



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

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL CENTRO, ALDEA LA FEDERACIÓN, SAN MARCOS, SAN MARCOS.

Nestor Daniel Gálvez González

Asesorado por el Ingeniero Luís Gregorio Alfaro Vèliz

Guatemala, noviembre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO NAVIDAD, ALDEA
LAS LAGUNAS Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
CANTÓN EL CENTRO, ALDEA LA FEDERACIÓN, SAN MARCOS,
SAN MARCOS.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

NESTOR DANIEL GÁLVEZ GONZÁLEZ

ASESORADO POR EL ING. LUÍS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL
GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2007

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	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luís Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
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 DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO NAVIDAD, ALDEA
LAS LAGUNAS Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
CANTÓN EL CENTRO, ALDEA LA FEDERACIÓN, SAN MARCOS,
SAN MARCOS,**

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

Nestor Daniel Gálvez González.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de octubre de 2007
Ref. EPS. C. 664.10.07

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **NESTOR DANIEL GÁLVEZ GONZÁLEZ**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL CENTRO, ALDEA LA FEDERACIÓN, SAN MARCOS, SAN MARCOS”**.


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

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“D y Enseñad a Todos”


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



LGAV /jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de octubre de 2007
Ref. EPS. C. 664.10.07

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


Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL CENTRO, ALDEA LA FEDERACIÓN, SAN MARCOS, SAN MARCOS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **NESTOR DANIEL GÁLVEZ GONZÁLEZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Sé y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala,
25 de octubre de 2007

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

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL CENTRO, ALDEA LA FEDERACIÓN, SAN MARCOS, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Nestor Daniel Gálvez González, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID X ENSEÑAD A TODOS


Ing. Rafael Enrique Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica

ESCUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala,
30 de octubre de 2007

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


Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL CENTRO, ALDEA LA FEDERACIÓN, SAN MARCOS, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Nestor Daniel Gálvez González, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Jorge Alejandro Arévalo Valdez
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

/bbdeb.

AGRADECIMIENTO A:

DIOS	Por darme la oportunidad de vivir, por la inteligencia, y ayudarme a culminar mi carrera, la voy a ejercer en su nombre y ética profesional.
Mis padres	Por su incondicional apoyo, amor, ánimo y consejo en todo el transcurso de mi carrera.
Ing. Luís Gregorio Véliz	Por su tiempo, amistad, por compartir sus conocimientos y la sensoria del presente trabajo de graduación.
Municipalidad de San Marcos	Por la oportunidad que me brindaron para realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y por darme su apoyo incondicional.
Universidad de San Carlos de Guatemala:	Prestigiosa casa de estudios, con respeto y orgullo.
La Facultad de Ingeniería	Por darme la oportunidad de formarme como profesional.
Todos mis compañeros y amigos de estudio	Que me apoyaron siempre, infinitas gracias.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS	Guía en mi camino, fuente de inspiración y por todas las bendiciones derramadas en mí y toda mi familia.
Mis padres	Ataulfo Garimandi Gálvez Santizo y Luisa Reina González de Gálvez. Por el apoyo incondicional que me han brindado, por su amor durante todo mi vida, muchas gracias.
Mis hermanas	Yesenia Gálvez y Reina Gálvez. Por estar conmigo siempre, compartiendo mis ilusiones y por darme ánimos para culminar la carrera.
Mis abuelos	Maximiliano Gonzáles, Rosa de Gonzáles, Herman Pérez (+q.e.p.d.), Alejandra Santizo. Gracias por sus oraciones y haberme enseñado con sus ejemplos los valores de la vida.
Mi familia	Por contar con su apoyo incondicional.
Mis amigos	Quienes estuvieron junto a mí desde el inicio hasta el final.
A mi patria	Tierra llena de futuro.

ÍNDICE GENERAL

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

1. MONOGRAFÍA DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

1.1 Generalidades.....	1
1.1.1 Límites y localización.....	1
1.1.1.1 Límites.....	1
1.1.1.2 Localización.....	1
1.1.2 Nombre de la comunidad.....	3
1.1.2.1 Reseña histórica.....	3
1.1.3 Acceso y comunicaciones.....	7
1.1.3.1 Vías de acceso.....	7
1.1.3.2 Comunicaciones.....	8
1.1.4 Topografía e hidrografía.....	8
1.1.4.1 Topografía.....	8
1.1.4.2 Hidrografía.....	9
1.1.4.2.1 Accidentes hidrográficos.....	9
1.1.4.3 Orografía.....	11

1.1.4.3.1	Accidentes ortográficos.....	11
1.1.4.4	Suelos.....	11
1.1.5	Aspectos climáticos.....	13
1.1.6	Actividades económicas.....	14
1.1.6.1	Trabajadores emigrantes.....	15
1.1.6.2	Empleo, desempleo, sub-empleo.....	15
1.1.6.3	Promedio de ingresos.....	16
1.1.6.4	Actividad agrícola.....	16
1.1.7	Extensión territorial.....	18
1.1.8	Población.....	18
1.1.8.1	Población por origen étnico.....	19
1.1.8.2	Folclore.....	19
1.1.8.3	Datos de vivienda.....	20
1.1.8.4	Tradiciones y costumbres.....	20
1.1.8.5	Idioma.....	21
1.1.9	Principales necesidades del municipio.....	22
1.1.9.1	Aspectos de salud.....	22
1.1.9.1.1	Principales enfermedades.....	22
1.1.9.1.2	Instituciones que trabajan en salud.....	24
1.1.10	Aspecto ambiental.....	24
1.1.10.1	Disposición de drenajes y letrinas.....	24
1.1.10.2	Manejo de basura domiciliar.....	24
1.1.11	Aspecto de educativo.....	25
1.1.12	Organización social.....	26
1.1.12.1	Consejo comunitario de desarrollo.....	27
1.1.12.2	Auxiliatura.....	28
1.1.12.3	Grupo de mujeres inscritas en el COCODE.....	28
1.1.13	Principales problemas de las comunidades.....	29

2. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS, SAN MARCOS

2.1 Descripción del proyecto.....	31
2.2 Descripción bibliográfica.....	32
2.2.1 Definición de pavimentos.....	32
2.2.2 Tipos de pavimentos.....	32
2.2.3 Elementos estructurales de pavimentos.....	33
2.2.4 Pavimentos flexibles.....	39
2.2.5 Pavimentos rígidos.....	40
2.2.5.1 Bases para pavimento rígido.....	40
2.2.5.2 Tipos de concreto para pavimento rígido.....	41
2.2.5.3 Juntas de pavimento de concreto.....	41
2.2.5.4 Juntas longitudinales.....	42
2.2.5.5 Juntas transversales de contracción.....	42
2.2.5.6 Juntas transversales de expansión.....	42
2.2.5.7 Juntas de construcción.....	43
2.2.6 Requisitos para los materiales.....	43
2.2.7 Composición del concreto de cemento hidráulico para pavimentos.....	44
2.2.8 Maquinaria utilizada en el movimiento de tierras.....	44
2.2.9 Maquinaria y equipo en compactación de suelos.....	47
2.2.10 Maquinaria utilizada en pavimentación.....	49
2.3 Ensayos en laboratorio de suelos.....	50
2.3.1 Ensayo de granulometría.....	50
2.3.2 Límites de <i>Atterberg</i>	51
2.3.2.1 Límite líquido.....	51
2.3.2.2 Límite plástico.....	51
2.3.2.3 Índice plástico.....	52
2.3.3 Ensayo de compactación o proctor modificado.....	53

2.3.4	Ensayo de valor soporte (C.B.R).....	53
2.3.5	Ensayo de equivalente de arena.....	56
2.3.6	Clasificación de suelos.....	57
2.3.7	Análisis de resultados.....	58
2.4	Diseño de pavimento rígido.....	58
2.4.1	Trabajos previos al dimensionamiento de un pavimento.....	58
2.4.2	Topografía.....	59
2.4.2.1	Planimetría.....	59
2.4.2.2	Altimetría.....	60
2.4.3	Teoría de diseño de pavimento rígido.....	60
2.4.4	Diseño de pavimento rígido, método simplificado PCA.....	61
2.4.5	Diseño de mezcla de concreto.....	68
2.4.6	Colocación y compactación del concreto	71
2.4.6.1	Acabado, texturizado y ranurado del concreto.....	73
2.4.6.2	Curado	73
2.5	Consideraciones de operación y mantenimiento.....	75
2.6	Especificaciones técnicas.....	77
2.6.1	Preparación de la subrasante.....	77
2.6.2	Sub-base material granulométrico.....	79
2.6.3	Pavimento de concreto con cemento Pórtland.....	82
2.6.3.1	Agregado fino.....	82
2.6.3.2	Agregado grueso.....	82
2.6.3.3	Agua.....	83
2.7	Presupuesto.....	84
2.8	Cronograma de avance físico y financiero.....	95
3.	DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL CENTRO, ALDEA LA FEDERACIÓN, SAN MARCOS	
3.1	Descripción del proyecto.....	97

3.2 Levantamiento topográfico.....	97
3.2.1 Levantamiento planimétrico.....	99
3.2.2 Levantamiento altimétrico.....	99
3.3 Criterios básicos de diseño.....	100
3.3.1 Población futura.....	101
3.3.2 Período de diseño.....	102
3.3.3 Dotación.....	102
3.3.4 Factor de retorno.....	103
3.3.5 Factor de rugosidad.....	103
3.3.6 Cálculo de caudales.....	104
3.3.6.1 Caudal domiciliar.....	104
3.3.6.2 Caudal de conexiones ilícitas.....	104
3.3.6.2.1 Coeficiente de escorrentía.....	105
3.3.6.2.2 Intensidad de lluvia.....	106
3.3.6.3 Caudal de infiltración.....	106
3.3.6.4 Caudal de diseño.....	107
3.3.6.4.1 Factor de caudal medio.....	107
3.3.6.4.2 Factor de <i>Harmond</i>	108
3.3.7 Velocidades máximas y mínimas de diseño.....	108
3.3.8 Pendientes máximas y mínimas.....	109
3.3.9 Relaciones hidráulicas.....	110
3.3.10 Cotas invert.....	112
3.3.10.1 Especificaciones de cotas invert.....	112
3.3.11 Diámetro de tuberías.....	113
3.3.11.1 Profundidad de la tubería.....	113
3.3.11.1.2 Normas y recomendaciones.....	113
3.3.12 Pozos de visita.....	114
3.3.13 Conexiones domiciliarias.....	115
3.3.13.1 Caja o candela.....	116

3.3.13.2 Tubería secundaria.....	116
3.4 Diseño hidráulico del drenaje sanitario.....	117
3.4.1 Parámetros de diseño del sector 1.....	117
3.4.2 Cálculo de tasa de crecimiento.....	118
3.4.3 Cálculo del factor de caudal medio.....	118
3.4.4 Datos específicos para el tramo PV1 a PV2.....	119
3.4.5 Diseño hidráulico.....	121
3.4.6 Relaciones hidráulicas.....	122
3.5 Ubicación de la descarga	131
3.5.1 Importancia del tratamiento de las aguas servidas.....	131
3.5.2 Proceso de tratamiento de agua servida.....	134
3.5.3 Etapas del tratamiento de agua residual.....	136
3.6 Plan de mantenimiento propuesto.....	141
3.6.1 Línea central.....	142
3.6.2 Pozos de visita	143
3.6.3 Conexiones domiciliarias.....	144
3.7 Evaluación de impacto ambiental	145
3.8 Evaluación socioeconómica.....	152
3.8.1 Valor presente neto (VPN).....	152
3.8.2 Taza interna de retorno.....	154
3.9 Presupuesto.....	155
3.10 Cronograma físico y financiero.....	163
CONCLUSIONES.....	165
RECOMENDACIONES.....	167
BIBLIOGRAFÍA.....	169
APÉNDICE.....	171

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa de localización de la aldea La Federación, San Marcos.....	2
2. Mapa de localización de la aldea Las Lagunas, San Marcos.....	3
3. Gráfica de ensayo de Atterberg.....	52
4. Gráfica de ensayo C.B.R. del suelo.....	55

TABLAS

I.	Uso actual del suelo.....	12
II.	Calendario agrícola.....	17
III.	Población por edades.....	18
IV.	Propiedades y requisitos ideales para suelo ensayado.....	34
V.	Calidad de la subrasante.....	34
VI.	Graduación de sub-base o base granular, libro azul de caminos.....	36
VII.	Composición concreto de cemento hidráulico para pavimentos.....	44
VIII.	Clasificación del suelo según C.B.R.....	56
IX.	Clasificación de vehículos por categoría de cargas por eje.....	64
X.	Determinación de la reacción K por medio del C.B.R.....	65
XI.	Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de K.....	66
XII.	Pavimento con juntas con agregados de trave.....	67
XIII.	Determinación de tipo de estructura.....	68
XIV.	Asentamiento de concreto.....	68
XV.	Resistencia de relación vrs A/C.....	69
XVI.	Porcentaje de agregado.....	70
XVII.	Resumen de diseño teórico.....	71
XVIII.	Valores de rugosidad.....	103
XIX.	Velocidades mínimas y máximas.....	108
XX.	Profundidad mínima de cota invert.....	113
XXI.	Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro en metros.....	114
XXII.	Identificación de impactos.....	146
XXIII.	Tabulación de datos de operación.....	153

LISTA DE SÍMBOLOS

CA-2	Carretera centroamericana 2
PI	Punto de intersección
PIV	Punto de intersección vertical
LC	Longitud de curva
LCV	Longitud de curva vertical
Az	Azimut
PC	Principio de curva
PT	Principio de tangente
PCV	Principio de curva vertical
PTV	Principio de tangente vertical
ST	Sub tangente
Cm	Cuerda máxima
E	External
Δ	Delta
G	Grado de curvatura
r	Tasa de crecimiento de la población
v	Velocidad de flujo en la alcantarilla
V	Velocidad de flujo a sección llena
d	Altura del tirante de agua en la alcantarilla
D	Diámetro de tubería
a	Área que ocupa el tirante de agua en la alcantarilla
Fqm	Factor de caudal medio
v/V	Relación de velocidades
a/A	Relación de alturas
d/D	Relación de diámetros

q/Q	Relación de caudales
f'c	Resistencia máxima del concreto
H	Altura
psi	Libras sobre pulgada cuadrada
lt/hab/día	Litros por habitante por día
L/s	Litros por segundo
hrs.	Horas
GPM	Galones por minuto
hab	Habitantes
Hpv	Altura de pozos de visita
Kg	Kilogramos
L	Longitud
Km	Kilómetros
m	Metros
cm	Centímetro
mm	Milímetros
Lts	Litros
pv	Pozo de visita
q	Caudal de diseño
Q	Caudal
S	Pendiente del terreno
Seg	Segundos
φ	Diámetro
%	Porcentaje

GLOSARIO

Aeróbico	Condición en la cual hay presencia de aire u oxígeno libre.
Altimetría	Parte de la topografía que trata sobre la medida de alturas.
Anaeróbico	Condición en la cual hay ausencia de oxígeno libre.
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. Se mide en grados o en radianes.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde cero a 360 grados.
Bacteria	Grupo de organismos microscópicos unicelulares, rígidos y carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos de tratamiento, incluyendo: oxidación biológica, digestión nitrificación y desnitrificación.
Balasto	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir que, consta de material fino y grueso con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura.

Banco de marca	Es el lugar que se toma como punto fijo, y como referencia para determinar la altura de otros puntos.
Base	Está constituida por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado que se construye sobre la sub-base.
Bordillos	Son las estructuras de concreto simple que se construyen en el centro, en uno o en ambos lados de una carretera y, sirve para el ordenamiento del tráfico y seguridad del usuario.
Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y conduce el sistema de drenaje.
Caudal	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo que pasa en un punto determinado donde circule un líquido.
Colector	Tubería, generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas negras de la población al lugar de descarga.
Compactación	Acción de lograr que un material alcance una textura apretada o maciza.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente.

Cota de terreno	Indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.
Cotas Invert	Cota o altura de la parte inferior e interior del tubo ya instalado.
Curva de nivel	Línea que une puntos de una misma elevación, sin pasar sobre otra.
Densidad	Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.
Descarga	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, las que pueden estar crudas o tratadas.
Desinfección	Es la destrucción de casi todas las bacterias patógenas que existen en el agua, por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, etc.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que, en promedio, consume cada habitante por día.
Drenajes	Son los medios utilizados para controlar las condiciones de flujo de agua.
Estación	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Infraestructura	Conjunto de las obras de una construcción.

Plasticidad	Es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse hasta cierto límite.
Pozo de visita	Es una obra accesoria de un sistema de alcantarillado, que permite el acceso al colector, cuya finalidad es facilitar el mantenimiento del sistema para que funcione eficientemente.
Proliferación	Reproducirse o multiplicarse.
Rasante	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.
Sección típica	Es la sección que permanece uniforme, la mayoría de veces, en toda la extensión de una carretera.
Sub-rasante	Es el nivel del terreno sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento (sub-base y carpeta) de una carretera o camino.
Tirante	Altura de las aguas negras o pluviales dentro de una alcantarilla.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) realizado en el departamento de San Marcos, en el cual las prioridades principales fueron: el diseño de pavimento rígido que conecta el caserío Navidad, aldea Las Lagunas, y diseño de alcantarillado sanitario para el cantón El Centro, aldea la Federación, San Marcos. Tiene como principio fundamental promover el desarrollo por medio de proyectos de ingeniería civil para lograr que dichas comunidades tengan acceso a un mejor nivel de vida.

El trabajo contiene una investigación para conocer las necesidades de la población que generó la siguiente información: falta pavimentación y drenaje sanitario, que perjudica la salud y desarrollo de sus habitantes; datos de la población, vivienda, consumo de agua y servicios utilizados. Por ello fue necesario la implementación de la planificación de estos sistemas que cubrieran las mayores necesidades y cuyo objetivo fuera la minimización del índice de morbilidad. Para ésto se determinó, por medio del método de incremento geométrico, la población futura a treinta años para el alcantarillado sanitario.

En el diseño del pavimento rígido se utilizó el sistema de medición topográfica como la planimetría y altimetría, para definir una longitud de 2,230.2 m. de largo y un ancho de 6 m. Para luego se procedio al muestreo de la subrasante y así para las propiedades del suelo por medio de los ensayos de laboratorio y diseñar el pavimento rígido.

Para el diseño se utilizó el método simplificado de la PCA llegando a proponer una ligera estabilización del suelo de 15 cm. de base, con un espesor de losa de 15 centímetros, bordillos de 15 X 10 centímetros y un bombeo pluvial del 3%.

En cuanto al drenaje sanitario, se estudió dónde se debía descargar el agua residual. Teniendo definidos los parámetros anteriormente mencionados se procedió a los trabajos previos al diseño: planimetría y altimetría, obteniéndose una longitud de 3,089.34 m; posteriormente se tomaron parámetros de diseño como: periodo de diseño, tasa de crecimiento de la población, la dotación de agua potable que percibe la población, la cantidad de habitantes por vivienda, número de viviendas. Para proponer, finalmente, un sistema de tubería PVC ASTM F-949 y pozos de visita de ladrillo tayuyo, por su facilidad de instalación, economía y duración.

OBJETIVOS

GENERALES

- Contribuir al mejoramiento del nivel de vida de las poblaciones: caserío Navidad, aldea Las Lagunas y cantón El Centro, aldea la Federación, San Marcos con la elaboración de estos proyectos.

ESPECÍFICOS

1. Diseño de pavimento rígido para el caserío Navidad y la red de drenajes para el cantón El Centro, aldea La Federación del departamento de San Marcos aplicando todas las herramientas de ingeniería.
2. Utilizar normas y reglamentos establecidos para el diseño de proyectos de pavimentación y drenajes, de modo que puedan ejecutarse dentro de los lineamientos y técnicas adecuadas.
3. Proporcionar a la municipalidad de San Marcos, por medio del EPS, una propuesta técnica y adecuada para solucionar los problemas de pavimento y drenaje de dichas comunidades.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como finalidad, realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) que, según el resultado del diagnóstico realizado en la municipalidad de San Marcos y en el lugar, se tomó como prioridad en proyectos de infraestructura: diseño de pavimento rígido para el caserío Navidad, aldea Las Lagunas y diseño del alcantarillado sanitario para el cantón El Centro, aldea La Federación, San Marcos, San Marcos.

Es indispensable mencionar que la salud es consecuencia de la interacción de factores biológicos, ambientales, económicos y sociales, por lo que su mejoramiento dependerá de la coordinación y articulación de las acciones que realicen las dependencias y entidades involucradas, los distintos sectores de la sociedad, para mejorar la calidad de vida de la población.

Para el primer problema se determinó que es necesario hacer la planificación y el diseño de la pavimentación partiendo que es un sector urbano del municipio, que en la actualidad está empedrado y que con el transcurrir del tiempo la ciudad ha crecido en población y también en los medios de comunicación terrestre.

Para el segundo problema se tomó como prioridad la planificación y diseño del alcantarillado sanitario, el cual beneficiará a los habitantes del cantón El Centro de la aldea La Federación, ya que es uno de los servicios básicos que necesita toda comunidad, de esta forma minimizará el efecto de la contaminación del medio ambiente, así como la proliferación de diferentes tipos de enfermedades.

Se pretende que el presente trabajo de graduación sirva de orientación a municipalidades e instituciones que ya han iniciado este tipo de proyectos, para el mejor aprovechamiento de sus recursos.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS

1.1 Generalidades

1.1.1 Límites y localización

1.1.1.1 Límites

El municipio de San Marcos colinda al norte con los municipios de Ixchiguan, Tejutla y Comitalcillo; al sur con los municipios de Esquíputas Palo Gordo, Nuevo Progreso, San Rafael Pié de la Cuesta y San Cristóbal Cucho; al este con los municipios de San Lorenzo y San Pedro Sacatepéquez; y al oeste con los municipios de San Pablo y Tajumulco.

La aldea Las Lagunas se encuentra limitada al norte con el municipio de San Marcos, este con el municipio de San Pedro Sacatepéquez, al sur con la aldea Agua Caliente y San José Las Islas, al oeste con el cantón El Recreo y el municipio de Esquíputas Palo Gordo.

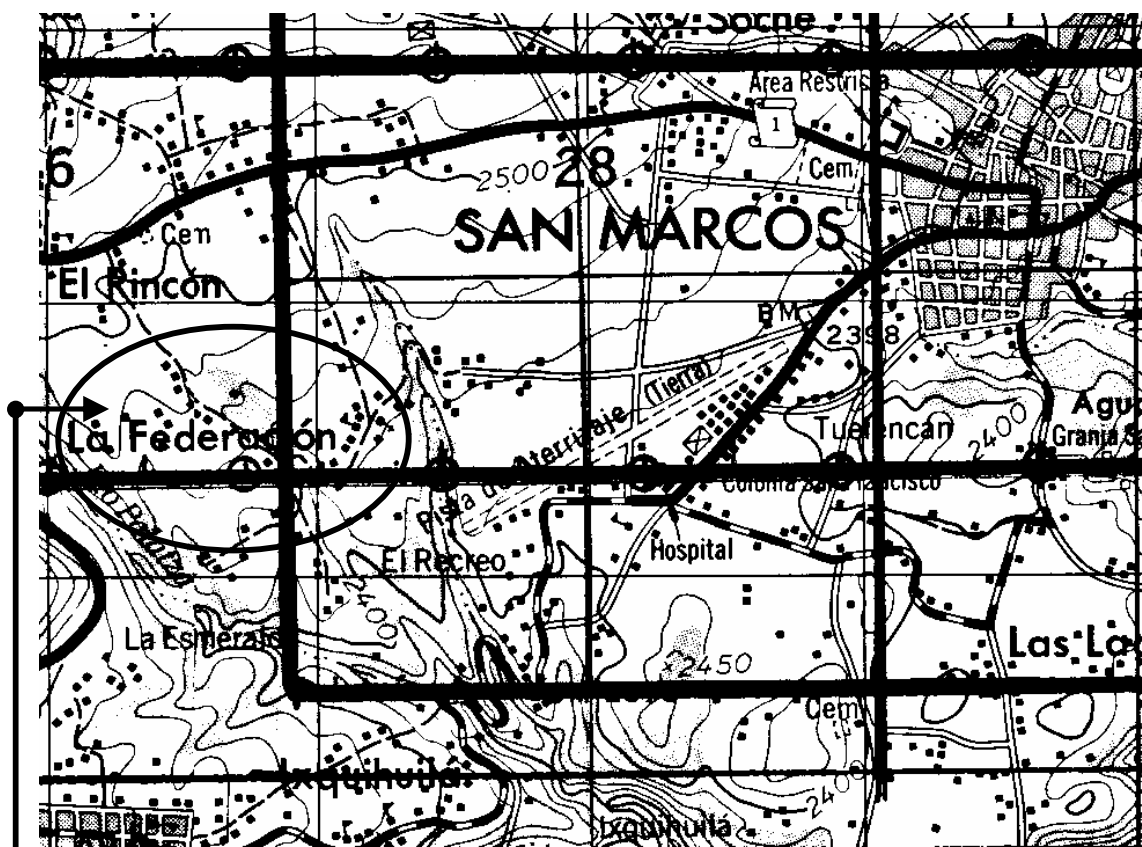
La aldea La Federación se encuentra limitada al norte con la aldea San Rafael Soche, al este con el municipio de San Marcos y el cantón El Recreo, al sur con el municipio de Esquíputas Palo Gordo y al oeste con aldea El Rincón.

