



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCATARILLADO SANITARIO EN SECTOR CENTRAL 4,
ALDEA EL CARMEN Y COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES EN EL SECTOR VALLE
VERDE, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA**

Miguel Ángel Pirir Méndez

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, noviembre de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN SECTOR CENTRAL 4,
ALDEA EL CARMEN Y COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES EN EL SECTOR VALLE
VERDE, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MIGUEL ANGEL PIRIR MÉNDEZ

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
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 ALCANTARILLADO SANITARIO EN SECTOR CENTRAL 4,
ALDEA EL CARMEN Y COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES EN EL SECTOR VALLE
VERDE, ALDEA EL CARMEN, SANTA CTARINA PINULA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 24 de septiembre de 2019.

Miguel Angel Pirir Méndez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 13 de febrero de 2020
REF.EPS.DOC.122.02.2020

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Miguel Ángel Pirir Méndez**, Registro Académico 201403548 y CUI 2302 93719 0101 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN SECTOR CENTRAL 4, ALDEA EL CARMEN Y COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES EN EL SECTOR VALLE VERDE, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA.**

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. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
SJS/ra



Guatemala,
17 de febrero de 2020

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

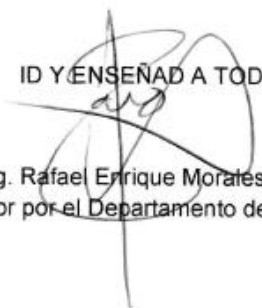
Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN SECTOR CENTRAL 4, ALDEA EL CARMEN Y COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES EN EL SECTOR VALLE VERDE, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Miguel Ángel Pirir Méndez con CUI 2302937190101 Registro Académico No. 201403548, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.





Guatemala, 06 de noviembre de 2020
DEIC-TG-EPS-019-2020/paap

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer los dictámenes del Asesor-Supervisor de EPS, Ingeniero Silvio José Rodríguez Serrano, del Director Unidad de EPS, Ingeniero Oscar Argueta Hernández y del revisor del Área de Hidráulica, Ingeniero Rafael Enrique Morales Ochoa, al trabajo de graduación correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) del estudiante Miguel Ángel Pirir Méndez, **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCATARILLADO SANITARIO EN SECTOR CENTRAL 4, ALDEA EL CARMEN Y COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES EN EL SECTOR VALLE VERDE, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela Ingeniería Civil

Interesada
Asesor-Supervisor de EPS
Director Unidad EPS
Jefe del Área de Hidráulica





Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102

DTG. 364.2020.

La Decana 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 ALCATARILLADO SANITARIO EN SECTOR CENTRAL 4, ALDEA EL CARMEN Y COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES EN EL SECTOR VALLE VERDE, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Miguel Ángel Pirir Méndez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la oportunidad de vivir y brindarme sabiduría para alcanzar mis metas propuestas.
- Mis padres** Miguel Ángel Pirir y Fidelia y Luz Méndez Díaz, con mucho amor y felicidad al ser mi fuente de inspiración, apoyarme en todo momento y darme sus valiosos consejos.
- Mis hermanos** Dora Ileana de León Méndez, Ángela y Zuli Pirir, Evelyn Rocío, Edgar Vinicio y Omar Fernando Pirir Méndez, quienes estuvieron en todo momento incentivándome a no claudicar y luchar por mis sueños.
- Mi abuelita** Prudencia Díaz de León, por sus consejos, amor, cariño y apoyo que me ha brindado a lo largo de mi vida.
- Mis tíos** Marta Alicia y José Rafael Méndez Díaz, por brindarme su incondicional cariño y apoyo.
- Mis sobrinos** Emiliano y Cecilia Segura, Alejandro Puluc, por alegrar mi vida y brindarme momentos de mucha felicidad.

Mis amigos

Daniel Ortiz, André Martínez, William López, Rony González, Álvaro Noj, Ricardo Medina, Ronald Castellanos, Daniel Arias, Mauricio Us, Sergio García, al compartir la carrera de Ingeniería y permitirme ser parte de su vida y compartir valiosos momentos porque sin ellos, esto tampoco sería posible.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi <i>alma máter</i> .
Facultad de Ingeniería	Al brindarme los conocimientos necesarios en mi formación profesional.
Mi asesor	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, por su valiosa asesoría en este trabajo de graduación.
Municipalidad de Santa Catarina Pinula	Por brindarme su apoyo y un espacio en sus instalaciones para el desarrollo de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. DIAGNÓSTICO	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.1.1. Colindancias, zonas, aldeas y caseríos del municipio.....	2
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Características del área de influencia.....	5
1.3.1. Descripción geográfica	5
1.3.2. Ubicación	5
1.4. Aspectos socioeconómicos	6
1.4.1. Análisis demográfico.....	6
1.4.2. Crecimiento poblacional	7
1.4.3. Población por grupos de edad.....	7
1.4.4. Concentración y densidad poblacional	7
1.4.5. Religión.....	8
1.4.6. Tradiciones y costumbres	8
1.4.7. Feria titular.....	9
1.4.8. Centro turístico y arqueológico	9
1.4.9. Hidrografía	9

1.4.10.	Orografía	9
1.4.11.	Marco económico	9
1.5.	Principales necesidades del municipio	10
1.5.1.	Sistema de alcantarillado sanitario	10
1.5.2.	Ubicación.....	10
1.5.3.	Red pluvial y colector de aguas pluviales.....	11
1.5.4.	Ubicación.....	11
2.	DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN SECTOR CENTRAL 4, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA	13
2.1.	Descripción del proyecto	13
2.1.1.	Justificación.....	13
2.1.2.	Alcances.....	14
2.1.3.	Normas del alcantarillado sanitario	14
2.2.	Levantamiento topográfico	15
2.2.1.	Planimetría	16
2.2.2.	Altimetría	17
2.3.	Consideraciones del sistema a utilizar	17
2.3.1.	Colector principal.....	17
2.3.1.1.	Tipos de tubería a utilizar	18
2.3.2.	Pozos de visita	18
2.3.3.	Conexiones domiciliarias.....	20
2.4.	Criterios de diseño de alcantarillado sanitario.....	21
2.4.1.	Periodo de diseño	21
2.4.2.	Población futura	22
2.4.3.	Dotación	23
2.4.4.	Factor de retorno.....	23
2.4.5.	Determinación del caudal sanitario	24

2.4.5.1.	Caudal domiciliar	24
2.4.5.2.	Caudal industrial	25
2.4.5.3.	Caudal comercial	26
2.4.5.4.	Caudal de conexiones ilícitas	26
2.4.5.5.	Caudal de infiltración	27
2.4.5.6.	Caudal medio.....	28
2.4.6.	Factor de caudal medio	28
2.4.6.1.	Factor de Harmon.....	29
2.4.6.2.	Caudal de diseño.....	30
2.4.7.	Pendiente.....	30
2.4.8.	Velocidad de diseño	31
2.4.9.	Cotas Invert	31
2.5.	Fundamentos hidráulicos.....	32
2.5.1.	Ecuación de Manning	33
2.5.2.	Relaciones hidráulicas.....	34
2.5.3.	Diámetro del colector.....	38
2.5.4.	Cálculos de diseño de alcantarillado sanitario	39
2.5.4.1.	Ejemplo de diseño de un tramo	39
2.6.	Tratamiento de aguas sanitarias	46
2.7.	Planos.....	47
2.8.	Presupuesto alcantarillado sanitario	47
2.9.	Cronograma de actividades alcantarillado sanitario	50
2.10.	Evaluación de impacto ambiental	52
2.11.	Evaluación socioeconómica	52
2.11.1.	Valor presente neto	53
2.11.2.	Tasa interna de retorno	54

3.	DISEÑO DE UN COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES EN EL SECTOR VALLE VERDE, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA.....	55
3.1.	Descripción del proyecto.....	55
3.1.1.	Justificación.....	55
3.1.2.	Alcances	56
3.1.3.	Normas del alcantarillado pluvial.....	56
3.1.4.	Tuberías	56
3.1.5.	Profundidad de tuberías	57
3.1.6.	Velocidad de diseño	57
3.1.7.	Pozos de visita	57
3.1.8.	Tragantes	58
3.1.9.	Rejillas.....	59
3.2.	Hidrología de la zona	59
3.3.	Levantamiento topográfico.....	59
3.3.1.	Planimetría	60
3.3.2.	Altimetría	60
3.4.	Método de Racional	61
3.5.	Criterios de diseño de alcantarillado pluvial	61
3.5.1.	Pendiente del terreno	62
3.5.2.	Coeficiente de escorrentía.....	62
3.5.3.	Áreas tributarias	63
3.5.4.	Tiempo de concentración	63
3.5.5.	Intensidad de lluvia.....	64
3.5.6.	Diámetro mínimo	66
3.5.7.	Pendiente de tubería	66
3.5.8.	Velocidad a sección llena	66
3.5.9.	Caudal a sección llena	67
3.5.10.	Cotas Invert	71

3.5.11.	Excavación	71
3.6.	Ejemplo de diseño de un tramo de alcantarillado pluvial	71
3.7.	Ejemplo de diseño de un tragante transversal.....	76
3.8.	Colector de aguas pluviales.....	80
3.8.1.	Descripción de colector de aguas pluviales	80
3.8.2.	Diseño de canales	81
3.8.3.	Clasificación.....	81
3.8.4.	Secciones de máxima eficiencia hidráulica	82
3.8.5.	Relaciones geométricas	83
3.8.5.1.	Sección rectangular	83
3.8.5.2.	Sección trapezoidal para un Z dado	83
3.8.5.3.	Sección triangular, mitad de un cuadrado con una diagonal vertical	85
3.8.5.4.	Sección circular	85
3.9.	Criterios de diseño de canales	86
3.9.1.	Caudal	86
3.9.2.	Coeficiente de rugosidad de Manning	86
3.9.3.	Pendiente.....	87
3.9.4.	Dimensiones finales.....	87
3.9.5.	Concreto ciclópeo y acero de refuerzo	87
3.9.6.	Relleno de estructuras	87
3.9.7.	Cálculos para el diseño de colector de aguas pluviales.....	88
3.10.	Presupuesto alcantarillado pluvial	91
3.11.	Cronograma de actividades de alcantarillado pluvial.....	94
3.12.	Evaluación socioeconómica	96
3.12.1.	Valor presente neto	96
3.12.2.	Tasa interna de retorno	97

CONCLUSIONES.....99
RECOMENDACIONES 101
BIBLIOGRAFÍA..... 103
APÉNDICES..... 105
ANEXOS..... 108

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Delimitación área de estudio aldea El Carmen Santa Catrina Pinula.....	2
2.	Distribución de zonas, Santa Catrina Pinula	4
3.	Localización aldea El Carmen, dentro del municipio de Santa Catrina Pinula.....	6
4.	Topografía sector central 4, aldea El Carmen.....	15
5.	Curvas de nivel sector central 4, aldea El Carmen	16
6.	Pozo de visita	19
7.	Candela de conexión.....	21
8.	Tramo de PV-2 a PV-3, sector central 4, aldea El Carmen	39
9.	Topografía Sector Los Olivos, aldea El Carmen	60
10.	Tramo de PV-2 a PV-3, sector Los Olivos, aldea El Carmen	71

TABLAS

I.	Descripción de zonas, aldeas y caseríos S.C.P.....	3
II.	Valores de factor caudal medio permitidos	29
III.	Criterios de diseño hidráulico	31
IV.	Relaciones hidráulicas	35
V.	Especificaciones hidráulicas	38
VI.	Presupuesto alcantarillado sanitario	48

VII.	Cronograma de actividades alcantarillado sanitario.....	50
VIII.	Valores del coeficiente de escorrentía	62
IX.	Intensidad de lluvia	65
X.	Diámetros de tuberías y excavación según tránsito.....	66
XI.	Relaciones hidráulicas	68
XII.	Presupuesto alcantarillado pluvial.....	92
XIII.	Cronograma de actividades alcantarillado pluvial	95

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura
Q	Caudal a sección llena
Qcom.	Caudal comercial
Qdom.	Caudal domiciliar
Qind.	Caudal industrial
Qcon. Ilic.	Caudal por conexión ilícita
Qinf.	Caudal por infiltración
Qsan.	Caudal sanitario
n	Coefficiente de rugosidad
C.I.E.	Cota invert de entrada
C.I.S.	Cota invert de salida
D	Diámetro de la tubería a sección llena
DGOP	Dirección General de Obras Públicas
DH	Distancia horizontal
FQM	Factor de caudal medio
Hab./casa	Habitantes por casa
Ha.	Hectáreas
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
Km	Kilómetro
Lts./hab./día	Litros por habitante por día
L/s	Litros por segundo
m	Metro
m²	Metro cuadrado

m³	Metro cúbico
m³/seg	Metro cúbico por segundo
m/s	Metro por segundo
S	Pendiente
Pf	Población futura
Po	Población inicial
PV	Pozo de visita
R	Radio hidráulico
Rh	Radio hidráulico
d/D	Relación de tirantes
ASTM	Sociedad Americana para pruebas y materiales

GLOSARIO

Alcantarillado sanitario	Sistema que se utiliza para conducir únicamente aguas negras o servidas.
Altimetría	Procedimiento utilizado para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos distintos de terreno o construcción.
Candela domiciliar	Receptor de aguas residuales provenientes del interior de las viviendas y que las conduce al sistema de drenaje.
Caudal	Es un volumen de líquido que circula a través de una tubería en una unidad de tiempo determinado.
Colector	Son los conductos que colectan las aguas residuales o pluviales y que las conducen a la planta de tratamiento o a su disposición final.
Cota de terreno	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
Cota Invert	Es la cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería.

Densidad de vivienda	Es la relación que existe entre el número de viviendas por unidad de área.
Dotación	Estimación de la cantidad promedio de agua que consume cada habitante en un día.
EIA	Evaluación de impacto ambiental.
Monografía	Breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región.
Período de diseño	Tiempo durante el cual la obra diseñada prestará un servicio satisfactorio.

RESUMEN

El presente proyecto aborda el diseño de un alcantarillado sanitario en el sector central 4 y una red de alcantarillado pluvial con un colector de aguas pluviales para el sector Valle Verde, ambos en la aldea El Carmen, Santa Catarina Pinula, Guatemala.

Dichos proyectos propuestos tienen como finalidad, contribuir con la mejora en calidad de vida de las comunidades. Donde se realizó un diagnóstico de las necesidades por medio de los antecedentes del municipio.

Busca cumplir y satisfacer las necesidades de los pobladores aplicando conocimientos adquiridos en el proceso de aprendizaje. Brinda información como antecedentes del proyecto, levantamientos topográficos, diseño de caudales y criterios de diseño que brindan los lineamientos para un diseño apropiado para la recolección del caudal de aguas residuales y pluviales a circular por el alcantarillado.

El cronograma de actividades brinda un tiempo estipulado en donde se detalla el tiempo de los trabajos a realizar, asimismo, planteando un presupuesto de los precios de los dos proyectos que se desean planificar.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario en Sector Central 4, aldea El Carmen y un alcantarillado pluvial con un colector de aguas pluviales en el sector Valle Verde, aldea El Carmen, Santa Catarina Pinula, Guatemala.

Específicos

1. Cubrir las necesidades y servicios básicos por medio de un sistema de alcantarillado sanitario para brindar una mejor calidad de vida a los habitantes en sector central 4, aldea el Carmen, Santa Catarina Pinula.
2. Minimizar las constantes inundaciones superficiales y socavamientos, así como la contaminación ecológica por medio de una red de alcantarillado pluvial con un colector de aguas pluviales en el sector Valle Verde, aldea El Carmen, Santa Catarina Pinula.
3. Capacitación para la presentación del sistema de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial con el personal de COCODE y la municipalidad de Santa Catarina Pinula.
4. Elaboración de un manual de mantenimiento de un sistema de alcantarillado sanitario, pluvial y colector de aguas pluviales.

INTRODUCCIÓN

El problema de la eliminación de aguas servidas y pluviales es un tema que causa serios daños tanto al ser humano como al medio ambiente. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), permite conocer a fondo las carencias que vive nuestro país y, al mismo tiempo, dar una posible solución a dicha problemática. Mediante un diagnóstico realizado en la aldea El Carmen, del municipio de Santa Catarina Pinula, permitió conocer las necesidades más prioritarias de la población, como el alcantarillado sanitario y las aguas pluviales.

La eliminación de aguas servidas está relacionada con enfermedades que causan serios daños a la salud, pero al considerar un sistema sanitario, brindará una mejor calidad de vida a los habitantes y disminuirá el índice de contaminación ambiental.

Dichos proyectos pretenden definir parámetros y condiciones para el diseño del sistema de alcantarillado y sistema de aguas pluviales conforme las normas de Instituto de Fomento Municipal (INFOM). Propone diámetros, alturas y longitudes para el buen funcionamiento de los sistemas de recolección de aguas sanitarias y pluviales.

1. DIAGNÓSTICO

1.1. Antecedentes

Santa Catarina Pinula es uno de los 17 municipios que conforman el departamento de Guatemala y su extensión territorial es de aproximadamente 50 kilómetros cuadrados. El banco de marca ubicado en la escuela de la cabecera es a 1 550 metros sobre el nivel del mar, latitud 14° 34´ 13”, longitud 90° 29´ 45”. En la actualidad registra más de cien mil habitantes y su fundación data de 1748.

El pueblo debe su nombre a la lengua indiana Pancac, cuyo significado etimológico es Pan, que significa dentro o entre, y Cac que tiene 3 significados: el primero, fuego, el segundo nigua y el tercero guayaba. Se puede suponer que el significado que corresponde es Entre guayabas.

Figura 1. **Delimitación área de estudio aldea El Carmen Santa Catrina
Pinula**



Fuente: Segeplan.

1.1.1. **Colindancias, zonas, aldeas y caseríos del municipio**

Colinda con los siguientes municipios:

- Norte: Ciudad de Guatemala
- Sur: Villa Canales y Fraijanes
- Este: San José Pinula y Fraijanes
- Oeste: Villa canales y Ciudad de Guatemala

El municipio cuenta 10 zonas, 16 aldeas y 5 caseríos, los cuales se describen en la tabla I:

Tabla I. Descripción de zonas, aldeas y caseríos S.C.P

Zonas		Aldeas		Caseríos	
No.	Nombre	No.	Nombre	No.	Nombre
1 y 2	Cabecera Municipal	1	Cuchilla del Carmen	1	Pepe Nance
3	El Pueblito	2	El Carmen	2	Laguneta
4	Nueva Concepcion	3	Salvadora I	3	El Zarzal
5	Santa Rosalia La Laguna	4	Salvadora II	4	Cambray
6	San Jose El Manzano Piedra Parada El Rosario	5	El Pueblito	5	Trapichito
7	Puerta Parada Laguna Bermeja Pajon Manzano La Libertad	6	San Jose El Manzano		
8	Don Justo Los Cipreces Canchon	7	Nueva Concepcion		
9	Salvadora I y II	8	Piedra Parada Cristo Rey		
10	Cuchilla del Carme El Carmen	9	Piedra Parada El Rosario		
		10	Laguna Bermeja		
		11	Pajon		
		12	Manzano La Libertad		
		13	Don Justo		
		14	Puerta Parada		
		15	El Canchon		
			Los Cipreses		

Fuente: elaboración propia.

En la figura 2 se presenta un mapa de las zonas del municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala:

Figura 2. **Distribución de zonas, Santa Catarina Pinula**



Fuente: Segeplan.

1.2. **Planteamiento del problema**

La problemática actual que se afronta en la aldea El Carmen se debe principalmente a la falta de recolección y tratamiento de aguas residuales y pluviales, que afecta directamente a la población de dicha área y los sectores aledaños por la falta de dichos servicios básicos.

La población del sector central 4 está conectada a un sistema de alcantarillado existente que no cumple con las condiciones de desfogue del caudal de dichas aguas, lo cual genera enfermedades gastrointestinales, desfoga en un barranco en las cercanías de varias viviendas, otra parte de la población que, por falta de recursos económicos, vierte estas aguas directamente sobre las calles del sector, lo cual crea focos de infección y las condiciones para la proliferación de bacterias. Todo pone en peligro la salud de todos los habitantes, principalmente los niños.

Actualmente, en el sector Valle Verde existe una red pluvial que no cuenta con los criterios de diseño. Tampoco existe un colector de aguas pluviales, lo que hace que dichas aguas provoquen contaminación ambiental e inundaciones superficiales en época de invierno, así como socavamientos a orillas del río que deteriora las viviendas que se ubican en sus cercanías.

Con ambos diseños se pretende disminuir el índice de enfermedades como fiebre tifoidea, disentería bacilar y amebiana, entre otras, debido a la contaminación causada por la exposición de aguas residuales. Ambos estarán diseñados con parámetros para un adecuado funcionamiento que busca una mejora en aspectos socioeconómicos.

1.3. Características del área de influencia

A continuación, se realiza una descripción del área de influencia.

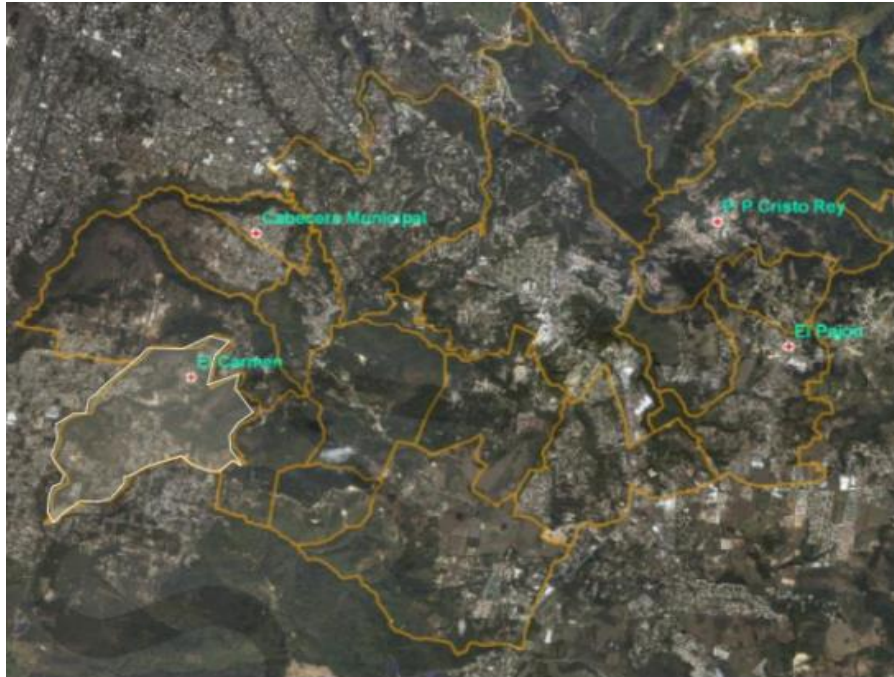
1.3.1. Descripción geográfica

El Carmen es una aldea del municipio de Santa Catarina Pinula y se encuentra en la zona 10 del municipio. Hacia el noreste hay 1 km al entronque con el camino de revestimiento suelto, que al noreste tiene 4 km con la cabecera municipal.

1.3.2. Ubicación

La aldea El Carmen se encuentra ubicada al sur de la cabecera de Santa Catarina Pinula; su localización geográfica en referencia a la Iglesia Católica central de la aldea, es latitud 14° 33' 02,94"N, longitud 90° 30' 20,12" O.

Figura 3. Localización aldea El Carmen, dentro del municipio de Santa Catarina Pinula



Fuente: Segeplan.

1.4. Aspectos socioeconómicos

A continuación, se realiza un análisis de los aspectos socioeconómicos del municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala.

1.4.1. Análisis demográfico

Con relación a los datos generales de la población de Santa Catarina Pinula, se estima para el 2020 una población de 107 610 habitantes.

1.4.2. Crecimiento poblacional

En el aspecto de crecimiento poblacional, se debe considerar que el municipio forma parte del departamento de Guatemala. Hay una elevada construcción de colonias por parte de la iniciativa privada, lo que contribuye a aumentar el número de población. Con este caso se genera que un alto número de personas que habitan el municipio no se encuentren registradas en las estadísticas oficiales relacionadas con la población.

1.4.3. Población por grupos de edad

La población en el municipio está comprendida en un gran porcentaje en los intervalos de edad más joven. El 43,21 % está comprendido en las edades entre los 0 y 19 años; un 42,83 % de 20 a 49 años, un 3,52 % de 50-55 años y el porcentaje de la población mayor de 65 años es del 4,91 %. (INE, 2002).

1.4.4. Concentración y densidad poblacional

El municipio de Santa Catarina Pinula presenta un esquema de asentamiento humano de concentración en la cabecera municipal, con alta densidad de ocupación en todo el municipio. Según las proyecciones del 2001 del Instituto Nacional de Estadística (INE) la densidad poblacional en el municipio proyectado es de 1 777 habitantes/km². En cuanto a los patrones de asentamiento, la población se concentra en el casco de la cabecera municipal, las aldeas El Carmen, Cristo Rey, El Pajón y las áreas habitacionales situadas en la carretera a El Salvador y la carretera Antigua (Muxbal).

1.4.5. Religión

En el municipio se profesan varias religiones (evangélica, mormona, entre otros.), pero la que predomina es la religión católica, con gran arraigo y tradición.

1.4.6. Tradiciones y costumbres

Durante sus celebraciones se llevan a cabo corridas de toros. Este pueblo tiene, además, una cocina tradicional, como los tamales y la forma como cocinan la carne de cerdo, lo cual lo hace mantener una cultura casi propia.

Por su urbanización no cuentan con lugares sagrados; sin embargo, se identifican algunos espacios como significativos para en el diario vivir de sus habitantes, por el valor cultural y tradicional. Entre las más identificadas se encuentran:

- Iglesia de Santa Catalina de Alejandría
- Acueducto de Pinula
- Piedra Parada – Cristo Rey
- El Montículo – Canchón
- Laguna Bermeja

En los mismos se desarrollan actividades culturales, religioso, entre otros, para los diferentes grupos de habitantes que se encuentran en el municipio.

1.4.7. Feria titular

La feria titular se realiza en honor a la patrona, Santa Catalina de Alejandría, y se celebra el 25 de noviembre.

1.4.8. Centro turístico y arqueológico

Cuenta con el balneario San Remo.

1.4.9. Hidrografía

Cuenta con el río Acatán, que surte de agua potable a la ciudad capital, y con el riachuelo Panasequeque.

1.4.10. Orografía

Cuenta con la Sierra de Canales y los cerros de Guachisote, Santa Rosalía y Tabacal.

1.4.11. Marco económico

La economía del municipio de Santa Catarina Pinula se basa en la producción agrícola de maíz, frijol y café. Entre las artesanías que elaboran están los tejidos de algodón, muebles de madera, artículos de cuero y ladrillos de barro.

Dentro de las actividades económicas de la aldea se puede mencionar la agricultura, de todo grano básico. La producción se da a pequeña escala, por la urbanización extrema en los últimos años, de crianzas porcinas

(mayoritariamente en toda Santa Catarina Pinula) y exportada hacia la capital. También hay muchas tiendas de abastecimiento diario como librerías, panaderías, cafeterías informales, tiendas de abarrotes. Un tercio de la población trabaja fuera de la aldea, se traslada a la capital o a la cabecera municipal. El resto sí es económicamente activo dentro de la aldea, con comercios informales propios.

1.5. Principales necesidades del municipio

Entre las principales necesidades del municipio se encuentra el sistema de alcantarillado sanitario, red pluvial y colector de aguas pluviales, entre otros, lo que se describe a continuación.

1.5.1. Sistema de alcantarillado sanitario

El sistema de alcantarillado sanitario para el sector central 4 es de 2 138,08 metros de longitud, con que se beneficiará aproximadamente a 1 806 habitantes y se reducirá las enfermedades causadas por la falta de drenaje y el adecuado tratamiento de aguas servidas.

1.5.2. Ubicación

El sector central 4, aldea El Carmen, geográficamente se encuentra ubicada al sur de la cabecera municipal, limita al norte con la aldea Cuchilla del Carmen, al oeste con Boca del Monte y al este con la colonia El Caminero.

1.5.3. Red pluvial y colector de aguas pluviales

La red pluvial y un colector de aguas pluviales permiten una mejor circulación del caudal producido por intensas lluvias. En época de invierno provocan socavamientos a las orillas del cauce del río y pone en riesgo las viviendas de los habitantes. La red pluvial tendrá 2 000 metros de longitud y el colector, 485 metros. Beneficiará aproximadamente a 1 215 habitantes.

1.5.4. Ubicación

El sector Valle Verde, aldea El Carmen, geográficamente se encuentra ubicado al sur de la cabecera municipal; limita al norte con el sector central 4 aldea El Carmen, al oeste con Boca del Monte y al este con la colonia Villa Canales.

2. DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN SECTOR CENTRAL 4, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA

2.1. Descripción del proyecto

Para el proyecto de red de alcantarillado sanitario se realizaron los estudios, trabajos de topografía e investigaciones monográficas mediante cálculos de la población futura del Sector Central 4, aldea El Carmen, en el municipio de Santa Catarina Pinula. Se diseñó para un periodo de 20 años, tomando en cuenta una dotación diaria de 120 lt/hab/día, con un factor de retorno de 0,80 y una tasa de crecimiento de 2,45 % (brindada por la Dirección Municipal de Planificación). El proyecto consta de una longitud de 2 138,08 metros, en los cuales se encuentran aproximadamente 301 viviendas con una densidad de 6 habitantes por vivienda. Posteriormente se realizó el diseño hidráulico: todo el sistema será de tubería de PVC con 39 pozos de visita de alturas variable, según el nivel del terreno.

2.1.1. Justificación

La aldea El Carmen ha tenido un crecimiento poblacional considerable, lo cual también incrementa las necesidades básicas, en las que se encuentra una red de alcantarillado sanitario para la recolección de aguas residuales. Esto es necesario en el sector central 4 para disminuir los distintos problemas debido a la constante contaminación causada por la exposición de aguas residuales, así como de ríos aledaños: la proliferación de bacterias causa enfermedades gastrointestinales por la presencia de mosquitos, alteración y desestabilización

del suelo y contaminación ambiental, principal causa que afecta a los habitantes.

2.1.2. Alcances del proyecto

El levantamiento topográfico presenta una descripción gráfica del sistema de alcantarillado sanitario para el sector central 4, el cual es de 2 138,08 metros de longitud. Será de beneficio para 1 806 habitantes, lo cual dará una mejor calidad de vida, con una correcta recolección de aguas residuales y reducción de las enfermedades causadas por la falta de drenaje.

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario proporcionará un ambiente más agradable a sus habitantes en sus calles y avenidas, así como disminución de malos olores. Se podrá pavimentar sectores de terracería que no han podido ser ejecutados debido a la falta de un drenaje sanitario, que es uno de los principales problemas. Se reducirá la contaminación ambiental en los ríos aledaños a la aldea.

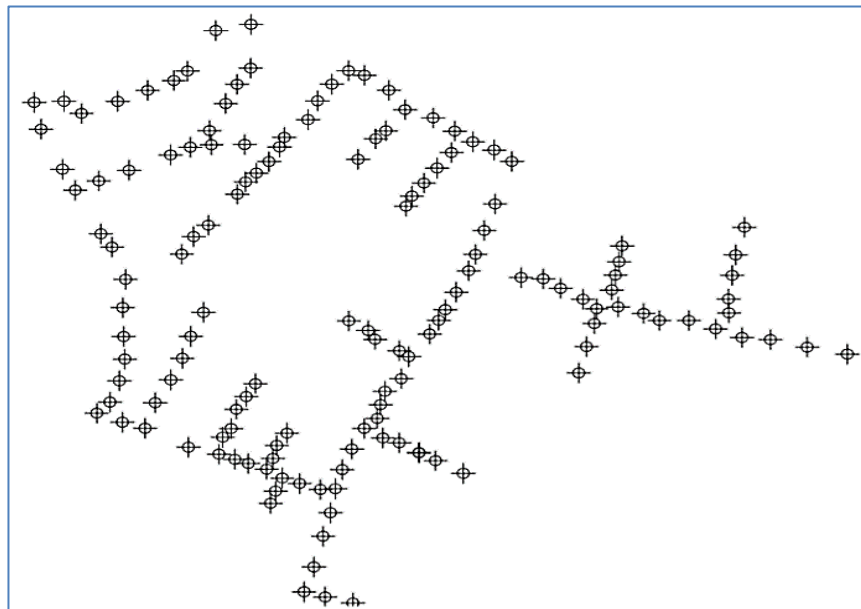
2.1.3. Normas del alcantarillado sanitario

Se presentan propuestas para el diseño del alcantarillado sanitario en el sector central 4, aldea El Carmen, basadas en normas técnicas que establece la Dirección General de Obras Públicas utilizadas por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM). Estas normas intervienen en el diseño hidráulico, parámetros de la red de alcantarillado sanitario, pendientes y diámetros mínimos de diseño, rangos de velocidades (para una buena circulación del caudal que circulará por la tubería), diferencia de alturas entre cotas invert y pozos de visita, lo cual brinda un óptimo y adecuado diseño económico.

2.2. Levantamiento topográfico

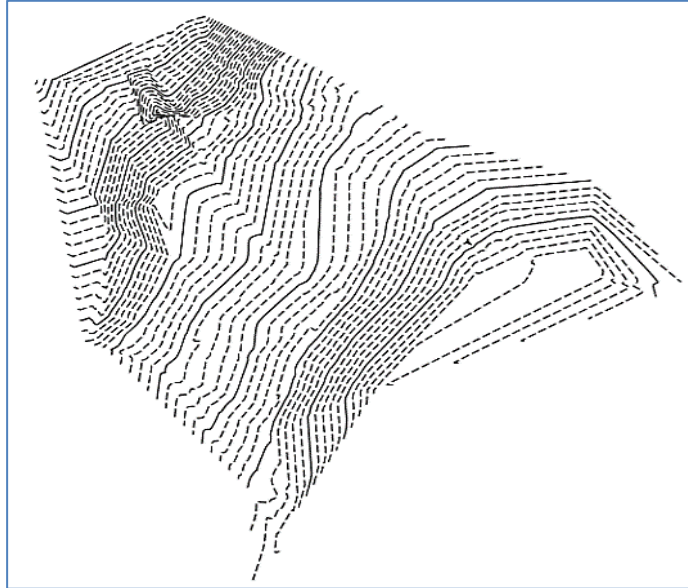
Previo al diseño del alcantarillado sanitario se procedió a realizar visitas de campo para conocer las condiciones del terreno que puedan beneficiar o afectar los criterios de diseño, para colocar en un lugar adecuado la tubería y pozos de visita. El levantamiento topográfico proporciona un panorama gráfico que permite una mejor visualización para las condiciones, por medio de mediciones que muestran, a través de una nube de puntos, la obtención de curvas de nivel y perfiles para un mejor criterio de diseño de la red sanitaria. La topografía se realizó tomando como referencia una línea principal en calles y avenidas a la cual llegan ramales, los cuales son específicamente para callejones que recolectan el agua que ahí circula, para posteriormente conducirla a un lugar de desfogue.

Figura 4. **Topografía sector central 4, aldea El Carmen**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

Figura 5. **Curvas de nivel sector central 4, aldea El Carmen**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

2.2.1. Planimetría

Es el conjunto de trabajos que permite fijar las posiciones de los puntos tomados en campo en un plano horizontal. Se utiliza para ubicar la red de drenaje en calles, avenidas y callejones, ubicar los pozos de visita y todos aquellos puntos relevantes.

Para la red de alcantarillado sanitario se procedió a desarrollar un modelo que representará las distancias y posiciones de construcciones y deformaciones geográficas que afectan directa o indirectamente la red sanitaria. El modelo se dibujó a escala y sobre una superficie plana. Se desarrolló el levantamiento en un eje central y las intersecciones secundarias, ancho de calles y posición de

pozos de visita a distancias menores a 100 metros o cambios de direcciones y pendientes.

2.2.2. Altimetría

Es un método que permite obtener el relieve del estado actual del terreno sobre la vertical en donde se desarrollara el sistema de alcantarillado sanitario. La referencia de los puntos tomados para la red sanitaria fue la altura del municipio sobre el nivel del mar que es de 1 500 metros que ayuda a determinar puntos de referencia, cotas, pendientes del terreno y un perfil para para realizar las correcciones que sean necesarias para cumplir con los parámetros de diseño.

2.3. Consideraciones del sistema a utilizar

Para el proyecto del sistema de alcantarillado sanitario se diseñó por medio de una red de tuberías de PVC funcionando como canales parcialmente llenos que están conectados con pozos de visita, en donde los parámetros como diámetros mínimos y máximos, alturas, pendientes y tirantes y velocidades de diseño están regidos bajo los normativos del INFOM.

2.3.1. Colector principal

Es conductor principal de mayor diámetro en la red de alcantarillado sanitario generalmente de forma circular con diámetros determinados en el diseño que pueden ser de PVC o concreto, que funciona como un canal abierto, ubicado al centro de la calle a no menos de 1 metro de profundidad que transporta las aguas residuales originarias de los diferentes lugares donde se

haya propuesto colocar una tubería hacia un tratamiento adecuado de las mismas.

2.3.1.1. Tipos de tubería a utilizar

La tubería a utilizar en la red de alcantarillado sanitario es seleccionada bajo las condiciones actuales del terreno y que cumple con los estándares de calidad, eficiencia, durabilidad, economía y rendimiento.

Para este caso en particular se utilizará una tubería PVC de 8 pulgadas de diámetro según la Norma ASTM F949.

2.3.2. Pozos de visita

Este tipo de estructura son construidas con el fin de conectar la red de tuberías (colector principal y ramales), además, cumplen con una segunda función que es la de dar acceso para limpieza e inspección de los mismo. Su sección es de forma circular en donde su diámetro mínimo es de 1,20 metros y en la parte superior tienen la forma de cono truncado la cual lleva una tapadera circular permite su acceso que descansa sobre un brocal ambos de concreto reforzado.

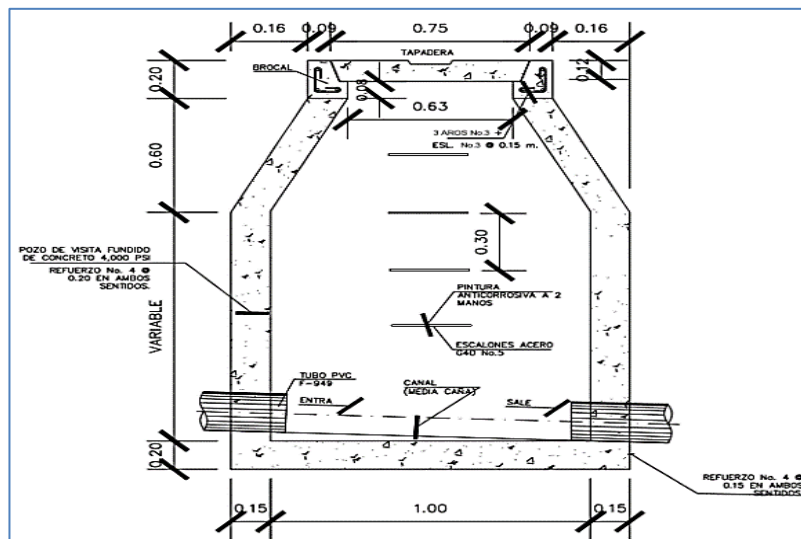
Su construcción puede ser de concreto o mampostería y su altura está en función de la pendiente de la tubería la cual está en función de las condiciones del terreno donde se desea colocar dichos pozos. Las paredes del pozo están impermeabilizadas por repello y por un cernido liso con canales para dirigir los caudales al tubo de salida y el fondo está conformado de planchas de concreto, dejándole la pendiente necesaria para que corra el agua. Estos pozos pueden tener varias entradas, pero una salida. Es necesario aclarar que hay pozos de

visitas concéntricas que se construirán en alturas menores y pozos excéntricos en alturas mayores.

Según las normas para la construcción de alcantarillados, se recomienda la colocación de pozos de visita aplicando los siguientes criterios de diseño:

- Al inicio de todo colector.
- En intersecciones de tuberías.
- En las curvas de colectores visitables, a no más de 30 metros.
- Cambio de dirección de tuberías.
- Cambio de pendientes.
- A distancias no mayores de 100 metros lineales, en diámetros de hasta 24 pulgadas.
- Cambio de sección de diámetro.

Figura 6. Pozo de visita



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

2.3.3. Conexiones domiciliarias

También llamadas candelas que se realizan con el fin de conducir las aguas residuales producidas por edificaciones, viviendas, industrias, entre otros, hacia el colector principal. Al construir un sistema de alcantarillado es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado, o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico.

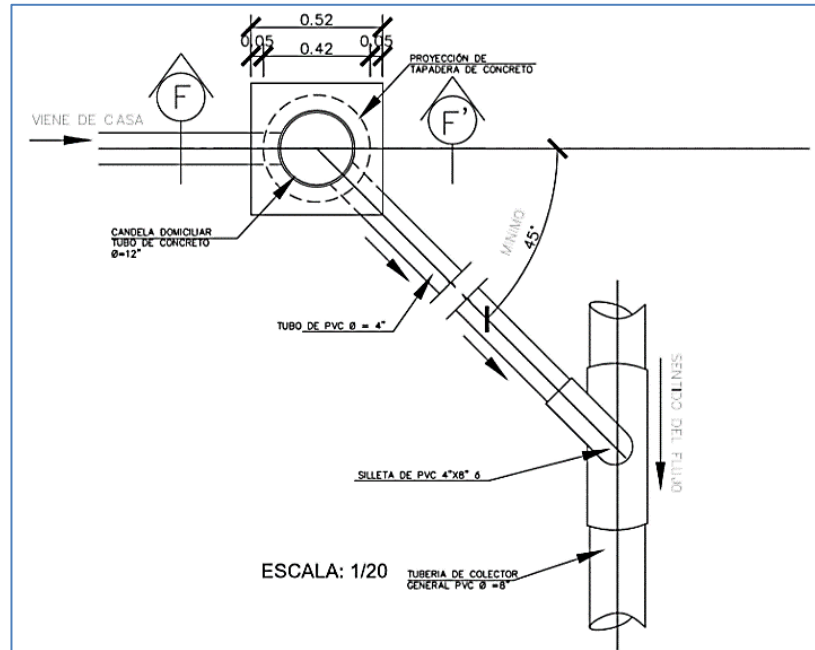
Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. La conexión doméstica se hace por medio de una caja de inspección construida de mampostería o con tubos de cemento colocados en una forma vertical (candelas), en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir, con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector debe tener un diámetro no menor a 0,15 m (6") y debe colocarse con una pendiente del 2 % como mínimo.

Constan de las siguientes partes:

- Caja de registro (candela domiciliar o acometida domiciliar)
- Tubería secundaria

Al realizar el diseño de alcantarillado deben considerarse las alturas en las que se encuentran las viviendas, con relación a la alcantarilla central, y con esto no profundizar demasiado la conexión domiciliar; aunque en algunos casos ésta resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerarse otras formas de realizar dicha conexión.

Figura 7. **Candela de conexión**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

2.4. Criterios de diseño de alcantarillado sanitario

Para el diseño del alcantarillado sanitario en el sector central 4, aldea El Carmen, Santa Catarina Pinula se utilizaron los siguientes criterios:

2.4.1. Periodo de diseño

Al momento de diseñar un sistema de alcantarillado sanitario se proyecta el tiempo de funcionamiento eficiente de la red sanitaria a partir de la fecha en se realice el diseño. A lo anterior se le denomina periodo de diseño.

El periodo de diseño de una red sanitaria está en función de la capacidad económica del lugar, la vida útil del material, población beneficiada, crecimiento poblacional, futuras ampliaciones de la obra planeadas y mantenimiento del sistema. Para este proyecto se propuso un periodo de diseño de 20 años.

2.4.2. Población futura

Es la cantidad de población futura que se proyecta para determinar el aporte de caudales en el periodo de diseño. Se toman como referencia los habitantes actuales del lugar donde se pretende desarrollar el proyecto, para dar un uso adecuado y eficiente al diseño propuesto. Para determinar la población futura que usará el servicio de recolección de aguas residuales en el periodo de diseño establecido se utilizó el método geométrico con la siguiente fórmula:

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

Donde

P = población buscada

Po = población del último censo

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño

Con el método geométrico se evaluó el crecimiento de la población a servir. La su población inicial es de 1 806 habitantes y la tasa de crecimiento de 2,45 %, para un periodo de diseño de 20 años. Datos como r y n fueron proporcionados por el Departamento Municipal de Planificación (DMP).

2.4.3. Dotación

Es el volumen por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de agua que un habitante necesita en un día para sus necesidades biológicas. La dotación es dada en litros/habitantes/día.

Dotación mínima = 30 lts/hab/día

Dotación máxima = 400 lts/hab/día

La municipalidad de Santa Catrina Pinula tiene establecida una dotación de 150 lts/hab/día.

2.4.4. Factor de retorno

Es la cantidad de agua que se considera mediante el criterio de que del 100 % de agua potable que ingresa a un domicilio, entre el 15 % y el 30 % tiene usos varios en los cuales se consume o se desvía a otros puntos, distintos al 70 % u 85 % restante. Después de ser utilizada es desfogada al sistema de alcantarillado. A la cantidad de agua que regresa se le llama factor de retorno.

Factor de retorno = 0,70 a 0,85 (adimensional)

En la municipalidad de Santa Catrina Pinula tiene establecido un factor de retorno de 0,80.

2.4.5. Determinación del caudal sanitario

Este caudal está integrado por aguas residuales tales como domiciliar, industrial, comercial, conexiones ilícitas e infiltración y se representa con la siguiente ecuación:

$$Q_{san.} = Q_{dom.} + Q_{ind.} + Q_{com.} + Q_{conex. \text{ ilícita}} + Q_{inf.}$$

Donde

$Q_{san.}$	= caudal sanitario
$Q_{dom.}$	= caudal domiciliar
$Q_{ind.}$	= caudal industrial
$Q_{com.}$	= caudal comercial
$Q_{con. \text{ ilícit}}$	= caudal por conexión ilícita
$Q_{inf.}$	= caudal por infiltración

2.4.5.1. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que desechan las viviendas de consumo diario, ya sea para limpieza o producción de alimentos con dirección al colector principal por medio de las candelas municipales. Está relacionado con la dotación del suministro de agua potable, menos una porción que no será vertida en el drenaje. Así, el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor que varía entre 0,70 a 0,85, el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{dom.} = \frac{(\text{No. hab.})(\text{Dot.})(\text{F. R.})}{86\ 400}$$

Donde

- Qdom = caudal domiciliar (lts/s)
No. Hab. = número de habitantes futuros
Dot. = dotación (lts/hab/día)
F.R = factor de retorno (0,70 a 0,85)
86 400 = término constante

2.4.5.2. Caudal Industrial

Es el agua proveniente de todas las industrias existentes en el lugar, como procesadoras de alimentos, fábricas de textiles, licoreras, entre otros. Se puede computar, dependiendo el tipo de industria, entre 1 000 y 1 800 L/industria/día.

$$Q_{ind.} = \frac{(\text{No. de ind.})(\text{Dot.})}{86\ 400}$$

Donde

- Qind. = caudal industrial (lts/s)
No. De ind. = número de industrias
Dot. = dotación (lts/hab/día)
86 400 = término constante

Debido a que en el proyecto de red sanitaria en el sector central 4, aldea El Carmen no cuenta con ninguna industria a los alrededores, no se contempla caudal industrial alguno.

2.4.5.3. Caudal comercial

Es la cantidad de agua que desechan los comercios (hoteles, escuelas, restaurante, cafeterías, mercados, entre otros). Su dotación puede variar entre el rango de 600 a 3 000L/comercio/día, dependiendo del comercio.

$$Q_{\text{com.}} = \frac{(\text{No. de com.})(\text{Dot.})}{86\ 400}$$

Donde

Qcom. = caudal comercial (lts/s)

No. De com. = número de comercios

Dot. = dotación (lts/hab/día)

86 400 = término constante

Para este diseño se tomó en cuenta la Escuela Oficial Rural Mixta No. 816 en el sector central 4, aldea El Carmen.

2.4.5.4. Caudal de conexiones ilícitas

Este tipo de caudal es la porción de agua producida por las viviendas que, al no contar con un sistema apropiado de aguas pluviales, están conectadas ilícitamente a la red de alcantarillado sanitario principal. El porcentaje de viviendas por conexiones ilícitas puede ser entre 0,5 a 2,5. Se calcula por el método racional de la siguiente manera:

$$Q_{\text{con. ilic.}} = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde

- Qcon. Ilic. = caudal de conexiones ilícitas (lts/s)
C = coeficiente de escorrentía (Adimensional)
I = intensidad de lluvia (mm/hora)
A = área que es factible de conectar (Ha).

Según el INFOM (Instituto de Fomento Municipal), se puede estimar el valor de este caudal al tomar un 10 % mínimo del caudal domiciliar.

2.4.5.5. Caudal de infiltración

Es la cantidad de agua que se infiltra en el alcantarillado. Depende de la profundidad del nivel freático del suelo donde se encuentra ubicada la tubería y el material de la misma, la permeabilidad del suelo y la calidad de la mano de obra.

Se calcula de la siguiente manera: a partir de la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias, se acepta un valor de 6,00 m por cada casa. La dotación de infiltración varía entre 12 000 y 18 000 l/km/día.

$$Q_{inf.} = \frac{(Long. tub. + No. casas * 0,006)}{86\ 400} * Dot$$

Donde

- Qinf. = caudal de infiltración (lts/s)
Long. tub = longitud de tubería (metros)
No. casas = número de casas
86 400 y 0,006 = términos constantes

2.4.5.6. Caudal medio

Es la sumatoria de los caudales provenientes de domicilios, industrias, comercios, ilícitas e infiltración, sin tomar todo caudal que no contribuya a la red sanitaria.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{dom.}} + Q_{\text{ind.}} + Q_{\text{com.}} + Q_{\text{conex. ilícitas}} + Q_{\text{inf.}}$$

Para este diseño el caudal medio es igual a:

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{dom.}} + Q_{\text{com.}} + Q_{\text{conex. ilícitas}}$$

2.4.6. Factor de caudal medio

Este factor se determina por medio de la sumatoria de los caudales que llegan a la red sanitaria y registra la cantidad de caudal por poblador que se produce al día. Es el encargado de regular la aportación del caudal en la tubería y se calcula con la siguiente ecuación:

$$F. Q. M. = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{No. Hab.}}$$

Donde

- F.Q.M. = factor de caudal medio
- Qmedio = caudal medio
- No. Hab. = número de habitantes futuros

Tabla II. **Valores de factor caudal medio permitidos**

Factor de caudal medio	Institución
0,002 – 0,005	DGOP
0,003	Municipalidad de Guatemala
0,0046	INFOM

Fuente: elaboración propia.

Para el factor de DGOP debe estar en el rango de:

$$0,002 < F.Q.M. < 0,005$$

Sí; F.C.M. < 0,002, usar 0,002

Sí; F.C.M. > 0,005, usar 0,005

2.4.6.1. Factor de Harmon

Este factor tiene la función de regular un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, que determina la probabilidad del número de usuarios que harán uso del servicio. Está en función de la población y se calcula con la siguiente fórmula:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}$$

Donde

- F.H. = factor de Harmon
P = población (actual y/o futuro)
18 y 4 = términos constantes

2.4.6.2. Caudal de diseño

Es el caudal que circulará por la tubería principal, el cual va directamente al punto de desfogue y establece los parámetros de diseño hidráulico. El caudal de diseño para cada tramo entre pozo a pozo se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{dis.} = (F.C.M.)(F.H.)(No.Hab.)$$

Donde

- Qdis. = caudal de diseño
F.Q.M = factor de caudal medio
F.H = factor de Harmon
No. Hab. = número de habitantes futuros acumulados

2.4.7. Pendiente

La pendiente de un drenaje y sus condiciones de entrada y salida se suelen determinar por la topografía del sitio. Debido a las muchas combinaciones que se obtienen al variar las condiciones de entrada, condiciones de salida y pendiente, no existe un modelo típico a seguir, y se debe diseñar cada sistema de drenaje particularmente único para cada región.

Para reducir los costos en el renglón de excavación, la pendiente de la tubería deberá adaptarse dentro de lo posible a la pendiente del terreno. Sin embargo, se debe cumplir con especificaciones hidráulicas que determinarán una pendiente para una correcta circulación del caudal de diseño, las cuales se presentan a continuación:

Tabla III. **Criterios de diseño hidráulico**

No.	Especificaciones hidráulicas	Descripción
1	$q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$	q = caudal de diseño Q = caudal a sección llena
2	$0,60 \leq v \leq 3,00 \text{ (m/s)}$	v = velocidad del caudal de diseño
3	$0,10 \leq d/D \leq 0,90$	d = tirante hidráulico D = diámetro interno de la tubería

Fuente: elaboración propia.

2.4.8. Velocidad de diseño

Según las Normas del INFOM, la velocidad para la que se diseñarán los sistemas de alcantarillado deberá estar dentro del rango siguiente:

$$0,60 \text{ m/s} \leq v \leq 3,00 \text{ m/s}$$

2.4.9. Cotas Invert

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte interior de la tubería que conecta dos pozos de visita donde entra y sale el pozo de visita. La entrada con respecto al pozo debe ser de 0,03 m en tramos de tubería de igual diámetro. En el cambio de la tubería debe usarse como mínimo la diferencia

entre los diámetros de la tubería. Las cotas invert de entrada y de salida se calculan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}CIS1 &= CT - Hpv - 1 \\CIE2 &= CIS1 - (Stub.* Ltub.) \\CIS2 &= CIE2 - 0,003\end{aligned}$$

Donde

CIS1 = cota invert de salida del pozo de visita 1

CT = cota de terreno

Hpv-1 = altura del pozo de visita 1

CIE2 = cota invert de entrada del pozo de visita 2

Stub. = pendiente de tubería

Ltub. = longitud de tubería entre pozos de vista

CIS2 = cota invert de salida del pozo de visita 2

2.5. Fundamentos hidráulicos

La función principal del sistema de red de alcantarillado sanitario es conducir las aguas residuales por medio de gravedad a través de tuberías, atravesando pozos de vista hasta llegar a su punto final de desfogue. El flujo está condicionado por la pendiente de la tubería y la rugosidad del material a utilizar, ya sea de PVC o concreto.

Para una red sanitaria se utilizan canales circulares cerrados, los cuales van enterrados a no menos de 1 metro de profundidad. La superficie del agua se ve afectada solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones

provocadas por los gases de la materia en descomposición que dichos caudales transportan.

2.5.1. Ecuación de Manning

Los valores de velocidad y de caudal que se conducen en un canal se han determinado a lo largo de varios años por medio de diferentes fórmulas experimentales. En estas se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas que circula por la tubería. Para este proyecto se debe contar con los valores de la velocidad y caudal de la sección llena de la tubería que se está utilizando. Una de las fórmulas empleadas para canales es la de Chezy, para flujos uniformes y permanentes.

La ecuación de mayormente es utilizada es la de Manning y se define así:

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

Donde

V = velocidad (m/s)

n = coeficiente de rugosidad (adimensional)

Rh = radio hidráulico (m)

S = pendiente de la tubería (%)

El Instituto de Fomento Municipal (INFOM) utiliza la ecuación de Manning de la siguiente manera:

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

Donde

- V = velocidad (m/s)
- D = diámetro de la tubería (pulgadas)
- S = pendiente de la tubería (%)
- n = coeficiente de rugosidad (adimensional)

2.5.2. Relaciones hidráulicas

Las redes de alcantarillado sanitario trabajan a sección parcialmente llena debido a la variabilidad del caudal que circula por las tuberías, por lo que el flujo no es constante. Esto hace que varíe su velocidad y la sección transversal del líquido.

Relación q/Q : relación que determina qué porcentaje del caudal pasa con respecto al máximo posible, q diseño $< Q$ sección llena.

Relación v/V : relación entre la velocidad del flujo a sección parcial y la velocidad del flujo a sección llena. Para hallar este valor se utilizan las tablas de relaciones hidráulicas, según el valor de q/Q . Una vez encontrada la relación de velocidades se puede determinar la velocidad parcial dentro de la tubería.

Relación d/D : relación entre la altura del flujo dentro de la tubería (tirante) y el diámetro de la tubería. Se determina a través de las tablas IV, según el valor de q/Q .

