



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, PARA LA COLONIA SAN JUAN
BUENOS AIRES Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL
NACIMIENTO DE AGUA DE LA ALDEA SANTO DOMINGO, EN EL MUNICIPIO DE
EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

Walter René Ichaj Yoc

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, junio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, PARA LA COLONIA SAN JUAN
BUENOS AIRES Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL
NACIMIENTO DE AGUA DE LA ALDEA SANTO DOMINGO, EN EL MUNICIPIO DE
EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

WALTER RENÉ ICHAJ YOC

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

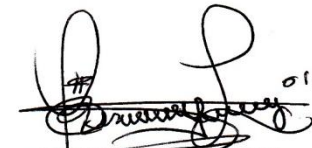
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 DRENAJE SANITARIO, PARA LA COLONIA SAN JUAN BUENOS AIRES Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL NACIMIENTO DE AGUA DE LA ALDEA SANTO DOMINGO, EN EL MUNICIPIO DE EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 31 de marzo de 2011.



Walter René Tchaj Yoc

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

REF.EPS.DOC.1067.08.11
Guatemala 25 de agosto de 2011

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

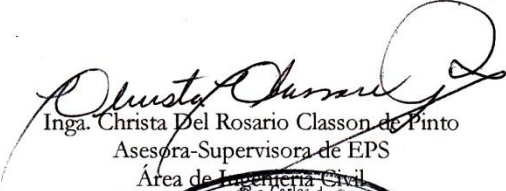
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Walter René Ichaj Yoc** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199911904**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, PARA LA COLONIA SAN JUAN BUENOS AIRES Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL NACIMIENTO DE AGUA DE LA ALDEA SANTO DOMINGO, EN EL MUNICIPIO DE EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO”**.

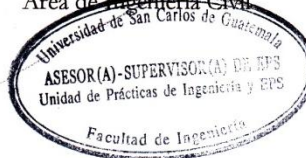
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


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



c.c. Archivo
CDRCdP/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
6 de septiembre de 2011

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, PARA LA COLONIA SAN JUAN BUENOS AIRES Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL NACIMIENTO DE AGUA DE LA ALDEA SANTO DOMINGO, EN EL MUNICIPIO DE EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Walter René Ichaj Yoc, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la 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

/bbdeb.

Más de 130^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 19 de septiembre de 2011
REF.EPS.D.834.09.11

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, PARA LA COLONIA SAN JUAN BUENOS AIRES Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL NACIMIENTO DE AGUA DE LA ALDEA SANTO DOMINGO, EN EL MUNICIPIO DE EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Walter René Ichaj Yoc**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Del Rosario Classon de Pinto.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Walter René Ichaj Yoc, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, PARA LA COLONIA SAN JUAN BUENOS AIRES Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL NACIMIENTO DE AGUA DE LA ALDEA SANTO DOMINGO, EN EL MUNICIPIO DE EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, junio 2013

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.405-2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, PARA LA COLONIA SAN JUAN BUENOS AIRES Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL NACIMIENTO DE AGUA DE LA ALDEA SANTO DOMINGO, EN EL MUNICIPIO DE EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Walter René Ichaj Yoc**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy **Olympto Paiz Recinos**
Decano



Guatemala, junio de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la oportunidad de incluirme dentro de su plan de vida y por darme el privilegio de pasar por las aulas universitarias con sabiduría y finalizar con mis estudios universitarios.
- Mis padres** José Lauro Ichaj y Josefina Yoc Hernández. Por todos los cuidados de niño y por la comprensión durante mi carrera como estudiante.
- Mis hermanos** Oscar Leonel, Carlos Rodolfo, Edgar Geovany, Juan José, César Armando y Aura Marina Ichaj Yoc. Por el apoyo incondicional durante mi carrera universitaria.
- Mi abuela** María de Jesús Hernández. (q.e.p.d.). Por sus consejos de aliento y el cariño brindado.
- Mis amigos y compañeros** Con los que compartí en las buenas y las malas en esta fase de mi vida que dios les de un mejor porvenir a todos.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser fuente de sabiduría y por darme las fuerzas necesarias para culminar con mis estudios en esta fase de mi vida.
La Universidad de San Carlos de Guatemala y especialmente a la Facultad de Ingeniería	Por darme la oportunidad de realizar mis estudios en tan distinguida facultad.
Mi madre Josefina Yoc Hernández	Por ser un gran ejemplo de lucha, tolerancia y comprensión.
La Inga. Christa Classon de Pinto	Por el apoyo y asesoría durante la realización de este trabajo de graduación.
Erwin René Suquén Ávila	Por el apoyo incondicional en la fase más crítica de mi carrera y por los consejos llenos de sabiduría.
A la familia Mendoza Matzer	Por brindarme su amistad y contribuir a mi formación como profesional.
Don Mariano Pablo Culajay alcalde municipal de El Tejar	Por abrirme las puertas de la municipalidad para realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. DIAGNÓSTICO SOBRE LAS NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS BÁSICOS DEL MUNICIPIO DE EL TEJAR.....	1
1.1. Infraestructura básica con la que cuenta el municipio de El Tejar	1
1.1.1. Origen del nombre	1
1.1.2. Breve datos históricos	1
1.1.3. Fiesta titular	3
1.1.4. Costumbres y tradiciones	3
1.1.5. Religión.....	4
1.1.6. Extensión territorial	4
1.1.7. Colindancias, vías de comunicación, altitud, latitud y longitud	4
1.1.8. Clima, irrigación de suelos y potencial productivo	6
1.2. Servicios de agua potable	7
1.3. Servicios de alcantarillado sanitario	7
1.4. Energía eléctrica.....	7
1.5. Vías de comunicación	8

1.6.	Infraestructura de salud y personal profesional	8
1.6.1.	Población	9
1.7.	Educación	10
1.8.	Recreación y turismo	10
1.8.1.	Identificación de las necesidades	10
1.8.2.	Priorización de las necesidades	11
1.8.3.	Turismo.....	11
1.8.4.	Recursos forestales	12
1.8.5.	Mercado.....	12
1.8.6.	Servicios financieros.....	12
1.8.7.	Organización comunitaria	12
1.8.8.	Grupos culturales.....	13
1.8.9.	Organizaciones religiosas.....	13
2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA SAN JUAN BUENOS AIRES, DEL MUNICIPIO DE EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO	15
2.1.	Descripción del proyecto	15
2.2.	Levantamiento topográfico	16
2.2.1.	Altimetría	16
2.2.2.	Planimetría.....	16
2.3.	Diseño del sistema sanitario.....	17
2.3.1.	Descripción del sistema a utilizar.....	17
2.3.2.	Período de diseño.....	17
2.3.3.	Población de diseño	18
2.3.4.	Dotación	19
2.3.5.	Factor de retorno	20
2.3.6.	Factor de flujo instantáneo	20
2.3.7.	Caudal sanitario.....	21

	2.3.7.1.	Caudal domiciliar	21
	2.3.7.2.	Caudal de infiltración.....	22
	2.3.7.3.	Caudal por conexiones ilícitas.....	22
	2.3.7.4.	Caudal comercial o industrial	23
	2.3.7.5.	Factor de caudal medio.....	23
	2.3.7.6.	Caudal de diseño.....	24
	2.3.7.7.	Selección del tipo de tubería	24
	2.3.7.8.	Diseño de secciones y pendiente.....	24
	2.3.7.9.	Diseño de velocidades máximas y mínimas.....	25
	2.3.8.	<i>Cotas Invert</i>	26
	2.3.8.1.	Pozos de visita	26
	2.3.8.2.	Conexiones domiciliare.....	27
	2.3.8.3.	Relaciones hidráulicas.....	27
	2.3.8.4.	Ejemplo del diseño de un tramo	28
	2.3.8.5.	Diseño de fosa séptica	36
	2.3.8.6.	Dimensionamiento de los pozos de absorción.....	44
	2.3.8.7.	Presupuesto del proyecto.....	45
2.4.		Evaluación de impacto ambiental	50
2.5.		Evaluación socioeconómica	53
	2.5.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	54
	2.5.2.	Tasa Interna de Retorno.....	58
3.		DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL NACIMIENTO DE AGUA DE LA ALDEA SANTO DOMINGO, EN EL MUNICIPIO DE EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO	63
	3.1.	Descripción del proyecto	63

3.2.	Especificaciones para muros de contención.....	63
3.3.	Estudios de suelos	65
3.3.1.	Prueba de compresión triaxial	65
3.3.2.	Límites de Atterberg	66
3.3.3.	Valor soporte del suelo	66
3.4.	El agua en el suelo	66
3.5.	Empuje de tierras	67
3.6.	Drenaje en los muros de contención	67
3.7.	Estabilidad de taludes.....	68
3.8.	Tipos de muros de contención.....	69
3.8.1.	Muros por gravedad.....	70
3.8.2.	Muros de concreto armado (voladizo)	70
3.8.3.	Muros de semigravedad	70
3.8.4.	Muros con contrafuertes	71
3.8.5.	Con contrafuerte en el intradós.....	71
3.8.6.	Con contrafuerte en el trasdós	71
3.9.	Cálculo y diseño del muro de contención en voladizo para el nacimiento de agua de la aldea Santo Domingo	72
3.9.1.	Predimensionamiento del muro en voladizo	72
3.9.2.	Cálculo de coeficientes activo y pasivo	73
3.9.3.	Presiones activas y pasivas.....	74
3.9.4.	Momentos activos y pasivos	76
3.9.5.	Momento por sobre carga.....	77
3.9.6.	Cálculo del peso total de la estructura.....	77
3.9.7.	Chequeo de estabilidad contra el volteo	82
3.9.8.	Chequeo de estabilidad contra el deslizamiento.....	83
3.9.9.	Chequeo de la presión máxima que existe debajo de la base del muro	84
3.10.	Diseño de los elementos estructurales del muro	86

3.10.1.	Diseño del pie del muro	86
3.10.2.	Chequeo por flexión.....	88
3.10.3.	Diseño del talón del muro	90
3.10.4.	Chequeo por corte	91
3.10.5.	Chequeo por flexión.....	92
3.10.6.	Diseño de la cortina y/o pantalla del muro.....	93
3.10.7.	Chequeo por corte	94
3.10.8.	Chequeo por flexión.....	94
3.10.9.	Presupuesto del proyecto	99
3.10.10.	Evaluación de impacto ambiental	101
3.10.11.	Evaluación socioeconómica.....	102
	3.10.11.1. Valor Presente Neto	102
	3.10.11.2. Tasa Interna de Retorno.....	103
CONCLUSIONES		105
RECOMENDACIONES.....		107
BIBLIOGRAFÍA.....		109
APÉNDICE.....		111
ANEXOS.....		115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de El Tejar	5
2.	Análisis gráfico del Valor Presente Neto (Diagrama de flujo de efectivo)	58
3.	Diagrama de flujo	59
4.	Diagrama de presiones en el muro	74
5.	Diagrama de distribución geométrica	77
6.	Diagrama de presiones bajo la base del muro	84
7.	Diagrama del pie del muro	86
8.	Diagrama del talón del muro	90
9.	Diagrama de la cortina	93

TABLAS

I.	Datos según cálculos para el número estimado de la población hasta el 2010	9
II.	Memoria de cálculo de drenaje sanitario San Juan Buenos Aires, El Tejar Chimaltenango	35
III.	Presupuesto del proyecto	46
IV.	Matriz de Leopold para la construcción de drenaje sanitario de la colonia San Juan Buenos Aires en el municipio de El Tejar departamento de Chimaltenango.....	52
V.	Cronograma de ejecución inversión (drenaje sanitario colonia San Juan Buenos Aires, El Tejar, Chimaltenango)	61

VI.	Predimensionamiento de muro	73
VII.	Cálculo de cada una de las figuras del muro	82
VIII.	Área de acero para pie de muro	89
IX.	Área de acero para talón de muro	93
X.	Área de acero para pantalla de muro.....	95
XI.	Presupuesto.....	100
XII.	Cronograma de ejecución inversión (para 9 muros de contención de 3 metros lineales).....	104

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
As	Área de acero
As_{mín}	Área de acero mínimo
B	Base unitaria
Q	Caudal
Q_{llena}	Caudal a sección llena
Qd.	Caudal de diseño
Qs.	Caudal sanitario
PVC	Cloruro de polivinilo
CT	Cota de terreno
D	Diámetro a sección llena
fqm	Factor de caudal medio

F.H.	Factor de <i>harmond</i>
F.R.	Factor de Retorno
Gal	Galón
Hab	Habitantes
E	Indica estación en el aspecto topográfico
l/hab/dia	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
M	Metro
m³/s	Metro cúbico por segundo
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m/s	Metro por segundo
S	Pendiente del terreno
D	Peralte efectivo

Γ_{concreto}	Peso volumétrico del concreto
Γ_{suelo}	Peso volumétrico del suelo
P	Población
p f	Población futura
P V	Pozo de visita
Pd	Presión dinámica
psi	Presión en libras por pulgada cuadrada
pulg²	Pulgada cuadrada
a/A	Relación de áreas
q/Q	Relación de caudales
v/V	Relación de velocidades
f_y	Resistencia a la fluencia del acero
F_c	Resistencia nominal a compresión del concreto
s.	Segundo

ΣM	Sumatoria de momentos
R	Tasa de crecimiento
V	Velocidad a sección llena
v	Velocidad de diseño

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute
Candela domiciliar	Receptor donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de una vivienda, para luego conducir las al colector principal.
Caudal	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo.
Caudal comercial	Volumen de aguas negras que se desecha en los comercios.
Caudal de diseño	Es el que servirá de base para el diseño de una alcantarilla.
Caudal doméstico	Es el caudal de aguas negras que se desecha en las viviendas.
Caudal industrial	Volumen de aguas negras que se desecha en la industria.
Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias, que sirven para el desalojo de aguas negras o agua de lluvia

Concreto reforzado	Material de construcción obtenido de una mezcla de cemento, arena, grava y agua; como refuerzo se colocan varillas de acero corrugado.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente de ésta, donde se encuentra
Cota Invert	Cota o altura de la parte inferior del tubo ya instalado referida a la cota de la rasante
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área
Dotación	Estimación de la cantidad de agua, en promedio que consume cada habitante
Factor de caudal medio	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir
Factor de Harmond	Factor de seguridad para las horas pico, esta en relación con la población
INFOM	Instituto Nacional de Fomento Municipal
Período de diseño	Período de tiempo durante el cual un sistema de drenaje, de agua potable, o en general una obra de infraestructura, prestará un servicio eficiente

Pozo de visita

Estructura subterránea que sirve para el cambio de dirección, pendiente, diámetro, unión de tuberías y para iniciar un tramo en el sistema de drenaje

Topografía

Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos de la superficie y debajo de la misma

RESUMEN

A lo largo de la historia del país han surgido necesidades entre las distintas poblaciones tanto por desastres naturales como por negligencia de parte de las autoridades, es por ello que a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), normado por la Universidad de San Carlos de Guatemala, se puede contribuir a disminuir las mismas, fortaleciendo al desarrollo integral y social de las comunidades, por medio del diseño, planificación, ejecución y supervisión de obras civiles de ingeniería, sujetos al sistema del medio.

El municipio de El Tejar, departamento de Chimaltenango, padece de estas necesidades entre los habitantes de las diferentes colonias y aldeas, es por ello que en este trabajo de graduación, se presenta el diseño del sistema de drenaje para la colonia San Juan Buenos Aires y el diseño de muros de contención para proteger el nacimiento de agua de la Aldea Santo Domingo. Para el cual se tomaron criterios de diseño para la elaboración de los planos y el presupuesto de cada proyecto.

Para la selección de los proyectos mencionados se realizó un diagnóstico de infraestructura y servicios básicos del municipio de El Tejar, debido al nivel de necesidades entre los pobladores, de la planificación y diseño del sistema de drenaje, asimismo se notó la necesidad de realizar el diseño de muros de contención para proteger el nacimiento de agua de la Aldea Santo Domingo. En este trabajo se encuentra una breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de la población en estudio.

OBJETIVOS

General

Diseñar y planificar el sistema de drenaje sanitario para la colonia San Juan Buenos Aires, y diseñar los muros de contención para proteger el nacimiento de agua de la aldea Santo Domingo, en el municipio de El Tejar, departamento de Chimaltenango.

Específicos

1. Realizar una investigación acerca de las necesidades de infraestructura y servicios básicos de la población.
2. Realizar un informe final de los proyectos en estudio en el cual se incluirá toda la información necesaria de la monografía del lugar, incluyendo los diseños y planos así como sus respectivos presupuestos.
3. Realizar los respectivos levantamientos topográficos para conocer las condiciones de los terrenos.
4. Realizar un censo poblacional para conocer la razón de crecimiento de la población.
5. Diseñar el drenaje con las normas de diseño del INFOM, así como el uso de las normas del ACI S318-05 para el diseño de muros de contención.

6. Brindar un servicio de drenaje eficiente a la colonia San Juan Buenos Aires y evitar enfermedades que afecten la salud de los vecinos y pobladores de la colonia.
7. Reducir los focos de contaminación especialmente en época de invierno, cuando las aguas pluviales y aguas negras se mezclan y quedan al descubierto.
8. Reducir los focos de contaminación especialmente en época de invierno, cuando las aguas pluviales y aguas del nacimiento se mezclan y quedan al descubierto.

INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta el siguiente trabajo de graduación que consiste en la planificación y diseño del sistema de drenaje de la colonia San Juan Buenos Aires y diseño de muros de contención. Ubicados en el municipio de El Tejar, departamento de Chimaltenango. Para este estudio se utilizaron métodos generalmente aceptados así como la coordinación técnica de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P), de la municipalidad en conjunto, COCODES y vecinos de las distintas localidades.

Con la ejecución de los proyectos se pretende mejorar la calidad de vida de las personas que padecen de la falta de los servicios de drenaje sanitario evitando los focos de contaminación por la falta del mismo, al igual que las personas a quienes afecta la crecida del nacimiento, desbloqueando las principales arterias del municipio haciéndolas transitorias con normalidad.

Con este estudio se obtuvieron resultados favorables para la población como para las autoridades ya que en conjunto se puede trabajar acorde a las necesidades de la población con eficiencia y eficacia minimizando los recursos y maximizando los servicios.

Es así como la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Facultad de Ingeniería y por medio de la Unidad de EPS, favorece a los distintos departamentos y municipios del país con los servicios prestados a las entidades de gobierno como apoyo a la gestión de trabajo.

1. DIAGNÓSTICO SOBRE LAS NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS BÁSICOS DEL MUNICIPIO DE EL TEJAR

1.1. Infraestructura básica con la que

En el municipio de El Tejar se cuenta con los servicios básicos para la población: el abastecimiento de agua potable, alcantarillado sanitario, colección de basura, energía eléctrica, etc. Y como servicios secundarios se tienen: servicio de cable, servicios telefónicos, servicios de internet, etc.

1.1.1. Origen del nombre

El nombre de El Tejar se deriva de teja, pues es un hecho que ahí se fabrica muy buena teja, que sirvió para las edificaciones en la ciudad de Santiago, hoy Antigua Guatemala, después del traslado de la misma a su ubicación actual, siendo esta la principal industria del lugar. También es llamado El Tejar, Tierra de Artesanías de Barro.

1.1.2. Breves datos históricos

En la época precolonial, este lugar perteneció a la extensa región de Sacatepéquez, asiento del gran reino cackchiquel, cuya lengua, costumbres y tradiciones aún prevalecen.

El Tejar es un poblado de origen prehispánico cackchiquel. En sus inicios se le conoció como Tejar de Ortiz, repartimiento que a mediados del siglo XVI se convirtió en poblado. En el archivo General de Centro América, está el testamento otorgado por Bartolomé de Archila, fechado en Santiago de Guatemala, el 12 de diciembre de 1567, según el documento, este señor tenía unas tierras, juntamente con Álvaro de Paz, mayordomo de don Pedro de Alvarado y en ese documento se menciona a la iglesia del señor San Miguel.

Francisco Fuentes y Guzmán en su libro Recordación Florida, escrito en la última Década del siglo XVII, se refiere a la Vicaría y Curato de Santa Ana Chimaltenango así: De este curato son anexos los pueblos de San Sebastián y San Miguel, que llaman El Tejar, fundados de indios cackchiqueles, San Sebastián con ciento veintiocho tributarios y San Miguel con cuarenta y siete, según el padrón de milpas y soldados; ambos tienen fábrica de teja y ladrillo, cortes de raja y venta de granos de maíz, que se utilizan y aprovechan en conveniente modo y mantienen su iglesia con buen adorno y celebran sus fiestas y guachibales según su estilo y es festividad de algún santo, según queda expresado.

Con motivo de la visita que realizó el Arzobispo Dr. Pedro Cortés y Domingo Juarros, a la Diócesis en los años de 1768-1770, llegó a la Parroquia de San Sebastián El Tejar y dice lo siguiente: Desde el pueblo de Chimaltenango, hay una legua rumbo entre oriente y norte o entre poniente y Sur, el camino es muy bueno, con calles de árboles y campos para siembra de maíz y frijol. La cabecera de Curato es el pueblo de San Sebastián El Tejar, con cuatro anexos. El idioma que se habla en toda la parroquia es el cackchiquel, aunque muchos entienden el castellano, con motivo sin duda de haber bastantes ladinos.

Domingo Juarros, en su compendio indica que San Sebastián El Tejar, es cabecera de Curato, centro del partido de Sacatepéquez que en su jurisdicción hay manantial de aguas termales, gran específico para algunas enfermedades.

1.1.3. Fiesta titular

Su fiesta titular se celebra del 19 al 21 de enero siendo el principal el día 20, fecha en que la iglesia conmemora el día de San Sebastián patrono del lugar. Este santo, fue un oficial de la Guardia Pretoriana, mártir en Roma, que murió en el año 258 de la era cristiana.

1.1.4. Costumbres y tradiciones

La fiesta titular de San Sebastián se inicia unos días antes con encuentros deportivos, sociales, entre ellos la elección de reinas, culturales y religiosos. Juega un papel muy importante en esta fiesta, la cofradía, desarrollando el novenario del santo que culmina el día 18, en esa fecha se reúne el pueblo católico bajo las enramadas de la cofradía, se les sirve tamal, se ameniza con música de marimba y quema de cohetes, en los últimos años, también se incluye un programa artístico cultural. Al santo se le ubica en anda, lo adornan y por la tarde se traslada a la iglesia donde permanece hasta salir a recorrer las calles de la población el día 20 en solemne procesión.

Durante la celebración no falta el tradicional convite con carrozas alegóricas y baile de fieros, participa también el baile de disfraces que se lleva por nombre Domingo Mendoza, cuya presentación se realiza el día 19 de enero. También se presentan otros grupos de baile de disfraces, el día 20 de enero y su tradicional y famoso juego de cañas.

Celebración de la Santísima Virgen de Mercedes, es otra festividad muy importante del municipio de El Tejar. Inicia la celebración el día 5 de septiembre siendo el principal el día 8. La imagen de esta virgen es de una belleza extraordinaria, data del siglo XVIII, y mide aproximadamente 1 pie.

1.1.5. Religión

La religión que predomina es la católica, la iglesia está en buenas condiciones pues fue reconstruida después del terremoto de 1976. Existen dos cofradías, la de San Sebastián, donde también se celebra la Virgen de Candelaria el 2 de febrero, y la de la Virgen de Mercedes, donde también se celebra el día de La Cruz el 3 de mayo.

También la religión evangélica tiene sus seguidores, habiendo en la población varias iglesias, asimismo se profesan otras religiones, como: testigos de Jehová, adventistas y mormones, contando cada secta con sus respectivos templos.

