



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

**DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA PEÑA FLOR 1 Y
DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA MARINA,
SIQUINALÁ, ESCUINTLA.**

Ángel Roberto Reyes Ordóñez

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, agosto de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA PEÑA FLOR 1 Y
DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA MARINA,
SIQUINALÁ, ESCUINTLA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ÁNGEL ROBERTO REYES ORDÓÑEZ

ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Jeovanni Miranda Castañón
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA PEÑA FLOR 1 Y
DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA MARINA,
SIQUINALÁ, ESCUINTLA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
el 17 de febrero de 2007.



ÁNGEL ROBERTO REYES ORDOÑEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Inga. Norma Heana Sarmiento Zecena
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Guatemala, 8 de febrero de 2008
R.E. EPS. D. 120.02.08

Estimada Ingeniera Sarmiento Zecena,

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, **ÁNGEL ROBERTO REYES ORDÓNEZ**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA PEÑA FLOR 1 Y DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA MARINA, SIQUINALÁ, ESCUINTLA”**.

Debe mencionarse 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 **Siquinalá**.

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. Angel Roberto Sic García
Asesor – Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



ARSG /jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 8 de febrero de 2008
Ref. EPS. D. 120.02.08

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

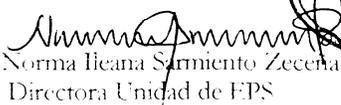
Estimado Ingeniero Boiton Velásquez,

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA PEÑA FLOR 1 Y DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA MARINA, SIQUINALÁ, ESCUINTLA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **ÁNGEL ROBERTO REYES ORDÓNEZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Angel Roberto Sic García.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
6 de agosto de 2008

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

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA PEÑA FLOR 1 Y DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA MARINA, SIQUINALÁ, ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Ángel Roberto Reyes Ordóñez, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Guatemala,
6 de agosto de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA PEÑA FLOR 1 Y DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA MARINA, SIQUINALÁ, ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Ángel Roberto Reyes Ordóñez, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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,

LEA, OÍ, REFLEXIONA Y ENSEÑA A TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

Ing. Armando Fuentes Roca
Revisor por el Área de Topografía y Transporte

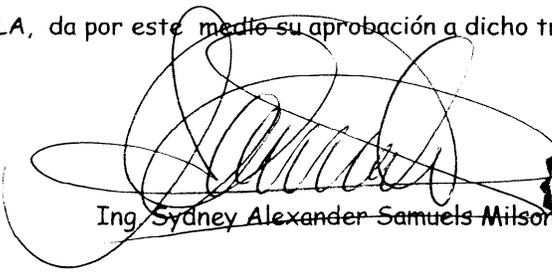
/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Ángel Roberto Reyes Ordóñez, titulado DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA PEÑA FLOR 1 Y DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA MARINA, SIQUINALÁ, ESCUINTLA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, agosto 2008.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 276.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA PEÑA FLOR 1 Y DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA MARINA, SIQUINALÁ, ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario **Ángel Roberto Reyes Ordóñez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Orlando Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, agosto de 2008



/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la vida, la sabiduría y la inteligencia, para culminar mis estudios y así alcanzar la meta propuesta.
Mis padres	Por ser guía y ejemplo en mi camino de lucha y superación. Por su apoyo y amor incondicional, que me brindaron a lo largo de mi formación.
Mis hermanas	Por el apoyo y cariño que me brindaron siempre.
Sindy Fuentes	Por su amistad, aprecio y comprensión.
Mis compañeros	Por compartir conmigo en las duras jornadas estudiantiles.
Mis amigos	Por su aprecio y comprensión.
Ing. Ángel Roberto Sic García	Por su colaboración durante el desarrollo de mi E.P.S, así como en la asesoría del presente trabajo de graduación.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Fuente de sabiduría y guía para conducirme por el camino correcto, permitiéndome alcanzar una de mis metas.
Mis padres	Roberto Ángel Reyes Escobedo. Ana Maria Ordóñez de Reyes.
Mis hermanas	Ana Valeska Reyes Ordóñez. Jessica Susset Reyes Ordóñez.
Toda mi familia	En general
Mi amiga	Sindy Fuentes
Mis compañeros	Ronny Byron Figueroa. José Amner Cutzal. Carlos Augusto Estrada. Norma Liseth Chajón.
USAC	La Facultad de Ingeniería.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA	1
1.1 Generalidades	1
1.1.1 Límites y localización	1
1.1.2 Accesos y comunicaciones	2
1.1.3 Topografía e hidrografía	2
1.1.4 Aspectos climáticos	2
1.1.5 Actividades económicas	3
1.1.6 Población	3
1.2 Principales necesidades del municipio	3
1.2.1 Vías de acceso	4
1.2.2 Contaminación por aguas negras	4

2.	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA PEÑA FLOR 1	7
2.1	Descripción del proyecto a desarrollar	7
2.2	Definición de pavimentos	7
2.3	Tipos de pavimentos	7
	2.3.1 Pavimentos flexibles	8
	2.3.2 Pavimentos rígidos	8
2.4	Topografía	9
	2.4.1 Planimetría	9
	2.4.2 Altimetría	9
2.5	Ensayos de laboratorio de suelos	10
	2.5.1 Ensayo de granulometría	10
	2.5.2 Límites de Atterberg	11
	2.5.2.1 Límite líquido	11
	2.5.2.2 Límite plástico	11
	2.5.2.3 Índice plástico	12
	2.5.3 Ensayo de compactación o proctor modificado	13
	2.5.4 Ensayo de valor soporte CBR	14
	2.5.5 Análisis de resultados de laboratorio de suelos	17

2.6	Consideraciones para el diseño de pavimentos rígidos	17
2.6.1	Sub-rasante	18
2.6.2	Sub-base	18
2.6.3	Carpeta de rodadura	20
2.7	Trabajos preliminares	25
2.8	Construcción de la carpeta de rodadura	26
2.9	Drenajes menores en vías pavimentadas	33
2.9.1	Consideraciones de drenajes en vías pavimentadas	33
2.9.2	Consideraciones hidráulicas	34
2.9.2.1	Corriente de agua	34
2.9.2.2	Gradiente hidráulico	35
2.9.2.3	Diseño hidráulico	35
2.9.2.3.1	El método racional	37
2.9.2.3.1.1	Parámetros de la fórmula racional	37
2.9.2.4	Pendiente crítica	38
2.10	Consideraciones de operación y mantenimiento de pavimentos rígidos	39
2.11	Presupuesto del proyecto	42
2.12	Cronograma de ejecución	43

3. DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO DE LA COLONIA SANTA MARINA	45
3.1 Descripción del proyecto	45
3.2 Estudio de la población a servir	45
3.2.1 Encuesta	45
3.3 Levantamiento topográfico	46
3.3.1 Planimetría	46
3.3.2 Altimetría	47
3.4 Trazo de la red	47
3.5 Localización del punto de descarga	47
3.6 Diseño de la red	48
3.6.1 Período de diseño	48
3.6.2 Población de diseño	48
3.6.3 Dotación	49
3.6.4 Factor de retorno	50
3.6.5 Factor de caudal medio	50
3.6.6 Caudal sanitario	51
3.6.6.1 Caudal domiciliar	51
3.6.6.2 Caudal comercial	52
3.6.6.3 Caudal de infiltración	52
3.6.6.4 Caudal de conexiones ilícitas	53

3.7	Relación de diámetros y caudales	53
3.8	Velocidades mínimas y máximas	54
3.9	Cotas Invert	54
3.10	Pozos de visita	55
3.11	Conexiones domiciliarias	56
3.12	Profundidades mínimas de tubería	57
3.13	Propuesta de tratamiento para las aguas residuales	60
	3.13.1 Generalidades	60
	3.13.2 Propuesta de tratamiento	60
3.14	Estudio de Impacto Ambiental	63
3.15	Presupuesto del proyecto	69
3.16	Evaluación socio – económica	69
	3.16.1 Valor presente neto	70
	3.16.2 Tasa interna de retorno	72

3.17 Cronograma de ejecución	74
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	79
APÉNDICE	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa de localización de la república de Guatemala. Departamento de Escuintla	5
2. Mapa del departamento de Escuintla. Localización del municipio de Siquinalá	6
3. Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y los valores de soporte	29
4. Cronograma de ejecución del pavimento rígido	43
5. Análisis gráfico del valor presente neto	71
6. Diagrama de flujo de efectivo	73
7. Cronograma de ejecución del sistema de alcantarillado sanitario	74

TABLAS

I	Clasificación general	16
II	Resultados de laboratorio de mecánica de suelos	17
III	Porcentaje anual de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes	23
IV	Categorías de carga por eje	28
V	Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de K	28
VI	Valores de K para diseños sobre bases no tratadas	30
VII	TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimentos con junta de trabe por agregados (no necesita dovela)	30
VIII	Asentamientos recomendados	31
IX	Cantidad de agua según asentamiento recomendado	31
X	Relación agua-cemento	31
XI	Porcentaje de arena según tamaño de agregado grueso	32

XII	Resumen del presupuesto del pavimento rígido	42
XIII	Impactos ambientales negativos generados durante la Ejecución	68
XIV	Impactos ambientales negativos generados durante la operación	68
XV	Resumen del presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario	69

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área
AASHTO	Asociación oficial Americana de Carreteras y Transportes
Q	Caudal
Q_{ci}	Caudal de conexiones ilícitas
Q_{com}	Caudal comercial
Q_{dis}	Caudal de diseño
Q_{dom}	Caudal domiciliar
Q_{inf}	Caudal de infiltración
Ø	Diámetro de tubería
DH	Distancia horizontal
F_{qm}	Factor de caudal medio
FH	Factor de Harmond
m	Metro
n	Factor de rugosidad
Ha	Hectárea
ACI	Instituto Americano del Concreto
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.

L/seg.	Litros por segundo
Lts/hab./día	Litros por habitantes por día
Psi	Libras por pulgada cuadrada
P.V.C.	Material fabricado a base de Cloruro de Polivinilo
m/s	Metros por segundo
mm/hr	Milímetros hora
msnm	Metros sobre el nivel del mar
m²	Metros cuadrados
m³/seg.	Metros cúbicos sobre segundo
k	Módulo de reacción
kg/m	Kilogramo por metro
MR	Módulo de ruptura
S	Pendiente
P_o	Población actual
P_f	Población futura
PV	Pozo de visita
R	Radio hidráulico
f'c	Resistencia del concreto
fy	Resistencia del acero
v/V	Relación de velocidades
d/D	Relación de diámetros
q/Q	Relación de caudales

ASTM	Sociedad Americana para Prueba de Materiales
r	Tasa de crecimiento de la población
Ton	Tonelada
V	Velocidad de flujo a sección llena
V_s	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

ASSHTO	Siglas de la American Association State Highway and Transportation Officials.
Acera	Parte de la estructura dedicada exclusivamente al paso de los peatones.
Aguas negras	Aguas que se desechan después de haber servido para un fin; pueden ser domésticas, comerciales o industriales. También conocidas como aguas servidas.
Altura	Distancia vertical entre los pozos de visita y la cota del terreno.
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.
Área	Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.
Bombeo	Es la pendiente transversal que se le da al piso de las carreteras, para permitir que drenen las aguas superficiales.

Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras, provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Caudal comercial	Volumen de aguas negras que se desecha en los comercios.
Caudal de diseño	Es el que servirá de base para el diseño de una alcantarilla.
Caudal doméstico	Es el caudal de aguas negras que se desecha en las viviendas.
Caudal industrial	Volumen de aguas negras que se desecha en las industrias.
Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de aguas negras o aguas de lluvia (pluviales).
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente de ésta, donde se encuentra la candela.
Contaminación	Efecto nocivo sobre el medio ambiente que afecta a todos los seres vivos.
Coordenadas	Son líneas que sirven para determinar la posición de un punto y los ejes o planos a que se refieren aquellas líneas.

Corte	Es la excavación que se realiza en el terreno, de conformidad al trazo de la carretera o camino. Se realiza a media ladera o en trinchera.
Cota del terreno	Número que indica la altura de un punto, sobre el nivel del mar, o sobre otro plano de referencia.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Descarga	Lugar a donde se vierten las agua negras provenientes de un colector, las que pueden estar crudas o tratadas.
Desfogar	Salida del agua de desecho en un punto determinado.
Distancia	Espacio o intervalo de lugar o tiempo entre dos cosas o sucesos.
Drenajes	Controlan las condiciones de flujo de agua en carreteras y mejoran las condiciones de estabilidad de cortes y terraplenes.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que, en promedio, consume cada habitante.
Excavaciones	Deben ser construidas cuidadosamente, ajustándose a la línea y pendientes señaladas. Las caras laterales serán verticales.

Factor de Harmond	Factor de seguridad para las horas pico, está en relación con la población.
Factor de rugosidad	Factor que expresa qué tan lisa es una superficie.
Hidrología	Parte de las ciencias naturales que trata de las aguas.
Infraestructura	Base material sobre la que se asienta algo.
Limite líquido	Es el que esta entre el estado líquido de un suelo y el estado plástico.
Limite plástico	En un suelo, es el contenido de agua que tiene el limite inferior de su estado plástico.
Monografía	Breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región o pueblo.
Presión	Es la fuerza ejercida sobre la superficie de algún elemento estructural.
Proctor	Se creo para determinar la humedad óptima con que el suelo puede alcanzar su máxima densidad posible.
Rasante	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.

Relleno	Es el material especial o de terracería uniformemente colocado y compactado en las partes laterales y superiores del camino.
Red de alcantarillado	También denominado sistema de drenaje; es el conjunto de tuberías, canales, pozos de visita, y obras accesorias que sirven para drenar o desalojar las aguas negras y/o pluviales.
Sección típica	En toda la extensión de la carretera tiene una sección que permanece uniforme la mayoría de las veces. A esta se le llama típica.
Subrasante	Es el nivel del terreno sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento (sub-base o base y carpeta) de una carretera o camino.
Terraplén	Son los depósitos de material que se realizan sobre el terreno natural, para alcanzar el nivel de la subrasante.
Topografía	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.

RESUMEN

Las constantes lluvias que caen sobre el municipio de Siquinalá, provoca dificultades de traslado a pobladores y automóviles en los sectores que no cuentan con una pavimentación adecuada, tal es el caso de la colonia Peña Flor 1 y la falta de drenajes también ocasionan daños a la población en el área de salud, como en la colonia Santa Marina, ambos del municipio de Siquinalá, Escuintla.

En el diseño del alcantarillado sanitario de la colonia Santa Marina se incluyen las obras de arte, conexiones domiciliarias, propuesta de tratamiento y el punto de descarga. En el caso del pavimento rígido se realizaron muestras de suelo para conocer su capacidad soporte y poder diseñar la subrasante, la sub-base y la carpeta de rodadura. Los resultados del análisis del suelo se adjuntan en los anexos.

Se analizó la importancia de la evaluación de impacto ambiental al desarrollar un proyecto, tomando en cuenta los tipos de impacto que pueden causar al ambiente y a la sociedad.

OBJETIVOS

- **GENERAL**

Contribuir al desarrollo de las comunidades por medio del diseño de proyectos de infraestructura como lo son pavimentación y drenaje sanitario; así como, colaborar en dar solución a los problemas que aquejan a las comunidades por medio de propuestas, sugerencias y críticas constructivas.

- **ESPECÍFICOS:**

1. Especificar detalles de realización del pavimento rígido para la colonia Peña Flor 1, ubicada en Siquinalá, Escuintla.
2. Delimitar especificaciones del drenaje sanitario de la colonia Santa Marina ubicada en Siquinalá, Escuintla.
3. Transmitir el conocimiento y criterios, acerca del diseño de pavimento rígido y drenaje sanitario mediante un estudio y propuestas concretas, en la Oficina Municipal de Planificación OMP de Siquinalá, Escuintla.

INTRODUCCIÓN

Con el propósito de beneficiar a sus habitantes y así contribuir a crear una infraestructura favorable el presente trabajo tiene como finalidad, la descripción de actividades para diseñar la pavimentación de la colonia Peña Flor 1; así como el diseño del drenaje sanitario de la colonia Santa Marina. Para llegar a determinar la importancia de estos proyectos se tomaron en cuenta los siguientes factores:

Camino y las calles que se encuentran en malas condiciones para el ingreso de vehículos a la colonia Peña Flor 1, debido a ello se planificará la pavimentación de ésta vía de acceso. También será de beneficio para los buses que viajan de dicha colonia hacia Santa Lucía Cotzumalguapa, evitando con esto el lodo que es común en calles no pavimentadas en donde es más difícil la circulación de vehículos, cabe mencionar que la precipitación pluvial en esta región es bastante alta, por eso también se tiene contemplado proponer los drenajes menores en vías pavimentadas, que conjuntamente con la pavimentación serán de beneficio para el municipio. En el sistema de alcantarillado sanitario de la colonia Santa Marina, el conjunto de elementos y estructuras destinadas a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas servidas evitará que las mismas perjudiquen la salud de los habitantes, y así, evitar molestias de olores y aspectos desagradables, disminuyendo con la conducción de los desechos, la proliferación de enfermedades gastrointestinales.

Estas necesidades de los dos lugares del municipio de Siquinalá, Escuintla, son la razón de ser de éste trabajo, el cual cuenta con planes y métodos de trabajo para proponer una solución a la misma.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ ESCUINTLA

La categoría de la cabecera municipal es de Pueblo, por acuerdo del Ejecutivo se erigió en pueblo el 6 de marzo de 1867, su extensión territorial es de 168 kilómetros cuadrados, con una altura de 336 metros sobre el nivel del mar.

El origen del nombre de Siquinalá puede venir de la etimología Tziquin = pájaro, alá = joven. Lo que se puede interpretar como pájaro joven, o muchacho macho.

La fiesta titular es el 25 de noviembre, día principal que la iglesia conmemora a la virgen Santa Catalina de Alejandría. Según publicación por el Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT), se acostumbra en esa ocasión los bailes folklóricos de la conquista, y otros.

1.1 Generalidades

1.1.1 Límites y localización

El municipio de Siquinalá se encuentra situado en la parte norte del departamento de Escuintla, en la región V o región Central. Se localiza en la latitud norte 15° 18'21" y en la longitud oeste 90°0'58". Sus límites territoriales son: al norte con Santa Lucía Cotzumalguapa y Escuintla, al este con Escuintla, al sur con la Democracia y al oeste con Santa Lucía Cotzumalguapa (todos del departamento de Escuintla).

1.1.2 Accesos y comunicaciones

Por la carretera Internacional del Pacifico CA-2 del parque de la cabecera departamental y municipio de Escuintla en dirección oeste a 23 kilómetros de la cabecera de Siquinalá, de donde son 8 kilómetros para la cabecera de Santa Lucía Cotzumalguapa. El municipio cuenta con servicio de telefonía.

1.1.3 Topografía e hidrografía

En su jurisdicción se encuentran la montaña el Níspero, 3 cerros: el Campanario, el Peñón y el Sobretudo, lo riegan 24 ríos descritos a continuación: Acomé, Cauches, las Pilas, Achiguate, Cuncuyá, Mazate, Agua Zarca, el Capulín, Melina, Agüero, el Tigre, Pantaleón, Cangrejo, el Jutillo, Plataneras, Ceniza, la Parida, Taniyá, (aguas abajo cambia a Obispo), Coloiate, la Toma, Zarco, Colojatillo, las Marías, Zarza, 2 riachuelos: Cancún y la Azotea, 2 zanjones: el Cantil y Lempa, 1 quebrada ancha: el Convento, la Arenera, los Encuentros del Níspero, el Jute, la Ceiba, Pueblo Nuevo, Zarca de la Pulpa, el Volador, la Lagunilla, toma de San Víctor y la catarata el Capulín.

1.1.4 Aspectos climáticos

El pueblo de Santa Catalina de Siquinalá está situado en tierra de costa caliente y húmeda tempestuosa, su estación metereologica se localiza en la latitud 14° 06'07" y en la longitud 90°47'33", a 270 msnm; opera desde el año 1990, la ultima toma de datos fue en el año 2003, tiene unos grados menos de calor, por irse avvicinando a la sierra, aunque no está distante del mar.

1.1.5 Actividades económicas

La principal riqueza del municipio está en sus valiosas fincas y en la crianza de ganado, la elaboración de aceites esenciales, así como la panela y azúcar que se obtienen de las plantaciones de caña dentro de la jurisdicción, especialmente del ingenio Pantaleón.

1.1.6 Población

La densidad poblacional según las proyecciones realizadas por la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia que presenta el municipio es de 64 personas por kilómetro cuadrado, en el año 2002 incrementando para el año 2003 a 65 personas. Actualmente, el municipio cuenta con una población de 17,436 habitantes siendo 8,667 hombres y 8,769 mujeres.

1.2 Principales necesidades del municipio

Solo en la cabecera municipal y parte de sus colonias cuentan con un sistema de drenaje sanitario. El área rural carece del servicio desconociéndose el %; haciéndose inmediata la necesidad en el área rural. Las vías de acceso a las Comunidades, Aldeas, Caseríos, etc. que debido a las fuertes lluvias que azota al municipio dañan constantemente los caminos siendo una necesidad prioritaria la pavimentación de dichos caminos para su fácil acceso y evitar dejar incomunicadas a las comunidades.

1.2.1 Vías de acceso

La carretera Interamericana CA-2, permite llegar al municipio de Siquinalá. Asimismo, cuenta con caminos vecinales, veredas y roderas que lo comunican con otros municipios y poblados rurales. Otra vía de comunicación con que cuenta Siquinalá es la vía férrea, por medio de la cual se encuentra la estación del ferrocarril Pantaleón.

1.2.2 Contaminación por aguas negras

Los habitantes de la colonia Santa Marina actualmente no cuentan con un sistema eficiente de alcantarillado sanitario; ya que con el que cuentan es obsoleto, lo cual contribuye a la proliferación de enfermedades de tipo gastrointestinales; también cabe mencionar que es un foco de enfermedades epidémicas y contamina el entorno ambiental. Es uno de los servicios básicos con los que debe contar una comunidad, ya que afecta la salud de los habitantes del lugar.

Figura 1. Mapa de localización de la república de Guatemala.