Tabla IV. Relaciones hidráulicas

	q/Q	v/V	d/D		q/Q	v/V	d/D		q/Q	v/V	d/D
	0,000001	0,019224	0,001		0,042771	0,497452	0,141		0,172428	0,748542	0,281
	0,000005	0,030507	0,002		0,043401	0,499629	0,142		0,173629	0,750026	0,282
	0,000011	0,039963	0,003		0,044036	0,501799	0,143		0,174833	0,751507	0,283
	0,000021	0,048396	0,004		0,044676	0,503961	0,144		0,176041	0,752984	0,284
	0,000034	0,056141	0,005		0,04532	0,506117	0,145		0,177253	0,754458	0,285
	0,00005	0,063377	0,006		0,045969	0,508265	0,146		0,178467	0,755927	0,286
	0,00007	0,070215	0,007		0,046622	0,510407	0,147		0,179686	0,757394	0,287
	0,000093	0,076728	0,008		0,04728	0,512541	0,148		0,180907	0,758856	0,288
	0,00012	0,08297	0,009		0,047943	0,514669	0,149		0,182132	0,760316	0,289
	0,000151	0,08898	0,01		0,048609	0,51679	0,15		0,183361	0,761771	0,29
	0,000185	0,094787	0,011		0,049281	0,518904	0,151		0,184593	0,763223	0,291
	0,000223	0,100417	0,012		0,049956	0,521011	0,152		0,185828	0,764672	0,292
	0,000265	0,105887	0,013		0,050637	0,523112	0,153		0,187066	0,766117	0,293
	0,000311	0,111215	0,014		0,051322	0,525206	0,154		0,188309	0,767559	0,294
	0,000361	0,116413	0,015		0,052011	0,527293	0,155		0,189554	0,768997	0,295
	0,000415	0,121493	0,016		0,052705	0,529374	0,156		0,190803	0,770431	0,296
	0,000473	0,126464	0,017		0,053403	0,531449	0,157		0,192055	0,771863	0,297
	0,000536	0,131335	0,018		0,054106	0,533517	0,158		0,19331	0,77329	0,298
	0,000602	0,136112	0,019		0,054813	0,535578	0,159		0,194569	0,774715	0,299
	0,000672	0,140803	0,02		0,055524	0,537633	0,16		0,195831	0,776135	0,3
	0,000746	0,145412	0,021		0,05624	0,539682	0,161		0,197097	0,777553	0,301
	0,000825	0,149945	0,022		0,056961	0,541725	0,162		0,198365	0,778967	0,302
	0,000908	0,154406	0,023		0,057686	0,543761	0,163		0,199637	0,780377	0,303
	0,000995	0,1588	0,024		0,058415	0,545792	0,164		0,200913	0,781784	0,304
	0,001086	0,163129	0,025		0,059149	0,547816	0,165		0,202191	0,783188	0,305
	0,001182	0,167398	0,026		0,059887	0,549834	0,166		0,203473	0,784588	0,306
	0,001282	0,171609	0,027		0,06063	0,551845	0,167		0,204758	0,785985	0,307
	0,001386	0,175765	0,028		0,061377	0,553851	0,168		0,206046	0,787379	0,308
	0,001495	0,179868	0,029		0,062128	0,555851	0,169		0,207338	0,788769	0,309
	0,001608	0,183921	0,03		0,062884	0,557845	0,170		0,208633	0,790156	0,31
	0,001725	0,187926	0,031		0,063644	0,559833	0,171		0,20993	0,791539	0,311
	0,001847	0,191885	0,032		0,064409	0,561815	0,172		0,211232	0,79292	0,312
	0,001973	0,1958	0,033		0,065178	0,563791	0,173		0,212536	0,794297	0,313

Continuación de la tabla IV.

	q/Q	v/V	d/D		q/Q	v/V	d/D		q/Q	v/V	
	0,002103	0,199672	0,034		0,065951	0,565762	0,174		0,213843	0,79567	0,314
	0,002238	0,203503	0,035		0,066729	0,567726	0,175		0,215154	0,79704	0,315
	0,315636	0,886324	0,386		0,544402	1,021221	0,526		0,72459	1,089829	0,631
	0,317146	0,887474	0,387		0,546118	1,022003	0,527		0,726276	1,09035	0,632
	0,318659	0,888622	0,388		0,547836	1,022783	0,528		0,727961	1,090869	0,633
	0,320174	0,889766	0,389		0,549553	1,023561	0,529		0,729645	1,091385	0,634
	0,321691	0,890908	0,39		0,551271	1,024336	0,53		0,731327	1,091899	0,635
	0,32321	0,892047	0,391		0,55299	1,025108	0,531		0,733008	1,09241	0,636
	0,324732	0,893183	0,392		0,554709	1,025878	0,532		0,734688	1,092919	0,637
	0,326256	0,894316	0,393		0,556428	1,026646	0,533		0,736367	1,093425	0,638
	0,327782	0,895447	0,394		0,558148	1,027411	0,534		0,738045	1,093929	0,639
	0,329311	0,896574	0,395		0,559868	1,028173	0,535		0,739721	1,09443	0,64
	0,330842	0,897699	0,396		0,561589	1,028933	0,536		0,741396	1,094928	0,641
	0,332375	0,898821	0,397		0,56331	1,029691	0,537		0,743069	1,095424	0,642
	0,33391	0,89994	0,398		0,565031	1,030446	0,538		0,744742	1,095918	0,643
	0,335448	0,901057	0,399		0,566753	1,031198	0,539		0,746413	1,096409	0,644
	0,336988	0,90217	0,4		0,568475	1,031949	0,54		0,748082	1,096897	0,645
	0,33853	0,903281	0,401		0,570197	1,032696	0,541		0,74975	1,097383	0,646
	0,340074	0,904389	0,402		0,57192	1,033441	0,542		0,751417	1,097866	0,647
	0,34162	0,905495	0,403		0,573643	1,34184	0,543		0,753082	1,098347	0,648
	0,343169	0,906597	0,404		0,575366	1,034924	0,544		0,754746	1,098825	0,649
	0,34472	0,907697	0,405		0,57709	1,035662	0,545		0,756408	1,099301	0,65
	0,346272	0,908794	0,406		0,578814	1,036397	0,546		0,758069	1,099774	0,651
	0,347827	0,909888	0,407		0,580538	1,03713	0,547		0,759729	1,100245	0,652
	0,349385	0,910879	0,408		0,582262	1,03786	0,548		0,761387	1,100713	0,653
	0,350944	0,912068	0,409		0,583986	1,038588	0,549		0,763043	1,101178	0,654
	0,352505	0,913154	0,41		0,585711	1,039313	0,55		0,764698	1,101641	0,655
	0,354068	0,914237	0,411		0,587436	1,040036	0,551		0,766351	1,102101	0,656
	0,355634	0,915317	0,412		0,589161	1,040756	0,552		0,768002	1,102559	0,657
	0,357201	0,916395	0,413		0,590886	1,041474	0,553		0,769652	1,103014	0,657
	0,358771	0,91747	0,414		0,592611	1,04219	0,554		0,771301	1,103467	0,659
	0,360342	0,918542	0,415		0,594336	1,042903	0,555		0,772947	1,103917	0,66
	0,361916	0,918611	0,416		0,596062	1,043613	0,556		0,774592	1,104364	0,661
	0,363492	0,920578	0,417		0,597787	1,044321	0,557		0,776236	1,104809	0,662
	0,365069	0,921742	0,418		0,599513	1,045027	0,558		0,777877	1,105251	0,663
	0,366649	0,922803	0,419		0,601239	1,04573	0,559		0,779517	1,105691	0,664

Continuación de la tabla IV.

	q/Q	v/V	d/D		q/Q	v/V	d/D		q/Q	v/V	d/D
	0,891758	1,130351	0,736		0,984571	1,139947	0,806		1,022031	1,138555	0,841
	0,893217	1,130593	0,737		0,985737	1,13997	0,807		1,022992	1,138446	0,842
	0,894673	1,130832	0,738		0,986897	1,139988	0,808		1,023947	1,138333	0,843
	0,896125	1,131068	0,739		0,988053	1,140004	809		1,024895	1,138216	0,844
	0,897575	1,131301	0,74		0,989203	1,140015	0,81		1,025836	1,138095	0,845
	0,89902	1,131532	0,741		0,990348	1,140023	0,811		1,027698	1,13784	0,847
	0,900463	1,131759	0,742		0,991487	1,140028	0,812		1,028619	1,137707	0,848
	0,901902	1,131983	0,743		0,992621	1,140029	0,813		1,029533	1,137569	0,849
	0,903337	1,132205	0,744		0,99375	1,140027	0,814		1,03044	1,137427	0,85
	0,90477	1,132424	0,745		0,994873	1,140021	0,815		1,031341	1,137281	0,851
	0,906198	1,132639	0,746		0,995991	1,140011	0,816		1,051441	1,132172	0,876
	0,907623	1,132852	0,747		0,997103	1,139998	0,817		1,052142	1,131906	0,877
	0,909045	1,133062	0,748		0,998209	1,139981	0,818		1,052835	1,131635	0,878
	0,910463	1,133269	0,749		0,99931	1,13996	0,819		1,05352	1,131359	0,879
	0,911878	1,133473	0,75		1,000405	1,139936	0,82		1,054195	1,131077	0,88
	0,913289	1,133674	0,751		1,001495	1,139908	0,821		1,054863	1,130791	0,881
	0,914696	1,133872	0,752		1,002579	1,139877	0,822		1,055521	1,130499	0,882
	0,9161	1,134067	0,753		1,003657	1,139841	0,823		1,056171	1,130203	0,883
	0,9175	1,134259	0,754		1,004729	1,139802	0,824		1,056811	1,129901	0,884
	0,918896	1,134448	0,755		1,005795	1,13976	0,825		1,057443	1,129593	0,885
	0,920288	1,134634	0,756		1,006856	1,139713	0,826		1,058066	1,12928	0,886
	0,921677	1,134817	0,757		1,00791	1,139663	0,827		1,05868	1,128962	0,887
	0,923062	1,134998	0,758		1,008959	1,139609	0,828		1,059284	1,128638	0,888
	0,924443	1,135175	0,759		1,010002	1,139551	0,829		1,05988	1,128309	0,889
	0,925821	1,135349	0,76		1,011038	1,139489	0,83		1,060466	1,127975	0,89
	0,927194	1,13552	0,761		1,012069	1,139424	0,831		1,061043	1,127634	0,891
	0,928564	1,135688	0,762		1,013093	1,139355	0,832		1,06161	1,127288	0,892
	0,92993	1,135853	0,763		1,014112	1,139282	0,833		1,062168	1,126937	0,893
	0,931292	1,136015	0,764		1,015124	1,139204	0,834		1,062716	1,126579	0,894
	0,93265	1,136174	0,765		1,01613	1,139124	0,835		1,063254	1,126216	0,895
	0,934003	1,136329	0,766		1,017129	1,139039	0,836		1,063783	1,125847	0,896
	0,935353	1,136482	0,767		1,018122	1,13895	0,837		1,064301	1,125472	0,897
	0,936699	1,136632	0,768		1,019109	1,138857	0,838		1,06481	1,125091	0,898
	0,938041	1,136778	0,769		1,02009	1,13876	0,839		1,065309	1,124704	0,899
	0,939379	1,136922	0,77		1,021064	1,138659	0,84		1,065797	1,124311	0,9

Fuente: Instituto de Fomento Municipal.

2.5.3. Diámetro del colector

Según el INFOM, el diámetro mínimo para el correcto diseño de un sistema de alcantarillado sanitario más conveniente por razones de fácil instalación y manejo, larga vida útil, bajos costos de mantenimiento, bajos volúmenes de excavación y, principalmente una eficiente circulación hidráulica en el alcantarillado es el siguiente:

- PVC es de 6 pulgadas
- Concreto es de 8 pulgadas de diámetro.

Tabla V. Especificaciones hidráulicas

Diámetro nominal Dn		Diámetro interior Di		Diámetro exterior De	
mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas
100	4	100,3	3,95	109,2	4,3
150	6	150,1	5,909	163,1	6,42
200	8	200,2	7,881	218,4	8,6
250	10	250,1	9,846	273,9	10,786
300	12	297,6	11,715	325,0	12,795
375	15	364,2	14,338	397,7	15,658
450	18	445,8	17,552	486,5	19,152
600	24	596,6	23,469	649,7	25,58

Fuente: elaboración propia.

Para conexiones domiciliarias se recomienda un diámetro de 4 pulgadas, con ángulo de 45 grados, en el sentido de la corriente del colector principal para que todo material no muy grande se trabe en este tramo por su diámetro pequeño y no pueda llegar a la línea principal, a ocasionar tapones.

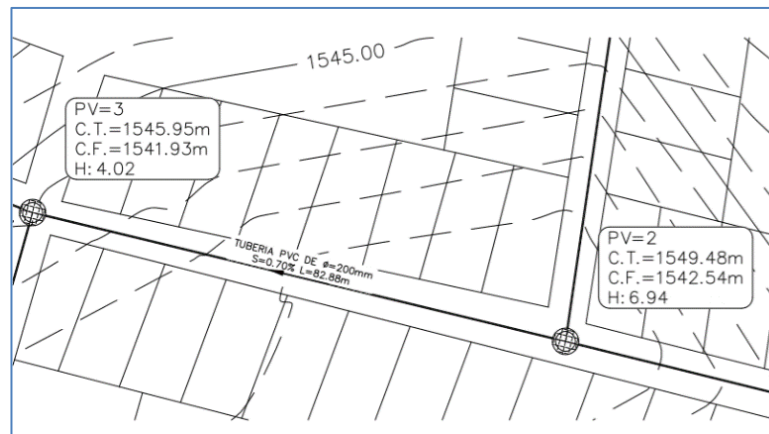
2.5.4. Cálculos de diseño de alcantarillado sanitario

Para realizar los cálculos del diseño de alcantarillado sanitario, se realizan las siguientes indicaciones:

2.5.4.1. Ejemplo de diseño de un tramo

Diseño del sistema de alcantarillado sanitario en el tramo que comprende los pozos de visita; PV-2 a PV-3 en sector central 4, aldea El Carmen, Santa Catarina Pinula.

Figura 8. Tramo de PV-2 a PV-3, sector central 4, aldea El Carmen



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

- Datos generales

Periodo de diseño	= 20 años (Dirección de Obras)
Habitantes/vivienda	= 6 habitantes / vivienda
Tasa de crecimiento	= 2,45 % (Dirección Municipal de Planificación)

Dotación	= 150 lt/hab/día
Factor retorno	= 0,80
Material de tubería	= PVC 8“(ASTM F949)
Coeficiente rugosidad	= 0,010

- Datos de tramo 2 a 3

Cota de terreno inicial	= 1 549,48 m
Cota de terreno final	= 1 545,95 m
Longitud de tramo	= 82,88 m
Número de casas tramo 2-3	= 16
Número de casas acumuladas	= 35
Diámetro de tubería	= 8 pulgadas
Pendiente de tubería	= 0,70 % (propuesta)

- Población actual

$$P_o = \text{No.} \frac{\text{Habitantes}}{\text{Vivienda}} * \text{No. Viviendas}$$

$$P_o = 6 \frac{\text{Habitantes}}{\text{Vivienda}} * 35 = 204 \text{ habitantes}$$

- Población futura

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

$$P_f = 204 * (1 + 0,0245)^{20} = 332 \text{ habitantes}$$

- Factor de Harmon actual

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{\frac{Po}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{Po}{1\,000}}} ; F.H. = \frac{18 + \sqrt{\frac{204}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{204}{1\,000}}} = 4,14$$

- Factor de Harmon futuro

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{\frac{Pf}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{Pf}{1\,000}}} ; F.H. = \frac{18 + \sqrt{\frac{332}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{332}{1\,000}}} = 4,05$$

- Pendiente de terreno

$$S\% = \frac{Cf - Ci}{L} * 100$$

$$S\% = \frac{1\,549,48 - 1\,545,95}{82,88} * 100 = 4,26 \%$$

- Caudal sanitario

$$Q_{san.} = Q_{dom.} + Q_{ind.} + Q_{com.} + Q_{conex. ilic.} + Q_{inf.}$$

- Caudal domiciliar actual

$$Q_{dom.} = \frac{(Po)(Dotación)(Factor\ de\ retorno)}{86\,400}$$

$$Q_{dom.} = \frac{(204)(150)(0,80)}{86\,400} = 0,2833\ l/s$$

- Caudal domiciliar futuro

$$Q_{\text{dom.}} = \frac{(\text{Pf})(\text{Dotación})(\text{Factor de retorno})}{86\ 400}$$

$$Q_{\text{dom.}} = \frac{(332)(150)(0,80)}{86\ 400} = 0,4611 \text{ l/s}$$

- Caudal industrial

$$Q_{\text{ind.}} = \frac{(\text{No. industrias})(\text{Dotación})}{86\ 400}$$

Debido a que en la aldea no se encuentra ninguna industria, su caudal es = 0

$$Q_{\text{ind.}} = 0 \text{ l/s}$$

- Caudal comercial

$$Q_{\text{com.}} = \frac{(\text{No. comercios})(\text{Dotación})}{86\ 400}$$

Debido a que en este tramo no se encuentra ningún comercio su caudal es = 0.

$$Q_{\text{com.}} = 0 \text{ l/s}$$

- Caudal conexiones ilícitas actual

$$Q_{\text{conex. ilic.}} = (0,10)(Q_{\text{domiciliar actual}})$$

$$Q_{\text{conex. ilic.}} = (0,10)(0,2833) = 0,02833 \text{ l/s}$$

- Caudal conexiones ilícitas futuro

$$Q_{\text{conex. ilic.}} = (0,10)(Q_{\text{domiciliar futuro}})$$

$$Q_{\text{conex. ilic.}} = (0,10)(0,4611) = 0,04611 \text{ l/s}$$

- Caudal de infiltración

$$Q_{\text{com.}} = 0 \text{ l/s (Tubería de PVC)}$$

- Caudal sanitario actual

$$Q_{\text{san.}} = 0,3117 \text{ l/s}$$

- Caudal sanitario futuro

$$Q_{\text{san.}} = 0,5072 \text{ l/s}$$

- Factor de caudal medio actual

$$Q_{\text{dom.}} = \frac{Q_{\text{sanitario actual}}}{P_o}$$

$$Q_{\text{dom.}} = \frac{0,3117}{204} = 0,00153 \text{ l/s; se usara } 0,002$$

- Factor de caudal medio futuro

$$Q_{dom.} = \frac{Q_{sanitario\ futuro}}{Pf}$$

$$Q_{dom.} = \frac{0,5072}{332} = 0,00153\ l/s; \text{ se usara } 0,002$$

- Caudal de diseño actual

$$Q_{dis.} = (Po)(f. c. m.)(F. H. Actual)$$

$$Q_{dis.} = (204)(0,002)(4,14) = 1,691\ l/s$$

- Caudal de diseño futuro

$$Q_{dis.} = (Pf)(f. c. m.)(F. H. Futuro)$$

$$Q_{dis.} = (332)(0,002)(4,05) = 2,695\ l/s$$

- Velocidad a sección llena

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

$$V = \frac{0,03429 * (8)^{\frac{2}{3}} * (0,7\%)^{1/2}}{(0,010)} = 1,15\ m/s$$

- Caudal a sección llena

$$Q = \frac{\pi}{4} * (D * 0,0254)^2 * (V * 1\ 000) = 37,21\ m^3/s$$

$$Q = \frac{\pi}{4} * (8 * 0,0254)^2 * (1,15 * 1\ 000) = 37,21\ m^3/s$$

- Relaciones hidráulicas

- Caudales = $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}} = 2,695 < 37,21$

$$\frac{2,695}{37,21} = 0,07243\ m/s$$

- Velocidad a sección parcialmente llena
= $0,60 \leq v \leq 3,00\ (m/s) = 0,60 \leq 0,67 \leq 3,00\ (m/s)$
- Tirante = $0,10 \leq d/D \leq 0,90 = 0,10 \leq 0,1828 \leq 0,90$

- Cotas invert

$$CIS_{pv} - 2 = (CIE_{pv} - 2) - (0,03)$$

$$CIS_{pv} - 2 = (1\ 542,57) - (0,03)$$

$$CIS_{pv} - 2 = 1\ 542,54\ m$$

$$CIE_{pv} - 3 = (CIS_{pv} - 2) - (Stub.* Ltub.)$$

$$CIE_{pv} - 3 = (1\ 542,54) - (0,7\ \% * 82,88m)$$

$$CIE_{pv} - 3 = 1\ 541,96\ m$$

- Altura de pozos de visita 2

$$H_{pv} - 2 = \text{Cota de terreno} - \text{Cota invert de salida pv} - 2$$

$$H_{pv} - 2 = 1\,549,48 \text{ m} - 1\,542,54 \text{ m}$$

$$H_{pv} - 2 = 6,94 \text{ m}$$

- Altura de pozos de visita 3

$$H_{pv} - 2 = \text{Cota de terreno} - \text{Cota invert de salida pv} - 3$$

$$H_{pv} - 2 = 1\,545,95 \text{ m} - (1\,541,96 - 0,03)$$

$$H_{pv} - 2 = 4,02 \text{ m}$$

- Volumen de excavación de zanja

$$\text{Vol. Exc.} = (\text{Ancho zanja})(H_1 + H_2/2)(D. H.)$$

$$\text{Vol. Exc.} = (0,70)(6,94 + 3,99/2)(82,88)$$

$$H_{pv} - 2 = 316,83 \text{ m}^3$$

2.6. Tratamiento de aguas sanitarias

El uso de sistemas de tratamiento de aguas residuales es de suma importancia, ya que por este medio se dispondrá de manera adecuada el efluente proveniente del sistema de alcantarillado. De esta forma se evitará la contaminación del medio ambiente y mejorará la salud y la calidad de vida de los habitantes del sector.

En el tratamiento de las aguas servidas se separa los sólidos, se disminuye la demanda bioquímica de oxígeno y se reducen los organismos coniformes. Estos poseen los siguientes beneficios: conservación de las fuentes

de abastecimiento de agua potable, se evitan enfermedades infecciosas y no se contamina centros de recreación como lagos, ríos y playas.

2.7. Planos

Los planos para el sistema de drenaje sanitario y detalles se presentan en el anexo. Están conformados por planta general, planta de diseño hidráulico, planta de curvas de nivel, planta de densidad de vivienda, perfiles y detalle de pozo de visita, detalle de colector de aguas pluviales y sistema de alcantarillado pluvial.

2.8. Presupuesto alcantarillado sanitario

En la tabla VI se detalla el presupuesto de alcantarillado sanitario para el sector central 4, aldea El Carmen, Santa Catarina Pinula.

Tabla VI. Presupuesto alcantarillado sanitario

Universidad de San Carlos de Guatemala					
Facultad de Ingeniería					
Ejercicio de Práctica Supervisada EPS					
Proyecto:	Diseño de un Sistema de Alcantarillado Sanitario en sector central 4, aldea El Carmen.				
Municipio:	Santa Catarina Pinula, Guatemala				
Monto:	Q2 151 803,88				
Cuadro resumen de renglones de trabajo					
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
1	Trabajos preliminares				
1.1	Trazo y estaqueado	KM	2,14	Q 3 175,31	Q 6 795,17
2	Pozos de visita y alcantarillado				
2.1	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,20m)	Unidad	1	Q 5 422,30	Q 5 422,30
2.2	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,25m)	Unidad	3	Q 4 974,13	Q 14 922,38
2.3	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,30m)	Unidad	2	Q 5 187,04	Q 10 374,08
2.4	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,35m)	Unidad	4	Q 5 180,42	Q 20 721,67
2.5	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,40m)	Unidad	2	Q 5 455,92	Q 10 911,84
2.6	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m h. Nt.=1,45m)	Unidad	2	Q 5 566,68	Q 11 133,35
2.7	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,65m)	Unidad	2	Q 6 033,79	Q 12 067,59
2.8	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,85m)	Unidad	1	Q 6 950,45	Q 6 950,45
2.9	Pozo de visita de conc Reto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,89m)	Unidad	1	Q 6 962,38	Q 6 962,38
2.10	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=2,22m)	Unidad	1	Q 8 060,36	Q 8 060,36
2.11	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 2,31m)	Unidad	2	Q 7 855,19	Q 15 710,38
2.12	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 2,45m)	Unidad	2	Q 8 335,90	Q 16 671,81
2.13	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 2,88m)	Unidad	1	Q 9 744,80	Q 9 744,80
2.14	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 3,00m) + (1 disipador de agua)	Unidad	2	Q 9 783,87	Q 19 567,73

Continuación de la tabla VI.

2.15	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 3,63m) + (1 disipador de agua)	Unidad	1	Q11 543,67	Q 11 543,67
2.16	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 3,88m) + (1 disipador de agua)	Unidad	1	Q12 417,51	Q 12 417,51
2.17	Pozo de visita de concreto armado (diam. Int. = 1 m, h. Nt.= 4,02m) + (2 disipador de agua)	Unidad	1	Q12 762,62	Q 12 762,62
2.18	Pozo de visita de concreto armado (diam. Int. = 1 m, h. Nt.= 4,12m) + (2 disipador de agua)	Unidad	2	Q12 727,47	Q 25 454,93
2.19	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 4,33m) + (2 disipador de agua)	Unidad	1	Q13 533,51	Q 13 533,51
2.20	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 4,43m) + (2 disipador de agua)	Unidad	1	Q13 940,72	Q 13 940,72
2.21	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1.m, h. Nt.= 4.70m) + (2 disipador de agua)	Unidad	1	Q14 519,18	Q 14 519,18
2.22	Pozo de visita de concreto armado (diam. Int. = 1.m, h. Nt.= 4,93m) + (2 disipador de agua)	Unidad	1	Q15,153,27	Q 15,153,27
2.23	Pozo de visita de concreto armado (diam. Int. = 1.m, h. Nt.= 6,75m) + (2 disipador de agua)	Unidad	1	Q20 232,52	Q 20 232,52
2.24	Pozo de visita de concreto armado (diam. Int. = 1.m, h. Nt.= 6,94m) + (2 disipador de agua)	Unidad	1	Q20 648,94	Q 20 648,94
2.25	Pozo de visita de concreto armado (diam. Int. = 1.m, h. Nt.= 8.87m) + (2 disipador de agua)	Unidad	1.00	Q25,767,87	Q 25 767,87
2.26	Pozo de visita de concreto armado (diam. Int. = 1.m, h. Nt.= 10.94m) + (2 disipador de agua)	Unidad	1.00	Q31 452,14	Q 31 452,14
2.27	Tubería pvc ø 8", norma astm f949	ML.	2 138,08	Q 179,03	Q 382 786,16

Continuación de la tabla VI.

3	Trabajos varios				
3.1	Excavación en línea de alcantarillado y pozos de visita	m3	4955.18	Q 48,67	Q 241 173,67
3.2	Relleno y compactación con material selecto en línea de alcantarillado	m3	4206.85	Q 134,36	Q 565 216,88
3.3	Relleno y compactación con material balasto en línea de alcantarillado	m3	299.33	Q 222,78	Q 66 683,72
3.4	Relleno y compactación con material extraído en línea de alcantarillado	m3	149.67	Q 56,42	Q 8 444,85
3.5	Conexiones domiciliarias	Unidad	301.00	Q 1 028,87	Q 309 691,14
3.6	Reparación de pavimento, concreto 3 000 PSI	m3	148.70	Q 1 239,84	Q 184 364,31
TOTAL GENERAL					Q2 151 803,88

Fuente: elaboración propia.

2.9. Cronograma de actividades alcantarillado sanitario

A continuación, se muestra la tabla VII del cronograma de actividades para el proyecto de alcantarillado sanitario del sector central 4, aldea El Carmen, Santa Catarina Pinula, Guatemala.

Tabla VII. Cronograma de actividades alcantarillado sanitario

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.												
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN SECTOR CENTRAL 4, ALDEA EL CARMEN.											PLAZO DE EJECUCION: 6 MESES	
MUNICIPIO: SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA												
MONTO: Q. 2,151,803.88												
RENGLON	ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	MESES DE EJECUCION						
						1	2	3	4	5	6	
1.1	MISCELANEOS				2,151,803.88							
	TRAZO Y ESTAJUEADO	KM	2.14	3175.31	6,795.17	6,795.17						
2.1-2.9	POZOS DE ALTURA 1.20 A 1.89 METROS	GLOBAL	1.00	99,466.04	99,466.04	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.25
2.10-2.18	POZOS DE ALTURA 2.22 A 4.12 METROS	GLOBAL	1.00	131,933.82	131,933.82	14,919.91	14,919.91	14,919.91	14,919.91	14,919.91	14,919.91	24,866.51
2.19-2.26	POZOS DE ALTURA 4.33 A 10.94 METROS	GLOBAL	1.00	155,248.14	155,248.14	32,983.45	32,983.45	32,983.45	32,983.45	32,983.45	32,983.45	0.25
2.27	TUBERIA PVC Ø 8", NORMA ASTM F949	M.L.	2138.08	179.03	382,786.16	31,049.63	0.20	0.15	0.15	0.20	0.15	0.20
3.1	EXCAVACION EN LINEA DE ALCANTARILLADO Y POZOS DE VISITA	M3	4955.18	48.67	241,173.67	57,417.92	57,417.92	57,417.92	76,557.23	57,417.92	76,557.23	0.20
3.2	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL SELECTO EN LINEA DE ALCANTARILLADO	M3	4206.85	134.36	565,216.88	36,176.05	36,176.05	36,176.05	48,234.73	36,176.05	48,234.73	0.25
3.3	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL BALASTO EN LINEA DE ALCANTARILLADO	M3	299.33	222.78	66,683.72	141,304.22	141,304.22	141,304.22	141,304.22	141,304.22	141,304.22	0.25
3.4	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL EXTRAIDO EN LINEA DE ALCANTARILLADO	M3	149.67	56.42	8,444.85	16,670.93	16,670.93	16,670.93	16,670.93	16,670.93	16,670.93	0.25
3.5	CONEXIONES DOMICILIARES	UNIDAD	301	1028.87	309,691.14	2,111.21	0.15	0.15	0.20	2,111.21	2,111.21	0.20
3.6	REPARACION DE PAVIMENTO, CONCRETO 3,000 PSI	M3	148.7	1239.84	184,364.31	46,453.67	46,453.67	46,453.67	61,938.23	46,453.67	61,938.23	0.25
	MONTO TOTAL DEL PROYECTO				2,151,803.88							
	AVANCES FINANCIERO Y PORCENTUAL					Q. 352,898.71	16.40%	Q. 187,951.00	8.73%	Q. 394,128.44	18.32%	Q. 456,866.18
	AVANCES FINANCIERO Y PORCENTUAL ACUMULADO					Q. 352,898.71	16.40%	Q. 540,849.71	25.13%	Q. 934,978.15	43.45%	Q. 1,262,277.22
						Q. 352,898.71	16.40%	Q. 540,849.71	25.13%	Q. 934,978.15	43.45%	Q. 1,262,277.22
												58.66%
												78.78%
												100.00%

Fuente: elaboración propia.