1.1.6. Extensión territorial

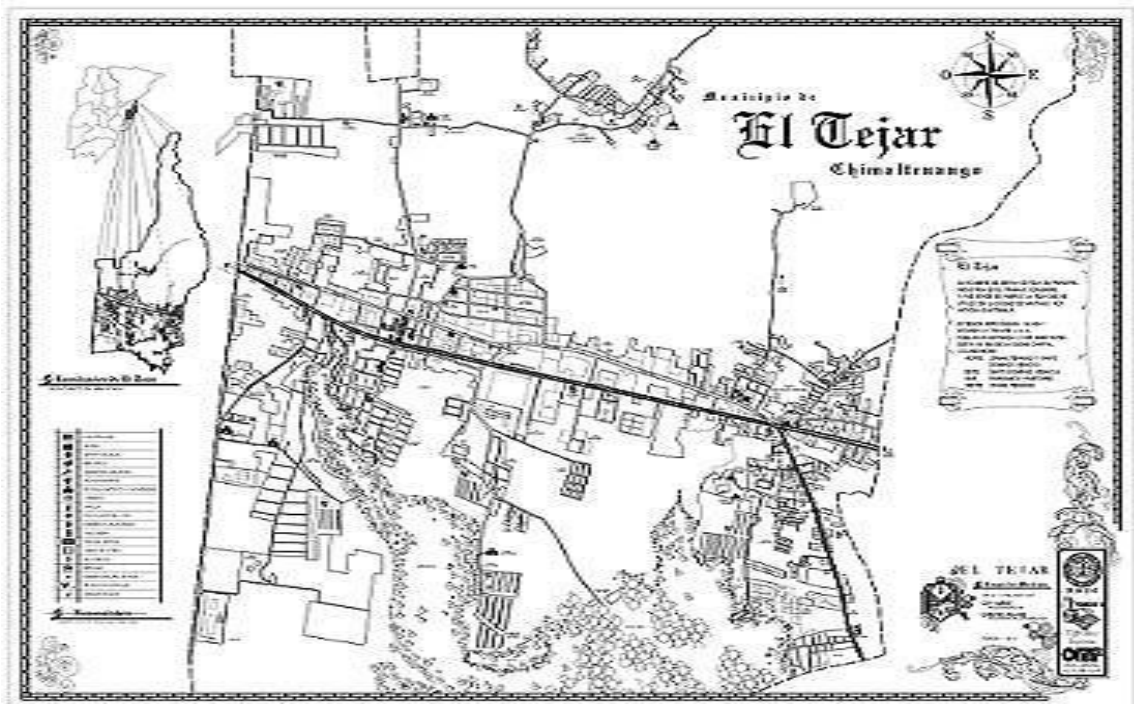
Su extensión aproximadamente es de 144 kilómetros cuadrados, por lo que ocupa el séptimo lugar en tamaño del departamento.

1.1.7. Colindancias, vías de comunicación, altitud, latitud y longitud

Colindancias, el municipio de El Tejar colinda de la siguiente forma:

Norte: Chimaltenango, Santo Domingo Xenacoj y San Juan Sacatepéquez
Este: Santo Domingo Xenacoj y Sumpango Sacatepéquez
Sur: Parramos, pastores y Chimaltenango
Oeste: Chimaltenango

Figura 1. **Ubicación del municipio de El Tejar**



Fuente: INSIVUMEH.

Altitud: El municipio esta situado a 1 775 metros sobre el nivel del mar.

Latitud: 14° 38' 45''

Longitud: 90° 47' 37''

1.1.8. Clima, irrigación de suelos y potencial productivo

Clima: su clima es templado tornándose frío en los meses de noviembre, diciembre y enero y se marcan dos estaciones del año siendo estas; invierno y verano. Aunque al igual que en todo el país, estas son bastante irregulares, en la actualidad la humedad promedio es de 80 por ciento, de acuerdo a la precipitación pluvial.

Irrigación del suelo: su topografía en parte es plana y el resto presenta variaciones, mientras que en la parte sur sus tierras son aptas para cultivos, la parte del centro y norte son arcillosas produciendo un barro colorado y negro que representa el patrimonio del lugar el uso actual de la tierra se da para la siembra de granos básicos y algunos otros tipos de cultivos de importancia nacional como de exportación con productos tradicionales y no tradicionales.

En la capacidad de uso de la tierra los suelos de El Tejar conservan su humedad, evitado así menos la irrigación de los cultivos sembrados, ya que son pocos los terrenos que cuentan con riego.

Potencial productivo: su suelo es apto para toda clase de cultivos, tanto para productos tradicionales como no tradicionales.

Accidentes hidrográficos:

Ríos: Guacalate

Riachuelos: Barranca Chiquita

Barranca San Miguel

Barranca Grande

El Sapotillo

Los Baños

1.2. Servicios de agua potable

El primer sistema para introducción de agua potable se obtuvo mediante el Acuerdo Gubernativo de fecha 30 de mayo de 1901. El 26 de agosto de 1926 fue emitido otro acuerdo gubernativo por el cual se suministro la cañería para el proyecto. La erogación aprobada por la municipalidad, en sesión del 15 de octubre de 1966 y publicada en el diario oficial el 17 de noviembre del mismo año. La modificación de las tasas administrativas por ventas de servicio, fue aprobada en sesión municipal de fecha 18 de junio de 1971 y publicada en el diario oficial el 23 del mismo mes y año. Actualmente se cuenta con siete nacimientos y siete pozos mecánicos y un artesanal, son los que abastecen de agua y se distribuyen a los vecinos del municipio de El Tejar.

1.3. Servicio de alcantarillado sanitario

El reglamento para el servicio de alcantarillado, fue aprobado en el punto No. 4 del acta No. 34 de la sesión del 4 de enero de 1972, publicado en el diario oficial el 29 de febrero de ese mismo año. En el municipio se estima que el 85 por ciento de la población cuenta con este servicio.

1.4. Energía eléctrica

De conformidad con el Acuerdo Gubernativo del 14 de julio de 1975 y publicado en el diario oficial el 1 de septiembre del mismo año, se le autorizó a la municipalidad el cobro del arbitrio por alumbrado público. El Instituto de Electrificación INDE, era quien proveía el servicio de energía al municipio y sus aldeas, actualmente es la empresa DEOCSA, quien suministra este mismo servicio.

Todas las viviendas que se encuentran en el área urbana cuentan con energía eléctrica, y las que se encuentran en el área rural solo un 95 por ciento cuenta con este servicio.

1.5. Vías de comunicación

Posee vías de comunicación transitables en toda época. A El Tejar se llega por la ruta Nacional C-A-1 conocida como carretera Interamericana, que conecta la ciudad capital con el occidente del país. Dista de la cabecera departamental tres kilómetros y de la ciudad capital 51 kilómetros. También tiene vías de comunicación transitables con sus aldeas, colonias y caseríos.

1.6. Infraestructura de salud y personal profesional

Existe un puesto de Salud el cual ha sido remodelado actualmente, el mismo se encuentra a una cuadra del parque central.

Personal comunitario de salud

Actualmente en el área urbana y rural existen doce comadronas y dieciséis promotoras de salud, quienes reciben talleres de capacitación periódicamente en el puesto de salud de este municipio y se mantienen en constante comunicación con este.

Recolección y depósito de basura

Este servicio es prestado por la municipalidad, en todo el municipio.

1.6.1. Población

La composición de la variable poblacional y de otras relacionadas con esta, es de relevante importancia en el desarrollo del diagnóstico socioeconómico, permiten conocer la situación en que viven los pobladores.

A continuación se presenta la distribución de la población:

Tabla I. **Datos según cálculo para el número estimado de la población hasta el año 2010**

POBLACIÓN MUNICIPIO DE EL TEJAR						
AÑO	SEXO		POBLACIÓN TOTAL	ÁREA		POBLACIÓN TOTAL
	HOMBRES	MUJERES		URBANA	RURAL	
2002	7 426	7 759	13 823	12 498	1 325	13 823
2003	6 760	7 063	15 915	14 390	1 526	15 915
2004	8 158	8 523	16 681	15 082	1 599	16 681
2005	8 550	8 933	17 483	15 807	1 676	17 483
2006	8 961	9 363	18 324	16 567	1 756	18 324
2007	9 392	9 813	19 205	17 364	1 841	19 205
2008	9 844	10 285	20 129	18 200	1 929	20 129
2009	10 317	10 780	21 097	19 075	2 022	21 097
2010	10 814	11 298	22 112	19 993	2 120	22 112

Fuente: Municipalidad de El Tejar.

1.7. Educación

Establecimientos educativos del municipio

El municipio de El Tejar cuenta con centros educativos nacionales y privados, los niveles educativos que se prestan a la población son: nivel preprimario, primario, nivel básico, diversificado, por madurez y actualmente se implementó una extensión universitaria.

Biblioteca: se cuenta con una biblioteca municipal cuyo nombre oficial es Biblioteca Nancy Rittmaster de España, por motivo que fue una de las fundadoras de la misma y por medio de ella era financiada con ayuda internacional, además es financiada por la Fundación de Desarrollo Integral para El Tejar, FUNDIT, y por la Municipalidad de este lugar. A la misma asisten niños, jóvenes y adultos ya que se cuenta con diversidad de libros para cada nivel educativo. Asimismo es visitada por personas de lugares cercanos, como Chimaltenango, San Andrés Itzapa, Zaragoza, Patzicia, Sumpango entre otros.

1.8. Recreación y turismo

En la cabecera municipal de El Tejar se cuenta con un estadio municipal de fútbol en muy buen estado, y dos campos alternos, canchas de básquetbol, donde además se practica el deporte de papifutbol, mamifutbol.

1.8.1. Identificación de las necesidades

El Tejar a pesar de ser un municipio muy cercano a la capital aún se encuentra muy lejos del desarrollo y por eso presenta muchas necesidades;

entre las principales necesidades que el municipio de El Tejar demanda para su desarrollo son las siguientes:

- Adoquinamiento de calles
- Ampliación ramal de túnel aguas pluviales
- Construcción de pozo mecánico
- Cambio de tubería sistema de drenaje
- Muros de contención
- Sistema de drenaje para evitar focos de contaminación

1.8.2. Priorización de las necesidades

Para garantizar una calidad de vida a la comunidad tanto en higiene y salud así como la protección del medio ambiente es de carácter prioritario, la planificación del sistema de drenaje sanitario en la población, que brinde los medios para el tratamiento y solución a las aguas residuales. Y al mismo tiempo la planificación de muros de contención que ayude a la protección del nacimiento de agua.

1.8.3. Turismo

En este municipio no se cuenta con ningún centro arqueológico que atraiga al turismo, únicamente durante sus fiestas titulares es visitado por personas de diferentes lugares ya que es de gran reconocimiento los tradicionales bailes de disfraces en esta festividad.

1.8.4. Recursos forestales

Sus áreas boscosas son aproximadamente el 60 por ciento, de tipo coníferas con un 20 por ciento de encino, 10 por ciento de ciprés y 10 por ciento de bosque mixto. Los árboles son recursos que el hombre aprovecha para la construcción de viviendas y elaboración de muebles, asimismo explotan la madera para la venta y consumo en el hogar.

1.8.5. Mercado

Cuenta con un edificio para mercado en el cual se observa una actividad considerable todos los días y aunque no se tiene día específico de plaza, últimamente se ve mayor movimiento y afluencia tanto de vendedores como de compradores el día domingo.

1.8.6. Servicios financieros

En este municipio no se cuenta con ningún establecimiento de servicios financieros, dada la cercanía a la cabecera departamental, donde existe actualmente la mayoría de agencias de la red bancaria,

1.8.7. Organización comunitaria

En la cabecera municipal existen organizaciones comunitarias vinculadas con el trabajo municipal, denominadas hoy en día COCODES o consejos comunitarios de desarrollo, se cuenta con una estación de servicio de bomberos municipales.

1.8.8. Grupos culturales

Existen seis, que promueven las artes: danza, música, plástica y otras, los grupos en referencia son:

Grupo Cultural La Hora Tejareña, grupos de Baile de Disfraces: Juvenil, San Sebastián, Julio Ávila, Esfuerzo Juvenil, Despertar Tejareño, Baile de disfraces las abuelitas y Domingo Mendoza, este último fue fundado en 1953. Todos bailan en público, realizan veladas culturales para las fiestas del municipio y se proyectan en otros lugares no sólo del departamento sino de la República.

1.8.9. Organizaciones religiosas

Hermanidad de Jesús Nazareno, Hermanidad de la Virgen de Dolores, Cofradía de San Sebastián Mártir, Cofradía de la Virgen de Mercedes.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA SAN JUAN BUENOS AIRES, DEL MUNICIPIO DE EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

2.1. Descripción del proyecto

En este trabajo se presentan los estudios indispensables para el diseño del sistema de drenaje sanitario para la colonia San Juan Buenos Aires, iniciando con un censo poblacional para predecir la población futura del sector, estos datos servirán para analizar y diseñar el sistema. En este proyecto se tiene previsto la construcción de 17 pozos de visita, 14 de la red principal y 3 que conectarán a los callejones con el colector principal, los pozos de visita serán fabricados de mampostería con un diámetro de 1,20 metros. Y tapaderas de concreto armado con espesor de 0,12 metros, el refuerzo de las tapaderas será número 4 en ambos sentidos.

Se utilizará tubería PVC de 8 pulgadas de diámetro con una longitud de 512,68 metros. Y tubería PVC de 6 pulgadas de diámetro con una longitud de 149,00 metros. Norma ASTM F949. Para cubrir la longitud de 661,68 metros lineales.

En este proyecto se conectará a 34 viviendas utilizando tubería PVC de 4 pulgadas de diámetro norma ASTM 3034, para las cajas de registro se tiene previsto utilizar candelas hechas con tubos de concreto de 12 pulgadas de diámetro con sus respectivas tapaderas. Con la introducción de este drenaje se estará beneficiando a 238 personas de la localidad.

2.2. Levantamiento topográfico

En este estudio se realizó el levantamiento topográfico de la colonia respetando todos los lineamientos de la municipalidad así como terrenos, calles existentes y previstas para la introducción del colector principal obteniendo los permisos legales de parte de los propietarios de la colonia.

En este levantamiento topográfico todos los datos quedaron claramente establecidos y consignados en la respectiva libreta de campo, estos se deberán respetar al momento de ejecutar el proyecto, conforme avancen los trabajos.

2.2.1. Altimetría

La altimetría es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada punto respecto de un plano de referencia. La medición altimétrica se realizó por medio de un teodolito marca *sokkisha* tm20es con una precisión de 10 segundos.

2.2.2. Planimetría

El método de levantamiento planimétrico que se utilizó en este proyecto fue el de conservación del azimut con vuelta de campana, se eligió este método por ser exacto y por el tipo de aparato. (Los resultados de estas mediciones se encuentran insertas en los planos para su fácil interpretación).

2.3. Diseño del sistema sanitario

El proyecto consiste en diseñar un sistema de alcantarillado sanitario para la colonia San Juan Buenos Aires, cuya función será la de coleccionar y transportar las aguas servidas.

2.3.1. Descripción del sistema a utilizar

Para el diseño del sistema de drenaje sanitario se utilizaron normas de diseño para alcantarillados del INFOM, se realizó el cálculo hidráulico según la fórmula de Manning como un sistema de tuberías parcialmente llenas o canales funcionando por gravedad.

Estos datos se plasmaron en los planos generales de diseño así como su representación gráfica por medio de los planos de planta-perfil para poder interpretar las Cotas Invert de entrada y salida, al mismo tiempo las pendientes de tubería diámetros y longitudes de tubería, la simbología adecuada para su mejor interpretación etc.

2.3.2. Período de diseño

Para que todo proyecto sea funcional al cien por ciento es necesario un período de diseño, después de este período el sistema así como todos sus accesorios empiezan a presentar deficiencias y es necesario rehabilitarlo para aprovechar de nuevo su eficiencia, este queda a criterio del diseñador, pero para que un sistema llene adecuadamente su función es necesario que sea de 20 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el proyecto. En este caso se optó por un período de diseño de 20 años como lo recomiendan las normas

de diseño para alcantarillado del INFOM, considerando no elevar demasiado los costos.

2.3.3. Población de diseño

Para conocer la población futura p_f se levantó un censo poblacional en la colonia San Juan Buenos Aires, con los datos obtenidos se obtuvo una densidad de población de 7 habitantes por vivienda de un total de 34 viviendas, con una población actual de $p_a = 238$ habitantes y con datos proporcionados por la municipalidad y el centro de salud de la localidad se obtuvo una tasa de crecimiento poblacional del 6 por ciento anual para un período de diseño $n = 20$ años, utilizando el método geométrico para el cálculo de población futura se obtuvo:

Población de 2002:	13 823 habitantes
Población de 2010:	22 112 habitantes

$$r = \left(\frac{p_f}{p_o} \right)^{1/n} - 1$$

Donde $n = (2010 - 2002) = 8$

$$r = \left(\frac{22\ 112}{13\ 823} \right)^{1/8} - 1 = 0,060 * 100 = 6\%$$

La razón de crecimiento de la población es del 6%

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

Donde:

Pf = población futura

Pa = población actual

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño

Población futura $238(1+0,06)^{20} = 763$ habitantes

2.3.4. Dotación

La dotación se refiere a la cantidad de agua que la municipalidad le asigna a cada habitante de su población en litros por día por cada habitante, (litros/habitante/día).

Por lo general existen factores que deben de tomarse en cuenta para la determinación de la dotación siendo estas: clima, nivel de vida, servicios comunales o públicos, fábricas, comercios, facilidad de drenajes y administración del sistema. La dotación que se aplicó para el diseño de este proyecto fue de 80 litros/habitante/día, datos proporcionados por la municipalidad de El Tejar.

2.3.5. Factor de retorno

Se entiende por factor de retorno a la cantidad de agua que cada habitante retorna al sistema de drenaje sanitario, el valor estimado oscila entre un rango de 70 por ciento al 90 por ciento de la dotación de agua potable según normas del INFOM. Para el proyecto de drenaje sanitario de la colonia San Juan Buenos Aires se tomó un factor de retorno de 90 por ciento.

2.3.6. Factor de flujo instantáneo

Este factor representa la probabilidad para la utilización al mismo tiempo de múltiples accesorios sanitarios de las viviendas en una comunidad para las horas de máximo consumo. Conocido también como el factor de Harmond (F.H.). Regula un valor máximo de aportaciones por uso doméstico y se calcula para cada tramo del sistema por medio de la siguiente fórmula:

$$F.H. = \frac{(18 + \sqrt{P})}{(4 + \sqrt{P})}$$

Donde:

F.H. = Factor de Harmond

P = Población expresada en miles de habitantes.

El factor de flujo instantáneo varía para cada tramo de acuerdo al número de habitantes acumulados en ese tramo y por lo tanto es diferente el valor de flujo actual al valor del flujo futuro.

2.3.7. Caudal sanitario

También llamado caudal de diseño y es el resultado de la suma de todos los caudales que van a ser colectados y transportados por un tramo en el sistema.

2.3.7.1. Caudal domiciliar

Es el flujo de agua que ha sido utilizado por cada vivienda para el uso personal, limpieza o producción de alimentos para luego ser desechada y conducida al colector principal del sistema de drenaje sanitario, el caudal domiciliar responde a la siguiente fórmula:

$$Q_{dom} = \frac{Pf * Dot * F.R}{86\ 400 \text{ s/día}}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar (l/s)

Pf = población futura

F.R. = factor de retorno

Dot. = Dotación (litros/habitante/día)

$$Q_{dom} = \frac{763 \text{ hab} * 80 \text{ litros/habitante/día} * 0,90}{86\ 400 \text{ s/día}} = 0,64 \text{ l/s}$$

2.3.7.2. Caudal de infiltración

El caudal de infiltración se refiere a la cantidad de agua que se infiltra en la tubería y depende de la permeabilidad y la longitud de la misma, así como la transmisibilidad del suelo, la profundidad del nivel freático y la profundidad a que se dejará la tubería según inciso 2.7 normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM.

Para el caso del sistema sanitario de la colonia San Juan Buenos Aires no se tomó en cuenta este factor por que se utilizará tubería PVC. Norma ASTM F-949 la misma no permitirá a que haya infiltración en toda su trayectoria.

$Q_{inf} = 0$ l/s. Se usará tubería PVC

2.3.7.3. Caudal por conexiones ilícitas

Se considera ilícito al caudal que por efectos de lluvia se introduce al sistema de drenaje o conectado por los usuarios, de las bajadas pluviales al sistema.

Para el cálculo de las conexiones ilícitas se acudió al inciso c) de la sección 2.8 de las normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM. Y dice, que el caudal ilegal por aguas de lluvia que se conecten en patios o bajadas de techos por error; por este concepto se agregara un 10 por ciento del caudal doméstico. Sin embargo, en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto. Debido a que no se cuenta con drenaje pluvial en la colonia San Juan Buenos Aires se utilizó un 40 por ciento del caudal doméstico siendo este:

$Q_{ci} = 0,26$ l/s

2.3.7.4. Caudal comercial o industrial

Es el caudal que viene dado por la cantidad de aguas negras derivado de la actividad industrial y el comercio. Este caudal se expresa en l/s.

$$Q_{ind} = \frac{2 \text{ ladrilleras} * 2\,000 \text{ l/día}}{86\,400 \text{ s/día}} = 0,046 \text{ l/s}$$

2.3.7.5. Factor de caudal medio

Este factor hace que se regule la aportación de caudal en la tubería. Se determina por medio de la sumatoria de los caudales que contribuyen al sistema, dividido por el tiempo total en un día y se expresa en litros/habitantes/segundo.

De acuerdo a las normas vigentes en Guatemala este factor debe ser mayor a 0,002 y menor que 0,005. Considerando siempre que los valores no se alejen demasiado de los límites, ya que se podría caer en un sobrediseño o subdiseño, según el caso.

Factor de caudal medio $0,002 \leq FQM \leq 0,005$. Para el caso de la colonia San Juan Buenos Aires se tomó en cuenta el Q_{dom} , Q_{ind} , Q_{ci} y Q_{inf} .

$$FQM = Q_s / (\text{Número de Habitantes})$$

$$\text{Donde; } Q_s = (Q_d + Q_{inf} + Q_{ind} + Q_{ci})$$

$$FQM = \frac{0,64 + 0,00 + 0,046 + 0,00 + 0,26}{763} = 0,00124 \text{ l/s}$$

2.3.7.6. Caudal de diseño

El caudal de diseño es la cantidad de aguas negras que transportará el drenaje en los distintos tramos del sistema siempre que cumpla con los requerimientos de velocidad y tirante. Está en función del factor de *Harmond* (actual y futuro), el caudal medio y el número de habitantes a servir.

$$Q_{dis} = \text{Num.Hab} * FQM * F.H.$$

$$Q_{dis} = 763 * 0,002 * 3,88 = 5,91 \text{ l/s}$$

2.3.7.7. Selección del tipo de tubería

El diámetro mínimo de la tubería para drenaje sanitario no debe ser menor de 6 pulgadas en tubos de PVC para el colector principal y 4 pulgadas de diámetro en tubos de PVC para conexiones domiciliarias. Según Normas ASTM D-3034 y para la candela de registro domiciliar utilizar un diámetro de 12 pulgadas, de tubo de cemento como lo dicta el inciso 2.10 y 2.10.1 de las normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM.

2.3.7.8. Diseño de secciones y pendiente

Por lo general en sistemas de drenaje y alcantarillados sanitarios se utilizan secciones circulares funcionando como canales a sección parcialmente llena y para este proyecto no es la excepción. Se deberá determinar los valores de velocidad y caudal a sección llena por medio de las ecuaciones establecidas y se procederá a obtener la relación de caudales, el máximo permitido es un 75 por ciento y el mínimo 10 por ciento del diámetro del tubo para que el sistema tanto para los habitantes actuales como para habitantes futuros, pueda trabajar

como canal abierto y que las aguas negras circulen por acción de gravedad y sin ninguna presión.

Para el cálculo de la velocidad y caudal, se emplean las siguientes ecuaciones:

$$\text{Velocidad} = \frac{0,03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad \text{Y} \quad Q = V * A$$

Donde:

Q = caudal a sección llena (m³/s)

A = área de la tubería (m²)

V = velocidad a sección llena (m/s)

n = coeficiente de rugosidad de *Manning* (comercialmente para tubos de PVC= 0,010)

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

2.3.7.9. Diseño de velocidades máximas y mínimas

Los drenajes y alcantarillas tienen que diseñarse para que las velocidades mínimas de las aguas negras sean 0,40 metros por segundo y una máxima de 4,00 metros por segundo para evitar daños tanto en la tubería como en las obras accesorias del sistema provocado por los sólidos en suspensión.

