



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

**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO A LA ALDEA
SANTO DOMINGO Y DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL
CASERÍO NUEVA JERUSALEM, ALDEA SAN RAFAEL SACATEPÉQUEZ,
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.**

Gerson Nehemias Bravo Fuentes

Asesorado por: Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO A LA ALDEA
SANTO DOMINGO Y DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL
CASERÍO NUEVA JERUSALEM, ALDEA SAN RAFAEL SACATEPÉQUEZ,
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

ASESORADO POR EL ING. LUÍS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos.
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria.
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López.
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón.
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran.
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía.
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas.

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos.
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Luis Sandoval Mendoza
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO A LA ALDEA
SANTO DOMINGO Y DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL
CASERÍO NUEVA JERUSALEM, ALDEA SAN RAFAEL SACATEPÉQUEZ,
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha de 23 de septiembre de 2008.

Gerson Nehemias Bravo Fuentes.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 17 de noviembre de 2008.
Ref:EPS.D.1044.11.08.

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 Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200011148**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO A LA ALDEA SANTO DOMINGO Y DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM, ALDEA SAN RAFAEL SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS"**.

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

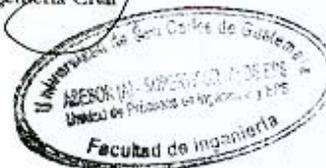
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Cds Gregorio Alfaro Véliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
I.GAF/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 17 de noviembre de 2008.
Ref.EPS.D.1044.11.08.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO A LA ALDEA SANTO DOMINGO Y DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM, ALDEA SAN RAFAEL SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS" que fue desarrollado por el estudiante universitario GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ingeniero Luis Gregorio Alfaro Véliz**.

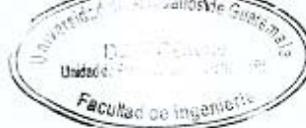
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



NISZ./ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Guatemala,
19 de noviembre de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO A LA ALDEA SANTO DOMINGO Y DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM, ALDEA SAN RAFAEL SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Gerson Nehemías Bravo Fuentes, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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. Fernando Amílcar Boiton Velásquez
Coordinador del Área de Topografía y Transporte



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
19 de noviembre de 2008

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO A LA ALDEA SANTO DOMINGO Y DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM, ALDEA SAN RAFAEL SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Gerson Nehemías Bravo Fuentes, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

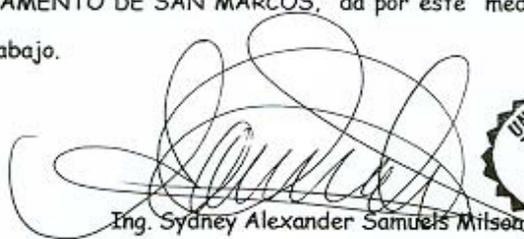
/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Gerson Nehemías Bravo Fuentes, titulado **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO A LA ALDEA SANTO DOMINGO Y DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM, ALDEA SAN RAFAEL SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, noviembre 2008.

/bbdeb.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS	Guía en mi camino, fuente de inspiración y por todas las bendiciones derramadas en mí y en toda mi familia.
Mis Padres	Arnulfo Lázaro Bravo López y Miguelina Angélica Fuentes. Por el apoyo incondicional que me han brindado, por su amor durante toda mi vida, muchas gracias y que Dios les bendiga.
Mis hermanos	Alma, Miriam y Edgar. Por estar conmigo siempre, compartiendo mis ilusiones y por darme ánimos para culminar mi carrera.
Mis tíos	Osvely Fuentes, Olga Fuentes y Enrique Bravo. Gracias por su apoyo incondicional.
A mi familia	Por tener el apoyo incondicional.
A mis pastores	Manuel Melgar y Osvely Fuentes. Por la ayuda moral y espiritual que me brindaron. Dios les bendiga.
A mi patria	Pais de la eterna primavera. Tierra llena de futuro.

AGRADECIMIENTO A:

DIOS	Por estar siempre iluminando mis pensamientos y ayudarme a elegir el camino correcto.
A mis padres	Por su incondicional apoyo, amor, ánimo y consejo en todo el transcurso de mi carrera.
Ing. Luís Gregorio Véliz	Por su tiempo, amistad, por compartir sus conocimientos y la asesoría del presente trabajo de graduación.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Prestigiosa casa de estudios con respeto y orgullo.
La Facultad de Ingeniería	Por darme la oportunidad de formarme como profesional.
Familia Urlá Borrayo	Por su apoyo, gracias
Todos mis compañeros y amigos de estudio	En especial a Maynor, Helen y Pablo, que me apoyaron siempre, infinitas gracias.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la aldea Santo Domingo	1
1.1.1. Aspectos históricos	1
1.1.1.1. Origen del nombre	1
1.1.2. Aspectos físicos	1
1.1.2.1. Localización	1
1.1.2.2. Colindancias	2
1.1.2.3. Vías de acceso	3
1.1.2.4. Climatología	3
1.1.2.5. Características topográficas	3
1.1.2.6. Calidad del suelo	3
1.1.3. Demografía	4
1.1.3.1. Población	4
1.1.3.2. Tipología de viviendas	5
1.1.3.3. Diseño arquitectónico	5

1.1.4.	Condición sociocultural	6
1.1.4.1.	Educación	6
1.1.4.2.	Salud	6
1.1.4.3.	Tradiciones y costumbres	7
1.1.4.4.	Cultura	7
1.1.5.	Condición económica	7
1.1.5.1.	Principales actividades económicas de los hombres	7
1.1.5.2.	Principales actividades económicas de las mujeres	7
1.1.5.3.	Nivel de ingreso económico familiar	8
1.1.6.	Organización política administrativa	8
1.1.6.1.	Organización política	8
1.1.6.2.	Organización administrativa	8
1.1.7.	Servicios existentes en la comunidad	9
1.1.7.1.	Agua potable	9
1.1.7.2.	Desechos sólidos	10
1.1.7.3.	Medios de transporte	10
1.1.7.4.	Energía eléctrica	10
1.1.7.5.	Teléfono	10
1.2.	Monografía de la aldea San Rafael Sacatepéquez	11
1.2.1.	Aspectos históricos	11
1.2.1.1.	Origen del nombre	11
1.2.2.	Aspectos físicos	11
1.2.2.1.	Localización	11
1.2.2.2.	Colindancias	12
1.2.2.3.	Vías de acceso	12

1.2.2.4.	Climatología	12
1.2.2.5.	Características topográficas	13
1.2.2.6.	Calidad del suelo	13
1.2.3.	Demografía	13
1.2.3.1.	Población	13
1.2.3.2.	Tipología de viviendas	14
1.2.3.3.	Diseño arquitectónico	15
1.2.4.	Condición sociocultural	15
1.2.4.1.	Educación	15
1.2.4.2.	Salud	16
1.2.4.3.	Tradiciones y costumbres	16
1.2.4.4.	Cultura	17
1.2.5.	Condición económica	17
1.2.5.1.	Principales actividades económicas de los hombres	17
1.2.5.2.	Principales actividades económicas de las mujeres	17
1.2.5.3.	Nivel de ingreso económico familiar	17
1.2.6.	Organización política administrativa	18
1.2.6.1.	Organización política	18
1.2.6.2.	Organización administrativa	18
1.2.7.	Servicios existentes en la comunidad	19
1.2.7.1.	Agua potable	19
1.2.7.2.	Desechos sólidos	20
1.2.7.3.	Medios de transporte	20
1.2.7.4.	Energía eléctrica	20
1.2.7.5.	Teléfono	20

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Ampliación y mejoramiento del camino de acceso la aldea Santo Domingo	21
2.1.1. Descripción del proyecto a desarrollar	21
2.1.2. Levantamiento topográfico	21
2.1.3. Estudio de suelos	22
2.1.4. Análisis de resultados	30
2.1.5. Parámetros de diseño	30
2.1.6. Diseño geométrico de la carretera	46
2.1.7. Programa de mantenimiento	61
2.1.8. Presupuesto del proyecto	62
2.1.9. Cronograma de ejecución	71
2.2 Diseño del drenaje sanitario para el caserío Nueva Jerusalem, aldea San Rafael Sacatepéquez.	72
2.2.1. Descripción del proyecto a desarrollar	72
2.2.2. Levantamiento topográfico	72
2.2.3. Periodo de diseño	73
2.2.4. Caudales de diseño	73
2.2.4.1. Caudal domiciliar	73
2.2.4.2. Caudal de conexiones ilícitas	74
2.2.4.3. Caudal de infiltración	74
2.2.4.4. Caudal comercial	75
2.2.4.5. Caudal industrial	76
2.2.4.6. Caudal medio o caudal sanitario	76
2.2.4.7. Caudal de diseño	76

2.2.5. Relaciones hidráulicas	77
2.2.6. Diseño de la Red	79
2.2.7. Parámetros de diseño	80
2.2.7.1. Cálculo de la población futura	80
2.2.7.2. Factor de Harmond	81
2.2.7.3. Pendientes de la tubería	81
2.2.7.4. Velocidades	84
2.2.7.5. Período de diseño	85
2.2.7.6. Diámetros de tuberías	85
2.2.8. Diseño fosa séptica	92
2.2.9. Dimensionamiento de los pozos de absorción	94
2.2.10. Obras de arte	95
2.2.11. Programa de mantenimiento	96
2.2.12. Presupuesto del proyecto	97
2.2.13. Cronograma de ejecución	106
2.2.14. Evaluación de impacto ambiental	107
2.2.14.1. En construcción	108
2.2.14.2. En operación	110
2.2.15. Evaluación socio económica	112
2.2.15.1. Valor presente neto	112
2.2.15.2. Tasa interna de retorno	114
CONCLUSIONES	117
RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFÍA	121
APÉNDICE	123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa de localización de aldea Santo Domingo	2
2. Mapa de localización de aldea San Rafael Sacatepéquez	11
3. Ensayo de C.B.R del suelo	26
4. Índice plástico del suelo	29
5. Perfil de carretera	44
6. Elementos de una curva circular	47
7. Tipos de curvas verticales	52
8. Diagrama de datos de diseño del drenaje transversal	59
9. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra	61
10. Cotas Invert	82
11. Partes de un pozo de visita	95
12. Diagrama de flujo efectivo	114
13. Diagrama de tasa interna de retorno	115

TABLAS

I. Población por grupo etários	4
II. Estructura de las viviendas	5
III. Nivel pre-primario y primario	6
IV. Organización política	8
V. Integrantes de la auxiliatura	9

VI.	Población por grupos etários	14
VII.	Estructura de las viviendas	15
VIII.	Nivel pre-primario y primario	16
IX.	Autoridades de la aldea	19
X.	Transporte	20
XI.	Empleo que se le puede dar al material en lo que al C.B.R se refiere	27
XII.	Propiedades y requisitos ideales para suelo ensayado	33
XIII.	Calidad de la sub-rasante	33
XIV.	Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de K	36
XV.	Clasificación de vehículos, según categoría de carga por eje	39
XVI.	Modelo de ruptura para diseño de pavimento	40
XVII.	Graduación de los agregados	42
XVIII.	Determinación del asentamiento según el tipo de estructura a construir	44
XIX.	Graduación de material fino para usar en estuque de empedrado	46
XX.	Valor de K según tipo de curva	53
XXI.	Resumen del cálculo de curva vertical	56
XXII.	Velocidades mínimas y máximas	84
XXIII.	Tabulación de datos de operación	113

LISTA DE SÍMBOLOS

A.C.I.	Instituto Americano del Concreto
cm	Centímetros
m/s	Metros por segundo
mm	Milímetro
MR	Módulo de ruptura
Po	Población inicial
PSI	Libras por pulgada cuadrada
Q	Caudal
S	Pendiente del terreno
TPD	Tráfico promedio diario
C	Constante de la tubería
hab.	Habitantes
L	Longitud
L.L.	Límite líquido
l/s	Litros por segundo
TPDC	Tráfico promedio diario de camiones
Ø	Diámetro
Fqm	Factor de caudal medio
f'c	Resistencia máxima del concreto
H	Altura
lt/hab/día	Litros por habitante por día
Hpv	Altura de pozos de visita
Km.	Kilómetros
Lts.	Litros
q	Caudal de diseño
%	Porcentaje

v/V	Relación de velocidades
a/A	Relación de alturas
d/D	Relación de diámetros
q/Q	Relación de caudales
ST	Sub tangente
Cm	Cuerda máxima
FH	Factor de Harmond
PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PC	Punto donde comienza la curva circular simple
PT	Punto en donde termina la curva circular simple
O	Centro de la curva circular
Δ	Ángulo de deflexión de la tangente
Ac	Ángulo central de la curva circular
G	Grado de curvatura
R	Radio
E	Externa
M	Ordenada media
C	Cuerda

GLOSARIO

- Aguas negras:** son las aguas de desecho provenientes de usos domésticos, comerciales e industriales.
- Altimetría:** procedimientos utilizados para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos distintos de terreno o construcción.
- Ángulo:** es la menor o mayor abertura que forman entre si dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
- Azimut:** ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde 0 a 360 grados.
- Balasto:** es el material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir que, consta de material fino y grueso, con el objeto de protegerla, para que sirva de superficie de rodadura.
- Banco de marca:** es el lugar que tiene un punto fijo, cuya elevación se toma como referencia para determinar la altura de otros puntos.

Base:	está constituida por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado, que se construye sobre la sub-base.
Candela:	receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y la conduce al sistema de drenaje.
Colector:	tubería, generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas negras, de la población, al lugar de descarga.
Compactación:	acción de lograr que un material alcance una textura apretada o maciza.
Conexión domiciliar:	tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente
Cota de terreno:	número en los planos topográficos, que indica la altura de un punto sobre un plano de referencia
Cotas Invert:	cota o altura de la parte inferior e interior del tubo ya instalado.
Curva de nivel:	línea que une puntos de una misma elevación, sin pasar sobre otra.
Densidad:	relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

Descarga:	lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, las que pueden estar crudas o tratadas.
Dotación:	volumen de agua que se asigna, al consumo de un habitante durante un día.
Drenaje (carretera):	son los medios utilizados para controlar las condiciones de flujo de agua en terracerías y mejorar las condiciones de estabilidad en cortes, terraplenes y pavimentos.
Estación:	cada uno de los puntos donde se coloca el instrumento topográfico, en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Formaleta:	armazón provisional que sostiene un elemento de concreto reforzado mientras se está construyendo, hasta que alcanza resistencia propia.
Infraestructura:	conjunto de las obras de una construcción.
Plasticidad:	es la propiedad que presentan también otros materiales de poder deformarse hasta cierto límite.
Pozo de visita:	es una obra accesoria de un sistema de alcantarillado, que permite el acceso al colector.

Su finalidad es facilitar el mantenimiento del sistema para que funcione eficientemente.

- Proliferación:** reproducirse o multiplicarse.
- Rasante:** es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.
- Sección típica:** es la sección que permanece uniforme, la mayoría de veces en toda la extensión de una carretera.
- Sub-rasante:** es el nivel del terreno sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento (sub-base y carpeta) de una carretera o camino.
- Tirante:** altura de las aguas negras o pluviales dentro de una alcantarilla.

RESUMEN

El presente informe es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado, el cual trata acerca de proyectos planificados en diferentes comunidades, dando como resultado: ampliación y mejoramiento del camino de acceso a la aldea Santo Domingo y diseño del drenaje sanitario para el caserío Nueva Jerusalem, aldea San Rafael Sacatepéquez, departamento de San Marcos.

En la fase 1, se realizó un estudio monográfico, para priorizar los proyectos de las comunidades en mención, contando con el apoyo de la municipalidad y los comités para proporcionar los datos e información necesaria y para identificar los proyectos de mayor necesidad. Se seleccionaron; ampliación y mejoramiento de camino de acceso a la aldea Santo Domingo y, diseño del drenaje sanitario para el caserío Nueva Jerusalem.

En la fase 2 se encuentran, en forma detallada, cada uno de los aspectos técnicos y específicos que se utilizaron para la elaboración de los proyectos mencionados; también se presentan los presupuestos para la ejecución de cada uno de ellos, y en el apéndice se presentan los cálculos hidráulicos y los planos correspondientes a cada proyecto y los diferentes estudios de suelos realizados.

OBJETIVOS

GENERALES

- Diseñar la ampliación y mejoramiento del camino de acceso a la aldea Santo Domingo y diseño del drenaje sanitario para el caserío Nueva Jerusalem, aldea San Rafael Sacatepéquez, departamento de San Marcos.

ESPECÍFICOS

1. Realizar un diagnóstico de tipo monográfico que contenga un estudio social y económico, para detectar cuáles son las necesidades de mayor prioridad en las comunidades
2. Aplicar los conceptos y métodos propios de la Ingeniería Civil, en el diseño de los proyectos.

INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S), brinda la oportunidad de aplicar los conocimientos obtenidos a lo largo del proceso de aprendizaje académico, aplicando soluciones a problemas reales, ya que la mayoría de las comunidades a nivel nacional carecen de servicios básicos, característica usual en nuestro medio. Tal es el caso de la aldea Santo Domingo y el caserío Nueva Jerusalén, contribuyendo de esta manera a solucionar algunas de las necesidades que afrontan las comunidades beneficiadas.

En coordinación con la Corporación Municipal y la Oficina de Planificación, se efectuó un diagnóstico para determinar las necesidades más urgentes en cuanto a servicios básicos de infraestructura, donde sobresalieron los siguientes proyectos: ampliación y mejoramiento del camino de acceso a la aldea Santo Domingo, y el diseño del drenaje sanitario para el caserío Nueva Jerusalem, aldea San Rafael Sacatepéquez, departamento de San Marcos.

Con estos proyectos se pretende disminuir las necesidades y beneficiar a las comunidades tanto de la aldea Santo Domingo ampliando y mejorando el camino de acceso como del caserío Nueva Jerusalem, con un sistema de drenaje sanitario, con el fin de contribuir al desarrollo integral y mejorar la salud de los habitantes, aplicando los conceptos y métodos correspondientes a la Ingeniería Civil.

1 FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la aldea Santo Domingo

1.1.1. Aspectos históricos

1.1.1.1. Origen del nombre

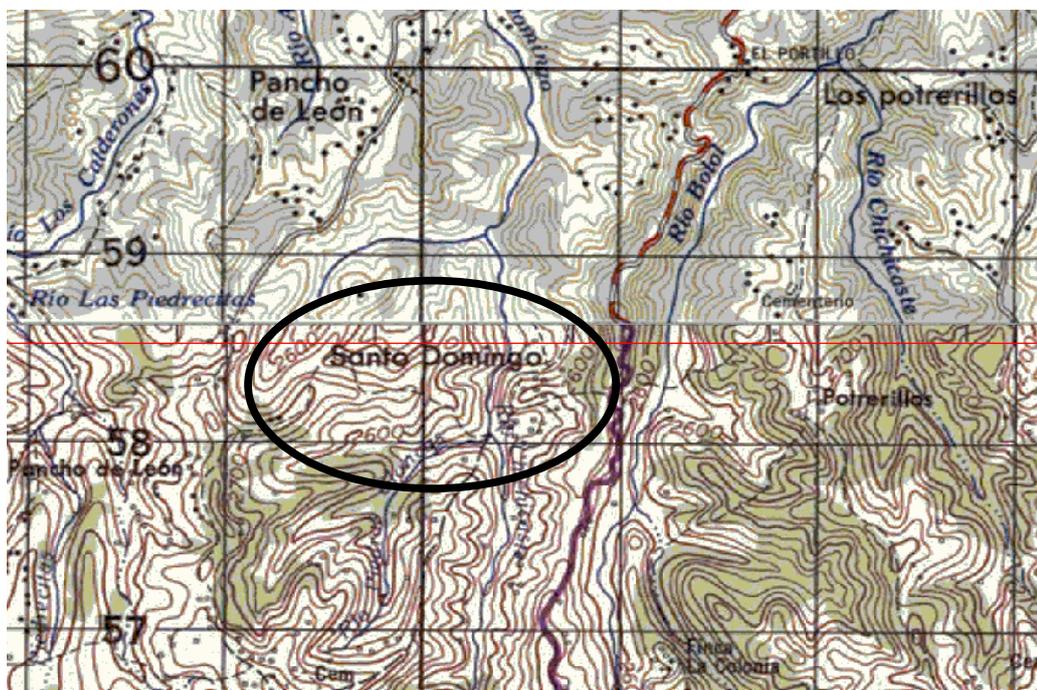
La aldea Santo Domingo es una de las más antiguas, data desde el siglo pasado, según cuentan las personas ancianas, que antes llevaba el nombre de Piedra Blanca. Fue posteriormente cuando compraron al patrón Santo Domingo, y es como inicia esta comunidad con el nombre de Santo Domingo. Debido al incremento de la población, la aldea comenzó de desglosarse, formándose otros caseríos en orden que se independizaron: caserío Potrerillos, caserío La Felicidad, caserío San Francisco y caserío el Mirador.

1.1.2. Aspectos físicos

1.1.2.1. Localización

La aldea Santo Domingo, se encuentra localizada en la parte noreste de la Cabecera municipal de San Antonio Sacatepéquez, ubicada a una altitud de 2,540 metros sobre el nivel del mar, a una latitud 14° 44' 47" y una longitud de 91° 56' 40". Se encuentra localizada a una distancia de 16 kilómetros de la cabecera municipal, a 24 kilómetros de la cabecera departamental y 245 kilómetros de la capital de Guatemala en carretera Interamericana.

Figura 1. Mapa de localización de aldea Santo Domingo



1.1.2.2. Colindancias

La aldea Santo Domingo, tiene las siguientes colindancias:

- Norte: Municipio de Río Blanco, San Marcos.
- Sur: Aldea San Miguel de los Altos y Santa Rosa de Lima, del municipio de San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.
- Este: Caserío Potrerillos y Caserío el Mirador.
- Oeste: Aldea Santa Teresa, del municipio de San Pedro Sacatepéquez, y aldea Pancho de León, del municipio de San Lorenzo, San Marcos.

1.1.2.3. Vías de acceso

Su principal vía de acceso es por el crucero de Santa Irene, a una distancia de 11 kilómetros de la Carretera Interamericana para el centro de la aldea pasando, por las comunidades de Santa Irene, San Miguel de los Altos, crucero de San Lorenzo- Río Blanco y entrando por el caserío la Felicidad que pertenece a la misma aldea.

1.1.2.4. Climatología

El clima es frío durante todo el año, de tierras húmedas en las partes bajas, en los meses de diciembre, enero y febrero hace más frío de lo normal. La temperatura máxima es de 25°C y la mínima es de 14°C, calculándole la temperatura media de 18°C.

1.1.2.5. Características topográficas

El relieve es inclinado con muchas pendientes, el suelo superficial es de color café oscuro, con una textura arcillosa y un espesor aproximado de 54 a 60 centímetros. El subsuelo tiene una textura mixta y un espesor aproximado de 75 centímetros, la fertilidad es regular, es bastante hondonado.

1.1.2.6. Calidad del suelo

Los suelos corresponden al grupo de la altiplanicie central y al sub-grupo B. Según la profundidad de estos; la serie de suelos que se encuentra presente es la de Quetzaltenango. Ocupan relieves casi planos en los valles o bolsones entre las montañas.

Se encuentran en la vecindad de San Pedro y San Marcos y en algunos lugares fueron cubiertos por ceniza volcánica nueva durante la erupción del volcán Santa María en 1902.

1.1.3. Demografía

1.1.3.1. Población

Según investigación realizada en el puesto de salud de la cabecera municipal, la población de la aldea es de 3051 personas incluyendo sus caseríos comprendidas en diferentes grupos etáneos como se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla I. Población por grupos etáneos

EDAD	FRECUENCIA	%
0 a 1	62	2
1 a 4	473	15.5
5 a 9	490	16.1
10 a 14	411	13.5
15 a 19	312	10.2
20 a 24	279	9.2
25 a 39	445	14.9
40 a 49	216	7.1
50 a 59	160	5.2
60 a +	203	6.7
TOTAL	3051	100

Fuente: Puesto de Salud local 2,006.

El crecimiento poblacional de la aldea se encuentra en el marco del crecimiento poblacional nacional que es un promedio del 2.5% anual.

En este caso el 2.5 % es una tasa considerada aceptable, tomando en cuenta el contexto social, económico, político y cultural de la región.

1.1.3.2. Tipología de viviendas

De acuerdo al nivel de vida que tienen los habitantes de la comunidad de Santo Domingo y caseríos se puede apreciar diferentes tipos.

Tabla II. Estructura de las viviendas

Paredes	%
Adobe	60
Block	20
Ladrillo	10
Otros	10
Total	100
Techos	
Lámina de Zinc	80
Terraza	12
barro	05
Pajón	03
Total	100
Pisos	
Tierra	40
Piso fundido	55
Mosaico	05
Total	100

Fuente: investigación de campo. O.M.P.

1.1.3.3. Diseño arquitectónico

El tipo de vivienda común en la aldea es la que está construida de adobe, lámina de zinc y piso de tierra.

Esto se debe al factor económico y a que el adobe lo fabrican con materiales locales que son accesibles, todo esto debido los escasos recursos de las familias. En un 10% están diseñadas con todos sus ambientes: cocina, dos a tres cuartos para dormitorios, baño.

1.1.4. Condición sociocultural

1.1.4.1. Educación

La aldea Santo Domingo cuenta con una escuela en el centro de la comunidad construida en el año de 1959, por la municipalidad y la comunidad. Además en la comunidad se cuenta con cuatro escuelas más en los diferentes caseríos, los que fueron construidos después. En la aldea Santo Domingo se imparten las clases de pre-primaria y primaria.

Tabla III. Nivel pre-primario y primario.

Grado	Hombres	Mujeres	Total.
Pre-primario	53	34	87
Primero	111	84	195
Segundo	61	52	113
Tercero	66	49	115
Cuarto	48	26	74
Quinto	32	24	56
Sexto	27	28	55
Total	398	297	695

Fuente. Datos obtenidos por el personal de las escuelas de la aldea

1.1.4.2. Salud

Algunos problemas son atribuidos a los cambios de temporada, principalmente las enfermedades respiratorias y gastrointestinales. Además, ciertas enfermedades como la desnutrición, son permanentes durante todo el año y son debidas principalmente a la falta de una alimentación.

1.1.4.3. Tradiciones y costumbres

En la aldea, como en otras comunidades, entre principales tradiciones y costumbres están: el matrimonio, la agricultura, semana santa, fiestas patrias, entre otras.

1.1.4.4. Cultura

La población pertenece a la etnia mam, se ha conservado el idioma por años debido a la antigüedad. Aunque la práctica de este dialecto ha disminuido, en el grupo de personas de mayor edad hablan el mam y el español, aunque la población en general domina el idioma español.

1.1.5. Condición económica

1.1.5.1. Principales actividades económicas de los hombres

La actividad económica de los hombres se realiza a través de la agricultura, el comercio, artesanía típica; profesionales en diversas especialidades (abogados, maestros, peritos contadores, militares, etc.).

1.1.5.2. Principales actividades económicas de las mujeres

Las mujeres realizan actividades para generar ingresos económicos, lo hacen a través de prestación de servicios domésticos (comida, lavado, planchado y limpieza); producción y venta de animales domésticos y sus derivados, comercio agrícola (venta de verduras, flores, frutas); manufactura (artesanía típica, tejidos de punto, costureras, bordadoras); comercio.

1.1.5.3. Nivel de ingreso económico familiar

En la agricultura las personas ganan Q30.00 por día, haciendo un total aproximado de Q700.00 por mes. Pero no obtienen siempre esa cantidad, porque el trabajo es por día y no es permanente.

1.1.6. Organización político administrativa

1.1.6.1. Organización política

La aldea de Santo Domingo, está conformada por 4 caseríos, todos tienen reconocimiento oficial y están representadas a través de la auxiliatura.

Tabla IV. Organización política.

No.	NOMBRE	DISTANCIA A LA ALDEA EN KM.	CATEGORÍA
1	Santo Domingo	-----	Aldea
2	La Felicidad	2	Caserío
3	Potrerillos	2,5	Caserío
4	San Francisco	1.2	Caserío
5	El Mirador	1	Caserío

Fuente: Datos obtenidos por integrantes de la auxiliatura

1.1.6.2. Organización administrativa

De acuerdo a sus costumbres y valores de los comunitarios la aldea está organizada administrativamente por la auxiliatura, la cual está conformado por 15 miembros: 1 alcalde auxiliar, 1 vice alcalde, 3 regidores y 10 auxiliares. Todos ellos son nombrados por los vecinos y reemplazados en el mes de enero de cada año y se encuentran organizados para cubrir la auxiliatura por turnos siendo una persona por semana. Tiene como función principal:

- Atender cualquier problema de la comunidad.
- Dar información sobre algún aspecto importante del lugar.
- Recoger la correspondencia los lunes y viernes a la cabecera municipal.

Tabla V. Integrantes de la auxiliatura .

No.	Nombres y apellidos.	Cargo que desempeña.
1.	Isaías Tranquilino Gonzáles.	Alcalde auxiliar.
2.	Víctor Álvarez.	Vice-alcalde
3.	Macario Ezequiel Gonzáles.	Regidor primero.
4.	Avelino Gonzáles.	Regidor segundo.
5.	Víctor Gonzáles Ordóñez.	Regidor tercero.
6.	Antonio Alvarado.	Auxiliar primero
7.	René Gonzáles.	Auxiliar segundo
8.	Edilcer Gonzáles.	Auxiliar tercero
9.	Alberto Rosario.	Auxiliar cuarto
10.	Delfino Pérez.	Auxiliar quinto
11.	Rigoberto Gonzáles.	Auxiliar sexto
12.	Ernesto Alvarado.	Auxiliar séptimo
13.	Jesús Gonzáles.	Auxiliar octavo
14.	Jerónimo Rosario.	Auxiliar noveno
15.	Federico López.	Auxiliar décimo

Fuente: Datos obtenidos en la auxiliatura de la aldea año 2,008.

1.1.7. Servicios existentes en la comunidad

1.1.7.1. Agua potable

La aldea cuenta con un proyecto de agua potable que beneficia a un 90% de la comunidad, teniendo el servicio durante todo el día, menos los días cuando no se cuenta con energía eléctrica. El servicio de agua proviene del caserío Potrerillos, el cual beneficia a la aldea y sus caseríos, a excepción del caserío La Felicidad el cual la obtiene del pozo mecánico de la aldea San José Granados. El 10% de la población de las comunidades lo obtienen de diferentes nacimientos y algunos de pozos de garrucha, ya que estos proyectos no alcanzan a beneficiar a todas las familias.

1.1.7.2. Desechos sólidos

En la aldea, cada habitante es responsable de eliminar la basura que genera, y para ello lo hace de las siguientes formas: los desechos plásticos lo queman, los desechos vegetales son usados para abono orgánico. En la actualidad no existe un basurero comunal porque le dan los usos antes mencionados.

1.1.7.3. Medios de transporte

El transporte hacia la aldea, sus caseríos, es por vía terrestre. El traslado de personas y/o de carga de la aldea a otros lugares cercanos se realiza a través de vehículos y/o bicicletas.

1.1.7.4. Energía eléctrica

El servicio de energía eléctrica a los usuarios de aldea es distribuido por la empresa eléctrica municipal de San Pedro Sacatepéquez, institución que compra la energía en bloque al Instituto Nacional de Electrificación (INDE).

1.1.7.5. Teléfono

En la comunidad la mayoría de habitantes cuentan con teléfonos residenciales y teléfonos móviles.

1.2. Monografía de la aldea San Rafael Sacatepéquez.

1.2.1. Aspectos históricos

1.2.1.1. Origen del nombre

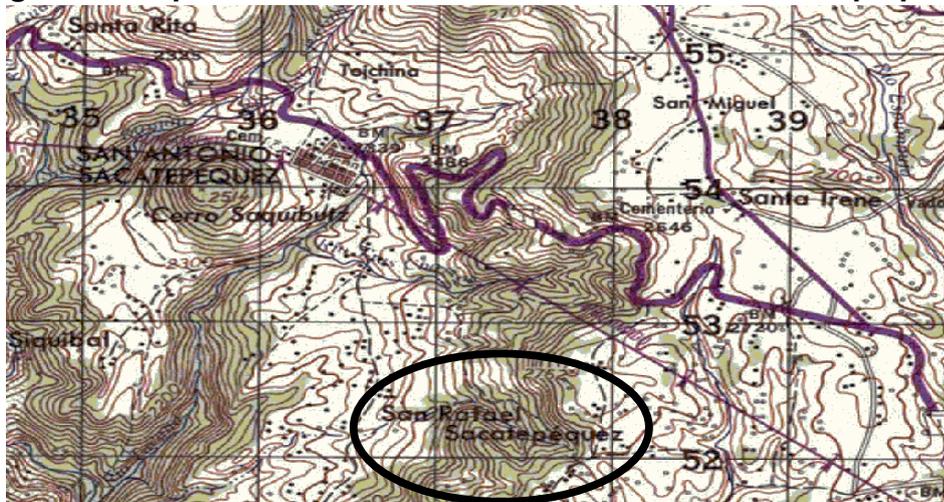
El nombre fue dado en honor a la imagen del patrono San Rafael que se venera en el lugar, desconociendo los comunitarios su verdadero nombre desde el inicio de su fundación. La aldea Cuenta con el caserío Nueva Jerusalem, fundada el año de 1989, debido al crecimiento poblacional.

1.2.2. Aspectos físicos

1.2.2.1. Localización

La aldea se encuentra localizada en la parte este de la Cabecera municipal, a una distancia de 6 kilómetros ella y ubicada a una altitud de 2,705, metros sobre el nivel del mar, latitud $14^{\circ} 41' 28''$, y una longitud de $91^{\circ} 57' 52''$.