2.10. Evaluación de impacto ambiental

Un estudio de evaluación de impacto ambiental (EIA) es un instrumento mediante el cual se analizan los principales impactos que genera un determinado proyecto, obra, industria o actividad, y en el que se establecen las medidas de mitigación para reducir el potencial efecto negativo al medio ambiente.

La evaluación de impacto ambiental es un proceso a priori encaminado a identificar, predecir, interpretar, prevenir y comunicar, por vía preventiva, el efecto de un proyecto sobre el medio ambiente. Como instrumento/procedimiento administrativo de control de proyectos, apoyado en un estudio técnico sobre las incidencias ambientales de un proyecto y en un trámite de participación pública, permite a la autoridad ambiental competente emitir una declaración de impacto ambiental al rechazar, aprobar o modificar el proyecto.

En términos conceptuales, la evaluación de impacto ambiental sugiere una capacidad práctica para hacer compatibles objetivos de desarrollo económico y social con criterios ambientales. Ofrece la oportunidad de tomar decisiones correctas con uso óptimo de los recursos.

2.11. Evaluación socioeconómica

Para la evaluación socioeconómica del proyecto se presentan varios instrumentos que servirán para su proyección, como por ejemplo el valor presente neto, la tasa interna de retorno, entre otros.

2.11.1. Valor presente neto

El valor presente neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo, porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente; de esta forma puede verse fácilmente si los ingresos son mayores que los egresos. El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

VPN>0 –proyecto rentable e incremento de utilidad

VPN=0 – proyecto generando utilidad deseada

VPN<0 – proyecto no rentable

EL VPN se determina de la siguiente manera:

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

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

Donde

P = valor presente único en el valor inicial a la operación.

F = valor de pago único al final del periodo de la operación.

A = valor de pago uniforme en un periodo determinado de ingreso o egreso.

i = tasa de interés de cobra por operación 0 tasa de utilidad por la inversión.

n = periodo de tiempo que pretende durante la operación.

- Datos del proyecto

Costo total del proyecto = Q2 151 803,88

Tasa de interés = 10 %

Vida útil = 20 años

Ingreso inicial por conexión = Q. 500/vivienda*301 viviendas = Q. 150 500,00

Costo anual de mantenimiento = Q. 900/mes * 12 meses = Q. 10 800,00

Ingresos anuales = Q. 25/vivienda * 301 viviendas * 12 meses = Q. 90 300,00

$$VPN = -2\ 151\ 803,88 + 150\ 500 - 10\ 800 * \left[\frac{(1 + 0,10)^{20} - 1}{0,10(1 + 0,10)^{20}} \right] + 90300 * \left[\frac{(1 + 0,10)^{20} - 1}{0,10(1 + 0,10)^{20}} \right]$$

$$VPN = -1\ 324\ 475,56$$

2.11.2. Tasa interna de retorno

Es la tasa máxima de utilidad que puede obtenerse o pagarse en la evaluación de una alternativa. Lo que se busca es una cifra que sea menor al dato buscado, y otro que sea mayor para interpolar de la manera siguiente:

Tasa 1 VPN (+)

Tir VPN = 0

Tasa 2 VPN (-)

$$TIR = \left[\frac{(-Tasa\ 1 - Tasa\ 2)(0 - VPN(-))}{(VPN(+)) - (VPN(-))} \right] + Tasa\ 2$$

La tasa interna de retorno para este proyecto no existe, debido a que es de carácter social y no hay un valor presente neto positivo (VPN+).

3. DISEÑO DE UN COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES EN EL SECTOR VALLE VERDE, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA

3.1. Descripción del proyecto

El diseño de una red y un colector de aguas pluviales para el sector Los Olivos, aldea El Carmen en el municipio de Santa Catarina Pinula, incluyó trabajos de topografía para tener la descripción gráfica del estado actual de terreno. Considera varios aspectos como la intensidad de lluvia, el área de la microcuenca del agua que llegará hacia el colector. Se aprovecharon las pendientes del terreno para la colocación de pozos de visita y su conexión con un canal trapezoidal que recolecta el agua pluvial de las viviendas y las aguas de lluvia. Para este proyecto están excluidos los caudales de aguas residuales o servidas provenientes de las viviendas, comercios, entre otros. En cuanto a la información básica hidrológica, se utilizó información que fue obtenida por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

3.1.1. Justificación

Actualmente, en el sector Valle Verde existe una red de alcantarillado pluvial que no cuenta con las características y calidad necesarias para una correcta recolección de sus aguas pluviales. Esto hace que las mismas provoquen inundaciones y filtración de agua en las viviendas. En época de invierno, el colector provoca socavamientos a orillas del cauce del río por donde

circula el agua de lluvia y el deterioro en las orillas de calle donde circulan los habitantes que colindan con el río.

3.1.2. Alcances del proyecto

Proveer una red de aguas pluviales permitirá una mejor circulación del caudal producido por las intensas lluvias en época de invierno. La red tendrá una longitud total de 2 000 ml aproximadamente y beneficiará a cerca de 1 215 habitantes en el sector Valle Verde. El caudal que circulará por la red pluvial desfogará hacia un colector de sección trapezoidal de 500 ml, el cual trasladará las aguas pluviales hacia su punto final.

El subsuelo de la cabecera municipal es de un material común, constituido por arena con grava de color gris. Esto hace que no sea difícil la excavación del mismo para construir pozos y colocar la tubería. También influye en el renglón de excavación por el pago de la mano de obra.

3.1.3. Normas del alcantarillado pluvial

Para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial se tomarán las normas que establece la Dirección General de Obras Públicas, así como las normas utilizadas y actualizadas por el INFOM, actual ente coordinador de las políticas de agua y saneamiento a nivel nacional.

3.1.4. Tuberías

Las tuberías trasladan las aguas provenientes del centro de calles y cuencas definidas, las cuales pueden ser permanentes, riachuelos o variables como las aguas de lluvia. Los diámetros se propondrán según los caudales que

circularán a través de ellos y las pendientes del terreno, por lo que un sistema en conjunto puede poseer distintos diámetros en un solo tramo.

3.1.5. Profundidad de tuberías

La profundidad mínima de coronamiento de la tubería, con referencia al nivel del terreno, es de 1,10 metros.

3.1.6. Velocidad de diseño

Según las Normas del INFOM, la velocidad para la que se diseñarán los sistemas de alcantarillado deberá estar dentro del rango siguiente:

$$0,60 \text{ m/s} \leq v \leq 3,00 \text{ m/s}$$

3.1.7. Pozos de visita

Este tipo de estructura es construida con el fin de conectar la red de tuberías (colector principal y ramales); además, cumplen con una segunda función que es dar acceso para limpieza e inspección de los mismos. Su sección es de forma circular, en donde su diámetro mínimo es de 1,20 metros. En la parte superior tienen la forma de cono truncado, la cual lleva una tapadera circular que permite su acceso. La tapa descansa sobre un brocal con ambos de concreto reforzado.

Su construcción puede ser de concreto o mampostería y su altura está en función de la pendiente de la tubería, la cual depende de las condiciones del terreno donde se desea colocar dichos pozos. Las paredes del pozo están impermeabilizadas por repello y por un cernido liso con canales para dirigir los

caudales al tubo de salida. El fondo está conformado de planchas de concreto con la pendiente necesaria para que corra el agua. Estos pozos pueden tener varias entradas, pero una salida.

Los pozos de visitas tendrán una altura mínima de 1,20 metros.

Según las normas para la construcción de alcantarillados, se recomienda la colocación de pozos de visita con base en los siguientes criterios de diseño:

- Al inicio de todo colector.
- En intersecciones de tuberías.
- En las curvas de colectores visitables, a no más de 30 metros.
- Cambio de dirección de tuberías.
- Cambio de pendientes.
- A distancias no mayores de 100 metros lineales, en diámetros de hasta 24 pulgadas.
- Cambio de sección de diámetro.

3.1.8. Tragantes

Para el presente trabajo los tragantes no serán necesarios, debido a que las normativas de la Municipalidad de Santa Catarina Pinula exigen el diseño y planificación de rejillas para mayor captación de agua pluvial, limpieza y mejor funcionalidad.

3.1.9. Rejillas

En drenajes suelen instalarse rejillas que permiten el paso del agua pluvial y filtran residuos y desechos. La función principal de la rejilla es brindar una protección al sistema de drenaje y evitar que se obstruya.

Para lograr una mejor y mayor captación de aguas pluviales con alta intensidad de lluvia, se ha propuesto rejillas transversales al centro de la calle, en los puntos más bajos. Por medio de estas se podrá recolectar el agua superficial aprovechando las pendientes del terreno, para luego ser trasladadas al colector principal.

3.2. Hidrología de la zona

El sector Los Olivos del municipio de Santa Catarina Pinula pertenece a la zona de vida del bosque húmedo montano bajo subtropical, según la clasificación de las zonas de vida de Guatemala del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). La precipitación anual en el municipio de Santa Catarina Pinula va desde 1 057 a 1 588 milímetros.

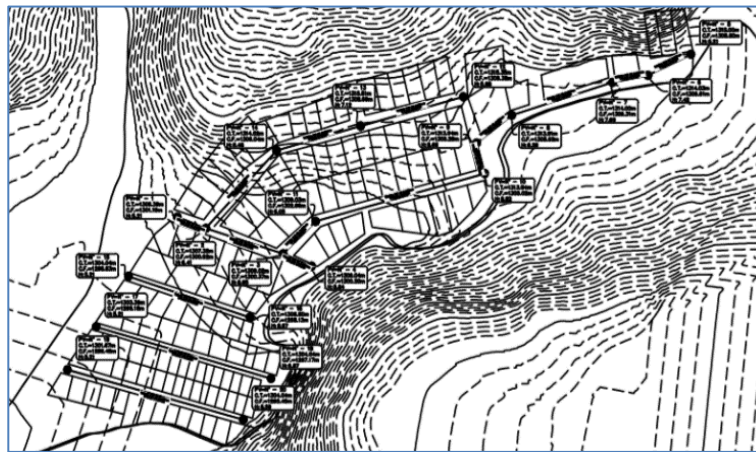
La estación meteorológica más cercana al municipio mencionado está ubicada en la 7ª avenida 14-57 zona 13 de la ciudad capital, en la sede del Insivumeh.

3.3. Levantamiento topográfico

Proporciona los datos acerca de la superficie en la cual se colocarán las tuberías y pozos de visita del alcantarillado pluvial. En este proceso se miden distancias, elevaciones y direcciones, las cuales sirven para delimitar el terreno

y conocer las diferencias de nivel que este presenta. Como el equipo utilizado fue una estación total, por medio de coordenadas geográficas se obtuvo la libreta topográfica para posteriormente exportarse a AutoCAD CIVIL 3D – 2016.

Figura 9. **Topografía sector Los Olivos, aldea El Carmen**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

3.3.1. Planimetría

La red de alcantarillado pluvial se realizó por medio de una nube de puntos y posteriormente de curvas de nivel, para la correcta colocación de los 6 ejes principales que recolectan el agua pluvial y la ubicación de pozos de visita. Se colocarán rejillas a lo largo de las calles y avenidas para captar las aguas pluviales en puntos estratégicos.

3.3.2. Altimetría

La referencia de los puntos tomados para la red sanitaria fue la altura del municipio sobre el nivel del mar, que es de 2 000 metros. Esta ayuda a

determinar puntos de referencia, cotas, pendientes del terreno y un perfil para realizar las correcciones que sean necesarias para cumplir con los parámetros de diseño.

3.4. Método de racional

Es el más utilizado porque los datos obtenidos son los de mayor confianza o exactitud. Esta fórmula asume el máximo porcentaje de escurrimiento de una cuenca pequeña. Esto ocurre cuando la cuenca contribuye al máximo escurrimiento y el porcentaje es igual a un porcentaje de la intensidad de lluvia promedio por la fórmula:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde

Q = caudal máximo (m³/s)

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia

A = área de la cuenca (Ha)

3.5. Criterios de diseño de alcantarillado pluvial

A continuación, se describen los criterios de diseño para el proyecto de alcantarillado pluvial.

3.5.1. Pendiente del terreno

La pendiente del terreno está dada por la diferencia de alturas del terreno dividida entre la distancia del tramo y todo eso multiplicado por 100, de la siguiente manera:

$$S\% = \frac{\text{Cota final} - \text{Cota inicial}}{\text{Longitud del tramo}} * 100$$

3.5.2. Coeficiente de escorrentía

Depende de las condiciones del suelo y la topografía del suelo a integrar. Debido a las lluvias, un porcentaje del agua se evapora, infiltra o es absorbido por áreas jardinizadas. El coeficiente de escorrentía que se toma en consideración para los cálculos hidráulicos es un porcentaje del agua total llovida. Mientras más impermeable sea la superficie, mayor será el valor del coeficiente de escorrentía.

Tabla VIII. Valores del coeficiente de escorrentía

Superficie	C
Techos	0,70 a 0,95
Pavimentos de concreto y asfalto	0,85 a 0,90
Pavimentos de piedra, ladrillo o madera en buenas condiciones	0,75 a 0,85
Pavimentos de piedra, ladrillo o madera en malas condiciones	0,60 a 0,70
Calles macademiadas	0,25 a 0,60
Calles y banquetas de arena	0,15 a 0,30
Calles sin pavimento, lotes desocupados, entre otros.	0,10 a 0,30
Parques, canchas jardines, prados, entre otros.	0,05 a 0,25
Bosques y tierra cultivada	0,01 a 0,20

Fuente: Dirección General de Obras Públicas.

El coeficiente de escorrentía se calcula de la siguiente manera:

$$C = \frac{\sum(c * a)}{\sum(a)}$$

Donde

C = coeficiente de escorrentía promedio

c = coeficiente de escorrentía de cada una de las áreas parciales

a = áreas parciales (en hectáreas)

3.5.3. Áreas tributarias

Es el área total que contribuye a que la precipitación escurra superficialmente sobre el suelo desde la divisoria de aguas hasta el punto en estudio; es decir, que contribuye a formar la escorrentía y se toma en hectáreas. Con base en las curvas de nivel puede observarse qué dirección tomará el agua que circulará por las tuberías y posteriormente se puede calcular el área que tributará en cada tramo.

3.5.4. Tiempo de concentración

Es el tiempo que tarda en llegar el agua superficial desde el punto más lejano de la cuenca hasta el lugar de estudio. Se mide en minutos y en tramos iniciales, el tiempo de concentración se tomará de 12 minutos. Cuando varios ramales lleguen en un mismo punto se tomará el tiempo de concentración mayor.

En los demás tramos el tiempo de concentración se calcula de la siguiente manera:

$$t_c = t_1 + \frac{L}{(60)(V_1)}$$

Donde

TC = tiempo de concentración hasta el tramo considerado

T1 = tiempo de concentración hasta el tramo anterior

L = longitud del tramo anterior

V1 = velocidad a sección llena en el tramo anterior

3.5.5. Intensidad de lluvia

Es el espesor de la capa de agua llovida durante cierta cantidad de tiempo, suponiendo que toda el agua permanece en el sitio donde cayó. Para fines de este trabajo, la intensidad de lluvia se determinó de acuerdo a las curvas de intensidad de lluvia del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

Entre los estudios para el análisis del régimen de lluvias de un país se encuentra el régimen de intensidades de lluvia. Entre las aplicaciones más sobresalientes de este tipo de análisis está el diseño de diferentes obras hidráulicas para la evacuación segura de la escorrentía originada por eventos de lluvias, en áreas urbanas y rurales. Normalmente, este tipo de aplicaciones requiere de eventos de lluvias intensas asociados a una duración y a una frecuencia de ocurrencia. Las curvas de duración-intensidad-frecuencia (DIF), ofrecen dicha relación.

En Guatemala, este tipo de curvas se encuentran deducidas para un número reducido de estaciones, para diferentes épocas y en documentos dispersos.

Tabla IX. **Intensidad de lluvia**

	2 años	5 años	10 años	20 años
Ciudad de Guatemala	$\frac{2338}{t + 18}$	$\frac{3706}{t + 22}$	$\frac{4202}{t + 23}$	$\frac{4604}{t + 24}$
Bananera, Izabal	$\frac{5771.50}{t + 48.98}$	$\frac{7103.95}{t + 53.80}$	$\frac{7961.65}{t + 56.63}$	$\frac{8667.77}{t + 58.43}$
Labor Ovalle, Quetzaltenango	$\frac{977.7}{t + 18}$	$\frac{1128.5}{t + 18}$	$\frac{1323.5}{t + 18}$	
El Pito Chicolá, Suchitepéquez	$\frac{11033.6}{t + 101.10}$	$\frac{11618.7}{t + 92.19}$	$\frac{13455.2}{t + 104.14}$	
La Fragua, Zacapa	$\frac{3700.5}{t + 50.69}$	$\frac{3990.5}{t + 41.75}$	$\frac{4049.0}{t + 37.14}$	

Fuente: Dirección General de Obras Públicas. *Departamento de Acueductos y Alcantarillados.*

Para fines de este trabajo se tomará la siguiente fórmula debido a la cercanía a la ciudad de Guatemala, con una probabilidad de ocurrencia de 20 años.

Donde intensidad será igual a:

$$i = \frac{4604}{t + 24}$$

3.5.6. Diámetro mínimo

El diámetro mínimo que se utiliza en un sistema de alcantarillado pluvial es de 12”.

Tabla X. Diámetros de tuberías y excavación según tránsito

Diámetro	8"	10"	12"	16"	18"	20"	24"
Tránsito Normal	1,22	1,28	1,33	1,41	1,5	1,58	1,66
Tránsito Pesado	1,42	1,48	1,53	1,61	1,7	1,78	1,86
Diámetro	30"	36"	42"	48"	60"	80"	100"
Tránsito Normal	1,84	1,99	2,14	2,25	2,55	2,65	2,95
Tránsito Pesado	2,04	2,19	2,34	2,45	2,75	2,85	3,05

Fuente: Instituto de Fomento Municipal. *Especificaciones y Técnicas para Construcción*. p. 102.

3.5.7. Pendiente de tubería

Se requiere de una pendiente adecuada para la correcta circulación de las aguas pluviales y que estén dentro de los parámetros de diseño, como la velocidad, caudal de diseño y las relaciones hidráulicas.

Para este proyecto la pendiente mínima utilizada es de 2 % y la máxima es de 3 %.

3.5.8. Velocidad a sección llena

La velocidad a sección llena se calculó con la ecuación de Manning, de la siguiente manera:

$$V = \frac{0,03429}{n} + \left(D^{\frac{2}{3}}\right) \left(S^{\frac{1}{2}}\right)$$

Donde

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

n = coeficiente de rugosidad de Manning.

D = diámetro de la sección circular (pulgadas)

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

Rango de velocidad:

$$0,60 \text{ m/s} \leq v \leq 3,00 \text{ m/s}$$

3.5.9. Caudal a sección llena

Para el caudal a sección llena se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = V * A$$

Se obtuvo el caudal a sección llena (Q) y el caudal de diseño (q); se verifican las relaciones hidráulicas con valor de q/Q; se busca en la tabla de relaciones hidráulicas a manera de obtener d/D y v/V para despejar v y obtener la velocidad a sección parcial de la tubería.

Donde

$$0,10 < d/D < 0,90$$

$$0,60 \text{ m/s} < v < 3 \text{ m/s}$$

Tabla XI. Relaciones hidráulicas

	q/Q	v/V	d/D		q/Q	v/V	d/D		q/Q	v/V	d/D
	0,00001	0,019224	0,001		0,042771	0,497452	0,141		0,172428	0,748542	0,281
	0,00005	0,030507	0,002		0,043401	0,499629	0,142		0,173629	0,750026	0,282
	0,00011	0,039963	0,003		0,044036	0,501799	0,143		0,174833	0,751507	0,283
	0,00021	0,048396	0,004		0,044676	0,503961	0,144		0,176041	0,752984	0,284
	0,00034	0,056141	0,005		0,04532	0,506117	0,145		0,177253	0,754458	0,285
	0,0005	0,063377	0,006		0,045969	0,508265	0,146		0,178467	0,755927	0,286
	0,0007	0,070215	0,007		0,046622	0,510407	0,147		0,179686	0,757394	0,287
	0,00093	0,076728	0,008		0,04728	0,512541	0,148		0,180907	0,758856	0,288
	0,0012	0,08297	0,009		0,047943	0,514669	0,149		0,182132	0,760316	0,289
	0,00151	0,08898	0,01		0,048609	0,51679	0,15		0,183361	0,761771	0,29
	0,00185	0,094787	0,011		0,049281	0,518904	0,151		0,184593	0,763223	0,291
	0,00223	0,100417	0,012		0,049956	0,521011	0,152		0,185828	0,764672	0,292
	0,00265	0,105887	0,013		0,050637	0,523112	0,153		0,187066	0,766117	0,293
	0,00311	0,111215	0,014		0,051322	0,525206	0,154		0,188309	0,767559	0,294
	0,00361	0,116413	0,015		0,052011	0,527293	0,155		0,189554	0,768997	0,295
	0,00415	0,121493	0,016		0,052705	0,529374	0,156		0,190803	0,770431	0,296
	0,00473	0,126464	0,017		0,053403	0,531449	0,157		0,192055	0,771863	0,297
	0,00536	0,131335	0,018		0,054106	0,533517	0,158		0,19331	0,77329	0,298
	0,00602	0,136112	0,019		0,054813	0,535578	0,159		0,194569	0,774715	0,299
	0,00672	0,140803	0,02		0,055524	0,537633	0,16		0,195831	0,776135	0,3
	0,00746	0,145412	0,021		0,05624	0,539682	0,161		0,197097	0,777553	0,301
	0,00825	0,149945	0,022		0,056961	0,541725	0,162		0,198365	0,778967	0,302
	0,00908	0,154406	0,023		0,057686	0,543761	0,163		0,199637	0,780377	0,303
	0,00995	0,1588	0,024		0,058415	0,545792	0,164		0,200913	0,781784	0,304
	0,01086	0,163129	0,025		0,059149	0,547816	0,165		0,202191	0,783188	0,305
	0,01182	0,167398	0,026		0,059887	0,549834	0,166		0,203473	0,784588	0,306
	0,01282	0,171609	0,027		0,06063	0,551845	0,167		0,204758	0,785985	0,307
	0,01386	0,175765	0,028		0,061377	0,553851	0,168		0,206046	0,787379	0,308
	0,01495	0,179868	0,029		0,062128	0,555851	0,169		0,207338	0,788769	0,309
	0,01608	0,183921	0,03		0,062884	0,557845	0,17		0,208633	0,790156	0,31
	0,01725	0,187926	0,031		0,063644	0,559833	0,171		0,20993	0,791539	0,311
	0,01847	0,191885	0,032		0,064409	0,561815	0,172		0,211232	0,79292	0,312
	0,01973	0,1958	0,033		0,065178	0,563791	0,173		0,212536	0,794297	0,313
	0,02103	0,199672	0,034		0,065951	0,565762	0,174		0,213843	0,79567	0,314
	0,02238	0,203503	0,035		0,066729	0,567726	0,175		0,215154	0,79704	0,315

Continuación de la tabla XI.

	q/Q	v/V	d/D		q/Q	v/V	d/D		q/Q	v/V	d/D
	0,315636	0,886324	0,386		0,544402	1,021221	0,526		0,72459	1,089829	0,631
	0,317146	0,887474	0,387		0,546118	1,022003	0,527		0,726276	1,09035	0,632
	0,318659	0,888622	0,388		0,547836	1,022783	0,528		0,727961	1,090869	0,633
	0,320174	0,889766	0,389		0,549553	1,023561	0,529		0,729645	1,091385	0,634
	0,321691	0,890908	0,39		0,551271	1,024336	0,53		0,731327	1,091899	0,635
	0,32321	0,892047	0,391		0,55299	1,025108	0,531		0,733008	1,09241	0,636
	0,324732	0,893183	0,392		0,554709	1,025878	0,532		0,734688	1,092919	0,637
	0,326256	0,894316	0,393		0,556428	1,026646	0,533		0,736367	1,093425	0,638
	0,327782	0,895447	0,394		0,558148	1,027411	0,534		0,738045	1,093929	0,639
	0,329311	0,896574	0,395		0,559868	1,028173	0,535		0,739721	1,09443	0,64
	0,330842	0,897699	0,396		0,561589	1,028933	0,536		0,741396	1,094928	0,641
	0,332375	0,898821	0,397		0,56331	1,029691	0,537		0,743069	1,095424	0,642
	0,33391	0,89994	0,398		0,565031	1,030446	0,538		0,744742	1,095918	0,643
	0,335448	0,901057	0,399		0,566753	1,031198	0,539		0,746413	1,096409	0,644
	0,336988	0,90217	0,4		0,568475	1,031949	0,54		0,748082	1,096897	0,645
	0,33853	0,903281	0,401		0,570197	1,032696	0,541		0,74975	1,097383	0,646
	0,340074	0,904389	0,402		0,57192	1,033441	0,542		0,751417	1,097866	0,647
	0,34162	0,905495	0,403		0,573643	1,34184	0,543		0,753082	1,098347	0,648
	0,343169	0,906597	0,404		0,575366	1,034924	0,544		0,754746	1,098825	0,649
	0,34472	0,907697	0,405		0,57709	1,035662	0,545		0,756408	1,099301	0,65
	0,346272	0,908794	0,406		0,578814	1,036397	0,546		0,758069	1,099774	0,651
	0,347827	0,909888	0,407		0,580538	1,03713	0,547		0,759729	1,100245	0,652
	0,349385	0,910879	0,408		0,582262	1,03786	0,548		0,761387	1,100713	0,653
	0,350944	0,912068	0,409		0,583986	1,038588	0,549		0,763043	1,101178	0,654
	0,352505	0,913154	0,41		0,585711	1,039313	0,55		0,764698	1,101641	0,655
	0,354068	0,914237	0,411		0,587436	1,040036	0,551		0,766351	1,102101	0,656
	0,355634	0,915317	0,412		0,589161	1,040756	0,552		0,768002	1,102559	0,657
	0,357201	0,916395	0,413		0,590886	1,041474	0,553		0,769652	1,103014	0,657
	0,358771	0,91747	0,414		0,592611	1,04219	0,554		0,771301	1,103467	0,659
	0,360342	0,918542	0,415		0,594336	1,042903	0,555		0,772947	1,103917	0,66
	0,361916	0,918611	0,416		0,596062	1,043613	0,556		0,774592	1,104364	0,661
	0,363492	0,920578	0,417		0,597787	1,044321	0,557		0,776236	1,104809	0,662
	0,365069	0,921742	0,418		0,599513	1,045027	0,558		0,777877	1,105251	0,663
	0,366649	0,922803	0,419		0,601239	1,04573	0,559		0,779517	1,105691	0,664

Continuación de la tabla XI.

	q/Q	v/V	d/D		q/Q	v/V	d/D		q/Q	v/V	d/D
	0,891758	1,130351	0,736		0,984571	1,139947	0,806		1,022031	1,138555	0,841
	0,893217	1,130593	0,737		0,985737	1,13997	0,807		1,022992	1,138446	0,842
	0,894673	1,130832	0,738		0,986897	1,139988	0,808		1,023947	1,138333	0,843
	0,896125	1,131068	0,739		0,988053	1,140004	809		1,024895	1,138216	0,844
	0,897575	1,131301	0,74		0,989203	1,140015	0,81		1,025836	1,138095	0,845
	0,89902	1,131532	0,741		0,990348	1,140023	0,811		1,026798	1,13784	0,847
	0,900463	1,131759	0,742		0,991487	1,40028	0,812		1,028619	1,137707	0,848
	0,901902	1,131983	0,743		0,992621	1,140029	0,813		1,029533	1,137569	0,849
	0,903337	1,132205	0,744		0,99375	1,140027	0,814		1,03044	1,137427	0,85
	0,90477	1,132424	0,745		0,994873	1,140021	0,815		1,031341	1,137281	0,851
	0,906198	1,132639	0,746		0,995991	1,140011	0,816		1,051441	1,132172	0,876
	0,907623	1,132852	0,747		0,997103	1,139998	0,817		1,052142	1,131906	0,877
	0,909045	1,133062	0,748		0,998209	1,139981	0,818		1,052835	1,131635	0,878
	0,910463	1,133269	0,749		0,99931	1,13996	0,819		1,05352	1,131359	0,879
	0,911878	1,133473	0,75		1,000405	1,139936	0,82		1,054195	1,131077	0,88
	0,913289	1,133674	0,751		1,001495	1,139908	0,821		1,054863	1,130791	0,881
	0,914696	1,133872	0,752		1,002579	1,139877	0,822		1,055521	1,130499	0,882
	0,9161	1,134067	0,753		1,003657	1,139841	0,823		1,056171	1,130203	0,883
	0,9175	1,134259	0,754		1,004729	1,139802	0,824		1,056811	1,129901	0,884
	0,918896	1,134448	0,755		1,005795	1,13976	0,825		1,057443	1,129593	0,885
	0,920288	1,134634	0,756		1,006856	1,139713	0,826		1,058066	1,12928	0,886
	0,921677	1,134817	0,757		1,00791	1,139663	0,827		1,05868	1,128962	0,887
	0,923062	1,134998	0,758		1,008959	1,139609	0,828		1,059284	1,128638	0,888
	0,924443	1,135175	0,759		1,010002	1,139551	0,829		1,05988	1,128309	0,889
	0,925821	1,135349	0,76		1,011038	1,139489	0,83		1,060466	1,127975	0,89
	0,927194	1,13552	0,761		1,012069	1,139424	0,831		1,061043	1,127634	0,891
	0,928564	1,135688	0,762		1,013093	1,139355	0,832		1,06161	1,127288	0,892
	0,92993	1,135853	0,763		1,14112	1,139282	0,833		1,062168	1,126937	0,893
	0,931292	1,136015	0,764		1,015124	1,139204	0,834		1,062716	1,126579	0,894
	0,93265	1,136174	0,765		1,01613	1,139124	0,835		1,063254	1,126216	0,895
	0,934003	1,136329	0,766		1,017129	1,139039	0,836		1,063783	1,125847	0,896
	0,935353	1,136482	0,767		1,018122	1,13895	0,837		1,064301	1,125472	0,897
	0,936699	1,136632	0,768		1,019109	1,138857	0,838		1,06481	1,125091	0,898
	0,938041	1,136778	0,769		1,02009	1,13876	0,839		1,065309	1,124704	0,899
	0,939379	1,136922	0,77		1,021064	1,138659	0,84		1,065797	1,124311	0,9

Fuente: Instituto de Fomento Municipal.