Departamento de Escuintla

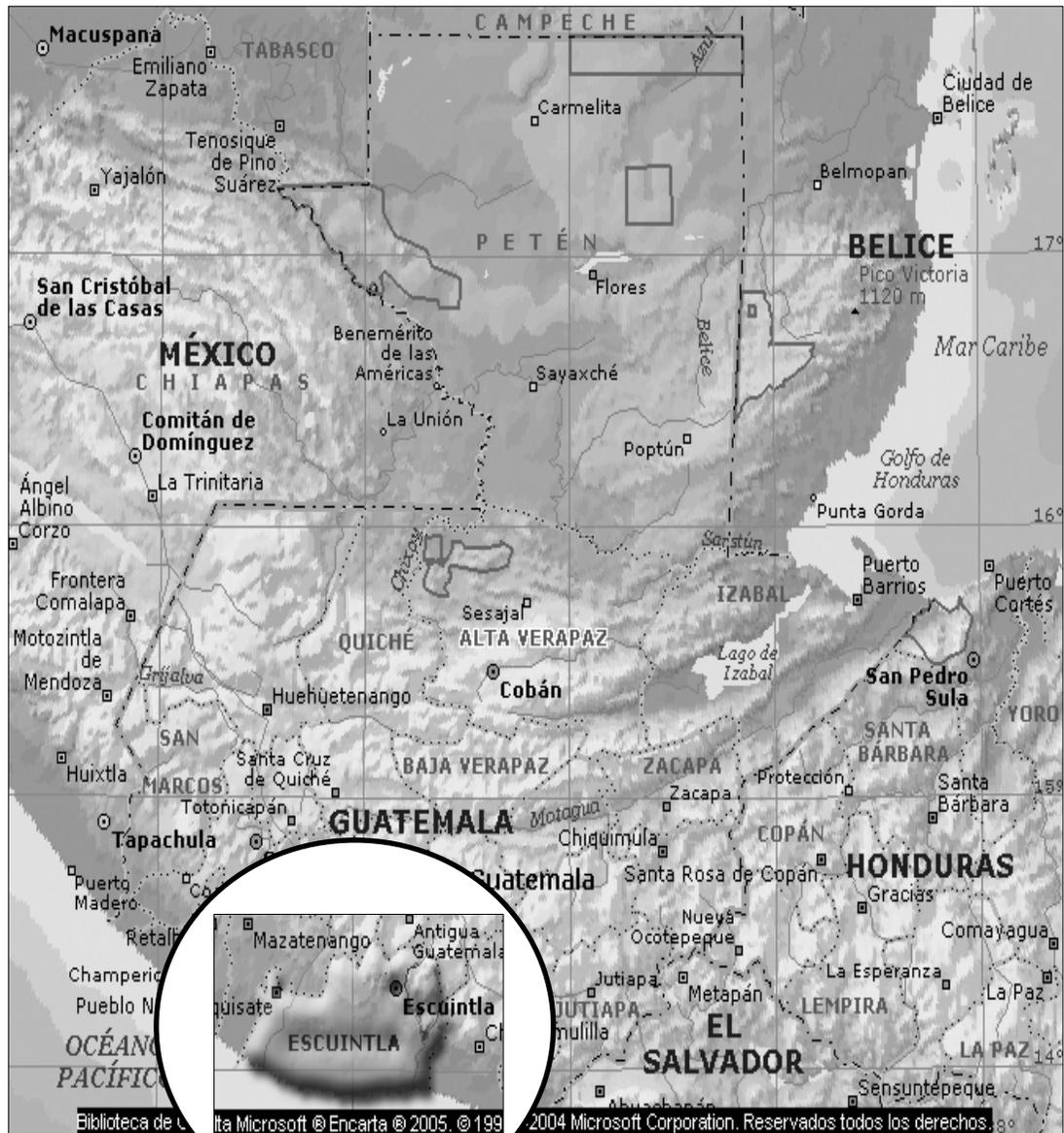
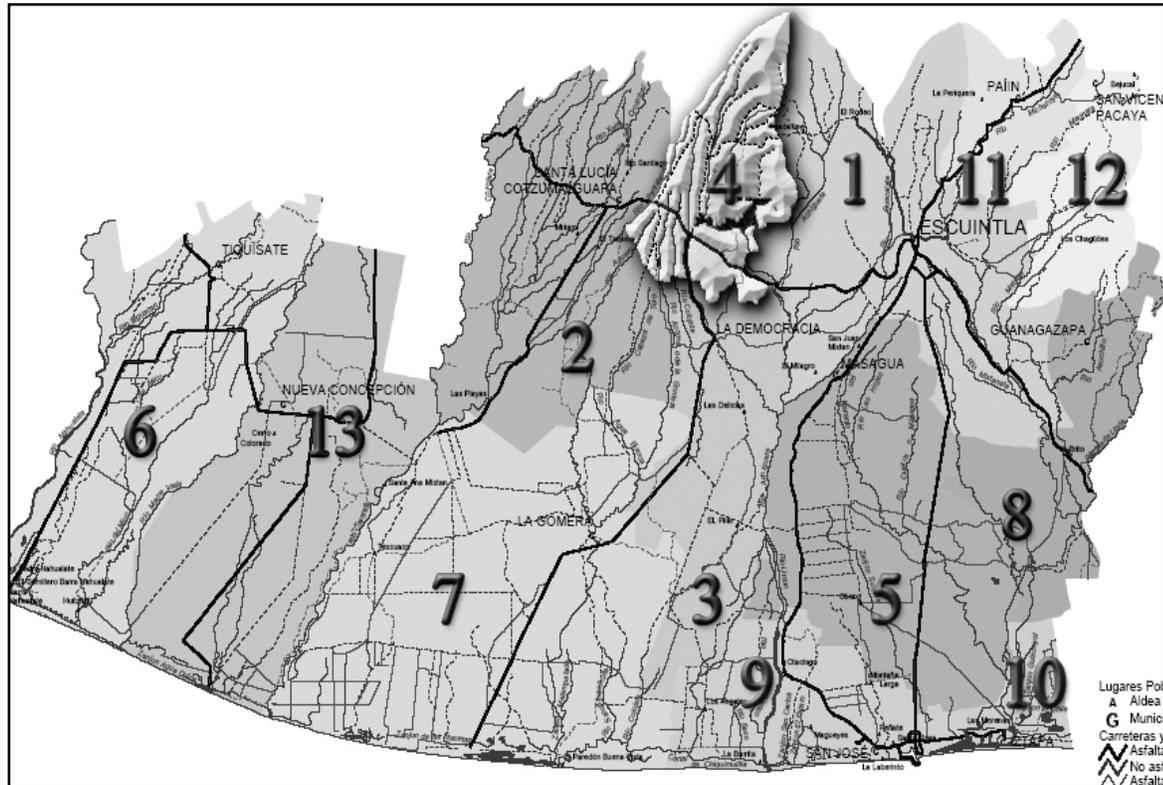


Figura 2. Mapa del departamento de Escuintla.

Localización del municipio de Siquinalá



2. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA PEÑA FLOR 1

2.1 Descripción del proyecto a desarrollar

El proyecto consiste en el diseño del pavimento rígido de la colonia Peña Flor 1 con longitud de 2,000 metros lineales por 4.80 metros de ancho, bordillo y banqueteta.

2.2 Definición de pavimento

Pavimento es toda estructura multicapa que se coloca sobre la subrasante de una carretera, integrada principalmente por la sub-base, la base y la carpeta de rodadura.

2.3 Tipos de pavimentos

Según la carpeta de rodadura, los pavimentos pueden ser: flexibles, rígidos y semirígidos; los pavimentos de losas de concreto son pavimentos rígidos, mientras que los pavimentos de asfalto son flexibles; los pavimentos con carpeta de rodadura de adoquín se consideran como semirígidos o semiflexibles.

2.3.1 Pavimentos flexibles

Conjunto de capas bituminosas, que deben resistir los esfuerzos tangenciales producidos por el tráfico, proporcionando a éste una superficie de rodadura adecuada. Consta de capa de rodadura y de capa intermedia, pudiendo no existir esta última.

2.3.2 Pavimentos rígidos

Es aquel en el cual la capa de rodamiento está constituida por losas de concreto de cemento Pórtland simple o reforzado, soportadas en toda su superficie. A la mezcla de cemento Pórtland con arena, agregado mineral grueso (piedra triturada o grava) y agua, se le conoce también como concreto hidráulico. Los pavimentos de concreto hidráulico están sujetos a los esfuerzos siguientes:

- a. Abrasivos: causados por las llantas de los vehículos.
- b. Directos de compresión y acortamiento: por las cargas de las ruedas.
- c. De compresión y tensión: que resultan de la deflexión de las losas bajo las cargas de las ruedas y los ocasionados por la combadura del pavimento, por efectos de los cambios de temperatura.

2.4 Topografía

2.4.1 Planimetría

La información topográfica necesaria para el diseño de un pavimento consiste en tomar en campo los ángulos y distancias horizontales que definen la ruta preliminar, haciendo el uso del teodolito, estadal y una cinta métrica. El levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos orientados a un mismo norte, en este caso magnético.

2.4.2 Altimetría

Consiste en pasar una nivelación en todos los puntos fijados por el levantamiento planimétrico, fijando bancos de marca a cada cierto tramo, los que deben ser ubicados en puntos permanentes o en monumentos de concreto, en los que deberá anotarse la estación, la elevación y las distancias acumuladas. Como cota de salida se fijará una arbitraria entera, la cual se recomienda que sea 100 metros para no tener cotas negativas. Es recomendable ir dibujando el perfil que se ha levantado en el día, con el objeto de apreciar si tiene una forma congruente a la realidad y si cumple con las especificaciones de pendientes máximas permisibles; lo anterior permite que los errores se encuentren a tiempo y no hasta realizar el dibujo en gabinete.

2.5 Ensayos de laboratorio de suelos

Para garantizar el diseño de la pavimentación de la colonia Peña Flor 1, se realizó un estudio de suelos en las muestras tomadas de la subrasante. Los ensayos que se realizaron son:

- Ensayo de granulometría
- Ensayo de límites de Atterberg
- Ensayo de Compactación o Proctor Modificado
- Ensayo de Razón Soporte California (CBR)

2.5.1 Ensayo de granulometría

Los ensayos de granulometría tienen por finalidad determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño. La distribución de las partículas con tamaño superior a 0.075 mm, se determina mediante tamizado, con una serie de mallas normalizadas.

Para partículas menores que 0.075 mm, su tamaño se determina observando la velocidad de sedimentación de las partículas en una suspensión de densidad y viscosidad conocidas.

El análisis granulométrico es utilizado para obtener la distribución del tamaño de partículas en una masa de suelo con la finalidad de poder clasificarlo. El método del tamizado mecánico se usa en suelos granulares que poseen poco o nada del material fino (limos y arcillas). Para determinar la

distribución de tamaños de partículas en los suelos finos se utiliza el análisis por hidrometría.

2.5.2 Límites de Atterberg

Son ciertos límites arbitrarios en el contenido de humedad de los suelos finos y es para dividir los estados de consistencia de estos suelos.

2.5.2.1 Límite líquido

Para efectuar el Límite Líquido se utiliza el material que pasa el tamiz No. 40, mezclándolo con agua hasta formar una pasta suave. Se coloca en el platillo del aparato de Casa Grande hasta llenarlo, aproximadamente 1/3 de su capacidad formando una masa lisa. Se divide esta pasta en dos partes por medio del ranurador especial. Se hace girar la manivela del aparato a razón de dos golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que en el fondo del surco, se cierre en una longitud de ½ pulgada aproximadamente.

El número de golpes debe de ser de 15 a 35, luego se toma la muestra y se determina el contenido de humedad.

2.5.2.2 Límite plástico

Para determinar el Límite Plástico se utiliza una porción de la misma muestra preparada en el ensayo de límite líquido. Se tiene que dejar de secar hasta que posea una consistencia que no tenga adherencia a la planta de la

mano; se hace rodar con la palma de la mano sobre una superficie lisa no absorbente, formando cilindros de aproximadamente de 1/8 de pulgada; por medio del manipuleo de estos cilindros, se va reduciendo el contenido de humedad hasta que el cilindro comience a desmoronarse, en este instante se determina el contenido de humedad y el valor del límite plástico.

2.5.2.3 Índice plástico

El índice plástico o de plasticidad se obtiene como la diferencia del límite líquido y el límite plástico. El índice de grupo es un valor que indica la calidad de suelo como una subrasante. Las subrasantes pueden calificarse en función del índice de grupo de la manera siguiente:

- | | |
|-------------|-----------------|
| - Excelente | $I = 0$ |
| - Buena | $I = 0$ a 1 |
| - Regular | $I = 2$ a 4 |
| - Mala | $I = 5$ a 9 |
| - Muy Mala | $I = 10$ a 20 |

El índice de grupo se calcula con la siguiente fórmula:

$$I = 0.2a + 0.005 ac + 0.1bd$$

donde:

a = porcentaje de material que pasa por la malla No. 200, menos 35. Si el porcentaje que pasa por la malla No. 200 es mayor de 75, se anotará 75, y si es menor de 35, se anotará 0.

b = porcentaje de material que pasa por la malla No. 200, menos 15. Si el porcentaje que pasa por la malla No. 200 es mayor de 55, se anotará 55, y si es menor de 15, se anotará 0.

c = valor límite líquido menos 40. Si el límite líquido es mayor de 60, se anotará 60, y si es menor de 40, se anotará 0.

d = valor del índice plástico menos 10. Si el índice plástico es mayor de 30, se anotará 30, y si es menor de 10, se anotará 0.

2.5.3 Ensayo de compactación o proctor modificado

Es necesario mencionar que la prueba Proctor, se creo para determinar la relación entre la humedad óptima con que un suelo puede alcanzar su máxima densidad posible, es decir, su máxima compactación, ya que la escasez de agua en un suelo y la abundancia de la misma ocasionan que el suelo no pueda ser compactado al máximo.

Un suelo debe compactarse, porque mejora su capacidad de soportar cargas, disminuye la absorción del agua y reduce la sedimentación, por lo que es necesario encontrar una relación entre el contenido apropiado de agua a usar en un volumen determinado de suelo a la máxima densidad que el suelo compactado puede llegar a alcanzar, todo esto se hace en el laboratorio.

El método usado es el dinámico, conocido como método "Proctor", del cual se utilizó Proctor Modificado. El procedimiento para determinar la densidad máxima y humedad óptima por medio del Proctor Modificado (ASSHTO T-180) es el siguiente: se utilizó un molde cilíndrico de 6" y con su respectivo collar en

la parte superior. El molde se llenó con 5 capas, compactando cada capa con 25 golpes con un martinete de 10 libras de peso y con una altura de caída de 18", el cual proporciona una energía de 56,200 lb./pie³, comparable a la que se obtiene con equipos de compactación mas pesados en condiciones favorables de trabajo.

Para el ensayo se tomó una porción de suelo que paso el tamiz No. 4. Realizando el ensayo de suelos de Proctor, se obtuvieron datos del contenido de humedad y del peso unitario seco. Trazando una curva que relaciona estos dos valores, se pueden establecer por medio del punto más alto de la parábola la humedad óptima del suelo. La curva de compactación se asemeja, generalmente, a una parábola, que cada suelo posee y es característica del material y distinta de otros suelos.

2.5.4 Ensayo de valor soporte CBR

El ensayo de CBR mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas.

El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte. Sin embargo, por las condiciones de humedad y densidad, es evidente que este número no es constante para un suelo dado, sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.

El número CBR se obtiene como la relación de la carga unitaria necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón de un área de 19.4 cm² entre la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad, respecto de una carga patrón requerida para obtener la misma

profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado. Lo anterior se resume en la siguiente ecuación.

$$CBR = \frac{(Carga\ unitaria\ del\ ensayo)}{(Carga\ unitaria\ patron)} \times 100\ %$$

De esta ecuación, el número CBR es un porcentaje de la carga unitaria patrón. En la práctica el símbolo de porcentaje se obvia y la relación se presenta en número entero.

El número CBR, usualmente se basa en la relación de carga para una penetración de 0.10 pulgadas; sin embargo, si el valor de penetración de 0.20 pulgadas es mayor, el ensayo deberá repetirse. Si, en un segundo ensayo produce nuevamente un valor de CBR mayor a 0.20 pulgadas de penetración, dicho valor debe aceptarse como valor final del ensayo.

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 patrón de piedra triturada bien graduada.

El ensayo CBR comprende además la determinación de las propiedades expansivas del material. Se debe hacer el CBR sobre muestras a diferentes grados de compactación a la humedad óptima. Después se elabora un diagrama de CBR contra densidad, en donde se puede determinar el valor CBR a la densidad deseada, según la especificación de construcción que deba cumplir el material. Sin embargo, el CBR también puede hacerse sobre muestra compactada con el contenido de humedad óptimo, para un suelo específico, utilizando un ensayo de compactación Proctor, ya sea estándar o modificado.

En el laboratorio, ordinariamente, deberían compactarse dos moldes de suelo, uno para penetración inmediata y otro para después de dejarlo saturar en agua por un período de 96 horas o mas, bajo una carga aproximadamente igual al peso del pavimento que se utilizará en el campo pero en ningún caso menor que 4.5 kilogramos. Es durante este período cuando se toman registros de expansión para instantes escogidos arbitrariamente. Al fin del período de saturación se hace la penetración para obtener el valor de CBR para el suelo en condiciones de saturación completa.

El ensayo con la muestra saturada cumple con dos funciones:

- Dar información sobre la expansión esperada en el suelo bajo la estructura del pavimento cuando el suelo se satura.
- Dar indicación de la pérdida de resistencia debido a la saturación en el campo.

El valor final del CBR, se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos, principalmente con fines de utilización de bases y subrasante bajo pavimentos de carreteras o aéreo pistas.

Tabla I. Clasificación general

Número de CBR	Clasificación general	Usos
0 – 3	Muy pobre	Subrasante
3 – 7	Pobre a regular	Subrasante
7 – 20	Regular	Sub-base
20 – 50	Bueno	Sub-base, base
50 o mas	Excelente	base

Finalmente, el CBR es el factor que determina el diseño de espesores de capas de pavimento. Usualmente el valor CBR, se convierte en módulo de valor soporte del suelo. El procedimiento para el CBR deberá realizarse como lo indica la norma ASSTHO T-193.

Los valores CBR de los ensayos realizados se presentan en la tabla de resultados. (ver tabla II); mediante estos se pudo establecer la clasificación del suelo, según la tabla anterior descrita, como un material pobre a regular, que se puede utilizar como subrasante.

2.5.5 Análisis de resultados de laboratorio de suelos

Tabla II. Resultados de laboratorio de mecánica de suelos

Análisis	Resultado
Descripción del suelo	Limo Arenoso color café
Compactación Proctor (T – 180)	93.5 lb/pie ³
% de humedad óptima	23.6
% de CBR (T – 193)	del 4.7 al 62.5
% de Límite Líquido	36.7
% de índice de Plasticidad	7.3

2.6 Consideraciones para el diseño de pavimentos rígidos

Existen dos métodos para el cálculo del espesor de pavimentos rígidos, método de capacidad y método simplificado. (Según Portland Cement Association (PCA))

Método de capacidad: éste es aplicado cuando existen posibilidades de obtener datos de distribución de carga por eje de tránsito. Este método asume datos detallados de carga por eje, que son obtenidos de estaciones representativas.

Método simplificado: al contrario del anterior, éste se aplica cuando no es posible obtener datos de carga por eje, y se utilizan tablas basadas en distribución compuesta de tráfico clasificado, en diferentes categorías de carreteras y tipos de calles.

2.6.1 Sub-rasante

Es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño correspondiente a la estructura prevista. La función de la subrasante 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.

2.6.2 Sub-base

Es la primera capa de la estructura destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito provenientes de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de la subrasante las pueda soportar. Está constituida por una capa de material selecto o estabilizado, de un espesor compactado, según las condiciones y características de los suelos existentes en la subrasante pero en ningún caso

menor de 10 cm. ni mayor de 70 cm. Deberá estar libre de vegetales, basura, terrones de arcilla, y/o cualquier otro material que pueda causar fallas en el pavimento. Sus funciones son:

- Eliminar la acción del bombeo.
- Aumentar el valor soporte.
- Hacer mínimos los efectos de cambio de volumen en los suelos de la subrasante.

La sub-base está compuesta por suelos granulares en estado natural o mezclados, los cuales deberán llenar los siguientes requisitos:

- Valor soporte: debe tener un CBR mínimo de 30 (AASHTO T-193), efectuando sobre muestra saturada a 95% de compactación (AASHTO T-180).
- Granulometría: el tamaño máximo de las piedras del material que se utilice para sub-base no debe ser mayor de 7cm y no tener más del 50% en peso, partículas que pasen el tamiz No. 200.
- Plasticidad y cohesión: el material que pase por el tamiz No. 40, no deberá tener un índice de plasticidad mayor de 6% (AASHTO T-90), ni un límite líquido mayor que 25% (AASHTO T-89). En casos especiales, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero no podrá ser mayor de 8%. El equivalente de arena no puede ser menor de 25% (AASHTO T-176).

Base: Constituye la capa de material selecto que se coloca encima de la sub-base o subrasante; esta capa permite reducir los espesores de carpeta y drenar el agua atrapada dentro del cuerpo del pavimento a través de las carpetas y hombros hacia las cunetas; deberá de transmitir y distribuir las cargas

provenientes de la superficie de rodadura y debido a que está en contacto directo con la superficie de rodadura, tendrá que ser resistente a los cambios de temperatura, humedad y desintegración por abrasión, producidas por el tránsito.

El material de base debe estar conformado de grava de buena calidad, triturada y mezclada con material de relleno y libre de materia vegetal, basura o terrones de arcilla. Además, debe llenar los requisitos siguientes:

- Valor soporte: debe tener un C.B.R, mínimo de 90, efectuado sobre muestra saturada a 95% de compactación (AASHTO T-180).
- Abrasión: el material que quede retenido en el tamiz No. 4, no debe de tener un desgaste mayor de 50 a 500 revoluciones en la prueba de la AASHTO T-96.

2.6.3 Carpeta de rodadura

Está constituida por losas de concreto simple o reforzado, diseñada para soportar las cargas inducidas por la circulación del tránsito.

En pavimentos rígidos es necesario que la capa de rodadura tenga otros elementos no estructurales, para proteger tanto esta capa como las inferiores; entre las cuales, podemos mencionar:

- Juntas de dilatación rellenas con material elastomérico (para su impermeabilización).
- Bordillos.
- Cunetas o bien un sistema de alcantarillado pluvial, para el drenaje correcto del agua que pueda acumular en su superficie.

La capa de rodadura debe de estar diseñada para cumplir las siguientes funciones:

- a) Proteger la superficie sobre la cual está construido el pavimento de los efectos destructivos del tránsito.
- b) Prevenir la filtración del agua a las capas inferiores.
- c) Proveer un valor soporte elevado a fin de que resista las cargas provenientes de los vehículos y estas se distribuyan a las capas inferiores.
- d) Textura superficial poco resbaladiza aun cuando se encuentre húmeda.
- e) Proporcionar buena visibilidad y seguridad por su color claro al tráfico nocturno de vehículos.

Módulo de ruptura del concreto

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. En cambio los promedios de esfuerzos de flexión y de las fuerzas de flexión son mucho mayores y por eso son usados estos valores para el diseño de espesores de los pavimentos rígidos.

La fuerza de flexión está determinada por el módulo de ruptura del concreto y está definido con el esfuerzo máximo de tensión en la fibra extrema de una viga de concreto. La resistencia a la tensión del concreto es relativamente baja.

Módulo de reacción del suelo (K)

Éste es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada en un área cargada, dividida entre la deflexión, en pulgadas, para dicha carga. El valor de k está expresado en libras por pulgada cuadrada (PSI).

Este módulo nos proporciona la característica de resistencia que implica la elasticidad del suelo. Se dice que es igual al coeficiente del esfuerzo aplicado por una placa entre la deformación correspondiente, producida por dicho esfuerzo. Esta propiedad del suelo es muy importante en el diseño de pavimentos, pero debido a que la prueba de carga de plato es tardada y cara, el valor de K, es usualmente estimado por correlación a una prueba simple, tal como la Relación de Soporte de California (CBR), o una prueba del valor R.

El resultado es válido ya que no se requiere una determinación exacta del valor K; las variaciones normales de un valor estimado no afectan apreciablemente los requerimientos del espesor del pavimento.

Tránsito y cargas de diseño

El tránsito es el número y los pesos por eje pesados, durante la vida de diseño, son las variables del pavimento de concreto. Éstos son derivados de estimaciones siguientes; el tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos lo llamaremos TPD y el tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones, lo llamaremos TPDC.

El tránsito futuro tiene considerable influencia en el diseño, el crecimiento anual es del 2% al 6% que corresponden a factores de proyección de tránsito a 20 años de 1.2 a 1.8. (Ver tabla III) Pero el uso de razones altas de crecimiento

para calles residenciales no son aplicables, ya que estas calles llevan poco tránsito, por lo que las tasas de crecimiento podrían estar debajo del 2% por año (factor de proyección 1.1 a 1.2).

Tabla III. Porcentaje anual de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes

PORCENTAJE ANUAL DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO (%)	FACTOR DE PROYECCIÓN 20 AÑOS	FACTOR DE PROYECCIÓN 40 AÑOS
1	1.1	1.2
1 ½	1.2	1.3
2	1.2	1.5
2 ½	1.3	1.6
3	1.3	1.8
3 ½	1.4	2.0
4	1.5	2.2
4 ½	1.6	2.4
5	1.6	2.7
5 ½	1.7	2.9
6	1.8	3.2

Fuente: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 18

Diseño de juntas

El objetivo principal de éstas es el de permitir la construcción del pavimento por losas separadas para evitar grietas de construcción, estableciendo al mismo tiempo una unión adecuada entre ellas, que asegure la continuidad de la superficie de rodadura y la buena conservación del pavimento. Cuando un concreto se agrieta puede que sea debido a las siguientes condiciones:

- Cambio de volumen por encogimiento por secado
- Esfuerzos directos por cargas aplicadas
- Esfuerzos de flexión por pandeo

Las juntas que usualmente se usan en los pavimentos de concreto caen dentro de dos clasificaciones: transversales y longitudinales, que a su vez se clasifican como el de contracción, de construcción y de expansión. Las juntas se pueden clasificar como:

- Juntas longitudinales

Éstas se colocan paralelamente al eje longitudinal del pavimento, para prevenir la formación de las grietas longitudinales; pueden ser en forma mecánica o unión macho-hembra. La profundidad de la ranura superior de esta junta, no debe ser inferior de un cuarto del espesor de la losa. La separación máxima entre juntas longitudinales es de 12.5 pies (3.81m) y es la que determina qué ancho tendrá el carril. Para este caso, son el tipo de juntas ha utilizar en el diseño del pavimento rígido.

