



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

DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANTA RITA, Y DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DE LAS COMUNIDADES SAN RAMÓN Y SIETE TAMBORES, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.

Ronald Manfredo Juárez Escobar

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, noviembre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANTA RITA, Y DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DE LAS COMUNIDADES SANN RAMÓN Y SIETE TAMBORES, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

RONALD MANFREDO JUÀREZ ESCOBAR

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÈLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | Ing. Glenda Patricia García Soria |
| VOCAL II | Inga. Alba Maritza Guerrero de López |
| VOCAL III | Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón |
| VOCAL IV | Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|--|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Luis Gregorio Alfaro Velíz |
| EXAMINADOR | Ing. Oscar Argueta Hernández |
| EXAMINADOR | Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez |
| SECRETARIO | Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez |

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:

DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANTA RITA, Y DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DE LAS COMUNIDADES SAN RAMÓN Y SIETE TAMBORES, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 12 de febrero de 2007.

Ronald Manfredo Juárez Escobar.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de octubre de 2007
Ref. EPS. C. 665.10.07

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
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 de la Carrera de Ingeniería Civil, **RONALD MANFREDO JUÁREZ ESCOBAR**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANTA RITA, Y DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DE LAS COMUNIDADES SAN RAMÓN Y SIETE TAMBORES, SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS”**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **San Antonio Sacatepéquez**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“*Id y Enseñad a Todos*”

Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
Asesor – Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



LGAV /jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de octubre de 2007
Ref. EPS. C. 665.10.07

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

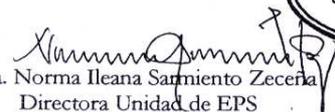
Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANTA RITA, Y DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DE LAS COMUNIDADES SAN RAMÓN Y SIETE TAMBORES, SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **RONALD MANFREDO JUÁREZ ESCOBAR**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. 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,
"Se y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala,
25 de octubre de 2007

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

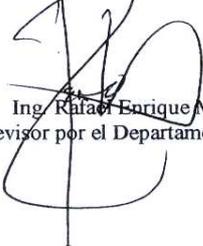
Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE RENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANTA RITA, Y DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DE LAS COMUNIDADES SAN RAMÓN Y SIETE TAMBORES, SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Ronald Manfredo Juárez Escobar, 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,

Y ENSEÑAD A TODOS


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

 FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala.
30 de octubre de 2007

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SANTA RITA, Y DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DE LAS COMUNIDADES SAN RAMÓN Y SIETE TAMBORES, SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Ronald Manfredo Juárez Escobar, 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. Jorge Alejandro Arévalo Valdez
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

/bbdeb.

AGRADECIMIENTO A:

- Dios:** por estar siempre iluminando mis pensamientos y ayudarme a elegir el camino correcto.
- La Universidad:** San Carlos de Guatemala, por darme la oportunidad de ser un profesional.
- Mis padres:** Herman Manfredo Juárez González y Norma Corina Escobar de Juárez, por el apoyo y los consejos que me han brindado.
- Mis hermanas:** Rosángela Maria, Meiby Anaite, por el cariño y apoyo que me brindan.
- Mi familia en general:** a mis abuelos, tíos, primos, por darme el afecto, el amor y compartir los buenos y malos momentos.
- Catedráticos:** por compartir sus conocimientos para mi formación académica.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | VII |
| GLOSARIO | IX |
| RESUMEN | XIII |
| OBJETIVOS | XV |
| INTRODUCCIÓN | XVII |
| | |
| 1. ASPECTOS MONOGRÁFICOS DE LOS CASERIOS SIETE TAMBORES, SAN RAMÓN Y DE LA ALDEA SANTA RITA | |
| 1.0. Características de los beneficiados..... | 1 |
| 1.1. Generalidades..... | 1 |
| 1.1.1. Nombre de la comunidad..... | 1 |
| 1.1.2. Ubicación y localización..... | 2 |
| 1.1.3. Extensión territorial..... | 3 |
| 1.1.4. Aspectos climatológicos..... | 3 |
| 1.1.5. Vías de comunicación..... | 3 |
| 1.1.6. Reseña histórica..... | 3 |
| 1.1.7. Actividades socio-económicas..... | 4 |
| 1.1.8. Población..... | 4 |
| 1.2 Breve descripción de las actividades productivas de la comunidad. | |
| 1.2.1. Agricultura..... | 5 |
| 1.2.2. Comercio..... | 5 |
| 1.2.3. Apicultura..... | 6 |

| | |
|--|----------|
| 1.3 Principales necesidades del municipio..... | 6 |
| 1.3.1. Salud..... | 6 |
| 1.3.2. Condiciones sanitarias..... | 7 |
| 1.3.3. Vías de Acceso..... | 7 |
| 1.3.4. Infraestructura..... | 8 |
| 1.3.5. Educación..... | 9 |
| 1.3.6. Contaminación producida por aguas negras..... | 9 |
| 1.3.7. Empleos..... | 10 |
| | |
| 2. DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA COMUNIDAD DE SANTA RITA SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS | |
| | |
| 2.1. Descripción del proyecto a desarrollar..... | 11 |
| 2.1.2. Levantamiento topográfico..... | 11 |
| 2.1.3. Localización de la descarga..... | 12 |
| 2.1.4. Periodo de diseño..... | 12 |
| 2.1.5. Caudales de diseño..... | 13 |
| 2.1.6. Diseño de la red..... | 19 |
| 2.1.6.1. Cálculo de la población futura..... | 20 |
| 2.1.6.2. Pendientes de la Tubería..... | 21 |
| 2.1.6.3. Velocidades..... | 21 |
| 2.1.6.4. Cálculo de cotas invert..... | 22 |
| 2.1.6.5. Diámetro de tuberías..... | 24 |
| 2.1.7. Desfogue..... | 24 |
| 2.1.8. Obras de arte..... | 25 |
| 2.1.9. Programa de mantenimiento..... | 26 |
| 2.1.10. Presupuesto del proyecto..... | 26 |
| 2.1.11. Cronograma de ejecución..... | 31 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 2.1.12. | Evaluación de impacto ambiental..... | 37 |
| 2.1.12.1. | En construcción..... | 38 |
| 2.1.12.2. | En operación. | 40 |
| 2.1.13. | Evaluación socio económica..... | 41 |
| 2.1.13.1. | Valor presente neto..... | 41 |
| 2.1.13.2. | Tasa interna de retorno..... | 45 |
| 2.2 | Diseño de drenaje sanitario de la Comunidad de | |
| | Santa Rita San Antonio Sacatepéquez, San Marcos..... | 11 |
| 2.2.1. | Descripción del proyecto a desarrollar..... | 45 |
| 2.2.2. | Levantamiento topográfico..... | 46 |
| 2.2.3. | Estudio de suelos..... | 46 |
| 2.2.4. | Ensayos de Laboratorio..... | 47 |
| 2.2.4.1. | Granulometría..... | 47 |
| 2.2.4.2. | Ensayo de compactación..... | 48 |
| 2.2.4.3. | Ensayo de Razón Soporte California (CBR)..... | 49 |
| 2.2.4.4. | Límites de <i>Atterberg</i> | 52 |
| 2.2.4.5. | Análisis de resultados..... | 54 |
| 2.2.5. | Parámetros de Diseño..... | 54 |
| 2.2.6. | Diseño de carrileras de concreto..... | 68 |
| 2.2.7. | Diseño de empedrado..... | 84 |
| 2.2.8. | Diseño Geométrico de las carreteras..... | 86 |
| 2.2.9. | Programa de mantenimiento..... | 94 |
| 2.2.10. | Presupuesto del proyecto..... | 94 |
| 2.2.11. | Cronograma de ejecución. | 98 |

| | |
|------------------------|-----|
| CONCLUSIONES | 101 |
| RECOMENDACIONES | 103 |
| BIBLIOGRAFÍA | 105 |
| APÉNDICE | 107 |
| ANEXOS | 117 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | |
|---|----|
| 1. Mapa de localización de aldea Santa Rita | 2 |
| 2. Cotas invert. | 22 |
| 3. Sección de canal sanitario. | 26 |
| 4. Gráfica de ensayo CBR del suelo. | 51 |
| 5. Índice plástico del suelo. | 53 |
| 6. Elementos de curva circular. | 87 |
| 7. Sección de una curva vertical. | 89 |
| 8. Elementos que componen una curva vertical. | 91 |

TABLAS

| | | |
|-------|---|----|
| I. | Población por grupos etarios. | 5 |
| II. | Estructura de las viviendas. | 8 |
| III. | Velocidades máximas y mínimas del flujo. | 21 |
| IV. | Cálculo de datos para encontrar el V.P.N. | 44 |
| V. | Empleo que se le puede dar al material, según el CBR refiere. | 51 |
| VI. | Propiedades y requisitos ideales para suelo ensayado. | 57 |
| VII. | Calidad de la subrasante. | 58 |
| VIII. | Tipos de suelo de la subrasante y valores aproximados de K. | 70 |
| IX. | Categorías de cargas por eje, para diseño de pavimento. | 73 |
| X. | Módulo de ruptura, para diseño de pavimento. | 75 |
| XI. | Graduación de los agregados finos. | 77 |
| XII. | Porcentaje por peso que pasa por tamices de abertura cuadrada, para agregado grueso. | 80 |
| XIII. | Determinación del asentamiento según el tipo de estructura a construir. | 83 |
| XIV. | Graduación de material fino para usar en estuque de empedrado. | 85 |
| XV. | Valores de la constante K que depende de la velocidad de diseño según tipo de curva. | 90 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|-------------------|-------------------------------------|
| A.C.I. | Instituto Americano del Concreto |
| cm | centímetro |
| C | constante de la tubería |
| hab. | habitantes |
| L | longitud |
| L.L. | límite líquido |
| l/s | litros por segundo |
| m/s | metros por segundo |
| mm | milímetro |
| MR | módulo de ruptura |
| Po | población inicial |
| PSI | libras pulgada cuadrada |
| Q | caudal |
| S | pendiente del terreno |
| TPD | tráfico promedio diario |
| 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 <i>Harmond</i> |
| 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 |
| ST | Subtangente |
| E | Externa |
| M | Ordenada media |
| C | Cuerda |

GLOSARIO

| | |
|-----------------------------|--|
| Aguas negras: | son las aguas de desecho provenientes de usos domésticos comerciales e industriales. |
| Cota de terreno: | número en los planos topográficos, que indica la altura de un punto sobre un plano de referencia. |
| Dotación: | volumen de agua que se asigna, al consumo de un habitante durante un día. |
| Conexión domiciliar: | tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente. |
| Formaleta: | armazón provisional que sostiene un elemento de construcción mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente. |
| Colector: | tubería, generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas negras, de la población, al lugar de descarga. |
| Altimetría: | procedimientos utilizados para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos distintos de terreno o construcción. |

| | |
|------------------------|---|
| Balasto: | es el material selecto que se coloca sobre la sub-rasante 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. |
| Candela: | receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y la conduce al sistema de drenaje. |
| 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: | están constituidas por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado que se construye sobre la sub-base. |
| Compactación: | acción de lograr que un material alcance una textura apretada o maciza. |
| 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. |
| Drenajes: | 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 en el que se coloca el instrumento topográfico, en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación. |
| Infraestructura | Conjunto de las obras de una construcción. |
| Plasticidad | Es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse hasta cierto límite. |
| Pozo de visita | Es una obra accesoria de un sistema de alcantarillado, que permite el acceso al colector y cuya 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. |
| 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. |

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene en forma detallada el procedimiento que se llevó a cabo para el desarrollo de los proyectos del diseño del sistema de drenajes sanitarios de la aldea Santa Rita, y diseño de empedrado con carrileras de concreto de las comunidades San Ramón y Siete Tambores, San Antonio Sácatepequez, San Marcos.

En la elaboración de los proyectos se llevaron a cabo investigaciones de campo, para obtener los datos monográficos de las comunidades, así como todas las generalidades de la región. Por medio del Ejercicio Profesional Supervisado, se logra satisfacer alguna de las necesidades del municipio estando entre ellas las de estas comunidades.

Para el diseño de drenaje sanitario de aldea Santa Rita, el sistema se trabajó en 5 sectores. Cada uno se diseñó hidráulico para facilitar su funcionamiento y que sea más eficiente el servicio prestado.

En el proyecto empedrado con carrileras de concreto de las comunidades de Siete Tambores y San Ramón, con base en los resultados del estudio de suelos, se realizaron los diseños de las carrileras de concreto, así como del empedrado. Los proyectos se presupuestaron con base en especificaciones técnicas y detalles indicados en planos.

OBJETIVOS

General

Planificar obras de infraestructura, que contribuyan al desarrollo integral de las comunidades; mejorando las condiciones sanitarias y las vías de acceso, al igual que el ingreso económico en las mismas.

Específicos

1. Diseñar el sistema de drenaje sanitario de la aldea Santa Rita y el empedrado, con carrileras de concreto, del caserío Siete Tambores y San Ramón, del municipio de San Antonio Sacatepéquez, en el departamento de San Marcos.
2. Ayudar al desarrollo del municipio de San Antonio Sacatepéquez por medio de los proyectos elaborados durante el Ejercicio Profesional Supervisado.
3. Aplicar las normas y reglamentos establecidos para la construcción de drenaje sanitario así como para el diseño del empedrado con carrileras de concreto.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación: Diseño de drenaje sanitario de la Comunidad de Santa Rita, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos y Diseño de Empedrado con Carrileras de Concreto de las comunidades de Siete Tambores y San Ramón, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, son servicios de infraestructura que van a promover el desarrollo, logrando que dichas comunidades tengan acceso a un mejor nivel de vida.

Por medio de la elaboración del proyecto se aplicaran los conocimientos adquiridos durante la formación académica. La base es un diagnóstico preliminar desarrollado en varias visitas de campo, realizadas en los lugares antes mencionados y enfocadas en diversas actividades, entre ellas: monografía del lugar, análisis general de la comunidad, levantamiento topográfico, estudio de suelo, diseño del pavimento, diseño del empedrado, diseño de drenaje sanitario, elaboración de planos y presupuestos, utilizando materiales de primera calidad. Los criterios principales que se aplicaron son para encontrar una solución a dichos proyectos de una manera eficiente.

En Guatemala, a nivel nacional, hay muchas necesidades básicas para el desarrollo de las comunidades. Uno de estas es el drenaje sanitario de la aldea Santa Rita y el diseño del empedrado con carrileras de concreto, del tramo entre Siete Tambores y San Ramón.

La mayoría de veces, significa mejorar o ampliar caminos existentes, basándose en las especificaciones de la Dirección General de Caminos, dependiendo de la categoría en la que se clasifique. Otro problema es el déficit en el servicio de sistema de alcantarillado sanitario, el cual es fundamental para las comunidades, evitando enfermedades producidas por la contaminación de las aguas servidas que corren a flor de tierra.

1. ASPECTOS MONOGRÁFICOS DE LOS CASERIOS SIETE TAMBORES, SAN RAMÓN Y DE LA ALDEA SANTA RITA.

1.0. Características de los beneficiados.

Los caseríos San Ramón, y Siete Tambores, la aldea Santa Rita, se encuentran ubicados en el municipio de San Antonio Sacatepéquez, departamento de San Marcos, son comunidades de aspectos físicos similares, tanto en vegetación como en el tipo de suelo, pues se encuentran dentro de la misma zona geográfica.

1.1. Generalidades.

En los caseríos San Ramón y Siete Tambores, y la aldea Santa Rita, pertenecen al municipio de San Antonio Sacatepéquez, del departamento de San Marcos, las comunidades cuentan con servicio de energía eléctrica y teléfono comunitario, una escuela en Siete Tambores, dos escuelas en San Ramón, y dos en aldea Santa Rita, ambas comunidades deben dirigirse hacia el municipio para realizar sus compras o si necesitan servicios de salud. Además, el municipio cuenta con la representación de las siguientes instituciones: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Municipalidad de San Antonio Sacatepéquez, Ministerio de Gobernación, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Tribunal Supremo Electoral y Organismo Judicial.

1.1.1. Nombre de la comunidad.

Caserío San Ramón, Caserío Siete Tambores, de la Aldea Santa Rita, del municipio de San Antonio Sacatepéquez, departamento de San Marcos, Guatemala.

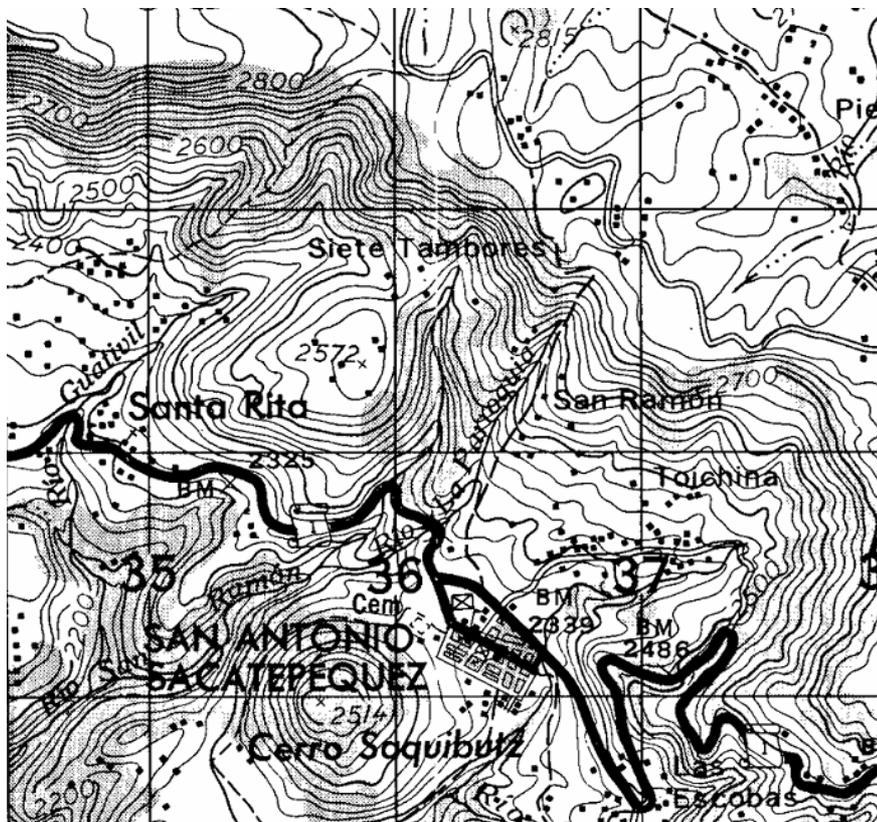
Aldea Santa Rita, municipio de San Antonio Sacatepéquez, del departamento de San Marcos, Guatemala.

1.1.2. Ubicación y localización.

Ubicación: el caserío San Ramón y el caserío Siete Tambores, se encuentra a 1.5 Kilómetros de la aldea Santa Rita, a la cual pertenece, a 10 kilómetros de la cabecera departamental de San Marcos y a 242 kilómetros de la capital de Guatemala.

Localización: coordenadas del caserío San Ramón: latitud norte 13°38'40" longitud oeste 90°34'32" coordenadas de la aldea Santa Rita: latitud norte 13°41'35" longitud oeste 90°51'21" coordenadas d el Caserío Siete Tambores: latitud norte 12°25'37" longitud oeste 90°28'14"

Figura 1 Mapa de localización de aldea Santa Rita



1.1.3. Extensión territorial

Santa Rita cuenta con una extensión territorial de 7 kilómetros cuadrados, aproximada, incluyendo los caseríos Siete Tambores y San Ramón.

1.1.4. Aspecto climatológico

El clima es frío, húmedo. La temperatura máxima es de 24° C y la mínima es de 15°C, calculándole la temperatura media en 20°C, con una precipitación de 2,000 a 4,000 milímetros al año, según datos obtenidos de la estación meteorológica # 37 del INSIVUMEH localizada en el municipio de San Marcos.

1.1.5. Vías de comunicación

Para llegar a las comunidades se cuenta con la carretera que conduce del municipio de San Marcos. A 10 kilómetros se encuentra Santa Rita, a 11.5 kilómetros el caserío San Ramón, a 12 kilómetros el caserío Siete Tambores.

1.1.6. Reseña histórica

Datos históricos de su fundición

Los primeros pobladores y fundadores de la comunidad fueron las siguientes personas: Francisco Orozco y María Bautista, Jesús Ramírez y Brígida de Ramírez, Carlos Gonzáles y Dominga fuentes, Juana Velásquez, Toribia García, Pablo Cardona e Isabel de Cardona.

La primera auxiliatura se formo en el año de 1890. El primer nombre del lugar fue KIA´CHuM, termino Mam que traducido al español quiere decir: "Pajonada".

Durante este periodo KIA'CHuM, era cantón de la aldea de San Isidro Chamac, fue en el año de 1916 cuando la profesora Rita Cifuentes, oriunda del municipio de San Antonio Sacatepéquez; donó un cuadro con la imagen de Santa Rita de Casia a la señora María bautista líder del cantón y desde entonces viene el nombre de Santa Rita, anulando el de KIA'CHuM, pasando a pertenecer al municipio de San Antonio Sacatepéquez.

La aldea Santa Rita llego a ser una aldea grande debido al incremento de población y a que las personas que vivían en las partes más retiradas decidieron independizarse, formado otros caseríos tales como: Siete Tambores y San Ramón.

1.1.7. Actividades socio-económicas

La actividad socio-económica de las comunidades se encuentra formada fundamentalmente por la agricultura estando comprendidos: el maíz, frijol, haba y verduras.

1.1.8. Población

En el siguiente cuadro se da a conocer la población total de habitantes de la aldea Santa Rita incluyendo el caserío Siete Tambores y Caserío San Ramón.

Tabla I. Población por grupos etarios

| EDAD | FRECUENCIA | % |
|---------|------------|-----|
| 0 a 1 | 41 | 4 |
| 2 a 4 | 153 | 14 |
| 5 a 9 | 161 | 15 |
| 10 a 14 | 133 | 12 |
| 15 a 19 | 100 | 9 |
| 20 a 24 | 93 | 9 |
| 25 a 39 | 195 | 18 |
| 40 a 49 | 70 | 7 |
| 50 a 59 | 55 | 5 |
| 60 a + | 66 | 6 |
| TOTAL | 1,067 | 100 |

Fuente: puesto de salud

En ambas comunidades la población habla el idioma Español.

De acuerdo a los datos del censo 2001- 2002 se obtuvo la tasa de crecimiento poblacional de 2.1% anual, en la aldea Santa Rita incluyendo las comunidades que la conforman.

1.2. Breve descripción de las actividades productivas de la comunidad

1.2.1. Agricultura

La ocupación principal predominante en las personas adultas es la agricultura, y la horticultura produciendo gran cantidad de verduras y granos básicos.

1.2.2. Comercio

La mayor actividad comercial que tienen en la aldea Santa Rita es, la venta de hortalizas. Negocian sus cosechas globalmente, existiendo pocas personas que se dedican a vender en pequeñas cantidades.

En el aspecto de economía la agricultura, constituye la actividad más importante para la comunidad, ya que la distribución de su tiempo durante el año es dedicada a esta actividad, esto se debe a lo siguiente: porque constituye un medio de ingreso económico y por contar con parcelas donde siembran gran cantidad de hortalizas.

1.2.3 Apicultura

En las comunidades, algunos pobladores han adoptado la apicultura como un comercio ya que la miel obtenida es vendida en la misma comunidad o los mercados más cercanos.

1.3. Principales Necesidades del Municipio

1.3.1. Salud

Regularmente la salud de los comunitarios se ve afectada por diversas enfermedades, estando entre ellas las respiratorias, gastro intestinales, enfermedades de la piel, enfermedades pépticas, dadas por las condiciones socio-económicas y climáticas de la comunidad, siendo las primeras dos las más comunes.

En caso de enfermedad, los habitantes de la aldea, acuden al puesto de salud de la cabecera municipal de San Antonio Sacatepéquez. En caso de enfermedades graves acuden a clínicas particulares de los municipios de San Pedro Sacatepéquez y de la cabecera del departamento o al Hospital Nacional de San Marcos.

1.3.2. Condiciones sanitarias

En la aldea Santa Rita los habitantes, a través del consejo comunitario de desarrollo, han solicitado la construcción de un nuevo sistema de drenaje sanitario. En sectores de la comunidad no existe el sistema y en otros donde existe ya ha llegado al final de su vida útil. Al no contar con un servicio eficiente, contribuye a la proliferación de enfermedades, así como a la contaminación del medio ambiente, tomando en cuenta todos estos factores se tomó la decisión de hacer una planificación del sistema de drenaje sanitario para mejorar las condiciones sanitarias del lugar.

1.3.3. Vías de acceso

Para llegar a la comunidad se cuenta con la carretera asfaltada que pasa por el centro de la comunidad, siendo la carretera interamericana, lo que hace más accesible la entrada a la comunidad ya que se encuentra en perfecto estado, también se cuenta con la carretera de terracería que baja por el caserío Siete Tambores que comunica a la comunidad con la aldea Santa Teresa del municipio de San Pedro Sacatepéquez. Existen otros caminos secundarios dentro de la misma aldea, las cuales comunican a aldeas aledañas y cabecera municipal.

Por el motivo de ser una carretera de terracería la que comunica a Siete Tambores con San Ramón, se presentó una solicitud a la Corporación Municipal de mejoramiento del camino tomando la decisión de hacer la planificación de empedrado con carrileras de concreto, con el fin de tener un mejor acceso a estos municipios ya que su principal fuente de comercio es la agricultura y en épocas de invierno es muy difícil el acceso y los pobladores no pueden explotar sus cultivos.

1.3.4. Infraestructura

Vivienda

En la aldea Santa Rita se pueden establecer las siguientes características en las viviendas:

Tabla II Estructura de la vivienda.

| Paredes | % |
|----------------|------------|
| Adobe | 30 |
| Block | 65 |
| Otros | 5 |
| Total | 100 |
| Techos | |
| Lámina de Zinc | 80 |
| Terraza | 10 |
| Teja de barro | 10 |
| Total | 100 |
| Pisos | |
| Piso Fundido | 75 |
| Tierra | 15 |
| Mosaico | 10 |
| Total | 100 |

Fuente: investigación de campo.

En su mayoría las viviendas están construidas de block y el techo con lamina de zinc, o terrazas de concreto, ésto se debe a que las comunidades principalmente la aldea, a alcanzado un grado más de desarrollo, mientras en el resto de construcciones, que están alrededor del centro o en los caseríos de Siete Tambores y San Ramón, aun se encuentran casas construidas con adobe, y techos de pajon, teja de manila.

1.3.5. Educación

Esta comunidad se encuentra cerca de la cabecera municipal, funcionando los niveles pre-primario y primario, por lo cual los jóvenes que estudian el nivel medio se dirigen a los institutos cercanos, como: el Instituto de la aldea San Isidro Chamac, del municipio de San Pedro Sacatepéquez que se encuentra a una distancia de 1.5 kilómetros; el Instituto de la cabecera municipal que se encuentra a una distancia de 2 kilómetros y a institutos de San Pedro Sacatepéquez. En cuanto al nivel superior se determinó a través de la investigación que los jóvenes de esta aldea lo realizan en su mayoría en universidades privadas de la cabecera departamental, los fines de semana, mientras otros lo hacen en la universidad de San Carlos de Guatemala, plan diario y fines de semana.

1.3.6. Contaminación producida por las aguas negras

Como se menciona en las condiciones sanitarias, no toda la población de la aldea Santa Rita cuenta con un servicio de drenaje sanitario y en sectores donde existe ya no es eficiente, esto lleva a que las aguas negras corran a flor de tierra, contaminando así el ambiente de la población ocasionando enfermedades de tipo gastro intestinal, enfermedades respiratorias, al igual que como epidémicas, por lo que las autoridades de la comunidad y el COCODE solicitaron a la Corporación Municipal una planificación de introducción de red de drenaje sanitario para evitar la contaminación de las aguas negras, tomando en consideración su petición, por tal motivo se presenta este punto de tesis.

1.3.7. Empleo

En la comunidad de Santa Rita, caserío Siete Tambores y San Ramón no existen fuentes de empleo permanente ya que se trabaja a nivel familiar, quizá en un 5% emplean en alguna época del año mano de obra, dependiendo de la demanda de trabajo que exista.

En cuanto al subempleo, por la poca demanda en el lugar existen personas sin empleo permanente que solo trabajan por épocas, como no hay grandes fuentes de trabajo en donde se generen ingresos para pagar salarios permanentes, existe el desempleo en un 50%.

El autoempleo en la aldea Santa Rita existe en algunas familias, pues hay personas que se dedican a su propio negocio o artesanía, lo que les permite tener el ingreso económico propio.

2. DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA COMUNIDAD DE SANTA RITA SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

2.1. Descripción del proyecto

Para su realización se llevo a cabo un levantamiento topográfico, en lo que se refiere a la altimetría y planimetría.

La red tiene cinco sectores que conforman líneas de conducción principales así: el sector # 1 llamado los Quiroa cuenta con 721.18 metros y en lo cuales se diseñaron 21 pozos de visita; el sector # 2 llamado así mismo cuenta con 178.08 metros y en los cuales se diseñaron 6 pozos de visita, el sector # 3 llamado así mismo cuenta con 173.67 metros y en los cuales se diseñaron 6 pozos de visita, el sector # 4 llamado así mismo cuenta con 435.99 metros y en los cuales se diseñaron 10 pozos de visita, y en el sector # 5 llamado así mismo cuenta con 485.03 metros y en los cuales se diseñaron 10 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.

2.1.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red dentro de las calles, 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, estadal, estacas y cinta métrica, los resultados se muestran en los anexos.

2.1.3. Localización de la descarga

Las descargas de aguas residuales del sector No. 1 y 5 que son conducidas por la tubería principal tendrán como mínimo un tratamiento primario para luego ser evacuadas a un desfogue natural, tomando en cuenta que con dichas obras, no debe ocasionarse problemas de carácter sanitario a las localidades que se encuentran localizadas aguas abajo, y así mismo tomar una distancia mínima de 100 metros de la población mas cercana para evitar la contaminación, en los sectores 2, 3, 4, estarán conectados a la tubería principal del sistema de la aldea Santa Rita.

2.1.4. Periodo de diseño

Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante el periodo de 25 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.

2.1.5. Caudales de diseño

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.

El factor de retorno varía entre 0.7 y 0.9, en el diseño fue adoptado el 0.85.

$$Q_{\text{dom.}} = \frac{\text{Dotación} * \text{No. De habitantes} * Fr}{86400 \text{ seg/día}}$$

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 de San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, se estableció que la dotación para la aldea Santa Rita, es de 150 litros/habitante/día.

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.

Caudal de infiltración

El caudal de infiltración es el que entra por diversas causas en el alcantarillado sanitario, depende del nivel freático de las aguas subterráneas del lugar que están en relación con la profundidad de las tuberías que se colocarán, permeabilidad del terreno, mano de obra calificada y supervisión cuando se ejecute el proyecto.

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 friático de PVC

$$Q_i = 0.01 * \text{diámetro en pulgadas. En lts/seg.}$$

Para tuberías que quedarán bajo el nivel friático de PVC

$$Q_i = 0.02 * \text{diámetro en pulgadas. En lts/seg.}$$

En este estudio el caudal será igual a 0 ya que la tubería es PVC que se utilizara en los colectores primarios y secundarios así como las tuberías de las acometidas domiciliarias es impermeable.

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.

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 es tomado en cuenta debido a que no hay lugares industriales.

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.

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

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

$$(0.002 < F_{Q_{medio}} < 0.005)$$

Factor de *Harmond*

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

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

Donde:

P= Población futura acumulada en miles.

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

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 describe.

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.

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 que el sistema trabaje aceptablemente y se evita que la tubería trabaje con presión.

- $Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sec llena}}$
- La velocidad debe estar comprendida entre:

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

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

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

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

El tirante debe estar entre:

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

2.1.6. 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 alcantarillado 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.

2.1.6.1 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, de la aldea Santa Rita, se decidió utilizar el método de incremento geométrico, el cual se define a través de la siguiente fórmula:

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

Pf = Población futura.

Po = Población actual.

r = Tasa de crecimiento.

n = período de diseño.

Para el proyecto de alcantarillado sanitario en la aldea Santa Rita, se utilizaron los siguientes datos:

$$Po = 233 \text{ casas} \times 7 \text{ hab/casa} = 1631 \text{ habitantes}$$

$$r = 2.1 \% \text{ según INE}$$

$$n = 25 \text{ años}$$

De la fórmula anterior la población futura es de 2742 habitantes.

2.1.6.2. Pendientes de la tubería

Máximas y mínimas

La pendiente mínima es la que provoca una velocidad mayor o igual a 0.40 mts/seg en la tubería del colector, y la pendiente máxima la que provoca velocidades menores o iguales a 4.00 mts/seg.

2.1.6.3. Velocidades

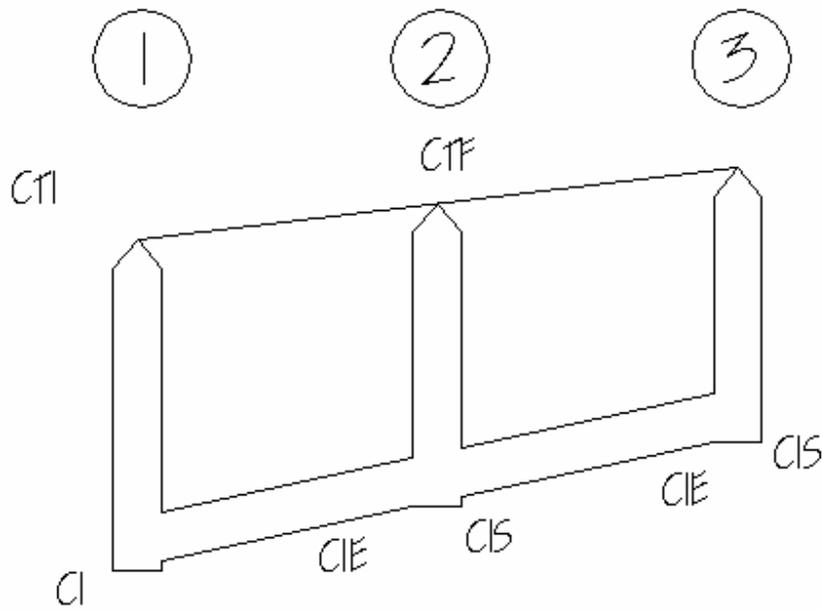
La velocidad de flujo está determinada por la pendiente del terreno o el de la tubería, el tipo y diámetro de la tubería que se utilice, y tiene que estar comprendida dentro del rango que se presenta en la siguiente tabla, para evitar problemas de taponamiento y desgaste en las tuberías que se utilice.

Tabla III. Velocidades máximas y mínimas del flujo.

| Tipo de tubería | Velocidades mínimas | Velocidades máximas |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| Tubería de PVC | 0.4 mts/seg. | 4.0 mts/seg |
| Tubería de concreto | 0.6 mts/seg. | 3.0 mts/seg |

2.1.6.4. Cálculo de cotas invert

Figura 2. Cotas invert



Es la cota que determina la localización de la parte inferior de la tubería.

Al diseñar el sistema de alcantarillado 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:

- 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.

$$D1 = D2$$

$$C \text{ invert de salida} = C \text{ invert de entrada} + 0.03$$

- 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.

$$D1 < D2$$

$$C \text{ invert de salida} = C \text{ invert de entrada} + (D1 - D2)$$

- 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.

$$D1 = D2 = D3 = D4$$

$$C \text{ invert de salida} = C \text{ invert de entrada} + 0.03$$

- 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.

Hmin = Altura mínima que debe de estar enterrada la tubería

CI = Cota invert inicial

CTi = Cota del terreno inicial

CTf = Cota del terreno final

CIS = Cota invert de la tubería de salida

CIE = Cota invert de la tubería de entrada

DH = Distancia horizontal

S% = Pendiente del terreno o tubería

Et = Espesor de la tubería

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 = 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.

2.1.6.5. Diámetro de tuberías

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8" para tubos de concreto y 6" para tubos 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 domiciliario, la cual será un diámetro mínimo de 12".

2.1.7. Desfogue

En la selección de los puntos de descarga se tomará en cuenta, que con dichas obras, no debe ocasionarse problemas de carácter sanitario a las localidades situadas aguas abajo, deben protegerse los usos presentes y futuros del cuerpo receptor por lo que todas las descargas deben tener un

tratamiento primario para que los desfogues tengan una menor contaminación, ya que el del sistema se vierte a un desfogue natural.

2.1.8. Obras de arte

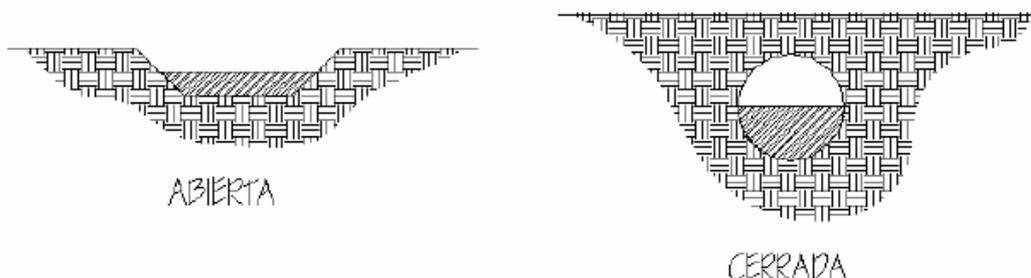
Pozos de visita

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 vista en los siguientes casos:

- a) En cambios de diámetro de tubería.
- b) En cambios de pendiente.
- c) En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24".
- d) En las intersecciones de tuberías colectoras.
- e) En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 metros
- f) En las curvas de colectores visitables a no más de 30 metros
- g) En los extremos superiores ramales iniciales.
- h) A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24".

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 3. Sección de canal



2.1.9. 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.

2.1.10. Presupuesto del proyecto.

En la integración del presupuesto se consideraron como costos directos: la mano de obra calificada, no calificada, los materiales de construcción y el transporte de los mismos, en los indirectos podemos tomar en cuenta las prestaciones, gastos administrativos, entre otros.

Los precios de los materiales se cotizaron de acuerdo al lugar y la fecha en que se realizó el proyecto, para integrar el presupuesto total de la obra, se procedió a cuantificar las cantidades de trabajo necesarias y los materiales según los detalles de los planos.

PRESUPUESTO.

| No. | DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO U. | SUB/TOT.Q | TOTAL/Q |
|-----------------------------------|--|-------------------|----------|----------|-----------|--------------------|
| SECTOR | | LOS QUIROA | | | | |
| 1 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | |
| 1.1 | REPLANTEO TOPOGRÁFICO | KM | 0.72 | 987.43 | 710.95 | |
| 1.2 | RÓTULO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO | U | 1.00 | 1677.73 | 1677.73 | |
| 2 | TUBERIA PRINCIPAL | | | | | |
| 2.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 6" | M3 | 234.76 | 49.01 | 11505.59 | |
| 2.2 | INSTALACIÓN TUBERIA PVC 6" NORMA 3034 | ML | 314.67 | 162.80 | 51228.28 | |
| 2.3 | RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL | M3 | 583.37 | 52.06 | 30370.24 | |
| 2.4 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL DE PVC 8" | M3 | 379.31 | 49.01 | 18589.98 | |
| 2.5 | INSTALACIÓN TUBERIA PVC 8" NORMA 3034 | ML | 406.47 | 281.21 | 114303.43 | |
| 3 | TUBERIA SECUNDARIA DE CANDELAS A PRINCIPAL | | | | | |
| 3.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB SECUNDARIA DE PVC 4" | M3 | 207.90 | 49.01 | 10189.18 | |
| 3.2 | INSTALACION TUBERIA PVC 4" NORMA 3034 | ML | 150.00 | 70.69 | 10603.50 | |
| 3.3 | RELLENO DE ZANJAS C/COMPACTACIÓN | M3 | 206.72 | 52.06 | 10761.84 | |
| 4 | POZOS DE VISITA | | | | | |
| 4.1 | POZOS DE VISITA ALT. PROM. 1.34 MTS | U | 20.00 | 4538.42 | 90768.40 | |
| 5 | CANDELAS DOMICILIARES | | | | | |
| 5.1 | EXCAVACIÓN P/CANDELA DIAM 1.1, PROF.= 1.3 | M3 | 48.75 | 53.91 | 2628.11 | |
| 5.2 | CANDELAS DOMICILIARES TC.DIAM 12" X1.3 | U | 25.00 | 818.07 | 20451.75 | |
| 5.3 | RELLENO P/CANDELAS DOMICILIARES | M3 | 46.31 | 52.06 | 2410.90 | |
| 6 | EMPEDRADO | | | | | |
| 6.1 | REPARACIÓN DE EMPEDRADO | M2 | 432.68 | 65.93 | 28526.59 | |
| 7 | LIMPIEZA FINAL | | | | | |
| 7.1 | LIMPIEZA Y PRUEBA DE TUBERIA | ML | 721.14 | 35.00 | 25239.90 | |
| 7.2 | ACARREO MATERIAL DE DESPERDICIO (A 3 KM DISTANCIA) | M3-KM | 276.47 | 12.75 | 3524.99 | |
| CANTIDAD TOTAL DEL SECTOR. | | | | | | Q433,491.36 |

Continuación del presupuesto.

| SECTOR: | | SECTOR No. 2 | | | |
|-----------|--|--------------|--------|---------|--------------------|
| | ALDEA SANTA RITA San Antonio Sacatepéquez. SAN MARCOS. | | | | |
| 8 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | |
| 8.1 | REPLANTEO TOPOGRAFICO | KM | 0.18 | 987.43 | 177.74 |
| 8.2 | ROTULO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO | U | 1.00 | 1677.73 | 1677.73 |
| 9 | TUBERIA PRINCIPAL | | | | |
| 9.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 6" | M3 | 120.36 | 49.01 | 5898.84 |
| 9.2 | INSTALACIÓN TUBERIA PVC 6" NORMA 3034 | ML | 314.67 | 162.80 | 51228.28 |
| 9.3 | RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL | M3 | 114.34 | 52.06 | 5952.54 |
| 10 | TUBERIA SECUNDARIA DE CANDELAS A PRINCIPAL | | | | |
| 10.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB SECUNDARIA DE PVC 4" | M3 | 91.48 | 49.01 | 4483.43 |
| 10.2 | INSTALACIÓN TUBERIA PVC 4" NORMA 3034 | ML | 66.00 | 70.69 | 4665.54 |
| 10.3 | RELLENO DE ZANJAS C/COMPACTACIÓN | M3 | 90.96 | 52.06 | 4735.38 |
| 11 | POZOS DE VISITA | | | | |
| 11.1 | POZOS DE VISITA ALT. PROM. 1.45 MTS | U | 6.00 | 4814.77 | 28888.62 |
| 12 | CANDELAS DOMICILIARES | | | | |
| 12.1 | EXCAVACIÓN P/CANDELA DIAM 1.1, PROF.= 1.3 | M3 | 21.45 | 53.91 | 1156.37 |
| 12.2 | CANDELAS DOMICILIARES TC.DIAM 12" X1.3 | U | 11.00 | 818.07 | 8998.77 |
| 12.3 | RELLENO P/CANDELAS DOMICILIARES | M3 | 20.38 | 52.06 | 1060.98 |
| 13 | LIMPIEZA FINAL | | | | |
| 13.1 | LIMPIEZA Y PRUEBA DE TUBERIA | ML | 178.08 | 25.00 | 4452.00 |
| 13.2 | ACARREO MATERIAL DE DESPERDICIO (A 3 KM DISTANCIA) | M3-KM | 276.47 | 12.75 | 3524.99 |
| | CANTIDAD TOTAL DEL SECTOR. | | | | Q126,901.21 |

CONTINUACIÓN DEL PRESUPUESTO

| SECTOR: | | SECTOR No. 3 | | | |
|-----------|--|--------------|--------|---------|--------------------|
| | ALDEA SANTA RITA San Antonio Sacatepéquez. SAN MARCOS. | | | | |
| 14 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | |
| 14.1 | REPLANTEO TOPOGRAFICO | KM | 0.44 | 987.43 | 434.47 |
| 14.2 | ROTULO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO | U | 1.00 | 1677.73 | 1677.73 |
| 15 | TUBERIA PRINCIPAL | | | | |
| 15.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 6" | M3 | 390.33 | 49.01 | 19130.07 |
| 15.2 | INSTALACION TUBERIA PVC 6" NORMA 3034 | ML | 361.24 | 162.80 | 58809.87 |
| 15.3 | RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL | M3 | 434.08 | 52.06 | 22598.20 |
| 15.4 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL DE PVC 8" | M3 | 66.60 | 49.01 | 3264.07 |
| 15.5 | INSTALACIÓN TUBERIA PVC 8" NORMA 3034 | ML | 75.12 | 281.21 | 21124.50 |
| 16 | TUBERIA SECUNDARIA DE CANDELAS A PRINCIPAL | | | | |
| 16.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB SECUNDARIA DE PVC 4" | M3 | 149.69 | 49.01 | 7336.31 |
| 16.2 | INSTALACIÓN TUBERIA PVC 4" NORMA 3034 | ML | 108.00 | 70.69 | 7634.52 |
| 16.3 | RELLENO DE ZANJAS C/COMPACTACIÓN | M3 | 148.84 | 52.06 | 7748.61 |
| 17 | POZOS DE VISITA | | | | |
| 17.1 | POZOS DE VISITA ALT. PROM. 1.73 MTS | U | 10.00 | 5514.90 | 55149.00 |
| 18 | CANDELAS DOMICILIARES | | | | |
| 18.1 | EXCAVACIÓN P/CANDELA DIAM 1.1, PROF.= 1.3 | M3 | 35.10 | 53.91 | 1892.24 |
| 18.2 | CANDELAS DOMICILIARES TC.DIAM 12" X1.3 | U | 18.00 | 818.07 | 14725.26 |
| 18.3 | RELLENO P/CANDELAS DOMICILIARES | M3 | 33.35 | 52.06 | 1736.20 |
| 19 | EMPEDRADO | | | | |
| 19.1 | REPARACION DE EMPEDRADO | M2 | 261.82 | 65.93 | 17261.79 |
| 22 | LIMPIEZA FINAL | | | | |
| 22.1 | LIMPIEZA Y PRUEBA DE TUBERIA | ML | 436.36 | 25.00 | 10909.00 |
| 22.2 | ACARREO MATERIAL DE DESPERDICIO (A 3 KM DISTANCIA) | M3-KM | 276.47 | 12.75 | 3524.99 |
| | CANTIDAD TOTAL DEL SECTOR. | | | | Q254,956.83 |

CONTINUACIÓN DEL PRESUPUESTO

| SECTOR: | | SECTOR No. 4 | | | |
|-----------|--|--------------|--------|---------|-------------------|
| | ALDEA SANTA RITA San Antonio Sacatepéquez. SAN MARCOS. | | | | |
| 23 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | |
| 23.1 | REPLANTEO TOPOGRAFICO | KM | 0.17 | 987.43 | 167.86 |
| 23.2 | ROTULO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO | U | 1.00 | 1677.73 | 1677.73 |
| 24 | TUBERIA PRINCIPAL | | | | |
| 24.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 6" | M3 | 116.52 | 49.01 | 5710.65 |
| 24.2 | INSTALACIÓN TUBERIA PVC 6" NORMA 3034 | ML | 173.66 | 162.80 | 28271.85 |
| 24.3 | RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL | M3 | 110.69 | 52.06 | 5762.52 |
| 25 | TUBERIA SECUNDARIA DE CANDELAS A PRINCIPAL | | | | |
| 25.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB SECUNDARIA DE PVC 4" | M3 | 66.53 | 49.01 | 3260.64 |
| 25.2 | INSTALACION TUBERIA PVC 4" NORMA 3034 | ML | 48.00 | 70.69 | 3393.12 |
| 25.3 | RELLENO DE ZANJAS C/COMPACTACION | M3 | 66.15 | 52.06 | 3443.77 |
| 26 | POZOS DE VISITA | | | | |
| 26.1 | POZOS DE VISITA ALT. PROM. 1.29MTS | U | 5.00 | 4413.55 | 22067.75 |
| 27 | CANDELAS DOMICILIARES | | | | |
| 27.1 | EXCAVACIÓN P/CANDELA DIAM 1.1, PROF.= 1.3 | M3 | 15.60 | 53.91 | 841.00 |
| 27.2 | CANDELAS DOMICILIARES TC.DIAM 12" X1.3 | U | 8.00 | 818.07 | 6544.56 |
| 27.3 | RELLENO P/CANDELAS DOMICILIARES | M3 | 14.82 | 52.06 | 771.53 |
| 28 | EMPEDRADO | | | | |
| 28.1 | REPARACION DE EMPEDRADO | M2 | 104.20 | 65.93 | 6869.91 |
| 29 | LIMPIEZA FINAL | | | | |
| 29.1 | LIMPIEZA Y PRUEBA DE TUBERIA | ML | 170.00 | 25.00 | 4250.00 |
| 29.2 | ACARREO MATERIAL DE DESPERDICIO (A 3 KM DISTANCIA) | M3-KM | 276.47 | 12.75 | 3524.99 |
| | CANTIDAD TOTAL DEL SECTOR. | | | | Q96,557.88 |

CONTINUACIÓN DEL PRESUPUESTO

| SECTOR: | | SECTOR No. 5 | | | |
|-----------|--|--------------|--------|--------------------------------------|----------------------|
| | ALDEA SANTA RITA San Antonio Sacatepéquez. SAN MARCOS. | | | | |
| 30 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | |
| 30.1 | REPLANTEO TOPOGRAFICO | KM | 0.50 | 987.43 | 493.72 |
| 30.2 | ROTULO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO | U | 1.00 | 1677.73 | 1677.73 |
| 31 | TUBERIA PRINCIPAL | | | | |
| 31.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 6" | M3 | 401.76 | 49.01 | 19690.26 |
| 31.2 | INSTALACIÓN TUBERIA PVC 6" NORMA 3034 | ML | 495.19 | 162.80 | 80616.93 |
| 31.3 | RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL | M3 | 381.67 | 52.06 | 19869.74 |
| 32 | TUBERIA SECUNDARIA DE CANDELAS A PRINCIPAL | | | | |
| 32.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB SECUNDARIA DE PVC 4" | M3 | 331.50 | 49.01 | 16246.82 |
| 32.2 | INSTALACIÓN TUBERIA PVC 4" NORMA 3034 | ML | 102.00 | 70.69 | 7210.38 |
| 32.3 | RELLENO DE ZANJAS C/COMPACTACIÓN | M3 | 330.70 | 52.06 | 17216.24 |
| 33 | POZOS DE VISITA | | | | |
| 33.1 | POZOS DE VISITA ALT. PROM. 1.65MTS | U | 10.00 | 5311.54 | 53115.40 |
| 34 | CANDELAS DOMICILIARES | | | | |
| 34.1 | EXCAVACIÓN P/CANDELA DIAM 1.1, PROF.= 1.3 | M3 | 33.15 | 53.91 | 1787.12 |
| 34.2 | CANDELAS DOMICILIARES TC.DIAM 12" X1.3 | U | 17.00 | 818.07 | 13907.19 |
| 34.3 | RELLENO P/CANDELAS DOMICILIARES | M3 | 31.49 | 52.06 | 1639.37 |
| 36 | LIMPIEZA FINAL | | | | |
| 36.1 | LIMPIEZA Y PRUEBA DE TUBERIA | ML | 500.00 | 25.00 | 12500.00 |
| 36.2 | ACARREO MATERIAL DE DESPERDICIO (A 3 KM DISTANCIA) | M3-KM | 276.47 | 12.75 | 3524.99 |
| | CANTIDAD TOTAL DEL SECTOR. | | | | Q249,495.89 |
| | | | | TOTAL DEL PROYECTO EN GENERAL | Q1,161,403.17 |

2.1.11. Cronograma de ejecución.

El cronograma de ejecución-inversión, nos indica un tiempo estimado para la ejecución del proyecto así como una secuencia lógica de los renglones de trabajos a realizarse, por medio de el obtenemos un informe mensual de los desembolsos que se pueden hacer del proyecto.