3.5.10. Cotas invert

Son calculadas dependiendo del valor que tomó cada profundidad de tubería. Tienen como valor la diferencia entre la cota del terreno y la profundidad de la tubería.

3.5.11. Excavación

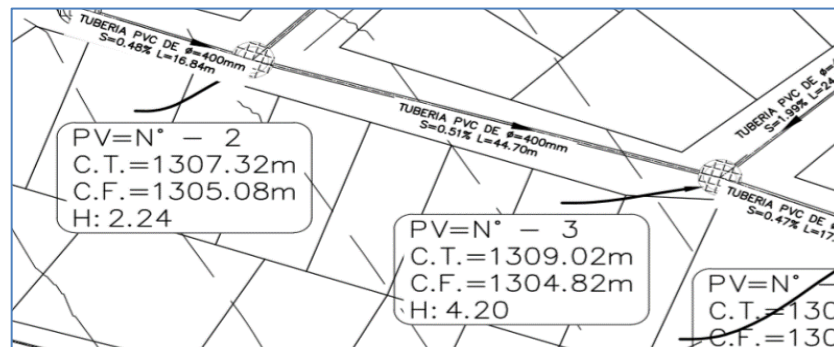
El cálculo de la excavación depende de la profundidad de la tubería, de la longitud del tramo y del ancho de la zanja. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Excavación} = (\text{Ancho de zanja})(\text{Profundidad de tubería})(\text{Longitud de tramo})$$

3.6. Ejemplo de diseño de un tramo de alcantarillado pluvial

Diseño del sistema de alcantarillado pluvial en el tramo que comprende los pozos de visita; PV-2 a PV-3 en sector Los Olivos, aldea El Carmen, Santa Catarina Pinula.

Figura 10. Tramo de PV-2 a PV-3, sector Los Olivos, aldea El Carmen



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

- Datos generales

Periodo de diseño	= 20 años (Dirección de Obras)
Habitantes/vivienda	= 6 habitantes / vivienda
Material de tubería	= PVC - AASHTO M 304
Coeficiente rugosidad	= 0,013
Pendiente de tubería	= 0,5 % (Propuesta)

- Datos de tramo 2 a 3

Cota de terreno inicial	= 1 307,32 m
Cota de terreno final	= 1 309,02 m
Longitud de tramo	= 44,70 m
Número de casas tramo 2-3	= 6
Número de casas acumuladas	= 38
Área tributaria	= 0,7465 Ha
Área acumulada	= 0,8108 Ha
Diámetro de tubería	= 20 pulgadas
L de PV-1 a PV-2	= 16,84 m
V de PV-1 a PV-2	= 1,18 m/s
T1	= 12 minutos

- Pendiente de terreno

$$S\% = \frac{CF - CI}{L} * 100$$

$$S\% = \frac{1\,307,32 - 1\,309,02}{44,70} * 100 = -3,80 \%$$

- Coeficiente de escorrentia

$$C = \frac{\sum(c * a)}{\sum(a)}$$

$$C = \frac{(0,8 * 1,8702) + (0,9 * 0,463)}{(18,8702) + (0,463)}$$

$$C = 0,8198$$

- Tiempo de concentraci3n

$$t_c = t_1 + \frac{L_1}{(60)(v_1)}$$

$$t_c = 12 + \frac{16,84 \text{ m}}{(60)(1,18 \text{ m/s})}$$

$$t_c = 12,24 \text{ minutos}$$

- Intensidad

$$i = \frac{4604}{t_c + 24}$$

$$i = \frac{4604}{12,24 + 24}$$

$$i = 127,10 \text{ mm/hr}$$

- Caudal de diseño

$$Qd = \frac{(C)(I)(A)}{360}$$

$$Qd = \frac{(0,8198)(127,10)(0,8108)}{360} * 1\ 000$$

$$Qd = 234,61\ l/s$$

- Velocidad a sección llena

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

$$V = \frac{0,03429 * (20)^{\frac{2}{3}} * (0,5\ \%)^{1/2}}{(0,013)}$$

$$V = 1,37\ m/s$$

- Caudal a sección llena

$$Q = \frac{\pi}{4} * (D * 0,0254)^2 * (V * 1\ 000)$$

$$Q = \frac{\pi}{4} * (20 * 0,0254)^2 * (1,37 * 1\ 000)$$

$$Q = 278,53\ l/s$$

- Relaciones hidráulicas

- Caudales = $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}} = 234,61 < 278,53$

$$\frac{234,61}{278,53} = 0,8423$$

- Velocidad a sección parcialmente llena
= $0,60 \leq v \leq 3,00$ (m/s) = $0,60 \leq 1,37 \leq 3,00$ (m/s)

- Tirante = $0,10 \leq d/D \leq 0,90$ = $0,10 \leq 0,7030 \leq 0,90$

- Cotas invert

$$CIS_{pv-2} = (CIE_{pv-1}) - (0,03)$$

$$CIS_{pv-2} = (1\ 305,11) - (0,03)$$

$$CIS_{pv-2} = 1\ 305,08\ m$$

$$CIE_{pv-3} = (CIS_{pv-2}) - (Stub. * Ltub.)$$

$$CIE_{pv-3} = (1\ 305,08) - (0,5\ \% * 44,70\ m)$$

$$CIE_{pv-3} = 1\ 304,85\ m$$

- Altura de pozos de visita 2

$$H_{pv-2} = \text{Cota de terreno} - \text{Cota invert de salida pv} - 2$$

$$H_{pv-2} = 1\ 307,32\ m - 1\ 305,08\ m$$

$$H_{pv-2} = 2,24\ m$$

- Altura de pozos de visita 3

$$H_{pv-2} = \text{Cota de terreno} - \text{Cota invert de salida pv} - 3$$

$$H_{pv-2} = 1\,309,02 \text{ m} - 1\,304,85$$

$$H_{pv-2} = 4,17 \text{ m}$$

- Volumen de excavación de zanja

$$\text{Vol. Exc.} = (\text{Ancho zanja})(H_1 + H_2/2)(D. H.)$$

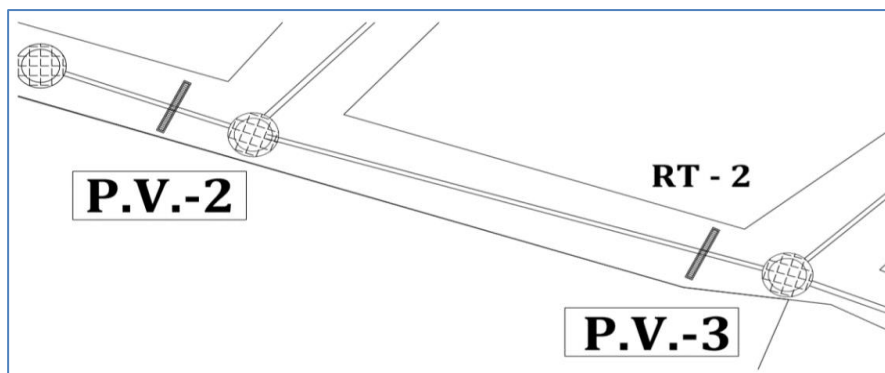
$$\text{Vol. Exc.} = (0,80)(2,24 + 4,17/2)(44,70)$$

$$H_{pv-2} = 114,64 \text{ m}^3$$

3.7. Ejemplo de diseño de un tragante transversal

Diseño de un tragante transversal del sistema de alcantarillado pluvial en el tramo que comprende los pozos de visita; PV-2 a PV-3 en sector Los Olivos, aldea El Carmen, Santa Catarina Pinula.

Figura 11. **Diseño de tragante transversal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

- Datos generales

Periodo de diseño = 20 años (Dirección de Obras)
 Coeficiente rugosidad = 0.013
 Pendiente del canal = 3 %

- Datos del tramo

Coeficiente de escorrentía = 0,8198 (adimensional)
 Intensidad = 127,10 mm/hr
 Área tributaria = 0,8108 Ha
 Base (b) = 0,50 m
 nManning = 0,013
 Área canal rectangular = b*y
 Perimetro mojado = b+2y
 Espejo de agua (T) = b
 Radio hidráulico (Rh) = (b*y) / (b+2y)

- Caudal de diseño

$$Qd = \frac{(C)(I)(A)}{360}$$

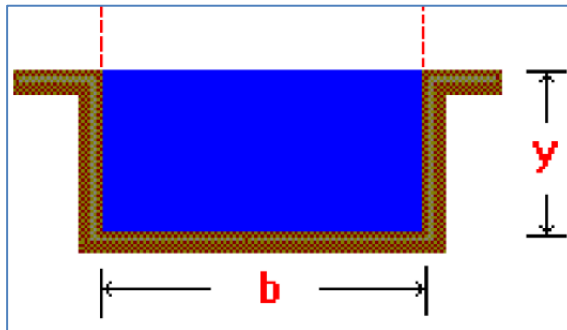
$$Qd = \frac{(0,8198)(127,10)(0,8108)}{360}$$

$$Qd = 0,2346 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Sección del canal

En la figura 12 se observa la sección de canal.

Figura 12. Sección de canal



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

- Formula de Manning

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,013} * \left(\frac{b * y}{b + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,03)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,013} * \left(\frac{0,5 * y}{0,5 + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,03)^{\frac{1}{2}}$$

- Al sustituir ($V = Q \cdot A$) en ecuación de Manning

$$Q = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A$$

$$0,2346 = \frac{1}{0,013} * \left(\frac{0,5 * y}{0,5 + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,03)^{\frac{1}{2}} * (b * y)$$

$$\frac{0,2346}{(76,92) * (0,03)^{\frac{1}{2}}} = \left(\frac{0,5 * y}{0,5 + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,5 * y)$$

$$0,1761 = \left(\frac{0,5 * y}{0,5 + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,5 * y)$$

- Se despeja y

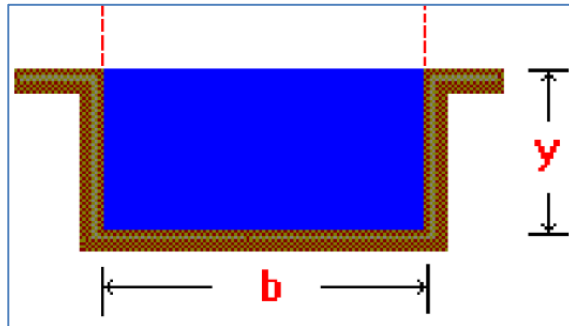
$$0 = \left(\frac{0,5 * y}{0,5 + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,5 * y) - 0,1761$$

$$y = 0,1643$$

- Se sustituye valores

En la figura 13 se observa la sustitución de valores.

Figura 13. **Sustitución de valores**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

0,50 mts

$y = 0,1643$ mts

$L = 5$ mts

3.8. Colector de aguas pluviales

Para el colector de aguas pluviales se describe, los instrumentos que se realizarán para su diseño.

3.8.1. Descripción de colector de aguas pluviales

Es una estructura de forma trapezoidal de concreto armado de espesor uniforme con muros de 0,20 m, con refuerzo transversal de varillas No. 6 espaciados a cada 0,20 m y refuerzo longitudinal de varillas de hierro No. 4 espaciados a cada 0,30 m. Tiene una base de concreto armado de 1,00 m de ancho con el mismo refuerzo a ambos lados y espesor de 0,20 m. Su función principal es conducir las aguas pluviales provenientes del sector Valle Verde

para brindarle una mejor calidad de vida a los habitantes y evitar la infiltración de las aguas de lluvia a sus viviendas.

3.8.2. Diseño de canales

Los canales, en general, pueden agruparse en no erosionables y erosionables. Son no erosionables los canales revestidos y los sin revestir excavados en lecho rocoso. Todos los demás canales sin revestir son erosionables y se les llama también canales de tierra.

3.8.3. Clasificación

A continuación, se describen la forma de clasificación de los canales.

- Canales no erosionables
 - Canales que socavan, pero no sedimentan
 - Canales que sedimentan, pero no socavan

- Canales erosionables
 - Canales que socavan o sedimentan indistintamente

Para este trabajo solo se consideran los canales que conducen agua relativamente clara, es decir, canales no erosionables, que socavan, pero no sedimentan. En las 2 siguientes clasificaciones el agua arrastra sedimento; estos casos corresponden a la hidráulica de los ríos, por lo que no serán tratados.

Los canales se revisten con el doble propósito de prevenir la erosión y minimizar las pérdidas de agua de filtración.

3.8.4. Secciones de máxima eficiencia hidráulica

Uno de los factores que interviene en el costo de construcción de un canal es el volumen por excavar, que depende de la sección transversal.

Mediante ecuaciones se puede plantear y resolver del problema de encontrar la menor excavación para conducir un caudal dado, conocida la pendiente. La forma que conviene darle a una sección de magnitud dada, para que escurra el mayor caudal posible, es la sección de máxima eficiencia.

Se considera un canal de sección constante por el que debe pasar un caudal máximo, bajo las condiciones impuestas por la pendiente y la rugosidad. De la ecuación del caudal, se tiene:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde

Q = caudal (m³/s)

A = área del canal

n = coeficiente de rugosidad

R = radio hidráulico

S = pendiente

A, S y n son constantes.

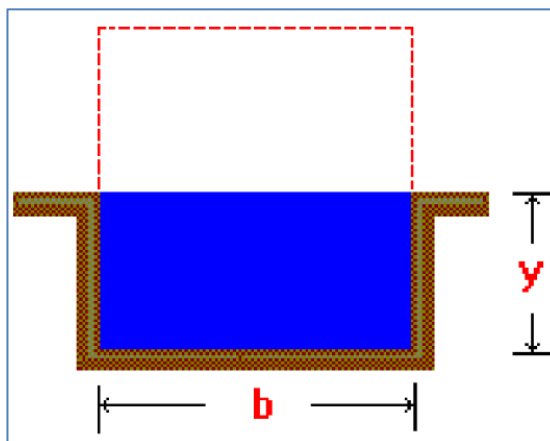
3.8.5. Relaciones geométricas

Las que se obtienen para secciones de máxima eficiencia hidráulica son:

3.8.5.1. Sección rectangular

En la figura 14 se realiza la descripción de la sección rectangular.

Figura 14. **Sección rectangular**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

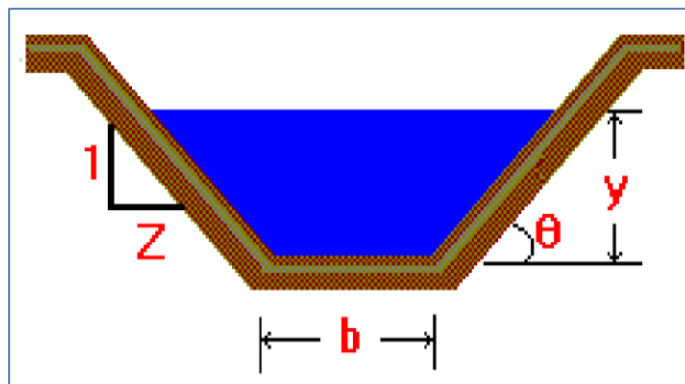
$$y = \frac{b}{2}$$

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

3.8.5.2. Sección trapezoidal para un z dado

En la figura 15 se realiza la descripción de la acción trapezoidal para un z dado.

Figura 15. Sección trapezoidal para un z dado



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

$$\frac{b}{y} = 2 \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$$

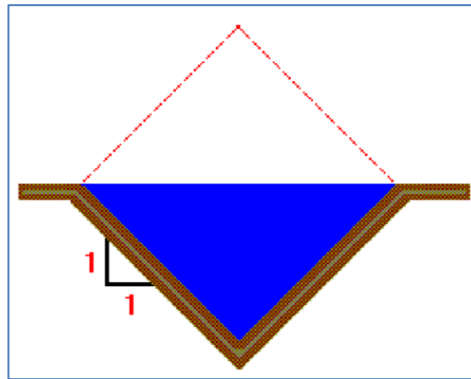
$$\frac{b}{y} = 2 (\sqrt{1 + z^2} - z)$$

$$R = \frac{y}{2}$$

3.8.5.3. Sección triangular, mitad de un cuadrado con una diagonal vertical

En la figura 16 se realiza la descripción de la sección triangular, mitad de un cuadrado con una diagonal vertical.

Figura 16. **Sección triangular, mitad de un cuadrado con una diagonal vertical**

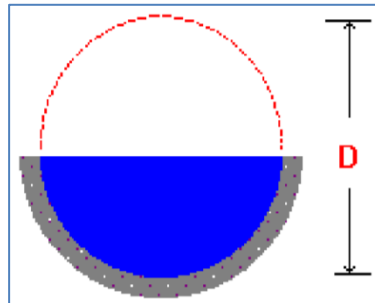


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

3.8.5.4. Sección circular

En la figura 17 se describe la sección circular.

Figura 17. **Sección circular**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

$$y = \frac{D}{2}$$

3.9. Criterios de diseño de canales

Para describir los criterios de diseño de los canales se realizan una serie de lineamientos que deben cumplir.

3.9.1. Caudal

La medición del caudal de una corriente de agua es de vital importancia para cualquier objetivo de desarrollo, control, conservación o gestión del recurso agua. El caudal se determina indirectamente mediante los niveles de agua y mediante la combinación de la sección hidráulica y velocidades del flujo.

3.9.2. Coeficiente de rugosidad de Manning

Depende de la naturaleza de la superficie en contacto con el agua.

3.9.3. Pendiente

Su valor es gobernado sobre todo por la topografía. Lo deseable es usar una pendiente pequeña a fin de no perder mucha altura y llegar al punto de entrega del agua con una cota alta.

3.9.4. Dimensiones finales

El diseño culmina con un ajuste de cifras por medio de una sustitución de variables en la ecuación de Manning, sobre todo redondeando el valor obtenido del ancho del fondo (b) y recalculando el resto.

3.9.5. Concreto ciclópeo y acero de refuerzo

En Guatemala se comercializan los cementos hidráulicos con una clase de resistencia de 3 000, 4 000, 5 000 y 6 000 PSI, que corresponde a una resistencia mínima a 28 días en morteros de cemento normalizados AASHTO T 106, ASTM C 109 y Coguanor NG 41003.h10.

Deberá utilizarse un concreto hidráulico de agregados cemento arena y pedrín, premezclado en planta de 5 000 PSI y acero de 40 000 PSI.

3.9.6. Relleno de estructuras

A los costados paralelos a la carretera se rellenará con una capa de material excavado y, posteriormente, con una capa final selecto para estabilizar el suelo socavado.

3.9.7. Cálculos para el diseño de colector de aguas pluviales

Diseño del colector de sección trapezoidal de aguas pluviales en sector Los Olivos, aldea El Carmen, Santa Catarina Pinula.

- Datos generales

Acuena = 10,1473 Ha

$Q_{\text{RedPluvial}} = 2,35 \text{ m}^3/\text{s}$

C = 0,60 (Terreno con lomerío)

Tr = 25 años

A = 820

B = 2

$n_e = 0,656$

Tc = 12 minutos

$n_{\text{Manning}} = 0,013$ (Canal de concreto)

Atrapecio = $(b+zy)*y$

T = $b+2zy$

Z = 1

Rh = $y/2$ (Sección óptima)

- Intensidad

$$I = \frac{820}{(2 + 12)^{0,656}}$$

$$I = 145,20 \text{ mm/hr}$$

- Caudal cuenca

$$Q = \frac{(0,60)(145,20)(10,1473)}{360}$$

$$Q = 2,50 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Caudal total que circulara por canal

$$Q_t = Q_{red \text{ pluvial}} + Q_{microcuenca}$$

$$Q_t = 2,35 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} + 2,50 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_t = 4,85 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

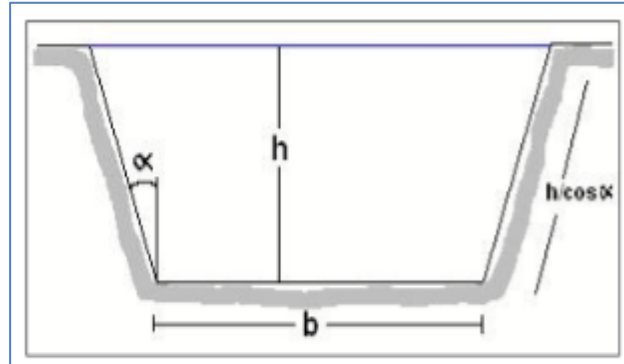
- Pendientes critica de terreno

$$S\% = \frac{1\ 000 - 997,95}{83,23} * 100 = 2,50 \%$$

- Sección del canal

En la figura 18 se describe la sección del canal para el proyecto.

Figura 18. **Sección del canal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

- Fórmula de Manning

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

- Al sustituir ($V = Q * A$) en ecuación de Manning

$$Qt = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A$$

$$h4,85 = \frac{1}{0,013} * \left(\frac{y}{2}\right)^{\frac{2}{3}} * (0,0250)^{\frac{1}{2}} * ((b + zy)y)$$

- Se sustituye $T = b + 2zy$; $z = 2$; $T = 3$ m ; se despeja b

$$\frac{4,85}{\frac{1}{0,013} * (0,0250)^{\frac{1}{2}}} = \left(\frac{y}{2}\right)^{\frac{2}{3}} * ((3 - 4y + 2y)y)$$

$$0,40 = \left(\frac{y}{2}\right)^{\frac{2}{3}} * (3y - 4y^2)$$

$$0 = \left(\frac{y}{2}\right)^{\frac{2}{3}} * (3y - 4y^2) - 0,40$$

$$y = 0,50 \text{ mt}$$

- Se encuentra b ; $z = 2$; $T = 3 \text{ m}$; $y = 0,50 \text{ m}$

$$T = b + 2zy$$

$$b = 3 - 2 * 2 * 0,50$$

$$b = 1 \text{ mt}$$

3.10. Presupuesto del alcantarillado pluvial

En la tabla XII se realiza el presupuesto del proyecto de alcantarillado pluvial en sector los Olivos, aldea El Carmen, Santa Catarina Pinula, Guatemala.

Tabla XII. Presupuesto alcantarillado pluvial

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA					
FACULTAD DE INGENIERÍA					
EJERCICIO DE PRÁCTICA SUPERVISADA EPS					
Proyecto: diseño de un colector de aguas pluviales en sector Los Olivos, aldea El Carmen.					
Municipio: Santa Catarina Pinula, Guatem					
Monto: Q. 4 697 638,26					
Cuadro resumen de renglones de trabajo					
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	precio unitario	total
1	Trabajos preliminares				
1.1	Trazo y estaqueado	Km	2	Q 3 181,20	Q 6 362,40
2	Pozos de visita y alcantarillado				
2.1	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,20m)	Unidad	4	Q 4 939,58	Q 19 758,30
2.2	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,27m)	Unidad	1	Q 5 520,56	Q 5 520,56
2.3	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,32m)	Unidad	1	Q 5 659,79	Q 5 659,79
2.4	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,37m)	Unidad	1	Q 6 213,26	Q 6 213,26
2.5	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,61m)	Unidad	1	Q 6 603,01	Q 6 603,01
2.6	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,73m)	Unidad	1	Q 6 851,36	Q 6 851,36
2.7	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=1,84m)	Unidad	1	Q 7 078,12	Q 7 078,12
2.8	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=2,09 m)	Unidad	1	Q 7 653,47	Q 7 653,47
2.9	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=2,24m)	Unidad	1	Q 8 076,11	Q 8 076,11
2.10	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.=2,47m)	Unidad	1	Q 8 671,95	Q 8 671,95

Continuación de la tabla XII.

2.11	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 2,66m)	Unidad	1	Q 9 022,26	Q 9 022,26
2.12	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 2,94m)	Unidad	1	Q 9 983,79	Q 9 983,79
2.13	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 3,02m)	Unidad	1	Q10 099,08	Q 10 099,08
2.14	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 3,60m) + (1 disipador de agua)	Unidad	1	Q11 583,70	Q 11 583,70
2.15	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 3,66m) + (1 disipador de agua)	Unidad	1	Q11 792,09	Q 11 792,09
2.16	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 4,20m) + (1 disipador de agua)	Unidad	1	Q13 168,71	Q 13 168,71
2.17	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1 m, h. Nt.= 4,33m) + (2 disipador de agua)	Unidad	1	Q13 703,25	Q 13 703,25
2.18	Pozo de visita de concreto armado (diámetro interior = 1.m, h. Nt.= 4,72m) + (2 disipador de agua)	Unidad	1	Q15 256,22	Q 15 256,22
2.19	Tubería PVC ø 12"	MI.	382,25	Q 174,36	Q 66 647,70
2.20	Tubería PVC ø 16"	MI.	883,57	Q 178,49	Q 157 705,69
2.21	Tubería PVC ø 20"	MI.	157,9	Q 183,18	Q 28 923,75
2.22	Tubería PVC ø 24"	MI.	99,82	Q 192,36	Q 19 200,90
2.23	Rejillas metálicas	Unidad	22	Q 3 898,93	Q 85 776,52

Continuación de la tabla XII.