- Juntas transversales

La función de éstas, es la de controlar las grietas causadas por la retracción del secado del concreto. Las juntas transversales deberán de tener una ranura que tenga, por lo menos, tener una profundidad de un cuarto del espesor de la losa. Se deberán de construir perpendicularmente al tráfico. Se pueden llamar también juntas de contracción, ya que controlarán el agrietamiento transversal que produce la contracción del concreto. Se deberán de separar a una distancia no mayor de 15 pies (4.57m).

- Juntas de expansión

Son necesarias únicamente cuando existan estructuras fijas, tales como: puentes, aceras, alcantarillas, etc. Se dejará una separación de dos

centímetros, donde sea necesario. Su función es disminuir las tensiones, cuando el concreto se expande. Es obligatoria su colocación frente a estructuras existentes y en intersecciones irregulares. Cuando las juntas de contracción controlan adecuadamente el agrietamiento transversal, las juntas de expansión no son necesarias.

- Juntas de construcción

Son necesarias cuando hay una interrupción no mayor de treinta minutos en la colocación del concreto. Son de tipo trabado, debido a que llevan barras de acero o material adecuado que forman tabiques, y cara vertical con una traba apropiada.

2.7 Trabajos preliminares

Los trabajos preliminares consisten en la limpieza, puentado y trazo del perfil del terreno, para que la colocación de las planchas de pavimento a colocar garantice el trabajo a realizar. El corte del terreno se hará basado en el nivel del terreno actualmente, por lo que es necesario realizar corte o rellenos para que el nivel de pavimento terminado sea el mismo que el nivel del terreno.

2.8 Construcción de la carpeta de rodadura

Diseño del espesor de losa

Utilizando el método simplificado, propuesto por la PCA para pavimentos rígidos.

En este proyecto se utilizará el método simplificado, ya que no se cuenta con los datos de carga por eje. El procedimiento para calcular la dimensión del espesor de losas de un pavimento se describe a continuación:

1. Determinar la categoría de la vía, por medio de la tabla de Categorías por eje (ver tabla IV). De acuerdo con la tabla se determina la categoría 1, donde se refiere a calles residenciales, carreteras rurales y secundarias; el módulo de ruptura varía de 200 a 800 PSI.
2. Establecer el tipo de junta por utilizar (se seleccionó el tipo de junta longitudinal y transversal en la sección 2.6.3 Diseño de juntas).
3. Determinar con base en el tipo de suelo, el soporte de la subrasante; un valor aproximado a través del porcentaje de CBR. (Ver tabla VI). Con base en el tipo de suelo con que se cuenta en la subrasante, que es un ML, se clasificó el suelo como de grano fino, en el cual el tamaño de partículas de limo y arena predominan; esto da como resultado un suelo de soporte bajo con un rango de valores de K que va de 75 a 120 PSI, (ver tabla V). Determinamos un valor de K según la figura 3, en la cual obtuvimos un K igual a 140.

4. Con base en el valor K de la subrasante determinar el espesor de la base. (Según la tabla VII). Se determinó una base no tratada, con un valor K de subrasante igual al inmediato superior de 140 PSI y un espesor de 6 pulgadas (15.0 cms de material selecto). El espesor de la base es alto debido a que la subrasante tiene un soporte bajo.

5. Determinar el volumen de tránsito promedio diario de camiones o el promedio diario de vehículos, según tabla III. A su vez determinar el espesor de losa según la tabla VIII. El espesor de losa según la tabla es de 6 pulgadas (15.0 cms) con un MR de 550 PSI.

Tabla IV. **Categorías de carga por eje**

Carga por eje Categoría	DESCRIPCIÓN	TRÁFICO			Máxima Carga por Eje KPS	
		TPD	TPDC		EJE DOMICILIO	EJE TANDEM
			%	Por día		
1	CALLES RESIDENCIALES CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (BAJO A MEDIO)	200 a 800	1-3	ARRIBA DE 25	22	36
2	CALLES COLECTORAS, CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (ALTAS) CARRETERAS PRIMARIAS Y CALLES ARTESANALES (BAJO)	700 a 5000	5-18	DE 40 A 100	26	44
3	CALLES ARTESANALES, CARRETERAS PRIMARIAS (MEDIO) SUPERCARRETERAS E INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (BAJO A MEDIO)	3000-12000 2 CARRILES 3000-50000	8-30	DE 500 A 5000	30	52
4	CALLES ARTESANALES, CARRETERAS PRIMARIAS, SUPER CARRETERAS (ALTAS) INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (MEDIO ALTO)	3000-20000 2 CARRILES 3000-15000 4 CARRILES O MAS	8-30	DE 1500 A 8000	34	60

Fuente: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 48

Tabla V. **Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de K.**

TIPO DE SUELO	APOYO	RANGO DE VALORES DE K PSI
Suelos de grano fino en los cuales predominan las partículas de limo y arcilla	BAJO	75-120
Arenas y mezclas de arena y grava con cantidades moderadas de limo y arcilla	MEDIO	130-170
Arenas y mezclas de arena y grava relativamente libres de finos y plásticos	ALTO	180-220
Sub-bases tratadas con cemento	MUY ALTO	250-400

Fuente: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 49

Tabla VI. Valores de K para diseños sobre bases no tratadas

SUBRASANTE VALORES DE K PSI	SUB-BASE VALORES DE K PSI			
	4 Plg	6 Plg	9 Plg	12 Plg
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 14

Tabla VII. TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimentos con junta de trabe por agregados (no necesita dovela)

SIN HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO				CON HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO			
Espesor de losa plg	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE			Espesor de losa plg	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE		
	BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO
MR = 650 PSI							
4.5			0.1	4 4.5	2	0.2 8	0.9 25
5 5.5	0.1 3	0.8 15	3 45	5 5.5	30 320	130	330
6 6.5	40 330	160	430				
MR = 600 PSI							
5 5.5	0.5	0.1 3	0.4 9	4 4.5	0.2	1	0.1 5
6 6.5	8 76	36 300	98 760	5 5.5	6 73	27 290	75 730
7 7.5	520			6	610		
520 MR = 550 PSI							
5.5	0.1	0.3	1	4.5		0.2	0.6
6 6.5	1 13	6 60	18 160	5 5.5	0.8 13	4 57	13 150
7 7.5	110 620	400		6	130	480	

Fuente: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 51

Diseño de mezcla:

$$f'c = 4,000 \text{ PSI} = 280 \text{ kg / cm}^2 \quad \text{Agregado grueso de } \frac{3}{4}''$$

Asentamiento recomendado de 8 cms. (Tabla VIII) y la cantidad de agua es de 200 lts/m³. (Tabla IX)

Tabla VIII. Asentamientos recomendados

TIPO DE ESTRUCTURA	ASENTAMIENTO
Para cimientos, muros reforzados, vigas, paredes reforzadas y columnas	10
Para pavimentos y losas	8
Concreto masivo	5

Tabla IX. Cantidad de agua según asentamiento recomendado

ASENTAMIENTOS (cms.)	CANTIDAD DE AGUA (lts / m ³)				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
3 a 5	205	200	185	180	175
8 a 10	225	215	200	195	180
15 a 18	240	230	210	205	200

Sabiendo que 1ml de agua pesa 1 grm., y que la resistencia necesaria es mayor a la resistencia requerida, o sea, resistencia = 280 + 42 = 322 kg/cm² entonces tenemos la relación agua/cemento = 0.50 (Tabla X)

$$cemento = \frac{agua}{0.50} \Rightarrow cemento = \frac{200}{0.50} = 400 \text{ kg / m}^3$$

Tabla X. Relación agua-cemento

RESISTENCIA RELACIÓN A/C	
(kg/cm ²)	A/C
352	0.47
316	0.50
281	0.54
246	0.57
210	0.60
176	0.64

Tabla XI. **Porcentaje de arena según tamaño de agregado grueso**

TAMAÑO MÁXIMO AGREGADO GRUESO	% DE ARENA SOBRE AGREGADO TOTAL
3/8"	48
1/2"	46
3/4"	44
1"	42
1 1/2"	40

Se asume que el peso unitario resultante es: 2,300 kg/m³.

$$\text{peso agregados} = \text{peso total} - \text{peso (agua + cemento)}$$

$$\text{peso agregados} = 2,300 - (200 + 400) \Rightarrow 1,700 \text{ kg}$$

El % de arena del total es igual a 44% (Tabla XI) entonces:

$$\text{arena} = 0.44 * 1,700 = 748 \text{ kg} .$$

$$\text{agregado grueso} = 1,700 - 748 = 952 \text{ kg} .$$

Entonces tenemos:

- Agua.....200 kg.
- Cemento.....400 kg.
- Arena.....748 kg.
- Piedrín (3/4").....952 kg.

$$\frac{\text{Arena}}{\text{Cemento}} = \frac{748}{400} = 1.87$$

$$\frac{\text{Piedrin}}{\text{Cemento}} = \frac{952}{400} = 2.38$$

El diseño quedará: (Proporción en peso)

Cemento – Arena – Piedrín (3/4")

1 2.00 2.50

Relación A/C = 0.50 en peso

2.9 Drenajes menores en vías pavimentadas

Los sistemas menores están conformados por zanjas, canales y alcantarillados diseñados para acomodar aguas de lluvias de intervalos de recurrencia moderadamente cortos, quizás 2 a 5 años, dependiendo del carácter del área. El propósito de estos drenajes es prevenir inundaciones de carreteras y áreas contiguas ocasionadas por aguas lluvias moderadas que ocurren con relativa frecuencia.

2.9.1 Consideraciones de drenajes en vías Pavimentadas

- El seguimiento de curvas de nivel, que mantiene patrones de drenaje naturales, producirá caminos de flujos más indirectos. Esto reducirá el caudal pico y, en la medida que los canales de flujo sean permeables, disminuirá la descarga total.
- Los pavimentos porosos de asfalto, los bloques pavimentados entrelazados, o la grava permitirán alguna infiltración. La superficie más áspera de estos materiales también reducirá la velocidad de flujo, disminuyendo así el caudal pico y suministrando oportunidad adicional para infiltración.
- En las áreas residenciales, es adecuado usar eventos de precipitación de alta frecuencia, luego se usará una curva de intensidad-duración de 2 años.

- Al igual que con las alcantarillas sanitarias, el primer paso es establecer una localización tentativa para las alcantarillas, en este caso en las calles, siguiendo la pendiente natural del terreno.

2.9.2 Consideraciones hidráulicas

Según las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillados del INFOM 2001, Y ASTM. Se efectuaron investigaciones preliminares, teniendo las consideraciones sanitarias, sistemas de abastecimiento de agua potable, además de realizar un respectivo estudio topográfico.

El diseño del sistema de alcantarillado de la colonia Peña Flor 1, se realizó con base a normas del INFOM.

2.9.2.1 Corriente de agua

Existen dos tipos diferentes de flujo: laminar y turbulento, generalmente es este último es el que predomina. En el caso del flujo turbulento, la resistencia del agua se drena de ella a través del conducto y depende de la viscosidad, densidad y velocidad, además de la longitud, rugosidad y sección transversal de la alcantarilla. La altura de presión necesaria para vencer esta resistencia se conoce como pérdida de carga por fricción. Esta pérdida de carga en canales, que es caso de las alcantarillas, está dada por la diferencias de elevaciones de la superficie de agua entre los puntos considerados. También se consideran las pérdidas de entrada y salida de la alcantarilla.

2.9.2.2 Gradiente hidráulico

Es una línea imaginaria que une los puntos hasta donde llega el agua en una serie de tubos piezométricos acoplados a las tuberías a presión o a los canales. El gradiente hidráulico representa entonces la presión a lo largo del tubo, pues en un punto cualquiera, la distancia vertical medida desde el conducto hasta el gradiente hidráulico, es la columna de presión en ese punto.

En canales, es evidente que el gradiente hidráulico coincide con la superficie del agua.

2.9.2.3 Diseño hidráulico

El diseño hidráulico de una obra, consiste en calcular el área necesaria para dar paso al volumen que se concentra en su entrada, para ello se requiere de un estudio previo que abarca, entre otros, los siguientes aspectos:

- Precipitación pluvial.
- Área, pendiente y formación geológica de la cuenca.
- Uso del terreno aguas arriba de la estructura del drenaje.

Los métodos para un correcto diseño hidráulico requieren de cierta información básica que incluye: el coeficiente de escorrentía para el área local, el área de la cuenca y datos de intensidad de precipitación. Esto es necesario para conocer la cantidad de agua o descarga que correrá en un área determinada. Las estructuras de drenaje menor deberán tener la suficiente capacidad para acomodar esta cantidad de agua.

La descarga puede determinarse por varios métodos hidrológicos, con el fin de evitar que el drenaje menor sea lo suficientemente capaz de evacuar el agua y así evitar asolvamiento, socavación o daño del pavimento; entre los métodos tenemos:

- **Por medio de fórmulas**

En las que se toman en cuenta la cantidad de lluvia que cae, el tamaño de la cuenca, la pendiente y condiciones de vegetación del lugar. Las fórmulas más conocidas son:

Fórmula Racional: Esta fórmula expresa que el caudal es igual a un porcentaje de la cantidad de lluvia que cae, multiplicado por el área de la cuenta.

Fórmula de Talbot: Proporciona directamente el diámetro de la tubería o el área de descarga.

- **Por medio de estructuras próximas y crecidas máximas**

Puede ser una tubería o alcantarilla de los alrededores, ubicada sobre la misma corriente, en este caso bastará tomar las medidas del área de descarga y de ellas se parte para deducir el diámetro necesario. También se puede determinar la descarga por las marcas que deja el agua al haber una correntada, de estas marcas se toma el nivel de la crecida y se puede utilizar un 10% al 15% de la creciente normal, para tener un margen de seguridad aceptable y también se puede usar las crecidas extra – máximas, información que por lo general es proporcionada por los vecinos del lugar.

2.9.2.3.1 El método racional

Para determinar el caudal de escorrentía superficial máxima que puede presentarse en una determinada zona, se utiliza el método racional. Este método consiste en considerar el caudal que se presenta en determinado lugar de máxima intensidad de precipitación.

Existen dos formas de obtener la intensidad que puede afectar a determinada región de Guatemala. La primera es usando las curvas de intensidad versus tiempo, la cual tiene diversas curvas que dan a conocer la posible intensidad que puede ocurrir en determinada frecuencia de años con relación a la duración de lluvia.

La segunda forma es usando la fórmula $I = a / (t + b)$, donde “a” y “b” son constantes proporcionadas por el INSIVUMEH y “t” es el tiempo de concentración del lugar analizado, que generalmente se considera en 12 minutos. En cuencas grandes debe hacerse un análisis, considerando la pendiente promedio de la cuenca y de la velocidad de la partícula de agua analizada.

2.9.2.3.1.1 Parámetros de la fórmula racional

El método racional utiliza varios parámetros para poder calcular la descarga o caudal de una cuenca, los cuales forman una fórmula, la cual es la siguiente:

$$Q = C \times I \times A / 360$$

donde:

Q = caudal de escorrentía, en metros cúbicos por segundo (m³/seg.).

C = coeficiente de escorrentía (adimensional).

I = intensidad de lluvia, en milímetros por hora (mm/h).

A = Área de la cuenca en hectáreas (ha) (1 Ha = 10,000 mts²).

En donde el coeficiente de escorrentía es:

$$C = \Sigma (c \times a) / \Sigma a$$

donde:

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

a = Áreas parciales (Hectáreas).

C = coeficiente de escorrentía promedio del área drenada.

2.9.2.4 Pendiente crítica

Se recomienda que en lo posible la pendiente utilizada en el diseño sea la misma del terreno, para evitar sobre costo por excavación excesiva, pero debe cumplirse con las relaciones hidráulicas, y las velocidades permisibles.

Para este diseño el rango de pendiente oscila entre, 0.5% para una pendiente mínima, y 12% para una pendiente máxima.

2.10 Consideraciones de operación y mantenimiento de pavimentos rígidos

El continuo mantenimiento que exigen las vías construidas deficientemente demuestran la necesidad de hacer carreteras que duren tanto como las edificaciones que las circundan. Cuando los presupuestos destinados a las obras públicas son devorados por el mantenimiento de estas en forma de sellos y recarpeteos, la utilización del pavimento de concreto se convierte en la mejor alternativa por las garantías que ofrece en cuanto a durabilidad y solidez.

En un pavimento flexible (de asfalto), el mantenimiento debe ser permanente. En cambio, el pavimento rígido prácticamente no necesita de esos cuidados. Los costos de mantenimiento al final de la vida útil de un pavimento flexible (de 25 a 30 años), pueden llegar a ser cuatro o cinco veces más alto que los de uno rígido.

La limpieza y resellado de las juntas, que constituye su mantenimiento normal, no produce desorganización o interrupción en el tránsito, y los cambios de superficie tampoco causan la inutilización temporal de la vía. Esto ayuda a que los costos del usuario también se mantengan bajos.

Las carreteras de concreto se construyen con rapidez

En trabajos muy grandes, con un abastecimiento continuo, se han logrado velocidades extraordinarias, por encima de 1,000 metros lineales por día.

El método del Talbot

Es un método muy utilizado para estimar el área de descarga en estructuras de drenajes. Para hacer una estimación preliminar del tamaño de las estructuras de drenajes menores se usa la fórmula de Talbot. La fórmula de Talbot fue determinada mediante observaciones en zonas de alta precipitación pluvial (hasta 100 mm/h), en los Estados Unidos.

La expresión de la fórmula de Talbot es la siguiente:

$$a = 0.183 \times C \times A^{3/4}$$

donde:

- a = Área hidráulica necesaria en la obra, en metros cuadrados (m²).
- A = Área de la cuenca en Hectáreas (Ha).
- C = Coeficiente relacionado con las características del terreno (Adimensional).

Este método se aplica principalmente a estructuras de drenaje menor, por lo que las áreas consideradas son generalmente carreteras o caminos; también es aplicable en cuencas hidrográficas. El proceso de cálculo es el siguiente:

a) Definir el área de la cuenca, determinando la participación de aguas que llegan a la cuenca hidrográfica. Para definir esta área se deben marcar todos los cursos de fondos o cauces de la cuenca, luego delimitar todas las particiones de aguas o divisorias de aguas (cuenca topográfica), en donde deberá ser circuito cerrado, partiendo desde el punto de interés para el paso por éste, luego siguiendo en dirección de las agujas del reloj, por todas las

divisoria hasta completar el circuito. El área hidráulica de la cuenca, se puede obtener por diferentes métodos topográficos, fotografía aérea, planos cartográficos, etc.

b) Medir el área de la cuenca, en la medición del área de la cuenca pueden utilizarse varios métodos, los cuales varían debido a la exactitud de los mismos, entre ellos están:

- Contar la cuadrícula de mapas cartográficos.
- Área por coordenadas.
- Uso de planímetro.

c) Determinar el coeficiente “C”, de acuerdo a la clasificación de colores y simbología de vegetación del mapa cartográfico, se identifica el terreno y sus condiciones; si es cultivo, suelo desnudo, bosque, etc. Con las curvas de nivel que se encuentran en el mapa Cartográfico se establece la pendiente del terreno y la forma del mismo, pudiendo ser: plano, ondulado o montañoso. Los valores de C son los siguientes:

C = 1.0	terrenos montañosos con suelos de roca y con pendientes pronunciadas.
C = 0.65	terrenos quebrados con pendientes moderadas.
C = 0.50	cuenca irregulares muy largas.
C = 0.33	terrenos agrícolas ondulados, en los que el largo de la cuenca es 3 ó 4 veces el ancho.
C = 0.20	terrenos llanos, sensiblemente horizontales no afectados por inundaciones fuertes.

En terrenos permeables los valores de C deben disminuirse en un 50 por ciento, por lo que además de la formación geológica de la zona, se debe conocer el tipo de vegetación y prever el uso futuro del terreno.

d) Calcular el área hidráulica. Esta se obtiene al aplicarse la fórmula de Talbot.

2.11 Presupuesto del proyecto

Tabla XII. Resumen del presupuesto del pavimento rígido

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO
UBICACIÓN: COLONIA PEÑA FLOR 1, SIQUINALA, ESCUINTLA.

No.	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	PRELIMINARES				
1.1	BODEGA	m ²	28	Q. 202.44	Q 5,668.46
1.2	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	2,000	Q. 1.76	Q 3,523.93
1.3	TRAZO	ml	2,000	Q. 4.32	Q 8,644.71
2	BASE				
2.1	RELLENO Y ACARREO	m ³	1,150	Q. 41.68	Q 47,931.16
2.2	CONFORMACIÓN DE BASE	m ²	9,600	Q. 15.77	Q 151,352.71
3	PISTA DE CONCRETO				
3.1	COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO	m ³	1,440	Q. 1,074.36	Q1,547,071.38
3.2	CURADO DE CONCRETO	m ²	9,600	Q. 8.72	Q 83,683.00
4	BORDILLO				
4.1	FUNDICIÓN DE BORDILLO	ml	2,000	Q. 45.12	Q 90,233.04
	SUMA TOTAL				Q1,938,108.38
	TOTAL EN DÓLARES (Tipo de cambio Q 7.80 = \$ 1.00)				\$ = 248,475.43

(Ver desglose de renglones en anexos.)

2.12 Cronograma de ejecución

Figura 4. Cronograma de ejecución del pavimento rígido

No	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	INVERSION
1	Construcción de bodega y guardianía	■					Q 5,668.46
2	Levantamiento topográfico		■				Q 3,523.93
3	Limpieza y trazo		■				Q 8,644.71
4	Conformación de la subrasante		■	■			Q 47,931.16
5	Conformación de la sub-base		■	■	■		Q 151,352.71
6	Fundición de la losa			■	■		Q 1,630,754.38
7	Fundición de bordillos				■	■	Q 90,233.04
TOTAL							Q 1,938,108.38

3. DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO DE LA COLONIA SANTA MARINA

3.1 Descripción del proyecto

La población de la colonia Santa Marina está propensa a enfermedades gastrointestinales, causadas por la falta de drenaje, producto de las aguas grises y negras que son depositadas en un sistema obsoleto de alcantarillado en dicha colonia, por lo que el proyecto consiste en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

3.2 Estudio de la población a servir

3.2.1 Encuesta

Las condiciones sanitarias son las siguientes: cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable domiciliar que les provee una dotación de 120 lts. /hab. /día., cuentan con un sistema de recolección y disposición de basuras. Las actividades principales de la población es la venta de verdura y fruta.

El resultado de la encuesta realizada en la colonia Santa Marina dio como resultado un total de 355 habitantes y 71 casas haciendo un promedio de 5 habitantes por casa. Para este diseño, se conoce la cantidad de habitantes que hay entre cada pozo de visita.

3.3 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red dentro de las calles, pozos de visita, y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia.

3.3.1 Planimetría

La planimetría en el caso de sistemas de drenaje sirve para tener una visión de la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita, así como todos los puntos que sean de importancia como las estaciones.

Para realizar este levantamiento topográfico se pueden utilizar varios métodos como: conservación de azimut, deflexiones, etc. El más utilizado en estos trabajos es el método de conservación de azimut que puede ser una poligonal cerrada o abierta, la poligonal cerrada ofrece la ventaja de garantizar un buen levantamiento, ya que permite conocer el error de cierre, la poligonal abierta cumple con el estudio realizado ya que tenemos calles con trazo irregulares.

En el estudio realizado se efectuó el levantamiento topográfico por el método de conservación de azimut. El equipo utilizado para el levantamiento fue, cinta métrica, estadal, teodolito y las libretas correspondientes.

3.3.2 Altimetría

La altimetría es la parte de la topografía que describe los niveles del terreno, es decir las alturas referidas a un plano (horizonte). Se utilizó el método de nivelación simple.

3.4 Trazo de la red

El levantamiento planimétrico se utilizó para localizar la red dentro de las calles. La red inicia en la entrada de la colonia Santa Marina tomando todas las calles y avenidas de la misma.

3.5 Localización del punto de descarga

Para la localización de la descarga se ubicó un río como cuerpo receptor, el cual estará después del proceso de tratamiento del agua residual, en este caso será el río Achiguate.

3.6 Diseño de la red

3.6.1 Período de diseño

Un sistema de alcantarillado sanitario se proyecta a modo de atender las necesidades de una comunidad durante un determinado período.

En la fijación del tiempo para el cual se considera que funcionará el sistema de alcantarillado sanitario, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente factible.