Figura 2. Mapa de localización de aldea San Rafael Sacatepéquez



1.2.2.2. Colindancias

La aldea San Rafael Sacatepéquez tiene las siguientes colindancias:

- Norte: Aldea Santa Irene del Municipio de San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.
- Sur: Aldea Chim del Municipio de San Pedro Sacatepéquez. San Marcos.
- Este: Municipio de Palestina de los Altos, Quetzaltenango.
- Oeste: Aldea San Isidro Ixcolochil, Vista Hermosa y Cantón las Escobas, municipio San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.

1.2.2.3. Vías de acceso

La comunidad está a una distancia de 235 kilómetros de la capital de Guatemala sobre la carretera Interamericana y a 15 kilómetros de la cabecera departamental de San Marcos.

Además, la aldea cuenta con tres carreteras de terrecería: la primera por el cruce de Santa Irene con una distancia de 3 kilómetros, segunda por El Boquerón con una distancia de 1.5 kilómetros y tercera por el puente los Cerezos que tiene una distancia de 3 kilómetros. Estos caminos son transitables sólo en tiempo de verano.

1.2.2.4. Climatología

El clima es frío en invierno y verano, de tierras húmedas, la temperatura máxima es de 26° centígrados y la mínima es de 15° centígrados calculándole la temperatura media de 18° centígrados.

1.2.2.5. Características topográficas

Los terrenos presentan un relieve ondulado y en algunos sectores de la misma presentan relieve quebrado. Por lo general, las pendientes oscilan desde un 15% a un 30%. La aldea también presenta suelos planos, donde se ubica el centro de la aldea y también aprovechados para el cultivo y la construcción.

1.2.2.6. Calidad del suelo

Los suelos corresponden al grupo de la altiplanicie central y al sub-grupo B. Según la profundidad de estos; la serie de suelos que se encuentra presente es la de Quetzaltenango. Ocupan relieves casi planos en los valles o bolsones entre las montañas.

Se encuentran en la vecindad de San Pedro y San Marcos y en algunos lugares fueron cubiertos por ceniza volcánica nueva durante la erupción del volcán Santa María en 1902.

1.2.3. Demografía

1.2.3.1. Población

La aldea se caracteriza porque la mayoría de sus habitantes son de etnia ladina y una minoría de etnia indígena y maya.

Tabla VI. Población por grupos etáreos

EDAD	FRECUENCIA	%
0 a 1	51	2
1 a 4	395	15
5 a 9	409	16
10 a 14	342	13
15 a 19	260	10
20 a 24	234	9
25 a 39	455	17
40 a 49	180	7
50 a 59	134	5
60 a +	168	6
TOTAL	2,628	100

Fuente: Puesto de Salud local 2,006.

El crecimiento poblacional en la comunidad se encuentra en el marco del crecimiento poblacional nacional que es un promedio del 2.5% anual en este caso el 2.9% es una tasa considerada aceptable, tomando en cuenta el contexto social económico político y cultural de la comunidad.

1.2.3.2. Tipología de viviendas

De acuerdo al nivel de vida que tienen los habitantes de la comunidad y su caserío, se puede apreciar diferentes tipos de vivienda:

Tabla VII. Estructura de las viviendas

Paredes	%
Adobe	70
Block	20
Ladrillo	7
Otros	3
Total	100
Techos	
Lámina de Zinc	72
Terraza	08
barro	15
Pajón	05
Total	100
Pisos	
Tierra	60
Piso fundido	35
Mosaico	05
Total	100

Fuente: investigación de campo. O.M.P.

1.2.3.3. Diseño arquitectónico

Las viviendas de la aldea generalmente cuentan con dos ambientes de los cuales uno sirve como cocina y el otro como dormitorio, por lo que se puede decir que su condición es precaria. En este aspecto de la vivienda, principalmente en la comunidad, existe un déficit habitacional de 12%, sin tomar en cuenta las condiciones mínimas de salubridad, el número de ambientes.

1.2.4. Condición sociocultural

1.2.4.1. Educación

En la comunidad funcionan los niveles pre-primario y primario. Esta comunidad, y además cuenta con un Instituto básico, por lo cual los jóvenes que estudian el nivel medio lo hacen en el mismo lugar.

En cuanto al nivel superior se determino a través de la investigación que los jóvenes de esta aldea no tienen acceso a éste, pues la mayoría sólo finalizan el nivel primario, básico y una mínima parte al nivel diversificado.

Tabla VIII. Nivel pre-primario y primario

Grado	Hombres	Mujeres	Total.
Pre-primaria	28	11	39
Primero	49	37	86
Segundo	16	17	33
Tercero	45	33	78
Cuarto	30	29	59
Quinto	23	28	51
Sexto	14	13	27
Total	205	168	373

Fuente: Datos obtenidos por el personal de la escuela año 2,006.

1.2.4.2. Salud

Regularmente, la salud de los comunitarios se ve afectada por diversas enfermedades, dadas las condiciones socio-económicas y climáticas de la aldea y en general del municipio. En caso de enfermedad los habitantes de la aldea acuden al puesto de salud de la cabecera municipal y en caso de enfermedades graves acuden a clínicas particulares de los municipios de San Pedro Sacatepéquez, así como al hospital nacional de San Marcos.

1.2.4.3. Tradiciones y costumbres

La aldea San Rafael Sacatepéquez es una de las comunidades que todavía conserva sus costumbres y tradiciones en las distintas actividades que se llevan acabo en la comunidad, principalmente en la religión católica, siendo las siguientes: el matrimonio, la agricultura, folclore, civismo, entre otros.

1.2.4.4. Cultura

La población de la aldea pertenece a la etnia mam, por lo que antiguamente se hablaba el dialecto mam. La práctica de este dialecto ha disminuido, sin embargo, dentro del grupo de personas de mayor edad hablan el mam y el español. La población total habla el español.

1.2.5. Condición económica

1.2.5.1. Principales actividades económicas de los hombres

La actividad económica de los hombres en esta aldea se realiza a través de albañilería; la agricultura, el comercio, manufactura (carpintería, sastrería, tejeduría, etc.); y servicios profesionales (maestros, peritos contadores, etc.).

1.2.5.2. Principales actividades económicas de las mujeres

Las mujeres de esta aldea que las actividades para generar ingresos económicos, lo hacen a través de prestación de servicios domésticos (comida, lavado, planchado y limpieza); producción y venta de animales domésticos y sus derivados, comercio agrícola, manufactura (artesanía textil, tejidos de punto, costureras); profesionales (maestras, auxiliares de enfermería, etc.).

1.2.5.3. Nivel de ingreso económico familiar

Los salarios son muy bajos en a la agricultura, por ser una comunidad donde se cuenta con mayor oferta de mano de obra no calificada y poca oferta de trabajo. Mientras que en otras actividades, como el caso de albañilería, carpintería, comercio y otros los salarios también son bajos por falta de trabajo.

En la agricultura las personas tienen un promedio de Q25.00 a Q30.00 por día, haciendo un total aproximado de Q900.00, pero no todos obtienen esa cantidad, porque en muchas familias se dedican al trabajo de la casa.

1.2.6. Organización política administrativa

1.2.6.1. Organización política

De la aldea San Rafael Sacatepéquez se ha independizado el caserío Nueva Jerusalem ubicado a 2 kilómetros del centro de la aldea.

1.2.6.2. Organización administrativa

De acuerdo a sus costumbres y valores de los comunitarios la aldea está organizada administrativamente por la auxiliatura. La auxiliatura está conformado por 18 miembros: 1 alcalde auxiliar, 5 regidores y 12 auxiliares.

Todos son nombrados por los vecinos y son reemplazados en el mes de enero de cada año y se encuentran organizados para cubrir la auxiliatura por turnos siendo una persona por semana. Las principales funciones son:

- Atender cualquier problema de la comunidad.
- Dar información sobre algún aspecto importante del lugar.
- Recoger la correspondencia los lunes y viernes a la cabecera municipal

Tabla IX. Autoridades de la aldea

No.	Nombre y apellidos.	Cargo que desempeña.
1.	Cesar de Paz	Alcalde auxiliar.
2.	Anselmo Cardona	Regidor primero.
3.	Filiberto López	Regidor segundo.
4.	Félix Edmundo Carreto	Regidor tercero.
5.	Rolando Estrada	Regidor cuarto
6.	Albano Pérez	Regidor quinto.
7.	Amilcar Cardona	Auxiliar primero.
8.	Genaro Estrada	Auxiliar segundo
9	Alberto López	Auxiliar tercero
10	Emiro Cardona	Auxiliar cuarto
11	René Almaráz	Auxiliar quinto
12	Juan Estrada	Auxiliar sexto
13	Belarmino López	Auxiliar séptimo
14	Héctor Paz	Auxiliar octavo
15	Guillermo Girón	Auxiliar noveno
16	Florentin Cabrera	Auxiliar décimo
17	Américo Cardona	Auxiliar décimo primero
18	Falconeri de Paz	Auxiliar décimo segundo

Fuente: Datos obtenidos con autoridades de la auxiliatura año 2008

1.2.7. Servicios existentes en la comunidad

1.2.7.1. Agua potable

En la comunidad el agua es escasa por lo que no se cuenta con este vital liquido en la mayoría de las viviendas de la aldea al igual que en el caserío, ya que no ha existido un proyecto a nivel comunitario que pueda solucionarles este problema generalmente por falta de interés y por ser un lugar que se encuentra en una parte bastante alta por lo que el trabajo que allí se requiere tiene un costo económico bastante elevado.

A excepción de las familias beneficiadas en el caserío por el proyecto mencionado anteriormente, pero que es un servicio que no se tiene todo el día.

1.2.7.2. Desechos sólidos

En la comunidad, existe un basurero que está localizado en el astillero, y tiene medidas de 6 metros de profundidad, 4 metros de ancho, 10 metros de largo, es donde depositan la basura. Algunas familias acostumbran depositarlas en los terrenos para abono de las siembras y en otros casos la queman.

1.2.7.3. Medios de transporte

En la aldea el servicio de transporte es por vehículos particulares que circulan en diferentes horarios los días miércoles, tal como se observa en el siguiente cuadro.

Tabla X. Transporte.

LUGAR:	Pick-ups.
San Rafael Sac., a San Antonio Sac.,	Q 3.00
San Rafael Sac., a Palestina de los altos.	Q 2.50
San Rafael Sac., a San pedro Sac.,	Q 4.00

Fuente. Investigación de campo en la comunidad.

1.2.7.4. Energía eléctrica

En la comunidad el 98% cuenta con el servicio de energía eléctrica, el 2% no lo tienen por no contar con recursos económicos. Es un servicio irregular ya que se dan apagones con frecuencia.

1.2.7.5. Teléfono

La privatización del servicio telefónico permitió el acceso a las personas de la aldea a dicho servicio, con teléfonos celulares de compañías Tigo y Claro.

2 FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFECIONAL

2.1 Ampliación y mejoramiento de camino de acceso a la aldea Santo Domingo.

2.1.1 Descripción del proyecto a desarrollar

La comunidad de Santo Domingo tiene como principal actividad los productos agrícolas, por lo que se tiene la necesidad de hacer una planificación para el mejoramiento de su principal vía de acceso, para tener un camino accesible y poder trasladar los productos al mercado. Para su realización se llevó a cabo un levantamiento topográfico, en lo que se refiere a la altimetría y planimetría. El tramo realizado cuentan con una longitud total de 1,631.99 mt., el cual cuenta con secciones transversales a cada 20 mts y una sección típica de la carretera.

2.1.2 Levantamiento topográfico

Planimetría

Está definida como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte, para su orientación. En los trabajos de medición de la planimetría del proyecto se utilizó el método de conservación del azimut.

Altimetría

Es la medición de las alturas de una superficie de la tierra, con el fin de representarlas gráficamente para que junto con la planimetría se defina la superficie en estudio. Para su realización se tomó en consideración la toma de las medidas de la lectura de hilos superior, medio e inferior y la altura del instrumento. Para que en gabinete al realizar los cálculos necesarios se encontrarán las respectivas cotas de terreno de cada punto en cuestión que se habían obtenido en la planimetría. Los resultados de planimetría y altimetría se presentan en los planos.

2.1.3. Estudios de suelos

Por medio del mismo se puede analizar y tomar decisiones para la preparación de las capas que conforman la carretera. Por medio de los resultados que proporciona el laboratorio de las muestras obtenidas en el lugar de trabajo y así poder determinar la mejor forma o el mejor método que aplicar..

Ensayos de laboratorio de suelos

Granulometría

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen. Los resultados de este análisis son luego representados en forma gráfica, obteniéndose con ella una curva de distribución granulométrica. Debido a que la gran variedad en el tamaño de las partículas de suelo, o granos, casi es ilimitada; es necesario el análisis granulométrico. Éste se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen a un suelo.

Se emplean generalmente dos métodos para determinar el tamaño de los granos de los suelos. Para clasificar por tamaños las partículas gruesas regularmente se utiliza el tamizado, que consiste en hacer pasar el material por varios tamices; pero cuando los suelos son demasiado finos se utiliza el método de la sedimentación.

La ASTM clasifica los suelos de la siguiente manera: las gravas corresponden a la sección de las partículas más gruesas, que incluye todos los granos mayores que el tamiz No. 4 (4.76 mm). La arena incluye todas las partículas menores que el tamiz No. 4 y mayores que el No. 200 (0.074 mm). Los granos menores que el tamiz No. 200 son los finos.

Esta última sección se subdivide algunas veces en limos que son partículas mayores que 0.002 mm y arcillas, que son las menores que 0.002 mm; sin embargo no se puede clasificar la arcilla por el tamaño de las partículas, porque hay suelos más finos que 0.002 mm y que no contienen arcillas y en otros casos algunos granos de minerales arcillosos son mayores de 0.002 mm.

El tamaño efectivo es el diámetro por el cual pasa el 10% de las partículas de un suelo y se determina gráficamente por medio de la curva granulométrica. La uniformidad de un suelo se puede definir por la siguiente relación:

$$C_u = D_{60}/D_{10}$$

Los suelos que tienen C_u menor que 4 se dice que son uniformes; los suelos con C_u mayor que 6 están bien graduados, siempre que la curva granulométrica sea suave y bastante simétrica.

Los porcentajes de grava, arena y finos se determinan a partir de la curva granulométrica o bien de los resultados de los porcentajes acumulativos que pasan por cada tamiz, con base en los siguientes criterios:

- Grava: partículas con diámetros entre 3" y 2 mm.
- Arena: partículas con diámetros entre 2 mm y 0.075 mm.
- Finos: partículas de limo y arcilla con diámetros menores a 0.075 mm.

El resultado del ensayo para la muestra según la clasificación: S.C.U. SM P.R.A.: A-1-B, fue arena pómez limosa color beige.

Ensayo de compactación

La densidad que se puede obtener en un suelo por medio de un método de compactación dado, depende de su contenido de humedad. Al contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad) le llama: contenido óptimo de humedad, para aquel método de compactación. En general, esta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación.

Preparación del material: previamente a la realización de este ensayo, el material debe ser triturado, secado y pasado por el tamiz No. 4; entendiéndose por triturado únicamente el espolvorear terrones, no así las gravas que hubiere.

Resultado de laboratorio: obteniendo los resultados por medio del método Proctor Modificado, según la norma A.A.S.T.H.O., T – 180, de la subrasante del proyecto ampliación y mejoramiento de camino de acceso a la aldea Santo domingo, con una humedad óptima del 21.7% y una densidad seca máxima de 1,267 kg/m³ ó 79.1 lb/pie³.

Ensayo de Razón Soporte California C.B.R.

Los pasos necesarios para realizar la prueba:

- a.- Obtención de la densidad máxima y humedad óptima por compactación.
- b.- Saturación del espécimen compactado a humedad óptima hasta que alcance su máxima expansión.
- c.- Determinación de la expansión sufrida por el espécimen durante la saturación.
- d.- Determinación de las resistencias a la penetración.
- e.- Cálculo del valor relativo del soporte normal (CBR).

Descripción de los pasos

a.- **Obtención de la humedad óptima y de la densidad máxima:** la humedad óptima es la humedad mínima requerida por el suelo para alcanzar su densidad máxima cuando es compactada.

b.- **Saturación del espécimen compactado a humedad óptima:** Para la saturación se selecciona el espécimen inmediato anterior a aquel donde se expulsó agua, se mide su altura en milímetros y se colocan una o dos hojas de papel filtro en la cara superior, la placa perforada y las placas de carga y se introduce en el tanque de saturación. Sobre los bordes del molde se coloca un tripie con el extensómetro, anotándose la lectura inicial de éste. Se mantiene el espécimen dentro del agua y se hacen lecturas diarias del extensómetro.

c.- **Determinación de la expansión:** La diferencia de lecturas final e inicial del extensómetro, expresada en milímetros, se divide entre la altura en milímetros del espécimen antes de sujetarlo a la saturación.

Este cociente multiplicado por 100, expresa el valor de expansión que debe compararse con el que marque la especificación correspondiente. Usualmente para las carrileras de concreto la expansión no debe ser mayor de 1% para base, para sub-base de 2% y para subrasante 3%.

d.- **Determinación de las resistencias a la penetración:** al molde con el espécimen que fue retirado del tanque de saturación se le quita el tripie y el extensómetro y con todo cuidado se acuesta sin quitar las placas, dejándolo en esta posición durante tres minutos para que escurra el agua. El pistón de prueba de penetración debe pasar a través de los orificios de las placas hasta tocar la superficie de la muestra, se aplica una carga inicial e inmediatamente después, sin retirar la carga, se ajusta el extensómetro para registrar el desplazamiento vertical del pistón.

e.- **Cálculo del valor relativo de soporte normal del suelo (CBR):** el valor relativo de soporte de un suelo (CBR) es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y de humedad, y se expresa como el tanto por ciento de la carga necesaria para introducir un pistón de sección circular en una muestra de suelo, para que el mismo pistón penetre a la misma profundidad de una muestra tipo de piedra triturada.

Figura 3. Ensayo CBR del suelo



Con el resultado del CBR se puede clasificar el suelo usando la siguiente tabla, que indica el empleo que se le puede dar al material en lo que al CBR se refiere.

Tabla XI. Empleo que se le puede dar al material en lo que al CBR se refiere.

C.B.R	Clasificación
0 – 5	Subrasante muy mala
5 – 10	Subrasante mala
10 – 20	Subrasante Regular a buena.
20 – 30	Subrasante muy buena
30 – 50	Sub-base muy mala.
50 – 80	Base buena
80 – 100	Base muy buena

Tomada como referencia del libro azul de caminos.

Este ensayo sirve para determinar el valor soporte del suelo compactado a la densidad máxima y humedad óptima, simulando las peores condiciones probables en el terreno, para lo cual las probetas obtenidas se sumergen completamente en una pila llena de agua.

El CBR se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, hasta la misma profundidad, de una muestra de suelo patrón, de piedra triturada de propiedades conocidas. Los valores de CBR que se utilizan son:

- 0.1 pulgadas de penetración para un esfuerzo de 3,000 libras
- 0.2 pulgadas de penetración para un esfuerzo de 4,500 libras

El CBR de la muestra es de 21% al 101.50% de compactación.

Límites de Atterberg

Límite líquido

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, respecto del peso seco de la muestra con el cual el suelo cambia de estado líquido al estado plástico. El límite líquido debe determinarse con muestras del suelo que hayan cruzado la malla No. 40, si el espécimen es arcilloso es preciso que nunca haya sido secado a humedades menores de su límite plástico.

El límite líquido se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$LL = W \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

Donde:

L.L. = límite líquido

W = % de humedad

N = número de golpes

Este ensayo no fue calculado por el laboratorio, teniendo un material no plástico por lo que no tiene límite plástico.

Límite plástico

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje de su peso secado al horno que tiene el material cuando permite su arrollamiento en tiras de 1/8 de pulgada de diámetro sin romperse.

Índice plástico

Representa la variación de humedad que puede tener un suelo, que se conserva en estado plástico.

Tanto el límite líquido, como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla del suelo.

Según ensayos de laboratorio el material no tiene índice plástico.

Figura 4. Índice plástico del suelo



Según *Atterberg*:

I.P. = 0	entonces, el suelo es no plástico
I.P. = 7	entonces, el suelo tiene baja plasticidad
$7 \leq \text{Índice plástico} \leq 17$	suelo medianamente plástico

En este caso no se toman en cuenta los límites, ya que el material de la muestra no es plástico.

2.1.4. Análisis de resultados

El suelo presenta las siguientes características:

- Clasificación S.C.U: SM
- Descripción: arena pómez limosa color beige.
- Material; no plástico
- Peso unitario máximo: 79.1 lb/pie³
- Humedad óptima: 21.7%
- CBR: 21% al 101.50% de compactación.

El material cumple con los requisitos para una subrasante, el 95% de compactación requerida se alcanzará con la humedad óptima según el ensayo de proctor modificado y el CBR es mayor del 5%.

2.1.5. Parámetros de diseño

Se tomaron en cuenta con respecto a las normas AASHTO, y las normas ACI-99.

Rasante

Es la representación sobre un plano vertical del eje central de una carretera sobre la cual circulan los vehículos. Este plano es paralelo a la subrasante y la diferencia entre ellos está determinada por el espesor del empedrado con carrileras de concreto. En la definición de la rasante se calculan las curvas verticales y horizontales, como también el movimiento de tierra.

El diseño de la carretera actual tiene curvas con radios de 3 mts debido a la topografía del terreno, ya que la línea central recorre parte de la comunidad para poder llegar al centro por lo que no se pueden hacer modificaciones de la misma. Para la elaboración de los planos, se trabajaran con las curvas horizontales y verticales que ya están definidas en la carretera actual.

Elementos estructurales de las carrileras de concreto

a. Pavimento

Es la estructura que descansa sobre la subrasante o terreno de fundación, conformada por las diferentes capas de sub-base, base y carpeta de rodadura. Para su descripción en este proyecto el cual se diseño en tramos señalados en los planos, carrileras de concreto hidráulico, es un pavimento rígido, sin refuerzo, que se diseña y construye para resistir las cargas e intensidad del tránsito trabajando a compresión. Tiene como objetivo distribuir las cargas unitarias del tránsito sobre el suelo para disminuir su esfuerzo, proporcionando una superficie de rodadura suave para los vehículos y que proteja al suelo de los efectos adversos del clima, los cuales afectan su resistencia y durabilidad.

b. Subrasante

Es la superficie del suelo que sostiene la estructura del pavimento y el empedrado estucado. Su función es servir de soporte para el pavimento después de ser estabilizada, homogenizada y compactada.

Dependiendo de sus características puede soportar directamente la capa de rodadura de un pavimento rígido o de un empedrado o la combinación de ambas.

Materiales Inadecuados para sub-rasante. Son materiales inadecuados para la construcción de la sub-rasante, los siguientes:

- Los clasificados en el grupo A-8, AASHTO M 145, que son suelos altamente orgánicos, constituidos por materias vegetales parcialmente carbonizadas o fangosas.
- Su clasificación está basada en una inspección visual y no depende del porcentaje que pasa el tamiz 0.075 mm (N° 200), del límite líquido, ni del índice de plasticidad.
- Las rocas aisladas, mayores de 100 milímetros, que se encuentran incorporadas en los 300 milímetros superiores de la capa de suelo de sub-rasante.

Materiales adecuados para subrasante

Son suelos de preferencia granulares con menos de 3 por ciento de hinchamiento, de acuerdo con el ensayo AASHTO T 193 (CBR) que no tengan características inferiores a los suelos que se encuentren en el tramo o sección que se esté reacondicionando y que, además, no sean inadecuados para sub-rasante de acuerdo a lo indicado en esta sección.

Tabla XII. Propiedades y requisitos ideales para suelo ensayado

PROPIEDAD	REQUISITOS
Tamaño máximo de partícula.	7.5 cm.
Limite líquido.	No mayor del 50%.
C.B.R.	5% Mínimo.
Expansión.	5% Máximo.
Compactación.	95% Mínimo.

Tomada como referencia del libro azul de caminos.

Tabla XIII. Calidad de la sub-rasante

C.B.R	CALIDAD DE LA SUB-RASANTE
0% - 3%	Muy mala.
3% - 5%	Mala.
5% - 20%	Regular a buena.
20% - 30%	Excelente.

Tomada como referencia del libro azul de caminos.

Las muestras de suelo para ensayo deben extraerse por lo menos cincuenta centímetros de profundidad para calles y carreteras, los suelos que no cumplan con estas condiciones, deberán ser sustituidos por un material adecuado o bien ser estabilizados.

c. Sub-base

Es la capa de la estructura del pavimento, destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar. Para la elaboración de la sub-base los materiales deberán ser uniformemente distribuidos, mezclados, humedecidos, conformados y compactados de acuerdo con estas especificaciones, de modo que el espesor de la misma no sea menor del indicado.

Todos los materiales que se utilicen para sub-base, deberán estar libres de materiales vegetales, tierra negra, terrones de arcilla, etc. La máxima dimensión de cualquier partícula contenida en el material, y que no sea posible desintegrar con el equipo de conformación o de compactación, no deberá ser mayor de ¼" del espesor especificado de la sub-base.

El material de sub-base, humedecido y conformado, deberá ser compactado inmediatamente después con el equipo adecuado, para el tipo de material o con el que apruebe la municipalidad, hasta alcanzar una densidad seca no menor al 95% de la densidad seca máxima obtenida en el laboratorio con el método AASHTO T-180 (AASHTO modificado).

Espesor de la Sub-base

La sub-base puede tener un espesor compactado variable por tramos, según lo indicado en los planos, lo establecido en las disposiciones especiales o lo ordenado por el delegado residente con autorización previa del Ingeniero de acuerdo con las condiciones y características de los suelos existentes en la sub-rasante, pero en ningún caso dicho espesor debe ser menor de 100 milímetros ni mayor de 700 milímetros.

Diseño de las carrileras de concreto

Se toma como base el diseño de un pavimento de concreto ya que éste tiene el mismo funcionamiento, con la única diferencia que en este caso se combina con un empedrado estucado.

Tomando en cuenta el estudio de suelos y otros factores de orden económico, se selecciona el tipo de pavimento rígido para las carrileras, y sub-base a utilizar. El espesor del pavimento se determina por los siguientes factores de diseño:

- a. Resistencia a la flexión del concreto, módulo de ruptura MR.
- b. Resistencia de la subrasante, o combinación de subrasante y sub-base (K).
- c. Las cargas, frecuencia y tipo de carga por eje del vehículo que soportará el pavimento.
- d- Periodo de diseño, el cual usualmente es de 20 años.

Módulo de ruptura

Las consideraciones sobre la resistencia a la flexión del concreto son aplicables en el procedimiento de diseño para el criterio de fatiga, el cual controla el agrietamiento del pavimento bajo cargas de camión repetitivas. La flexión de un pavimento de concreto bajo cargas de eje, produce tanto esfuerzo de flexión como de compresión. Sin embargo, la relación de esfuerzos compresivos de resistencia a la compresión es bastante pequeña como para influenciar el diseño del espesor de la losa. Generalmente se utiliza el resultado de éste ensayo a los 28 días. En éste caso se utilizo un MR de 650 PSI.

Soporte de la subrasante

Este valor está definido por el módulo Westergard de reacción de la subrasante. Éste es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada entre la deflexión, en pulgadas, para dicha carga.

Dado que la prueba de carga de plato es larga y costosa, éste valor, usualmente se calcula por correlación simple, como el CBR o la prueba del valor K. Puesto que las variaciones de valor no afectan considerablemente el espesor del pavimento no es necesaria su determinación exacta. La siguiente tabla muestra los valores aproximados de K para cuatro tipos de suelo.

Tabla XIV. Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de K

TIPO DE SUELO	SOPORTE	Rango de valores de K lb/pulg³
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75 – 120
Arenas y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo arcilla	Mediano	130 - 170
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos	Alto	180 - 220
Sub-base tratada con cementos	Muy alto	250 - 400

Tomada como referencia del libro azul de caminos.

Del estudio de suelos se tiene que el valor de resistencia de la subrasante es bajo, por lo que tomando en consideración la tabla anterior, se utilizará un valor de 82.2 PSI.

Para el diseño se utilizará material para obtener un soporte de 180lbs/pul² y según lo clasificado en la tabla anterior es un soporte alto.

Período de diseño

El período de diseño para una carretera, varía dependiendo generalmente, de aspectos económicos. Un período muy largo podría incrementar los costos, a tal punto que sea mejor, económicamente, construir otro dispositivo durante este período; así se invertiría menos en dos dispositivos cuyos periodos de diseño sumen el período del primer dispositivo. Para las carrileras se adoptó un período de diseño de 20 años

Cálculo de pavimento rígido

La Portland Cement Association (en adelante PCA, por sus siglas en inglés) describe los métodos de diseño de pavimentos rígidos. El tránsito es el factor más importante en la determinación del diseño del espesor de un pavimento, es el número y peso de la carga por eje que pasará sobre él.

Por eso es necesario conocer datos como:

- a) **TPD: tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos.**

Se obtiene de contadores especiales de tránsito o por cualquier otro método de conteo.

- b) **TPDC: tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones.**

Puede ser expresado como un porcentaje de TPD o un valor aparte.

Las tablas del método simplificado están especificadas para un período de diseño de 20 años, con su respectivo tránsito promedio de camiones en ambas direcciones.

Si el período de diseño fuera diferente de 20 años se multiplica el TPDC por un factor adecuado. Por ejemplo, si fueran 25 años, entonces se multiplica por 25/30. El TPDC solo excluye camiones de seis llantas y unidades simples o combinaciones de tres ejes o más.

Como no se incluyen paneles, pick – ups, o algún otro camión de dos ejes y cuatro llantas, el número permisible de camiones de todo tipo, tiene que ser mayor que el TPDC tabulado para calles y carreteras secundarias. Su uso es el siguiente:

1. Se define la categoría de la carretera, por la siguiente tabla:

Tabla XV. Clasificación de vehículos según su categoría de cargas por eje.

Categoría	Descripción	Tráfico			Máxima carga por eje, KIPS	
		TPD	%	TPDC por día	Sencillo	Tandem
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a Medio).	200 a 800	1 A 3	arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo)	700 a 5000	5 A 10	de 40 a 1000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio) supercarreteras interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)	3000 a 12000 para 2 carriles, 3000 a 5000 Para 4 carriles o mas	8 A 30	de 500 a 5000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas) interestatales urbanas y rurales (medio a alto)	3000 a 20000 para 2 carriles, 3000 a 15000 para 4 carriles o Mas.	8 A 30	de 1500 a 8000	34	60

Fuente: Dirección General de Caminos.

Se escoge la categoría 1, pues es una carretera rural.

2. Se determina el tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones (TPDC), no incluyendo camiones de dos ejes y cuatro llantas; siendo un pueblo dedicado exclusivamente a la agricultura el tránsito de camiones podría incrementarse considerablemente al mejorar sus ingresos.

Esto es lo que se espera a partir de la construcción de este proyecto, pero el tránsito promedio diario de camiones no excederá los 350.

3. Se determina el valor de K (módulo de reacción), que para éste caso es de 82.2 PSI y el valor de soporte de sub-base y subrasante combinados, que para este caso es de 180 lbs/pulg³.
4. Se determina el período de diseño que para éste caso será de 20 años.
5. Se determina el módulo de ruptura, el cual será de 650 PSI.

Tabla XVI. Módulo de ruptura para diseño de pavimento

MR	Espesor de losa pulg.	Sin hombros de concreto o bordillo Soporte subrasante-subbase				Espesor de losa pulg.	Con hombros de concreto o bordillo Soporte subrasante-subbase			
		Bajo	Mediano	Alto	Muy alto		Bajo	Mediano	Alto	Muy alto
650 PSI	5.5				5	5		3	9	42
	6		4	12	59	5.5	9	42	120	450
	6.5	9	43	120	490	6	96	380	700	970
	7	80	320	840	1200	6.5	650	1000	1400	2100
	7.5	490	1200	1500		7	1100	1900		
	8	1300	1900							
600 PSI	6				11	5			1	8
	6.5		8	24	110	5.5	1	8	23	98
	7	15	70	190	750	6	19	84	220	810
	7.5	110	440	1100	2100	6.5	160	520	1400	2100
	8	590	1900			7	1000	1900		
	8.5	1900								
550 PSI	6.5			4	19	5.5			3	17
	7		11	34	150	6	3	14	41	160
	7.5	19	84	230	890	6.5	29	120	320	1100
	8	120	470	1200		7	210	770	1900	
	8.5	560	2200			7.5	1100			
	9	2400								

Tomada como referencia del libro azul de caminos.

En este caso se buscará el espesor del concreto, ya que las carrileras de concreto actúan como si estuvieran sin bordillos u hombros, tomando un valor soporte para la subrasante y la base, estabilizándolo con material selecto con un espesor de 0.15 metros como se indica en planos y especificaciones técnicas.

5. Determinar el espesor de la losa de concreto, según la tabla de diseño.

Materiales para la fabricación del concreto

Cemento Portland

En Guatemala se comercializan los cementos hidráulicos asignándoles una clase de resistencia de 21, 28, 35 y 42 MPa (3000, 4000, 5000 y 6000 lb/pulg²), que corresponde a una resistencia mínima a 28 días en morteros de elemento normalizados AASHTO T 106, ASTM C 109 y COGUANOR NG 41003.h10. Todos deberán tener una clase de resistencia de 28 MPa (4000 lb/pulg²) o mayor, para la elaboración de las carrileras de concreto de dichas carreteras. Para los renglones complementarios se podrá utilizar otro tipo de cemento dependiendo de lo indicado en planos o especificaciones técnicas del proyecto.

Agregado fino

Consiste en arena natural o de trituración, compuesta de partículas duras y durables de acuerdo con las normas de AASHTO M 6. Exceptuando el ensayo de desintegración al sulfato de sodio y la pérdida de peso no debe ser mayor del 15% después de cinco ciclos conforme AASHTO T-104. El módulo de finura no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 en la graduación del agregado.