Trabajos varios					
3.1	Excavación en línea de alcantarillado pluvial y pozos de visita	M3	1948,66	Q 49,81	Q 97 061,24
3.2	Relleno y compactación con material selecto en línea de alcantarillado pluvial	M3	1694,15	Q 163,84	Q 277 575,30
3.3	Relleno y compactación con material balasto en línea de alcantarillado pluvial	M3	145,85	Q 235,71	Q 34 378,86
3.4	Relleno y compactación con material extraído en línea de alcantarillado pluvial	M3	145,87	Q 56,90	Q 8 300,50
3.5	Reparación de pavimento, concreto 3 000 PSI	M3	84,11	Q 1 385,93	Q 116 570,93
4	Colector de aguas pluviales				
4.1	Conformación de base para canal	m3	880	Q 502,33	Q 442 047,89
4.2	Armado y fundición de canal	m3	721,05	Q 3 776,55	Q2 723 080,96
4.3	Colocación de concreto ciclopeo (base canal)	m3	210	Q 1 354,21	Q 284 385,13
4.4	Construcción de muro de concreto ciclopeo	m3	98,02	Q 1 581,71	Q 155 038,75
4.5	Colocación de bodillo	ml	80	Q 89,36	Q 7 149,15
4.6	Cunetas	ml	80	Q 134,22	Q 10 737,55
Total general					Q4 697 638,26

Fuente: elaboración propia.

3.11. Cronograma de actividades de alcantarillado pluvial

En la tabla XIII se describe en cronograma de las actividades a realizar para el proyecto de alcantarillado pluvial en el sector Los Olivos, aldea El Carmen, Santa Catarina Pinula, Guatemala.

Tabla XIII. Cronograma de actividades alcantarillado pluvial

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.											
PROYECTO: DISEÑO DE UN COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES EN SECTOR LOS OLIVOS, ALDEA EL CARMEN.											
MUNICIPIO: SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA						PLAZO DE EJECUCION: 6 MESES					
MONTO: Q. 4,697,638.26											
REGLON	ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	MESES DE EJECUCION					
						1	2	3	4	5	6
	MISCELANEOS				Q 4,697,638.26						
1.1	TRAZO Y ESTAQUEADO	KM	2	Q 3,181.20	Q 6,362.40						
						Q 6,362.40					
2.1-2.9	POZOS DE ALTURA 1.20 A 2.24 METROS	GLOBAL	1.00	Q 73,413.98	Q 73,413.98	0.25	0.30	0.25	0.20		
						Q 18,353.49	Q 22,024.19	Q 18,353.49	Q 14,682.80		
2.10-2.18	POZOS DE ALTURA 2.47 A 4.72 METROS	GLOBAL	1.00	Q 103,281.04	Q 103,281.04		0.25	0.25	0.25	0.25	
							Q 25,820.26	Q 25,820.26	Q 25,820.26	Q 25,820.26	
2.19	TUBERIA PVC Ø 12"	ML.	382.25	Q 174.36	Q 66,647.70		0.30	0.30	0.40		
							Q 19,994.31	Q 19,994.31	Q 26,659.06		
2.20	TUBERIA PVC Ø 16"	ML.	883.57	Q 178.49	Q 157,705.69	0.25	0.25	0.25	0.25		
							Q 39,426.42	Q 39,426.42	Q 39,426.42		
2.21	TUBERIA PVC Ø 20"	ML.	157.9	Q 183.18	Q 28,923.75			0.25	0.25	0.25	0.25
								Q 7,230.94	Q 7,230.94	Q 7,230.94	Q 7,230.94
2.22	TUBERIA PVC Ø 24"	ML.	99.82	Q 192.36	Q 19,200.90			0.50		0.50	
								Q 9,600.45		Q 9,600.45	
2.23	REJILLAS METALICAS	UNIDAD	22	Q 3,898.93	Q 85,776.52	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	
							Q 17,155.30	Q 17,155.30	Q 17,155.30	Q 17,155.30	
3.1	EXCAVACION EN LINEA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y POZOS DE VISITA	M3	1948.66	Q 49.81	Q 97,061.24	0.15	0.15	0.15	0.20	0.15	0.20
							Q 14,559.19	Q 14,559.19	Q 14,559.19	Q 14,559.19	Q 14,142.25
3.2	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL SELECTO EN LINEA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	M3	1694.15	Q 163.84	Q 277,575.30		0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
							Q 55,515.06	Q 55,515.06	Q 55,515.06	Q 55,515.06	Q 55,515.06
3.3	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL BALASTO EN LINEA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	M3	145.85	Q 235.71	Q 34,378.86		0.15	0.20	0.30	0.25	0.10
							Q 5,156.83	Q 6,875.77	Q 10,313.66	Q 8,594.72	Q 3,437.89
3.4	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL EXTRAIDO EN LINEA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	M3	145.87	Q 56.90	Q 8,300.50		0.10	0.25	0.25	0.20	0.20
							Q 830.05	Q 2,075.12	Q 2,075.12	Q 1,660.10	Q 1,660.10
3.5	REPARACION DE PAVIMENTO, CONCRETO 3,000 PSI	M3	84.11	Q 1,385.93	Q 116,570.93	0.25		0.25		0.25	0.25
							Q 29,142.73		Q 29,142.73		Q 29,142.73
4.1	CONFORMACION DE BASE PARA CANAL	m3	880	Q 502.33	Q 442,047.89	0.25	0.25	0.25	0.25		
							Q 110,511.97	Q 110,511.97	Q 110,511.97	Q 110,511.97	
4.2	ARMADO Y FUNDICION DE CANAL	m3	721.05	Q 3,776.55	Q 2,723,080.96	0.10	0.25	0.30	0.20	0.15	
							Q 272,308.10	Q 680,770.24	Q 816,924.29	Q 544,616.19	Q 408,462.14
4.3	COLOCACION DE CONCRETO CICLOPEO (BASE CANAL)	m3	210	Q 1,354.21	Q 284,385.13		0.20	0.25	0.30	0.25	
							Q 56,877.03	Q 71,096.28	Q 85,315.54	Q 71,096.28	
4.4	CONSTRUCCION DE MURO DE CONCRETO CICLOPEO	m3	98.02	Q 1,581.71	Q 155,038.75	0.10	0.20	0.35	0.35		
							Q 15,503.88	Q 31,007.75	Q 54,263.56	Q 54,263.56	
4.5	COLOCACION DE BODILLO	ml	80	Q 89.36	Q 7,149.15		0.35	0.30	0.35		
							Q 2,502.20	Q 2,144.74	Q 2,502.20		
4.5	CUNETAS	ml	80	Q 134.22	Q 10,737.55		0.35	0.30	0.35		
							Q 3,758.14	Q 3,221.27	Q 3,758.14		
	MONTO TOTAL DEL PROYECTO				Q 4,697,638.26						
	AVANCES FINANCIERO Y PORCENTUAL					Q 523,323.48	Q 1,085,908.95	Q 1,303,911.17	Q 1,019,258.51	Q 648,837.18	Q 116,398.96
						11.14%	23.12%	27.76%	21.70%	13.81%	2.48%
	AVANCES FINANCIERO Y PORCENTUAL ACUMULADO					Q 523,323.48	1,609,232.44	Q 2,913,143.61	Q 3,932,402.12	Q 4,581,239.29	Q 4,697,638.26
						11.14%	34.26%	62.01%	83.71%	97.52%	100.00%

Fuente: elaboración propia.

3.12. Evaluación socioeconómica

A continuación, se realiza la evaluación socioeconómica para el proyecto.

3.12.1. Valor presente neto

Para calcular en valor presente neto (VPN) se usará la siguiente ecuación:

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

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

Donde

- P = valor presente único en el valor inicial a la operación.
- F = valor de pago único al final del periodo de la operación.
- A = valor de pago uniforme en un periodo determinado de ingreso o egreso.
- i = tasa de interés de cobra por operación 0 tasa de utilidad por la inversión.
- n = periodo de tiempo que pretende durante la operación.

- Datos del proyecto

Costo total del proyecto	= Q. 4 697 638,26
Tasa de interés	= 10 %
Vida útil	= 20 años

Ingreso inicial por conexión = Q. 500/vivienda*202 viviendas = Q. 101 000,00

Costo anual de mantenimiento = Q. 900/mes * 12 meses = Q. 10 800,00

Ingresos anuales = Q. 25/vivienda * 202 viviendas * 12 meses = Q. 60 600,00

$$VPN = -4\,697\,638,26 + 101\,000 - 10\,800 * \left[\frac{(1 + 0,10)^{20} - 1}{0,10(1 + 0,10)^{20}} \right] + 60\,600 * \left[\frac{(1 + 0,10)^{20} - 1}{0,10(1 + 0,10)^{20}} \right]$$

$$VPN = -4\,172\,662,79$$

3.12.2. Tasa interna de retorno

Es la tasa máxima de utilidad que puede obtenerse o pagarse en la evaluación de una alternativa. Se busca un dato que sea menor al buscado y otro que sea mayor, para así interpolar de la manera siguiente:

Tasa 1 VPN (+)

TIR VPN = 0

Tasa 2 VPN (-)

$$TIR = \left[\frac{(-Tasa\ 1 - Tasa\ 2)(0 - VPN(-))}{(VPN(+)) - (VPN(-))} \right] + Tasa\ 2$$

No habrá tasa interna de retorno para este proyecto debido a que es de carácter social y no existe un valor presente neto positivo (VPN+).

CONCLUSIONES

1. El diseño de los proyectos brindará un mejoramiento de las condiciones sanitarias actuales en el sector central 4 y sector Los Olivos, ambos en la aldea El Carmen. Se eliminará en su totalidad las aguas expuestas en la superficie y en diferentes áreas de los sectores. Se aumentará así con ambos proyectos la calidad de vida de 3 021 habitantes.
2. El sector central 4 de la aldea El Carmen presenta deficiencias en el sistema de alcantarillado sanitario, debido a que actualmente la red sanitaria no cuenta con los criterios de diseño que garantizan su buen funcionamiento. El diseño y la planificación de una red de drenaje mejorará los estándares de calidad de saneamiento y beneficiará a 1 806 habitantes.
3. Los riesgos ambientales como inundaciones y socavamientos tendrán un mejor control debido a la correcta conducción de las aguas pluviales por medio del diseño y planificación de un alcantarillado pluvial. Este tendrá como punto de desfogue seguro un colector de aguas pluviales y beneficiará a 1 215 habitantes.
4. Se garantizará una mayor vida útil de los sistemas propuestos por medio del diseño, planificación, procesos, especificaciones y materiales para un correcto y constante mantenimiento.
5. El registro y estudio del agua del cauce del río en el sector Valle Verde permitió el diseño de un canal de sección trapezoidal de máxima

eficiencia hidráulica. Conducirá un caudal de 4,85 m³/s en un terreno casi en su totalidad plano y rocoso, cuya pendiente será de 2,5 %. Se disminuirá el socavamiento en las orillas del río en donde se encuentra una calle de asfalto y se mitigará el riesgo de deslave.

RECOMENDACIONES

1. Cumplir con las normas y especificaciones técnicas para la ejecución y supervisión de ambos proyectos, para tener una máxima eficiencia de uso y prolongar su vida útil.
2. Previo a la época de invierno se deben dar una limpieza general al sistema actual, ya que actualmente recolecta residuos sólidos que provocan que se tapen algunas tuberías. Posteriormente se podrá ejecutar el proyecto con mejores estados de limpieza.
3. Capacitar a los integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea El Carmen que viven en los sectores donde se implementarán los proyectos. Lograr un mayor y constante mantenimiento e inspecciones a los sistemas que conforman los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, así como el colector de aguas pluviales, y hacer las reparaciones necesarias lo antes posible.
4. Que la municipalidad de Santa Catarina Pinula realice programas educativos de concientización sobre el uso, funcionamiento y el correcto mantenimiento de los sistemas de drenaje, para prevenir un posible problemas y reparaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. CARRERA RIPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989. 135 p.
2. DÍAZ MONZÓN, Oscar Alejandro. *Manual para el diseño y presupuesto en un proyecto de alcantarillado sanitario en poblaciones del interior de la república*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1977. 174 p.
3. ROCHA FELICES, Arturo. *Hidráulica de tuberías y canales*. 1ra. ed. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. 2007. 281 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*, 2009 Guatemala: INFOM.
5. CHOW, Ven T. *Hidráulica de canales abiertos*. McGraw-Hill. Colombia, 1994. 375 p.

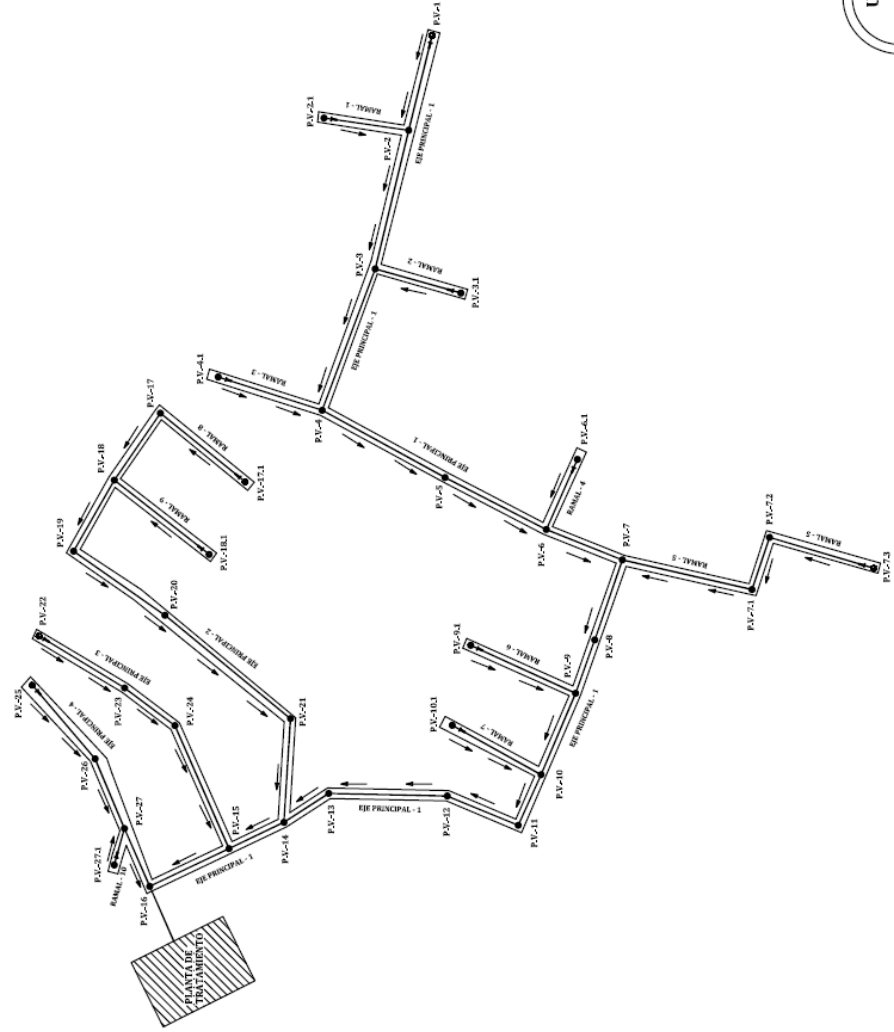
APÉNDICES

Apéndice 1. **Sistema de alcantarillado sanitario en sector central 4,
aldea El Carmen**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.



No.	DESCRIPCION
1	CONJUNTO SANITARIO
2	CONJUNTO DE VIVIENDAS
3	ESTADO ACTUAL - ALDEA
4	TOPOGRAFIA
5	PERFIL EJE PRINCIPAL 1 DE PV-1 A PV-8
6	PERFIL EJE PRINCIPAL 1 DE PV-8 A PV-18
7	PERFIL EJE PRINCIPAL 1 - RAMAL 1,2,3,4
8	PERFIL EJE PRINCIPAL 1 - RAMAL 5,6,7
9	PERFIL EJE PRINCIPAL 2
10	PERFIL EJE PRINCIPAL 2 Y 3 - RAMAL 8,9
11	PERFIL EJE PRINCIPAL 4- RAMAL 10
12	DETALLES CONEXION DOMICILIAR
13	DETALLES POZOS DE VISITA

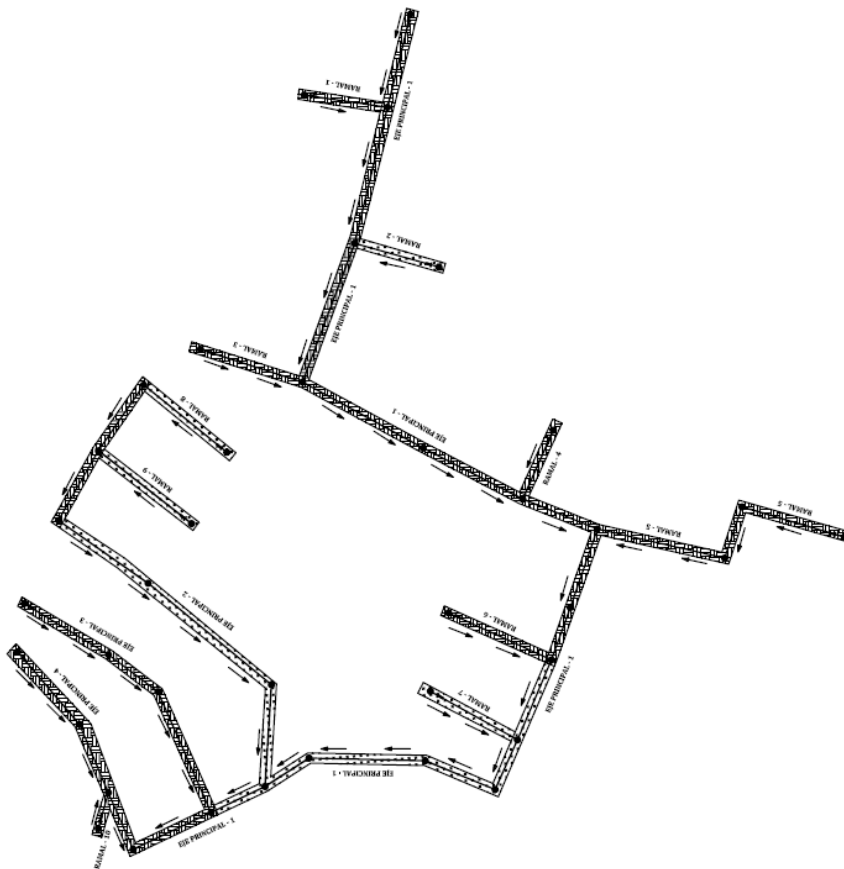


SIMBOLOGIA	
	POZO DE VISITA
	TUBERIA
	POZO Y TUB. EN PERFIL
	INICIO DE RAMAL
	DIAMETRO TUBERIA
	CURVAS MAYORES
	CURVAS MENORES
	VIVIENDA
	PENDIENTE TUBERIA
	CALLE TERRACOTA
	CALLE PAVIMENTADA
	COTA TERRENO / TAPA
	COTA INVERT ENTRADA
	COTA INVERT SALIDA
	COTA INVERT EST. ADU.
	COTA INVERT SAL. ADU.
	POZO DE VISITA
	DIRECCION DE FLUJO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO DE PRACTICA SUPERVISADA E.P.-S.

FECHA: OCTUBRE 2019	PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	PLAZA: CONJUNTO SANITARIO
ESCALA: 1/1000	LOCALIDAD: SECTOR CENTRAL 4, ALDEA EL CARMEN, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA FINUDA	
PAIS: GUATEMALA		
1	13	

PLANO DE CONJUNTO SANITARIO
 ESCALA 1/1000



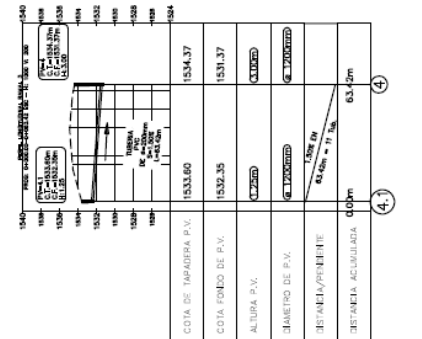
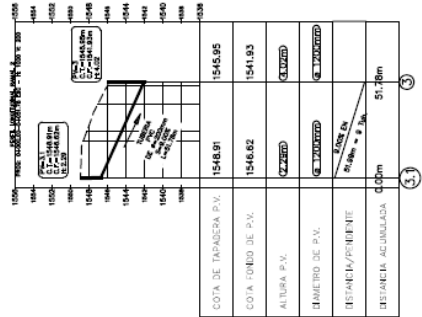
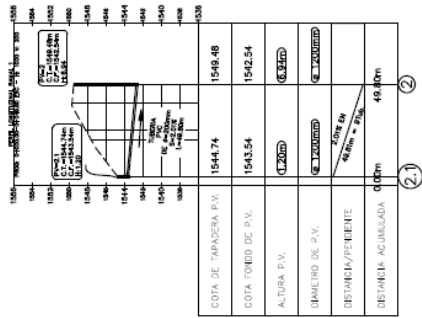
SIMBOLOGIA	
	POZO DE VISITAC
	TUBERÍA
	POZO Y TER. EN PERFIL
	PUNTO DE RAMAL
	DIÁMETRO TUBERÍA
	CURVAS RAYADAS
	CURVAS MENORES
	VIVIENDA
	PENDIENTE TUBERÍA
	CALLE VERACRUZA
	CALLE PAVIMENTADA
	COTA TERRENO / TAPA
	COTA INVERT ENTUBADA
	COTA INVERT SALDADA
	COTA INVERT ESC. ABC.
	COTA INVERT SAL. ABC.
	POZO DE VISITA
	DIRECCION DE FLUJO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO DE PRACTICA SUPERVISADA E.P.S.

FECHA: OCTUBRE 2010	PROYECTO: ALcantarillado Santuario	PAIS: GUATEMALA	ESTADO ACTUAL:
ESCALA: 1:100	UBICACION: SECTOR CENTRAL 4 - ALDEA EL CARMEN, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PUJULA	PROYECTISTA: MICHAEL ANGEL PUEBLO MENDEZ	
HOJA: 3	TOTAL: 13		

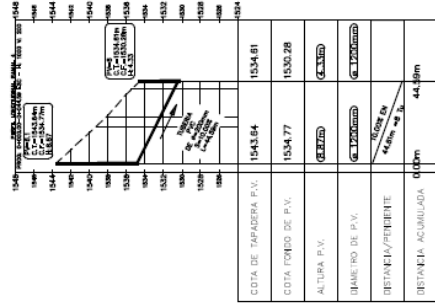
PLANO DE ESTADO ACTUAL - ALDEA

ESCALA 1/100



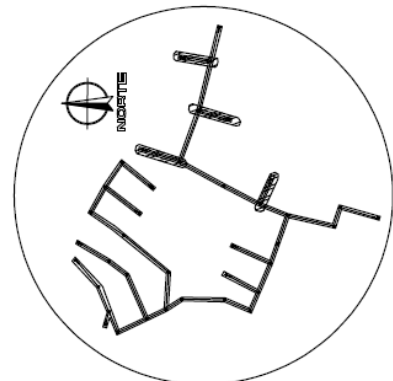
EJE PRINCIPAL 1 - RAMAL 1, 2, Y 3

ESCALA 1/1000



EJE PRINCIPAL 1 - RAMAL 4

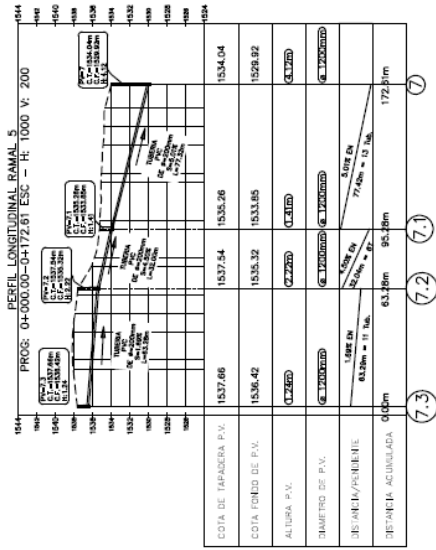
ESCALA 1/1000



SINVIOLACION	
POZO DE VISITA	CALLE TABAZERA
TUBERIA	CALLE PAVIMENTADA
POZO Y FER. EN PERFIL	CALLE TUBERIA / TAPA
POZOS DE RAMAL	CALLE COTA INVERTIDA
DIAMETRO TUBERIA	CALLE COTA INVERTIDA
CURVAS RAYONOS	CALLE COTA INVERTIDA
CURVAS MEMORIA	CALLE COTA INVERTIDA
HYDRIA	CALLE COTA INVERTIDA
POBLENTE TUBERIA	CALLE COTA INVERTIDA
DIRECCION DE FLUJO	CALLE COTA INVERTIDA

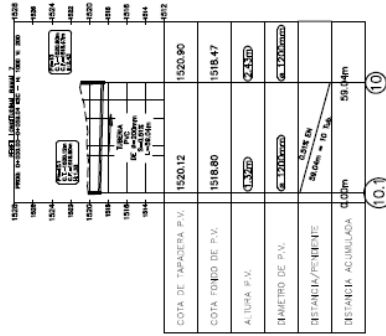
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCIO DE PRACTICA SUPERVISADA E.P.S.

FECHA	07/08/2015	PROYECTO	ALCANTARILLADO SANTARMO	PROFESOR	PERFILES
ESCALA	INDICADA	DIRECCION	SECTOR CENTRAL 4, ALDEA EL CARMEN, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PUJULA		
HOJA	7	DE	13	PROFESOR	MICHAEL ANGEL PIÑER MENDOZA
					INDICADA POR DISEÑO DE PLANOS



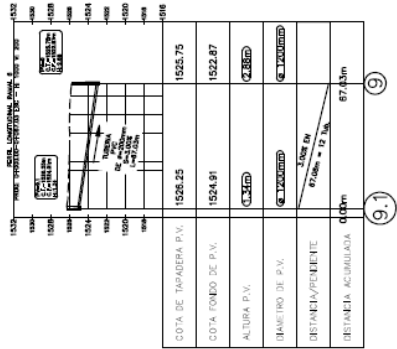
EJE PRINCIPAL 1 - RAMAL 5 Y 6

ESCALA 1:1000



EJE PRINCIPAL 1 - RAMAL 7

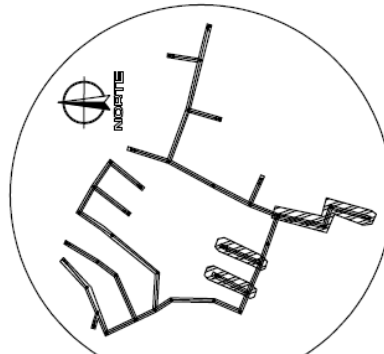
ESCALA 1:1000

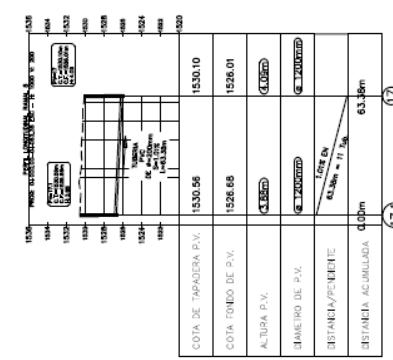


SIMBOLOGIA	
	POZO DE INSPECCIÓN
	CALLE/TUBERÍA
	TUBERÍA
	POZO Y TUBERÍA EN PERFIL
	INICIO DE RAMAL
	DIÁMETRO TUBERÍA
	CURVAS RAYADAS
	CURVAS MENORES
	INVERTIDA
	PENDIENTE TUBERÍA
	DIRECCIÓN DE FLUJO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO DE PRACTICA SUPERVISADA E.P.S.