Deben diseñarse de tal manera que cuando las velocidades no cumplan con lo establecido en las normas de diseño o parámetros generalmente aceptados deberá modificarse la pendiente para que esta ayude a que las

velocidades ingresen a los parámetros anteriormente mencionados y obtener el diámetro adecuado.

2.3.8. Cotas *Invert*

La Cota *Invert* es la altura existente entre el nivel de la rasante del terreno y el nivel inferior de la tubería, hay que tomar en cuenta que la Cota *Invert* sea al menos, igual al recubrimiento mínimo de la tubería. Estas se calculan tomando como base la pendiente del terreno y la distancia entre un pozo y otro.

La Cota *Invert* de entrada se calcula en función de la pendiente y la distancia; la diferencia entre las Cotas *Invert* de la tubería que entra a la cota que sale de un pozo de visita, estará entre 0,03 y 0,05 metros, utilizando el primero para el desarrollo del diseño.

2.3.8.1. Pozos de visita

Estos son parte de las obras accesorias de un sistema de drenaje y sirven para conectar a los distintos ramales así como para la inspección y limpieza en todo el sistema. Estos pueden ser construidos de concreto o ladrillo tayuyo con base de sección circular y diámetro de 1,20 metros la altura será según lo requiera el diseño.

Según literal 2.13.1 de Normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM sugiere lo siguiente:

Se diseñaran pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

En cambios de diámetro

En cambios de pendiente

En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24 pulgadas

En las intersecciones de tuberías colectoras

En los extremos superiores ramales iniciales

A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24 pulgadas

A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24 pulgadas

2.3.8.2. Conexiones domiciliarias

Estas cumplen con la función de llevar las aguas negras desde una vivienda o edificio al colector principal.

La conexión se realizará por medio de una caja de inspección y se utilizarán tubos de cemento de 12 pulgadas colocados verticalmente, este se unirá a la tubería de 4 pulgadas proveniente de la edificación a servir y al colector principal del sistema.

La tubería PVC de 4 pulgadas proveniente de la edificación tendrá una pendiente mínima de 2 por ciento, para que las aguas negras bajen sin ningún problema.

2.3.8.3. Relaciones hidráulicas

Las relaciones hidráulicas utilizadas para este proyecto vienen dadas por las tablas de diseño de una sección transversal circular siendo las siguientes:

(q/Q) Relación de caudales.

Donde q es el caudal de diseño entre el caudal a sección llena.

(v/V) Relación de velocidades.

Donde v es la velocidad actual de diseño, V es la velocidad a sección llena.

(d/D) tirante.

Como se mencionó con anterioridad el drenaje funciona como canal abierto; por lo tanto el tirante de flujo a transportar debe tener un máximo de 75 por ciento y un mínimo de 10 por ciento del diámetro del tubo, estos parámetros garantizan su buen funcionamiento en el arrastre de sedimentos para no ocasionar obstrucciones.

2.3.8.4. Ejemplo del diseño de un tramo

Se presenta el cálculo para el diseño del siguiente tramo:

Cota inicial	= 98,70
Cota final	= 98,64
Distancia horizontal	= 58,00m
Número de casas actuales	= 10,00
Número de casas acumuladas	= 10,00
Tasa de crecimiento	= 6,00 %
Período de diseño	= 20 años
Densidad poblacional	= 7 hab/viv
Población actual	= 70 hab
Población acumulada	= 244 hab

Pendiente del terreno

$$S = \frac{\text{cota inicial} - \text{cota final}}{\text{Longitud tramo}} * 100$$

$$S = \frac{98,70 - 98,6}{58,00} * 100 = 0,10$$

Factor de caudal medio $0,002 \leq \text{FQM} \leq 0,005$. Para el caso de la colonia San Juan Buenos Aires se tomó en cuenta el Q_{dom} , Q_{ind} , Q_{ci} y Q_{inf} .

$$\text{FQM} = Q_s / (\text{Número de Habitantes})$$

Donde; $Q_s = (Q_d + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{ci}})$

$$\text{FQM} = \frac{0,64 + 0,00 + 0,046 + 0,26}{763} = 0,00124 \text{ l/s}$$

Para este proyecto se tomó $\text{FQM} = 0,002$ debido a que $0,00124 < 0,002$ se procede a calcular el factor de Harmond.

Caso 1 (Población actual)

$$\text{F.H.} = \frac{18 + \sqrt{70/1\ 000}}{4 + \sqrt{70/1\ 000}} = 4,28$$

Para el cálculo del caudal de diseño tenemos

$$Q_{dis} = 70 * 0,002 * 4,28 = 0,60 \text{ l/s}$$

Caso 2 (Población futura)

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{224/1000}}{4 + \sqrt{224/1000}} = 4,13$$

Para el cálculo del caudal de diseño tenemos

$$Q_{dis} = 224 * 0,002 * 4,13 = 1,85 \text{ l/s}$$

Se propone tubería PVC norma ASTM F-949 de 8 pulgadas de diámetro, debido a que es una tubería que presenta una mejor resistencia, economía y mayor durabilidad, con un factor de rugosidad $n = 0,10$ y una pendiente propuesta de 0,7 por ciento, debido a que la pendiente del terreno de 0,10 por ciento no será funcional para el sistema.

Diseño hidráulico:

Aplicando la fórmula de Manning para calcular la velocidad y el caudal a sección llena.

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

$$V = \frac{0,03429 * (8'')^{2/3} * (0,07)^{1/2}}{0,010} = 1,15 \text{ m/s}$$

Caudal

$$Q = V * A$$

$$Q = \left(1,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) * \left[\frac{\pi}{4}\right] (8'' * 0,0254 \text{ m})^2 * \frac{1 \text{ 000 l}}{1 \text{ m}^3} = 37,29 \text{ l/s}$$

Relaciones hidráulicas

Caso 1 (población actual)

$$\frac{q}{Q} = \frac{0,60}{37,29} = 0,016$$

Relación d/D Y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca en la tabla de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, obteniendo los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,0900 \quad (\text{no cumple con la condición de } 0,10 < D/d < 0,75)$$

$$\frac{v}{V} = 0,375, \text{ despejando } V$$

$$v = 0,375 * V(\text{sec. llena}) = 0,375 * 1,15 = 0,43 \text{ m/s (cumple } 0,40 \text{ m/s} < 4,00 \text{ m/s)}$$

Caso 2 (población futura)

$$\frac{q}{Q} = \frac{1,85}{37,29} = 0,050$$

Relación d/D Y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca en la tabla de relaciones hidráulicas, d/D y v/V , obteniendo los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,1525 \text{ (cumple con la condición de } 0,10 < d/D < 0,75)$$

$$\frac{v}{V} = 0,522, \text{ despejando } V$$

$$v = 0,522 * V(\text{sec. llena}) = 0,522 * 1,15 = 0,60 \text{ m/s (cumple } 0,40 \text{ m/s} < v/V < 4,00 \text{ m/s)}$$

Cálculo de la Cota Invert

Para este tramo el cálculo es el siguiente:

Se propone una altura del primer pozo de 1,20 m. A un desfase entre pozos de 0,03 m

$$\text{CIS} = \text{Ct} - \text{Hpozo}$$

$$\text{CISPV1} = 98,70 - 1,20 = 97,5$$

$$\text{CIE PV2} = \text{CIS} - (\text{Stubo}/100) * \text{DH}$$

$$\text{CIEPV2} = 97,5 - (0,7/100) * 58 = 97,094$$

$$\text{CISPV2} = \text{CIEPV2} - 0,03$$

$$\text{CISPV2} = 97,094 - 0,03 = 97,064$$

Altura del pozo

$$\text{HPozo2} = \text{Ct} - \text{CISPV2}$$

$$\text{HPozo2} = 98,64 - 97,06 = 1,58 \text{ m}$$

Donde:

Ct = cota de terreno

Hpozo = altura de pozo

CISPV1 = Cota Invert de salida del pozo de visita 1

CIEPV2 = Cota Invert de entrada al pozo de visita 2

CISPV2 = Cota Invert de salida del pozo de visita 2

STubo = pendiente de la tubería

DH = distancia horizontal

Volumen de excavación

$$V = \frac{(H_{pv1} + H_{pv2})}{2} * DH * \text{Ancho de Zanja}$$

$$V = \frac{(1,20 \text{ m} + 1,58 \text{ m})}{2} * 58,00 \text{ m} * 0,65 \text{ m} = 52,40 \text{ m}^3$$

Tabla II. Memoria de cálculo de drenaje sanitario San Juan Buenos Aires, El Tejar, Chimaltenango

De	A	cotas de terreno		d.h.	s%	no. casas		hab a servir		f.h		fqm	qdis (l/s)		diámetro
		inicio	final			local	acumulada	actual	Futuro	actual	futuro		l/hab	actual	
1	2	98,70	98,64	58,00	0,10	10	10	70	224	4,28	4,13	0,002	0,60	1,85	8
2	3	98,64	98,66	59,00	-0,03	3	13	91	292	4,25	4,08	0,002	0,77	2,38	8
4	3	99,90	98,66	33,94	3,65	2	15	105	337	4,24	4,05	0,002	0,89	2,73	8
3	5	98,66	98,29	18,40	1,27	0	15	105	337	4,24	4,05	0,002	0,89	2,73	8
6	5	98,64	98,29	61,00	0,57	2	17	119	382	4,22	4,03	0,002	1,00	3,08	6
5	7	98,29	98,16	32,59	0,40	3	20	140	449	4,20	4,00	0,002	1,18	3,59	8
8	7	98,14	98,16	52,00	0,038	3	23	161	516	4,18	3,97	0,002	1,35	4,01	6
7	L	98,16	98,25	29,00	-0,31	3	26	182	584	4,16	3,94	0,002	1,51	4,60	8
9	L	98,60	98,25	36,00	0,97	4	30	210	673	4,14	3,90	0,002	1,74	5,25	6
L	10	98,25	98,15	6,00	1,67	0	30	210	673	4,14	3,90	0,002	1,74	5,25	8
10	11	98,15	99,52	57,39	-2,39	4	34	238	763	4,12	3,87	0,002	1,96	5,91	8
11	12	99,52	97,32	35,50	6,20	0	34	238	763	4,12	3,87	0,002	1,96	5,91	8
12	13	97,32	96,51	26,70	3,03	0	34	238	763	4,12	3,87	0,002	1,96	5,91	8
13	14	96,51	96,26	19,40	1,29	0	34	238	763	4,12	3,87	0,002	1,96	5,91	8
14	15	96,26	95,25	44,00	2,29	0	34	238	763	4,12	3,87	0,002	1,96	5,91	8
15	16	95,25	94,91	44,00	0,77	0	34	238	763	4,12	3,87	0,002	1,96	5,91	8
16	fosa	94,91	92,91	48,71	4,00	0	34	238	763	4,12	3,87	0,002	1,96	5,91	8

DE	A	S%	Sección llena		Rel q/Q		Rel v/V		V(m/s) 0.40sVs4.00		Rel d/D0.1sd/D<0.75		Cota invert		Prof.pozo		Vol. Exc. M ³
			tub	V m	Q(l/s)	actual	futuro	actual	futuro	actu al	futuro	actual	futuro	inicial	final	inicial	
1	2	0.7	1	37,2	0,01	0,05	0,37	0,52	0,4	0,60	0,09	0,15	97,5	97,0	1,2	1,55	52,40
2	3	0.7	1	37,2	0,02	0,06	0,40	0,56	0,4	0,65	0,10	0,17	97,0	96,6	1,58	2,01	68,84
4	3	2.2	2	66,0	0,01	0,04	0,35	0,49	0,7	0,99	0,08	0,14	98,5	97,7	1,4	0,91	37,61
3	5	1	1	44,5	0,02	0,06	0,40	0,56	0,5	0,77	0,10	0,17	96,6	96,4	2,01	1,82	23,08
6	5	1	1	20,6	0,04	0,14	0,51	0,73	0,5	0,82	0,15	0,27	97,4	96,8	1,2	1,46	52,73
5	7	1	1	44,5	0,02	0,08	0,43	0,60	0,5	0,83	0,11	0,19	96,4	96,1	1,85	2,05	41,63
8	7	1	1	20,6	0,06	0,19	0,56	0,77	0,6	0,88	0,17	0,30	96,9	96,4	1,2	1,74	49,69
7	L	1	1	44,5	0,03	0,10	0,46	0,65	0,6	0,89	0,12	0,22	96,0	95,7	2,08	2,46	43,07
9	L	1	1	20,6	0,08	0,25	0,61	0,84	0,6	0,95	0,20	0,35	97,4	97,0	1,2	1,21	28,20
L	10	1.5	1	54,5	0,03	0,09	0,45	0,63	0,7	1,06	0,12	0,21	95,7	95,6	2,49	2,48	9,75
10	11	1	1	44,5	0,04	0,13	0,50	0,70	0,6	0,96	0,14	0,25	95,6	95,0	2,51	4,45	150,43
11	12	2	1	63,0	0,03	0,09	0,45	0,63	0,8	1,23	0,12	0,21	95,0	94,3	4,48	2,99	86,53
12	13	2	1	63,0	0,03	0,09	0,45	0,63	0,8	1,23	0,12	0,21	94,3	93,7	3,02	2,74	57,97
13	14	2	1	63,0	0,03	0,09	0,50	0,70	0,9	1,36	0,14	0,25	93,7	93,3	2,77	2,91	41,54
14	15	1	1	44,5	0,04	0,13	0,50	0,70	0,6	0,96	0,14	0,25	93,3	92,8	2,94	2,37	88,11
15	16	1	1	44,5	0,04	0,13	0,50	0,70	0,6	0,96	0,14	0,25	92,8	92,4	2,4	2,5	70,50
16	fo	1	1	44,5	0,04	0,13	0,50	0,70	0,6	0,96	0,14	0,25	92,3	91,8	2,53	1,02	56,20
958,28																	

Fuente: elaboración propia.

2.3.8.5. Diseño de fosa séptica

Para poder diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales, para este caso, el diseño de una fosa séptica que debe contar con los siguientes parámetros.

El período de retención debe de ser como mínimo de 24 horas.

La relación de largo y ancho de la fosa séptica L/A: de 2/1 hasta 4/1.

Los lodos que acumula cada habitante y por período de limpieza es de 30 a 60 l/hab/año.

La capacidad máxima para que la fosa séptica funcione correctamente al 100 por ciento es recomendable para 60 viviendas.

Cálculo del volumen de la fosa séptica

En este caso se asume una altura (H), esta se conoce como altura útil debido a que el fondo de la fosa al nivel del agua sea una relación de L/A dentro de los límites aceptados obteniendo el volumen siguiente:

$$V = W * L * H$$

Donde:

H = altura útil de la fosa séptica

L = largo útil de la fosa séptica

W = ancho útil de la fosa séptica

Para el diseño de la fosa séptica de la aldea San Juan Buenos Aires tenemos los siguientes datos:

Dotación:	80l/hab/día
No. De Hab:	238 Personas
Relación largo/ancho:	2/1
Período de retención:	24 horas
Lodos:	35 l/hab/año
Periodo de limpieza:	5 años
Factor de retorno (F.R.):	0,90

$$\text{Caudal } Q = \text{Dot} * \text{No. Hab.} * \text{F.R.}$$

Donde:

Q =caudal (m³/día)

Dot = dotación (l/hab/día)

No. de Hab. = número de habitantes

F.R. = factor de retorno

$$Q = 80 \text{ l/hab/día} * 238 \text{ hab.} * 0,90 = 17\ 136 \text{ l/día} = 17,14 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen de líquidos

$$V = Q * T$$

Donde:

V = volumen (m³/s)

Q = caudal (m³ /día)

T = período de retención (horas)

$$V = 17,14 \text{ m}^3/\text{día} * 1 \text{ día} \text{ (24horas)}$$

$$V = 17,14 \text{ m}^3$$

Volumen de lodos

$$V = \text{No. Hab.} * \text{dotación anual de lodos} * T \text{ limpieza}$$

Donde:

No. Hab. = número de habitantes

T limpieza = periodo de limpieza (5 años)

En este diseño se tiene previsto una dotación anual de lodos de 35 l/hab/año

$$V = 238 \text{ Hab} * 35 \text{ l/hab/año} * 5 \text{ años} = 41\ 650 \text{ l} = 41,65 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Total} = 17,14 \text{ m}^3 + 41,65 \text{ m}^3 = 58,79 \text{ m}^3$$

Ahora se procede a calcular las dimensiones de la fosa séptica.

$$V = A * L * H$$

$$L/A = 2 \text{ entonces } L = 2A$$

Si asumimos $H = 2,00 \text{ m}$

$$V = 2 * A^2 * H$$

$$\text{Despejando } A \text{ tenemos } A^2 = V/2$$

$$\text{Entonces } A = \sqrt{(58,79 \text{ m}^3) / (2 * 2,00 \text{ m})} = 3,83 \text{ m} \approx 4,00 \text{ m}$$

$$\text{Como } L = 2 * A \quad L = 2(4,00 \text{ m}) = 8,00 \text{ m}$$

Chequeos de los muros y losa de la fosa séptica

$$\Gamma_{\text{suelo}} = 1,07 \text{ t/m}^3$$

$$\Gamma_{\text{concreto}} = 2,4 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Presión activa del agua} = 1,38 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Presión activa del suelo} = 0,55 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Presión máxima admisible en el suelo} = 5,36 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Resistencia del concreto } f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Resistencia del acero } f'y = 2\ 810 \text{ kg/cm}^2$$

Muro exterior

Chequeo contra volteo según la siguiente fórmula:

$$(\text{F.C.V.}) = \frac{M_r + M_c}{M_{act}}$$

Donde:

F.C.V. = Factor contra volteo > 1,5

M_r = Momento resistente

M_c = Momento que ejerce la carga

M_{act} = Momento actuante

Cálculo de M_c :

Por medio de las áreas tributarias la carga que soporta el muro es de

$$P = 8,67 \text{ t}$$

$$M_c = 8,67 \text{ t} * 2,10 \text{ m} = 18,21 \text{ t-m}$$

Cálculo de Mr:

$$\begin{aligned} 2,4 \text{ t/m}^3 * 0,20 \text{ m} * 8,40 \text{ m} * 2,20 \text{ m} &= 8,87 \text{ t} \\ 8,87 \text{ t} * 2,10 \text{ m} &= 18,63 \text{ t-m} \\ 2,4 \text{ t/m}^3 * 0,20 \text{ m} * 8,40 \text{ m} * 2,00 \text{ m} &= 8,06 \text{ t} \\ 8,06 \text{ t} * 1 &= 8,06 \text{ t-m} \\ 18,63 \text{ t-m} + 8,06 \text{ t-m} &= 26,69 \text{ t-m} \end{aligned}$$

Cálculo del Mact:

$$1,6 \text{ t/m}^3 * 1 \text{ m} * 2 \text{ m} * 8,4 \text{ m} = 26,88 \text{ t-m} * 2/3 \text{ m} = 17,92 \text{ t-m}$$

$$F.C.V. = \frac{26,69 \text{ t-m}}{17,92 \text{ t-m}} = 2,51 > 1,5 \text{ chequea}$$

Chequeo de acero en el muro exterior

$$0,55 \text{ t/m}^2 (2) = 1,1 \text{ t/m}^2: H_i = \frac{1}{2} * (1,1) (2) = 1,1 \text{ t}$$

$$M = 1,1 \text{ t} * 2 \text{ m}/3 = 0,7333 \text{ t-m}$$

$$A_{smin} = \frac{M}{f_s * j * d} = A_{smin} = \frac{0,7333}{0,0138 * 0,9 * 10} = 5,90 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Área de acero en diseño:

$$\begin{aligned} \pi(1/2")^2/4 &= 0,1963 \text{ plg}^2 = (2,54\text{cm})^2 / 1\text{plg}^2 = 1,266 \text{ cm}^2 * 5 = 6,33 \text{ cm}^2/\text{m} \\ 6,33 \text{ cm}^2/\text{m} &> 5,90 \text{ cm}^2/\text{m}. \text{ Por tanto el área de acero propuesta es adecuada.} \end{aligned}$$

Muro intermedio

Cálculo de Mc:

De las cargas tributarias se tiene una carga P

$$P = 17,34 \text{ t}$$

$$Mc = 17,34 \text{ t} * 2,10 \text{ m} = 36,41 \text{ t-m}$$

Cálculo de Mr:

$$2,4 \text{ t/m}^3 * 0,20 \text{ m} * 8,40 \text{ m} * 2,20 \text{ m} = 8,87 \text{ t}$$

$$8,87 \text{ t} * 2,10 \text{ m} = 18,63 \text{ t-m}$$

$$2,4 \text{ t/m}^3 * 0,20 \text{ m} * 8,40 \text{ m} * 2,00 \text{ m} = 8,06 \text{ t}$$

$$8,06 \text{ t} * 1 = 8,06 \text{ t-m}$$

$$18,63 \text{ t-m} + 8,06 \text{ t-m} = 26,69 \text{ t-m}$$

cálculo del Mact:

$$1,6 \text{ t/m}^3 * 1 \text{ m} * 2 \text{ m} * 8,4 \text{ m} = 26,88 \text{ t-m} * 2/3 \text{ m} = 17,92 \text{ t-m}$$

$$2,4 \text{ t/m}^3 * 0,20 \text{ m} * 2 \text{ m} * 8,40 \text{ m} = 8,06 \text{ t} * 1 \text{ m} = 8,06 \text{ t-m}$$

$$17,92 \text{ t-m} + 8,06 \text{ t-m} = 25,98 \text{ t-m}$$

$$F.C.V = \frac{26,69 \text{ t-m} + 36,41 \text{ t-m}}{25,98 \text{ t-m}} = 2,43 > 1,5 \text{ chequea}$$

$$1,6 \text{ t/m}^2; HI = \frac{1}{2} (1,6)(2) = 1,6 \text{ t}$$

$$M = 1,6 \text{ t}(2 \text{ m}/3) = 1,0666 \text{ t-m}$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{M}{F_s * j * d} = \frac{1,0666}{0,0138 * 0,9 * 10} = 8,59 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Acero en diseño:

$$\pi(5/8")^2 / 4 = 0,3068 \text{ plg}^2 * (2,54 \text{ cm})^2 / 1 \text{ plg}^2 = 1,98 \text{ cm}^2 * 5 = 9,90 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$9,90 \text{ cm}^2 / \text{m} > 8,59 \text{ cm}^2/\text{m}$. Por tanto el área de acero propuesta es adecuada.

Chequeo de losa:

El diseño indica No. 4 @ 0,20 en ambos sentidos.

Calculando A_s que conlleva el diseño en un metro lineal:

$$\begin{array}{l} A_s \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ 1,27 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 15 \text{ cm} \quad A = 8,47 \text{ cm}^2 \end{array}$$

Cálculo del momento resistente $A_{s\text{mín}} = 3,55 \text{ cm}^2$

$$M_{u_{A_s}} = \phi * \left[A_{s\text{mín}} * f_y * \left(d - \frac{A_{s\text{mín}} * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{u_{A_s}} = 0,9 * \left[8,45 * 2810 * \left(7 - \frac{8,45 * 2810}{1,7 * 210 * 1} \right) \right]$$

$$M_{u_{A_s}} = 135,38 \text{ t-m}$$

Integración de cargas

Carga muerta (cm)

Se considera el peso propio y las sobrecargas

$CM = \Gamma_{\text{concreto}} * t + \text{sobre carga}$

$$CM = 2,4 \text{ t/m}^3 * 0,10 \text{ m} + 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,34 \text{ t/m}^2$$

Carga muerta última (CM_u) = $1,4 * CM$

$$CMu = 1,4 * 0,34 \text{ t/m}^2 = 0,48 \text{ t/m}^2$$

Carga Viva (CV)

La losa será accesible, y para ello se asumirá una carga viva (CV) de 0,1 t/m²

$$\text{Carga viva última (CVu)} = 1,7 * CV$$

$$CVu = 1,7 * 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,17 \text{ t/m}^2$$

Carga última (CU) esta carga esta en función de la carga muerta y viva para el diseño.

$$CU = 1,4 CM + 1,7 CV$$

$$CU = 0,48 \text{ t/m}^2 + 0,17 \text{ t/m}^2 = 0,65 \text{ t/m}^2$$

Comparación de momentos

Según el ACI proporciona las fórmulas para determinar los momentos positivos y negativos en una losa y depende del tipo de caso.

