q 80.00	Q 2,400.00
1.00	concretera	29	día	Q 125.00	Q 3,625.00
1.00	vibrador para concreto	29	día	Q 100.00	Q 2,900.00

Q	-
Q	-

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q 8,925.00
-------------------------------------	-------------------

COSTO TOTAL	Q 251,101.50
--------------------	---------------------

COSTOS INDIRECTOS	Q 50,220.30
--------------------------	--------------------

PRECIO TOTAL	Q 301,321.80
---------------------	---------------------

PRECIO UNITARIO	Q 2,317.86
------------------------	-------------------

Continuación del apéndice 4.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto		ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ			
Ubicacion		ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA			
REGLON	1.09	ACTIVIDAD TUBERÍA PVC 2"			
CUANTIFICACION		DESCRIPCION			
CANTIDAD	UNIDAD	Colocación de tubería PVC			
684.00	M				
MATERIALES					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
tubería PVC de 2"	114	unidad	Q 105.00	Q	11,970.00
pegamento pvc	4	galon	Q 499.05	Q	1,996.20
				Q	-
				Q	-
				Q	-
TOTAL MATERIALES				Q	13,966.20
MANO DE OBRA					
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	15	día	Q 150.00	Q 2,250.00
5.00	ayudantes	15	día	Q 75.00	Q 5,625.00
				Q	-
				Q	-
				Q	-
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q	7,875.00
PRESTACIONES				Q	3,307.50
TOTAL MANO DE OBRA				Q	11,182.50
MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO					
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta	15	días	Q 96.50	Q 1,447.50
				Q	-
				Q	-
				Q	-
TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS				Q	1,447.50
COSTO TOTAL				Q	26,596.20
COSTOS INDIRECTOS				Q	5,319.24
PRECIO TOTAL				Q	31,915.44
PRECIO UNITARIO				Q	46.66

Continuación del apéndice 4.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto		ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ			
Ubicación		ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA			
REGLON	1.10	ACTIVIDAD TUBERÍA PVC 1"			
CUANTIFICACION		DESCRIPCION			
CANTIDAD	UNIDAD	Colocación de tubería			
240.00	M				
MATERIALES					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
tubería PVC de 1"	40	unidad	Q 39.71	Q	1,588.40
pegamento pvc	2	galon	Q 499.05	Q	998.10
				Q	-
				Q	-
				Q	-
TOTAL MATERIALES				Q	2,586.50
MANO DE OBRA					
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	5	día	Q 150.00	Q 750.00
4.00	ayudantes	5	día	Q 75.00	Q 1,500.00
				Q	-
				Q	-
				Q	-
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q	2,250.00
PRESTACIONES				Q	945.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q	3,195.00
MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO					
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta	5	días	Q 96.50	Q 482.50
				Q	-
				Q	-
				Q	-
TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS				Q	482.50
COSTO TOTAL				Q	6,264.00
COSTOS INDIRECTOS				Q	1,252.80
PRECIO TOTAL				Q	7,516.80
PRECIO UNITARIO				Q	31.32

Continuación del apéndice 4.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS						
Proyecto		ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ				
Ubicación		ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA				
REGLON	1.11	ACTIVIDAD TUBERÍA PVC 1 1/4"				
CUANTIFICACION		DESCRIPCION				
CANTIDAD	UNIDAD	Colocación de tubería				
700.00	M					
MATERIALES						
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL	
tubería PVC de 1 1/4"	117	unidad	Q	60.12	Q	7,034.04
pegamento pvc	4.5	galon	Q	499.05	Q	2,245.73
					Q	-
					Q	2,245.73
					Q	-
					Q	-
					Q	-
					Q	-
TOTAL MATERIALES					Q	11,525.49
MANO DE OBRA						
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1.00	albañil	14	día	Q	150.00	Q 2,100.00
4.00	ayudantes	14	día	Q	75.00	Q 4,200.00
						Q -
						Q -
						Q -
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q	6,300.00
PRESTACIONES					Q	2,646.00
TOTAL MANO DE OBRA					Q	8,946.00
MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO						
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1.00	herramienta	14	días	Q	96.50	Q 1,351.00
						Q -
						Q -
						Q -
						Q -
TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS					Q	1,351.00
COSTO TOTAL					Q	21,822.50
COSTOS INDIRECTOS					Q	4,364.50
PRECIO TOTAL					Q	26,187.00
PRECIO UNITARIO					Q	37.41

Continuación del apéndice 4.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto		ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ			
Ubicación		ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA			
REGLON 1.12		ACTIVIDAD CONEXION DOMICILIAR			
CUANTIFICACION		DESCRIPCION			
CANTIDAD	UNIDAD	Llaves de paso para control del agua y caja de concreto para su colocación junto con contador			
88.00	UNIDAD				
MATERIALES					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
cemento	100	saco	Q 80.00	Q	8,000.00
arena	60.8	m3	Q 135.00	Q	8,208.00
pedrin 1/2"	59.4	m3	Q 215.00	Q	12,771.00
agua	3,192	lt	Q 15.00	Q	47,880.00
llave de paso	80	unidades	Q 80.00	Q	6,400.00
hierro No. 3	200	varilla	Q 34.10	Q	6,820.00
hierro No. 2	132	varilla	Q 13.15	Q	1,735.80
alambre de amarre	10	lb	Q 5.50	Q	55.00
madera	50	unidad	Q 125.00	Q	6,250.00
tubería de 1/2"	44	unidad	Q 5.10	Q	224.40
reductor pvc de 1" a 1/2"	88	unidad	Q 23.10	Q	2,032.80
				Q	-
TOTAL MATERIALES				Q	100,377.00
MANO DE OBRA					
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	60	día	Q 150.00	Q 9,000.00
6.00	ayudantes	60	día	Q 75.00	Q 27,000.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q	36,000.00
PRESTACIONES				Q	15,120.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q	51,120.00
MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO					
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	60	día	Q 65.00	Q 3,900.00
TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS				Q	3,900.00
COSTO TOTAL				Q	155,397.00
COSTOS INDIRECTOS				Q	31,079.40
PRECIO TOTAL				Q	186,476.40
PRECIO UNITARIO				Q	2,119.05

Continuación del apéndice 4.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA

REGLON	1.13
--------	------

ACTIVIDAD	TANQUE METALICO ELEVADO DE 71 M3
-----------	----------------------------------

CUANTIFICACION	
CANTIDAD	UNIDAD
1.00	UNIDAD

DESCRIPCION
Construcción de tanque metálico elevado de 71 m3

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
cemento	19	saco	Q 80.00	Q 1,520.00
arena	1.3	m3	Q 135.00	Q 175.50
pedrin 1/2"	1.9	m3	Q 215.00	Q 408.50
Torre metalica + escalera	1	unidad	Q 305,469.00	Q 305,469.00
Tanque metalico de 71 m3	1	unidad	Q 95,638.00	Q 95,638.00
hierro No. 4	16	varilla	Q 40.10	Q 641.60
hierro No. 3	35	varilla	Q 13.15	Q 460.25
alambre de amarre	2	lb	Q 5.50	Q 11.00
madera	4	unidad	Q 125.00	Q 500.00
TOTAL MATERIALES				Q 404,823.85

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	10	día	Q 150.00	Q 1,500.00
7.00	ayudantes	10	día	Q 75.00	Q 750.00

TOTAL MANO DE OBRA	Q 2,250.00
---------------------------	-------------------

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	10	día	Q 50.00	Q 500.00
1.00	concretera	10	día	Q 125.00	Q 1,250.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q 1,750.00
-------------------------------------	-------------------

COSTO TOTAL	Q 408,823.85
--------------------	---------------------

COSTOS INDIRECTOS	Q 102,205.96
--------------------------	---------------------

PRECIO TOTAL	Q 511,029.81
---------------------	---------------------

PRECIO UNITARIO	Q 511,029.81
------------------------	---------------------

Continuación del apéndice 4.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto **ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ**
 Ubicacion **ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA**

REGLON 1.14 ACTIVIDAD HIPOCLORADOR

CUANTIFICACION		DESCRIPCION
CANTIDAD	UNIDAD	
43.00	PASTILLAS	Primera colocación de pastillas para el tratamiento de agua

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Pastillas de hipoclorito de calcio	43	unidad	Q 25.10	Q 1,079.30

TOTAL MATERIALES Q 1,079.30

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	1	día	Q 150.00	Q 150.00
1.00	ayudante	1	día	Q 75.00	Q 75.00

TOTAL MANO DE OBRA Q 225.00

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	1	día	Q 30.42	Q 30.42

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS Q 30.42

COSTO TOTAL Q 1,334.72

COSTOS INDIRECTOS Q 333.68

PRECIO TOTAL Q 1,668.40

PRECIO UNITARIO Q 38.80

Continuación del apéndice 4.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS						
Proyecto		ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR IMPULSIÓN Y GRAVEDAD PARA LA ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ				
Ubicación		ALDEA PRADOS DE SANTA ROSA				
RENGLON	1.15	ACTIVIDAD		BOMBA DE 30 HP		
CUANTIFICACION		DESCRIPCION				
CANTIDAD	UNIDAD	Compra y colocación de bomba				
1.00	GLOBAL					
MATERIALES						
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL	
Bomba sumergible de 30 HP	1.0	unidad	Q 10,200.00	Q	10,200.00	
Motor sumergible 30 HP, 460 voltios	1.0	unidad	Q 18,400.00	Q	18,400.00	
Válvula de cheque vertical de 6"	1.0	unidad	Q 2,800.00	Q	2,800.00	
Cable sumergible 6X3 AWG	770.0	pies	Q 31.00	Q	23,870.00	
Válvula de compuerta de 6"	1.0	unidad	Q 1,300.00	Q	1,300.00	
Válvula de compuerta de 6" para desfogue	1.0	unidad	Q 1,300.00	Q	1,300.00	
Panel de Arranque para 30 HP, 460V	1.0	unidad	Q 10,000.00	Q	10,000.00	
TOTAL MATERIALES					Q 67,870.00	
MANO DE OBRA						
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1.00	Encargado	8	día	Q 300.00	Q	2,400.00
3.00	Ayudantes	8	día	Q 200.00	Q	1,600.00
TOTAL MANO DE OBRA					Q 4,000.00	
MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO						
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1.00	herramienta mayor	8	día	Q 1,000.00	Q	8,000.00
1.00	traslado de equipo	1	día	Q 5,000.00	Q	5,000.00
TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS					Q 13,000.00	
COSTO TOTAL					Q 84,870.00	
COSTOS INDIRECTOS					Q 21,217.50	
PRECIO TOTAL					Q 106,087.50	
PRECIO UNITARIO					Q 106,087.50	

Nota. Integraciones de Costos del proyecto de agua potable para la aldea Prados de Santa Rosa, Santa Cruz del Quiché, Quiché. Elaboración propia.

Apéndice 5.

Integración de costos alcantarillado sanitario

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS						
Proyecto		CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ				
Ubicacion		ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA				
REGLON	1.01	ACTIVIDAD			BODEGA	
CUANTIFICACION		DESCRIPCION				
CANTIDAD	UNIDAD	Elaboración de bodega				
1.00	UNIDAD					
MATERIALES						
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL	
cemento	67	saco	Q	78.00	Q	5,226.00
arena de rio	4	m3	Q	200.00	Q	800.00
pedrín	4	m3	Q	300.00	Q	1,200.00
alambre de amarre	8	lb	Q	8.00	Q	64.00
clavos para lamina	8	lb	Q	10.00	Q	80.00
clavos de 3"	3	lb	Q	8.00	Q	24.00
lamina calibre 26	95	unidad	Q	100.00	Q	9,500.00
parales 3*3*10'	30	unidad	Q	40.00	Q	1,200.00
TOTAL MATERIALES					Q	18,094.00
MANO DE OBRA						
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1.00	encargado	1	día	Q	150.00	Q 150.00
1.00	ayudantes	1	día	Q	75.00	Q 75.00
				Q		Q -
				Q		Q -
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q	225.00
PRESTACIONES					Q	94.50
TOTAL MANO DE OBRA					Q	319.50
MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO						
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
				Q		Q -
				Q		Q -
				Q		Q -
				Q		Q -
TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS					Q	-
COSTO TOTAL					Q	18,413.50
COSTOS INDIRECTOS					Q	3,682.70
PRECIO TOTAL					Q	22,096.20
PRECIO UNITARIO					Q	22,096.20

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.03	ACTIVIDAD	EXCAVACIÓN
--------	------	-----------	------------

CUANTIFICACION		DESCRIPCION	
CANTIDAD	UNIDAD	Excavación para la realización de la obra	
2,500.00	M3		

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
-------------	----------	--------	----------------	-------

TOTAL MATERIALES	Q	-
------------------	---	---

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	operador retroexcavadora	80	día	Q 200.00	Q 16,000.00
2.00	ayudantes	80	día	Q 75.00	Q 12,000.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q	28,000.00
PRESTACIONES	Q	11,780.00
TOTAL MANO DE OBRA	Q	39,780.00