Tabla XVII. Graduación de los agregados

TAMICES AASHTO M 92	PORCENTAJE EN MASA QUE PASA
9.500 mm 3/8"	100
4.750 mm No. 4	95-100
2.360 mm No. 8	80-100
1.180 mm 16	50-85
0.600 mm 30	25-60
0.300 mm 50	10 a 30
0.150 mm 100	2 a 10
0.075 mm 200	0 a 5

Fuente. Libro Azul, de Caminos

Agregado grueso

Debe consistir en grava o piedra triturada, procesada adecuadamente para formar un agregado clasificado que cumpla con los requisitos de AASHTO 183 M-80. Con la excepción de que no se aplicara el ensayo de congelamiento y deshielo alternos, y que el ensayo de desintegración al sulfato de sodio y pérdida de peso no sea mayor del 15% después de cinco ciclos conforme AASHTO T-104.

Además, el porcentaje de desgaste no debe ser mayor de 50% después de 500 revoluciones en el ensayo de abrasión (Los Ángeles). AASHTO T-96. El porcentaje de partículas desmenuzables no debe exceder del 56% en peso, el contenido de terrones de arcilla no debe ser mayor de 0.25% en peso. El agregado grueso a utilizar va a ser de 3/4" debido a que es bastante resistente al desgaste, y por esto es utilizado en pavimentos rígidos.

Agua

El agua para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados, debe ser preferentemente potable, limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, azúcar, sales como cloruros o sulfatos, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero. El agua de mar o aguas salobregas y de pantanos, no debe usarse para concreto reforzado.

Aditivos

Los aditivos para concreto se deben emplear con la aprobación previa del delegado residente y de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Debe demostrarse que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y rendimiento del concreto de la mezcla básica.

Cuando se empleen aditivos acelerantes en tiempo caluroso, deben tomarse las precauciones necesarias para evitar un fraguado muy rápido del concreto.

Determinación del asentamiento

Tanto la manejabilidad o trabajabilidad, como la consistencia del concreto recién mezclado se debe determinar en el campo y en el laboratorio por medio de ensayos de asentamiento (o revenimiento), efectuados de acuerdo con las Normas AASHTO T 119, ASTM C 1433 o COGUANOR NGO 41017h4.

Tabla XVIII. Determinación del asentamiento según el tipo de estructura a construir.

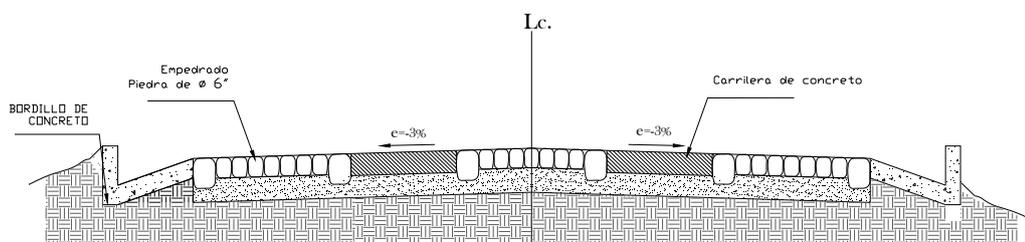
TIPO DE ESTRUCTURA	ASENTAMIENTO
Cimientos, muros reforzados, vigas Paredes reforzadas y columnas.	10 cms.
Pavimentos y losas	8 cms.
Concreto masivo	5 cms.

Fuente propia

Diseño de empedrado

El empedrado es la base que está conformada por piedras labradas o no labradas, unidas con mortero o estuque.

Figura 5. Perfil de carretera.



Descripción

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción. También se incluye aquí, todas las operaciones necesarias para la correcta construcción de empedrados estucados. Las cotas del empedrado, las dimensiones, tipos y formas de la piedra, deben ser las indicadas en los planos, y en especificaciones técnicas.

Materiales

Piedra

La piedra puede ser canto rodado o material de cantera labrado o no labrado. La piedra debe ser dura, sana, libre de grietas u otros defectos que tiendan a reducir su resistencia a la intemperie. Las superficies de las piedras deben estar exentas de tierra, arcilla o cualquier materia extraña, que pueda obstaculizar la perfecta adherencia del mortero. Las piedras pueden ser de forma cualquiera y sus dimensiones pueden variar entre 100 mm y 150mm, para el empedrado en general.

Las piedras deben ser de materiales que tengan un peso mínimo de 1,390 Kg/m³. La guía longitudinal (cimbra), estará colocada a lo largo de la calle a cada 0.625 mts entre una y otra y tendrá un diámetro mínima de 4 pulgadas y un máxima de 8 pulgadas.

Estuque

El mortero debe estar formado por cemento hidráulico, por agregado fino, cal hidratada, en proporciones de (1:4).

Agregado fino

El agregado fino debe cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 45 (ASTM C 144), debiendo ser su graduación la siguiente:

Tabla XIX. Graduación de material fino para usar en estuque de empedrado.

Tamaño de tamiz	Porcentaje que paso por el tamiz	
	Arena de peña	Arena de trituración
4.75 mm (No. 4)	100	100
2.38 mm (No. 8)	95-100	95 á 100
0.150 mm (No. 100)	2 a15	10 á 25
0.075 mm (No. 200)		0 á 10

Fuente: Libro de Mecánica de suelos, Crespo.

2.1.6. Diseño geométrico de la carretera

Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad en la mayor longitud de carretera que sea posible. En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad controla la distancia de visibilidad. El trazado en planta de un tramo se compondrá los elementos: recta, curva circular y curva de transición.

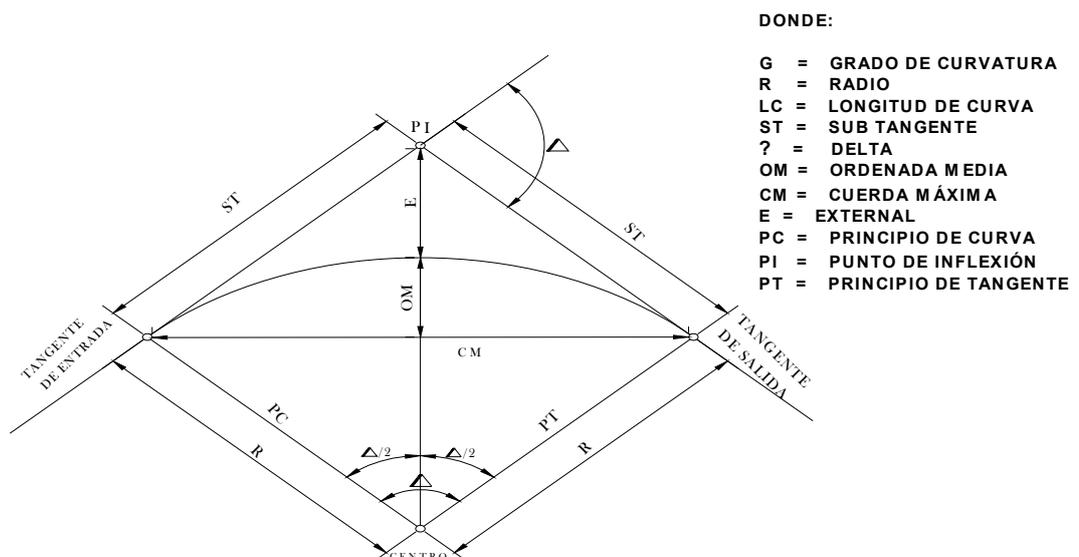
Alineamiento vertical

En el perfil de una carretera, la rasante es la línea de referencia que define los alineamientos verticales, también la determinan las características topográficas del terreno, la seguridad, visibilidad, velocidad del proyecto y paso de vehículos pesados en pendientes fuertes. Está formado por tangentes y curvas. Las tangentes se caracterizan por su pendiente, que sirve para delimitar el diseño de la sub.- rasante.

Curvas horizontales

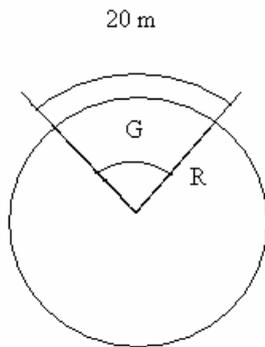
Se le llama curva circular horizontal, al arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une dos tangentes. Para el cálculo de las curvas se tomó como referencia la línea de topografía de la carretera existente, tomando como base un radio mínimo de 3 mts, clasificando la carretera según la AASHTO como tipo f montañosa y con una velocidad de 30km/h.

Figura 6. Elementos de curva circular



Grado de curvatura (G)

Es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20 metros, de esta definición se obtienen las fórmulas de los diferentes elementos de una curva horizontal circular. De otra forma, se dice que (G) es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros.



R = radio

G = grado de curvatura

$$\frac{G}{360} = \frac{20}{2\pi R}$$

$$R = \frac{1145.9146}{G}$$

$$G = \frac{1145.9156}{R}$$

Debido a que el grado de curvatura y el radio de una curva horizontal dependen uno del otro, existen especificaciones para carreteras que enumeran una serie de radios para distintos grados de curvatura, considerando las velocidades de diseño, el tipo de carretera y las deflexiones.

Ejemplo de tramo

El tramo a utilizar para el ejemplo, es la curva No. 2, el cual tiene los datos siguientes:

$$R = 20.06 \text{ m}$$

$$G = 57^{\circ}07'29''$$

$$\Delta = 28^{\circ}33'42''$$

Longitud de curva (LC)

La longitud de curva es la distancia, siguiendo la curva, desde el principio de curva (PC), hasta el principio de tangente (PT).

$$LC = \frac{(20 * \Delta)}{G} = \frac{(20 * 28^{\circ}33'42'')}{57^{\circ}07'29'}$$

$$LC = 10.00m$$

Subtangente (St)

Es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto de intersección (PI) o entre el (PI) y el principio de tangente (PT).

$$St = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 20.06 * \tan\left(\frac{28^{\circ}33'42''}{2}\right)$$

$$St = 5.11_m$$

Cuerda máxima (Cm)

Es la distancia entre una línea recta trazada entre el PC al PT.

$$Cm = 2 * R * \operatorname{sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 2 * 20.06 * \operatorname{sen}\left(\frac{28^{\circ}33'42''}{2}\right)$$

$$Cm = 9.90_m$$

External (E)

Es la distancia comprendida entre el PI al punto medio de la curva.

$$E = R * \sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 20.06 * \sec\left(\frac{28^{\circ}33'42''}{2} - 1\right)$$

$$E = 0.64_m$$

Ordenada media (OM):

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

$$OM = R * \left[1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right] = 20.06 * \left[1 - \cos\left(\frac{28^{\circ}33'42''}{2}\right) \right]$$

$$OM = 0.62 \text{ _}m$$

Cálculo de estacionamientos:

Estos se calculan con base a las distancias entre los PI de localización, calculando la estación para cada PI, restando la estación de PI menos la subtangentes se ubicará el principio de la curva (PC). Sumando el PC más la longitud de curva se ubicará el principio de tangente (PT), final de la curva.

Principio de curva:

$$PC = PI - St = (0 + 019.66) - 5.11$$

$$PC = 0 + 014.55$$

Principio de tangente:

$$PT = PC + LC = (0 + 014.55) + 10.00$$

$$PT = 0 + 024.55$$

Pendiente positiva

Se entiende por pendiente positiva aquella en la cual a medida que se avanza sobre la carretera, se incrementa la altura respecto del punto anterior, es decir se va hacia arriba en determinado tramo.

Pendiente negativa

Se entiende por pendiente negativa aquella en la cual a medida que se avanza sobre la carretera, decrece la altura respecto del punto anterior, es decir se va hacia abajo en determinado tramo.

Pendiente máxima

Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y queda determinada por el volumen, la composición del tránsito y la topografía del terreno. Se emplea cuando convengan desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos, siempre que no sobre pase la longitud crítica.

Pendiente minima

Se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula (0.03%) debiendo a que en ese caso actúa el drenaje transversal, en los cortes se recomienda el 2% mínimo para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas, en algunas ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial podría llevar a aumentarla.

Curvas verticales

El diseño de las carreteras no solo está conformado por curvas horizontales sino también por curvas verticales, las cuales se obtienen en la parte de la altimetría del terreno. Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas. Para el diseño de las curvas se tomará el tipo parabólico simple, debido que es la más utilizada en nuestro medio por la Dirección General de Caminos, esto es por la facilidad de cálculo y a su gran adaptación de las condiciones topográficas que existen en nuestro país.

Figura No. 7. Tipos de curvas verticales

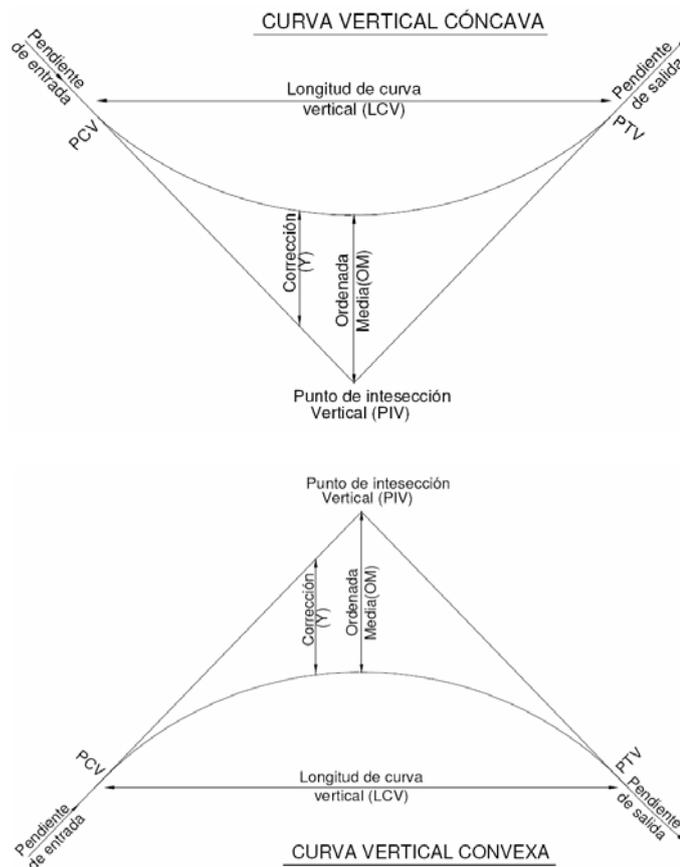


Tabla XX. Valores de k según tipo de curva

Velocidad de diseño	Valores de "K" según tipo de curva	
	K.P.H.	cóncava
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: tabla de velocidades de caminos

Las fórmulas para obtener los datos o correcciones en una curva vertical, son las siguientes:

$$OM = \frac{(P_1 - P_2)}{800} * LCV$$

$$D = \left[\left(\frac{LCV}{2} \right) - |PIV - EST_1| \right]^2$$

$$Y = \frac{(OM * D)}{\left(\frac{LCV}{2} \right)^2}$$

Donde:

- P_1 = pendiente de entrada
 P_2 = pendiente de salida
 OM = ordenada media

- D = distancia a partir del extremo al punto en que se desea conocer la corrección vertical.
- LCV = longitud de curva vertical.
- Y = corrección vertical

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el cálculo de la primera curva vertical realizada en el presente proyecto:

$$LCV = 80_m$$

Estación 0+096.31:

$$OM = \left(\frac{10.96 - 16.00}{800} \right) * 80 = -0.504$$

$$D = \left[\left(\frac{80}{2} \right) - |136.31 - 96.31| \right]^2 = 0$$

$$Y = \left(\frac{-0.504 * 0}{\left(\frac{60}{2} \right)^2} \right) = 0.000$$

$$rasante...corregida = 1009.291 + 0.000 = 1009.291$$

Estación 0+100:

$$OM = -0.54$$

$$D = \left[\left(\frac{80}{2} \right) - |136.31 - 100| \right]^2 = 13.62$$

$$Y = \left(\frac{-0.54 * 13.62}{\left(\frac{80}{2} \right)^2} \right) = -0.0184$$

$$\text{rasante...corregida} = 1009.718 - 0.0184 = 1009.700$$

Estación 0+120:

$$OM = -0.54$$

$$D = \left[\left(\frac{80}{2} \right) - |136.31 - 120| \right]^2 = 561.22$$

$$Y = \left(\frac{-0.54 * 561.22}{\left(\frac{80}{2} \right)^2} \right) = -0.0189$$

$$\text{rasante...corregida} = 1012.084 - 0.0189 = 1012.065$$

Estación 0+136.31

$$OM = -0.54$$

$$D = \left[\left(\frac{80}{2} \right) - |136.31 - 136.31| \right]^2 = 1600$$

$$Y = \left(\frac{-0.54 * 1600}{\left(\frac{80}{2} \right)^2} \right) = -0.54$$

$$\text{rasante ... corregida} = 1014.216 - 0.54 = 1013.676$$

Tabla XXI. Resumen del cálculo de curva vertical

Estación		rasante	corrección (Y)	rasante corregida
0+080	10.96%	1007.503		
0+096.31		1009.291	0,00000	1009.291
0+100	LCV= 80 m	1009.718	-0.0184	1009.700
0+120		1012.084	-0.0189	1012.065
0+136.31		1014.216	-0.54	1013.676
0+140		1014.701	-0.0189	1014.682
0+160		1017.569	-0,0184	1017.551
0+176.31		1020.076	0.000	1020.076
0+180	16%	1020.667		

Fuente propia

Para el cálculo de las demás curvas verticales se sigue el mismo procedimiento,

Diseño de drenaje transversal

El drenaje transversal se usa en dos casos:

- Para evitar que el agua de corrientes superficiales se acumule en un lado de la carretera, afectando así la base de la misma o que se estanque.
- Para conducir el agua pluvial de un lado a otro de la carretera reunida por las cunetas.

En el primer caso habrá que determinar el caudal máximo de la corriente por medio de las mediciones de la sección de la corriente y de las velocidades del flujo en la época lluviosa del año. Para el estudio hidrológico se deben considerar otros aspectos tales como la pendiente y las condiciones del lecho de la corriente, el esviaje, los puntos de erosión y los puntos posibles de canalización.

En el caso de conducir el agua pluvial proveniente de las cunetas, se puede tomar este dato del diseño ya realizado, cuidando de observar cuántas convergen en el punto a estudiar. Es importante resaltar que en el caso del presente proyecto la topografía del terreno es llano por lo que el agua pluvial se drena por medio de drenaje transversal, sin embargo en la mayoría de puntos se tiene la ventaja de que el agua drena hacia puntos bajos los cuales la carretera solamente pasa en algunos puntos de estos. Al determinar el caudal y las condiciones que tendrá la estructura a utilizar, el procedimiento para calcular las dimensiones de la alcantarilla a emplear es similar al de numeral anterior, cuidando la diferencia que éste puede utilizar una sección casi llena.

El procedimiento de diseño para una cuneta y un drenaje transversal son los mismos, lo único que varía es la sección, ya que en la cuneta generalmente es trapezoidal y en el drenaje transversal es circular, por lo que se ejemplifica el procedimiento de un drenaje trasversal.

Ejemplo del diseño de una alcantarilla transversal:

Datos:

Estación: 0 + 034.70
Área: 2 Ha.
C: 0.25
I: ?

Para obtener la intensidad de lluvia se aplica una formula, mencionada anteriormente, dada por el INSIVUMEH. En el caso del municipio de San Marcos, la Intensidad de lluvia es de 185 mm/hora dato proporcionado por el INSIVUMEH

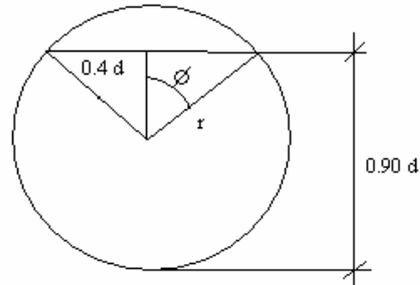
Determinamos el Caudal:

$$Q = \frac{0.25 * 185 * 2}{360} = 0.26 \text{ m}^3 / s$$

Condiciones de diseño:

S = pendiente = 3%
Sección llena al 90%
d = diámetro: ?

Figura 8. Diagrama y datos de diseño drenaje transversal



$$\cos \phi = \frac{0.4 * d}{0.5 * d}$$

$$\phi = \cos^{-1}\left(\frac{0.4}{0.5}\right) = 36.86989765 * \left(\frac{\pi}{180}\right) = 0.6435 \text{ _ rad.}$$

Área del círculo: $A_c = \pi * r^2 = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{\pi * d^2}{4} = 0.25 * \pi * d^2$

Área del sector circular: $A_{sc} = 0.6435 * \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 0.161 * d^2$

Área del triángulo: $A_{\Delta} = 2 * \left(\frac{0.4d * 0.3d}{2}\right) = 0.12d^2$

Área resultante:

$$A_r = A_c - A_{sc} + A_{\Delta}$$

$$A_r = 0.25 * \pi * d^2 - 0.161 * d^2 + 0.12d^2$$

$$A_r = 0.7444 * d^2$$

Perímetro mojado: $P_m = \pi * d - 0.6435 * \left(\frac{d}{2}\right) = 2.82 * d$

Radio hidráulico:
$$R_H = \frac{A_r}{P_m} = \frac{0.7444 * d^2}{2.82 * d} = 0.264 * d$$

Aplicando la fórmula de Manning:

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) * (R_H)^{2/3} * S^{1/2} * A$$

Si: $n = 0.025, S = 3\%, Q = 0.26 \text{ m}^3/\text{s}$

$$0.26 = \left(\frac{1}{0.025}\right) * (0.264 * d)^{2/3} * 0.03^{1/2} * 0.7444 * d^2$$

$$d = 0.54 \text{ m} \approx 21"$$

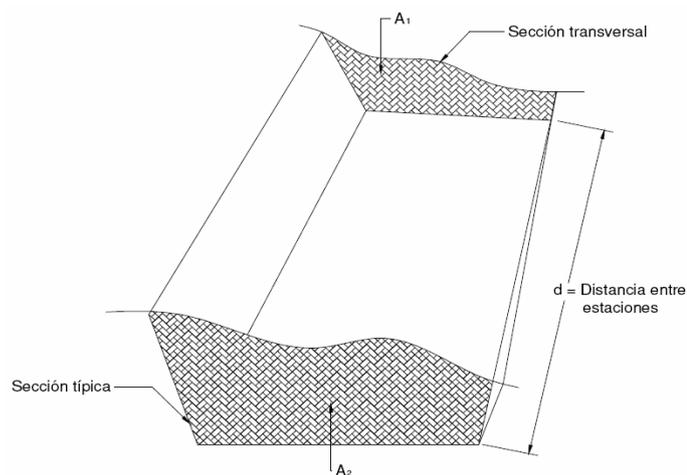
De acuerdo a los cálculos se determina que con tubería de 21" de diámetro es suficiente para drenar el agua, sin embargo para evitar taponamientos debido a restos de basuras, árboles y tierra que afecten el buen drene, además el diámetro mínimo recomendable a utilizar para tuberías de metal corrugado, se utilizará tuberías con diámetro de 30".

El procedimiento de cálculo anteriormente descrito se repite en las demás estaciones donde se encuentren ubicados drenajes transversales según planos de diseño.

Movimiento de tierras

Con la sub-rasante ya definida podemos definir el volumen de movimientos de tierras, el que a su vez se convierte en el renglón más caro en la ejecución. El cálculo de movimiento de tierras se obtuvo mediante resultados presentados por el programa, los cuales se encuentran en los planos de secciones transversales como anexos.

Figura 9. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra



2.1.7. Programa de mantenimiento

Es la aplicación de técnicas o mecanismo que permiten conservar en buenas condiciones físicas y de funcionamiento el camino, con el propósito de alcanzar la duración esperada de acuerdo a la vida útil para la que fue diseñada. Tomando en cuenta que se deben hacer visitas periódicas por miembros del comité de la aldea, ya que la responsabilidad de mantener en buenas condiciones el proyecto estará a cargo del comité de vecinos de la comunidad.

2.1.8. Presupuesto del proyecto

Precios unitarios

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO, ALDEA Sto. DOMINGO



No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
1	LIMPIEZA GENERAL	8159.99	m ²	Q 1.43	Q 11,698.16
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
	Equipo de limpieza y chapeo	8159.99	m ²	Q 1.00	Q 8,159.99
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q 8,159.99
GASTOS INDIRECTOS					
	Gastos indirectos	28.00	%	Q 8,159.99	Q 2,284.80
IVA					
	IVA	12.00	%	Q 10,444.79	Q 1,253.37
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA					Q 3,538.17
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS					Q 8,159.99
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA					Q 3,538.17
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN					Q 11,698.16

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO, ALDEA Sto. DOMINGO



No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
2	TRAZO Y ESTAQUEADO	1.63	Km	Q 4,244.24	Q 6,926.56
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
	Equipo topográfico	1.00	global	Q 450.00	Q 450.00
	Trompos de madera	100.00	unidad	Q 2.50	Q 250.00
	clavos para lámina	10.00	libras	Q 7.00	Q 70.00
	Rotulo de ident de proyecto	1.00	global	Q 1,745.55	Q 1,745.55
	Almágana de 4 lbs.	3.00	Unidad	Q 45.00	Q 135.00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q 2,650.55
MANO DE OBRA					
	Topógrafo	1.00	global	Q 250.00	Q 250.00
	cadenero	1.00	global	Q 60.00	Q 60.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 310.00
GASTOS INDIRECTOS					
	Gastos indirectos	28.00	%	Q 2,960.55	Q 828.95
IVA					
	IVA	12.00	%	Q 3,789.50	Q 454.74
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA					Q 1,283.69
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS					Q 2,960.55
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA					Q 1,283.69
COSTO TOTAL DEL RENGLON					Q 4,244.24

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO, ALDEA Sto. DOMINGO



3	CONFORMACIÓN DEL TERRENO	1631.99	m ³	Q	77.85	Q	127,055.33
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.		TOTAL	
MATERIALES Y HERRAMIENTA							
	Retroescavadora 9/m ³ /hora	181.00	hora	Q	300.00	Q	54,300.00
	Disel 1.5/gal/hora	271.50	galones	Q	32.79	Q	8,902.49
	Camion de volteo 10/m ³ /camion	163.20	unidad	Q	150.00	Q	24,480.00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA							Q 87,682.49
MANO DE OBRA							
	Corte de terreno	1742.28	m ³	Q	2.00	Q	3,484.56
	Relleno de terreno	472.14	m ³	Q	2.00	Q	944.28
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA							Q 944.28
GASTOS INDIRECTOS							
	Gastos Indirectos	28.00	%	Q	88,626.77	Q	24,815.49
IVA							
	Iva	12.00	%	Q	113,442.26	Q	13,613.07
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA							Q 38,428.57
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS							Q 88,626.77
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA							Q 38,428.57
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN							Q 127,055.33

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO, ALDEA Sto. DOMINGO



No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
4	BASE MATERIAL SELECTO	1631.99	m ³	Q 205.09	Q 334,710.87
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
	Material Selecto	1631.99	m ³	Q 95.00	Q 155,039.05
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q 155,039.05
EQUIPO Y MAQUINARIA					
	vibrador tipo vaillarina 7.2/m ³ /hora	266.66	hora	Q 50.00	Q 13,333.00
	Retroescavadora 18/m ³ /hora	90.68	hora	Q 300.00	Q 27,204.00
	Camion de volteo 10/m ³ /camion	163.20	unidad	Q 150.00	Q 24,480.00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q 65,017.00
TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE					
	Disel (Vibrador) 0.5/gal/hora	133.33	galones	Q 32.79	Q 4,371.89
	Disel (retroesc.) 1.5/gal/hora	136.02	galones	Q 32.79	Q 4,460.10
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE					Q 4,460.10
MANO DE OBRA					
	Compactación	1631.99	m ³	Q 3.82	Q 6,234.20
	Relleno	1631.99	m ³	Q 1.67	Q 2,725.42
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 8,959.63
GASTOS INDIRECTOS					
	Gastos indirectos	28.00	%	Q 233,475.77	Q 65,373.22
IVA					
	IVA	12.00	%	Q 298,848.99	Q 35,861.88
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA					Q 101,235.09
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS					Q 233,475.77
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA					Q 101,235.09
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN					Q 334,710.87

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO, ALDEA Sto. DOMINGO



5	BORDILLOS	3263.98	ml	Q	87.34	Q 285,082.25
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD		COSTO/UNIT.	TOTAL
MATERIALES Y HERRAMIENTA						
	Cemento	1323.00	Saco	Q	60.00	Q 79,380.00
	Arena de Río	71.00	m ³	Q	175.00	Q 12,425.00
	Piedrín triturado	71.00	m ³	Q	260.00	Q 18,460.00
	Costanera de 2" x 6"	250.00	Unidad	Q	240.00	Q 60,000.00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA						Q 90,885.00
MANO DE OBRA						
	Mano de Obra Calificada	3263.98	ml	Q	40.00	Q 130,559.20
	Mano de Obra No Calificada	3263.98	ml	Q	10.00	Q 32,639.80
SUB-TOTAL MANO DE OBRA						Q 163,199.00
GASTOS INDIRECTOS						
	Gastos indirectos	2.00	%	Q	254,084.00	Q 5,081.68
IVA						
	IVA	10.00	%	Q	259,165.68	Q 25,916.57
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA						Q 30,998.25
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS						Q 254,084.00
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA						Q 30,998.25
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN						Q 285,082.25

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO, ALDEA Sto. DOMINGO



No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
6	CARRILERAS + EMPEDRADO	330.89	m ³	Q 824.75	Q 272,901.55
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
	Cemento	2.50	Saco	Q 60.00	Q 150.00
	Arena de Río	0.15	m ³	Q 200.00	Q 30.00
	Piedrín	0.13	m ³	Q 250.00	Q 32.50
	piedra de 6"	0.15	m ³	Q 225.00	Q 33.75
	Tablas de 1" x 12" x 9"	1.50	Unidad	Q 75.00	Q 112.50
	Sikamex	0.80	galones	Q 183.00	Q 146.40
	Antisol	0.80	galones	Q 183.00	Q 146.40
	Clavos de 3"	0.10	Lb.	Q 7.00	Q 0.70
	Alambre de Amarre	0.15	Lb.	Q 7.00	Q 1.05
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q 503.30
MANO DE OBRA					
	Mano de Obra Calificada	0.80	m ³	Q 60.00	Q 48.00
	Mano de Obra No Calificada	0.80	m ³	Q 30.00	Q 24.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 72.00
GASTOS INDIRECTOS					
	Gastos indirectos	28.00	%	Q 575.30	Q 161.08
IVA					
	IVA	12.00	%	Q 736.38	Q 88.37
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA					Q 249.45
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS					Q 575.30
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA					Q 249.45
COSTO TOTAL DEL RENGLON					Q 824.75

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO, ALDEA Sto. DOMINGO



7	CUNETA	3263.98	ml	Q	147.47	Q 481,340.66
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD		COSTO/UNIT.	TOTAL
MATERIALES Y HERRAMIENTA						
	Cemento	1980.00	Saco	Q	60.00	Q 118,800.00
	Arena de Río	148.50	m ³	Q	200.00	Q 29,700.00
	Piedrín	165.00	m ³	Q	285.00	Q 47,025.00
	Tabla de 1"x1'x10'	25.00	Docena	Q	960.00	Q 24,000.00
	Reglas de 2"x3"x10'	13.00	Docena	Q	456.00	Q 5,928.00
	Clavo de 3"	75.00	Lb.	Q	5.00	Q 375.00
	Alambre de Amarre	50.00	Lb.	Q	5.00	Q 250.00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA						Q 107,278.00
MANO DE OBRA						
	Mano de Obra Calificada	3263.98	ml	Q	50.00	Q 163,199.00
	Mano de Obra No Calificada	3263.98	ml	Q	20.00	Q 65,279.60
SUB-TOTAL MANO DE OBRA						Q 228,478.60
GASTOS INDIRECTOS						
	Gastos indirectos	28.00	%	Q	335,756.60	Q 94,011.85
IVA						
	IVA	12.00	%	Q	429,768.45	Q 51,572.21
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA						Q 145,584.06
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS						Q 335,756.60
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA						Q 145,584.06
COSTO TOTAL DEL RENGLON						Q 481,340.66

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO, ALDEA Sto. DOMINGO



8	DRENAJE TRANSVERSAL	5.00	unidad	Q	12,035.07	Q	60,175.36
---	---------------------	------	--------	---	-----------	---	-----------

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
-----	-------------	----------	--------	-------------	-------

MATERIALES Y HERRAMIENTA							
	Cemento	45.00	Saco	Q	60.00	Q	13,500.00
	Arena de Río	6.00	m ³	Q	200.00	Q	6,000.00
	Piedrín	6.00	m ³	Q	285.00	Q	8,550.00
	Tubo de cemento de 30"	5.00	ml	Q	400.00	Q	10,000.00
	Piedra bola	9.60	m ³	Q	225.00	Q	10,800.00
	Tabla de 1"x12'x10'	22.00	unidad	Q	40.00	Q	4,400.00
	Clavo de 3"	75.00	Lb.	Q	5.00	Q	1,875.00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA						Q	41,625.00

MANO DE OBRA							
	Mano de Obra Calificada	5.00	unidad	Q	50.00	Q	250.00
	Mano de Obra No Calificada	5.00	unidad	Q	20.00	Q	100.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA						Q	350.00

GASTOS INDIRECTOS							
	Gastos indirectos	28.00	%	Q	41,975.00	Q	11,753.00
IVA							
	IVA	12.00	%	Q	53,728.00	Q	6,447.36
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA						Q	18,200.36

TOTAL DE GASTOS DIRECTOS						Q	41,975.00
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA						Q	18,200.36

COSTO TOTAL DEL RENGLÓN						Q	60,175.36
--------------------------------	--	--	--	--	--	----------	------------------

Presupuesto integrado

PRESUPUESTO INTEGRADO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO, ALDEA Sto. DOMINGO



No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
1	LIMPIEZA GENERAL	8159.99	m ²	Q 1.43	Q 11,698.16
2	TRAZO Y ESTAQUEADO	1.63	Km	Q 4,244.24	Q 6,926.56
3	CONFORMACIÓN DEL TERRENO	1631.99	m ³	Q 77.85	Q 127,055.33
4	BASE MATERIAL SELECTO	1631.99	m ³	Q 205.09	Q 334,710.87
5	BORDILLOS	3263.98	ml	Q 87.34	Q 285,082.25
6	CARRILERAS + EMPEDRADO	330.89	m ³	Q 824.75	Q 272,901.55
7	CUNETAS	3263.98	ml	Q 147.47	Q 481,340.66
8	DRENAJE TRANSVERSAL	5.00	UNIDAD	Q 12,035.07	Q 60,175.36
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 1,579,890.75
EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO ASCIENDE					Q 1,579,890.75

El presente presupuesto asciende a la cantidad de:

**UN MILLON QUINIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA
QUETZALES CON 75/100**

2.1.9. Cronograma de ejecución

CRONOGRAMA DE AVANCE FÍSICO Y FINANCIERO

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



EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES
 MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS.

PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO, ALDEA SIO. DOMINGO.

DESCRIPCIÓN	MESES						
	1	2	3	4	5	6	7
Limpieza General	■						
Trazo y Estaqueado		■					
Conformación del Terreno		■					
Base de Material Selecto		■					
Bordillos			■				
Carrileras + empedreado			■				
Cuneta				■			
Drenaje transversal					■		
AVANCE FÍSICO							
PORCENTAJE MENSUAL	8%	19%	16%	11%	15%	18%	14%
PORCENTAJE MENSUAL ACUMULADO	8%	26%	43%	54%	69%	86%	100%
AVANCE FINANCIERO							
INVERSIÓN MENSUAL	Q 14,007.02	Q 185,426.92	Q 229,305.79	Q 180,267.86	Q 197,558.75	Q 403,650.36	Q 369,674.05
INVERSIÓN MENSUAL ACUMULADA	Q 14,007.02	Q 199,433.94	Q 428,739.72	Q 609,007.58	Q 806,566.33	Q 1,210,216.69	Q 1,579,890.75

2.2 Diseño del drenaje sanitario para el caserío Nueva Jerusalem, Aldea San Rafael Sacatepéquez.

2.2.1 Descripción del proyecto a desarrollar

El diseño del sistema de drenaje sanitario para el caserío Nueva Jerusalem, es de gran importancia, ya que se dotará por primera vez a los habitantes, los servicios de drenaje y saneamiento, proporcionándoles una mejor calidad de vida, ayudando a tener un medio ambiente más sano eliminando las descargas de aguas negras no tratadas. La red tiene una longitud total de 2,699.83 metros, en los cuales se diseñaron 53 pozos de visita distribuidos en la línea principal y tres ramales. La línea principal con 2,034.81 metros en lo cuales se diseñaron 37 pozos de visita. El primer ramal con 409.33 metros en los cuales se diseñaron 8 pozos de visita. El segundo ramal con 75.21 metros en los cuales se diseñaron 3 pozos de visita y el tercer ramal con 180,48 metros en los cuales se diseñaron 5 pozos de visita. La tubería a utilizar será de PVC y tendrá un diámetro mínimo de 6", las cuales deben cumplir con las normas ASTM 3034.

2.2.2 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red, así como pozos de visita, y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia. Se realizaron los levantamientos siguientes: planimétrico utilizando el método de conservación del azimut y la nivelación se realizó a través de un método indirecto, como lo es el taquimétrico; el cual permite definir las cotas del terreno a trabajar, tanto en las irregularidades como en los cambios de dirección más importantes. El equipo que se utilizó comprende teodolito, estatal, estacas y cinta métrica, los resultados se muestran el apéndice.

2.2.3 Período de diseño

El sistema de drenaje será proyectado para llenar adecuadamente su función durante el periodo de 30 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño, para considerarlo se tomara en cuenta la vida útil de todos los materiales, población de diseño, comportamiento de la obra y posibilidades de ampliación de acuerdo a la necesidad que se tenga.

2.2.4 Caudales de diseño

2.2.4.1 Caudal domiciliar

Está conformado por el agua que es utilizada por las personas para diferentes necesidades dentro de su vivienda: limpieza, higiene personal, lavado de alimentos etc. Denominada caudal de desecho doméstico, es conducida hacia la red de alcantarillado existente y está relacionada con la dotación de agua potable según el lugar, esta expresado en litros por segundo. El factor de retorno varia entre 0.7 y 0.9, para el diseño se utilizo 0.80 ya que es la constante que se maneja en el municipio.

$$Q_{dom} = \frac{Dt * No. Hab. * F.R.}{86,400 \text{ seg/día}}$$

Donde:

- Qd = Caudal de domiciliar lts/ seg.
- F.R. = Factor de retorno
- Dt = Dotación lts. / Hab. / Día
- Hab = Número de habitantes futuros.

Dotación

Es la cantidad de agua potable que debe disponer una persona para satisfacer su necesidad, se rige según la región a la cual será servida, puede variar entre 60 a 300 litros diarios por habitante. La dotación depende de los recursos hidráulicos de la región, así como de las características urbanísticas y sociales de las comunidades. De acuerdo con los datos obtenidos en la municipalidad, se estableció que la dotación para el caserío Nueva Jerusalem es de 150 litros/habitante/día.

2.2.4.2 Caudal de conexiones ilícitas

Este tipo de caudal es producido por las viviendas que, por no contar con un sistema de alcantarillado apropiado para las aguas pluviales, ó por error, las introducen en el sistema de alcantarillado sanitario. El caudal de conexiones ilícitas se relaciona directamente con el caudal de aguas pluviales, pero por no contar con datos suficiente para su cálculo, se considera en el diseño un 10 por ciento del caudal domestico, según normas del INFOM que esta en vigencia en el país.

2.2.4.3 Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el drenaje, el cual depende de las profundidades del nivel freático del agua, y de la tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción.

El cálculo del caudal de infiltración se mide de la siguiente forma: litros diarios por hectáreas o litros diarios por kilómetros de tubería instalada, incluso la longitud de las conexiones domiciliarias.

- Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático de PVC
 $Q_i = 0.01 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$. En lts/seg.
- Para tuberías que quedarán bajo el nivel freático de PVC
 $Q_i = 0.02 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$. En lts/seg.

En este estudio el caudal será igual a 0 ya que la tubería es PVC que se utilizara, así como las tuberías de las acometidas domiciliarias es impermeable.

2.2.4.4 Caudal comercial

Es el caudal que proviene de las diferentes actividades comerciales que se desarrollan en el lugar, entre los cuales se puede mencionar, hoteles, restaurantes, comedores centros comerciales, edificios etc. En la actualidad, la dotación para los comercios de acuerdo, con su actividad, varía de 2,000 a 5,000 lts./día, se obtiene el siguiente caudal comercial:

$$Q_c = \frac{\text{Dotación} * \text{No. De comercios}}{86,400 \text{ seg/día}}$$

Para el diseño no es tomado en cuenta debido a que no hay lugares comerciales dentro de la comunidad.

2.2.4.5 Caudal industrial

Es el caudal proveniente de desechos industriales derivado de las fábricas de productos alimenticios, licoreras, maquiladoras, textiles, productos enlatados y de vidrio etc. Este caudal depende de la dotación y del tipo de industria, se determina entre 1,000 a 18,000 lts./industria/día. Para el diseño no se tomó en cuenta este caudal debido a que no hay lugares industriales.

2.2.4.6 Caudal medio o caudal sanitario

El factor se obtiene del caudal medio (Q_{medio}) del área que se va a drenar entre la distribución del número de habitantes. El caudal medio está compuesto por la suma de todos los caudales descritos anteriormente. El factor de caudal medio varía de 0.002 a 0.005; si el cálculo de éste se encuentra entre los rangos, se utiliza el calculado, de lo contrario se utiliza el más próximo al que se había estimado.

$$Q_{medio} = Q_{dom.} + Q_{com.} + Q_{inf.} + Q_{c. Ilícitas} + Q_{ind}$$

$$F \cdot Q_{medio} = Q_{medio} / \text{No. Hab.}$$

$$(0.002 < F \cdot Q_{medio} < 0.005)$$

2.2.4.7 Caudal de diseño

Al caudal de diseño, también se le llama caudal máximo. Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde ésta fluya, primero se tendrán que integrar los valores que se describen en la fórmula siguiente:

$$Q_{dis} = \text{No. de habitantes} * F.Q_{medio} * F.H.$$

Donde:

No. De hab.	=	Número de habitantes futuros acumulados
F.H.	=	Factor de Hardmond
F.Qmedio	=	Factor de caudal medio

2.2.5 Relaciones hidráulicas

Es el conjunto de operaciones estrictamente analizadas que nos dan resultados de una tubería que trabaja a sección parcialmente llena tales como velocidad, área y caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionan los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcial, de los resultados se elabora el gráfico y tablas utilizando para esto la fórmula de Manning que a continuación se describen.

Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0.03429 \sqrt[3]{R^2} * \sqrt{S}}{N}$$

Donde:

n = 0.01 coeficiente de rugosidad

D = Diámetro de la tubería

S = Pendiente en %.

Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal de sección llena por medio de las ecuaciones ya establecidas; se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q), caudal de diseño entre caudal a sección llena.

El resultado obtenido se busca en la gráfica, en el eje de las abscisas, desde allí se levanta una vertical hasta la curva de relaciones de caudales; el valor de la relación (d/D) se obtiene en la intersección de la curva con la vertical, leyendo sobre el eje de las ordenadas; la profundidad de flujo (tirante) se obtiene al multiplicar el valor por el diámetro de la tubería.

El tirante debe estar entre:

$$0.10 \leq d/D \leq 0.75$$

La relación (v/V), velocidad parcial entre velocidad a sección llena, se ubica el punto de intersección entre la vertical y la curva de relación de caudales que se estableció anteriormente, se traza una horizontal hasta llegar a interceptar la gráfica de velocidades, en este nuevo punto se traza una vertical hacia el eje de las abscisas y se toma la lectura de la relación de velocidades, la cual se multiplica por la velocidad de sección llena y obtener la velocidad a sección parcial.

Para utilizar las tablas, primero se determina, la relación (q/Q), el valor se busca en las tablas y si no está el valor exacto, se busca uno que sea aproximado; en la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V), y de la misma forma se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad en una sección llena y así obtener la velocidad de la sección parcial.

Se consideran las siguientes especificaciones hidráulicas, para garantizar a nuestro sistema trabaje aceptablemente y se evita que la tubería trabaje con presión.

Qdiseño < Qsec llena

La velocidad debe estar comprendida entre:

0.40 m / seg. $\leq V$ Para que existan fuerzas de tracción y arrastre de los sólidos, para PVC.

$V \leq 4.00$ m / seg. Para evitar el deterioro de la tubería debido a la fricción producida por la velocidad y la superficie de la tubería de PVC.

0.60 m / seg. $\leq V$ Para que existan fuerzas de tracción y arrastre de los sólidos, para tubería de concreto.

$V \leq 3.00$ m / seg. Para evitar deterioro de la tubería debido a la fricción producida por la velocidad y la superficie de la tubería de concreto.

2.2.6 Diseño de la red

En general, en los lugares que no cuenten con ningún sistema de recolección de aguas residuales que se está diseñando, se estará proyectando un sistema de drenaje sanitario sin incluir los caudales de agua de lluvia provenientes de calles techos y otras superficies. Donde exista algún sistema de recolección es recomendable hacer un sistema el cual separe las aguas servidas para que se tenga por lo menos un tratamiento primario o fosa séptica. El sistema se diseñará por gravedad, con los conductos funcionando como canales parcialmente llenos.

2.2.7 Parámetros de diseño

2.2.7.1 Cálculo de la población futura

Es la cantidad de personas que se estiman por algún método, tomando como base censos de población de años anteriores y que tributarán caudales al sistema de alcantarillado utilizado. De acuerdo con los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística en años anteriores, en la aldea San Rafael Sacatepéquez incluyendo el caserío Nueva Jerusalem, se decidió utilizar el método de incremento geométrico, el cual se define a través de la siguiente fórmula:

$$P_f = P_o (1 + R)^n$$

Donde:

- P_f** = Población futura.
- P_o** = Población actual.
- R** = Tasa de crecimiento.
- n** = período de diseño.

Para el proyecto de drenaje sanitario se utilizaron los siguientes datos:

- P_o** = 114 casas x 6 hab/casa = 684 habitantes
- R** = 2.9% según INE.
- N** = 30 años.

De la fórmula anterior la población futura es de 1613 habitantes.

2.2.7.2 Factor de Harmond

Es el valor estadístico, que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso simultáneo del servicio; está dado de la siguiente manera:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

- FH = Factor de Harmond.
- P = Población futura acumulada en miles.

2.2.7.3 Pendientes de la tubería

Pendientes mínimas y máximas

La pendiente mínima es la que provoca velocidades iguales o mayores a 0.40 mts/seg, y la pendiente máxima la que provoca velocidades menores o iguales a 4.00 mts/seg., esto es para tubería de PVC Para tubería de concreto iguales o mayores a 0.60 mts/seg. y velocidad máxima no mayor a 3.00 m/seg,

Estos parámetros garantiza a nuestro sistema de drenaje sanitario trabaje sin defectos de sedimentación y abrasión para prolongar la vida útil del sistema. La pendiente esta dada por la siguiente formula:

$$S = \frac{(Cota\ inicial\ del\ terreno - cota\ final\ del\ terreno) * 100}{Longitud\ del\ tramo}$$

Donde:

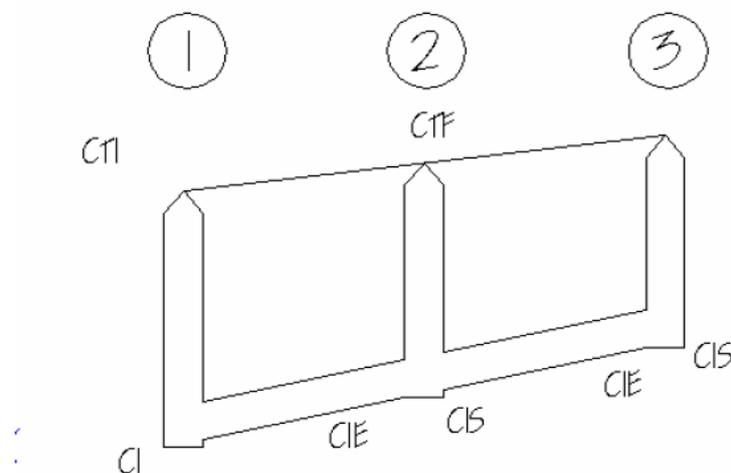
- S = Pendiente

Para todo diseño de alcantarillado es recomendable seguir la pendiente del terreno, tomando en cuenta siempre si la pendiente va a favor o en contra del sentido del fluido. Para el presente proyecto, la tubería a utilizar es PVC norma ASTM 3034 ya que nos presenta mejores ventajas en el chequeo hidráulico del diseño y en construcción la colocación y transporte es mas manejable.

Cotas Invert

Se refiere a la utilización de colectores con un cierto porcentaje de pendiente, en el cual la cota en la parte mas baja donde transita el agua se llama cota invert y es medido del nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interior de la tubería.

Figura 10. Cotas invert



Al diseñar el sistema de drenaje sanitario, se deben considerar los siguientes aspectos que se refieren a las cotas invert de entrada y salida de las tuberías en los pozos de visita:

- a) Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota Invert de salida estará. Como mínimo, a 3 cms debajo de la cota Invert de entrada.

$$D1 = D2$$

$$\text{Cota Invert de salida} = \text{Cota Invert de entrada} - 0.03$$

- b) Cuando a un pozo de visita entra una tubería de un diámetro y salga otra de diferente diámetro, la cota Invert de salida estará, como mínimo, debajo de la cota Invert de entrada, igual a la diferencia de los diámetros de la cota Invert de entrada y salida.

$$D1 < D2$$

$$\text{Cota Invert de salida} = \text{Cota Invert de entrada} - (D1 - D2)$$

- c) Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro a las que ingresan en él, la cota Invert de salida mínima estará a 3 cms debajo de la cota más baja que entre.

$$D1 = D2 = D3 = D4$$

$$\text{C Invert de salida} = \text{C Invert de entrada} - 0.03$$

- d) Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresan en éste, la cota Invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor.

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera.

Ecuaciones para calcular cotas Invert

$$CTf = Cti - ((DH * S\% \text{ terreno})/100)$$

$$S\% = ((Cti - CTf) / DH) * 100$$

$$CI = CT - (Hmin + Et + D \text{ tubo})$$

$$CIE2 = CI - ((DH * S\% \text{ terreno})/100)$$

$$CIS = \text{Dependerá de las especificaciones de los pozos de visita}$$

$$CIE3 = CIS2 - ((DH * S\% \text{ terreno})/100)$$

$$H \text{ pozo} = CT - CIS$$

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.00 metro cuando circula tráfico liviano, y 1.2 metros para tráfico pesado.

2.2.7.4 Velocidades

La velocidad de flujo está determinada por la pendiente del terreno o el de la tubería, el tipo y diámetro de la tubería que se utilice, y tiene que estar comprendida dentro del rango que se presenta en la siguiente tabla, para evitar problemas de taponamiento y desgaste en las tuberías que se utilice.

Tabla XXII. Velocidades mínimas y máximas

Tipo de tubería	Velocidad mínima	Velocidad máxima
Concreto	0.60 m/seg.	3 m/seg.
PVC	0.40 m/seg.	4 m/seg.

Las velocidades mínimas fijadas no permiten la decantación de los sólidos pero también, las velocidades altas producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión hacen un efecto abrasivo a la tubería, por tal razón se recomienda utilizar las velocidades especificadas según normas del Infom descritas anteriormente.

2.2.7.5 Periodo de diseño

El sistema de drenaje será proyectado para llenar adecuadamente su función durante el periodo de 30 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño, para considerarlo se tomara en cuenta la vida útil de todos los materiales, población de diseño, comportamiento de la obra y posibilidades de ampliación de acuerdo a la necesidad que se tenga.

2.2.7.6 Diámetro de tuberías

El diámetro mínimo de tubería que se utiliza para el diseño del drenaje sanitario es de 6 pulgadas, esto se debe a requerimientos de flujo, y limpieza; de esta manera se evitarán obstrucciones en la tubería. Esta especificación es adoptada para tubería de PVC, ya que en tubería de cemento, el diámetro mínimo es de 8 pulgadas. Para este diseño en particular se seleccionó un diámetro mínimo de 6 pulgadas, ya que se utilizará tubería de PVC.

En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 6" en concreto y de 4" en PVC, usando en este último caso un reductor de 4"x3" como protección de obstrucciones, a la entrada de la conexión, en la candela de registro domiciliar, la cual será un diámetro mínimo de 12".

Ejemplo de tramo

El tramo a utilizar para el ejemplo, es de PV-4 a PV-5, el cual tiene los datos siguientes:

No. de viviendas acumuladas:	23
Población actual acumulada:	138 habitantes
Población futura acumulada:	326 habitantes
Dotación:	150/lts/hab/día
Período de diseño:	30 años
No. habitantes/vivienda:	6 habitantes/vivienda
Tasa de crecimiento:	2.90%
Factor de caudal de medio (Fqm):	0.003
Cota PV-4:	496.57 mts.
Cota PV-5:	494.92 mts.
Longitud del tramo.	65.00 mts.

- Pendiente de terreno (S):

$$(S) = \frac{C1-C2*(100)}{Dh} S = \frac{496.57-494.92*(100)}{65}$$

$$(S) = 2.54\%$$

- Número de casas:

Local: 5

Acumulada: 23

- Número de habitantes actuales:

Numero de casas = (No. de hab/vivienda)*(No.de casa)

$$\text{Actual:} \quad (6 * 5) = 30$$

$$\text{acumulada :} \quad (6 * 23) = 138$$

- Número de habitantes futuros:

Para el cálculo de la población futura usamos la siguiente fórmula:

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

$$Pf = 138 \left(1 + \frac{2.9}{100} \right)^{30}$$

$$\text{Futuro:} \quad 71$$

$$\text{acumulada:} \quad 326$$

- Factor de Harmond actual:

$$FH_{\text{actual}} = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

$$FH_{\text{actual}} = \frac{18 + \sqrt{270/1000}}{4 + \sqrt{270/1000}}$$

$$FH_{\text{actual}} = \frac{18 + \sqrt{138/1000}}{4 + \sqrt{138/1000}}$$

$$FH_{\text{futuro}} = \frac{18 + \sqrt{326/1000}}{4 + \sqrt{326/1000}}$$

$$FH_{\text{actual}} = 4.203$$

$$FH_{\text{futuro}} = 4.063$$

- Caudal de diseño sanitario:

Caudal de diseño sanitario actual:

$$q_{\text{diseño actual}} = (\text{No. hab.}) (F_{qm}) (F.H \text{ actual})$$

$$q_{\text{diseño actual}} = (138) (0.003) (4.203)$$

$$q_{\text{diseño actual}} = 1.74 \text{ lts/seg}$$

Caudal de diseño sanitario futuro:

$$q_{\text{diseño futuro}} = (\text{No.hab.})(F_{qm})(F.H \text{ futuro})$$

$$q_{\text{diseño futuro}} = (326) (0.003) (4.063)$$

$$q_{\text{diseño futuro}} = 3.9734 \text{ lts/seg}$$

Ahora se calcula el caudal a sección llena para el tramo en estudio, para chequear si cumple con los requisitos de tirante y velocidad. Es necesario utilizar la fórmula de Manning para flujo en canales, para el cálculo de caudal y velocidad a sección llena, tomando los siguientes datos:

Diámetro de tubería: 6 pulgadas

Pendiente del terreno: 2.54 %

Pendiente de tubería: 2.00 %

con la fórmula de Manning:

en donde:
$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \text{ en } m / \text{seg.}$$

$$R = \frac{D}{4}, \text{ para secciones circulares}$$

n = coeficiente de rugosidad de PVC, el cual tiene un valor de 0.010

$$V = \frac{1}{0.010} \left(\frac{6 * 0.0254}{4} \right)^{2/3} (0.02)^{1/2}$$

$$V = 1.60 \text{ m/seg}$$

luego se calcula el caudal:

en donde: $Q = A * V$ en lts/seg.

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \text{ en metros cuadrados}$$

$$Q = \frac{\pi (6 * 0.0254)^2}{4} * 1.60$$

$$Q = 0.02918 \text{ m}^3/\text{seg} \approx 29.21 \text{ lts/seg.}$$

Con el caudal y la velocidad de flujo a sección llena, se puede chequear que el caudal de diseño cumpla con las especificaciones de diseño. Se comprueba lo siguiente:

$$q_{\text{diseño}} < Q_{\text{lleno}}$$

$$q_{\text{diseño actual}} < Q_{\text{lleno}}$$

$$1.74 < 29.21$$

$$q_{\text{diseño futuro}} < Q_{\text{lleno}}$$

$$3.97 < 29.21$$

La relación $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{lleno}}$ si chequea, ahora se realiza la relación de caudales:

$$\frac{q_{\text{diseño actual}}}{Q_{\text{lleno}}} = \frac{1.74 \text{ lts/seg}}{29.21 \text{ lts/seg}} = 0.059569$$

$$\frac{q_{\text{diseño futuro}}}{Q_{\text{lleno}}} = \frac{3.97 \text{ lts/seg}}{29.21 \text{ lts/seg}} = 0.13591$$

Con los valores de las relaciones q/Q , se busca en la tabla de relaciones hidráulicas, la relación v/V correspondiente a la relación de caudales para cada tramo.

$$\frac{v_{\text{actual}}}{V} = 0.547816 \qquad \frac{v_{\text{futuro}}}{V} = 0.699064$$

Con las relaciones de velocidad encontradas y la velocidad a sección llena, se procede a calcular la velocidad a sección parcialmente llena:

$$v = (v / V) * V$$

$$V_{\text{actual}} = 0.547816 * 1.60$$

$$V_{\text{futuro}} = 0.699064 * 1.60$$

$$V_{\text{actual}} = 0.8765 \text{ m/seg}$$

$$V_{\text{futuro}} = 1.118 \text{ m/seg}$$

La relación d/D también se busca en la tabla de relaciones hidráulicas y es la que expresa la relación entre el tirante de flujo en la alcantarilla y el diámetro de la tubería.

$$\frac{d_{\text{Actual}}}{D} = 0.165$$

$$\frac{d_{\text{Futuro}}}{D} = 0.249$$

Se hace el chequeo de velocidades correspondiente:

$$0.40 \leq \text{velocidad de diseño} \leq 4 \text{ (m/seg) para PVC}$$

$$0.40 \leq 0.8765 \leq 4 \text{ (m/seg) actual}$$

$$0.40 \leq 1.118 \leq 4 \text{ (m/seg) futura}$$

Ambas velocidades están en el rango permisible.

Es necesario hacer también el chequeo de las relaciones de tirantes para cumplir con las especificaciones.

$$0.10 \leq d / D \leq 0.75$$

$$0.10 \leq 0.165 \leq 0.75$$

$$0.10 \leq 0.249 \leq 0.75$$

Ambas relaciones sí chequean.

Por lo tanto, se cumplen las especificaciones de velocidades y tirantes máximos y mínimos.

- Cálculo de cotas Invert:

Fórmulas:

$$CIS_4 = CIS - 0.03$$

$$CIE_5 = CIS_4 - S\% \text{ tubo} * DH/100$$

$$CIS_4 = 494.06 - 0.03 = 494.03$$

$$CIE_5 = 494.03 - ((2*65)/100) = 492.73$$

$$CIS_5 = 492.73$$

2.2.8 Diseño de fosa séptica

Fosa séptica es un estanque cubierto (hermético), construido de piedra, ladrillo, hormigón armado u otro material de albañilería, generalmente rectangular, el cual se proyecta para que las aguas negras permanezcan durante un tiempo determinado (período de retención), el que puede variar ordinariamente de 12 a 24 horas. El volumen de desechos y la cantidad de población que se tenga para las fosas sépticas tienen limitantes, el volumen máximo para una fosa séptica es de 37.00 m³ cuando se habla de descarga y cuando de población se trata, se puede tomar entre 55 a 60 viviendas, no importando el número de habitantes por vivienda. Se estima que el volumen de lodos digeridos por persona entre períodos de limpieza (máximo dos años) es del orden de 30 a 60 litros. Para su diseño se debe considerar que en el caserío Nueva Jerusalem actualmente existen 114 viviendas, tomando el criterio de 60 viviendas por pozo, Los datos para su diseño son los siguientes:

- Período de retención = 24 horas
- Caudal de desecho = (150 lt/hab/día x 0.80) = 120 lt/hab/día
- Habitantes a servir (30años) = (684 hab / 2 fosas) = 1368 hab/fosa
- Período de limpieza = 5 meses
- Relación largo/ancho (L/A) = 2
- Lodos acumulados = 30 lt/hab/día

Cálculo de caudal (Q):

Donde:

$$Q = q \times N$$

- q = Caudal de desecho
- N = Número de habitantes a servir

$$Q = 150 \text{ lt/hab/día} \times 684 \text{ habitantes} = 102.600 \text{ lt/día}$$

Cálculo de volumen (V):

Donde: $V = Q \times T$

T = período de retención

$$V = \frac{102,600 \text{ lt/día} \times 24 \text{ horas}}{24 \text{ horas/día}} = 102,600 \text{ lt} = 102.6 \text{ m}^3$$

Cálculo de volumen de lodos (v):

$$v = N \times \text{Lodos Acumulados}$$

$$v = 684 \text{ habitantes} \times 30 \text{ lt/hab/día} = 20,520 \text{ lt} = 20.52 \text{ m}^3$$

$$V \text{ total} = 102.6 \text{ m}^3 + 20.52 \text{ m}^3 = 123.12 \text{ m}^3$$

Cálculo de dimensiones de fosa séptica:

Como :

$$\text{Volumen} = \text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{altura}$$

$$\frac{L}{A} = 2 \Rightarrow L = 2A$$

Tomando una altura $h = 2.50 \text{ m}$ (como criterio personal)

Sustituyendo datos en la ecuación de volumen

$$V = 2A \times A \times h$$

$$V = 2hA^2$$

Despejando "A"

$$A = \sqrt{\frac{V}{2h}}$$

Aplicando valores en la ecuación de "A"

$$A = \sqrt{\frac{123.12 \text{ m}^3}{2 \times 2.50 \text{ m}^2}} = 4.96 = 5.00 \text{ m}$$

$$L = 2 \times 5.00 = 10.00 \text{ m}$$

Las dimensiones para la fosa séptica son las siguientes:

- Largo = 10.00 m
- Ancho = 5.00 m
- Altura = 2.50 m

Teniendo presente que estas medidas son interiores y la altura es la del líquido dejando libre en la superficie 0.50 m.

2.2.9 Dimensionamiento de los pozos de absorción

Consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 2.00 a 2.50 m de diámetro, con una profundidad que normalmente varía de 6 a 12 m; al cual se vacían las aguas negras sedimentadas provenientes de la fosa séptica, para ser infiltradas en el terreno.

El pozo es de forma cónica relleno hasta $\frac{3}{4}$ de su altura, con piedra bolón (piedra de cerro de regular tamaño) de 0.20 m de diámetro como mínimo, que sirve de entibación y para distribuir el líquido en el subsuelo.

2.2.10 Obras de arte

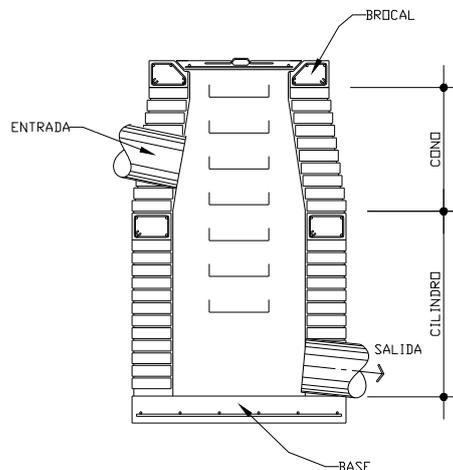
Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleadas como medio de inspección y limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- a) En el inicio de ramal
- b) En intersecciones de dos o más tuberías
- c) Donde exista cambio de diámetro de tubería
- d) En curvas de colectores a no más de 30 m
- e) Alivio o cambio de pendiente
- f) En tramos no mayores de 100 m

La forma constructiva de los pozos de visita se ha normalizado considerablemente y se han establecido diseños que se adoptan a un modo general.

Figura 11. Partes de un pozo de visita



2.2.11 Programa de mantenimiento

Mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario: es la aplicación de técnicas o mecanismo que permiten conservar el alcantarillado en buenas condiciones físicas y de funcionamiento, con el propósito de alcanzar la duración esperada de acuerdo a la vida útil para la que fue diseñada. La responsabilidad de mantenimiento estará a cargo del Comité de Vecinos de la Comunidad, Se recomienda que las revisiones del sistema se realicen en intervalos que no sobrepasan los cuatro meses.

Cuándo realizar una inspección al alcantarillado sanitario

La inspección se llevará a cabo cuando sea solicitada por los vecinos del lugar, por el comité comunal, o por la municipalidad se recomienda realizar las inspecciones al sistema, en períodos no mayores de seis meses.

El mantenimiento del sistema lo deberá hacer personal capacitado, auxiliándose con los planos generales del alcantarillado sanitario.