Cronograma de avance

Físico – financiero.

| | | | | | | CRONOGRAMA DE EJECUCION - INVERSION | | | |
|---|--|-------------------|----------|---------|------------|--|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | | Tiempo de Ejecución en Meses Calendario. | | | |
| No | DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN | UNIDAD | CANTIDAD | C/ U. | SUB/TOT. Q | TOTAL/Q | 1 | 2 | 3 |
| | ALDEA SANTA RITA San Antonio Sacatepéquez. SAN MARCOS. | | | | | | | | |
| | SECTOR | LOS QUIROA | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 1 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | | |
| 1.1 | REPLANTEO TOPOGRAFICO | KM | 0.72 | 987.43 | 710.95 | | | | |
| 1.2 | ROTULO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO | U | 1.00 | 1677.73 | 1677.73 | | | | |
| 2 | TUBERIA PRINCIPAL | | | | | | | | |
| 2.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 6" | M3 | 234.76 | 49.01 | 11505.59 | | | | |
| 2.2 | INSTALACION TUBERIA PVC 6" NORMA 3034 | ML | 314.67 | 162.80 | 51228.28 | | | | |
| 2.3 | RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL | M3 | 583.37 | 52.06 | 30370.24 | | | | |
| 2.4 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL DE PVC 8" | M3 | 379.31 | 49.01 | 18589.98 | | | | |
| 2.5 | INSTALACION TUBERIA PVC 8" NORMA 3034 | ML | 406.47 | 281.21 | 114303.43 | | | | |
| 3 | TUBERIA SECUNDARIA DE CANDELAS A PRINCIPAL | | | | | | | | |
| 3.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB SECUNDARIA DE PVC 4" | M3 | 207.90 | 49.01 | 10189.18 | | | | |
| 3.2 | INSTALACION TUBERIA PVC 4" NORMA 3034 | ML | 150.00 | 70.69 | 10603.50 | | | | |
| 3.3 | RELLENO DE ZANJAS C/COMPACTACION | M3 | 206.72 | 52.06 | 10761.84 | | | | |
| 4 | POZOS DE VISITA | | | | | | | | |
| 4.1 | POZOS DE VISITA ALT. PROM. 1.34 MTS | U | 20.00 | 4538.42 | 90768.40 | | | | |
| 5 | CANDELAS DOMICILIARES | | | | | | | | |
| 5.1 | EXCAVACIÓN P/CANDELA DIAM 1.1, PROF.= 1.3 | M3 | 48.75 | 53.91 | 2628.11 | | | | |
| 5.2 | CANDELAS DOMICILIARES TC. DIAM 12" X1.3 | U | 25.00 | 818.07 | 20451.75 | | | | |
| 5.3 | RELLENO P/CANDELAS DOMICILIARES | M3 | 46.31 | 52.06 | 2410.90 | | | | |
| 6 | EMPEDRADO | | | | | | | | |
| 6.1 | REPARACIÓN DE EMPEDRADO | M2 | 432.68 | 65.93 | 28526.59 | | | | |
| 7 | LIMPIEZA FINAL | | | | | | | | |
| 7.1 | LIMPIEZA Y PRUEBA DE TUBERIA | ML | 721.14 | 35.00 | 25239.90 | | | | |
| 7.2 | ACARREO MATERIAL DE DESPERDICIO (A 3 KM DISTANCIA) | M3-KM | 276.47 | 12.75 | 3524.99 | | | | |
| CANTIDAD TOTAL DEL SECTOR. | | | | | | Q433,491.36 | | | |
| AVANCE FISICO MENSUAL | | | | | | | 30% | 45% | 25% |
| AVANCE FINANCIERO MENSUAL | | | | | | | Q100,202.32 | Q175,530.45 | Q157,758.59 |
| AVANCE FINANCIERO MENSUALACUMULADO | | | | | | | Q100,202.32 | Q275,732.77 | Q433,491.36 |

CONTINUACIÓN DEL CRONOGRAMA

| | SECTOR | SECTOR No. 2 | | | | CRONOGRAMA DE EJECUCION - INVERSION | | | |
|-----------|--|--------------|--------|---------|--------------------|---|-------------|-------------|-------------|
| | ALDEA SANTA RITA San Antonio Sacatepéquez. SAN MARCOS. | | | | | Tiempo de Ejecución en Meses Calendario. | | | |
| 8 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | | |
| 1.1 | REPLANTEO TOPOGRAFICO | KM | 0.18 | 987.43 | 177.74 | | | | |
| 1.2 | ROTULO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO | U | 1.00 | 1677.73 | 1677.73 | | | | |
| 9 | TUBERIA PRINCIPAL | | | | | | | | |
| 9.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 6" | M3 | 120.36 | 49.01 | 5898.84 | | | | |
| 9.2 | INSTALACION TUBERIA PVC 6" NORMA 3034 | ML | 314.67 | 162.80 | 51228.28 | | | | |
| 9.3 | RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL | M3 | 114.34 | 52.06 | 5952.54 | | | | |
| 10 | TUBERIA SECUNDARIA DE CANDELAS A PRINCIPAL | | | | | | | | |
| 10.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB SECUNDARIA DE PVC 4" | M3 | 91.48 | 49.01 | 4483.43 | | | | |
| 10.2 | INSTALACION TUBERIA PVC 4" NORMA 3034 | ML | 66.00 | 70.69 | 4665.54 | | | | |
| 10.3 | RELLENO DE ZANJAS C/COMPACTACION | M3 | 90.96 | 52.06 | 4735.38 | | | | |
| 11 | POZOS DE VISITA | | | | | | | | |
| 11.1 | POZOS DE VISITA ALT. PROM. 1.45 MTS | U | 6.00 | 4814.77 | 28888.62 | | | | |
| 12 | CANDELAS DOMICILIARES | | | | | | | | |
| 12.1 | EXCAVACIÓN P/CANDELA DIAM 1.1, PROF.= 1.3 | M3 | 21.45 | 53.91 | 1156.37 | | | | |
| 12.2 | CANDELAS DOMICILIARES TC.DIAM 12" X1.3 | U | 11.00 | 818.07 | 8998.77 | | | | |
| 12.3 | RELLENO P/CANDELAS DOMICILIARES | M3 | 20.38 | 52.06 | 1060.98 | | | | |
| 13 | LIMPIEZA FINAL | | | | | | | | |
| 13.1 | LIMPIEZA Y PRUEBA DE TUBERIA | ML | 178.08 | 25.00 | 4452.00 | | | | |
| 13.2 | ACARREO MATERIAL DE DESPERDICIO (A 3 KM DISTANCIA) | M3-KM | 276.47 | 12.75 | 3524.99 | | | | |
| | CANTIDAD TOTAL DEL SECTOR. | | | | Q126,901.21 | | | | |
| | | | | | | AVANCE FISICO MENSUAL | 30% | 45% | 25% |
| | | | | | | AVANCE FINANCIERO MENSUAL | Q30,419.03 | Q57,234.41 | Q39,247.77 |
| | | | | | | AVANCE FINANCIERO MENSUALACUMULADO | Q 30,419.03 | Q 87,653.44 | Q126,901.21 |

CONTINUACIÓN DEL CRONOGRAMA

| SECTOR | | SECTOR No. 3 | | | | CRONOGRAMA DE EJECUCION - INVERSION | | |
|--|--|--------------|--------|---------|--------------------|---|-------------|-------------|
| ALDEA SANTA RITA San Antonio Sacatepéquez. SAN MARCOS. | | | | | | Tiempo de Ejecución en Meses Calendario. | | |
| 14 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | |
| 1.1 | REPLANTEO TOPOGRAFICO | KM | 0.44 | 987.43 | 434.47 | | | |
| 1.2 | ROTULO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO | U | 1.00 | 1677.73 | 1677.73 | | | |
| 15 | TUBERIA PRINCIPAL | | | | | | | |
| 15.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 6" | M3 | 390.33 | 49.01 | 19130.07 | | | |
| 15.2 | INSTALACION TUBERIA PVC 6" NORMA 3034 | ML | 361.24 | 162.80 | 58809.87 | | | |
| 15.3 | RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL | M3 | 434.08 | 52.06 | 22598.20 | | | |
| 15.4 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL DE PVC 8" | M3 | 66.60 | 49.01 | 3264.07 | | | |
| 15.5 | INSTALACION TUBERIA PVC 8" NORMA 3034 | ML | 75.12 | 281.21 | 21124.50 | | | |
| 16 | TUBERIA SECUNDARIA DE CANDELAS A PRINCIPAL | | | | | | | |
| 16.1 | EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB SECUNDARIA DE PVC 4" | M3 | 149.69 | 49.01 | 7336.31 | | | |
| 16.2 | INSTALACION TUBERIA PVC 4" NORMA 3034 | ML | 108.00 | 70.69 | 7634.52 | | | |
| 16.3 | RELLENO DE ZANJAS C/COMPACTACION | M3 | 148.84 | 52.06 | 7748.61 | | | |
| 17 | POZOS DE VISITA | | | | | | | |
| 17.1 | POZOS DE VISITA ALT. PROM. 1.73 MTS | U | 10.00 | 5514.90 | 55149.00 | | | |
| 18 | CANDELAS DOMICILIARES | | | | | | | |
| 18.1 | EXCAVACIÓN P/CANDELA DIAM 1.1, PROF.= 1.3 | M3 | 35.10 | 53.91 | 1892.24 | | | |
| 18.2 | CANDELAS DOMICILIARES TC.DIAM 12" X1.3 | U | 18.00 | 818.07 | 14725.26 | | | |
| 18.3 | RELLENO P/CANDELAS DOMICILIARES | M3 | 33.35 | 52.06 | 1736.20 | | | |
| 19 | EMPEDRADO | | | | | | | |
| 19.1 | REPARACION DE EMPEDRADO | M2 | 261.82 | 65.93 | 17261.79 | | | |
| 22 | LIMPIEZA FINAL | | | | | | | |
| 22.1 | LIMPIEZA Y PRUEBA DE TUBERIA | ML | 436.36 | 25.00 | 10909.00 | | | |
| 22.2 | ACARREO MATERIAL DE DESPERDICIO (A 3 KM DISTANCIA) | M3-KM | 276.47 | 12.75 | 3524.99 | | | |
| CANTIDAD TOTAL DEL SECTOR. | | | | | Q254,956.83 | | | |
| AVANCE FISICO MENSUAL | | | | | | 30% | 45% | 25% |
| AVANCE FINANCIERO MENSUAL | | | | | | Q53,276.46 | Q102,018.34 | Q99,662.04 |
| AVANCE FINANCIERO MENSUALACUMULADO | | | | | | Q 53,276.46 | Q155,294.80 | Q254,956.83 |

**CONTINUACIÓN DEL
CRONOGRAMA**

| SECTOR | | SECTOR No. 4 | | | | CRONOGRAMA DE EJECUCION - INVERSION | | |
|--|--|--------------|--------|---------|-------------------|---|-------------|-------------|
| ALDEA SANTA RITA San Antonio Sacatepéquez. SAN MARCOS. | | | | | | Tiempo de Ejecución en Meses Calendario. | | |
| 23 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | |
| 1.1 | REPLANTEO TOPOGRAFICO | KM | 0.17 | 987.43 | 167.86 | | | |
| 1.2 | ROTULO DE IDENTIFICACION DEL PROYECTO | U | 1.00 | 1677.73 | 1677.73 | | | |
| 24 | TUBERIA PRINCIPAL | | | | | | | |
| 24.1 | EXCAVACION ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 6" | M3 | 116.52 | 49.01 | 5710.65 | | | |
| 24.2 | INSTALACION TUBERIA PVC 6" NORMA 3034 | ML | 173.66 | 162.80 | 28271.85 | | | |
| 24.3 | RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL | M3 | 110.69 | 52.06 | 5762.52 | | | |
| 25 | TUBERIA SECUNDARIA DE CANDELAS A PRINCIPAL | | | | | | | |
| 25.1 | EXCAVACION ZANJA P/TUB SECUNDARIA DE PVC 4" | M3 | 66.53 | 49.01 | 3260.64 | | | |
| 25.2 | INSTALACION TUBERIA PVC 4" NORMA 3034 | ML | 48.00 | 70.69 | 3393.12 | | | |
| 25.3 | RELLENO DE ZANJAS C/COMPACTACION | M3 | 66.15 | 52.06 | 3443.77 | | | |
| 26 | POZOS DE VISITA | | | | | | | |
| 26.1 | POZOS DE VISITA ALT. PROM. 1.29MTS | U | 5.00 | 4413.55 | 22067.75 | | | |
| 27 | CANDELAS DOMICILIARES | | | | | | | |
| 27.1 | EXCAVACION P/CANDELA DIAM 1.1, PROF.= 1.3 | M3 | 15.60 | 53.91 | 841.00 | | | |
| 27.2 | CANDELAS DOMICILIARES TC.DIAM 12" X1.3 | U | 8.00 | 818.07 | 6544.56 | | | |
| 27.3 | RELLENO P/CANDELAS DOMICILIARES | M3 | 14.82 | 52.06 | 771.53 | | | |
| 28 | EMPEDRADO | | | | | | | |
| 28.1 | REPARACION DE EMPEDRADO | M2 | 104.20 | 65.93 | 6869.91 | | | |
| 29 | LIMPIEZA FINAL | | | | | | | |
| 29.1 | LIMPIEZA Y PRUEBA DE TUBERIA | ML | 170.00 | 25.00 | 4250.00 | | | |
| 29.2 | ACARREO MATERIAL DE DESPERDICIO (A 3 KM DISTANCIA) | M3-KM | 276.47 | 12.75 | 3524.99 | | | |
| CANTIDAD TOTAL DEL SECTOR. | | | | | Q96,557.88 | | | |
| AVANCE FISICO MENSUAL | | | | | | 30% | 45% | 25% |
| AVANCE FINANCIERO MENSUAL | | | | | | Q17,856.05 | Q39,236.47 | Q39,297.51 |
| AVANCE FINANCIERO MENSUALACUMULADO | | | | | | Q 17,856.05 | Q 57,092.52 | Q 96,390.02 |

CONTINUACIÓN DEL CRONOGRAMA

| SECTOR | | SECTOR No. 5 | | | | CRONOGRAMA DE EJECUCION - INVERSION | | |
|--|--|--------------|--------|---------|--------------------|---|-------------|-------------|
| ALDEA SANTA RITA San Antonio Sacatepéquez. SAN MARCOS. | | | | | | Tiempo de Ejecución en Meses Calendario. | | |
| 30 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | |
| 1.1 | REPLANTEO TOPOGRAFICO | KM | 0.50 | 987.43 | 493.72 | | | |
| 1.2 | ROTULO DE IDENTIFICACION DEL PROYECTO | U | 1.00 | 1677.73 | 1677.73 | | | |
| 31 | TUBERIA PRINCIPAL | | | | | | | |
| 31.1 | EXCAVACION ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 6" | M3 | 401.76 | 49.01 | 19690.26 | | | |
| 31.2 | INSTALACION TUBERIA PVC 6" NORMA 3034 | ML | 495.19 | 162.80 | 80616.93 | | | |
| 31.3 | RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL | M3 | 381.67 | 52.06 | 19869.74 | | | |
| 32 | TUBERIA SECUNDARIA DE CANDELAS A PRINCIPAL | | | | | | | |
| 32.1 | EXCAVACION ZANJA P/TUB SECUNDARIA DE PVC 4" | M3 | 331.50 | 49.01 | 16246.82 | | | |
| 32.2 | INSTALACION TUBERIA PVC 4" NORMA 3034 | ML | 102.00 | 70.69 | 7210.38 | | | |
| 32.3 | RELLENO DE ZANJAS C/COMPACTACION | M3 | 330.70 | 52.06 | 17216.24 | | | |
| 33 | POZOS DE VISITA | | | | | | | |
| 33.1 | POZOS DE VISITA ALT. PROM. 1.65MTS | U | 10.00 | 5311.54 | 53115.40 | | | |
| 34 | CANDELAS DOMICILIARES | | | | | | | |
| 34.1 | EXCAVACION P/CANDELA DIAM 1.1, PROF.= 1.3 | M3 | 33.15 | 53.91 | 1787.12 | | | |
| 34.2 | CANDELAS DOMICILIARES TC. DIAM 12" X1.3 | U | 17.00 | 818.07 | 13907.19 | | | |
| 34.3 | RELLENO P/CANDELAS DOMICILIARES | M3 | 31.49 | 52.06 | 1639.37 | | | |
| 36 | LIMPIEZA FINAL | | | | | | | |
| 36.1 | LIMPIEZA Y PRUEBA DE TUBERIA | ML | 500.00 | 25.00 | 12500.00 | | | |
| 36.2 | ACARREO MATERIAL DE DESPERDICIO (A 3 KM DISTANCIA) | M3-KM | 276.47 | 12.75 | 3524.99 | | | |
| CANTIDAD TOTAL DEL SECTOR. | | | | | Q249,495.89 | | | |
| AVANCE FISICO MENSUAL | | | | | | 30% | 45% | 25% |
| AVANCE FINANCIERO MENSUAL | | | | | | Q52,325.05 | Q108,015.65 | Q89,155.20 |
| AVANCE FINANCIERO MENSUALACUMULADO | | | | | | Q 52,325.05 | Q160,340.70 | Q249,495.89 |
| SUMA TOTAL DE LOS SECTORES | | | | | | Q1,161,403.17 | | |

2.1.12. Evaluación del 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.

2.1.12.1 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.

2.1.12.1 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 de 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.

2.1.13 Evaluación socio-económica

2.1.13.1 V.P.N (valor presente neto)

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 perdidas.

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, y cuando el VPN>0, esta indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad.

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

P= Valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente.

F= Valor de pago único al final del periodo de la operación, o valor de pago futuro.

A= Valor de pago uniforme en un periodo determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso.

I= Tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de unidad por la inversión una solución.

N= periodo de tiempo que se pretende dure la operación.

La aldea Santa Rita por medio de la municipalidad de San Antonio Sacatepéquez, pretende invertir en el proyecto de drenaje sanitario la cantidad de Q1,161,403.17, el mismo consta de 96 viviendas. Se pretende tener un costo mensual por mantenimiento del sistema de Q 239.58 por parte de la municipalidad. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida corresponde a un pago único de Q 423.68 por vivienda; también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q 12.00. Suponiendo una tasa del 12% al final de los 25 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del Valor Presente Neto.

Datos del proyecto

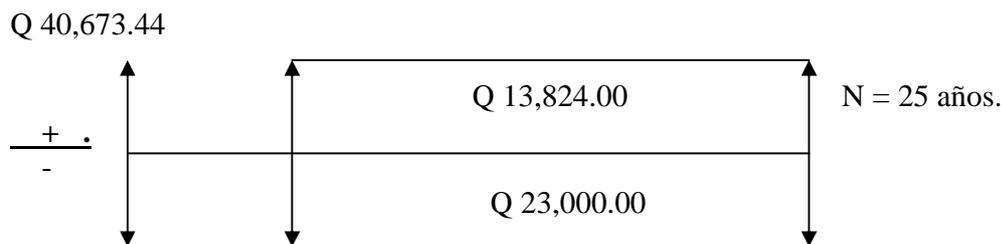
| | |
|---|-----------------|
| A. Total de viviendas del sistema | = 96 |
| B. Costo total del proyecto | = Q1,161,403.17 |
| C. Costo mensual del mantenimiento de la red por vivienda | = Q 1916.67 |
| D. Pago de instalación de acometidas por vivienda | = Q 423.68 |
| E. Ingreso mensual de mantenimiento por vivienda | = Q 12.00 |
| F. Tasa de interés | = 12 % |
| G. Vida útil del proyecto | = 25 años. |

Analizaremos el VPN utilizando el método de línea de tiempo ya que es fácil y práctico, situando los ingresos y egresos y trasladándolos posteriormente al valor presente, utilizamos una tasa de interés de 12%. Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos, entonces se tiene que:

Tabla IV. Cálculo de datos para encontrar el V.P.N.

| Datos del proyecto | Cálculos de los datos | Resultados |
|--------------------|-----------------------|---------------|
| Inversión inicial | ----- | Q1,161,403.17 |
| Ingreso inicial | D x A | Q 40,673.44 |
| Costos anuales | C x 12 meses | Q 23,000.00 |
| Ingreso anual | E x A x 12 meses | Q 13,824.00 |
| Vida útil. | | 25 años |

Diagrama de flujo.



Q 1,161,403.17

$$VPN = -1,161,403.17 + 40,673.44 + 13,824.00 * \left(\frac{(1 + 0.12)^{25} - 1}{0.12(1 + 0.12)^{25}} \right) - 23,000 * \left(\frac{(1 + 0.12)^{25} - 1}{0.12(1 + 0.12)^{25}} \right)$$

$$VPN = - 1,192,698.38$$

Este resultado nos indica que el proyecto no es factible si la comunidad lo financiaría, pero como el proyecto no es lucrativo se realizara por medio de alguna institución que apoye a la municipalidad de San Antonio Sacatepéquez.

2.1.13.2. Cálculo de la tasa interna de retorno

Se llama tasa interna de retorno (TIR) al tipo de interés al que hay que descontar una serie de flujos en unas fechas determinadas para que tengan una valor actual neto (VAN) igual a cero.

Como el proyecto no tiene ingresos que pueda compensar los gastos de mantenimiento y el inicial el TIR no se puede encontrar.

2.2. Diseño de empedrado con carrileras de concreto de las comunidades de Siete Tambores y San Ramón, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos

2.2.1. Descripción del proyecto a realizar

Las comunidades de Siete Tambores y San Ramón, tiene como principal comercio los productos agrícolas, por lo que se tiene la necesidad de hacer una planificación del empedrado con carrileras de concreto, 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.

Los tramos realizados cuentan con una longitud total de 1,443.52 mts para Siete Tambores y 1,107.48 mts para San Ramón ambos tramos cuentan con secciones transversales a cada 20 mts y una sección típica del empedrado con carrileras de concreto mas cuneta revestida.

2.2.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la línea central de la carretera, los puntos de las curvas, secciones transversales, transversales o alcantarillas, o en general para 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, estadal, estacas y cinta métrica, los resultados se muestran en los anexos.

2.2.3. Estudio de suelos

Por medio del mismo podemos analizar y tomar decisiones para la preparación de las capas que conforman la carretera por medio de los resultados que nos proporciona el laboratorio de las muestras obtenidas en el lugar de trabajo, en este caso sería el de la planificación de empedrado con carrileras de concreto de las comunidades de Siete Tambores y San Ramón.

2.2.4. Ensayos de laboratorio de suelos

2.2.4.1. Granulometría

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen. Los resultados de éste análisis son luego representados en forma gráfica, obteniéndose con ella una curva de distribución granulométrica.

Debido a la gran variedad en el tamaño de las partículas de suelo, o granos, casi es ilimitada; es necesario el análisis granulométrico, que se refiere a la determinación de la cantidad en por ciento 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 mas 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 de la curva granulométrica. La uniformidad de un suelo se puede definir por la siguiente relación:

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

Los suelos que tienen Cu menor que 4 se dice que son uniformes; los suelos con Cu 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-4, fue arena pómez color beige.

2.2.4.2. 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) se llama: contenido óptimo de humedad, para aquel método de compactación. En general, ésta 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 empedrado con carrileras de concreto de las comunidades de Siete Tambores y San Ramón, con una humedad óptima del 25.5% y una densidad seca máxima de 1,658 kg/m³ ó 82.2 lb/pe³.

2.2.4.3. 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 y 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 4 Gráfica de 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 V. Empleo que se le puede dar al material en lo que al CBR se refiere.

| C.B.R. | CLASIFICACION |
|----------|----------------------------|
| 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 |

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 25% al 95.85% de compactación.

2.2.4.4. 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 formula:

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

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

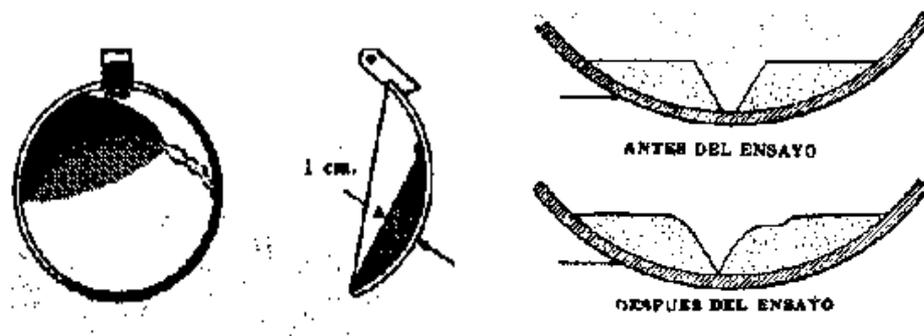
Es el contenido de humedad expresado en porcentaje de su peso secado al horno que tiene el material cuando permite su arrollamiento en tiras de 1/8 de pulgada de diámetro sin romperse.

Índice plástico

El límite plástico se define como el contenido de humedad, expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico. Generalmente se hace uso del material que, mezclado con agua, ha sobrado de la prueba del límite líquido y al que se le evapora la humedad por mezclado hasta tener una mezcla plástica que sea fácilmente moldeable. Se forma una pequeña bola que deberá rodillarse enseguida en la palma de la mano o en una placa de vidrio aplicando la suficiente presión a efecto de formar filamentos.

Según ensayos de laboratorio el material no tiene índice plástico.

Figura 5. 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 nuestra muestra no es plástico.

2.2.4.5. Análisis de resultados

El suelo presenta las siguientes características:

- Clasificación S.C.U: SM
- Descripción: arena pómez color beige.
- Material no plástico
- Peso unitario máximo: 82.2 lb/pie³
- Humedad óptima: 25.5%
- CBR: 25.5% al 95.85% 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%.

2.2.5. 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 8 mts debido a la topografía del terreno, y a que la línea central pasa en el centro de la comunidad 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. Para su descripción se puede mencionar que una carrilera 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.

Es la estructura que descansa sobre la subrasante o terreno de fundación, conformada por las diferentes capas de subbase, base y carpeta de rodadura.

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:

- (a) 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. Están compuestos principalmente de materia orgánica parcialmente podrida y generalmente tienen una textura fibrosa, de color café oscuro o negro y olor a podredumbre. Son altamente compresibles y tienen baja resistencia. Además basuras o impurezas que puedan ser perjudiciales para la cimentación de la estructura del pavimento.

- (b) 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 sub-rasante: 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.

Descripción: este trabajo consiste en la eliminación de toda la vegetación y materia orgánica o cualquier otro material existente sobre el área de sub-rasante a reacondicionar, así como la escarificación, mezcla, homogeneización, humedecimiento, conformación y compactación del suelo de la sub-rasante, efectuando cortes y rellenos en un espesor no mayor de 200 milímetros. Incluye la regulación del tránsito y el control de laboratorio para dejar una sub-rasante de acuerdo a estas especificaciones generales y con su superficie de conformidad con los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones típicas de pavimentación que se indiquen en los planos.

Tabla VI. Propiedades y requisitos ideales para suelo ensayado

| Propiedades del material | 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. |

Tabla VII. Calidad de la subrasante

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

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.

Descripción: Sub-Base o material selecto. 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.

Este trabajo consiste en la obtención, explotación, acarreo, tendido, humedecimiento, mezcla, conformación y compactación del material de sub-base común. El control de laboratorio y operaciones necesarias para construir en una o varias capas, una sub-base del espesor compactado requerido, sobre la sub-rasante previamente aceptada de acuerdo a estas especificaciones; todo de acuerdo con lo indicado en los planos u ordenado por el delegado residente, ajustándose a los alineamientos horizontal, vertical y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas especificaciones generales.

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.

Requisitos para los materiales de la sub-base: la capa de sub-base común, debe estar constituida por materiales de tipo granular en su estado natural o mezclados, que formen y produzcan un material que llene los requisitos siguientes.

Valor soporte: el material debe tener un CBR, AASHTO T 193, mínimo de 30, efectuado sobre muestra saturada a 95% de compactación, AASHTO T 180.

Piedras grandes y exceso de finos: el tamaño máximo de las piedras que contenga el material de sub-base, no debe exceder de 70 milímetros ni exceder de $\frac{1}{2}$ espesor de la capa. El material de sub-base no debe tener más del 50% en peso, de partículas que pasen el Tamiz 0.425 mm, ni más del 25% en peso, de partículas que pasen el Tamiz 0.075 mm.

Plasticidad y cohesión

El material de sub-base debe tener las características siguientes:

Plasticidad: la porción que pasa el Tamiz 0.425 mm, no debe de tener un índice de plasticidad AASHTO T 90, mayor de 6 ni un límite líquido, AASHTO T 89, mayor de 25, determinados ambos, sobre muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146.

Cuando las disposiciones especiales lo indiquen expresamente, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero en ningún caso mayor de 8.

Equivalente de arena: no debe ser menor de 25, determinado por el método AASHTO T 176.

Impurezas: el material de sub-base debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de la capa de sub-base puedan causar fallas en el pavimento.

REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN

Selección del material: cuando existan varios bancos como alternativas para el uso del material de sub-base, dentro de las condiciones normales de acarreo, el Contratista debe usar el material que tenga un mayor valor soporte, menor porcentaje que pase el tamiz 0.075 mm, menor índice de plasticidad y mayor equivalente de arena.

Obtención del material para la sub-base: el contratista debe de construir por su cuenta, los caminos de acceso y obras complementarias para la explotación y obtención del material de sub-base común. Previamente a la explotación, debe efectuar la limpia, chapeo y destronque correspondiente, eliminando la vegetación, capa de materia orgánica, basura, arcilla, las piedras mayores de 70 milímetros y sustancias que puedan contaminar el material obtenido.

Debe además organizar y controlar el tránsito de vehículos, el acarreo del material y mantener los caminos aplacando el polvo para evitar accidentes, todo de acuerdo con lo estipulado en 155.04. de éstas especificaciones generales.

COLOCACIÓN Y TENDIDO.

Colocación: el contratista debe colocar el volumen de material correspondiente al espesor de sub-base requerido por el diseño, sobre la sub-rasante recibida, previamente preparada y reacondicionada. El material puede ser colocado en pilas por medio de camiones de volteo, formando camellones o con máquina especial esparcidora.

Tendido: el material de sub-base, debe ser tendido en capas no mayores de 300 milímetros ni menores de 100 milímetros.

Si el espesor de sub-base requerido, es mayor de 300 milímetros, el material debe ser colocado en dos o más capas, nunca menores de 100 milímetros, no permitiéndose la colocación de la capa siguiente, antes de comprobar la compactación de la inmediata anterior. El material suelto de sub-base colocado, debe corresponder en cantidad, al espesor de la capa a tender en el ancho total establecido en la sección típica de pavimentación, tomando en cuenta su reducción de volumen por la compactación.

La distancia máxima a que puede ser colocado el material de sub-base, medida desde el extremo anterior cubierto con la base, no debe ser mayor de 2 kilómetros.

Mezcla del material: después de haberse colocado y tendido el material, cuando no se use máquina especial esparcidora y conformadora, debe procederse a su homogeneización, mezclando el material en todo su espesor mediante la utilización de equipo apropiado, pudiéndose efectuar con motoniveladora o por otro método que produzca una mezcla homogénea.

Cuando se use equipo especial que permita tender el material sin segregación, no se debe requerir esta mezcla.

Riego del agua: el material de sub-base debe esparcirse, homogeneizarse y conformarse, agregándole la cantidad de agua necesaria para lograr su compactación, cuya operación puede efectuarse simultáneamente con la mezcla indicada. Cuando se use máquina especial esparcidora y conformadora, el material puede ser humedecido previamente en la planta de producción del mismo, pudiéndose en este caso, proceder a su compactación inmediata. La humedad de campo debe determinarse, secando el material o por el método con carburo, AASHTO T 217.

Conformación y compactación: la capa de sub-base debe conformarse, ajustándose a los alineamientos y secciones típicas de pavimentación y compactarse en su totalidad, hasta lograr el 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180.

La determinación de la densidad máxima, se debe efectuar por cada 2,000 metros cúbicos de material de sub-base, o cuando haya evidencia de que las características del material han cambiado o se inicie la utilización de un nuevo banco.

La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia mediante el método AASHTO T 191. Con la aprobación escrita del Ingeniero, pueden utilizarse otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos. Cuando el espesor a compactar exceda de 300 milímetros, el material debe ser colocado, tendido y compactado en dos ó más capas, nunca menores de 100 milímetros.

Controles de calidad, tolerancias y aceptación: el control de calidad de los materiales y el proceso de construcción, debe de llenar los requisitos de la norma ASHTO descritas anteriormente.

Control de calidad en los materiales.

Valor soporte: se debe efectuar un ensayo por cada 500 metros cúbicos producidos, al iniciar la explotación de cada banco, hasta llegar a 3,000 metros cúbicos, y seguidamente un ensayo por cada 3,000 metros cúbicos colocados.

Piedras grandes y exceso de finos: las piedras mayores de 70 milímetros o mayores que $\frac{1}{2}$ espesor de la capa, el que sea menor, deben ser eliminadas, de preferencia en el banco o planta de producción, antes de colocar el material de sub-base.

Granulometría: se debe efectuar un ensayo de granulometría, por cada 500 metros cúbicos de los primeros 3,000 metros cúbicos producidos al iniciar la explotación de cada banco, seguidamente se debe efectuar un ensayo cada 3,000 metros cúbicos colocados de material de sub-base.

Plasticidad y equivalente de arena: se debe efectuar un ensayo por cada 3,000 metros cúbicos de material de sub-base colocado.

Tolerancias en las características de los materiales: si los ensayos efectuados al material de sub-base común, no llenan los valores especificados de cada una de las características indicadas en , después de efectuar las verificaciones necesarias, si esta condición persiste en más del 33% de los ensayos verificados, el Contratista debe hacer las correcciones necesarias a su costa, o el material será rechazado.

Control de calidad y tolerancias en los requisitos de construcción.

Compactación: el control se hace por medio de ensayos de laboratorio y de campo, la compactación que debe de dar al material según el equipo de que dispone, para lograr la densidad especificada, según lo descrito en la norma ASHTO T 191. se establece una tolerancia en menos del 3% respecto al porcentaje de compactación especificado, para aceptación de la capa de sub-base. Se debe efectuarse un ensayo representativo por cada 400 metros cuadrados de cada una de las capas que se compacten. Las densidades de campo de preferencia no deben de efectuarse a una distancia menor de 20 metros en sentido longitudinal, sobre la superficie compactada que se esté controlando, a menos que se trate de áreas delimitadas para correcciones. De preferencia, el control de compactación se debe hacer entre orillas interiores de hombros, a una distancia mayor de 1 metro del borde de la sub-base y siguiendo un orden alternado: de derecha, centro e izquierda del eje.

Superficie y espesor: la conformación de la superficie de la sub-base terminada, debe verificarse mediante la utilización de un cordel delgado, atado en ambos extremos a la punta de dos varillas de igual altura, cada una de las cuales se coloca directamente sobre trompos de construcción contiguos transversal y longitudinalmente, a continuación con una regla graduada se verifica si la altura del cordel es constante sobre la superficie de la sub-base, en sentidos transversal y longitudinal.

No se aceptan irregularidades mayores de ± 15 milímetros respecto a la cota de superficie correspondiente de la sub-base.

Deflexión: el Contratista debe controlar, por medio de la Viga Benkelman (AASHTO T 256), o por la aplicación de otro método técnico reconocido y aceptado profesionalmente y establecido en las disposiciones especiales, si la deflexión de la capa de sub-base, conformada y compactada, no sobrepasa el valor de deflexión máxima aceptable para dicha capa.

El valor máximo de deflexión aceptable para la superficie de la capa de sub-base, no debe ser mayor de 2 milímetros (0.08 pulgadas), respecto a un punto dado, a una distancia no mayor de 3.68 metros en cualquier dirección, a menos que sea establecido de otra forma en las disposiciones especiales.

El Contratista debe de efectuar una prueba de campo para determinar la deflexión por cada 400 metros cuadrados, en la superficie de la capa de sub-base compactada, previamente a su aceptación. De preferencia la prueba de deflexión se debe hacer en la franja de mayor circulación del tránsito previsto y siguiendo un orden alternado de derecha e izquierda del eje.

El Contratista debe de contar con la maquinaria y equipo necesarios para efectuar este control por el método anteriormente indicado o el que corresponda, según las Disposiciones Especiales.

Aceptación: la aceptación de la capa de sub-base se debe efectuar, hasta que ésta se encuentre debidamente cubierta con la capa de base, en el ancho total de sub-base indicado en las secciones típicas de pavimentación.

No se permite que la colocación de material de sub-base sobrepase más de 2 kilómetros del extremo inmediato anterior cubierto con materiales de base y hombros, a menos que se indique de otra manera en las Disposiciones Especiales.

Correcciones: cuando sea necesario corregir la capa de sub-base, por defectos de construcción o variaciones de diseño, se debe proceder en la forma siguiente:

- Correcciones por Defectos de Construcción Imputables al Contratista.
- Corrección de Defectos en la Superficie, Baches, Grietas, Laminación. Cuando sea necesario corregir áreas que no abarquen la capa de sub-base en el ancho completo, se debe proceder a escarificar el área previamente delimitada, hasta una profundidad mínima de 100 milímetros, mezclándose eficientemente el material con la humedad adecuada, efectuándose la corrección, tendido y compactación, hasta que dicha superficie, tanto en el área delimitada como en las áreas adyacentes, cumpla con los requisitos de estas Especificaciones Generales. Para estas operaciones puede usarse motoniveladora o equipo previamente aprobado por el Delegado Residente.

Si los defectos se presentan en todo el ancho de la capa de sub-base, se debe delimitar previamente la longitud del tramo de corrección y proceder a efectuar las operaciones antes indicadas, en el ancho y espesor completo de dicha capa.

- Corrección por falta de homogeneidad. Cuando sea necesario corregir áreas de capa de sub-base, debido a segregación o falta de homogeneidad comprobada y de conformidad con las tolerancias establecidas en 303.11, según el caso, para graduación, plasticidad o compactación, el área previamente delimitada debe escarificarse en una profundidad igual al espesor de la capa en proceso de ejecución y después de efectuar las correcciones necesarias, se debe mezclar y compactar de nuevo, hasta que

tanto el área delimitada como la superficie adyacente, cumplan con los requisitos de estas especificaciones generales. Para esta operación puede utilizarse mezcladora móvil, motoniveladora o equipo previamente aprobado por el delegado residente.