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	retroexcavadora	400	hora	Q 200.00	Q 80,000.00
1.00	compactadora manual	50	día	Q 99.80	Q 4,990.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q	84,990.00
------------------------------	---	-----------

COSTO TOTAL	Q	124,750.00
-------------	---	------------

COSTOS INDIRECTOS	Q	24,950.00
-------------------	---	-----------

PRECIO TOTAL	Q	149,700.00
--------------	---	------------

PRECIO UNITARIO	Q	59.88
-----------------	---	-------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.04	ACTIVIDAD	ACARREO DE MATERIAL DE DESPERDICIO
--------	------	-----------	------------------------------------

CUANTIFICACION		DESCRIPCION
CANTIDAD	UNIDAD	
1,000.00	M3	Acarreo del material que no cumple con características para relleno

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
-------------	----------	--------	----------------	-------

TOTAL MATERIALES	Q	-
------------------	---	---

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	piloto camión de volteo	50	día	Q 200.00	Q 10,000.00
1.00	ayudantes	50	día	Q 75.00	Q 3,750.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q	13,750.00
PRESTACIONES	Q	5,775.00
TOTAL MANO DE OBRA	Q	19,525.00

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	camión de volteo	49	día	Q 1,000.00	Q 49,000.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q	49,000.00
------------------------------	---	-----------

COSTO TOTAL	Q	68,525.00
-------------	---	-----------

COSTOS INDIRECTOS	Q	13,705.00
-------------------	---	-----------

PRECIO TOTAL	Q	82,230.00
--------------	---	-----------

PRECIO UNITARIO	Q	82.23
-----------------	---	-------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.07	ACTIVIDAD	REPOSICIÓN DE ADOQUIN
--------	------	-----------	-----------------------

CUANTIFICACION		DESCRIPCION
CANTIDAD	UNIDAD	
300.00	M2	Colocación de adoquin que se pueda reutilizar y nuevo

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
adoquin	6,500	unidad	Q 6.00	Q 39,000.00
arena	90	m3	Q 135.00	Q 12,150.00

TOTAL MATERIALES	Q	51,150.00
-------------------------	----------	------------------

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	30	día	Q 150.00	Q 4,500.00
7.00	ayudantes	30	día	Q 75.00	Q 15,750.00

	Q	-
	Q	-
SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q	20,250.00
PRESTACIONES	Q	8,505.00
TOTAL MANO DE OBRA	Q	28,755.00

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta	29	día	Q 80.00	Q 2,320.00
				Q	-
				Q	-
				Q	-
				Q	-

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q	2,320.00
-------------------------------------	----------	-----------------

COSTO TOTAL	Q	82,225.00
--------------------	----------	------------------

COSTOS INDIRECTOS	Q	16,445.00
--------------------------	----------	------------------

PRECIO TOTAL	Q	98,670.00
---------------------	----------	------------------

PRECIO UNITARIO	Q	328.90
------------------------	----------	---------------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS						
Proyecto		CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ				
Ubicacion		ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA				
REGLON	1.08	ACTIVIDAD		COLOCACIÓN DE TUBERIA PVC ø=6"		
CUANTIFICACION		DESCRIPCION				
CANTIDAD	UNIDAD	Colocación de tubería				
700.00	M					
MATERIALES						
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL	
tubería PVC de 6"	130	unidad	Q 500.00	Q	65,000.00	
pegamento pvc	3	galon	Q 400.00	Q	1,200.00	
				Q	-	
				Q	-	
				Q	-	
				Q	-	
				Q	-	
TOTAL MATERIALES					Q 66,200.00	
MANO DE OBRA						
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1.00	albañil	33	día	Q 150.00	Q	4,950.00
7.00	ayudantes	32	día	Q 75.00	Q	16,800.00
					Q	-
					Q	-
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 21,750.00	
PRESTACIONES					Q 9,135.00	
TOTAL MANO DE OBRA					Q 30,885.00	
MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO						
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1.00	herramienta	32	días	Q 80.00	Q	2,560.00
					Q	-
					Q	-
					Q	-
TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS					Q 2,560.00	
COSTO TOTAL					Q 99,645.00	
COSTOS INDIRECTOS					Q 19,929.00	
PRECIO TOTAL					Q 119,574.00	
PRECIO UNITARIO					Q 170.82	

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.09	ACTIVIDAD	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 1.22 M
--------	------	-----------	---

CUANTIFICACION		DESCRIPCION
CANTIDAD	UNIDAD	Construcción de pozos de visita de 1.22 M, incluye tapadera, cernido y repello
3.00	UNIDAD	

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
cemento	21.00	saco	Q 80.00	Q 1,680.00
arena	1.50	m3	Q 135.00	Q 202.50
piedrin 1/2"	1.71	m3	Q 215.00	Q 367.65
agua	366.00	lt	Q 15.00	Q 5,490.00
hierro No. 3	48.00	varilla	Q 34.10	Q 1,636.80
hierro No. 2	33.00	varilla	Q 13.15	Q 433.95
ladrillo tayuyo	2,124.00	unidad	Q 2.20	Q 4,672.80
alambre de amarre	4.50	lb	Q 5.50	Q 24.75
madera	45.00	unidad	Q 15.00	Q 675.00
cal	3.00	bolsa	Q 36.10	Q 108.30
TOTAL MATERIALES			Q	15,291.75

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	9	día	Q 150.00	Q 1,350.00
5.00	ayudantes	9	día	Q 75.00	Q 3,375.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q	4,725.00
PRESTACIONES	Q	1,984.50
TOTAL MANO DE OBRA	Q	6,709.50

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	9	día	Q 50.00	Q 450.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q	450.00
------------------------------	---	--------

COSTO TOTAL	Q	22,451.25
-------------	---	-----------

COSTOS INDIRECTOS	Q	4,490.25
-------------------	---	----------

PRECIO TOTAL	Q	26,941.50
--------------	---	-----------

PRECIO UNITARIO	Q	8,980.50
-----------------	---	----------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.10	ACTIVIDAD	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 1.26 M
--------	------	-----------	---

CUANTIFICACION		DESCRIPCION	
CANTIDAD	UNIDAD	Construcción de pozo de visita de 1.26 M, incluye tapadera, cemento y repello	
1.00	UNIDAD		

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
cemento	7.00	saco	Q 80.00	Q 560.00
arena	0.60	m3	Q 135.00	Q 81.00
pedrin 1/2"	0.57	m3	Q 215.00	Q 122.55
agua	126.00	lt	Q 15.00	Q 1,890.00
hierro No. 3	16.00	varilla	Q 34.10	Q 545.60
hierro No. 2	11.00	varilla	Q 13.15	Q 144.65
ladrillo tayuyo	731.00	unidad	Q 2.20	Q 1,608.20
alambre de amarre	1.50	lb	Q 5.50	Q 8.25
madera	15.00	unidad	Q 15.00	Q 225.00
cal	1.00	bolsa	Q 36.10	Q 36.10
TOTAL MATERIALES				Q 5,221.35

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	4	día	Q 150.00	Q 600.00
5.00	ayudantes	4	día	Q 75.00	Q 1,500.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q 2,100.00
PRESTACIONES	Q 882.00
TOTAL MANO DE OBRA	Q 2,982.00

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	4	día	Q 50.00	Q 200.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q 200.00
-------------------------------------	-----------------

COSTO TOTAL	Q 8,403.35
--------------------	-------------------

COSTOS INDIRECTOS	Q 1,680.67
--------------------------	-------------------

PRECIO TOTAL	Q 10,084.02
---------------------	--------------------

PRECIO UNITARIO	Q 10,084.02
------------------------	--------------------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

RENGLON	1.11	ACTIVIDAD	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 2.27 M
---------	------	-----------	---

CUANTIFICACION		DESCRIPCION	
CANTIDAD	UNIDAD	Construcción de pozo de visita de 2.27 M, incluye tapadera, cernido y repello	
1.00	UNIDAD		

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
cemento	12.00	saco	Q 80.00	Q 960.00
arena	1.00	m3	Q 135.00	Q 135.00
pedrín 1/2"	0.57	m3	Q 215.00	Q 122.55
agua	227.00	lt	Q 15.00	Q 3,405.00
hierro No. 3	16.00	varilla	Q 34.10	Q 545.60
hierro No. 2	11.00	varilla	Q 13.15	Q 144.65
ladrillo tayuyo	1,317.00	unidad	Q 2.20	Q 2,897.40
alambre de amarre	1.50	lb	Q 5.50	Q 8.25
madera	15.00	unidad	Q 15.00	Q 225.00
cal	1.00	bolsa	Q 36.10	Q 36.10
TOTAL MATERIALES			Q	8,479.55

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	6	día	Q 150.00	Q 900.00
5.00	ayudantes	6	día	Q 75.00	Q 2,250.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q	3,150.00
PRESTACIONES	Q	1,323.00
TOTAL MANO DE OBRA	Q	4,473.00

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	6	día	Q 50.00	Q 300.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q	300.00
-------------------------------------	----------	---------------

COSTO TOTAL	Q	13,252.55
--------------------	----------	------------------

COSTOS INDIRECTOS	Q	2,650.51
--------------------------	----------	-----------------

PRECIO TOTAL	Q	15,903.06
---------------------	----------	------------------

PRECIO UNITARIO	Q	15,903.06
------------------------	----------	------------------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto		CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ			
Ubicacion		ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA			
REGLON	1.12	ACTIVIDAD POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 2.45 M			
CUANTIFICACION		DESCRIPCION			
CANTIDAD	UNIDAD	Construcción de pozo de visita de 2.45 M, incluye tapadera, cemento y repello			
1.00	UNIDAD				
MATERIALES					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
cemento	13.00	saco	Q 80.00	Q	1,040.00
arena	1.00	m3	Q 135.00	Q	135.00
piedrin 1/2"	0.57	m3	Q 215.00	Q	122.55
agua	245.00	lt	Q 15.00	Q	3,675.00
hierro No. 3	16.00	vanilla	Q 34.10	Q	545.60
hierro No. 2	11.00	vanilla	Q 13.15	Q	144.65
ladrillo tayuyo	1,422.00	unidad	Q 2.20	Q	3,128.40
alambre de amarre	1.50	lb	Q 5.50	Q	8.25
madera	15.00	unidad	Q 15.00	Q	225.00
cal	1.50	bolsa	Q 36.10	Q	54.15
TOTAL MATERIALES				Q	9,078.60
MANO DE OBRA					
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	6	día	Q 150.00	Q 900.00
5.00	ayudantes	6	día	Q 75.00	Q 2,250.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q	3,150.00
PRESTACIONES				Q	1,323.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q	4,473.00
MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO					
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	6	día	Q 50.00	Q 300.00
TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS				Q	300.00
COSTO TOTAL				Q	13,851.60
COSTOS INDIRECTOS				Q	2,770.32
PRECIO TOTAL				Q	16,621.92
PRECIO UNITARIO				Q	16,621.92

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.13
--------	------

ACTIVIDAD	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 2.54 M
-----------	---

CUANTIFICACION	
CANTIDAD	UNIDAD
1.00	UNIDAD

DESCRIPCION	
Construcción de pozo de visita de 2.54 M, incluye tapadera, cemento y repello	

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
cemento	14.00	saco	Q 80.00	Q 1,120.00
arena	1.10	m3	Q 135.00	Q 148.50
piedrin 1/2"	0.57	m3	Q 215.00	Q 122.55
agua	254.00	lt	Q 15.00	Q 3,810.00
hierro No. 3	16.00	varilla	Q 34.10	Q 545.60
hierro No. 2	11.00	varilla	Q 13.15	Q 144.65
ladrillo tayuyo	1,474.00	unidad	Q 2.20	Q 3,242.80
alambre de amarre	1.50	lb	Q 5.50	Q 8.25
madera	15.00	unidad	Q 15.00	Q 225.00
cal	1.50	bolsa	Q 36.10	Q 54.15
TOTAL MATERIALES			Q	9,421.50

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	7	día	Q 150.00	Q 1,050.00
5.00	ayudantes	7	día	Q 75.00	Q 2,625.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q	3,675.00
PRESTACIONES	Q	1,543.50
TOTAL MANO DE OBRA	Q	5,218.50

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	7	día	Q 50.00	Q 350.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q	350.00
-------------------------------------	----------	---------------