2.2.12 Presupuesto del proyecto

Precios unitarios

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM



1	TRABAJOS PRELIMINARES	2.70	km	Q	3,259.55	Q	8,800.24	
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD		COSTO/UNIT.		TOTAL	
EQUIPO Y MATERIAL								
	Equipo topográfico	1.00	global	Q	450.00	Q	450.00	
	Trompos de madera	100.00	unidad	Q	2.50	Q	250.00	
	clavos para lámina	10.00	libras	Q	7.00	Q	70.00	
	Rotulo de ident de proyecto	1.00	global	Q	1,745.55	Q	1,745.55	
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA							Q	2,515.55
MANO DE OBRA								
	Topógrafo	1.00	global	Q	250.00	Q	250.00	
	cadenero	1.00	global	Q	60.00	Q	60.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA							Q	310.00
GASTOS INDIRECTOS								
	Gastos indirectos	28.00	%	Q	2,825.55	Q	791.15	
IVA								
	IVA	12.00	%	Q	3,616.70	Q	434.00	
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA							Q	1,225.16
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS							Q	2,825.55
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA							Q	1,225.16
COSTO TOTAL DEL RENGLON							Q	3,259.55

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM



No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
2	EXCAVACIÓN DE TIERRA	2796.26	m ³	Q 62.79	Q 175,577.41
EQUIPO Y MAQUINARIA					
	Retroescavadora 9/m ³ /hora	310.70	hora	Q 300.00	Q 93,210.00
	Disel 1.5/gal/hora	466.05	galones	Q 32.79	Q 15,281.78
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA					Q 108,491.78
MANO DE OBRA					
	Corte de terreno	2796.26	m ³	Q 2.50	Q 6,990.65
	Sacado de tierra	2796.26	m ³	Q 2.50	Q 6,990.65
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 13,981.30
GASTOS INDIRECTOS					
	Gastos indirectos	28.00	%	Q 122,473.08	Q 34,292.46
IVA					
	IVA	12.00	%	Q 87,396.79	Q 10,487.62
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA					Q 44,780.08
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS					Q 122,473.08
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA					Q 53,104.33
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN					Q 175,577.41

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM



3	RELLENO Y COMPACTACIÓN	2639.65	m ³	Q	234.75	Q 619,669.82
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD		COSTO/UNIT.	TOTAL
MATERIALES Y HERRAMIENTA						
	Selecto	323.00	m ³	Q	95.00	Q 30,685.00
	martillo de hule	3.00	Unidad	Q	55.00	Q 165.00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA						Q 30,850.00
EQUIPO Y MAQUINARIA						
	vibrador tipo vailarina 7.2/m ³ /hora	366.62	hora	Q	50.00	Q 18,331.00
	Retroescavadora 18/m ³ /hora	146.65	hora	Q	300.00	Q 43,995.00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA						Q 62,326.00
TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE						
	Disel (Vibrador) 0.5/gal/hora	183.31	galones	Q	32.79	Q 6,010.73
	Disel (retroesc.) 1.5/gal/hora	9898.74	galones	Q	32.79	Q 324,579.68
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE						Q 324,579.68
MANO DE OBRA						
	Compactación	2639.65	m ³	Q	3.82	Q 10,083.46
	Relleno	2639.65	m ³	Q	1.67	Q 4,408.22
SUB-TOTAL MANO DE OBRA						Q 14,491.68
GASTOS INDIRECTOS						
	Gastos indirectos	28.00	%	Q	432,247.36	Q 121,029.26
IVA						
	IVA	12.00	%	Q	553,276.62	Q 66,393.19
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA						Q 187,422.46
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS						Q 432,247.36
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA						Q 187,422.46
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN						Q 619,669.82

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM



4	RETIRO MATERIAL SOBRANTE a 0.5 km de distancia	156.61	m ³	Q	78.44	Q	12,284.87
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.		TOTAL	
EQUIPO Y MAQUINARIA							
	Retroexcavadora 14/m ³ /hora	11.19	hora	Q	300.00	Q	3,357.00
	Camion de volteo 10/m ³ /camion	15.66	unidad	Q	150.00	Q	2,349.00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA							Q 5,706.00
TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE							
	Disel (Retroesc.) 1.5/gal/hora	16.79	galones	Q	32.79	Q	550.54
	Disel (camion) 1.7/gal/unidad	26.62	unidad	Q	32.79	Q	872.87
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE							Q 872.87
GASTOS INDIRECTOS							
	Gastos indirectos	28.00	%	Q	5,706.00	Q	1,597.68
IVA							
	Supervisión	12.00	%	Q	7,303.68	Q	876.44
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA							Q 2,474.12
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS						Q 5,706.00	
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA						Q 6,578.87	
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN						Q 12,284.87	

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM



No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
5	POZOS DE VISITA	60.00	Unidad	Q 8,951.76	Q 537,105.39
MATERIALES Y HERRAMIENTA H promedio= 1.54					
	Cemento	18.00	Saco	Q 60.00	Q 1,080.00
	Arena de Río	1.45	m³	Q 175.00	Q 253.75
	Piedrín triturado	0.94	m³	Q 260.00	Q 244.40
	Hierro No. 4	0.49	Quintal	Q 494.90	Q 242.50
	Hierro No. 3	0.25	Quintal	Q 494.90	Q 123.73
	Hierro No. 2	0.10	Quintal	Q 494.90	Q 49.00
	Alambre de Amarre	4.07	Lb.	Q 7.00	Q 28.49
	clavos para madera	2.05	Lb.	Q 864.00	Q 1,771.20
	madera	55.48	Pt	Q 2.15	Q 119.28
	Ladrillo Tayuyo 6.5x11x23 cm.	675.49	Unidad	Q 2.35	Q 1,587.40
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q 5,499.74
MANO DE OBRA					
	Colocación de ladrillo	675.49	Unidad	Q 0.75	Q 506.62
	Alizado	8.02	m²	Q 3.55	Q 28.47
	Instalación hierro No. 2	0.10	Quintal	Q 125.35	Q 12.41
	Instalación hierro No. 3	0.25	Quintal	Q 118.15	Q 29.54
	Instalación hierro No. 4	0.49	Quintal	Q 94.15	Q 46.13
	Formaleta	55.48	Pt.	Q 0.45	Q 24.97
	Fundición	0.75	m³	Q 110.00	Q 82.50
	Desencofrado	55.48	Pt.	Q 0.25	Q 13.87
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 744.51
GASTOS INDIRECTOS					
	Gastos indirectos	28.00	%	Q 6,244.25	Q 1,748.39
IVA					
	IVA	12.00	%	Q 7,992.64	Q 959.12
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA					Q 2,707.51
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS					Q 6,244.25
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA					Q 2,707.51
COSTO TOTAL DEL RENGLON					Q 8,951.76

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM



6	LINEA DE CONDUCCION	2699.83	ml	Q	196.15	Q 529,577.92
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD		COSTO/UNIT.	TOTAL
MATERIALES Y HERRAMIENTA						
	Tubo PVC de 6" NORMA 3034	1.00	Unidad	Q	110.00	Q 110.00
	waipe	0.05	libras	Q	14.50	Q 0.73
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA						Q 110.73
MANO DE OBRA						
	Instalación	1.00	Unidad	Q	24.85	Q 24.85
	Bajada de Tubería	1.00	Unidad	Q	1.25	Q 1.25
SUB-TOTAL MANO DE OBRA						Q 26.10
GASTOS INDIRECTOS						
	Gastos indirectos	28.00	%	Q	136.83	Q 38.31
IVA						
	IVA	12.00	%	Q	175.14	Q 21.02
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA						Q 59.33
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS						Q 136.83
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS + IVA						Q 59.33
COSTO TOTAL DEL RENGLON						Q 196.15

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM



7	CONEXIÓN DOMICILIAR	120.00	Casa	Q	2,872.93	Q	344,751.87
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD		COSTO/UNIT.		TOTAL
MATERIALES Y HERRAMIENTA							
	Tubería de Concreto de 12"	1.00	Unidad	Q	65.35	Q	65.35
	Tubería PVC de 4" NORMA 3034	1.00	Unidad	Q	110.00	Q	110.00
	Cemento	0.75	Saco	Q	60.00	Q	45.00
	Arena	0.05	m³	Q	175.00	Q	7.88
	Piedrín triturado	0.06	m³	Q	260.00	Q	15.60
	Hierro No. 2	0.25	Quintal	Q	494.90	Q	123.73
	Hierro No. 3	0.20	Quintal	Q	494.90	Q	98.98
	Alambre de Amarre	0.89	Lb.	Q	7.00	Q	6.23
	Clavo para madera de 3"	0.05	Lb.	Q	7.00	Q	0.35
	Madera	1.05	Pt.	Q	0.92	Q	0.97
	Silleta Yee de 8"x4"	1.00	Unidad	Q	125.70	Q	125.70
	Silleta Yee de 6"x4"	1.00	Unidad	Q	87.50	Q	87.50
	Codo 4" 90°	1.00	Unidad	Q	28.75	Q	28.75
	Codo 4" 45°	1.00	Unidad	Q	22.00	Q	22.00
	Waipe	0.05	Libras	Q	13.45	Q	0.67
	Solvente PVC	0.10	Galón	Q	590.50	Q	59.05
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA							Q 797.75
MANO DE OBRA							
	Instalación	1.00	Unidad	Q	5.45	Q	5.45
	bajada de tubería	1.00	Unidad	Q	0.80	Q	0.80
		120.00	Casa	Q	10.00	Q	1,200.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA							Q 1,206.25
GASTOS INDIRECTOS							
	Gastos indirectos	28.00	%	Q	2,004.00	Q	561.12
IVA							
	IVA	12.00	%	Q	2,565.12	Q	307.81
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA							Q 868.93
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS							Q 2,004.00
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS+ IVA							Q 868.93
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN							Q 2,872.93

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM



8	FOSA SEPTICA	2.00	Unidad	Q 131,226.08	Q 262,452.16
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
MATERIALES Y HERRAMIENTA					
	Excavacion	120.00	m ³	Q 35.00	Q 4,200.00
	Block de 0.14x0.19x0.39 m	345.00	Unidad	Q 3.50	Q 1,207.50
	Cemento	414.00	Saco	Q 60.00	Q 24,840.00
	Arena	23.40	m ³	Q 175.00	Q 4,095.00
	Piedrín triturado	34.40	m ³	Q 260.00	Q 8,944.00
	Hierro No. 2	2.00	Quintal	Q 494.90	Q 989.80
	Hierro No. 3	7.00	Quintal	Q 494.90	Q 3,464.30
	Hierro No. 4	23.00	Quintal	Q 494.90	Q 11,382.70
	Hierro No. 5	4.00	Quintal	Q 494.90	Q 1,979.60
	Alambre de Amarre	62.00	Lb.	Q 7.00	Q 434.00
	Clavo de 3"	72.00	Lb.	Q 7.00	Q 504.00
	Tabla de 1"x12"x9'	13.00	Docena	Q 600.00	Q 7,800.00
	Parales de 2"x3"x9'	6.00	Docena	Q 325.00	Q 1,950.00
	Regla de 3"x3"x9'	4.00	Docena	Q 250.00	Q 1,000.00
	Ladrillo Tayuyo 6.5x14x29 cm	229.00	Unidad	Q 2.35	Q 538.15
	Tubería PVC de 6"	7.00	Unidad	Q 401.00	Q 2,807.00
	Codo PVC 6" 90°	4.00	Unidad	Q 150.00	Q 600.00
	Codo PVC 6" 45°	16.00	Unidad	Q 200.00	Q 3,200.00
	Tee PVC 6"	8.00	Unidad	Q 200.00	Q 1,600.00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA					Q 81,536.05
MANO DE OBRA					
	Mano de Obra Calificada	1.00	Unidad	Q 6,500.00	Q 6,500.00
	Mano de Obra No Calificada	1.00	Unidad	Q 3,500.00	Q 3,500.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 10,000.00
GASTOS INDIRECTOS					
	Gastos indirectos	28.00	%	Q 91,536.05	Q 25,630.09
IVA					
	IVA	12.00	%	Q 117,166.14	Q 14,059.94
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS + IVA					Q 39,690.03
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS					Q 91,536.05
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS					Q 39,690.03
COSTO TOTAL DEL RENGLON					Q 131,226.08

Presupuesto integrado

PRESUPUESTO INTEGRADO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SAC. SAN MARCOS

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA EL CASERÍO NUEVA JERUSALEM



No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	2.70	km	Q 3,259.55	Q 8,800.24
2	EXCAVACIÓN DE TIERRA	2796.26	m³	Q 62.79	Q 175,577.41
3	RELLENO Y COMPACTACIÓN	2639.65	m³	Q 234.75	Q 619,669.82
4	RETIRO MATERIAL SOBRENTE a 0.	156.61	m³	Q 78.44	Q 12,284.87
5	POZOS DE VISITA	60.00	Unidad	Q 8,951.76	Q 537,105.39
6	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	2699.83	ml	Q 196.15	Q 529,577.92
7	CONEXIÓN DOMICILIAR	120.00	Casa	Q 2,872.93	Q 344,751.87
8	FOSA SÉPTICA	2.00	Unidad	Q 131,226.08	Q 262,452.16
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 2,490,219.68
EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO ASCIENDE A:					Q 2,490,219.68

2.2.14 Evaluación de impacto ambiental

En sentido estricto, la ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe. Dentro de ella, también, entra lo que la sociedad construye a través de su accionar. Generalmente, esto es lo que se identifica como ambiente.

El Impacto Ambiental: (IA) es la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo.

Se puede definir el Estudio de Impacto Ambiental como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA. Está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental.

2.2.14.1 En construcción

Identificación de los factores que puedan causar impacto al medio ambiente durante la etapa de construcción.

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son:

Salud

Hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción, debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto, lesiones menores ocasionadas por accidentes, el impacto es positivo.

El suelo

Se impactará negativamente el mismo ya que se removerá para el zanjeo de la tubería, pozos de visita, si no se verifica la etapa de compactación, pudiendo sufrir el suelo hundimientos y provocar fisuras o quebraduras en la tubería.

El agua

Ya que al momento de la excavación para introducir la tubería de drenaje podría quebrarse los tubos existentes de agua potable, ya que no existen planos de la red contaminándose y desperdiciándose, ocasionando un impacto negativo.

Impactos negativos en la etapa de construcción

Los elementos más impactados negativamente en esta etapa son: el suelo, el agua.

Medidas de mitigación en la etapa de construcción

Salud

Para evitar el polvo producido por el zanjeo o por otro tipo de actividades, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo, las que deberán llevarse en el tiempo más corto posible, o al personal que esta laborando se le implementaran mascarillas, la compactación se hará con una humedad optima para que el viento no se arrastre las partículas. Se le dará instrucciones al equipo trabajando para el manejo correcto de las herramientas e indicarles los lugares de alto riesgo para evitar accidentes.

Agua

En las excavaciones se tendrá el cuidado necesario para evitar los daños a la tubería de agua potable con el fin de no dañarla.

Plan de contingencia en la etapa de construcción

En áreas de alto riesgo como en barrancos o lugares donde haya inundaciones, provocadas por lluvias, o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar las obras hidráulicas y tubería del proyecto. Por lo cual se deberán proteger adecuadamente las obras en construcción y no dejar tubería descubierta por largo tiempo.

Programa de monitoreo ambiental en construcción

Hacer visitas periódicamente por parte de supervisión, y revisar si están siendo ejecutadas las medidas dadas en esta etapa del proyecto.

2.2.14.2 En operación

Identificación de los factores que puedan causar impacto al medio ambiente durante la etapa de operación

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados durante su operación son.

Suelo

Ya que hay un impacto grande porque en ellos el agua residual ó las aguas negras contaminaran el ambiente a su alrededor así como aguas abajo el impacto es negativo.

Salud

Mejorará las condiciones, ya que se recolectarán todas las aguas residuales provenientes de las casas a un sólo lugar de descarga.

Impactos negativos en la operación del proyecto

Los elementos más impactados negativamente en esta etapa son: el suelo y el medio ambiente del cuerpo receptor.

Medidas de mitigación en la etapa de construcción

Suelo

Para disminuir el efecto que causa las aguas residuales en el lugar de descarga se tendrá que implementar como mínimo un tratamiento primario o fosa séptica.

Salud

El área de descarga tendrá que ser colocada a una distancia prudencial de los pobladores más cercanos, así como tener en cuenta que no haya ningún tipo de cuerpo receptor que sirva para la dotación de agua potable a una comunidad aguas abajo.

Plan de contingencia en la etapa de operación

En los lugares de descarga de las aguas negras se implementará obras para proteger los tratamientos primarios que se le den al agua residual, y evitar que la misma corra por la superficie sin previo tratamiento. Igualmente tendrá un programa de mantenimiento por parte de los beneficiarios del proyecto por cualquier ruptura de tubería. Se tendrá que hacer limpieza de la red en tiempos prudenciales para evitar los tapones en la tubería.

Programa de monitoreo ambiental en construcción

Hacer un comité que se encargue de hacer una revisión constante del sistema, y revisar si el mismo esta trabajando correctamente y pueda funcionar con eficiencia.

2.2.15 Evaluación socio económica

2.2.15.1 Valor presente neto (V.P.N)

Éste es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de antemano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, y no hacer una mala inversión y nos provoque en un futuro pérdidas. El valor presente neto nos da tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

$VPN < 0$

$VPN = 0$

$VPN > 0$

- Cuando el $VPN < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, esta alertando o previniendo que el proyecto no es rentable.
- Cuando el $VPN = 0$ indica que exactamente se esta generando el porcentaje de utilidad que se desea.
- Cuando el $VPN > 0$, esta indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad.

La aldea San Rafael Sacatepéquez, por medio de la municipalidad, pretende invertir Q 2,490,219.68 en la ejecución del proyecto del drenaje sanitario para el caserío Nueva Jerusalem que consta de 684 beneficiados y pretende tener un costo mensual por mantenimiento del sistema de Q 500.00.

Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida corresponde a un pago único de Q 100.00 por vivienda; también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q 20.00. Suponiendo una tasa del 14% (ver anexos) al final de los 30 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del Valor Presente Neto.

Datos del proyecto

Costo total del proyecto (ver pagina 105)	= Q 2,490,219.68
Costo mensual por mantenimiento por línea central	= Q 500.00
Pago de instalación de acometidas por vivienda	= Q 100.00
Ingreso mensual de mantenimiento por vivienda	= Q 20.00
Tasa de interés (BANRURAL, ver anexo, pag. 166)	= 14%
Vida útil del proyecto (según normas del INFOM)	= 30 años.

Tabla XXIII. Tabulación de datos de operación

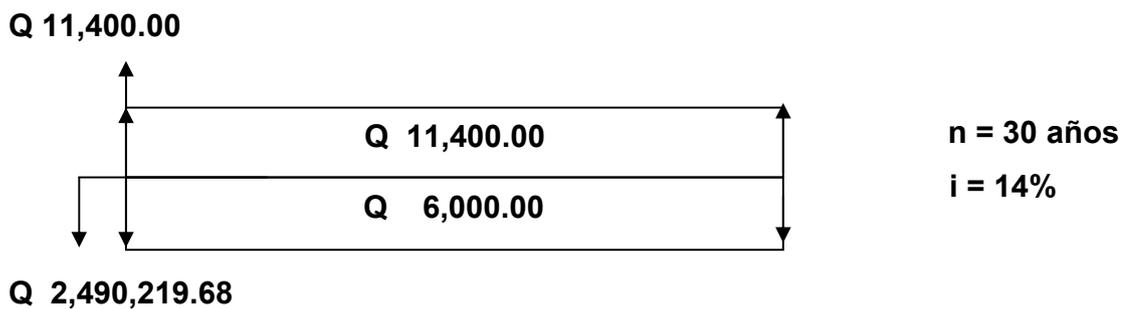
	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q 2,490,219.68
Ingreso inicial	$(Q\ 100/viv)*(114\ viv)$	Q 11,400.00
Costos anuales	$(Q\ 500/viv)*(12\ meses)$	Q 6000.00
Ingreso anual	$(Q\ 20/viv)*(114\ viv^*)(12\ meses)$	Q 27,360.00
Vida útil, en años.		30 años

Fuente propia

Para analizar este proyecto usamos el método de línea de tiempo ya que es fácil y práctico; situando los ingresos y egresos y trasladándolos posteriormente al valor presente, para este caso utilizamos una tasa de interés de 14%.

Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos, entonces se tiene que:

Figura 12. Diagrama de flujo de efectivo



Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos, entonces se tiene que:

$$VPN = -2,490,219.68 + 11,400 - 6000(1 + 0.14)^{30} + 27,360(1 + 0.14)^{30}$$

$$VPN = -1,390,524.29$$

Como se puede observar, el valor presente neto de este proyecto es negativo, sin producir ninguna utilidad, cumpliendo su objetivo de carácter social.

2.2.15.2 Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno se define como la tasa en la cual, el valor presente neto se hace igual a cero; también es el punto en donde un proyecto no tiene ni pérdidas ni ganancias.

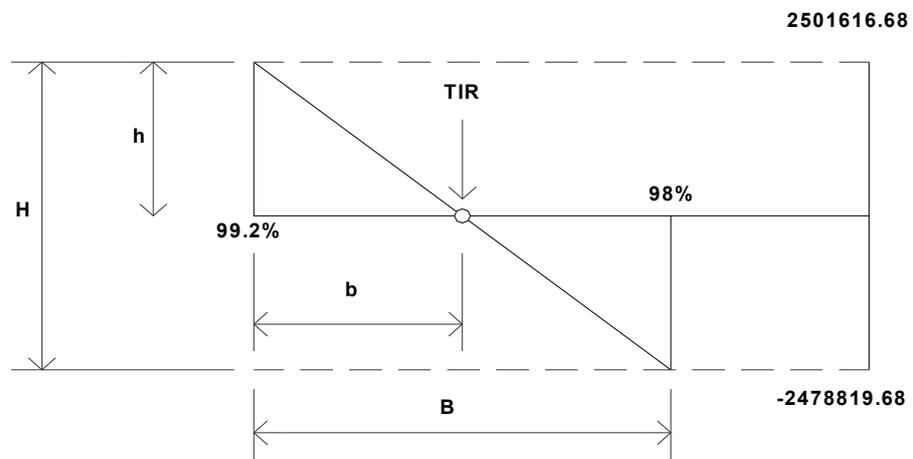
El cálculo de la tasa interna de retorno se puede realizar proponiendo dos tasas de utilidad diferentes, con las cuales se procede a calcular las respectivas cantidades que representen el Valor Presente Neto.

Se propone una tasa de -99.20%, entonces se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -2,490,219.68 + 11,400 - 6000(1 - 0.992)^{30} + 27,360(1 - 0.992)^{30} \\ \text{VPN} &= -2478819.68 \end{aligned}$$

Mientras que con una tasa de -98%, se obtiene un valor presente neto $\text{VPN} = 2501619.68$

Figura 13. Diagrama de tasa interna de retorno



Del diagrama resultan los siguientes datos, sin tomar en cuenta el signo:

$$\begin{aligned} B &= 1.20\% & H &= 2501616.68 + 2478819.68 = 4,980496.36 \\ b &= x & h &= 2501616.68 \end{aligned}$$

Se hace una relación de triángulos para obtener:

$$\frac{B}{H} = \frac{b}{h} \quad \Rightarrow \quad \frac{1.20}{4,980,496.36} = \frac{x}{2,501,601.68}$$

$$x = 0.60$$

$$\text{TIR} = -99.20\% + 0.60\% = -99.80\%$$

En este proyecto, la tasa interna de retorno es negativa, por lo tanto, no existe utilidad alguna, siendo un proyecto de carácter social.

CONCLUSIONES

1. Se diseñaron dos proyectos de infraestructura bajo el diagnóstico obtenido de las necesidades de servicio básico de las comunidades tanto de la aldea Santo Domingo como del caserío Nueva Jerusalem, logrando así presentar este informe de conocimientos teóricos y aplicaciones de criterios, para dar soluciones.
2. Se realizaron diagnósticos de tipo monográfico, los cuales contienen estudios socioeconómicos, los cuales se utilizaron para detectar cuales son las necesidades de mayor prioridad en las comunidades.
3. Aplicando los conceptos y métodos propios de la ingeniería civil, se determino en base a la evaluación socioeconómica que el proyecto no es de carácter lucrativo ya que no tiene ninguna utilidad personal, sino que de carácter social, porque beneficiará a una comunidad.

RECOMENDACIONES

1. Se le sugiere a las autoridades municipales que al momento de ejecutarse los proyectos planificados, el ente ejecutor se base principalmente en los planos y especificaciones técnicas, para su buen funcionamiento.
2. Hacer conciencia a los vecinos de las diferentes comunidades en el funcionamiento de los proyectos, para que estos cumplan con el período de diseño con los cuales fueron diseñados.
3. Actualizar los precios presentados en los presupuestos, antes de su construcción, porque están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.

BIBLIOGRAFÍA

1. A.A.S.H.T.O Desing Procedures For New Pavementes. Curso de diseño de pavimentos método A.A.S.H.T.O- 93. Argentina, Universidad Nacional de San Juan Argentina. Agosto 2000.139 pp.
2. Dirección general de Caminos. Especificaciones Generales Para la Construcción de Carreteras y Puentes. Guatemala: Litografía Guatemalteca, septiembre 2001.
3. Libro azul. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, Republica de Guatemala Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes. Ingenieros consultores de centro América S.A.
4. Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones 4ª Ed. México: Editorial Limusa, 1999
5. Tubovinil S.A. **Norma ASTM 3034 tubería P.V.C. para alcantarillado sanitario**. folleto de información técnica sobre tubería P.V.C. Guatemala.
6. INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL (INFOM). Normas generales para diseño de alcantarillados, 2001.
7. GTZ- Manual de disposición de Aguas Residuales – Cooperativa técnica de la República federal Alemana, Tomo 1.

APÉNDICE

1. Libreta topográfica carretera aldea Santo Domingo
2. Libreta topográfica drenaje caserío Nueva Jerusalem
3. Diseño hidráulico caserío Nueva Jerusalem
4. Tablas de relaciones hidráulicas
5. Planos carretera, Aldea Santo Domingo
6. Planos drenaje sanitario, caserío Nueva Jerusalem
7. Estudios de Suelos:
 - Análisis granulométrico
 - Límites de Atterberg
 - Razón Soporte California (C.B.R.)
 - Compactación
 - Peso Unitario

Libreta topográfica carretera Santo Domingo

LIBRETA TOPOGRÁFICA				
DE E	A P0	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA
	1	-----	-----	1000.00
1	2	138° 44' 02"	6.64	1003.72
2	3	157° 58' 51"	13.11	1001.37
3	4	129° 25' 09"	22.04	1002.78
4	5	178° 25' 55"	43.88	1007.91
5	6	180° 02' 29"	46.62	1013.93
6	7	161° 29' 39"	40.80	1021.37
7	8	180° 30' 51"	14.89	1022.69
8	9	209° 08' 46"	25.59	1024.85
9	10	197° 57' 08"	37.93	1028.18
10	11	191° 53' 12"	28.01	1029.76
11	12	203° 08' 38"	24.51	1028.43
12	13	190 50' 26"	37.28	1027.33
13	14	177° 31' 01"	18.76	1027.52
14	15	164° 42' 58"	27.03	1028.76
15	16	221° 12' 11"	49.81	1027.27
16	17	197° 36' 24"	24.46	1027.64
17	18	182° 18' 38"	47.92	1033.10
18	19	197° 56' 06"	48.72	1040.62
19	20	255° 59' 39"	27.46	1045.99
20	21	223° 36' 52"	45.17	1049.96
21	22	243° 39' 47"	18.23	1052.39
22	23	241° 39' 28"	27.54	1056.13
23	24	247° 26' 10"	36.65	1058.79
24	25	221° 25' 04"	15.64	1059.48
25	26	197° 54' 53"	28.34	1060.32

Continuación

DE E	A P0	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA
26	27	214° 50' 37"	14.64	1060.87
27	28	241° 43' 03"	47.26	1067.71
28	29	245° 18' 09"	22.30	1069.52
29	30	236° 38' 52"	27.62	1072.69
30	31	267° 52' 02"	8.96	1074.49
31	32	299° 26' 33"	28.06	1078.73
32	33	283° 03' 40"	11.53	1080.14
33	34	236° 53' 40"	11.53	1081.03
34	35	224° 30' 44"	3.01	1081.52
35	36	235° 05' 54"	28.99	1085.23
36	37	253° 05' 33"	14.72	1087.09
37	38	289° 04' 49"	14.72	1088.96
38	39	307° 04' 28"	11.46	1091.24
39	40	289° 12' 04"	9.84	1092.59
40	41	253° 27' 17"	9.84	1094.64
41	42	235° 34' 59"	25.59	1099.06
42	43	251° 17' 57"	22.64	1101.91
43	44	273° 78' 34"	11.15	1104.54
44	45	289° 44' 45"	14.66	1105.31
45	46	322° 27' 44"	14.66	1106.34
46	47	337° 04' 33"	19.69	1107.66
47	48	316° 57' 50"	8.82	1108.97
48	49	273° 24' 44"	9.98	1109.45
49	50	230° 00' 51"	8.75	1109.52
50	51	209° 33' 50"	19.40	1110.00

Continuación

DE E	A P0	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA
51	52	234° 27' 18"	19.88	1110.51
52	53	256° 04' 16"	15.10	1111.35
53	54	285° 59' 29"	12.60	1113.22
54	55	283° 11' 38"	11.57	1114.60
55	56	263° 26' 06"	23.00	1115.92
56	57	281° 35' 35"	23.47	1117.09
57	58	328° 51' 19"	24.84	1120.54
58	59	290° 01' 28"	30.05	1122.16
59	60	313° 19' 00"	12.76	1122.44
60	61	326° 53' 19"	11.66	1122.82
61	62	316° 51' 34"	11.70	1123.14
62	63	327° 11' 50"	13.68	1123.77
63	64	349° 02' 57"	15.91	1125.60
64	65	00° 33' 48"	12.65	1127.80
65	66	330° 59' 57"	7.70	1129.46
66	67	271° 22' 51"	7.70	1129.71
67	68	241° 19' 38"	48.79	1133.95
68	69	210° 45' 29"	21.44	1143.89
69	70	194° 48' 18"	70.13	1136.63
70	71	174° 24' 25"	16.51	1137.42
71	72	153° 31' 10"	25.78	1138.65
72	73	147° 43' 33"	22.98	1138.97

Libreta topográfica drenaje caserío Nueva Jerusalem.

RAMAL PRINCIPAL				
DE PV	A PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (final)
	0	-----	00.00	500.00
0	1	24° 33' 14"	80.00	498.47
1	2	312° 21' 22"	80.00	495.96
2	3	316° 27' 25"	100.00	496.10
3	4	334° 09' 07"	22.50	496.57
4	5	342° 28' 59"	65.00	494.92
5	6	342° 28' 59"	59.35	493.41
6	7	349° 51' 18"	86.95	496.20
7	8	355° 45' 49"	48.15	498.25
8	9	05° 51' 14"	56.40	498.23
9	10	17° 57' 07"	89.65	500.04
10	11	14° 50' 28"	55.00	497.53
11	12	14° 50' 28"	50.01	495.25
12	13	359° 28' 19"	29.20	493.33
13	14	11° 57' 11"	41.50	488.58
14	15	28° 33' 07"	14.50	486.87
15	16	46° 04' 48"	54.35	483.43
16	17	29° 21' 07"	75.50	482.45
17	18	29° 21' 07"	75.55	481.47
18	19	26° 03' 36"	45.55	481.64
19	20	06° 09' 16"	98.95	476.52
20	21	29° 57' 22"	98.85	468.81
21	22	275° 33' 29"	58.95	464.20
22	23	262° 42' 07"	63.00	458.75
23	24	262° 42' 07"	54.15	454.07
24	25	273° 45' 04"	59.00	452.98
25	26	278° 03' 11"	88.15	448.99

Continuación

DE PV	A PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (final)
26	27	274° 39' 43"	58.00	442.88
27	28	271° 15' 52"	52.96	438.02
28	29	283° 20' 33"	40.75	436.27
29	30	294° 35' 07"	23.27	434.42
30	31	307° 16' 30"	26.84	429.92
31	32	325° 40' 23"	47.49	425.32
32	33	356° 04' 15"	19.97	420.57
33	34	13° 45' 51"	30.00	415.72
34	35	45° 36' 47"	26.28	411.22
35	36	283° 23' 08"	26.04	408.92
36	37	298° 55' 57"	33.09	406.35

RAMAL 1				
DE PV	A PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (final)
6	38	56° 15' 36"	46.74	490.15
38	39	81° 25' 28"	64.34	489.36
39	40	101° 05' 15"	60.68	488.25
40	41	121° 45' 19"	68.47	487.85
41	42	145° 01' 11"	48.30	485.40
42	43	114° 22' 53"	39.41	484.99
43	44	125° 04' 48"	46.14	482.24
44	45	89° 15' 07"	33.25	482.01

Continuación

RAMAL 2				
DE PV	A PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (final)
21	21a	99° 19' 18"	21.36	469.96
21a	21b	114° 29' 48"	24.50	471.11
21b	21c	121° 22' 04"	29.35	472.74

RAMAL 3				
DE PV	A PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (final)
21	21d	26° 15' 55"	27.03	469.26
21d	21e	46° 35' 40"	27.28	469.52
21e	21f	71° 08' 18"	20.16	469.98
21f	21g	60° 22' 33"	35.86	470.48
21g	21h	52° 41' 59"	70.15	470.68

CUADRO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPSISTA: GERSON NEHEMIAS BRAVO FUENTES

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO Sac. SAN MARCOS

PROYECTO: DRENAJE SANITARI CASERIO NUEVA JERUSALEM



DATOS	
Dotación	150 lt/hr/d
Periodo de Diseño	30 años
Habitantes / Vivienda	6
Tasa de Crecimiento	2.90%
Factor de Caudal Medio	0.003

DATOS DEL PROYECTO												DISEÑO					
DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH mts.	S(%) TERRENO		No. CASAS		HAB. ACT.		HAB. FUT.		Fqm		Od (Lts/seg)		
		INICIO	FINAL		TERRENO	LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
RAMAL PRINCIPAL																	
0	1	500.00	498.47	80	1.91	8	8	48	48	114	114	0.003	0.003	4.318	4.228	0.6218	1.4458
1	2	498.47	495.96	80	3.14	3	11	18	66	43	156	0.003	0.003	4.289	4.185	0.8492	1.9588
2	3	495.96	496.10	100	(0.14)	5	16	30	96	71	227	0.003	0.003	4.248	4.127	1.2235	2.8108
3	4	496.10	496.57	22.5	(2.09)	2	18	12	108	29	255	0.003	0.003	4.234	4.108	1.3719	3.1424
4	5	496.57	494.92	65	2.54	5	23	30	138	71	326	0.003	0.003	4.203	4.063	1.7399	3.9734
5	6	494.92	493.41	59.35	2.54	2	25	12	150	29	354	0.003	0.003	4.191	4.047	1.8860	4.2977
RAMAL PRINCIPAL																	
10	9	500.04	498.23	89.65	2.02	3	3	18	18	43	43	0.003	0.003	4.386	4.327	0.2369	0.5582
9	8	498.23	498.25	56.4	(0.04)	3	6	18	36	43	85	0.003	0.003	4.341	4.262	0.4689	1.0869
8	7	498.25	496.20	48.15	4.26	3	9	18	54	43	128	0.003	0.003	4.308	4.213	0.6979	1.6177
7	6	496.20	493.41	86.95	3.21	5	14	30	84	71	199	0.003	0.003	4.264	4.149	1.0744	2.4769
RAMAL PRINCIPAL																	
10	11	500.04	497.53	55	4.56	3	3	18	18	43	43	0.003	0.003	4.386	4.327	0.2369	0.5582
11	12	497.53	495.25	50.01	4.56	2	5	12	30	29	71	0.003	0.003	4.355	4.281	0.3919	0.9119
12	13	495.25	493.33	29.2	6.58	0	5	0	30	0	71	0.003	0.003	4.355	4.281	0.3919	0.9119
13	14	493.33	488.58	41.5	11.45	1	6	6	36	15	85	0.003	0.003	4.341	4.262	0.4689	1.0869
14	15	488.58	486.87	14.5	11.79	2	8	12	48	29	114	0.003	0.003	4.318	4.228	0.6218	1.4458

DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH mts.	S(%) TERRENO	No. CASAS		HAB. ACT.		HAB. FUT.		Fqm		FACT. HARM.		Qd (Lts/seg)	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
15	16	483.43	482.45	75.5	1.30	4	14	24	84	57	199	0.003	0.003	4.264	4.149	1.0744	2.4769
16	17	482.45	481.47	75.55	1.30	2	16	12	96	29	227	0.003	0.003	4.248	4.127	1.2235	2.8108
17	18	481.47	481.64	45.55	(0.37)	4	20	24	120	57	283	0.003	0.003	4.221	4.089	1.5196	3.4717
18	19	481.64	476.52	98.95	5.17	5	25	30	150	71	354	0.003	0.003	4.191	4.047	1.8860	4.2977
19	20	476.52	468.81	98.85	7.80	1	26	6	156	15	368	0.003	0.003	4.185	4.039	1.9588	4.4592
20	21	476.52	468.81	98.85	7.80	1	28	6	168	15	397	0.003	0.003	4.114	3.940	3.0361	6.8560
21	22	468.81	464.20	58.95	7.82	2	41	12	246	29	580	0.003	0.003	4.114	3.940	3.0361	6.8560
22	23	464.20	458.75	63	8.65	4	45	24	270	57	637	0.003	0.003	4.098	3.918	3.3191	7.4869
23	24	458.75	454.07	54.15	8.64	3	48	18	288	43	679	0.003	0.003	4.086	3.902	3.5303	7.9487
24	25	454.07	452.98	59	1.85	2	50	12	300	29	708	0.003	0.003	4.078	3.892	3.6706	8.2660
25	26	452.98	448.99	88.15	4.53	4	54	24	324	57	764	0.003	0.003	4.064	3.872	3.9502	8.8754
26	27	448.99	442.88	58	10.53	4	58	24	348	57	821	0.003	0.003	4.050	3.854	4.2284	9.4914
27	28	442.88	438.02	52.96	9.18	3	61	18	366	43	863	0.003	0.003	4.040	3.840	4.4361	9.9427
28	29	438.02	436.27	40.75	4.29	2	63	12	378	29	892	0.003	0.003	4.034	3.831	4.5742	10.2530
29	30	436.27	434.42	23.27	7.95	0	63	0	°	0	892	0.003	0.003	4.034	3.831	4.5742	10.2530
30	31	434.42	429.92	26.84	16.77	1	64	6	384	15	906	0.003	0.003	4.031	3.827	4.6432	10.4024
31	32	429.92	425.32	47.49	9.69	3	67	18	402	43	948	0.003	0.003	4.021	3.815	4.8495	10.8494
32	33	425.32	420.57	19.97	23.79	1	68	6	408	15	962	0.003	0.003	4.018	3.811	4.9181	10.9979
33	34	420.57	415.72	30	16.17	1	69	6	414	15	977	0.003	0.003	4.015	3.806	4.9866	11.1568
34	35	415.72	411.22	26.28	17.12	0	69	0	414	0	977	0.003	0.003	4.015	3.806	4.9866	11.1568
35	36	411.22	408.92	26.04	8.83	0	69	0	414	0	977	0.003	0.003	4.015	3.806	4.9866	11.1568
36	37	408.92	406.35	33.09	7.77	0	69	0	414	0	977	0.003	0.003	4.015	3.806	4.9866	11.1568

DE PV	A PV	COTAS TERRENO		DH mts.	S(%) TERRENO	No. CASAS		HAB. ACT.		HAB. FUT.		Fqm		FACT. HARM.		Qd (Lts/seg)		
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	
RAMAL 1																		
	6	38	493.41	490.15	46.74	6.97	1	1	6	6	15	15	0.003	0.003	4.434	4.396	0.0798	0.1978
	38	39	490.15	489.36	64.34	1.23	1	2	6	12	15	29	0.003	0.003	4.407	4.357	0.1586	0.3791
	39	40	489.36	488.25	60.68	1.83	0	2	0	12	0	29	0.003	0.003	4.407	4.357	0.1586	0.3791
	40	41	488.25	487.85	68.47	0.58	2	4	12	24	29	57	0.003	0.003	4.369	4.303	0.3146	0.7358
	41	42	487.85	485.40	48.3	5.07	0	4	0	24	0	57	0.003	0.003	4.369	4.303	0.3146	0.7358
	42	43	485.40	484.99	39.41	1.04	1	5	6	30	15	71	0.003	0.003	4.355	4.281	0.3919	0.9119
	43	44	484.99	482.24	46.14	5.96	1	6	6	36	15	85	0.003	0.003	4.341	4.262	0.4689	1.0869
	44	45	482.24	482.01	33.25	0.69	0	6	0	36	0	85	0.003	0.003	4.341	4.262	0.4689	1.0869
RAMAL 2																		
	21c	21b	472.74	471.11	29.35	5.55	2	2	12	12	29	29	0.003	0.003	4.407	4.357	0.1586	0.3791
	21b	21a	471.11	469.96	24.5	4.69	1	3	6	18	15	43	0.003	0.003	4.386	4.327	0.2369	0.5582
	21a	21	469.96	468.81	21.36	5.38	3	6	18	36	43	85	0.003	0.003	4.341	4.262	0.4689	1.0869
RAMAL 3																		
	21h	21g	470.68	470.48	70.15	0.29	1	1	6	6	15	15	0.003	0.003	4.434	4.396	0.0798	0.1978
	21g	21f	470.48	469.98	35.86	1.39	2	3	12	18	29	43	0.003	0.003	4.386	4.327	0.2369	0.5582
	21f	21e	469.98	469.52	20.16	2.28	1	4	6	24	15	57	0.003	0.003	4.369	4.303	0.3146	0.7358
	21e	21d	469.52	469.26	27.28	0.95	1	5	6	30	15	71	0.003	0.003	4.355	4.281	0.3919	0.9119
	21d	21	469.26	468.81	27.03	1.66	2	7	12	42	29	100	0.003	0.003	4.329	4.244	0.5455	1.2731

DISEÑO

DE PV	A	DIAM. (pulg.)	S(%) TUBO	COEF. "n" DE TUBO	SECCIÓN LLENA		q/Q		v/V		d/D		v (ms./s)		TIRANTE	
					V (m/s)	Q (L/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
RAMAL PRINCIPAL																
0	1	6	1.91	0.010	1.56	28.54	0.021785	0.050653	0.406216	0.523112	0.102	0.153	0.64	0.82	0.612	0.92
1	2	6	3.14	0.010	2.01	36.60	0.023203	0.053522	0.413727	0.531449	0.105	0.157	0.83	1.07	0.63	0.94
2	3	6	0.50	0.010	0.80	14.60	0.083779	0.192465	0.605857	0.771863	0.195	0.297	0.49	0.62	1.17	1.78
3	4	6	0.50	0.010	0.80	14.60	0.093939	0.215168	0.627735	0.797040	0.207	0.315	0.50	0.64	1.242	1.89
4	5	6	2.00	0.010	1.60	29.21	0.059567	0.136037	0.547816	0.699064	0.165	0.249	0.88	1.12	0.99	1.49
5	6	6	2.00	0.010	1.60	29.21	0.064569	0.147139	0.561815	0.714949	0.172	0.259	0.90	1.14	1.032	1.55
RAMAL PRINCIPAL																
10	9	6	2.02	0.010	1.61	29.35	0.008069	0.019018	0.298427	0.388318	0.063	0.095	0.48	0.62	0.378	0.57
9	8	6	0.65	0.010	0.91	16.65	0.028159	0.065272	0.438117	0.563791	0.115	0.173	0.40	0.51	0.69	1.04
8	7	6	3.33	0.010	2.07	37.69	0.018516	0.042921	0.385717	0.497452	0.094	0.141	0.80	1.03	0.564	0.85
7	6	6	3.18	0.010	2.02	36.83	0.029172	0.067250	0.442883	0.567726	0.117	0.175	0.89	1.15	0.702	1.05
RAMAL PRINCIPAL																
10	11	6	4.56	0.010	2.42	44.10	0.005371	0.012658	0.263528	0.342408	0.052	0.078	0.64	0.83	0.312	0.47
11	12	6	4.56	0.010	2.42	44.10	0.008886	0.020677	0.307527	0.398611	0.066	0.099	0.74	0.96	0.396	0.59
12	13	6	6.50	0.010	2.89	52.66	0.007443	0.017319	0.292267	0.377842	0.061	0.091	0.84	1.09	0.366	0.55
13	14	6	11.40	0.010	3.82	69.73	0.006724	0.015586	0.282879	0.367173	0.058	0.087	1.08	1.40	0.348	0.52
14	15	6	11.70	0.010	3.87	70.65	0.008802	0.020466	0.307527	0.398611	0.066	0.099	1.19	1.54	0.396	0.59

DE PV	A	DIAM. (Pig.)	S(%) TUBO	COEF. "n" DE TUBO	SECCIÓN LLENA		q/Q		v/V		d/D		v (ms./s)		TIRANTE	
					V (m/s)	Q (L/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
15	16	6	1.30	0.010	1.29	23.55	0.045625	0.105180	0.506117	0.648917	0.145	0.219	0.65	0.84	0.87	1.31
16	17	6	1.30	0.010	1.29	23.55	0.051958	0.119362	0.525206	0.672800	0.154	0.233	0.68	0.87	0.924	1.40
17	18	6	0.50	0.010	0.80	14.60	0.104050	0.237718	0.645433	0.815821	0.217	0.331	0.52	0.65	1.302	1.99
18	19	6	4.70	0.010	2.45	44.78	0.042120	0.095983	0.493076	0.631312	0.139	0.209	1.21	1.55	0.834	1.25
19	20	6	7.75	0.010	3.15	57.50	0.034068	0.077555	0.463893	0.592756	0.126	0.188	1.46	1.87	0.756	1.13
20	21	6	5.10	0.010	2.56	46.64	0.065092	0.146990	0.561815	0.714949	0.172	0.259	1.44	1.83	1.032	1.55
21	22	6	5.10	0.010	2.56	46.64	0.065092	0.146990	0.561815	0.714949	0.172	0.259	1.44	1.83	1.032	1.55
22	23	6	8.60	0.010	3.32	60.57	0.054799	0.123612	0.533517	0.679466	0.158	0.237	1.77	2.26	0.948	1.42
23	24	6	8.60	0.010	3.32	60.57	0.058286	0.131235	0.543761	0.690670	0.163	0.244	1.81	2.29	0.978	1.46
24	25	6	1.80	0.010	1.52	27.71	0.132467	0.298307	0.692597	0.872297	0.245	0.374	1.05	1.33	1.47	2.24
25	26	6	4.50	0.010	2.40	43.81	0.090161	0.202576	0.618706	0.783188	0.202	0.305	1.49	1.88	1.212	1.83
26	27	6	10.50	0.010	3.67	66.93	0.063181	0.141821	0.557845	0.707056	0.170	0.254	2.05	2.59	1.02	1.52
27	28	6	9.15	0.010	3.42	62.47	0.071007	0.159146	0.577464	0.730444	0.180	0.269	1.98	2.50	1.08	1.61
28	29	6	4.10	0.010	2.29	41.82	0.109378	0.245168	0.65583	0.826365	0.223	0.337	1.50	1.89	1.338	2.02
29	30	6	7.80	0.010	3.16	57.68	0.079300	0.177749	0.596526	0.754458	0.190	0.285	1.89	2.39	1.14	1.71
30	31	6	16.65	0.010	4.62	84.28	0.055095	0.123433	0.535578	0.679466	0.159	0.237	2.47	3.14	0.954	1.42
31	32	6	9.65	0.010	3.52	64.16	0.075585	0.169101	0.590864	0.744067	0.187	0.278	2.08	2.62	1.122	1.67
32	33	6	23.60	0.010	5.50	100.33	0.049017	0.109612	0.51679	0.655830	0.150	0.223	2.84	3.61	0.9	1.34
33	34	6	16.10	0.010	4.54	82.87	0.060173	0.134627	0.549834	0.695839	0.166	0.247	2.50	3.16	0.996	1.48
34	35	6	17.10	0.010	4.68	85.41	0.058387	0.130632	0.543761	0.690670	0.163	0.244	2.55	3.23	0.978	1.46
35	36	6	8.75	0.010	3.35	61.09	0.081622	0.182617	0.60214	0.760316	0.193	0.289	2.02	2.55	1.158	1.73
36	37	6	7.70	0.010	3.14	57.31	0.087010	0.194671	0.61323	0.774715	0.199	0.299	1.93	2.43	1.194	1.79

DE PV	A PV	DIAM. (Pig.)	S(%) TUBO	COEF. "n" DE TUBO	SECCIÓN LLENA		q/Q		v/V		d/D		v (ms./s)		TIRANTE		
					V (m/s)	Q (lt/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	
RAMAL 1																	
	6	38	6	5.45	0.010	2.64	48.22	0.001655	0.004103	0.183921	0.243315	0.030	0.046	0.49	0.64	0.18	0.28
	38	39	6	1.95	0.010	1.58	28.84	0.005501	0.013143	0.26681	0.348007	0.053	0.080	0.42	0.55	0.318	0.48
	39	40	6	1.95	0.010	1.58	28.84	0.005501	0.013143	0.26681	0.348007	0.053	0.080	0.42	0.55	0.318	0.48
	40	41	6	1.30	0.010	1.29	23.55	0.013360	0.031245	0.348007	0.452307	0.080	0.121	0.45	0.58	0.48	0.73
	41	42	6	2.70	0.010	1.86	33.94	0.009270	0.021681	0.313504	0.403692	0.068	0.101	0.58	0.75	0.408	0.61
	42	43	6	1.00	0.010	1.13	20.65	0.018976	0.044154	0.388318	0.501799	0.095	0.143	0.44	0.57	0.57	0.86
	43	44	6	5.90	0.010	2.75	50.17	0.009346	0.021665	0.313504	0.403692	0.068	0.101	0.86	1.11	0.408	0.61
	44	45	6	0.75	0.010	0.98	17.89	0.026214	0.060765	0.428476	0.551845	0.111	0.167	0.42	0.54	0.666	1.00
RAMAL 2																	
	21c	21b	6	5.55	0.010	2.67	48.66	0.003260	0.007791	0.225709	0.298427	0.041	0.063	0.60	0.80	0.246	0.38
	21b	21a	6	4.69	0.010	2.45	44.73	0.005296	0.012481	0.263528	0.342408	0.052	0.078	0.65	0.84	0.312	0.47
	21a	21	6	5.38	0.010	2.63	47.91	0.009788	0.022688	0.316466	0.411234	0.069	0.104	0.83	1.08	0.414	0.62
RAMAL 3																	
	21h	21g	6	3.10	0.010	1.99	36.36	0.002195	0.005440	0.199672	0.266810	0.034	0.053	0.40	0.53	0.204	0.32
	21g	21f	6	1.25	0.010	1.27	23.09	0.010258	0.024176	0.322342	0.418683	0.071	0.107	0.41	0.53	0.426	0.64
	21f	21e	6	1.00	0.010	1.13	20.65	0.015232	0.035625	0.364475	0.470746	0.086	0.129	0.41	0.53	0.516	0.77
	21e	21d	6	1.00	0.010	1.13	20.65	0.018976	0.044154	0.388318	0.501799	0.095	0.143	0.44	0.57	0.57	0.86
	21d	21	6	1.00	0.010	1.13	20.65	0.026412	0.061639	0.428476	0.553851	0.111	0.168	0.49	0.63	0.666	1.01

MOVIMIENTO DE TIERRA								
DE PV	A PV	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO	EXC.	RELLENO
		SALIDA	ENTRADA	INICIO	FINAL	ZANJA (m)	m ³	m ³
RAMAL PRINCIPAL								
0	1	498.80	497.27	1.20	1.20	0.60	58.91	56.09
1	2	497.24	494.73	1.23	1.23	0.60	60.38	57.53
2	3	494.70	494.20	1.26	1.90	0.60	96.23	92.98
3	4	494.17	494.06	1.93	2.51	0.60	32.17	29.58
4	5	494.03	492.73	2.54	2.19	0.60	95.21	91.15
5	6	492.70	491.51	2.22	1.90	0.60	75.91	72.31
RAMAL PRINCIPAL								
10	9	498.84	497.03	1.20	1.20	0.60	65.93	62.94
9	8	497.00	496.63	1.23	1.62	0.60	49.59	47.17
8	7	496.60	495.00	1.65	1.20	0.60	43.01	40.27
7	6	494.97	492.20	1.23	1.21	0.60	64.96	61.98
RAMAL PRINCIPAL								
10	11	498.84	496.33	1.20	1.20	0.60	40.92	38.56
11	12	496.30	494.02	1.23	1.23	0.60	38.24	35.94
12	13	493.99	492.09	1.26	1.24	0.60	23.28	21.32
13	14	492.06	487.33	1.27	1.25	0.60	32.73	30.54
14	15	487.30	485.61	1.28	1.26	0.60	12.50	10.79
15	16	485.58	482.15	1.29	1.28	0.60	43.40	40.94
16	17	482.12	481.14	1.31	1.31	0.60	60.77	57.91
17	18	481.11	480.13	1.34	1.34	0.60	62.28	59.39
18	19	480.10	479.87	1.37	1.77	0.60	44.47	42.09
19	20	479.84	475.19	1.80	1.33	0.60	94.93	91.09
20	21	475.16	467.50	1.36	1.31	0.60	80.75	77.40
21	22	465.96	462.96	2.85	1.24	0.60	75.58	71.29
22	23	462.93	457.51	1.27	1.24	0.60	49.00	46.41
23	24	457.48	452.82	1.27	1.25	0.60	42.39	39.97
24	25	452.79	451.73	1.28	1.25	0.60	46.23	43.70
25	26	451.70	447.73	1.28	1.26	0.60	68.58	65.53
26	27	447.70	441.61	1.29	1.27	0.60	45.92	43.41
27	28	441.58	436.74	1.30	1.28	0.60	42.48	40.04
28	29	436.71	435.04	1.31	1.23	0.60	32.63	30.40
29	30	435.01	433.19	1.26	1.23	0.60	18.84	16.98
30	31	433.16	428.69	1.26	1.23	0.60	21.45	19.54
31	32	428.66	424.08	1.26	1.24	0.60	37.03	34.74
32	33	424.05	419.34	1.27	1.23	0.60	16.44	14.64
33	34	419.31	414.48	1.26	1.24	0.60	24.00	22.02
34	35	414.45	409.95	1.27	1.27	0.60	21.48	19.56
35	36	409.92	407.64	1.30	1.28	0.60	21.58	19.63
36	37	407.61	405.07	1.31	1.28	0.60	27.19	25.11

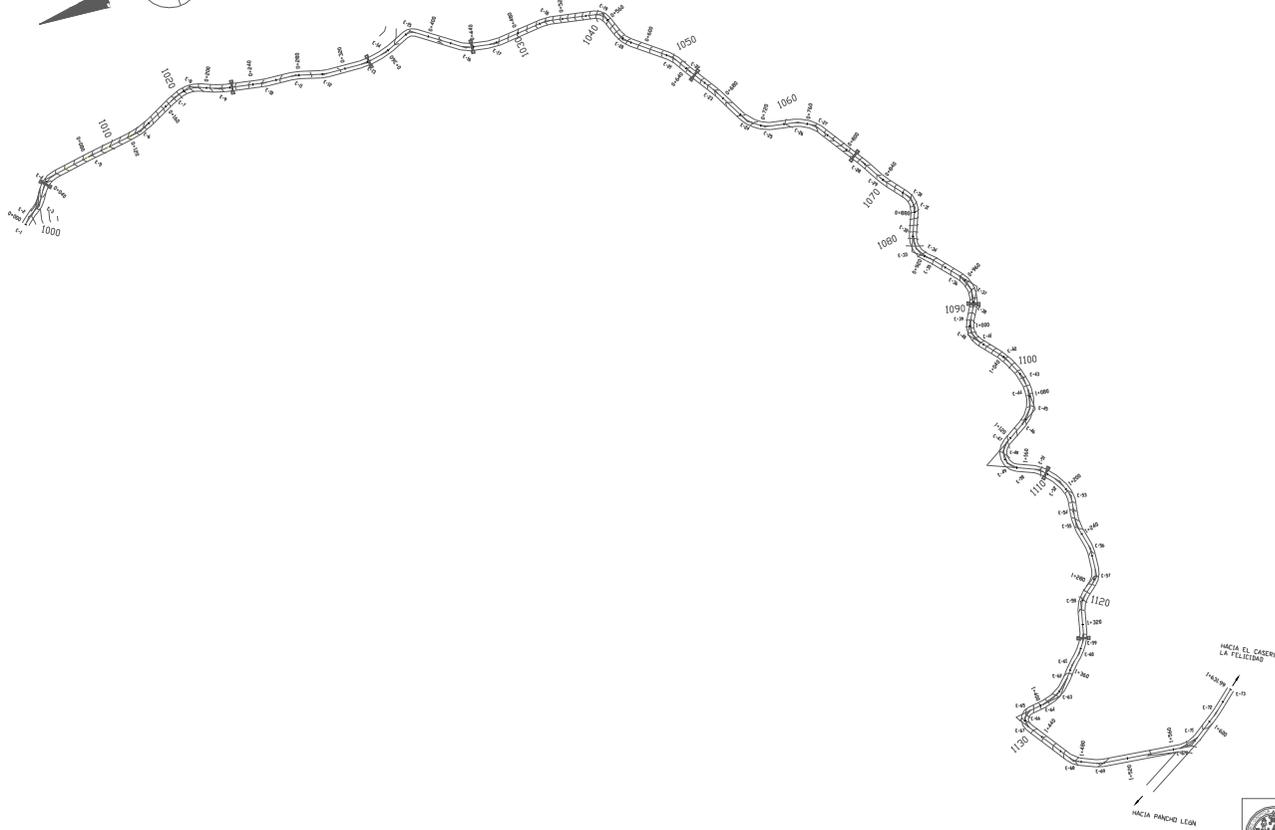
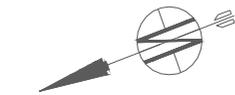
DE PV	A PV	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO	EXC.	RELLENO
		SALIDA	ENTRADA	INICIO	FINAL	ANJA (m)	m ³	m ³
RAMAL 1								
6	38	491.48	488.93	1.93	1.22	0.60	46.30	43.27
38	39	488.90	487.65	1.25	1.71	0.60	58.51	55.93
39	40	487.62	486.44	1.74	1.81	0.60	66.71	63.63
40	41	486.41	485.52	1.84	2.33	0.60	87.94	84.60
41	42	485.49	484.18	2.36	1.22	0.60	54.60	51.05
42	43	484.15	483.76	1.25	1.23	0.60	30.76	28.63
43	44	483.73	481.00	1.26	1.24	0.60	36.01	33.74
44	45	480.97	480.73	1.27	1.28	0.60	26.87	24.83
RAMAL 2								
21c	21b	471.54	469.91	1.20	1.20	0.60	22.48	20.59
21b	21a	469.88	468.73	1.23	1.23	0.60	19.45	17.61
21a	21	468.70	467.55	1.26	1.26	0.60	17.54	15.73
RAMAL 3								
21h	21g	469.48	467.31	1.20	3.17	0.60	93.42	90.78
21g	21f	467.28	466.83	3.20	3.15	0.60	72.02	67.74
21f	21e	466.80	466.60	3.18	2.92	0.60	40.54	36.57
21e	21d	466.57	466.29	2.95	2.97	0.60	51.81	47.97
21d	21	466.26	465.99	3.00	2.82	0.60	50.54	46.66

Tablas de relaciones hidráulicas de una alcantarilla de sección circular

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.088	0.00015
0.0125	0.0237	0.103	0.00024
0.0150	0.0031	0.116	0.00036
0.0175	0.0039	0.129	0.00050
0.0200	0.0048	0.141	0.00067
0.0225	0.0057	0.152	0.00087
0.0250	0.0067	0.163	0.00108
0.0275	0.0077	0.174	0.00134
0.0300	0.0087	0.184	0.00161
0.0325	0.0099	0.194	0.00191
0.0350	0.0110	0.203	0.00223
0.0375	0.0122	0.212	0.00258
0.0400	0.0134	0.221	0.00223
0.0425	0.0147	0.230	0.00338
0.0450	0.0160	0.239	0.00382
0.0475	0.0173	0.248	0.00430
0.0500	0.0187	0.256	0.00479
0.0525	0.0201	0.264	0.00531
0.0550	0.0215	0.273	0.00588
0.0575	0.0230	0.271	0.00646
0.0600	0.0245	0.289	0.00708
0.0625	0.0260	0.297	0.00773
0.0650	0.0276	0.305	0.00841
0.0675	0.0292	0.312	0.00910
0.0700	0.3080	0.320	0.00985
0.0725	0.0323	0.327	0.01057
0.0750	0.0341	0.334	0.01138
0.0775	0.0358	0.341	0.01219
0.0800	0.0375	0.348	0.01304
0.0825	0.0392	0.355	0.01392
0.0850	0.0410	0.361	0.01479
0.0875	0.0428	0.368	0.01574

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.5396	0.408	0.02202
0.1050	0.05584	0.414	0.02312
0.1075	0.05783	0.42	0.02429
0.1100	0.05986	0.426	0.02550
0.1125	0.06186	0.432	0.02672
0.1150	0.06388	0.439	0.02804
0.1175	0.06591	0.444	0.02926
0.1200	0.06797	0.450	0.03059
0.1225	0.07005	0.456	0.03194
0.1250	0.07214	0.463	0.03340
0.1275	0.07426	0.468	0.03475
0.1300	0.0764	0.473	0.03614
0.1325	0.07855	0.479	0.036763
0.1350	0.08071	0.484	0.03906
0.1375	0.08509	0.495	0.40620
0.1400	0.08509	0.495	0.00430
0.1425	0.08732	0.501	0.04375
0.1450	0.09129	0.507	0.04570
0.1475	0.09129	0.511	0.04665
0.1500	0.09406	0.517	0.04863
0.1525	0.09638	0.522	0.05031
0.1550	0.09864	0.528	0.05208
0.1575	0.10095	0.533	0.05381
0.1600	0.10328	0.538	0.05556
0.1650	0.3080	0.548	0.05916
0.1700	0.10796	0.327	0.01057
0.1750	0.117954	0.568	0.06677
0.1800	0.12241	0.577	0.07063
0.1850	0.12733	0.587	0.07474
0.1900	0.13229	0.696	0.07885
0.1950	0.13725	0.601	0.08304
0.2000	0.14238	0.615	0.08756

Planos, Camino, aldea Santo
Domingo

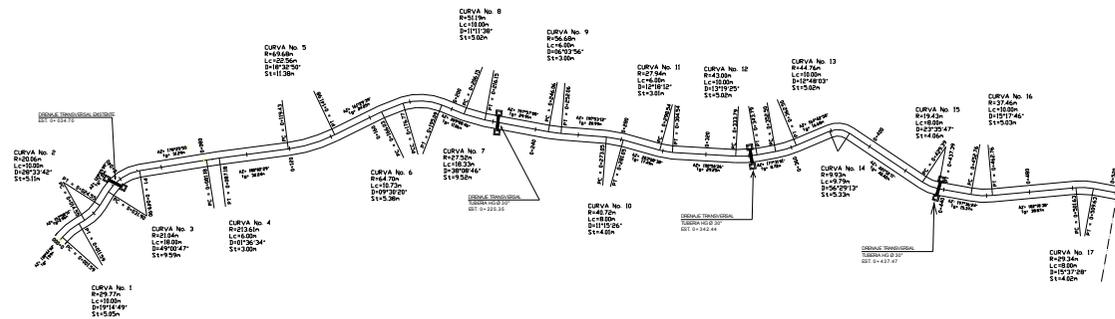
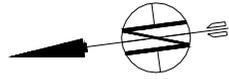


LIBRETA TOPOGRÁFICA				
Nº DE LINEA	Nº DE ESTACION	AZIMUTH	DISTANCIA (M)	COTA
1	1			1000.00
1	2	138° 44' 02"	4.84	1000.72
2	3	157° 36' 51"	15.11	1001.07
3	4	129° 21' 09"	22.04	1002.74
4	5	178° 22' 52"	43.88	1007.76
5	6	189° 02' 29"	46.02	1013.86
6	7	161° 29' 59"	49.80	1021.07
7	8	189° 39' 21"	14.80	1022.09
8	9	209° 08' 30"	25.21	1024.85
9	10	159° 29' 08"	32.38	1028.48
10	11	199° 52' 12"	28.04	1029.76
11	12	203° 08' 30"	24.21	1028.41
12	13	196° 39' 29"	37.28	1027.33
13	14	177° 31' 01"	18.76	1027.32
14	15	164° 42' 58"	22.08	1026.76
15	16	221° 12' 11"	49.41	1027.27
16	17	197° 36' 24"	24.46	1027.64
17	18	182° 18' 36"	47.02	1033.39
18	19	197° 26' 08"	46.72	1038.82
19	20	252° 39' 39"	25.86	1041.99
20	21	227° 38' 52"	43.17	1049.06
21	22	247° 39' 47"	19.21	1052.39
22	23	241° 59' 29"	22.34	1054.11
23	24	247° 38' 37"	36.61	1058.79
24	25	221° 27' 04"	15.44	1059.48
25	26	197° 14' 17"	28.34	1060.32
26	27	214° 37' 07"	14.64	1060.97
27	28	244° 18' 49"	42.38	1060.71
28	29	245° 18' 09"	25.39	1060.32
29	30	256° 38' 22"	27.62	1072.69
30	31	267° 32' 02"	8.56	1071.49
31	32	289° 26' 12"	28.06	1078.76
32	33	282° 01' 49"	11.35	1080.14
33	34	256° 52' 49"	11.33	1081.03
34	35	224° 39' 41"	3.81	1081.32
35	36	242° 03' 14"	28.59	1083.25
36	37	259° 52' 37"	14.52	1085.09
37	38	289° 04' 49"	14.72	1088.96
38	39	307° 14' 28"	11.46	1091.21
39	40	289° 12' 02"	9.81	1092.39
40	41	245° 27' 37"	9.81	1094.84
41	42	252° 14' 59"	25.39	1099.06
42	43	254° 17' 27"	22.64	1101.91
43	44	273° 28' 54"	11.15	1104.16
44	45	289° 44' 47"	14.66	1105.38
45	46	322° 27' 44"	14.66	1106.34
46	47	357° 04' 38"	19.80	1107.66
47	48	316° 27' 30"	8.82	1108.07
48	49	273° 24' 47"	9.58	1109.41
49	50	259° 00' 41"	8.51	1109.22
50	51	209° 02' 30"	16.40	1110.00
51	52	214° 27' 18"	19.48	1110.31
52	53	246° 04' 30"	15.10	1111.31
53	54	262° 59' 28"	12.60	1111.32
54	55	283° 11' 30"	11.27	1111.40
55	56	303° 26' 40"	23.00	1111.50
56	57	281° 53' 57"	23.47	1117.09
57	58	328° 21' 39"	24.48	1124.54
58	59	299° 01' 28"	39.01	1122.94
59	60	313° 19' 04"	12.76	1122.44
60	61	326° 31' 19"	11.66	1122.82
61	62	316° 19' 19"	11.70	1123.14
62	63	327° 11' 37"	13.68	1123.77
63	64	349° 02' 22"	15.01	1124.00
64	65	367° 31' 48"	12.65	1127.80
65	66	339° 39' 27"	7.70	1129.46
66	67	271° 22' 31"	7.20	1129.71
67	68	243° 19' 38"	48.79	1133.95
68	69	219° 43' 29"	21.44	1143.89
69	70	194° 48' 36"	70.13	1136.03
70	71	174° 21' 22"	36.31	1137.42
71	72	147° 31' 19"	25.78	1138.62
72	73	147° 47' 07"	22.98	1138.97

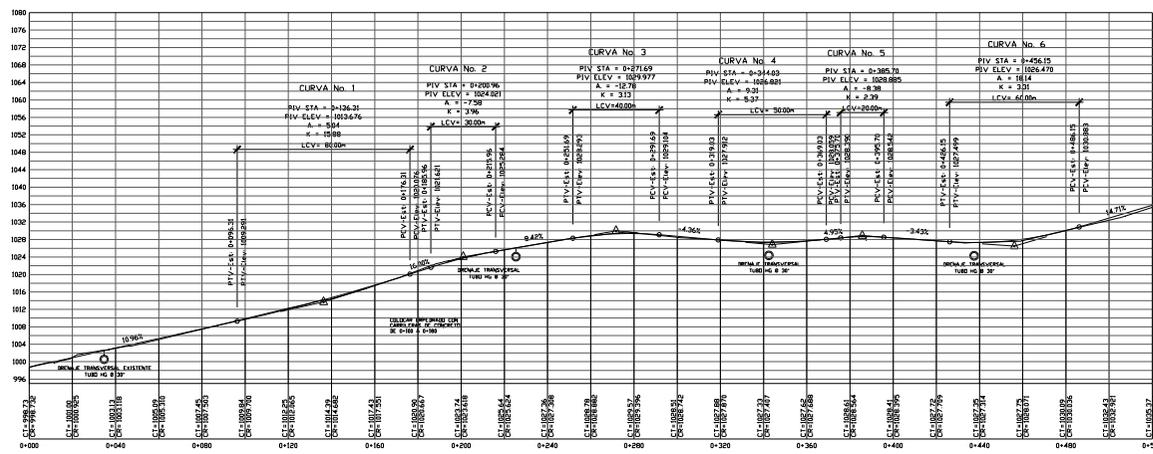
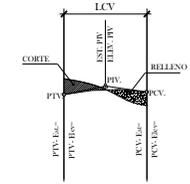
PLANTA GENERAL