El período de diseño se basa tomando en cuenta factores como:

- Población de diseño.
- Vida útil de tuberías y estructuras.
- Comportamiento en los primeros años.
- Costos y tasa de interés.

Se recomienda según INFOM considerar períodos de diseño para alcantarillados sanitarios de 30 a 40 años. En este caso, el proyecto fue diseñado para 36 años.

3.6.2 Población de diseño

La tasa de crecimiento a utilizar para este proyecto es de 3.5%, según estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Para calcular la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio en el período establecido, se aplicó el método de incremento geométrico. Este método tiene como ventaja que las poblaciones en vías de desarrollo crecen a un ritmo geométrico exponencial, por lo tanto, este método responde más a la realidad de la aldea.

$$P_f = P_0 (1 + r)^n$$

donde:

P_f = población futura

P_0 = población actual

r = tasa de crecimiento

n = Período de diseño

Para ejemplificar el proceso del cálculo hidráulico, se tomó la población actual total del proyecto, en donde se obtienen los siguientes datos:

$P_0 = 71 \text{ casas} \times 5 \text{ hab. /casa} = 355 \text{ habitantes}$

$r = 3.5\%$ según el INE

$n = 36 \text{ años}$

Aplicando la fórmula del método, se obtiene:

$$P_f = 355 (1 + 0.035)^{36} \quad P_f = 1,225 \text{ habitantes}$$

3.6.3 Dotación

La dotación es la cantidad de agua adoptada para servir a una persona en un día, de tal forma que esta pueda satisfacer sus necesidades básicas de higiene física, consumo propio, uso culinario, etc.

La dotación es variable, y esta definida en función de diversos factores que pueden afectar al consumo, como:

- Tipo de comunidad (rural, urbano o área metropolitana)
- Factores socio – económicos (nivel de vida, educación, costumbres, etc.)
- Tipo de disposición de aguas servidas
- Clima del lugar

La dotación adoptada al diseño del proyecto fue 120 lts/hab./día, la cual fue el resultado de valorar la demanda de consumo en función de los factores antes mencionados, dicha dotación es la recomendada para zonas calientes. Según normas del INFOM.

3.6.4 Factor de retorno

Es el porcentaje de agua que después de ser usada, vuelve al drenaje. El valor del factor de retorno puede variar entre 0.70 a 0.90. El factor de retorno utilizado en el presente proyecto es de 0.75 según criterio adoptado debido a costumbres y condiciones climáticas del lugar.

3.6.5 Factor de caudal medio

Este caudal expresa el volumen de aguas negras que en promedio escurre por la alcantarilla. Se considera como la suma de todos los caudales anteriormente descritos dividido por el número de habitantes a servir, de acuerdo con las normas vigentes en el país este factor debe ser mayor a 0.0020, y menor que 0.0050, si por alguna razón el valor calculado estuviera

debajo de 0.0020 se adoptará este; y si por el contrario el valor calculado estuviese arriba de 0.0050 se tomará como valor para el diseño el de 0.0050.

Este factor se expresa en litros por segundo por habitante. Se puede calcular con la siguiente expresión:

$$f_{qm} = \frac{(Q_{dom} + Q_c + Q_{ind} + Q_{ci} + Q_{inf})}{(No. hab)(lts/hab/seg)}$$

El factor de caudal medio debe estar en el siguiente rango:

$$0.002 < f_{qm} < 0.005$$

3.6.6 Caudal sanitario

3.6.6.1 Caudal domiciliario

Es la cantidad de agua que se evacúa hacia el alcantarillado luego de ser utilizada en las viviendas. Este desecho doméstico está relacionado íntimamente con la dotación y el suministro de agua potable.

Se ha podido estimar que del total de agua que se consume, aproximadamente entre un 70% a un 80% se descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliario. El porcentaje de agua que se envía a la alcantarilla es el factor de retorno:

$$Q_{dom} = \frac{Dotación \times (\# Habitantes) \times (F.R.)}{86,400}$$

donde:

Q_{dom} = Caudal domiciliar (lts/seg.)

F.R. = Factor de retorno.

3.6.6.2 Caudal comercial

Se define como la cantidad de aguas negras que desecha el comercio, esta en función de la dotación de agua asignada para este fin.

En la colonia Santa Marina no se cuenta con comercio, por lo que este caudal es nulo. Se expresa en litros por segundo.

3.6.6.3 Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad de la tubería, y de la permeabilidad del terreno, del tipo de junta de la calidad de mano de obra a utilizar.

La estimación del caudal de infiltración que entra a la alcantarilla, se realizó con base en las normas del INFOM, tomando en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea, con relación a la profundidad de las tuberías y el tipo de tubería. Para tubería PVC, se calcula de la siguiente manera:

$$q_{inf} = 0.01 \times \phi$$

donde:

q_{inf} = caudal de infiltración

\emptyset = diámetro de la tubería en pulgadas

Es importante señalar que la ecuación anterior se aplica únicamente en tuberías de PVC que queden sobre el nivel freático.

3.6.6.4 Caudal de conexiones ilícitas

Es ocasionado por la conexión procedente de diversos orígenes, tales como bajadas de techos, sótanos, patios y drenajes superficiales, drenes de cimientos, drenes de fuentes y zonas pantanosas, tapas de pozos de registro, conexiones incorrectas con alcantarillas pluviales y combinadas y aguas de lavado de calles y drenaje en general. Se estima un porcentaje del 10% del caudal doméstico, sin embargo, en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto según el INFOM. En este proyecto debido a la ausencia de drenaje pluvial se estimó un 15% del caudal doméstico.

3.7 Relación de diámetros y caudales

La relación q/Q deberá ser menor o igual a 0.75, la relación d/D debe ser mayor o igual a 0.10 y menor o igual a 0.75 para alcantarillado sanitario según el INFOM. Por lo general cuando la velocidad de diseño chequea, no es necesario que la relación d/D cheque al cien por ciento, porque la misma fuerza que ejerce la velocidad de diseño hace que los desechos dentro de la tubería circulen sin ningún problema.

3.8 Velocidades mínimas y máximas

Dentro de la alcantarilla, la velocidad de flujo mínimo deberá ser mayor o igual a 0.40 m/s con lo que se asegura que no habrá sedimentación de los sólidos que transporta el flujo; como máxima velocidad se permite que sea menor o igual a 4.00 m/s para que el flujo no erosione, y consecuentemente no deteriore la tubería del sistema del drenaje. Cuando la velocidad no se encuentre dentro del rango mencionado deberá modificarse la pendiente para poder estar dentro de los límites. En todo caso se recomienda verificar la velocidad del flujo en la alcantarilla tanto para los caudales de la población actual como para los que puedan producirse con la población futura.

3.9 Cotas Invert

Se denomina cota Invert a la distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo, y el nivel inferior interno de la tubería, debe verificarse que la cota Invert sea al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Para calcular las cotas Invert se toma como base las pendientes del terreno, y la distancia entre pozos, deben seguirse las siguientes reglas para el cálculo de la cotas Invert:

- La cota Invert de salida de un pozo, se coloca al menos tres centímetros mas abajo que la cota Invert de llegada de la tubería mas baja que llegue al pozo.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo, es menor que el diámetro de la tubería que sale, la cota invert de salida estará al menos,

una altura igual a la diferencia de los diámetros mas baja que la cota Invert de entrada.

3.10 Pozos de visita

Son estructuras de forma cilíndrica, cuyo fin es realizar trabajos de inspección y limpieza, interconectar los diferentes tramos de tubería de drenajes, cambiar de dirección a los tramos de drenaje y las pendientes de la tubería de los diversos tramos. Estos se construyen de mampostería normalmente.

Según el INFOM, se colocarán pozos de visita en los siguientes puntos:

1. En el inicio de cualquier ramal.
2. En intersecciones de dos o más tuberías.
3. Donde exista cambio de diámetro.
4. En distancias no mayores de 100 m.
5. En las curvas, no más de 30 m.
6. Alivio o cambio de pendiente.

La forma constructiva de los pozos de visita se ha normalizado considerablemente y se han establecido diseños que se adoptan de un modo general. La forma como se construirán será la siguiente:

- El ingreso será circular. Se utilizará un diámetro de entrada de 0.78 m.
- La tapadera descansará sobre un brocal; ambos construidos de concreto reforzado.

- El cono tendrá una altura de 0.73 metros, el cual termina en la parte cilíndrica del pozo con un diámetro de 1.20 metros.
- Las paredes del pozo estarán impermeabilizadas por repello, más un cernido liso.
- El fondo estará conformado de concreto, que deja la pendiente necesaria para que corra el agua.
- Para realizar la inspección o limpieza de pozos profundos se dejarán escalones, los cuales serán de hierro y estarán empotrados a las paredes del pozo.

3.11 Conexiones domiciliarias

Su finalidad es descargar las aguas provenientes de las casas o edificios, y llevarlas al alcantarillado central. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces y están compuestas de las siguientes partes:

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

Caja o candela: la conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construída de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente; el lado menor de la caja será de 45 centímetros; si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas, los cuales deben tener una tapadera para realizar inspecciones.

Tubería secundaria: la conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro de

6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC; debe tener una pendiente mínima del 2.00% para evacuar adecuadamente el agua.

La conexión con la alcantarilla central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados aguas abajo.

3.12 Profundidades mínimas de tubería

Para determinar la profundidad de la tubería, se hace mediante el cálculo de las cotas Invert, en todo caso debe chequearse que la tubería tenga un recubrimiento adecuado, para no dañarse con el paso de vehículos, y peatones y que se quiebre por la caída o golpe de un objeto pesado. La profundidad mínima recomendada se presenta a continuación:

Para tráfico normal (menor a 200 quintales) = 1.00 metro

Para tráfico pesado (mayor a 200 quintales) = 1.50 metros

En este proyecto se utilizó un metro, debido a que el tránsito es liviano, y escaso.

Ejemplo del diseño de un ramal

A continuación se presenta un ejemplo para el diseño del tramo PV-1 al PV-2.

Datos del diseño

Período de diseño	36 años
Dotación de agua potable	120 lts/ha/día
Factor de retorno	0.75

Longitud del tramo	44.00 m
Pendiente del terreno	-0.02%
Población actual acumulada	25 habitantes
Población futura acumulada	86 habitantes
Tasa de crecimiento	3.50%

Caudal domiciliar

$$Q_{dom} = \frac{\text{Dotación} \times (\# \text{Habit antes}) \times (F.R)}{86,400} \quad Q_{dom} = \frac{120 \times (86) \times (0.75)}{86,400} = 0.089 \text{ lt / s}$$

Caudal de infiltración

$$q_{inf} = 0.01 \times \phi \quad q_{inf} = 0.01(6) \approx 0.06 \text{ lt / s}$$

Conexiones ilícitas

$$q_{ili} = 0.15 \times Q_{dom} \quad q_{ili} = 0.15(0.089) \approx 0.013 \text{ lt / s}$$

Factor de caudal medio: (para este caso solo se calculan el caudal domiciliar, caudal de infiltración y caudal de conexiones ilícitas, debido que los demás son igual a cero)

$$f_{qm} = \frac{(Q_{dom} + Q_{ci} + Q_{inf})}{(No. hab)} \quad f_{qm} = \frac{(0.089 + 0.013 + 0.06)}{(86)} \approx 0.0018$$

Como $0.0018 < 0.002$ entonces se toma como $FQM = 0.002$

Factor de Harmond

$$F.H = \frac{18 + \left(\sqrt{P_f}\right)}{4 + \left(\sqrt{P_f}\right)} = \frac{18 + \left(\sqrt{\frac{86}{1000}}\right)}{4 + \left(\sqrt{\frac{86}{1000}}\right)} \approx 4.26$$

Caudal de diseño:

$$Q_{dis} = No.Hab . * F.H * F.Q.M = 86(4.26)(0.002) \approx 0.73 \text{ lt / s}$$

Diseño hidráulico

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, tomando $d = 6$ plg.
Pendiente de tubería: en este caso se asumió la misma pendiente del terreno.

$S = 1.30\%$

$$\text{Velocidad } V = \frac{0.03429}{n} * D^{2/3} * S^{1/2} = \frac{0.03429}{0.010} * (6)^{2/3} * (1.30)^{1/2} \approx 1.29 \text{ m/s}$$

$$\text{Caudal } Q = V * A = 1.29 * \left[\frac{\pi}{4} (6 * 0.0254)^2 \right] \approx 23.54 \text{ l/s}$$

Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.73}{23.54} \approx 0.031$$

Relación d/D y v/V

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

$$\frac{d}{D} = 0.121 \quad (\text{cumple la condición de } 0.10 < d/D < 0.75)$$

$$\frac{v}{V} = 0.452, \quad \text{despejando } v \text{ queda}$$

$$v = 0.452 * V(\text{sec llena}) = 0.452 * 1.29 = 0.58 \text{ m/s (cumple } 0.40 < v < 4.00)$$

Para los demás tramos se procede de la misma manera, chequeando siempre que los valores calculados para la velocidad y la relación de tirantes estén siempre dentro de los rangos establecidos.

3.13 Propuesta de tratamiento para las aguas residuales

3.13.1 Generalidades

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales, responden a las necesidades de la comunidad, y cumpliendo con las normas sanitarias.

3.13.2 Propuesta de tratamiento

Para la planta de tratamiento de aguas residuales, se propone que el afluente pase por un tratamiento primario por ejemplo, una fosa séptica; el cual, es un proceso de tratamiento de las aguas residuales que suele usarse para los residuos domésticos.

La fosa séptica es un tanque que permite la sedimentación y la eliminación de flotantes, actuando también como digestores anaerobios; para conseguir un correcto funcionamiento, las fosas sépticas, independientemente del material de construcción empleado, deben ser estructuralmente resistentes.

Para limitar la descarga de sólidos en el afluente de la fosa séptica, se usan tanques de dos compartimientos. El buen funcionamiento de estos tanques sigue los principios básicos de la sedimentación, pudiéndose guardar entre otras razones, una relación de 1:3 entre el ancho y la longitud.

Dentro del tanque se definen varias capas: la zona de almacenamiento o capa de fango se ubica en el fondo, donde se acumulan los sólidos o lodos; en el tramo intermedio (zona de sedimentación) se ubican los líquidos, sobre éstos

se encuentran las grasas o natas que son materiales ligeros y que ascienden a la superficie dando lugar a una capa de espumas formada por la acumulación de materia flotante; por último, se tiene el espacio libre apropiado para que se ubiquen los gases producidos por el proceso anaerobio de descomposición de la materia.

El agua residual decantada y libre de flotantes que se encuentra entre las capas de fango y espuma, fluye por una salida sumergida hasta las zanjas subterráneas llenas de rocas, a través de las cuales puede filtrarse en la tierra, donde se oxida aeróbicamente.

Aunque la descomposición anaerobia reduce permanentemente el volumen de la materia sólida acumulada en el fondo del tanque, siempre existe una acumulación neta de fango. La generación de gases durante los procesos de descomposición provoca que una parte de la materia sedimentada en el fondo del tanque, ascienda y se adhiera a la parte inferior de la capa de espumas; lo cual contribuye a aumentar el espesor de la misma.

El contenido del tanque se debe extraer de forma periódica (una vez al año) para evitar la reducción de la capacidad volumétrica efectiva provocada por la acumulación de espuma y fango a largo plazo. El afluente de la fosa, que es agua con menos contenido de materia orgánica, deberá enviarse a un sistema de oxidación para complementar el tratamiento, esta oxidación se puede realizar mediante cualquiera de los siguientes medios:

- Pozos de absorción
- Zanjas de oxidación

Mantenimiento de la fosa séptica

- Un mantenimiento adecuado para las fosas sépticas es la prevención; con ésta se asegura una normal operación del sistema, se evitan costos y muchas veces la difícil reposición del pozo absorbente o de los lechos de infiltración.
- Aun cuando los tiempos para las acciones de limpieza dependen de la intensidad de su uso, es recomendable hacer una inspección cada 6 meses y si es necesario limpieza cada año, extrayendo el 90% de los lodos existentes; el 10% deberá permanecer en la fosa, ya que servirá de inóculo para las futuras aguas residuales.
- Una limpieza oportuna evita que los sólidos pasen en exceso al sistema de infiltración y lo obstruyan.
- No plantar arbustos ni árboles junto al campo de drenaje, porque sus raíces penetran por las juntas de los tubos o por sus perforaciones, obstruyendo el sistema.

Uno de los objetivos de diseño más importante de los sistemas de tratamiento individual es el tratamiento efectivo del agua residual, de modo que no provoque condiciones nocivas ni tenga impacto alguno sobre los usos beneficiosos de las aguas subterráneas de la zona.

El volumen de desechos y la cantidad de población que se tenga para las fosas sépticas tienen limitantes: el volumen máximo para una fosa séptica es de 37 m³ cuando se refiere a descarga; cuando se trata de población, pueden tomarse entre 55 a 60 viviendas, no importando el número de habitantes por vivienda. Tomando en cuenta las limitantes de las fosas sépticas, se deberán diseñar y construir como mínimo 2 fosas sépticas, para que sea eficiente el sistema.

Área disponible

El terreno que se dispone para construir la planta de tratamiento tiene un área de 80 m², a una distancia mínima de 15 m de la última vivienda.

Desfogue

Hay que considerar que en el presente proyecto las aguas de alcantarillado sanitario se desfoguen. Para poder hacerlo deben estar debidamente tratadas, respetando las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente; de esa manera se mitigan los daños al ambiente y a los pobladores cercanos al lugar de desfogue.

3.14 Estudio de Impacto Ambiental

La construcción de pavimentos y drenajes, al igual que todas las actividades realizadas por el hombre en la tierra, genera impacto en los componentes ambientales: ambiente físico, biológico, y social. Este impacto puede ser de carácter positivo, negativo irreversible, negativo con posibles mitigaciones o neutro.

El objetivo es tomar medidas conforme a ley ambiental, así adoptar las medidas necesarias para provocar el menor daño a la comunidad.

De acuerdo con las leyes actuales, se puede realizar dos tipos de estudios de impacto ambiental: impacto ambiental no significativo (evaluación rápida) e impacto ambiental significativo (o evaluación general).

Impacto ambiental no significativo (evaluación rápida)

Es un estudio que se realizará por medio de una visita de observación al sitio propuesto, por parte de técnicos en la materia aprobados por el Ministerio de Ambiente y por cuenta del interesado, para determinar si la acción propuesta no afecta significativamente el ambiente.

El criterio debe basarse en proyectos similares, tamaño, localización, y otros indicadores que se consideren pertinentes.

Impacto ambiental no significativo (evaluación rápida)

Estas evaluaciones se podrán desarrollar en dos fases:

Fase preliminar o de factibilidad que debe contar con:

- Datos de la persona interesada, individual o jurídica.
- Descripción del proyecto, y escenario ambiental (natural, social, y humano).
- Principales impactos, y medidas de mitigación.
- Sistemas de disposición de desechos.
- Plan de contingencia.
- Plan de seguridad humana.
- Otros datos que se consideren necesarios.

Fase completa: generalmente, se aplica a proyectos con grandes impactos, y debe ser un estudio, lo más completo posible que, además de lo establecido en la fase preliminar, deberá responder a las siguientes interrogantes.

- a. ¿Que sucederá al medio ambiente como resultado de la ejecución del proyecto?
- b. ¿Cuál es el alcance del los cambios que sucedan?
- c. ¿Qué importancia tiene los cambios?
- d. ¿Qué puede hacerse para prevenirlos o mitigarlos?
- e. ¿Qué opciones o posibilidades son factibles?
- f. ¿Qué piensa la comunidad del proyecto?

Toda autorización deriva de un estudio de evaluación de impacto ambiental significativo, deberá garantizar su cumplimiento por parte de la persona interesada, individual o jurídica, por medio de una fianza que será determinada por el Ministerio de Ambiente.

Manejo y disposición final de desechos

Para la realización de un proyecto de Ingeniería se deberá tener en cuenta, el manejo de desechos producto de la ejecución de una obra, y así mismo tener en cuenta su destino final sin afectar el ambiente.

Para el proyecto del pavimento rígido de la colonia Peña Flor 1, se tiene el siguiente manejo de desechos:

- Limpieza y movimiento de tierra, para la nivelación y construcción de la carpeta de rodadura, los cuales serán llevados al basurero municipal.

Para el proyecto del sistema de alcantarillado sanitario de la colonia Santa Marina, se tiene el siguiente manejo de desechos:

- En dicho proyecto, serán por medio de una planta de tratamiento, cumpliendo con los requisitos establecidos por el Ministerio de Ambiente.

Descripción del ambiente físico

La colonia Santa Marina cuenta con calles de terracería, poca vegetación, y en su minoría con viviendas de adobe, y techo de lámina, con clima cálido.

Plan de gestión ambiental

Para la construcción de un pavimento rígido, los impactos generados se consideran poco significativos por lo que se puede realizar una evaluación rápida. Esta evaluación debe contener: información básica, establecer con suficiente nivel de detalle, los impactos negativos previstos, para el sistema de alcantarillado sanitario de igual forma que el anterior.

Evaluación rápida

Información sobre el proyecto

- a) Nombre de la comunidad: Colonia Peña Flor 1 y Colonia Santa Marina.
- b) Municipio: Siquinalá
- c) Departamento: Escuintla

Tipo de proyecto

Pavimento rígido, y alcantarillado sanitario.

Consideraciones especiales

Consideraciones identificadas en oficina o durante visita de campo.

Consideraciones sobre áreas protegidas

Las incluidas dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. (SGAP)

- a. ¿Se ubica el proyecto dentro de un área protegida legalmente establecida? no
- b. Nombre del área protegida: no aplica.
- c. Categoría de manejo del área protegida: no aplica.
- d. Base legal de la declaratoria de área protegida: no aplica.
- e. Ente administrador del área protegida: no aplica.
- f. Ubicación del proyecto dentro de la zonificación del área protegida: no se encuentra dentro de zonas protegidas.
- g. Por la ubicación del proyecto dentro de áreas del SIGAP: el proyecto no requiere un estudio de impacto ambiental.

Consideraciones sobre ecosistemas naturales

- a. ¿Cruza el proyecto un ecosistema terrestre natural? no
- b. ¿Estado actual del ecosistema? no aplica.

Otras consideraciones

Cruza el proyecto por algunas de las siguientes zonas:

- a. Zona de alto valor escénico. No
- b. Área turística: no
- c. Sitio ceremonial: no
- d. Sitio arqueológico: no
- e. Área de protección agrícola: no
- f. Área de asentamiento humano: no
- g. Área de producción forestal: no
- h. Área de producción pecuaria: no

Impactos de los proyectos en construcción

Se determinan los siguientes impactos ambientales negativos:

Tabla XIII. Impactos ambientales negativos generados durante la ejecución

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
	Actividad	Ejecutor	Comunidad
Deslaves de material	X		
Erosión de corte	X		
Disposiciones inadecuadas de materiales de desperdicio	X		
Alteración del drenaje superficial	X		
Contaminación de cuerpos de agua por causa de los insumos utilizados durante la construcción	X		
Contaminación del aire por polvo generado en construcción	X		
Alteración del paisaje como consecuencia de los cortes		X	
Riesgos por la salud de los trabajadores	X		
Generación de desechos sólidos	X		

En operación

Se determina que durante la operación del proyecto se generaran los siguientes impactos ambientales negativos:

Tabla XIV. Impactos ambientales negativos generados durante la operación

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
	Actividad	Comité mantenimiento	Comunidad
Erosión de corte	X	X	
Accidentes de tránsito	X		
Accidentes a peatones	X		
Reasentamiento involuntario			X

3.15 Presupuesto del proyecto

Tabla XV. Resumen del presupuesto del alcantarillado sanitario

PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

UBICACIÓN: COLONIA SANTA MARINA, SIQUINALA, ESCUINTLA.

No.	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	PRELIMINARES				
1.1	BODEGA	m ²	28	Q. 202.44	Q 5,668.46
1.2	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	1,000	Q. 1.81	Q 1,814.52
1.3	TRAZO	ml	1,000	Q. 4.45	Q 4,448.42
2	EXCAVACIÓN				
2.1	CORTE DE TERRENO	m ³	1,648.64	Q. 16.85	Q 27,780.94
3	COLECTOR				
3.1	DRENAJE 6"	ml	1,000	Q. 164.57	Q 164,569.48
4	POZOS DE VISITA				
4.1	De 1.10 m a 2.25 m	unidad	7	Q 5,319.22	Q 37,234.51
4.1	De 2.25 m a 3.00 m	unidad	3	Q 7,092.29	Q 21,276.86
4.1	De 3.00 m a 3.75 m	unidad	2	Q 8,865.36	Q 17,730.72
4.1	De 3.75 m a 4.50 m	unidad	4	Q 10,638.43	Q 42,553.73
5	CONEXIONES DOMICILIARES				
5.1	DOMICILIARES	unidad	71	Q 767.77	Q 54,511.44
	SUMA TOTAL				Q 377,589.08
TOTAL EN DÓLARES (Tipo de cambio Q 7.80 = \$ 1.00)				\$ = 48,408.85	

(Ver desglose de renglones en anexos.)