- Correcciones por irregularidades del espesor de la superficie de la capa de sub-base. Cuando se determine que la capa de la sub-base presenta deficiencias en el espesor, que sobrepasen la tolerancia establecida, el Contratista por su propia cuenta debe corregir la diferencia existente en más o en menos, en el ancho total de la sub-base indicado en la sección típica de pavimentación, en la forma siguiente: si la diferencia es en menos, puede optar por incrementar el espesor de la base a su costa, o corregir el defecto. Si la diferencia es en más, el contratista debe corregir el defecto. En todo caso debe proceder a escarificar hasta una profundidad mínima de 100 milímetros en el ancho total de la sub-base, reduciendo o incrementando, según el caso, la cantidad de material para alcanzar la cota de superficie correspondiente; procediendo a efectuar las operaciones de tendido, mezcla, conformación y compactación.
- Correcciones por variaciones de diseño o causas no imputables al contratista. Cuando sea necesario efectuar correcciones a la capa de sub-base por variaciones de diseño, o causas no imputables al contratista, el delegado residente debe proceder a delimitar el área afectada, ordenando las correcciones necesarias, por cuyo trabajo se pagará al contratista, ya sea a los precios unitarios de contrato, o en su defecto, por medio de un Acuerdo de trabajo extra.

Base granular

Es la capa formada por la combinación de piedras y grava, con arena y suelo en estado natural, clasificados, con trituración parcial para construir una base integrante de un pavimento. Generalmente se requiere de esta capa un CBR del 80% o más. En pavimentos rígidos no es utilizada ésta capa, pues el concreto rígido puede transmitir, por su misma rigidez, las cargas de forma uniforme en un área mayor.

Capa de rodadura

En las carrileras de concreto está constituida de losas de concreto de cemento portland simple o reforzado, diseñadas de tal manera que soporten las cargas de tránsito. Es necesario que tengan otros elementos, no estructurales, para proteger tanto ésta capa como las anteriores, como juntas de dilatación rellenas con material elastomérico, para impermeabilización.

2.2.6. 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, 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 VII. Tipos de suelo de la subrasante y valores aproximados de K

| Tipos de suelo | Soporte | Rangos de valores de K en PSI |
|--------------------------------------|----------------|--------------------------------------|
| Suelos de grano fino en el | | |
| cual el tamaño de partículas | Bajo | 75 – 120 |
| de limo y arcilla predominan. | | |
| | | |
| Arenas y mezclas de arenas | | |
| con grava, con una cantidad | Medio | 130 – 170 |
| Considerable de limo y arcilla. | | |
| | | |
| Arenas y mezclas de arenas | Alto | 180 – 220 |
| libre de finos. | | |
| | | |
| Subbases tratadas con cemento | Muy alto | 250 – 400 |

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, pero para nuestro diseño se utilizara 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 para todos su construcción un período de diseño de 20 años, por lo cual en el presente trabajo se utilizó este dato.

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.

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.

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.

- a) Procedimiento de diseño con posibilidades de obtener datos de carga de eje: este método se utiliza cuando se pueden determinar las cargas de eje que soportará el pavimento.

- b) Procedimiento simplificado de diseño: se utiliza cuando no se conoce realmente el tránsito que podría tener y la carga específica que tendrá que soportar por eje, se pueden utilizar las tablas basadas en distribución compuesta de tránsito clasificado en diferentes categorías de carreteras y calles. Se eligió este método por no contar con datos del tránsito de la carretera en estudio, y su conteo sería demasiado oneroso para la institución a servir.

Su uso es como sigue:

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

Tabla IX. Categorías 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 |

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, que 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.

Según los datos obtenidos de la siguiente tabla:

Tabla X. 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 | | |
| 600 PSI | 8 | 1300 | 1900 | | | | | | | |
| | 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 |
| 550 PSI | 8 | 590 | 1900 | | | 7 | 1000 | 1900 | | |
| | 8.5 | 1900 | | | | | | | | |
| | 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 |
| 550 PSI | 8 | 120 | 470 | 1200 | | 7 | 210 | 770 | 1900 | |
| | 8,5 | 560 | 2200 | | | 7,5 | 1100 | | | |
| | 9 | 2400 | | | | | | | | |

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

- Determinar el espesor de la losa de concreto, según la tabla de diseño con los parámetros siguientes: para una vía de categoría 1, con agregados de trave.

Materiales para la fabricación del concreto.

Cementos Hidráulicos. 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. De acuerdo a AASHTO M 6, Clase B, incluyendo el requisito suplementario de reactividad potencial del agregado, excepto lo siguiente: no se aplicará el ensayo de congelamiento y deshielo alternados; y se asume que en el ensayo de desintegración al sulfato de sodio la pérdida de masa será no mayor del 15%, después de cinco ciclos conforme AASHTO T 104. Las cantidades de sustancias perjudiciales permisibles serán las establecidas para Clase B y cuando el caso lo amerite, serán fijados en las disposiciones especiales. El porcentaje permisible en masa de material de baja densidad constituido por pómez y otros materiales piroclásticos debe ser fijado por el delegado residente, para cada caso particular. Cuando el material de baja densidad sea carbón, lignito o mica u otro mineral liviano no piroclástico, el porcentaje máximo permisible en masa será de 1.0. La arena de mar, podrá usarse únicamente en concreto no reforzado, cuando además de llenar los requisitos aquí establecidos, no produzca un cambio de más de 25% del tiempo de fraguado del cemento, o una reducción de más del 10% de la resistencia a compresión en morteros de cemento hidráulico a 7 y 28 días, con relación a la

resistencia obtenida de morteros hechos con arena normalizada, de acuerdo a AASHTO T 106 (ASTM C 109).

La graduación del agregado debe estar dentro de los límites de la tabla:

Tabla XI. 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 | 10-30 ⁽¹⁾ |
| 0.150 mm 100 | 2-10 ⁽¹⁾ |
| 0.075 mm 200 | 0- 5 ⁽²⁾ |

- (1) Para concreto de pavimentos estos límites pueden quedar: de 5-30 para tamiz 0.300 mm (No. 50), y de 0-10 para tamiz 0.150 mm (No. 100).
- (2) Para concreto sujeto a desgaste superficial, estos límites se reducen a 0-3.

Para arena triturada, si el material que pasa por el tamiz 0.075 mm (No.200) consiste en el polvo de la trituración, libre de arcilla o esquistos arcillosos, el límite de material que pasa por el tamiz 0.075 mm (No. 200) puede ser elevado a 5 por ciento, en concretos sujetos a desgaste superficial y a 7 por ciento en otros concretos.

El módulo de finura no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1, ni variar en más de 0.20 del valor asumido al seleccionar las proporciones del concreto.

El agregado fino deberá tener un equivalente de arena mínimo de 75% cuando sea ensayado de acuerdo con lo establecido en AASHTO T 176, alternativa 2.

El módulo de finura de un agregado se determina, de la suma de los porcentajes por masa acumulados, retenidos en los siguientes tamices de malla cuadrada, dividida entre 100: 75mm (3"), 38.1 mm (1½"), 19 mm (¾"), 9.5 mm (¾"), 4.75 mm (No.4), 2.36 mm (No.8), 1.18mm (No.16), 0.600 mm (No.30), 0.300 mm (No.50), 0.150 mm (No.100).

Agregado grueso. Debe cumplir con los requisitos de AASHTO M 80 y ASTM C 33; excepto que no se aplicará el ensayo de congelamiento y deshielo alternados y que en el ensayo de desintegración al sulfato de sodio, la pérdida de masa debe ser no mayor de 15% después de cinco ciclos, conforme AASHTO T 104 ó ASTM C 88. Además, el porcentaje de desgaste debe ser no mayor de 40% en masa después de 500 revoluciones en el ensayo de abrasión, AASHTO T 96 ó ASTM C 131 y ASTM C 535.

El porcentaje de partículas planas, en relación de ancho a espesor mayor de 3, y de partículas alargadas, en relación de largo a ancho mayor de 3, o alternativamente, el porcentaje de partículas planas y alargadas, a largo a espesor mayor de 3, según se establezca en las disposiciones especiales, no debe sobrepasar de 15% en masa.

El porcentaje de partículas friables (o desmenuzables) y/o de terrones de arcilla no debe exceder del 5% en masa, pero el contenido de terrones de arcilla no debe ser mayor de 0.25 % en masa. Los límites para otras sustancias perjudiciales serán fijados para cada caso en las disposiciones especiales.

La graduación del agregado grueso, debe satisfacer una de las graduaciones, de la tabla siguiente, según se especifique en los planos o Disposiciones Especiales, o sea aprobada por el Delegado Residente, con base en el tamaño máximo de agregado a usar, de acuerdo a la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

Tabla XII: Porcentaje por peso que pasa por tamices de abertura cuadrada.

| GRADUACIONES AASHTO M 80 | | 63.0 mm (2 ½") | 50.0 mm (2") | 38.1 mm (1 ½") | 25.0 mm (1") | 19.0 mm (¾") | 12.5 mm (½") | 9.50 mm (⅜") | 4.75 mm (No. 4) | 2.36 mm (No. 8) |
|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| N7 | 12.5 a 4.75 mm (½" a N4) | - | - | - | - | 100 | 90-100 | 40-70 | 0-15 | 0-5 |
| N67 | 19.0 a 4.75 mm (¾" a N4) | - | - | - | 100 | 90-100 | - | 20-55 | 0-10 | 0-5 |
| N57 | 25.0 a 4.75 mm (1" a N4) | - | - | 100 | 95-100 | - | 25-60 | - | 0-10 | 0-5 |
| N467 | 38.1 a 4.75 mm (1 ½" a N4) | - | 100 | 95-100 | - | 35-70 | - | 10-30 | 0-5 | - |
| N357 | 50.0 a 4.75 mm (2" a N4) | 100 | 95-100 | - | 35-70 | - | 10-30 | - | 0-5 | - |
| N4 | 38.1 a 19.0 mm (1 ½" a ¾") | - | 100 | 90-100 | 20-55 | 0-15 | - | 0-5 | - | - |
| N3 | 50.0 a 25.0 mm 2" a 1" | 100 | 90-100 | 35-70 | 0-15 | - | 0-5 | - | - | - |

El material que pasa el Tamiz 0.075 mm (N200) no debe exceder de 1.0%, salvo el caso que consista de polvo de trituración, libre de arcilla, esquistos ó pizarras, en cuyo caso, se podrá aceptar un límite máximo de 1.5%.

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 salobres y de pantanos no debe usarse para concreto reforzado.

El agua proveniente de abastecimientos o sistemas de distribución de agua potable, puede usarse sin ensayos previos. Donde el lugar de abastecimiento sea poco profundo, la toma debe hacerse en forma que excluya sedimentos, toda hierba y otras materias perjudiciales.

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. No se permitirá el uso de aditivos que contengan iones de cloruro, en ningún tipo de concreto reforzado o preesforzado o concretos que contengan elementos galvanizados o de aluminio. Previa a la autorización del uso de aditivos, el contratista deberá realizar mezclas de pruebas de campo, utilizando los materiales y equipo a emplear en el proyecto u obra. Si se emplea más de un aditivo, debe cuidarse de que los efectos deseables de cada uno se realicen y no interfieran entre sí. Cuando se empleen aditivos acelerantes en tiempo caluroso, deben tomarse las precauciones necesarias para evitar un fraguado muy rápido del concreto.

Almacenamiento de los materiales.

Almacenaje de sacos de cemento. Los locales o bodegas para el almacenaje de sacos de cemento deben ser sitios adecuados en los que éstos queden debidamente protegidos de la lluvia y de la humedad; en los trabajos pequeños y en forma temporal, el Delegado Residente podrá autorizar el apilamiento al aire libre sobre plataforma separada del suelo y amplia cubierta impermeable.

Durante su transporte y almacenamiento, el cemento en sacos no debe ser apilado en pilas de más de diez (10) sacos. Los diferentes envíos de cemento en sacos, se deben almacenar por separado a fin de facilitar su identificación e inspección. Como precaución adicional se recomienda que cuando esto sea factible, el cemento más antiguo sea utilizado primero.

Cuando el cemento en sacos haya estado almacenado por más de sesenta (60) días, o cuando el Delegado Residente compruebe que ha sufrido algún daño, éste debe ser reinspeccionado y reensayado, a fin de establecer si puede ser utilizado nuevamente.

No se debe usar cemento dañado por exposición a la humedad, parcialmente fraguado o que contenga terrones o que se haya endurecido; en estos casos, se debe rechazar el contenido total del saco, recipiente o bulto, el que debe ser retirado inmediata y definitivamente de la obra. No puede usarse el cemento recogido de sacos rechazados o usados, o proveniente de la limpieza de los mismos.

Agregados para concreto. Los agregados se pueden almacenar en sitios que estén sin contaminación orgánica o material que altere las propiedades de los mismos; en términos generales, se deben almacenar y manejar en forma tal que se evite la segregación y la mezcla con materiales extraños.

Requisitos de manejabilidad y consistencia 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 ó COGUANOR NGO 41017h4. El asentamiento debe quedar comprendido dentro de los valores que se especifique en los planos y el concreto debe, además, cumplir con los requisitos de aceptación de la resistencia y con los de durabilidad o resistencia a condiciones de exposición especiales, que le sean aplicables. Cuando en los planos y/o en las disposiciones especiales no se haya establecido valores para el asentamiento, el delegado residente debe fijarlos dentro de 3 como mínimo a 7.5 cm como máximo.

Tabla XIII. 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. |

2.2.7. Diseño de empedrado

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

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 (1:4:1).

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

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

| Tamaño tamiz | Porcentaje que pasa el tamiz | |
|------------------|------------------------------|----------------------|
| | Arena de peña | Arena de trituración |
| 4.75 mm (N°4) | 100 | 100 |
| 2.36 mm (N°8) | 95-100 | 95 á 100 |
| 0.150 mm (N°100) | 2-15 | 10-25 |
| 0.075 mm (N°200) | - | 0-10 |

Requisitos de construcción

Preparación y colocación de la piedra: Las superficies de las piedras se deben humedecer antes de colocarlas, para quitar la tierra, arcilla o cualquier materia extraña. Deben ser rechazadas las piedras cuyos defectos no se pueden remover por medio de agua y cepillo. Las piedras limpias se deben ir colocando cuidadosamente en su lugar de tal manera de formar en lo posible hiladas regulares. Las separaciones entre piedra y piedra no deben ser menores de 15 mm ni mayores de 30 mm.

Se deben colocar las piedras tratando que la superficie quede de una manera uniforme y que queden en un plano horizontal.

Las piedras se deben manipular en tal forma, que no golpeen a las ya colocadas para que no alteren su posición.

Después de haberle colocado el estuque no se debe golpearlas o martillarlas. Si una piedra se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, se debe remover la piedra y el mortero circundante y colocarla de nuevo.

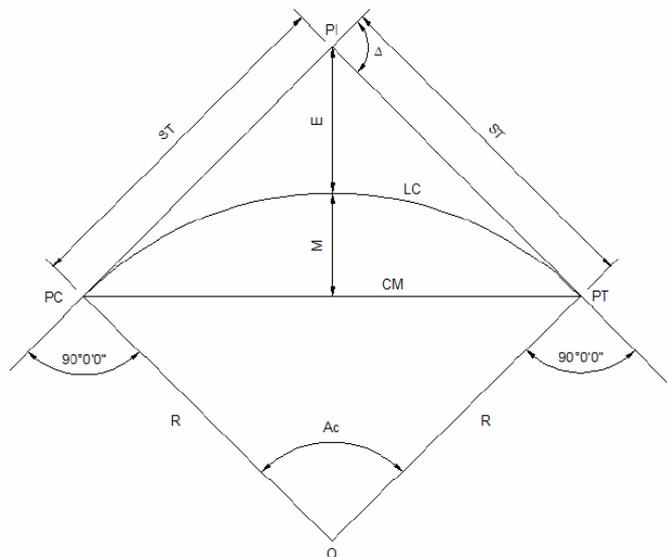
Elaboración y colocación del mortero: el mortero se debe preparar en la proporción y con los materiales que se indica anteriormente; con agua limpia exenta de sales perjudiciales al cemento, y en la cantidad necesaria para formar un mortero de tal consistencia, que se pueda manejar y extender fácilmente en las superficies de las uniones. El cemento, la cal hidratada y agregado fino, se deben mezclar en seco, en un recipiente sin fugas, hasta que la mezcla tenga un color uniforme; después de lo cual se le agregará el agua para producir el mortero de la consistencia deseada. El mortero se debe preparar en cantidades necesarias para uso inmediato, siendo 30 minutos el máximo de tiempo para emplearlo y en ningún caso, se debe permitir el retemple del mortero. Las separaciones entre piedra y piedra que den espacios mayores de las dimensiones indicadas anteriormente, deben ser llenados con fragmentos o astillas de piedra y mortero; no se permiten porciones vacías en ninguna de las partes de las estructuras de mampostería de piedra.

2.2.8. Diseño geométrico de las carreteras.

Diseño de las curvas horizontales: para el cálculo de las curvas se tomo como referencia la línea de topografía de la carretera existente tomando como base un radio mínimo de 8 mts. ya que no se pueden hacer modificaciones porque la línea central pasa en el centro de los caseríos, clasificando la carretera según la AASHTO como tipo f montañosa.

Trazo de curvas horizontales: se calculan y se proyectan según las especificaciones del camino y requerimientos de la topografía, en este caso se tiene una velocidad de 30km/h.

Figura 6. Elementos de curva circular



- 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
- ST** Subtangente
- E** Externa
- M** Ordenada media
- C** Cuerda
- CM** Cuerda máxima
- L** Longitud de curva

Fórmulas a trabajar:

$$R_c = \frac{1145.92}{G} \quad ST = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad E = R * \sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1$$

$$L_c = 20 * \left(\frac{\Delta}{G}\right) \quad CM = 2 * R * \text{Sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

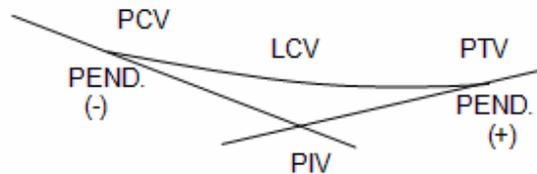
Donde:

para el cálculo de elementos de una curva es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección de localización, los deltas (Δ) y el grado de curva (G) que será colocado por el diseñador. Con el grado (G) y el delta (Δ) se calculan los elementos de la curva.

Alineamiento vertical: en el perfil de una carretera, la rasante es la línea de referencia que define los alineamientos verticales. Aparte de la topografía del terreno, también la determinan las características del alineamiento horizontal, la seguridad, visibilidad, velocidad del proyecto y paso de vehículos pesados en pendientes fuertes.

Un alineamiento está formado por tangentes y curvas. Las tangentes se caracterizan por su pendiente que sirve para delimitar el diseño de la sub-rasante.

Figura 7. Sección de una curva vertical.



PCV: Principio de curva vertical.

PEND: Pendiente positiva o negativa.

PTV: Principio de tangente vertical.

PIV: Punto de intersección vertical.

LCV: Longitud de curva vertical.

Diseño de curvas verticales: el diseño de curvas verticales es una etapa importante desde la perspectiva de la funcionalidad para el uso de la carretera. Las curvas verticales deben cumplir ciertos requisitos de servicio, como: los de una apariencia tal que el cambio de pendiente sea gradual y no produzca molestias al conductor del vehículo, permitiendo un cambio suave entre pendientes diferentes.

La finalidad de una curva vertical es proporcionar suavidad al cambio de una pendiente a otra; estas curvas pueden ser circulares, parabólicas simples, parabólicas cúbicas, etc. La que se utiliza en el departamento de carreteras de la Dirección General de Caminos es la parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación.

Las especificaciones de la Dirección General de Caminos tienen tabulados valores para longitudes mínimas de curvas verticales, en función de la velocidad de diseño. Al momento del diseño se consideraron las longitudes mínimas permisibles de curvas verticales.

Visibilidad de Parada:

$$L = k * a$$

L = Longitud mínima de curva vertical (cóncava o convexa para la visibilidad).

k = constante que depende de la velocidad de diseño.

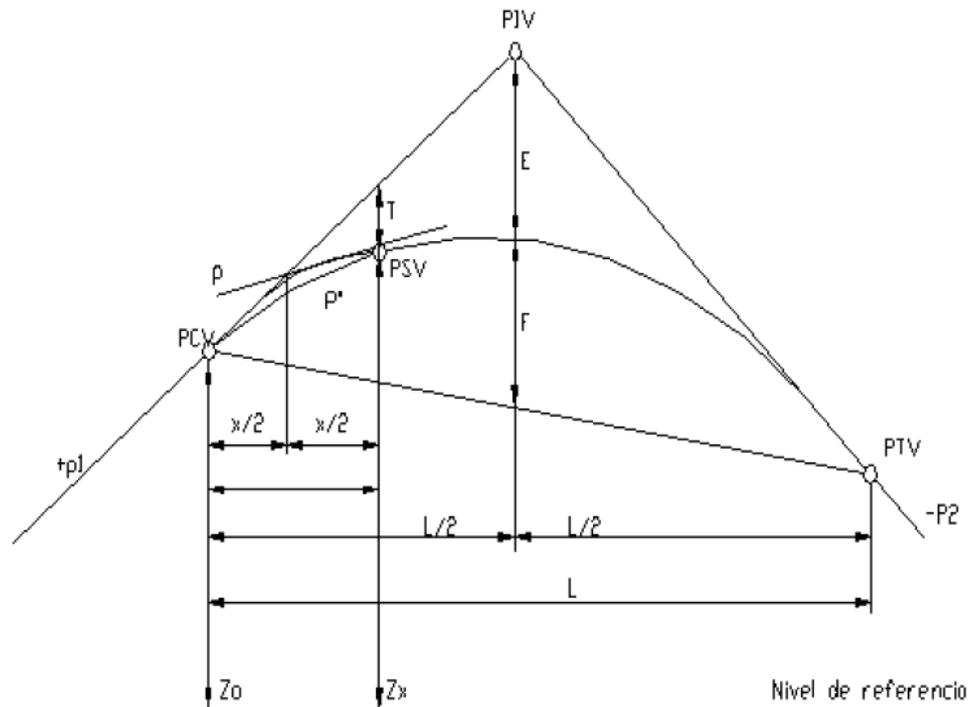
a = diferencia algebraica de pendientes.

Tabla XV. Valores de k según tipo de curva

| Vel. De Diseño K.P.H. | Valor de k según tipo de curva | |
|--------------------------|--------------------------------|---------|
| | CÓNCAVA | CONVEXA |
| 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 |

Trazo de curvas verticales: una curva vertical es un arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical; la curva vertical puede ser cóncava o convexa. La curva vertical en columpio es una curva vertical cuya concavidad queda hacia arriba, y la curva vertical en cresta es aquella cuya concavidad queda hacia abajo.

Figura 8. Elementos de curva vertical



PIV = Punto de intersección de las tangentes verticales.

PCV = Punto en donde comienza la curva vertical.

PTV = Punto en donde termina la curva vertical.

PSV = Punto cualquiera sobre la curva vertical.

p_1 = Pendiente de la tangente de entrada, en m/m.

p_2 = Pendiente de la tangente de salida, en m/m.

a = Diferencia algebraica de pendientes.

L = Longitud de la curva vertical, en metros.

k = Variación de longitud por unidad de pendiente (parámetro).

x = Distancia del PCV a un PSV, en metros.

p = Pendiente en un PSV, en m/m

p' = Pendiente de una cuerda, en m/m.

E = Externa, en metros.

F = Flecha, en metros.

T = Desviación de un PSV a la tangente de entrada, en metros.

Zo = Elevación del PCV, en metros.

Zx = Elevación de un PSV, en metros.

Calculo de curvas verticales: para el cálculo y trazo de las curvas verticales es necesario contar con un perfil del terreno, así como las longitudes y pendientes de cada segmento del camino. Es necesario también respetar las condiciones de longitud mínima de las curvas verticales en cresta y columpio.

Las fórmulas de trazo de curvas verticales se muestra a continuación.

$$L = (Po - Pi) \Rightarrow 2 \text{estaciones, como. min}$$

$$K = \left(\frac{Po - Pi}{(10) * (L)} \right)$$

Po = pendiente de entrada

Pi = pendiente de salida

L = numero total de estaciones.

Tangentes: las tangentes verticales estarán definidas por su pendiente y su longitud.

- a. Pendiente gobernadora.
- b. Pendiente máxima.
- c. Pendiente mínima.

La pendiente mínima en zonas de sección en corte no deberá ser menor del cero punto cinco por ciento (0.5%) y en zonas con sección de terraplén la pendiente podrá ser nula.

d. Longitud crítica. Los valores de la longitud crítica de las tangentes verticales con pendientes mayores que la gobernadora.

Procedimiento de cálculo de curva vertical simétrica..

La corrección máxima por curva vertical está dada por:

$$OM = \frac{(P2 - P1)}{800} * L$$

P2 = Pendiente de salida

P1 = Pendiente de entrada

L = Longitud de curva vertical, está dada por el criterio de velocidad, y para la facilidad de su diseño se tomaron curvas simétricas.

La corrección para un punto cualquiera será:

$$Y = \frac{-OM}{\left(\frac{L}{2}\right)^2} * X^2$$

X = Distancia del PIV a la estación deseada

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.

2.2.9. Programa de mantenimiento

Es la aplicación de técnicas o mecanismo que permiten conservar el empedrado con carrileras de concreto 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.

Para el mantenimiento del proyecto tenemos que tomar en cuenta que se tienen que hacer visitas periódicas por miembros del comité de los caseríos, ya que la responsabilidad de mantener en buenas condiciones el proyecto estará a cargo del Comité de Vecinos de la Comunidad, capacitándolos para poder reconocer cuales son las principales fallas del proyecto y poder repararlas, en dado caso sea un daño donde los comunitarios no puedan cubrir los gastos la municipalidad se hará cargo de los daños producidos. Se recomienda que las revisiones del sistema se realicen en intervalos que no sobrepasan los cuatro meses.

2.2.10. Presupuesto del proyecto

En la integración del presupuesto se consideraron como costos directos: la mano de obra calificada, no calificada, los materiales de construcción y el transporte de los mismos, en los indirectos podemos tomar en cuenta las prestaciones, gastos administrativos, entre otros.

Los precios de los materiales se cotizaron de acuerdo al lugar y la fecha en que se realizo el proyecto, para integrar el presupuesto total de la obra, se procedió a cuantificar las cantidades de trabajo necesarias y los materiales según los detalles de los planos, y lo indicado en las especificaciones técnicas.

Se realizó un presupuesto para cada caserío ya que podría ser más fácil encontrar a una institución que pueda financiar dicho proyecto, ya que para caserío siete tambores se entra por aldea Santa Rita y luego se llega al caserío San Ramón con una longitud total de 1443.52 metros lineales de empedrado con carrileras de concreto, y para entran al caserío San Ramón se entra por el centro de San Antonio Sac. S.M. para luego llegar a Siete Tambores con una longitud total de 1197.48 metros.

Presupuesto caserío Siete Tambores.

PRESUPUESTO DEL PROYECTO:

PROYECTO: EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO,
CASERIO 7 TAMBORES, SAN ANTONIO SAC. SM.-

LUGAR: MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.-

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.-

FECHA: 10 DE AGOSTO DE 2007.-
SAN MARCOS, GUATEMALA C.A.

| No. | DESCRIPCION DE RENGLON | CANTIDAD | UNIDAD | Q/UNIDAD | Q/REGLON | Q.TOTAL |
|----------------------------------|--|----------|--------|-----------|-----------|-----------------------|
| 1 | TRAZO Y REPLANTEO. | 1443.52 | ML | 1.73 | 2497.29 | |
| 2 | CORTE DE TERRENO. | 3266.00 | M3 | 83.13 | 271502.58 | |
| 3 | RELLENO DE TERRENO. | 577.00 | M3 | 190.21 | 109751.17 | |
| 4 | DESEMPEDRADO. | 1539.15 | M2 | 27.18 | 41834.10 | |
| 5 | CONFORMACIÓN DE TERRENO. | 7939.36 | M2 | 3.65 | 28978.66 | |
| 6 | PREPARACIÓN DE LA BASE (Mat. Selecto). | 1688.91 | M3 | 117.81 | 198970.49 | |
| 7 | CARRILERAS DE CONCRETO FUNDIDO T=0.15. | 2020.93 | M2 | 272.54 | 550784.26 | |
| 8 | EMPEDRADO ESTUCADO CON MEZCLA | 5167.80 | M2 | 73.07 | 377611.15 | |
| 9 | LLAVES DE CONFINAMIENTO. | 830.02 | ML | 15.00 | 12450.30 | |
| 10 | CUNETAS REVESTIDAS. | 2887.04 | ML | 160.52 | 463427.66 | |
| 11 | TRANSVERSALES PVC CORRUGADO DIAM 24". | 54.00 | ML | 893.70 | 48259.80 | |
| 12 | TRANSVERSALES PVC CORRUGADO DIAM 48". | 6.00 | ML | 1812.09 | 10872.54 | |
| 13 | MAMPOSTERIA. | 1.00 | GLOBAL | 260153.55 | 260153.55 | |
| 14 | GALERIA DE INFILTRACION. | 6.00 | ML | 666.38 | 3998.28 | |
| COSTO TOTAL DEL PROYECTO: | | | | | | Q 2,381,091.83 |

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de:

DOS MILLONES TRESCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL CIENTO TREINTA Y TRES QUETZALES CON 25/100.-

Presupuesto caserío San Ramón.

PRESUPUESTO DEL PROYECTO:

PROYECTO: EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO,
CASERIO SAN RAMON, SAN ANTONIO SAC. SM.-

LUGAR: MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.-

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.-

FECHA: 10 DE AGOSTO DE 2007.-
SAN MARCOS, GUATEMALA C.A.

| No | DESCRIPCION DE RENGLON | CANTIDAD | UNIDAD | Q/UNIDAD | Q/REGLON | Q.TOTAL |
|----------------------------------|--|----------|--------|----------|-----------|----------------------|
| 1 | TRAZO Y REPLANTEO. | 1197.48 | ML | 1.70 | 2035.72 | |
| 2 | CORTE DE TERRENO. | 3253.60 | M3 | 83.13 | 270471.77 | |
| 3 | RELLENO DE TERRENO. | 993.80 | M3 | 190.21 | 189030.70 | |
| 4 | DESEMPEDRADO. | 2886.67 | M2 | 27.18 | 78459.69 | |
| 5 | CONFORMACIÓN DE TERRENO. | 7184.88 | M2 | 3.65 | 26224.81 | |
| 6 | PREPARACIÓN DE LA BASE (Mat. Selecto). | 1077.73 | M3 | 117.81 | 126967.37 | |
| 7 | CARRILERAS DE CONCRETO FUNDIDO T=0.15. | 1676.47 | M2 | 272.54 | 456905.13 | |
| 8 | EMPEDRADO ESTUCADO CON MEZCLA | 4286.98 | M2 | 73.07 | 313249.63 | |
| 9 | LLAVES DE CONFINAMIENTO. | 688.55 | ML | 15.00 | 10328.25 | |
| 10 | CUNETA REVESTIDA. | 2394.96 | ML | 160.52 | 384438.98 | |
| 11 | TRANSVERSALES T.C. DIAM 24". | 36.00 | ML | 893.70 | 32173.20 | |
| 12 | TRANSVERSALES T.C. DIAM 48". | 6.00 | ML | 1812.09 | 10872.54 | |
| 13 | MAMPOSTERIA. | 1.00 | GLOBAL | 46657.60 | 46657.60 | |
| COSTO TOTAL DEL PROYECTO: | | | | | | Q1,947,815.39 |

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de:

*UN MILLON NOVECIENTOS CUARENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS QUINCE
QUETZALES CON 39/100*

3.11. Cronograma de ejecución del empedrado con carrileras de concreto caserío Siete Tambores.

| CRONOGRAMA DE AVANCE FISICO - FINANCIERO DEL PROYECTO. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|---|--------|-----------|-----------|-----------------------|---|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|
| PROYECTO: | | EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO, | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | CASERIO 7 TAMBORES, SAN ANTONIO SAC. SM.- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No. | DESCRIPCION DE RENGLON | CANTIDAD | UNIDAD | Q/UNIDAD | Q/RENGLON | Q.TOTAL | TIEMPO ESTIMADO PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO EN MESES | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | | | | |
| 1 | TRAZO Y REPLANTEO | 1443.52 | ML | 1.70 | 2453.98 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | CORTE DE TERRENO | 3266.00 | M3 | 83.13 | 271502.58 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | RELLENO DE TERRENO | 577.00 | M3 | 190.21 | 109751.17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | DESEMPEDRADO | 1539.15 | M2 | 27.18 | 41834.10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | CONFORMACIÓN DE TERRENO | 7939.36 | M2 | 3.65 | 28978.66 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | PREPARACIÓN DE LA BASE (Mat. Selecto) | 1299.17 | M3 | 117.81 | 153055.22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | CARRILERAS DE CONCRETO FUNDIDO T=0.15 | 2020.93 | M2 | 272.54 | 550784.26 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | EMPEDRADO ESTUCADO CON MEZCLA | 5167.80 | M2 | 73.07 | 377611.15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | LLAVES DE CONFINAMIENTO | 830.02 | ML | 15.00 | 12450.30 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | CUNETA REVESTIDA | 2887.04 | ML | 160.52 | 463427.66 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | TRANSVERSALES T.C. DIAM 24" | 54.00 | ML | 893.70 | 48259.80 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | TRANSVERSALES T.C. DIAM 48" | 6.00 | ML | 1812.09 | 10872.54 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | MAMPOSTERIA. | 1.00 | GLOBAL | 260153.55 | 260153.55 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | GALERIA DE INFILTRACION. | 6.00 | ML | 666.38 | 3998.28 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL PROYECTO: | | | | | | Q 2,335,133.25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| AVANCE FISICO MENSUAL. | | | | | | | 9.16% | 9.06% | 3.49% | 17.19% | 23.61% | 14.70% | 14.70% | 8.08% | | | | | | | |
| AVANCE FISICO MENSUAL ACUMULADO. | | | | | | | 9.16% | 18.22% | 21.71% | 38.90% | 62.51% | 77.21% | 91.91% | 100.00% | | | | | | | |
| AVANCE FINANCIERO MENSUAL | | | | | | | Q213,997.91 | Q211,543.93 | Q81,594.34 | Q401,348.47 | Q551,321.87 | Q343,267.54 | Q343,267.54 | Q188,791.66 | | | | | | | |
| AVANCE FINANCIERO MENSUAL ACUMULADO | | | | | | | Q213,997.91 | Q425,541.84 | Q507,136.18 | Q908,484.65 | Q1,459,806.52 | Q1,803,074.06 | Q2,146,341.60 | Q2,335,133.25 | | | | | | | |

08

El presupuesto asciende a la cantidad de: **Dos millones trescientos treinta y cinco mil ciento treinta y tres quetzales con 25/100.**

Cronograma de ejecución – inversión del caserío San Ramón.

| CRONOGRAMA DE AVANCE FISICO-FINANCIERO DEL PROYECTO. | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--|--------|----------|-----------|-----------------------|---|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|
| PROYECTO: | | EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO, CASERIO SAN RAMON, SAN ANTONIO SAC., S.M. | | | | | | | | | | | | |
| No. | DESCRIPCION DE RENGLON | CANTIDAD | UNIDAD | Q/UNIDAD | Q/RENGLON | Q.TOTAL | TIEMPO ESTIMADO PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO EN MESES | | | | | | | |
| | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | TRAZO Y REPLANTEO | 1197.48 | ML | 1.70 | 2035.72 | | | | | | | | | |
| 2 | CORTE DE TERRENO | 3253.60 | M3 | 83.13 | 270471.77 | | | | | | | | | |
| 3 | RELLENO DE TERRENO | 993.80 | M3 | 190.21 | 189030.70 | | | | | | | | | |
| 4 | DESEMPEDRADO | 2886.67 | M2 | 27.18 | 78459.69 | | | | | | | | | |
| 5 | CONFORMACIÓN DE TERRENO | 7184.88 | M2 | 3.65 | 26224.81 | | | | | | | | | |
| 6 | PREPARACIÓN DE LA BASE (Mat. Selecto) | 1077.73 | M3 | 117.81 | 126967.37 | | | | | | | | | |
| 7 | CARRILERAS DE CONCRETO FUNDIDO T=0.15 | 1676.47 | M2 | 272.54 | 456905.13 | | | | | | | | | |
| 8 | EMPEDRADO ESTUCADO CON MEZCLA | 4286.98 | M2 | 73.07 | 313249.63 | | | | | | | | | |
| 9 | LLAVES DE CONFINAMIENTO | 688.55 | ML | 15.00 | 10328.25 | | | | | | | | | |
| 10 | CUNETA REVESTIDA | 2394.96 | ML | 160.52 | 384438.98 | | | | | | | | | |
| 11 | TRANSVERSALES T.C. DIAM 24" | 36.00 | ML | 893.70 | 32173.20 | | | | | | | | | |
| 12 | TRANSVERSALES T.C. DIAM 48" | 6.00 | ML | 1812.09 | 10872.54 | | | | | | | | | |
| 13 | MAMPOSTERIA. | 1.00 | GLOBAL | 46657.60 | 46657.60 | | | | | | | | | |
| COSTO TOTAL DEL PROYECTO: | | | | | | Q 1,947,815.39 | | | | | | | | |
| AVANCE FISICO MENSUAL. | | | | | | 13.91% | 13.81% | 3.40% | 12.50% | 19.10% | 14.62% | 14.62% | 8.04% | |
| AVANCE FISICO MENSUAL ACUMULADO. | | | | | | 13.91% | 27.72% | 31.12% | 43.62% | 62.72% | 77.34% | 91.96% | 100.01% | |
| AVANCE FINANCIERO MENSUAL. | | | | | | Q271,016.80 | Q268,981.08 | Q66,159.26 | Q243,519.01 | Q372,007.54 | Q284,759.34 | Q284,759.34 | Q156,613.01 | |
| AVANCE FINANCIERO MENSUAL ACUMULADO. | | | | | | Q271,016.80 | Q539,997.88 | Q606,157.14 | Q849,676.15 | Q1,221,683.69 | Q1,506,443.03 | Q1,791,202.37 | Q1,947,815.39 | |

El presupuesto asciende a la cantidad de: **Un millón novecientos cuarenta y siete mil ochocientos quince quetzales con 39/100.**

CONCLUSIONES.

1. En el municipio de San Antonio Sacatepéquez, existen muchas necesidades básicas e infraestructura, enmarcándose principalmente, la contaminación del medio ambiente y las vías de acceso, en tal caso el caserío San Ramón, Siete Tambores y la aldea Santa Rita.
2. En la aldea Santa Rita la ejecución del alcantarillado sanitario tendrá como resultado mejorar las condiciones de saneamiento ambiental, al recolectar las aguas negras y tratarlas como mínimo con un tratamiento primario para no contaminar con gran impacto los cuerpo receptores y así la eliminación de focos de contaminación y proliferación de enfermedades, también la eliminación de malos olores producidos por las aguas negras que corren a flor de tierra.
3. Con el diseño del empedrado con carrileras de concreto de las comunidades de Siete Tambores y San Ramón, mejora el ingreso económico de las personas y podrán transportar con mayor facilidad sus cultivos, que es la principal fuente de comercio.
4. Para el diseño del empedrado con carrileras de concreto se aplicaron diferentes criterios, dentro de los cuales están: especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes y normas AASHTO, con el propósito de garantizar una estructura segura.

5. El proyecto, desde el punto de vista financiero, no es rentable, pero tratándose de un proyecto de beneficio social y una necesidad primordial para la comunidad, puede ser viable su construcción, posterior operación y mantenimiento.

6. Por medio del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), el estudiante puede poner en práctica los conocimientos obtenidos durante su formación académica y resolver los problemas que se le presentan, por medio de soluciones factibles, estando entre estas soluciones los proyectos realizados en este trabajo de graduación.

RECOMENDACIONES

A las autoridades del municipio de San Antonio Sacatepéquez:

1. Se le sugiere 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. Tener a un ingeniero supervisor dentro de la organización municipal de planificación, para hacer visitas periódicas durante la ejecución de los proyectos y velar que los materiales sean de alta calidad, así como las herramientas sean las necesarias.

A los comités comunitarios de desarrollo de las comunidades:

1. Recibir las pláticas de capacitación para el mantenimiento de los proyectos así como la participación en los comités que se hagan para el mismo, y así lograr que los proyectos lleguen a su periodo de diseño sin problema alguno.
2. Contemplar un fondo para el mantenimiento preventivo y correctivo, que sea necesario para que los proyectos se mantengan en buen estado.
3. Coordinarse con la municipalidad, para concientizar a las personas y para regular el adecuado uso del alcantarillado sanitario, y evitar conexiones de guas pluviales al sistema.

BIBLIOGRAFÍA

1. INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL (IMFOM). Normas generales para diseño de alcantarillados, 2001.
2. GTZ- Manual de disposición de Aguas Residuales – Cooperativa técnica de la República federal Alemana, Tomo 1.
3. Olivera Bustamante, Fernando. Estructuras de vías terrestres. Segunda edición. México CECSA. 2002.
4. Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. 2001.
5. Tubovinil S.A. instalación de tubería p.v.c. folleto de información técnica.
6. Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones 4^a edición. México: Editorial Limusa, 1999.
7. Unidad Ejecutora de Conservación Vial – COVIAL-. Especificaciones Especiales, Edición 2004. Guatemala, s.e., 2004.