ESCALA HORIZONTAL 1/1,750

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO:	AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO	DISEÑO: ORISON BRAVO
CONTENIDO:	PLANTA GENERAL	CALCULO: ORISON BRAVO
UBICACIÓN:	ACCESO A LA ALDEA SANTODOMINGO	DIBUJO: ORISON BRAVO
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONO SHATEPEQUEZ, S. M.	REVISO: ING. LUIS ALFARO
		ESCALA: REDUCIDA
		FECHA: SEPTIEMBRE 2, 2008
PROPIETARIO:	ING. LUIS ALFARO	



NOMENCLATURA	
LCV	- LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV	- PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PVI	- PUNTO DE INFLExIOn VERTICAL
PTV	- PUNTO DE TANGENTE VERTICAL
EST. PCV	- ESTACION DE PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
EST. PVI	- ESTACION DE PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
EST. PTV	- ESTACION DE PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
A	- DIFERENCIA DE PENDIENTES (P ₁ -P ₂)
K	- COEFICIENTE DE CURVA VERTICAL
PC	- PENDIENTE DE ENTRADA
PT	- PENDIENTE DE SALIDA
CT	- COTA DE TERRENO
CR	- COTA DE RASANTE



PLANILLA DE CURVAS HORIZONTALES							
CURVA	?	g	Rrad	Srad	Lrad	Distad	Cuad
1	101149	102030	2077	1.04	10.00	0.42	0.42
2	203312	107020	2006	1.11	10.00	0.62	0.64
3	409017	147230	2104	9.30	18.00	1.90	2.08
4	613031	187230	2164	3.00	6.00	0.02	0.02
5	819420	187230	6000	11.30	22.50	0.00	0.00
6	102000	171240	6250	12.38	10.21	0.22	0.22
7	120800	147200	2738	5.32	10.50	1.21	1.20
8	141130	227000	3130	2.02	10.00	0.24	0.24
9	160330	207130	3600	3.00	6.00	0.08	0.08
10	171330	207020	4072	1.01	6.00	0.20	0.20
11	172812	147430	2774	3.01	6.00	0.16	0.16
12	173927	207300	4000	1.00	10.00	0.20	0.20
13	174007	187300	4120	2.00	10.00	0.08	0.08
14	182217	197140	5000	3.33	5.71	1.18	1.20
15	187340	187300	1048	4.00	6.00	0.41	0.41
16	187340	187320	3786	2.00	10.00	0.33	0.33
17	187320	187030	2014	4.00	6.00	0.21	0.21

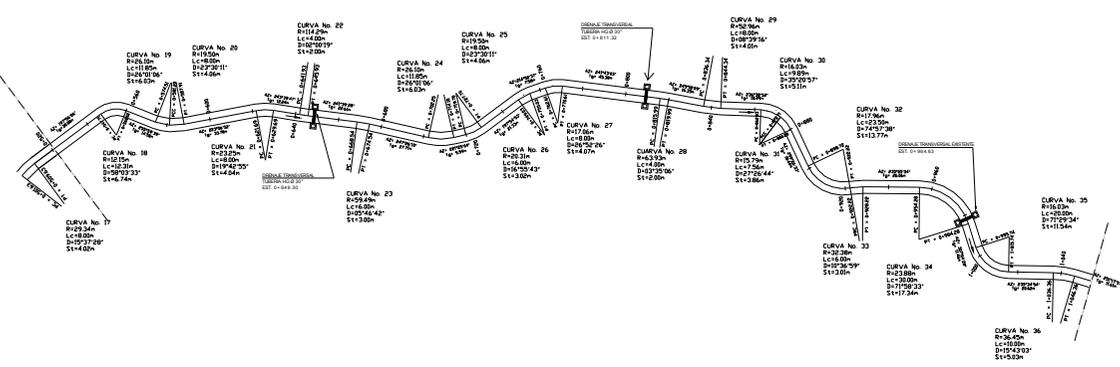
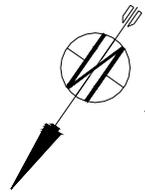
PLANILLA DE CURVAS VERTICALES			
CURVA	PVI	PVI	LCV
1	1030	1030	2.04
2	1040	1040	17.08
3	1042	1040	12.74
4	1030	1030	9.01
5	1030	1030	48.30
6	1031	1031	20.04

PLANTA-PERFIL DE 0+00 A 0+520

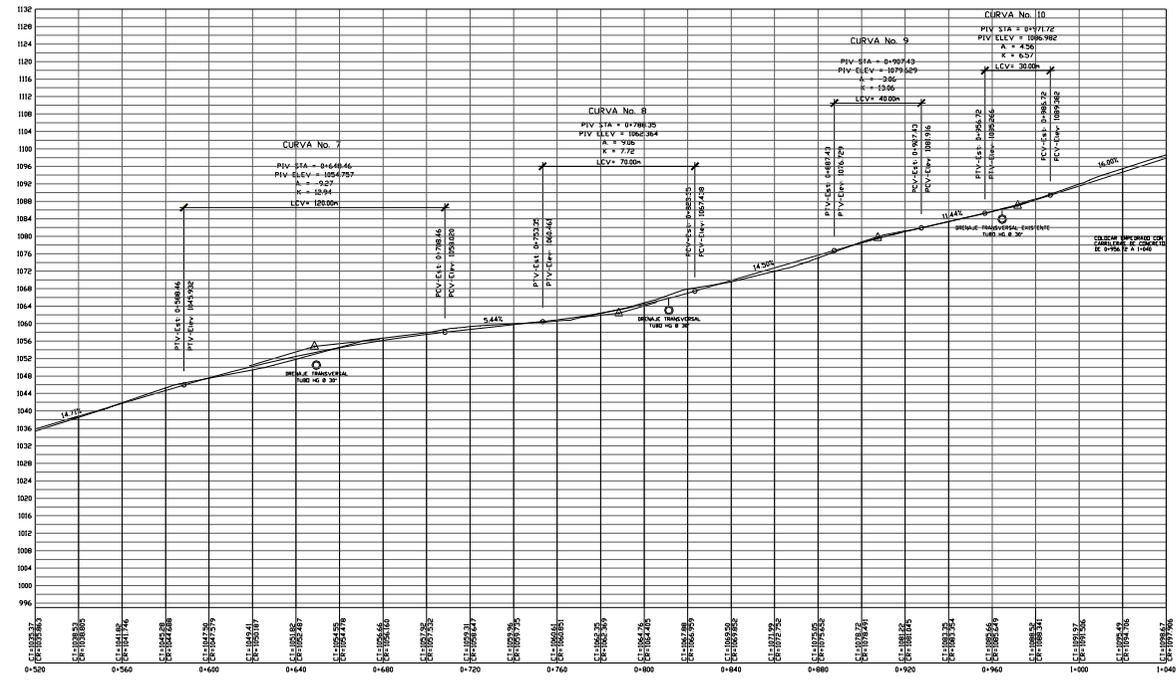
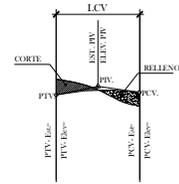
ESCALA HORIZONTAL 1/1,000
ESCALA VERTICAL 1/500

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

PROYECTO:	AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO	DISEÑO:	GERSON BRAD
CONTENIDO:	PLANTA + PERFIL	CALCULO:	GERSON BRAD
UBICACIÓN:	ACCESO A LA ALDEA SANTO DOMINGO	DIBUJO:	GERSON BRAD
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ S. M.	REVISOR:	ING. LUIS ALFARO
		ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	SEPTIEMBRE 2, 2008



NOMENCLATURA	
LCV	- LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV	- PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PVI	- PUNTO DE INFLEXION VERTICAL
PTV	- PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
EST. P.V.	- ESTACION DE PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
EST. P.TV	- ESTACION DE PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
A	- DIFERENCIA DE PENDIENTES (P ₁ -P ₂)
R	- RAYONANTE DE CURVA VERTICAL
P	- PENDIENTE DE ENTRADA
E	- PENDIENTE DE SALIDA
CT	- COTA DE TERRENO
CR	- COTA DE RASANTE



PLANILLA DE CURVAS HORIZONTALES								
CURVA	?	o	Rad	Stad	Latad	Chad	Estad	Chad
18	200307	941802	1213	624	1223	123	123	1129
19	200406	475488	2010	610	1183	607	608	605
20	201011	204510	1520	406	1000	041	041	626
21	191213	871713	2923	404	1000	034	034	706
22	020919	109630	11429	200	1000	002	008	430
23	030402	107510	2000	300	1000	000	000	600
24	200106	487822	2732	600	1183	623	623	1123
25	201011	223308	3119	606	1000	107	103	704
26	101317	475488	2010	602	1000	028	029	508
27	201220	471042	1500	407	1000	041	041	701
28	031300	175229	6101	200	1000	004	004	400
29	081019	217813	3236	401	1000	041	041	709
30	132017	712909	1600	111	1000	026	027	323
31	030307	172107	1239	600	1250	023	023	300
32	141018	674814	1736	1377	2010	023	040	2186
33	070610	173222	3238	300	1000	041	041	509
34	111017	472912	2000	1731	1000	130	132	2007
35	111204	712909	1600	1131	1000	002	000	1823
36	131407	112617	813	103	1000	034	034	507

PLANILLA DE CURVAS VERTICALES				
CURVA	PVI	PVI	AVO	LCV
7	1471	041	0.22	12000
8	544	1430	0.00	7000
9	1450	1144	-0.00	8000
10	1144	1000	0.00	3000

PLANTA-PERFIL DE 0+520 A 1+040

ESCALA HORIZONTAL 1/1,000
ESCALA VERTICAL 1/500



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

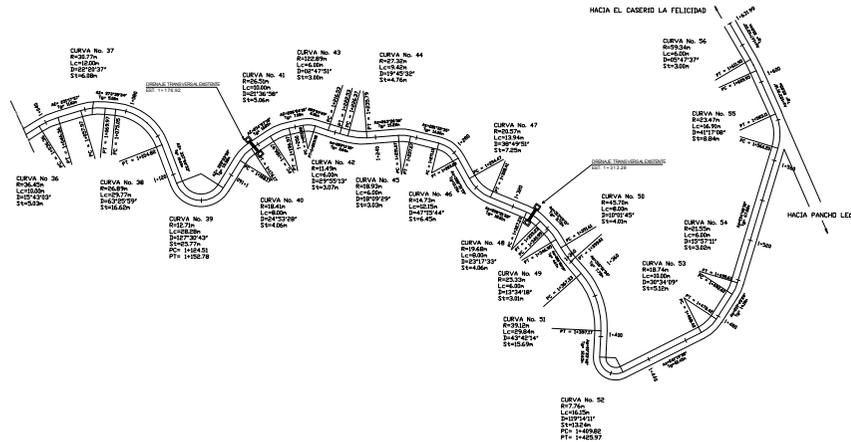


<p>PROYECTO: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO</p> <p>CONTENIDO: PLANTA + PERFIL</p> <p>UBICACION: ACCESO A LA ALDEA SANTO DOMINGO</p> <p>PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, S. M.</p>	<p>DISENO: GERSON BRASO</p> <p>CALCULO: GERSON BRASO</p> <p>DIBUJO: GERSON BRASO</p> <p>REVISOR: ING. LUIS ALFARO</p> <p>ESCALA: INCOGICA</p> <p>FECHA: SEPTIEMBRE 12, 2008</p>
---	---

PROPIETARIO: _____

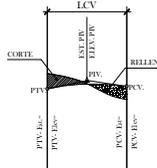
ING. LUIS ALFARO





NOMENCLATURA

LCV - LONGITUD DE CURVA VERTICAL
 PCV - PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
 PIV - PUNTO DE INFLEXION VERTICAL
 PTV - PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
 EST. PCV - ESTACION DE PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
 ELEV. PCV - ELEVACION DE PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
 EST. PTV - ESTACION DE PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
 ELEV. PTV - ELEVACION DE PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
 A = DIFERENCIA DE PENDIENTES (P₁-P₂)
 K = COEFICIENTE DE CURVA VERTICAL
 P₁ = PENDIENTE DE ENTRADA
 P₂ = PENDIENTE DE SALIDA
 CT = COTA DE TERRENO
 CR = COTA DE RESANTE

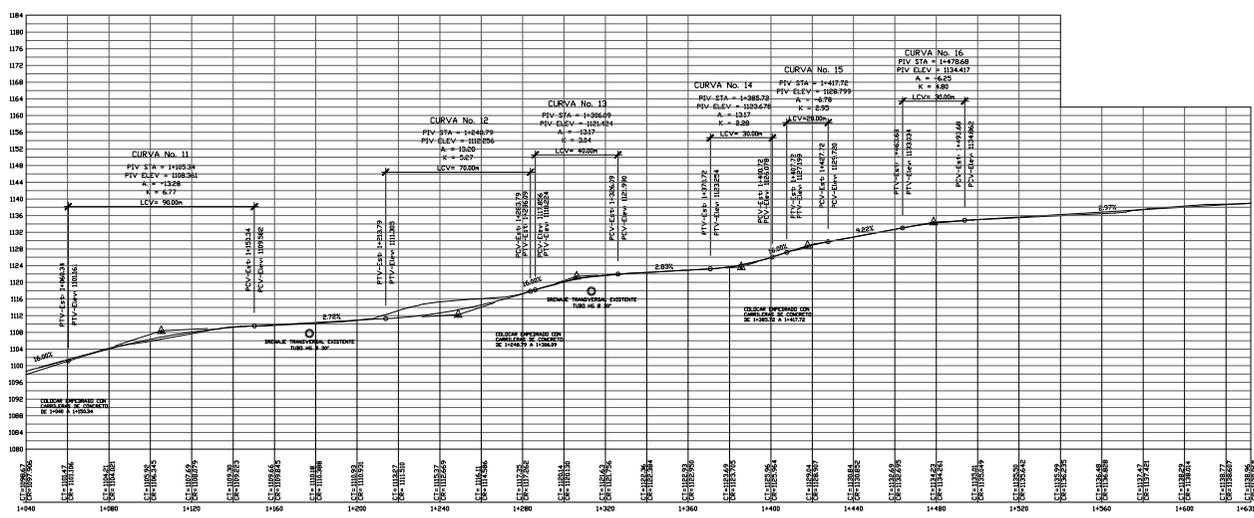


PLANILLA DE CURVAS HORIZONTALES

CURVA	?	g	Bajo	N.60	L.60	Entr	Crusol
37	1813.17	17.4229	30.37	0.08	12.00	0.08	13.79
38	2070.90	42.7614	26.89	0.62	29.77	4.02	26.27
39	2331.91	30.9929	12.11	0.27	28.28	7.09	22.97
40	1974.22	162.4437	15.41	1.06	8.00	0.83	7.94
41	1229.99	167.1237	26.31	1.06	10.00	0.47	0.94
42	157.642	59.4317	11.49	1.07	6.00	0.29	0.55
43	2071.94	19.4329	122.89	1.00	6.00	0.04	0.00
44	2379.17	14.3687	27.32	1.76	6.42	0.44	0.57
45	1613.47	167.9287	26.93	0.00	6.00	0.00	5.97
46	2632.20	27.4747	14.23	0.43	12.43	1.43	11.43
47	1813.90	157.4299	26.37	7.21	13.94	1.17	0.41
48	1983.97	19.1389	19.68	6.00	0.41	0.12	7.51
49	1379.27	17.4427	23.31	1.01	6.00	0.18	0.89
50	1529.22	17.9429	63.70	1.01	6.00	0.17	7.09
51	1472.96	297.7787	30.32	13.60	29.81	2.81	29.17
52	1970.99	117.8912	7.28	1.58	16.11	1.81	13.88
53	7139.97	119.9614	15.74	1.12	10.00	0.66	0.89
54	7139.97	119.9614	15.74	1.12	10.00	0.66	0.89
55	1374.97	16.4939	25.47	0.84	16.94	1.31	14.51
56	1374.97	19.1849	15.34	1.00	6.00	0.08	6.00

PLANILLA DE CURVAS VERTICALES

CURVA	P ₁	P ₂	ANU	LCV ₁₀₀
11	0.00	2.72	15.28	99.00
12	2.72	16.00	13.28	79.00
13	16.00	2.81	15.17	89.00
14	2.81	16.00	13.17	99.00
15	16.00	9.29	6.98	89.00
16	9.29	2.97	6.33	79.00



PLANTA-PERFIL DE 1+040 A 1+631.99

ESCALA HORIZONTAL 1/1,000
 ESCALA VERTICAL 1/500



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



PROYECTO: **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO**

CONTENIDO: **PLANTA + PERFIL**

UBICACIÓN: **ACCESO A LA ALDEA SANTO DOMINGO**

PROPIETARIO: **MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ S. M.**

PROPIETARIO: **ING. LUIS ALFARO**

PROYECTO: **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO**

CONTENIDO: **PLANTA + PERFIL**

UBICACIÓN: **ACCESO A LA ALDEA SANTO DOMINGO**

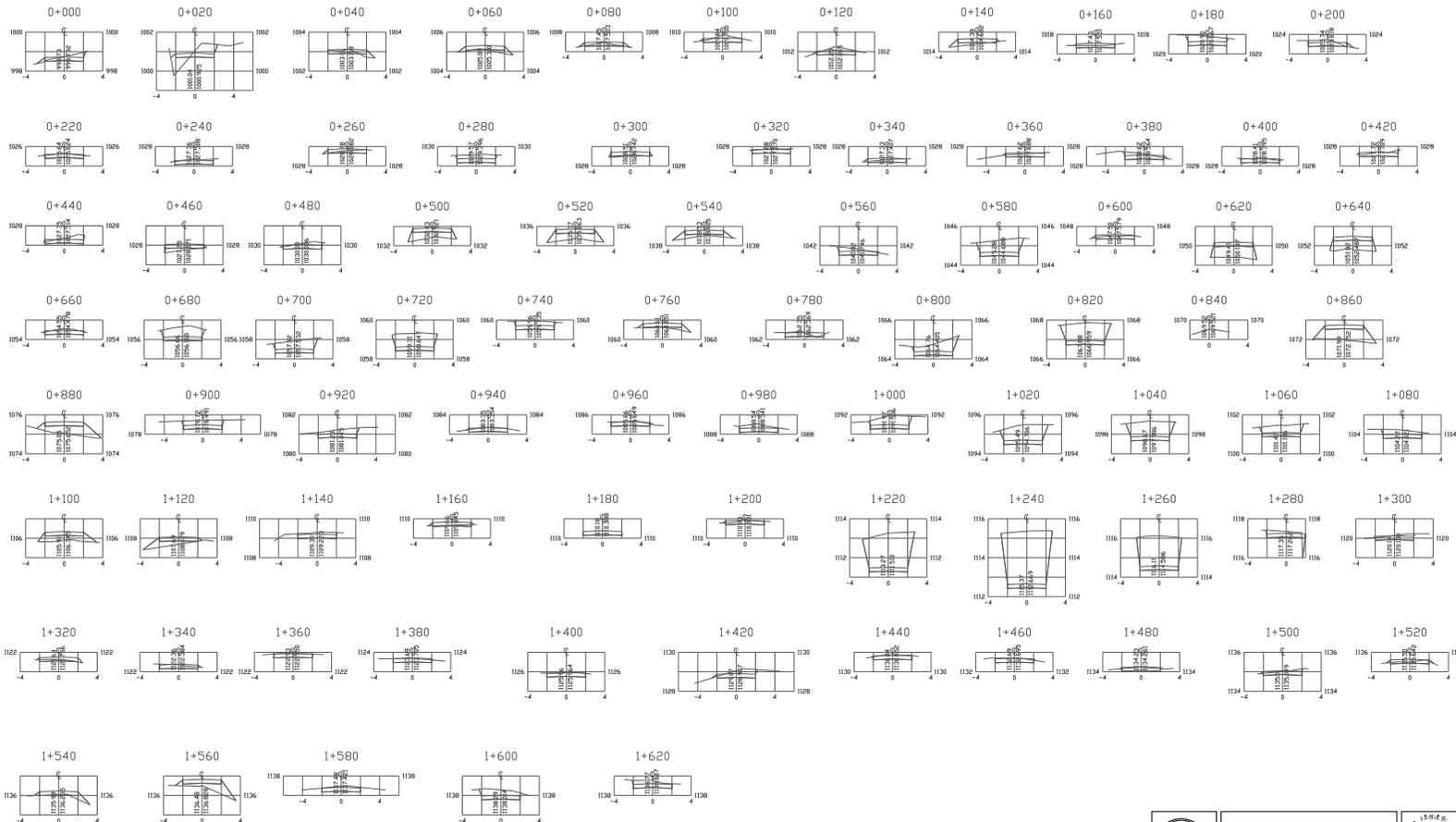
PROPIETARIO: **MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ S. M.**

PROYECTO: **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO**

CONTENIDO: **PLANTA + PERFIL**

UBICACIÓN: **ACCESO A LA ALDEA SANTO DOMINGO**

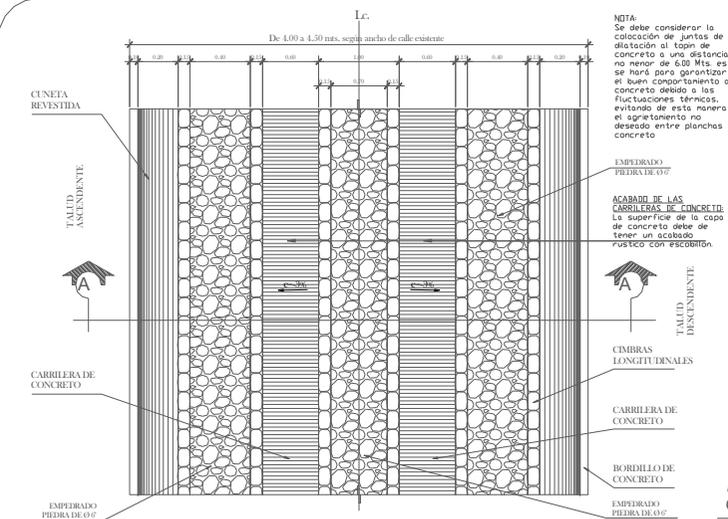
PROPIETARIO: **MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ S. M.**



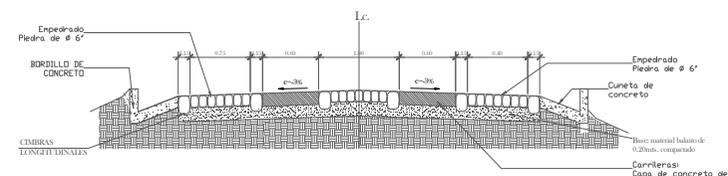
SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA HORIZONTAL 1/200
ESCALA VERTICAL 1/100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERIOR INGENIERIA CIVIL	
	PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES UBICACIÓN: ACCESO A LA ALDEA SANTO DOMINGO PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, S. M.	
PROPRIETARIO: _____		ING. LUIS ALFARO
		5/6



DETALLE No. 1
 PLANTILLA DEL EMPEDRADO + 2 CARRILERAS DE CONCRETO
 ESC. 1/25



SECCION POR A-A'
 EMPEDRADO + 2 CARRILERAS DE CONCRETO
 ESC. 1/25

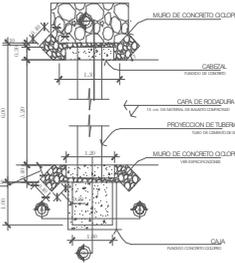
ESPECIFICACIONES:
EMPEDRADO

1. La guía longitudinal del empedrado (cintal) irá a lo largo de la calle (según se indica en los planos) a/c 0.75 Mts. un diámetro mínimo de 7'.
2. El empedrado se colocará sobre una base de material selecto de 0.20 Mts. de espesor compactado y una humedad óptima.
3. El empedrado total será de piedra quebrada o de río de un diámetro mínimo de 4' y un máximo de 6'.
4. Al empedrado se le deberá aplicar una capa de material selecto fino (terrido) de modo de llenar las sias entre piedras, mojándose y volbiéndose a compactar con mazo sobre el empedrado.
5. Material selecto con espesor mínimo de 0.20 Mts. con una compactación máxima del 90%.
6. La compactación deberá de ejecutarse con equipo mecánico y una humedad óptima a un mínimo del 90% según la AASHTO T - 180 - 74.
7. El material será tipo granular no plástico, transportados de bancos dentro o fuera de la obra deberá de retirarse del material las piedras mayores de 4' de diámetro, raíces y resto de plantas.

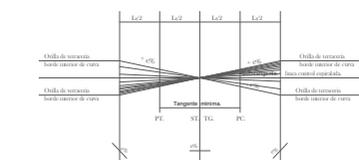
SUB-BASE:
 SUELO NATURAL EL CUAL DEBERÁ DE COMPACTARSE A UNA HUMEDAD MÁXIMA ANTES DE COLOCAR EL MATERIAL DE BASE SELECTO.

NOTA:
 Se debe considerar la colocación de juntas de dilatación al tope de concreto a una distancia no menor de 4.00 Mts. esto se hará para garantizar el buen comportamiento del concreto debido a los fluctuaciones térmicas, evitando de esta manera el agrietamiento no deseado entre planchas de concreto.

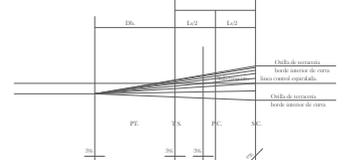
ACABADO DE LAS CARRILERAS DE CONCRETO:
 La superficie de la capa de concreto debe de tener un acabado rústico con escobillon.



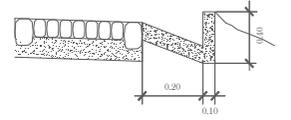
PLANTA DRENAJE



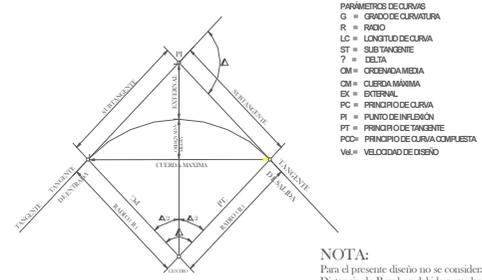
DETALLE FIGURA 1
 GIRO DEL PERALTE CUANDO LA TANGENTE ES MINIMA
 SIN ESCALA



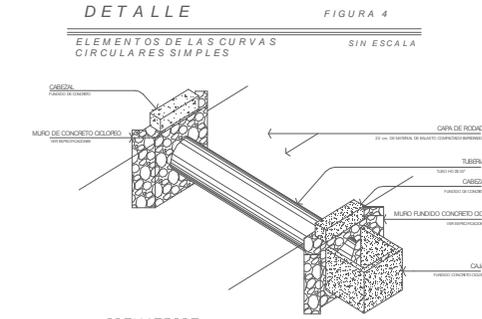
DETALLE FIGURA 2
 GIRO DEL PERALTE CUANDO LA TANGENTE ES LARGA
 SIN ESCALA



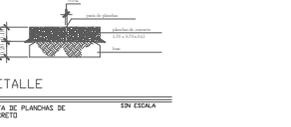
DETALLE DE CUNETA REVESTIDA CON BORILLO
 SIN ESCALA



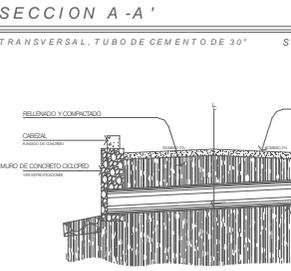
NOTA:
 Para el presente diseño no se considera la Distancia de Bombo debido a que las tangentes entre curvas son muy cortas por lo que no se puede desarrollar la misma.



ISOMÉTRICO FIGURA 4
 ELEMENTOS DE LAS CURVAS CIRCULARES SIMPLES
 SIN ESCALA



DETALLE FIGURA 3
 JUNTA DE PLANCHAS DE CONCRETO
 SIN ESCALA



SECCION A-A'
 TRANSVERSAL, TUBO DE CEMENTO DE 30\"/>



SECCION B-B'
 TRANSVERSAL, TUBO DE CEMENTO DE 30\"/>

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERIA CIVIL	
	PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO CONTENIDO: DETALLES + SECCIONES TÍPICAS UBICACIÓN: ACCESO A LA ALDEA SANTO DOMINGO PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, S. M.	
PROPRIETARIO: _____ INGENIERO: ING. LUIS ALFARO	INGENIERO: ING. LUIS ALFARO	INGENIERO: ING. LUIS ALFARO

Planos, drenaje sanitario, caserío
Nueva Jerusalem



PLANTA GENERAL

ESCALA HORIZONTAL 1:2000

LIBRETA RAMAL PRINCIPAL					
DE PV	A PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (m) 0+00	COTA (m) 0+00
0	0	—	00.00	500.00	500.00
0	1	21° 13' 17"	80.00	500.00	496.47
1	2	332° 21' 22"	80.00	496.47	495.96
2	3	340° 27' 27"	100.00	495.96	494.39
3	4	334° 09' 02"	22.50	494.39	496.27
4	5	342° 28' 37"	63.00	496.27	494.92
5	6	342° 28' 39"	39.35	494.92	495.41
6	7	349° 21' 18"	86.95	495.41	495.20
7	8	355° 43' 47"	48.15	495.20	498.25
8	9	105° 21' 13"	26.86	498.25	498.25
9	10	127° 37' 07"	89.62	498.25	500.04
10	11	114° 39' 28"	53.00	500.04	497.25
11	12	114° 39' 28"	39.01	497.25	495.25
12	13	339° 28' 19"	29.20	495.25	493.31
13	14	11° 37' 11"	41.50	493.31	488.38
14	15	28° 33' 07"	11.50	488.38	486.97
15	16	40° 14' 48"	23.52	486.97	483.41
16	17	20° 21' 02"	73.50	483.41	482.45
17	18	20° 21' 02"	73.53	482.45	481.47
18	19	20° 03' 30"	43.35	481.47	481.04
19	20	160° 09' 10"	98.95	481.04	476.32
20	21	20° 37' 22"	98.85	476.32	468.91
21	22	273° 30' 28"	28.95	468.91	464.39
22	23	262° 42' 02"	63.00	464.39	458.75
23	24	262° 42' 02"	54.15	458.75	454.07
24	25	275° 43' 04"	39.00	454.07	452.96
25	26	278° 08' 11"	88.13	452.96	448.99
26	27	274° 39' 17"	38.00	448.99	442.88
27	28	274° 13' 22"	52.96	442.88	438.80
28	29	287° 20' 30"	40.75	438.80	436.27
29	30	294° 33' 02"	33.22	436.27	434.42
30	31	307° 16' 38"	26.84	434.42	429.92
31	32	325° 49' 25"	47.49	429.92	425.32
32	33	336° 04' 17"	19.92	425.32	420.37
33	34	11° 43' 22"	36.00	420.37	415.72
34	35	47° 30' 27"	26.28	415.72	411.28
35	36	285° 23' 04"	26.94	411.28	408.92
36	37	298° 53' 27"	33.09	408.92	406.35

LIBRETA RAMAL 1					
DE PV	A PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (m) 0+00	COTA (m) 0+00
6	7	340° 12' 30"	61.74	494.92	495.15
7	8	341° 27' 28"	64.34	495.15	489.36
8	9	331° 03' 17"	60.68	489.36	488.25
9	10	121° 43' 19"	68.47	488.25	487.85
10	11	117° 01' 11"	46.30	487.85	485.49
11	12	114° 22' 23"	39.46	485.49	484.99
12	13	127° 04' 30"	46.14	484.99	482.24
13	14	107° 17' 02"	33.25	482.24	482.04

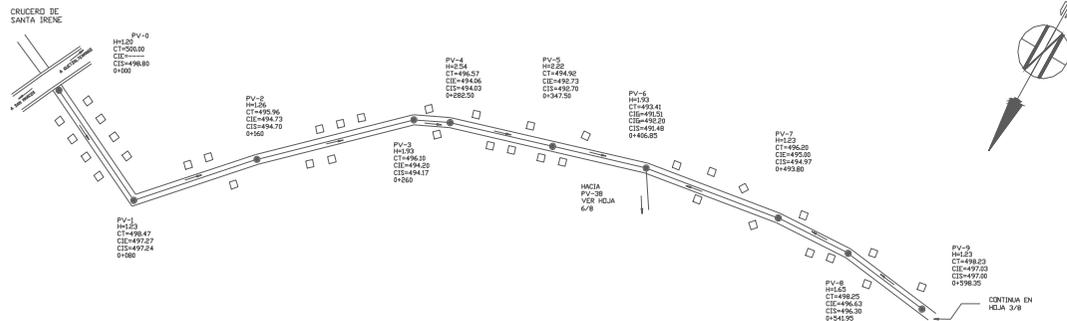
LIBRETA RAMAL 2					
DE PV	A PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (m) 0+00	COTA (m) 0+00
21	22	99° 19' 18"	21.76	468.91	469.96
22	23	114° 29' 40"	24.50	469.96	471.11
23	24	121° 02' 04"	29.35	471.11	472.74

LIBRETA RAMAL 3					
DE PV	A PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (m) 0+00	COTA (m) 0+00
21	22	20° 15' 52"	27.03	468.91	469.26
22	23	40° 33' 49"	27.28	469.26	469.32
23	24	71° 08' 16"	20.16	469.32	469.98
24	25	69° 22' 57"	33.86	469.98	470.48
25	26	52° 41' 29"	70.63	470.48	470.98