3.16 Evaluación socio – económica

Se busca tener una población servida por la unidad de capital invertido, ponderando este tipo de beneficios con valores no monetarios, pero se emplean para determinar la relación beneficio / costo. A los precios sombra se les llama precios sociales. La contaminación ambiental es un rubro social al que podría dársele una ponderación para determinar el valor social de un proyecto.

El análisis económico del proyecto del drenaje sanitario, no puede ser analizado desde el punto de vista de un proyecto de inversión, ya que es de beneficio social; es decir, que lo va a realizar el gobierno de Guatemala, y por lo tanto la inversión no se recuperará. Entonces, la atención se centra en la cantidad de beneficios que se obtendrán por medio del proyecto.

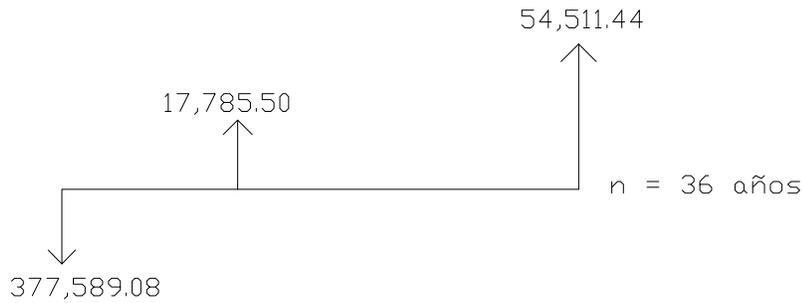
3.16.1 Valor presente neto

Consiste en trasladar los valores futuros y series de anualidades del flujo de efectivo de un proyecto, a una sola cantidad equivalente en el tiempo presente, este valor nos indica el valor real del dinero.

El proyecto contará con un aporte comunitario: Los habitantes del lugar se comprometieron a pagar la conexión domiciliar, para contribuir con la ejecución del proyecto. El costo de la mano de obra del mismo equivale a Q 17,785.50 y el costo total de la conexión domiciliar es de Q 54,511.44

En el análisis del proyecto de drenaje sanitario de la colonia Santa Marina, se asume una tasa de interés del 6%, la tasa debe ser lo más baja posible, ya que el proyecto no tiene carácter lucrativo.

Figura 5. Análisis gráfico del Valor Presente Neto



Como el valor presente neto es exactamente el mismo tanto para los ingresos como para los egresos durante los 36 años, el resultado es igual a cero.

Si la comunidad aportará la mano de obra calificada durante la ejecución del proyecto, y se estima que se hará en 6 meses (0.5 años), el valor presente neto queda de la siguiente manera:

$$VPN = V_{PROY} + V_{MANODEOBRA} \times \frac{1}{(1+i)^n} + V_{CONEXIONDOMICILIAR} \times \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$VPN = -377,589.08 + 17,785.50 \times \frac{1}{\left(1 + \frac{6}{100}\right)^{0.5}} + 54,511.44 \times \frac{1}{\left(1 + \frac{6}{100}\right)^1}$$

$$VPN = -377,589.08 + 17,274.80 + 51,425.89$$

$$VPN = -308,888.38$$

Como puede observarse, el valor presente neto da como resultado un número negativo, por lo que puede concluirse que no es un proyecto en el que se recuperará la inversión, como ya se había mencionado, pero los beneficios que se obtendrán con dicho proyecto incidirán en la prevención de enfermedades de los habitantes del lugar.

3.16.2 Tasa interna de retorno

También se le conoce con el nombre de tasa interna de rendimiento, es la tasa de interés con la cual el VPN de un flujo de ingresos y egresos es cero.

Es la tasa de interés con la cual VP de los ingresos se hace igual al VP de los egresos. Se usa para reintegrar los costos (inversiones y gastos), y obtener una tasa de retorno.

Proponiendo una tasa del -84%, entonces se obtiene un valor presente neto positivo, luego se suma con las anualidades y la cantidad de la inversión inicial, quedando de la siguiente manera:

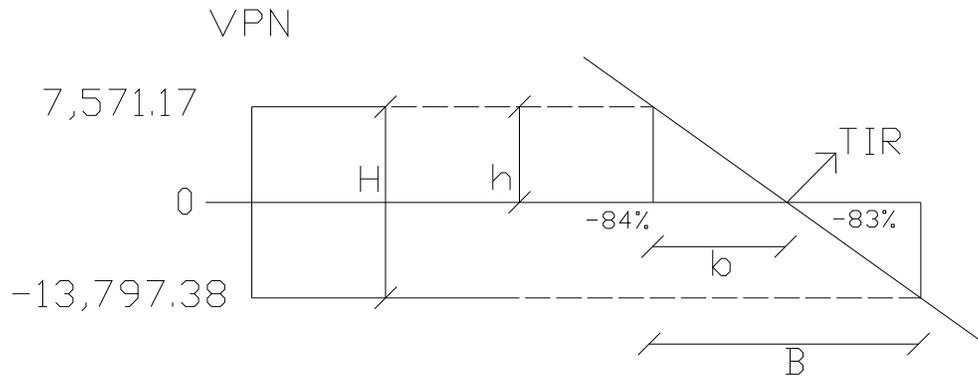
$$P = \frac{17,785.50}{(1-0.84)^{0.5}} + \frac{54,511.44}{(1-0.84)^1} = 385,160.25$$

$$P = -377,589.08 + 385,160.25 = 7,571.17$$

Con una tasa de -83%, se obtiene:

$$P = 363,791.70 \quad \text{Y un valor presente neto} \quad VPN = -13,797.38$$

Figura 6. Diagrama de flujo de efectivo.



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

$$B = 1$$

$$H = 21,368.55$$

$$b = x$$

$$h = 7,571.17$$

Haciendo una relación de triángulos obtenemos:

$$\frac{B}{H} = \frac{b}{h} \Rightarrow \frac{1}{21,368.55} = \frac{x}{7,571.17}$$

$$TIR = -84\% + 0.35\% = -83.65\%$$

$$x = 0.35$$

Como la tasa interna de retorno es negativa, este proyecto no presenta utilidad económica alguna, ya que es de carácter social.

3.17 Cronograma de ejecución

Figura 7. Cronograma de ejecución del sistema de alcantarillado sanitario

No	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	INVERSION
1	Construcción de bodega y guardiana	■						Q 5,668.46
2	Levantamiento topográfico	■	■					Q 1,814.52
3	Limpieza y trazo		■	■				Q 4,448.42
4	Excavación		■	■	■			Q 27,780.94
5	Colocación de tubería			■	■	■		Q 164,569.48
6	Construcción de pozos de visita				■	■	■	Q 118,795.82
7	Conexiones domiciliarias					■	■	Q 54,511.44
TOTAL								Q 377,589.08

CONCLUSIONES

1. Con la ejecución de los dos proyectos, se tendrán más beneficios en el municipio y así, colaborar con el desarrollo de la infraestructura del lugar, también se genera empleo para los habitantes de la colonia Peña Flor 1, a fin de tener mejores condiciones de vida para los vecinos de la colonia Santa Marina, para mejorar las condiciones ambientales del lugar.
2. El pavimento rígido puede perdurar eficientemente si se le da mantenimiento y operación de forma adecuada, con personal capacitado, para que el proyecto sea sostenible.
3. Los estudios realizados son la base fundamental del diseño, y con ello se cuenta con dos proyectos que funcionarán eficientemente, como se ha previsto en un futuro, y que éstos contribuirán con el desarrollo del municipio, por lo tanto, es importante gestionar los fondos, para la fase de ejecución.

RECOMENDACIONES

1. Debido a que el mantenimiento en un pavimento rígido es mínimo, deberá realizarse luego de cumplir su período de diseño para que perdure aún más.
2. Respetar las especificaciones indicadas, para lo cual fue previsto este diseño.
3. Tomar las medidas de seguridad en la ejecución de la obra, utilizando casco de seguridad, lentes, guantes, para evitar accidentes.
4. Tener en cuenta la construcción de una planta de tratamiento para el sistema de drenaje sanitario.
5. Desarrollar un programa educativo de seguridad, para disminuir los accidentes en obra, durante el período de construcción de los proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. CORONADO ITURBIDE, JORGE. **Manual centroamericano para diseño de pavimentos**. Guatemala: noviembre 2002.
2. CRITES, RON. **Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones**. 4ta. Edición. Colombia. McGraw Hill, febrero 2001.
3. **Instituto de Fomento Nacional**. Normas Generales para Diseño de Alcantarillados. INFOM, 2001.
4. **Portland Cement Association (PCA)**. Desing of concrete pavement for city streets. USA 1974.

APÉNDICE

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0050	0.00060	0.050	0.000030
0.0075	0.00110	0.074	0.000081
0.0100	0.00167	0.088	0.000147
0.0125	0.00237	0.103	0.000244
0.0150	0.00310	0.116	0.000360
0.0175	0.00391	0.129	0.000504
0.0200	0.00477	0.141	0.000672
0.0225	0.00569	0.152	0.000865
0.0250	0.00665	0.163	0.001084
0.0275	0.00768	0.174	0.001336
0.0300	0.00874	0.184	0.001608
0.0325	0.00985	0.194	0.001911
0.0350	0.01100	0.203	0.002233
0.0375	0.01219	0.212	0.002584
0.0400	0.01342	0.221	0.002966
0.0425	0.01468	0.230	0.003376
0.0450	0.01599	0.239	0.003822
0.0475	0.01732	0.248	0.004295
0.0500	0.01870	0.256	0.004787
0.0525	0.02010	0.264	0.005306
0.0550	0.02154	0.273	0.005880
0.0575	0.02300	0.281	0.006463
0.0600	0.02449	0.289	0.007078
0.0625	0.02603	0.297	0.007731
0.0650	0.02758	0.305	0.008412
0.0675	0.02916	0.312	0.009098
0.0700	0.03078	0.320	0.009850
0.0725	0.03231	0.327	0.010565
0.0750	0.03407	0.334	0.011379
0.0775	0.03576	0.341	0.012194
0.0800	0.03747	0.348	0.013040
0.0825	0.03922	0.355	0.013923
0.0850	0.04098	0.361	0.014794
0.0875	0.04277	0.368	0.015739
0.0900	0.04459	0.375	0.016721
0.0925	0.04642	0.381	0.017918
0.0950	0.04827	0.388	0.018729

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0975	0.05011	0.393	0.019693
0.1000	0.05204	0.401	0.020868
0.1025	0.05396	0.408	0.022016
0.1050	0.05584	0.414	0.023118
0.1075	0.05783	0.420	0.024289
0.1100	0.05986	0.426	0.025500
0.1125	0.06186	0.432	0.026724
0.1150	0.06388	0.439	0.028043
0.1175	0.06591	0.444	0.029264
0.1200	0.06797	0.450	0.030587
0.1225	0.07005	0.456	0.031943
0.1250	0.07214	0.463	0.033401
0.1275	0.07426	0.468	0.034754
0.1300	0.07640	0.473	0.036137
0.1325	0.07855	0.479	0.037625
0.1350	0.08071	0.484	0.039064
0.1375	0.08289	0.490	0.040616
0.1400	0.08509	0.495	0.042120
0.1425	0.08732	0.501	0.043747
0.1450	0.08954	0.507	0.045397
0.1475	0.09129	0.511	0.046649
0.1500	0.09406	0.517	0.048629
0.1525	0.09638	0.522	0.050310
0.1550	0.09864	0.528	0.052082
0.1575	0.10095	0.533	0.053806
0.1600	0.10328	0.538	0.055565
0.1650	0.10796	0.548	0.059162
0.1700	0.11356	0.560	0.063594
0.1750	0.11754	0.568	0.066763
0.1800	0.12241	0.577	0.070630
0.1850	0.12733	0.587	0.074743
0.1900	0.13229	0.596	0.078845
0.1950	0.13725	0.605	0.083036
0.2000	0.14238	0.615	0.087564
0.2050	0.14750	0.624	0.091040
0.2100	0.15266	0.633	0.096634
0.2150	0.15786	0.644	0.101662

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.16312	0.651	0.106191
0.2250	0.16840	0.659	0.110976
0.2300	0.17356	0.669	0.116112
0.2350	0.17913	0.676	0.121092
0.2400	0.18455	0.684	0.126232
0.2450	0.19060	0.692	0.131486
0.2500	0.19552	0.702	0.137260
0.2600	0.20660	0.716	0.147930
0.2700	0.21784	0.730	0.159020
0.2800	0.22921	0.747	0.171220
0.2900	0.24070	0.761	0.183170
0.3000	0.25232	0.776	0.195800
0.3100	0.26403	0.790	0.208580
0.3200	0.27587	0.804	0.221800
0.3300	0.28783	0.817	0.235160
0.3400	0.29978	0.830	0.248820
0.3500	0.31230	0.843	0.263270
0.3600	0.32411	0.856	0.277440
0.3700	0.33637	0.868	0.291970
0.3800	0.34828	0.879	0.306490
0.3900	0.36108	0.891	0.321720
0.4000	0.37354	0.902	0.336930
0.4100	0.38604	0.913	0.352460
0.4200	0.39858	0.921	0.367090
0.4300	0.40890	0.934	0.381910
0.4400	0.42379	0.943	0.399630
0.4500	0.43645	0.955	0.416810
0.4600	0.44913	0.964	0.432960
0.4700	0.46178	0.973	0.449310
0.4800	0.47454	0.983	0.466470
0.4900	0.48742	0.991	0.483030
0.5000	0.50000	1.000	0.500000
0.5100	0.51256	1.009	0.517190
0.5200	0.52546	1.016	0.533870
0.5300	0.53822	1.023	0.550600
0.5400	0.55087	1.029	0.566850
0.5500	0.56355	1.033	0.582150
0.5600	0.57621	1.049	0.604440
0.5700	0.58882	1.058	0.622970
0.5800	0.60142	1.060	0.637500

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.5900	0.61396	1.066	0.654880
0.6000	0.62646	1.072	0.671570
0.6100	0.63892	1.078	0.688760
0.6200	0.65131	1.083	0.705370
0.6300	0.66363	1.089	0.722690
0.6400	0.67593	1.094	0.739470
0.6500	0.68770	1.098	0.755100
0.6600	0.70053	1.104	0.773390
0.6700	0.71221	1.108	0.789130
0.6800	0.72413	1.112	0.805230
0.6900	0.73596	1.116	0.821330
0.7000	0.74769	1.120	0.837410
0.7100	0.75957	1.124	0.853760
0.7200	0.77079	1.126	0.867910
0.7300	0.78219	1.130	0.883840
0.7400	0.79340	1.132	0.897340
0.7500	0.80450	1.134	0.912300
0.7600	0.81544	1.136	0.926340
0.7700	0.82623	1.137	0.939420
0.7800	0.83688	1.139	0.953210
0.7900	0.85101	1.140	0.970150
0.8000	0.86760	1.140	0.989060
0.8100	0.87759	1.140	1.000450
0.8200	0.87759	1.140	1.000450
0.8300	0.88644	1.139	1.009660
0.8400	0.89672	1.139	1.021400
0.8500	0.90594	1.138	1.031000
0.8600	0.91491	1.136	1.047400
0.8700	0.92361	1.134	1.047400
0.8800	0.93202	1.131	1.054100
0.8900	0.94014	1.128	1.060300
0.9000	0.94796	1.124	1.065500
0.9100	0.95541	1.120	1.070100
0.9200	0.96252	1.116	1.074200
0.9300	0.96922	1.109	1.074900
0.9400	0.97554	1.101	1.074100
0.9500	0.98130	1.094	1.073500
0.9600	0.98658	1.086	1.071400
0.9700	0.99126	1.075	1.065600
0.9800	0.99522	1.062	1.056900

SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
COLONIA: SANTA MARINA
CALCULO Y DISEÑO: ANGEL REYES O.
MUNICIPALIDAD DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA.
FECHA: MAYO DE 2,007

PAGINA 1

DATOS:

DOTACION 120 (l/hab/dia)
 PERIODO DE DISEÑO 36 (años)
 Tasa de crecimiento 3.5 (%)
 # DE HAB. POR CASA 5
 FACT. DE Q medio 0.002

DE POZO	A POZO	COTA INICIAL		DISTAN. HORIZ.	PENDIENTE (%)		No DE CASAS		HAB. A SERVIR		Ø (PUL)	F. H.		CAUDAL DE DISEÑO		VEL. (SEC. LLENA)	Q (SEC. LLENA)
		INICIAL	FINAL		TERRENO	TUBERIA	PARCIAL	ACOMUL.	ACTUAL	FUTURA		ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO		
1	2	98.42	98.43	44.00	-0.02	1.30	5	5	25	86	6	4.37	4.26	0.218	0.735	1.291	23.549
2	3	98.43	99.19	22.35	-3.40	0.80	5	10	50	173	6	4.31	4.17	0.431	1.439	1.013	18.473
3	4	99.19	99.93	83.70	-0.88	0.50	9	19	95	328	6	4.25	4.06	0.807	2.663	0.801	14.604
4	5	99.93	100.00	89.00	-0.08	0.50	10	29	145	500	6	4.20	3.97	1.217	3.976	0.801	14.604
5	12	100.00	98.65	43.99	3.07	0.50	5	34	170	587	6	4.17	3.94	1.419	4.619	0.801	14.604
12	16	98.65	97.55	58.95	1.87	0.50	7	41	205	707	6	4.14	3.89	1.699	5.506	0.801	14.604
6	2	97.10	98.43	24.99	-5.32	0.50	4	45	225	776	6	4.13	3.87	1.858	6.006	0.801	14.604
7	3	98.77	99.19	30.00	-1.40	0.50	2	47	235	811	6	4.12	3.86	1.937	6.254	0.801	14.604
8	9	96.39	97.77	25.00	-5.52	0.50	1	48	240	828	6	4.12	3.85	1.977	6.378	0.801	14.604
9	10	97.77	97.97	47.00	-0.43	0.50	3	51	255	880	6	4.11	3.84	2.095	6.748	0.801	14.604
10	11	97.97	98.27	43.00	-0.70	0.50	5	56	280	966	6	4.09	3.81	2.291	7.361	0.801	14.604
11	12	98.27	98.65	45.00	-0.84	0.50	4	60	300	1,035	6	4.08	3.79	2.447	7.847	0.801	14.604
13	9	95.63	97.77	32.50	-6.58	0.50	6	66	330	1,139	6	4.06	3.76	2.680	8.569	0.801	14.604
14	10	96.14	97.97	31.99	-5.72	0.50	2	68	340	1,173	6	4.05	3.75	2.757	8.808	0.801	14.604
15	11	95.66	98.27	50.88	-5.13	0.50	3	71	355	1,225	6	4.05	3.74	2.873	9.165	0.801	14.604

SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
COLONIA: SANTA MARINA
CALCULO Y DISEÑO: ANGEL REYES O.
MUNICIPALIDAD DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA.
FECHA: MAYO DE 2,007

PAGINA 2

DATOS:

DOTACION 120 (l/hab/día)
 PERIODO DE DISEÑO 36 (años)
 Tasa de crecimiento 3.5 (%)
 # DE HAB. POR CASA 5
 FACT. DE Q medio 0.002

DE POZO	A POZO	COTA INICIAL		q/Q		v/V		VEL. DE DISEÑO		COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXCAV. (m³)	CANT. DE TUBOS	CANTIDAD REAL
		INICIAL	FINAL	ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURA	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
1	2	98.42	98.43	0.0093	0.0312	0.316	0.452	0.41	0.58	97.32	96.75	1.10	1.68	0.6	36.72	7.33	7
2	3	98.43	99.19	0.0234	0.0779	0.416	0.593	0.42	0.60	96.72	96.54	1.71	2.65	0.6	29.25	3.73	4
3	4	99.19	99.93	0.0553	0.1823	0.538	0.760	0.43	0.61	96.51	96.09	2.68	3.84	0.6	163.72	13.95	14
4	5	99.93	100.00	0.0833	0.2723	0.606	0.852	0.49	0.68	96.06	95.62	3.87	4.38	0.6	220.37	14.83	15
5	12	100.00	98.65	0.0971	0.3163	0.635	0.886	0.51	0.71	95.59	95.37	4.41	3.28	0.6	101.60	7.33	7
12	16	98.65	97.55	0.1163	0.3770	0.668	0.929	0.53	0.74	95.34	95.04	3.31	2.51	0.6	102.98	9.83	10
6	2	97.10	98.43	0.1272	0.4112	0.686	0.951	0.55	0.76	96.00	95.88	1.10	2.55	0.6	27.40	4.17	4
7	3	98.77	99.19	0.1326	0.4283	0.694	0.961	0.56	0.77	97.67	97.52	1.10	1.67	0.6	24.93	5.00	5
8	9	96.39	97.77	0.1354	0.4367	0.699	0.966	0.56	0.77	95.29	95.17	1.10	2.60	0.6	27.79	4.17	4
9	10	97.77	97.97	0.1434	0.4621	0.710	0.981	0.57	0.79	95.14	94.90	2.63	3.07	0.6	80.44	7.83	8
10	11	97.97	98.27	0.1569	0.5040	0.729	1.002	0.58	0.80	94.87	94.66	3.10	3.61	0.6	86.62	7.17	7
11	12	98.27	98.65	0.1676	0.5373	0.743	1.018	0.59	0.82	94.63	94.40	3.65	4.25	0.6	106.58	7.50	8
13	9	95.63	97.77	0.1835	0.5867	0.762	1.031	0.61	0.83	94.53	94.37	1.10	3.40	0.6	43.90	5.42	5
14	10	96.14	97.97	0.1888	0.6031	0.768	1.046	0.61	0.84	95.04	94.88	1.10	3.09	0.6	40.21	5.33	5
15	11	95.66	98.27	0.1967	0.6276	0.776	1.056	0.62	0.85	94.56	94.31	1.10	3.96	0.6	77.30	8.48	8

1169.83

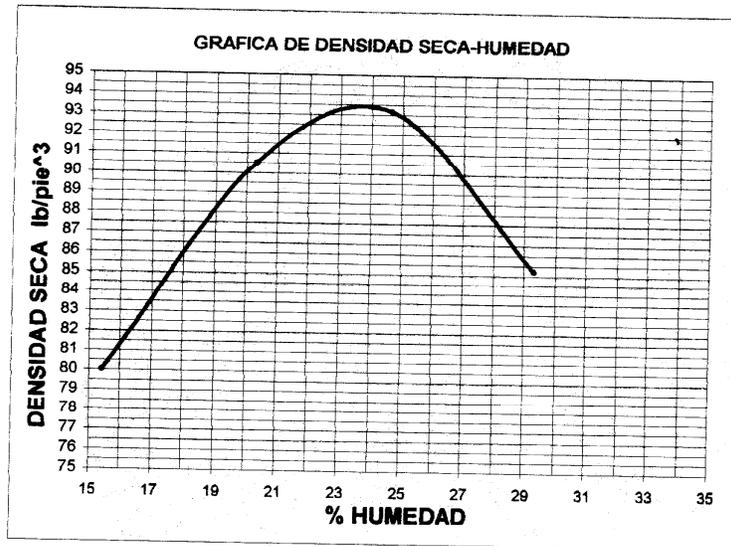
112



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



INFORME No. 055 S.S. O.T. No.: 21,100
 Interesado: Ángel Roberto Reyes Ordóñez
 Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: () Norma:
 Proyecto: Trabajo de graduación - EPS Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180
 Ubicación: Siquinalá, Escuintla
 Fecha: 22 de febrero de 2007



Muestra No.: 1
 Descripción del suelo: limo arenoso color café
 Densidad seca máxima γ_d : 1,498 Kg/m³ 93,5 lb/ft³
 Humedad óptima Hop.: 23,6 %
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Román Escobar Alvarez
 DIRECTOR CI/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos





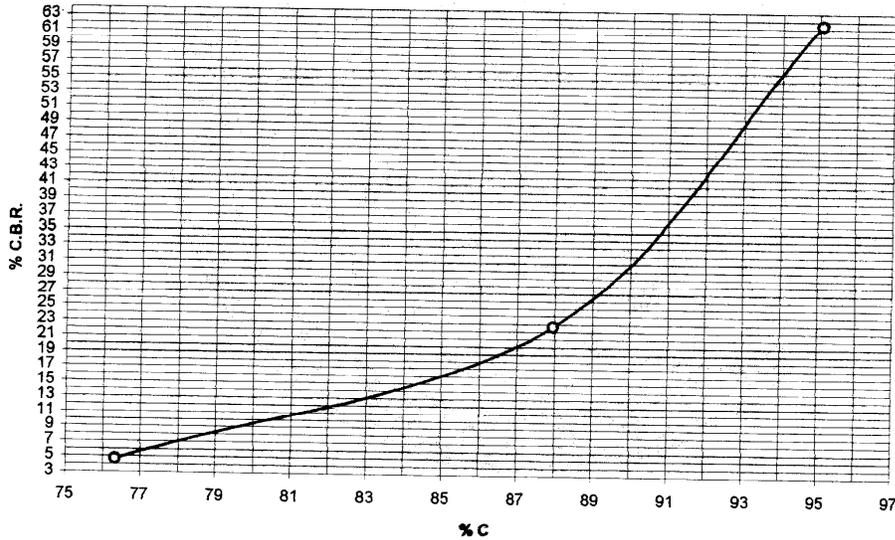
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No.: 056 S.S. O.T. No.: 21,100
 Interesado: Ángel Roberto Reyes Ordóñez
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
 Proyecto: Trabajo de graduación - EPS
 Ubicación: Siquinalá, Escuintla
 Descripción del suelo: Limo arenoso color café
 Muestra No.: 1
 Fecha: 22 de febrero de 2007

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d (Lb/pie ³)			
1	10	21,50	71,4	76,3	1,3	4,7
2	30	21,50	82,2	88,0	0,9	22,7
3	65	21,50	88,9	95,1	0,8	62,5

GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION



Vo. Bo.:

Atentamente,

 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
 DIRECTOR CI/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



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



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



INFORME No. 057 S.S.