APÉNDICE

| | |
|---|-----|
| Topografía del drenaje sanitario de aldea Santa Rita. | 108 |
| Libreta topográfica de carretera Siete Tambores. | 110 |
| Libreta Topográfica carretera San Ramón. | 111 |
| Diseño hidráulico drenaje sanitario Santa Rita. | 112 |

TOPOGRAFÍA

Topografía del drenaje sanitario de aldea Santa Rita

| LIBRETA TOPOGRAFICA SECTOR LOS QUIROA. | | | | | | |
|--|------|--------|---------|----------|--------|--------|
| EST | PO | AZIMUT | | | D.H. | COTA |
| EST | PO | GRADOS | MINUTOS | SEGUNDOS | (mts) | INICIO |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1000 |
| 1 | 2 | 118 | 1 | 20 | 17.67 | 998.71 |
| 2 | 3 | 85 | 5 | 20 | 33.74 | 996.53 |
| 3 | 4 | 64 | 20 | 0 | 57.93 | 995.42 |
| 4 | 5 | 85 | 20 | 48 | 48.24 | 993.49 |
| 5 | 5.3 | 79 | 1 | 58 | 14.17 | 991.25 |
| 5.3 | 6.1 | 97 | 28 | 10 | 39.443 | 982.98 |
| 6.1 | 6 | 41 | 42 | 55 | 27.088 | 978.92 |
| 6 | 6.4 | 49 | 51 | 28 | 20.55 | 976.89 |
| 6.4 | 7.1 | 62 | 51 | 8 | 23.497 | 974.75 |
| 7.1 | 7 | 49 | 9 | 31 | 32.34 | 972.36 |
| 7 | 8 | 57 | 52 | 40 | 30.56 | 967.86 |
| 8 | 9 | 53 | 39 | 40 | 58.4 | 962.8 |
| 9 | 10 | 37 | 17 | 10 | 35.56 | 959.72 |
| 10 | 11 | 50 | 14 | 10 | 37.43 | 956.87 |
| 11 | 12 | 40 | 53 | 30 | 25.41 | 953.89 |
| 12 | 13 | 67 | 26 | 20 | 73.58 | 948.92 |
| 13 | 14 | 288 | 48 | 40 | 64.67 | 945.23 |
| 14 | 15 | 9 | 16 | 40 | 28.63 | 940.3 |
| 15 | 16 | 317 | 48 | 20 | 17.61 | 938.15 |
| 16 | 16.1 | 359 | 10 | 10 | 34.62 | 928.39 |
| LIBRETA TOPOGRAFICA SECTOR No. 2 | | | | | | |
| EST | PO | AZIMUT | | | D.H. | COTA |
| PV | PV | GRADOS | MINUTOS | SEGUNDOS | (mts) | INICIO |
| | 1 | | | | 0.00 | 1000 |
| 1 | 2 | 214 | 64 | 20 | 31.63 | 998.3 |
| 2 | 3 | 226 | 37 | 30 | 25.55 | 998.22 |
| 3 | 4 | 273 | 57 | 30 | 37.10 | 992.59 |
| 4 | 5 | 297 | 18 | 10 | 15.70 | 988.88 |
| 5 | 7 | 243 | 11 | 10 | 68.10 | 977.83 |

| LIBRETA TOPOGRAFICA SECTOR No. 3 | | | | | | |
|----------------------------------|-----|--------|---------|----------|-------|---------|
| EST | PO | AZIMUT | | | D.H. | COTA |
| PV | PV | GRADOS | MINUTOS | SEGUNDOS | (mts) | INICIO |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 1000.00 |
| 1 | 2 | 181 | 51 | 30 | 61.46 | 998.64 |
| 2 | 3.1 | 163 | 36 | 45 | 94.20 | 999.40 |
| 3.1 | 3.9 | 191 | 22 | 3 | 36.50 | 982.51 |
| 3.9 | 8.5 | 193 | 34 | 19 | 35.85 | 977.98 |
| 8.5 | 9.3 | 206 | 52 | 20 | 30.10 | 973.71 |
| 9.3 | 3.1 | 221 | 1 | 24 | 45.02 | 967.13 |
| 3.1 | 3.2 | 149 | 6 | 20 | 37.59 | 990.86 |
| 3.2 | 4 | 151 | 16 | 17 | 57.62 | 989.62 |
| 4 | 5 | 164 | 4 | 0 | 38.17 | 986.56 |

| LIBRETA TOPOGRAFICA SECTOR No. 4 | | | | | | |
|----------------------------------|-----|--------|---------|----------|-------|---------|
| EST | PO | AZIMUT | | | D.H. | COTA |
| PV | PV | GRADOS | MINUTOS | SEGUNDOS | (mts) | INICIO |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 1008.72 |
| 1.1 | 1.6 | 233 | 56 | 56 | 49.68 | 1000.76 |
| 1.6 | 1.9 | 214 | 51 | 6 | 49.72 | 993.99 |
| 1.9 | 2.1 | 195 | 59 | 52 | 27.42 | 990.36 |
| 2.1 | 2.4 | 201 | 36 | 30 | 46.85 | 982.97 |

| LIBRETA TOPOGRAFICA SECTOR No. 5 | | | | | | |
|----------------------------------|-----|--------|---------|----------|-------|---------|
| EST | PO | AZIMUT | | | D.H. | COTA |
| PV | PV | GRADOS | MINUTOS | SEGUNDOS | (mts) | INICIO |
| | 1.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1002.41 |
| 1.1 | 1 | 241 | 57 | 41 | 59.97 | 1000 |
| 1 | 1.1 | 239 | 38 | 55 | 43.57 | 997.67 |
| 1.1 | 2 | 235 | 3 | 48 | 77.35 | 996.14 |
| 2 | 2.1 | 290 | 42 | 15 | 25.6 | 996.98 |
| 2.1 | 3.5 | 251 | 36 | 20 | 10.31 | 995.58 |
| 3.5 | 3.8 | 124 | 22 | 25 | 62.35 | 995.46 |
| 3.8 | 4 | 227 | 16 | 57 | 47.41 | 993.83 |
| 4 | 5 | 218 | 50 | 4 | 91.77 | 989.77 |
| 5 | 6 | 158 | 44 | 53 | 56.19 | 987.06 |
| 6 | 7 | 204 | 54 | 20 | 20.67 | 984.36 |

LIBRETA TOPOGRAFICA DE CARRETERA SIETE TAMBORES.

| EST. | PO. | AZIMUT | | | DISTANCIA | COTA |
|------|-----|--------|----|----|-----------|---------|
| 0 | 1 | 134 | 13 | 50 | 4.40 | 1000.42 |
| 1 | 2 | 108 | 15 | 6 | 34.38 | 1007.89 |
| 2 | 3 | 91 | 24 | 35 | 10.08 | 1009.82 |
| 3 | 4 | 77 | 49 | 57 | 34.86 | 1016.18 |
| 4 | 5 | 67 | 8 | 28 | 29.77 | 1021.12 |
| 5 | 6 | 73 | 28 | 9 | 32.80 | 1026.62 |
| 6 | 7 | 75 | 37 | 50 | 57.86 | 1036.07 |
| 7 | 8 | 76 | 20 | 23 | 25.78 | 1040.28 |
| 8 | 9 | 76 | 52 | 30 | 42.98 | 1047.54 |
| 9 | 10 | 58 | 29 | 15 | 46.72 | 1055.82 |
| 10 | 11 | 74 | 18 | 4 | 19.41 | 1059.76 |
| 11 | 12 | 75 | 44 | 18 | 35.44 | 1068.57 |
| 12 | 13 | 76 | 21 | 48 | 13.78 | 1071.62 |
| 13 | 14 | 104 | 12 | 28 | 18.00 | 1075.03 |
| 14 | 15 | 105 | 46 | 46 | 20.81 | 1078.46 |
| 15 | 16 | 85 | 9 | 44 | 33.07 | 1083.92 |
| 16 | 17 | 89 | 18 | 25 | 34.23 | 1089.83 |
| 17 | 18 | 96 | 39 | 38 | 12.50 | 1092.06 |
| 18 | 19 | 131 | 39 | 9 | 24.91 | 1096.26 |
| 19 | 20 | 217 | 41 | 30 | 16.02 | 1098.24 |
| 20 | 21 | 255 | 45 | 33 | 15.48 | 1100.07 |
| 21 | 22 | 242 | 53 | 23 | 8.32 | 1100.86 |
| 22 | 23 | 155 | 25 | 50 | 10.12 | 1101.78 |
| 23 | 24 | 119 | 8 | 55 | 10.48 | 1103.78 |
| 24 | 25 | 107 | 14 | 0 | 35.01 | 1108.33 |
| 25 | 26 | 102 | 35 | 18 | 37.21 | 1113.76 |
| 26 | 27 | 85 | 1 | 48 | 49.60 | 1118.69 |
| 27 | 28 | 66 | 27 | 14 | 35.78 | 1124.23 |
| 28 | 29 | 80 | 10 | 29 | 40.85 | 1132.09 |
| 29 | 30 | 148 | 19 | 55 | 25.77 | 1132.01 |
| 30 | 31 | 104 | 2 | 10 | 31.58 | 1129.97 |
| 31 | 32 | 114 | 15 | 24 | 20.82 | 1127.59 |
| 32 | 33 | 104 | 29 | 30 | 18.55 | 1125.20 |
| 33 | 34 | 53 | 42 | 30 | 14.58 | 1123.58 |
| 34 | 35 | 35 | 8 | 8 | 21.35 | 1121.15 |
| 35 | 36 | 71 | 5 | 10 | 18.30 | 1118.12 |
| 36 | 37 | 79 | 52 | 31 | 18.57 | 1115.16 |
| 37 | 38 | 39 | 47 | 0 | 18.29 | 1112.03 |
| 38 | 39 | 46 | 43 | 45 | 10.71 | 1110.71 |
| 39 | 40 | 48 | 39 | 19 | 32.60 | 1109.82 |
| 40 | 41 | 43 | 36 | 59 | 20.15 | 1109.82 |
| 41 | 42 | 43 | 7 | 57 | 23.17 | 1110.79 |
| 42 | 43 | 127 | 8 | 53 | 6.63 | 1111.34 |
| 43 | 44 | 158 | 17 | 10 | 38.37 | 1116.75 |
| 44 | 45 | 171 | 41 | 59 | 40.87 | 1121.06 |
| 45 | 46 | 152 | 28 | 50 | 27.00 | 1121.51 |
| 46 | 47 | 189 | 53 | 46 | 24.68 | 1122.51 |
| 47 | 48 | 195 | 22 | 46 | 13.89 | 1122.02 |
| 48 | 49 | 159 | 4 | 48 | 8.97 | 1121.06 |
| 49 | 50 | 106 | 58 | 10 | 22.74 | 1119.08 |
| 50 | 51 | 91 | 11 | 40 | 38.09 | 1114.98 |
| 51 | 52 | 144 | 52 | 36 | 7.15 | 1114.81 |
| 52 | 53 | 192 | 17 | 53 | 17.19 | 1115.01 |
| 53 | 54 | 227 | 20 | 32 | 35.05 | 1119.61 |
| 54 | 55 | 193 | 24 | 6 | 21.04 | 1122.29 |
| 55 | 56 | 140 | 20 | 55 | 14.28 | 1124.07 |
| 56 | 57 | 160 | 33 | 50 | 6.37 | 1125.15 |
| 57 | 58 | 134 | 24 | 10 | 10.83 | 1127.35 |
| 58 | 59 | 137 | 17 | 36 | 14.56 | 1129.63 |
| 59 | 60 | 169 | 46 | 50 | 11.10 | 1130.91 |
| 60 | 61 | 224 | 18 | 4 | 19.59 | 1131.92 |

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CARRETERA SAN RAMON.

| EST | PO | AZIMUT | | | D.H. | COTA |
|-----|----|--------|----|----|-------|---------|
| 0 | 0 | | | | 0 | 1000.00 |
| 0 | 1 | 329 | 12 | 0 | 32.96 | 1001.66 |
| 1 | 2 | 298 | 19 | 40 | 22.85 | 1004.03 |
| 2 | 3 | 293 | 57 | 40 | 28.92 | 1006.06 |
| 3 | 4 | 341 | 40 | 10 | 14.92 | 1007.69 |
| 4 | 5 | 15 | 16 | 30 | 47.06 | 1016.44 |
| 5 | 6 | 18 | 38 | 7 | 36.45 | 1025.00 |
| 6 | 7 | 12 | 44 | 6 | 31.50 | 1032.40 |
| 7 | 8 | 352 | 3 | 40 | 41.28 | 1038.42 |
| 8 | 9 | 356 | 31 | 30 | 30.10 | 1040.67 |
| 9 | 10 | 17 | 31 | 20 | 44.78 | 1038.12 |
| 10 | 11 | 6 | 59 | 47 | 14.21 | 1037.41 |
| 11 | 12 | 261 | 33 | 9 | 24.81 | 1040.13 |
| 12 | 13 | 263 | 55 | 48 | 14.88 | 1042.90 |
| 13 | 14 | 12 | 9 | 12 | 14.99 | 1046.23 |
| 14 | 15 | 39 | 37 | 12 | 12.81 | 1048.68 |
| 15 | 16 | 63 | 19 | 10 | 14.38 | 1051.02 |
| 16 | 17 | 27 | 23 | 30 | 23.78 | 1051.52 |
| 17 | 18 | 33 | 55 | 50 | 42.21 | 1057.30 |
| 18 | 19 | 334 | 15 | 40 | 22.53 | 1042.24 |
| 19 | 20 | 308 | 43 | 49 | 12.17 | 1045.03 |
| 20 | 21 | 342 | 18 | 20 | 33.64 | 1052.29 |
| 21 | 22 | 343 | 24 | 31 | 20.17 | 1056.38 |
| 22 | 23 | 7 | 9 | 40 | 40.52 | 1064.95 |
| 23 | 24 | 241 | 5 | 10 | 21.35 | 1069.16 |
| 24 | 25 | 235 | 5 | 7 | 15.52 | 1072.02 |
| 25 | 26 | 19 | 33 | 20 | 40.41 | 1077.38 |
| 26 | 27 | 54 | 14 | 10 | 50.34 | 1087.02 |
| 27 | 28 | 21 | 21 | 16 | 6.74 | 1088.56 |
| 28 | 29 | 301 | 58 | 10 | 7.37 | 1090.36 |
| 29 | 30 | 309 | 30 | 24 | 10.82 | 1092.98 |
| 30 | 31 | 18 | 39 | 50 | 26.11 | 1098.29 |
| 31 | 32 | 13 | 42 | 15 | 22.48 | 1103.26 |
| 32 | 33 | 19 | 2 | 30 | 28.13 | 1109.48 |
| 33 | 34 | 351 | 28 | 20 | 23.18 | 1114.27 |
| 34 | 35 | 16 | 37 | 30 | 35.03 | 1120.57 |
| 35 | 36 | 345 | 38 | 40 | 14.72 | 1123.08 |
| 36 | 37 | 329 | 55 | 54 | 24.34 | 1128.10 |
| 37 | 38 | 342 | 44 | 51 | 27.31 | 1132.79 |
| 38 | 39 | 354 | 46 | 16 | 6.50 | 1133.83 |
| 39 | 40 | 17 | 48 | 0 | 14.26 | 1135.72 |
| 40 | 41 | 25 | 51 | 32 | 27.28 | 1139.07 |
| 41 | 42 | 320 | 38 | 50 | 17.90 | 1140.93 |
| 42 | 43 | 320 | 57 | 23 | 15.36 | 1142.95 |
| 43 | 44 | 341 | 15 | 14 | 11.71 | 1144.67 |
| 44 | 45 | 8 | 48 | 30 | 36.30 | 1150.22 |
| 45 | 46 | 354 | 19 | 34 | 31.69 | 1155.40 |
| 46 | 47 | 17 | 7 | 53 | 14.94 | 1158.07 |
| 47 | 48 | 52 | 31 | 50 | 32.76 | 1163.83 |
| 48 | 49 | 78 | 55 | 50 | 12.99 | 1164.62 |

DISEÑO HIDRAULICO DRENAJE SANITARIO SANTA RITA, SECTOR No. 1, LOS QUIROA.

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO SANTA RITA UBICACIÓN: ALDEA SANTA RITA DISEÑO: RONALD JUAREZ
 MUNICIPIO: SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

PARAMETROS DE DISEÑO

| | | | | |
|----------------------|------|------|----------------------|----------|
| PERIODO DE DISEÑO. | 25 | AÑOS | HAB.CASA | 7 |
| POBLACION ACTUAL | 1631 | HAB. | DOTACION | 150 |
| POBLACION DE DISEÑO. | 2742 | HAB. | FACTOR DE RETORNO | 0.85 |
| TASA DE CRECIMIENTO. | 2.1 | % | LON.TOTAL DE SISTEMA | 2004.428 |

| LONGITUD DE TRAMO DEL SECTOR | |
|------------------------------|----------------|
| SECTOR LOS QUIROA | 721.14 |
| SECTOR 2 | 178.08 |
| SECTOR 3 | 436.36 |
| SECTOR 4 | 173.66 |
| SECTOR 5 | 495.19 |
| TOTAL | 2004.43 |

Nota: El factor de Qmedio fue asumido debido a que no esta en el rango permitido.
0.002 a 0.005

| E PV | A PV | COTA DE TERRENO | | D.H. (mts) | S% TERRENO | HAB. A SERVIR ND. DE CASAS | ACUMULADA | FUTURO | FACTOR DE HARMOND | | FOM | Q. DOMESTICO | | QCL | Q SANITARIO | | Q DE DISEÑO | | DIAMETRO PLG. | S% TUBO |
|---------|---------|-----------------|--------|---------------|---------------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|--------|-------|--------------|--------|------|-------------|--------|-------------|---|------------------|------------|
| | | INICIO | FINAL | | | | | | ACTUAL | FUTURO | | ACTUAL | FUTURO | | ACTUAL | FUTURO | | | | |
| 1 | 2 | 1000 | 998.71 | 17.67 | 7.3 | 1 | 7 | 12 | 4.43 | 4.41 | 0.003 | 0.01 | 0.02 | 0 | 0.02 | 0.09 | 0.16 | 6 | 7.3 | |
| 2 | 3 | 998.71 | 996.53 | 33.74 | 6.46 | 2 | 21 | 35 | 4.38 | 4.34 | 0.003 | 0.03 | 0.05 | 0.01 | 0.06 | 0.28 | 0.46 | 6 | 6.46 | |
| 3 | 4 | 996.53 | 995.42 | 57.93 | 1.92 | 1 | 28 | 47 | 4.36 | 4.32 | 0.003 | 0.04 | 0.07 | 0.01 | 0.08 | 0.37 | 0.61 | 6 | 1.92 | |
| 4 | 5 | 995.42 | 993.49 | 48.24 | 4 | 2 | 42 | 71 | 4.33 | 4.28 | 0.003 | 0.06 | 0.1 | 0.01 | 0.11 | 0.55 | 0.91 | 6 | 4 | |
| 5 | 5.3 | 993.49 | 991.25 | 14.17 | 15.81 | 2 | 56 | 94 | 4.3 | 4.25 | 0.003 | 0.08 | 0.14 | 0.01 | 0.15 | 0.72 | 1.2 | 6 | 15.81 | |
| 5.3 | 6.1 | 991.25 | 982.98 | 39.443 | 20.97 | 6 | 98 | 165 | 4.25 | 4.18 | 0.003 | 0.14 | 0.24 | 0.02 | 0.26 | 1.25 | 2.07 | 6 | 20.97 | |
| 6.1 | 6 | 982.98 | 978.92 | 27.088 | 14.99 | 0 | 98 | 165 | 4.25 | 4.18 | 0.003 | 0.14 | 0.24 | 0.02 | 0.26 | 1.25 | 2.07 | 6 | 14.99 | |
| 6 | 6.4 | 978.92 | 976.89 | 20.55 | 9.88 | 0 | 98 | 165 | 4.25 | 4.18 | 0.003 | 0.14 | 0.24 | 0.02 | 0.26 | 1.25 | 2.07 | 6 | 9.88 | |
| 6.4 | 7.1 | 976.89 | 974.75 | 23.497 | 9.11 | 0 | 98 | 165 | 4.25 | 4.18 | 0.003 | 0.14 | 0.24 | 0.02 | 0.26 | 1.25 | 2.07 | 6 | 9.11 | |
| 7.1 | 7 | 974.75 | 972.36 | 32.34 | 7.39 | 0 | 98 | 165 | 4.25 | 4.18 | 0.003 | 0.14 | 0.24 | 0.02 | 0.26 | 1.25 | 2.07 | 6 | 7.39 | |
| 7 | 8 | 972.36 | 967.86 | 30.56 | 14.73 | 4 | 126 | 212 | 4.21 | 4.14 | 0.003 | 0.19 | 0.31 | 0.03 | 0.34 | 1.59 | 2.63 | 8 | 14.73 | |
| 8 | 9 | 967.86 | 962.8 | 58.4 | 8.66 | 2 | 140 | 235 | 4.2 | 4.12 | 0.003 | 0.21 | 0.35 | 0.04 | 0.39 | 1.76 | 2.9 | 8 | 8.66 | |
| 9 | 10 | 962.8 | 959.72 | 35.56 | 8.66 | 1 | 147 | 247 | 4.19 | 4.11 | 0.003 | 0.22 | 0.36 | 0.04 | 0.4 | 1.85 | 3.05 | 8 | 7.5 | |
| 10 | 11 | 959.72 | 956.87 | 37.43 | 7.61 | 4 | 175 | 294 | 4.17 | 4.08 | 0.003 | 0.26 | 0.43 | 0.04 | 0.47 | 2.19 | 3.6 | 8 | 7.5 | |
| 11 | 12 | 956.87 | 953.89 | 25.41 | 11.73 | 5 | 210 | 353 | 4.14 | 4.05 | 0.003 | 0.31 | 0.52 | 0.05 | 0.57 | 2.61 | 4.29 | 8 | 12 | |
| 12 | 13 | 953.89 | 948.92 | 73.58 | 6.75 | 2 | 224 | 377 | 4.13 | 4.03 | 0.003 | 0.33 | 0.56 | 0.06 | 0.62 | 2.78 | 4.56 | 8 | 6.75 | |
| 13 | 14 | 948.92 | 945.23 | 64.67 | 5.71 | 3 | 245 | 412 | 4.11 | 4.02 | 0.003 | 0.36 | 0.61 | 0.06 | 0.67 | 3.02 | 4.97 | 8 | 5.71 | |
| 14 | 15 | 945.23 | 940.3 | 28.63 | 17.22 | 2 | 259 | 435 | 4.1 | 4 | 0.003 | 0.38 | 0.64 | 0.06 | 0.7 | 3.19 | 5.22 | 8 | 17 | |
| 15 | 16 | 940.3 | 938.15 | 17.61 | 12.21 | 1 | 266 | 447 | 4.1 | 4 | 0.003 | 0.39 | 0.66 | 0.07 | 0.73 | 3.27 | 5.36 | 8 | 12 | |
| 16 | 16.1 | 938.15 | 928.39 | 34.62 | 28.19 | 0 | 266 | 447 | 4.1 | 4 | 0.003 | 0.39 | 0.66 | 0.07 | 0.73 | 3.27 | 5.36 | 8 | 28.19 | |

CONTINUACIÓN DEL DISEÑO SECTOR LOS QUIROA.

| SECCION LLENA | | V. DE DISEÑO | | RELACION DE VELOCIDADES | | RELACIONES q/Q | | Relacion de d/D | | COTAS INVERT | | ALTURA DE POZO | | ANCHO | EXCAVACION |
|---------------|--------|--------------|--------|-------------------------|------------|----------------|---------|-----------------|---------|--------------|--------|----------------|-------|-------|------------|
| V(m/s) | Q(l/s) | ACTUAL | FUTURO | v/V ACTUAL | v/V FUTURO | ACTUAL | FUTURO | ACTUAL | FUTURO | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | (mts) | M3 |
| 3.06 | 55.82 | 0.58 | 0.69 | 0.191 | 0.226 | 0.00161 | 0.00287 | 0.02839 | 0.03765 | 998.8 | 997.51 | 1.2 | 1.23 | 0.5 | 12.58 |
| 2.88 | 52.54 | 0.78 | 0.9 | 0.271 | 0.313 | 0.00533 | 0.00876 | 0.05094 | 0.06493 | 997.48 | 995.3 | 1.23 | 1.28 | 0.5 | 23.07 |
| 1.57 | 28.64 | 0.55 | 0.64 | 0.351 | 0.407 | 0.01292 | 0.0213 | 0.07851 | 0.10023 | 995.27 | 994.16 | 1.28 | 1.31 | 0.5 | 39.48 |
| 2.26 | 41.23 | 0.8 | 0.93 | 0.355 | 0.411 | 0.01334 | 0.02207 | 0.07975 | 0.10198 | 994.13 | 992.2 | 1.31 | 1.34 | 0.5 | 33.98 |
| 4.5 | 82.09 | 1.41 | 1.64 | 0.314 | 0.364 | 0.00877 | 0.01462 | 0.06497 | 0.0834 | 992.17 | 989.93 | 1.34 | 1.37 | 0.5 | 11.66 |
| 5.18 | 94.49 | 1.83 | 2.12 | 0.354 | 0.41 | 0.01323 | 0.02191 | 0.07942 | 0.10162 | 989.9 | 981.63 | 1.37 | 1.4 | 0.5 | 29.42 |
| 4.38 | 79.9 | 1.62 | 1.89 | 0.371 | 0.431 | 0.01564 | 0.02591 | 0.08619 | 0.1029 | 981.6 | 977.54 | 1.4 | 1.43 | 0.5 | 21.32 |
| 3.56 | 64.94 | 1.41 | 1.63 | 0.395 | 0.458 | 0.01925 | 0.03188 | 0.09539 | 0.12205 | 977.51 | 975.48 | 1.43 | 1.46 | 0.5 | 17.05 |
| 3.42 | 62.39 | 1.36 | 1.58 | 0.399 | 0.463 | 0.02004 | 0.03318 | 0.09728 | 0.12446 | 975.45 | 973.31 | 1.46 | 1.49 | 0.5 | 19.58 |
| 3.08 | 56.18 | 1.27 | 1.47 | 0.412 | 0.477 | 0.02225 | 0.03685 | 0.10238 | 0.131 | 973.28 | 970.89 | 1.49 | 1.52 | 0.5 | 26.63 |
| 5.26 | 170.58 | 1.68 | 1.95 | 0.319 | 0.37 | 0.00932 | 0.01542 | 0.06693 | 0.08559 | 970.86 | 966.36 | 1.52 | 1.55 | 0.65 | 32.83 |
| 4.04 | 131.01 | 1.43 | 1.66 | 0.355 | 0.411 | 0.01343 | 0.02214 | 0.08001 | 0.10214 | 966.33 | 961.27 | 1.55 | 1.58 | 0.65 | 61.79 |
| 3.76 | 121.93 | 1.38 | 1.6 | 0.368 | 0.426 | 0.01517 | 0.02501 | 0.08491 | 0.1084 | 961.24 | 958.57 | 1.58 | 1.2 | 0.65 | 34.56 |
| 3.76 | 121.93 | 1.46 | 1.68 | 0.387 | 0.447 | 0.01796 | 0.02953 | 0.09221 | 0.11757 | 958.54 | 955.73 | 1.2 | 1.19 | 0.65 | 30.92 |
| 4.75 | 154.04 | 1.81 | 2.09 | 0.38 | 0.44 | 0.01694 | 0.02785 | 0.08962 | 0.11425 | 955.7 | 952.65 | 1.19 | 1.29 | 0.65 | 22.31 |
| 3.56 | 115.45 | 1.5 | 1.73 | 0.421 | 0.487 | 0.02408 | 0.0395 | 0.10642 | 0.13552 | 952.62 | 947.65 | 1.29 | 1.32 | 0.65 | 64.4 |
| 3.28 | 106.37 | 1.45 | 1.68 | 0.442 | 0.512 | 0.02839 | 0.04672 | 0.11533 | 0.1471 | 947.62 | 943.93 | 1.32 | 1.35 | 0.65 | 58.15 |
| 5.66 | 183.55 | 2.17 | 2.51 | 0.383 | 0.443 | 0.01738 | 0.02844 | 0.09075 | 0.11543 | 943.9 | 939.03 | 1.35 | 1.32 | 0.65 | 26.92 |
| 4.75 | 154.04 | 1.93 | 2.23 | 0.406 | 0.469 | 0.02123 | 0.0348 | 0.10006 | 0.12739 | 939 | 936.89 | 1.32 | 1.31 | 0.65 | 17.08 |
| 7.28 | 236.09 | 2.61 | 3.01 | 0.358 | 0.414 | 0.01385 | 0.0227 | 0.08122 | 0.10339 | 936.86 | 927.1 | 1.31 | 1.34 | 0.65 | 31.83 |

Diseño de hidráulico de los sectores 2, 3, 4.

| DE | A | COTA DE TERRENO | | D.H. | S% | HAB. A SERVIR | | | FACTOR DE HARMOND | | FQM | Q. DOMESTICO | | QCI. | Q. SANITARIO | | Q DE DISEÑO | | | DIAMETRO | S% | |
|---------------|----------|-----------------|---------|---------|---------|---------------|-----------|--------|--------------------------|--------|------------|---------------------|--------|-------------|---------------------|--------------------|-------------|-----------------|-----------|----------|----|--|
| PV | PV | INICIO | FINAL | (mts) | TERRENO | NO. DE CASAS | ACUMULADA | FUTURO | ACTUAL | FUTURO | FUTURO | ACTUAL | FUTURO | | ACTUAL | FUTURO | PLG. | TUBO | | | | |
| 1 | 2 | 1000 | 998.3 | 31.63 | 5.37 | 2 | 14 | 24 | 4.4 | 4.37 | 0.003 | 0.02 | 0.04 | 0 | 0.04 | 0.18 | 0.31 | 6 | 5 | | | |
| 2 | 3 | 998.3 | 998.22 | 25.55 | 0.31 | 1 | 21 | 35 | 4.38 | 4.34 | 0.003 | 0.03 | 0.05 | 0.01 | 0.06 | 0.28 | 0.46 | 6 | 2 | | | |
| 3 | 4 | 998.22 | 992.59 | 37.1 | 15.18 | 2 | 35 | 59 | 4.34 | 4.3 | 0.003 | 0.05 | 0.09 | 0.01 | 0.1 | 0.46 | 0.76 | 6 | 14 | | | |
| 4 | 5 | 992.59 | 988.88 | 15.7 | 23.63 | 1 | 42 | 71 | 4.33 | 4.28 | 0.003 | 0.06 | 0.1 | 0.01 | 0.11 | 0.55 | 0.91 | 6 | 24 | | | |
| 5 | 7 | 988.88 | 977.83 | 68.1012 | 16.23 | 4 | 70 | 118 | 4.28 | 4.22 | 0.003 | 0.1 | 0.17 | 0.02 | 0.19 | 0.9 | 1.49 | 6 | 16 | | | |
| SECTOR | 3 | | | | | | | | FACTOR DE HARMOND | | FQM | Q. DOMESTICO | | QCI. | Q. SANITARIO | Q DE DISEÑO | | DIAMETRO | S% | | | |
| PV | PV | INICIO | FINAL | (mts) | TERRENO | NO. DE CASAS | ACUMULADA | FUTURO | ACTUAL | FUTURO | FUTURO | ACTUAL | FUTURO | | ACTUAL | FUTURO | PLG. | TUBO | | | | |
| 1 | 2 | 1000 | 993.884 | 61.46 | 9.95 | 1 | 7 | 12 | 4.43 | 4.41 | 0.003 | 0.01 | 0.02 | 0 | 0.02 | 0.09 | 0.16 | 6 | 10 | | | |
| 2 | 3.1 | 993.884 | 990.018 | 94.197 | 4.1 | 4 | 35 | 59 | 4.34 | 4.3 | 0.003 | 0.05 | 0.09 | 0.01 | 0.1 | 0.46 | 0.76 | 6 | 6 | | | |
| 5 | 4 | 989.559 | 989.617 | 38.173 | -0.15 | 4 | 28 | 47 | 4.36 | 4.32 | 0.003 | 0.04 | 0.07 | 0.01 | 0.08 | 0.37 | 0.61 | 6 | 1 | | | |
| 4 | 3.2 | 989.617 | 990.862 | 57.505 | -2.17 | 4 | 56 | 94 | 4.3 | 4.25 | 0.003 | 0.08 | 0.14 | 0.01 | 0.15 | 0.72 | 1.2 | 6 | 1 | | | |
| 3.2 | 3.1 | 990.862 | 990.018 | 37.594 | 2.25 | 2 | 70 | 118 | 4.28 | 4.22 | 0.003 | 0.1 | 0.17 | 0.02 | 0.19 | 0.9 | 1.49 | 6 | 1 | | | |
| 3.1 | 3.9 | 990.018 | 982.513 | 36.499 | 20.56 | 0 | 105 | 177 | 4.24 | 4.17 | 0.003 | 0.15 | 0.26 | 0.03 | 0.29 | 1.34 | 2.21 | 6 | 16 | | | |
| 3.9 | 8.5 | 982.513 | 977.978 | 35.8111 | 12.66 | 2 | 119 | 200 | 4.22 | 4.15 | 0.003 | 0.18 | 0.3 | 0.03 | 0.33 | 1.51 | 2.49 | 6 | 12 | | | |
| 8.5 | 9.3 | 977.978 | 973.706 | 30.1015 | 14.19 | 2 | 133 | 224 | 4.21 | 4.13 | 0.003 | 0.2 | 0.33 | 0.03 | 0.36 | 1.68 | 2.78 | 8 | 14 | | | |
| 9.3 | 9.6 | 973.706 | 967.129 | 45.0205 | 14.61 | 0 | 133 | 224 | 4.21 | 4.13 | 0.003 | 0.2 | 0.33 | 0.03 | 0.36 | 1.68 | 2.78 | 8 | 15 | | | |
| SECTOR | 4 | | | | | | | | FACTOR DE HARMOND | | FQM | Q. DOMESTICO | | QCI. | Q. SANITARIO | Q DE DISEÑO | | DIAMETRO | S% | | | |
| PV | PV | INICIO | FINAL | (mts) | TERRENO | NO. DE CASAS | ACUMULADA | FUTURO | ACTUAL | FUTURO | FUTURO | ACTUAL | FUTURO | | ACTUAL | FUTURO | PLG. | TUBO | | | | |
| 1.1 | 1.6 | 1008.72 | 1000.76 | 49.6758 | 16.02 | 1 | 7 | 12 | 4.43 | 4.41 | 0.003 | 0.01 | 0.02 | 0 | 0.02 | 0.09 | 0.16 | 6 | 16 | | | |
| 1.6 | 1.9 | 1000.76 | 993.99 | 49.715 | 13.62 | 2 | 21 | 35 | 4.38 | 4.34 | 0.003 | 0.03 | 0.05 | 0.01 | 0.06 | 0.28 | 0.46 | 6 | 14 | | | |
| 1.9 | 2.1 | 993.99 | 990.36 | 27.418 | 13.24 | 3 | 42 | 71 | 4.33 | 4.28 | 0.003 | 0.06 | 0.1 | 0.01 | 0.11 | 0.55 | 0.91 | 6 | 12 | | | |
| 2.1 | 2.4 | 990.36 | 982.97 | 46.849 | 15.77 | 2 | 56 | 94 | 4.3 | 4.25 | 0.003 | 0.08 | 0.14 | 0.01 | 0.15 | 0.72 | 1.2 | 6 | 16 | | | |

CONTINUACIÓN DEL DISEÑO SECTOR 2, 3, 4.

| SECCION LLENA | | V. DE DISEÑO | | RELACION DE VELOCIDADES | | RELACIONES q/Q | | Relacion de d/D | | COTAS INVERT | | ALTURA DE POZO | | ANCHO | EXCAVACION |
|---------------|--------|--------------|--------|-------------------------|------------|----------------|---------|-----------------|---------|--------------|--------|----------------|-------|-------|------------|
| V(m/s) | Q(l/s) | ACTUAL | FUTURO | v/V ACTUAL | v/V FUTURO | ACTUAL | FUTURO | ACTUAL | FUTURO | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | (mts) | M3 |
| 2.53 | 46.15 | 0.62 | 0.73 | 0.247 | 0.29 | 0.0039 | 0.00672 | 0.04373 | 0.05705 | 998.8 | 997.22 | 1.2 | 1.11 | 0.5 | 20.11 |
| 1.6 | 29.19 | 0.52 | 0.6 | 0.322 | 0.372 | 0.00959 | 0.01576 | 0.06787 | 0.08651 | 997.19 | 996.68 | 1.11 | 1.57 | 0.5 | 18.83 |
| 4.24 | 77.34 | 1.19 | 1.37 | 0.28 | 0.324 | 0.00595 | 0.00983 | 0.05375 | 0.0687 | 996.65 | 991.46 | 1.57 | 1.16 | 0.5 | 27.74 |
| 5.55 | 101.24 | 1.51 | 1.75 | 0.272 | 0.316 | 0.00543 | 0.00899 | 0.05141 | 0.06576 | 991.43 | 987.66 | 1.16 | 1.25 | 0.5 | 11.24 |
| 4.53 | 82.63 | 1.51 | 1.75 | 0.334 | 0.387 | 0.01089 | 0.01803 | 0.07222 | 0.09239 | 987.63 | 976.73 | 1.25 | 1.13 | 0.5 | 42.44 |
| SECCION LLENA | | V. DE DISEÑO | | RELACION DE VELOCIDADES | | RELACIONES q/Q | | Relacion de d/D | | COTAS INVERT | | ALTURA DE POZO | | ANCHO | EXCAVACION |
| V(m/s) | Q(l/s) | ACTUAL | FUTURO | v/V ACTUAL | v/V FUTURO | ACTUAL | FUTURO | ACTUAL | FUTURO | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | (mts) | M3 |
| 3.58 | 65.3 | 0.65 | 0.77 | 0.182 | 0.216 | 0.00138 | 0.00245 | 0.02633 | 0.03485 | 998.8 | 992.65 | 1.2 | 1.26 | 0.5 | 39.65 |
| 2.77 | 50.53 | 0.88 | 1.02 | 0.317 | 0.367 | 0.0091 | 0.01504 | 0.06615 | 0.08456 | 992.62 | 986.97 | 1.26 | 3.08 | 0.5 | 104.14 |
| 1.13 | 20.61 | 0.44 | 0.51 | 0.387 | 0.448 | 0.01795 | 0.0296 | 0.09219 | 0.1177 | 988.36 | 987.98 | 1.2 | 1.67 | 0.5 | 29.24 |
| 1.13 | 20.61 | 0.53 | 0.62 | 0.47 | 0.546 | 0.03493 | 0.05822 | 0.12762 | 0.1638 | 987.95 | 987.37 | 1.67 | 3.52 | 0.5 | 77.18 |
| 1.13 | 20.61 | 0.57 | 0.66 | 0.502 | 0.582 | 0.04367 | 0.0723 | 0.14233 | 0.18208 | 987.34 | 986.96 | 3.52 | 3.09 | 0.5 | 67.54 |
| 4.53 | 82.63 | 1.7 | 1.97 | 0.375 | 0.435 | 0.01622 | 0.02675 | 0.08774 | 0.11202 | 986.93 | 981.09 | 3.09 | 1.45 | 0.5 | 46.18 |
| 3.92 | 71.51 | 1.59 | 1.84 | 0.406 | 0.47 | 0.02112 | 0.03482 | 0.09981 | 0.12742 | 981.06 | 976.76 | 1.45 | 1.25 | 0.5 | 26.4 |
| 5.13 | 166.36 | 1.68 | 1.94 | 0.327 | 0.379 | 0.0101 | 0.01671 | 0.06961 | 0.08902 | 976.73 | 972.52 | 1.25 | 1.22 | 0.65 | 26.09 |
| 5.31 | 172.2 | 1.72 | 1.99 | 0.324 | 0.375 | 0.00976 | 0.01614 | 0.06846 | 0.08752 | 972.49 | 965.74 | 1.22 | 1.42 | 0.65 | 40.51 |
| SECCION LLENA | | V. DE DISEÑO | | RELACION DE VELOCIDADES | | RELACIONES q/Q | | Relacion de d/D | | COTAS INVERT | | ALTURA DE POZO | | ANCHO | EXCAVACION |
| V(m/s) | Q(l/s) | ACTUAL | FUTURO | v/V ACTUAL | v/V FUTURO | ACTUAL | FUTURO | ACTUAL | FUTURO | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | (mts) | M3 |
| 4.53 | 82.63 | 0.77 | 0.92 | 0.17 | 0.202 | 0.00109 | 0.00194 | 0.02346 | 0.03109 | 1007.52 | 999.57 | 1.2 | 1.22 | 0.5 | 31.9 |
| 4.24 | 77.34 | 1.03 | 1.19 | 0.242 | 0.28 | 0.00362 | 0.00595 | 0.04217 | 0.05375 | 999.54 | 992.58 | 1.22 | 1.44 | 0.5 | 34.94 |
| 3.92 | 71.51 | 1.18 | 1.37 | 0.302 | 0.35 | 0.00769 | 0.01273 | 0.06093 | 0.07794 | 992.55 | 989.26 | 1.44 | 1.13 | 0.5 | 19.83 |
| 4.53 | 82.63 | 1.42 | 1.64 | 0.313 | 0.363 | 0.00871 | 0.01452 | 0.06475 | 0.08312 | 989.23 | 981.73 | 1.13 | 1.27 | 0.5 | 29.85 |

Diseño de hidráulico de los sector 5.

| DE | A | COTA DE TERRENO | | D.H. | S% | HAB. A SERVIR | | | FACTOR DE HARMON | | FQM | Q. DOMESTICO | | QCI. | Q SANITARIO | Q DE DISEÑO | | DIAMETRO | S% |
|-----|-----|-----------------|---------|-------|---------|---------------|-----------|--------|------------------|--------|--------|--------------|--------|------|-------------|-------------|--------|----------|------|
| PV | PV | INICIO | FINAL | (mts) | TERRENO | NO. DE CASAS | ACUMULADA | FUTURO | ACTUAL | FUTURO | FUTURO | ACTUAL | FUTURO | | | ACTUAL | FUTURO | PLG. | TUBO |
| 1.1 | 1 | 1002.41 | 1000 | 59.97 | 4.02 | 1 | 7 | 12 | 4.43 | 4.41 | 0.003 | 0.01 | 0.02 | 0 | 0.02 | 0.09 | 0.16 | 6 | 4 |
| 1 | 1.1 | 1000 | 997.67 | 43.57 | 5.35 | 5 | 42 | 71 | 4.33 | 4.28 | 0.003 | 0.06 | 0.1 | 0.01 | 0.11 | 0.55 | 0.91 | 6 | 5 |
| 1.1 | 2 | 997.67 | 996.14 | 77.35 | 1.98 | 1 | 49 | 82 | 4.32 | 4.27 | 0.003 | 0.07 | 0.12 | 0.01 | 0.13 | 0.64 | 1.05 | 6 | 2 |
| 2 | 2.1 | 996.14 | 996.98 | 25.6 | -3.28 | 3 | 70 | 118 | 4.28 | 4.22 | 0.003 | 0.1 | 0.17 | 0.02 | 0.19 | 0.9 | 1.49 | 6 | 2 |
| 2.1 | 3.5 | 996.98 | 995.58 | 10.31 | 13.58 | 1 | 77 | 129 | 4.27 | 4.21 | 0.003 | 0.11 | 0.19 | 0.02 | 0.21 | 0.99 | 1.63 | 6 | 2 |
| 3.5 | 3.8 | 995.58 | 995.46 | 62.35 | 0.19 | 7 | 126 | 212 | 4.21 | 4.14 | 0.003 | 0.19 | 0.31 | 0.03 | 0.34 | 1.59 | 2.63 | 6 | 2 |
| 3.8 | 4 | 995.46 | 993.834 | 47.41 | 3.43 | 1 | 133 | 224 | 4.21 | 4.13 | 0.003 | 0.2 | 0.33 | 0.03 | 0.36 | 1.68 | 2.78 | 6 | 2 |
| 4 | 5 | 993.83 | 989.773 | 91.77 | 4.42 | 1 | 140 | 235 | 4.2 | 4.12 | 0.003 | 0.21 | 0.35 | 0.04 | 0.39 | 1.76 | 2.9 | 6 | 4 |
| 5 | 6 | 989.77 | 987.056 | 56.19 | 4.83 | 1 | 147 | 247 | 4.19 | 4.11 | 0.003 | 0.22 | 0.36 | 0.04 | 0.4 | 1.85 | 3.05 | 6 | 4 |
| 6 | 7 | 987.06 | 984.363 | 20.67 | 13.05 | 0 | 147 | 247 | 4.19 | 4.11 | 0.003 | 0.22 | 0.36 | 0.04 | 0.4 | 1.85 | 3.05 | 6 | 13 |

Continuación del cálculo.

| SECCION LLENA | | V. DE DISEÑO | | RELACION DE VELOCIDADES | | RELACIONES q/Q | | Relacion de d/D | | COTAS INVERT | | ALTURA DE POZO | | ANCHO | EXCAVACION |
|---------------|--------|--------------|--------|-------------------------|------------|----------------|---------|-----------------|---------|--------------|--------|----------------|-------|-------|------------|
| V(m/s) | Q(l/s) | ACTUAL | FUTURO | v/V ACTUAL | v/V FUTURO | ACTUAL | FUTURO | ACTUAL | FUTURO | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | (mts) | M3 |
| 2.26 | 41.23 | 0.47 | 0.56 | 0.209 | 0.247 | 0.00218 | 0.00388 | 0.03292 | 0.04362 | 1001.21 | 998.81 | 1.2 | 1.22 | 0.5 | 38.13 |
| 2.53 | 46.15 | 0.87 | 1.01 | 0.343 | 0.398 | 0.01192 | 0.01972 | 0.07548 | 0.09652 | 998.78 | 996.6 | 1.22 | 1.1 | 0.5 | 27.15 |
| 1.6 | 29.19 | 0.66 | 0.76 | 0.41 | 0.474 | 0.02193 | 0.03597 | 0.10166 | 0.12946 | 996.57 | 995.02 | 1.1 | 1.15 | 0.5 | 45.2 |
| 1.6 | 29.19 | 0.72 | 0.84 | 0.453 | 0.525 | 0.03083 | 0.05104 | 0.12007 | 0.1536 | 994.99 | 994.48 | 1.15 | 2.53 | 0.5 | 25.32 |
| 1.6 | 29.19 | 0.75 | 0.86 | 0.466 | 0.539 | 0.03392 | 0.05584 | 0.1258 | 0.16049 | 994.45 | 994.24 | 2.53 | 1.37 | 0.5 | 13.95 |
| 1.6 | 29.19 | 0.86 | 0.99 | 0.535 | 0.62 | 0.05447 | 0.0901 | 0.15855 | 0.20274 | 994.21 | 992.96 | 1.37 | 2.53 | 0.5 | 62.9 |
| 1.6 | 29.19 | 0.87 | 1.01 | 0.545 | 0.63 | 0.058 | 0.095 | 0.16349 | 0.20806 | 992.93 | 991.98 | 2.53 | 1.88 | 0.5 | 56.16 |
| 2.26 | 41.23 | 1.13 | 1.3 | 0.498 | 0.577 | 0.04269 | 0.07034 | 0.14076 | 0.17965 | 991.95 | 988.28 | 1.88 | 1.52 | 0.5 | 80.9 |
| 2.26 | 41.23 | 1.14 | 1.32 | 0.506 | 0.585 | 0.045 | 0.074 | 0.14443 | 0.18416 | 988.25 | 986 | 1.52 | 1.09 | 0.5 | 39 |
| 4.08 | 74.43 | 1.74 | 2.01 | 0.426 | 0.493 | 0.025 | 0.041 | 0.10838 | 0.13801 | 985.97 | 983.28 | 1.09 | 1.11 | 0.5 | 13.05 |

ANEXOS

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Análisis granulométrico. | 118 |
| Límites de <i>Atterberg</i> . | 119 |
| Razón soporte California (C.B.R). | 120 |
| Compactación. | 121 |

Análisis granulométrico



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



INFORME No. 0,44 S.S. O.T. No. 21,029

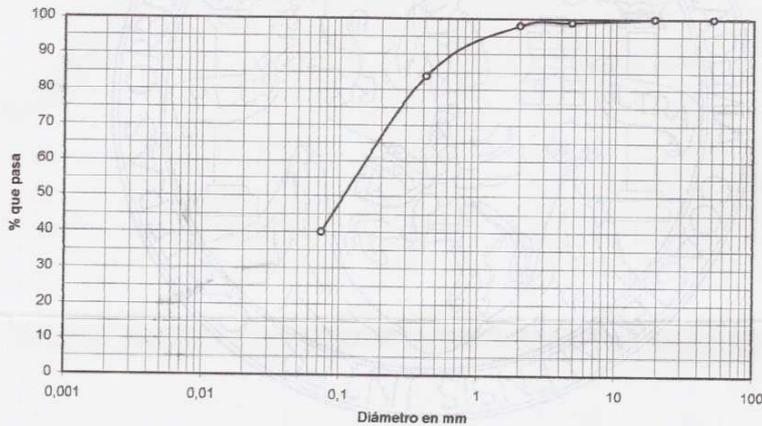
Interesado: Ronald Manfredo Juárez Escobar
Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Procedencia: San Antonio Sacatepequez, San Marcos
Fecha: 14 de febrero de 2007

Muestra No. 1

| Tamiz | Abertura (mm) | % que pasa |
|-------|---------------|------------|
| 2" | 50,8 | 100,00 |
| 3/4" | 19,00 | 100,00 |
| 4 | 4,76 | 99,00 |
| 10 | 2,00 | 98,00 |
| 40 | 0,42 | 84,00 |
| 200 | 0,074 | 40,00 |

% de Grava: 1,00
% de Arena: 59,00
% de Finos: 40,00



Descripción del suelo: Arena pómez color beige
Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-4
Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Vo. Bo. *[Signature]*
Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR CII/USAC.