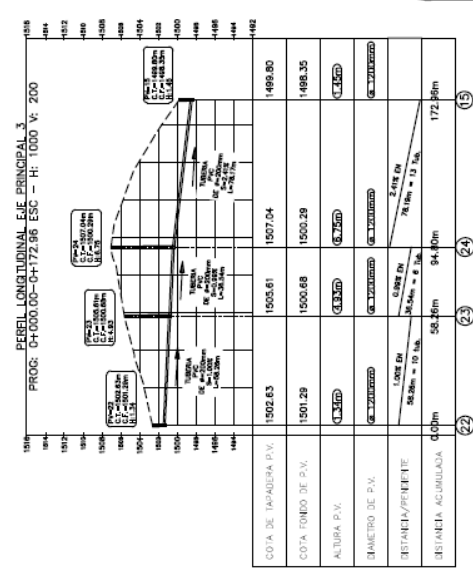
FECHA:	ACTIVIDAD:	PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO	PLANTAS:	PERFILES
ESCALA:	INDICADA	INDICADA			
RAMAL N.º:	8	13			
SECTOR OPERATIVO:			SECTOR OPERATIVO: ALDIDA		
MUNICIPIO:			MUNICIPIO: SANTA CATARINA PINULA		
DISEÑADOR:			DISEÑADOR: MIGUEL ANGEL PIÑER MENDOZA		
ESCALA:			ESCALA: 1:1000		





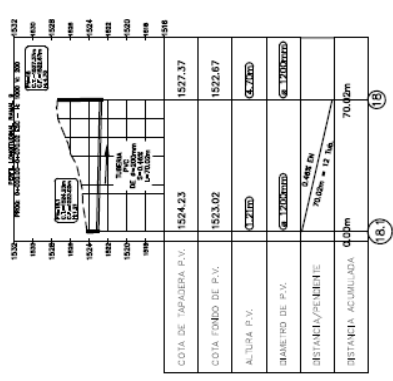
EJE PRINCIPAL 2 - RAMAL 8 Y 9

ESCALA 1/1000



PERFIL EJE PRINCIPAL 3

ESCALA 1/1000



(8)

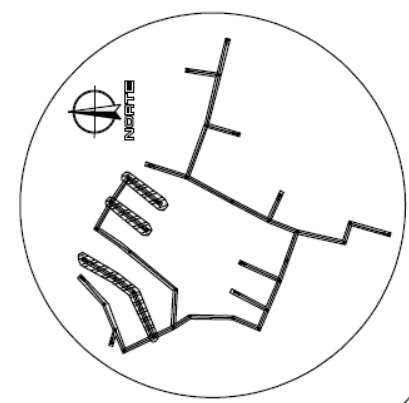
ENTUBACIONES

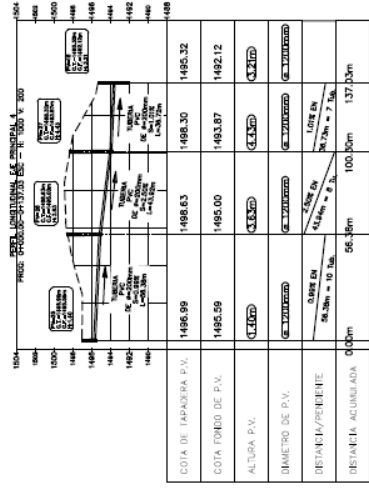
POZO DE VISITA	Ø 1.20m
TUBERIA	Ø 1.20m
POZO Y TUB. EN PERIL	Ø 1.20m
INICIO DE RAMAL	Ø 1.20m
DIAMETRO TUBERIA	Ø 1.20m
CURVAS MAYORES	Ø 1.20m
CURVAS MENORES	Ø 1.20m
VENTILADA	Ø 1.20m
PENDIENTE TUBERIA	Ø 1.20m
DIRECCION DE FLUJO	Ø 1.20m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO DE PRACTICA SUPERVISADA E.F.S.

FECHA: OCTUBRE 2014
 TEMA: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE
 PLAN: 10
 FOLIO: 13

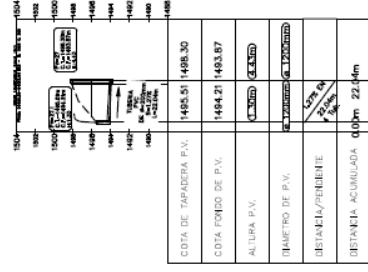
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO
 UBICACION: REGION CENTRAL, C. ALDEA EL CARMEN, MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PUEBLA
 MUNICIPIO: MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PUEBLA
 MUN. INGENIERIA DE SANITARIO





PERFIL EJE PRINCIPAL 4

ESCALA 1/1000



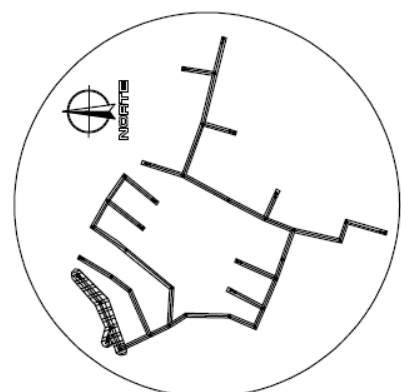
EJE PRINCIPAL 4 - RAMAL 10

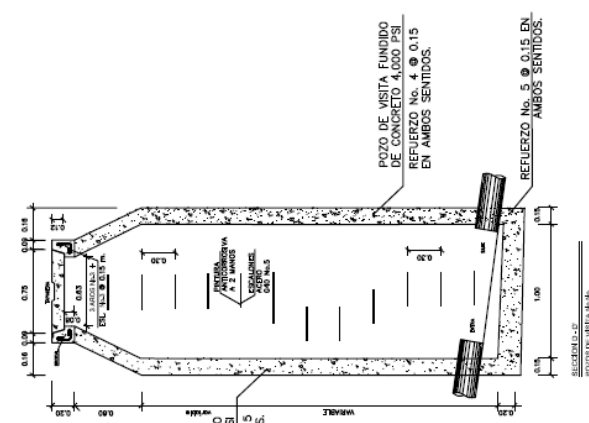
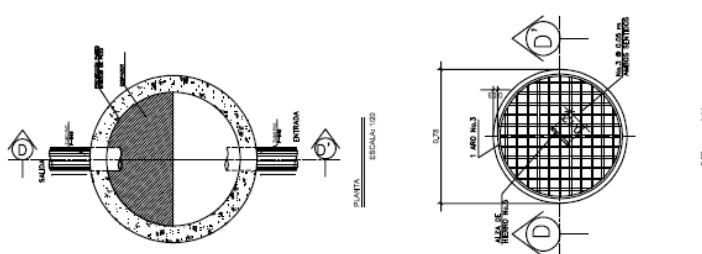
ESCALA 1/1000

SIMBOLÓGICA	
	POZO DE VISITAS
	CALLE TRAZADA
	CALLE PAVIMENTADA
	COTA TERRENO / TAPA
	COTA INVERT ENTRADA
	COTA INVERT SALIDA
	COTA INVERT ENE. AC.
	COTA INVERT SAL. AC.
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FUEGO

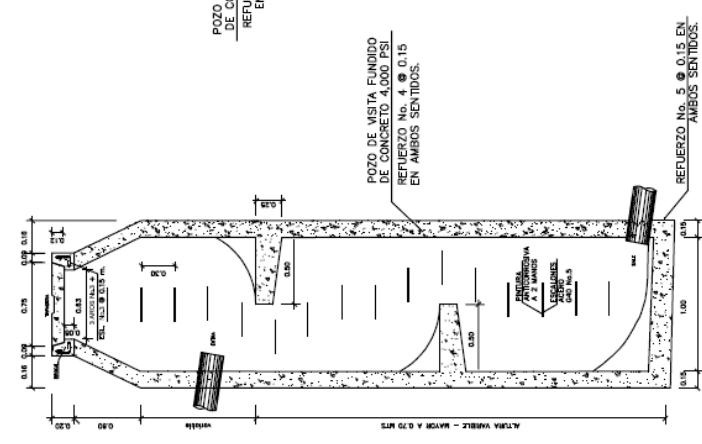
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO DE PRACTICA SUPERVISADA E.F.S.

PAIS	GUATEMALA
DEPARTAMENTO	GUATEMALA
MUNICIPIO	GUATEMALA
CARRERA	INGENIERIA CIVIL
SEMESTRE	11
GRUPO	13
PROFESOR	ALCANTARILLADO SANITARIO
ALUMNO	SECTOR CENTRAL 4 - ALDEA EL CARMEN, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PRUILA
TITULO	TRABAJO DE GRADUACION
FECHA	11/13
INSTRUMENTOS	INSTRUMENTOS DE OFICIO

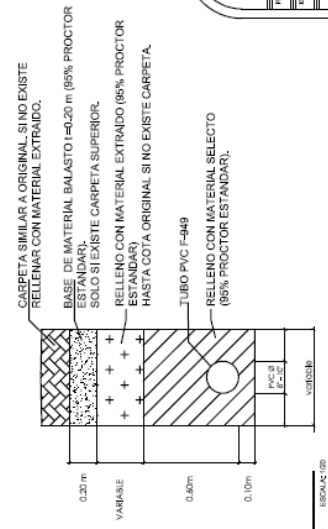




DETALLE POZO DE VISITA CON UN DISIPADOR EN CAIDA



DETALLE POZO DE VISITA CON DOS DISIPADORES EN CAIDA



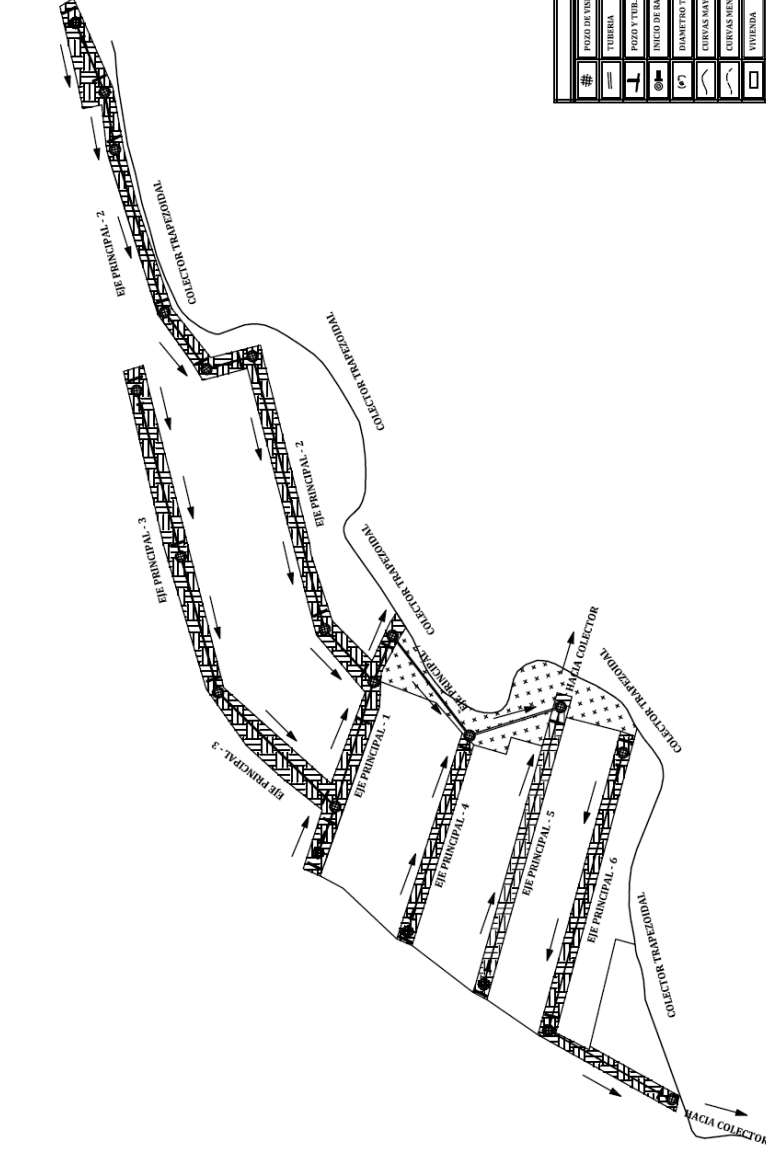
DETALLE INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y RELLENO EN LINEA DE ALCANTARILLADO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO DE PRACTICA SUPERVISADA E.P.S.

FECHA:	01/08/2018	PROFESOR:	ALCANTARILLADO SANITARIO	ALUMNO:	DETALLES
TEMA:	INSTALACION	UBICACION:	SECTOR CENTRAL 4, ALDEA EL CARMEN, MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PARAJE		
PLANTA:	13	PROFESOR:	MIGUEL ANGEL PIÑER MENDEZ		

Apéndice 2. **Colector de aguas pluviales en El Sector Valle Verde,
aldea El Carmen, Santa Catarina Pinula, Guatemala**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.



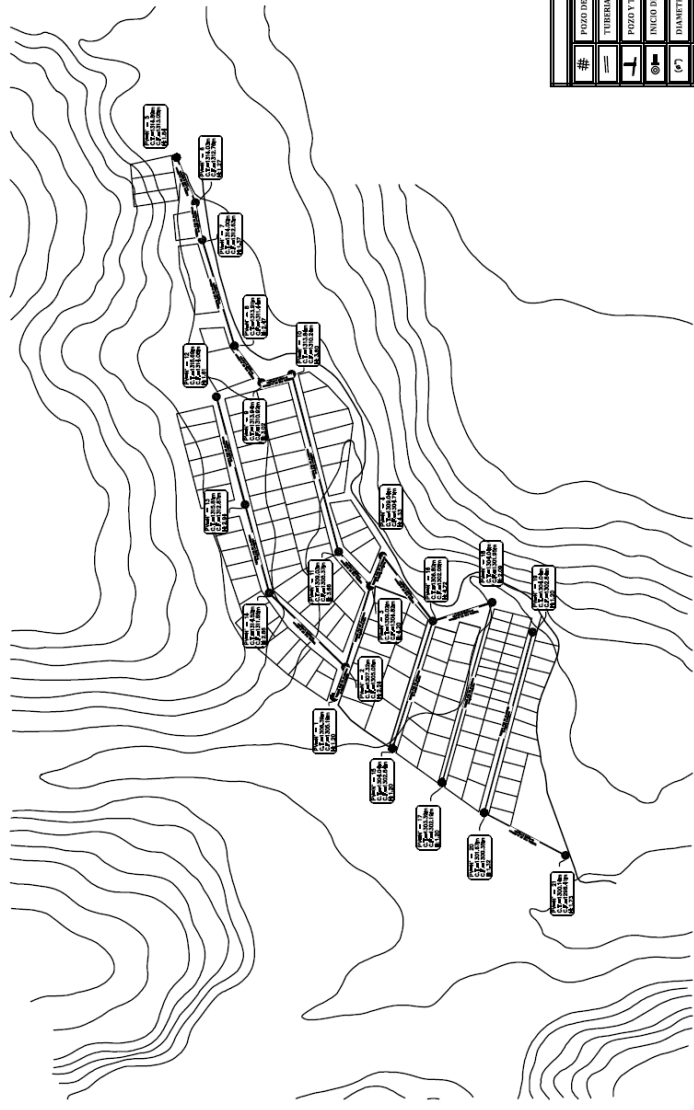
SIMBOLOGIA	
#	POZO DE VISITA
—	TUBERIA
⊥	POZO Y TUB. EN PERFIL
⊥	INICIO DE RAMAL
⊙	DIAMETRO TUBERIA
⊙	CURVAS MAYORES
⊙	CURVAS MENORES
⊙	VIVIENDA
S	PENDIENTE TUBERIA
—	CALLE TERRACERA
—	CALLE PAVIMENTADA
—	COTA TERRENO / TAPA
—	COTA INVERT ENTERRADA
—	COTA INVERT SALIDA
—	COTA INVERT ENT. AUK.
—	REJILLA TIPO 1
—	POZO DE VISITA
—	DIRECCION DE FLUIDO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO DE PRÁCTICA SUPERVISADA E.P.S.

FECHA:	12	PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL	PAIS:	GUATEMALA
ESCALA:	1/500	UBICACION:	SECTOR LOS OLIVOS, ALDEA EL CARMEN, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA JUMILA		
PLANO N.º:	3	TUBISTAS:	MIGUEL ANGELO PARRA MENDOZA		

PLANTA ESTADO ACTUAL - PLUVIAL

ESCALA 1/500



SIMBOLOGIA	
#	POZO DE VISITA
—	TUBERIA
—	POZO Y TUB. EN PERFIL
—	INICIO DE RAMAL
—	DIAMETRO TUBERIA
—	CURVAS MAYORES
—	CURVAS MENORES
—	VIVIENDA
—	PENDIENTE TUBERIA
—	CALLE TERACERCHA
—	CALLE PAVIMENTADA
—	DOTA TERRENO / TAPA
—	DOTA INVERT ENTRADA
—	DOTA INVERT SALIDA
—	DOTA INVERT ENT. AUK.
—	BIJILLA TIPO 1
—	POZO DE VISITA
—	DIRECCION DE FLUJO

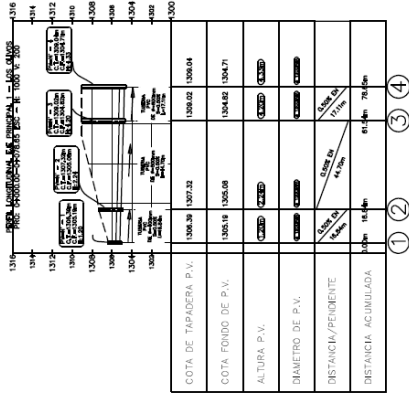
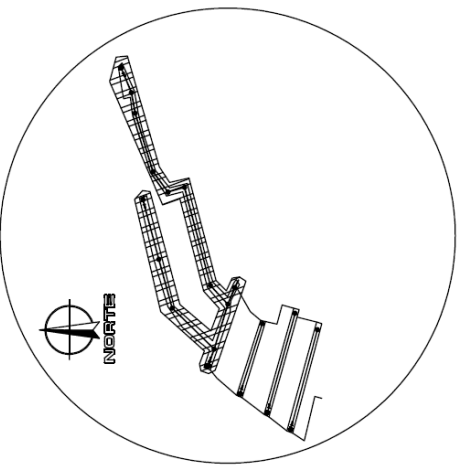
CURVAS DE NIVEL - PLUVIAL

ESCALA 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO DE PRACTICA SUPERVISADA E.P.S.

FECHA:	PROYECTO:	PLANTEL:
02/09/2018	ALCANTARILLADO PERIFERICO	GUAYMADE SUITE - PLUMBIL
ESCALA:	UBICACION:	
INDICADA	SECTOR LOS OLIVOS, ALDEA EL CARMEN, MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PERIFERICO	
PLANO NO.:	PROYECTADO POR:	
4	MIGUEL ANGEL PEIR MENDEZ	
12		

NOTA: INCLUIR EN EL DISEÑO UNIFORME

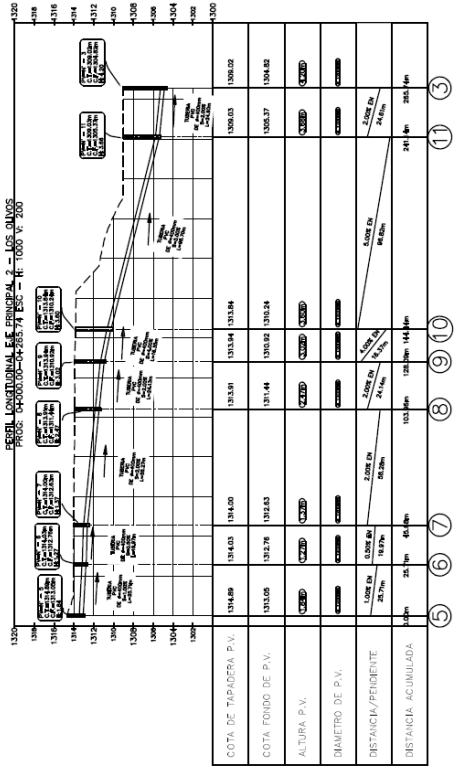


COTA DE TAPADERA P.V.	1306.39	1307.32	1306.02	1306.04
COTA FONDO DE P.V.	1305.15	1305.08	1304.82	1304.71
ALTURA P.V.				
DIAMETRO DE P.V.				
DISTANCIA/PENDIENTE	11.20m	14.20m	11.20m	11.30m
DISTANCIA ACUMULADA	12.00m	14.40m	11.20m	76.40m

1 2 3 4

EJE PRINCIPAL 1

ESCALA 1/500



PERFIL LONGITUDINAL EJE PRINCIPAL 1 - LOS CAÑOS
PROYECTO: 04-2003-00-04-2003-74 825 - M. 1000 V. 200

5 6 7 8 9 10 11 12

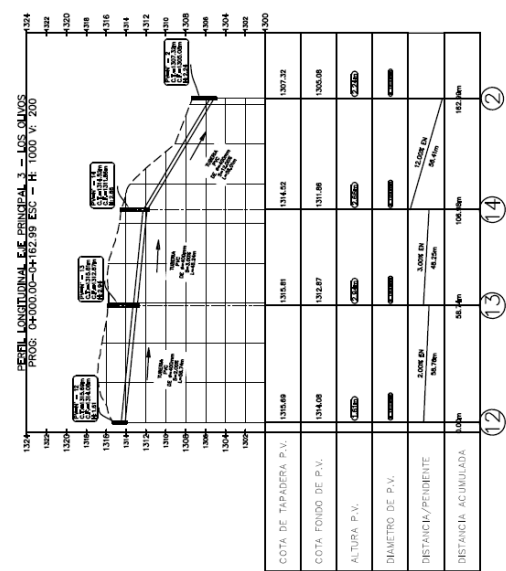
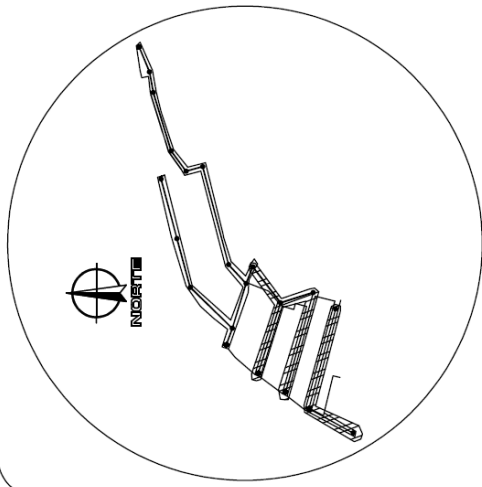
EJE PRINCIPAL 2

ESCALA 1/500

SIMBIOLOGIA	
#	POZO DE VISITA
—	TUBERIA
—	POZO Y TUBERIA ENVIORAL
—	INICIO DE RAMAL
—	DIAMETRO TUBERIA
—	CURVAS MAYORES
—	VIHENDAS
S	PERDIENTES TUBERIA
—	CALLE TERCERERIA
—	CALLE PAVIMENTADA
—	DOTA TERRENO / TAPA
—	C.C.
—	C.A.L.
—	DOTA INVERT ENTRADA
—	DOTA INVERT SALIDA
—	DOTA INVERT ENL.AUX.
—	BIELLA TIPO 1
—	POZO DE VISITA
—	DIRECCION DE FLUJO

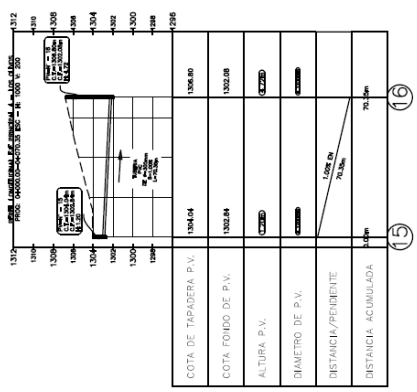
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO DE PRACTICA SUPERVISADA E.P.S.

FECHA:	12
PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
UBICACION:	PERIFERICO - PLUVIAL
FECHA:	12
PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
UBICACION:	PERIFERICO - PLUVIAL
FECHA:	12
PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL
UBICACION:	PERIFERICO - PLUVIAL



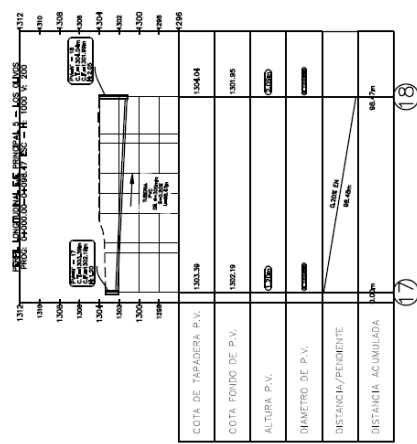
EJE PRINCIPAL 3

ESCALA 1/750



EJE PRINCIPAL 4 Y 5

ESCALA 1/750

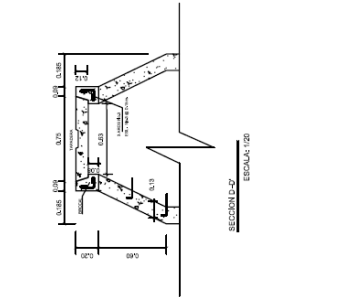
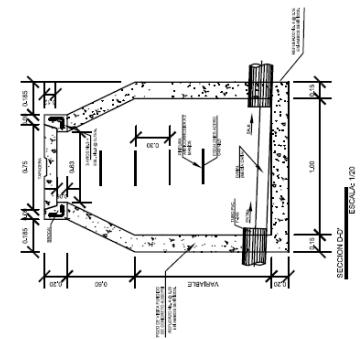
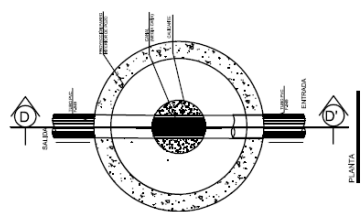
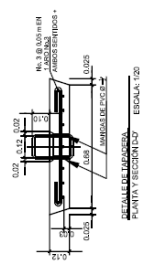
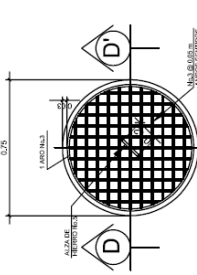


SIMBOLÓGICA	
POZO DE VENTA	CALLE TERRESTRE
TERRERA	CALLE PAVIMENTADA
POZO Y TUB. EN PERIF. C.C.	COTA TERRENO / TUBA
FINCO DE RAMAL	COTA INVERT ENTRADA
QUANTITRO TUBERIA	COTA INVERT SALIDA
CURVAS MAYORES	COTA INVERT ENT. AUK.
CURVAS MENORES	REJILLAS TIPO 3
VIVIENDA	POZO DE VENTA
RESIDENTE TUBERIA	DIRECCION DE FLUJO

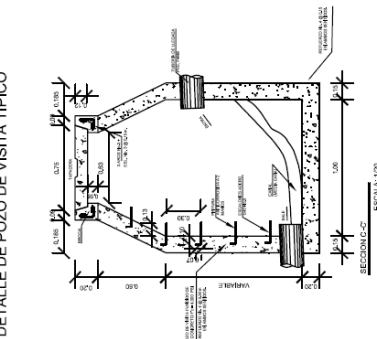
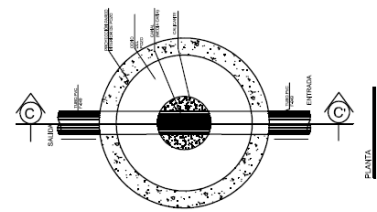
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO DE PRACTICA SUPERVISADA E.P.S.