1.1.1.2 Localización

El municipio de San Marcos, siendo a la vez cabecera departamental, se encuentra situado en la región VI o región sur occidental. Está a 2,398 metros sobre el nivel del mar y a una distancia de 250 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala, cuenta con una extensión territorial de 121 kilómetros cuadrados

y una ubicación geográfica con las siguientes coordenadas; latitud norte de: 14°57'40" y una longitud oeste de: 91°47'44". Las Lagunas se encuentra localizada al sureste a 3.00 kilómetros y la aldea La Federación se encuentra al suroeste a 4 kilómetros del Palacio Maya del municipio de San Marcos.

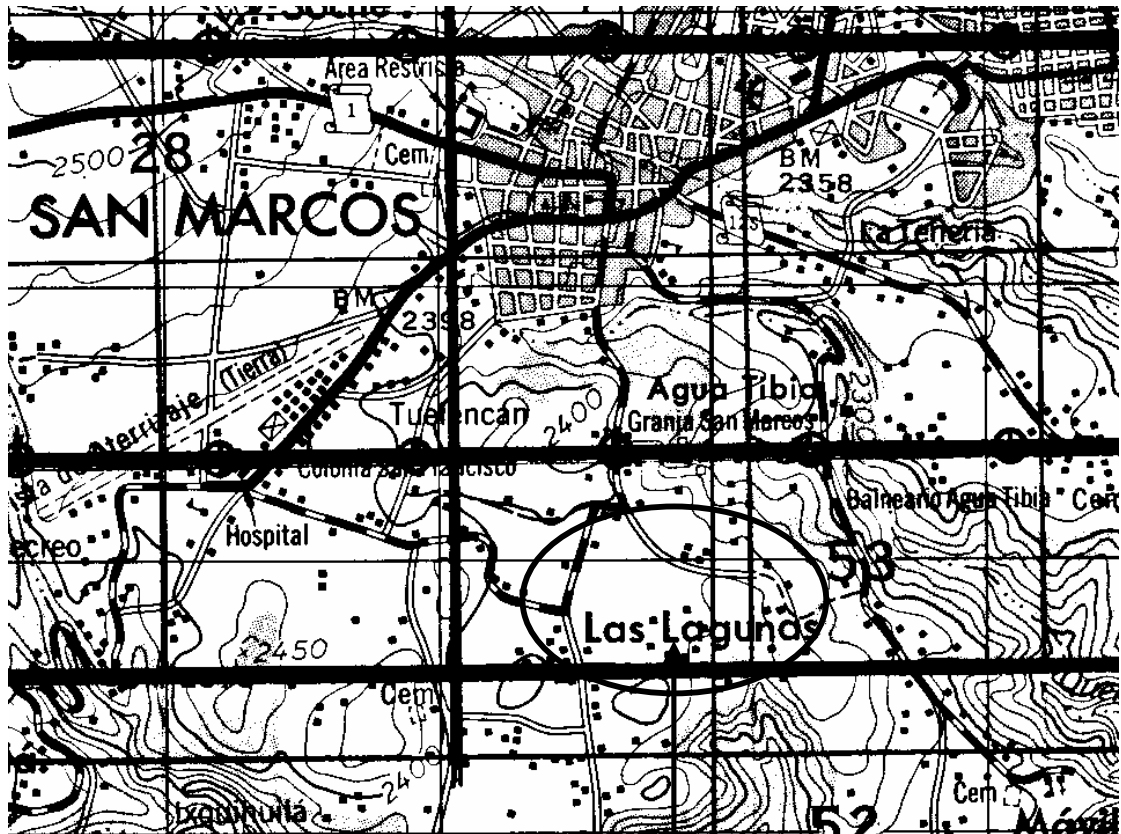
Figura 1. Mapa de localización de la aldea La Federación, San Marcos



FUENTE: mapa cartográfico de Guatemala.

● La Federación

Figura 2. Mapa de localización de la aldea Las Lagunas, San Marcos



FUENTE: mapa cartográfico de Guatemala.

Las Lagunas

1.1.2 Nombre de la comunidad

1.1.2.1 Reseña histórica

San Marcos fue fundado el 25 de abril de 1533, día del arribo de la colonia militar, integrada por cincuenta soldados españoles que enviara el conquistador Pedro de Alvarado, al mando del Capitán Juan de León Cardona, con el propósito de extender los dominios a estos lugares. Llegaron al bosque llamado Candacuchex que significa Tierra de frío, los españoles se apoderaron

de él, para vivir apartados de los aborígenes, ya que su desconfianza hacia ellos era fuerte.

En el punto dominante, a la vista del pueblo, por donde hoy es el cantón Santa Isabel, hicieron alto y dispusieron descansar; tomando las medidas necesarias para su seguridad, levantaron su improvisado campamento militar y encendieron fogatas; pues a pesar de que estaban en plena primavera, para ellos el clima era adverso.

El 25 de septiembre de 1675, el oidor de la Real Audiencia Lic. Juan Bautista de Arqueola, distribuye las tierras bajo la idea latifundista, surgiendo San Marcos como barrio de Quetzaltenango, al estilo español. El Padre Juarros, en su Historia de Guatemala, dice que el barrio de San Marcos, aldea de ladinos en la provincia de Quetzaltenango, fue mandado erigir por la Real Audiencia el año de 1755.

Don José Luis García A., dice sobre la fundación de San Marcos lo siguiente: “Con la construcción de viviendas al estilo español y con la necesidad de encauzar la vida colectiva dentro de normas administrativas, en el año 1752 San Marcos representado por cuatro, vecinos solicitó la instalación de su ayuntamiento municipal; iniciándose con esto la carrera política autónoma del pueblo y la actividad cívica de sus ciudadanos, principiando a figurar el apellido Barrios, para nominar a hombres que dedicaron su vida pública al nacimiento de la entidad de este nuevo pueblo”.

Al distribuirse los pueblos del Estado de Guatemala para la administración de justicia, por el sistema de jurados, adoptado en el código de Livingston y decretado el 27 de agosto de 1836; San Marcos, fue adscrito al circuito del Barrio y fue elevado a la categoría de Valle. Por decreto el 12 de

noviembre de 1825 y como tal, pasó a ser la cabecera del distrito territorial del mismo nombre, el 3 de julio de 1832. El censo fue levantado por el vecino Jesús del Castillo, el que dio por resultado la elección de la primera municipalidad.

Los personajes que constituyeron la primera municipalidad de San Marcos en 1754 fueron: alcalde primero, Sebastián de Barrios; alcalde segundo, Fernando Rodríguez; primer regidor, Pedro Escobar; mayordomo de cabildo, Marcos de Rodas. El 16 de marzo de 1791, se produjo un terremoto y derrumbó el edificio de la municipalidad. El 18 de abril de 1797, el Arzobispo don Juan Félix de Villegas ordenó la construcción del nuevo templo católico; éste duró hasta el 6 de agosto de 1944, pues se desplomó a consecuencia de un nuevo terremoto.

El 30 de septiembre de 1821, siendo el alcalde don José Bonifacio Barrios, se reúne el ayuntamiento de San Marcos para jurar la Independencia Nacional, promoviendo una celebración con todo el pueblo ya que por falta de medios de comunicación la noticia de la Emancipación Política Nacional llegó a los 15 días.

El 8 de mayo de 1866, por decreto gubernativo se eleva el distrito a departamento. El 16 de agosto de 1898, asciende a cabecera departamental. El 27 de noviembre de 1933, el decreto 477 dispone fundar una nueva población entre San Marcos y San Pedro Sacatepéquez, con el nombre: La Unión. El 9 de febrero de 1942, se establece un nuevo municipio, con el nombre de San Marcos La Unión. El 20 de julio de 1945, desaparece del departamento de San Marcos, el municipio de La Unión, para restablecer el departamento de San Marcos y el municipio de San Pedro Sacatepéquez.

El 8 de Mayo de 1966, San Marcos celebra pomposamente el primer centenario de su creación como departamento.

Nombre de la comunidad de San Marcos

Se sabe que en San Marcos al principio de su formación, se le conocía como El Barrio y se le levantó un templo donde funcionaría la Iglesia Católica consagrada a San Marcos Evangelista, de donde se sabe que el departamento tomó su nombre, por haber sido puesto bajo la advocación de San Marcos.

Por acuerdo gubernativo del 16 de diciembre de 1935, se creó el municipio de San Marcos La Unión, al unirse San Marcos con San Pedro Sacatepéquez, quedó San Marcos como cabecera., esta disposición se derogó el 20 de julio de 1945, restableciéndose los municipios de San Marcos y San Pedro. Por acuerdo del 23 de febrero de 1960, a la cabecera municipal de Ayutla se le dio el nombre de Ciudad Tecún Umán.

Fue creado como departamento por el acuerdo que dice

“Palacio de Gobierno: Guatemala mayo 8 de 1866, habiendo tomado en consideración la solicitud hecha por la municipalidad de San Marcos, para que el distrito de este nombre fuese elevado al rango de departamento: atendiendo a que el nombre de distrito que llevan hasta el día de hoy algunas divisiones territoriales de la república, la que tuvo su origen en un sistema que ya no existe; y -Considerando asimismo, que el régimen político militar, judicial y económico es actualmente uniforme en la república. -El Presidente -En uso de las facultades que le da el decreto del 9 de septiembre de 1839, tiene a bien acordar: -Que los territorios de San Marcos, Huehuetenango, Petén, Izabal y Amatitlán, que han conservado la denominación de distritos, se les dé en lo sucesivo la de departamento, debiendo en consecuencia sus autoridades tomar las mismas denominaciones que usan las de los otros departamentos de la

República, sin que ninguno de ellos conserve dependencia de otro en su régimen político y administrativo. Comuníquese a quien corresponda y publíquese en la Gaceta Oficial“.

El señorío de los Mames se extendía desde Huehuetenango hasta el departamento de San Marcos, a donde Pedro de Alvarado mandó al capitán Juan de León Cardona a someter la región con un ejército integrado por cincuenta soldados españoles y algunos tlascaltecas.

Parte del actual territorio de San Marcos perteneció al corregimiento de Quetzaltenango durante la colonia.

El departamento de San Marcos formó parte del Estado de los Altos y de todos los intentos y movimientos para la formación del Sexto Estado, hasta que el 8 de mayo de 1849 se firmó un convenio entre el General Mariano Paredes, Presidente de la República y el General Agustín Guzmán, en la ciudad de Antigua Guatemala. A través de dicho convenio los territorios separados se reincorporaron a la nación. Para 1892 el departamento tenía 24 municipios.

1.1.3 Acceso y comunicaciones

1.1.3.1 Vías de acceso

El municipio de San Marcos cuenta con una vía principal, que es la ruta nacional 1, asfaltada, que comunica a San Marcos con la ciudad capital, dicha ruta prosigue hasta la frontera con México enlazando en su trayecto con las carreteras interamericana CA-1 e internacional del pacífico CA-2; así como las rutas nacionales 12-N y 12-S. El municipio tiene también carreteras, caminos y veredas que unen a las comunidades con la cabecera municipal y lugares circunvecinos.

La aldea Las Lagunas cuenta actualmente con dos vías de acceso transitable todo el año: una que está pavimentada y comunica con el hospital nacional de San Marcos y la otra está empedrada y comunica con el parque central del departamento de San Marcos.

La aldea La Federación cuenta con tres vías de acceso transitable todo el año, las tres están empedradas, una comunica con el hospital nacional de San Marcos, la segunda comunica con la carretera asfaltada que va del municipio de San Marcos a la zona costera y México, y la tercera comunica con el municipio de Esquípuas Palo Gordo.

1.1.3.2 Comunicaciones

El municipio de San Marcos cuenta con varias rutas de comunicación importantes siendo una de ellas la ruta nacional 1 que lo une con Quetzaltenango así como por la 6-W y la 12-S que comunica con todos los municipios del altiplano márkense y otra de tercería que comunica con la carretera internacional del pacífico CA-2.

1.1.4 Topografía e hidrografía

1.1.4.1 Topografía

La topografía del terreno, situado al norte del municipio de San Marcos, es quebrado debido a que lo atraviesa la Sierra Madre, su suelo fértil es mediano o escaso, rodeado de vegetación. Su población está situada en un incomparable panorama por ello lo denominaron el valle de la eterna primavera.

1.1.4.2 Hidrografía

El municipio de San Marcos se encuentra situado dentro del área geográfica de tres cuencas hidrográficas de gran importancia. Además, dicha área, al ser forestal y de cumbres de más de 3,000 metros de altitud supone una importante superficie de recarga hídrica.

1.1.4.2.1 Accidentes hidrográficos

Cuencas

En el municipio de San Marcos, se encuentran 3 grandes cuencas, las cuales son:

- Del río Naranjo
- Del río Cuilco
- Del río Suchiate

Ríos

- Agua Escondida
- Del Horno
- Cabuz
- El Apeadero
- Canoa de Piedra
- El Nacedero
- Chimachiche
- Los Soicos
- Chisguachin
- Chivisgüé

Riachuelos

- Chicá
- El Rastrojo
- Los Cerezos
- El Barrial
- Las Ortigas
- Telencán

Arroyo

- Serchil

Ubicación de los nacimientos

- Nacimiento Santa Lucia Ixcamal: ubicado en la aldea Santa Lucia Ixcamal, jurisdicción del municipio de San Marcos. Dicho nacimiento también distribuye a la aldea Ixcamal.
- Nacimiento Los Arcos: ubicado en la aldea San Andrés Chapil, jurisdicción del municipio de San Pedro Sac. San Marcos.
- Nacimiento Cerro Chil: denominado la Cadena, ubicado en la aldea Serchil, San Marcos.

Los tres nacimientos producen un total de 30 litros /seg.

Ubicación y producción de pozos mecánicos

- Pozo 1: ubicado en la 14 Av. entre la 1ª y 5ª calle de la zona 5, tiene una capacidad de bombeo de 20 lts. /segundo.
- Pozo 2: ubicado en la 15 Av. Entre la 5ª y 6ª calle de la zona 5, tiene una capacidad de bombeo de 25 lts. /segundo.
- Pozo 3: ubicado en la aldea Caxaque, de San Marcos.

1.1.4.3 Orografía

El municipio de San Marcos presenta un relieve muy accidentado. Se encuentra ubicado dentro de la Sierra Madre de Guatemala, en la zona volcánica del extremo occidental del país. Una línea de cumbres (línea de cuencas hidrográficas) que divide dos o más cuencas hidrográficas) que va desde la cima del volcán Tajumulco (4,220 metros) hasta el extremo sur del municipio en la aldea de El Bojonal (1,400 metros), pasando por el cerro Serchil (3,166 metros) y el bosque municipal. Esta línea montañosa define las tres cuencas hidrográficas de San Marcos, detalladas anteriormente.

1.1.4.3.1 Accidentes orográficos

Sierra

- Sierra Madre

Cerros

- Concepción
- Ixtagel
- Serchil

1.1.4.4 Suelos

El municipio de San Marcos se asienta sobre terrenos volcánicos pertenecientes a la unidad fisiográfica de las tierras altas volcánicas. Que muestran cierto grado de variabilidad, pero en su gran mayoría se trata de suelos poco profundos, con fertilidad media o escasa y una textura del horizonte superior del tipo franco-arenosa. Tan sólo los suelos que rodean a la cabecera presentan buenos índices de fertilidad, una profundidad superior a los 100 cm. y

un buen índice de materia orgánica. La capacidad de uso del suelo en San Marcos es, principalmente, forestal. En las zonas de mayor pendiente, la capacidad de uso es forestal de protección. En las zonas de menor pendiente la capacidad de uso es forestal de producción y su clasificación es S.C.U A-4, describiéndose como: limo arcilloso color café oscuro siendo un material no plástico.

Tabla I. Uso actual del suelo

Tipo de uso	San Marcos (municipio)		San Marcos (departamento)	
	Superficie (ha)	Porcentaje del total (%)	Superficie (ha)	Porcentaje del total (%)
Agrícola	3,108	28.8	266,623	75.4
Forestal	6,317	58.5	68,732	19.4
Pastos	656	6	16,031	4.5
Otros	724	6.7	2,420	0.7
TOTAL	10,805	100	353,809	100

Fuente: diagnóstico ambiental de San Marcos (2002)

Uso de la tierra

El uso actual de la tierra en San Marcos es, principalmente, forestal (un 58.5%), lo que supone un cambio respecto al resto del departamento (un 19.4%). Lo mismo ocurre con los porcentajes de uso agrícola (mezcla de cultivos, viviendas, terrenos forestales y zonas de pasto); mientras el municipio presenta un valor del 28.8%, el departamento presenta valores medios que oscilan en torno al 75.4%. En definitiva, el municipio de San Marcos presenta un valor de uso actual de la tierra forestal casi tres veces mayor que a nivel departamental.

1.1.5 Aspectos climáticos

El clima del municipio de San Marcos es frío, con una temperatura promedio de 12.4 °C; oscilando entre una máxima de 20.0 °C y una mínima de 6.0 °C. Con una precipitación pluvial de 1,026.5 milímetros y una humedad relativa media de 85%, según datos obtenidos del Insivumeh por la estación meteorológica No. 37 ubicada en la cabecera departamental de San Marcos.

Se marcan dos estaciones climáticas durante el año

- La lluviosa o invierno que comprende los meses de mayo a noviembre.
- La estación seca o verano que va de los meses de noviembre a marzo, la cual registra un régimen de baja temperatura específicamente entre noviembre a enero, donde se presentan heladas que afectan a cultivos de la época existentes en el área.

Algunas de las características climatológicas de la aldea Las Lagunas y La Federación son similares debido a la cercanía entre ellos con el municipio.

- Humedad relativa varía de un 70% a 80%
- Temperatura máxima 20 grados centígrados, mínima 12 grados centígrados y promedio 13.25 grados centígrados
- Vientos predominantes se registran en dirección noroeste, durante los meses de noviembre a abril.

1.1.6 Actividades económicas

En el municipio de San Marcos la agricultura es muy variada y esto ayuda a la economía de la población. A continuación se describen las actividades económicas.

Población económicamente activa: en el área urbana la mayor parte de jefes de familia cuentan con un trabajo asalariado; el 75% de los mismos son profesionales y el 25% trabajan en otras actividades particulares.

En el área rural la actividad económica está basada en actividades agrícolas y pecuarias en 88%; el 12% restante, emigran a la cabecera municipal a trabajar.

Principales actividades económicas: en el área rural, la actividad económica más importante, es la agricultura. Desarrollada por los hombres que en algunos casos son apoyados por las mujeres y en menor escala por los niños.

En el área urbana el 25% de la actividad de índole privado se refiere a las siguientes ocupaciones:

Panaderías

Talleres de moda

Herrerías

Taller de enderezado y pintura

Estructuras metálicas

Blockeras

Tapicerías

Fábricas de tejidos

Hojalatería

Talleres de mecánica

Taller de estructura metálica

Taller de estructuras de aluminio

Carpinterías

Manualidades

Zapaterías	Imprentas
Funerarias	Tiendas de consumo
Farmacias	Almacenes
Carnicerías	Boutiques
Hoteles	Restaurantes y cafeterías
Oficinas de abogados	Clínicas médicas
Clínicas de odontólogos	Oficina de ingenieros

Principal actividad económica de estas poblaciones, aldea Las Lagunas y la aldea La Federación son:

- a) 77% Agricultura
- b) 18% Artesanal
- c) 5% Profesionales

1.1.6.1 Trabajadores emigrantes

El flujo migratorio del municipio, está constituido por la población que sale del departamento a buscar fuentes de empleo a los EEUU, para mejorar su situación económica, según información brindada por el centro de salud del municipio, la población emigrante es del 4 % (1,447 personas).

1.1.6.2 Empleo, desempleo, sub-empleo

El porcentaje de empleo es del 35 %, el desempleo es de 25 %, y el subempleo es de 40 %.

1.1.6.3 Promedio de ingresos

El ingreso promedio diario por persona es de Q.30.00, que hace un total mensual de Q. 900.00 por familia. Con el costo de la canasta básica que es de Q. 1,500, para una familia de 5 personas. Se deduce que en el municipio existe pobreza y pobreza extrema.

1.1.6.4 Actividad agrícola

Tenencia de la tierra

En el municipio de San Marcos se observa que, en el área rural la tierra en un 95% es propia y el otro 5% es en usufructo, directamente para cultivos; de ese 95% de los comunitarios que son dueños de terrenos cada uno posee un promedio de 35 cuerdas de terreno, en el área urbana pocas personas cuentan con terreno para cultivo.

Principales cultivos

Los cultivos de mayor importancia en el municipio de San Marcos, podemos dividirlos en dos ramas, las cuales son:

- Cultivos tradicionales: dentro de estos tenemos los granos básicos: maíz, frijol, trigo, cebada, aguacates, duraznos, manzana, ciruela, etc.
- Cultivos no tradicionales: en estos cultivos se encuentran las hortalizas: brócoli, coliflor, zanahoria, papa, repollo, rábano, acelga, lechuga, haba, cilantro, col de brúcela, etc.

Técnicas de producción

Las técnicas de producción son las mismas que practicaban los antepasados, se prepara el terreno en los primeros meses del año, lo que le llaman limpia del terreno, lo abonan para sembrar en los primeros días de lluvia entre los meses de marzo y abril.

Pero también algunos agricultores, utilizan las técnicas tradicionales de producción porque no cuentan con los recursos para la adquisición de maquinaria e insumos. En menor escala los agricultores tienen la tecnología apropiada y uso de semilla mejorada y planes de fertilización, esto donde están trabajando instituciones que se los proporcionan.

Destino de la producción

Los habitantes del área rural comercializan localmente el 80% de los productos agrícolas que cultivan, como maíz, frijol, aguacates, frutas y diferentes clases de hortalizas y el 20% restante es para auto consumo.

Tabla II. Calendario agrícola

CULTIVO	SIEMBRA	COSECHA
Maíz	Marzo y abril	Octubre y diciembre
Trigo	Julio	Diciembre
Frijol	Mayo	Octubre
Papa	Mayo	Agosto
Hortalizas	Todo el año	Todo el año

1.1.7 Extensión territorial

El municipio de San Marcos posee una extensión territorial de 121 kilómetros cuadrados.

La aldea Las Lagunas posee una extensión territorial de 30 kilómetros cuadrados y la aldea La Federación posee una extensión territorial de 20 kilómetros cuadrados.

1.1.8 Población

Tabla III. Población por edades

ASPECTOS DEMOGRÁFICOS						
GRUPO POR EDADES	Consejo de desarrollo San Marcos del año 2004					
	HOMBRES			MUJERES		
Años	Ladinos	Mayas	Total	Ladinos	Mayas	Total
De 0 a 12	502	61	563	469	58	527
De 13 a 17	518	61	579	530	76	606
De 18 a 40	427	57	484	419	45	464
De 41 a 60	369	39	408	399	45	444
De 61 a 100	308	33	341	287	37	324
TOTALES	2124	251	2375	2104	261	2365

TOTAL DE HABITANTES

4740

De 0 a 12 años.....	1090.
De 13 a 17 años.....	1185.
De 18 a 40 años.....	948.
De 41 a 60 años.....	852.
De 61 a 100 años.....	665.
Total de habitantes.....	4740.

1.1.8.1 Población por origen étnico

La mayoría de los habitantes de San Marcos son de origen mestizo o ladino, sumando el 90.76% en el área urbana. En el área rural principalmente existen algunas comunidades de origen indígena mam, las cuales ya no hablan su idioma nativo, constituyendo el 9.24%, de la población total.

Densidad poblacional

El municipio de San Marcos presenta una densidad poblacional de 313 habitantes por kilómetro cuadrado.

Migración

La falta de empleo ha provocado que habitantes de todo el municipio de San Marcos opten por trasladarse a otros lugares en busca de oportunidades que les permita mejorar su calidad de vida y la de su familia con envíos de remesas especialmente de Estados Unidos aunque muchos viajan a la capital de Guatemala en busca de trabajo. También hay casos en lo que la migración tiene como objetivo el estudio, ya sea de nivel medio y universitario.