Atentamente,

[Signature]
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



INFORME No. 0,45 S.S.

O.T. No. 21,029

Interesado: Ronald Manfredo Juárez Escobar
Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

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

Ubicación: San Antonio Sacatepequez, San Marcos

FECHA: 14 de febrero de 2007

RESULTADOS:

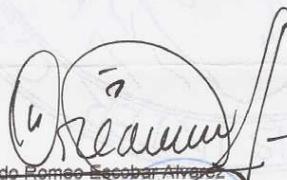
| ENSAYO No. | MUESTRA No. | L.L. (%) | I.P. (%) | C.S.U. * | DESCRIPCION DEL SUELO |
|------------|-------------|----------------------|----------|----------|-------------------------|
| 1 | 1 | Material no plastico | | | Arena pómez color beige |

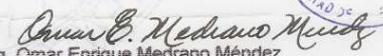
(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por los interesados.

Atentamente,

Vo. Bo.


Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR CII/USAC


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



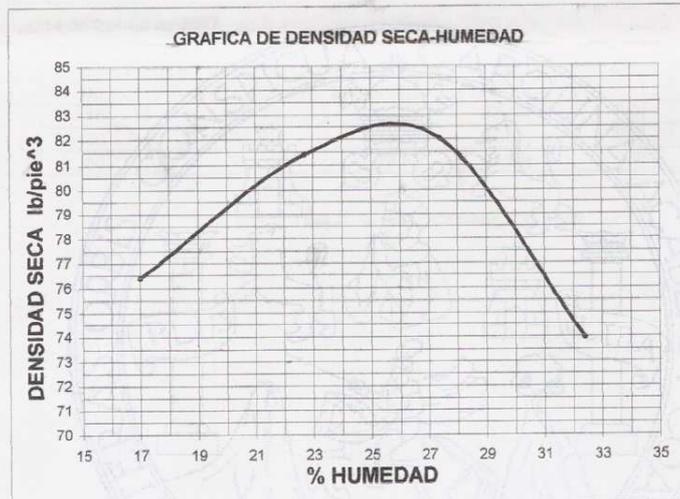
Compactación.



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



INFORME No. 0,42 S.S. O.T. No.: 21,029
Interesado: Ronald Manfredo Juárez Escobar
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: San Antonio Sacatepequez, San Marcos
Fecha: 14 de febrero de 2007



Muestra No.: 1
Descripción del suelo: Arena pómez limosa color beige
Densidad seca máxima γ_d : 1,858 Kg/m³ 82,2 lb/ft³
Humedad óptima Hop.: 25,5 %
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

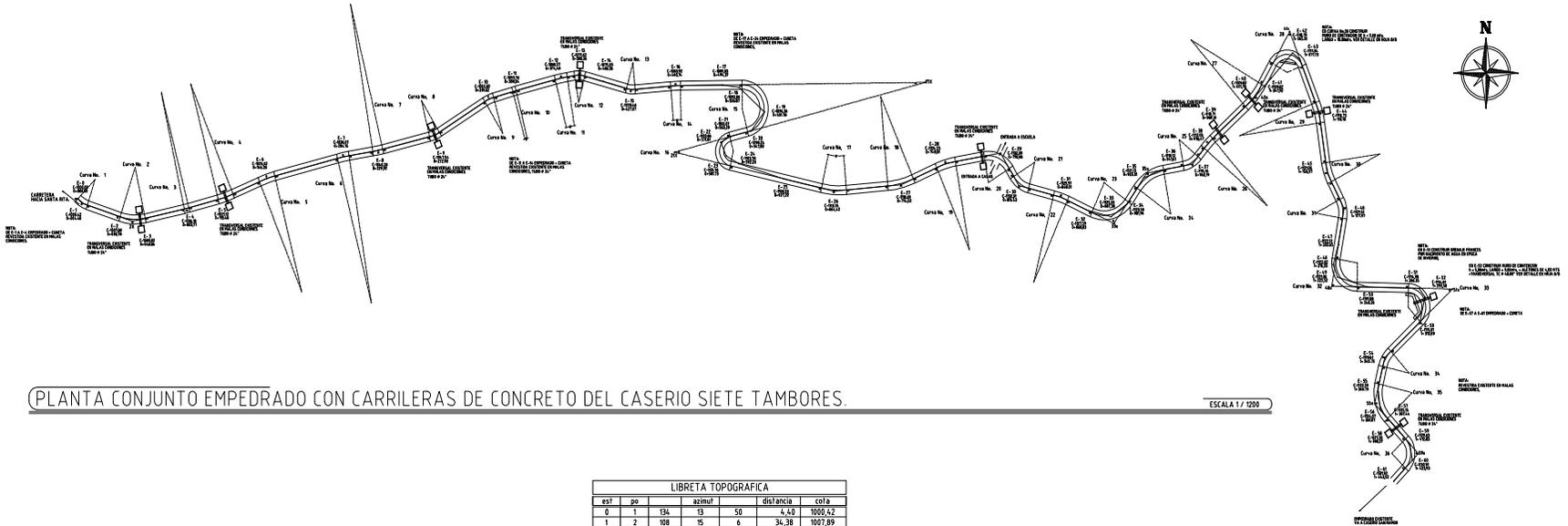
Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CI/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





PLANTA CONJUNTO EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SIETE TAMBORES.

ESCALA 1:1200

| LIBRETA TOPOGRAFICA | | | | | | |
|---------------------|----|-------|-----------|------|-------|---------|
| est | pp | semit | distancia | cola | | |
| 0 | 1 | 134 | 19 | 50 | 4.49 | 1000.42 |
| 1 | 2 | 108 | 15 | 6 | 34.38 | 1007.89 |
| 2 | 3 | 91 | 24 | 35 | 10.08 | 1009.82 |
| 3 | 4 | 77 | 49 | 57 | 26.86 | 1016.18 |
| 4 | 5 | 67 | 8 | 28 | 29.77 | 1021.12 |
| 5 | 6 | 73 | 28 | 9 | 32.80 | 1026.62 |
| 6 | 7 | 75 | 37 | 50 | 57.86 | 1036.07 |
| 7 | 8 | 76 | 29 | 23 | 25.78 | 1042.20 |
| 8 | 9 | 76 | 52 | 30 | 42.98 | 1047.54 |
| 9 | 10 | 58 | 29 | 15 | 46.72 | 1055.82 |
| 10 | 11 | 74 | 18 | 4 | 19.41 | 1059.76 |
| 11 | 12 | 75 | 44 | 18 | 35.44 | 1068.57 |
| 12 | 13 | 76 | 21 | 48 | 13.78 | 1071.62 |
| 13 | 14 | 104 | 12 | 28 | 8.00 | 1075.03 |
| 14 | 15 | 105 | 46 | 46 | 20.81 | 1078.46 |
| 15 | 16 | 85 | 9 | 4.4 | 33.07 | 1083.92 |
| 16 | 17 | 89 | 18 | 25 | 34.23 | 1089.83 |
| 17 | 18 | 96 | 39 | 38 | 13.50 | 1092.06 |
| 18 | 19 | 131 | 39 | 9 | 24.91 | 1096.26 |
| 19 | 20 | 217 | 41 | 30 | 16.02 | 1098.24 |
| 20 | 21 | 255 | 45 | 33 | 15.48 | 1101.07 |
| 21 | 22 | 242 | 53 | 23 | 8.32 | 1100.86 |
| 22 | 23 | 155 | 25 | 50 | 10.12 | 1101.78 |
| 23 | 24 | 119 | 8 | 55 | 10.48 | 1103.78 |
| 24 | 25 | 107 | 14 | 9 | 35.81 | 1108.33 |
| 25 | 26 | 102 | 35 | 18 | 37.21 | 1113.74 |
| 26 | 27 | 85 | 1 | 48 | 4.90 | 1118.69 |
| 27 | 28 | 66 | 27 | 16 | 35.78 | 1124.23 |
| 28 | 29 | 80 | 10 | 29 | 4.85 | 1127.09 |
| 29 | 30 | 148 | 19 | 55 | 25.77 | 1132.01 |
| 30 | 31 | 104 | 2 | 10 | 31.58 | 1139.97 |
| 31 | 32 | 114 | 15 | 24 | 20.82 | 1127.59 |
| 32 | 33 | 104 | 29 | 30 | 18.55 | 1125.20 |
| 33 | 34 | 53 | 42 | 30 | 14.58 | 1123.58 |
| 34 | 35 | 35 | 8 | 8 | 21.35 | 1121.15 |
| 35 | 36 | 71 | 5 | 10 | 18.30 | 1118.12 |
| 36 | 37 | 79 | 52 | 31 | 18.57 | 1115.16 |
| 37 | 38 | 39 | 47 | 0 | 18.29 | 1112.03 |
| 38 | 39 | 46 | 43 | 4.5 | 10.71 | 1110.71 |
| 39 | 40 | 48 | 39 | 19 | 32.60 | 1109.82 |
| 40 | 41 | 43 | 36 | 59 | 20.15 | 1109.82 |
| 41 | 42 | 43 | 7 | 57 | 23.17 | 1110.79 |
| 42 | 43 | 121 | 4 | 53 | 4.63 | 1111.34 |
| 43 | 44 | 158 | 17 | 10 | 38.37 | 1116.75 |
| 44 | 45 | 171 | 41 | 59 | 4.87 | 1121.06 |
| 45 | 46 | 152 | 28 | 50 | 27.08 | 1121.51 |
| 46 | 47 | 189 | 53 | 46 | 24.68 | 1121.21 |
| 47 | 48 | 195 | 22 | 46 | 13.89 | 1122.02 |
| 48 | 49 | 159 | 4 | 48 | 8.37 | 1121.06 |
| 49 | 50 | 106 | 58 | 10 | 22.74 | 1115.08 |
| 50 | 51 | 91 | 11 | 40 | 38.09 | 1114.98 |
| 51 | 52 | 144 | 52 | 36 | 7.15 | 1114.81 |
| 52 | 53 | 192 | 17 | 53 | 17.19 | 1115.01 |
| 53 | 54 | 227 | 20 | 32 | 36.61 | 1119.41 |
| 54 | 55 | 193 | 24 | 6 | 21.04 | 1122.29 |
| 55 | 56 | 140 | 20 | 55 | 14.98 | 1124.07 |
| 56 | 57 | 160 | 33 | 50 | 6.37 | 1125.15 |
| 57 | 58 | 134 | 24 | 10 | 10.83 | 1127.35 |
| 58 | 59 | 137 | 17 | 36 | 14.56 | 1129.63 |
| 59 | 60 | 189 | 46 | 50 | 11.10 | 1130.91 |
| 60 | 61 | 224 | 18 | 4 | 19.59 | 1131.92 |

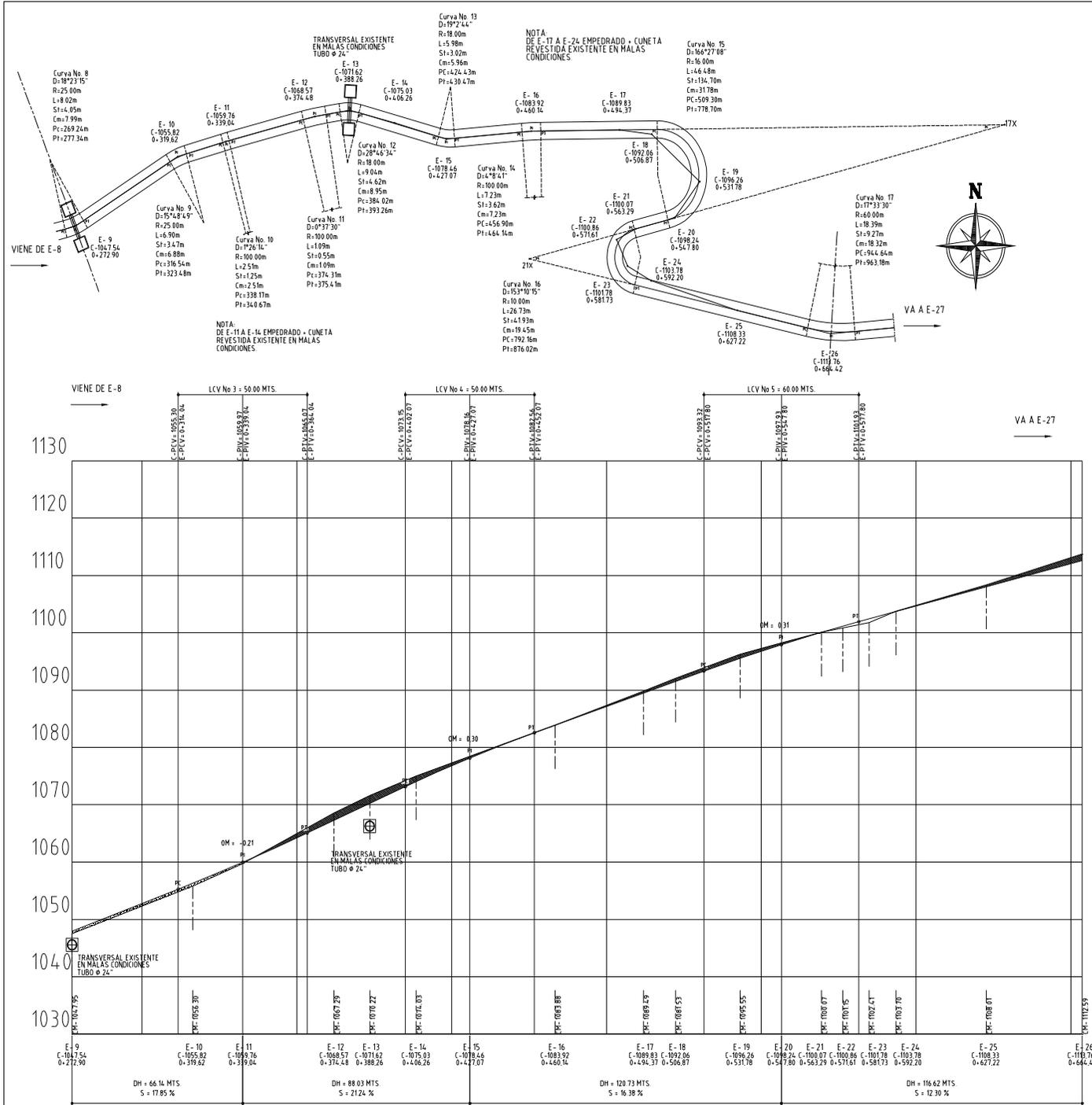
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

| | | | |
|-------------|--|----------|----------------|
| HOJA DE: | PLANTA CONJUNTO | DISEÑO: | RONALD JIMÉNEZ |
| | | DIBUJO: | RONALD JIMÉNEZ |
| PROYECTO: | DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SIETE TAMBORES, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | CALCULO: | RONALD JIMÉNEZ |
| | | ESCALA: | 1:1200 |
| | | INDICIA: | |
| PROFETARCO: | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | FECHA: | MARZO 2, 2007 |
| | | HOJA No: | 1/10 |

PROFETARCO: _____ REVISOR ING. LUIS ALFARO

NOMENCLATURA

| SIMBOLO | DESCRIPCION |
|---------|--|
| — | LINEA CENTRAL DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO |
| — | LINEA LATERAL DE ANCHO DE CARRETERA |
| E - | ESTACION TOPOGRAFICA |
| P C | PRINCIPIO DE CURVA |
| PI | PUNTO DE INFLEXION |
| PT | PUNTO DE TANGENCIA |
| C - | COTA DE TERRENO |
| CR = | COTA RASANTE O MODIFICADA |
| | TRANSVERSAL EN PLANTA TUBO DE CONCRETO Ø 24" |
| | TRANSVERSAL EN PERFIL TUBO DE CONCRETO Ø 24" |
| | RELLENO DE TERRENO |
| | CORTE DE TERRENO |
| S = % | PENDIENTE DE TERRENO |
| | VIVIENDA |



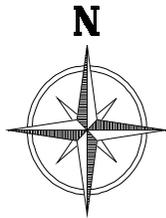
| est | po | azimut | distancia | cofa | | |
|-----|----|--------|-----------|------|-------|---------|
| 9 | 10 | 58 | 29 | 15 | 4,672 | 1055,82 |
| 10 | 11 | 74 | 18 | 4 | 19,41 | 1059,76 |
| 11 | 12 | 75 | 44 | 18 | 35,44 | 1068,57 |
| 12 | 13 | 76 | 21 | 4,8 | 13,78 | 1071,62 |
| 13 | 14 | 104 | 12 | 28 | 18,00 | 1075,03 |
| 14 | 15 | 105 | 46 | 4,6 | 20,81 | 1078,46 |
| 15 | 16 | 85 | 9 | 4,4 | 33,07 | 1083,92 |
| 16 | 17 | 89 | 18 | 25 | 34,23 | 1089,83 |
| 17 | 18 | 96 | 39 | 38 | 12,50 | 1092,06 |
| 18 | 19 | 131 | 39 | 9 | 24,91 | 1096,26 |
| 19 | 20 | 217 | 41 | 30 | 16,02 | 1098,24 |
| 20 | 21 | 255 | 45 | 33 | 15,48 | 1100,07 |
| 21 | 22 | 242 | 53 | 23 | 8,32 | 1100,86 |
| 22 | 23 | 155 | 25 | 50 | 10,12 | 1101,78 |
| 23 | 24 | 119 | 8 | 55 | 10,48 | 1103,78 |
| 24 | 25 | 107 | 14 | 0 | 35,01 | 1108,33 |
| 25 | 26 | 102 | 35 | 18 | 37,21 | 1113,76 |
| 26 | 27 | 85 | 1 | 4,8 | 4,960 | 1118,69 |
| 27 | 28 | 66 | 27 | 14 | 35,78 | 1124,23 |
| 28 | 29 | 80 | 10 | 29 | 40,85 | 1132,09 |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

| | |
|--|---|
| Hoja de: PLANTA-PERFIL | DISEÑO: RONALD JARREZ |
| PROYECTO: DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SIETE TAMBORES, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | DISEÑO: RONALD JARREZ |
| PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | ESCALA: HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/500 |
| | FECHA: MARZO 2, 2007 |
| | Hoja No: 3/10 |

PLANTA - PERFIL EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SIETE TAMBORES.

ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
ESCALA VERTICAL 1 / 500

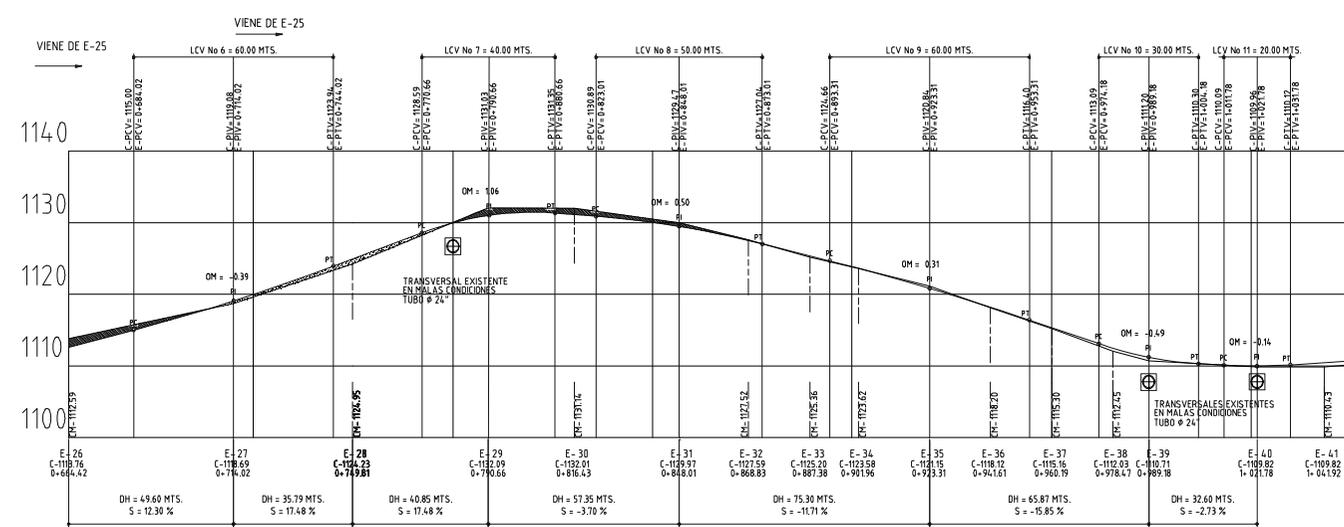
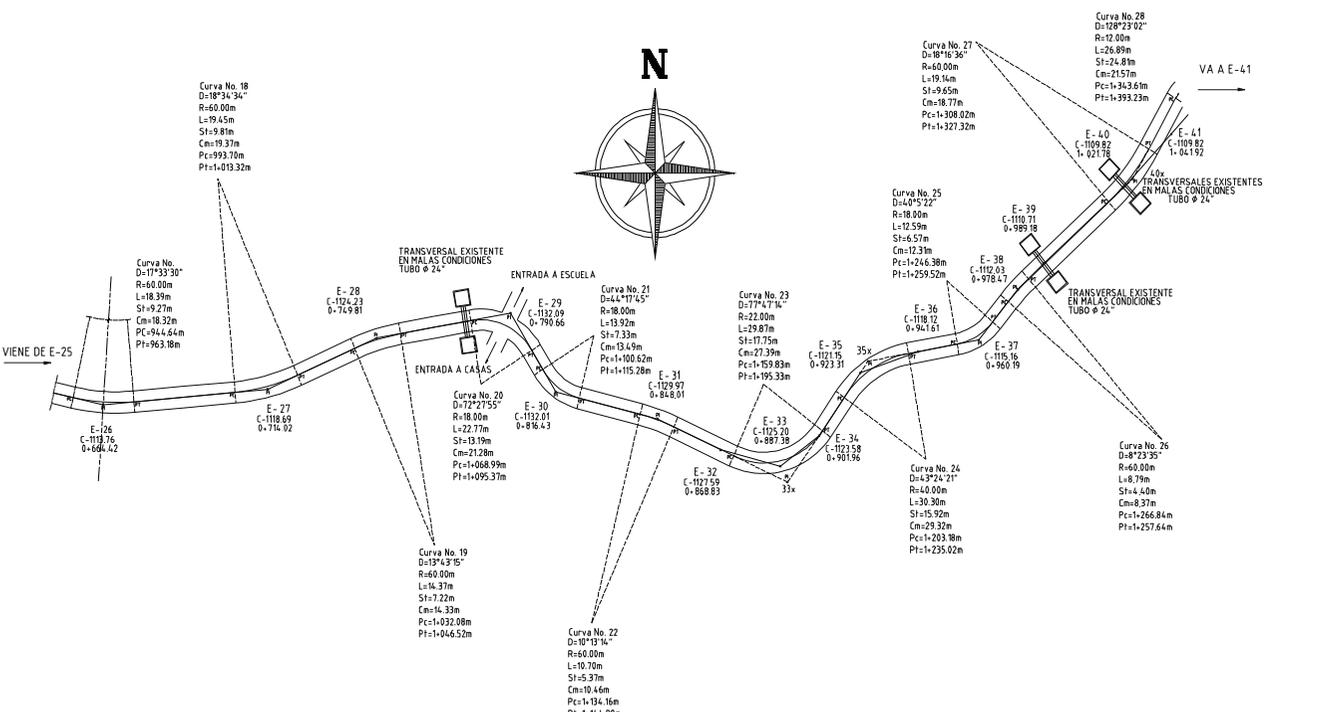


NOMENCLATURA

| SIMBOLO | DESCRIPCION |
|---------|--|
| — | LINEA CENTRAL DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO |
| — | LINEA LATERAL DE ANCHO DE CARRETERA |
| E- | ESTACION TOPOGRAFICA |
| PC | PRINCIPIO DE CURVA |
| PI | PUNTO DE INFLEXION |
| PT | PUNTO DE TANGENCIA |
| C- | COTA DE TERRENO |
| CR = | COTA RASANTE O MODIFICADA |
| | TRANSVERSAL EN PLANTA TUBO DE CONCRETO Ø 24" |
| | TRANSVERSAL EN PERFIL TUBO DE CONCRETO Ø 24" |
| | RELLENO DE TERRENO |
| | CORTE DE TERRENO |
| S = % | PENDIENTE DE TERRENO |
| | VIVIENDA |

LIBRETA TOPOGRAFICA

| est | po | azimut | distancia | cofa |
|-----|-----|--------|-----------|--------|
| 28 | 29 | 80 | 10 | 4,0,85 |
| 29 | 30 | 148 | 19 | 25,77 |
| 30 | 31 | 104 | 2 | 31,58 |
| 31 | 32 | 114 | 15 | 20,82 |
| 32 | 33 | 104 | 29 | 18,55 |
| 33 | 34 | 53 | 4,2 | 14,58 |
| 34 | 35 | 35 | 8 | 21,35 |
| 35 | 36 | 71 | 5 | 18,30 |
| 36 | 37 | 79 | 5,2 | 18,57 |
| 37 | 38 | 39 | 4,7 | 18,29 |
| 38 | 39 | 4,6 | 4,3 | 4,5 |
| 39 | 4,0 | 4,8 | 3,9 | 19 |
| 4,0 | 4,1 | 4,3 | 3,6 | 5,9 |
| 4,1 | 4,2 | 4,3 | 7 | 5,7 |



PLANTA - PERFIL EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SIETE TAMBORES.

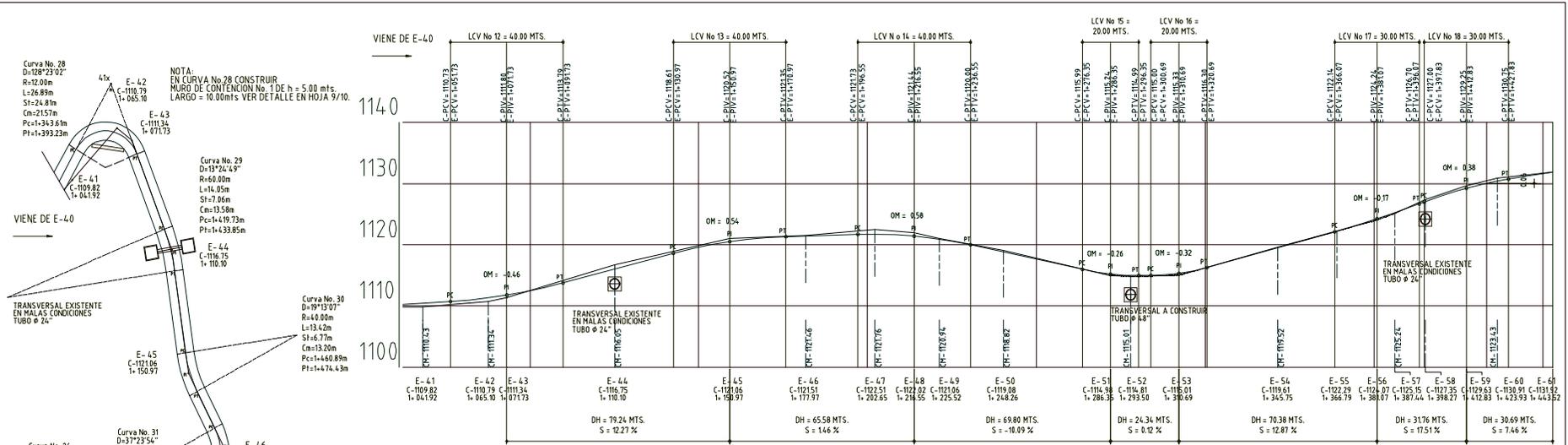
ESCALA HORIZONTAL 1/ 800
ESCALA VERTICAL 1/ 500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PLANTA-PERFIL

| | |
|---|--|
| PROFESOR: RONALDO JUAREZ | PROYECTO: DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SIETE TAMBORES, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. |
| DISEÑO: RONALDO JUAREZ | ESCALA: INGENIERIA |
| CALCULO: RONALDO JUAREZ | FECHA: MARZO 2, 2007 |
| PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | HOJA No: 4/10 |

PROPIETARIO: _____ REVISOR ING. LUIS ALFARO



PLANTA - PERFIL EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SIETE TAMBORES.

ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
ESCALA VERTICAL 1 / 500



NOTA:
EN E-52 CONSTRUIR MURO DE CONTENCION No. 7
h = 5.00mts. LARGO = 3.00mts. + ALETONES DE 4.00mts
+ TRANSVERSAL (C Ø 4.00) VER DETALLE EN HOJA 9/10.

NOTA:
EN E-51 CONSTRUIR DRENA JE FRANCES
POR NACIMIENTO DE AGUA EN EPOCA
DE INVIERNO VER DETALLE EN HOJA 9/10.

NOTA:
EN CURVA No. 28 CONSTRUIR
MURO DE CONTENCION No. 1 DE h = 5.00 mts.
LARGO = 10.00mts VER DETALLE EN HOJA 9/10.

NOMENCLATURA

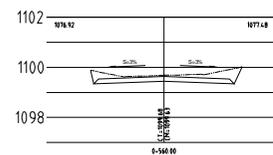
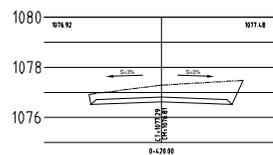
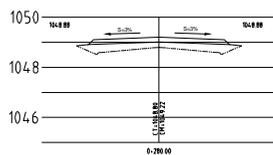
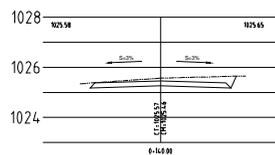
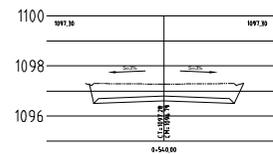
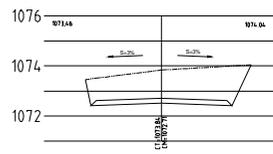
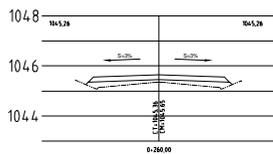
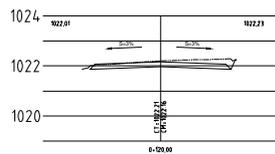
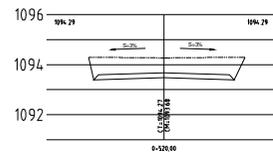
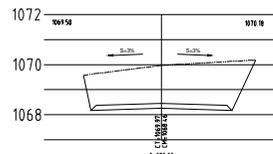
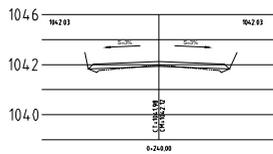
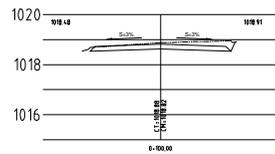
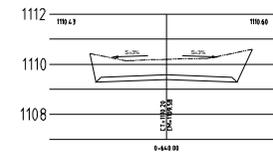
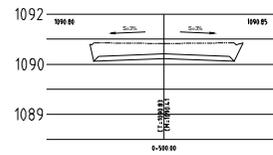
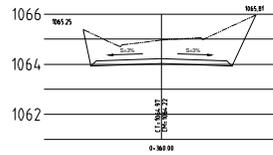
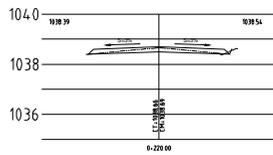
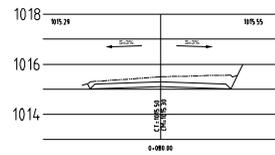
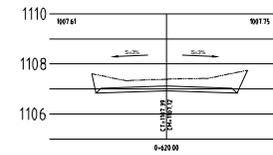
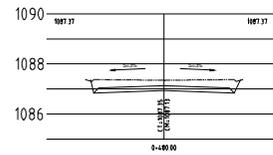
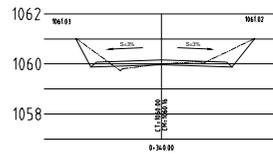
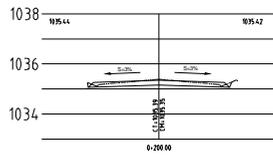
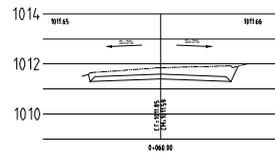
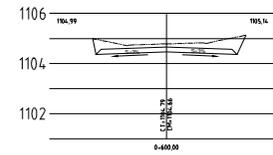
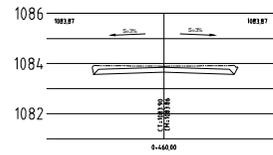
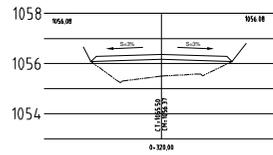
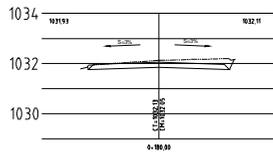
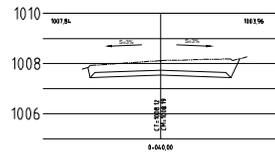
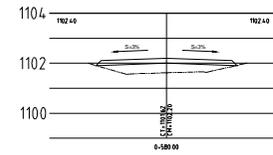
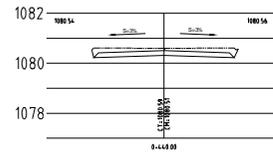
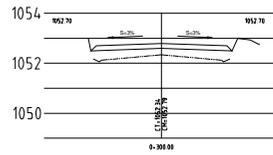
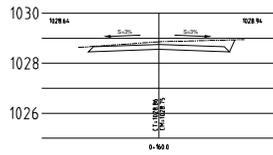
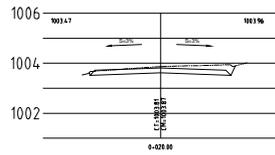
| SIMBOLO | DESCRIPCION |
|---------|--|
| — | LINEA CENTRAL DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO |
| — | LINEA LATERAL DE ANCHO DE CARRETERA |
| E- | ESTACION TOPOGRAFICA |
| P C | PRINCIPIO DE CURVA |
| P I | PUNTO DE INFLEXION |
| P T | PUNTO DE TANGENCIA. |
| C- | COTA DE TERRENO |
| CR = | COTA RASANTE O MODIFICADA |
| ☐ | TRANSVERSAL EN PLANTA TUBO DE CONCRETO Ø 24" |
| ⊕ | TRANSVERSAL EN PERFIL TUBO DE CONCRETO Ø 24" |
| ▨ | RELLENO DE TERRENO |
| ▩ | CORTE DE TERRENO |
| S = % | PENDIENTE DE TERRENO |
| ⊗ | VIVIENDA |

LIBRETA TOPOGRAFICA

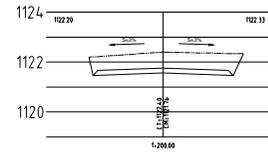
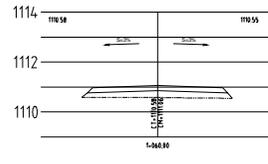
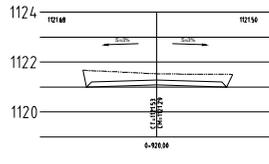
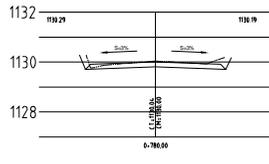
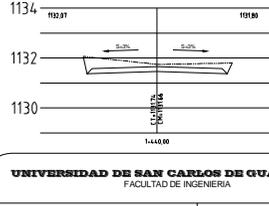
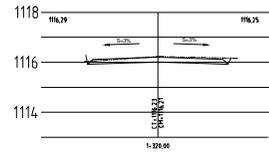
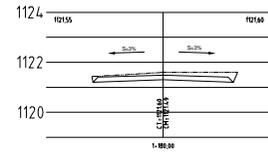
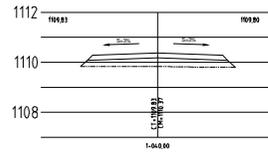
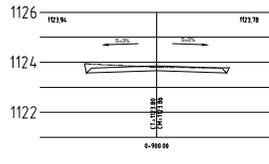
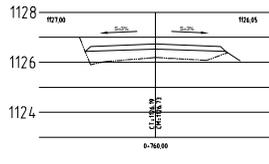
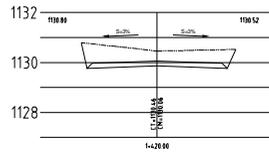
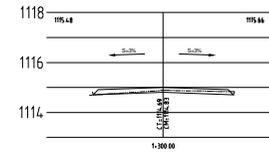
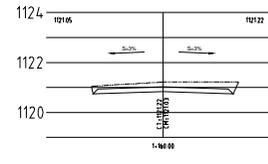
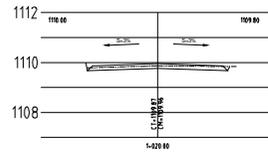
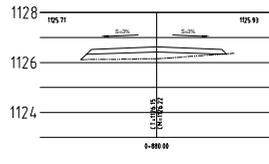
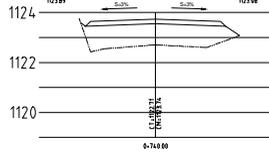
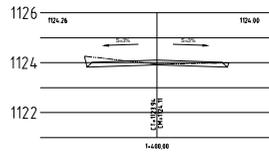
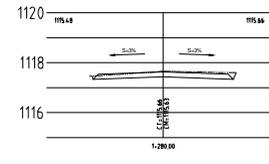
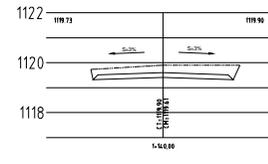
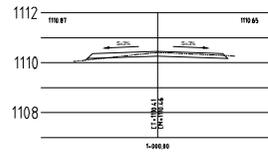
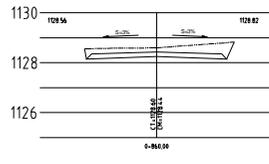
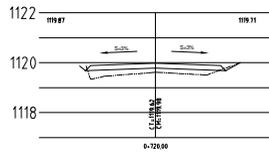
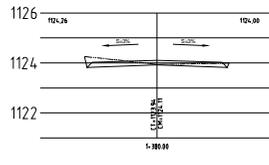
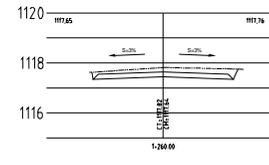
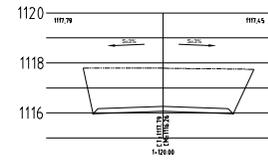
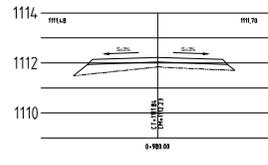
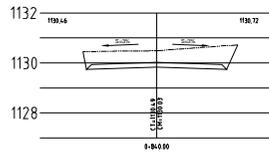
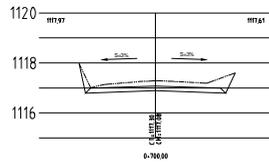
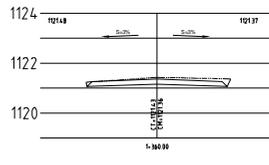
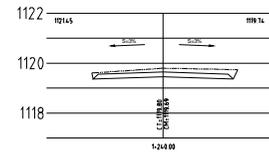
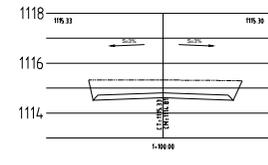
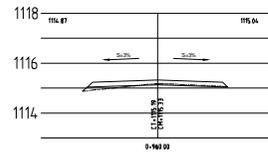
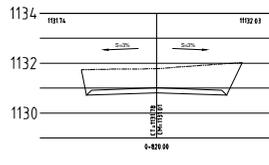
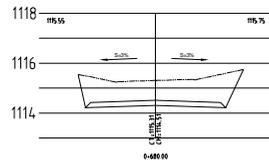
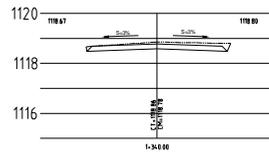
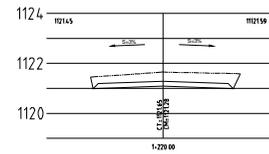
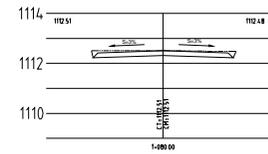
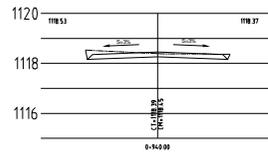
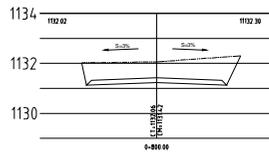
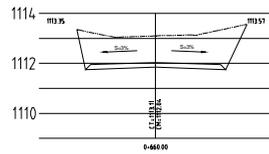
| est | po | azimut | distancia | cota | | |
|-----|-----|--------|-----------|------|-------|---------|
| 4.1 | 4.2 | 4.3 | 7 | 57 | 23.17 | 1110.79 |
| 4.2 | 4.3 | 127 | 8 | 53 | 6.63 | 1111.34 |
| 4.3 | 4.4 | 158 | 17 | 10 | 38.37 | 1116.75 |
| 4.4 | 4.5 | 171 | 4.1 | 59 | 40.87 | 1121.06 |
| 4.5 | 4.6 | 152 | 28 | 50 | 27.00 | 1121.51 |
| 4.6 | 4.7 | 189 | 53 | 46 | 24.68 | 1122.51 |
| 4.7 | 4.8 | 195 | 22 | 46 | 13.89 | 1122.02 |
| 4.8 | 4.9 | 159 | 4 | 48 | 8.97 | 1121.06 |
| 4.9 | 5.0 | 106 | 58 | 10 | 22.74 | 1119.08 |
| 5.0 | 5.1 | 91 | 11 | 40 | 38.09 | 1114.98 |
| 5.1 | 5.2 | 144 | 52 | 36 | 7.15 | 1114.81 |
| 5.2 | 5.3 | 192 | 17 | 53 | 17.19 | 1115.01 |
| 5.3 | 5.4 | 227 | 20 | 32 | 35.05 | 1119.61 |
| 5.4 | 5.5 | 193 | 24 | 6 | 21.04 | 1122.29 |
| 5.5 | 5.6 | 140 | 20 | 55 | 14.28 | 1124.07 |
| 5.6 | 5.7 | 160 | 33 | 50 | 6.37 | 1125.15 |
| 5.7 | 5.8 | 134 | 24 | 10 | 10.83 | 1127.35 |
| 5.8 | 5.9 | 137 | 17 | 36 | 14.56 | 1129.63 |
| 5.9 | 6.0 | 169 | 4.6 | 50 | 11.10 | 1130.91 |
| 6.0 | 6.1 | 224 | 18 | 4 | 19.59 | 1131.92 |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
FACULTAD DE INGENIERIA

| | | | |
|--------------|--|--------------------------|---------------|
| HOJA DE: | PLANTA-PERFIL | DISENIO: | RONALD AJUREZ |
| PROYECTO: | DISENIO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SIETE TAMBORES. ALDEIA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOR. | REVISOR: | RONALD AJUREZ |
| PROPIETARIO: | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | CALCULO: | RONALD AJUREZ |
| | | ESCALA: | INDICADA |
| | | FECHA: | MARZO 2, 2007 |
| | | HOJA No: | 5/10 |
| | | PROPIETARIO: | |
| | | REVISOR ING. LUIS ALFARO | |

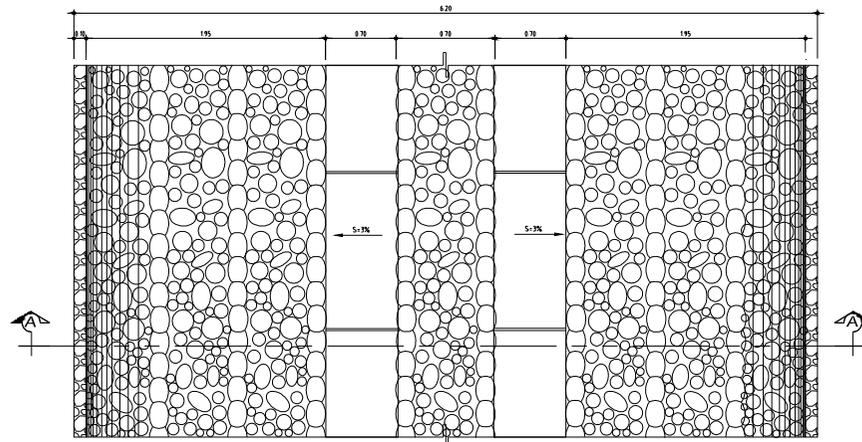


| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. | |
|---|--|
| FACULTAD DE INGENIERIA | |
| SECCIONES TRANSVERSALES | |
| HOJA DE: | DISEÑO: RONALD JIMÉNEZ |
| | DIBUJO: RONALD JIMÉNEZ |
| PROYECTO: | DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SIETE TAMBORES, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. |
| PROPIETARIO: | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. |
| FECHA: | MARZO 2, 2007 |
| ESCALA: | RENCADA |
| HOJA N°: | 6/10 |
| PROPIETARIO: | REVISÓ ING. LUIS ALFARO |



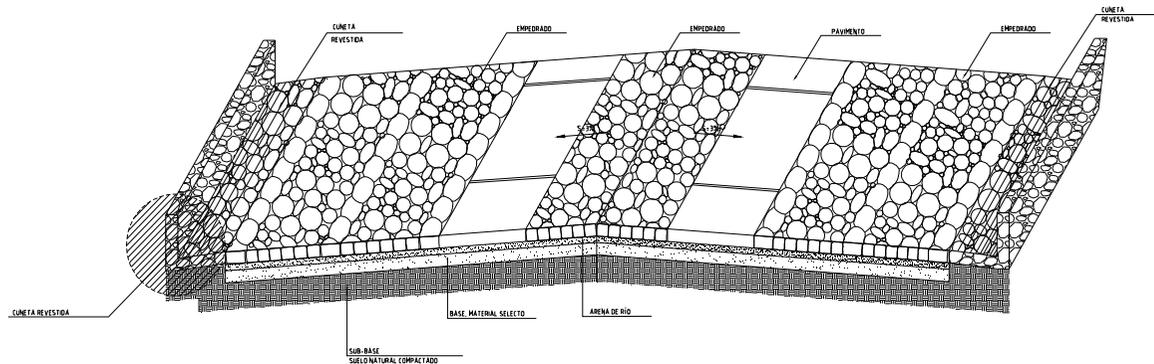
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

| | |
|---|--|
| HOJA DE: <p style="text-align: center;">SECCIONES TRANSVERSALES</p> | DISEÑO: RICHARDO JUREZ DIBUJO: RICHARDO JUREZ CALCALO: RICHARDO JUREZ ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2, 2007 HOJA NO: <p style="text-align: center;">7/10</p> |
| PROYECTO: PASEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILAS DE CONCRETO DEL CASERIO SIETE TAMBORES, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | |
| PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | |
| PROPIETARIO | REVISED INGLÉS ALFARO |



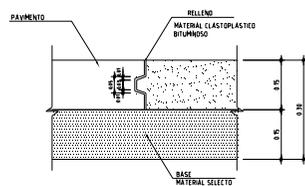
PLANTA
EMPLANTILLADO DE EMPEDRADO + PAVIMENTO

ESCALA 1/20

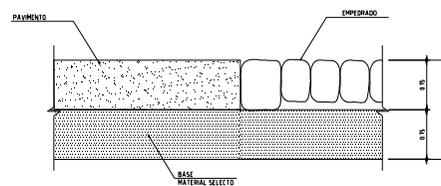


SECCION A-A
SECCION TIPICA DE EMPEDRADO COMBINADO CON PAVIMENTO

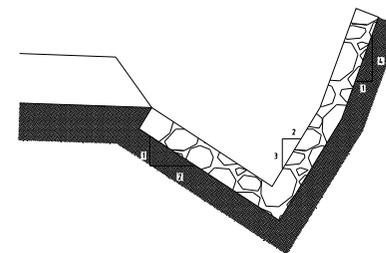
ESCALA 1/20



DETALLE No. 1 ESC 1/75
JUNTAS DE CARRILERAS A / C. 3.00 Mts.