En este caso utilizaremos la fórmula MB(+) para poder comparar con el momento que resiste el acero en la losa de la fosa séptica.

Momento positivo MB(+)

$$MB(+) = CBcm * CMu * B^2 + CBcv * CVu * B^2$$

Donde:

MB = Momento actuante (negativa, positiva en ambas longitudes)

CBcm = Coeficiente de carga muerta (+), según relación a/b y empotramiento

CBcv = Coeficiente de carga viva (+), según relación a/b y empotramiento

M = 1, Caso 7

$$MB(+) = 0,033 * (0,48 \text{ t/m}^2) * (7,33 \text{ m})^2 + 0,035 * (0,17 \text{ t/m}^2) * (7,33 \text{ m})^2 = 1,17 \text{ t-m}$$

Por tanto $M_{UAs} > MB(+) = 135,38 \text{ t-m} > 1,17 \text{ t-m}$

Se concluye que el área de acero en la losa resiste el momento producido por la carga.

2.3.8.6. Dimensionamiento de los pozos de absorción

Pueden ser zanjas de absorción. Consiste en excavaciones de más o menos un diámetro y profundidad variable. Pero los más comunes son de 1,5 a 2,5 metros de profundidad, el agua debe ser de alrededor de 1 metro de profundidad. Mientras que su velocidad no debe ser menor de 25 centímetros por segundo. Para evitar que los lodos se sedimenten. En estos el agua se infiltra por paredes y piso que deberán ser tomados permeables, se recomienda llenar de grava a la altura aproximada de 1m. Para lograr una buena distribución de agua al fondo.

Los pozos de absorción permiten el tratamiento final y la distribución de las aguas negras. Un sistema convencional consiste en tuberías perforadas rodeadas de materiales, tales como grava y pedazos de llanta cubiertos de tela geotextil y suelo arcilloso. Para tratar las aguas negras, este sistema depende mucho del suelo donde los microorganismos ayudan a eliminar la materia orgánica, los sólidos y los nutrientes que permanecen en el agua.

Mientras que el efluente fluye continuamente hacia el suelo, los microbios que digieren los componentes de las aguas negras forman una capa biológica. La capa reduce el movimiento del agua por el suelo y ayuda a evitar que el área debajo de la capa se sature.

El agua debe correr por el suelo que no esté saturado para que los microbios que se encuentran allí y en la capa puedan ingerir los desperdicios y los nutrientes del efluente. Si se usa apropiadamente, la zanja de absorción y el tanque séptico trabajarán bien. El sistema reduce dos proporciones comúnmente utilizadas para medir la contaminación: la demanda bioquímica de oxígeno, la cual se reduce en más del 65 por ciento; y el total de sólidos en suspensión, el cual se reduce en más del 70 por ciento. Los aceites y las grasas normalmente se reducen entre un 70 y un 80 por ciento. El uso de un pozo séptico para el pre tratamiento de aguas residuales también hace que otros sistemas de tratamiento secundario sean más eficaces.

Para que una fosa séptica funcione exitosamente, debe tener el tamaño y la construcción apropiada y tener un diseño hermético con una estructura estable.

El tamaño de la fosa séptica que se necesita dependerá del número de recámaras de la casa, el número de personas que viven en la casa, el número de pies cuadrados de la casa y si se usan o no aparatos del baño o de la cocina que ahorren agua.

2.3.8.7. Presupuesto del proyecto

La creación de un presupuesto para el proyecto, permite al jefe del proyecto especificar la capacidad máxima de gasto de dinero, ejecución de trabajo o uso de materiales de un proyecto.

Presupuesto del drenaje sanitario colonia San Juan Buenos Aires El Tejar Chimaltenango.

Tabla III. Presupuesto del proyecto

1	TRABAJOS PRELIMINARES	661,68	ML		
	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio Unitario	Total
	MATERIALES				
	Cal	10	sacos	Q 26,00	Q 260,00
	Hilo plástico	10	rollos	Q 32,00	Q 320,00
	Madera de 2"*3" p/ estacas	340	pie-tabla	Q 8,00	Q 2 720,00
	Clavo de 3"	7	lb	Q 10,00	Q 70,00
			Total de materiales		Q 3 370,00
	MANO DE OBRA				
	Replanteo, limpieza y chapeo	661,68	ml	Q 35,00	Q 23 158,80
	Trazo y estaqueado	661,68	ml	Q 20,00	Q 13 233,60
	Demolición de llaves y bordillos	20	ml	Q 45,00	Q 900,00
	Desmontado de adoquín existente	150	m2	Q 35,00	Q 5 250,00
	Subtotal de mano de obra				Q 42 542,40
	Factor de ayudante 38%				Q 16 166,12
	Factor de prestaciones 65%				Q 27 652,56
			Total de mano de obra		Q 86 361,08
	Total materiales y mano de obra				Q 89 731,08

2	COLECTOR PRINCIPAL				
	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
	MATERIALES				
	Tuvo de pvc de $\Phi=8"$ norma ASTM	86	unidad	Q 526,87	Q 45 310,82
	Tuvo de pvc de $\Phi=6"$ norma ASTM	26	unidad	Q 341,97	Q 8 891,22
	Cemento Solvente ¼ de galón	12	¼ gal	Q 90,00	Q 1 080,00
	Selecto	105	m3	Q 115,00	Q 12 075,00
	Thiner	6	gal	Q 50,00	Q 300,00
	Brochas de 3"	10	unidad	Q 10,00	Q 100,00
	Wipe	65	lb	Q 10,00	Q 650,00
			Total de materiales		Q 68 407,04
	MANO DE OBRA				
	Excavación de línea central	958,28	m3	Q 30,00	Q 28 748,40
	Colocación de tubo de PVC $\Phi=8"$	512,68	ml	Q 80,00	Q 41 014,40
	Colocación de tubo de PVC $\Phi=6"$	149	ml	Q 80,00	Q 11 920,00
	Relleno + compactación	1 256,52	m3	Q 30,00	Q 37 695,60
	Subtotal de mano de obra				Q 119 378,40
	Factor de ayudante 38%				Q 45 363,79
	Factor de prestaciones 65%				Q 77 595,96
			Total de mano de obra		Q 242 338,15
	Total de Materiales y mano de obra				Q 310 745,19

Continuación de la tabla III.

3	POZOS DE VISITA	17	Unidad		
	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
	MATERIALES				
	Ladrillo Tayuyo de barro cocido	28 740	unidad	Q 0,75	Q 21 555,00
	Cemento	183	sacos	Q 61,00	Q 11 163,00
	Arena de rio	14	m3	Q 115,00	Q 1 610,00
	Cal hidratada	18	bolsas	Q 25,00	Q 450,00
	Arena blanca	12	m3	Q 100,00	Q 1 200,00
	Piedrín de ¾"	8	m3	Q 210,00	Q 1 680,00
	Hierro No. 4 grado 40	10	qq	Q 285,00	Q 2 850,00
	Hierro No. 2 grado 40	2	qq	Q 285,00	Q 570,00
	Hierro No. 3 grado 40	½	qq	Q 294,00	Q 147,00
	Alambre de amarre	22	lb	Q 7,00	Q 154,00
	Madera para formaleta	3 206	pie-tabla	Q 8,00	Q 25 648,00
	Clavo de 2"	70	lb	Q 10,00	Q 700,00
	Pintura Anticorrosiva	4	galón	Q 100,00	Q 400,00
			Total de materiales		Q 68 127,00
	MANO DE OBRA				
	Excavación de pozos	190,20	m3	Q 30,00	Q 5 706,00
	Hechura de muros	193	m2	Q 50,00	Q 9 650,00
	Repello y cernido	193	m2	Q 25,00	Q 4 825,00
	Tapadera y brocal	17	unidad	Q 100,00	Q 1 700,00
	Fondo y concreto de relleno	17	unidad	Q 60,00	Q 1 020,00
	Escalón + pintura	170	ml	Q 7,00	Q 1 190,00
	Relleno	45,26	m3	Q 20,00	Q 905,20
	Subtotal de mano de obra				Q 24 996,20
	Factor de ayudante 38%				Q 9 498,56
	Factor de prestaciones 65%				Q 16 247,53
			Total de mano de obra		Q 50 742,29
	Total de materiales y mano de obra				Q118 869,29

4	CONEXIÓN DOMICILIAR				
	Descripción	Cantida	Unidad	Precio Unitario	Total
	MATERIALES				
	Tubo de cemento de 12"	34	unidad	Q 90,00	Q 3 060,00
	Tapaderas	34	unidad	Q 60,00	Q 2 040,00
	Tubo PVC de 4" Norma ASTM 3034	34	unidad	Q 70,00	Q 2 380,00
	Silleta PVC de 6"*4"	9	unidad	Q 159,13	Q 1 432,17
	Silleta PVC de 8"*4"	25	unidad	Q 205,73	Q 5 143,25
	Codo de 4"x 45°	34	unidad	Q 200,87	Q 6 829,58
	Codo de 8 x 45°	30	unidad	Q 656,00	Q 19 680,00
	Yee de 8" x 6"	15	unidad	Q 450,98	Q 6 764,70

Continuación de la tabla III.

	Cemento	10	sacos	Q 61,00	Q 610,00
	Arena de río	2	m3	Q115,00	Q 230,00
	Piedrín de ¾"	2	m3	Q210,00	Q 420,00
	Cemento solvente 1/4 " de galón	4	unidad	Q 90,00	Q 360,00
			Total de materiales		Q148 949,70
	MANO DE OBRA				
	Excavación de acometidas	190.49	m3	Q 35,00	Q 6 667,15
	Colocación de tubo de cemento	34	tubos	Q 25,00	Q 850,00
	Colocación de tubo de PVC de 4"	34	tubos	Q 20,00	Q 680,00
	Fundición(fondo tapadera)	34	unidad	Q 20,00	Q 680,00
	Colocación de accesorios	113	unidad	Q 10,00	Q 1 130,00
	Relleno y Compactación	0,70	m3	Q 30,00	Q 21,00
	Formaleteado y desencofrado	34	unidad	Q 35,00	Q 1 190,00
	Subtotal de mano de obra				Q 11 218,15
	Factor de ayudante38%				Q 4 262,90
	Factor de prestaciones65%				Q 291,80
			Total de mano de obra		Q122 772,85
	Total de Materiales y mano de obra				Q 71 722,55

5	FOSA SÉPTICA	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
	Descripción				
	MATERIALES				
	Cemento	1 805	saco	Q 61,00	Q110 105,00
	Arena de río	92	m3	Q 11,00	Q 11 500,00
	Piedrín	107	m3	Q 210,00	Q 22 470,00
	Acero No.4	22	qq	Q 285,00	Q 6 270,00
	Acero No.5	10	qq	Q 272,00	Q 2 720,00
	Acero No. 2	2	qq	Q 294,00	Q 594,00
	Alambre de amarre	400	lb	Q 7,00	Q 2 800,00
	Clavo de 3"	80	lb	Q 4,00	Q 320,00
	Tabla de 1" * 12" * 10'	32	docena	Q 960,00	Q 30 720,00
	Parales de 3" * 3" * 10'	19	docena	Q 675,00	Q 12 825,00
	Regla de 2" * 3" * 10'	8	docena	Q 480,00	Q 3 840,00
	Tubería PVC de 6" *	5	unidad	Q 415,00	Q 2 490,00
	Codo de PVC de 6" 90°	3	unidad	Q 162,00	Q 486,00
	Codo pvc de 6" 45°	12	unidad	Q 200,00	Q 2 400,00
	Tee PVC de 6"	4	unidad	Q 200,00	Q 800,00
			Total de materiales		Q 209 925,00

Continuación de la tabla III.

	Mano de obra				
	Armado de acero No.5	288	ml	Q 1,50	Q 432,00
	Armado de acero No.4	990	ml	Q 1,25	Q 1 237,50
	Armado de acero No. 2	360	ml	Q 0,75	Q 270,00
	Fundición	140	m3	Q 150,00	Q 21 000,00
	Alisado	160	m2	Q 10,00	Q 1 600,00
	Subtotal de mano de obra				Q 24 539,50
	Factor de ayudante 38%				Q 9 325,01
	Factor de prestaciones 65%				Q 15 950,68
				Total de mano de obra	Q 49 815,19
				Total de materiales y mano de obra	Q 259 740,19

6	5 % IMPREVISTOS	1	global		Q 24 938,94
----------	------------------------	---	--------	--	--------------------

Resumen Drenaje Sanitario Colonia San Juan Buenos Aires					
No	REGLÓN	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
1	Trabajos Preliminares	661,68	ml	Q 135,61	Q 89 731,08
2	Colector Principal	661,68	ml	Q 469,63	Q 310 745,19
3	Pozos de Visita	17	unidad	Q 7 053,37	Q 118 869,29
4	Conexión Domiciliar	34	unidad	Q 2 243,54	Q 71 722,55
5	Fosa séptica	1	global	Q 336 066,52	Q 259 740,19
6	5% imprevistos	1	global	Q 24 153,60	Q 24 938,94

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	Q 875 747,24
---------------------------------	---------------------

Fuente: elaboración propia.

2.4. Evaluación de impacto ambiental

Esta evaluación tiene por objetivo establecer los límites de contaminación y el efecto que produce la acción humana sobre el medio ambiente, de la misma manera las causas negativas que se generan en la contaminación del suelo y la contaminación de las aguas subterráneas si no se cuenta con un sistema de drenaje sanitario.

Los efectos negativos que se generan al no instalar plantas de tratamiento y el potencial de los residuos de tipo doméstico que pueden penetrar en el suelo y contaminarlo, por medio de fugas, por medio de los depósitos o tanques así como por derrames y descargas ilegales. La contaminación del suelo también puede penetrar en las aguas subterráneas inyectándose de manera directa por la flora o por los seres humanos.

Los sistemas sépticos se utilizan con más frecuencia en zonas rurales, donde el agua subterránea es una de las principales fuentes de abastecimiento para poder beberla, pues el efluente séptico sigue el camino del declive, que es paralelo a la inclinación del terreno y se dirige hacia zonas mas bajas.

El ministerio de ambiente y recursos naturales exige que se cumpla con los requisitos de evaluación ambiental inicial y de esta forma analizar los factores negativos que puedan afectar o empeorar al medio ambiente, varios países han tomado acciones positivas para no dañar y proteger los recursos naturales y la salud pública contra la contaminación ambiental, y poder ayudar a restablecer y mejorar la calidad del medio ambiente, estas medidas son las siguientes:

- El desarrollo de nuevas localidades
- El desarrollo de localidades existentes
- La forma de mejorar las localidades alteradas o contaminadas
- El uso de recursos naturales
- Nuevas y significantes políticas, como programas de gobierno

En el proceso de construcción o a medida que avance el proyecto surgirán factores negativos siendo los siguientes:

- Aguas residuales generadas por las actividades domésticas.
- Mezcla de las aguas residuales anteriores.
- Agua de lluvia, modificación del relieve y topografía del área, corte de árboles, plantas, alteración del Ecosistema.

La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores.

En este proyecto surgirán factores positivos para el beneficio de la población, siendo los siguientes:

Reducir los focos de contaminación especialmente en época de invierno, cuando las aguas pluviales y aguas negras se mezclan y quedan al descubierto.

Evitar enfermedades dañinas y severas a la población durante y después de la construcción.

Evitar molestias entre los vecinos y pobladores en general.

Garantizar una mejor calidad de vida a los vecinos y usuarios de la colonia San Juan Buenos Aires.

Tabla IV. **Matriz de Leopold para la construcción de drenaje sanitario de la colonia San Juan Buenos Aires en el municipio de El Tejar departamento de Chimaltenango**

ACTUACIONES PROPUESTAS CAUSANTES DE POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES			MODIFICACIÓN DEL RELIEVE		TRANSFORMAC IÓN DEL SUELO		CAMBIO PEATONAL		LOCALIZACIÓN DE VERTIDOS		
			TALA Y DESBROCE	DRENAJE	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS	DESMORTE Y TERRAPLEN	EFFECTOS MECÁNICOS DEL PESOTRO	DESCARGA DE EFUEENTES LÍQUIDOS	RUIDOS DE VEHÍCULOS	CONSTRUCCIÓN DE FOSA SÉPTICA	
CARACTERÍSTICAS Físicas y químicas	TIERRA	SUELOS	1 3	10 7	4 2	6 3		10 6	1 1	10 3	42 25
		TOPOGRAFÍA DEL ÁREA	3 2	10 5	4 3	4 2		6 1	1 1	10 2	38 16
	AGUA	AGUA RESIDUALES	1 8	6 10	7 8	2 4	1 1	8 3		8 6	33 40
		AGUA DE LLUVIA		6 3		3 1		6 2		5 2	20 8
CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	CORTE DE ÁRBOLES	1 1	6 4	4 2	2 2				6 3	19 12
		PLANTAS	4 2	3 1	2 1	1 1		1 1		1 1	12 7
	FUNA	AVES		4 1							4 1
		ESPECIES TERRESTRES		3 1							3 1
FACTORES CULTURALES	USO DEL SUELO	AGRICULTURA	4 1								4 1
	INTERÉSES ESTÉTICOS	PAISAJE			6 5					6 4	12 9
			14 17	48 32	27 21	18 13	1 1	31 13	2 2	46 21	

Fuente: elaboración propia.

2.5. Evaluación socioeconómica

Es por medio del estado como fuente generador de ingresos ordinarios a las distintas entidades de gobierno para el desarrollo de las comunidades del país así como entidades no gubernamentales ONG'S, que contribuyen al desarrollo social y económico exigiendo transparencia y calidad en los proyectos de inversión social y por consiguiente lograr un mejor desarrollo integral respaldado por una evaluación que permita conocer el impacto significativo en bienestar social que contrae la planificación y ejecución de estos proyectos.

Esta evaluación social es una importantísima herramienta que ayuda a la identificación de los costos así como la cuantificación de los beneficios sociales de los proyectos en estudio.

Toda inversión social depende de las siguientes fases:

Preinversión: es la fase en donde se identifican iniciativas de inversión y se formulan, seleccionando las opciones más rentables para la inversión socio económicas optando por la toma de decisiones.

Idea: esta identifica los problemas puntualizando las necesidades y problemas a resolver así como la localización geográfica, beneficios esperados, los objetivos, el sector económico e institución que lo gestiona.

Perfil: es la etapa en la que se recopila información de relevancia y precisa como costo preliminar de la oferta la demanda y el tamaño del proyecto.

Prefactibilidad: es la etapa con mayor precisión al detallar la información que viene del nivel anterior uniendo datos para eliminar algunas alternativas y perfeccionar las que quedan.

Factibilidad: es la que perfecciona la opción de obtener la mayor rentabilidad económica y social, disminuyendo la incertidumbre mediante la realización de los estudios importantes.

Diseños finales: es la etapa de la elaboración de los diseños finales de arquitectura e ingeniería, definiendo los aspectos administrativos de carácter legal e institucional, inscripción de terrenos así como las especificaciones técnicas y definición detallada de los costos del proyecto.

Inversión: es la fase que comprende la etapa de ejecución y esta involucra el desarrollo de todas las actividades y acciones a ejecutar físicamente del proyecto, esta es la parte en donde se realizan las obras físicas, se adquiere el equipo y se capacita al personal y se establece la supervisión del proyecto.

Operación: comprende la última fase del proyecto en la que se generan los bienes y servicios para los cuales fue ejecutado.

2.5.1. Valor Presente Neto (VPN)

Es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, la cual permite determinar de antemano si una inversión vale la pena o no realizarla, y no hacer así malas inversiones que en un futuro serán pérdidas.

La evaluación de un proyecto en la fase de preinversión se realiza con el fin de decidir si se debe llevar acabo o no dicha inversión; un proyecto a nivel de perfil debe contener aspectos evaluativos relacionados con la parte financiera, y el aspecto económicosocial y ambiental debe de ser considerado tanto para proyectos sociales, como para proyectos productivos.

El Valor Presente Neto puede desplegar tres posibles respuesta, las cuales pueden ser:

$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

Cuando el $\text{VPN} < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable ya que se está estimando que habrá pocos ingresos y en el tiempo que se pretende recuperar la inversión no se logrará, pero cuando el $\text{VPN} < 0$ cercano a cero está indicando, que la opción puede ser rentable que se pretende obtener una tasa de utilidad muy grande.

Cuando el $\text{VPN} = 0$ está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $\text{VPN} > 0$ está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementar el porcentaje de utilidad.

Para el sistema de drenaje sanitario de la colonia San Juan Buenos Aires del municipio de El Tejar se tiene una tasa de interés del 5 por ciento, debido a que es un proyecto de carácter social, la tasa debe ser lo mas baja posible. Se

cobrará un costo por derecho de conexión domiciliar de Q 600,00 por vivienda, en el primer año asimismo se cobrará una cuota de Q 25,00 mensuales por cada vivienda por concepto de energía eléctrica, para el funcionamiento y limpieza de la fosa séptica recaudando una cantidad anual de Q 300,00 por vivienda, gastos de operación se estiman que sean de Q 750,00 mensual. Tomando en cuenta las 34 viviendas.

Por acometida domiciliar = # de casas * (derecho/conexión/domiciliar)

Por acometida domiciliar = 34 * Q 600,00

Por acometida domiciliar = Q 20 400,00

Cuota simbólica = # de casas (cuota/anual/vivienda)

Cuota simbólica 34 * Q 300,00

Cuota simbólica = Q 10 200,00

Para mantenimiento se tomará 3% de operación

Mantenimiento = Q 750,00 * 12 * 1,03 = Q 9 270,00

La anualidad se puede pasar al presente, a través del factor de serie uniforme valor presente, el cual es:

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

$$P = \frac{9\,270,00[(1+0,05)^{20} - 1]}{0,05(1+0,05)^{20}} = Q\,115\,524,69$$

$$P = \frac{10\,200,00[(1 + 0,05)^{20} - 1]}{0,05(1 + 0,05)^{20}} = Q\,127\,114,55$$

El aporte comunitario por la acometida domiciliar se convierte en un valor presente por medio del factor de pago único.

$$P = F * \frac{1}{(1+i)^n}$$

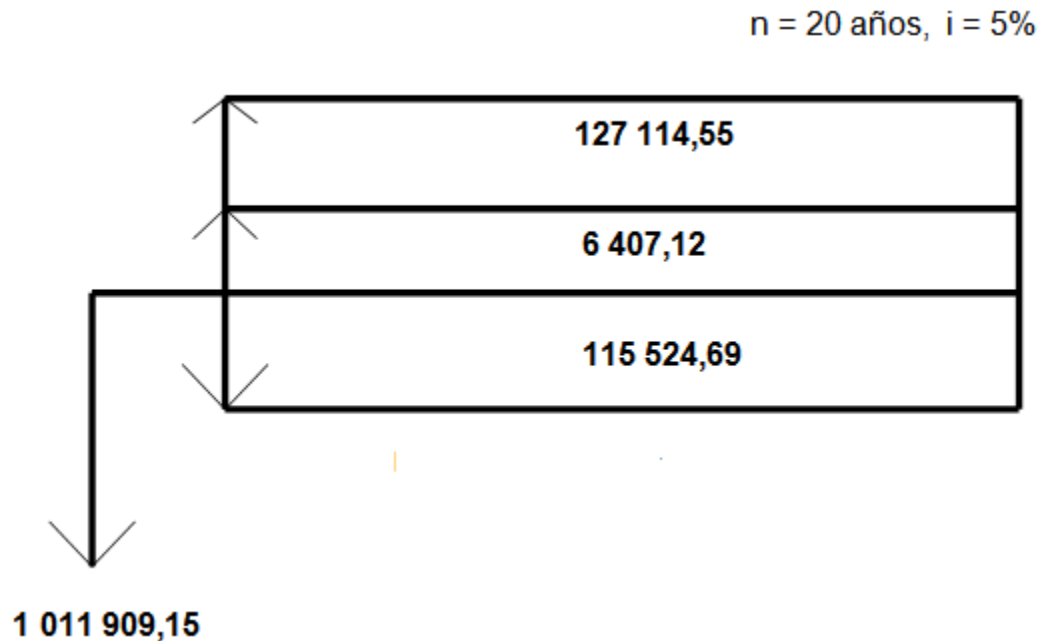
$$P = 17\,000,00 * \frac{1}{(1 + 0,05)^{20}} = Q\,6\,407,12$$

El valor presente neto para este proyecto es de

$$VPN = -1\,011\,909,15 - 115\,524,69 + 127\,114,55 + 6\,407,12$$

$$VPN = -993\,912,17$$

Figura 2. **Análisis gráfico del Valor Presente Neto (Diagrama de flujo de efectivo)**



Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Tasa Interna de Retorno

Conceptualmente se dice que la tasa de retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa y que hace igual a cero el valor actual de un flujo. Si se toma una tasa de descuento hipotético, como por ejemplo un 10 por ciento el cual es muy común, este sirve como un indicador o parámetro para poder tomar decisiones como se define a continuación:

TIR mayor que 12 % = se acepta

TIR igual a 12 % = es indiferente

TIR menor a 12 % = se rechaza

Procedemos a calcular la tasa interna de retorno proponiendo 2 tasas de utilidades diferentes, con las que podemos calcular las cantidades que presenten el valor presente neto se propone una tasa de -98 por ciento y -97 por ciento, entonces se obtiene.