1.1.8.2 Folclore

Dentro del folclore márchense destaca lo siguiente:

- Artesanía y arte: elaboración de variedad de muebles de madera, pintura, drama, verso, cuento, música
- Comidas: caldo de olla (ollada), cocido, jocón, pepián, tamales con carne, tamales de elote, tayuyos, chuchitos, cambray, dulce de ayote, dulce de garbanzo, dulce de higo, conserva de cerezos, duraznos y manzanas, y el tradicional fiambre plato típico para el día de los Santos.
- Bebidas: atole de elote, horchata de arroz, atole de maíz quebrado con suchile, caliente de frutas, arroz con leche, atolillo.

1.1.8.3 Datos de la vivienda

La construcción de viviendas en dichas aldeas es diversa, de acuerdo a la información recopilada durante la investigación de campo a través del Instituto Nacional de Estadística, las condiciones en que habitan la mayoría de personas en estas comunidades son aceptables sin embargo, hay muchos pobladores que viven en condiciones difíciles por carecer de servicios básicos en sus viviendas, debido al escaso nivel económico que poseen. Dichas familias tienen pocas posibilidades de obtener un crédito en los bancos o instituciones que cuentan con fondos para mejorar la vivienda guatemalteca.

1.1.8.4 Tradiciones y costumbres

Fiesta titular

San Marcos, fue fundado con el nombre de barrio San Marcos, el 25 de abril de 1533, por lo cual la fiesta titular del municipio se celebra del 22 al 27 abril de cada año, siendo el 25 el día principal, en honor al Evangelista San Marcos.

Tradiciones y costumbres

Entre las tradiciones y costumbres que se conservan en el municipio de San Marcos, sobresalen las siguientes:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------|
| • Elección Rojasiente Superba | Abril |
| • Elección reina departamental | Abril |
| • Cofradía del patrono San Marcos. | 25 de abril |
| • Celebración del día de Los Santos. | 01 de noviembre |

- Navidad y año nuevo. 24 de Dic., y 01 de enero.
- Semana Santa, Judas y su testamento.
- Desfile alegórico. 22 de abril
- Convite de diablos. 07 de diciembre.
- Concurso de barriletes 01 de noviembre.
- Bautizos, comuniones y matrimonios.
- Festival de La 5ta. Calle.

Seguridad ciudadana

Las instituciones encargadas de la seguridad ciudadana

- Policía Nacional Civil.
- Policía Municipal.
- Ejercito Nacional, (Zona Militar No. 18).
- Corporación Municipal.
- Auxiliaturas.
- Ministerio Público.
- Organismo Judicial.
- Gobernación departamental.

1.1.8.5 Idioma

En las aldeas Las Lagunas, La Federación y especialmente en el municipio de San Marcos se habla el idioma español, algunos emigrantes del área rural que han llegado a vivir en estas aldea especialmente las personas de mayor edad hablan el Mam y Español.

1.1.9 Principales necesidades del municipio

1.1.9.1 Aspecto de salud

En la cabecera municipal de San Marcos, están ubicadas la dirección del área y el centro de salud, que funcionan en el mismo edificio que es propio y se encuentra en buenas condiciones; el hospital nacional, dos hospitales privados, 12 clínicas particulares y 6 puestos de salud, los cuales están ubicados en lugares estratégicos.

En las poblaciones, Las Lagunas y La Federación no cuentan con servicio de salud local, por lo que tienen que movilizarse en casos de emergencia a la cabecera departamental.

En dichas poblaciones solo cuentan con comadronas que atienden únicamente partos.

1.1.9.1.1 Principales enfermedades

- El 75% de niños padecen enfermedades gastrointestinales. Debido a la contaminación de las aguas negras por no haber fosas sépticas, no hervir o clorar el agua y contaminación de basura.
- El 25% de niños padecen enfermedades respiratorias. En niños y personas adultas las enfermedades viruales se dan debido a los cambios climáticos, cuando caen las primeras heladas en diciembre, los vientos fuertes de febrero y marzo y las primeras lluvias en mayo.
- El 75% de la población adulta padecen de enfermedades viruales.
- El 25% de la población adulta padecen de enfermedades diversas.

Principales causas de mortalidad infantil: según los datos proporcionados de las comunidades del presente año no se registran causas de mortalidad infantil y materna, únicamente mortalidad general y sus causas fueron: politraumatismo, bronconeumonía y cáncer.

Principales causa de morbilidad infantil

- Bronconeumonía
- Pulmonía
- Accidentes
- Infección intestinal

Principales causas de morbilidad general

- Resfriado común
- Desnutrición
- Neumonía
- Diarrea
- Disentería

Tasa de natalidad.....25% anual
Tasa de mortalidad.....1% anual
Tasa de morbilidad.....75% anual

Formas y medios que utilizan para curar las enfermedades

- a) Rehidratación en un 88% en el hospital nacional que queda a 2 kilómetros del centro de la aldea Las Lagunas y 1.5 kilómetros de la aldea la Federación.
- b) El 9% en el centro de salud de San Marcos.
- c) El 2% por rehidratación oral y otros medios caseros en el propio lugar.
- d) El 1% en clínicas privadas de San Marcos y San Pedro Sacatepéquez.

Utilización de plantas medicinales: las especies que más utilizan los habitantes de dichas comunidades para prevenir las enfermedades son:

Hierba buena	Té ruso
Pericón	Orégano
Guinte	Café
Salvia santa	Ruda
Artemisa	Té de menta

1.1.9.1.2 Instituciones que trabajan en salud

El área de salud realiza campañas de vacunación para niños y animales, capacitaciones para las familias principalmente a las amas de casa para mejorar de esta manera las condiciones de salud de las poblaciones.

1.1.10 Aspecto ambiental

1.1.10.1 Disposición de drenajes y letrinas

La comunidad de La Federación no cuentan con el servicio de letrinas lavables por lo tanto no cuentan con el servicio de drenaje ya que un 90% de las familias utilizan pozos ciegos y letrinas de concreto en mal estado.

1.1.10.2 Manejo de basura domiciliar

La municipalidad, trabaja el proyecto de manejo adecuado de residuos sólidos urbanos, la cual opera una planta de desechos orgánicos, que produce abono natural que se ofrece a los agricultores de la región; se trabaja un relleno

sanitario provisional que esta ubicado en la aldea El Recreo del municipio de San Marcos en donde se depositan los desechos no reciclables, actualmente cuenta con un incinerador de basura ubicado en el balneario Agua Tibia.

Está organizado un tren de aseo que recolecta la basura de toda la ciudad, pasando una vez a la semana en cada zona, este servicio abarca a 1,642 usuarios que pagan Q 8.15 mensuales por el servicio. El problema que presenta este servicio, es que en el municipio de San Marcos no se ha seleccionado un lugar que cumpla con las características para un relleno sanitario

El 70% de la población utiliza basura orgánica, para abonar sus tierras, el 10% la mantiene expuesta al medio ambiente y el 20% la queman.

1.1.11 Aspecto educativo

Población escolarizada atendida: para el año 2002 fue de 12,723 alumnos, del área rural y del área urbana, 6,355 alumnos del sexo masculino y 6,367 alumnos del sexo femenino.

El nivel de escolaridad de las comunidades Las Lagunas y La Federación en general es:

- a) Analfabetismo.....28%
- b) Primero o segundo año de educación primaria.....34%
- c) Sexto grado de educación primaria.....25%
- d) Tercer año del ciclo de educación básica.....7%
- e) Ciclo de educación diversificada.....5%
- f) Graduados o estudiantes universitarios.....1%

Calidad de la educación: la calidad de la educación de las aldeas Las Lagunas y La Federación, San Marcos, se puede decir que es igual que en toda la región o del país, los indicadores generales del departamento y del país, se refleja claramente en la comunidad.

Problemas educativos y sus causas: la razón por la que no todos los padres de familia inscriben a sus hijos en la escuela primaria local, es por la falta de maestros, aulas, y por la cercanía de los demás centros educativos de todos los niveles en la cabecera departamental de San Marcos, San Pedro Sacatepéquez y otros centros educativos como Intervida.

1.1.12 Organización social

En el área urbana

- Asociación auxilios mutuos del obrero
- Asociación de agricultores
- Comité pro-feria departamental
- Cooperativas
- Asociaciones religiosas
- Asociaciones deportivas
- Club de Leones
- Comités y partidos políticos
- Sindicatos y patronatos de familia
- Asociación de taxistas y transporte urbano
- Asociación de profesionales, etc.

En el área rural

- Comité pro-mejoramiento que velan por el desarrollo comunal
- Auxiliatura
- Asociaciones
- Grupos religiosos
- Grupos deportivos
- Cooperativas
- Consejos de desarrollo comunitario

Aspectos organizativos de Las lagunas y La Federación

La participación organizada de la comunidad, es fundamental para impulsar procesos de desarrollo integral sostenible y sustentable. En las aldeas de Las Lagunas y La Federación existen grupos y comités organizados con fines específicos.

Durante el proceso de revisión del presente diagnóstico se obtuvo la información oficial de la inscripción en la oficina de registro civil de la municipalidad de San Marcos, del consejo comunitario de desarrollo (COCODE), auxiliaturas y otras organizaciones de aldea Las Lagunas y aldea La Federación.

1.1.12.1 Consejo comunitario de desarrollo COCODE

Objetivos

- a) Solicitar y ejecutar proyectos de beneficio comunal.
- b) Velar por la conservación y mantenimiento del agua potable.
- c) Velar por la concertación de las distintas obras de infraestructura de la comunidad.

- d) Coordinar las distintas actividades culturales y deportivas de la comunidad.

Actividades

- a) Mantenimiento del agua potable.
- b) Solicitudes a distintas dependencias para realizar proyectos de beneficio comunal.
- c) Normalización y buen funcionamiento del patrimonio de la comunidad.

1.1.12.2 Auxiliatura

Objetivos

- a) Servir de enlace entre la municipalidad y la comunidad.
- b) Servir de enlace entre el organismo judicial y la comunidad.
- c) Velar por la seguridad ciudadana.
- d) Ayudar a los centros educativos y demás grupos existentes en la comunidad.

Actividades

- a) Citación a personas para distintas actividades.
- b) Mantenimiento de caminos vecinales.
- c) Representación del alcalde municipal en la aldea.
- d) Solución de conflictos de menor jerarquía.

1.1.12.3 Grupo de mujeres adscritas al COCODE

Objetivos

- a) Mejorar la calidad de vida.
- b) Aprender manualidades y otros cursos.

Actividades

- a) Ayuda mutua entre sus miembros.
- b) Recibir orientaciones de instituciones.

1.1.13 Principales problemas de las comunidades

- Mala distribución del agua potable, debido a que la vida útil del sistema de red de distribución ya finalizó, siendo necesaria una nueva red de distribución.
- Contaminación ambiental ya en alerta naranja, debido a la falta un tratamiento de aguas negras en los diversos sectores.
- Tubo de drenaje de 8 pulgadas ya colapso, no es suficiente para conducir el caudal de aguas negras y otros sectores carecen de este servicio en el centro de la ciudad.
- Enfermedades gastrointestinales con mayor énfasis en la población infantil, debida a la contaminación ambiental por falta de fosas sépticas del drenaje, además por no clorar o hervir el agua y la proliferación de basura.
- Enfermedades virales en adultos y niños.
- Calle del cementerio de Las Lagunas en mal estado siendo necesario y urgente adoquinarla.
- Deterioro considerable del salan comunal de la aldea La Federación.
- Falta de terrenos para construcción de institutos de telesecundaria de ambas aldeas.
- Escaso terreno para el cementero comunal de ambas aldeas.
- Campo de fútbol en malas condiciones, siendo necesario engramillar y circularlo en dichas aldeas.

2 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CASERÍO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS, SAN MARCOS

2.1 Descripción del proyecto

En el presente capítulo se desarrollará el proyecto de pavimentación rígida para el caserío Navidad, aldea Las Lagunas, se ha venido trabajando con la asociación de los vecinos y el COCODE del caserío Navidad, en el municipio de San Marcos.

La idea original de realizar este proyecto es poder entregar la propuesta a alguna institución internacional, para que esta financie la ejecución de la obra y lograr un beneficio para la comunidad.

Se inició con una investigación para determinar las características de la aldea, seguido del levantamiento topográfico y en consecuencia se estableció una longitud de 2,229.13 metros lineales de pavimentación con el aval de la municipalidad de San Marcos para realizar el diseño y planificación de la pavimentación puesto que es de mucha urgencia para el beneficio de la comunidad.

En lo referente a los aspectos relacionados con pavimentos, se describirán las propiedades del suelo y el método de diseño de espesor de losa, para pavimento rígido y una explicación de pavimento flexible.

2.2 Descripción bibliográfica

2.2.1 Definición de pavimentos

Es toda la estructura que descansa sobre el terreno de fundación o subrasante compactada, y que esta formado por una o varias capas de subbase, base y carpeta de rodadura, de materiales adecuadamente seleccionados, el pavimento soporta y distribuye la carga en una presión unitaria lo suficientemente disminuida para estar dentro de la capacidad del suelo que constituye la capa de apoyo, reduciendo la tendencia a la formación de fallas, de manera que el suelo subyacente pueda soportar sin falla o deformación excesiva. La capacidad estructural del pavimento implica soportar las cargas impuestas por el tránsito y las condiciones ambientales. La capacidad estructural y funcional está íntimamente relacionada.

En efecto, un deterioro estructural de un pavimento se manifiesta por una disminución de su capacidad funcional pues hay un incremento en rugosidad, ruido, y aún riesgo para los vehículos y ocupantes que lo transiten.

2.2.2 Tipos de pavimentos

Atendiendo a la forma de cómo se distribuyen las cargas sobre la subrasante, se definen dos tipos de pavimento: los pavimentos rígidos, que están formados por losas de concreto, los que debido a su consistencia y alto módulo de elasticidad, desempeña la función de viga para distribuir la carga en un área de suelo relativamente grande. En estos la mayor parte de capacidad estructural, es proporcionada por la losa de concreto. Luego los pavimentos flexibles, que están constituidos por asfaltos; en ellos la carpeta de rodadura

producen una mínima distribución de cargas, las cuales se distribuyen por el contacto de partícula a partícula, en todo el espesor del pavimento.

Además de esta clasificación, existe el pavimento de adoquín, que por la forma de cómo se distribuyen las cargas en las capas inferiores a la superficie de rodadura, se le considera un pavimento semiflexible.

2.2.3 Elementos estructurales de pavimentos

Sub-rasante

Es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

Los materiales adecuados para sub-rasante: son suelos de preferencia granulares con menos de 3 por ciento de hinchamiento de acuerdo con el ensayo AASHTO T 193, que no tengan características inferiores a los suelos que se encuentren en el tramo o sección que se esté reacondicionando.

Materiales inadecuados para sub-rasante: son materiales inadecuados para la construcción de la sub-rasante, los siguientes:

Los clasificados en el grupo A-8, AASHTO M 145, que son suelos altamente orgánicos, constituidos por materias vegetales parcialmente carbonizados o fangosos. Su clasificación está basada en una inspección visual y no depende del porcentaje que pasa el tamiz 0.075 mm (N° 200), del límite líquido, ni del índice de plasticidad. Están compuestos principalmente de materia orgánica parcialmente podrida y generalmente tienen una textura fibrosa, de color café oscuro o negro y olor a podredumbre. Son altamente

compresibles y tienen baja resistencia. Además basuras o impurezas que puedan ser perjudiciales para la cimentación del pavimento.

- a) Las rocas aisladas, mayores de 100 milímetros

Tabla IV. Propiedades y requisitos ideales para suelo ensayado

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

Tabla V. Calidad de la subrasante

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

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

Sub-base

Es la capa formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, (material selecto) pero en ningún caso debe ser menor de 10 milímetros ni mayor de 70 milímetros es importante para un pavimento, la cual está destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar.

Requisitos de la sub-base

El material de sub-base debe consistir de preferencia en piedra o grava clasificadas sin triturar, o solamente con trituración parcial cuando sea necesario para cumplir con los requisitos de graduación, combinadas con arena y material de relleno para formar un material de sub-base que llene los requisitos siguientes:

- a) Valor soporte: debe tener un CBR determinado por el método AASHTO T 193, mínimo de 40 para la sub-base y de 70 para la base, efectuado sobre muestra saturada, a 95% de compactación determinada por el método AASHTO T 180 y un hinchamiento máximo de 0.5% en el ensayo efectuado según AASHTO T 193.
- b) Abrasión: la porción de agregado retenida en el tamiz 4.75 mm (N° 4), no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión determinado por el método AASHTO T 96, mayor de 50 a 500 revoluciones.
- c) Partículas planas y alargadas: no más del 25% en peso del material retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4), pueden ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.
- d) Impurezas: el material de sub-base debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias que incorporadas dentro de la capa de sub-base o base granular puedan causar fallas en el pavimento.
- e) Graduación: el material para capa de sub-base debe llenar los requisitos de graduación, determinada por los métodos AASHTO T 27 y AASHTO T 11, para el tipo que se indique en las disposiciones especiales, de los que se estipulan a continuación.

Tabla VI. Graduación de sub-base o base granular de libro azul de caminos

Standard d mm	Tamiz No.	Porcentaje por peso que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 27)					
		TIPO "A" (Sub-base) 50 mm (2") máximo	TIPO "A" (Base) 50 mm (2") máximo		TIPO "B" (Sub-base y base) 38.1 mm (1 ½") máximo		TIPO "C" (Sub-base y base) 25 mm (1") máximo
		A-1	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1
50.0	2"	100	100	100			
38.1	1 ½"	-	-	-	100	100	
25.0	1"	60-90	65-90	60-85	-	-	100
19.0	¾"	-	-	-	60-90	-	-
9.5	⅜"	-	-	-	-	-	50-85
4.75	Nº4	20-60	25-60	20-50	30-60	20-50	35-65
2.00	Nº10	-	-	-	-	-	25-50
0.425	Nº40	-	-	-	-	-	12-30
0.075	Nº 200	3-12	3-12	3-10	5-15	3-10	5-15

- f) Plasticidad y cohesión: el material de la capa de sub-base en el momento de ser colocado en la carretera, no debe tener en la fracción que pasa el tamiz 0.425 mm (Nº 40), incluyendo el material de relleno, un índice de plasticidad mayor de 6, determinado por el método AASHTO T 90, un límite líquido mayor de 35 y de 30 para la base, según AASHTO T 89, determinados ambos sobre muestra preparada en húmedo de conformidad con AASHTO T 146.
- g) Equivalente de arena: el equivalente de arena no debe ser menor de 30 según AASHTO T 176.
- h) Material de relleno: cuando se necesite agregar material de relleno, en adición al que se encuentra naturalmente en el material, para proporcionarle características adecuadas de granulometría y

cohesión, éste debe estar libre de impurezas y consistir en un suelo arenoso, polvo de roca, limo inorgánico u otro material con alto porcentaje de partículas que pasan el tamiz 2.00 mm (N° 10).

Sub-base estabilizada

Es la capa constituida de materiales pétreos y/o suelos mezclados con materiales o productos estabilizadores, preparada y construida aplicando técnicas de estabilización de suelos, para mejorar sus condiciones de estabilidad y resistencia, para constituir una sub-base integrante de un pavimento, la cual está destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar, la cual debe tener el ancho, espesores y proporciones indicadas en los planos y en las disposiciones especiales, ajustándose a los alineamientos, niveles y pendientes longitudinales y transversales determinadas en los planos.

Base

Es la capa formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial (material selecto) que tengan un espesor como mínimo 10 milímetros y un máximo no mayor a 35 milímetros para constituir una base integrante de un pavimento, destinada a transmitir y disminuir las cargas provenientes de la superficie de rodadura, servir de material de transición entre la sub-base y la carpeta de rodadura, drenar el agua que se filtra entre las carpetas y hombros hacia las cunetas ser resistente a los cambios de temperatura, humedad y desintegración por abrasión producidas por el tránsito.

Los materiales usados en la base deben cumplir los mismos requisitos que requiere la sub-base a diferencia de tener un C.B.R de 90% a una compactación mínima del 95%, el agregado retenido en la malla No.4 no debe tener un desgaste mayor del 50% y debe tener un límite líquido menor de 25 y un índice de plasticidad menor de 6.

Base estabilizada

Es la capa formada por la combinación de piedra o grava trituradas cuando sea requerido en las disposiciones especiales, combinadas con material de relleno, mezclados con materiales o productos estabilizadores, preparada y construida aplicando técnicas de estabilización, para mejorar sus condiciones de estabilidad y resistencia, para constituir una base integrante de un pavimento destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a la capa de sub-base, la cual debe tener el ancho, espesores y proporciones indicadas en los planos y en las disposiciones especiales, ajustándose a los alineamientos, niveles y pendientes longitudinales y transversales determinadas en los planos.

Superficie de rodadura

Es la capa que se coloca sobre la base o superficie, formada por una o dos losas de concreto hidráulico (armadas o sin armar), es la que soportan directamente las cargas del tránsito, se considera también que tengan otros elementos (no estructurales), para la protección de capas de superficie como las capas internas, y está formada por una mezcla bituminosa, si el pavimento es flexible; por una losa de concreto de cemento Pórtland, si es pavimento rígido o por adoquines, si es un pavimento semiflexible. Esta capa protege a las capas inferiores de los efectos del sol, las lluvias y las heladas, además resiste con un desgaste mínimo, los esfuerzos producidos por el tránsito.

2.2.4 Pavimentos flexibles

Los materiales bituminosos empleados en la construcción de pavimentos, son: el asfalto y el alquitrán. En estos pavimentos las cargas del tránsito se distribuyen a través de las diferentes capas en tal forma, que los esfuerzos en el suelo de la sub-rasante sean los mínimos aceptables. A continuación se definen los tipos de pavimentos flexibles conocidos como pavimentos asfálticos los cuales son:

Pavimento de concreto asfáltico en caliente

Es el sistema de construcción asfáltica, que consiste en la elaboración en planta, en caliente, de una mezcla de proporciones estrictamente controladas de materiales pétreos, polvo mineral, cemento asfáltico y aditivos, para obtener un producto de alta resistencia y duración, con características de calidad uniformes, que se puede tender y compactar de inmediato en la carretera, en una o en varias capas, de ser requerido, para proporcionar las características de resistencia y textura a las capas de soporte o de superficie, según se establezca en los planos y en las disposiciones especiales.

Pavimento de mezcla asfáltica en frío

Es la mezcla de agregados pétreos nuevos mezclados en frío con material bituminoso, en la carretera o en planta para constituir la capa de superficie del pavimento o esta misma mezcla, combinada con agregados recuperados de una carpeta existente y material bituminoso para constituir la capa de base de una carpeta. La mezcla puede ser de textura abierta o cerrada, dependiendo de las características de graduación de los agregados pétreos y según se establezca en las disposiciones especiales.

Mezcla tradicional: sistema usado tradicionalmente en los proyectos de pavimentación en Guatemala para definir las propiedades del concreto asfáltico y los procedimientos para el diseño de mezclas de concreto asfáltico usando el método *Marshall*.

2.2.5 Pavimentos rígidos

Es un pavimento rígido, concreto de cemento hidráulico, con o sin refuerzo, que se diseña y construye para resistir las cargas e intensidad del tránsito.

Los factores que afectan al espesor de un pavimento rígido, son principalmente el nivel de carga que ha de soportar el módulo de reacción del suelo de apoyo y las propiedades mecánicas del concreto.

2.2.5.1 Base para un pavimento rígido

Ésta consta de una o más capas compactadas de material granular o estabilizado, colocada entre la sub-rasante y la losa rígida. La base da lugar a un apoyo uniforme, estable y permanente para la losa de concreto.

En el diseño y mantenimiento de un pavimento rígido, una inquietud importante es la prevención de la acumulación del agua sobre la base, o adentro de ésta. La AASHTO recomienda que, si es necesario para fines de drenaje, la capa base se extienda de 1 a 3 pies más allá del ancho de la vía o hacia el talud interior de la cuneta.

2.2.5.2 Tipos de concreto para pavimento rígido

Existen varios tipos de pavimentos rígidos, que pueden dividirse en:

a) Pavimento de concreto simple.

Los pavimentos de concreto simple: son los que no tienen refuerzo, excepto por las varillas de acero de amarre usadas para mantener firmemente las juntas longitudinales. Los pavimentos presforzados, se tensan primero y después se funden.

Los pavimentos de concreto simple a la vez pueden ser de dos tipos

- Pavimento de concreto simple con juntas sin barras de transferencia.
- Pavimento de concreto simple con juntas con barras de transferencia, ambos con losas de 3 a 6 metros.

b) Pavimentos de concreto continuamente reforzados con barras de acero.