COSTO TOTAL	Q	14,990.00
--------------------	----------	------------------

COSTOS INDIRECTOS	Q	2,998.00
--------------------------	----------	-----------------

PRECIO TOTAL	Q	17,988.00
---------------------	----------	------------------

PRECIO UNITARIO	Q	17,988.00
------------------------	----------	------------------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto		CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ			
Ubicacion		ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA			
REGLON	1.14	ACTIVIDAD POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 3.10 M			
CUANTIFICACION		DESCRIPCION			
CANTIDAD	UNIDAD	Construcción de pozo de visita de 3.10 M, incluye tapadera, cemento y repello			
1.00	UNIDAD				
MATERIALES					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
cemento	17.00	saco	Q 80.00	Q	1,360.00
arena	1.30	m3	Q 135.00	Q	175.50
pedrin 1/2"	0.57	m3	Q 215.00	Q	122.55
agua	310.00	lt	Q 15.00	Q	4,650.00
hierro No. 3	16.00	varilla	Q 34.10	Q	545.60
hierro No. 2	11.00	varilla	Q 13.15	Q	144.65
ladrillo tayuyo	1,799.00	unidad	Q 2.20	Q	3,957.80
alambre de amarre	1.50	lb	Q 5.50	Q	8.25
madera	15.00	unidad	Q 15.00	Q	225.00
cal	1.50	bolsa	Q 36.10	Q	54.15
TOTAL MATERIALES				Q	11,243.50
MANO DE OBRA					
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	8	día	Q 150.00	Q 1,200.00
5.00	ayudantes	8	día	Q 75.00	Q 3,000.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q	4,200.00
PRESTACIONES				Q	1,764.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q	5,964.00
MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO					
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	8	día	Q 50.00	Q 400.00
TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS				Q	400.00
COSTO TOTAL				Q	17,607.50
COSTOS INDIRECTOS				Q	3,521.50
PRECIO TOTAL				Q	21,129.00
PRECIO UNITARIO				Q	21,129.00

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto		CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ			
Ubicacion		ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA			
REGLON	1.15	ACTIVIDAD POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 3.71 M			
CUANTIFICACION		DESCRIPCION			
CANTIDAD	UNIDAD	Construcción de pozo de visita de 3.71 M, incluye tapadera, cemento y repello			
1.00	UNIDAD				
MATERIALES					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
cemento	20.00	saco	Q 80.00	Q	1,600.00
arena	1.50	m3	Q 135.00	Q	202.50
pedrin 1/2"	0.57	m3	Q 215.00	Q	122.55
agua	371.00	lt	Q 15.00	Q	5,565.00
hierro No. 3	16.00	varilla	Q 34.10	Q	545.60
hierro No. 2	11.00	varilla	Q 13.15	Q	144.65
ladrillo tayuyo	2,152.00	unidad	Q 2.20	Q	4,734.40
alambre de amarre	1.50	lb	Q 5.50	Q	8.25
madera	15.00	unidad	Q 15.00	Q	225.00
cal	2.00	bolsa	Q 36.10	Q	72.20
TOTAL MATERIALES				Q	13,220.15
MANO DE OBRA					
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	9	día	Q 150.00	Q 1,350.00
5.00	ayudantes	9	día	Q 75.00	Q 3,375.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q	4,725.00
PRESTACIONES				Q	1,984.50
TOTAL MANO DE OBRA				Q	6,709.50
MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO					
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	9	día	Q 50.00	Q 450.00
TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS				Q	450.00
COSTO TOTAL				Q	20,379.65
COSTOS INDIRECTOS				Q	4,075.93
PRECIO TOTAL				Q	24,455.58
PRECIO UNITARIO				Q	24,455.58

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.16	ACTIVIDAD	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 3.79 M
--------	------	-----------	---

CUANTIFICACION		DESCRIPCION	
CANTIDAD	UNIDAD	Construcción de pozo de visita de 3.79 M, incluye tapadera, cemento y repello	
1.00	UNIDAD		

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
cemento	20.00	saco	Q	80.00	Q 1,600.00
arena	1.60	m3	Q	135.00	Q 216.00
pedrin 1/2"	0.57	m3	Q	215.00	Q 122.55
agua	379.00	lt	Q	15.00	Q 5,685.00
hierro No. 3	16.00	varilla	Q	34.10	Q 545.60
hierro No. 2	11.00	varilla	Q	13.15	Q 144.65
ladrillo tayuyo	2,199.00	unidad	Q	2.20	Q 4,837.80
alambre de amarre	1.50	lb	Q	5.50	Q 8.25
madera	15.00	unidad	Q	15.00	Q 225.00
cal	2.00	bolsa	Q	36.10	Q 72.20
TOTAL MATERIALES					Q 13,457.05

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1.00	albañil	9	día	Q	150.00	Q 1,350.00
5.00	ayudantes	9	día	Q	75.00	Q 3,375.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q	4,725.00
PRESTACIONES	Q	1,984.50
TOTAL MANO DE OBRA	Q	6,709.50

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1.00	herramienta menor	9	día	Q	50.00	Q 450.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q	450.00
------------------------------	---	--------

COSTO TOTAL	Q	20,616.55
-------------	---	-----------

COSTOS INDIRECTOS	Q	4,123.31
-------------------	---	----------

PRECIO TOTAL	Q	24,739.86
--------------	---	-----------

PRECIO UNITARIO	Q	24,739.86
-----------------	---	-----------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.17
--------	------

ACTIVIDAD	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 3.93 M
-----------	---

CUANTIFICACION	
CANTIDAD	UNIDAD
1.00	UNIDAD

DESCRIPCION	
Construcción de pozo de visita de 3.93 M, incluye tapadera, cemento y repello	

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
cemento	21.00	saco	Q 80.00	Q 1,680.00
arena	1.60	m3	Q 135.00	Q 216.00
piedrin 1/2"	0.57	m3	Q 215.00	Q 122.55
agua	393.00	lt	Q 15.00	Q 5,895.00
hierro No. 3	16.00	varilla	Q 34.10	Q 545.60
hierro No. 2	11.00	varilla	Q 13.15	Q 144.65
ladrillo tayuyo	2,280.00	unidad	Q 2.20	Q 5,016.00
alambre de amarre	1.50	lb	Q 5.50	Q 8.25
madera	15.00	unidad	Q 15.00	Q 225.00
cal	2.00	bolsa	Q 36.10	Q 72.20
TOTAL MATERIALES				Q 13,925.25

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	10	día	Q 150.00	Q 1,500.00
5.00	ayudantes	10	día	Q 75.00	Q 3,750.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q 5,250.00	
PRESTACIONES				Q 2,205.00	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 7,455.00	

MAQUINARIA HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	10	día	Q 50.00	Q 500.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q 500.00
-------------------------------------	-----------------

COSTO TOTAL	Q 21,880.25
--------------------	--------------------

COSTOS INDIRECTOS	Q 4,376.05
--------------------------	-------------------

PRECIO TOTAL	Q 26,256.30
---------------------	--------------------

PRECIO UNITARIO	Q 26,256.30
------------------------	--------------------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.18	ACTIVIDAD	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 4.18 M
--------	------	-----------	---

CUANTIFICACION		DESCRIPCION
CANTIDAD	UNIDAD	Construcción de pozo de visita de 4.18 M, incluye tapadera, cernido y repello
1.00	UNIDAD	

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
cemento	22.00	saco	Q 80.00	Q 1,760.00
arena	1.70	m3	Q 135.00	Q 229.50
piedrin 1/2"	0.57	m3	Q 215.00	Q 122.55
agua	418.00	lt	Q 15.00	Q 6,270.00
hierro No. 3	16.00	vanilla	Q 34.10	Q 545.60
hierro No. 2	11.00	vanilla	Q 13.15	Q 144.65
ladrillo tayuyo	2,425.00	unidad	Q 2.20	Q 5,335.00
alambre de amarre	1.50	lb	Q 5.50	Q 8.25
madera	15.00	unidad	Q 15.00	Q 225.00
cal	2.00	bolsa	Q 36.10	Q 72.20
TOTAL MATERIALES				Q 14,712.75

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	11	día	Q 150.00	Q 1,650.00
5.00	ayudantes	11	día	Q 75.00	Q 4,125.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q 5,775.00
PRESTACIONES	Q 2,425.50
TOTAL MANO DE OBRA	Q 8,200.50

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	11	día	Q 50.00	Q 550.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q 550.00
-------------------------------------	-----------------

COSTO TOTAL	Q 23,463.25
--------------------	--------------------

COSTOS INDIRECTOS	Q 4,692.65
--------------------------	-------------------

PRECIO TOTAL	Q 28,155.90
---------------------	--------------------

PRECIO UNITARIO	Q 28,155.90
------------------------	--------------------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.19	ACTIVIDAD	POZO DE VISITA DE LADRILLO TAYUYO DE 4.20 M
--------	------	-----------	---

CUANTIFICACION		DESCRIPCION
CANTIDAD	UNIDAD	
1.00	UNIDAD	Construcción de pozo de visita de 4.20 M, incluye tapadera, cernido y repello

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
cemento	23.00	saco	Q 80.00	Q 1,840.00
arena	1.70	m3	Q 135.00	Q 229.50
pedrin 1/2"	0.57	m3	Q 215.00	Q 122.55
agua	420.00	lt	Q 15.00	Q 6,300.00
hierro No. 3	16.00	varilla	Q 34.10	Q 545.60
hierro No. 2	11.00	varilla	Q 13.15	Q 144.65
ladrillo tayuyo	2,437.00	unidad	Q 2.20	Q 5,361.40
alambre de amarre	1.50	lb	Q 5.50	Q 8.25
madera	15.00	unidad	Q 15.00	Q 225.00
cal	2.00	bolsa	Q 36.10	Q 72.20
TOTAL MATERIALES				Q 14,849.15

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	11	día	Q 150.00	Q 1,650.00
5.00	ayudantes	11	día	Q 75.00	Q 4,125.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q 5,775.00
PRESTACIONES	Q 2,425.50
TOTAL MANO DE OBRA	Q 8,200.50

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	11	día	Q 50.00	Q 550.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q 550.00
-------------------------------------	-----------------

COSTO TOTAL	Q 23,599.65
--------------------	--------------------

COSTOS INDIRECTOS	Q 4,719.93
--------------------------	-------------------

PRECIO TOTAL	Q 28,319.58
---------------------	--------------------

PRECIO UNITARIO	Q 28,319.58
------------------------	--------------------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.20	ACTIVIDAD	CONEXIÓN DOMICILIAR
--------	------	-----------	---------------------

CUANTIFICACION		DESCRIPCION	
CANTIDAD	UNIDAD	Construcción de conexión domiciliar	
65.00	UNIDAD		

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
cemento	48	saco	Q 80.00	Q 3,840.00
arena	4.7	m3	Q 135.00	Q 634.50
pedrín 1/2"	5.0	m3	Q 215.00	Q 1,075.00
agua	1,040	lt	Q 15.00	Q 15,600.00
hierro No. 3	390	varilla	Q 34.10	Q 13,299.00
hierro No. 2	2,225	varilla	Q 13.15	Q 29,258.75
alambre de amarre	30	lb	Q 5.50	Q 165.00
madera	60	unidad	Q 125.00	Q 7,500.00
TOTAL MATERIALES				Q 71,372.25

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	15	día	Q 150.00	Q 2,250.00
7.00	ayudantes	15	día	Q 75.00	Q 1,125.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q 3,375.00
PRESTACIONES	Q 1,417.50
TOTAL MANO DE OBRA	Q 4,792.50

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta menor	15	día	Q 50.00	Q 750.00
1.00	concretera	15	día	Q 125.00	Q 1,875.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q 2,625.00
-------------------------------------	-------------------

COSTO TOTAL	Q 78,789.75
--------------------	--------------------

COSTOS INDIRECTOS	Q 15,757.95
--------------------------	--------------------

PRECIO TOTAL	Q 94,547.70
---------------------	--------------------

PRECIO UNITARIO	Q 1,454.58
------------------------	-------------------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.21	ACTIVIDAD	EXCAVACIÓN PARA FOSA
--------	------	-----------	----------------------

CUANTIFICACION		DESCRIPCION	
CANTIDAD	UNIDAD	Excavación para fosas septicas	
600.00	M3		

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
TOTAL MATERIALES				Q -

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	operador retroexcavadora	27	dia	Q 200.00	Q 5,400.00
3.00	ayudantes	26	dia	Q 75.00	Q 5,850.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q	11,250.00
PRESTACIONES	Q	4,725.00
TOTAL MANO DE OBRA	Q	15,975.00

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	retroexcavadora	104	hora	Q 200.00	Q 20,800.00
1.00	compactadora manual	26	dia	Q 100.00	Q 2,600.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q	23,400.00
-------------------------------------	---	------------------

COSTO TOTAL	Q	39,375.00
--------------------	---	------------------

COSTOS INDIRECTOS	Q	7,875.00
--------------------------	---	-----------------

PRECIO TOTAL	Q	47,250.00
---------------------	---	------------------

PRECIO UNITARIO	Q	78.75
------------------------	---	--------------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.22	ACTIVIDAD	BASE PARA NIVELACION DE FOSA
--------	------	-----------	------------------------------