O.T. No. 21,100

Interesado: Ángel Roberto Reyes Ordóñez

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

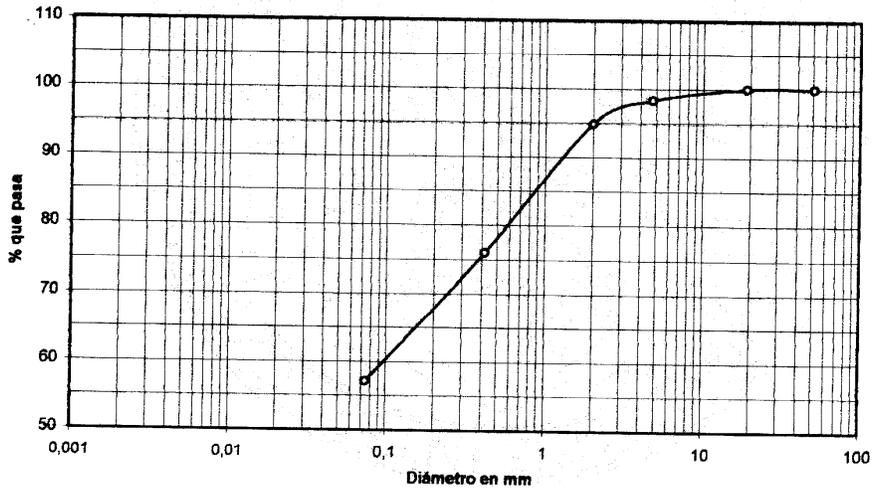
Procedencia: Siquinalá, Escuintla

Fecha: 22 de febrero de 2007

Muestra No. 1

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50,8	100,00
3/4"	19,00	100,00
4	4,76	98,28
10	2,00	94,85
40	0,42	75,96
200	0,074	57,08

% de Grava: 1,72
% de Arena: 41,20
% de Finos: 57,08



Descripción del suelo: Limo Arenoso color café
Clasificación: S.C.U.: ML P.R.A.: A-4
Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.
Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR CIUSAC.

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>





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



INFORME No. 058 S.S.

O.T. No. 21,100

Interesado: Ángel Roberto Reyes Ordóñez
Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

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

Ubicación: Siquinalá, Escuintla

FECHA: 22 de febrero de 2007

RESULTADOS:

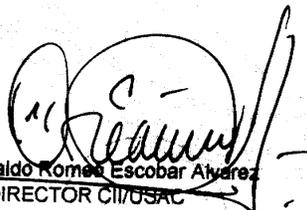
ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	36,7	7,3	ML	Limo Arenoso color café

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

Observaciones: Muestra tomada por los interesados.

Atentamente,

Vo. Bo.


Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



**PRESUPUESTO DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA COLONIA PEÑA FLOR I,
MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA.**

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
RENGLÓN: TRABAJOS PRELIMINARES	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
BODEGA	m2	28	Q 202.44	Q 5,668.46
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Paral de pino de 3" x 4" x 10´	unidad	20	Q 25.00	Q 500.00
Lamina galvanizada de 10´	unidad	7	Q 85.00	Q 595.00
Lamina galvanizada de 12´	unidad	21	Q 102.00	Q 2,142.00
Clavo de 4"	lb	10	Q 6.00	Q 60.00
Clavo de 3"	lb	10	Q 6.00	Q 60.00
Clavo de lamina 3"	lb	15	Q 6.00	Q 90.00
Plafonera	unidad	1	Q 10.00	Q 10.00
Bombilla 100 watts	unidad	3	Q 8.00	Q 24.00
Interruptor	unidad	3	Q 6.00	Q 18.00
Tomacorriente	unidad	2	Q 6.00	Q 12.00
Bisagra de 3" x 3"	unidad	2	Q 10.00	Q 20.00
Pasador para candado	unidad	1	Q 30.00	Q 30.00
Candado	unidad	1	Q 35.00	Q 35.00
Total de materiales con IVA				Q 3,596.00
Total de materiales sin IVA				Q 3,164.48
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de bodega	Global	1	Q 350.00	Q 350.00
SUB-TOTAL de mano de obra calificada				Q 350.00
			Ayudante 30%	Q 105.00
			Prestación 37%	Q 129.50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 584.50
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 3,748.98
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 1,312.14
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 5,061.12
IVA			12%	Q 607.33
TOTAL				Q 5,668.46

RENGLÓN: TRABAJOS PRELIMINARES	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	2000	Q 1.76	Q 3,523.93
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1	Q 75.00	Q 75.00
Clavo de 3"	lb	7	Q 4.00	Q 28.00
Total de materiales con IVA				Q 103.00
Total de materiales sin IVA				Q 90.64
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Topógrafo	m	2000.00	1.00	Q 2,000.00
Cadenero	m	2000.00	0.12	Q 240.00
SUB-TOTAL de mano de obra calificada				Q 2,240.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,240.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 2,330.64
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 815.72
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 3,146.36
IVA			12%	Q 377.56
TOTAL				Q 3,523.93
RENGLÓN: TRABAJOS PRELIMINARES	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRAZO	ml	2000	Q 4.32	Q 8,644.71
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cal	saco	9	Q 21.00	Q 189.00
Total de materiales con IVA				Q 189.00
Total de materiales sin IVA				Q 166.32
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocación de estacas	unidad	81	Q 4.00	Q 324.00
Traza	ml	2000	Q 1.50	Q 3,000.00
SUB-TOTAL de mano de obra calificada				Q 3,324.00
AYUDANTE			30%	Q 997.20
PRESTACIÓN			37%	Q 1,229.88
TOTAL MANO DE OBRA				Q 5,551.08
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 5,717.40
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 2,001.09
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 7,718.49
IVA			12%	Q 926.22
TOTAL				Q 8,644.71

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS						
REGLÓN: BASE		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO		TOTAL
RELLENO Y ACARREO		m3	1,150	Q	41.68	Q 47,931.16
EQUIPO Y MAQUINARIA						
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO		TOTAL
Patrol + operador	8 horas diarias	horas	20	Q	500.00	Q 10,000.00
Camión cisterna		Viajes	143	Q	150.00	Q 21,450.00
Total de equipo y maquinaria con IVA						Q 31,450.00
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO		TOTAL	
Ayudante de maquinaria	días	3	Q	50.00	Q 150.00	
SUB-TOTAL de mano de obra calificada					Q 150.00	
			AYUDANTE	30%	Q 45.00	
			PRESTACIÓN	37%	Q 55.50	
TOTAL MANO DE OBRA					Q 250.50	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q 31,700.50	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)				35%	Q 11,095.18	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q 42,795.68	
IVA				12%	Q 5,135.48	
TOTAL					Q 47,931.16	
REGLÓN: BASE		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO		TOTAL
CONFORMACIÓN DE BASE		m2	9,600	Q	15.77	Q 151,352.71
MATERIAL Y HERRAMIENTA						
DESCRIPCIÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	P. UNITARIO		TOTAL	
Material selecto	m3	1,992	Q	50.00	Q 99,600.00	
Total de materiales con IVA					Q 99,600.00	
EQUIPO Y MAQUINARIA						
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO		TOTAL
Rodo vibro compactador	8 horas diarias	horas	12	Q	500.00	Q 6,000.00
Camión cisterna		viajes	12	Q	350.00	Q 4,200.00
Total de equipo y materiales con IVA					Q 10,200.00	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO		TOTAL	
Ayudante de maquinaria	día	6	Q	50.00	Q 300.00	
SUB-TOTAL de mano de obra calificada					Q 300.00	
			AYUDANTE	30%	Q 90.00	
			PRESTACIÓN	37%	Q 111.00	
TOTAL MANO DE OBRA					Q 501.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q 100,101.00	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)				35%	Q 35,035.35	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q 135,136.35	
IVA				12%	Q 16,216.36	
TOTAL					Q 151,352.71	

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS

REGLÓN: PISTA DE CONCRETO	U. MEDIDA	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO	m3	1440	Q 1,074.36	Q1,547,071.38
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Cemento	saco	12,528.00	Q 49.00	Q 613,872.00
Arena	m3	696	Q 160.00	Q 111,360.00
Piedrín	m3	696	Q 170.00	Q 118,320.00
Costaneras Reforzadas de 6"	unidad	89	Q 190.00	Q 16,910.00
Madera	pt	366	Q 4.00	Q 1,464.00
Clavo de 3"	lb	49	Q 4.00	Q 196.00
Total de materiales con IVA				Q 862,122.00
Total de materiales sin IVA				Q 758,667.36
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Mezclado de Concreto	m3	1440	Q 50.00	Q 72,000.00
Colocado de Concreto	m3	1440	Q 60.00	Q 86,400.00
SUB-TOTAL de mano de obra calificada				Q 158,400.00
AYUDANTE			30%	Q 47,520.00
PRESTACIÓN			37%	Q 58,608.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 264,528.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 1,023,195.36
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 358,118.38
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 1,381,313.74
IVA			12%	Q 165,757.65
TOTAL				Q 1,547,071.38
REGLÓN: PISTA DE CONCRETO	U. MEDIDA	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
CURADO DE CONCRETO	m2	9600	Q 8.72	Q 83,683.00
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Sello Antisol	galón	225	Q 70.00	Q 15,750.00
Sello de Junta (elastómero)	lb	1219	Q 15.00	Q 18,285.00
Bomba Roseadora	unidad	2	Q 450.00	Q 900.00
Colocador de Sello	unidad	4	Q 198.50	Q 794.00
Total de materiales con IVA				Q 35,729.00
Total de materiales sin IVA				Q 31,441.52
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Aplicación de Antisol	m2	9600	Q 1.00	Q 9,600.00
Colocado de sello Elastómero	ml	4714	Q 1.00	Q 4,714.00
SUB-TOTAL de mano de obra calificada				Q 14,314.00
AYUDANTE			30%	Q 4,294.20
PRESTACIÓN			37%	Q 5,296.18
TOTAL MANO DE OBRA				Q 23,904.38
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 55,345.90
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 19,371.07
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 74,716.97
IVA			12%	Q 8,966.04
TOTAL				Q 83,683.00

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
REGLÓN: BORDILLO	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
FUNDICIÓN DE BORDILLO	ml	2000	Q 45.12	Q 90,233.04
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	saco	994	Q 49.00	Q 48,706.00
Arena	m3	66	Q 160.00	Q 10,560.00
Piedrín	m3	99	Q 170.00	Q 16,830.00
Madera	pt	51	Q 4.00	Q 204.00
Clavo de 3"	lb	13	Q 4.00	Q 52.00
Total de materiales con IVA				Q 76,352.00
Total de materiales sin IVA				Q 67,189.76
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocación de Formaleta	ml	190	Q 5.00	Q 950.00
Mezclado de Concreto	m3	110	Q 5.00	Q 550.00
Colocado de Concreto	m3	110	Q 10.00	Q 1,100.00
SUB-TOTAL de mano de obra calificada				Q 2,600.00
		AYUDANTE	30%	Q 780.00
		PRESTACIÓN	37%	Q 962.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4,342.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 71,531.76
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 9,033.45
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 80,565.21
IVA			12%	Q 9,667.83
TOTAL				Q 90,233.04

**PRESUPUESTO DEL DRENAJE SANITARIO DE LA COLONIA SANTA MARINA,
MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA.**

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
REGLÓN: TRABAJOS PRELIMINARES	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
BODEGA	m2	28	Q 202.44	Q 5,668.46
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Paral de pino de 3" x 4" x 10'	unidad	20	Q 25.00	Q 500.00
Lamina galvanizada de 10'	unidad	7	Q 85.00	Q 595.00
Lamina galvanizada de 12'	unidad	21	Q 102.00	Q 2,142.00
Clavo de 4"	lb	10	Q 6.00	Q 60.00
Clavo de 3"	lb	10	Q 6.00	Q 60.00
Clavo de lamina 3"	lb	15	Q 6.00	Q 90.00
Plafonera	unidad	1	Q 10.00	Q 10.00
Bombilla 100 watts	unidad	3	Q 8.00	Q 24.00
Interruptor	unidad	3	Q 6.00	Q 18.00
Tomacorriente	unidad	2	Q 6.00	Q 12.00
Bisagra de 3" x 3"	unidad	2	Q 10.00	Q 20.00
Pasador para candado	unidad	1	Q 30.00	Q 30.00
Candado	unidad	1	Q 35.00	Q 35.00
Total de materiales con IVA				Q 3,596.00
Total de materiales sin IVA				Q 3,164.48
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de bodega	Global	1	Q 350.00	Q 350.00
SUB-TOTAL de mano de obra calificada				Q 350.00
			Ayudante 30%	Q 105.00
			Prestación 37%	Q 129.50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 584.50
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 3,748.98
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos +fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 1,312.14
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 5,061.12
IVA			12%	Q 607.33
TOTAL				Q 5,668.46

REGLÓN: TRABAJOS PRELIMINARES	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	1000	Q 1.81	Q 1,814.52
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1	Q 75.00	Q 75.00
Clavo de 3"	lb	4	Q 4.00	Q 16.00
Total de materiales con IVA				Q 91.00
Total de materiales sin IVA				Q 80.08
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Topógrafo	m	1000.00	1.00	Q 1,000.00
Cadenero	m	1000.00	0.12	Q 120.00
SUB-TOTAL de mano de obra calificada				Q 1,120.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1,120.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 1,200.08
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos +fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 420.03
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 1,620.11
IVA			12%	Q 194.41
TOTAL				Q 1,814.52
REGLÓN: TRABAJOS PRELIMINARES	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRAZO	ml	1000	Q 4.45	Q 4,448.42
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cal	saco	11	Q 21.00	Q 231.00
Total de materiales con IVA				Q 231.00
Total de materiales sin IVA				Q 203.28
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocación de estacas	unidad	35	Q 4.00	Q 140.00
Trazo	ml	1000	Q 1.50	Q 1,500.00
SUB-TOTAL de mano de obra calificada				Q 1,640.00
AYUDANTE			30%	Q 492.00
PRESTACIÓN			37%	Q 606.80
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,738.80
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 2,942.08
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos +fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 1,029.73
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 3,971.81
IVA			12%	Q 476.62
TOTAL				Q 4,448.42

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS

RENGLÓN: EXCAVACIÓN		U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CORTE DE TERRENO		m3	1,648.64	Q 16.85	Q 27,780.94
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN		U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Puntas		unidad	4	Q 125.00	Q 500.00
Palas		unidad	4	Q 32.00	Q 128.00
Piochas		unidad	4	Q 38.00	Q 152.00
Uñas		unidad	4	Q 65.00	Q 260.00
Almárganas		unidad	4	Q 32.00	Q 128.00
Azadones		unidad	4	Q 26.00	Q 104.00
Carretillas		unidad	4	Q 135.00	Q 540.00
Total de materiales con IVA					Q 1,812.00
Total de materiales sin IVA					Q 1,594.56
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavadora	8 horas diarias	horas	24	Q 500.00	Q 12,000.00
Total de equipo con IVA					Q 12,000.00
Total de equipo sin IVA					Q 10,560.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación a mano		m3	42	Q 40.00	Q 1,680.00
Nivelación		m	1,022	Q 2.00	Q 2,044.00
SUB-TOTAL de mano de obra calificada					Q 3,724.00
AYUDANTE 30%					Q 1,117.20
PRESTACIÓN 37%					Q 1,377.88
TOTAL MANO DE OBRA					Q 6,219.08
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)					Q 18,373.64
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)				35%	Q 6,430.77
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)					Q 24,804.41
IVA				12%	Q 2,976.53
TOTAL					Q 27,780.94

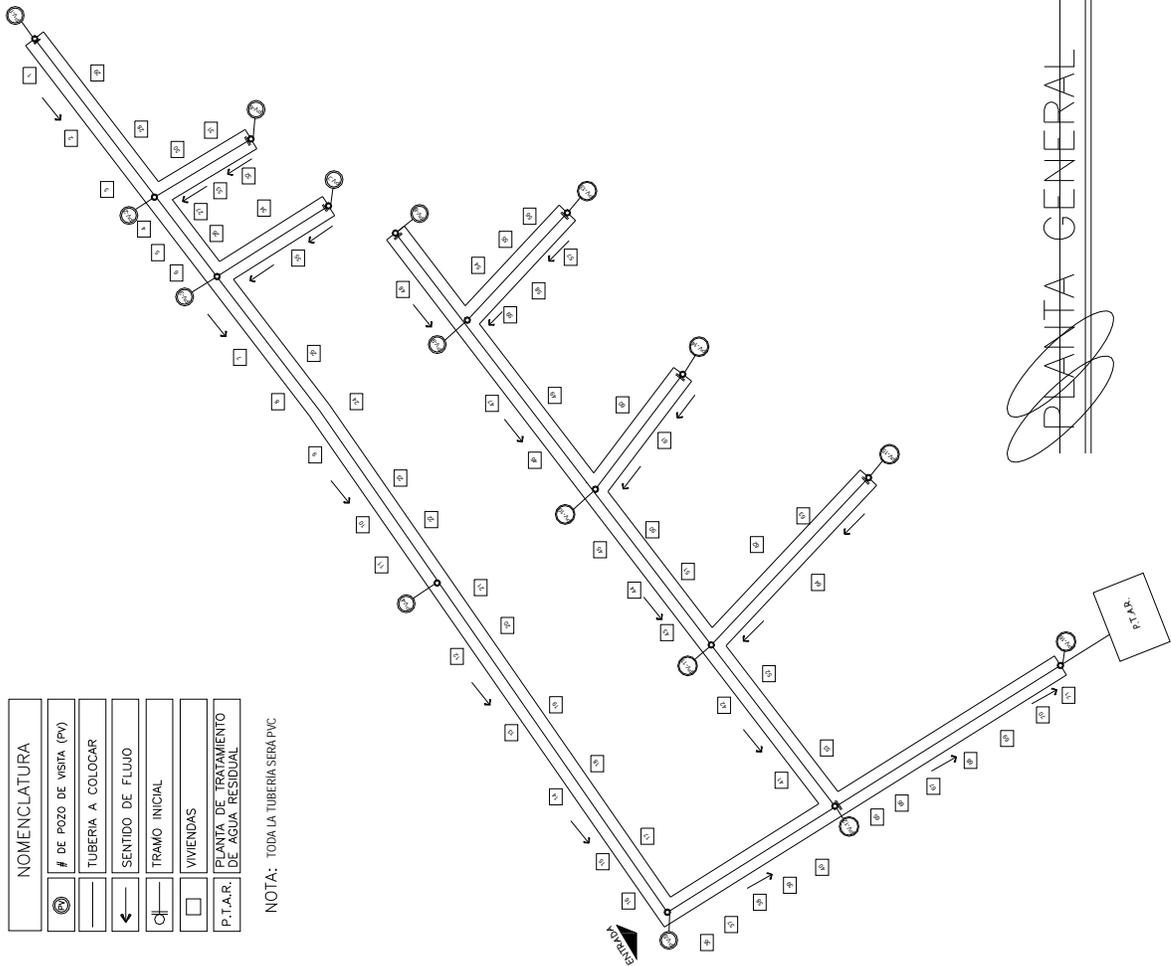
INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
REGLÓN: COLECTOR	U. MEDIDA	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
DRENAJE	ml	1000	Q 164.57	Q 164,569.48
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC de 6" Novafort	unidad	112	Q 587.19	Q 65,765.28
Lubricante	galón	21	Q 20.00	Q 420.00
Material Selecto	m3	60	Q 55.00	Q 3,300.00
Total de materiales con IVA				Q 69,485.28
Total de materiales sin IVA				Q 61,147.05
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Colocación de Tubería	m	1000	Q 6.00	Q 6,000.00
Relleno de material excavado	m3	1101	Q 20.00	Q 22,020.00
Relleno manual por capas	m3	60	Q 9.00	Q 540.00
SUB-TOTAL de mano de obra calificada				Q 28,560.00
			AYUDANTE 30%	Q 8,568.00
			PRESTACIÓN 37%	Q 10,567.20
TOTAL MANO DE OBRA				Q 47,695.20
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 108,842.25
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 38,094.79
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 146,937.03
IVA			12%	Q 17,632.44
TOTAL				Q 164,569.48
REGLÓN: CONEXIONES DOMICILIARES	U. MEDIDA	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
DOMICILIARES	Unidad	71	Q 767.77	Q 54,511.44
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC de 6"	Unidad	71	Q 60.00	Q 4,260.00
Cemento	Saco	36	Q 49.00	Q 1,764.00
Arena	m3	5.5	Q 160.00	Q 880.00
Piedrín	m3	3.5	Q 160.00	Q 560.00
Tubo PVC de 4"	Unidad	31	Q 200.00	Q 6,200.00
Tee @ 45° reducida a 4"	Unidad	71	Q 79.00	Q 5,609.00
Cemento Solvente	Galón	5.5	Q 270.00	Q 1,485.00
Total de materiales con IVA				Q 20,758.00
Total de materiales sin IVA				Q 18,267.04
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Instalación Domiciliar	Unidad	71	Q 150.00	Q 10,650.00
SUB-TOTAL de mano de obra calificada				Q 10,650.00
			AYUDANTE 30%	Q 3,195.00
			PRESTACIÓN 37%	Q 3,940.50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 17,785.50
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 36,052.54
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 12,618.39
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 48,670.93
IVA			12%	Q 5,840.51
TOTAL				Q 54,511.44

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
REGLÓN: POZOS DE VISITA	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
POZOS	unidad	1	Q 5,319.22	Q 5,319.22
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ladrillo Tayuyo de 0.065*0.14*0.29	unidad	500	Q 1.00	Q 500.00
Cemento	sacos	10	Q 49.00	Q 490.00
Arena	m3	0.4	Q 160.00	Q 64.00
Piedrín	m3	0.4	Q 170.00	Q 68.00
Hierro de 1/2	qq	1	Q 280.00	Q 280.00
Hierro de 3/8	qq	0.5	Q 280.00	Q 140.00
Alambre de amarre	lb	6	Q 6.00	Q 36.00
Madera	pt	20	Q 4.00	Q 80.00
Total de materiales con IVA				Q 1,658.00
Total de materiales sin IVA				Q 1,459.04
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación	m3	10	Q 50.00	Q 500.00
Construcción de Pozo	unidad	1	Q 700.00	Q 700.00
Evacuación de material sobrante	m3	12	Q 25.00	Q 300.00
SUB-TOTAL de mano de obra calificada				Q 1,500.00
			AYUDANTE 10%	Q 150.00
			PRESTACIÓN 14%	Q 210.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1,860.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 3,518.00
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 1,231.30
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 4,749.30
IVA			12%	Q 569.92
TOTAL				Q 5,319.22

POZOS DE VISITA DE DIFERENTES ALTURAS	COSTO	No. DE POZOS	COSTO
DE 1.10M A 2.25M	Q 5,319.22	7	Q 37,234.51
DE 2.25M A 3.00M	Q 7,092.29	3	Q 21,276.86
DE 3.00M A 3.75M	Q 8,865.36	2	Q 17,730.72
DE 3.75M A 4.50M	Q 10,638.43	4	Q 42,553.73
TOTAL		16	

NOMENCLATURA	
	# DE POZO DE VISITA (PV)
	TUBERIA A COLOCAR
	SENTIDO DE FLUJO
	TRAMO INICIAL
	VIVIENDAS
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
	P.T.A.R.