Los pavimentos de concreto reforzado: pueden estar formados por secciones unidas o reforzadas en forma continua, los pavimentos reforzados en forma continua eliminan la necesidad de juntas transversales, pero sí requieren juntas de construcción o juntas en las interrupciones físicas de la carretera, como son los puentes.

2.2.5.3 Juntas en el pavimento de concreto

En el diseño de juntas está comprendida la determinación de espaciamiento longitudinales y transversales, transferencia de cargas, construcción de las juntas y materiales de sellado. Las juntas permiten la contracción y expansión del pavimento, lo cual libera de tensiones a la losa.

Según la forma en que se diseñan las juntas estas podrán transmitir la carga del tráfico de una losa hacia la siguiente. Las juntas más comunes en un pavimento rígido son: juntas longitudinales, juntas transversales, juntas de expansión, juntas de construcción. Para el proyecto la capa de rodadura llevará junta transversal a cada tres metros o con forme el terreno lo pida y longitudinal al centro de la calle. Estas juntas deberán ser llenadas con un material adecuado como el sello elastómero para evitar la filtración del agua a la subrasante.

2.2.5.4 Juntas longitudinales

Dividen los carriles y controlan el agrietamiento, es la que determina el ancho del carril, estas se forman paralelas a la línea central de la carretera para facilitar la construcción de los carriles y prevenir la propagación de grietas longitudinales irregulares. Las juntas se pueden acuñar, juntar a tope, formar mecánicamente o ranurar con sierra.

2.2.5.5 Juntas transversales de contracción

Son las que se construyen para controlar las fisuras por liberación de tensiones debidas a temperatura, humedad y fricción. La profundidad de la ranura debe ser igual a $\frac{1}{4}$ del espesor de la losa.

2.2.5.6 Juntas de expansión

Conocida también como junta de aislamiento. Son las que permiten el movimiento sin dañar las estructuras adyacentes. Por ejemplo, cuando se eleva la temperatura, aumenta la longitud de la losa, creando en consecuencia esfuerzos de compresión en el concreto. Si no se colocaran juntas de expansión, la losa, dependiendo de su longitud, podría abombarse o reventarse.

2.2.5.7 Juntas de construcción

Conocida como junta transversal de construcción, son planas y no se benefician del engrape del agregado. Controlan principalmente, el agrietamiento natural del pavimento. Su diseño y construcción apropiados son críticos, para el desempeño general del pavimento. Estas juntas siempre están orientadas perpendicularmente a la línea central.

2.2.6 Requisitos para los materiales

Los materiales para pavimentos de concreto de cemento hidráulico, a menos que lo indiquen de otra forma las disposiciones especiales, deben llenar los requisitos siguientes:

- a) Cementos hidráulicos: estos cementos deben cumplir con una resistencia de 28MPa (4,000 psi) o mayor. Con la aprobación previa del ingeniero pueden utilizarse otras clases de cemento y debe ajustarse a las normas AASHTO M 85, ASTM C 150 ó COGUANOR NG 41005 para los cementos Portland ordinarios y a las normas AASHTO M 240, ASTM C 595 ó COGUANOR NG 41001 y ASTM C 1157, para cementos hidráulicos mezclados y debiendo indicarse su clase de resistencia en MPa o en lbs/pulg².
- b) Agregado fino: debe consistir en arena natural o manufacturada, compuesta de partículas duras, con las limitaciones sobre cantidad de finos para concreto de pavimentos y para concreto sujeto a desgaste superficial y sobre todo que cumpla con la norma AASHTO M 6, clase B, en el ensayo de desintegración al sulfato de sodio la pérdida de masa será no mayor del 15% después de cinco ciclos conforme AASHTO T 104.

- c) Agregado grueso: debe consistir en grava o piedra trituradas, trituradas parcialmente o sin triturar, procesadas adecuadamente para formar un agregado clasificado, incluyendo los requisitos de desgaste o abrasión y la limitación de partículas planas y alargadas cumpliendo con los requisitos de AASHTO M 80, ASTM C 33 y AASHTO T 104 ó ASTM C 88. Además, el porcentaje de desgaste debe ser no mayor de 40% en masa después de 500 revoluciones en el ensayo de abrasión, AASHTO T 96 ó ASTM C 131 y ASTM C 535.

2.2.6 Composición del concreto de cemento hidráulico para pavimentos

Tabla VII. Composición del concreto de cemento hidráulico para pavimentos

Relación agua cemento máxima	Temperatura del concreto	Asentamiento AASHTO T 119	Contenido de aire mínimo(1)	Tamaños agregados AASHTO M 43	Resistencia a la compresión AASHTO T-22	Resistencia a la flexión AASHTO T 97
0.49	20 + 10 ° C	40 + 20 mm	4.5 %	551.04 (b) y (c) libro azul	28 MPa (4,000 psi)	4.5 MPa (650 psi)

Tomada como referencia del libro azul de caminos.

2.2.8 Maquinaria utilizada en el movimiento de tierras

Bulldózer

Se compone de las siguientes partes:

- Protecciones
- Manillas asideros y barandilla
- Elementos de desplazamiento
- Sistemas hidráulicas de accionamiento

e) Pala

El buldózer se usa preferentemente en aquellos lugares que presentan condiciones de trabajo difíciles tales como pendientes fuertes y terreno con poca capacidad de soporte y en cortas distancias. A parte de los elementos descritos, debe tener también algún tipo de blindaje en su parte inferior para evitar daños en el radiador dadas las condiciones de trabajo. Los trabajos que se pueden efectuar con el buldózer son los siguientes:

- Roturación
- Destronque
- Empuje de tierra
- Nivelación
- Perfilado
- Excavación en línea recta
- Extendido de capas
- Construcción de terraplenes

El buldózer es una máquina especial para los trabajos de descepado y despedregado. El tractor, para su óptimo aprovechamiento, debe trabajar a favor de la fuerza de gravedad, es decir, en sentido descendente del terreno. Para ejecutar un perfil mixto sobre las laderas, el Buldózer puede trabajar siguiendo las curvas de nivel.

Moto niveladora

Partes componentes de la moto niveladora:

- a) Sistema de desplazamiento
- b) Cuchilla niveladora
- c) Escarificador
- d) Sistemas hidráulicas

e) Manillas asideros y barandillas

La moto niveladora es una maquinaria de gran versatilidad, pudiendo ser mecánica o hidráulica, de chasis articulado o fijo; la pala posee gran capacidad de movimiento.

Esta máquina puede excavar el terreno, transportarlo o extenderlo; pero su principal aplicación es en trabajos de terminación de la explanación, refinado de taludes, extensión y mezcla de materiales, limpieza de terrenos, cunetas y mantenimiento de caminos.

Este tipo de máquina puede tener 2 ó 3 ejes y una cuchilla de 3 a 3.5 metros. La cuchilla puede ascender o descender, desplazarse lateralmente, girar 180° en el plano horizontal, girar de 0° a 90° en el plano vertical ó girar alrededor de su propio eje.

Es limitante para su utilización la presencia de raíces mayores, suelos rocosos o muy húmedos.

Escavadora

La excavadora se compone de las siguientes partes:

- a) Tornamesa
- b) Sistema de desplazamiento (oruga)
- c) Sistemas hidráulicas para accionamiento
- d) Cucharón con dedo
- e) Manillas asideros y barandillas

Entre otras, esta máquina se emplea preferentemente en:

- Construcción de zanjas
- Espaciamiento de relleno suelto

- Conformación y nivelación
- Excavación
- Madereo de trozas desde la faja
- Construcción de taludes

Junto con la pala o cucharón, la máquina cuenta con un dedo que hace las veces de tapa del mismo para poder retirar material arbustivo de los lados del camino al efectuar faenas de confección de taludes, así también puede contar con un escarificador como equipo adicional; el cual servirá para soltar el suelo compactado y rocas semiduras y en general facilitar el trabajo posterior del buldózer.

2.2.9 Maquinaria y equipo en compactación de suelos

Compactadora

Los rodos representan una económica y eficiente solución para los trabajos de compactación. Para satisfacer las aplicaciones exigentes donde se requiere superior gradeabilidad, los rodos están diseñados para dar superior tracción en los momentos más difíciles.

Rodillos

Rodillos de pata de cabra: consisten fundamentalmente en cilindros de chapa gruesa que presentan en su superficie externa, clavijas en forma de tronco, de cono o pirámide de unos 20 cm, que ejercen una presión sobre el suelo, variable según los casos, entre unos 10 y 20 Kg/cm. El efecto de estos rodillos, puede compararse con el pisoteo de un rebaño de cabras u ovejas, de donde proviene su nombre. Los cilindros son huecos, de tal forma que puedan lastrarse con arena o agua.

Estos rodillos se utilizan solos o en baterías de 2 ó 3. El primer caso será el que convenga en los caminos forestales por evidentes razones de economía. La longitud de los cilindros varía entre 1.20 y 1.80 cm.; dimensión que corresponde a la anchura útil de las pasadas. Los únicos rodillos que interesan en las obras forestales, son los lastrados que pueden pesar 3.7 o 10 toneladas.

El efecto de un rodillo de este tipo se produce de abajo a arriba. En una capa de suelo de 20 a 25 cm. El rodillo pata de cabra, está particularmente indicado para utilizarlo en los suelos arcillosos. No es una máquina del todo indispensable en la explotación forestal o en construcción de caminos; pero rinde un buen servicio, sobre todo en terrenos voluminosos, que deban utilizarse poco después de construidos.

Rodillo de neumáticos: fundamentalmente, un rodillo de neumáticos está formado por una caja montada sobre uno o dos ejes, por neumáticos de banda rodada lisa. Cuando es de dos ejes, cada uno lleva un número diferente de ruedas, por ejemplo 3 y 4 o 6 y 7, de forma que estén escalonados y sus huellas se sobrepongan. Los modelos de tracción, son los únicos que satisfacen las necesidades de las obras forestales. La dimensión de estas máquinas es de 1.60 a 2.70 m, correspondiente a una ancho de compactación de 1 a 2.10 m. Su peso totalmente lastrado varía entre 8 y 11 toneladas. Estos rodillos pueden remolcarse con tractores agrícolas de neumáticos de potencia media.

Actúan en una capa delgada de unos 10 cm que pueden apisonarse en dos o cuatro pasadas consecutivamente. La compactación con rodillo, debe complementarse siempre con rodillo neumático, para apisonar los últimos 5 cm de la capa superior.

Rodillo vibrador: consiste en un cilindro ligero liso. Un motor especial comunica al conjunto una vibración que oscila entre 2,800 y 3,800 vibraciones por minuto. Dicha vibración, permite a las partículas del suelo ajustarse unas con otras, aprovechando los intersticios, con lo que se obtiene una gran densidad. Los mejores resultados se obtienen en suelos granulares.

Su acción es bastante profunda, pudiendo llegar a los 50 cm de profundidad. Su velocidad de trabajo es también elevada, ya que en el peor de los casos es de 25 Km/h. El esfuerzo de tracción necesario es más reducido que en los casos anteriores, pero como contrapartida su mantenimiento es muy detallado, dando lugar a grandes averías en caso de descuido del operario.

2.2.10 Maquinaria utilizada en pavimentación

Concreteras: en la actualidad se han inventado y desarrollado las autoconcreteras autocargables. Con el fin de producir concreto de alta calidad a bajo costo, ya que con el transporte inmediato en la obra se evitará la pérdida de las propiedades ideales del concreto a la hora de la fundición no se pierdan, entre estas podemos mencionar:

- Autoconcretera Carmix
- Concretera liviana
- Carretas de trabajo liviano de 1 a 1.5 sacos
- Etc.

Pavimentadoras: existe una amplia gama de pavimentadoras sobre ruedas y sobre orugas. Cual sea su trabajo, desde un lote pequeño hasta una carretera de muchos kilómetros se encontrará la máquina que mejor se adapte a las

necesidades que la obra requiera; y es importante tomarla en cuenta en obras de infraestructura vial, pues lo que se pretende es tener la mejor calidad que permita hacer un trabajo superior a un costo menor entre estas podemos mencionar:

- Pavimentadora sobre ruedas
- Pavimentadora de oruga
- Etc.

Cortadora de concreto: la cortadora de concreto es utilizada después de la fundición del pavimento, donde el objetivo es hacer las juntas de dilatación transversal y longitudinal, y evitar que el concreto se agriete antes de los 28 días, ya que ese es el espacio de tiempo donde alcanza su resistencia máxima.

2.3 Ensayos en laboratorio de suelos

Son los ensayos para clasificar el tipo de suelo en el área de trabajo. Por su importancia deben ser descritos y clasificados adecuadamente. Dentro de estos ensayos, se debe determinar si el suelo cumple o no con las condiciones requeridas o hay necesidad de tratarlo o cambiarlo, a continuación se describen los ensayos de mayor importancia en un pavimento.

2.3.1 Ensayo de granulometría

Normado por AASHTO T 27. El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso, sirve para discernir sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado.

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen, determinando la cantidad en porcentaje

de diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Los resultados de éste análisis son luego representados en forma gráfica, obteniéndose con ella una curva de distribución granulométrica.

2.3.2 Límites de *Atterberg*

2.3.2.1 Límite líquido

Normado por AASHTO T 89. Es el contenido de humedad expresado en porcentaje, respecto del peso seco de la muestra con el cual el suelo cambia del estado líquido, al estado plástico. El método que actualmente se utiliza para determinar el límite líquido, es el que ideó *Casagrande*. El límite líquido debe determinarse, con muestras del suelo que hayan cruzado la malla No. 40, si el espécimen es arcilloso, es preciso que nunca haya sido secado a humedades menores que su límite plástico.

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

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

Donde:

L.L. = límite líquido

W = % de humedad

N = número de golpes

2.3.2.2 Límite plástico

Normado por AASHTO T 90. Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje de su peso secado al horno, que tiene el material cuando permite su arrollamiento en tiras de 1/8 de pulgada sin romperse.

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

$$L.P. = \left[\frac{(Ph - Ps)}{P_w} \right] * 100$$

Donde:

L.P. = Humedad correspondiente al límite plástico en %

Ph = Peso de los trocitos de filamentos húmedos en gramos

Ps = Peso de los trocitos de filamentos secos en gramos

Pw = Peso del agua contenida en los filamentos pesados en gramos

2.3.2.3 Índice plástico

Representa la variación de humedad que puede tener un suelo, que se conserva en estado plástico. Tanto el límite líquido, como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla del suelo.

Según *Atterberg*:

Índice plástico = 0, entonces, suelo no plástico;

Índice plástico = 7, entonces, suelo tiene baja plasticidad

$7 \leq$ Índice plástico ≤ 17 , suelo medianamente plástico

Figura 3. Gráfica de ensayo de Atterberg



2.3.3 Ensayo de compactación o proctor modificado

La prueba de proctor modificado según la norma AASTHO T 180. La densidad que se puede obtener en un suelo por medio de un método de compactación dado, depende de su contenido de humedad. Al contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad) se le llama "Contenido óptimo de humedad" para aquel método de compactación. En general, esta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación. Antes de la realización de este ensayo, el material debe ser triturado, secado y pasado por el tamiz No. 4. Se entiende por triturado únicamente el espolvorear terrones, no así las gravas si las hubiere.

La prueba de proctor reproduce en el laboratorio el tipo de compactación uniforme de la parte inferior hacia la superficie de la capa compactada. En este ensayo se utilizó un pisón de 10 libras y una altura de caída de 18 pulgadas, compactando en 5 capas, usando para ello 25 golpes.

2.3.4 Ensayo de valor soporte (C.B.R.)

Normado por la AASHTO T-193. Este ensayo sirve para determinar el valor soporte del suelo compactado a la densidad máxima y humedad óptima, simulando las peores condiciones probables en el terreno.

Los pasos necesarios para verificar la prueba son los siguientes:

- Obtención de la densidad máxima y humedad óptima por compactación.

La humedad óptima es la humedad mínima requerida por el suelo para alcanzar su densidad máxima cuando es compactada.

- Saturación del espécimen compactado a humedad óptima hasta que alcance su máxima expansión.

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

- Determinación de expansión durante saturación

La diferencia de lecturas final e inicial del extensómetro, expresada en milímetros, se divide entre la altura en milímetros del espécimen antes de sujetarlo a la saturación y este cociente multiplicado por 100 expresa el valor de expansión que debe compararse con el que marque la especificación correspondiente. Usualmente para bases de pavimento la expansión no debe ser mayor de 1%, para sub-base de 2% y para subrasantes 3%.

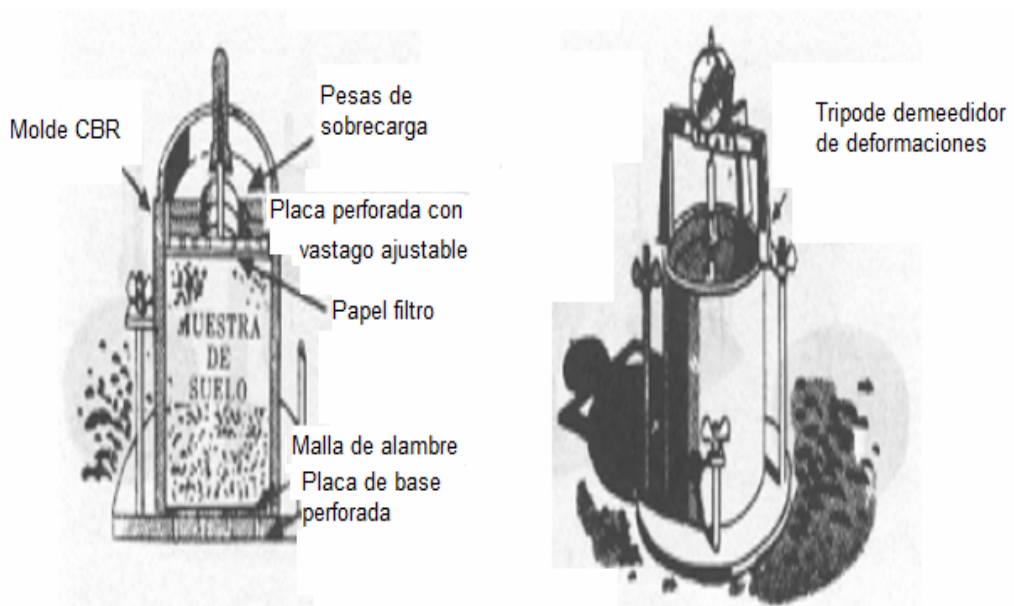
- Determinación de las resistencias a la penetración

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

- Cálculo del valor relativo del soporte normal (CBR)

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

Figura 4. Gráfica de ensayo CBR del suelo



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

Tabla VIII. Clasificación del suelo según C.B.R.

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

El C.B.R. se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, hasta la misma profundidad, de una muestra de suelo patrón de piedra triturada, de propiedades conocidas.

Los valores de C.B.R. que se utilizan son:

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

2.3.5 Ensayo de equivalente de arena

Normado por la AASHTO T-176. Esta prueba se aplica para evaluar de manera cualitativa, la cantidad y actividad de los finos presentes en los suelos por utilizar. Consiste en ensayar los materiales que pasan la malla No. 4 en una probeta estándar parcialmente llena, de una solución que propiciará la sedimentación de los finos. Se hace con el fin de conocer el porcentaje relativo de finos plásticos que contienen los suelos y los agregados pétreos se lleva a

cabo principalmente, cuando se trata de materiales que se utilizarán como base, sub-base, o como materiales de bancos de préstamo.

2.3.6 Clasificación de los suelos

Existen diferentes clasificaciones de acuerdo con los puntos de vista de geólogos, agrónomos, ingenieros civiles, etc. Sin embargo, hoy es casi aceptado por la mayoría, que el sistema unificado de clasificación de los suelos (S.U.C.S.) es el que mejor satisface los diferentes campos de aplicación de la mecánica de suelos. Este sistema fue presentado por *Arthur Casagrande* como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto para aeropuertos, en 1942.

Los suelos de partículas gruesas y los suelos de partículas finas se distinguen mediante el cribado del material por la malla No. 200. Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicha malla y los finos a los que pasan, y así un suelo se considera grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en la malla No. 200, y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicha malla.

Los suelos se designan por símbolos de grupo. El símbolo de cada grupo consta de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son las iniciales de los nombres ingleses de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turba), mientras que los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos.

2.3.7 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos, de los ensayos realizados a la muestra representativa, así como las gráficas, pueden observarse en los anexos. De estos resultados dependen los espesores de las diferentes capas que conforman el pavimento.

De los ensayos realizados, se obtuvo que el suelo estudiado tiene las siguientes características:

Clasificación S.C.U	=	A – 4
Descripción del suelo	=	Limo arcilloso color café oscuro
Límite líquido	=	Material no plástico
Índice plástico	=	Material no plástico
Peso unitario seco máximo	=	82.7 lbs / pie ³
Humedad óptima	=	32.0 %
C.B.R.	=	al 97.70 % de compactación de 5.8 %

2.4 Diseño de pavimento rígido

2.4.1 Trabajos previos al dimensionamiento de un pavimento

Inicialmente se hizo el levantamiento topográfico en el tramo que se tiene planificado pavimentar ubicado en el caserío Navidad, aldea Las Lagunas se utilizó el método de poligonal abierta y radiaciones. La poligonal fue nivelada con estaciones de múltiplos de 20 metros, puntos importantes en donde se define a simple vista el cambio de pendientes, cruces y entradas principales.

Seguidamente, se dibujaron los niveles de línea central, una vez trazado el perfil longitudinal, se procedió al diseño de la rasante final, tomando en consideración las especificaciones y criterios de diseño.

2.4.2 Topografía

Se llama así a la descripción y delineación detallada de la superficie de un terreno de la línea preliminar seleccionada, siguiendo las señales indicadas en el reconocimiento; el levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos y tangentes.

La planimetría y altimetría son fundamentales en todo proyecto de ingeniería civil, tales como: proyectos viales, abastecimientos de agua potable, drenajes, construcción, etc. El fin de esto, es obtener libretas de campo, que posteriormente reflejarán las condiciones topográficas del lugar, donde se ejecutará el proyecto.

El equipo que se utilizó comprende teodolito, nivel de precisión, estadal, estacas y cinta métrica, los resultados se muestran en el apéndice.

2.4.2.1 Planimetría

Conjunto de trabajos, para la obtención de todos los datos, necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra y que toma un punto de referencia para su orientación, el norte magnético o astronómico. El método planimétrico utilizado en el tramo a pavimentar, fue la conservación de azimut para la línea central y radiaciones para el ploteo de puntos que sirvieran de referencia para el trazo del ancho de calle, en general, para ubicar todos aquellos puntos de importancia.

En la medición de la planimetría de dicho proyecto se utilizó una poligonal abierta; que consiste en tomar un azimut inicial referido al norte y fijando éste con una vuelta de campana. En la vista atrás se toma la medida hacia la siguiente estación. Se tomaron puntos intermedios entre estación y estación a cada veinte metros, así como también puntos de referencia en accidentes geográficos (cercos, orillas de calle, postes de luz, etc.).

2.4.2.2 Altimetría

Es la medición de las alturas de una superficie de la tierra, con el fin de representarlas gráficamente, para que junto con la planimetría, se defina la superficie en estudio, representada en tres dimensiones. Técnicamente se recomienda el nivel, por ser fabricado para tal fin, pero las medidas tomadas por el teodolito son correctas si se efectúa un buen levantamiento topográfico.

El resultado de los trabajos de altimetría y planimetría se encuentran representados en los planos planta-perfil, adjuntos en el presente trabajo.

2.4.3 Teoría de diseño de pavimento rígido

Para el diseño del pavimento, ya sea flexible o rígido, conviene tomar en cuenta la mejor opción. Para esto es necesario conocer las ventajas que cada uno ofrece dependiendo del tránsito, condición del suelo, mantenimiento y costo.

Entre los pavimentos comunes en el lugar está el pavimento de adoquín, rígido y flexible. Para escoger una de las tres opciones se consideró la alternativa más propicia al lugar para tener mejor eficiencia y durabilidad según sea el caso. Los aspectos a considerar son:

El tránsito en el lugar

- Lo que representa el lugar a pavimentar
- Si hay viviendas en el lugar a pavimentar

2.4.4 Diseño de pavimento rígido, método simplificado PCA

Para el diseño del pavimento rígido se utilizó el método simplificado de la PCA, en donde se han elaborado tablas basadas en distribuciones de carga-eje para diferentes categorías de calles y carreteras. Estas tablas están formuladas para un período de diseño de 20 años y contemplan un factor de seguridad de carga. Este factor es de 1, 1.1, 1.2 y 1.3, para las categorías 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Para determinar el espesor de la losa es necesario realizar los ensayos de laboratorio de suelo para conocer las propiedades, características y esfuerzos combinados de la sub-rasante y la base, ya que mejoran la estructura del pavimento.