DETALLE No. 2 ESC 1/75
JUNTAS DE CARRILERAS A / C. 3.00 Mts.



CUNETAS TRIANGULARES REVESTIDAS ESCALA 1/10
SECCION TIPICA

ESPECIFICACIONES TECNICAS

EMPEDRADO

- LA GUA LONGITUDINAL DEL EMPEDRADO (EMBRERA) IRA A LO LARGO DE LA CALLE #16 8.675 TRANSVERSAL, Y SERA DE PIEDRA DE UN DIAMETRO MIN DE 4" Y UN DIAMETRO DE 8"
- EL EMPEDRADO SE COLOCARA SOBRE UNA BASE DE MATERIAL SELECTO DE 0.15 MTS DE ESPESOR COMPACTADO Y UNA HUMEDAD OPTIMA.
- EL EMPEDRADO TOTAL SERA DE PIEDRA QUEBRADA O DE RIO DE UN DIAMETRO MIN DE 3" Y UN MAXIMO DE 8"
- AL EMPEDRAR SELE DEBERA DE APLICARSE UNA CAPA DE MATERIAL SELECTO FINO (CEMENTO) EN MODO DE LLENAR LAS SZAS ENTRE PIEDRAS, MOJANDOSE Y VOLVIENDOSE A COMPACTAR CON MAZO SOBRE EL EMPEDRADO

CEMENTO

- EL CEMENTO A UTILIZARSE SERA TIPO II NORMAL
- NINGUN CEMENTO PODRA UTILIZARSE CUANDO TENGA MAS DE UN MES DE ALMACENAMIENTO EN EL LUGAR DESTINADO PARA EL ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO 1 BODEGA 1 DEBERA GARANTIZAR LA TEMPLADURA DEL MISMO.

ARENA

- ESTARA COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS LIBRES DE MATERIAL ORGANICO
- TAMBIEN ESTARA LIBRE DE MATERIAS QUE PUEDAN REDUCIR LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL CONCRETO

PIEDRA

- SERA DE ROCA TRITURADA O GRANA Y DEBERA ESTAR FORMADO DE PARTICULAS DURAS RESISTENTES Y LIMPIAS DEBERA TENER UN DIAMETRO MINIMO DE 3/4" Y UN MAXIMO DE 1-1/2"

AGUA

- EL AGUA QUE SE UTILICE EN EL MEZCLADO DEL CONCRETO DEBERA ESTAR LIMPIA, LIBRE DE MATERIAL ORGANICO Y CON TURBES MINIMA
- EL VOLUMEN DE AGUA A EMPLEARSE DEBERA SER LA OPTIMA, CON EL QUE OBTENGIA UNA MEZCLA TRABAJABLE CON LA RESISTENCIA DESEADA

MEZCLADO

- TODO EL CONCRETO A USAR SERA MEZCLADO A MAQUINA SIN EXERCIÓN Y VIBRADO MECANICAMENTE
- EL TIEMPO DE MEZCLA DEBERA SER POR LO MENOS DE 1-1/2 MINUTOS DESPUES DE QUE TODOS LOS MATERIALES ESTEN COLOCADOS DENTRO DE LA MEZCLADORA

CALIDAD DE CONCRETO

- ES RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DISEÑAR LA MEZCLA PARA OBTENER LA RESISTENCIA ESPECIFICA
- LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO A UTILIZAR SERA DE 270 Kg/cm² A LOS 28 DIAS

FORMALETA

- EL CONTRATISTA SERA RESPONSABLE DEL DISEÑO DE LA FORMALETA A UTILIZAR

EXCAVACION

- LA EXCAVACION SERA A MANO O A MAQUINA HASTA EL NIVEL INDICADO EN PLANOS

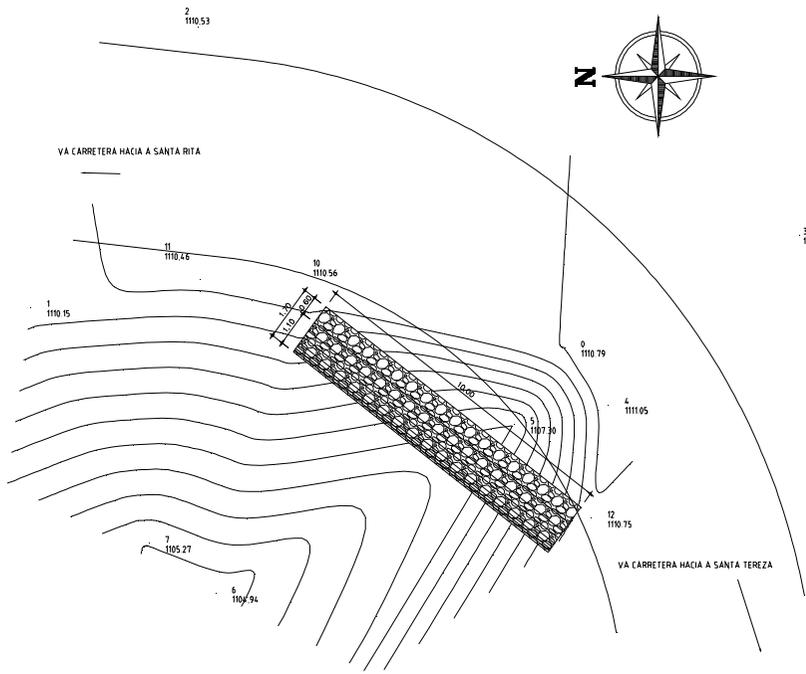
CURADO

- EL CONCRETO DEVEN VERIFIED DEBERA PROTEGERS DE LOS RAYOS SOLARES Y DEBERA MANTENERSE MEDIO HUMEDO POR LO MENOS DURANTE 21 DIAS DESPUES DE SU COLOCACION

- MATERIAL SELECTO CON ESPESOR MINIMO DE 0.15 MTS, CON UNA COMPACTACION MAXIMA DEL 95% Y MANTENER SU HUMEDAD Y COMPACTACION HASTA LA FUNDICION
- LA COMPACTACION DEBERA EFECTUARSE CON EQUIPO MECANICO Y HUMEDAD OPTIMA A UN MINIMO DEL 95% SEGUN ASHTO T-99-73
- EL MATERIAL SERA TIPO GRANA NO PLASTICO TRANSPORTADO DE BANDOS FUERA DE LA OBRA APROBADO POR EL SUPERVISOR DE LA OBRA DEBERA RETIRARSE EL MATERIAL LAS PIEDRAS MAYORES DE 3.5 CM DE DIAMETRO, RAJES Y RESTOS DE PLANTAS

- SUELO NATURAL EL CUAL DEBERA COMPACTARSE Y UNA HUMEDAD MAXIMA ANTES DE COLOCAR EL MATERIAL DE BASE (SELECTO)

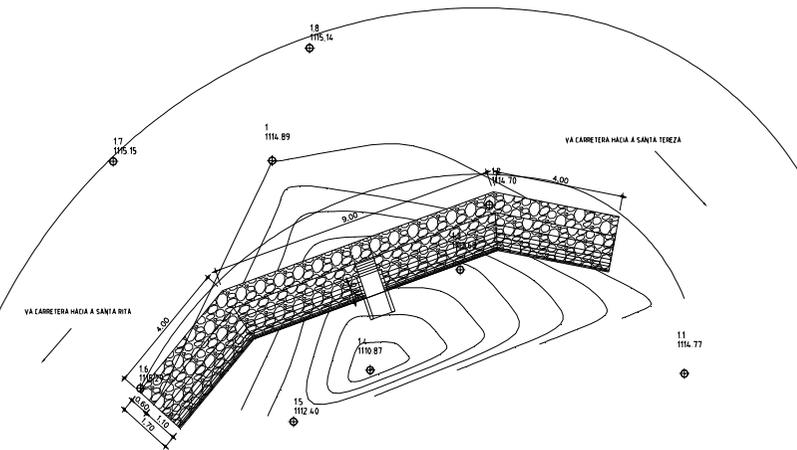
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA | | | |
|---|----------------------------|--|-----------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERIA | | | |
| HOJA DE DETALLES + SECCION TIPICA | DISEÑO: RICHARD JUAREZ | | |
| | DIBUJO: RICHARD JUAREZ | | |
| PROYECTO: DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SIETE TAMBORES, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | CALCULO: RICHARD JUAREZ | | |
| | ESCALA: INDICADA. | | |
| PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | FECHA: MARZO 2, 2007 | | |
| | HOJA No: 8/10 | | |
| | PROPRIETARIO: | | REVISO ING. LUIS ALTAMIRANO |



PLANTA MURO + CURVAS DE NIVEL

MURO No. 2 E- 42

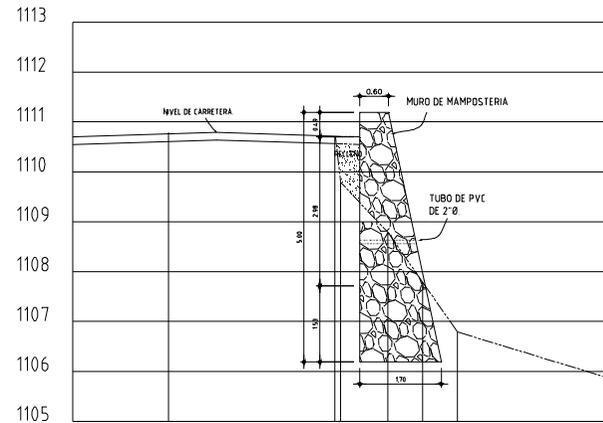
ESCALA 1/75



PLANTA MURO + CURVAS DE NIVEL

MURO No. 2 E- 52

ESCALA 1/75

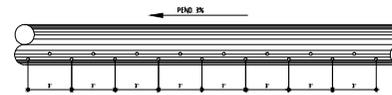


SECCION + PERFIL DE TERRENO

MURO No. 2 E- 42

ESC. HOR. 1/50

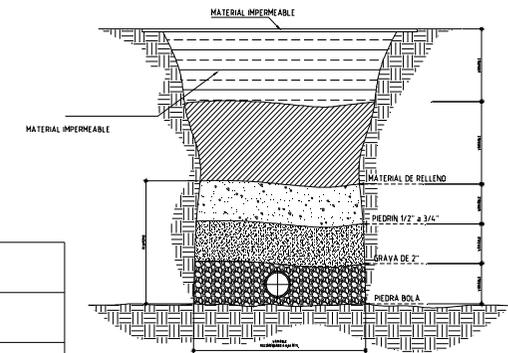
ESC. VER. 1/50



TUBERIA PVC DE Ø 6"

Detalle de Perforaciones

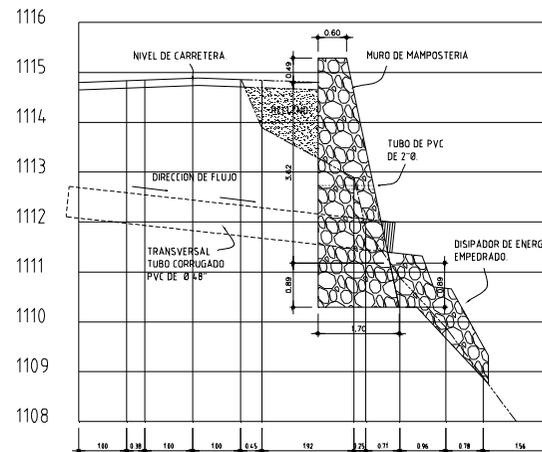
SIN ESCALA



SECCION TRANSVERSAL

Galería de Infiltración

SIN ESCALA



SECCION + PERFIL DE TERRENO

MURO No. 2 E- 52

ESC. HOR. 1/50

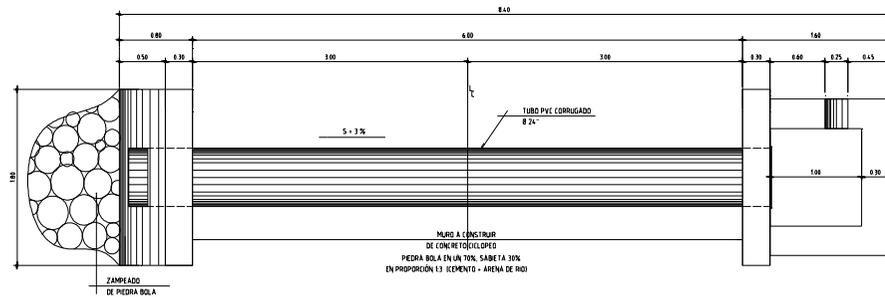
ESC. VER. 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

| | | |
|--|-----------|-----------------|
| HICIA DE: | DISENYO: | RONALDO JIMENEZ |
| DETALLES | DESEÑO: | RONALDO JIMENEZ |
| PROYECTO: | CALCULO: | RONALDO JIMENEZ |
| DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILLERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SIETE TAMBORES, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | ESCALA: | REBECADA |
| PROPIETARIO: | FECHA: | MARZO 2, 2007 |
| MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | HICIA No: | 9/10 |

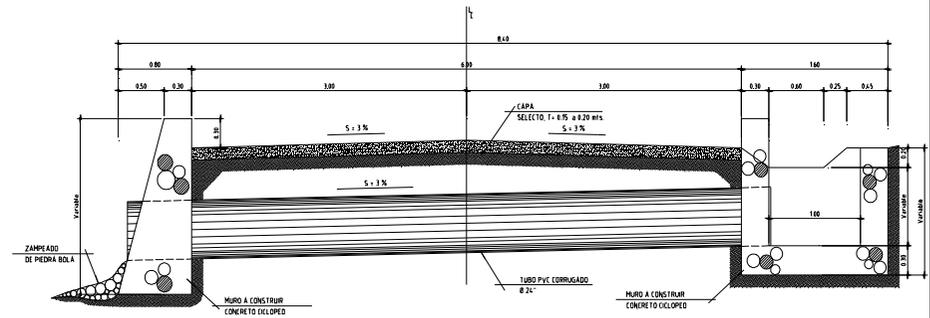
PROPIETARIO:

REVISOR ING. LUIS ALFARO



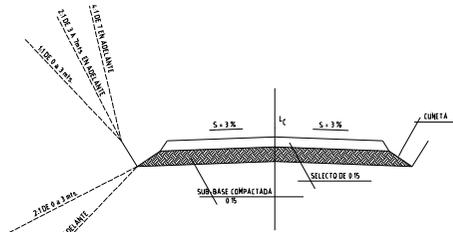
PLANTA TRANSVERSAL, TUBO CORRUGADO Ø 24"

ESCALA: 1/25



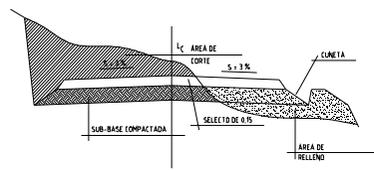
SECCIÓN A A TRANSVERSAL, TUBO CORRUGADO Ø 24"

ESCALA: 1/25



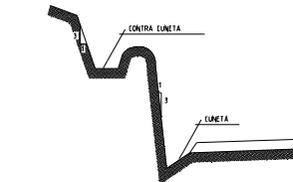
ALINEACIÓN RECTA SECCIÓN TÍPICA

ESCALA: 1/50



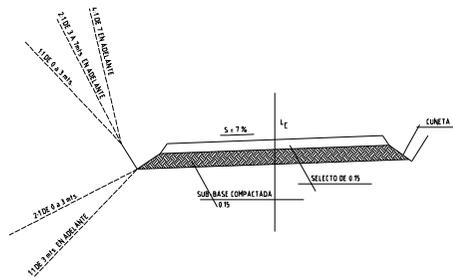
SECCIÓN TÍPICA CORTE Y RELLENO

ESCALA: 1/50



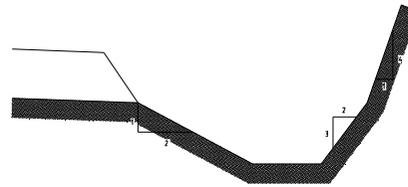
CONTRA CUNETAS

ESCALA: 1/50



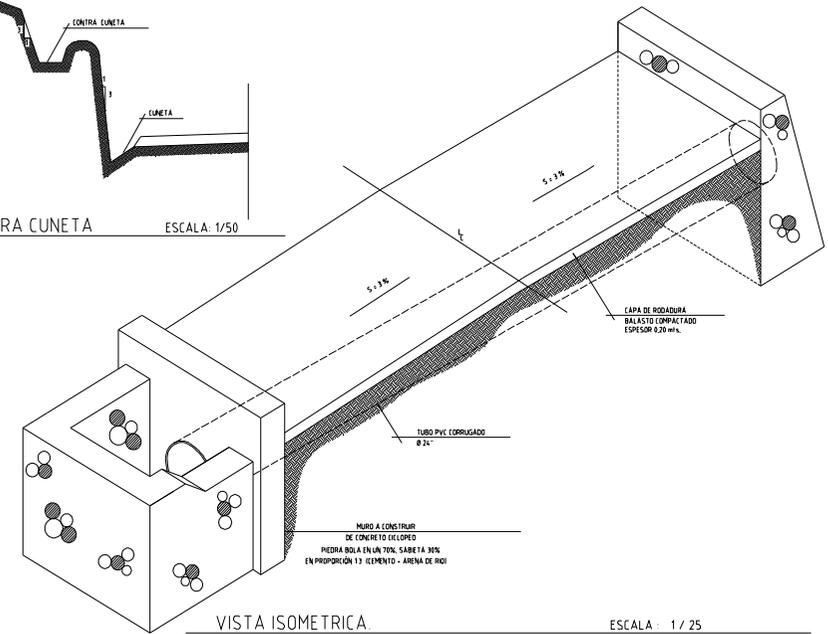
ALINEACIÓN CURVA SECCIÓN TÍPICA

ESCALA: 1/50



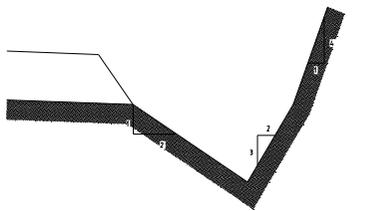
CUNETA TRAPEZOIDAL

ESCALA: 1/10



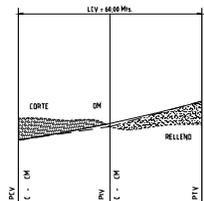
VISTA ISOMÉTRICA TRANSVERSAL, TUBO CORRUGADO Ø 24"

ESCALA: 1/25



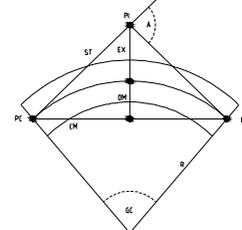
CUNETA TRIANGULAR SECCIÓN TÍPICA

ESCALA: 1/10



C = COTA DE TERRENO
OM = COTA MODIFICADA
R = ORDENADA MEDIA
PCV = PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PVI = PUNTO DE INFLEXIÓN VERTICAL
PIV = PUNTO DE TANGENCIA VERTICAL
LEV = LONGITUD DE CURVA VERTICAL

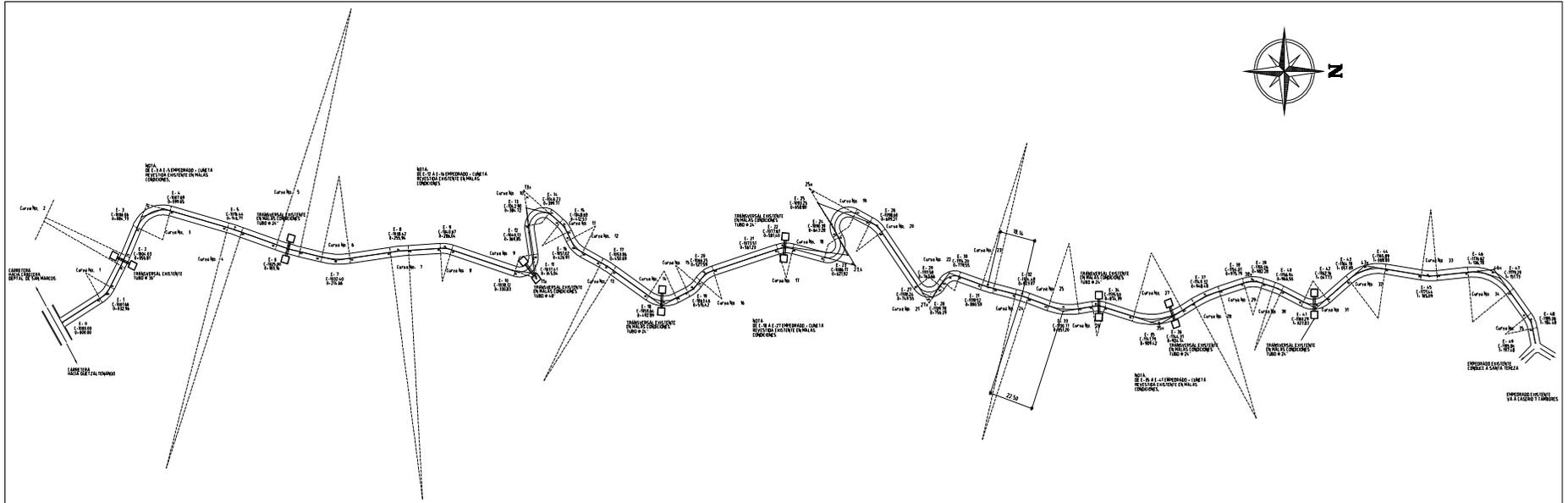
SIMBOLOGIA DE CURVAS (Planta y Perfil)



A = ANGULO DELTA
GC = GRADO DE CURVATURA
R = RADIO
ST = SUBTANGENTE
CM = CUERDA MEDIA
OM = ORDENADA MEDIA
EX = EXTERNAL
PC = PRINCIPIO DE CURVA
PI = PUNTO DE INFLEXIÓN
PT = PUNTO DE TANGENCIA

Sin Escala.

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA | | |
|--|--|--|
| HOJA DE: | DETALLES | DISEÑO: RICHARD JAMPEZ CALCALO: RICHARD JAMPEZ DISEÑO: RICHARD JAMPEZ REVISADO: INGENIERA |
| PROYECTO: | DISEÑO DE EMPEDRAMIENTO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SIETE TAMBORES, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | |
| PROPIETARIO: | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | FECHA: MARZO 2, 2007 HOJA NO: 10/10 |
| PROPIETARIO: | REVISOR: ROL. LUIS ARIAS | |

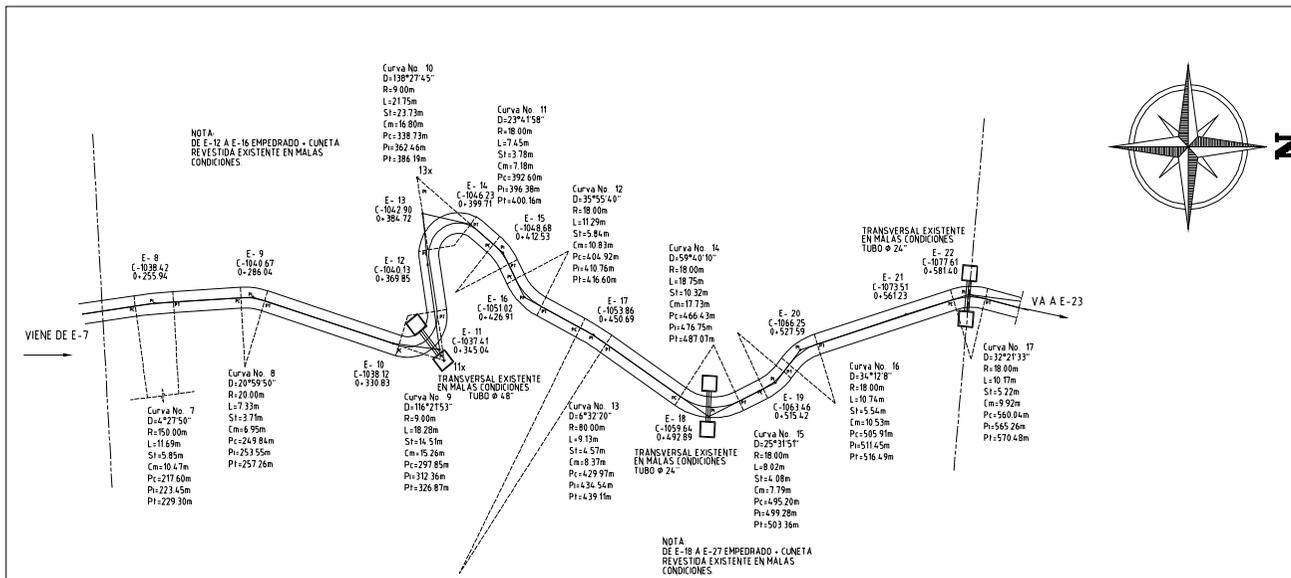


PLANTA CONJUNTO EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SAN RAMON.

ESCALA 1:1200

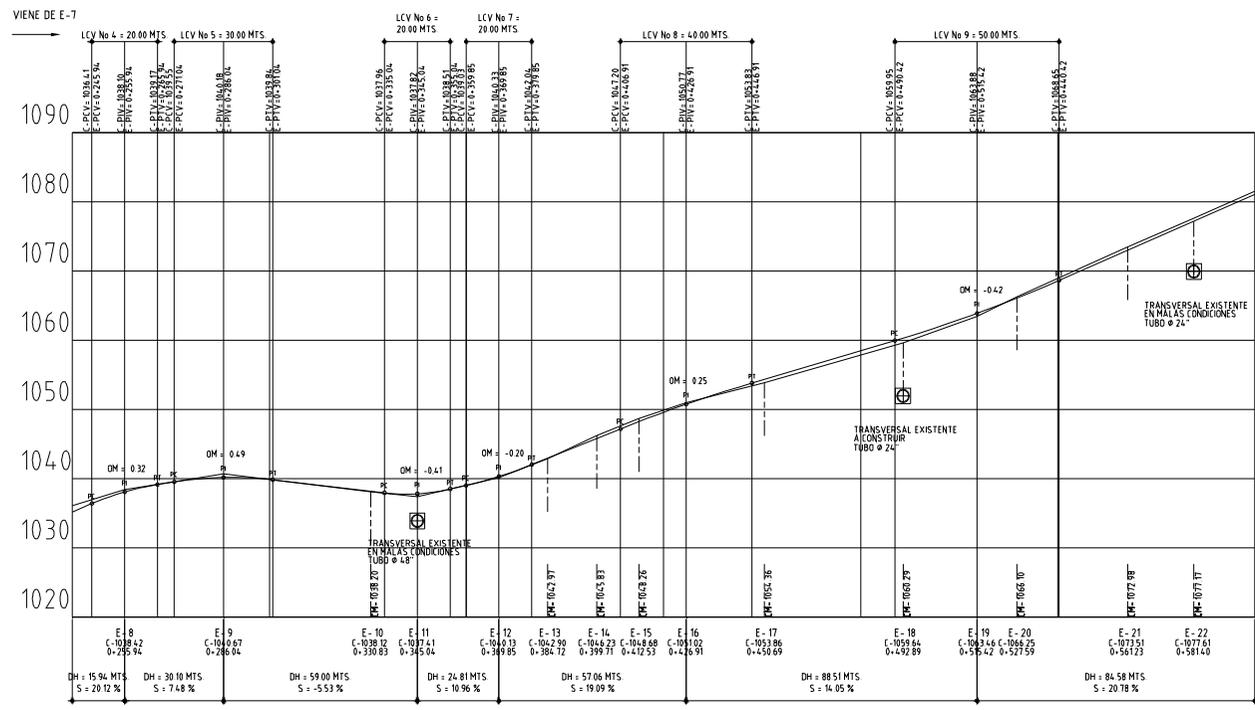
| LIBRETA TOPOGRAFICA | | | | | |
|---------------------|----|--------|-----|-----------|---------|
| est | pp | azimut | | distancia | cola |
| 0 | 0 | | | 0 | 0000.00 |
| 0 | 1 | 329 | 02 | 0 | 37.96 |
| 1 | 2 | 298 | 19 | 4.0 | 22.85 |
| 2 | 3 | 293 | 57 | 4.0 | 28.92 |
| 3 | 4 | 361 | 4.0 | 18 | 16.79 |
| 4 | 5 | 15 | 16 | 30 | 47.06 |
| 5 | 6 | 18 | 38 | 7 | 36.53 |
| 6 | 7 | 12 | 44 | 6 | 27.51 |
| 7 | 8 | 352 | 3 | 4.0 | 47.28 |
| 8 | 9 | 356 | 31 | 30 | 20.76 |
| 9 | 10 | 17 | 31 | 20 | 44.78 |
| 10 | 11 | 6 | 50 | 4.7 | 16.21 |
| 11 | 12 | 261 | 33 | 9 | 24.81 |
| 12 | 13 | 283 | 55 | 4.8 | 16.88 |
| 13 | 14 | 12 | 9 | 12 | 16.99 |
| 14 | 15 | 39 | 37 | 12 | 12.81 |
| 15 | 16 | 63 | 19 | 10 | 16.38 |
| 16 | 17 | 27 | 23 | 30 | 23.78 |
| 17 | 18 | 33 | 55 | 50 | 42.21 |
| 18 | 19 | 336 | 15 | 4.0 | 27.53 |
| 19 | 20 | 308 | 4.3 | 4.9 | 12.77 |
| 20 | 21 | 362 | 18 | 20 | 33.66 |
| 21 | 22 | 36.3 | 24 | 31 | 20.77 |
| 22 | 23 | 7 | 9 | 4.0 | 40.52 |
| 23 | 24 | 261 | 5 | 10 | 27.95 |
| 24 | 25 | 235 | 5 | 7 | 16.52 |
| 25 | 26 | 19 | 33 | 20 | 40.41 |
| 26 | 27 | 54 | 16 | 10 | 55.36 |
| 27 | 28 | 21 | 21 | 16 | 6.76 |
| 28 | 29 | 301 | 58 | 10 | 7.37 |
| 29 | 30 | 309 | 30 | 24 | 10.87 |
| 30 | 31 | 18 | 39 | 50 | 26.11 |
| 31 | 32 | 13 | 42 | 15 | 22.48 |
| 32 | 33 | 19 | 2 | 30 | 28.17 |
| 33 | 34 | 351 | 28 | 20 | 23.18 |
| 34 | 35 | 16 | 37 | 30 | 35.93 |
| 35 | 36 | 36.5 | 38 | 4.0 | 16.72 |
| 36 | 37 | 329 | 55 | 54 | 24.34 |
| 37 | 38 | 362 | 44 | 51 | 27.37 |
| 38 | 39 | 354 | 46 | 16 | 6.50 |
| 39 | 40 | 17 | 48 | 0 | 14.24 |
| 40 | 41 | 25 | 51 | 32 | 27.28 |
| 41 | 42 | 320 | 38 | 50 | 17.60 |
| 42 | 43 | 320 | 57 | 23 | 16.38 |
| 43 | 44 | 36.1 | 15 | 16 | 11.11 |
| 44 | 45 | 8 | 48 | 30 | 18.38 |
| 45 | 46 | 354 | 19 | 34 | 31.69 |
| 46 | 47 | 17 | 7 | 53 | 18.87 |
| 47 | 48 | 52 | 37 | 50 | 37.76 |
| 48 | 49 | 78 | 55 | 50 | 12.99 |

| | |
|---|---------------------------|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA | |
| HORA DE: PLANTA CONJUNTO | DISEÑO: RONALD JUAREZ |
| | DELLADO: RONALD JUAREZ |
| PROYECTO: DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SAN RAMON, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | CALCULO: RONALD JUAREZ |
| | ESCALA: INDICADA |
| PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | FECHA: MARZO 2, 2007 |
| | HORA No: 1/9 |
| PROPIETARIO: _____ | REVISOR: ING. LUIS ALFARO |



NOMENCLATURA

| SIMBOLO | DESCRIPCION |
|---------|--|
| — | LINEA CENTRAL DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO |
| — | LINEA LATERAL DE ANCHO DE CARRETERA |
| E- | ESTACION TOPOGRAFICA |
| PC | PRINCIPIO DE CURVA |
| PI | PUNTO DE INFLEXION |
| PT | PUNTO DE TANGENCIA |
| C- | COTA DE TERRENO |
| CR = | COTA RASANTE O MODIFICADA |
| | TRANSVERSAL EN PLANTA TUBO DE CONCRETO Ø 24" |
| | TRANSVERSAL EN PERFIL TUBO DE CONCRETO Ø 24" |
| | RELLENO DE TERRENO |
| | CORTE DE TERRENO |
| S = % | PENDIENTE DE TERRENO |
| | VIVIENDA |



| est | pp | azimut | distancia | cota | | |
|-----|----|--------|-----------|------|-------|---------|
| 9 | 10 | 17 | 31 | 20 | 44.78 | 1038.12 |
| 10 | 11 | 6 | 59 | 4.7 | 16.21 | 1037.41 |
| 11 | 12 | 261 | 33 | 9 | 21.81 | 1040.13 |
| 12 | 13 | 263 | 55 | 4.8 | 14.88 | 1042.90 |
| 13 | 14 | 12 | 9 | 12 | 16.99 | 1046.23 |
| 14 | 15 | 39 | 37 | 12 | 12.81 | 1048.68 |
| 15 | 16 | 63 | 19 | 10 | 14.38 | 1051.02 |
| 16 | 17 | 27 | 23 | 30 | 23.78 | 1051.52 |
| 17 | 18 | 33 | 55 | 50 | 42.21 | 1057.30 |
| 18 | 19 | 334 | 15 | 4.0 | 22.53 | 1042.24 |
| 19 | 20 | 308 | 4.3 | 4.9 | 12.17 | 1045.03 |
| 20 | 21 | 34.2 | 18 | 20 | 33.64 | 1052.29 |
| 21 | 22 | 34.3 | 24 | 31 | 20.17 | 1056.38 |
| 22 | 23 | 7 | 9 | 4.0 | 40.52 | 1064.95 |

PLANTA - PERFIL EMPEDRADO CON CARRILAS DE CONCRETO DEL CASERIO SAN RAMON.

ESCALA HORIZONTAL 1/1000
ESCALA VERTICAL 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
FACULTAD DE INGENIERIA

FECHA DE: PLANTA-PERFIL

DISEÑO: RONALD JIMENEZ
DIBUJO: RONALD JIMENEZ

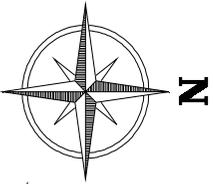
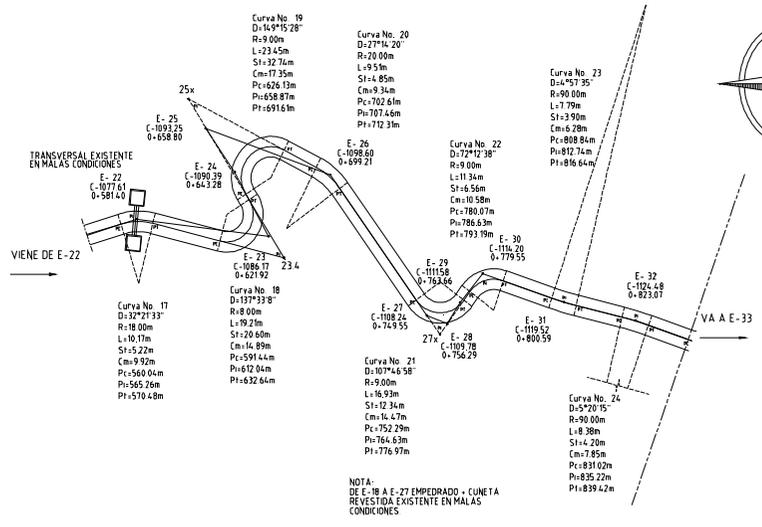
PROYECTO: DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILAS DE CONCRETO DEL CASERIO SAN RAMON, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.

CALCULO: RONALD JIMENEZ
ESCALA: INDICADA
INDICADA

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.

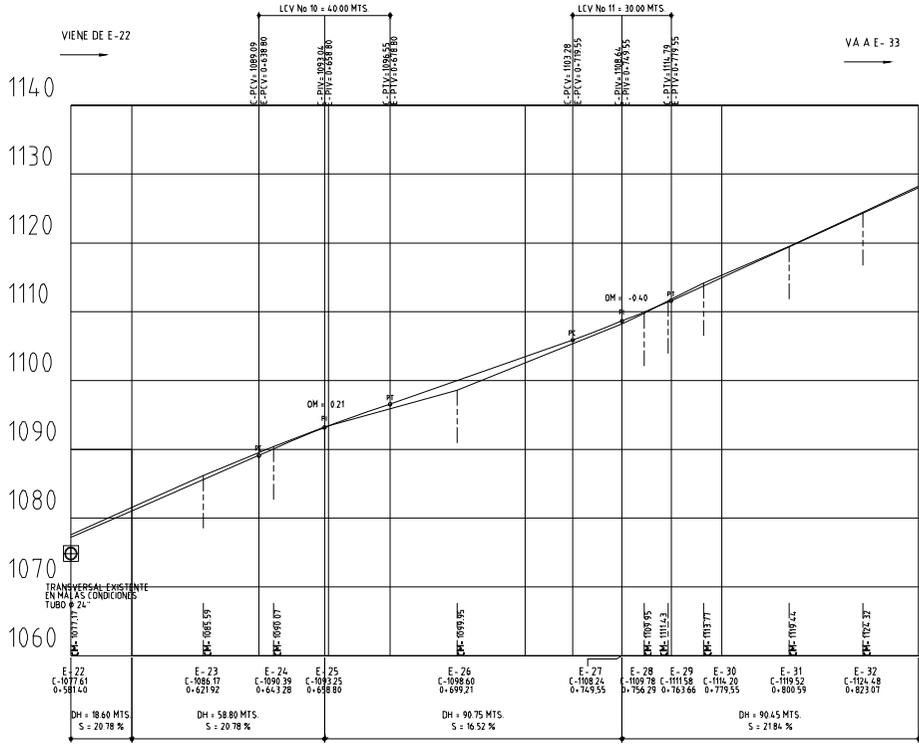
FECHA DEL PROYECTO: MARZO 2, 2007
HOJA No: 3/9

PROPIETARIO: REVISOR ING. LUIS ALFARO



NOMENCLATURA

- | SIMBOLO | DESCRIPCION |
|---------|--|
| — | LINEA CENTRAL DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO |
| — | LINEA LATERAL DE ANCHO DE CARRETERA |
| E- | ESTACION TOPOGRAFICA |
| P C | PRINCIPIO DE CURVA |
| P I | PUNTO DE INFLEXION |
| P T | PUNTO DE TANGENCIA |
| C- | COTA DE TERRENO |
| CR = | COTA RASANTE O MODIFICADA |
| | TRANSVERSAL EN PLANTA TUBO DE CONCRETO Ø 24" |
| | TRANSVERSAL EN PERFIL TUBO DE CONCRETO Ø 24" |
| | RELLENO DE TERRENO |
| | CORTE DE TERRENO |
| S = % | PENDIENTE DE TERRENO |
| | VIVIENDA |



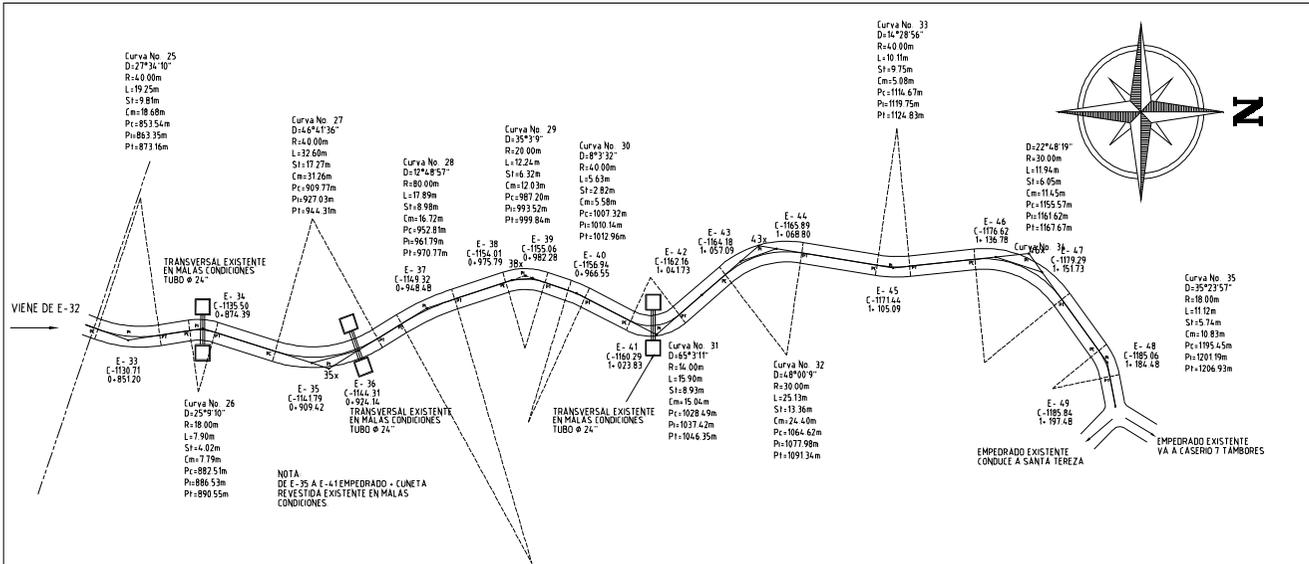
| est | po | azimut | | distancia | cota |
|-----|----|--------|----|-----------|---------|
| 22 | 23 | 7 | 9 | 40.52 | 1064.95 |
| 23 | 24 | 24.1 | 5 | 21.35 | 1069.16 |
| 24 | 25 | 235 | 5 | 15.52 | 1072.02 |
| 25 | 26 | 19 | 33 | 40.41 | 1077.38 |
| 26 | 27 | 54 | 14 | 50.34 | 1087.02 |
| 27 | 28 | 21 | 21 | 6.74 | 1088.56 |
| 28 | 29 | 301 | 58 | 10 | 1090.36 |
| 29 | 30 | 309 | 30 | 10.82 | 1092.98 |
| 30 | 31 | 18 | 39 | 26.11 | 1098.29 |
| 31 | 32 | 13 | 42 | 22.48 | 1103.26 |

PLANTA - PERFIL EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SAN RAMON.