NOTA: TODA LA TUBERIA SERA PVC



INDICE

PLANO	
1	PLANTA GENERAL
2	TRAMO PV-1 A PV-5
3	TRAMO PV-8 A PV-12
4	TRAMO PV-6 A PV-2 Y TRAMO PV-7 A PV-3
5	TRAMO PV-13 A PV-09 TRAMO PV-14 A PV-10 TRAMO PV-15 A PV-11 TRAMO PV-12 A PV-16
6	DETALLES DE POZOS DE VISITA Y CONEXIONES DOMICILIARES.

ESTACION	PD	AZIMUT	DISTANCIA M.
E-0	E-1	302°40'51"	29.96
E-1	E-2	302°17'10"	43.95
E-2	E-3	302°39'19"	59.93
E-3	E-4	302°15'12"	89.89
E-4	E-5	302°03'47"	102.90
E-5	E-6	222°33'50"	28.99
E-6	E-7	222°49'06"	59.49
E-7	E-8	223°05'31"	89.00
E-8	E-9	223°19'52"	119.50
E-9	E-10	223°19'41"	135.00
E-10	E-11	218°35'59"	30.00
E-11	E-12	217°41'37"	60.00
E-12	E-13	217°36'16"	89.00
E-13	E-14	217°31'36"	104.00
E-14	E-15	218°35'39"	37.70
E-15	E-116	302°16'21"	30.00
E-116	E-125	301°00'17"	24.99
E-125	E-15	322°28'10"	45.00
E-15	E-16	322°51'35"	88.00
E-16	E-17	322°50'21"	135.00
E-17	E-18	322°27'18"	159.99
E-18	E-195	043°17'14"	50.88
E-195	E-165	037°17'09"	31.99
E-165	E-175	043°03'21"	32.50

PLANTA GENERAL

ESCALA: 1 / 750

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
MUNICIPIO DE SOCOMA

OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACION URBANA
PROYECTO: SANTA MARINA
CONTENIDO: PLANTA GENERAL
SUBSECCION: CASO URBANO SOCOMA, ESCUINTLA.
FECHA: ABRIL DE 2007

PROYECTISTA: VERRY YELIZ
VOBO ALCALDE

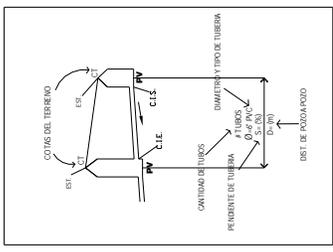
BOYER: ING. ANGEL SUC GARCIA
VOBO ABOGADO

1

6

NOMENCLATURA	
PLANTA	PERFIL
⊙	# DE POZO DE VISTA (PV)
—	TUBERIA A REGISTRAR
—	TUBERIA A COLOCAR
—	TUBERIA A COLOCAR
←	SENTIDO DE FLUJO
⊕	TRAMO INICIAL
⊕	VIVENAS
⊕	COTA INVERT DE ENTRADA
⊕	COTA INVERT DE SALIDA
⊕	P.Y.
S(%)	PENDIENTE
⊕	DIAMETRO DE TUBERIA
⊕	P.O. DE VISTA
⊕	COTA DE TERRENO
P.T.A.R	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

NOTA: TODALA TUBERIA SERA PVC

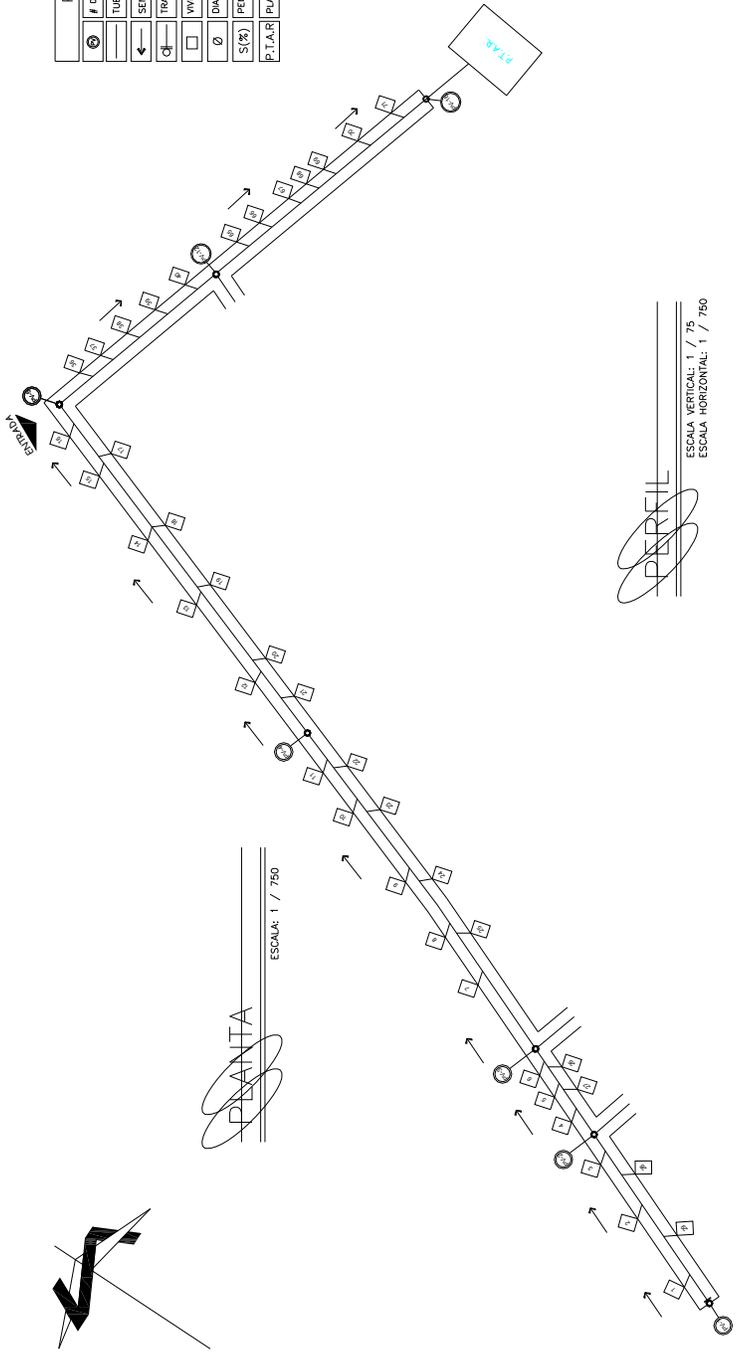


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
FISICO-MATEMATICA, S.F. FRANCISCO, 1

OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACION
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO COLOMA
DISEÑO: ANGEL REYES
SANTA MARINA, CALZADILLA ANGEL REYES

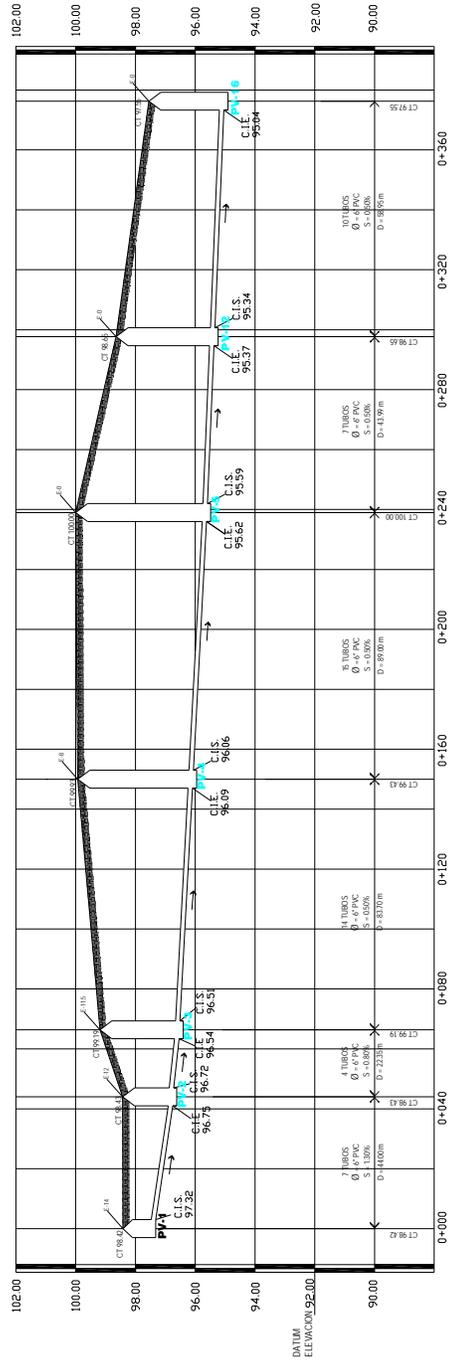
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL
DIRECCION: CASO URBANO, RINQUILLA,
ESQUINOLA, ABRIL DE 2007

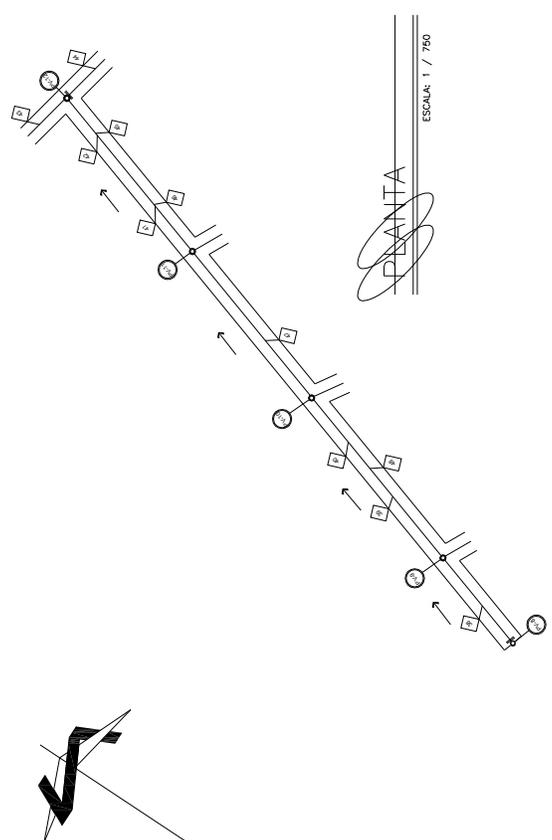
ING. ANGEL SIC GARCIA
PROYECTO EJECUTIVO



PERFIL

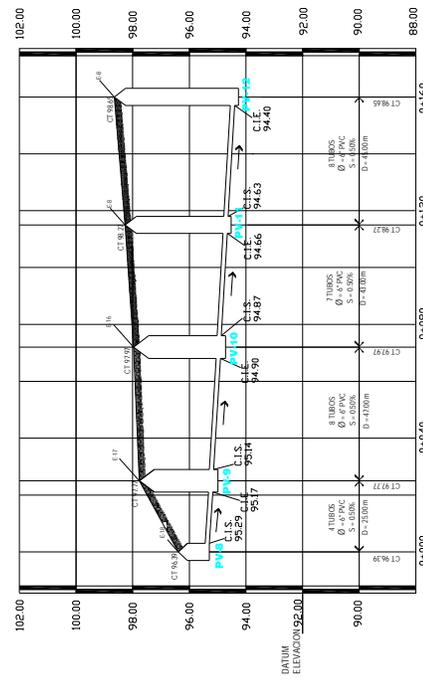
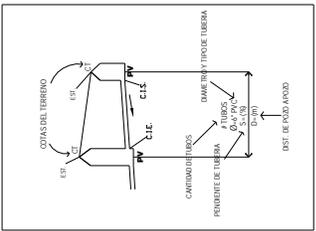
ESCALA VERTICAL: 1 / 75
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 750





NOMENCLATURA	
PLANTA	PERFIL
⊙	REGISTRO A CONSTRUIR
⊙	TUBERIA A COLOCAR
←	SENIDO DE FLUJO
—	TRAMO INICIAL
□	WIGERIAS
∅	DIAMETRO DE TUBERIA
S(%)	PENIDIENTE
	C.T.
	C.P.
	C.E.
	C.I.E.
	C.O.A. INERT DE ENTRADA
	C.O.A. INERT DE SAIDA
	P.V. POZO DE VISIA
	C.T. COPA DE TERRENO

NOTA: TODALA TUBERIA SERA PVC



PERFIL

ESCALA VERTICAL: 1 / 75
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 750

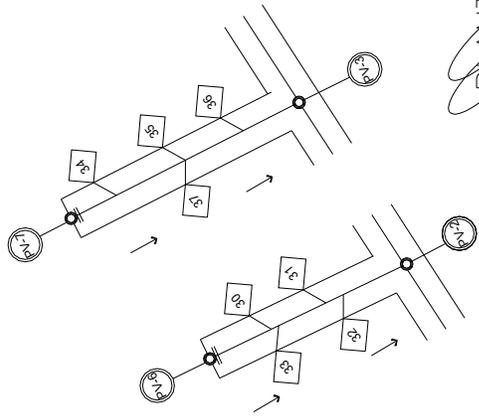
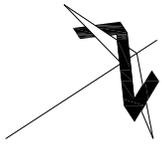
UNIVERSIDAD MUNICIPAL DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
C. U. M. S. C. G.
FACULTAD DE INGENIERIA
ELEGIDO PROFESIONAL SUPERVISADO

UNIVERSIDAD MUNICIPAL DE PLANIFICACION
PROYECTO: PLANTA - PERFIL
DIRECCION: C. SANDRANO SUQUINLA
ESQUINOLA

ING. ANGELIC GARCIA
V.O. B.O. 4.88808

ING. ANGELIC GARCIA
V.O. B.O. 4.88808

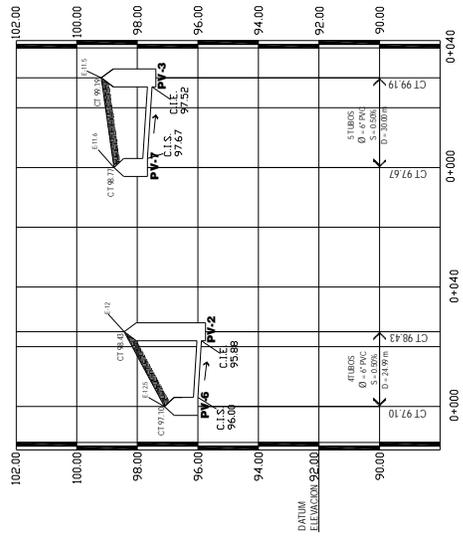
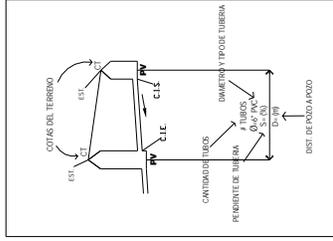
ABRIL DE 2007



PLANTA
ESCALA: 1 / 750

NOMENCLATURA	
PLANTA	PERFIL
⊕	# DE POZO DE VISTA (PV)
—	TUBERIA A COLOCAR
—	TUBERIA A COLOCAR
←	SENTIDO DE FLUJO
—	TRAMO INICIAL
□	VUELDAS
∅	DIAMETRO DE TUBERIA
S(%)	PENDIENTE
	C.T.
	POZO DE VISTA
	C.T.
	POZO DE TERRENO

NOTA: TODA LA TUBERÍA SERÁ PVC



PERFILES
ESCALA VERTICAL: 1 / 75
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 750

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
MUNICIPALIDAD DE ESCUINTLA

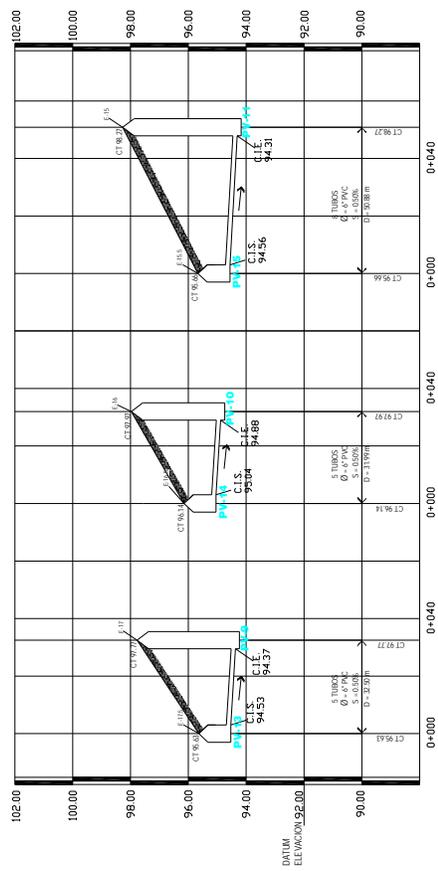
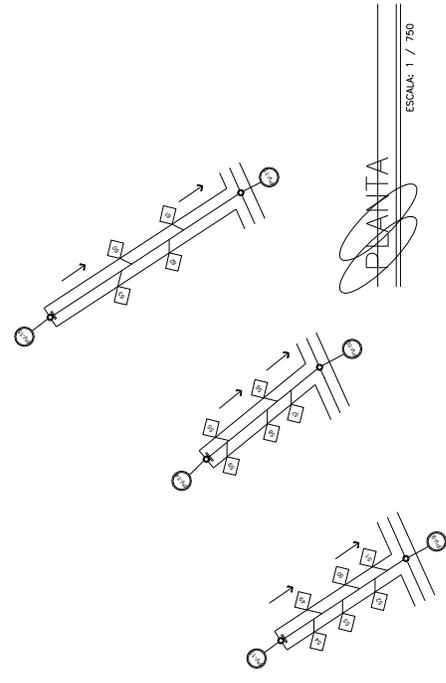
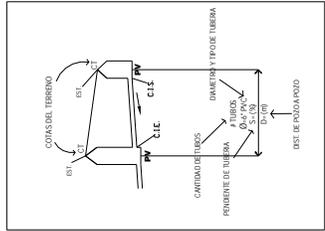
OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACION
PROYECTO: SANTA ANITA
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL
DIRECCION: CASACUBANG, SIGUINLA, ESCUINTLA

ING. ANGEL SUC GARCIA
VO. SO. ABOGADO



NOMENCLATURA	
PLANTA	PERFIL
⊕	# DE POZO DE VISIA (PV)
—	TUBERIA A CONSTRUIR
—	TUBERIA A COLOCAR
←	SENTIDO DE FLUJO
□	TRAMO INICIAL
□	INVIENDAS
∅	DIAMETRO DE TUBERIA
S(%)	PENDIENTE
	C.T.
	COTA DE TERRENO

NOTA: TODA LA TUBERIA SERA PVC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SUCUMBA

OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACION
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO COMUNA
SAN LA BARBANA
CALZADA: INDICADA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL
DISEÑADOR: ESTANISLAO SQUINILLA
FECHA: ABRIL DE 2007

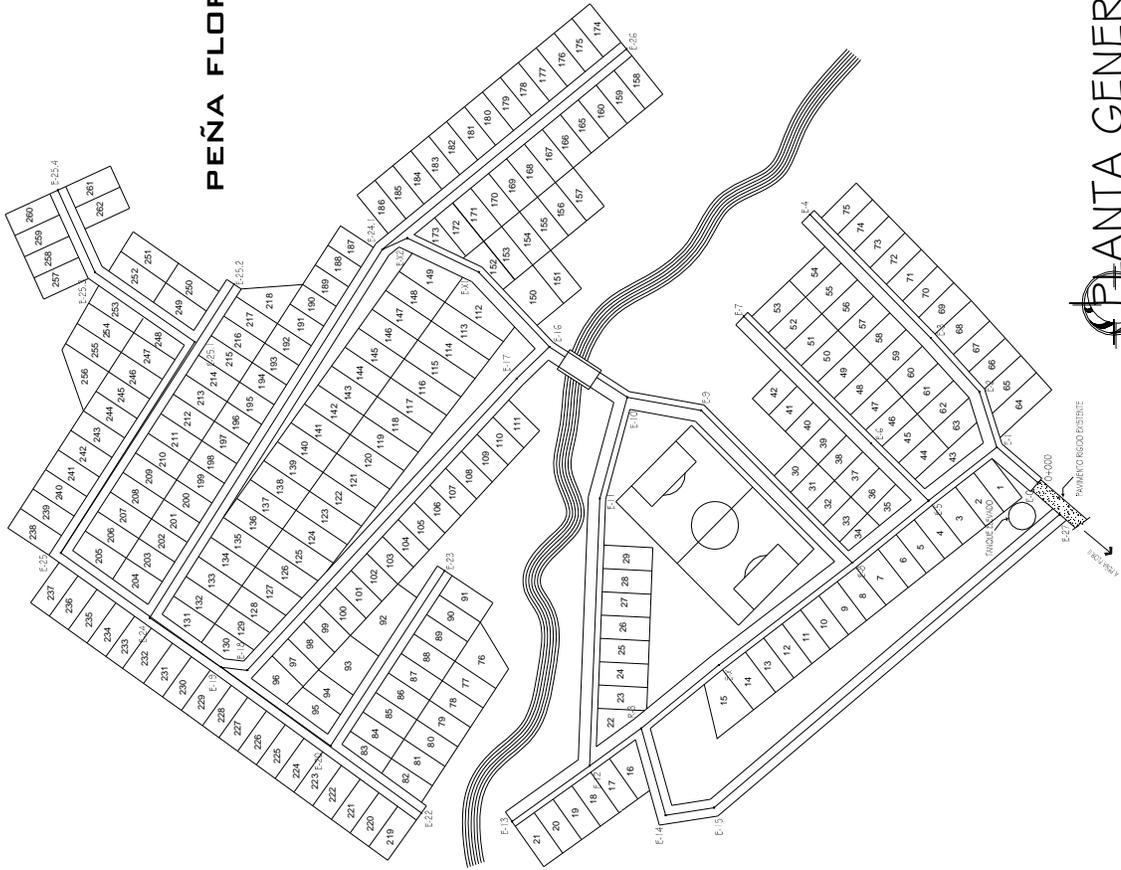
ING. ANGEL SUCGARRIA
VOLVO ALCALDE

PERFILES

ESCALA VERTICAL: 1 / 75
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 750



PEÑA FLOR 1



NOMENCLATURA	
E-#	NUMERO DE ESTACION
	ANCHO DE CALLE
○	TANQUE ELEVADO
—	PASO DE RIO
□	NUMERO DE VIVENDAS
□	PUENTE VEHICULAR
□	CAMPO DE FOOT BALL
□	PAVIMENTO RIGIDO EXIST.