Valores aproximados del módulo de reacción K, cuando se usan bases granulares y bases de suelo – cemento, se calculan con la tabla IX clasificación de vehículos según su categoría de carga por eje y Tabla X. Determinación de la reacción K por medio del C.B.R.

Etapas o pasos del método simplificado

- a) Estimar TPDC (tránsito promedio diario de camiones) en dos direcciones, excluyendo camiones de dos ejes y cuatro llantas.
- b) Seleccionar la categoría de carga – eje, según su tabla correspondiente.
- c) Encontrar el espesor de losa en la tabla apropiada.

Tras conocer el CBR de la sub-rasante se busca su correspondiente módulo de reacción K en la tabla correspondiente. Luego se determinará el espesor de base de acuerdo con el tipo de suelo y el módulo de ruptura del concreto, que es el 15% f'c. Con la información anterior y conociendo el tipo de junta a utilizar, se localiza el espesor de la losa en la tabla correspondiente.

Tránsito

El factor más importante en la determinación del diseño del espesor de un pavimento, es el número y peso de la carga por eje que pasará sobre él.

Por eso es necesario conocer datos como:

- a) TPD: tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos. Se obtiene de contadores especiales de tránsito o por cualquier otro método de conteo.
- b) TPDC: tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones. Puede ser expresado como un porcentaje de TPD o un valor aparte.

Las tablas del método simplificado están especificadas para un período de diseño de 20 años con su respectivo tránsito promedio de camiones en ambas direcciones. Si el período de diseño fuera diferente de 20 años se multiplica el TPDC por un factor adecuado.

El TPDC solo excluye camiones de seis llantas y unidades simples o combinaciones de tres ejes o más. Como no se incluyen paneles, pick – ups, o algún otro camión de dos ejes y cuatro llantas, el número permisible de camiones de todo tipo, tiene que ser mayor que el TPDC tabulado para calles y carreteras secundarias.

Cálculo de espesor del pavimento: para el cálculo del espesor del pavimento lo primero que se determinó fue el tránsito promedio diario en ambas direcciones (TPD). Este dato se estableció tomando en cuenta lo que representa el lugar a diseñar; para el tramo a pavimentar se tomó como parámetro la entrada que actualmente se utiliza donde se consideraron mas de 200 vehículos diarios para 20 años, de los cuales se tomó un porcentaje del 2% del TPDC en ambas direcciones. Según lo mencionado anteriormente, se clasifica en la categoría número 1 de la siguiente tabla.

Tabla IX. Clasificación de vehículos por categoría de cargas por eje

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

Una vez conocida la categoría a la que pertenece, se encuentra el módulo de reacción K. Este valor se establece por medio del CBR del laboratorio que en este caso, es de 5.8 %. Según la siguiente figura:

Tabla X. Determinación de la reacción K por medio del C.B.R.

MODULO DE RELACION DE LA SUBRASANTE-K Lbs/pulg^3																			
100			150						200		250	300	400		500	600		700	
VALOR SOPORTE Lbs/pulg^3																			
			10						20			30		40	50		60		
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)																			
2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	

Se localiza la relación de soporte de California (C.B.R.) en 5 que es el que se aproxima a 5.8%. En donde le corresponde el módulo de reacción K de 150 lbs / pulg³.

Identificado el módulo de reacción K, se clasifica la sub-rasante según la siguiente tabla.

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

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

Se calcula el módulo de ruptura del concreto tomando un porcentaje de la resistencia a compresión, la cual es del 15%0 f'c; el f'c tiene un valor de 4000 psi y el módulo de ruptura es de 600 psi.

Para poder encontrar el espesor se necesita definir el tipo de junta a utilizar: se utilizan juntas de trave por agregados con bordillo integrado. Según la siguiente tabla el espesor del pavimento está entre 5.5" y 6". Se consideró el mayor de los espesores, el cual es de 6" que es igual a 15 centímetros de grosor del pavimento.

Tabla XII. Pavimento con juntas con agregados de trave

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

Se busca en el lado derecho, para incluir bordillo, en el diseño de losa. El soporte de la sub-rasante tiene un carácter mediano al buscar en el sector correspondiente a un módulo de ruptura de 600 PSI, el cual es de 6 pulgadas; por facilidad de construcción se dejará de 15 cm. de espesor y el bordillo será de 0.45 m. de alto y 0.10 m. de ancho, así como se indica en los planos.

Las juntas transversales serán construidas a cada 2.50 metros y la junta longitudinal a cada 3.00 metros, la pendiente de bombeo será de 3%, así como se indica en los planos.

2.4.5 Diseño de mezcla de concreto

El diseño de la mezcla se basa en las siguientes especificaciones:

Tabla XIII. Determinación de tipo de estructura

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

Según la tabla, se especifica para pavimentos un asentamiento de 8 cms y se necesita un concreto con un $f'c = 281 \text{ Kg/cm}^2$, con un agregado de $3/4''$.

Tabla XIV. Asentamiento de concreto

ASENTAMIENTOS	Cantidad de agua lt/metro cúbico				
En centímetros	$3/8''$	$1/2''$	$3/4''$	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

Al conocer los datos anteriores de asentamiento y tamaño de agregado, se obtiene la cantidad de agua, que es de 200 lts/m³.

Con la resistencia de 281 kg/cm^2 , se busca en la tabla siguiente la relación A/C

Relación agua-cemento

En la siguiente tabal se encuentra la relación A/C para un cemento de resistencia de 281 kg/cm².

Tabla XV. Resistencia de relación vrs A/C

RESISTENCIA	RELACION
Kg/cm ²	A/C
281	0.48
210	0.50
176	0.54

Y se determina que es A/C = 0.48

Con estos datos se encuentran cantidades de materiales.

$$\text{Cantidad de cemento} = \text{agua}/0.48$$

$$\text{Cemento} = 200/0.48$$

$$\text{Cemento} = 416.67 \text{ kg/m}^3$$

Calculando el peso de agregados

El peso del concreto es de = 2400 kg/m³

La cantidad de agua por volumen de concreto es = 200 lts/m³

Formula

$$\begin{aligned} \text{Peso agregados} &= \text{peso concreto} - \text{peso (agua + cemento)} \\ &= 2400 - (416.67 + 200) \end{aligned}$$

$$\text{Peso agregados} = 1783.33 \text{ Kgs/m}^3$$

De la tabla de porcentajes de agregados, se obtiene el porcentaje de arena, al conocer el agregado grueso de 3/4"

Tabal XVI. Porcentaje de agregado

TAMAÑO MÁXIMO	PORCENTAJE ARENA SOBRANTE
Agregado grueso	Agregado total.
3/8"	48
1/2"	46
3/4"	44
1"	42
1 1/2"	40

Porcentaje de arena total = 44%

Porcentaje de piedrín = 100% - 44%

Porcentaje de piedrín = 56%

Calculando porcentaje de materiales

Arena = 1783.33 * 44% = 784.66

Piedrín = 1783.33 * 56% = 998.66

Se tiene

Agua = 200 kgs.

Cemento = 416.67 kgs.

Arena = 784.66 kgs.

Piedrín = 998.66 kgs.

Tabal. XVII Resumen de diseño teórico

Cemento	Arena	Piedrín
416.67/416.67	784.66/416.67	998.66/416.67

Cemento	Arena	Piedrín
1	1.8	2.4

2.5.6 Colocación y compactación del concreto

a) Colocación del concreto

- Acondicionamiento de la superficie: las losas de concreto deben ser construidas sobre la superficie de la subrasante, sub-base o base, según lo indiquen las disposiciones especiales, previamente preparadas, de conformidad con estas especificaciones generales.

Cuando en el área de construcción de la losa de concreto, antes o después de colocar la formaleta, se producen baches o depresiones causadas por el movimiento de equipo y actividades propias de la construcción, éstas deben corregirse antes de colocar el concreto, llenándolas con material igual al de la superficie preparada y nunca con concreto, lechada, mortero o agregados para concreto, seguidamente se debe proceder a conformar y compactar el material, con compactadora mecánica de operación manual efectuándose el control de compactación conforme la sección de sub-base o base que corresponda. Todo el

material excedente debe removerse, dejando la superficie nivelada y de acuerdo a la sección típica de pavimentación.

- Colocación del concreto utilizando formaleta deslizante: todo el concreto para pavimentos debe ser colocado y terminado por pavimentadoras de concreto deslizante, salvo donde es impráctico o no es posible el empleo de este equipo, en cuyo caso se empleará el procedimiento de formaleta fija.

b) Compactación del concreto

La pavimentadora debe ser capaz de realizar el enrasado y compactación del concreto, sin causar segregación, produciendo una sección compacta y homogénea con un acabado final, solo pendiente del afinamiento manual de pequeñas irregularidades, el que se hace con llanas metálicas de tamaño suficiente para alcanzar la parte media de la sección del pavimento.

Las pavimentadoras deben operarse lo más continuamente posible coordinando todas las operaciones de mezclado, colocación y esparcido, compactación y acabado del concreto de tal forma que se logre un avance uniforme con un mínimo de paradas y arranques.

Cuando sea necesario detener el movimiento de la pavimentadora, también deben detenerse automáticamente los elementos de vibración y/o apisonado. No se debe aplicar ninguna otra fuerza de tracción a la pavimentadora, más que aquella que pueda controlarse desde la propia máquina.

2.4.6.1 Acabado, texturizado y ranurado del concreto

Acabado final

La ejecución del acabado final debe efectuarse antes del endurecimiento, pudiendo dejarse las aristas de las juntas, si la máquina esparcidora es del tipo de formaleta deslizante.

Texturizado y ranurado utilizando pavimentadora de formaleta deslizante

Inmediatamente detrás de la alisadora o llana mecánica de la pavimentadora, y una vez el concreto está próximo a perder el brillo se procede al texturizado y ranurado. El texturizado fino o microtexturizado se logra pasando tiras o pedazos de lona o brin en el sentido longitudinal de la vía. Generalmente esta tela se coloca en brazos extensores en la parte trasera de la pavimentadora, o en la parte delantera del carro o marco texturizador o ranurador, motorizado y de dirección automática o manual.

2.4.6.2 Curado

Inmediatamente después del texturizado y rasurado, y tan pronto sea posible, sin causar daño a la superficie del concreto, se debe proceder al curado del concreto por alguno de los siguientes métodos:

- a) Carpetas o esteras de algodón, lona o brines empapadas con agua: la superficie del concreto debe ser recubierta en su totalidad con esteras. Las esteras deben tener longitudes (o anchos) tales, que salgan por lo menos dos veces el espesor de la losa de concreto. La estera se colocará de forma tal, que la superficie total y ambos bordes

de la losa queden completamente recubiertos. Antes de la colocación, se empararán con agua las esteras. Las esteras se colocarán y se sujetarán con pesos, para que estén en contacto directo con la superficie revestida y se deben mantener mojadas y colocadas durante 72 horas, a menos que se especifique lo contrario en las disposiciones especiales.

- b) Aplicación de compuestos líquidos formadores de membrana de curado el contratista debe aplicar un compuesto líquido de curado con pigmento, el compuesto de curado; se aplicará a presión en la proporción de un litro por 3.0 metros cuadrados de pavimento de concreto hidráulico, mediante distribuidores mecánicos. El compuesto de curado tendrá características tales, que la película debe endurecer dentro de los 30 minutos siguientes a la aplicación.

- c) Membranas impermeables: se debe mojar inicialmente la superficie del pavimento con un equipo rociador de agua finamente pulverizada o nebulizador de agua, cubriendo después la superficie total con membranas impermeables. Las membranas deben mantenerse en contacto directo con la superficie del pavimento por medio de pesos u otros medios apropiados. La duración del curado debe ser de por lo menos 72 horas, salvo que se especifique en otra forma en las disposiciones especiales. Las membranas impermeables también pueden usarse para cubrir las carpetas empapadas.

2.5 Consideraciones de operación y mantenimiento del pavimento rígido

Antes de iniciar los trabajos de construcción de las losas de concreto, el contratista debe someter para su aprobación, el procedimiento que va a utilizar en dicha construcción, como: maquinaria, equipos y materiales que utilizará en las operaciones necesarias.

La aprobación del procedimiento de construcción a utilizar no exime al contratista de su responsabilidad de construir un pavimento de concreto de cemento Portland en forma tal, que se ajuste a éstas. Todas las mezcladoras deben ser de un tipo aprobado y diseñado en tal forma, que aseguren una distribución uniforme de los materiales en toda la mezcla. Deben utilizarse mezcladoras cuya capacidad indicada no sea inferior a la carga de un saco y que cuenten con un accesorio que cierre automáticamente el dispositivo de carga, con el fin de evitar que se vacíen antes de que los materiales hayan sido mezclados durante el tiempo mínimo especificado.

Las losas de concreto deben ser construidas sobre las superficies previamente preparadas de conformidad con estas especificaciones. Cuando en el área de construcción de la losa de concreto antes o después de colocar las formaleta, se produzcan baches o presiones causadas por el movimiento de equipo y actividades propias de la construcción, éstas deben corregirse antes de colocar el concreto, llenándolas con material igual al de la superficie preparada y nunca de concreto, lechada o mortero; seguidamente, se debe proceder a conformar y compactar el material, con compactadora mecánica de operación manual, efectuándose el control de compactación conforme a lo establecido en estas especificaciones técnicas.

La ejecución del acabado final debe ejecutarse antes del endurecimiento, eliminándose las aristas de las juntas. El acabado de los bordes debe ser igual al de la superficie, posteriormente al acabado se aplicará algún tipo de curador aprobado por el supervisor de la obra, o en su defecto agua; con el objetivo de evitar un fraguado brusco del concreto. El concreto debe dosificarse y producirse para asegurar una resistencia a la compresión de 4,000 psi. a los 28 días. La resistencia del concreto debe basarse en probetas de cilindros fabricados y aprobados de acero. La resistencia a la compresión del concreto se basará en pruebas a los 14 y 28 días. Las muestras para las pruebas de resistencia de cada clase de concreto producido por la planta mezcladora, deben consistir de por lo menos dos y preferentemente tres probetas para cada edad de prueba.

Estas muestras deben tomarse no menos de una vez por cada 60 metros cúbicos o fracción de concreto. Las muestras para prueba de resistencia deben tomarse de acuerdo con el método AASHTO T 14 y los cilindros deben de consistir de por lo menos dos probetas y preferiblemente tres, obtenidas de la misma muestra, deben hacerse ensayos a los 14 y a los 28 días.

Las formaleatas no pueden ser retiradas, hasta después de transcurridas por lo menos 12 horas de haber sido colocado el concreto, y la operación debe ser hecha con cuidado para evitar daños a los bordes del concreto. El material sellante debe colocarse en las juntas previamente secas y limpias; se debe emplear herramientas que penetren en la ranura de las juntas. El material de relleno debe ser cuidadosamente colocado, sin producir desbordamiento.

Cualquier exceso debe moverse inmediatamente, limpiando la superficie. No se permitirá que queden rebordes o túmulos, especialmente en las juntas transversales. Cualquier daño que se le ocasione al pavimento antes de su

aceptación final, debe ser reparado por el contratista. El pavimento no debe ser abierto al tránsito sino hasta transcurridos por lo menos 14 días después de la colocación del concreto o de que lleguen las probetas de prueba, al ensayarlas a una resistencia de 4,000 psi. a compresión. Este tiempo puede ser mejorado utilizando aditivos como acelerantes de fraguado rápido. Defectos en la superficie, espesor deficiente, grietas, rajaduras o asentamientos, así como las juntas, serán reparados por el contratista sin costo para la municipalidad.

Las fallas en los pavimentos rígidos pueden deberse a dos causas principales: las deficiencias de la propia losa, que comprenden por un lado el defecto del concreto propiamente dicho, tales como utilización de materiales y agregados no adecuados, desintegración por reacción de los agregados del cemento; y por lo tanto los defectos de construcción o de insuficiencia estructural en la losa, tales como la inapropiada colocación o insuficiente dotación de elementos de carga, insuficiente resistencia entre las restricciones de fricción impuestas a los movimientos de la losa por la sub-base, así como un mal comportamiento de las juntas de contracción y expansión.

2.6 Especificaciones técnicas

2.6.1 Preparación de la sub-rasante

Es el suelo natural donde se construirá el pavimento, puede estar formado por un suelo natural mejorado o una sustitución de éste que servirá de apoyo al pavimento a construir. El material preparado de la sub-rasante, como se indicó deberá ser compactado inmediatamente con el equipo adecuado para el tipo de suelo que se trate o con el que apruebe la municipalidad hasta alcanzar una densidad seca máxima del 95% los resultados en el laboratorio por el método AASHTO T-18 (AASHTO Modificado).

La compactación se hará gradualmente de las orillas hasta el centro, paralelamente a un eje longitudinal, de modo que traslape uniformemente cada capa de compactación en la mitad de su ancho, con la pasada anterior. Se deberá continuar así hasta obtener la compactación especificada. El afinamiento y la compactación deberán ejecutarse alternativamente hasta lograr una superficie lisa y uniforme. Si la superficie de la sub-rasante se seca durante la compactación deberá regarse con la cantidad de agua necesaria para mantener el contenido de humedad de compactación especificado. La compactación de los materiales de la subrasante cercanos a los pozos de visita, cajas de registro, bordillos y lugares no accesibles por el equipo de compactación mencionado anteriormente, deberá efectuarse mecánicamente con compactadoras neumáticas (sapos) o con platos vibratorios, y como alternativa manual con mazos, para asegurar de esta manera la compactación especificada.

La superficie de la sub-rasante terminada después de escarificar, homogenizar, humedecer y conformar adecuadamente los materiales, deberá quedar completamente lisa. No debe tener depresiones o salientes que excedan 3.0 centímetros con relación a lo indicado en los planos o por la municipalidad. Las zonas que estén fuera de ese límite serán corregidas.

El contenido de humedad y compactación deberá estar entre el 80% y 95% del contenido óptimo de humedad del material en cuestión, determinado en el laboratorio. El contenido óptimo de humedad corresponde a los diferentes suelos que forman la sub-rasante; será determinado por el contratista y aprobado por la municipalidad previo a las operaciones de compactación.

Las densidades secas del campo, se determinarán por el método del cono de arena AASHTO T-191 u otro aprobado por la municipalidad.

La corrección de las densidades por partículas gruesas, si es necesario, se hará con el método AASHTO T-224; la densidad se obtendrá cada 40 metros lineales, siguiendo el alineamiento de un eje longitudinal en la siguiente forma.

Orilla derecha, centro, orilla izquierda, centro, orilla derecha, etc. En las zonas, donde por inspección se crea deficiente la compactación, se debe también medir la densidad de campo.

2.6.2 Sub-base material granulométrico

Para la elaboración de la sub-base los materiales deberán ser uniformemente distribuidos, mezclados, humedecidos, conformados y compactados de acuerdo con estas especificaciones, de modo que el espesor de la misma no sea menor del indicado. Todos los materiales que se utilicen para sub-base, deberán estar libres de materiales vegetales, tierra negra, terrones de arcilla, etc. La máxima dimensión de cualquier partícula contenida en el material, y que no sea posible desintegrar con el equipo de conformación o de compactación, no deberá ser mayor de $\frac{1}{4}$ " del espesor especificado de la sub-base.

La fracción del material en peso seco que pase el tamiz N. 200 deberá estar comprendida entre 5% y 20% (análisis granulométrico en húmedo).

La fracción que pasa el tamiz N. 200 debe ser menor de $\frac{2}{3}$ de la fracción que pasa el tamiz N.40

La fracción que pasa el tamiz N.40 tendrá un límite líquido menor a 25 (AASHTO T-90).

El material deberá tener una relación de valor soporte de California (CBR) método AASHTO T-193 no menor de 30 a un grado de compactación del 95% método AASHTO T-180 modificado, para una penetración de 0.1 de pulgada. El material no debe tener un hinchamiento mayor del 0.5% (método AASHTO T-193).

Previa comprobación de que el material cumpla con los requisitos aquí indicados, se procederá al tendido del material depositado. El material será esparcido por segregación de tamaños en una capa uniforme de modo que después de compactado, se obtenga el espesor especificado.

El agua se adicionará en forma uniforme en todo el ancho y espesor de la capa suelta a compactar. Si fuera necesario el suelo será trabajado con equipo, a fin de lograr dicha uniformidad. Una vez el material mezclado con agua haya alcanzado la humedad especificada de compactación, se procederá a conformarlo.

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

Cuando el espesor total compactado de la sub-base sea mayor de 30 centímetros, éste se compactará con la compactadota con dos capas de igual espesor. Cuando se utilice equipo vibratorio o de otro tipo aprobado, el espesor compactado de cada capa de sub-base podrá incrementarse a 30 centímetros previa aprobación de la municipalidad.

El afinamiento y aplanado deberá ejecutarse alternativamente a modo de obtener una superficie lisa y uniformemente compactada.

La compactación de los materiales de la sub-base cercanos a los pozos de visita, cajas de registro, bordillo o lugares no accesibles por equipos de compactación mencionados anteriormente, podrá efectuarse con sapos o platos vibratorios, y como alternativa manualmente con mazos, en forma tal de asegurar a la compactación especificada.

Todo el material suave o inestable, que no se compacte o que de acuerdo con la municipalidad no sirva para ese uso, será removido o extraído, y colocado en su lugar material nuevo según indique la municipalidad. El contenido de humedad de compactación será ajustado a un valor tal, que esté comprendido entre el 90 y 95% del contenido de humedad óptima, determinado por ensayo de compactación de laboratorio o de campo del material en cuestión. El contenido de humedad correspondiente a los materiales de la subbase será determinado por el contratista y aprobado por la municipalidad, previo a las operaciones de compactación. Las densidades secas de campo se determinarán preferentemente por el método del cono de la arena (AASHTO T-191) u otro aprobado por la municipalidad.

Las densidades se obtendrán cada 400 metros cuadrados siguiendo el alineamiento de un eje longitudinal de: orilla derecha, centro, orilla izquierda, centro, orilla derecha, etc.

4.6.3 Pavimento de concreto con cemento Portland

Los materiales que se utilizan en la construcción de este pavimento deben llenar fundamentalmente los requisitos y normas siguientes:

- Cemento Portland: el cemento Portland debe corresponder a los tipos I y II, de acuerdo a AASHTO M 85-63.

4.6.3.1 Agregado fino

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

2.6.3.2 Agregado grueso

Debe consistir en grava o piedra triturada, procesada adecuadamente para formar un agregado clasificado que cumpla con los requisitos de AASHTO 183 M-80; con la excepción de que no se aplicara el ensayo de congelamiento y deshielo alternos, y que el ensayo de desintegración al sulfato de sodio y pérdida de peso no sea mayor del 15% después de cinco ciclos conforme AASHTO T-104. Además, el porcentaje de desgaste no debe ser mayor de 50% después de 500 revoluciones en el ensayo de abrasión (Los Ángeles). AASHTO T-96. El porcentaje de partículas desmenuzables no debe exceder del 56% en peso, el contenido de terrones de arcilla no debe ser mayor de 0.25% en peso.

El agregado grueso a utilizar va a ser de 3/4" debido a que es bastante resistente al desgaste, y por esto es utilizado en pavimentos rígidos.

4.6.3.3 Agua

El agua para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados debe ser limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, azúcar, sales como cloruros o sulfatos, material orgánico y otras sustancias que pueden ser nocivas al concreto. El agua debe analizarse de acuerdo a AASHTO T-26. En ningún caso la cantidad de impurezas en el agua debe ser tal, que cause un cambio en el tiempo de fraguado del cemento Portland en más del 25% o una reducción de más del 10% en la resistencia a compresión en morteros de cemento Portland a 7 y 28 días, con relación a la resistencia obtenida con morteros hechos con agua potable, de acuerdo con AASHTO T-106.

La planta y el equipo para producción del concreto, deben estar en el sitio de la obra en condiciones óptimas de servicio, y ser inspeccionado y aprobado antes de que inicien las operaciones de construcción. El agua puede medirse por peso o volumen. El equipo para medir el agua debe tener una exactitud de ± 0.5 % de la capacidad del tanque y ser adoptado de tal forma que la exactitud de dicha medida no sea afectada por las variaciones de presión en la red de suministro de agua. Cuando el cemento se dosifique en sacos, no se requiere el pesado del mismo, puede medirse con base en el peso marcado de fábrica en los sacos. El agregado grueso y fino podrá medirse por volumen, contando en el sitio de la obra con moldes de un volumen definido y conocido y así también por peso, cuando se cuente en el sitio de la obra con un equipo de capacidad y exactitud suficiente para la operación.