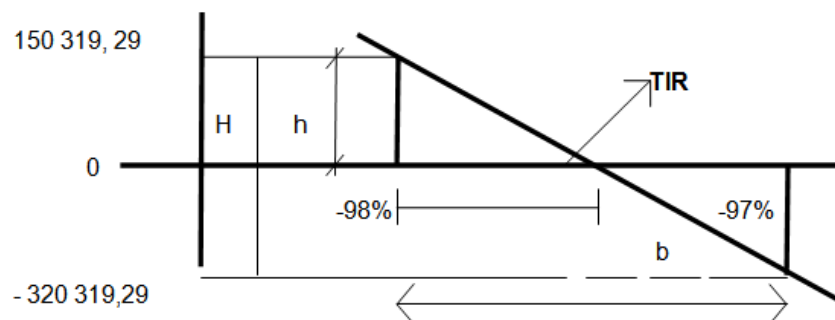
$$P = 17\,000,00 * \frac{1}{(1 - 0,98)^1} = Q\,850\,000,00$$

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -1\,011\,909,15 - 115\,524,69 + 127\,114,55 + 850\,000,00 \\ \text{VPN} &= 150\,319,29 \end{aligned}$$

$$P = 20\,400,00 * \frac{1}{(1 - 0,97)^1} = Q\,680\,000,00$$

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -1\,011\,909,15 - 115\,524,69 + 127\,114,55 + 680\,000,00 \\ \text{VPN} &= -320\,319,29 \end{aligned}$$

Figura 3. Diagrama de flujo



Fuente: elaboración propia. Con programa mathcad 5

Del diagrama se obtienen los siguientes datos

$$B = 1\%$$

$$B = x$$

$$H = 150\,319,29$$

$$H = 150\,319,29 + 320\,319,29$$

$$H = 470\,638,58$$

Realizamos una relación de triángulos y obtenemos

$$\frac{B}{H} = \frac{b}{h} = \frac{1}{470\,638,58} = \frac{X}{150\,319,29}$$

$$X = 0,32$$

$$\text{TIR} = -98\% + 0,32\% = -97,68\%$$

En los proyectos de inversión social la tasa interna de retorno es negativa y como es de carácter social, y su objetivo principal es el de proveer un servicio a la comunidad buscando el bienestar y desarrollo integral y no ganancias.

Tabla V. **Cronograma de ejecución inversión (drenaje sanitario colonia San Juan Buenos Aires, El Tejar, Chimaltenango)**

No	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNI	SEM	MESES								
					1er MES	2do MES	3er MES	4to MES	5to MES	6to MES			
1	Trazo y nivelación	661,68	ml	2	■								
2	Excavación de tierras	1,380,4	m3	8	■	■	■						
3	Construcción de pozos de visita	17	u	10	■	■	■	■					
4	Colocación de tubería	112	u	4		■	■						
5	Conexiones Domiciliares	34	u	6			■	■	■				
6	Colocación de accesorios	113	u	3					■	■			
7	Relleno de zanjas y pozos de visita	1,425,66	m3	4					■	■			
8	Fundición de brocales y tapaderas	17	u	4						■	■	■	
9	Fosa séptica	1	Glo	6							■	■	■
10	Pozos de absorción	1	Glo	4								■	■
EJECUCION FINANCIERA					15%	20%	15%	10%	20%	20%			

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL NACIMIENTO DE AGUA DE LA ALDEA SANTO DOMINGO, EN EL MUNICIPIO DE EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

3.1. Descripción del proyecto

Este consiste en el diseño de 27 metros lineales de muro con una altura de 3,00 metros. El método que se utilizó para este diseño fue el de voladizo debido a que es un muro de concreto armado y tendrá que resistir diferentes fuerzas externas. Este muro cuenta con un sistema de drenaje ya que la falta de este representa un problema en la estructura y para el talud en si. Se puede mencionar también que el tipo de suelo que se encontró al hacer el análisis es el de tipo limo arcilloso color café con un valor soporte de 24,65 toneladas por metro cuadrado según el estudio triaxial de suelos.

3.2. Especificaciones para muros de contención

Esto se refiere específicamente a un muro de concreto armado y dado a la forma como trabajan sus elementos es a flexión, se debe diseñar el acero que tiene que soportar el momento actuante. Como se mencionó anteriormente el método que se utilizó para el diseño de este muro es el de voladizo haciendo un análisis de las cargas externas que actúan sobre el muro para encontrar los momentos y poder calcular el acero necesario para que este trabaje como debe de ser a la hora de un movimiento sísmico, no se puede dejar pasar por alto los diferentes chequeos que son el de volteo y el de deslizamiento del muro para encontrar su estabilidad.

Entre las especificaciones para el diseño del muro de contención para el nacimiento de agua de la aldea Santo Domingo, tenemos lo siguiente:

Para el área de acero mínimo se calcula por medio de la ecuación

$$A_s \text{ min.} = 0,002 * b * t$$

Donde:

b = ancho unitario en cm.

t = espesor de la losa en cm.

El cortante resistente del concreto viene dado por la ecuación

$$V_{res.} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Donde:

f'_c = resistencia a compresión del concreto en kg/cm²

b = base unitaria en cm

d = peralte efectivo en cm

La longitud de traslape de las varillas de acero de la No.2 a la No.11 vienen dadas por la ecuación:

$$L_d = \left(\frac{0,06 * A_{var} * f'_y}{\sqrt{f'_c}} \right) \geq 0,057 * \text{Diámetro de varilla} * f'_y$$

3.3. Estudios de suelos

Se realizaron estudios de suelo para el nacimiento de agua Santo Domingo y fueron los siguientes:

Ensayo de compresión triaxial y ensayo de límites de Atterberg Norma AASHTO T-89 y T-90. Para realizar esta prueba se tomó una muestra de 30 centímetros cúbicos inalterada, para que no perdiera sus propiedades físicas y mecánicas se cubrió con parafina sus 6 caras y así conservar la humedad natural.

3.3.1. Prueba de compresión triaxial

Para conocer la envolvente de Mohr, o la línea intrínseca de resistencia de los suelos es necesario someterlos a la prueba de compresión triaxial.

Esta se realiza envolviendo en una membrana impermeable una muestra cilíndrica de 2,5 pulgadas * 5 pulgadas del suelo en estudio. Este queda con sus bases sometida al contacto de cabezas sólidas de piedras porosas que sirven de filtro, que a la vez están conectados a tubos delgados formados de válvulas que controlan la salida o entrada de agua a la muestra. Estos tubos delgados están unidos a una bureta graduada que permite acumular el volumen de agua acumulada que expulsa o absorbe el suelo.

Los resultados obtenidos en este ensayo fueron:

Ángulo de fricción interna $\Phi = 23,46^\circ$

Cohesión $C_u = 1,55 \text{ t/m}^2$

3.3.2. Límites de Atterberg

Este ensayo sirve para conocer el tipo de suelo con el que se va a trabajar en este caso tenemos un suelo del tipo Limo arcilloso color café oscuro, esto se pudo predecir por medio de la CSU (clasificación sistema unificado)

3.3.3. Valor soporte del suelo

El valor soporte del suelo se estableció por medio de la ecuación de Terzaghi y los datos obtenidos en el laboratorio.

$$q_u = 1,3 * C_{Nc} + d_{fr} N_q + 0,4 B N_r$$

$$\text{Con } \phi = 23,46^\circ \quad r = 1,36 \quad d_f = 2,00 \text{ m} \quad B = 0,7$$

$$C_u = 1,55 \text{ t/m}^2 \quad N_c = 21,75 \quad N_q = 10,23 \quad N_r = 6,00$$

$$q_u = 1,3 * 1,55 * 21,75 + 2 * 1,36 * 10,23 + 0,4 * 1,36 * 0,7 * 6$$

$$q_u = 24,65 \text{ t/m}^2$$

3.4. El agua en el suelo

Como se observa el suelo está formado por partículas porosas que permiten el acceso a la acumulación de la humedad formada por una red de canales de diferentes tamaños que se conectan a la superficie del terreno, a las grietas y fisuras del mismo, dando lugar a que el agua escurra a través de este sistema y alguna parte se infiltra por la acción de la gravedad

hasta los estratos impermeables más profundos, creando lo que comúnmente se conoce como nivel freático. El agua que no es capaz de drenar ya sea por las fuerzas de tensión superficial y de absorción a través de estos poros recibe el nombre de agua retenida. Estas son las formas básicas de presencia de agua en el suelo y requieren un estudio especial para que no afecten la estructura en el suelo.

3.5. Empuje de tierras

Factores externos al terreno y a la estructura, como sobrecargas, lluvias, vibraciones etc. Rigidez y deformación de la estructura. Rugosidad e inclinación de la superficie en contacto con el suelo. Densidad, ángulo de fricción interna, humedad, coeficiente de vacíos, cohesión, nivel freático, e inclinación del terraplén.

El profesional deberá calcular el empuje de tierras considerando su mejor criterio y un factor de seguridad adecuado para no afectar a la estructura.

3.6. Drenaje en los muros de contención

Por lo general la mayoría de paredes o muros de retención fallan, esto se debe a la presión que tiene que resistir el muro que son causadas por el exceso de agua o acumulación de humedad en la tierra y detrás de la humedad. Para contrarrestar esto las paredes deben permitir la circulación de agua en direcciones opuestas a la pared. Para obtener los resultados deseados se rellena la parte posterior de la pared con grava o cubiertas para drenar prefabricadas y tuberías para drenaje.

En ocasiones es necesario colocar en las paredes estructurales tubería y dar paso a que el agua drene detrás de la pared. Estos casos se aplicaron para la protección de los muros de la aldea Santo Domingo, también se colocaron tubos de PVC de 3 pulgadas de diámetro para el agua gravitacional que corre por el suelo de relleno, colocados atrás del muro en el fondo de la capa de grava, serán colocado en forma longitudinal.

3.7. Estabilidad de taludes

Los taludes no son estables debido a que pierden estabilidad conforme a los cambios de intemperismo, presiones hidrostáticas y erosión, también un aumento de cargas, la reducción de la resistencia del suelo y una redistribución de esfuerzos no equitativos pueden contribuir de alguna manera a que el talud busque su propia estabilidad según su posición.

La estabilidad de los parámetros de un corte se confía en la resistencia propia del material que los forma y el valor soportante del suelo subyacente al pie del talud.

Cuando el suelo además de ser cohesivo se encuentra en un estado plástico, o bien cuando se trata de materiales granulares sueltos y saturados, es muy frecuente que la falla tenga las características de un escurrimiento lodoso o flujo plástico.

A menudo la falla por deslizamiento, una vez que ha dado comienzo el movimiento, degenera en flujo plástico por haber perdido su estructura y elasticidad el material que participó en el deslizamiento. Cuando el material que forma los taludes se encuentra fracturado, o está formado por bloques mal cimentados con suelos limosos erosionables, entonces se producen

desprendimientos de los estratos superficiales. A este tipo de falla se les denomina derrumbe, es decir se han clasificado las fallas de los taludes por las características del material que forma el suelo, pero también pueden clasificarse de acuerdo con el tiempo en que estas se presentan.

Cuando la falla ocurre durante la construcción del corte, se deberá, casi exclusivamente a que la altura del talud es mayor que la necesaria para que el peso propio del suelo pueda ser equilibrado por la resistencia interna del mismo. Cuando la falla del corte se produce algún tiempo después de efectuado aquel, es muy probable que en la estabilidad del mismo hayan intervenido causas variadas, tales como presiones hidrostáticas, intemperismo y erosión.

3.8. Tipos de muro de contención

Se puede definir a un muro de contención como una estructura funcional para contener lateralmente una masa de suelo, debido a las fuerzas externas de empuje que actúan en el y hacen que este pierda equilibrio de la forma como fue diseñado.

Los muros de contención pueden ser fabricados con los siguientes materiales: piedra, concreto armado, mampostería, concreto ciclópeo, tierra, madera y metal.

En la actualidad existen varios tipos de muros de contención siendo estos:

- Muros por gravedad
- Muros de concreto armado (en voladizo)

- Muros de semigravedad
- Muros con contrafuertes

3.8.1. Muros por gravedad

Estos muros utilizan su propio peso como ente estabilizador. Son muros de concreto en masa en los que la resistencia se consigue por su propio peso, son económicos, en cuanto a su sección transversal estos pueden ser de diferentes formas, debido a que su propio peso juega un papel importante en su estabilización también depende de las grandes dimensiones y de los empujes, estos muros pueden ser de alturas moderadas. Su ventaja fundamental es que no van armados.

3.8.2. Muros de concreto armado (voladizo)

Estos son elaborados con concreto armado y se diseñan para soportar esfuerzos de flexión, el cálculo de este tipo de muro se asemeja al de voladizo, es recomendable para alturas entre 3,00, 4,00 hasta 10,00 metros. Es por eso que se optó por diseñar este tipo de muro para el nacimiento de agua de la aldea Santo Domingo ya que la altura es considerablemente de 3,00 metros.

3.8.3. Muros de semigravedad

Estos muros se diferencian de los anteriores debido a que son más esbeltos, esto se debe a que tiene que tolerar esfuerzos de tracción pequeños que se absorben con pequeñas cuantías de refuerzo que en general pueden resultar más económicas que los muros de gravedad de 4,00 metros.

3.8.4. Muros con contrafuertes

Estos son una evolución al anterior, debido a que al aumentar la altura y los espesores del concreto compensa el aligerar las piezas. Esto favorece a desencofrados y encofrados mucho más complicados y a un concreto más difícil de ser trabajado y por lo mismo más costoso, sin embargo a partir de los 10 o 12 metros de altura es una solución que debe tomarse en cuenta.

Puede tener los contrafuertes en la parte interna del muro, es decir en la que está en contacto con el suelo contenido (trasdós) o en la parte externa del muro (intradós).

3.8.5. Con contrafuerte en el intradós

Consiste en aligerar un muro de gravedad, suprimiendo concreto en las zonas que colaboran muy poco en el efecto estabilizador.

3.8.6. Con contrafuerte en el trasdós

Su idea es igual al del muro con contrafuerte en el intradós, pero en este caso los contrafuertes son interiores, es decir, no se ven.

La segunda solución es técnica y económicamente mejor, por disponer el alzado en la zona comprimida de la sección que se forma. La primera solución, al dejar los contrafuertes vistos produce además, generalmente, una mala sensación estética.

3.9. Cálculo y diseño del muro de contención en voladizo para el nacimiento de agua de la aldea Santo Domingo

A continuación se presentan los parámetros utilizados para el diseño del muro de contención para el nacimiento de agua de la aldea Santo Domingo.

Γ_{suelo}	= 1,07 t/m ³
Γ_{concreto}	= 2,4 t/m ³
Ángulo de fricción interna Φ	= 23,46°
Valor soporte del suelo	= 24,65 t/m ²
Coefficiente μ	= 0,40
f_y	= 2810 kg/cm ²
f_c	= 210 kg/cm ²
Factor de carga última	= 1,70
Sobre carga	= 0,70 t/m ²

3.9.1. Predimensionamiento del muro en voladizo

Como primer paso y muy importante es el predimensionamiento del muro, existen algunos parámetros que la mayoría están en función de la altura.

Para la base del muro se puede tomar un valor de $H/2$. Para el espesor de la cortina del muro en este caso es un trapecio la base superior se puede tomar un valor entre $H/10$ y $H/11$ y la inferior 2 veces la base superior. Para el pie de muro puede tomarse un tercio de la base anteriormente calculada $\text{Base}/3$. Para el talón de muro será los dos tercios restantes de la base, es decir $2/3 * \text{base}$, el espesor de la zapata se puede tomar un valor entre 0,40 metros a 1,25 metros.

Para conocer la sobrecarga se tomaron en cuenta los registros municipales de muros existentes en el lugar, así como la asesoría del personal y constructores que han realizado proyectos de este tipo en esta comunidad y esta es de 0,7 toneladas por metro cuadrado.

Con estos parámetros se procede a realizar los cálculos correspondientes para el muro de contención.

Tabla VI. **Predimensionamiento de muro**

PREDIMENSIONAMIENTO DE MURO			
ELEMENTO	PARÁMETRO	CALCULADO (m)	UTILIZAR
Altura total del muro	H	3,00	3,00
Cortina de muro superior	H/11	0,27	0,30
Cortina de muro inferior	2*H/11	0,60	0,60
Base de muro	0,50*H	1,50	1,50
Talón de muro	2/3*Base	1,00	1,00
Pie de muro	Base/3	0,50	0,50
Espesor de zapata	(0,40 a 1,25)	0,50	0,50
Desplante	16 % de H	0,48	0,50
Recubrimiento	3 pulgadas	0,076	0,075

Fuente: elaboración propia.

3.9.2. Cálculo de coeficientes activo y pasivo

El estado activo ocurre cuando existe una relajación en la masa de suelo, que le permite moverse hacia fuera del espacio que limitaba la tensión del suelo. Al contrario, el estado pasivo ocurre cuando la masa de suelo está sometida a una fuerza externa que lleva al suelo a la tensión límite de confinamiento.

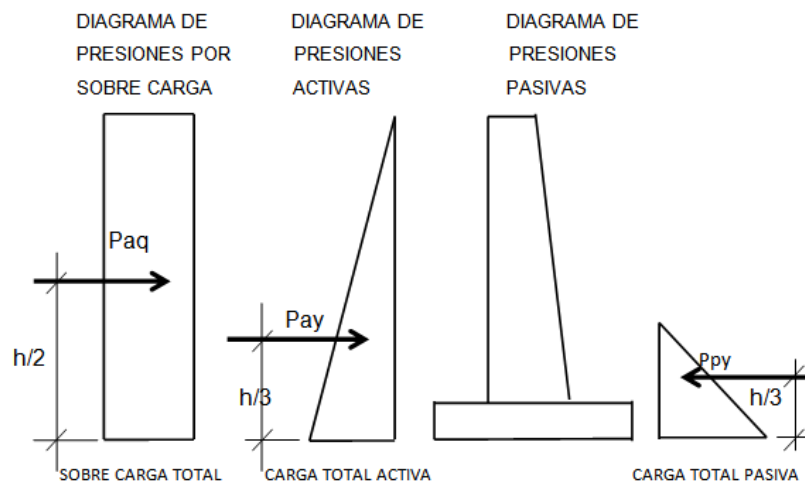
$$K_a = \frac{1 - \text{sen } \Phi}{1 + \text{sen } \Phi} = K_a = \frac{1 - \text{sen } 23,46^\circ}{1 + \text{sen } 23,46^\circ} = 0,43$$

$$K_p = \frac{1 + \text{sen } \Phi}{1 - \text{sen } \Phi} = K_p = \frac{1 + \text{sen } 23,46^\circ}{1 - \text{sen } 23,46^\circ} = 2,32$$

3.9.3. Presiones activas y pasivas

Es necesario y muy importante conocer el comportamiento de las diferentes presiones que actúan sobre la estructura, es decir sobre el muro.

Figura 4. Diagrama de presiones en el muro



Fuente: elaboración propia.

Calculando estas presiones tenemos:

$$P_{py} \text{ Pasiva} = k_p * \Gamma_{\text{suelo}} * h_1$$

Donde:

h_1 = desplante más espesor de zapata

$$P_{py} = 2,32 * 1,07 \text{ t/m}^3 * (0,50 + 0,50) \text{ m} = 2,48 \text{ t/m}^2$$

$$P_{ay} \text{ activa} = k_a * \Gamma_{\text{suelo}} * H$$

Donde:

H = altura total del muro

$$P_{ay} = 0,43 * 1,07 \text{ t/m}^3 * 3,00 \text{ m} = 1,38 \text{ t/m}^2$$

$$P_{aq} \text{ sobre carga} = k_a * \text{sobrecarga}$$

$$P_{aq} = 0,43 * 0,7 \text{ t/m}^2 = 0,301 \text{ t/m}^2$$

A continuación se calculan las cargas totales haciendo uso de los diagramas de presiones, tanto pasivas como activas y la de sobrecarga, se puede mencionar que las cargas se calculan como el área de la figura geométrica que se forma es decir la carga pasiva como activa se calculan como el área de un triángulo y la de sobrecarga como el de un rectángulo.

$$\text{Carga total pasiva} = \frac{1}{2} * \text{presión pasiva} * h_1$$

$$\text{Carga total pasiva} = \frac{1}{2} * 2,48 \text{ t/m}^2 * (0,50 + 0,50) \text{ m} = 1,24 \text{ t/m}$$

$$\text{Carga total activa} = \frac{1}{2} * \text{presión activa} * H$$

Carga total activa = $\frac{1}{2} * 1,38 \text{ t/m}^2 * 3,00 \text{ m} = 2,07 \text{ t/m}$

Carga total de sobrecarga = presión de sobrecarga * H

Carga total de sobrecarga = $0,301 \text{ t/m}^2 * 3,00 \text{ m} = 0,903 \text{ t/m}^3$

3.9.4. Momentos activos y pasivos

El cálculo de los momentos al pie de muro se obtiene de la siguiente forma:

Mpy momento pasivo = carga total pasiva * h1/3

Entonces h1/3 es igual a la distancia que hay entre la fuerza y el centroide de la figura, recordemos que para un triángulo el centroide se encuentra a 1/3 de la altura a partir del ángulo recto.

Mpy = $(1,24 \text{ t/m} * (0,50 + 0,50) \text{ m}) / 3 = 0,41 \text{ t-m/m}$

May momento activo = Carga total activa * H / 3

May = $(2,07 \text{ t/m} * 3,00 \text{ m}) / 3 = 2,07 \text{ t-m/m}$

3.9.5. Momento por sobre carga

Maq momento por sobrecarga = carga total de la sobrecarga * H/2

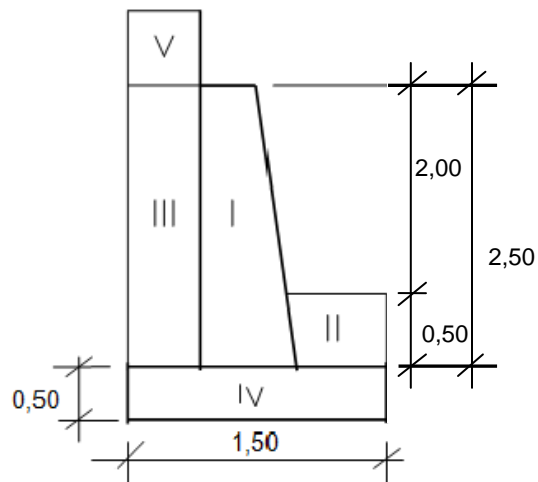
H/2 es la distancia que existe entre la fuerza y el centroide de la figura, recordemos que el centroide de un rectángulo se encuentra a la mitad de su altura.

$$\text{Maq} = (0,903 \text{ t/m} * 3,00 \text{ m}) = 1,35 \text{ t-m/m.}$$

3.9.6. Cálculo del peso total de la estructura

Para el cálculo del peso total de la estructura es necesario dividir de forma geométrica la sección del muro como se presenta a continuación:

Figura V. Diagrama de distribución geométrica



Fuente: elaboración propia.