LIBRETA TOPOGRAFICA		
LOT	ADMIT	CONSERVACIONES
E-0	E-1	311745000 107.73
E-1	E-2	345744221 19.96
E-2	E-3	23340277 25.94
E-3	E-4	31190126 25.00
E-4	E-5	3164653 39.37
E-5	E-6	3160120 27.39
E-6	E-7	3160503 67.95
E-7	E-8	2342251 33.96
E-8	E-9	2341044 50.00
E-9	E-10	3162234 73.96
E-10	E-11	2012219 26.00
E-11	E-12	1823740 35.99
E-12	E-13	1823500 31.87
E-13	E-14	2460030 33.00
E-14	E-15	1654033 31.00
E-15	E-16	0062305 17.00
E-16	E-17	2272519 15.60
E-17	E-18	3174616 35.49
E-18	E-19	2242404 136.63
E-19	E-20	2760532 09.00
E-20	E-21	3035113 30.00
E-21	E-22	1804040 46.50
E-22	E-23	1271139 06.50
E-23	E-24	306232 60.00
E-24	E-25	0344523 71.30
E-25	E-26	0353522 148.9
E-26	E-27	0340012 66.99
E-27	E-28	0342530 109.99
E-28	E-29	3060313 42.00
E-29	E-30	3362524 31.00
E-30	E-31	0671106 09.50
E-31	E-32	0521514 108.99
E-32	E-33	0511942 161.46

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE OBRAS DE BARRIO

OPICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACION
 CALLE DE LA AMALIA
 MUNICIPIO DE SOCOMA

PROYECTO: PAVIMENTO RIGIDO EXISTENTE
 ESCALA: 1:750

CONTENIDO: PLANTA GENERAL
 FECHA: 2017

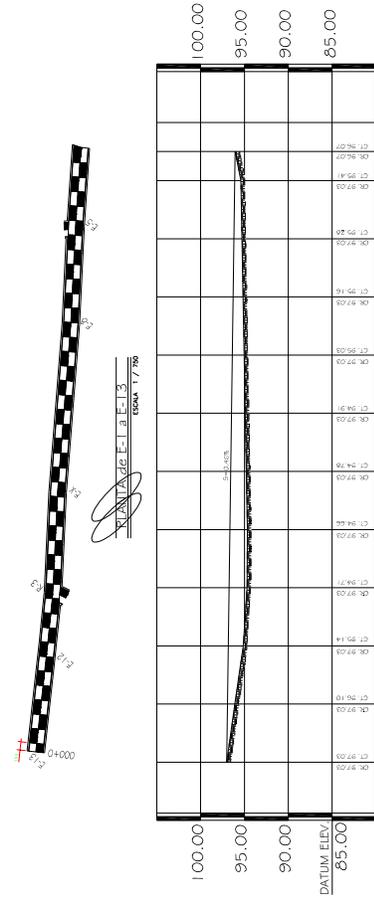
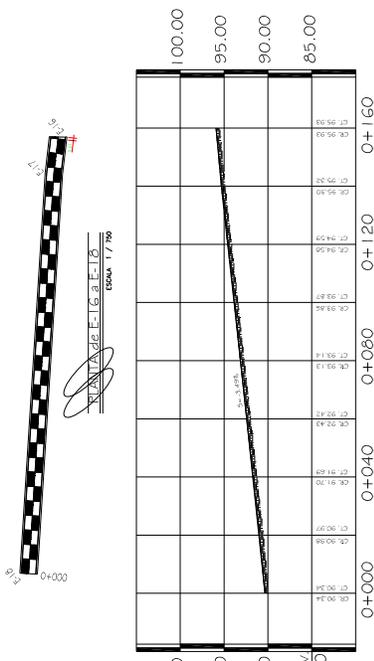
DIRECCION: INGENIERIA CIVIL
 FECHA: 2017

YURY VILLI
 VO.80 ALCALDE

ING. ANIEL SANCHEZ
 VO.80 ALCALDE

PLANTA GENERAL

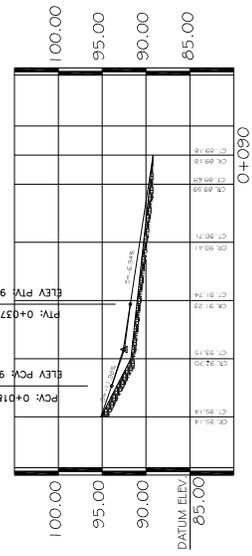
ESCALA 1:750



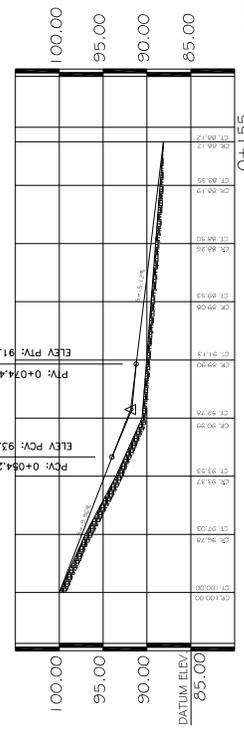
NOMENCLATURA	
E-#	NUMERO DE ESTACION
■	PLANCHA CONCRETO
■	ANCHO DE CALLE
■	CAMINAMIENTO INICIAL
D400	PENDIENTE DE RASANTE
—	PERFIL DEL TERRENO
—	PERFIL RASANTE CORREG.
C.T.	COTA DEL TERRENO
C.R.	COTA RASANTE CORREGIDA
CV	LONGITUD DE CURVA
K	INDICE DE CURVATURA
PVI	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
ELEV PVI	ELEVACION DEL PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
ELEV PCV	ELEVACION DE CURVA VERTICAL
PTV	PUNTO DE TANGENTE VERTICAL
ELEV PTV	ELEVACION DE PUNTO DE TANGENTE VERTICAL



STA PVI = 0+027.99
 ELEV PVI = 92.35
 K = 3.99
 19.36m CV



PVI STA = 0+064.33
 PVI ELEV = 92.22
 K = 3.99
 20.16m CV

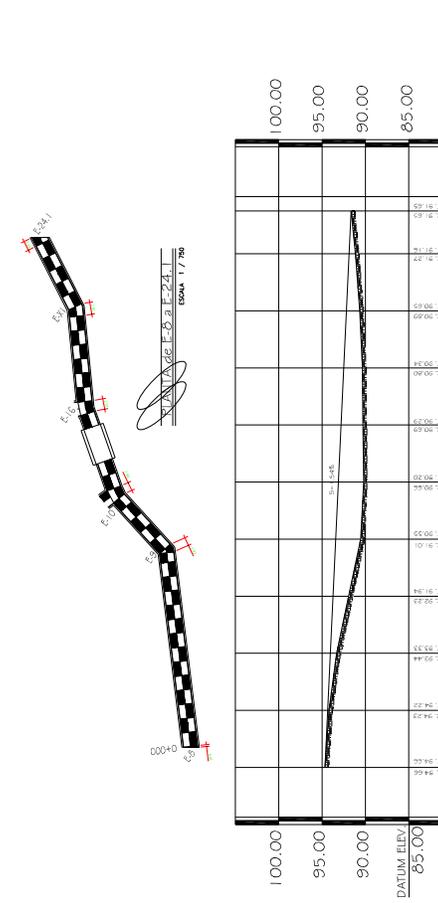
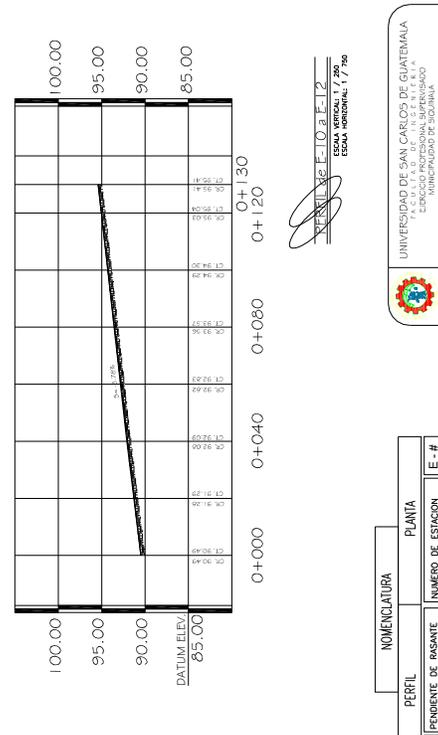
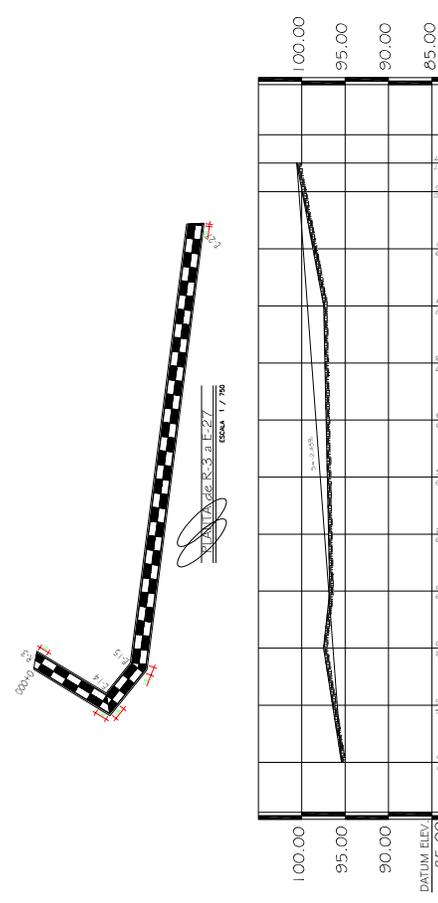
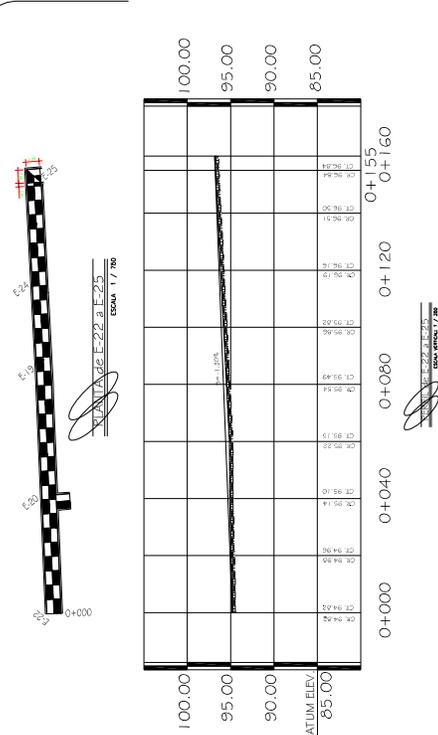


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

OFICINA MUNICIPAL DE PLANEACION
 CALZADA: ...
 CONTENIDO: PLANTA-HORIZ. ...
 DIRECCION: ...
 FECHA: ...

ING. ANA LUCIA GARCIA
 INGENIERA CIVIL

ING. YURY FELIX
 YORDAN ALCALDE



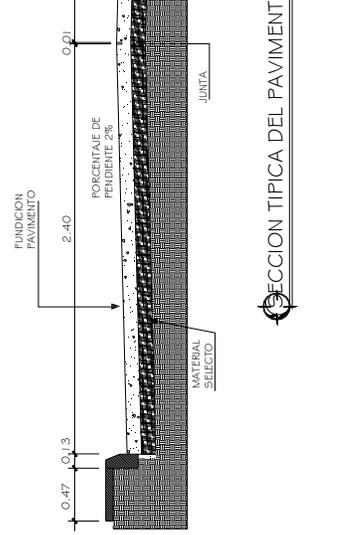
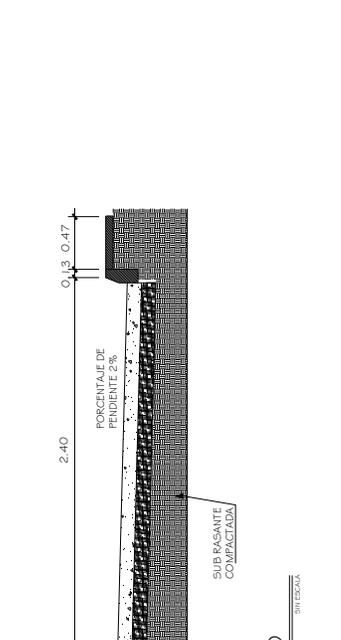
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 ESCUELA DE INGENIERIA DE OBRAS DE OBRAS DE SANEAMIENTO

OFICINA MUNICIPAL DE PLANTACION
 PROYECTO: PAVIMENTOS (OBRAS NUEVAS)
 DISEÑADOR: [Signature]
 ESCALAS: [Signature]
 CONTENIDO: PLANTA-REFIL
 FECHA: 08/01/2017
 DIBUJANTE: [Signature]
 REVISOR: [Signature]

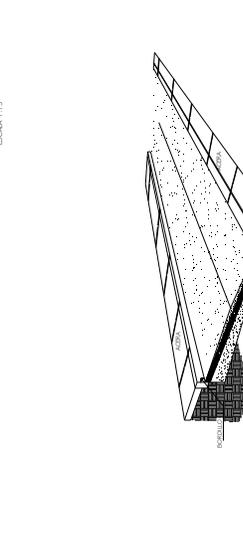
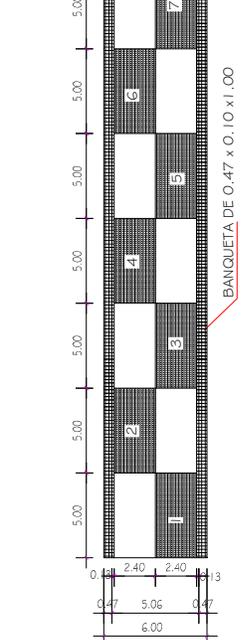
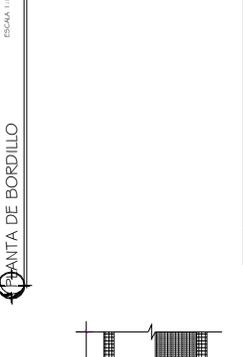
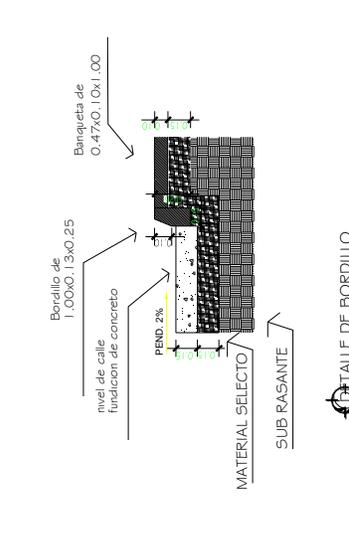
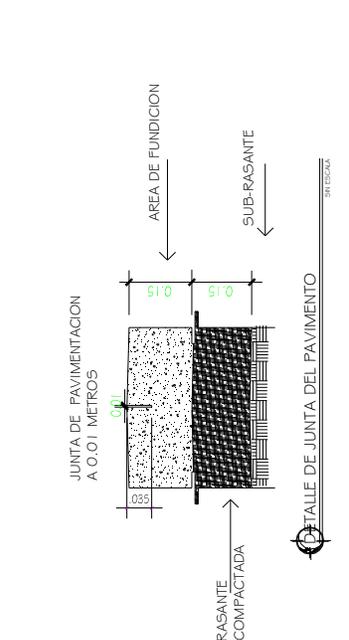
INGENIERO CIVIL
 VOLVO ALCALDE
 VOLEDO ASESOR

NOMENCLATURA	
PERFIL	PLANTA
S(%)	NUMERO DE ESTACION
PERFIL DEL TERRENO	PLANCHA CONCRETO
PERFIL RASANTE CORREG.	ANCHO DE CALLE
C.T.	CAMINAMENTO INICIAL
C.R.	COTA RASANTE CORREGIDA
0+00	CAMINAMENTO INICIAL

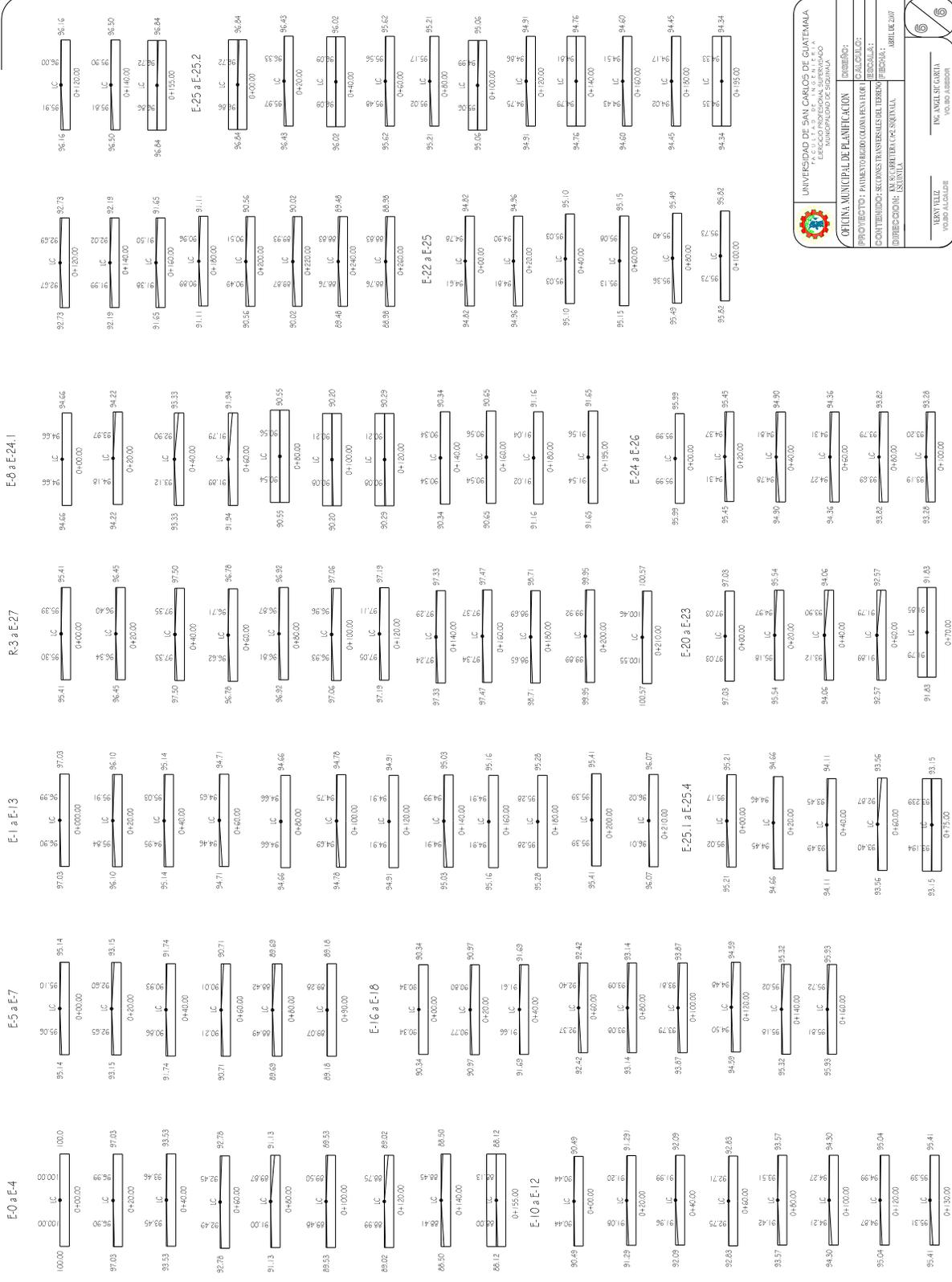
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
- ❖ PARA LA CAVA SUB-RASANTE SE RECOMIENDAN ESPECIFICAS HOMOLOGAR, UNIFORMIZAR Y COMPACTAR LA SUB-RASANTE DE LA CALLE, CON EL OBJETO DE QUE HAYA UNA MEJOR RESPUESTA DE LA MISMA.
 - ❖ TODO MATERIAL INAPROPIADO DEBE SER ELIMINADO, TALES COMO: RAJONES, PEDRIZCOS, BASTURIA, PEDRAZCOS, MATERIALES VEGETALES O FANGOSOS, BASURA, PIEDRAS, ETC.
 - ❖ EL SUELO DEBE ESTAR BIEN COMPACTADO Y CON EL NIVEL DESEADO, EN DONDE SERA APLICADA UNA CAVA DE MATERIAL SELETO, DE 0.15 METROS YA TERMINADA.
 - ❖ HACER LA CAVA DE MATERIAL SELETO HACIENDO LA CAVA EN LA ORILLA HACIA EL CENTRO, TRASPASANDO CADA PASADA A LA MITAD DEL ANCHO DEL RODILLO, COMPACTANDO SOBRE LA ANTERIOR.
 - ❖ SI LA FUNDICION ES MANUAL SE HARA SEGUN LA NUMERACION DE LA TABLA DE FUNDICIONES, APLICANDO A DEMAS, UN ANTESOL DESPUES DE FUNDIRSE.
 - ❖ SE RECOMIENDA APLICAR DOS CAPAS DE MATERIAL SELETO DEBIDAMENTE COMPACTADO, DE 0.08 CENTIMETROS DE ESPESOR, PARA UN CEMENTO DE 4,000 PSI (280 kg/cm²) y agregado grueso de 3/4", LA PROPORCION SERA:
Cemento - Arena - Piedra
1 : 2 : 2.5
Relacion AC = 0.50 en peso
 - ❖ ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FUNDICION DE FLANJAS DE CONCRETO MANUALMENTE.
 - ❖ PARA LA FUNDICION SE DEBEN ALTERNAR LAS FLANJAS CON SE INDICA EN EL DETALLE.
 - ❖ EL CORTE DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD DE 1/4 DEL GROSOR DE LA FLANJA, PARA EL MATERIAL ELASTOMERICO Y TENDRA UNA DIMENSION DE 0.01 CENTIMETROS.
 - ❖ TODAS LAS FLANJAS TENDRAN UNA DIMENSION DE 2.40 mts. x 5.00 mts. DE FUNDICION A EXCEPCION EN LAS QUE SE INDICA LA COTA EN LA TABLA DEL TRABAJO RESPECTIVO.



- ❖ PARA LA CAVA SUB-RASANTE SE RECOMIENDAN ESPECIFICAS HOMOLOGAR, UNIFORMIZAR Y COMPACTAR LA SUB-RASANTE DE LA CALLE, CON EL OBJETO DE QUE HAYA UNA MEJOR RESPUESTA DE LA MISMA.
- ❖ TODO MATERIAL INAPROPIADO DEBE SER ELIMINADO, TALES COMO: RAJONES, PEDRIZCOS, BASTURIA, PEDRAZCOS, MATERIALES VEGETALES O FANGOSOS, BASURA, PIEDRAS, ETC.
- ❖ EL SUELO DEBE ESTAR BIEN COMPACTADO Y CON EL NIVEL DESEADO, EN DONDE SERA APLICADA UNA CAVA DE MATERIAL SELETO, DE 0.15 METROS YA TERMINADA.
- ❖ HACER LA CAVA DE MATERIAL SELETO HACIENDO LA CAVA EN LA ORILLA HACIA EL CENTRO, TRASPASANDO CADA PASADA A LA MITAD DEL ANCHO DEL RODILLO, COMPACTANDO SOBRE LA ANTERIOR.
- ❖ SI LA FUNDICION ES MANUAL SE HARA SEGUN LA NUMERACION DE LA TABLA DE FUNDICIONES, APLICANDO A DEMAS, UN ANTESOL DESPUES DE FUNDIRSE.
- ❖ SE RECOMIENDA APLICAR DOS CAPAS DE MATERIAL SELETO DEBIDAMENTE COMPACTADO, DE 0.08 CENTIMETROS DE ESPESOR, PARA UN CEMENTO DE 4,000 PSI (280 kg/cm²) y agregado grueso de 3/4", LA PROPORCION SERA:
Cemento - Arena - Piedra
1 : 2 : 2.5
Relacion AC = 0.50 en peso
- ❖ ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA FUNDICION DE FLANJAS DE CONCRETO MANUALMENTE.
- ❖ PARA LA FUNDICION SE DEBEN ALTERNAR LAS FLANJAS CON SE INDICA EN EL DETALLE.
- ❖ EL CORTE DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD DE 1/4 DEL GROSOR DE LA FLANJA, PARA EL MATERIAL ELASTOMERICO Y TENDRA UNA DIMENSION DE 0.01 CENTIMETROS.
- ❖ TODAS LAS FLANJAS TENDRAN UNA DIMENSION DE 2.40 mts. x 5.00 mts. DE FUNDICION A EXCEPCION EN LAS QUE SE INDICA LA COTA EN LA TABLA DEL TRABAJO RESPECTIVO.



 UNIVERSIDAD MUNICIPAL DE PLANIFICACION FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: PAVIMENTO RENDICION EN AVIA	BOBIOLO:
CONTENIDO: DETALLE DE SECCION TYPICA BORDILLO	ESCALA:
DIRECCION: AVIA CALLE DE LA CALLE	FECHA: ABRIL DE 2007
ING. AMELI ST. GARCIA VOLVO ABBRID	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA CIVIL
 MUNICIPALIDAD DE SOFIA

OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACION

PROYECTO: PAQUETES DE OBRAS PARA LA RECONSTRUCCION DE LA CALLE 15 DE ABRIL EN LA ZONA URBANA DE SOFIA.
 CONTENIDO: ACCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO
 DISEÑO: []
 REVISADO: []
 APROBADO: []
 FECHA: []

ING. ANILY CARITA VILLALBA ALVARADO