Se le recomienda al constructor hacer referencia a los requisitos del libro Azul de caminos, cualquier modificación en la construcción, calidad de materiales y la elaboración de ensayos deberá ser supervisado por un Ingeniero Civil delegado por la municipalidad.

2.7 Presupuesto

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
 UBICACIÓN: CASERÍO NAVIVAD, ALDEA LAS LAGUNAS
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
 MUNICIPIO: SAN MARCOS
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

1	LIMPIEZA GENERAL	13374,78	M2	Q	2,00	Q	26.774,96
---	------------------	----------	----	---	------	---	-----------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	ESCOBONES	9,00	Unidad	Q	45,00	Q	405,00
	MACHETES	5,00	Unidad	Q	50,00	Q	250,00
	AZADONES	6,00	Unidad	Q	75,00	Q	450,00
	PALAS	9,00	Unidad	Q	75,00	Q	675,00
	PIOCHAS	7,00	Unidad	Q	90,00	Q	630,00
	CARRETILLAS DE MANO	6,00	Unidad	Q	300,00	Q	1.800,00
	ROTULO	1,00	Unidad	Q	2.500,00	Q	2.500,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.						Q	6.710,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	6.710,00	Q	671,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.						Q	671,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.							
--	--	--	--	--	--	--	--

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.						
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	13374,78	0	Q	1,00	Q	13.374,78
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	13.374,78

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	20.755,78	Q	415,12
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	20.755,78	Q	415,12
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	20.755,78	Q	2.075,58
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	20.755,78	Q	2.075,58
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	20.755,78	Q	1.037,79
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	6.019,18

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.						Q	6.019,18
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.						Q	20.755,78

COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.

Q 26.774,96

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO
UBICACIÓN: CASERÍO NAVIVAD, ALDEA LAS LAGUNAS
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
MUNICIPIO: SAN MARCOS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

2	LEVANTADO Y ACARREO DE PIEDRA BOLA	1535	M3	Q	204,56	Q	313.992,80
---	------------------------------------	------	----	---	--------	---	------------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	PIOCHAS	8,00	Unidad	Q	90,00	Q	720,00	
	PALAS	4,00	Unidad	Q	75,00	Q	300,00	
	AZADONES	2,00	Unidad	Q	75,00	Q	150,00	
	PUNTAS	2,00	Unidad	Q	100,00	Q	200,00	
	CARRETILLA DE MANO	5,00	Unidad	Q	300,00	Q	1.500,00	
	CINCEL	4,00	Unidad	Q	20,00	Q	80,00	
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.							Q	2.950,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	2.950,00	Q	295,00	
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.							Q	295,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

	TRANSPORTE	160,00	Viajes	Q	170,00	Q	27.200,00	
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.							Q	27.200,00

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA							
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	1535	M3	Q	125,00	Q	191.875,00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q	191.875,00

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	222.320,00	Q	4.446,40	
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	222.320,00	Q	4.446,40	
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	222.320,00	Q	22.232,00	
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	222.320,00	Q	22.232,00	
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	222.320,00	Q	11.116,00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q	64.472,80

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.**Q 64.472,80****TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.****Q 249.520,00****COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.****Q 313.992,80**

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO
 UBICACIÓN: CASERÍO NAVIVAD, ALDEA LAS LAGUNAS
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
 MUNICIPIO: SAN MARCOS
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

3	BODEGA DE MATERIALES	48	M2	Q	148,05	Q	7.106,61
---	----------------------	----	----	---	--------	---	----------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	LAMINA DE ZINC CALIBRE 28 DE 12'	25,00	Unidad	Q	75,00	Q	1.875,00
	REGLAS DE 2" x 3" x 9'	2,50	Docena	Q	300,00	Q	750,00
	TABLA DE 1"*12"*9'	5,00	Docena	Q	410,00	Q	2.050,00
	CLAVO DE 3"	8,00	Lbs.	Q	5,00	Q	40,00
	ALAMBRE DE AMARRE	7,00	Lbs.	Q	5,00	Q	35,00
	CANDADOS	1,00	Unidad	Q	25,00	Q	25,00
	CADENAS	1,00	Unidad	Q	15,00	Q	15,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.						Q	4.790,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	4.790,00	Q	479,00
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.						Q	479,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						Q	-
--	--	--	--	--	--	----------	----------

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.						
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	48	m2	Q	5,00	Q	240,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	240,00

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	5.509,00	Q	110,18
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	5.509,00	Q	110,18
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	5.509,00	Q	550,90
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	5.509,00	Q	550,90
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	5.509,00	Q	275,45
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	1.597,61

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.**Q 1.597,61****TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.****Q 5.509,00****COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.****Q 7.106,61**

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO
 UBICACIÓN: CASERIO NAVIVAD, ALDEA LAS LAGUNAS
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
 MUNICIPIO: SAN MARCOS
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

4	TRAZO Y ESTAQUEADO	2229,13	ML	Q	14,50	Q	32.321,81
---	--------------------	---------	----	---	-------	---	-----------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	HILO PLASTICO	5,00	Rollos	Q	25,00	Q	125,00
	CAL HIDRATADA	10,00	Bolsas	Q	22,00	Q	220,00
	CINTA METRICA DE 50 MTS.	3,00	Unidad	Q	80,00	Q	240,00
	METRO DE MANO DE 5 MTS.	3,00	Unidad	Q	30,00	Q	90,00
	REGLAS DE 2" x 3" x 9' para estacas.	10,00	Docenas	Q	300,00	Q	3.000,00
	CLAVO DE 3".	20,00	Lbs.	Q	5,00	Q	100,00
	ALMAGANA DE 4 LBS.	2,00	Unidad	Q	80,00	Q	160,00
	NIVEL DE MANO	5,00	Unidad	Q	45,00	Q	225,00
	ALAMBRE DE AMARRE	45,00	Lbs.	Q	5,00	Q	225,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.						Q	4.385,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	4.385,00	Q	438,50
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.						Q	438,50

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

	VIAJES	1,00	Viajes	Q	170,00	Q	170,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						Q	170,00

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.	2229,13		Q	6,50	Q	14.489,35
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	2229,13	0	Q	2,50	Q	5.572,83
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	20.062,17

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	25.055,67	Q	501,11
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	25.055,67	Q	501,11
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	25.055,67	Q	2.505,57
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	25.055,67	Q	2.505,57
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	25.055,67	Q	1.252,78
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	7.266,14

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.**Q 7.266,14****TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.****Q 25.055,67****COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.****Q 32.321,81**

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
 UBICACIÓN: CASERIO NAVIVAD, ALDEA LAS LAGUNAS
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS
 MUNICIPIO: SAN MARCOS
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

5	CONFORMACION DEL TERRENO	13374,78	M2	Q	17,32	Q	231.661,37
---	--------------------------	----------	----	---	-------	---	------------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	AZADONES	2,00	Unidad	Q	75,00	Q	150,00	
	PALAS	1,00	Unidad	Q	75,00	Q	75,00	
	CARRETAS	2,00	Unidad	Q	300,00	Q	600,00	
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.							Q	825,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	825,00	Q	82,50	
	VIBRO COMPACTADOR DE 10 TON.	440,00	Horas	Q	400,00	Q	176.000,00	
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.							Q	176.082,50

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.							Q	-
--	--	--	--	--	--	--	----------	----------

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.							
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	13374,78	M2	Q	0,20	Q	2.674,96	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q	2.674,96

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	179.582,46	Q	3.591,65	
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	179.582,46	Q	3.591,65	
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	179.582,46	Q	17.958,25	
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	179.582,46	Q	17.958,25	
	IMPREVISTOS	5	%	Q	179.582,46	Q	8.979,12	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q	52.078,91

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.	Q	52.078,91
------------------------------------	----------	------------------

TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.	Q	179.582,46
----------------------------------	----------	-------------------

COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.

Q	231.661,37
----------	-------------------

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
UBICACIÓN: CASERIO NAVIVAD, ALDEA LAS LAGUNAS
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
MUNICIPIO: SAN MARCOS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

6	BASE DE MATERIAL SELECTO	13374,78	M2	Q	42,75	Q	571.748,75
---	--------------------------	----------	----	---	-------	---	------------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	AZADONES	3,00	Unidad	Q	75,00	Q	225,00	
	PALAS	3,00	Unidad	Q	75,00	Q	225,00	
	CARRETAS DE MANO	2,00	Unidad	Q	300,00	Q	600,00	
	MATERIAL SELECTO	2755,00	M3	Q	60,00	Q	165.300,00	
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.							Q	166.350,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 5%	10,00	%	Q	166.350,00	Q	16.635,00	
	VIBRO COMPACTADOR DE 10 TON.	430	Horas	Q	400,00		172000	
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.							Q	188.635,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

	TRANSPORTE DE MATERIAL SELECTO	460,00	Viaje	Q	170,00	Q	78.200,00	
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.							Q	78.200,00

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.	13374,78	M2	Q	0,50	Q	6.687,39	
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	13374,78	M2	Q	0,25	Q	3.343,70	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q	10.031,09

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	443.216,09	Q	8.864,32	
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	443.216,09	Q	8.864,32	
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	443.216,09	Q	44.321,61	
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	443.216,09	Q	44.321,61	
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	443.216,09	Q	22.160,80	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q	128.532,66

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.	Q	128.532,66
------------------------------------	----------	-------------------

TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.	Q	443.216,09
----------------------------------	----------	-------------------

COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.	Q	571.748,75
---------------------------------	----------	-------------------

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO
 UBICACIÓN: CASERIO NAVIVAD, ALDEA LAS LAGUNAS
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
 MUNICIPIO: SAN MARCOS
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

7	CAPA DE RODADURA	2006,22	M3	Q 1.847,37	Q 3.706.236,69
---	------------------	---------	----	------------	----------------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	CEMENTO PORTLAN 4000 PSI	21628,00	Saco	Q 53,00	Q 1.146.284,00
	ARENA DE RIO	1214,00	M3	Q 220,00	Q 267.080,00
	PIEDRIN	1214,00	M3	Q 230,00	Q 279.220,00
	TABLA DE 1**12**9'	110,00	Docena	Q 410,00	Q 45.100,00
	REGLAS DE 2" x 3" x 9'	30,00	Docena	Q 300,00	Q 9.000,00
	ALAMBRE DE AMARRE	100	Lbs.	Q 5,00	Q 500,00
	CLAVO DE 3"	75	Lbs.	Q 5,00	Q 375,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.					Q 1.747.559,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q1.747.559,00	Q 174.755,90
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.					Q 174.755,90

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

	VIAJES	400,00		Q 170,00	Q 68.000,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.					Q 68.000,00

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.	2006,22	M3	Q 400,00	Q 802.488,00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	2006,22	M3	Q 40,00	Q 80.248,80
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.					Q 882.736,80

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q2.873.051,70	Q 57.461,03
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q2.873.051,70	Q 57.461,03
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q2.873.051,70	Q 287.305,17
	UTILIDADES.	10	%	Q2.873.051,70	287305,17
	IMPREVISTOS	5	%	Q2.873.051,70	143652,585
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.					Q 833.184,99

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS. Q 833.184,99

TOTAL DE GASTOS DIRECTOS. Q 2.873.051,70

COSTO TOTAL DEL RENGLÓN. Q 3.706.236,69

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
 UBICACIÓN: CASERÍO NAVIVAD, ALDEA LAS LAGUNAS
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
 MUNICIPIO: SAN MARCOS
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

8	BORDILLOS LATERALES	4458,26	ML	Q	130,16	Q	580.304,82
---	---------------------	---------	----	---	--------	---	------------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	CEMENTO PORTLAN 3000 PSI	2163,00	Sacos	Q	49,00	Q	105.987,00
	ARENA DE RÍO	122,00	M3	Q	220,00	Q	26.840,00
	PIEDRIN	122,00	M3	Q	230,00	Q	28.060,00
	TABLA DE 1**12**9'	80,00	Docena	Q	410,00	Q	32.800,00
	REGLAS DE 2" x 3" x 9'	20,00	Docena	Q	300,00	Q	6.000,00
	ALAMBRE DE AMARRE	100,00	Lbs.	Q	5,00	Q	500,00
	CLAVO DE 3"	80	Lbs.	Q	5,00	Q	400,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.							Q 200.587,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 5%	10,00	%	Q	200.587,00	Q	20.058,70
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.							Q 20.058,70

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

	VIAJES	37,00	Viajes	Q	170,00	Q	6.290,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.							Q 6.290,00

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.	4458,26	ML	Q	40,00	Q	178.330,40
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	4458,26	ML	Q	10,00	Q	44.582,60
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q 222.913,00

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	449.848,70	Q	8.996,97
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	449.848,70	Q	8.996,97
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	449.848,70	Q	44.984,87
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	449.848,70	Q	44.984,87
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	449.848,70	Q	22.492,44
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q 130.456,12

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.**Q 130.456,12****TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.****Q 449.848,70****COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.****Q 580.304,82**

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
 UBICACIÓN: CASERÍO NAVIVAD, ALDEA LAS LAGUNAS
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
 MUNICIPIO: SAN MARCOS
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

9	MANTENIMIENTO DE CANAL DE REJILLA	7,5	ML	Q	703,86	Q	5.278,98
---	-----------------------------------	-----	----	---	--------	---	----------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	CEMENTO DE 4000 PSI	15	Sacos	Q	53,00	Q	795,00
	ARENA DE RIO	1,5	M3	Q	220,00	Q	330,00
	PIEDRIN	1,5	M3	Q	230,00	Q	345,00
	HIERRO NO. 1	2	Varilla	Q	500,00	Q	1.000,00
	CARRETILLA DE MANO	1	Unidad	Q	300,00	Q	300,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.							Q 2.770,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	2.770,00	Q	277,00
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.							Q 277,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

	VIAJES	1,00		Q	170,00	Q	170,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.							Q 170,00

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.	7,5	ML	Q	100,00	Q	750,00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	7,5	ML	Q	25,00	Q	187,50
							Q 937,50

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	3.877,50	Q	77,55
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	3.877,50	Q	77,55
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	3.877,50	Q	387,75
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	3.877,50	Q	387,75
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	3.877,50	Q	193,88
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q 1.124,48

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.						Q 1.124,48
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.						Q 4.154,50
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.						Q 5.278,98

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCION DE PAVIMENTO RIGIDO
 UBICACIÓN: CASERIO NAVIVAD, ALDEA LAS LAGUNAS
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
 MUNICIPIO: SAN MARCOS
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

10	CUNETA	480	ML	Q	165,10	Q	79.249,22
----	--------	-----	----	---	--------	---	-----------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	CEMENTO 4000 PSI	210,00	Unidad	Q	53,00	Q	11.130,00
	ARENA	12,00	Unidad	Q	220,00	Q	2.640,00
	PIEDRIN	12,00	Unidad	Q	230,00	Q	2.760,00
	TABLA DE 1"*12"*9'	8,00	Unidad	Q	410,00	Q	3.280,00
	REGLAS DE 2" x 3" x 9'	5,00	Unidad	Q	300,00	Q	1.500,00
	ALAMBRE DE AMARRE	50,00	Unidad	Q	5,00	Q	250,00
	CLAVO DE 3"	65,00	Global	Q	5,00	Q	325,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.						Q	21.885,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 5%	10,00	%	Q	21.885,00	Q	2.188,50
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.						Q	2.188,50

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

	VIAJES	8,00	Viajes	Q	170,00	Q	1.360,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						Q	1.360,00

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.	480	ML	Q	55,00	Q	26.400,00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	480	ML	Q	20,00	Q	9.600,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	36.000,00

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	61.433,50	Q	1.228,67
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	61.433,50	Q	1.228,67
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	61.433,50	Q	6.143,35
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	61.433,50	Q	6.143,35
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	61.433,50	Q	3.071,68
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	17.815,72

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.						Q	17.815,72
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.						Q	61.433,50
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.						Q	79.249,22

EL COSTO TOTAL DEL PROYECO ASCIENDE A:				Q	5.554.676,00
---	--	--	--	----------	---------------------

CINCO MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL SEICIENTOS SETENTA Y SEIS QUETZALES CON 00/100.

PRESUPUESTO INTEGRADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO
UBICACIÓN: CASERIO NAVIVAD, ALDEA LAS LAGUNAS
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
MUNICIPIO: SAN MARCOS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

No.	DESCRIPCIÓN.	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/UNIT.	TOTAL.
1	LIMPIEZA GENERAL	13374,78	M2	Q 2,00	Q 26.774,96
2	LEVANTADO Y ACARREO DE PIEDRA BOLA	1535	M3	Q 204,56	Q 313.992,80
3	BODEGA DE MATERIALES	48	M2	Q 148,05	Q 7.106,61
4	TRAZO Y ESTAQUEADO	2229,13	ML	Q 14,50	Q 32.321,81
5	CONFORMACION DEL TERRENO	13374,78	M2	Q 17,32	Q 231.661,37
6	BASE DE MATERIAL SELECTO	13374,78	M2	Q 42,75	Q 571.748,75
7	CAPA DE RODADURA	2006,22	M3	Q 1.847,37	Q 3.706.236,69
8	BORDILLOS LATERALES	4458,26	ML	Q 130,16	Q 580.304,82
9	MANTENIMIENTO DE CANAL DE REJILLA	7,5	ML	Q 703,86	Q 5.278,98
10	CUNETA	480	ML	Q 165,10	Q 79.249,22
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 5.554.676,00
EL COSTO TOTAL DEL PROYECO ASCIENDE A:				Q 5.554.676,00	

**CINCO MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL
SEICIENTOS SETENTA Y SEIS QUETZALES CON 00/100.**

2.8 CRONOGRAMA DE AVANCE FISICO Y FINANCIERO

PROYECTO: CONSTRUCCION DE PAVIMENTO RIGIDO
UBICACIÓN: CASERIO NAVIDAD ALDEA LAS LAGUNAS
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS
MUNICIPIO: SAN MARCOS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

CRONOGRAMA DE AVANCE FISICO Y FINANCIERO.

No.	DESCRIPCION	M E S E S																	
		1	2	3	4	5	6	7											
1	Limpieza general.	■	■	■															
2	Levantado y acarreo de piedra bola.		■	■	■	■	■	■											
3	Bodega de materiales.		■	■	■	■													
4	Trazo y estaqueado.			■	■	■	■	■											
5	Conformación de terreno				■	■	■	■	■	■									
6	Base de material selecto.						■	■	■	■	■	■	■						
7	Capa de rodadura.													■	■	■	■	■	■
8	Bordillos laterales.																■	■	■
9	Mantenimiento de canal de rejilla.																		■
10	Cuneta.																		■
PORCENTAJE MENSUAL			15%		15%		15%		15%		15%		15%		15%		10%		
PORCENTAJE MENSUAL ACUMULADO			15%		30%		45%		60%		75%		90%		100%				

INVERSION MENSUAL	Q 833.201,40	Q 833.201,40	Q 833.201,40	Q 833.201,40	Q 833.201,40	Q 833.201,40	Q 555.467,60
INVERSION MENSUAL ACUMULADA	Q 833.201,4	Q 1.666.402,8	Q 2.499.604,2	Q 3.332.805,6	Q 4.166.007,0	Q 4.999.208,4	Q 5.554.676,0

3. DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN EL CENTRO, ALDEA LA FEDERACIÓN, SAN MARCOS

3.1 Descripción del proyecto

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el cantón El Centro, aldea La Federación, San Marcos, es de gran importancia ya que se dotará por primera vez a los habitantes de dicho servicio de alcantarillado y saneamiento, proporcionándoles una mejor calidad de vida, ayudando a tener un medio ambiente más sano, al ir eliminando las descargas de aguas negras no tratadas y fosas sépticas en mal estado.

En el cantón El Centro se determinó diseñar un alcantarillado sanitario, debido al factor económico y funcional del sistema ya que es un área rural y de poca precipitación pluvial al año. Este solo conducirá aguas residuales.

La red tiene una línea principal con 3,089.34 metros en lo cuales se diseñaron 58 pozos de visita, la tubería a utilizar será de PVC y tendrá un diámetro mínimo de 6", las cuales deben cumplir con las normas ASTM 3034.

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

3.2 Levantamiento topográfico

La topografía tiene por objeto medir las extensiones de terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie. Para el sistema de alcantarillado sanitario se tomó en cuenta el levantamiento para ambos lados de la carretera principal, identificando las edificaciones

existentes y las entradas a callejones, asimismo el área de terreno para diseñar el tratamiento de las aguas servidas considerando las quebradas, elevaciones y depresiones que estas presentan.

La topografía se puede dividir en dos grandes ramas que son:

- Altimetría
- Planimetría

Existen también tres formas de realizar la planimetría y altimetría, esta depende del tipo de instrumento que se utiliza, y se divide en tres tipos de orden.

- a) 1er. Orden: para planimetría se utiliza teodolito y altimetría nivel de precisión.
- b) 2do. Orden: para planimetría se utiliza teodolito y altimetría el método taquimétrico.
- c) 3er. Orden: para planimetría se utiliza brújula o cinta métrica y para altimetría nivel de mano.

En la realización de este proyecto se ejecutó una topografía de segundo orden; para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito, trípode, estadal, cinta métrica, plomadas y trompos.

Las notas realizadas en la libreta de campo deben ser lo más claras posibles, especificando los problemas que se puedan suscitar en el trayecto de la tubería. Es necesario realizar inspecciones preliminares para formarse un criterio sobre los elementos que serán determinantes en el diseño hidráulico del sistema.

3.2.1 Levantamiento planimétrico

El levantamiento planimétrico es el estudio de los procedimientos para la representación de una superficie terrestre en un plano horizontal, es usado para localizar cambio de dirección en donde la tubería interconecta los pozos de visita y cajas de registro.

El levantamiento planimétrico se ejecutó como una poligonal abierta, utilizando para ello el método de conservación de azimut con vuelta de campana.

Las distintas horizontales (D_h) se calcularon, según la siguiente fórmula:

$$D_h = \Delta H * 2h * \text{seno}(2\beta)$$

Donde:

- D_h = Distancia horizontal
- ΔH = Diferencia de hilos (superior – medio)
- $2h$ = 2 veces la constante de lectura horizontal del aparato
- β = Ángulo vertical

3.2.2 Levantamiento altimétrico

Es la medición de la altura de una superficie de la tierra, con el fin de representarlas gráficamente, para que juntamente con la planimetría, se defina la superficie en estudio, representada en tres dimensiones.

Las diferencias de nivel entre puntos de las líneas, se calcularon mediante la siguiente expresión:

$$COP = CEA + AI - HM + Dh * (\tan(90 - \beta))$$

Donde:

- CPO = Cota del punto observado
- CEA = Cota de la estación anterior
- AI = Altura del instrumento
- HM = Lectura del hilo medio
- Dh = Distancia horizontal
- β = Ángulo vertical

3.3 Criterios básicos de diseño

El análisis y la investigación del flujo hidráulico, han establecido que las condiciones del flujo y las pendientes hidráulicas en sistemas de PVC por gravedad, pueden ser diseñadas conservadoramente utilizando la ecuación de *Manning*.

Relativamente la pequeña concentración de sólidos usualmente encontrada en las aguas negras, no es suficiente para hacer que su comportamiento sea diferente al del agua. Por esta razón se acepta que las aguas negras tengan las mismas características que el agua, siempre que se mantengan velocidades mínimas de auto limpieza. Al igual que el agua, las aguas negras buscarán el nivel bajo cuando son introducidas en una tubería con pendiente. El intento de las aguas negras de buscar su nivel, induce un movimiento como flujo por gravedad.

3.3.1 Población futura

Es la cantidad de personas que se estiman por algún método, tomando como base censos de población en años anteriores y que tributarán caudales al sistema de alcantarillado utilizado. De acuerdo con los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística en años anteriores, se observa que la curva de crecimiento poblacional presenta una forma parabólica, por lo que para la proyección de la población futura en el caso del cantón El Centro, se decidió utilizar el método de incremento geométrico, el cual se define a través de la siguiente formula:

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

Donde:

- Pf = Población futura
- Po = Población actual
- R = Tasa de crecimiento
- n = período de diseño

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

- Po = 92 casas x 6 hab/casa = 552 habitantes.
- R = 8.57% Según datos proporcionado por los censos poblacionales de INE del año 1994 al año 2002 en el diseño hidráulico se demuestra este dato.
- N = 30 años.

La población proyectada para el año 2037 es de 13,575 habitantes.