CUANTIFICACION		DESCRIPCION	
CANTIDAD	UNIDAD	Tendido de base	
20.00	M3		

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Selecto	25	m3	Q 25.00	Q 625.00
Agua	100	lt	Q 15.00	Q 1,500.00

TOTAL MATERIALES	Q	2,125.00
------------------	---	----------

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	encargado	4	día	Q 125.00	Q 500.00
3.00	ayudantes	3	día	Q 75.00	Q 675.00
1.00	piloto de camión de volteo	1	día	Q 200.00	Q 200.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q	1,375.00
PRESTACIONES	Q	577.50
TOTAL MANO DE OBRA	Q	1,952.50

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta	2	día	Q 60.00	Q 120.00
1.00	compactadora manual	3	día	Q 100.00	Q 300.00
1.00	camión de volteo	1	día	Q 1,000.00	Q 1,000.00

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q	1,420.00
------------------------------	---	----------

COSTO TOTAL	Q	5,497.50
-------------	---	----------

COSTOS INDIRECTOS	Q	1,099.50
-------------------	---	----------

PRECIO TOTAL	Q	6,597.00
--------------	---	----------

PRECIO UNITARIO	Q	329.85
-----------------	---	--------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

RENGLON	1.23	ACTIVIDAD	FOSA SEPTICA
---------	------	-----------	--------------

CUANTIFICACION		DESCRIPCION	
CANTIDAD	UNIDAD	Construcción de fosas septicas (incluido muro y piso)	
3.00	UNIDAD		

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
cemento	222	saco	Q 80.00	Q 17,760.00
arena	137.5	m3	Q 135.00	Q 18,562.50
pedrin 1/2"	206.1	m3	Q 215.00	Q 44,311.50
agua	44,088	lt	Q 15.00	Q 661,320.00
madera	25	tabla	Q 125.00	Q 3,125.00
pedra bola	97	m3	Q 750.00	Q 72,750.00
alambre de amarre	89	lb	Q 5.50	Q 489.50
hierro No. 3	90	unidad	Q 34.10	Q 3,069.00
tubo pvc 4"	10	unidad	Q 170.50	Q 1,705.00
TOTAL MATERIALES				Q 823,092.50

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	albañil	30	día	Q 150.00	Q 4,500.00
7.00	ayudantes	30	día	Q 75.00	Q 2,250.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q	6,750.00
PRESTACIONES	Q	2,835.00
TOTAL MANO DE OBRA	Q	9,585.00

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1.00	herramienta	30	día	Q 60.00	Q 1,800.00
1.00	concretera	30	día	Q 125.00	Q 3,750.00
1.00	vibrador de concreto	29	día	Q 100.00	Q 2,900.00
					Q -

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q	8,450.00
-------------------------------------	----------	-----------------

COSTO TOTAL	Q	841,127.50
--------------------	----------	-------------------

COSTOS INDIRECTOS	Q	168,225.50
--------------------------	----------	-------------------

PRECIO TOTAL	Q	1,009,353.00
---------------------	----------	---------------------

PRECIO UNITARIO	Q	336,451.00
------------------------	----------	-------------------

Continuación del apéndice 5.

DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS

Proyecto	CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ
Ubicacion	ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA

REGLON	1.24	ACTIVIDAD	CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES
--------	------	-----------	--------------------------------

CUANTIFICACION		DESCRIPCION	
CANTIDAD	UNIDAD	Construcción de caja distribuidora de caudales	
1.00	UNIDAD		

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
cemento	8	saco	Q	80.25	Q 642.00
arena	0.5	m3	Q	135.00	Q 67.50
pedrin 1/2"	0.6	m3	Q	215.00	Q 129.00
agua	100	lt	Q	15.00	Q 1,500.00
hierro No. 3	3	unidad	Q	34.10	Q 102.30
madera	25	tabla	Q	125.00	Q 3,125.00
			Q		Q -
			Q		Q -
TOTAL MATERIALES					Q 5,565.80

MANO DE OBRA

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1.00	encargado	7	día	Q	150.00	Q 1,050.00
4.00	ayudantes	7	día	Q	75.00	Q 2,100.00

SUB-TOTAL MANO DE OBRA	Q	3,150.00
PRESTACIONES	Q	1,323.00
TOTAL MANO DE OBRA	Q	4,473.00

MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO

CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
1.00	herramienta	7	día	Q	60.00	Q 420.00
1.00	concretera	4	día	Q	125.00	Q 500.00
1.00	vibrador de concreto	4	día	Q	100.00	Q 400.00
				Q		Q -

TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS	Q	1,320.00
-------------------------------------	----------	-----------------

COSTO TOTAL	Q	11,358.80
--------------------	----------	------------------

COSTOS INDIRECTOS	Q	2,271.76
--------------------------	----------	-----------------

PRECIO TOTAL	Q	13,630.56
---------------------	----------	------------------

PRECIO UNITARIO	Q	13,630.56
------------------------	----------	------------------

Continuación del apéndice 5.

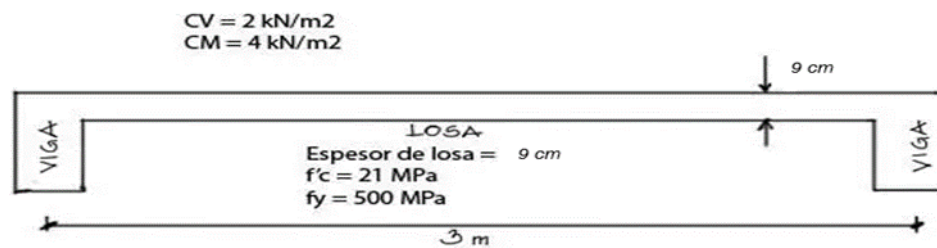
DETALLE DE INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS							
Proyecto		CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ					
Ubicacion		ALDEA SAN SEBASTIÁN LEMOA					
REGLON	1.25	ACTIVIDAD TAPADERA FOSA					
CUANTIFICACION		DESCRIPCION					
CANTIDAD	UNIDAD	Construcción de tapaderas para fosa					
3.00	UNIDAD						
MATERIALES							
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL		
cemento	346	saco	Q	80.00	Q	27,680.00	
arena	23	m3	Q	135.00	Q	3,105.00	
pedrín 1/2"	33	m3	Q	215.00	Q	7,095.00	
hierro No. 3	91	unidad	Q	34.10	Q	3,103.10	
alambre de amarre	31	lb	Q	5.50	Q	170.50	
madera	99	unidad	Q	125.00	Q	12,375.00	
agua	6,883	lt	Q	15.00	Q	103,245.00	
TOTAL MATERIALES			Q		Q	156,773.60	
MANO DE OBRA							
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL	
1.00	encargado	28	día	Q	150.00	Q	4,200.00
7.00	ayudantes	28	día	Q	75.00	Q	14,700.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA			Q		Q	18,900.00	
PRESTACIONES			Q		Q	7,938.00	
TOTAL MANO DE OBRA			Q		Q	26,838.00	
MAQUINARIA, HERRAMIENTA Y EQUIPO							
CANTIDAD	DESCRIPCION	CANTIDAD POR UNIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL	
1.00	herramienta	28	día	Q	60.00	Q	1,680.00
1.00	concretera	18	día	Q	125.00	Q	2,250.00
1.00	vibrador de concreto	16	día	Q	100.00	Q	1,600.00
TOTAL MAQ., HERR., Y EQUIPOS			Q		Q	5,530.00	
COSTO TOTAL			Q		Q	189,141.60	
COSTOS INDIRECTOS			Q		Q	37,828.32	
PRECIO TOTAL			Q		Q	226,969.92	
PRECIO UNITARIO			Q		Q	75,656.64	

Nota. Integraciones de Costos del proyecto de alcantarillado sanitario para la aldea San Sebastián Lemoa, Santa Cruz del Quiché. Quiché. Elaboración propia.

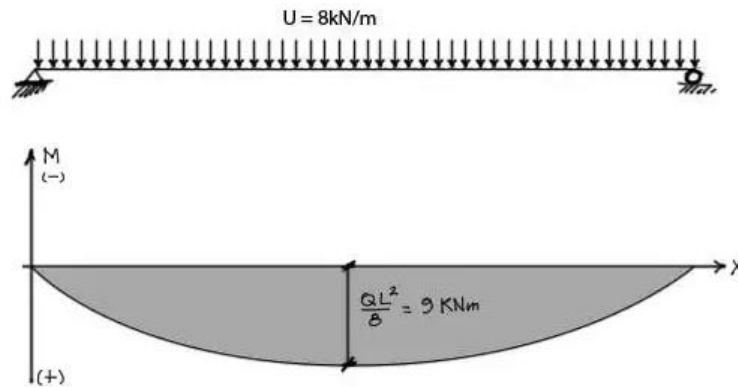
Apéndice 6.

Diseño de muros por gravedad y losa.

H	2.5 m	γ_1	18.08 KN/m ³	γ_2	19.65 KN/m ³	1			
X1	0.4 m	C1	0 KN/m ²	C2	30 KN/m ²	0.4122			
X2	1.4 m	$\emptyset 1$	36	$\emptyset 2$	15	1.5878			
X3	0 m								
X4	5 m	γ_{CONCRE}	23.58 KN/m ³						
X5	0.25 m								
DF	1 m								
β	0								
				K_a	0.2596	P_a	17.75 KN/m		
				Y	0	P_v	0 KN/m		
				HT	2.75	P_h	17.75 KN/m		
						Mac	16.27 KN/m		
				Figura	Area (m ²)	γ (KN/M)	Peso (KN)	Brazo	Momento (KN-m)
				1	1.25	23.58	29.48	0.67	19.75
				2	1	23.58	23.58	1.2	28.3
				3	0.73	23.58	17.21	1.45	24.95
				4	3.75	18.08	67.8	2.15	145.77
				5	0	18.08	0	2.4	0
				6	0	P_v	0	2.9	0
							138.07		218.77
				F_s Volcamiento		13.45	OK	Q_{punta}	45.64 KN/m ²
				F_s Deslizamiento		4.64	OK	Q_{talon}	49.58 KN/m ²
				Excentricidad					



Continuación del apéndice 6.



Para el momento mostrado, se calcula la franja de losa como si fuera una viga:

Cantidad de acero	
Varillas No.4	1.27 cm ²
6 varillas No. 4 en ambas direcciones en 1 m de ancho	7.62 cm ²
Estribos No. 3 @ 15 cm	

DATOS	
b =	100 cm
d =	14 cm
f'c =	210 kg/cm ²
Fy =	2820 kg/cm ²
Mu =	2200 Kg.m

$$As = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * f'c}} \right] * \left(0.85 * \frac{f'c}{Fy} \right)$$