ESCALA HORIZONTAL 1/1000
ESCALA VERTICAL 1/500

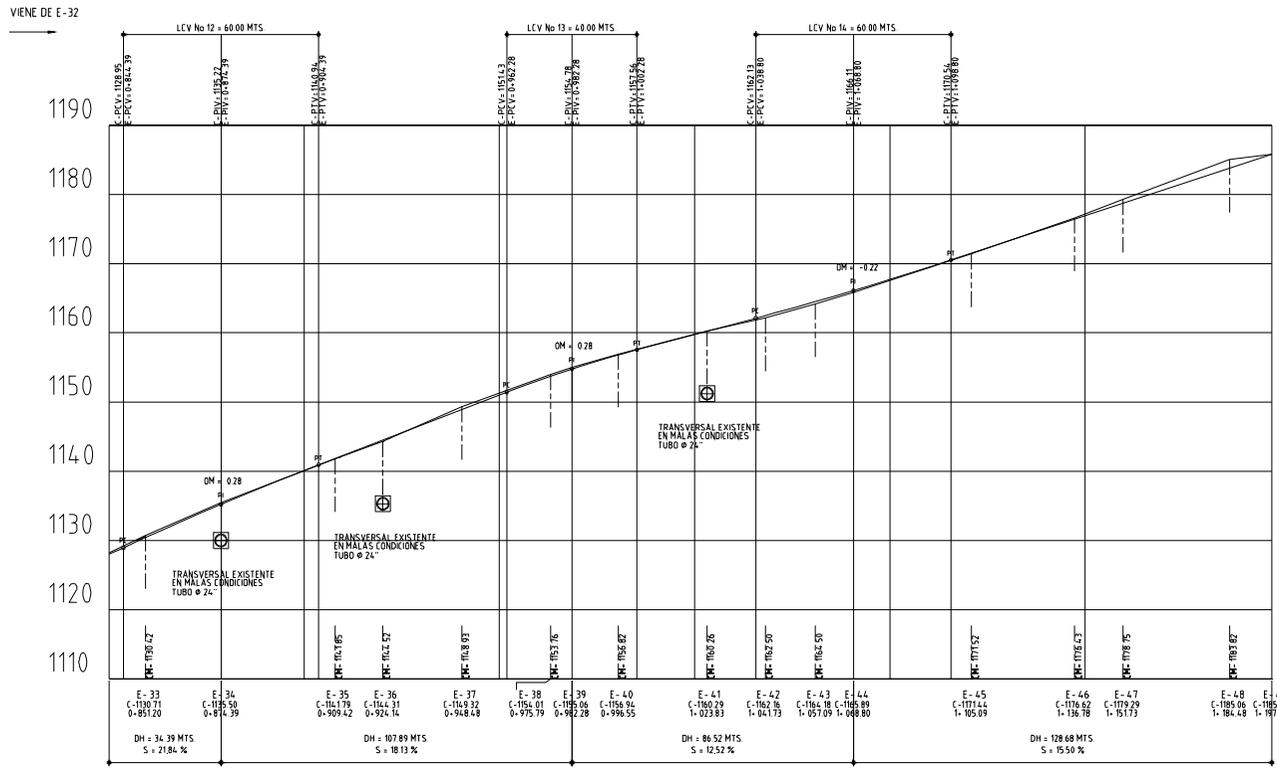
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
FACULTAD DE INGENIERIA

| | |
|---|---|
| HORA DE PLANTA: FEBRIL | DISEÑO: RONALD JUAREZ |
| | DISEÑO: RONALD JUAREZ |
| PROYECTO: DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SAN RAMON, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | ESCALA: HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/500 |
| PREPAREDADO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | FECHA: MARZO 2, 007 HORA No: 4/9 |
| PROPIETARIO: | REVISOR DEL LIBRO APROBADO: |



NOMENCLATURA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|--|
| — | LINEA CENTRAL DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO |
| — | LINEA LATERAL DE ANCHO DE CARRETERA |
| E- | ESTACIÓN TOPOGRAFICA |
| P C | PRINCIPIO DE CURVA |
| P I | PUNTO DE INFLEXION |
| P T | PUNTO DE TANGENCIA |
| C- | COTA DE TERRENDO |
| CR = | COTA RASANTE O MODIFICADA |
| | TRANSVERSAL EN PLANTA TUBO DE CONCRETO Ø 24" |
| | TRANSVERSAL EN PERFIL TUBO DE CONCRETO Ø 24" |
| | RELLENO DE TERRENDO |
| | CORTE DE TERRENDO |
| S = % | PENDIENTE DE TERRENDO |
| | VIVIENDA |



| est | po | azimut | distancia | cota |
|-----|----|--------|-----------|-------|
| 33 | 34 | 35.1 | 28 | 23.18 |
| 34 | 35 | 16 | 37 | 30 |
| 35 | 36 | 34.5 | 38 | 4.0 |
| 36 | 37 | 329 | 55 | 54 |
| 37 | 38 | 34.2 | 44 | 51 |
| 38 | 39 | 354 | 46 | 16 |
| 39 | 40 | 17 | 48 | 0 |
| 40 | 41 | 25 | 51 | 32 |
| 41 | 42 | 320 | 38 | 50 |
| 42 | 43 | 320 | 57 | 23 |
| 43 | 44 | 34.1 | 15 | 14 |
| 44 | 45 | 8 | 48 | 30 |
| 45 | 46 | 354 | 19 | 34 |
| 46 | 47 | 17 | 7 | 53 |
| 47 | 48 | 52 | 31 | 50 |
| 48 | 49 | 78 | 55 | 50 |

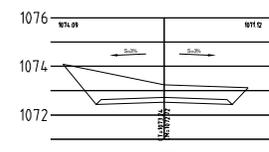
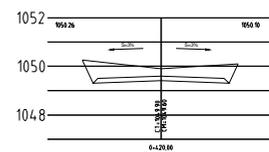
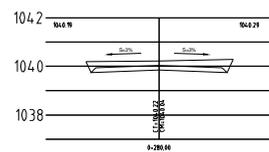
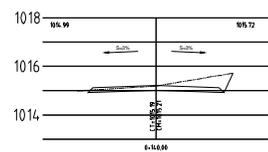
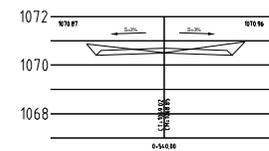
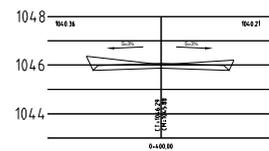
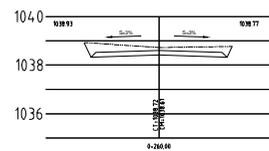
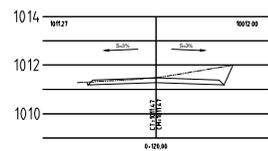
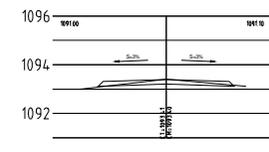
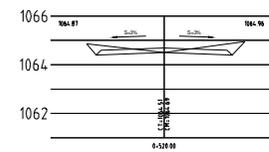
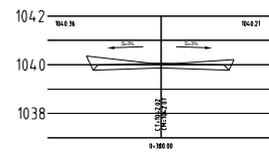
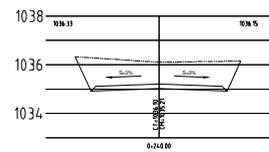
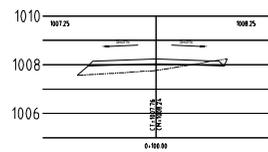
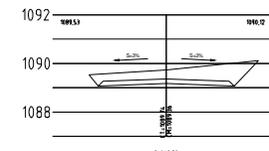
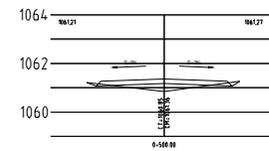
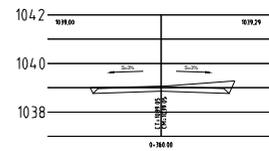
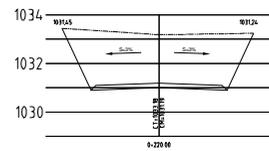
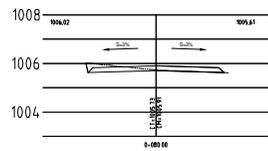
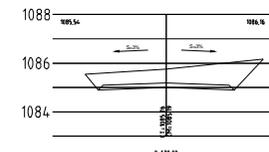
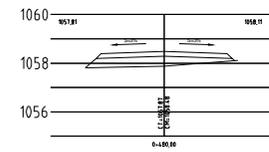
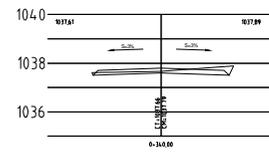
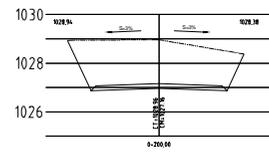
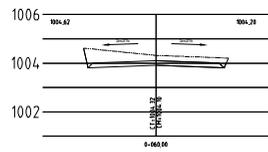
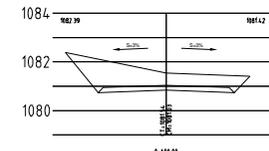
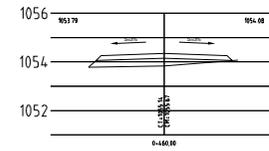
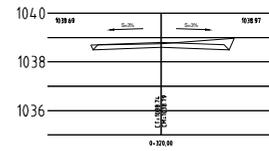
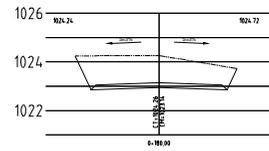
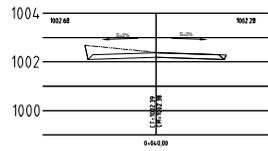
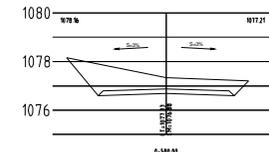
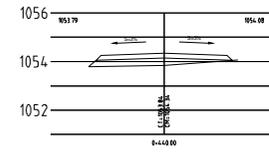
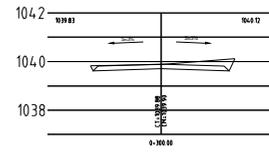
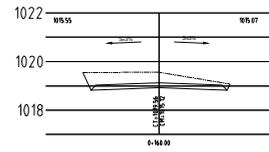
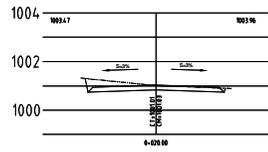
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

| | |
|---|---------------------------|
| FECHA DE: PLANTA-PERFIL | DISEÑO: RONALDO JUAREZ |
| PROYECTO: DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SAN RAMON, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | ELABORADO: RONALDO JUAREZ |
| PROFESORADO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | CALCULO: RONALDO JUAREZ |
| | ESCALA: REDUCIDA |
| | FECHA: MARZO 2, 2007 |
| | FOJA No: 5/9 |

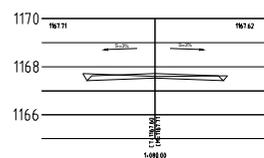
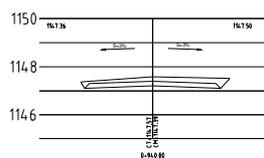
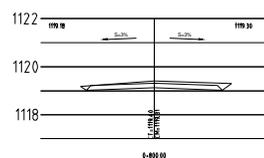
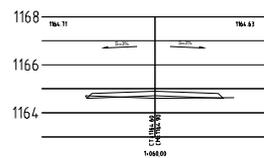
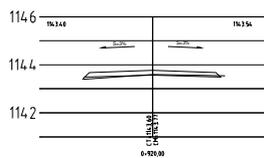
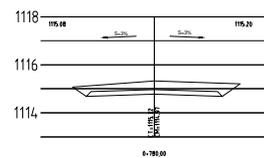
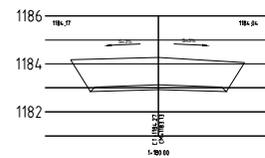
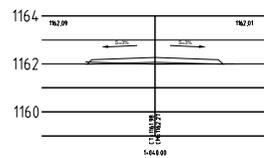
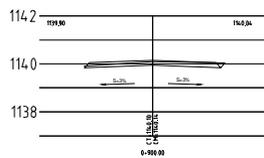
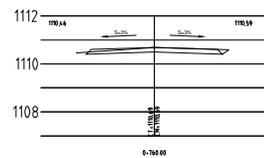
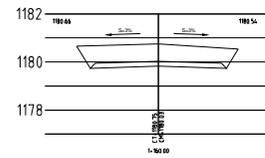
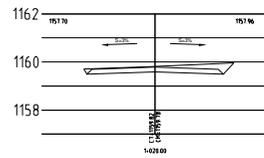
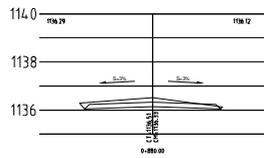
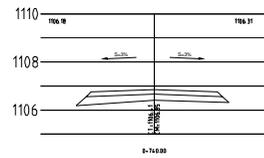
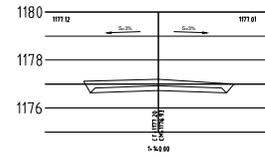
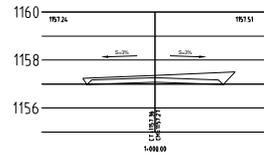
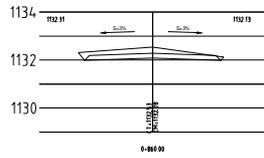
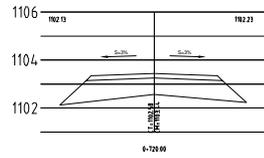
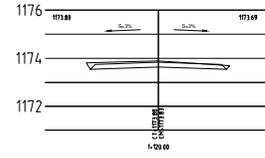
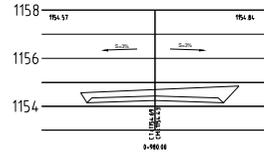
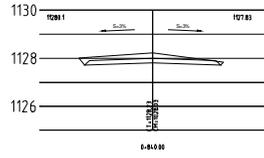
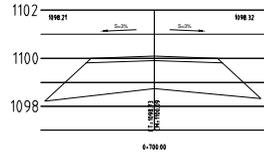
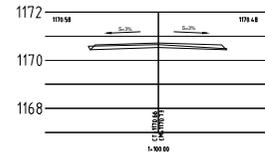
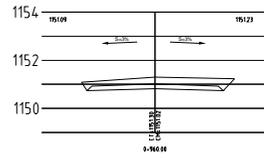
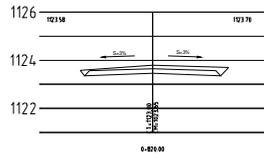
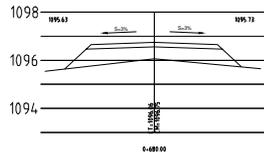
PROFESORADO: _____ REVISOR ING. LUIS AFREDO _____

PLANTA - PERFIL EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SAN RAMON

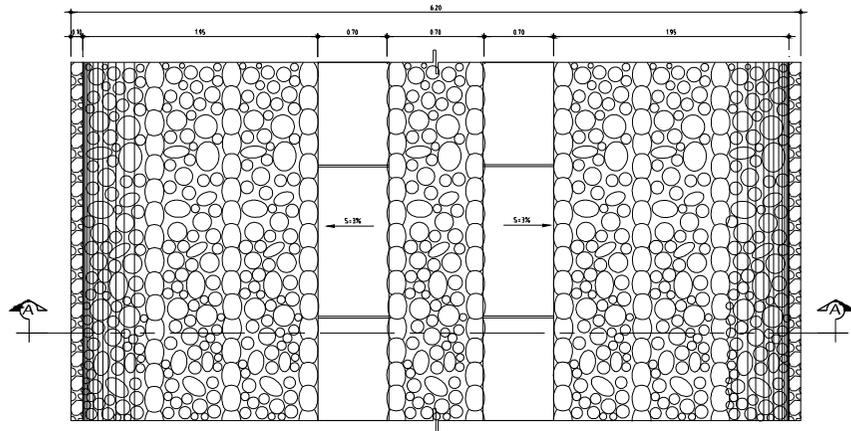
ESCALA HORIZONTAL 1/1000
ESCALA VERTICAL 1/500



| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. | | | |
|---|---|----------|---------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERIA | | | |
| HOJA DE: | SECCIONES TRANSVERSALES. | DISENO: | RONALD J. JARREZ |
| | | DISEÑO: | RONALD J. JARREZ |
| PROYECTO: | DISEÑO DE EMPEDADO CON CARRILLAS DE CONCRETO DEL CASERIO SAN RAMON, ALDIA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | CALCULO: | RONALD J. JARREZ |
| PROPIETARIO: | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | ESCALA: | INDICADA |
| | | FECHA: | MARZO 2, 2007 |
| | | HOJA No: | 69 |
| | PROPIETARIO: | | REVISOR: ING. LUIS ALVARO |

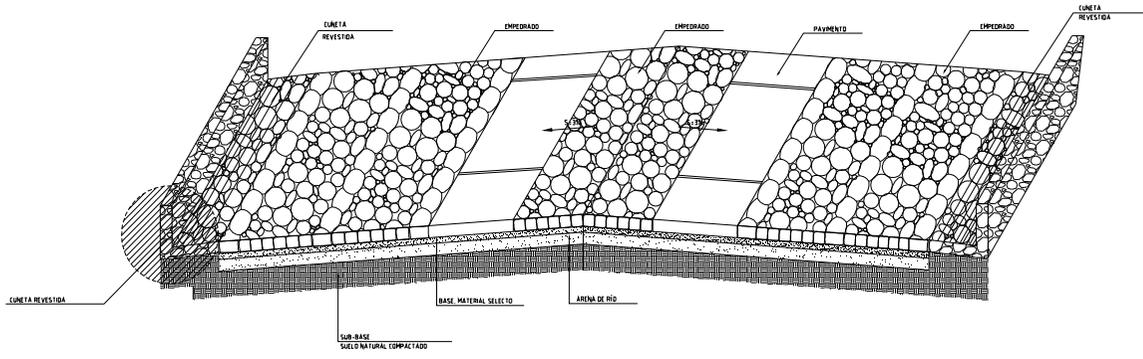


| | | |
|--|--|--------------------------|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE INGENIERIA | | |
| HOJA DE: | SECCIONES TRANSVERSALES. | DISEÑO: RONALD JUAREZ |
| | | DIRECCION: RONALD JUAREZ |
| PROYECTO: | DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILLERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SAN RAMON, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | CALCULO: RONALD JUAREZ |
| | | ESCALA: INDICADA. |
| PROPIETARIO: | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | FECHA: MARZO 2, 2007 |
| | | HOJA No: 7/9 |
| PROPIETARIO: | | REVISOR ING. LUIS ALFARO |



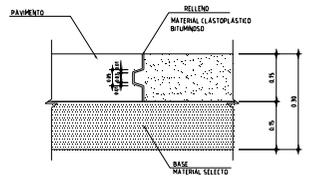
PLANTA
EMPLANTILLADO DE EMPEDRADO + PAVIMENTO

ESCALA: 1/20

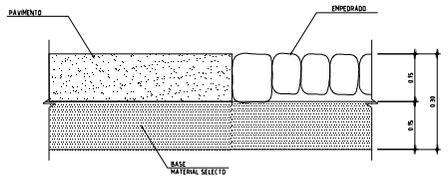


SECCION A-A
SECCION TIPICA DE EMPEDRADO COMBINADO CON PAVIMENTO

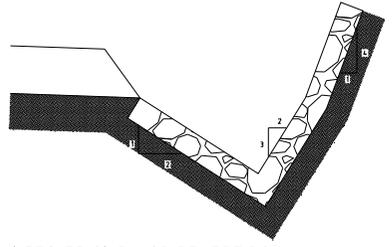
ESCALA: 1/20



DETALLE No. 1
JUNTAS DE CARRILERAS A / C. 3.00 Mts.



DETALLE No. 2
JUNTAS DE CARRILERAS A / C. 3.00 Mts.



CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA
SECCION TIPICA

ESCALA: 1/10

ESPECIFICACIONES TECNICAS

EMPEDRADO

- LA AGUA CONFORMAL DEL EMPEDRADO TENDRA UN A LO LARGO DE LA CALLE 0/2 0/25 TRANSVERSAL, Y SERA DE PIEDRA DE UN DIAMETRO MIN. DE 4" Y UN DIAMETRO DE 8"
- EL EMPEDRADO SE COLOCARA SOBRE UNA BASE DE MATERIAL SELETO DE 0.15 Mts. DE ESPESOR COMPACTADO Y UNA HUMEDAD OPTIMA.
- EL EMPEDRADO TENDRA SERA DE PIEDRA QUEBRADA O DE RIO DE UN DIAMETRO MIN. DE 3" Y UN MAXIMO DE 8"
- AL EMPEDRAR SELE DEBERA DE APLICARSE UNA CAPA DE MATERIAL SELETO FINO (REPINDO) DE MODO DE LLENAR LAS SIZAS ENTRE PIEDRAS, MOJANDOSE Y VOLVIENDOSE A COMPACTAR CON RAZO SOBRE EL EMPEDRADO.

CEMENTO

EL CEMENTO A UTILIZARSE SERA TIPO N (NORMAL).
NINGUN CEMENTO PODRA UTILIZARSE CUANDO TENGA MAS DE UN MES DE ALMACENAMIENTO EL LUGAR DESTINADO PARA EL ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO (BOVEDIA) DEBERA GARANTIZAR LA ALTERABILIDAD DEL MISMO.

ARENA

ESTARA COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS LIBRES DE MATERIAL ORGANICO TAMBIEN ESTARA LIBRE DE MATERIAS QUE PUEDAN REDUCIR LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL CONCRETO.

PIEDRN

SERA DE PIEDRA TRITURADA O GRANA Y DEBERA ESTAR FORMADO DE PARTICULAS DURAS RESISTENTES Y LIMPAS DEBERA TENER UN DIAMETRO MINIMO DE 3/4" Y UN MAXIMO DE 1-1/2"

AGUA

LA AGUA QUE SE UTILICE EN EL MEZCLADO DEL CONCRETO DEBERA ESTAR LIMPIA, LIBRE DE MATERIAL ORGANICO Y CON TURBES MINIMA.
EL VOLUMEN DE AGUA A EMPLEARSE DEBERA SER LA OPTIMA, CON EL QUE OBTENGA UNA MEZCLA TRABAJABLE CON LA RESISTENCIA DESIADA.

MEZCLADO

TODO EL CONCRETO A USAR SERA MEZCLADO A MAQUINA SIN EXCEPCION Y VIBRADO MECANICAMENTE.
EL TIEMPO DE MEZCLA DEBERA SER POR LO MENOS DE 1-1/2 MINUTOS DESPUES DE QUE TODOS LOS MATERIALES ESTEN COLOCADOS DENTRO DE LA MEZCLADORA.

CALIDAD DE CONCRETO

ES RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DISEÑAR LA MEZCLA PARA OBTENER LA RESISTENCIA ESPECIFICA.
LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO A UTILIZARSE SERA DE 210 Kg/cm² A LOS 28 DIAS.

FORMALETA

EL CONTRATISTA SERA RESPONSABLE DEL DISEÑO DE LA FORMALETA A UTILIZAR.

EXCAVACION

LA EXCAVACION SERA A MANDO O MAQUINA HASTA EL NIVEL INDICADO EN PLANOS.

CURADO

EL CONCRETO REHEN VERTIDO DEBERA PROTEGERSE DE LOS RAYOS SOLARES, Y DEBERA MANTENERSE BIENO HUMEDO POR LO MENOS DURANTE 2 DIAS DESPUES DE SU COLOCACION.

BASE

MATERIAL SELETO CON ESPESOR MINIMO DE 0.15 Mts. CON UNA COMPACTACION MAXIMA DEL 95% Y MANTENER SU HUMEDAD Y COMPACTACION HASTA LA FUNCION.
LA COMPACTACION DEBERA EFECTUARSE CON EQUIPO MECANICO Y HUMEDAD OPTIMA A UN MINIMO DEL 95% SEGUN ASHTO T-99-7.
EL MATERIAL SERA TIPO GRANULAR, NO PLASTICO TRANSPORTADO DE BANDOS FUERA DE LA OBRA, APROBADO POR EL SUPERVISOR DE LA OBRA, DEBERA RE TRARSE EL MATERIAL LAS PIEDRAS MAYORES DE 35 cm DE DIAMETRO, RAJES Y RESTOS DE PLANTAS.

SUB-BASE

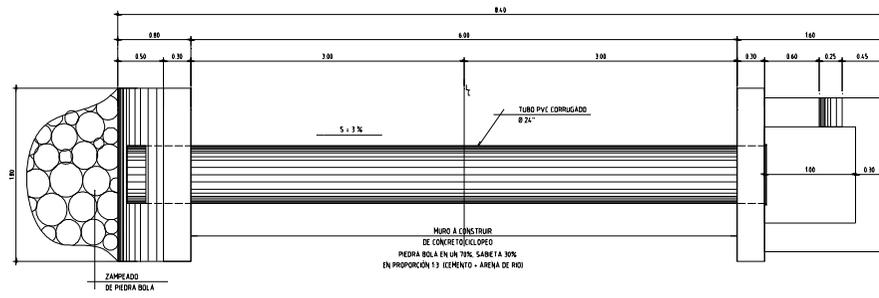
SUELO NATURAL EL CUAL DEBERA COMPACTARSE Y UNA HUMEDAD MAXIMA ANTES DE COLOCAR EL MATERIAL DE BASE (SELETO).

ADITIVOS

ESTOS DEBERAN USARSE DE ACUERDO A LAS INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE MANTENIENDO ESENCIALMENTE LA MISMA COMPOSICION Y RENDIMIENTO DEL CONCRETO DE LA MEZCLA BASICA.

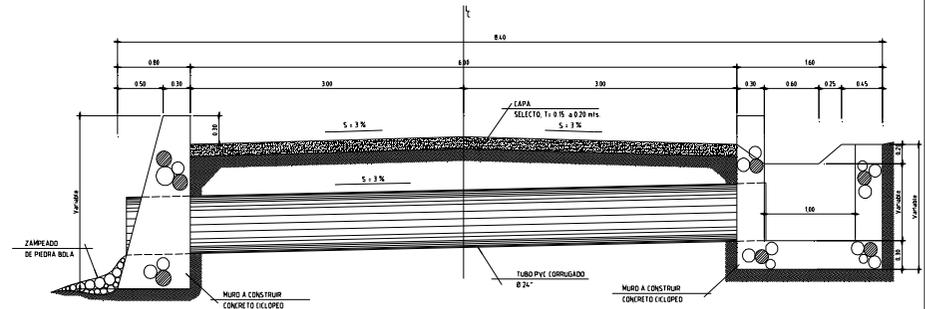
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
FACULTAD DE INGENIERIA

| | | |
|--|--------------------------|----------------|
| HOJA DE: | DISEÑO: | RICHARD JUAREZ |
| SECCION TIPICA - DETALLES | DIBUJO: | RICHARD JUAREZ |
| PROYECTO: | CALCULO: | RICHARD JUAREZ |
| DISEÑO DE EMPEDRADO CON CARRILERAS DE CONCRETO DEL CASERIO SAN RAMON, ALERIA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | ESCALA: | INDICADA |
| PROPIETARIO: | FECHA: | MARZO 2, 007 |
| MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | HOJA No.: | 8/9 |
| PROPIETARIO: | REVISOR ING. LUIS ALFARO | |



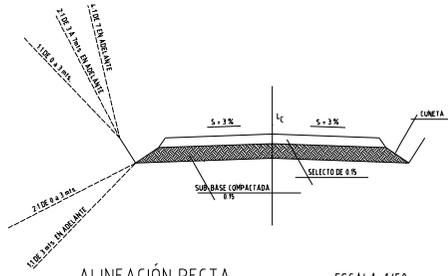
PLANTA TRANSVERSAL, TUBO CORRUGADO Ø 24"

ESCALA : 1 / 25



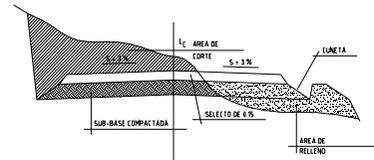
SECCIÓN A A TRANSVERSAL, TUBO CORRUGADO Ø 24"

ESCALA : 1 / 25



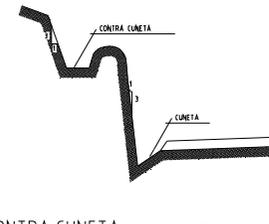
ALINEACIÓN RECTA SECCIÓN TÍPICA

ESCALA: 1/50



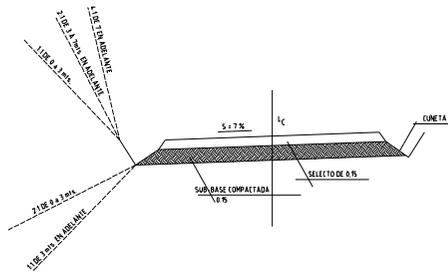
SECCIÓN TÍPICA CORTE Y RELLENO

ESCALA: 1/50



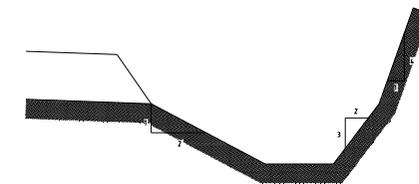
CONTRA CUNETTA

ESCALA: 1/50



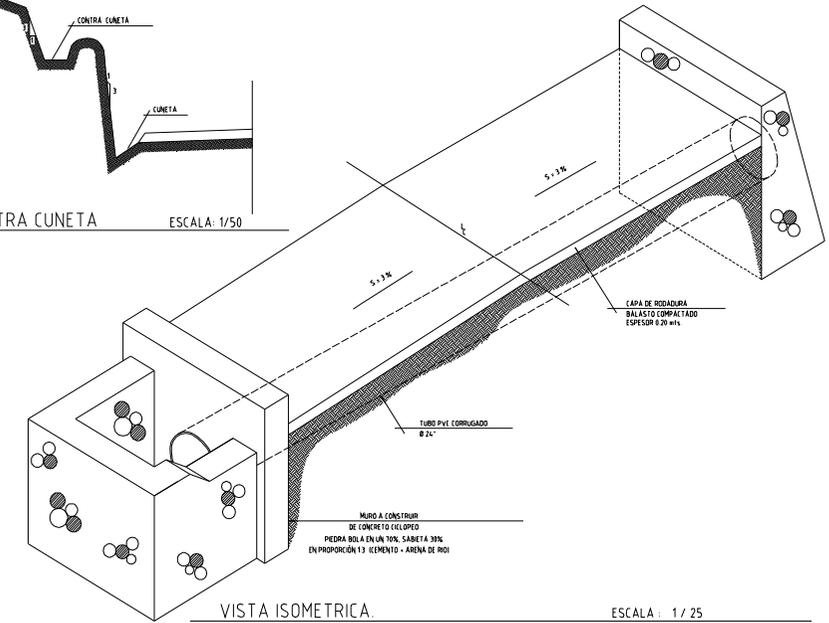
ALINEACIÓN CURVA SECCIÓN TÍPICA

ESCALA: 1/50



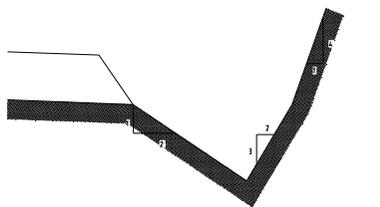
CUNETTA TRAPEZOIDAL

ESCALA: 1/10



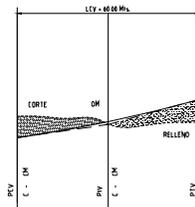
VISTA ISOMETRICA TRANSVERSAL, TUBO CORRUGADO Ø 24"

ESCALA : 1 / 25

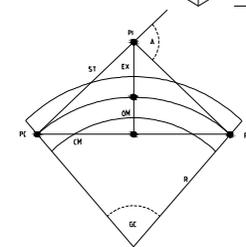


CUNETTA TRIANGULAR SECCIÓN TÍPICA

ESCALA: 1/10



C = COTA DE TERRENO
 CM = COTA MODIFICADA
 OM = ORDENADA MEDIA
 PIV = PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
 PVI = PUNTO DE INFECCIÓN VERTICAL
 PVI = PUNTO DE TANGENCIA VERTICAL
 LCV = LONGITUD DE CURVA VERTICAL

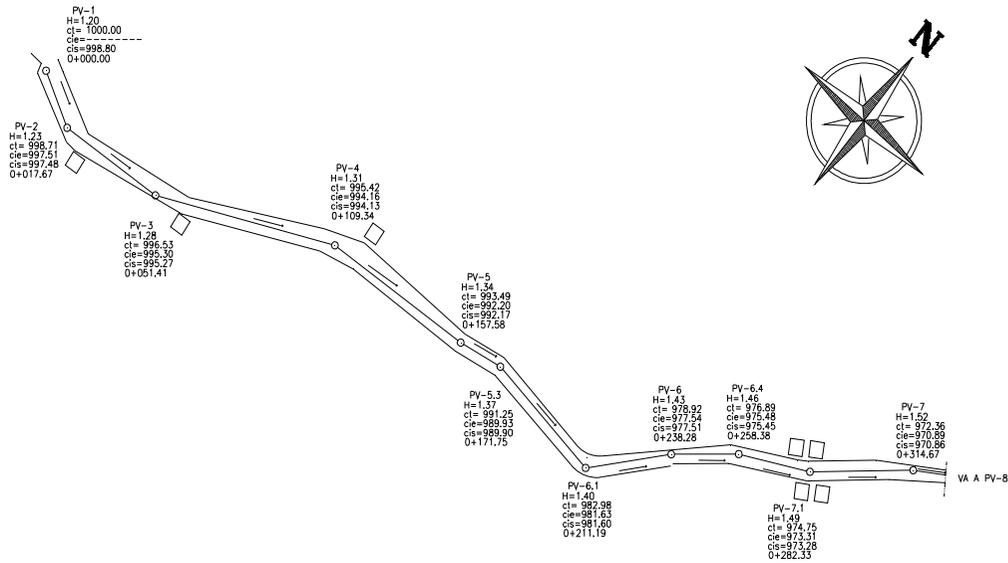


A = ANGLULO DELTA
 GC = GRADO DE CURVATURA
 R = RADIO
 ST = SUBTANGENTE
 OM = ORDENADA MEDIA
 EX = EXTERNAL
 PI = PRINCIPIO DE CURVA
 PI = PUNTO DE TANGENCIA

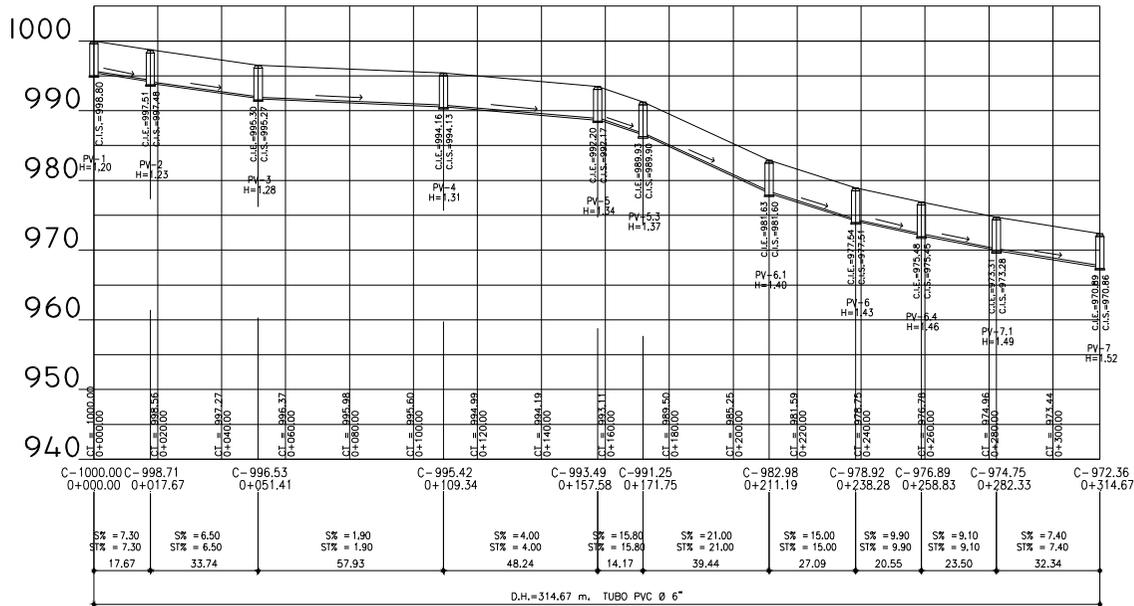
SIMBOLOGIA DE CURVAS. (Planta y Perfil)

Sin Escala

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. | |
|--|-------------------------|
| FACULTAD DE INGENIERIA | |
| FECHA DE: _____ | DISEÑO: RICHARD ALARCE |
| PROYECTO: DISEÑO DE EMPEDRAMIENTO CON CARRILLERAS DE CONCRETO DEL CASERO SIETE TAMBORES, ALDEA SANTA RITA, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | DIBUJO: RICHARD ALARCE |
| PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | CALCULO: RICHARD ALARCE |
| FECHA: MARZO 2, 2007 | ESCALA: MEDIANA |
| FECHA No: 9/9 | FECHA: _____ |
| PROYETADO: _____ | REVISADO: LUIS ALFARO |



| SIMBOLOGIA: | |
|-------------|---|
| | EN PLANTA LINEA DE TUBERIA |
| | EN PLANTA POZO DE VISITA |
| | TUBERIA, DIÁMETRO INDICADO. |
| | CALLE DE TERRASERIA O EMPEDRADA |
| | VIVIENDAS |
| | INDICA DIRECCION DE FLUJO |
| | POZO DE VISITA |
| | EN PERFIL POZO DE VISITA |
| | INDICA COTA DE ENTRADA |
| | INDICA COTA DE SALIDA |
| | INDICA PENDIENTE DE TERRENO |
| | PENDIENTE DE TERRENO Y PENDIENTE DEL TUBO |
| | INDICA COTA DE TERRENO |
| | INDICA ALTURA DE POZO |
| | DISTANCIA HORIZONTAL |



| DE | A | AZIMUT | D.H | COTA |
|-----|-----|-------------|-------|---------|
| PV | PV | | | |
| 1 | | | 00.00 | 1000.00 |
| 1 | 2 | 118° 1' 20" | 17.67 | 998.71 |
| 2 | 3 | 85° 5' 20" | 33.74 | 996.53 |
| 3 | 4 | 64° 20' 00" | 57.93 | 995.42 |
| 4 | 5 | 85° 20' 48" | 48.24 | 993.49 |
| 5 | 5.3 | 79° 1' 58" | 14.17 | 991.25 |
| 5.3 | 6.1 | 97° 28' 10" | 39.44 | 982.98 |
| 6.1 | 6 | 41° 42' 55" | 27.09 | 978.92 |
| 6 | 6.4 | 49° 51' 28" | 20.55 | 976.89 |
| 6.4 | 7.1 | 62° 51' 08" | 23.50 | 974.75 |
| 7.1 | 7 | 49° 9' 31" | 32.34 | 972.36 |

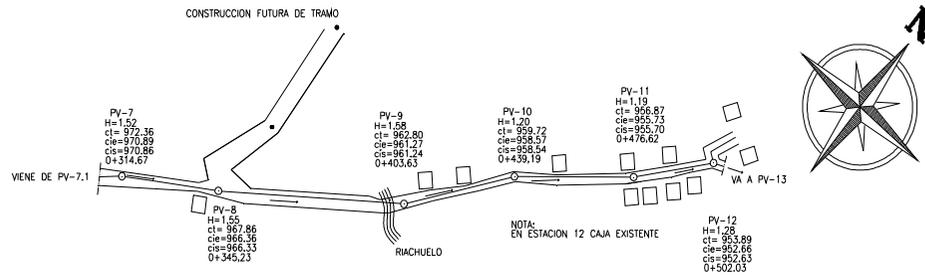
PLANTA - PERFIL SECTOR LOS QUIROA

ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
ESCALA VERTICAL 1 / 500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
FACULTAD DE INGENIERIA

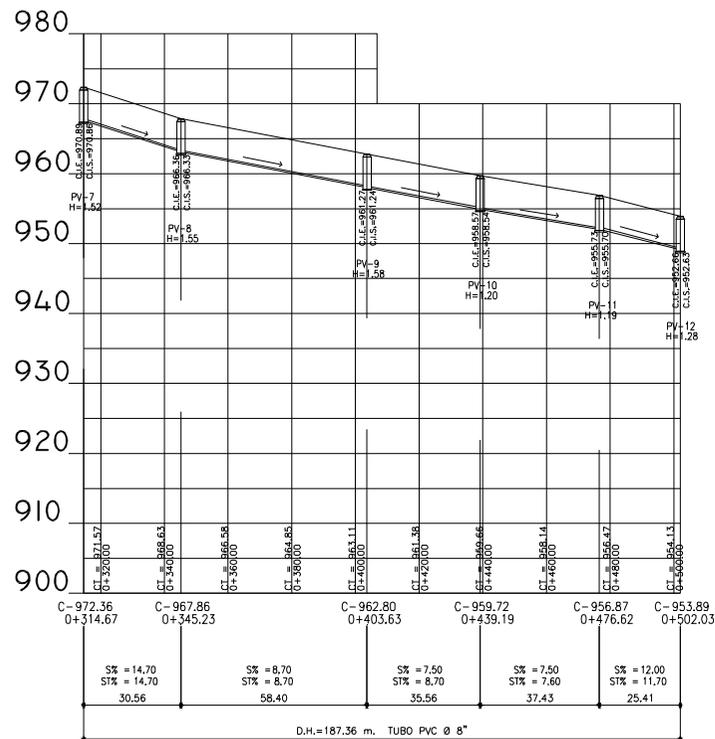
| | |
|---|----------------|
| FECHA DE: | ELABORADO: |
| PLANTA-PERFIL | RONALDO JUAREZ |
| PROYECTO: | DISEÑADO: |
| DISEÑO DEL SANITARIO SECTOR LOS QUIROA SANTA RITA SAN ANTONIO, SAC. SAN MARCOS. | RONALDO JUAREZ |
| PROPIETARIO: | ESCALA: |
| MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | INDICADA |
| | FECHA: |
| | MARZO 2, 007 |
| | HOJA No: |
| | 1/11 |

PROPIETARIO: _____ REVISOR: ING. LUIS ALFARO



SIMBOLOGIA:

| | |
|-------------|---|
| | EN PLANTA LINEA DE TUBERIA |
| | EN PLANTA POZO DE VISITA |
| \emptyset | TUBERIA, DIÁMETRO INDICADO. |
| | CALLE DE TERRASERIA O EMPEDRADA |
| | VIVIENDAS |
| | INDICA DIRECCION DE FLUJO |
| PV | POZO DE VISITA |
| | EN PERFIL POZO DE VISITA |
| CE | INDICA COTA DE ENTRADA |
| CS | INDICA COTA DE SALIDA |
| S% | INDICA PENDIENTE DE TERRENO |
| S%T | PENDIENTE DE TERRENO Y PENDIENTE DEL TUBO |
| C. | INDICA COTA DE TERRRENO |
| H | INDICA ALTURA DE POZO |
| DH. | DISTANCIA HORIZONTAL |



| DE | A | AZIMUT | DH | COTA |
|----|----|-------------|-------|--------|
| PV | PV | | | |
| 7 | 8 | 57° 52' 40" | 30.58 | 967.86 |
| 8 | 9 | 53° 39' 40" | 58.40 | 962.80 |
| 9 | 10 | 37° 17' 10" | 35.56 | 959.72 |
| 10 | 11 | 50° 14' 10" | 37.43 | 956.87 |
| 11 | 12 | 40° 53' 30" | 25.41 | 953.89 |

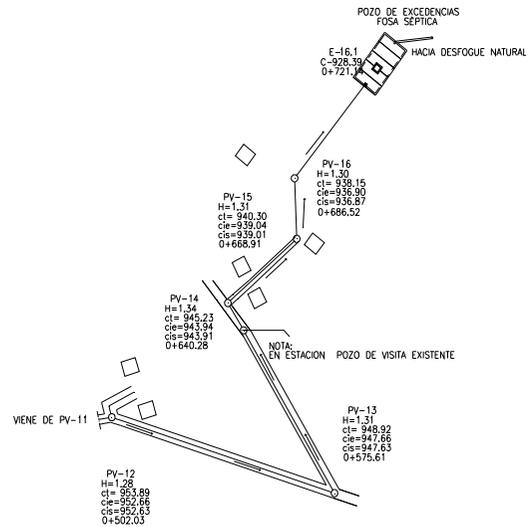
PLANTA - PERFIL SECTOR LOS QUIROA

ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
 ESCALA VERTICAL 1 / 500

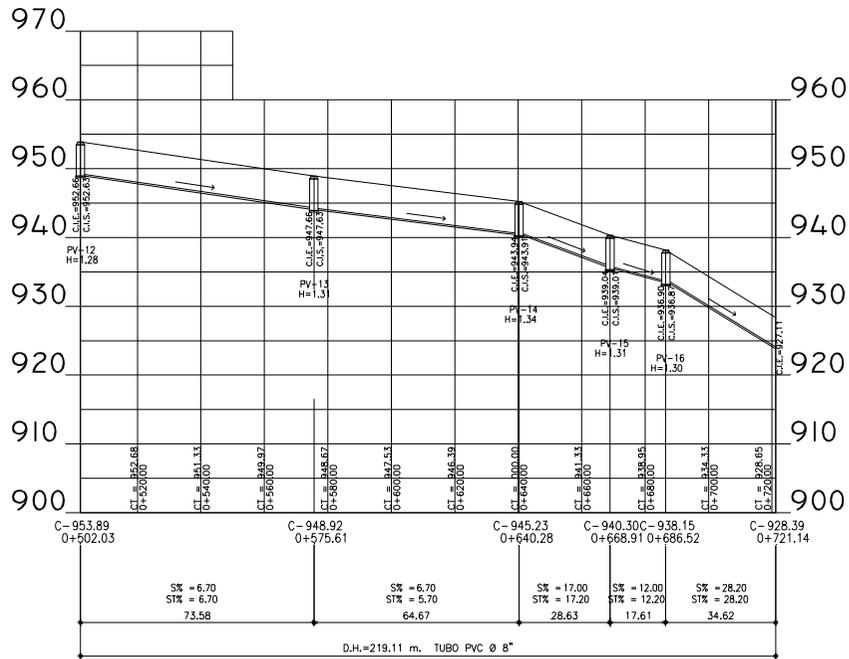
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
 FACULTAD DE INGENIERIA

| | | |
|--|----------|---------------|
| FOJA DE: | DISEÑO | RONALD JUAREZ |
| PLANTA-PERFIL | DEBILLO | RONALD JUAREZ |
| | PROYECTO | RONALD JUAREZ |
| DRENAJE SANITARIO SECTOR LOS QUIROA SANTA RITA SAN ANTONIO, SAC. SAN MARCOS | CALEDO | RONALD JUAREZ |
| | ESCALA | RENCADA |
| PROYETADO | FECHA: | MARZO 2, 007 |
| MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS | FOJA No: | 2/11 |