Nota

La tasa de crecimiento en este cantón se calcula en 8.57% debido a diversos factores como lo es falta de información a la población para espaciar los embarazos, el nivel de pobreza de algunas familias y como factor de mayor importancia es la emigración de la población del altiplano márkense predominando pobladores originarios de los municipios de Tacaná y Tajumulco.

3.3.2 Período de diseño

El período de diseño, es el tiempo en el cual el sistema tendrá la capacidad de satisfacer al 100% el funcionamiento a lo largo de un tiempo establecido. El diseño del alcantarillado sanitario se propone trabajar al 100% por 30 años tomando en consideración que llevaría 2 años de trámite de papelería para la aprobación de financiamiento y 28 años de vida útil del proyecto sin embargo este también depende del mantenimiento, calidad de los materiales y la mano de obra con que se ejecutará el proyecto.

3.3.3 Dotación

Es la cantidad de agua asignada a cada usuario, se expresa en litros por habitante por día (lts/hab/día).

Para determinar la dotación se consideran factores que influyen en la misma, también las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal, Dirección General de Obras Públicas y normas de urbanismo.

El poblado cuenta con los servicios públicos de electricidad y agua potable. Lo que influyó en la selección de la dotación fue el clima y el nivel de

vida. Tomando los criterios y condiciones en que se encuentra la comunidad del cantón El Centro asumimos una dotación de 150 lts/hab/día.

3.3.4 Factor de retorno

Es el factor que indica la relación que existe entre la cantidad de agua que se consume al día y la dotación destinada para cada persona. Este factor puede variar de 0.70 a 0.80 dependiendo del clima de la región y el acceso al agua; para el proyecto se optó por un factor de 0.80 por ser el más crítico ya que la precipitación pluvial en la región es baja y no existen yacimientos de agua.

3.3.5 Factor de rugosidad

Descripción y valores

La rugosidad es un valor que es determinado en forma experimental, además es adimensional, que expresa que tan lisa es la superficie del canal, y varía en el transcurso del tiempo dependiendo del material que es construido.

Los valores más utilizados se presentan a continuación:

Tabla XVIII: Valores de rugosidad

Material	Mínimo	Máximo
Superficie de cemento	0.011	0.030
Mampostería	0.017	0.030
Tubería PVC	0.006	0.011
Tubo de concreto diámetro <24"	0.011	0.016
Tubo de concreto diámetro >24"	0.013	0.018
Tubería de asbesto cemento	0.009	0.011

3.3.6 Cálculo de caudales

3.3.6.1 Caudal domiciliar

Está conformado por el agua que es utilizada por las personas para diferentes necesidades dentro de su vivienda: limpieza, higiene personal, lavado de alimentos etc. Denominada caudal de desecho doméstico, es conducida hacia la red de alcantarillado existente y está relacionada con la dotación de agua potable según el lugar, esta expresado en litros por segundo.

El factor de retorno varia entre 0.7 y 0.9, para el diseño se utilizo 0.80 ya que es la constante que se maneja en el municipio.

$$Qd = \frac{Dt * \# Hab * F.R.}{86,400 \text{ seg/día}}$$

Donde

Qd = Caudal de domiciliar lts/ seg.

F.R. = Factor de retorno

Dt = Dotación lts/hab/día

#Hab = Número de habitantes futuros.

3.3.6.2 Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario sin ninguna autorización, debido a que no cuentan con un sistema de alcantarillado apropiado para las aguas pluviales o por error las introducen en el sistema de alcantarillado sanitario.

El caudal de conexiones ilícitas se relaciona directamente con el caudal de aguas pluviales, pero por no contar con datos suficiente para su cálculo, se considera en el diseño de un 10 por ciento del caudal domestico según normas del INFOM que esta en vigencia en el país.

3.3.6.2.1 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía está en función directa del tipo de superficie por donde corre el agua pluvial, cuando son techos y pavimentos 0.70 – 0.90, patios y arboledas 0.15 – 0.30.

Para cada área tiene diferente factor de escorrentía, por consiguiente habrá diferente caudal.

$$C = \frac{(A_{techos} * C_{techos}) + (A_{patios} * C_{patios})}{\sum A}$$

$$A_{techos} = \frac{(A_{techos} * \#casas)}{10,000 m^2 / Ha}$$

$$A_{patios} = \frac{(A_{patios} * \#casas)}{10,000 m^2 / Ha}$$

Nota

Por no contar con datos suficientes de la población ya que piensan construir en el futuro y no se sabe el tipo de construcción que usaran se optó por seguir el procedimiento dado por las normas del Infom que se estima el 10% del caudal domiciliar, mas adelante en el diseño hidráulico del drenaje se demuestra el caudal de conexiones ilícitas.

3.3.6.2.2 Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia en la región de San Marcos es de 140 m.m./hora dato proporcionado por el INSIVUMEH.

3.3.6.3 Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de las profundidades del nivel freático del agua, y de la tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción. Puede calcularse de dos formas: en litros diarios por hectárea o litros diarios por kilómetro de tubería, se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias, asumiendo un valor de 6.00 m por cada casa; la dotación de infiltración varía entre 12,000 a 18,000 litros/km/día.

$$Q_{inf} = \frac{(Dot * Dh_{tubo} + \# casas * 6 m) / 1000}{86400 \text{ seg} / Ha}$$

Donde

Dot = Dotación (litros/kilómetro/día)

Casas = Número de casas

Dh = Distancia horizontal

Nota

En este estudio el caudal será igual a cero ya que la tubería PVC que se utilizará en los colectores primarios y secundarios así como las tuberías de las acometidas domiciliarias es impermeable; en cuanto al caudal comercial y al caudal industrial es igual a cero debido a que en la comunidad no existen ningún comercio o industria que puedan afectar el caudal de diseño.

3.3.6.4 Caudal de diseño

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

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

Donde

No. De hab. = Número de habitantes futuros acumulados

F.H. = Factor de *Harmond*

F.Qmedio = Factor de caudal medio

3.3.6.4.1 Factor de caudal medio

Una vez obtenido el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio (Q_{medio}) del área a drenar, que al ser distribuido entre el número de habitantes se obtiene un factor de caudal medio (F_{qm}), el cual varía entre el rango de 0.002 a 0.005. Si el cálculo del factor se encuentra entre esos dos límites, se utiliza el calculado; en cambio si es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano, según sea el caso.

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

$$F_{qm} = \frac{Q_{medio}}{\text{No. de habitantes}}$$

$$0.002 < F_{qm} < 0.005$$

3.3.6.4.2 Factor de *Harmond*

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

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

Donde

FH = Factor de *Harmond*.

P = Población futura acumulada en miles.

3.3.7 Velocidades máximas y mínimas, de diseño

La velocidad de flujo está determinada por la pendiente del terreno, el tipo y diámetro de la tubería que se utilice.

La velocidad de flujo debe estar comprendida entre el siguiente rango, para evitar problemas de taponamiento y desgaste en las tuberías que se utilice.

Tabla XIX. Velocidades mínimas y máximas

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

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

3.3.8 Pendientes máximas y mínimas

La pendiente mínima en los colectores es la que provoca velocidades iguales o mayores a 0.40 m/seg y la pendiente máxima la que provoca velocidades menores o iguales a 4.00 mts/seg para tubería de PVC. En cuanto a la tubería de concreto iguales o mayores a 0.60 mts/seg. y velocidad máxima no mayor a 3.00 m/seg, éstos parámetros garantiza que el sistema de alcantarillado sanitario trabaje sin defectos de sedimentación y abracion, para prolongar la vida util del sistema.

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

Donde

$$S = \text{Pendiente}$$

Para todo diseño de alcantarillado es recomendable seguir la pendiente del terreno, tomando en cuenta siempre si la pendiente va a favor o en contra del sentido del fluido.

Para el presente proyecto, la tubería a utilizar es PVC norma ASTM 3034 ya que presenta mejores ventajas en el chequeo hidráulico del diseño y en construcción la colocación u transporte es mas manejable.

3.3.9 Relaciones hidráulicas

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

Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal de sección llena por medio de las ecuaciones ya establecidas; se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q), caudal de diseño entre caudal a sección llena. El resultado obtenido se busca en la gráfica, en el eje de las abscisas, desde allí se levanta una vertical hasta la curva de relaciones de caudales; el valor de la relación (d/D) se obtiene en la intersección de la curva con la vertical, leyendo sobre el eje de las ordenadas; la profundidad de flujo (tirante) se obtiene al multiplicar el valor por el diámetro de la tubería.

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

Para utilizar las tablas, primero se determina, la relación (q/Q), el valor se busca en las tablas y si no está el valor exacto, se busca uno que sea aproximado hacia el mayor o el menor; en la columna de la izquierda se ubica la

relación (v/V), y de la misma forma se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad en una sección llena y así obtener la velocidad de la sección parcial.

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

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

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

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

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

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

- El tirante debe estar entre:

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

3.3.10 Cotas invert

Cuando se está trabajando en el diseño se tiene que calcular la profundidad a la que se va a instalar la tubería inicial, para esto se toma en cuenta la profundidad mínima según el reglamento de la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) e Instituto de Fomento Municipal (INFOM) el cual será de 1.20 mts. en lugares donde no pasan vehículos pesados y de 1.40 donde transitan vehículos pesados. Teniendo ésta información inicial, el cálculo de las cotas invert se obtienen restando a la cota de terreno la altura inicial del primer pozo para obtener la primera que sería cota invert de salida y para encontrar la cota invert de entrada se obtiene mediante la diferencia de cota invert de salida menos pendiente de diseño por la distancia.

3.3.10.1 Especificaciones de cotas invert

- La cota invert de salida de un pozo se coloca 3 centímetros más baja que la cota invert de entrada, cuando las tuberías son del mismo diámetro.
- La cota invert de salida está a un nivel más bajo que la entrada, la cual será la diferencia de diámetros de las tuberías, cuando éstas son de diferente diámetro.
- Cuando a un pozo de visita llegan varias tuberías de distintos diámetros y sale una de igual diámetro al mayor de las que llega, la cota invert de salida debe estar 3 centímetros debajo de la de entrada; si la tubería que sale es de diámetro mayor, la cota invert de salida será la diferencia de diámetro con la tubería de mayor diámetro que llega al pozo de visita.

3.3.11 Diámetro de tuberías

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

3.3.11.1 Profundidad de la tubería

Para instalarse en condiciones de cargas en carreteras y en lugares donde las cargas muertas sean considerables, se tienen valores para las diferentes tuberías a fin de evitar rupturas.

3.3.11.1.2 Normas y recomendaciones

A continuación, se presentan los valores de profundidad de tubería y ancho de la zanja, los que dependen del diámetro de tubería y de la profundidad.

Tabla XX. Profundidad mínima de cota invert

PROFUNDIDAD MÍNIMA DE COTA INVERT (cm).												
DIÁMETRO	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
Tránsito normal	122	128	138	141	150	158	166	184	199	214	225	255
Tránsito pesado	142	148	158	151	170	178	186	204	219	234	245	275

Tabla XXI. Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro en metros

ANCHO LIBRE DE ZANJA SEGÚN PROFUNDIDAD Y DIÁMETRO EN MTS.											
D"	Profundidad de zanja en mts.										
Diámetro de tubería	0.0 a 1,30	1,30 a 1,85	1,86 a 2,35	2,36 a 2,85	2,86 a 3,35	3,36 a 3,85	3,86 a 4,35	4,36 a 4,85	4,86 a 5,35	5,36 a 5,85	5.86 a 6.35
6"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
8"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
10"		70	70	70	70	70	75	75	75	80	80
12"		75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
15"		90	90	90	90	90	110	90	90	90	90
18"		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
21"		110	110	110	110	110	135	110	110	110	110
24"		135	135	135	135	135	155	135	135	135	135
30"		135	155	155	155	155	175	155	155	155	155
36"			175	175	175	175	180	175	175	175	175
42"				190	190	190	210	180	180	180	180
48"				210	210	210	245	210	210	210	210
60"				245	245	245	280	245	245	245	245

3.3.12 Pozos de visita

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

- a) En toda intercepción de colectores.
- b) Al comienzo de todo colector.
- c) En todo cambio de sección o diámetro.
- d) En todo cambio de dirección o pendiente.
- e) En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 metros.
- f) En las curvas de colectores visitables a no más de 30 metros

En este proyecto los pozos de visita serán de sección circular y con un diámetro de 1.2 metros; las paredes serán de ladrillo tayuyo y su colocación será en punta y en el fondo se hará una losa de concreto armado. La parte superior tendrá forma de cono truncado y llevará una tapadera de forma circular de concreto armado. Se podrá penetrar en él cuando sea necesario efectuar una limpieza. Se colocarán escalones o gradas en forma de zig-zag.

3.3.13 Conexiones domiciliarias

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe. Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, se acostumbra establecer y dejar prevista una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. En colectores pequeños es más conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos que la que se conseguiría con una conexión en T.

Sin embargo, la conexión en T es más fácil de instalar en condiciones difíciles. Una conexión en T bien instalada es preferible a una conexión en Y mal establecida. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad.

La conexión doméstica se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de cemento colocados en la misma forma vertical a las candelas.

A ésta se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir, con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector debe tener un diámetro no menor a 4" y debe colocarse con una pendiente del 2% como mínimo.

3.3.13.1 Caja o candela

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor será de 45 centímetros. Y si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas; en ambos casos deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria, hasta llegar al alcantarillado central. La altura mínima de la candela será de un metro.

3.3.13.2 Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tendrá un diámetro mínimo de 6 pulgadas, en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima de 2 %.

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

Los sistemas que permitan un mejor funcionamiento del alcantarillado, se utilizarán en situaciones en las cuales el diseñador lo considere conveniente; debido a sus características y a las condiciones físicas donde se construirá. Algunos de estos sistemas son: tubería de ventilación, tanques de lavado, sifones invertidos, disipadores de energía, pozos de luz, etc.

3.4 Diseño hidráulico del drenaje sanitario

3.4.1 Parámetros de diseño del sector 1

Especificaciones para el diseño de alcantarillado sanitario para el cantón El Centro, aldea La Federación, San Marcos, San Marcos, sector 1.

DATOS

Población total de municipio (censo 1994 INE)	928 habitantes
Población total de municipio (censo 2002 INE)	1792 habitantes
Período de diseño	30 años
Densidad de la población	6 habitantes/vivienda
Tasa de crecimiento	8.57% anual
Población beneficiada actual	1152 habitantes
Viviendas actuales	192
Población futura	13,575 habitantes
Viviendas futuras	2,263
Sistema adoptado	Drenaje sanitario
Forma de evacuación	Gravedad
Dotación de agua potable	150 lts/hab/día
Factor de caudal medio	0.002 lts/hab/día
Factor de retorno	0.80
Tubería a utilizar	PVC, norma ASTM F-949
Velocidad mínima	0.4 mts/seg
Velocidad máxima	4.00 mts/seg

3.4.2 Calculo de tasa de crecimiento

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

Despejando R se tuene:

$$R = \left(\sqrt[n]{Pf / P_o} - 1 \right) * 100$$

$$R = \left(\sqrt[8]{1792/928} - 1 \right) * 100$$

$$R = 8.57\%$$

Donde

R =Tasa de crecimiento %

N = 8 años.

Po = Población inicila del año 1994.

Pf = Población final del año 2002.

3.4.3 Cálculo del factor de caudal medio

$$Fqm = \frac{Q_{medio}}{\text{No. de habitantes}}$$

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

$$Q_{dom} = \frac{Dt * \text{No. Hab.} * F.R.}{86400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_{dom} = \frac{150 * 13575 * 0.80}{86400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_{dom} = 18.85 \text{ lts/seg.}$$

$$Q_{conex.ilic} = 10\% Q_{dom}$$

$$Q_{\text{conex.ilic}} = 10\% * 18.85 \text{ lts/seg.}$$

$$Q_{\text{conex.ilic}} = 1.885 \text{ lts/seg.}$$

$$Q_{\text{medio}} = 18.85 \text{ lts/seg.} + 1.885 \text{ lts/seg.} = 20.735 \text{ lts/seg.}$$

$$F_{\text{qm}} = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{No. de habitantes}}$$

$$F_{\text{qm}} = \frac{20.735}{13537}$$

$$F_{\text{qm}} = 0.0015$$

Se aproxima a

$$F_{\text{qm}} = 0.002$$

$$0.002 < F_{\text{qm}} < 0.005$$

El resultado es 0.0015 y este no está en el rango requerido entonces trabajamos con un factor de 0.002

3.4.4 Datos específicos para el tramo PV1 a PV2

Donde

Longitud = 16.54 metros (entre pozos)

Diámetro de la tubería = 6 pulgadas (se asume el mínimo)

Cotas del terreno inicial = 999.88

Cotas del terreno final = 999.99

$$\text{Pendiente del terreno} = \frac{C1 - C2 * (100)}{Dh}$$

$$\text{Pendiente del terreno} = \frac{999.88 - 999.99 * (100)}{16.54}$$

$$\text{Pendiente del terreno} = -0.67\%$$

Profundidad del pozo de visita inicial es HPV1 = 1.50 se asume para que tenga opción a recibir caudal de otro sector ya que la población esta aumentando.

Cota Invert inicial = cota del terreno al inicio – HPV1

$$\text{Cota Invert inicial PV1} = 999.88 - 1.50 = 998.38$$

$$\text{Cota Invert final PV2} = \text{Cinv.inicial} - \frac{S\% \cdot (Dh)}{100}$$

$$\text{Cota Invert final PV2} = 998.38 - \frac{(2.45) \cdot (16.54)}{100}$$

$$\text{Cota Invert final PV2} = 997.97$$

S = 2.45% Pendiente de tubería asumida según la velocidad mínima.

Integración al caudal de diseño

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

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

Po = Habitantes actuales en el tramo PV1 a PV2

$$P_o = \frac{12}{1000} = 0.012$$

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{0.012}}{4 + \sqrt{0.012}} = 4.407$$

Pf = Habitantes futuros en el tramo PV1 a PV2

$$Pf = \frac{141}{1000} = 0.141$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{0.141}}{4 + \sqrt{0.140}} = 4.199$$

$$\text{Caudal de diseño actual} = 12 * 0.002 * 4.407 = 0.1057$$

$$\text{Caudal de diseño futuro} = 141 * 0.002 * 4.199 = 1.184$$

3.4.5 Diseño hidráulico

Velocidad a sección llena

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

Donde

n = 0.01 coeficiente de rugosidad

D = Diámetro de la tubería

S = Pendiente en %.

$$V = \frac{0.03429 * (6)^{2/3} * ((2.45/100)^{1/2})}{0.01} = 1.77 \text{ mts/seg.}$$

Caudal a sección llena

$$Q = A \cdot V$$

Donde:

A = Área a sección llena

V = Velocidad a sección llena

$$Q = \frac{\pi \cdot (0.1524)^2 \cdot (1000) \cdot (1.77)}{4} = 32.29 \text{ lts/seg.}$$

3.4.6 Relaciones hidráulicas

Deben cumplir con $Q_{dis} < Q_{sec \text{ llena}}$ y el tirante $0.1 \leq d / D \leq 0.75$, para que las tuberías no trabajen a sección llena y trabaje adecuadamente.

Cálculos para la población actual

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.1057}{32.29} = 0.0032$$

Teniendo el valor de la relación de caudales, se busca en la tabla de elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular, los valores de v/V , d/D y a/A .

$$\frac{v}{V} = 0.230 \text{ Por lo tanto la velocidad es } (0.230 \cdot 1.77) = 0.407 \text{ m/s}$$

$$0.40 \leq V \leq 4.0 \text{ (m/s)} \quad \text{Si chequea}$$

$$\frac{d}{D} = 0.0425 \quad 0.10 \leq \frac{d}{D} \leq 0.75 \text{ (m/s)}$$

Por lo general en los tramos iniciales no chequea la relación $\frac{d}{D}$ se cumple hasta el tercer tramo en adelante, el diseño de los demás tramos se presentan continuación.

CALCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
 PARA EL CANTÓN EL CENTRO DE LA ALDEA LA FEDERACIÓN
 SAN MARCOS, SAN MARCOS. SECTOR I

DE	A	COTAS DEL TERRENO		DH	S%	NÚMERO DE CASAS		HABITANTES A SERVIR			q dis (lt / seg)		AUMETO DE CAUDAL	Factor Caudal Medio	FACTOR HARMOND		
		INICIO	FINAL	(M)	TERR	Local	Acum.	Act.	Fut.	Acum.	Actual	Futuro	Diferencia	Acumulado	Actual	Futura	
PV1	PV2	999,88	999,99	16,54	-0,67	2	2	12	141	141	0,105761	1,184	1,079	0,002	4,407	4,200	
PV2	PV3	999,99	997,59	57,23	4,19	8	10	60	707	707	0,515764	5,503	4,988	0,002	4,298	3,892	
PV3	PV4	997,59	994,14	36,27	9,51	4	14	84	990	990	0,716274	7,530	6,813	0,002	4,264	3,803	
PV4	PV5	994,14	992,74	45,07	3,11	4	18	108	1273	1273	0,914604	9,496	8,582	0,002	4,234	3,730	
PV5	PV6	992,74	992,70	57,76	0,07	5	23	138	1626	1626	1,15991	11,883	10,723	0,002	4,203	3,654	
PV6	PV7	992,70	992,53	49,18	0,35	8	31	186	2192	2192	1,547282	15,583	14,036	0,002	4,159	3,554	
PV7	PV8	992,53	991,15	53,99	2,56	7	38	228	2687	2687	1,881798	18,716	16,834	0,002	4,127	3,483	
PV8	PV9	991,15	989,80	35,01	3,86	4	42	252	2970	2970	2,071305	20,470	18,399	0,002	4,110	3,446	
PV9	PV10	989,80	984,23	65,91	8,45	5	47	282	3323	3323	2,306648	22,625	20,318	0,002	4,090	3,404	
PV10	PV11	984,23	980,29	30,47	12,93	3	50	300	3535	3535	2,447078	23,903	21,456	0,002	4,078	3,381	
		RAMAL1				RAMAL 1				RAMAL 1				RAMAL 1			
PV16	PV15	986,38	983,60	93,3	2,98	8	8	48	566	566	0,414552	4,467	4,052	0,002	4,318	3,946	
PV15	PV14	983,60	982,72	58,6	1,50	1	9	54	636	636	0,465246	4,984	4,519	0,002	4,308	3,918	
PV14	PV13	982,72	984,10	63,3	-2,18	3	12	72	848	848	0,616316	6,521	5,905	0,002	4,280	3,845	
PV13	PV12	984,10	982,77	22,8	5,83	0	12	72	848	848	0,616316	6,521	5,905	0,002	4,280	3,845	
PV12	PV11	982,77	980,29	18,3	13,55	0	12	72	848	848	0,616316	6,521	5,905	0,002	4,280	3,845	
		CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD			
PV11	PV17	980,29	975,40	30	16,30	2	64	384	4525	4525	3,095435	29,728	26,633	0,002	4,031	3,285	
PV17	PV18	975,40	970,45	30,41	16,28	3	67	402	4737	4737	3,232985	30,948	27,715	0,002	4,021	3,267	
PV18	PV19	970,45	966,11	50	8,68	8	75	450	5303	5303	3,597599	34,164	30,567	0,002	3,997	3,221	
PV19	PV20	966,11	961,38	54,42	8,69	8	83	498	5868	5868	3,95922	37,319	33,360	0,002	3,975	3,180	
PV20	PV21	961,38	957,29	62,4	6,55	10	93	558	6576	6576	4,407346	41,202	36,794	0,002	3,949	3,133	
PV21	PV22	957,29	953,48	70	5,44	10	103	618	7283	7283	4,851447	45,008	40,157	0,002	3,925	3,090	