As	6.42	cm ²
----	------	-----------------

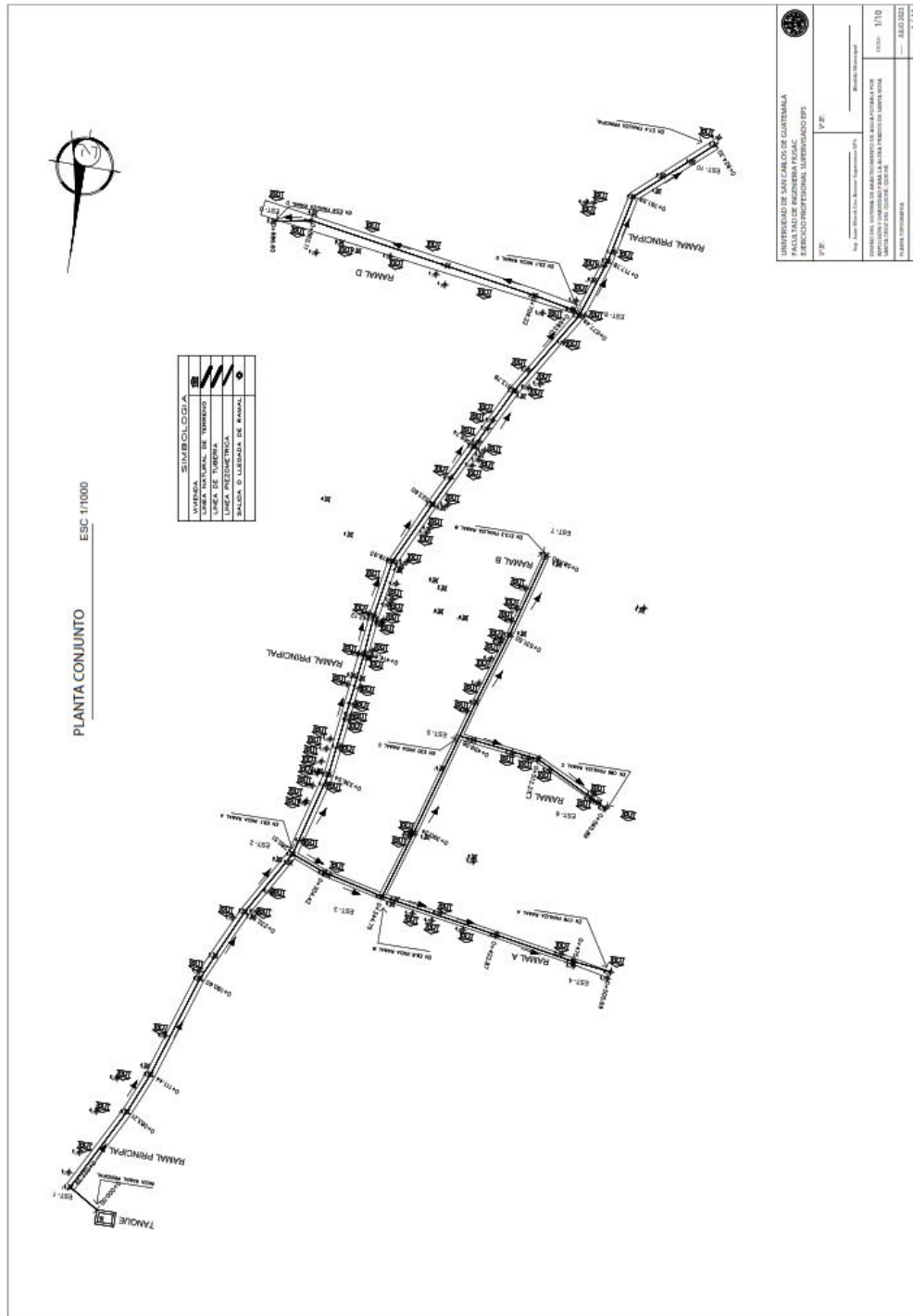
$$As_{min} = 14.01 * b * \frac{d}{Fy}$$

Asmin	6.96	cm ²
-------	------	-----------------

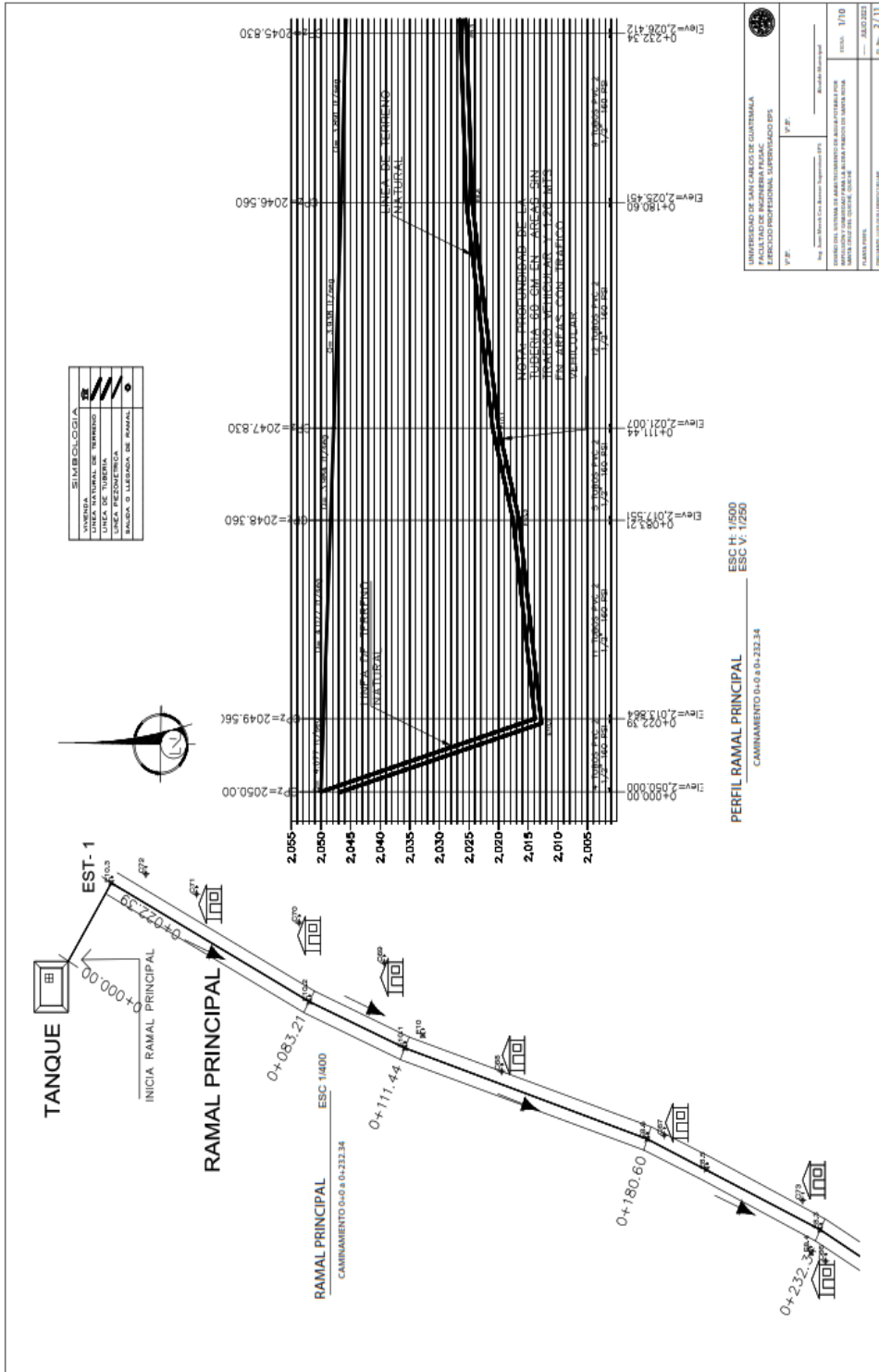
Nota. Diseño de muros por gravedad del proyecto de alcantarillado sanitario para la aldea San Sebastián Lemoa, Santa Cruz del Quiché. Quiché. Elaboración propia.

Apéndice 7.

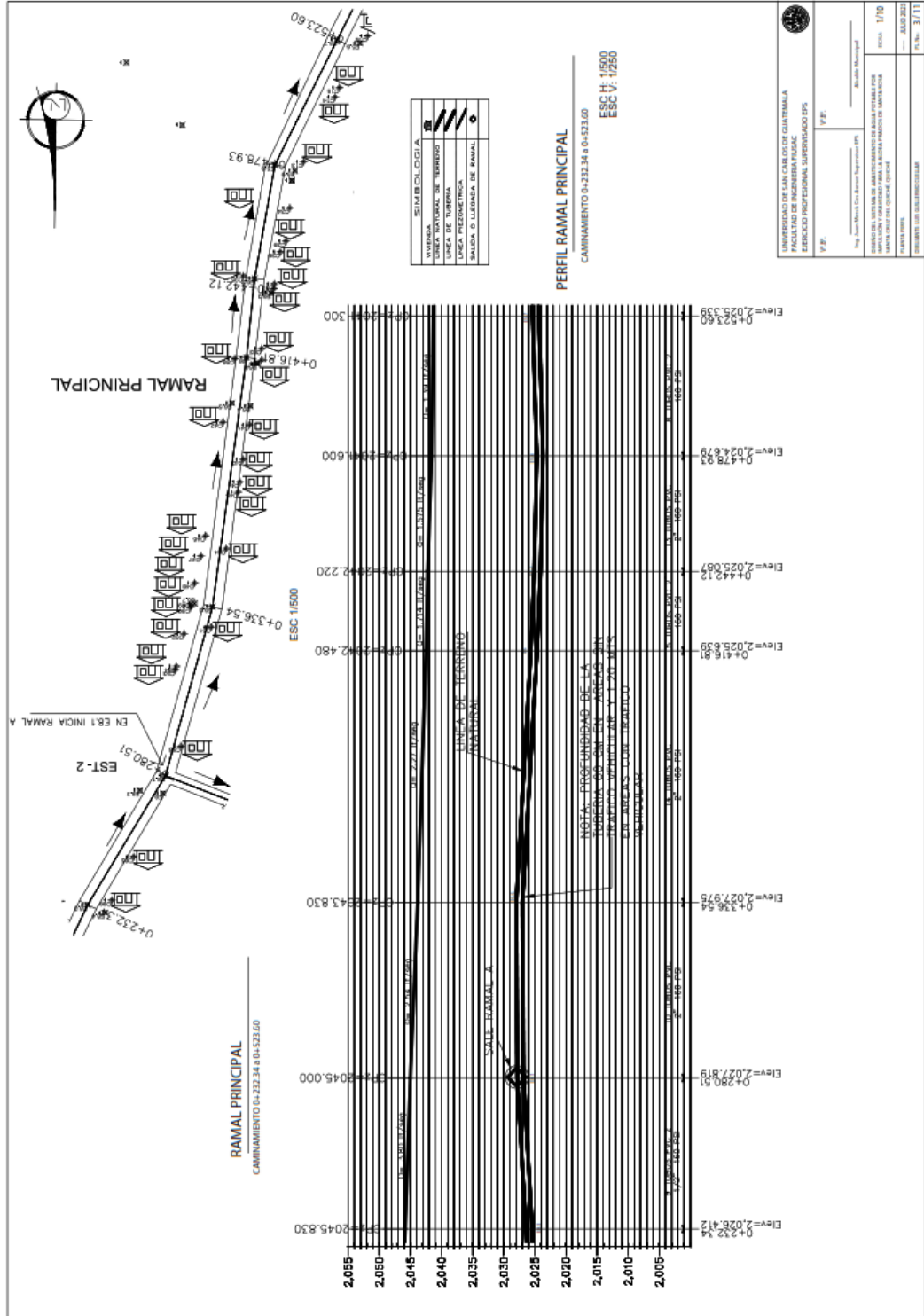
Planos del proyecto de agua potable



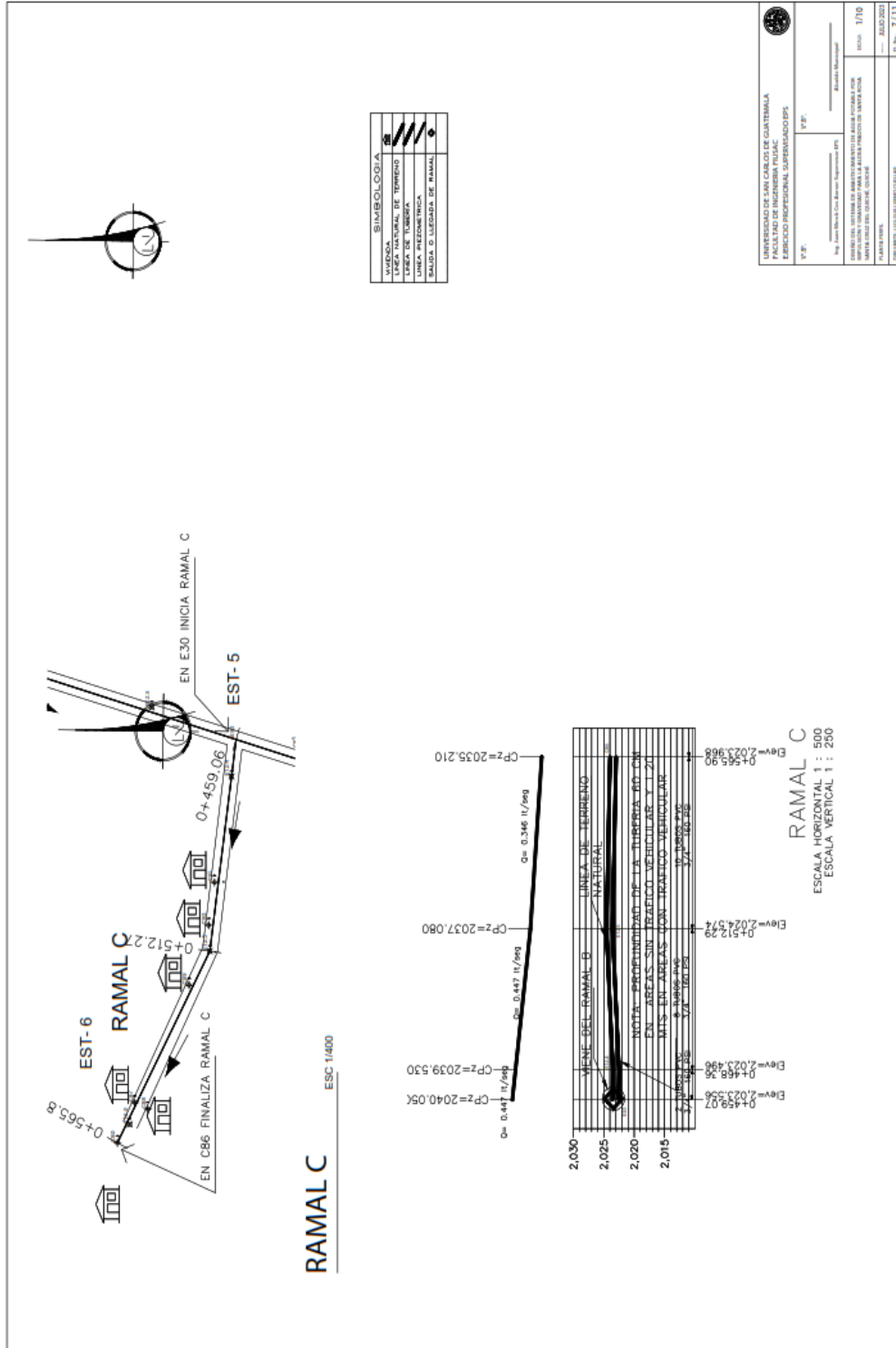
Continuación del apéndice 7.