Figura I = trapecio que forma la cortina del muro.

Figura II = trapecio que forma el desplante encima del pie del muro.

Figura III = Rectángulo que forma el suelo que se encuentra encima del talón del muro.

Figura IV = Rectángulo que forma la zapata (pie + talón) de la sección del muro.

Figura V = rectángulo que se forma debido a la sobrecarga.

Para conocer los momentos que se producen en el punto 0 que está localizado en el pie del muro se necesita calcular el peso de cada una de las figuras que se presenta en el diagrama de distribución geométrica y poder calcular el peso total de la estructura. Este cálculo se hace necesario para el chequeo del volteo que pueda llegar a tener el muro.

- Figura I

$$\text{Área} = \left(\frac{\text{base} + \text{Base}}{2} \right) * (\text{desplante} + \text{talud})$$

$$\text{Área} = \left(\frac{0,30 + 0,60}{2} \right) * (2,00 + 0,50) = 1,13 \text{ m}^3$$

Peso volumétrico del concreto $\Gamma_{\text{concreto}} = 2,4 \text{ t/m}^3$

$$W = \text{Área} * \Gamma_{\text{concreto}}$$

$$W = 2,22 \text{ m}^2 * 2,4 \text{ t/m}^3 = 2,70 \text{ t/m}$$

Brazo = ((pie + (espesor inferior de la cortina - espesor superior de la cortina) + 1/3 * espesor superior de la cortina) + (pie + (espesor inferior de la cortina - espesor superior de la cortina) + 1/2 * espesor superior de la cortina))/2

$$\text{Brazo} = ((0,50 + (0,60 - 0,30) + 1/3 * 0,30)) + (0,50 + (0,60 - 0,30) + 1/2 * 0,30)) / 2 = 0,93 \text{ m}$$

$$\text{Momento1} = W * \text{Brazo} = 2,70 \text{ t/m} * 0,93 \text{ m} = 2,50 \text{ t-m/m.}$$

- Figura II

$$\text{Área} = \left(\frac{\text{base} + \text{Base}}{2} \right) * (\text{desplante})$$

$$\text{Área} = \left(\frac{0,50 + 0,64}{2} \right) * (0,50) = 0,29 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso volumétrico del suelo } \Gamma_{\text{suelo}} = 1,07 \text{ t/m}^3$$

$$W = \text{Área} * \Gamma_{\text{suelo}}$$

$$W = 0,29 \text{ m}^2 * 1,07 \text{ T/m}^3 = 0,31 \text{ t/m}$$

$$\text{Brazo} = ((\text{Pie} + (1/3 * \text{base del trapecio del desplante})) * (1/2 * \text{pie})) / 2$$

$$\text{Brazo} = ((0,50 + (1/3 * 0,64)) * (1/2 * 0,50)) / 2 = 0,28 \text{ m.}$$

$$\text{Momento2} = W * \text{Brazo} = 0,31 \text{ t/m} * 0,28 \text{ m} = 0,09 \text{ t-m/m}$$

- Figura III

$$\text{Área} = (\text{Base} - (\text{pie} + \text{espesor inferior de la cortina})) * (\text{altura de talud} + \text{desplante})$$

$$\text{Área} = (1,50 - (0,50 + 0,60)) * (2,00 + 0,50) = 1 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso volumétrico del suelo } \Gamma_{\text{suelo}} = 1,07 \text{ t/m}^3$$

$$W = \text{Área} * \Gamma_{\text{suelo}}$$

$$W = 1 \text{ m}^2 * 1,07 \text{ t/m}^3 = 1,07 \text{ t/m}$$

$$\text{Brazo} = \text{Base} - (\text{base} - (\text{pie} + \text{espesor inferior de la cortina}))$$

$$\text{Brazo} = 1,50 - ((1,50 - (0,50 + 0,60)) / 2) = 1,30 \text{ m}$$

$$\text{Momento3} = W * \text{Brazo} = 1,07 \text{ t/m} * 1,30 \text{ m} = 1,39 \text{ t-m/m}$$

- Figura IV

$$\text{Área} = \text{Base} * \text{espesor de zapata}$$

$$\text{Área} = 1,50 \text{ m} * 0,50 \text{ m} = 0,75 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso volumétrico del concreto } \Gamma_{\text{concreto}} = 2,4 \text{ t/m}^3$$

$$W = \text{Área} * \Gamma_{\text{concreto}}$$

$$W = 0,75 \text{ m}^2 * 2,4 \text{ t/m}^3 = 1,80 \text{ t/m}$$

$$\text{Brazo} = \text{Base}/2$$

$$\text{Brazo} = 1,50/2 = 0,75 \text{ m}$$

$$\text{Momento} = W * \text{Brazo} = 1,80 \text{ t/m} * 0,75 \text{ m} = 1,35 \text{ t-m/m}$$

- Figura V

$$\text{Área} = \text{Base} - (\text{Pie} + \text{espesor inferior de la cortina})$$

$$\text{Área} = 1,50 - (0,50 + 0,60) = 0,40 \text{ m}^2$$

$$\text{Sobrecarga} = 0,7 \text{ t/m}^3$$

$$W = \text{Área} * \text{sobrecarga}$$

$$W = 0,40 \text{ m}^2 * 0,7 \text{ t/m}^3$$

$$W = 0,28 \text{ t/m}$$

$$\text{Brazo} = \text{Base} - (\text{Base} - (\text{pie} + \text{espesor inferior de la cortina}))$$

$$\text{Brazo} = 1,50 - (1,50 - (0,50 + 0,60)) / 2 = 1,30 \text{ m}$$

$$\text{Momento5} = W * \text{Brazo} = 0,28 \text{ t/m} * 1,30 \text{ m} = 0,36 \text{ t-m/m}$$

Tabla VII. **Cálculo de cada una de las figuras del muro**

FIGURA No.	Área(m ²)	Γ (T/m ³)	W(T/m)	Brazo(m)	M(T-m/m)
I	1,13	2,4	2,70	0,93 m	2,50
II	0,29	1,07	0,31	0,28 m	0,09
III	1,00	1,07	1,07	1,30 m	1,39
IV	0,75	2,4	1,80	0,75 m	1,35
V	0,40	0,7	0,28	1,30 m	0,36

Fuente: elaboración propia.

$$\sum \text{ de pesos (W) total} = 6,16 \text{ t/m}$$

$$\sum \text{ de momentos de peso total Mw} = 5,69 \text{ t-m/m}$$

3.9.7. **Chequeo de estabilidad contra el volteo**

Para comprobar este cálculo se necesita la sumatoria de los momentos resistentes y la sumatoria de los momentos actuantes. Por eso es muy importante conocerlos y saber diferenciar ambos momentos.

Los momentos resistentes van a ser el momento pasivo y el momento del peso total, mientras que los momentos actuantes van a ser, el momento activo más el momento por sobre carga, teniendo claro este concepto, se procede al chequeo contra el volteo de la estructura.

$$\text{Factor contra volteo (F.C.V.)} = \frac{\sum \text{Momentos resistentes}}{\sum \text{Momentos actuantes}} > 1,5$$

$$\text{F.C.V.} = \frac{M_{py} + M_w}{M_{ay} + M_{aq}} = \frac{0,41 \text{ t-m/m} + 5,69 \text{ t-m/m}}{2,07 \text{ t-m/m} + 1,35 \text{ t-m/m}} = 1,78$$

Se puede observar que el F.C.V. > 1,5 por lo tanto Chequea.

3.9.8. Chequeo de estabilidad contra el deslizamiento

Para este cálculo se debe tomar los parámetros de cargas, tanto activas como pasivas del mismo modo la sobrecarga y el peso total de la estructura afectada por un factor de fricción, al igual que en el chequeo por volteo se van a tener cargas resistentes y cargas actuantes.

Se procede al chequeo de estabilidad contra el deslizamiento de la estructura.

$$\text{Factor contra el deslizamiento (F.C.D.)} = \frac{\sum \text{Cargas resistentes}}{\sum \text{Cargas actuantes}} > 1,5$$

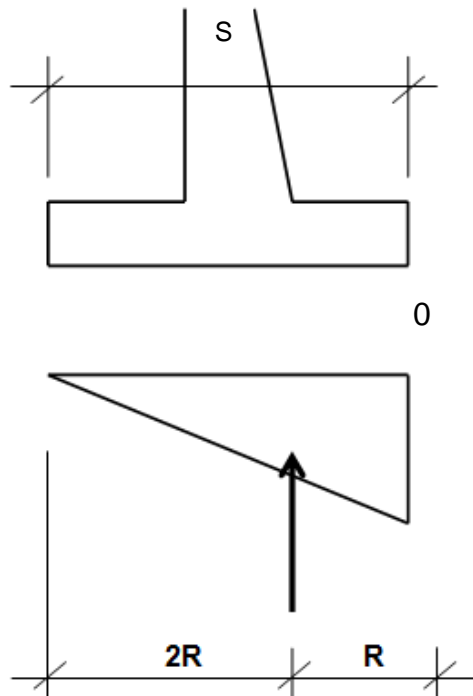
$$\text{F.C.D} = \frac{P_{py} + \mu w}{P_{ay} + P_{aq}} = \frac{2,48 \text{ t/m}^2 + 0,40 * 6,16 \text{ t/m}}{1,38 \text{ t/m}^2 + 0,301 \text{ t/m}^2} = 2,94$$

Se puede observar que el F.C.D. > 1,5 por lo tanto chequea.

3.9.9. Chequeo de la presión máxima que existe debajo de la base del muro

Para este cálculo se efectúa una sumatoria de momentos en cualquier punto ubicado en el pie de muro y este se divide entre el peso total de la estructura, se toman positivos los momentos que están a favor de las agujas del reloj. Se puede observar que debajo de la base se forma un triángulo de presiones, como se mencionó con anterioridad el centroide de un triángulo se encuentra a un tercio de la altura partiendo del ángulo recto, en consecuencia el resultado obtenido será la tercera parte de la base buscada a esta distancia se le denotara con la constante R.

Figura VI. Diagrama de presiones bajo la base del muro



Fuente: elaboración propia.

$$R = \frac{\sum M_o}{W} = \frac{M_{py} + M_w - M_{ay} - M_{aq}}{W} = \frac{(0,41 + 5,69 - 2,07 - 1,39)}{6,16 \text{ t/m}} = 0,43$$

$$R = 0,43$$

Base requerida = 3 * R

$$\text{Base requerida} = 3 * 0,43 \text{ m} = 1,30 \text{ m}$$

Debido a que la base Requerida es < a la base pre dimensionada.

$$3 * R < \text{Base de muro}$$

Entonces 1,30 m < 1,50 m. Por lo tanto chequea para la presión máxima bajo la base del muro.

Cálculo de la presión en el terreno, el cual tiene que ser menor que el valor soporte del suelo para que los cálculos efectuados del diseño trabajen correctamente.

$$\text{Presión máxima } q_{\max} = \frac{W}{1,5 * R * \text{Base}} = \frac{6,16 \text{ t/m}}{1,5 * 0,43 \text{ m} * 1,50 \text{ m}} = 6,30 \text{ t/m}^2$$

Se observa que la presión máxima es menor al valor soporte esto significa que el suelo soporta el peso de la estructura y por lo tanto chequea.

3.10. Diseño de los elementos estructurales del muro

A continuación se presentan los cálculos efectuados para el diseño de los diferentes elementos, a partir de los resultados obtenidos en el laboratorio y utilizando los códigos pertinentes.

3.10.1. Diseño del pie del muro

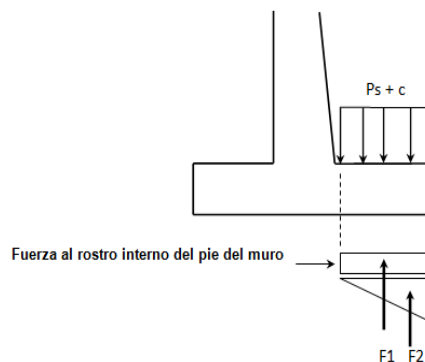
Para poder diseñar el pie del muro se procede con el chequeo por corte como se observa en el diagrama.

$P_s + c = \Gamma_{\text{suelo}} * \text{desplante} * \text{longitud del pie} + \Gamma_{\text{concreto}} * \text{espesor de zapata} * \text{longitud de pie}$

$$P_s + c = 1,07 \text{ t/m}^3 * 0,50 \text{ m} * 0,50 \text{ m} + 2,4 \text{ t/m}^3 * 0,50 \text{ m} * 0,50 \text{ m} = 0,87 \text{ t/m}$$

Es de mucha utilidad calcular la fuerza al rostro interno del pie del muro, esto se obtiene por medio de una relación de triángulos.

Figura VII. Diagrama del pie del muro



Fuente: elaboración propia.

$$\frac{\text{Fuerza al rostro interno del pie}}{3 * R - \text{Longitud del pie}} = \frac{\text{Presión máxima sobre el suelo}}{3 * R}$$

$$\frac{\text{Fuerza al rostro interno del pie}}{0,79 \text{ m}} = \frac{6,37 \text{ t/m}^2}{1,29 \text{ m}}$$

$$\text{Fuerza al rostro interno del pie} = 3,88 \text{ t/m}^2$$

La Fuerza 1 está aplicada al centroide del rectángulo, se calcula como el área del mismo.

$$F1 = \text{Fuerza al rostro interno del pie} * \text{longitud del pie}$$

$$F1 = 3,88 \text{ t/m}^2 * 0,50 \text{ m} = 1,94 \text{ t/m}$$

La fuerza2 está aplicada al centriode de un triángulo, se calcula como el área del mismo.

$$\text{Fuerza 2} = (1/2) * (\text{presión máxima sobre el terreno} - \text{fuerza al rostro interno del pie}) * \text{longitud del pie}$$

$$\text{Fuerza2} = (1/2) * (6,30 \text{ t/m}^2 - 3,88 \text{ t/m}^2) * 0,50 \text{ m} = 0,60 \text{ t/m}$$

El cortante siempre actúa hacia arriba verticalmente, por lo que los esfuerzos de tensión se producirán en la parte inferior del pie y es ahí donde se debe colocar el refuerzo.

El peralte efectivo (d) va a ser = espesor de zapata – recubrimiento – diámetro de varilla/2 asumiendo varilla No.6

$$d = 50 \text{ cm} - 7,5 \text{ cm} - (1,905/2) \text{ cm} = 41,55 \text{ cm}$$

El cortante resistente es $(V_r) = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d}{1\ 000}$ b = base unitaria(100 cm)

$$V_r = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 41,55 \text{ cm}}{1\ 000} = 27,13 \text{ ton/m}$$

El cortante actuante es $(V_u) = \text{F.C.U.} (F_1 + F_2 - \text{Peso del suelo} + \text{cimiento})$

$$V_u = 1,70 (1,94 \text{ t/m} + 0,60 \text{ t/m} - 0,87 \text{ t/m}) = 2,85 \text{ t/m}$$

Vemos que $V_r > V_u$ por lo tanto chequea

3.10.2. Chequeo por flexión

El diseño del refuerzo se efectúa considerando la flexión en cada dirección independientemente. La sección crítica para el diseño por flexión se ubica en la cara de la columna, pedestal o muro si estos son de concreto.

Momento último al rostro del muro

$$M_u \text{ rostro} = \text{F.C.U.} (F_1 * \text{long. Pie}/2 + F_2 * 2/3 \text{ long. Pie} - P_s + c * \text{long. Pie}/2)$$

$$\text{Murostro} = 1,70(1,94 \text{ t/m} * 0,50 \text{ m}/2 + 0,60 \text{ t/m} * 2/3(0,50\text{m}) - (0,87 \text{ t/m} * 0,50 \text{ m}/2)) = 0,80 \text{ t-m/m}$$

Cálculo del área de acero

$$\text{Ás mínima} = \frac{14,1}{f'y} * b * d = \frac{14,1}{2\ 810\ \text{kg/cm}^2} * 100\ \text{cm} * 41,55\ \text{cm} = 20,85\ \text{cm}^2$$

$$\text{Área de acero requerida} = (b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * 100 * b}{0,003825 * f'c} * (0,85 * f'c/f'y)}$$

$$\text{As requerida} = (100\ \text{cm} * 41,55\ \text{cm}) - \sqrt{(100\ \text{cm} * 41,55\ \text{cm})^2 - \frac{0,80\ \text{t-m/m} * 1000 * 100\ \text{cm}}{0,003825 * 210\ \text{kg/cm}^2}}$$

$$0,85 * (210\ \text{kg/cm}^2 / 2\ 810\ \text{kg/cm}^2) = 0,76\ \text{cm}^2$$

$$\text{As temperatura} = 0,002 * \text{espesor de zapata} * \text{pie}$$

$$\text{As temperatura} = 0,002 * 50\ \text{cm} * 50\ \text{cm} = 5,00\ \text{cm}^2$$

Tabla VIII. **Área de acero para pie de muro**

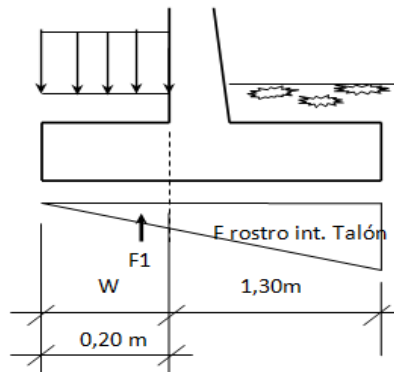
ÁREA DE ACERO PARA EL PIE DEL MURO	
Área de acero mínima	20,85 cm ²
Área de acero requerida	0,76 cm ²
As temperatura	5,00 cm ²

Fuente: elaboración propia.

3.10.3. Diseño del talón del muro

Talón: parte del cimiento opuesta a la puntera, queda por debajo del trasdós y bajo el terreno contenido. A continuación se muestran las fórmulas utilizadas en el cálculo.

Figura VIII. Diagrama talón de muro



Fuente: elaboración propia.

$$\frac{\text{Fuerza al rostro interno del talón}}{W} = \frac{\text{Presión máxima sobre el terreno}}{3 * R}$$

$$W = (3 * R) - (\text{longitud del pie} + \text{espesor de cortina})$$

$$\frac{\text{Fuerza al rostro interno del talón}}{0,20 \text{ m}} = \frac{6,30 \text{ t/m}^2}{1,30 \text{ m}}$$

$$\text{Fuerza al rostro interno del talón} = 0,99 \text{ t/m}$$

Peso suelo + cimiento + sobrecarga = $\Gamma_{\text{suelo}} * H + \Gamma_{\text{concreto}} * \text{espesor de zapata} + \text{sobrecarga}$

$$Ps + c + sc = 1,07 \text{ t/m}^3 * 3,00 \text{ m} + 2,4 \text{ t/m}^3 * 0,50 \text{ m} + 0,7 \text{ t/m}^2 = 5,11 \text{ t/m}^2$$

$$F1 = \text{fuerza en rostro de talón} * w = (0,99 \text{ t/m} * 0,20)/2 = 0,10 \text{ t/m}$$

$$\text{Fuerza s + c + sc} = Ps + c + sc * (\text{longitud de talón} - \text{espesor de cortina})$$

$$\text{Fuerza s + c + sc} = 5,11 \text{ t/m}^2 * (1,00 \text{ m} - 0,60 \text{ m}) = 2,04 \text{ t/m}$$

3.10.4. Chequeo por corte

Para el cálculo de un muro de contención de tierras, es necesario tener en cuenta las fuerzas que actúan sobre él como son la presión lateral del suelo o la subpresión y aquellas que provienen de este como son el peso propio.

$$Vu = F.C.U.(\text{fuerza s + c + sc} - F1) = 1,70(2,04 \text{ t/m} - 0,10 \text{ t/m}) = 3,30 \text{ t/m}$$

Peralte efectivo (d), asumiendo diámetro efectivo

$$d = 50 \text{ cm} - 7,5 \text{ cm} - (1,905/2) \text{ cm} = 41,55 \text{ cm}$$

$$\text{El cortante resistente es } (Vr) = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d}{1\ 000} \quad b = \text{base unitaria (100 cm)}$$

$$(Vr) = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 100 \text{ cm} * 41,55 \text{ cm}}{1\ 000} = 27,13 \text{ t/m}$$

Vemos que $V_r > V_u$ por lo tanto chequea

3.10.5. Chequeo por flexión

Presentan ligeros movimientos de flexión y dado que el cuerpo trabaja como un voladizo vertical, su espesor requerido aumenta rápidamente con el incremento de la altura del muro.

$$M_u \text{ rostro} = F.C.U. (Fuerza s + c + sc * longitud \text{ de talón} / 2 - Fuerza1 * 1/3 * w)$$

$$M_u \text{ rostro} = 1,70(2,04 \text{ t/m} * 1,00 \text{ m} / 2 - 0,10 \text{ t/m} * 1/3 * 0,20 \text{ m}) = 1,73 \text{ t-m/m}$$

Cálculo del área de acero

$$\text{Ás mínima} = \frac{14,1}{f'y} * b * d = \frac{14,1}{2 \cdot 810 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 41,55 \text{ cm}^2 = 20,85 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de acero requerida} = (b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * 100 * b}{0,003825 * f'c} * (0,85 * f'c / f'y)}$$

$$\text{Ás requerida} = (100 \text{ cm} * 41,55 \text{ cm}) -$$

$$\sqrt{(100 \text{ cm} * 41,55 \text{ cm})^2 - \frac{1,73 \text{ t-m/m} * 1000 * 100 \text{ cm}}{0,003825 * 210 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$* 0,85 * (210 \text{ kg/cm}^2 / 2 \cdot 810 \text{ kg/cm}^2) = 1,65 \text{ cm}^2$$

$$\text{As temperatura} = 0,002 * \text{espesor de zapata} * \text{pie}$$

$$\text{As temperatura} = 0,002 * 50 \text{ cm} * 50 \text{ cm} = 5,00 \text{ cm}^2$$

Tabla IX. **Área de acero para talón de muro**

ÁREA DE ACERO PARA EL TALÓN DEL MURO	
Área de acero mínima	20,85 cm ²
Área de acero requerida	1,65 cm ²
As temperatura	5,00 cm ²

Fuente: elaboración propia.

3.10.6. Diseño de la cortina y/o pantalla del muro

Los muros de contención se utilizan para detener masas de tierra u otros materiales sueltos, cuando las condiciones no permiten que estas masas asuman sus pendientes naturales.

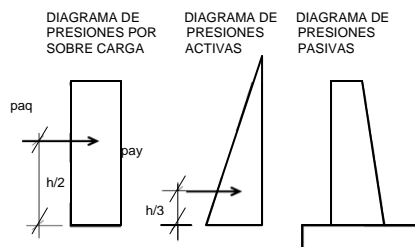
$$P_{ays} = k_a * \Gamma_{\text{suelo}}(\text{desplante} + \text{altura de talud}) = 0,43 * 1,07 \text{ t/m}^3 * (0,50 + 2,00) = 1,15 \text{ t/m}^2$$

$$P_{aq} = k_a * q = 0,43 * 0,7 \text{ t/m}^2 = 0,301 \text{ t/m}^2$$

$$P_{a'ys} = P_{ays} * h/2 = 1,15 \text{ t/m}^2 * 2,50 \text{ m}/2 = 1,44 \text{ t/m}$$

$$P_{a'q} = P_{aq} * h = 0,301 \text{ t/m}^2 * 2,50 \text{ m} = 0,75 \text{ t/m}$$

Figura IX. **Diagrama de la cortina**



Fuente: elaboración propia.