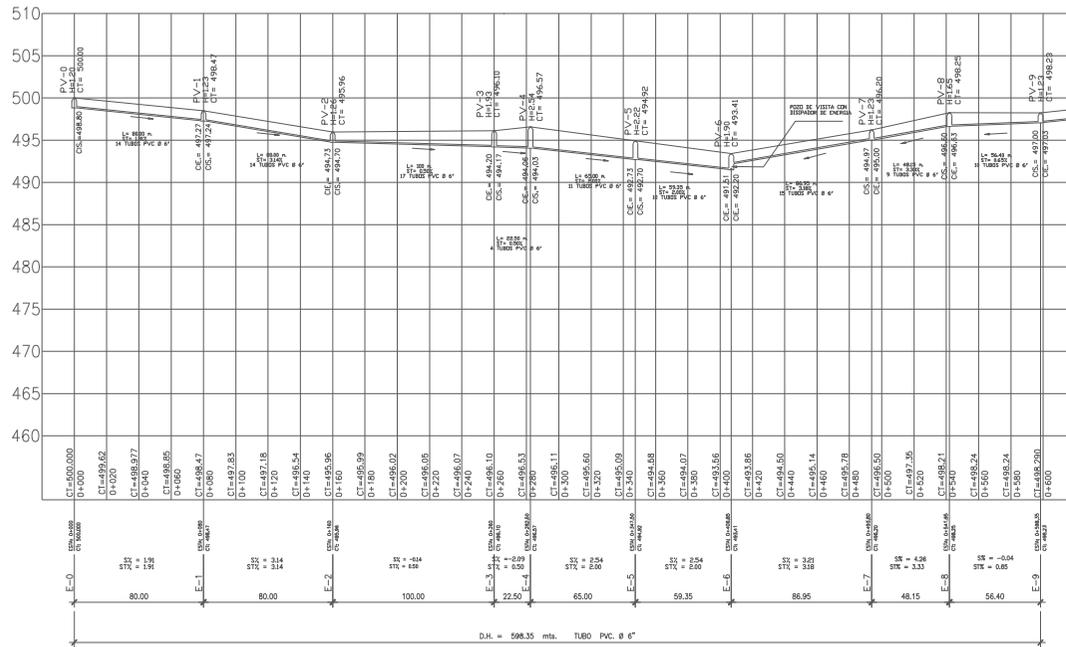
LIBRETA POLIGONO 1					
EST	PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (m) 0+00	COTA (m) 0+00
1	2	117° 01' 47"	22.88	483.05	481.99
2	3	107° 08' 40"	21.47	481.99	480.23
3	4	287° 12' 27"	13.98	480.23	481.75
4	1	194° 08' 17"	18.15	481.75	482.93

LIBRETA POLIGONO 2					
EST	PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (m) 0+00	COTA (m) 0+00
1	2	117° 01' 47"	22.88	483.05	486.97
2	3	107° 08' 40"	21.19	486.97	486.92
3	4	138° 41' 12"	22.17	486.92	483.98
4	5	240° 25' 00"	17.47	483.98	483.93
5	1	204° 15' 52"	25.62	483.93	483.93

PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO
CONTENIDO:	PLANTA GENERAL
UBICACION:	CARRERA 10, ZONA 10, ALDEA SAN RAFAEL SACATEPEQUEZ
PROYECTAR:	ELABORACION DE SANITARIOS SACATEPEQUEZ, S.A.
PROYECTADO:	MIL LUIS ALFARO
FECHA:	SEPTIEMBRE 2008



SIMBOLOGÍA	
—	EN PLANTA LINEA DE TUBERIA
⊙	EN PLANTA POZO DE VENTA
⊕	TUBERIA, DIAMETRO INDICADO
—	EN PLANTA INDICA ANCHO DE CALLE
□	VIVIENDA
→	DIRECCION DEL FLUJO
PV	POZO DE VENTA
⊕	POZO DE VENTA PERIF.
CIE-	COTA INVERT DE ENTRADA
CES-	COTA INVERT DE SALIDA
S%	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
ST%	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA
CT	INDICA COTA DE TERRENO
H	INDICA ALTURA DE POZO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL

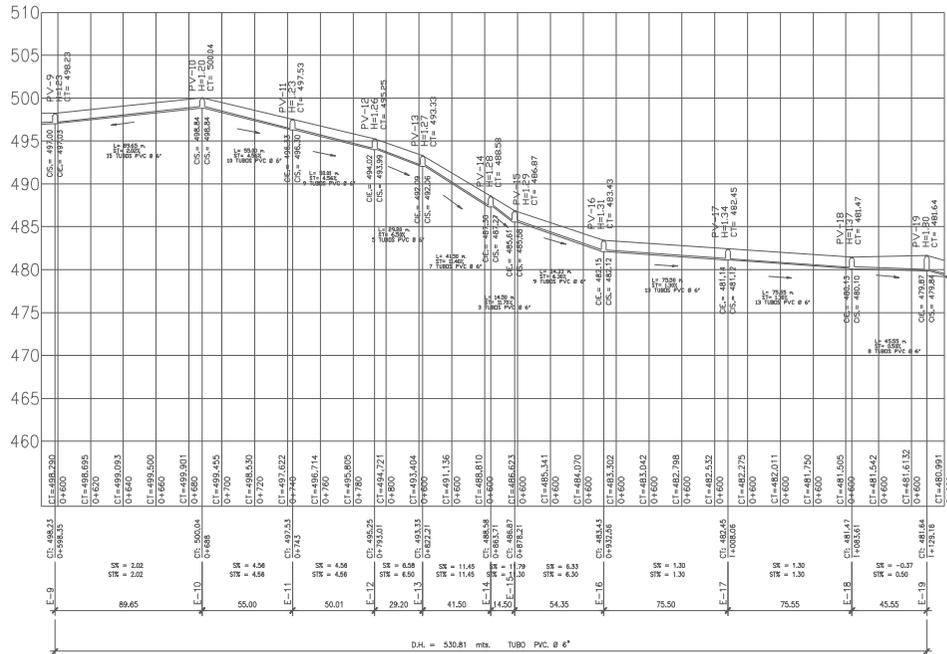
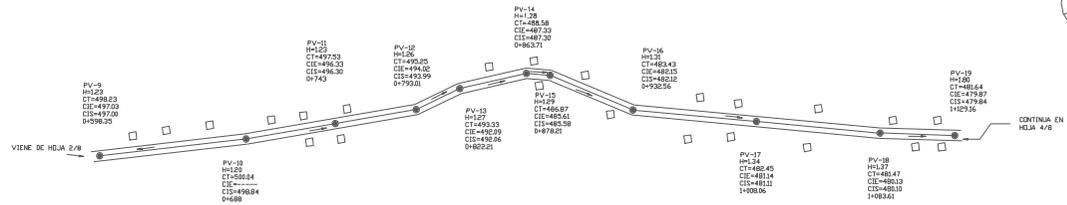


LIBRETA TOPOGRÁFICA					
DE PV	A PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (m)	COTA (m)
0	0	—	00.00	—	300.00
0	1	21° 31' 14"	80.00	200.00	200.00
1	2	33° 27' 22"	80.00	096.27	051.26
2	3	316° 27' 22"	100.00	051.06	056.30
3	4	331° 09' 07"	22.50	050.10	056.27
4	5	312° 28' 30"	63.00	056.37	054.50
5	6	312° 28' 30"	20.31	054.02	053.41
6	7	310° 21' 18"	86.50	050.41	056.29
7	8	317° 10' 49"	58.53	056.30	051.25
8	9	007° 31' 14"	36.40	050.33	050.20

PLANTA-PERFIL DE PV-0 A PV-9

ESCALA HORIZONTAL 1/1250
ESCALA VERTICAL 1/200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA EN SANITARIO	
PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO	DISEÑO: OSORIO BRINDO
CONTENIDO:	PLANTA - PERFIL	DISEÑO: OSORIO BRINDO
UBICACION:	CASENIO NUEVA JERUSALEM SAN PABLO SACATEPEQUE DE SAN MARCOS	REVISOR: RICARDO ALVARADO
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUE S.M.	ESCALA: INDICA
		FECHA: 2018/08/08
		PROFESIONAL: ING. LUIS ALVARO



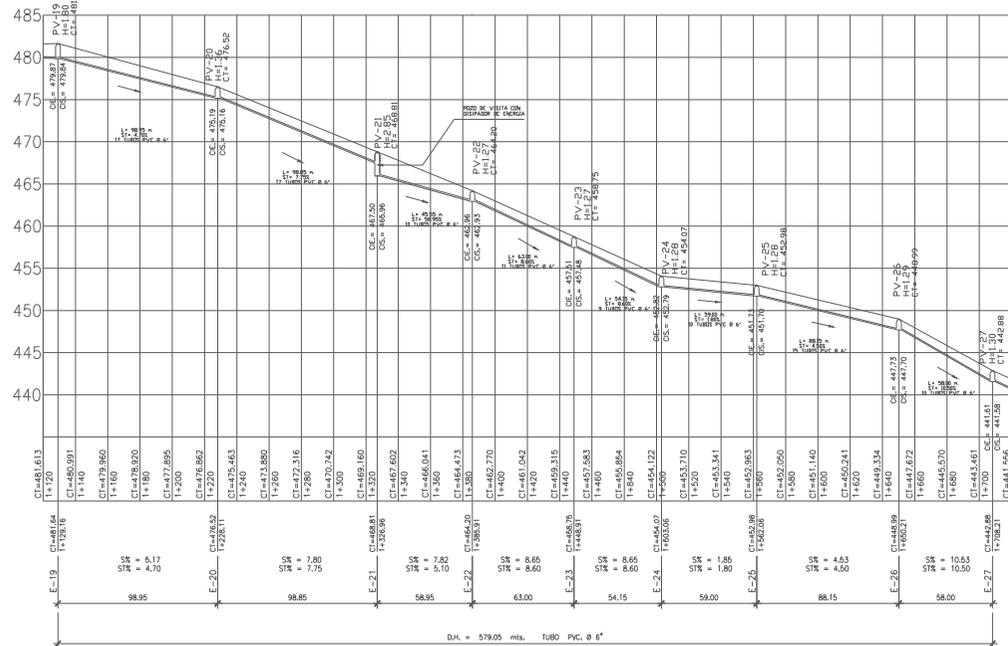
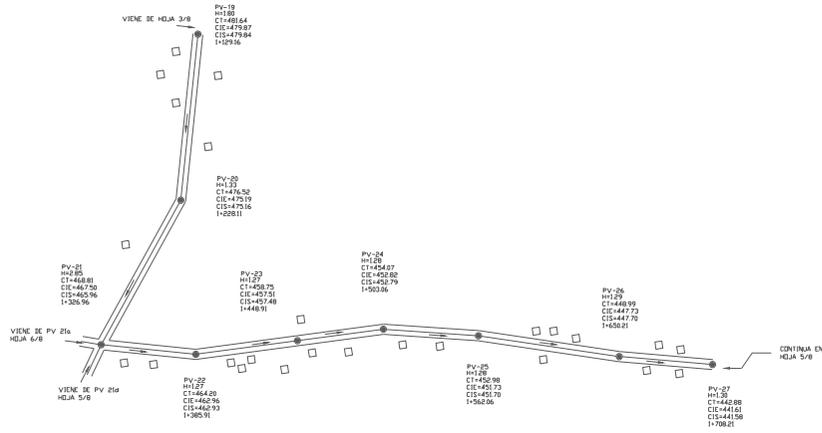
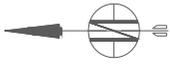
PLANTA-PERFIL DE PV-9 A PV-19

ESCALA HORIZONTAL 1/1250
ESCALA VERTICAL 1/250

SIMBOLOGIA	
SÍMBOLO:	DESCRIPCIÓN:
	EN PLANTA LÍNEA DE TUBERÍA
	EN PLANTA POZO DE VISITA
	TUBERÍA, DIÁMETRO INDICADO
	EN PLANTA INDICA ANCHO DE CALLE
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA PERILL
	COTA EN VEZ DE ENTRADA
	COTA EN VEZ DE SALIDA
	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
	INDICA PENDIENTE DE TUBERÍA
	INDICA COTA DE TERRENO
	INDICA ALTURA DE POZO
	INDICA DISTANCIA HORIZONTAL

LIBRETA TOPOGRÁFICA					
IN.	PIV.	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COTA (m)	COTA (m)
9	10	17° 57' 07"	89.61	498.21	500.04
10	11	11° 30' 28"	55.00	500.04	497.23
11	12	11° 59' 28"	30.81	497.23	495.27
12	13	30° 28' 17"	29.20	495.23	493.23
13	14	11° 57' 11"	41.50	493.23	488.38
14	15	28° 33' 07"	14.50	488.38	486.87
15	16	40° 04' 08"	54.35	486.87	483.41
16	17	29° 21' 07"	71.50	483.41	482.41
17	18	29° 21' 07"	71.51	482.41	481.67
18	19	20° 03' 39"	43.31	481.67	481.64

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL SUPERVISADO MÉTODOS DE	
PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO	
CONTINÚO:	PLANTA - PERILL	
UBICACIÓN:	CASERIO NUEVA ERREQUILME CARR. PANAMAL-SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA S. R. L.	
FECHA:		
PROYECTADO:		AG. LUIS ALFARO
		3/8



PLANTA-PERFIL DE PV-19 A PV-27

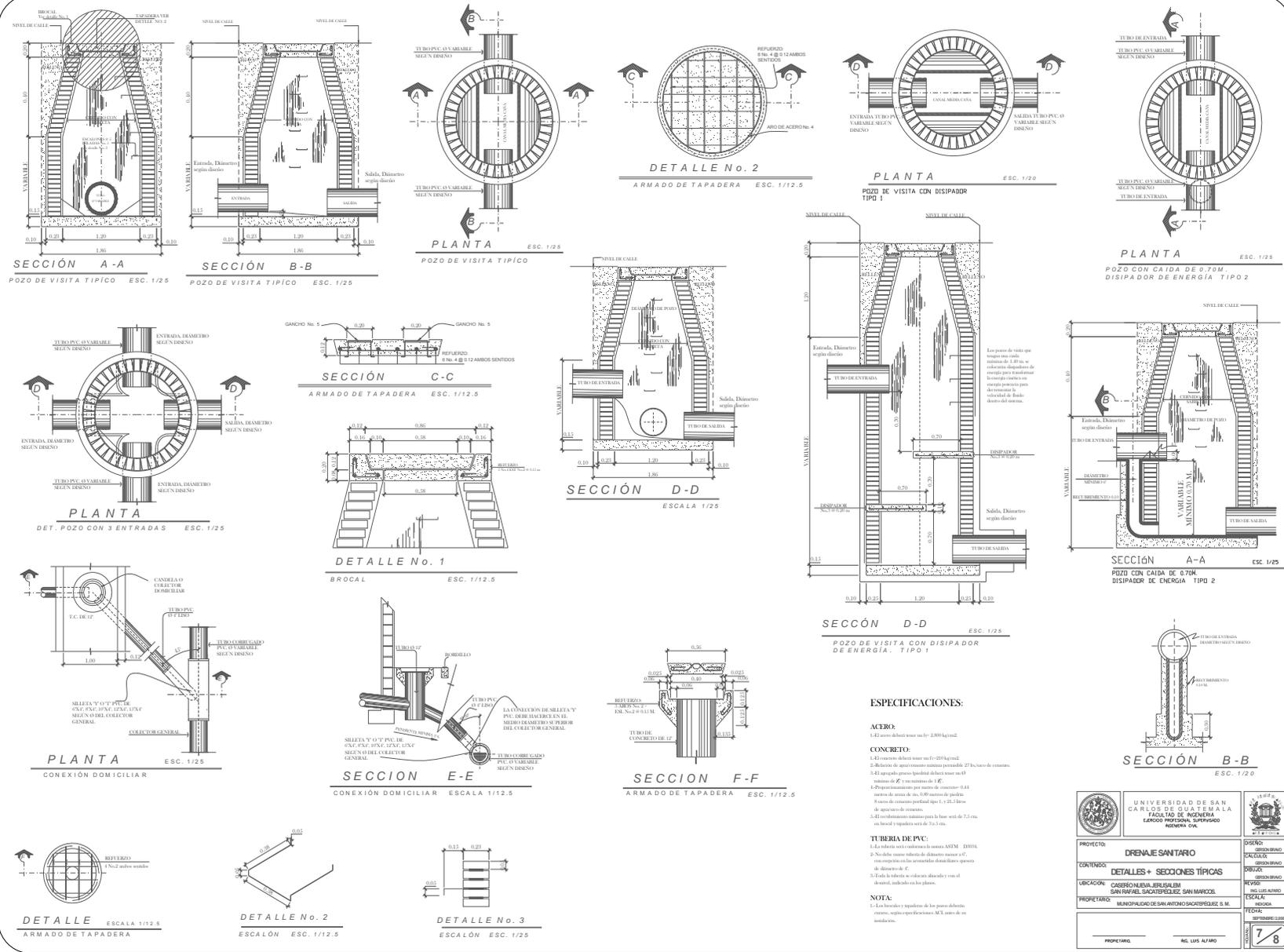
ESCALA HORIZONTAL 1/1.250
ESCALA VERTICAL 1/200

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	EN PLANTA LÍNEA DE TUBERÍA
	EN PLANTA POZO DE VISITA
	TUBERÍA DIÁMETRO INDICADO
	EN PLANTA INDICA ANCHO DE CALLE
	VIVIENDA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA PERIF.
	COTA INVERT DE ENTRADA
	COTA INVERT DE SALIDA
	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
	INDICA PENDIENTE DE TUBERÍA
	INDICA COTA DE TERRENO
	INDICA ALTURA DE POZO
	DISTANCIA HORIZONTAL

LIBRETA TOPOGRÁFICA					
ID.	PV	AZIMUT	DISTANCIA	COTA	COTA
			EN	EN	EN
19	20	90° 09' 10"	98,35	481,64	476,32
20	21	29° 57' 22"	98,35	476,32	468,81
21	22	273° 31' 29"	58,35	468,81	464,25
22	23	230° 42' 07"	63,00	464,25	458,23
23	24	202° 02' 07"	54,15	458,23	454,07
24	25	278° 13' 04"	55,00	454,07	452,08
25	26	278° 03' 11"	88,15	452,08	448,00
26	27	274° 39' 43"	58,00	448,00	442,88

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

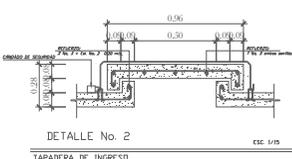
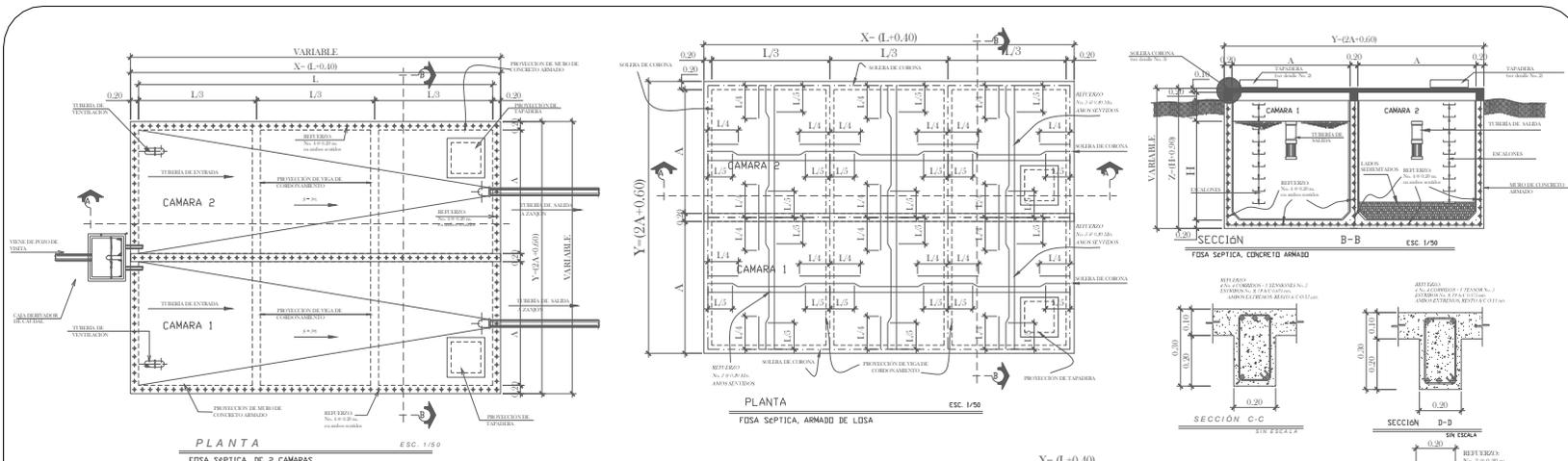
PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO
CONTENIDO:	PLANTA - PERFIL
UBICACIÓN:	CARRERA COMUNA, EJIDAL SAN RAFAEL SACATECÉQUEZ, SAN MARCOS
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATECÉQUEZ, S.M.
PROYECTADO POR:	ING. LUIS ALFARO
FECHA:	SEPTIEMBRE 2020



ESPECIFICACIONES:

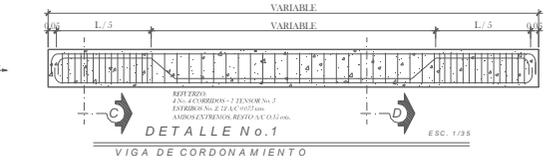
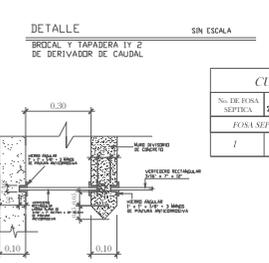
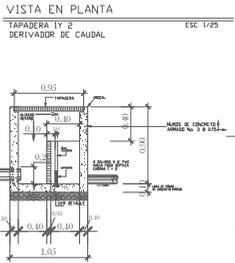
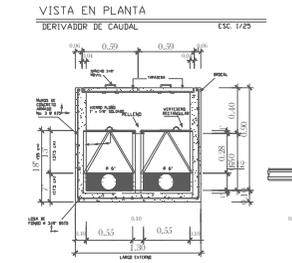
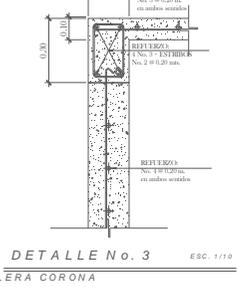
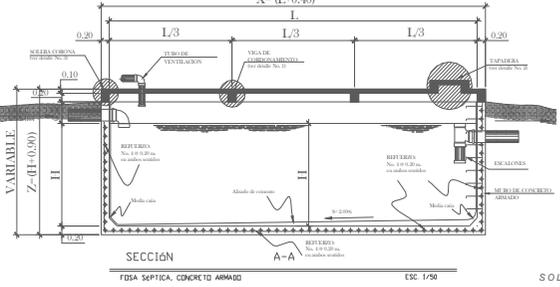
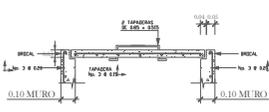
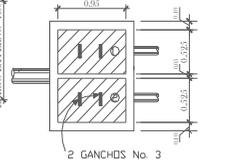
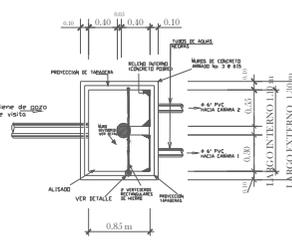
- ACERO:**
 1.- El acero deberá tener un $f_y \geq 2900$ kg/cm².
- CONCRETO:**
 1.- El concreto en volumen no será $f_c \geq 210$ kg/cm².
 2.- Debe ser de aglomerado máximo permisible 27.5 kilos de cemento.
 3.- El agregado grueso que utilizar deberá tener un D_{10} máximo de 4.75 mm y un máximo de 10%.
 4.- Proporción máxima por partes de cemento 0.44 partes de arena de 0.075 mm de abertura.
 5.- El nivel de compactación deberá ser a lo menos de 7.5 cm. en la boca y 10 cm. en el resto de la obra.
- TUBERÍA DE PVC:**
 1.- Debe ser de tipo rígido y cumplir con la norma ASTM D2688.
 2.- No debe tener rebabas de diámetro mayor a 0.7 mm.
 3.- Debe ser de tipo de pared gruesa y cumplir con la norma ASTM D2688.
 4.- Debe ser de tipo de pared gruesa.
 5.- Toda la tubería se colocará alineada y con el drenaje indicado en los planos.
- NOTA:**
 1.- Las especificaciones de los gases de escape, efluentes, según especificaciones A.E.L. están de su responsabilidad.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA CARRER PROFESOR SIMÓN DOMÍNGUEZ NUMERO 014
PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO	
CONTENIDO:	DETALLES + SECCIONES TÍPICAS	
UBICACIÓN:	CARRERA 10A, CALLE 12A, ZONA 13, SAN RAFAEL SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS	
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ S.M.	
PROYECTO:	ING. LUIS ALFARO	DISEÑO: [] CALIFICADO: [] REVISADO: [] APROBADO: [] ESCALA: [] FECHA: [] FOLIO: 7/8



NOTAS:
DERIVADOR DE CAUDAL:
 1. El derivador de caudal será de concreto armado y su finalidad será el de conducir las aguas negras a una de las dos cámaras de la fosa.
FOSA SÉPTICA:
 1. Será de concreto armado con dos cámaras que servirán para darle un tratamiento primario a las aguas negras como también un tratamiento a los lodos que se sedimentan en el fondo de la misma.
 2. La finalidad de la fosa será permitir que una cámara trabaje con el proceso normal de sedimentación, con el asentamiento de las partículas que se encuentran suspendidas en las aguas negras, permitiendo que la segunda cámara trabaje como una recámara digestora de lodos, deshidratando y reduciendo el volumen de los mismos, convirtiéndolos a estos en un material orgánico estable y sin mal olor.

FORMA DE OPERACION DE LA FOSA:
 1. Al ingresar las aguas negras en la primera cámara de la fosa, se inicia un tratamiento primario bajo condiciones anaeróbicas.
 2. Cuando haya transcurrido un periodo de tiempo determinado, en el fondo de la fosa se acumulará una gran cantidad de lodos.
 3. Si es necesario luego de pasar la computadora de la primera cámara, para proceder a sacar el agua contaminada en la misma y dejarla en alguna cisterna o receptor, dejando únicamente los lodos limpios en tanques.
 4. Luego de sacar la computadora de la primera cámara se procede a añadir la computadora de la segunda, para que con esta comience el tratamiento de las aguas negras.
 5. En la cámara que contiene los lodos (limpios), se dejan sacar estos por un tiempo para que ocurra un proceso de digestión.
 6. Cuando se haya terminado el proceso de digestión se procede a hacer una inspección visual de los mismos, si estos contienen una humedad entre el 80 al 60% se podrá permitir que permanezcan como por un periodo de tiempo en un tanque a la mitad del tiempo de digestión.
 7. Cuando se haya deshidratado los lodos se procederá a retirarlos de la cámara por medios manuales con pala y azudón, ya que estos se encuentran altamente orgánicos y sin mal olor.
 8. Si se desea aprovechar el valor orgánico de los lodos será necesario sacar los mismos al aire libre por 10 días secados en un espacio de 20-30 centímetros, después de ser retirados del fondo de la fosa.
 9. Y en los residuos de lodos producidos por los aguas residuales contiene: nitrógeno de los elementos fertilizantes que las plantas requieren para su desarrollo, como el nitrógeno, los fosfatos y el potasio.
 10. Realizando todo este proceso cada vez que una cámara se llene de lodos y sea necesario limpiarla.



CUADRO DE DIMENSIONES DE FOSA SÉPTICA DE DOS CAMARA							
Nº DE FOSA SÉPTICA	CANTIDAD DE TAPADEROS	DIMENSIONES DE TAPADERO	CAPACIDAD DE CADA CAMARA DE LA FOSA	DIMENSIONES DE FOSA	PERIODO DE DIGESTION DE LOS Lodos	Tiempo de Limpieza de Fosa	
1	3	L/3	120.00 M ³	4.00 x 12.00 x 2.50	75 DÍAS	5 MESES	

ESPECIFICACIONES:
ACERO:
 1.-El acero deberá tener un fy= 2800 kg/cm².
CONCRETO:
 1.-El concreto deberá tener un fc=210 kg/cm².
 2.-Relación de agua/cemento máxima permisible 27 lit./saco de cemento.
 3.-El agregado grueso (pedritas) deberá tener un 40 máximo de 1/2" y un máximo de 1/4".
 4.-Proporcionalmente por metro de concreto: 0.44 metros de arena de río, 0.87 metros de pedrin 8 sacos de cemento portland tipo 1 y 21.5 litros de agua/saco de cemento.

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

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, S. M.

PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO	DISEÑO:	GERON BRAVO
CONTENIDO:	DETALLE DE FOSA SÉPTICA	CALCULO:	GERON BRAVO
UBICACIÓN:	CASERIO NUEVA JERUSALEM SAN RAFAEL SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.	DIBUJO:	GERON BRAVO
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, S. M.	REVISOR:	ING. LUIS ALFARO
		ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	SEPTIEMBRE 2, 2009
			8/8

Estudios de suelo

Análisis granulométrico



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



Nº 600910

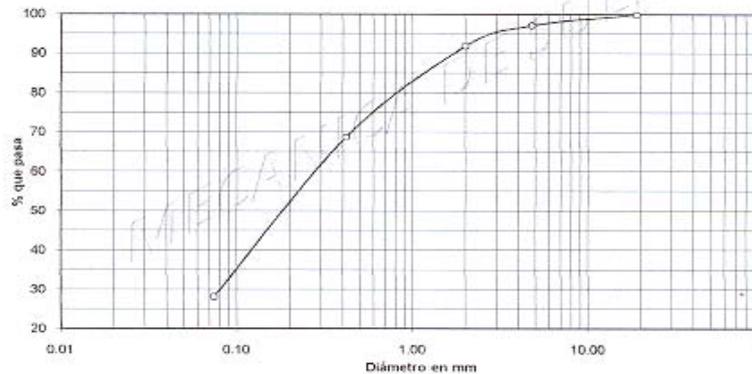
INFORME No. 290 S.S. O.T.: 23,782

Interesado: Gerson Nehemias Bravo Fuentes
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
 Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Procedencia: Aldea San Rafael Sacatepequez, San Antonio Sacatepequez, San Marcos
 Fecha: 05 de septiembre de 2008
 Banco No. 1

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3"	76.2	100
2"	50.8	100.00
3/4"	19.00	100.00
4	4.76	97.10
10	2.00	91.90
40	0.42	68.80
200	0.074	28.10

% de Grava: 2.90
 % de Arena: 69.00
 % de Finos: 28.10



Descripción del suelo: Arena Pomez Limosa Beige
 Clasificación; S.C.U.: SM P.R.A.: A-1-B
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado. Cambio de nombre por la ubicación correcta del proyecto de Aldea San Rafael por Aldea Santo Domingo



Atentamente,

Vo. Bo.
 Inga Telma Maricela Cano
 DIRECTORA I.I.- CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo 2476-3992, Planta 2443-9500 Ext. 1502, FAX: 2476-3993
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Límites de Atterberg



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



Nº 000911

INFORME No. 291S. S. O.T.: 23782

Interesado: Gerson Nehemias Bravo Fuentes
Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

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

Banco No: 1
Ubicación: Aldea San Rafael Sacatepequez, San Antonio Sacatepequez, San Marcos

FECHA: 05 de septiembre de 2008

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U.*	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	0.0	0.0	S.M.	Arena Pomez Limosa Berge

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

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado. Cambio de nombre por la ubicación correcta del proyecto de Aldea San Rafael por Aldea Santo Domingo

Alientamento,

Vo. Bo.

Inga. Telma Mariela Cano
DIRECTORA DE LA DIRECCION

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992, Planta 2443-9500 Ext. 1502, FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Compactación.

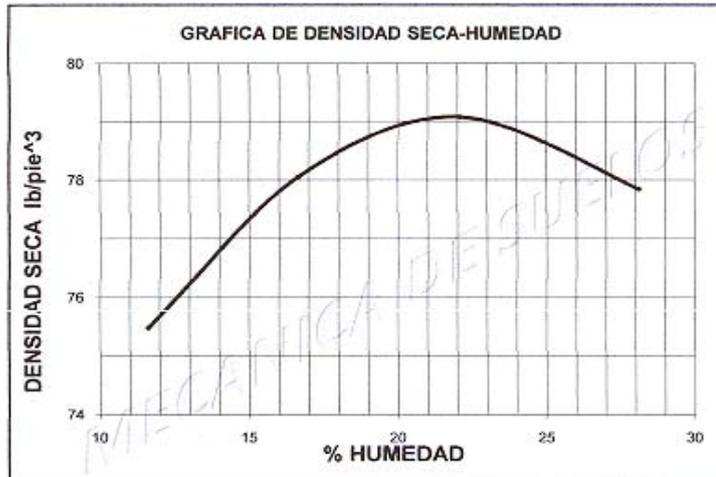


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 000908

INFORME No. 288S.S. O.T. No.: 23,782
Interesado: Gerson Nehemias Bravo Fuentes
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: () Norma:
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180
Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS
Ubicación: Aldea Santo Domingo, San Marcos
Fecha: 05 de septiembre de 2008



Muestra No.: 1
Descripción del suelo: Arena Pomez Limosa Beige
Densidad seca máxima γ_d : 1.267 Kg/m³ 79.1 lb/pe³
Humedad óptima Hop.: 21.7 %
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado. Cambio de nombre por la ubicación correcta del proyecto de Aldea San Rafael por Aldea Santo Domingo

Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano
DIRECTORA DE INVESTIGACIONES
DIRECCION

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC
Edificio 1-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://ciiusac.edu.gt>

Peso Unitario



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



Nº 000912

INFORME No.: 292 S. S. O.T.: 23782

INTERESADO: Gerson Nehemias Bravo Fuentes

PROYECTO: Trabajo de Graduación - EPS

ASUNTO: ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)

Norma: A.A.S.T.H.O T-19

UBICACIÓN: Aldea San Rafael Sacatepequez, San Antonio Sacatepequez,

Banco: 1 San Marcos

DESCRIPCIÓN DEL SUELO:

Arena Pomez Limosa Beige

FECHA: 05 de septiembre de 2008

RESULTADO DEL ENSAYO:

P.U.S.= 1,287 kg/m³

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado. Cambio de nombre por la ubicación correcta del proyecto de Aldea San Rafael por Aldea Santo Domingo

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano
DIRECTORA a.i. CII/USAC



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