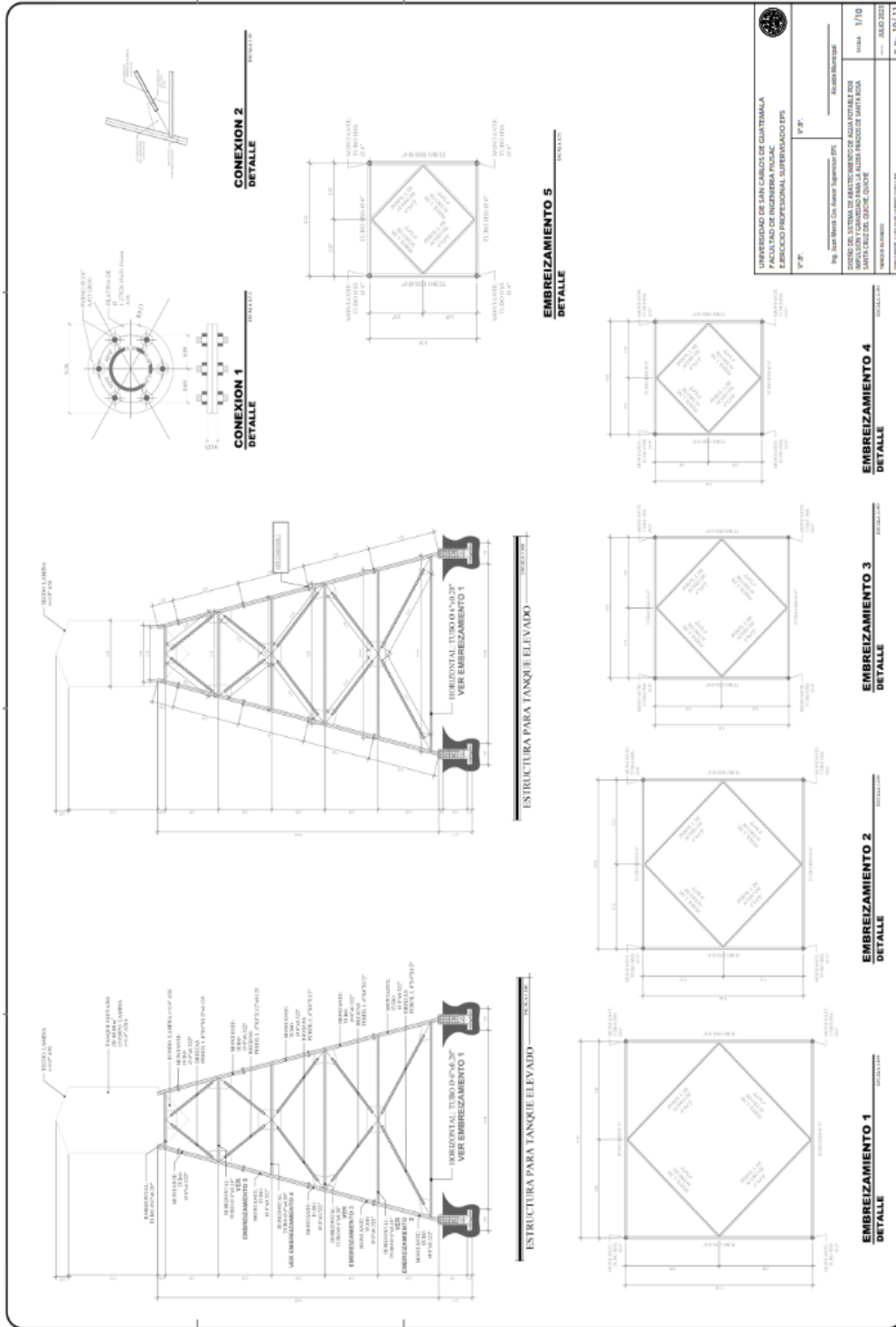
Continuación del apéndice 7.



Continuación del apéndice 7.



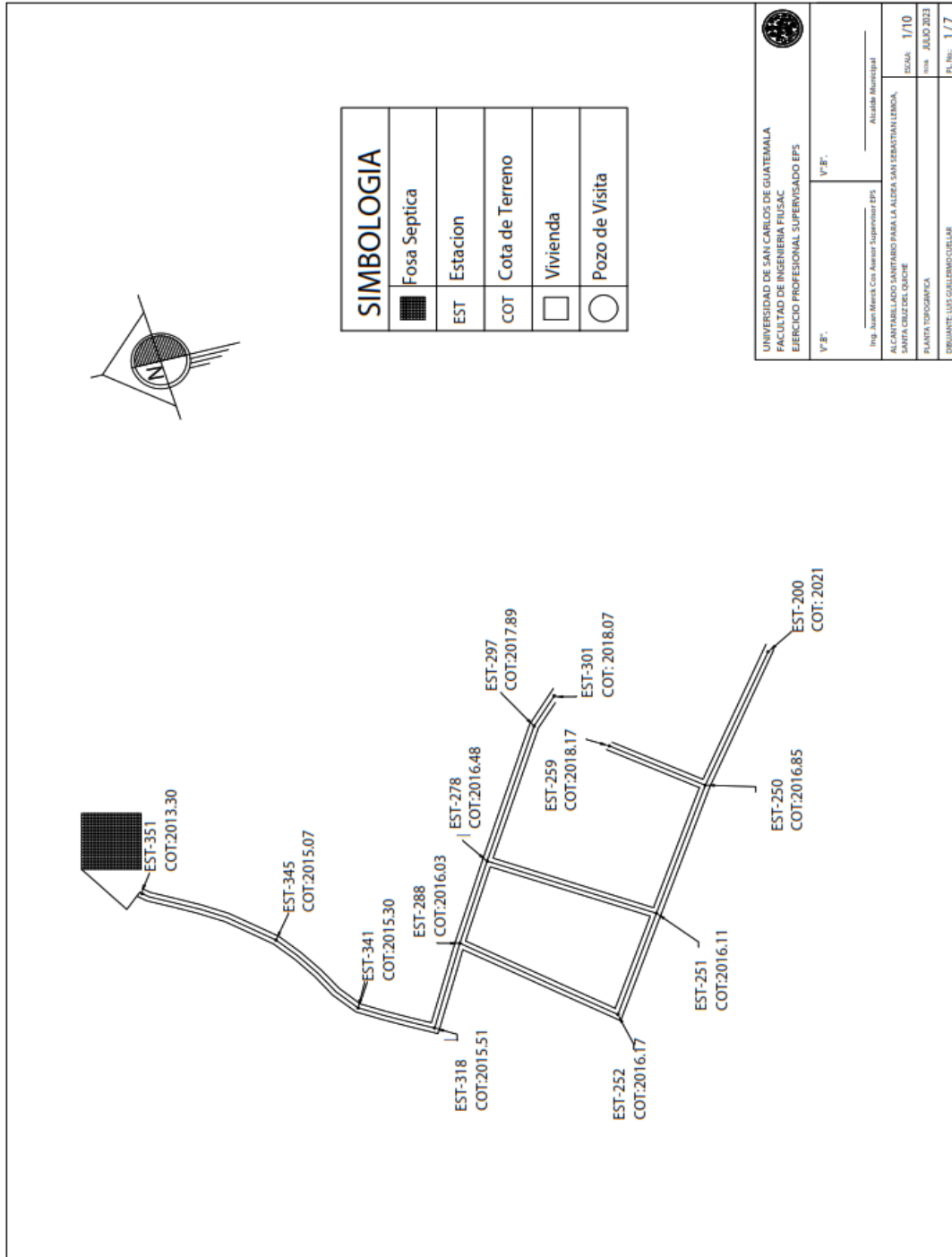
Continuación del apéndice 7.



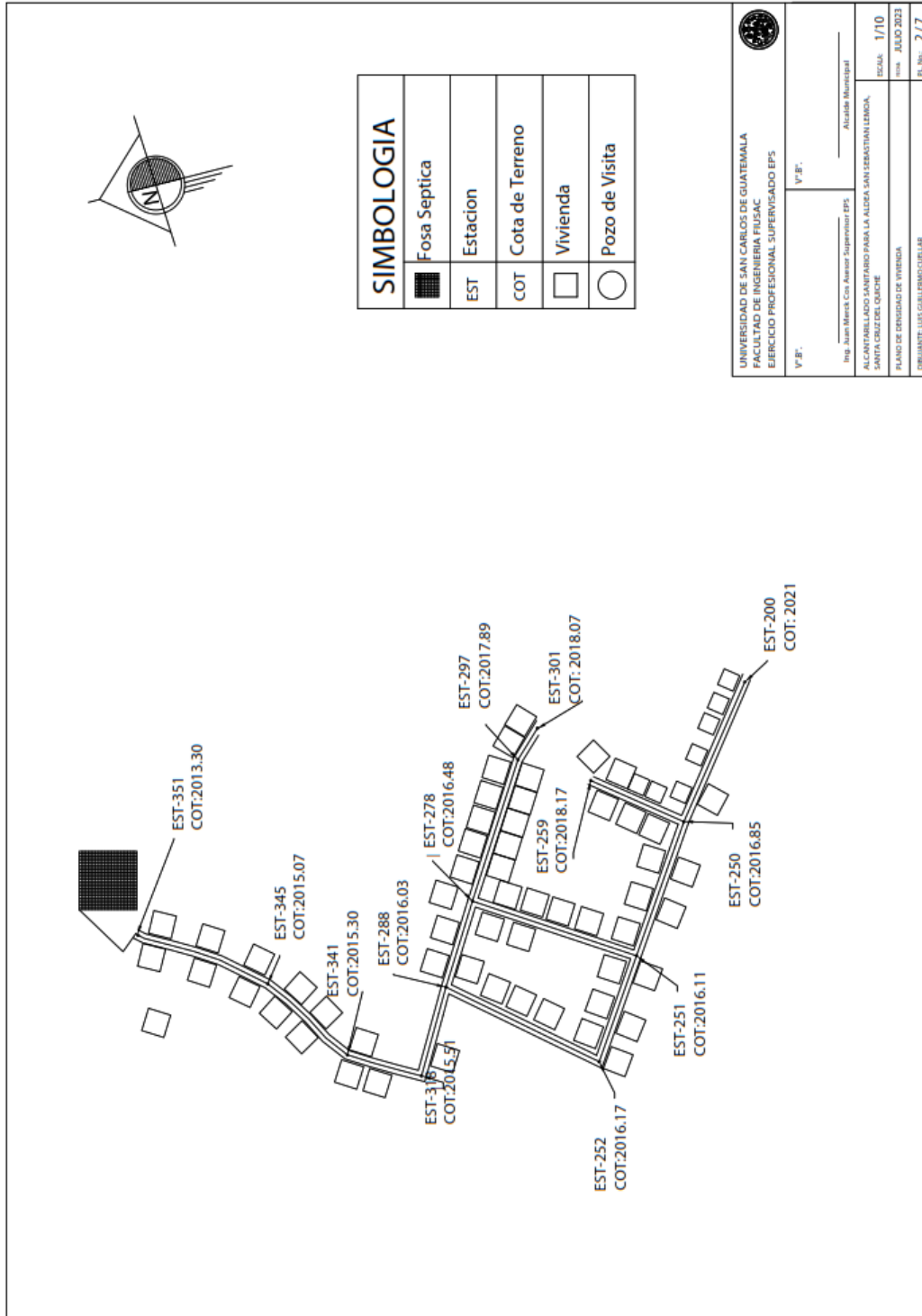
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA Y USAC
 SERVICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 V.P.
 Ing. Juan Martín Coto Acosta Aguirre V.P.
 ASISTENTE TECNICO
 DISEÑO DEL SISTEMA DE REFORZAMIENTO DE AGUA POTABLE POR
 SANITACION DEL MUNICIPIO DE SANTA ROSA
 SANITACION DEL MUNICIPIO DE SANTA ROSA
 V.P.
 INGENIERO EN INGENIERIA
 INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL
 No. 10/11

Apéndice 8.