3.10.7. Chequeo por corte

t = espesor de la cortina del muro por promedio se obtiene

$$t = (0,30 \text{ m} + 0,60 \text{ m})/2 = 0,45 \text{ metros diámetro a utilizar de varilla de } \frac{3}{4} \text{ de pulgada que equivale a } 1,905 \text{ cm, } V_u \text{ actuante} = F.C.U.(P_a'ys + P_a'q) = 1,7(1,44 \text{ t/m} + 0,75 \text{ t/m}) = 3,72 \text{ t/m}$$

Peralte efectivo (d), asumiendo diámetro efectivo

$$d = 45 \text{ cm} - 7,5 \text{ cm} - (1,905/2) \text{ cm} = 36,55 \text{ cm}$$

$$\text{El cortante resistente es } (V_r) = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d}{1\ 000} \quad b = \text{base unitaria (100 cm)}$$

$$(V_r) = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 100 \text{ cm} * 36,55 \text{ cm}}{1\ 000} = 23,86 \text{ t/m}$$

Vemos que $V_r > V_u$ por lo tanto chequea

3.10.8. Chequeo por flexión

$$M_u \text{ rostro} = F.C.U.(p_a'ys * \frac{1}{3} * h + p_a'q * \frac{h}{2})$$

$$M_u \text{ rostro} = 1,70(1,44 \text{ t/m} * \frac{2,50 \text{ m}}{3} + 0,75 \text{ t/m} * \frac{2,50 \text{ m}}{2}) = 3,64 \text{ t-m/m}$$

Cálculo del área de acero

$$\text{Ás mínima} = \frac{14,1}{f'y} * b * d = \frac{14,1}{2 \cdot 810 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 36,55 \text{ cm}^2 = 18,34 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de acero requerida} = (b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * 100 * b}{0,003825 * f'c} * (0,85 * f'c/f'y)}$$

$$\text{Ás requerida} = (100 \text{ cm} * 36,55 \text{ cm}) - \sqrt{(100 \text{ cm} * 36,55 \text{ cm})^2 - \frac{3,64 \text{ t-m/m} * 1000 * 100 \text{ cm}}{0,003825 * 210 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$* 0,85 * (210 \text{ kg/cm}^2 / 2 \cdot 810 \text{ kg/cm}^2) = 3,97 \text{ cm}^2$$

$$\text{As temperatura} = 0,002 * \text{espesor de zapata} * \text{pie}$$

$$\text{As temperatura} = 0,002 * 250 \text{ cm} * 50 \text{ cm} = 25,00 \text{ cm}^2$$

Tabla X. **Área de acero de pantalla de muro**

ÁREA DE ACERO PARA LA PANTALLA DEL MURO	
Área de acero mínima	18,34 cm ²
Área de acero requerida	3,97 cm ²
As temperatura	25,00 cm ²

Fuente: elaboración propia.

Diseño hidráulico para cuneta:

Aplicando la fórmula de Manning para calcular la velocidad y el caudal a sección llena.

$$V = \frac{0,03429}{n} * D^{2/3} * S^{1/2} \quad S = \text{pendiente de } 15^\circ \text{ en la tubería o mangas}$$

$$D = 3''$$

$$V = \frac{0,03429}{0,010} * (3'')^{2/3} * (0,28)^{1/2} = 3,69 \text{ m/s}$$

Caudal: se utilizarán 4 tubos en la pantalla del muro por lo tanto $AT = 4 * A$

$$Q \text{ Total} = V * (4) * A$$

$$Q \text{ Total} = (3,69 \text{ m/s}) * 4 * [\pi/4] * (3'' * 0,0254 \text{ m})^2 = 0,067 \text{ m}^3/\text{s}$$

De la ecuación del régimen crítico

$$E = y + \frac{Q^2}{2g} = A^{-2} \quad (1)$$

Para un régimen crítico se tiene que la energía específica es mínima es decir si:

$$\frac{dE}{dY} = 0 \quad \text{derivando (1) con respecto al tirante e igualando a cero se tiene:}$$

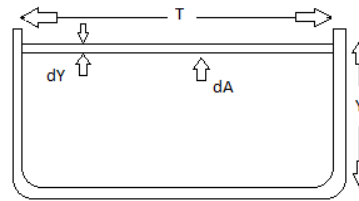
$$\frac{dE}{dY} = \frac{d}{dY} \left(Y + \frac{Q^2}{2g} A^{-2} \right) = 0$$

Interpretación de $\frac{dA}{dY}$

$$1 + \frac{Q^2}{2g} = \frac{dA^{-2}}{dY} = 0$$

En la figura:

$$1 - 2 \frac{Q^2}{2g} A^{-3} \frac{dA}{dY} = 0$$



De donde:

$$\frac{Q^2}{gA^3} = \frac{dA}{dY} = 1 \quad (2)$$

El elemento de área dA cerca a la superficie libre es igual a TdY , es decir:

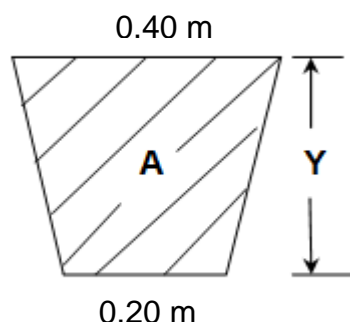
$$dA = TdY \rightarrow \frac{dA}{dY} = T \quad (3)$$

Sustituyendo (3) en (2), resulta:

$$\frac{Q^2 T}{gA^3} = 1 \quad (4)$$

Como A y T están en función de Y la ecuación (4) impone las condiciones del flujo crítico en un canal de forma cualquiera.

Debido a que la cuneta para los muros tiene la forma trapezoidal con la siguiente sección.



Donde:

$$A = \left(\frac{0,40 + 0,20}{2} \right) Y$$

$$A = 0,30Y$$

De la ecuación:

$$\frac{Q^2 T}{g A^3} = 1 \quad (4) \quad A = \left(\frac{Q^2 T}{g} \right)^{1/3}$$

con:

$$Q \text{ total} = 0,067 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$T = 0,40 \text{ m}$$

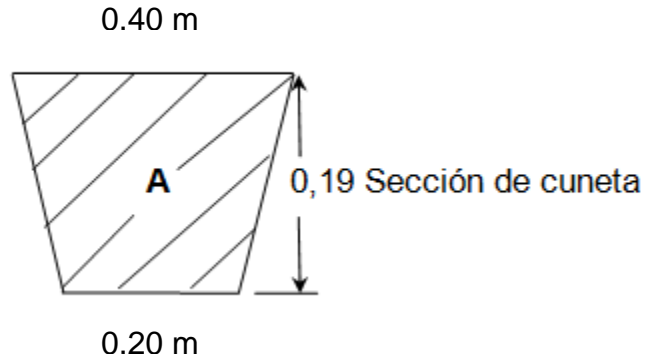
$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$A = \left[\frac{(0,067 \text{ m}^3/\text{s})^2 * (0,40 \text{ m})}{(9,8 \text{ m/s}^2)} \right]^{1/3} = 0,057 \text{ m}^2$$

Sustituyendo en $A = 0.30Y$

$$0,057 \text{ m}^2 = 0,30Y$$

$$Y = \frac{0,057 \text{ m}^2}{0,30 \text{ m}} = 0,19 \text{ m}$$



3.10.9. Presupuesto del proyecto

El presupuesto contempla materiales, mano de obra, maquinaria, combustible y gastos indirectos. Para el efecto se tomó como referencia los precios de materiales y renta de maquinaria que se cotizan en el área de Chimaltenango, lo concerniente a mano de obra tanto calificada como no calificada, la que la municipalidad asigna para casos similares, se aplicó un 30 por ciento de costos indirectos que incluye administración, supervisión técnica y utilidades.

Tabla XI. Presupuesto

Presupuesto de muro de contención en voladizo aldea Santo Domingo, El tejár					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA	P.U.	SUMA	TOTAL
Cemento gris	saco	75	Q 61,00	Q 4 575,00	
Arena de río	m3	3	Q 115,00	Q 345,00	
Piedrín triturado de ¾	m3	5	Q 210,00	Q 1 050,00	
Hierro No. 8	varilla	11	Q 207,15	Q 2 278,65	
Hierro No. 6	varilla	9	Q 116,00	Q 1 044,00	
Hierro No. 4	varilla	14	Q 38,00	Q 532,00	
Hierro No. 3	varilla	14	Q 22,00	Q 308,00	
Alambre de amarre	libra	8	Q 7,00	Q 56,00	
Madera(30 tablas de 1"x12"x10')	pie-tabla	300	Q 8,00	Q 2 400,00	
Parales (24 tablas 3"x3"x10')	pie-tabla	90	Q 8,00	Q 720,00	
Tubo de pvc para drenaje de φ 3"	tubo	1	Q 189,00	Q 189,00	
Tubo de pvc para drenaje de φ 4"	tubo	1	Q 238,00	Q 238,00	
TOTAL DE MATERIALES					Q 13 735,65
MANO DE OBRA					
Limpieza general	m^2	20,00	Q 10,00	Q 200,00	
Excavación	m^2	5,00	Q 35,00	Q 175,00	
Corte y nivelación	m^2	12,00	Q 10,00	Q 152,00	
Hechura de armadura No.3	ml	83,00	Q 1,60	Q 132,80	
Hechura de armadura No.4	ml	81,00	Q 1,75	Q 315,00	
Hechura de armadura No.6	ml	51,00	Q 2,25	Q 114,75	
Hechura de armadura N0.8	ml	64,00	Q 2,75	Q 176,00	
Formaleteado	m^2	18,00	Q 22,00	Q 396,00	
Fundición	m^3	6,00	Q 200,00	Q 1 200,00	
Corte y colocación de tubo pvc	unidad	5,00	Q 10,00	Q 50,00	
Desencofrado	m^2	18,00	Q 15,00	Q 270,00	
Relleno y compactación	m^3	5,00	Q 30,00	Q 150,00	
Retiro de sobrante	m^3	9,00	Q 12,00	Q 108,00	
Cuneta de 0,40*0,19	ml	3,00	Q 55,00	Q 165,00	
TOTAL MANO DE OBRA					Q 3 604,55
PRECIO UNITARIO DEL RENGLÓN					Q 17 340,20

PRESUPUESTO TOTAL				
Descripción	Unidad	Cantidad	p.u.	Total
Muro de 3 metros lineales	Unidad	9	Q 17 340,20	Q 156 061,80
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q 156 061,80

Fuente: elaboración propia.

3.10.10. Evaluación de impacto ambiental

Vecinos y transeúntes de la aldea Santo Domingo demandan una solución para la protección a la problemática del nacimiento de agua ya que este representa un patrimonio para la aldea. Es por ello que se realizó la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para la planificación y diseño de muros de contención. Y así proteger el nacimiento de agua, debido a que en verano las partículas de polvo que se generan a través de la mezcla homogénea de agua-tierra son perjudiciales a la salud de los vecinos y personas en general, así como en invierno se generan grandes pozas de agua que forman un gran potencial de criaderos de zancudos y la proliferación de enfermedades transmitidas por estos insectos.

Esto da un parámetro para prevenir y corregir a gran escala el impacto de las causas y efectos negativos tanto pre, como postconstrucción de los muros.

Para la construcción de los muros de contención de la aldea Santo Domingo hay que tomar en cuenta el impacto ambiental que estos producirán sobre los cultivos, adyacentes al nacimiento, ya que las partículas de polvo así como la excavación de tierras y la compactación pueden generar algunos efectos negativos sobre dichos cultivos. Es importante mencionar que en operación se puede generar material orgánico producido por procesos químico bacterianos como la mohosidad de los taludes.

Lo que se pretende con la evaluación de impacto ambiental es reducir los focos de contaminación especialmente en época de invierno, cuando las aguas pluviales y aguas del nacimiento se mezclan y quedan al descubierto.

Evitar enfermedades dañinas y severas a la población por falta de atención.

Evitar molestias entre los vecinos y pobladores en general.

3.10.11. Evaluación socioeconómica

Es la evaluación que mide el rendimiento de cualquier proyecto en cuestiones de recursos, provenientes del gobierno central, municipalidades, entidades de gobierno y entidades no gubernamentales u otras donaciones, para la ejecución de los proyectos que ayuden al beneficio y desarrollo económicosocial de cualquier población.

3.10.11.1. Valor Presente Neto

El valor presente neto es una de las formas más conocidas en las distintas fases de un proyecto así como la decisión idónea para llevarlo a la realidad, evitando la inyección de flujos de caja innecesarios para su ejecución, aunado a un interés adecuado a las necesidades de inversión.

El VAN constituye una herramienta fundamental para la evaluación y gerencias de proyectos, así como la administración de los recursos asignados y optimizar los recursos físicos.

3.10.11.2. Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno (TIR) de cualquier inversión, se define como la tasa de interés con la que el valor actual neto (VAN) es igual a cero y es calculado con base al flujo de caja anual, transfiriendo las cantidades futuras al presente.

La TIR es una herramienta para tomar decisiones en una inversión, generalmente la opción más rentable es la que presenta una TIR más alta.

Se tiene claro el concepto que para el proyecto de muros de contención de la aldea Santo Domingo, no se pueden realizar los análisis ya que es una inversión que no generará ingresos, mucho menos una tasa de rentabilidad por ser inversiones de tipo comunitario.

Tabla XII. **Cronograma de ejecución inversión (para 9 muros de contención de 3 metros lineales)**

No.	ACTIVIDAD	SEM	1er MES	2do MES	3er MES	4to MES
1	Limpieza general	1	■			
2	Corte y nivelación	2	■			
3	Hechura de Armadura	3		■		
4	Fundición	4		■	■	
5	Relleno y Compactación	5			■	■
6	Retiro de materiales	1				■
EJECUCIÓN FINANCIERA			25%	35%	25%	15%

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Los proyectos en estudio ayudarán grandemente al desarrollo integral de la comunidad de El Tejar a la hora de su ejecución, y al mismo tiempo a que los vecinos de la colonia San Juan Buenos Aires, se beneficien de los servicios de un drenaje sanitario que tanta falta hace ocasionando molestias entre vecinos, exponiéndose entre ellos mismos a una fuente potencial de contaminación derivado de las aguas negras que fluyen a flor de tierra por toda la colonia. Es así como autoridades del municipio en conjunto con la Universidad de San Carlos de Guatemala a través del programa de Ejercicio Profesional Supervisado, proponen soluciones de las problemáticas sociales.
2. Este proyecto es de carácter social, el fin que se percibe es proveer a la comunidad un servicio eficaz y eficiente, que contribuya al desarrollo integral y el bienestar público.
3. De acuerdo al estudio y diseño existe la factibilidad de construir el proyecto y para este se utilizará tubería PVC Norma ASTM F949 de 6 y 8 pulgadas de diámetro, el total de metros lineales del sistema asciende a una cantidad de 661,68 con sus debidos accesorios. Para poder garantizar este proyecto se diseñó conforme a las normas generales para el diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal.

4. Los muros de contención diseñados para la aldea Santo Domingo también beneficiarán al casco urbano de El Tejar, ya que con la ejecución de estos se solucionará el problema de salud, transporte y locomoción, por lo tanto es tarea de la municipalidad gestionar los trámites necesarios para llevarlos a la realidad.

5. El muro de contención está dividido en 9 módulos de 3 metros lineales cada uno y juntas de 5 centímetros, para no sobrepasar el peso y así soportar las fuerzas naturales para el cual se diseñó y así evitar el volteo generado, con esto se cubrirá 27 metros lineales, necesarios para proteger el nacimiento de agua.

RECOMENDACIONES

1. La Municipalidad de El Tejar, debe capacitar a los vecinos de la colonia San Juan Buenos Aires, para el buen uso y mantenimiento del sistema de drenaje ya que de ello dependerá el buen funcionamiento así como la vida útil del sistema.
2. La empresa constructora así como la municipalidad deberán cumplir con las normas y especificaciones de diseño para que el sistema sea funcional, y no trabajar empíricamente ya que esto podría afectar o desestabilizar el sistema, y no cumplir con su función.
3. Para iniciar con los trabajos de construcción del drenaje sanitario, se deberá trazar y replantear la construcción y así poder iniciar con la limpieza de chapeo, trazo, destronque de vegetaciones vivas o muertas, desmonte de adoquín y colocarlos en un lugar donde no ocasione ningún inconveniente para trabajar en el área y que no genere molestias entre las viviendas vecinas.
4. Construir muros que sean capaces de retener grandes extensiones de tierra del nacimiento. Y evitar la proliferación de enfermedades y darle solución a dicho problema.

5. A la Municipalidad de El Tejar, darle solución al problema del estancamiento de agua de lluvia, como agua emanada por el mismo nacimiento que se genera en época de invierno. Y así proteger el nacimiento de agua a través de la ejecución de los muros de contención diseñados para el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. Comité ACI 318. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario*. Farmington Hills, MI, Estados Unidos de América: ACI, 2005. 490 p.
2. CABALLEROS CHUVAC, Claudia Lorena. *Diseño del drenaje sanitario y pavimento rígido de la colonia Jardines de la Virgen, zona 4, del municipio de Villanueva, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 94 p.
3. GÓMEZ SAGASTUME, Freddy Paolo. *Diseño del sistema de agua potable para la aldea La Catocha y caserío El Poshte y diseño del muro de contención para la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte, municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 123 p.
4. MONZÓN SAMAYOA, Carlos Alberto. *Planificación y diseño del drenaje de la aldea Loma Larga, Amatitlán, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 120 p.
5. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 80 p.

6. TUL VELÁSQUEZ, Byron Melvin. *Diseño del sistema de drenaje separativo, tramo entre 2ª av. y 1ª av. , 2ª calle "a" zona 1, cabecera municipal de San Antonio Sacatepéquez, departamento de San Marcos, y diseño de puente vehicular para el sector Los López, caserío Xec-Xu, municipio de San Martin Sacatepéquez, departamento de Quetzaltenango.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008.105 p.

7. VASQUEZ PINELO, Coralia Larissa. *Rehabilitación del tramo carretero que conduce del caserío el poshte a la aldea el barreal y diseño de un muro de contención para el polideportivo CEDAG del sector Bellavista zona 5 del municipio de Chiquimula.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 122 p.

APÉNDICE

1. Planos del proyecto de drenaje sanitario colonia San Juan Buenos Aires
 - Planta general y densidad de vivienda
 - Planta – perfil
 - Planos típicos de pozos de visita
 - Planos típicos de conexiones domiciliarias
 - Planos de proyecto de muros de contención

2. Libretas topográficas

ANEXOS

1. Estudios de suelos

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE DRENAJE SANITARIO, SAN JUAN BUENOS AIRES, EL TEJAR, CHIMALTENANGO.

EST.	P.O	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	DISTANCIA(m)	DISTANCIA ACUMULADA	COTA
0	1	00	00	00	00,00	00+000,00	100,00
1	1,2	270	4	40	24,00	00+024,00	99,90
1,2	2	264	41	0	34,00	00+058,00	98,66
2	2,1	275	4	10	59,00	00+117,00	98,64
2,1	2,2	275	10	20	58,00	00+175,00	98,70
2	2,3	192	19	20	18,40	00+193,40	98,29
2,3	2,4	191	18	20	32,59	00+225,99	98,16
2,4	2,5	191	26	40	29,00	00+254,99	98,25
2,5	3	191	25	20	6,00	00+260,99	98,15
2,3	2,3,1	279	5	11	61,00	00+321,99	98,64
2,4	2,4,1	288	12	56	52,00	00+373,93	98,14
2,5	2,5,1	98	29	0	36,00	00+409,93	98,60
3	4	278	11	50	57,39	00+467,32	99,52
4	5	189	24	50	35,50	00+502,82	97,32
5	6	278	48	19	26,70	00+529,52	96,51
6	7	246	35	0	19,39	00+584,97	96,26
7	8	255	19	58	44,00	00+592,97	95,25
8	9	249	36	20	44,00	00+636,97	94,91
9	10	264	4	39	48,71	00+685,68	92,91
					685,68		

LIBRETA TOPOGRÁFICA NACIMIENTO DE AGUA SANTO DOMINGO

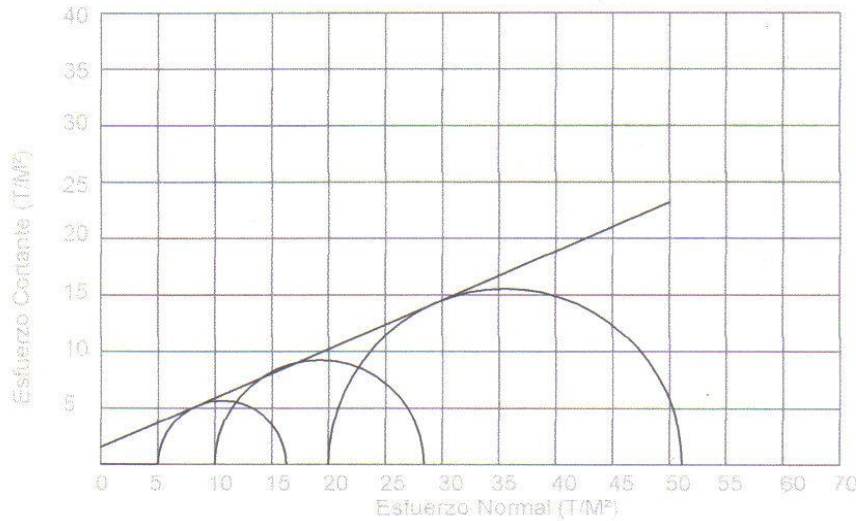
E	P.O	AZIMUT			HILOS			ZENIT			D.H	C.T
		GRAD	MIN	SEG	HS	HM	HI	GRAD	MIN	SEG		
A	0	284	48	40	1,821	1,7	1,579	90	16	30	24,19	99,69
0	1	181	21	39	1,781	1,6	1,482	90	18	40	8,5	99,77
1	1,1	183	20	26	1,430	1,3	1,170	90	17	40	8,62	100,06
1,1	2	180	11	33	0,853	0,7	0,547	90	14	20	9,88	100,67



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 007 S.S. O.T.: 27,645

INTERESADO: Walter René Ichaj
 PROYECTO: EPS-Muros de contención, Nacimientos de agua.
 Ubicación: Aldea Santo Domingo El Tejar, Chimaltenango.
 Fecha: 24 de enero de 2011.
 pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 23.46^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 1.55 \text{ T/m}^2$
---	--------------------------------------

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Limo arcilloso color café oscuro.
 DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESIÓN LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	11.28	18.43	31.15
PRESIÓN INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACIÓN EN ROTURA Er (%)	2.0	4.0	7.0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.07	1.07	1.07
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.36	1.36	1.36
HUMEDAD (%H)	25.1	25.1	25.1



Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
 DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



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



Nº 21373

INFORME No. 08 S. S. O.T.: 27,645

Interesado: Walter René Ichaj
Proyecto: EPS-Muros de contención, Nacimientos de agua.

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Aldea Santo Domingo El Tejar, Chimaltenango.

FECHA: 24 de enero de 2011

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	40.5	12.5	ML	Limo arcilloso color café oscuro.