FECHA:	06/10/2024	PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVIAL	PAIS:	GUATEMALA
SEMESTRE:	VI	UBICACION:	REDES DE SAN CARLOS, SANTA CATALINA MUNICIPIO DE SANTA CATALINA PINULA	PERFILES:	PERFILES - PLUVIAL
PLANTA:	6	PROYECTO:	REDES DE SAN CARLOS, SANTA CATALINA MUNICIPIO DE SANTA CATALINA PINULA		
	12	PROYECTO:	REDES DE SAN CARLOS, SANTA CATALINA MUNICIPIO DE SANTA CATALINA PINULA		

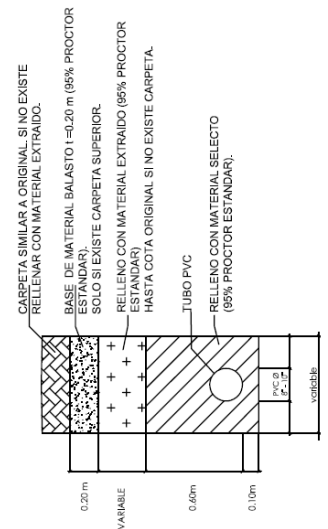
PROFESOR: MICHAEL ANGEL PEIRER MENDOZA



DETALLE DE POZO DE VISITA TÍPICO



DETALLE DE POZO DE VISITA CON CAIDA



DETALLE - INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y RELLENO EN LÍNEA DE ALCANTARILLADO

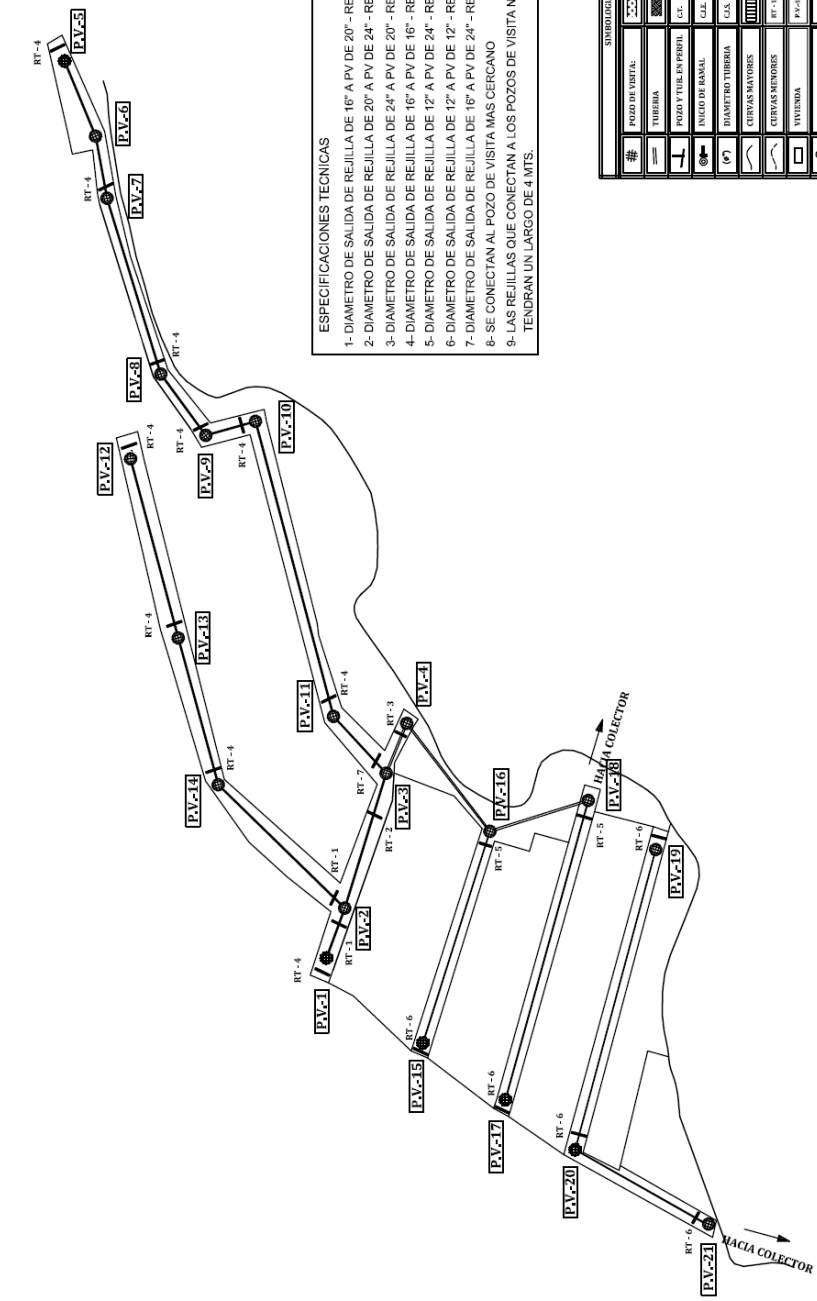
CARPETA SIMILAR A ORIGINAL SI NO EXISTE RELLENAR CON MATERIAL EXTRAÍDO.
 BASE DE MATERIAL BALLASTO 1=0.20 m (95% PROCTOR ESTANDAR)
 SOLO SI EXISTE CARPETA SUPERIOR.
 RELLENO CON MATERIAL EXTRAÍDO (95% PROCTOR ESTANDAR)
 HASTA COTA ORIGINAL SI NO EXISTE CARPETA.

TUBO PVC
 RELLENO CON MATERIAL SELECTO (95% PROCTOR ESTANDAR).
 0.20m
 VARIABLE
 0.60m
 0.10m

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES
 PARA POZOS
 CONCRETO f'c = 4,000 PSI
 ACERO f'y = 40,000 PSI.
 TRASAJAPES Y LONGITUD DE DESARROLLO
 No. 7 = 0.30 m
 PARA CAÑEZAS
 CONCRETO f'c = 3,000 PSI
 ACERO f'y = 40,000 PSI.

NOTA:
 TODAS LAS PAREDES INTERNAS Y EL FONDO LLEVARAN ALISADO DE CEMENTO.
 TODAS LAS PAREDES SERAN CONSTRUIDAS DE CONCRETO ARMADO CON REFUERZO 3/8" @ 0.15 m EN AMBOS SENTIDOS.
 A LOS ESCALONES DEBE APLICARSE 2 MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
 DEBAJO DE LA LOSA DE CIMENTACION (FONDO) DE LAS UNIDADES SE DEBE CONFORMAR UNA LÍNEA DE RELLETO DE 1/2" DE ESPESOR COMPACTADO.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO DE PRACTICA SUPERVISADA E.P.S.	
FECHA:	PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL
INDICADA:	INDICADA:
PLANTAS:	PLANTAS:
8	12
AUTOR: MICHAEL ANGEL PRIOR MENDEZ	



- ESPECIFICACIONES TECNICAS**
- 1- DIAMETRO DE SALIDA DE REJILLA DE 16" A PV DE 20" - REJILLA TIPO 1
 - 2- DIAMETRO DE SALIDA DE REJILLA DE 20" A PV DE 24" - REJILLA TIPO 2
 - 3- DIAMETRO DE SALIDA DE REJILLA DE 24" A PV DE 20" - REJILLA TIPO 3
 - 4- DIAMETRO DE SALIDA DE REJILLA DE 16" A PV DE 16" - REJILLA TIPO 4
 - 5- DIAMETRO DE SALIDA DE REJILLA DE 12" A PV DE 24" - REJILLA TIPO 5
 - 6- DIAMETRO DE SALIDA DE REJILLA DE 12" A PV DE 12" - REJILLA TIPO 6
 - 7- DIAMETRO DE SALIDA DE REJILLA DE 16" A PV DE 24" - REJILLA TIPO 7
 - 8- SE CONECTAN AL POZO DE VISITA MAS CERCANO
 - 9- LAS REJILLAS QUE CONECTAN A LOS POZOS DE VISITA No. 4, 16 Y 21 TENDRAN UN LARGO DE 4 MTS.

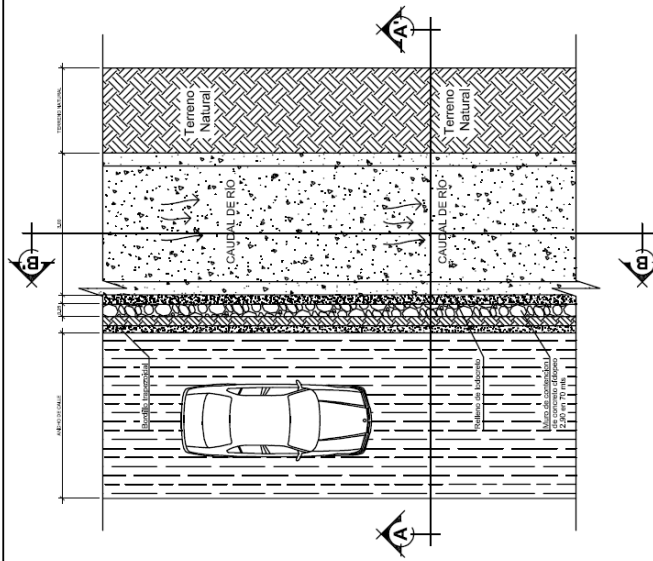
SIMBIOLOGIA	
#	POZO DE VISITA
—	TUBERIA
—	POZO Y TUBIA EN PROFIL
—	INICIO DE RAMAL
—	DIAMETRO TUBERIA
—	CURVAS MAYORES
—	CURVAS MENORES
—	VIVIENDA
S	PENDIENTE TUBERIA
—	CALLE TIERRABARRA
—	CALLE PAVIMENTADA
—	POZO Y TUBIA EN PROFIL
—	OTTA TERRENO / TAPA
—	CALLE
—	CALLE
—	OTTA INVERT SALIDA
—	OTTA INVERT ENT. AUL.
—	REJILLA TIPO 1
—	POZO DE VISITA
—	DIRECCION DE FLUJO

PLANTA DISTRIBUCION DE REJILLAS - PLUVIAL

ESCALA 1/1000

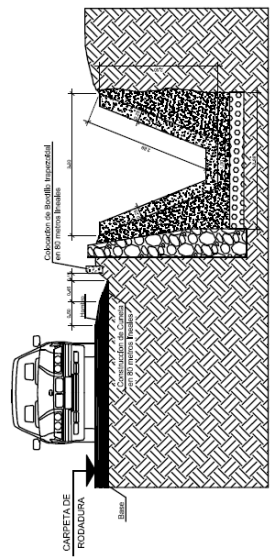
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO DE PRACTICA SUPERVISADA E.P.S.

TITULO: ALcantarillado Pluvial	PAIS: GUATEMALA
FECHA: 08/08/2015	REGION: DISTRIBUCION DE REJILLA
ESCALA: 1/1000	SECTOR: LOS OLIVOS, ADRRA
PLANTA: 9	UBICACION: SANTA CATARINA PANJOLA
12	PROYECTISTA: MIGUEL ANGEL PARRIS MENEZ



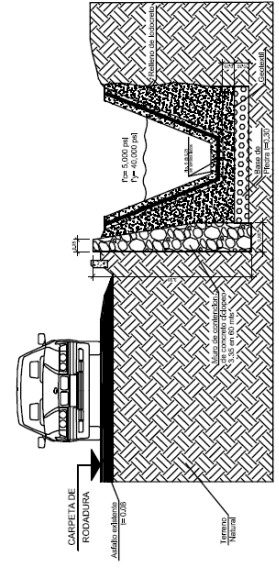
VISTA PLANTA COLECTOR TRAPEZOIDAL

ESCALA 1/40



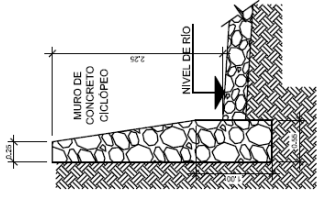
SECCION A - A"

ESCALA 1/40



SECCION DE DETALLES

ESCALA 1/40



DETALLE DE MURO

ESCALA 1/25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA		EJERCICIO DE PRACTICA SUPERVISADA E.P.S.	
FECHA	SEPTIEMBRE 2016	PROFESOR	ALCANTARILLADO PLUVIAL	TITULO DE PRACTICAS COLECTOR PLUVIAL	
SEMESTRE	II	ASISTENTE	SECTOR LOS OLIVOS, ALDEA SANTA CATARINA PINULA		
NUMERO	11	PROFESOR TUTOR	MIGUEL ANGEL PIUR MENDEZ		
				NUMERO	12

ANEXOS

- Anexo 1. **Evaluación de impacto ambiental, alcantarillado sanitario en sector central 4, aldea El Carmen**

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL

**ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL
(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)**

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: vunica@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 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>
<p>I. INFORMACION LEGAL</p>	
<p>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar): DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN SECTOR CENTRAL 4, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. Para el proyecto del sistema de alcantarillado sanitario se diseñó por medio de una red de tuberías de PVC funcionando como canales parcialmente llenos los cuales están conectados con pozos de visita siguiendo parámetros como diámetros mínimos y máximos, alturas, pendientes y tirantes y velocidades de diseño están regidos bajo los normativos del INFOM. El levantamiento topográfico proporciona un panorama gráfico que permite una mejor visualización para las condiciones por medio de mediciones que muestran a través de una nube de puntos la obtención de curvas de nivel y perfiles para un mejor criterio de diseño de la red sanitaria.</p>	
<p>I.2. Información legal:</p>	
<p>A) Persona individual: A.1. Representante Legal: VICTOR GONZALO ALVARIZAES MONTERROSO</p>	
<p>B) De la empresa: Razón social: MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA PINULA Nombre Comercial: MUNI. STA. CAT. PINULA No. de escritura constitutiva: _____ de _____ constitución: Fecha _____ de _____ 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: NNN Folio No. _____ Libro No. _____ dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad. SECTOR CENTRAL 4, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA</p>	
<p>D) De la Empresa y/o persona individual: Número de Identificación Tributaria (NIT): _____</p>	

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono: 2411-1000		Correo electrónico: contacto@scp.gob.gt
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)		
El Sector Central 4, Aldea El Carmen, geográficamente se encuentra en el municipio de Santa Catarina Pinula ubicada al Sur de la cabecera municipal, limita al Norte con la Aldea Cuchilla del Carmen, al Oeste con Boca del Monte y al Este con la colonia el caminero.		
Especificar Coordenadas Geográficas		
Coordenadas Geográficas Datum WGS84		
Latitud: 14° 33' 02,94" Norte		
Longitud: 90° 30' 20,12" Oeste		
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)		
MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA PINULA ; 1a. Calle 5-50, Zona 1 Santa Catarina Pinula.		
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. SI		
II. INFORMACIÓN 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 <ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar <p>1. TRAZO Y ESTAQUEADO</p> <p>2. EXCAVACIÓN DE ZANJA</p> <ul style="list-style-type: none"> • PROTECCIÓN PAREDES DE ZANJA <p>3. EXCAVACIÓN DE POZOS DE VISITA</p> <p>4. CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA</p> <ul style="list-style-type: none"> • CAMA DE APOYO • FUNDICIÓN DE PAREDES DE CONCRETO • ESCALERAS • CONO • BROCAL • TAPADERA • REPELLO INTERNO DE PARED • IMPERMEABILIZACIÓN <p>5. INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC</p> <ul style="list-style-type: none"> • ENCAMADO • COLOCACIÓN DE TUBERÍA 	Operación <ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos <p>1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR CANTIDAD DE POLVO DE EXCAVACIÓN</p> <p>2. CAPACITACIÓN PARA UN ADECUADO MANTENIMIENTO DE LA RED SANITARIA.</p> <p>3. CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE VISITA</p> <p>39 UNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materia prima e insumos <p>SACOS DE CEMENTO ARENA DE RIOS PIEDRIN VARILLAS DE ½" VARILLAS DE 5/8" ALAMBRE DE AMARRE CLAVO DE 3" TABLA DE 12"x4"x10" PARALES DE 3"x3"x8" TUBERIA PVC DE 8" PEGAMENTO PARA PVC PALAS PIOCHAS</p>	Abandono <ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre <p>EN TALVITUD DE UN CIERRE O PARO DE ACTIVIDADES SE PROCEDERÁ A LA REPARACIÓN DE LUGAR EN LAS MISMAS CONDICIONES EN QUE SE ENCUENTRAN.</p>

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

CALLE PRINCIPAL	SUR	AL FRENTE
VIVIENDAS	ESTE	A LA PAR
VIVIENDAS	OESTE	A LA PAR

II.5 Dirección del viento: DE NORTE A SUR

II.6 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?

a) inundación (X) b) explosión () c) deslizamientos ()

d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()

Detalle la información _____

II.7 Datos laborales

a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras: NO

b) Número de empleados por jornada: 12 Total empleados: 12

II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, ENTRE OTRO

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

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, ENTRE OTROS							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	SI	1 M3	MUNI. STA. CAT. PINULA	DOMICILIAR		
	Pozo	NO					
	Agua especial	NO					

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

	Superficial	NO					
Combustible	Otro	NO					
	Gasolina	SI	10 GALONES /DÍA				
	Diesel	SI	4 GALONES /DÍA		EXCAVADORA		
	Bunker	NO			CAMIÓN		
	Glp	NO					
	Otro	NO					
Lubricantes	Solubles	NO					
	No solubles	NO					
Refrigerantes		NO					
Otros		NO					

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

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, entre otros.) que se dispersan en el aire? ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

- Se generan partículas de polvo al momento de iniciar el proceso de excavación

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?

- EL MATERIAL PARTICULADO QUE SE GENERE, SE COLECTARA PARA DESECHAR AL CONTENEDOR DE BASUSARA, TOMANDO ENCUESTA PARA LOS TRABAJADORES PROTECCION PERSONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RUIDO Y VIBRACIONES</p> <p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p>GENERAN RUIDO AL MOMENTO DE REALIZAR EEL PROCESO DE CONSTRUCCION EL CUAL NO EXCEDE LOS 75 DECIBELES POR LO QUE ESTAS ACTIVIDADES SERAN DE LAS PRIMERAS EN REALIZARCE.</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehiculos, entre otros.)</p> <p>EL CORTE DE CONCRETO EXISTENTE, COMPACTACION DEL SUELO, TRASLADO DE MATERIALES CON CAMIÓN DE VOLTEO Y AL REALIZAR LAS EXCAVACIONES CON LA RETROEXCAVADORA.</p>	

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-**

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?

SE REALIZARÁN AL PRINCIPIO DE LA OBRA PARA TERMINAR LO ANTES POSIBLE Y EN LAS MAÑANAS ASI COMO UNA CAPACITACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.

OLORES

III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, entre otros), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:

NO SE PRODUCIRÁN OLORES DEBIDO A QUE NO HAY MATERIALES QUE LOS PRODUZCA

III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?

NO APLICA

IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA

AGUAS RESIDUALES

CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

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?

- a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)
- b) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)
- c) Mezcla de las anteriores
- d) Otro;

Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado. Se generaran aguas residuales de tipo **a) Ordinarias** las cuales recolectaran las aguas que se desechen de las viviendas en el Sector Central 4, aldea El Carmen para disminuir la proliferación de bacterias que causan enfermedades gastrointestinales debido a la exposición de las aguas negras, así como una disminución de la contaminación ambiental.

IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios:

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)

- a) sistema de tratamiento
- b) Capacidad
- c) Operación y mantenimiento
- d) Caudal a tratar
- e) Entre otros.

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

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

<p>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, entre otros)</p> <p>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</p> <p>DESECHOS SÓLIDOS VOLUMEN DE DESECHOS V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1 000 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1 000 libras por día</p> <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, entre otros):</p> <p>POR EL TIPO DE PROYECTO NO SE GENERAR DESECHOS SÓLIDOS</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>Biológico infeccioso provocas de excretas que son recolectados en la red sanitaria</p> <p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método o equipo utilizado</p> <p>Por el tipo de proyecto de aplica</p> <p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p> <p>Por el tipo de proyecto de aplica</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 estos sean dispuestos en un botadero?</p> <p>Por el tipo de proyecto de aplica</p> <p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p> <p>Por el tipo de proyecto de aplica</p>
--

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____	250
VI. 2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____ MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA	
PINULA _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-**

VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?
SI _____ NO XXX

—

VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?

Trabajar en jornada diurna y entrada más temprana para aprovechar la luz natural.

VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ENTRE OTROS)

VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:

- Bosques
- Animales
- Otros _____

Especificar información: _____ **Existe una área verde por donde pasara el drenaje sanitario**

VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?

No

VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? **SI () NO (x) Por qué?**

No hay fauna la cual se vea afectada por el desarrollo del proyecto

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 **3**
- b) Tipo de vehículo **3 CAMIONES DE VOLTEO**
- c) sitio para estacionamiento y área que ocupa **1 A 6 m2**
- d) Horario de circulación vehicular **DE 8 a.m. A 4 p.m.**
- e) Vías alternas **NO APLICA**

IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS

ASPECTOS CULTURALES

IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? **NO**

INSTRUCCIONES

PARA USO INTERNO DEL MARN

RECURSOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES

IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:

- a) La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____
- b) La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____
- c) La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____

Ampliar información de la respuesta seleccionada

Debido a que es una zona poblada no se afecta en nada.

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 (X)**

IX.4 Qué tipo de molestias?

IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

Que los trabajadores de campo mantengan la prudencia y orden y respeto mutuo

PAISAJE

IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué?

No. Debido a que es una construcción subterránea

X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD

X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:

- a) la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio
b) la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
c) la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores

Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:

Por el tipo de construcción que se realizará no representa peligro alguno.

X.3 riesgos ocupacionales:

- 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

Ampliar información:

Equipo de protección personal

X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()

X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:

Se proveerá de camisa de identificación, cascos de seguridad, chalecos reflectivos, tapones, lentes de protección, mascarillas y se mantendrá un botiquín para primeros auxilios.

X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población o trabajadores?

Capacitaciones a los pobladores para que tomen precauciones a momento de levantarse polvo en los primeros días de trabajo y traslado de materiales.

Anexo 2. **Evaluación de impacto ambiental alcantarillado pluvial
en El Sector Valle Verde, aldea El Carmen, Santa Catarina
Pinula, Guatemala**

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL
(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

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: vunica@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 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. INFORMACIÓN LEGAL	
<p>1.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar): DISEÑO DE COLECTOR DE AGUAS PLUVIALES EN EL SECTOR VALLE VERDE, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA.</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.</p> <p>La red pluvial y un colector de aguas pluviales permita una mejor circulación del caudal producido por intensas lluvias en época de invierno los cuales provocan socavamientos a las orillas del cauce del río y pone en riesgo las viviendas de los habitantes. La red pluvial tendrá 2 000 metros de longitud la cual funciona como canales parcialmente llenos conectados por medio de pozos de visita que desfogan en un colector con 485 metros lineales y beneficiará aproximadamente a 1 215 habitantes.</p>	
<p>1.2. Información legal:</p> <p>A) Persona Individual: A.1. Representante Legal: VICTOR GONZALO ALVARIZAES MONTERROSO</p>	
<p>B) De la empresa: Razón social: MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA PINULA Nombre comercial: MUNI. STA. CAT. PINULA 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: NNN Folio No. _____ Libro No. _____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad. SECTOR VALLE VERDE, ALDEA EL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA</p>	
<p>D) De la Empresa y/o persona individual: Número de Identificación Tributaria (NIT): _____</p>	

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono: 2411-1000		Correo electrónico: contacto@scp.gob.gt
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)		
El Sector Valle Verde, Aldea El Carmen geográficamente se encuentra ubicada al Sur de la cabecera municipal, limita al Norte con el Sector Central 4 Aldea El Carmen, al Oeste con Boca del Monte y al Este con la colonia el Villa Canales.		
Especificar Coordenadas Geográficas		
Coordenadas geográficas Datum WGS84		
Latitud: 14° 33' 02.94" Norte		
Longitud: 90° 30' 20.12" Oeste		
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)		
MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA PINULA ; 1a. Calle 5-50, Zona 1 Santa Catarina Pinula.		
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. SI		
II. INFORMACIÓN 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 <p>1. TRAZO Y ESTAQUEADO</p> <p>2. EXCAVACIÓN DE ZANJA</p> <ul style="list-style-type: none"> • PROTECCIÓN PAREDES DE ZANJA <p>3. EXCAVACIÓN DE POZOS DE VISITA</p> <p>4. CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA</p> <ul style="list-style-type: none"> • CAMA DE APOYO • FUNDICIÓN DE PAREDES DE CONCRETO • ESCALERAS • CONO • BROCAL • TAPADERA • REPELLO INTERNO DE PARED • IMPERMEABILIZACIÓN 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos <p>1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR CANTIDAD DE POLVO DE EXCAVACIÓN</p> <p>2. CAPACITACIÓN PARA UN ADECUADO MANTENIMIENTO DE LA RED SANITARIA.</p> <p>3. CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE VISITA 39 UNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materia prima e insumos <p>SACOS DE CEMENTO ARENA DE RIOS PIEDRIN VARILLAS DE 1/2" VARILLAS DE 5/8" ALAMBRE DE AMARRE CLAVO DE 3" TABLA DE 12"x1"x10' PARALES DE 3"x3"x8' TUBERÍA PVC DE 8"</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre <p>EN TAL VITUD DE UN CIERRE O PARO DE ACTIVIDADES SE PROCEDERA A LA REPARACION DE LUGAR EN LAS MISMAS CONDICIONES EN QUE SE ENCUENTRAN.</p>

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

<p>5. INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC</p> <ul style="list-style-type: none"> • ENCAMADO • COLOCACIÓN DE TUBERÍA • UNIÓN DE TUBERÍAS <p>6. RELLENO DE ZANJA</p> <ul style="list-style-type: none"> • COMPACTACIÓN DE SELECTO DE BALASTRO <p>7. CONEXIONES DOMICILIARES</p> <p>8. REPARACIÓN DE PAVIMENTO 3000 PSI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insumos necesarios • Maquinaria • Otros de relevancia 	<p>PEGAMENTO PARA PVC</p> <p>PALAS PIOCHAS MARTILLOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maquinaria RETROEXCAVADORA VIBROCOMPACTADORA CAMIÓN DE VOLTEO <ul style="list-style-type: none"> • Productos y subproductos (bienes y servicios) <p>PEGAMENTO PARA PVC</p> <p>GASOLINA DISESEL PALAS PIOCHAS MARTILLOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Horario de Trabajo <p>JORNADA DIURNA</p> <p>8 HORAS DIARIAS</p>	
<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: 1 250,30 m²</p> <p>Área total de construcción en metros cuadrados: _____</p>		

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES PARA USO INTERNO DEL MARN

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, ENTRE OTROS							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	SI	1 M3	MUNI. STA. CAT, PINULA	DOMICILIAR		
	Pozo	NO					
	Agua especial	NO					
	Superficial	NO					
Combustible	Otro	NO					
	Gasolina	SI	10 GALONES /DÍA				
	Diesel	SI	4 GALONES /DÍA		EXCAVADORA		
	Bunker	NO			CAMION		
	Glp	NO					
	Otro	NO					
Lubricantes	Solubles	NO					
	No solubles	NO					
Refrigerantes		NO					
Otros		NO					
<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>							

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, entre otros.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

- Se generan partículas de polvo al momento de iniciar el proceso de excavación

MITIGACIÓN

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?

- EL MATERIAL PARTICULADO QUE SE GENERE (POLVO), SE MITIGARÁ POR MEDIO DE RIEGO DE AGUA PARA SEGURIDAD DE LOS HABITANTES Y AL MISMO TIEMPO SE BRINDARÁ PARA LOS TRABAJADORES PROTECCIÓN PERSONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.

INSTRUCCIONES

PARA USO INTERNO DEL MARN

RUIDO Y VIBRACIONES

III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?

GENERAN RUIDO AL MOMENTO DE REALIZAR ELEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN EL CUAL NO EXCEDE LOS 75 DECIBELES POR LO QUE ESTAS ACTIVIDADES SERAN DE LAS PRIMERAS EN REALIZARCE.

III.4 En donde se genera el sonido o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, entre otros)

EL CORTE DE CONCRETO EXISTENTE, COMPACTACIÓN DEL SUELO, TRASLADO DE MATERIALES CON CAMIÓN DE VOLTEO Y AL REALIZAR LAS EXCAVACIONES CON LA RETROEXCAVADORA.

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?

SE REALIZARÁN AL PRINCIPIO DE LA OBRA PARA TERMINAR LO ANTES POSIBLE Y EN LAS MAÑANAS ASI COMO UNA CAPACITACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.

OLORES

III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, entre otros), explicar con detalles la

fuerate de generación y el tipo o características del o los olores:

NO SE PRODUCIRÁN OLORES DEBIDO A QUE NO HAY MATERIALES QUE LOS PRODUZCA

III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?

NO APLICA

IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA

AGUAS RESIDUALES

CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

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?

- Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)
- Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)
- Mezcla de las anteriores
- Otro;

IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios:

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

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 b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Entre otros</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, entre otros)</p> <p>Las aguas pluviales serán recolectadas por medio de tragantes transversales los cuales a su vez están conectados a una caja que se encargara de trasladar las aguas de lluvia por medio de una tubería de PVC de diámetro mínimo de 12 pulgadas hacia los pozos de visita, posteriormente estas aguas serán vertidas en un colector trapezoidal de aguas pluviales.</p>	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
<p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día</p>	
<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, entre otros.):</p>	
POR EL TIPO DE PROYECTO NO SE GENERAR DESECHOS SOLIDOS	
<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 o equipo utilizado</p>	
<p>Por el tipo de proyecto de aplica</p>	
<p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p>	
<p>Por el tipo de proyecto de aplica</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>Por el tipo de proyecto de aplica</p>	
<p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p>	
<p>Por el tipo de proyecto de aplica</p>	

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____ 250 kW/mes _____	
VI.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____ MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA PINULA _____	
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 __XXX_____	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Trabajar en jornada diurna y entrada más temprana para aprovechar la luz natural.	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ENTRE OTROS)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques _____	
- Animales _____	
- Otros _____	
Especificar información: _____ Existe una área verde por donde pasara el drenaje sanitario _____	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No	
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (x) Por qué? No hay fauna la cual se vea afectada por el desarrollo del proyecto	
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 3	
b) Tipo de vehículo 3 CAMIONES DE VOLTEO	
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa 1 A 6 m2	
d) Horario de circulación vehicular DE 8 a.m. A 4 p.m.	
e) Vías alternas NO APLICA	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? NO	

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RECURSOS ARQUEOLÓGICOS 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 checked="" 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>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p> <p>Debido a que es una zona poblada no se afecta en nada.</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 (X)</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>Que los trabajadores de campo mantengan la prudencia y orden y respeto mutuo</p>	
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué?</p> <p>No. Debido a que es una construcción subterránea</p>	
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p> <p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serian las actividades riesgosas:</p> <p>Por el tipo de construcción que se realizara no representa peligro alguno.</p>	
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p>	
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p>Se proveerá de camisa de identificación, cascos de seguridad, chalecos reflectivos, tapones, lentes de protección, mascarillas y se mantendrá un botiquín para primeros auxilios.</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población o trabajadores?</p> <p>Capacitaciones a los pobladores para que tomen precauciones a momento de levantarse polvo en los primeros días de trabajo y traslado de materiales.</p>	