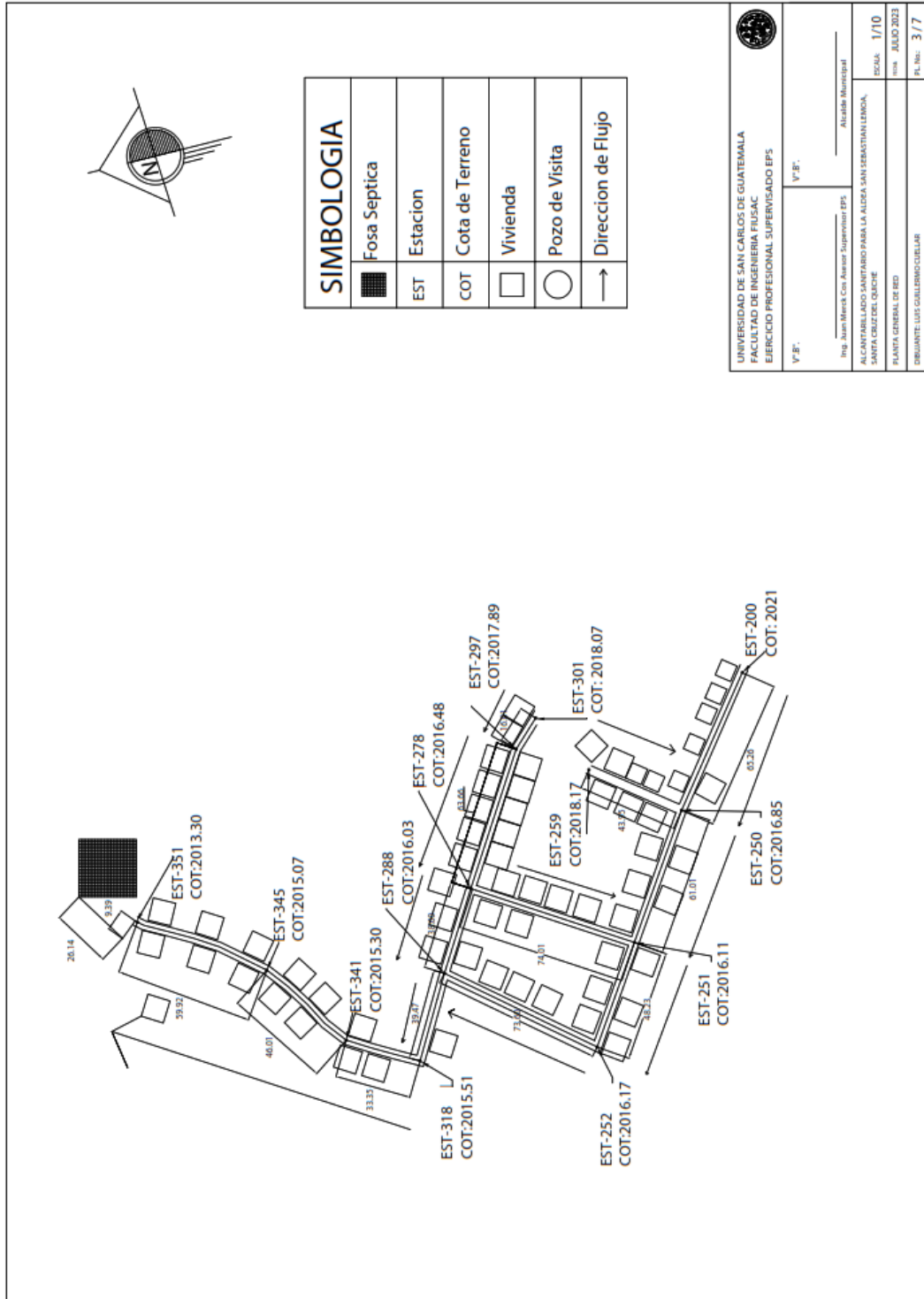
Planos del proyecto de alcantarillado sanitario



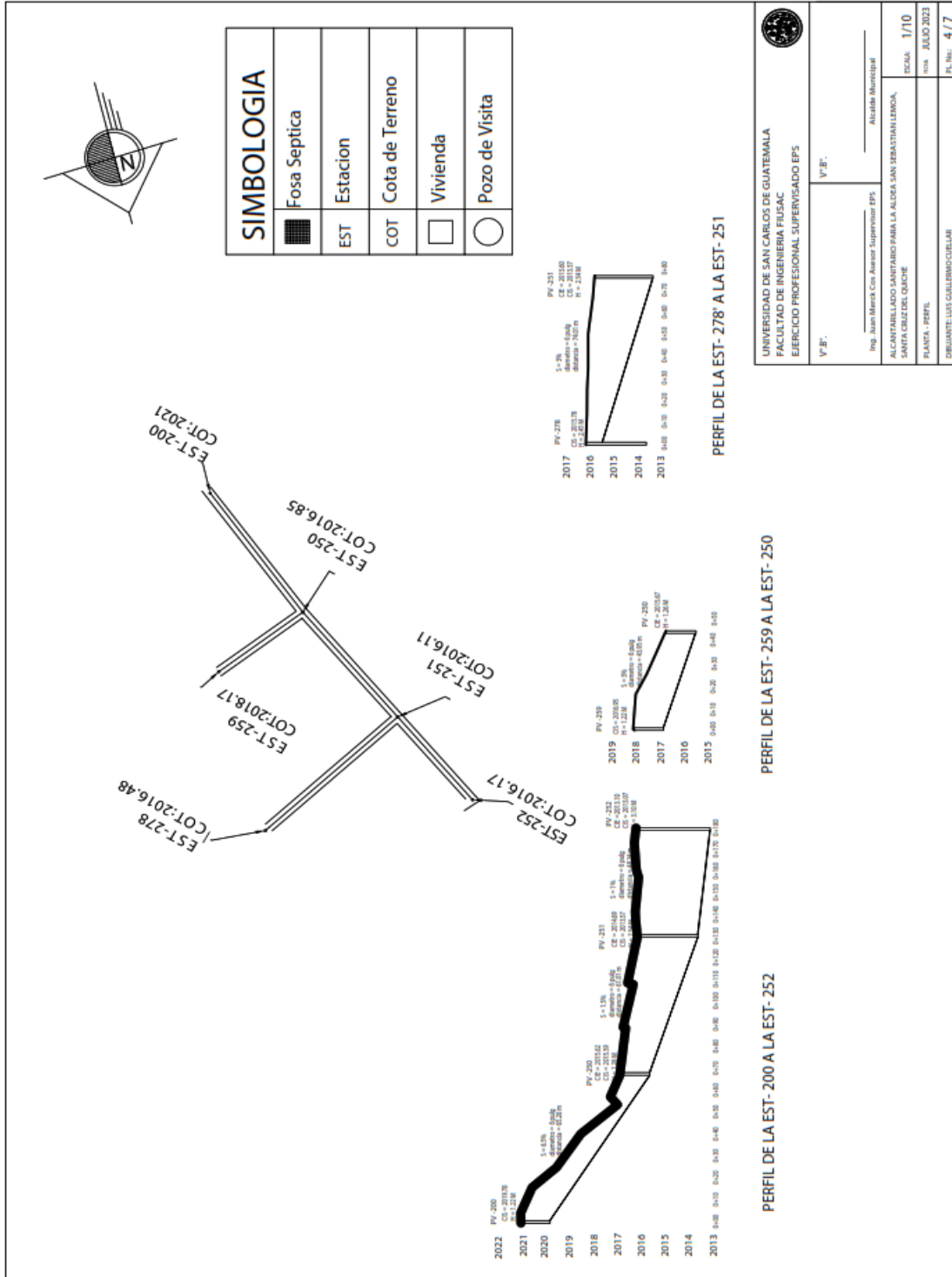
Continuación del apéndice 8.



Continuación del apéndice 8.

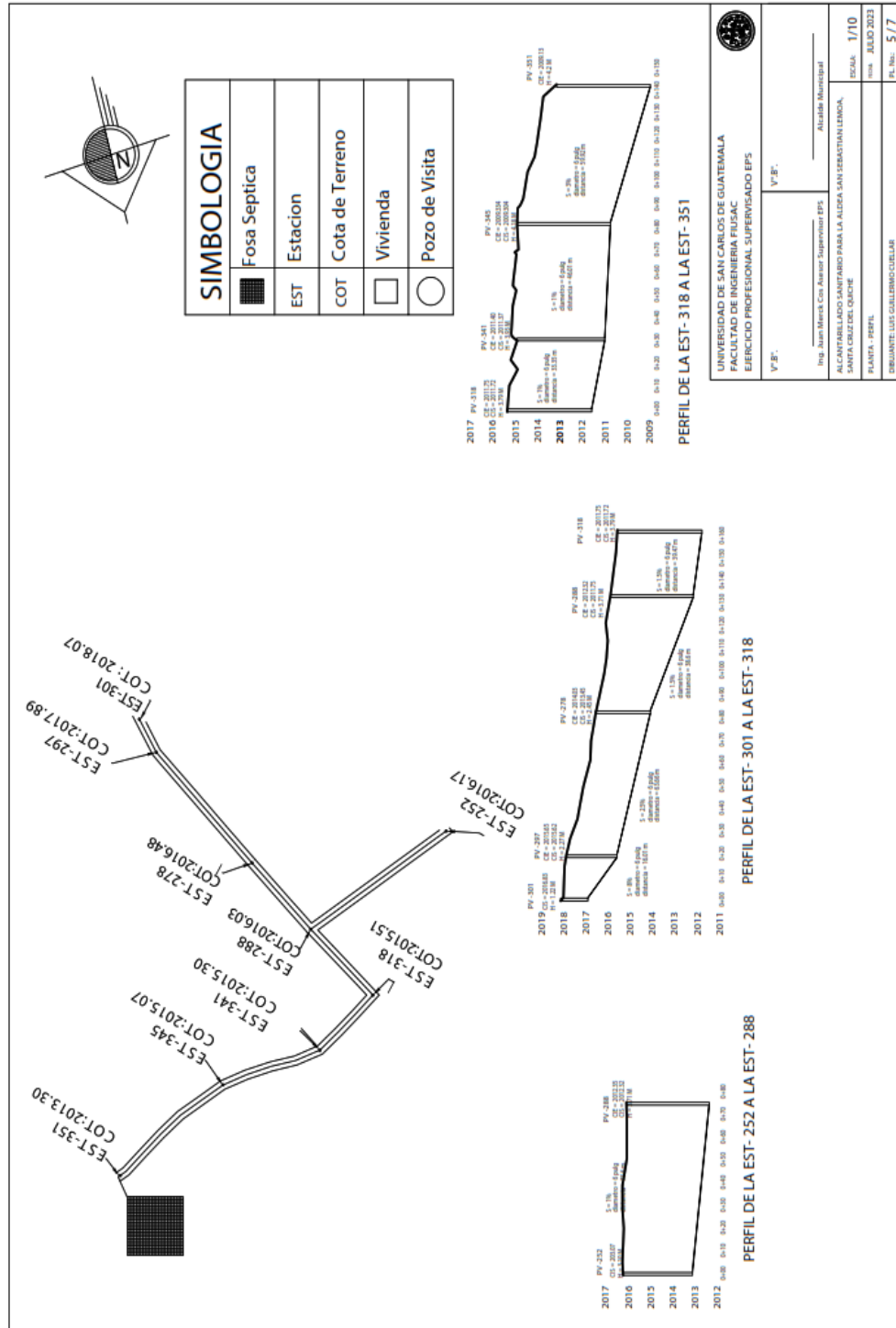


Continuación del apéndice 8.