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

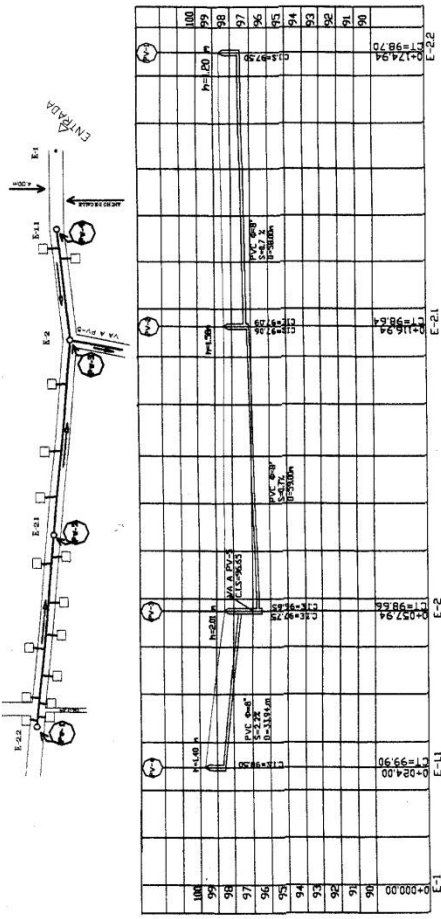
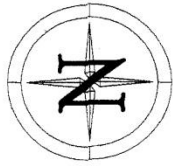
Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Omar E. Medrano Méndez
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

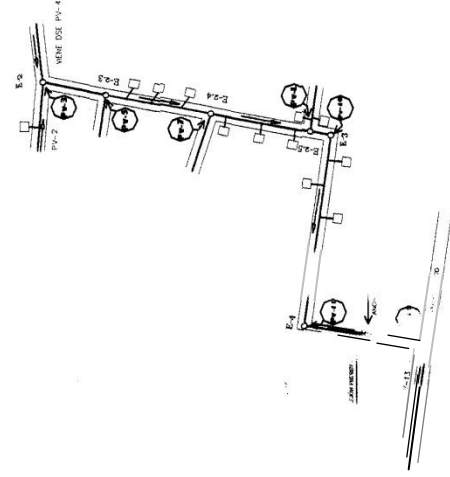


E	P.O	DISTANCIA H(m)		AZIMUT		COTA
		GRADES	MINUTOS	SEGUNDOS	MINUTOS	
1	1.1	24.00	270	4	40	99.90
1.1	2	33.94	264	41	0	98.66
2	2.1	59.00	275	4	10	98.64
2.1	2.2	58.00	275	10	20	98.70

PERFIL EJE PRINCIPAL PV-1 A PV-4

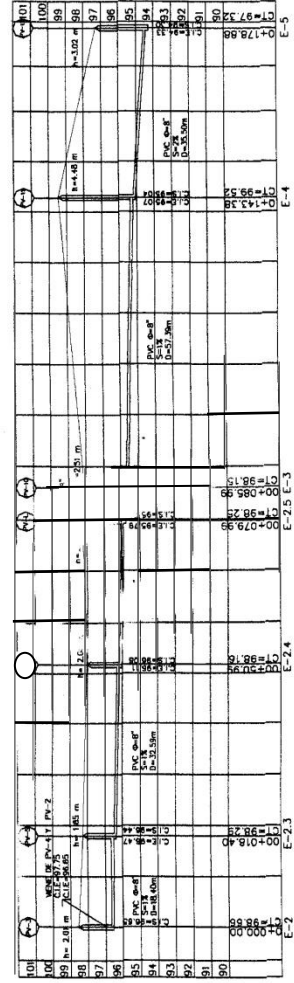
ESCALA:
H=1:700
V=1:200

SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
∩	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
φ	DIAMETRO DE TUBERIA PVC
S	PENDIENTE DE TUBERIA
D	DISTANCIA
h	ALTURA DE POZO
•	CAMINO PREVISTO
	PUNTO DE INICIO



PERFIL EJE PRINCIPAL PV-3 A PV-12

ESCALA:
H=1:700
V=1:200



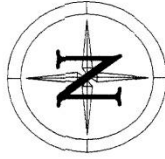
E	P.O	DISTANCIA H(m)	AZIMUT		COTA	
			GRADES	MINUTOS		SEGUNDOS
2	2.3	18.40	192	19	20	98.29
2.3	2.4	32.59	191	18	20	98.16
2.4	2.5	29.00	191	26	40	98.25
2.5	3	6.00	191	25	20	98.15
3	4	57.39	278	11	50	99.52
4	5	35.50	189	24	50	97.32

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

PROYECTO: RECONSTRUCCION DE LA CARRETERA
DE LA ZONA DE LA SIERRA DE LA CUCUTZA

CONTRATISTA: INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.

ESCALA: HORIZONTAL: 1:5000 VERTICAL: 1:1000
FECHA: 15 DE ABRIL DE 2010
INGENIERO EN CARRETERAS: JUAN CARLOS RIVERA
INGENIERO EN CARRETERAS: JUAN CARLOS RIVERA



E	P.O	DISTANCIA H(m)	AZIMUT		COTA
			GRADOS	MINUTOS SEGUNDOS	
2.3	2.3.1	61.00	279	5	98.64

E	P.O	DISTANCIA H(m)	AZIMUT		COTA
			GRADOS	MINUTOS SEGUNDOS	
2.4	2.4.1	52.00	288	12	98.16

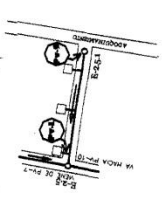
E	P.O	DISTANCIA H(m)	AZIMUT		COTA
			GRADOS	MINUTOS SEGUNDOS	
2.5	2.5.1	36.00	98	29	0

SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
∩	POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
Φ	DIAMETRO DE TUBERIA PVC
S	PENDIENTE DE TUBERIA
D	DISTANCIA
h	ALTURA DE POZO
	IGLESIA EVANGELICA
_____	CAMINO PREVISTO

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

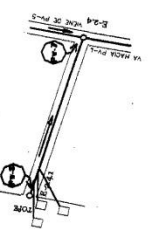
PROYECTO: DISEÑO DE TUBERIAS
UBICACION: COLUMBA SAN JUAN BUENOS AIRES EL TUAJAL

CONTENIDO:
PLANTA PERFIL Y PERFILES AUXILIARES



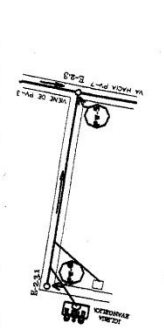
E	P.O	H(m)	Grados	Minutos	Segundos	Cota
101						
100						
99						
98						
97						
96						
95						
94						
93						
92						
91						
90						

PERFIL AUXILIAR DE PV-9 A PV-11
ESCALA: H=1:200 V=1:200



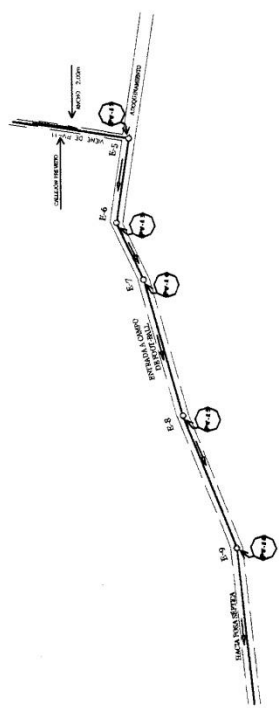
E	P.O	H(m)	Grados	Minutos	Segundos	Cota
101						
100						
99						
98						
97						
96						
95						
94						
93						
92						
91						
90						

PERFIL AUXILIAR PV-8 A PV-7
ESCALA: H=1:200 V=1:200



E	P.O	H(m)	Grados	Minutos	Segundos	Cota
101						
100						
99						
98						
97						
96						
95						
94						
93						
92						
91						
90						

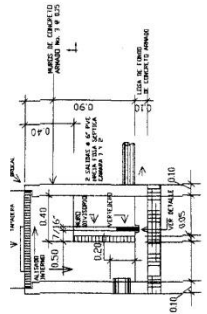
PERFIL AUXILIAR DE PV-6 A PV-5
ESCALA: H=1:200 V=1:200



E	P.O	H(m)	Grados	Minutos	Segundos	COTA
101						
100						
99						
98						
97						
96						
95						
94						
93						
92						
91						
90						

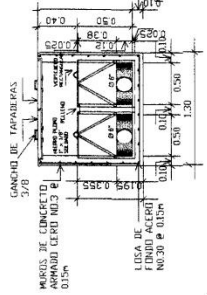
PERFIL EJE PRINCIPAL PV-12 A PV-16
ESCALA: H=1:200 V=1:200

E	P.O	H(m)	Grados	Minutos	Segundos	COTA
5	6	26.70	278	48	19	96.51
6	7	19.39	246	35	0	96.26
7	8	44.00	255	19	58	95.25
8	9	44.00	249	36	20	94.91
9	10	48.71	264	4	39	92.91



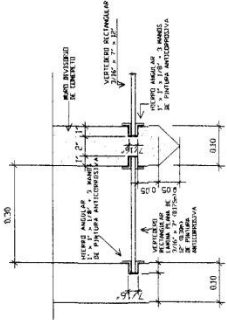
PERFIL TRANSVERSAL
SERVIDOR DE CABLE

EN ESCALA



VISTA TRANSVERSAL
SERVIDOR DE CABLE

EN ESCALA



CARRILES PARA VERTEDEROS
VISTA DE PLANTA

EN ESCALA

NOTA

FOSA SÉPTICA

Esta obra de arte será de concreto armado de 2 cámaras y un divisor de caudales para recibir las aguas negras de la vivienda. El divisor de caudales debe ser capaz de aprovechar los sólidos de desechos y utilizarlos para la vegetación y contribuir a la ecología.

SERVIDOR DE CAUDALES

Este artefacto será de concreto armado y ayudará a encontrar las aguas negras a uno de las cámaras e incluir con el tratamiento posterior.

BROCAL Y TAPADERA 1 Y 2
SERVIDOR DE CABLE

EN ESCALA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- ACERO Se usará acero estructural equivalente a una resistencia $f_y = 210 \text{ kg/cm}^2$ para los detalles de diámetros.
- CONCRETO El concreto a utilizar será de 3,04 mpc. El concreto debe ser de tipo normal con un porcentaje volumétrico de 12% en su elaboración.
- CEMENTO El cemento a utilizar será portland moderado con probeta tipo 150C/1 y que cumpla con las especificaciones para cemento portland ASTM C-595.
- ARENA Se utilizará arena de grano duro y anguloso, libre de arcilla, limo, alúvulo, mica, material orgánico y otros contaminantes que puedan perjudicar la resistencia del concreto.
- PIEDRA El agregado grueso consistirá en grava o roca triturada y deberá estar limado por partículas duras y limpias, libres de materia orgánica y que cumpla con las especificaciones para agregado grueso que está usado para juzgar el diseño del concreto.
- AGUA: El agua a utilizar para el hormigón deberá ser limpia y estar libre de impurezas y de material orgánico que puedan afectar la resistencia del hormigón.

DIMENSIONES DE FOSA SÉPTICA DE 2 CÁMARAS				
DIMENSIONES REALES	N.º DE SECCIONES EN LUSA	IMPENSIÓN DE C/SECCION DE LINDIOS	VOLUMEN DE LINDIOS	VOLUMEN TOTAL
L	W	H	L/3	1714 m ³
8.00 m	4.00 m	2.00 m	3	4163 m ³ 56179 m ³

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

PROYECTO: INGENIERIA SANITARIA
COLUMNA SANITARIA-SERVIDOR AJUSTE DE TEMPERATURA

CONTENIDO: FOSA SÉPTICA DE 2 CÁMARAS

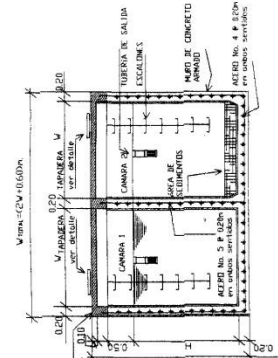
PROFESOR: [Signature]

ALUMNO: [Signature]

FECHA: [Signature]

INDICACIONES DEL DISEÑO: [Signature]

COMPROBACIONES: [Signature]



SECCION B-B
FOSA SÉPTICA DE CONCRETO ARMADO

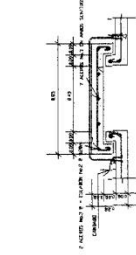
EN ESCALA

- 4 ACEROS N.º 4 CORRIDOS, 1 EN TENSION N.º 5
- 10 ESTRIABOS N.º 2 ϕ 0.075"
- EN AMBOS EXTREMOS EL RESTO ϕ 0.20"

- 4 ACEROS N.º 4 CORRIDOS, 1 EN TENSION N.º 5
- 10 ESTRIABOS N.º 2 ϕ 0.075"
- EN AMBOS EXTREMOS EL RESTO ϕ 0.20"

SECCION D-D
VISTA DE CORONAMIENTO

EN ESCALA



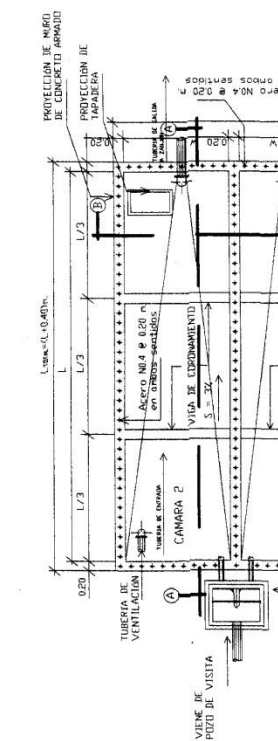
DETALLE DE TAPADERA
TAMBIEN DE INGRESO

EN ESCALA



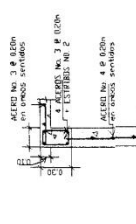
DETALLE DE VIGA
VISTA DE CORONAMIENTO

EN ESCALA



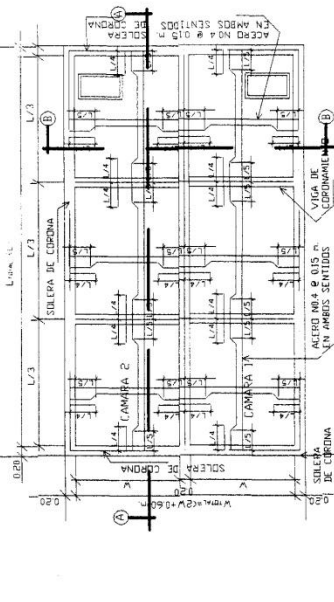
SECCION C-C
VISTA DE CORONAMIENTO

EN ESCALA



DETALLE DE VIGA
SOLERA DE CORONA

EN ESCALA



SECCION A-A
FOSA SÉPTICA DE CONCRETO ARMADO

EN ESCALA

PLANTA
PARED DE LUSA

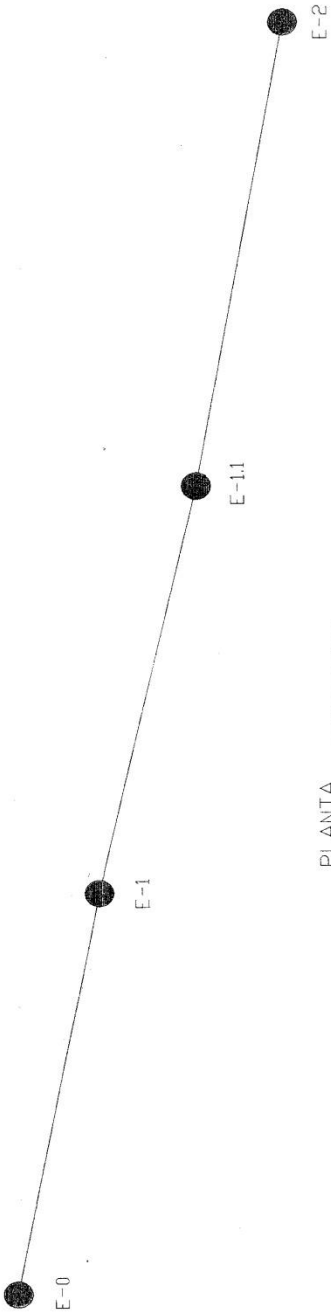
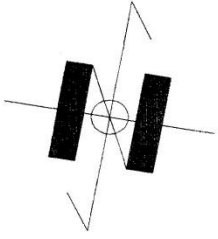
EN ESCALA

VISTA EN PLANTA
SERVIDOR DE CABLE

EN ESCALA

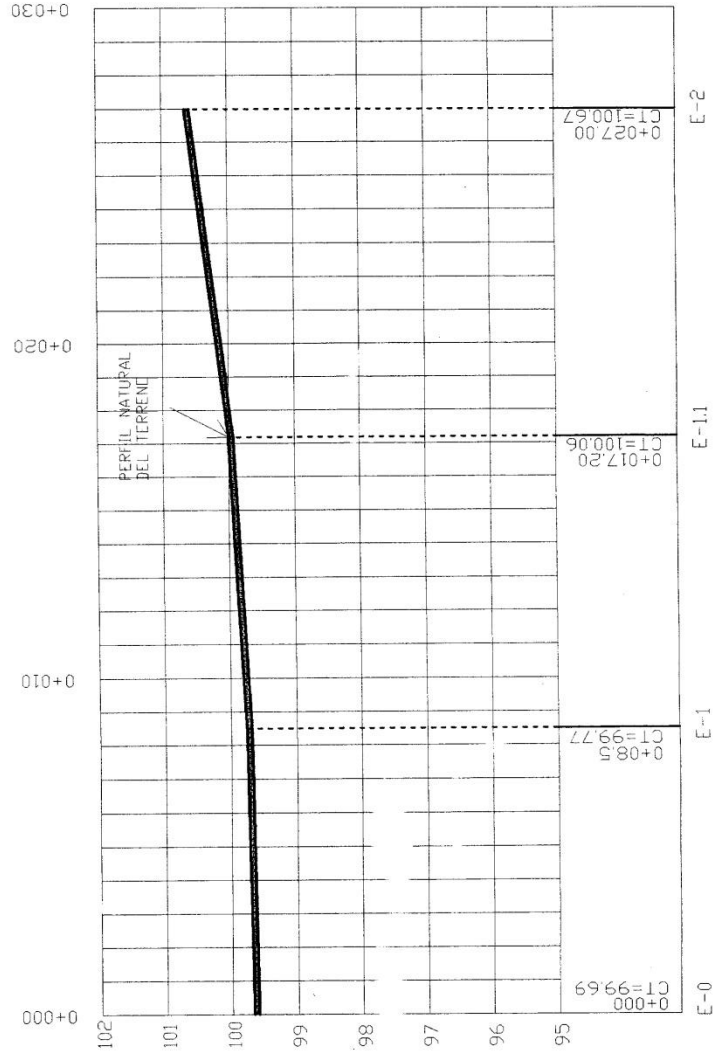
VISTA EN PLANTA
SERVIDOR DE CABLE, TAPADERA 1 Y 2

EN ESCALA



PLANTA

ESCALA 1/200



PERFIL

ESCALA
H. 1/75
V. 1/40

DATOS TOPOGRÁFICOS

E	PI	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	MS	M	HT	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	MS	INSTANCIAS	COTA DE
												TERRESTRE	
E-A	E-0	264	48	40	182	1.700	1.579	90	16	30	24.1994	99.69	
E-0	E-1	181	21	39	178	1.600	1.482	90	18	40	8.5011	99.77	
E-1	E-1.1	183	20	26	149	1.300	1.170	90	17	40	8.6212	100.06	
E-1.1	E-2	180	11	33	183	0.700	0.547	90	14	20	9.8818	100.67	

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

PROYECTO: **PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION Y REPARACION DE LA PLANTA PERFILES DE INGENIERIA Y EPS**

UBICACION: **MUNICIPALIDAD DE SAN DOMINGO EL TEJAR**

FECHA: **15 DE ABRIL DE 2010**

ESCALA INDICADA: **H. 1/75 V. 1/40**

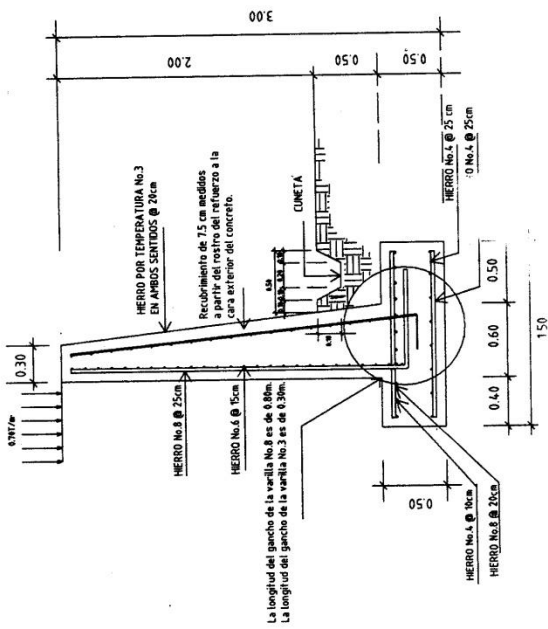
FECHA DE ELABORACION: **15 DE ABRIL DE 2010**

PROFESOR: **ING. CARLOS ALBERTO PEREZ**

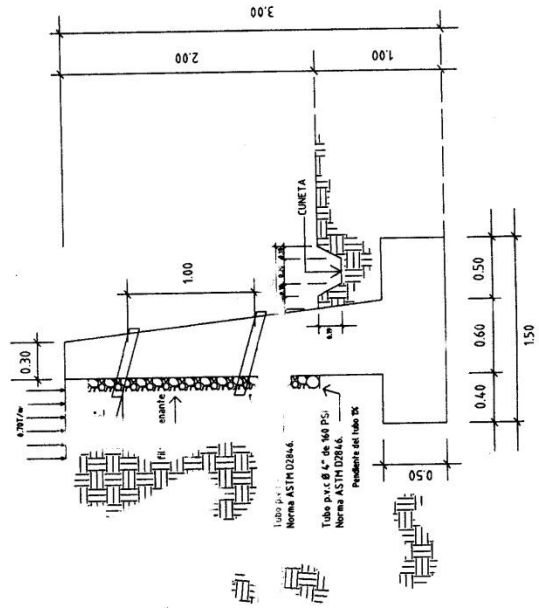
ALUMNO: **ING. CARLOS ALBERTO PEREZ**

PROFESOR AYUDANTE: **ING. CARLOS ALBERTO PEREZ**

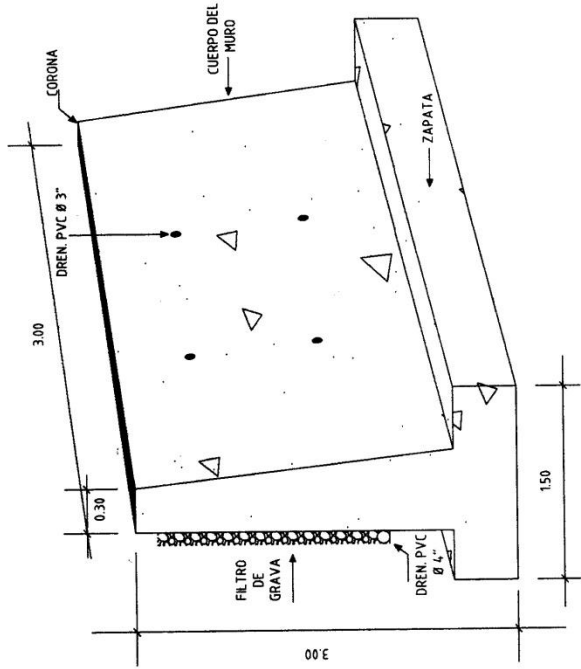
PROFESOR AYUDANTE: **ING. CARLOS ALBERTO PEREZ**



DETALLE DE MURO
ESCALA 1:20



DETALLE DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA PARA DRENAJE
ESCALA 1:20



ELEVACIÓN DE MURO DE CONCRETO ARMADO
ESCALA 1:20

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

capo de 180m a 120m de suelo lino arcilloso.

capo de 6.0m de grava triturada.

- ACERO de refuerzo grado 40 - $f_y = 280 \text{ kg/cm}^2$.
- EL CONCRETO deberá tener una f'_c de 3,000 psi- 210 kg/cm^2 , con una proporción de (1:2:3).
- CEMENTO: El cemento a utilizar será portland modificado con pozoana tipo I (D.G.C.) y que cumpla con las especificaciones para "cemento portland" ASTM C-595.
- ARENA: se utilizará arena de grano duro y anguloso, libre de arcilla, limo, alcalis, mica, material orgánico y otras sustancias que puedan perjudicar la resistencia del concreto.
- PIEDRILLO: el agregado grueso consistirá en grava o rica triturada y deberá estar formado por partículas duras resistentes, limpias y sin materiales extraños ya que esto puede perjudicar el diseño del concreto.
- AGUA: El agua a utilizar para el hormigón deberá ser limpia y estar libre de impurezas y de material orgánico que puedan afectar la resistencia del hormigón.
- El tubo p.v.c. de 1.5", todo el largo del muro, con una pendiente de 1% al final de este tubo en codo a 90° para desahogar o uno con él.
- 2 tubos p.v.c. de 3" en secciones longitudinales sucesivas de 6.00 m. diámetro @ 10m en los extremos en ambos sentidos.
- FILTRO DREMANTE: Para el filtro drenante se utilizará grava triturada que consistirá en partículas sólidas y durables, deberán todas pasar por la malla de 75um y deberán el 90% al 100% ser de origen natural No. 1 (c. 1mm), usando el método T-47 de la A.S.T.M (ITE E264).

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

PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA ZONA DEL MURTO PONDUJO EN TIZABU
MURTO PONDUJO EN TIZABU

DETALLE DE ARMADO Y COLOCACIÓN DE TUBERIAS

INGENIERO EN CARGO: [Firma]

INGENIERO EN TITULO: [Firma]

INGENIERO EN TITULO: [Firma]

INGENIERO EN TITULO: [Firma]