PROYETADO: REVISOR: ING. LUIS AZFARO



| SIMBOLOGIA: | |
|-------------|---|
| | EN PLANTA LINEA DE TUBERIA |
| | EN PLANTA POZO DE VISITA |
| | TUBERIA, DIÁMETRO INDICADO. |
| | CALLE DE TERRASERIA O EMPEDRADA |
| | VIVIENDAS |
| | INDICA DIRECCION DE FLUJO |
| PV | POZO DE VISITA |
| | EN PERFIL POZO DE VISITA |
| CE | INDICA COTA DE ENTRADA |
| CS | INDICA COTA DE SALIDA |
| S% | INDICA PENDIENTE DE TERRENO |
| S%T | PENDIENTE DE TERRENO Y PENDIENTE DEL TUBO |
| C. | INDICA COTA DE TERRENO |
| H | INDICA ALTURA DE POZO |
| DH. | DISTANCIA HORIZONTAL |

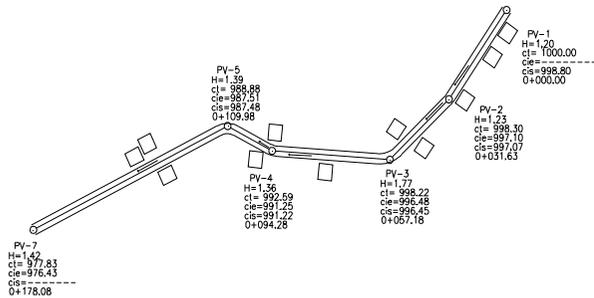


| DE | A | AZIMUT | D.H | COTA |
|----|------|--------------|-------|--------|
| PV | PV | | | |
| 12 | 13 | 67° 26' 20" | 73.58 | 948.92 |
| 13 | 14 | 288° 48' 40" | 64.67 | 945.23 |
| 14 | 15 | 9° 16' 40" | 28.63 | 940.30 |
| 15 | 16 | 317° 48' 20" | 17.61 | 938.15 |
| 16 | 16.1 | 359° 10' 10" | 34.62 | 928.39 |

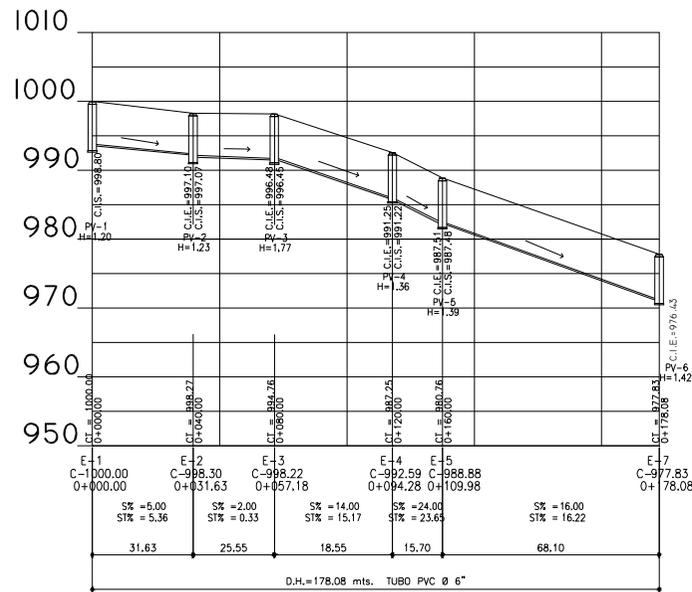
PLANTA - PERFIL SECTOR LOS QUIROA

ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
ESCALA VERTICAL / 500

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE INGENIERIA | | | |
|---|--|--------------------------|----------------|
| HOJA DE: | PLANTA PERFIL | DISENYO: | RONALDO JUAREZ |
| PROYECTO: | DRENAJE SANITARIO SECTOR LOS QUIROA SANTA RITA SAN ANTONIO, SAC. SAN MARCOS. | DISEÑO: | RONALDO JUAREZ |
| PROPIETARIO: | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | CALECULO: | RONALDO JUAREZ |
| | | ESCALA: | INDICADA |
| | | FECHA: | ENERO 2,007 |
| | | HOJA No: | 3/11 |
| | | PROPIETARIO: | |
| | | REVISOR ING. LUIS ALFARO | |



| SIMBOLOGIA: | |
|-------------|---|
| | EN PLANTA LINEA DE TUBERIA |
| | EN PLANTA POZO DE VISITA |
| | TUBERIA, DIÁMETRO INDICADO. |
| | CALLE DE TERRASERIA O EMPEDRADA |
| | VIVIENDAS |
| | INDICA DIRECCION DE FLUJO |
| PV | POZO DE VISITA |
| | EN PERFIL POZO DE VISITA |
| CE | INDICA COTA DE ENTRADA |
| CS | INDICA COTA DE SALIDA |
| S% | INDICA PENDIENTE DE TERRENO |
| S%T | PENDIENTE DE TERRENO Y PENDIENTE DEL TUBO |
| C. | INDICA COTA DE TERRENO |
| H | INDICA ALTURA DE POZO |
| DH. | DISTANCIA HORIZONTAL |



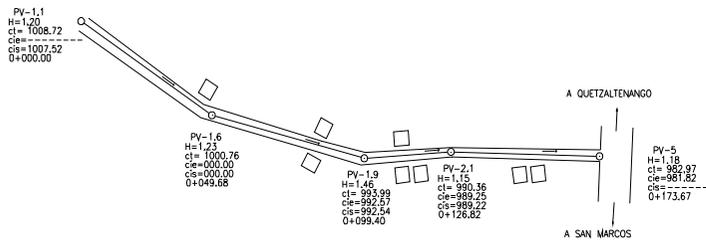
PLANTA - PERFIL SECTOR 2

ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000

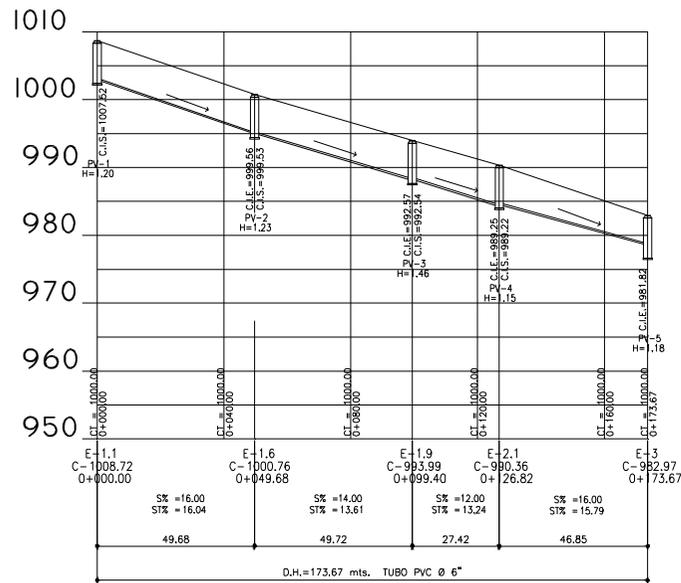
ESCALA VERTICAL 1 / 500

| DE | A | AZIMUT | D.H | COTA |
|----|----|--------------|-------|---------|
| PV | PV | | | |
| 1 | | | 00.00 | 1000.00 |
| 1 | 2 | 214° 54' 20" | 31.63 | 998.30 |
| 2 | 3 | 226° 37' 30" | 25.55 | 998.22 |
| 3 | 4 | 273° 57' 50" | 37.10 | 992.59 |
| 4 | 5 | 297° 18' 10" | 15.70 | 988.88 |
| 5 | 7 | 243° 11' 10" | 48.02 | 977.83 |

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA | | | |
|--|--|-------------------------|---------------|
| FOJA DE: | PLANTA PERFIL | DISEÑO: | RONALD JIMÉZ |
| | | DIBUJO: | RONALD JIMÉZ |
| PROYECTO: | DRENAJE SANITARIO SECTOR 2 | CÁLCULO: | RONALD JIMÉZ |
| | | ESCALA: | INDICADA |
| PROYECTANTE: | INGENIERIA RITA SAN ANTONIO S.A. SAN MARCOS | FECHA: | MARZO 2, 2007 |
| | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | FOJA No: | 4/11 |
| PROYETADO: | | REVISÓ ING. LUIS ALFARO | |



| SIMBOLOGIA: | |
|-------------|---|
| | EN PLANTA LINEA DE TUBERIA |
| | EN PLANTA POZO DE VISITA |
| \emptyset | TUBERIA, DIÁMETRO INDICADO. |
| | CALLE DE TERRASERIA O EMPEDRADA |
| | VIVIENDAS |
| | INDICA DIRECCION DE FLUJO |
| PV | POZO DE VISITA |
| | EN PERFIL POZO DE VISITA |
| CE | INDICA COTA DE ENTRADA |
| CS | INDICA COTA DE SALIDA |
| S% | INDICA PENDIENTE DE TERRENO |
| S%T | PENDIENTE DE TERRENO Y PENDIENTE DEL TUBO |
| C. | INDICA COTA DE TERRENO |
| H | INDICA ALTURA DE POZO |
| DH. | DISTANCIA HORIZONTAL |



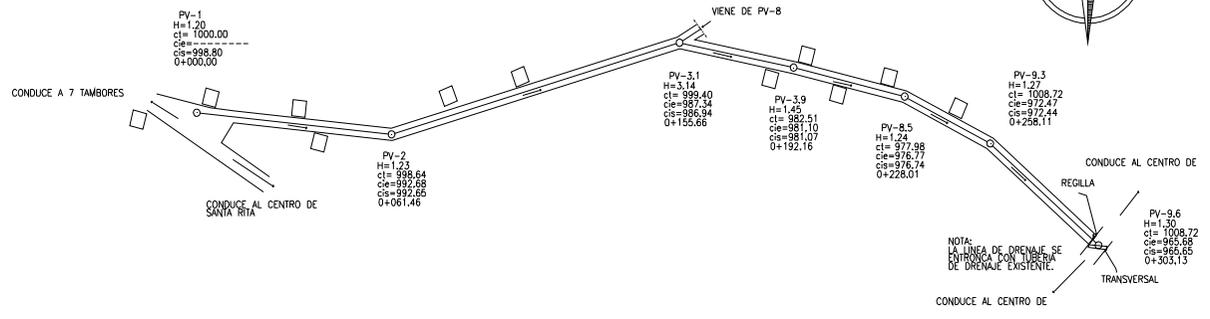
PLANTA - PERFIL SECTOR 4

ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000

ESCALA VERTICAL 1 / 500

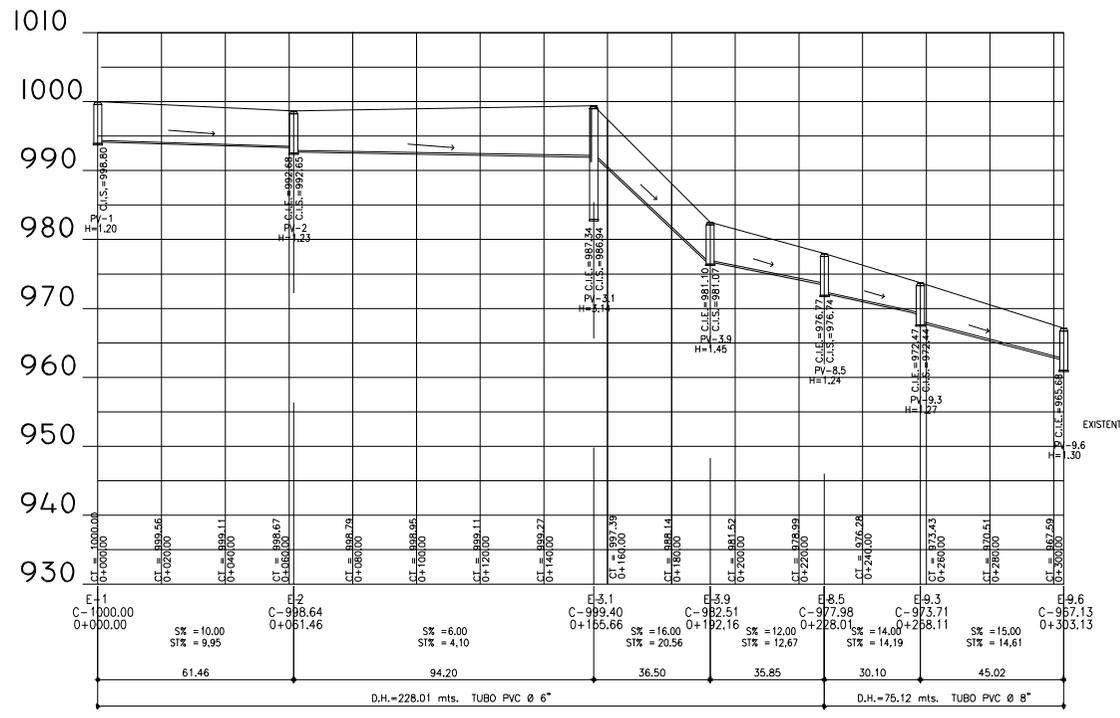
| DE | A | AZIMUT | D.H | COTA |
|-----|-----|--------------|-------|---------|
| PV | PV | | | |
| 1.1 | | ----- | 00.00 | 1008.72 |
| 1.1 | 1.6 | 233° 56' 56" | 49.68 | 1000.76 |
| 1.6 | 1.9 | 214° 51' 6" | 49.72 | 993.99 |
| 1.9 | 2.1 | 195° 59' 52" | 27.42 | 990.36 |
| 2.1 | 3 | 201° 36' 30" | 46.85 | 982.97 |

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. | |
|---|--|
| FACULTAD DE INGENIERIA | |
| PROYECTO DE: | PLANTA-PERFIL |
| PROYECTADO POR: | RONALD ALARÉZ |
| REVISADO POR: | RONALD ALARÉZ |
| PROYECTO: | DRENAJE SANITARIO SECTOR 3 Y 4 |
| PROYECTADO POR: | RONALD ALARÉZ |
| REVISADO POR: | RONALD ALARÉZ |
| PROYECTO: | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. |
| FECHA: | MARZO 2, 2007 |
| HOJA No.: | 5/11 |
| PROYECTADO: | REVISADO ING. LUIS ALFARO |



SIMBOLOGIA:

| | |
|-----|---|
| | EN PLANTA LINEA DE TUBERIA |
| | EN PLANTA POZO DE VISITA |
| | TUBERIA, DIÁMETRO INDICADO. |
| | CALLE DE TERRASERIA O EMPEDRADA |
| | VIVIENDAS |
| | INDICA DIRECCION DE FLUJO |
| PV | POZO DE VISITA |
| | EN PERFIL POZO DE VISITA |
| CE | INDICA COTA DE ENTRADA |
| CS | INDICA COTA DE SALIDA |
| S% | INDICA PENDIENTE DE TERRENO |
| S%T | PENDIENTE DE TERRENO Y PENDIENTE DEL TUBO |
| C. | INDICA COTA DE TERRRENO |
| H | INDICA ALTURA DE POZO |
| DH. | DISTANCIA HORIZONTAL |

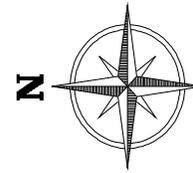
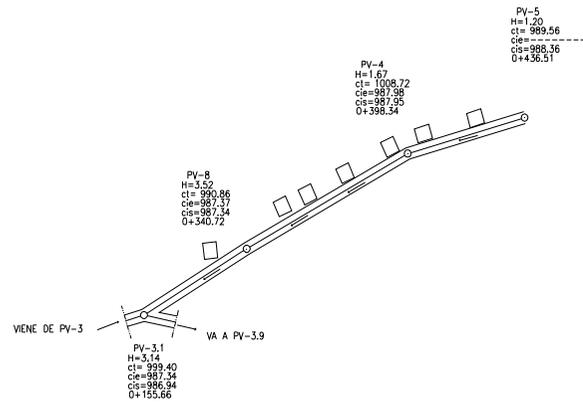


PLANTA - PERFIL SECTOR 3

ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
ESCALA VERTICAL 1 / 500

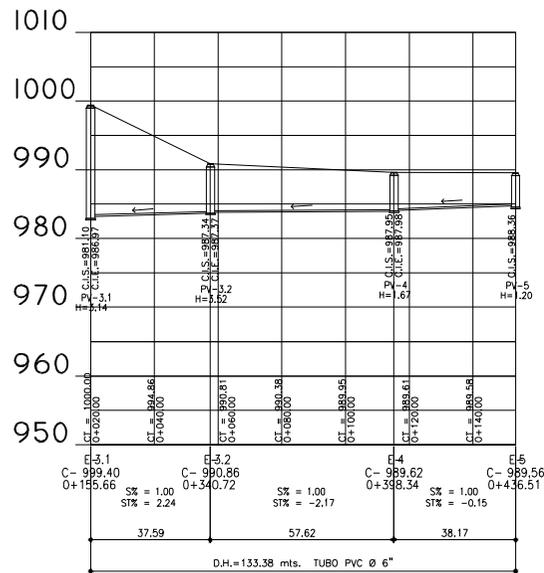
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
FACULTAD DE INGENIERIA

| | | | |
|---------------|--|---------------|-------------------------|
| HOJA DE: | PROYECTO: | DESIGNADO: | REVISADO: |
| PLANTA-PERFIL | DRENAJE SANTUARIO SECTOR 3 SANTA RITA SAN ANTONIO, SAC. SAN MARCOS. | RONALDO JAREZ | RONALDO JAREZ |
| PROYECTADO: | ESCALA: | FECHA: | HOJA No: |
| RONALDO JAREZ | 1:500 | MARZO 2, 007 | 6/11 |
| PROPIETARIO: | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | PROYECTO: | REVISADO POR: LUIS AZAR |



| SIMBOLOGIA: | |
|-------------|---|
| | EN PLANTA LINEA DE TUBERIA |
| | EN PLANTA POZO DE VISITA |
| | TUBERIA, DIÁMETRO INDICADO. |
| | CALLE DE TERRASERIA O EMPEDRADA |
| | VIVIENDAS |
| | INDICA DIRECCION DE FLUJO |
| | POZO DE VISITA |
| | EN PERFIL POZO DE VISITA |
| | INDICA COTA DE ENTRADA |
| | INDICA COTA DE SALIDA |
| | INDICA PENDIENTE DE TERRENO |
| | PENDIENTE DE TERRENO Y PENDIENTE DEL TUBO |
| | INDICA COTA DE TERRENO |
| | INDICA ALTURA DE POZO |
| | DISTANCIA HORIZONTAL |

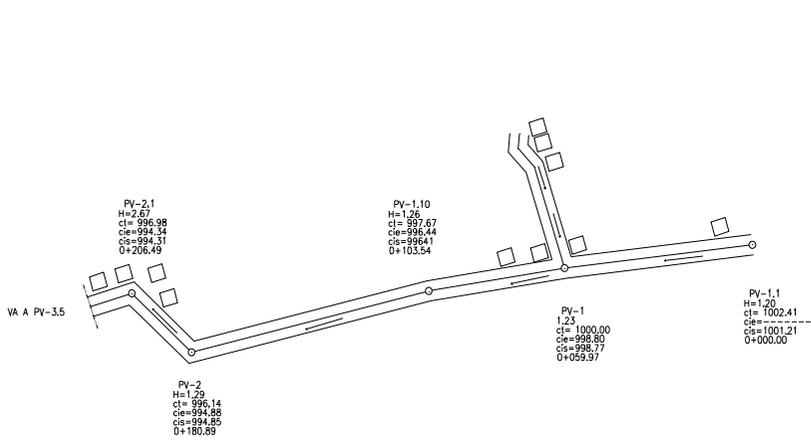
| DE | A | AZIMUT | D.H | COTA |
|-----|-----|--------------|-------|--------|
| PV | PV | | | |
| 3.1 | 3.2 | 149° 6' 20" | 37.59 | 990.86 |
| 3.2 | 4 | 151° 16' 17" | 57.62 | 989.62 |
| 4 | 5 | 164° 4' 00" | 38.17 | 989.56 |



PLANTA - PERFIL SECTOR 3

ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
 ESCALA VERTICAL 1 / 500

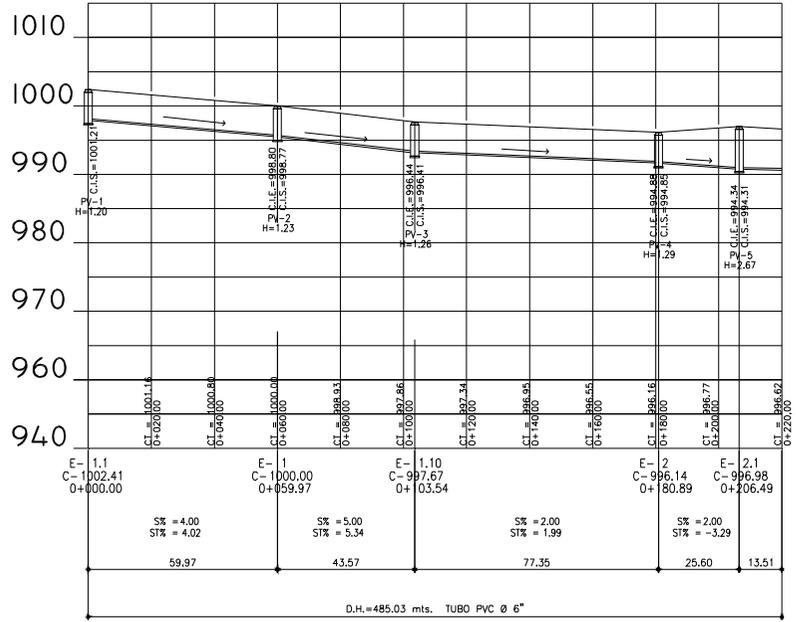
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE INGENIERIA | | |
|---|--|--------------------------|
| HOJA DE: | PROYECTO: | FECHA: |
| PLANTA-PERFIL | DRENAJE SANITARIO SECTOR 3 SANTA RITA SAN ANTONIO, S.A.C. SAN MARCOS. | MARZO 2, 007 |
| DISEÑO: | PROPIETARIO: | HOJA No: |
| RONALD JARREZ | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | 7/11 |
| REVISOR: | PROPIETARIO: | REVISOR SIG. LUIS ALFARO |
| RONALD JARREZ | | |



SIMBOLOGIA:

| | |
|-----|---|
| | EN PLANTA LINEA DE TUBERIA |
| | EN PLANTA POZO DE VISITA |
| | TUBERIA, DIÁMETRO INDICADO. |
| | CALLE DE TERRASERIA O EMPEDRADA |
| | VIVIENDAS |
| | INDICA DIRECCION DE FLUJO |
| PV | POZO DE VISITA |
| | EN PERFIL POZO DE VISITA |
| CE | INDICA COTA DE ENTRADA |
| CS | INDICA COTA DE SALIDA |
| S% | INDICA PENDIENTE DE TERRENO |
| S%T | PENDIENTE DE TERRENO Y PENDIENTE DEL TUBO |
| C. | INDICA COTA DE TERRENO |
| H | INDICA ALTURA DE POZO |
| DH. | DISTANCIA HORIZONTAL |

| DE | A | AZIMUT | D.H. | COTA |
|------|------|--------------|-------|---------|
| PV | PV | | | |
| 1.1 | | | 00.00 | 1002.41 |
| 1.1 | 1 | 241° 57' 41" | 59.97 | 1000.00 |
| 1 | 1.10 | 239° 38' 55" | 43.57 | 997.67 |
| 1.10 | 2 | 235° 3' 48" | 77.35 | 996.14 |
| 2 | 2.1 | 290° 42' 15" | 25.60 | 996.98 |



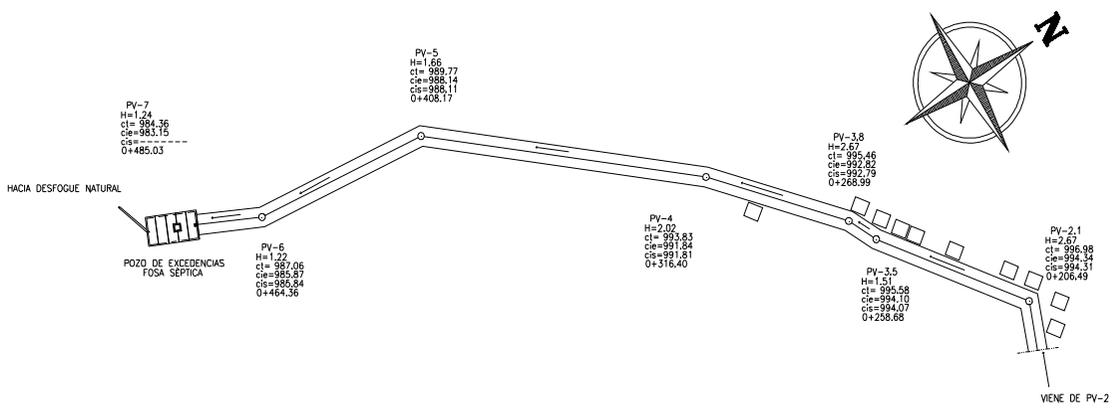
PLANTA - PERFIL SECTOR 5

ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
ESCALA VERTICAL 1 / 500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
FACULTAD DE INGENIERIA

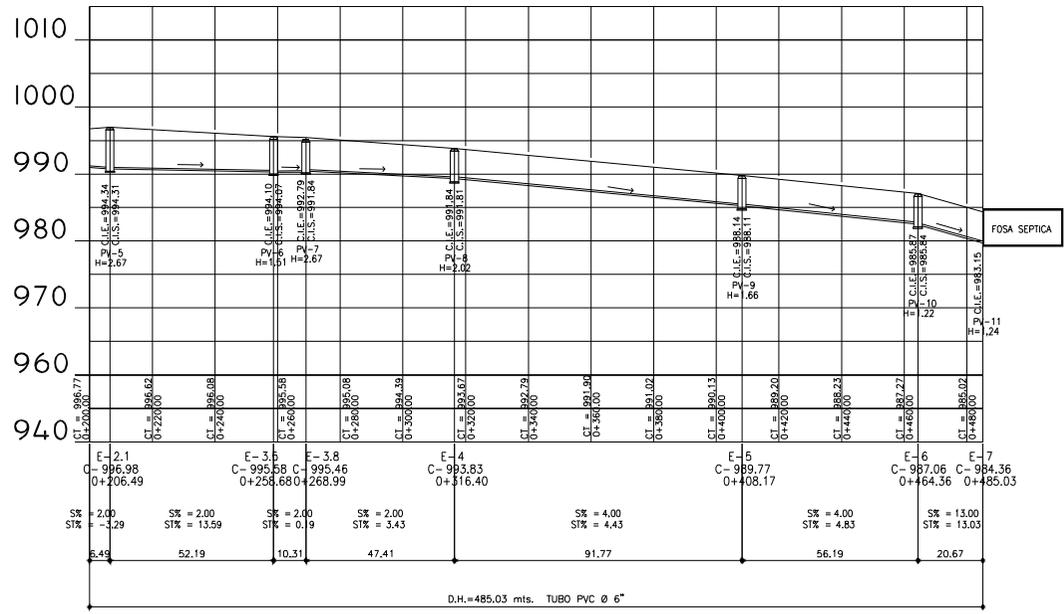
| | | | |
|-------------|--|-----------|---------------|
| PROYECTO: | PLANTA-PERFIL | DISEÑO: | RONALD LARREZ |
| PROYECTADO: | DRENAJE SANITARIO SECTOR 3 SANTA RITA SAN ANTONIA S.A.C. SAN MARCOS. | REVISADO: | RONALD LARREZ |
| PROYECTADO: | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | REVISADO: | RONALD LARREZ |
| FECHA: | MARZO 2, 2007 | FECHA: | MARZO 2, 2007 |
| TITULO: | 8/11 | TITULO: | 8/11 |

PROPIETARIO: _____ REVISOR ING. LUIS ALFARO



| SIMBOLOGIA: | |
|-------------|---|
| | EN PLANTA LINEA DE TUBERIA |
| | EN PLANTA POZO DE VISITA |
| | TUBERIA, DIÁMETRO INDICADO. |
| | CALLE DE TERRASERIA O EMPEDRADA |
| | VIVIENDAS |
| | INDICA DIRECCION DE FLUJO |
| PV | POZO DE VISITA |
| | EN PERFIL POZO DE VISITA |
| CE | INDICA COTA DE ENTRADA |
| CS | INDICA COTA DE SALIDA |
| S% | INDICA PENDIENTE DE TERRENO |
| S%T | PENDIENTE DE TERRENO Y PENDIENTE DEL TUBO |
| C. | INDICA COTA DE TERRRENO |
| H | INDICA ALTURA DE POZO |
| DH. | DISTANCIA HORIZONTAL |

| DE | A | AZIMUT | D.H | COTA |
|-----|-----|--------------|-------|--------|
| PV | PV | | | |
| 2.1 | 3.5 | 251° 36' 20" | 52.19 | 995.58 |
| 3.5 | 3.8 | 124° 22' 25" | 10.31 | 995.46 |
| 3.8 | 4 | 227° 16' 57" | 47.41 | 993.83 |
| 4 | 5 | 218° 50' 4" | 91.77 | 989.77 |
| 5 | 6 | 158° 44' 53" | 56.19 | 987.06 |
| 6 | 7 | 204° 54' 20" | 20.67 | 984.36 |



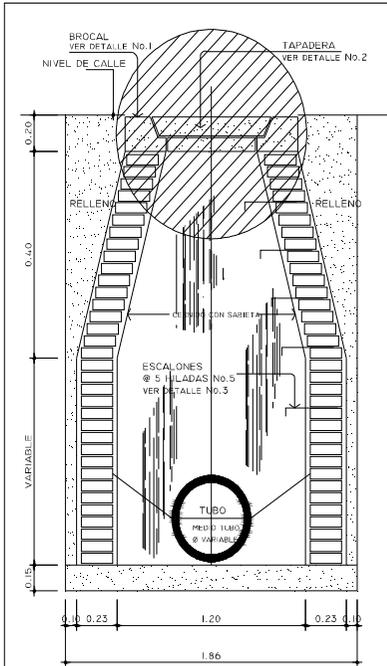
PLANTA - PERFIL SECTOR 5

ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
ESCALA VERTICAL 1 / 500

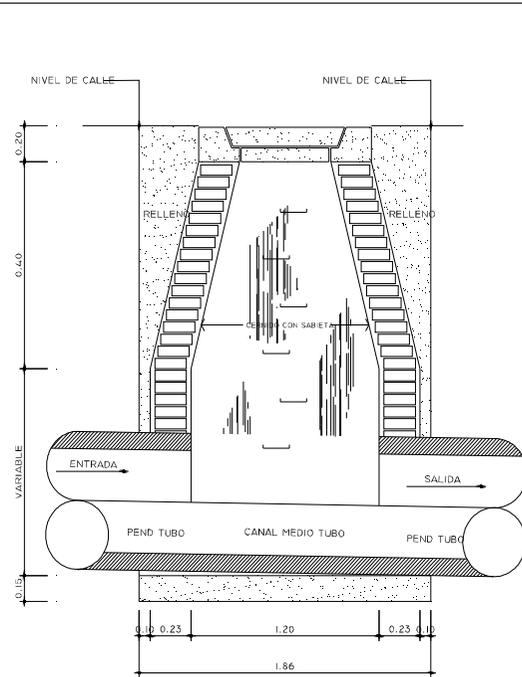
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
FACULTAD DE INGENIERIA

| | |
|--|---------------|
| FOJA DE | SUBITO |
| PLANTA-PERFIL. | RONALD LARREZ |
| PROYECTO | REVISADO |
| DRENAJE SANITARIO SECTOR 3 SANTA RITA SAN ANTONIO, SAC. SAN MARCOS. | RONALD LARREZ |
| PROPIETARIO | ESCALA |
| MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | INGENIERIA |
| FECHA | FECHA No. |
| MARZO 2.007 | 9/11 |

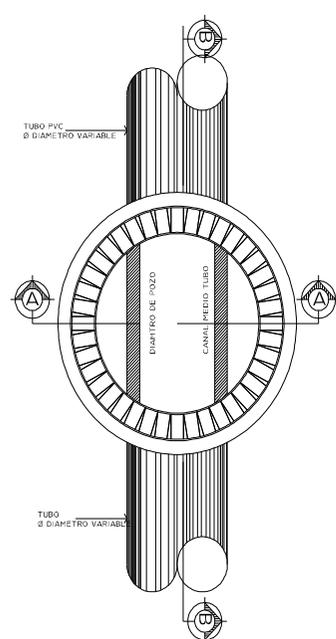
PROPIETARIO: _____ REVISOR ING. LUIS ALFARO



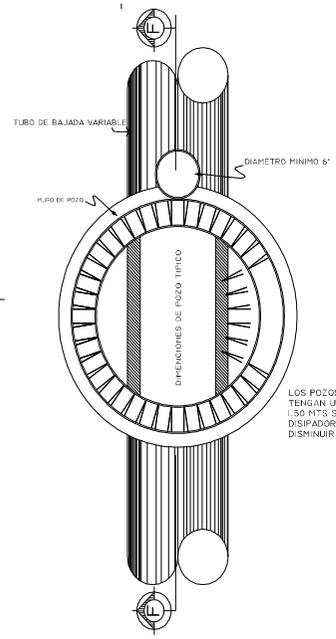
SECCION A-A
POZO DE VISITA TÍPICO
ESCALA 1/20



SECCION B-B
POZO DE VISITA TÍPICO
ESCALA 1/20



PLANTA
POZO DE VISITA TÍPICO
ESCALA 1/20



PLANTA
DET. POZO CON CAIDA MAYOR DE 0.70 M.
ESCALA 1/20

ESPECIFICACIONES:

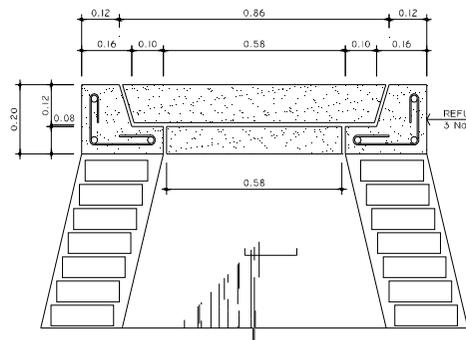
- ACERO:
1.-EL ACERO DEBERA TENER UN FY= 2,800 KG/CM².
- CONCRETO:
1.-EL CONCRETO DEBERA TENER UN F'c=210 KG/CM².
2.-RELACION DE AGUA/CEMENTO MAXIMA PERMISIBLE 29.3 LITS./SACO DE CEMENTO.
3.-EL AGREGADO GRUESO (PIEDRIN) DEBERA TENER UN Ø MINIMO DE 1/4" Y UN MAXIMO DE 1 1/2".
4.-EL CONCRETO A UTILIZAR DEBERA TENER UN DISEÑO DE MEZCLA PARA OBTENER LA RELACION DEL MATERIAL A UTILIZAR, Y ALCANZAR UNA RESISTENCIA MINIMA ESTABLECIDA EN LA ESPECIFICACION NUMERO 1.
5.-EL RECUBRIMIENTO MINIMO PARA LA BASE SERA DE 7.5 CM. EN BROCAL Y TAPADERA SERA DE 3 A 5 CM.

TUBERIA DE PVC:

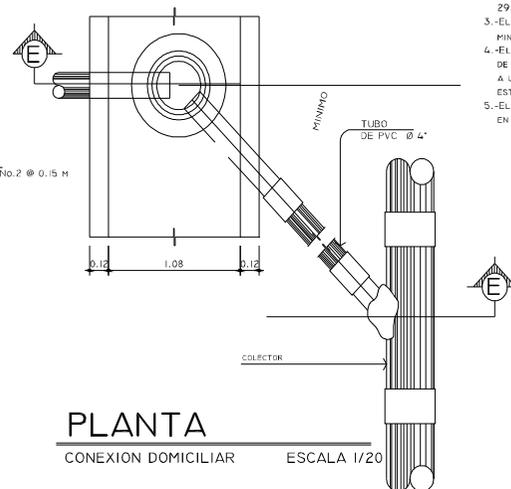
- 1.-LA TUBERIA SERA CONFORMA LA NORMA 3034 DE ASTM. NO DEBE USARSE TUBERIA DE DIAMETRO MENOR A 6".
2.-TODA LA TUBERIA SE COLOCARA ALINEADA Y CON EL DEBENIVEL INDICADO EN LOS PLANOS.
3.-LA VELOCIDAD DE LAS AGUAS TENDRA QUE TENER UNA VELOCIDAD MINIMA DE 0.4MTS/SEG. Y UNA MAXIMA DE 4MTS/SEG. VIOLENTO.

NOTAS:

- 1.- LOS BROCALES Y TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN CURARSE, SEGUN ESPECIFICACIONES ACI, ANTES DE SU INSTALACION.
2.- LA COLOCACION DE LA TUBERIA SE TENDRA QUE HACER SEGUN ESPECIFICACIONES TECNICAS

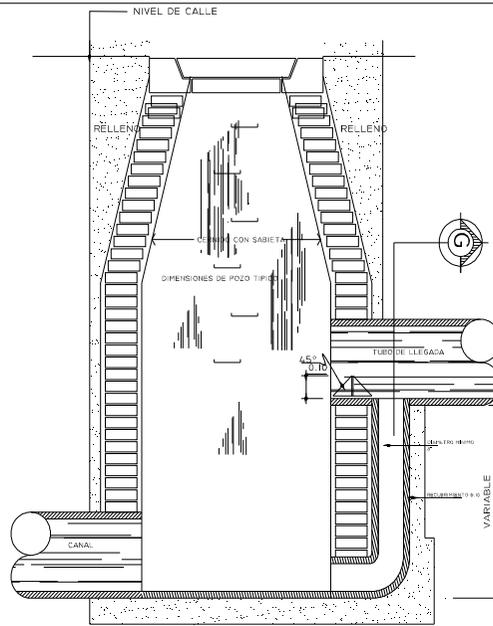


DETALLE No.1
BROCAL
ESCALA 1/20

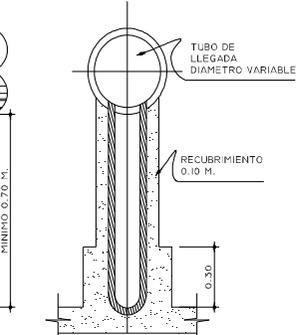


PLANTA
CONEXION DOMICILIAR
ESCALA 1/20

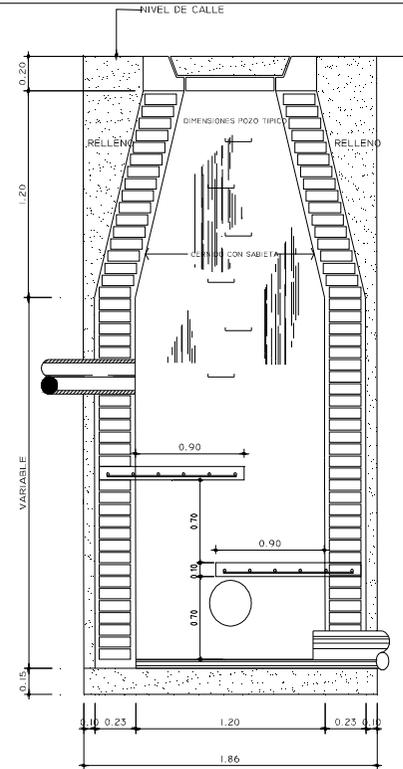
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA | | | |
|--|---|-------------|----------------------------|
| PROFESOR: | DETALLES | DISEÑO: | RONALD JAREZ |
| PREDISEÑO: | DISEÑO: | REVISADO: | RONALD JAREZ |
| PROYECTO: | DISEÑO: SANTIAGO SANTA RITA SAN ANTONIO, SAC. SAN MARCOS. | CALECADO: | RONALD JAREZ |
| PREPAREDADO: | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS. | ESCALA: | INDICADA |
| | | FECHA: | MARZO 2,007 |
| | | FOJA No.: | 10/11 |
| | | PROYECTADO: | REVISADO: RIG. LUIS ALFARO |



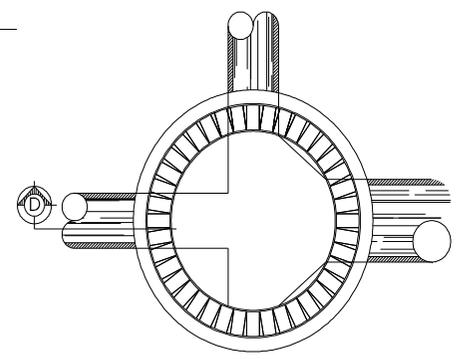
SECCION F-F
ESCALA 1/20



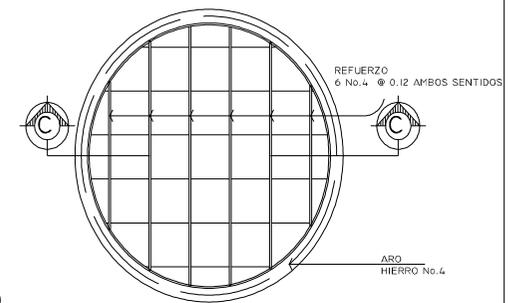
SECCION G-G
ESCALA 1/20



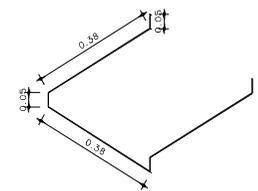
SECCION D-D
ESCALA 1/20



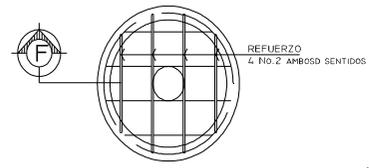
PLANTA
DET. POZO CON TRES ENTRADAS
ESCALA 1/20



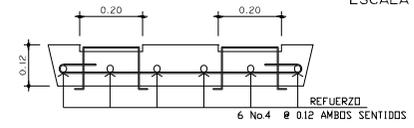
DETALLE No.2
ARMADO DE TAPADERA
ESCALA 1/10



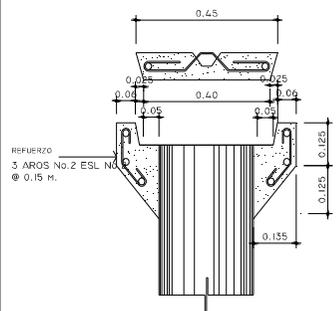
DETALLE No.3
ESCALON
ESCALA 1/20



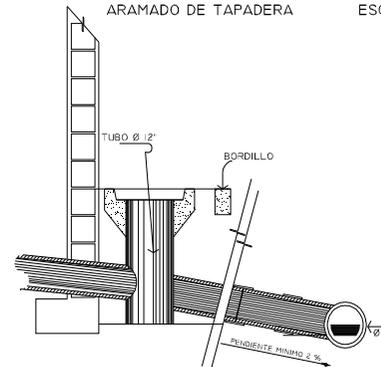
DETALLE
ARMADO DE TAPADERA
ESCALA 1/10



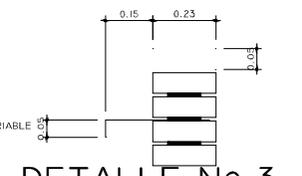
SECCION C-C
ARMADO DE TAPADERA
ESCALA 1/10



SECCION F-F
ESCALA 1/10



SECCION E-E
CONEXION DOMICILIAR
ESCALA 1/20



DETALLE No.3
ESCALON
ESCALA 1/20

| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA | | | |
|--|---|--------------------------|-------------------|
| HOJA DE: | DETALLES | DESENHO: | RONALD J. JIMENEZ |
| | | DISEÑO: | RONALD J. JIMENEZ |
| PROYECTO: | DRENAJE SANITARIO SANTA RITA SAN ANTONIO, S.A.C. SAN MARCOS. | CALCULO: | RONALD J. JIMENEZ |
| PROPIETARIO: | MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS | ESCALA: | HECACAIA |
| | | FECHA: | MARZO 2, 007 |
| | | HOJA No: | 11/11 |
| PROPIETARIO: | | REVISOR ING. LUIS ALFARO | |