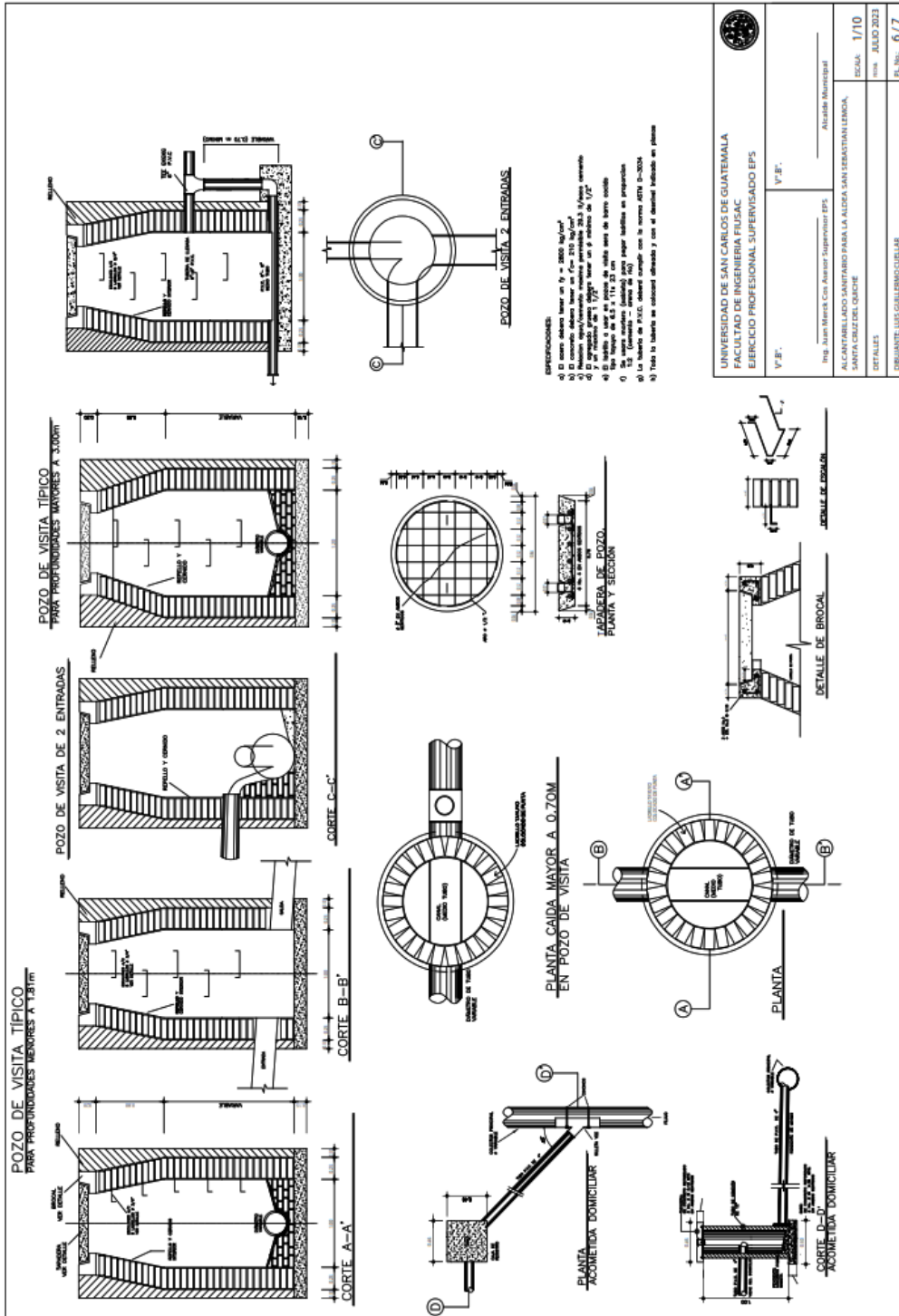


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA FIUSAC EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS	
V.B.	V.B.
Ing. Juan Merck Con Ansoor Supervisor EPS	Alcalde Municipal
ALCANTARILLO SANTIBARRIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIAN LERONA, SANTA CRUZ DEL QUICHE	
ESCALA: 1/10	FECHA: JULIO 2023
PLANTA - PERFIL	
ELABORANTE: LUIS GABRIEL MORALES	PL. No.: 4/7

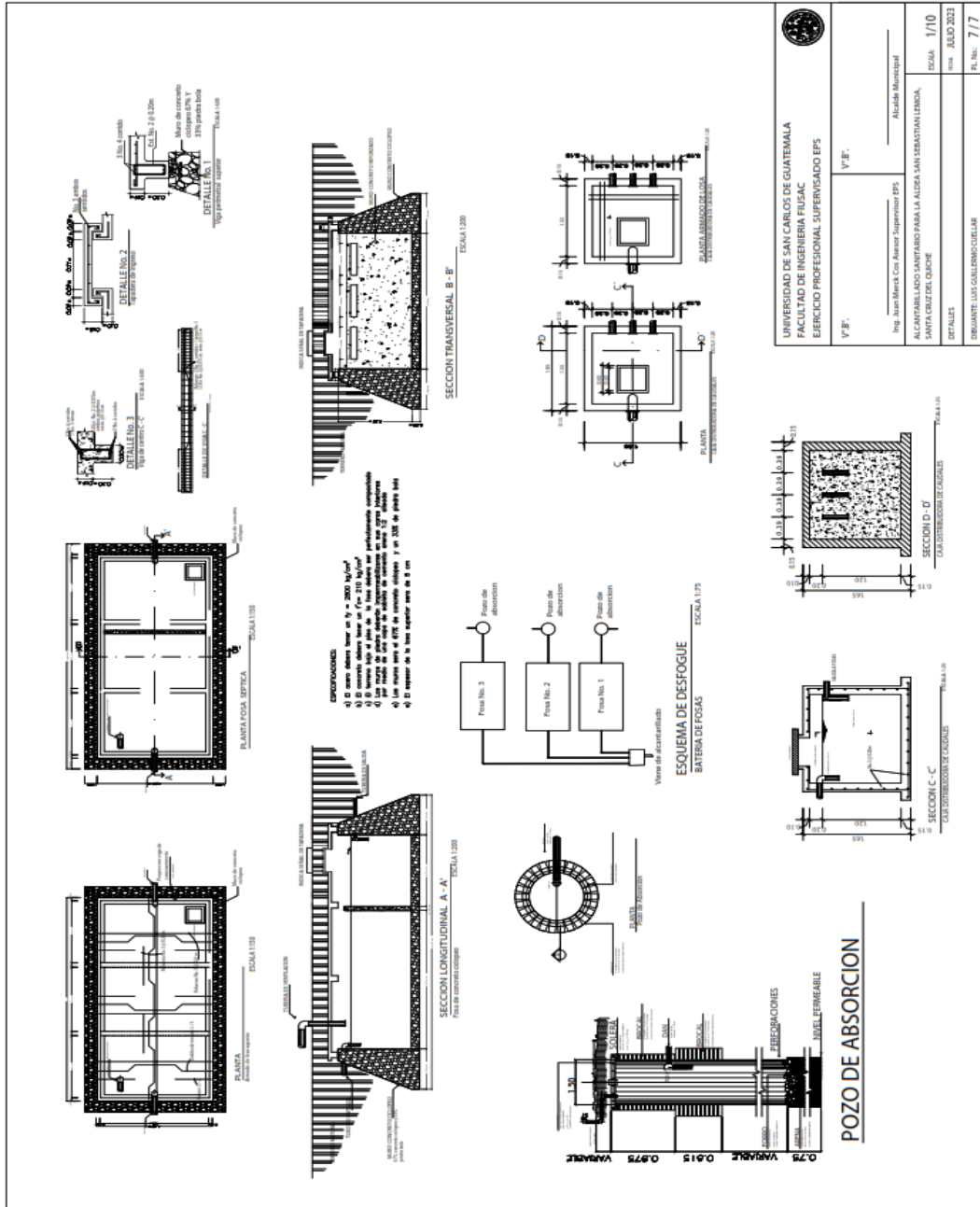
Continuación del apéndice 8.



Continuación del apéndice 8.



Continuación del apéndice 8.



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	Alcaldía Municipal
	FACULTAD DE INGENIERIA FISICAC EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS	Ing. Juan Rivera Cruz Asesor Supervisor EPS
V.S.:	V.S.:	Alcaldía Municipal
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN SEBASTIAN LEMDA, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ	ESCALA 1/10	FECHA: ABRIL 2023
DETALLES	DESENHO: LOS GUILLENBUCILLAR	PL. No.: 7/7

Nota. Juego de planos para la introducción de agua potable en la aldea Prados de Santa Rosa, Santa Cruz del Quiché, Quiché. Elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1.

Análisis físicoquímico y bacteriológico del agua



LABORATORIO AMBIENTAL E INDUSTRIAL

17 avenida 239 zona 4 Mixco | Guatemala | Oficinas Zaragoza 2 | Bodega 2
502 + 2437 7224 | 2437 4456
laboratorio@ecosistemas.com.gt | info@ecosistemas.com.gt | www.ecosistemas.com.gt

Ref 1820-23

Pág 1/2

REG 016 Resultados de Análisis

Muestra: 1 muestra de agua
Análisis solicitado por: Luis Guillermo Cuellar
Dirección: Ciudad
Procedencia de la muestra: Pozo Perforado aldea Prados de Santa Rosa
Fecha de ingreso de muestras: 29/06/2023
Fecha de análisis: 29/06/2023-12/07/2023
Fecha de informe: 12/07/2023

Identificación de la muestra: Muestra 1
Correlativo Ecosistemas: 34305

Parámetros Analizados	Resultados	Metodología	Norma Caguayan RTG 29001 LMA	Norma Caguayan RTG 29001 LMP
Dureza Total (mg/l de CaCO ₃)	81	Volumétrico (EDTA)	100	500
* Potencial de Hidrogeno pH (acididad) (Laboratorio)	7.80	SMWW 4500H-B	7.0-7.5	6.5 - 8.5
* Cloruros (mg/l)	2.9	Fotométrico, Análogo EPA 325.1, APHA 4500 Cl-E	100	250
* Conductividad Eléctrica (µS/cm)	690	SMWW 2510B	750	1500
* Turbiedad (NTU)	< 1	SMWW 2130 B	5	15
Color Aparente (UC HZ equiv. Unid. Pt-Co)	< 1	Fotométrico, Análogo APHA 2120B, DIN 53409	no aplica	no aplica
Color Real (UC HZ equiv. Unid. Pt-Co)	< 1	Fotométrico, Análogo APHA 2120B, DIN 53409	5	35
Nitritos (mg/l)	0.012	Fotométrico Análogo EPA 354.1, SMWW 4500 NO ₂ -LN 26777	no aplica	3
* Nitritos (mg/l)	8.4	Fotométrico Análogo SMWW 4500 NOS E	no aplica	50
* Sulfatos (mg/l)	7	Fotométrico, Análogo EPA 375.4	100	250
Calcio Ca (mg/l)	10	Fotométrico, (gloxal-bis(2-hidroxifenilo))	75	150
Hierro Fe (mg/l)	0.10	Fotométrico, (Ínglicobato)	0.3 ***	no aplica
Magnesio Mg (mg/l)	8.75	SMWW 2540B	50	100
Manganeso Mn (mg/l)	< 0.03	Fotométrico, Análogo DIN 38406-2	0.1	0.400

Continuación del apéndice 2.



LABORATORIO AMBIENTAL E INDUSTRIAL

17 avenida 2-39 zona 4 Mixco | Guatemala | Oficinas Zaragoza 2 | Bodega 2
502 + 2437 7224 | 2437 4455
laboratorio@ecosistemas.com.gt | info@ecosistemas.com.gt | www.ecosistemas.com.gt

Ref 1820-23
Pag 2/2

** Análisis Microbiológicos:

Parámetros Analizados	Resultados	Metodología	Norma Coguanor NTG 29001 LMP
Coliformes Totales/100 ml	No Detectable en 100 ml	SMWW 9221. D. Presence-Absence (P-A) Coliform Test Método de presencia / Ausencia	No Detectable en 100 ml
Escherichia Coli/100 ml	No Detectable en 100 ml	SMWW 9221. D. Presence-Absence (P-A) Coliform Test Método de presencia / Ausencia	No Detectable en 100 ml

Notas:

Captación de muestras: La muestra fue captada por personal ajeno a Ecosistemas.

Transporte y preservación de la muestra: Temperatura ambiente. Muestra para análisis microbiológico en refrigeración.

Metodología: Espectrofotométricos / Standard Methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, 23 edic. Fotométricos Merck/Hach.

Los análisis han sido realizados en las instalaciones del laboratorio, excepto los análisis in situ que se realizaron en el punto de captación de la muestra (ver identificación).

El signo < significa "menor que". Por debajo del límite de detección.

LMA: Límite Máximo Admisible; LMP: Límite Máximo Permisible (Según Norma Coguanor NTG 29001 1a. revisión).

Límites de detección: Ca (5 mg/l); Fe, Mn (0.03 mg/l); Cloruros (2.9 mg/l); Nitratos (0.007 mg/l);

Nitratos (2.2 mg/l); Sulfatos (5 mg/l); Mg (1.5 mg/l).

Los resultados obtenidos corresponden únicamente a la muestra recibida por el personal de Ecosistemas Proyectos Ambientales.

Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita de Ecosistemas Proyectos Ambientales.

* Análisis acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2017 según OGA LE 006-04

** Análisis referido a laboratorio acreditado.

*** El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social establece como recomendación un valor máximo de hierro total de 2 miligramos por litro según el artículo 8 del Acuerdo Ministerial 523-2013.

Según los análisis realizados y en base a la norma para agua potable COGUANOR NTG 29001 1era Revisión y el Acuerdo Ministerial 523-2013, la muestra analizada cumple con los requisitos correspondientes.


Irig. Fernando Fuentes
Gerente de Calidad

Nota. Resultados de análisis del agua, extraída del pozo mecánico ubicado en la aldea Prados de Santa Rosa, Quiché. Obtenido de Ecosistemas (2023). *Resultado de análisis.* (p. 1-2).