DE PV	A PV	COTAS DEL TERRENO		DH	S%	NÚMERO DE CASAS		HABITANTES A SERVIR			q dis (lt / seg)		AUMETO DE CAUDAL	Factor Caudal Medio	FACTOR HARMOND	
		INICIO	FINAL	(M)	TERR	Local	Acum.	Act.	Fut.	Acum.	Actual	Futuro	Diferencia	Acumulado	Actual	Futura
PV22	PV23	953,48	949,24	78,07	5,43	8	111	666	7848	7848	5,204022	48,005	42,800	0,002	3,907	3,058
PV23	PV24	949,24	944,35	62,35	7,84	7	118	708	8343	8343	5,51066	50,599	45,088	0,002	3,892	3,032
		RAMAL 2				RAMAL 2					RAMAL 2				RAMAL 2	
PV25	PV24	944,38	944,35	76,93	0,04	7	7	42	495	495	0,363671	3,937	3,573	0,002	4,329	3,976
		CONTINUIDAD				CONTINUIDAD					CONTINUIDAD				CONTINUIDAD	
PV24	PV26	944,35	939,35	70	7,14	6	131	786	9262	9262	6,075776	55,344	49,268	0,002	3,865	2,988
PV26	PV27	939,35	934,02	74,72	7,13	4	135	810	9545	9545	6,248571	56,788	50,539	0,002	3,857	2,975
		RAMAL 3				RAMAL 3					RAMAL 3				RAMAL 3	
PV28	PV29	933,06	933,34	34,52	-0,81	3	3	18	212	212	0,157911	1,755	1,597	0,002	4,386	4,139
PV29	PV27	933,34	934,02	85,7	-0,79	3	6	36	424	424	0,312588	3,400	3,088	0,002	4,341	4,010
		CONTINUIDAD				CONTINUIDAD					CONTINUIDAD				CONTINUIDAD	
PV27	PV30	934,02	932,73	87,83	1,47	8	149	894	10535	10535	6,849555	61,781	54,931	0,002	3,831	2,932
		RAMAL 4				RAMAL 4					RAMAL 4				RAMAL 4	
PV31	PV30	933,10	932,73	41,3	0,90	4	4	24	283	283	0,209736	2,314	2,105	0,002	4,369	4,089
		CONTINUIDAD				CONTINUIDAD					CONTINUIDAD				CONTINUIDAD	
PV30	PV32	932,73	923,57	69,03	13,27	3	156	936	11030	11030	7,147924	64,245	57,097	0,002	3,818	2,912
PV32	PV33	923,57	921,24	51,88	4,49	5	161	966	11383	11383	7,360216	65,989	58,629	0,002	3,810	2,899
PV33	PV34	921,24	917,59	94,31	3,87	8	169	1014	11949	11949	7,698489	68,766	61,068	0,002	3,796	2,877
PV34	PV35	917,59	914,44	86,86	3,63	8	177	1062	12515	12515	8,035102	71,519	63,484	0,002	3,783	2,857
PV35	PV36	914,44	912,16	50	4,56	3	180	1080	12727	12727	8,160916	72,544	64,383	0,002	3,778	2,850
PV36	PV37	912,16	909,40	60,49	4,56	4	184	1104	13010	13010	8,328323	73,908	65,580	0,002	3,772	2,840
PV37	PV38	909,40	904,77	71,93	6,44	3	187	1122	13222	13222	8,453622	74,926	66,472	0,002	3,767	2,833
PV38	PV39	904,77	900,11	71,84	6,49	3	190	1140	13434	13434	8,578706	75,940	67,362	0,002	3,763	2,826
PV39	PV40	900,11	899,04	70,98	1,51	2	192	1152	13575	13575	8,661976	76,614	67,952	0,002	3,760	2,822
PV40	PV41	899,04	895,50	47,62	7,43	0	192	1152	13575	13575	8,661976	76,614	67,952	0,002	3,760	2,822
PV41	PV42	895,50	886,48	48,41	18,63	0	192	1152	13575	13575	8,661976	76,614	67,952	0,002	3,760	2,822
PV42	PV43	886,48	879,38	53	13,40	0	192	1152	13575	13575	8,661976	76,614	67,952	0,002	3,760	2,822
PV43	PV44	879,38	877,49	19,77	9,58	0	192	1152	13575	13575	8,661976	76,614	67,952	0,002	3,760	2,822

		ASUMIDOS													
DE	A	DIAM	S (%)	SECCION LLENA		q / Q		v / V		d / D		a / A	v(m/s)		
PV	PV	(Plg)	TUBO	V (m/s)	Q (lt/s)	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual		Futura	Actual	
PV1	PV2	6	2,45	1,77	32,29	0,036680	0,003276	0,476731	0,235010	0,130704	0,040159	0,077341	0,844	0,416	
PV2	PV3	6	3,10	1,99	36,30	0,151606	0,014208	0,722309	0,361137	0,261424	0,082239	0,209196	1,437	0,719	
PV3	PV4	6	9,42	3,47	63,30	0,118954	0,011316	0,672792	0,337854	0,232214	0,073586	0,176479	2,335	1,172	
PV4	PV5	6	3,05	1,97	35,94	0,264263	0,025451	0,849927	0,428351	0,342950	0,109333	0,308864	1,674	0,844	
PV5	PV6	6	0,33	0,65	11,86	1,002168	0,097825	1,255696	0,635350	0,657695	0,211058	0,786493	0,816	0,413	
PV6	PV7	6	0,25	0,56	10,22	1,525458	0,151468	1,420067	0,722117	0,807526	0,261308	1,055932	0,795	0,404	
PV7	PV8	6	1,75	1,49	27,18	0,688585	0,069235	1,125027	0,574192	0,547530	0,178265	0,604521	1,676	0,856	
PV8	PV9	6	3,48	2,11	38,49	0,531831	0,053815	1,043075	0,533356	0,482620	0,157620	0,504369	2,201	1,125	
PV9	PV10	6	8,26	3,25	59,28	0,381632	0,038908	0,946487	0,485034	0,410392	0,134524	0,399655	3,076	1,576	
PV10	PV11	6	12,50	3,99	72,78	0,328411	0,033621	0,905766	0,464731	0,381360	0,125261	0,359706	3,614	1,854	
RAMAL1		RAMAL 1		RAMAL 1		RAMAL 1		RAMAL 1		RAMAL 1		RAMAL 1		RAMAL 1	
PV16	PV15	6	3,00	1,96	35,75	0,124934	0,011595	0,682522	0,340271	0,237845	0,074466	0,182653	1,338	0,667	
PV15	PV14	6	1,28	1,28	23,35	0,213453	0,019926	0,798415	0,398728	0,308980	0,097013	0,265915	1,022	0,51	
PV14	PV13	6	1,80	1,52	27,73	0,235192	0,022228	0,821413	0,411701	0,323970	0,102335	0,284627	1,249	0,626	
PV13	PV12	6	1,99	1,59	29,00	0,224837	0,021249	0,810655	0,406309	0,316922	0,100109	0,275782	1,289	0,646	
PV12	PV11	6	3,24	2,03	37,03	0,176104	0,016644	0,754693	0,378260	0,281270	0,088847	0,232364	1,532	0,768	
CONTINUIDAD		CONTINUIDAD		CONTINUIDAD		CONTINUIDAD		CONTINUIDAD		CONTINUIDAD		CONTINUIDAD		CONTINUIDAD	
PV11	PV17	6	12,95	4,06	74,06	0,401406	0,041796	0,960591	0,495311	0,420645	0,139313	0,414065	3,900	2,011	
PV17	PV18	6	13,00	4,07	74,24	0,416854	0,043546	0,971271	0,501295	0,428477	0,142132	0,425176	3,953	2,04	
PV18	PV19	6	8,42	3,28	59,83	0,571004	0,060128	1,065009	0,550964	0,499670	0,166397	0,530141	3,493	1,807	
PV19	PV20	6	8,45	3,28	59,83	0,623729	0,066172	1,092909	0,566635	0,521700	0,174368	0,564010	3,585	1,859	
PV20	PV21	6	6,35	2,85	51,99	0,792519	0,084776	1,172301	0,609267	0,586451	0,196801	0,667146	3,341	1,736	
PV21	PV22	6	5,26	2,59	47,25	0,952649	0,102686	1,237202	0,644436	0,641615	0,216117	0,759038	3,204	1,669	

		ASUMIDOS													
DE	A	DIAM	S (%)	SECCION LLENA		q / Q		v / V		d / D		a / A	α(m/s)		
PV	PV	(Plg)	TUBO	V (m/s)	Q (lt/s)										
						Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual		Futura	Actual	
PV22	PV23	6	5,26	2,59	47,25	1,016067	0,110149	1,260770	0,657810	0,662136	0,223652	0,794126	3,265	1,704	
PV23	PV24	8	7,79	3,82	123,88	0,408449	0,044484	0,965495	0,504432	0,424234	0,143619	0,419146	3,688	1,927	
RAMAL 2				RAMAL 2				RAMAL 2				RAMAL 2			
PV25	PV24	6	0,82	1,02	18,61	0,211579	0,019546	0,796356	0,396486	0,307651	0,096104	0,264276	0,812	0,404	
CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD			
PV24	PV26	8	6,03	3,36	108,96	0,507918	0,055760	1,029119	0,538931	0,471895	0,160378	0,488358	3,458	1,811	
PV26	PV27	8	6,96	3,61	117,07	0,485079	0,053375	1,015348	0,532075	0,461407	0,156989	0,472854	3,665	1,921	
RAMAL 3				RAMAL 3				RAMAL 3				RAMAL 3			
PV 28	PV29	6	1,60	1,43	26,09	0,067272	0,006054	0,569376	0,281309	0,175777	0,054210	0,118335	0,814	0,402	
PV29	PV27	6	0,90	1,07	19,52	0,174220	0,016015	0,752320	0,374020	0,279796	0,087192	0,230618	0,805	0,400	
CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD			
PV27	PV30	8	0,20	0,61	19,78	3,123097	0,346254	1,751555	0,919907	1,145962	0,391345	1,745175	1,068	0,561	
RAMAL 4				RAMAL 4				RAMAL 4				RAMAL 4			
PV31	PV30	6	2,60	1,82	33,20	0,069714	0,006317	0,575351	0,284844	0,178866	0,055352	0,121331	1,047	0,518	
CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD			
PV30	PV32	10	8,60	4,66	236,13	0,272078	0,030272	0,857210	0,450668	0,347867	0,119001	0,315241	3,995	2,10	
PV32	PV33	10	4,25	3,27	165,69	0,398262	0,044421	0,958382	0,504222	0,419033	0,143519	0,411789	3,134	1,649	
PV33	PV34	10	3,73	3,07	155,56	0,442060	0,049489	0,988111	0,520429	0,440943	0,151298	0,443044	3,034	1,598	
PV34	PV35	10	3,48	2,96	149,99	0,476841	0,053573	1,010269	0,532652	0,457563	0,157273	0,467209	2,990	1,577	
PV35	PV36	10	4,30	3,29	166,71	0,435162	0,048954	0,983572	0,518774	0,437569	0,150496	0,438185	3,236	1,707	
PV36	PV37	10	4,35	3,31	167,72	0,440662	0,049656	0,987195	0,520943	0,440262	0,151547	0,442061	3,268	1,724	
PV37	PV38	10	7,60	4,38	221,94	0,337597	0,038090	0,913113	0,482026	0,386535	0,133135	0,366732	3,999	2,111	
PV38	PV39	10	7,50	4,35	220,42	0,344530	0,038920	0,918563	0,485079	0,390392	0,134545	0,371996	3,996	2,11	
PV39	PV40	10	2,84	2,68	135,80	0,564175	0,063786	1,061263	0,560573	0,496742	0,171267	0,525687	2,844	1,502	
PV40	PV41	10	2,00	2,25	114,01	0,671996	0,075976	1,117023	0,590026	0,541046	0,186542	0,594272	2,513	1,328	
PV41	PV42	12	7,92	5,05	368,15	0,208107	0,023529	0,792508	0,418613	0,305175	0,105218	0,261227	3,999	2,112	
PV42	PV43	12	7,85	5,02	366,29	0,209162	0,023648	0,793682	0,419233	0,305929	0,105478	0,262155	3,984	2,105	
PV43	PV44	12	5,40	4,17	304,27	0,251797	0,028468	0,837986	0,442635	0,334949	0,115484	0,298574	3,494	1,846	

TABLA DE RESUMEN SECTOR I

DE	A	COTAS DEL TERRENO		DISTANCIA H	DIAMTERO	S (%)	COTAS INVERT		ALTURA DE POZO	
		PV	PV				INICIO	FINAL	TUBO	INICIO DEL TRAMO
PV1	PV2			999,88	999,99	16,54				
PV2	PV3	999,99	997,59	57,23	6	3,10	997,94	996,17	2,05	1,42
PV3	PV4	997,59	994,14	36,27	6	9,42	996,14	992,72	1,45	1,42
PV4	PV5	994,14	992,74	45,07	6	3,05	992,69	991,32	1,45	1,42
PV5	PV6	992,74	992,7	57,76	6	0,33	991,29	991,10	1,45	1,60
PV6	PV7	992,7	992,53	49,18	6	0,25	990,95	990,83	1,75	1,70
PV7	PV8	992,53	991,15	53,99	6	1,75	990,68	989,73	1,85	1,42
PV8	PV9	991,15	989,8	35,01	6	3,48	989,60	988,38	1,55	1,42
PV9	PV10	989,8	984,23	65,91	6	8,26	988,25	982,81	1,55	1,42
PV10	PV11	984,23	980,29	30,47	6	12,50	982,68	978,87	1,55	1,42
PV16	PV15	986,38	983,6	93,3	6	3,00	984,93	982,13	1,45	1,47
PV15	PV14	983,6	982,72	58,6	6	1,28	982,05	981,30	1,55	1,42
PV14	PV13	982,72	984,1	63,3	6	1,80	981,27	980,13	1,45	3,97
PV13	PV12	984,1	982,77	22,8	6	1,99	980,10	979,65	4,00	3,12
PV12	PV11	982,77	980,29	18,3	6	3,24	979,47	978,87	3,30	1,42
PV11	PV17	980,29	975,4	30	6	12,95	977,84	973,95	2,45	1,45
PV17	PV18	975,4	970,45	30,41	6	13,00	972,95	969,00	2,45	1,45
PV18	PV19	970,45	966,11	50	6	8,42	968,90	964,69	1,55	1,42
PV19	PV20	966,11	961,38	54,42	6	8,45	964,56	959,96	1,55	1,42
PV20	PV21	961,38	957,29	62,4	6	6,35	959,83	955,87	1,55	1,42
PV21	PV22	957,29	953,48	70	6	5,26	955,74	952,06	1,55	1,42
PV22	PV23	953,48	949,24	78,07	6	5,26	951,93	947,82	1,55	1,42
PV23	PV24	949,24	944,35	62,35	8	7,79	947,74	942,88	1,50	1,47
PV25	PV24	944,38	944,35	76,93	6	0,82	942,88	942,25	1,50	2,10
PV24	PV26	944,35	939,35	70	8	6,03	942,15	937,93	2,20	1,42
PV26	PV27	939,35	934,02	74,72	8	6,96	937,80	932,60	1,55	1,42
PV28	PV29	933,06	933,34	34,52	6	1,60	931,61	931,06	1,45	2,28
PV29	PV27	933,34	934,02	85,7	6	0,90	930,99	930,22	2,35	3,80
PV27	PV30	934,02	932,73	87,83	8	0,20	930,17	929,99	3,85	2,74
PV31	PV30	933,1	932,73	41,3	6	2,60	931,10	930,03	2,00	2,70
PV30	PV32	932,73	923,57	69,03	10	8,60	928,09	922,15	4,64	1,42
PV32	PV33	923,57	921,24	51,88	10	4,25	922,02	919,82	1,55	1,42
PV33	PV34	921,24	917,59	94,31	10	3,73	919,69	916,17	1,55	1,42
PV34	PV35	917,59	914,44	86,86	10	3,48	916,04	913,02	1,55	1,42
PV35	PV36	914,44	912,16	50	10	4,30	912,89	910,74	1,55	1,42
PV36	PV37	912,16	909,4	60,49	10	4,35	910,61	907,98	1,55	1,42
PV37	PV38	909,4	904,77	71,93	10	7,60	907,80	902,33	1,60	2,44
PV38	PV39	904,77	900,11	71,84	10	7,50	902,07	896,68	2,70	3,43
PV39	PV40	900,11	899,04	70,98	10	2,84	896,65	894,64	3,46	4,40
PV40	PV41	899,04	895,5	47,62	10	2,00	894,39	893,43	4,65	2,07
PV41	PV42	895,5	886,48	48,41	12	7,92	888,90	885,07	6,60	1,41
PV42	PV43	886,48	879,38	53	12	7,85	882,13	877,96	4,35	1,42
PV43	PV44	879,38	877,49	19,77	12	5,40	877,13	876,07	2,25	1,42

CALCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
 PARA EL CANTÓN EL CENTRO DE LA ALDEA LA FEDERACIÓN
 SAN MARCOS, SAN MARCOS. SECTOR II

DE	A	COTAS DEL TERRENO		DH	S%	NUMERO DE CASAS		HABITANTES A SERVIR			q dis (lt / seg)		AUMETO DE CAUDAL	Factor Caudal Medio	FACTOR HARMOND	
PV16	PV1	986,38	981,30	66,6	7,63	4	4	24	283	283	0,419472	4,626	4,207	0,004	4,369	4,089
PV1	PV2	981,30	977,61	46,9	7,87	0	4	24	283	283	0,419472	4,626	4,207	0,004	4,369	4,089
		RAMAL 1				RAMAL 1					RAMAL 1		RAMAL 1			
PV4	PV3	988,82	983,79	61,71	8,15	3	3	18	212	212	0,315822	3,511	3,196	0,004	4,386	4,139
PV3	PV2	983,79	977,61	61,92	9,98	9	12	72	848	848	1,232632	13,049	11,816	0,004	4,280	3,845
		CONTINUIDAD				CONTINUIDAD					CONTINUIDAD		CONTINUIDAD			
PV2	PV5	977,61	974,58	55,4	5,47	0	16	96	1131	1131	1,631378	17,036	15,405	0,004	4,248	3,765
PV5	PV6	974,58	969,33	60,5	8,68	3	19	114	1343	1343	1,927768	19,956	18,028	0,004	4,228	3,714
		RAMAL 2				RAMAL 2					RAMAL 2		RAMAL 2			
PV1	PV8	981,30	976,34	71,75	6,91	3	3	18	212	212	0,315822	3,511	3,196	0,004	4,386	4,139
PV8	PV7	976,34	970,31	45,63	13,21	1	4	24	283	283	0,419472	4,626	4,207	0,004	4,369	4,089
PV7	PV6	970,31	969,33	50	1,96	4	8	48	566	566	0,829104	8,928	8,099	0,004	4,318	3,946
		CONTINUIDAD				CONTINUIDAD					CONTINUIDAD		CONTINUIDAD			
PV6	PV9	969,33	969,55	21,56	-1,02	2	29	174	2050	2050	2,901956	29,340	26,438	0,004	4,169	3,577
		RAMAL 3				RAMAL 3					RAMAL 3		RAMAL 3			
PV10	PV9	969,45	969,55	29,36	-0,34	4	4	24	283	283	0,419472	4,626	4,207	0,004	4,369	4,089
		CONTINUIDAD				CONTINUIDAD					CONTINUIDAD		CONTINUIDAD			
PV9	PV11	969,55	968,23	27,37	4,82	0	33	198	2333	2333	3,286504	32,971	29,685	0,004	4,150	3,533
		RAMAL 4				RAMAL 4					RAMAL 4		RAMAL 4			
PV12	PV11	968,43	968,23	60	0,33	6	6	36	424	424	0,625176	6,804	6,179	0,004	4,341	4,010
		CONTINUIDAD				CONTINUIDAD					CONTINUIDAD		CONTINUIDAD			
PV11	PV13	968,23	967,86	12,62	2,93	0	39	234	2757	2757	3,858563	38,310	34,451	0,004	4,122	3,473
PV13	PV14	967,86	968,19	9,52	-3,47	0	39	234	2757	2757	3,858563	38,310	34,451	0,004	4,122	3,473

ASUMIDOS															
DE	A	DIAM	S (%)	SECCION LLENA		q / Q		v / V		d / D		a / A	μ(m/s)		
PV	PV	(Plg)	TUBO	V (m/s)	Q (lt/s)										
						Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual		Futura	Actual	
PV16	PV1	6	7,66	3,13	57,02	0,081131	0,007357	0,601477	0,297833	0,192621	0,059626	0,134945	1,880	0,931	
PV1	PV2	6	7,75	3,14	57,35	0,080659	0,007314	0,600450	0,297324	0,192072	0,059456	0,134394	1,888	0,935	
RAMAL 1				RAMAL 1				RAMAL 1				RAMAL 1			
PV4	PV3	6	8,18	3,23	58,92	0,059593	0,005360	0,549524	0,271460	0,165672	0,051081	0,108693	1,775	0,877	
PV3	PV2	6	9,93	3,56	64,92	0,200995	0,018987	0,784480	0,393132	0,300035	0,094752	0,254935	2,792	1,399	
CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD			
PV2	PV5	6	5,42	2,63	47,96	0,355190	0,034013	0,926796	0,466310	0,396247	0,125972	0,380031	2,437	1,226	
PV5	PV6	6	8,63	3,32	60,52	0,329723	0,031852	0,906824	0,457434	0,382104	0,121997	0,360713	3,009	1,518	
RAMAL 2				RAMAL 2				RAMAL 2				RAMAL 2			
PV1	PV8	6	6,87	2,96	54,00	0,065027	0,005849	0,563746	0,278485	0,172887	0,053305	0,115552	1,669	0,824	
PV8	PV7	6	13,14	4,09	74,68	0,061945	0,005617	0,555787	0,275208	0,168834	0,052263	0,111684	2,275	1,127	
PV7	PV6	6	1,90	1,56	28,40	0,314394	0,029196	0,894272	0,445918	0,373320	0,116916	0,348871	1,392	0,694	
CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD			
PV6	PV9	6	0,22	0,53	9,66	3,036297	0,300309	1,737159	0,882351	1,130292	0,365055	1,711021	0,920	0,467	
RAMAL 3				RAMAL 3				RAMAL 3				RAMAL 3			
PV10	PV9	6	0,75	0,98	17,84	0,259282	0,023511	0,845204	0,418518	0,339776	0,105178	0,304770	0,827	0,409	
CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD			
PV9	PV11	6	3,55	2,13	38,82	0,849403	0,084666	1,196337	0,609035	0,606649	0,196676	0,700374	2,546	1,296	
RAMAL 4				RAMAL 4				RAMAL 4				RAMAL 4			
PV12	PV11	6	0,78	1,00	18,20	0,373967	0,034359	0,940881	0,467695	0,406344	0,126597	0,394009	0,938	0,467	
CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD				CONTINUIDAD			
PV11	PV13	6	0,75	0,98	17,84	2,147169	0,216264	1,569566	0,801480	0,954294	0,310961	1,341962	1,535	0,784	
PV13	PV14	6	0,75	0,98	17,84	2,147169	0,216264	1,569566	0,801480	0,954294	0,310961	1,341962	1,535	0,784	

TABLA DE RESUMEN SECTOR II

DE	A	COTAS DEL TERRENO		DISTANCIA H	DIAMTERO	S (%)	COTAS INVERT		ALTURA DE POZO	
		INICIO	FINAL				TUBO	INICIO DEL TRAMO	FINAL DEL TRAMO	POZO DE INICIO
PV16	PV1	986,38	981,3	66,6	6	7,66	985,18	980,08	1,20	1,22
PV1	PV2	981,3	977,61	46,9	6	7,75	980,05	976,41	1,25	1,20
PV4	PV3	988,82	983,79	61,71	6	8,18	987,62	982,57	1,20	1,22
PV3	PV2	983,79	977,61	61,92	6	9,93	982,54	976,39	1,25	1,22
PV2	PV5	977,61	974,58	55,4	6	5,42	976,36	973,36	1,25	1,22
PV5	PV6	974,58	969,33	60,5	6	8,63	973,33	968,11	1,25	1,22
PV1	PV8	981,3	976,34	71,75	6	6,87	980,05	975,12	1,25	1,22
PV8	PV7	976,34	970,31	45,63	6	13,14	975,09	969,09	1,25	1,22
PV7	PV6	970,31	969,33	50	6	1,90	969,06	968,11	1,25	1,22
PV6	PV9	969,33	969,55	21,56	6	0,22	968,08	968,03	1,25	1,52
PV10	PV9	969,45	969,55	29,36	6	0,75	968,25	968,03	1,20	1,52
PV9	PV11	969,55	968,23	27,37	6	3,55	968,00	967,03	1,55	1,20
PV12	PV11	968,43	968,23	60	6	0,00	967,23	966,76	1,20	1,47
PV11	PV13	968,23	967,86	12,62	6	0,78	966,73	966,64	1,50	1,22
PV13	PV14	967,86	968,19	9,52	6	0,00	966,61	966,54	1,25	1,65

Parámetros de diseño

Periodo de diseño	=	30 años
Densidad de población	=	6 habitantes por vivienda
Tasa de crecimiento	=	8.57 %
Dotación	=	150 Lts/hab./día
Factor de retorno	=	0.80
Tubería a utilizar	=	PVC, norma ASTM F-949

3.5 Ubicación de la descarga

Para seleccionar el punto de descarga, de aguas residuales, se consultó con el presidente de COCODE, alcalde auxiliar y vecinos del cantón El Centro para determinar el área de descarga.

La comunidad del cantón El Centro juntamente con la municipalidad de San Marcos se comprometieron a conseguir el área de terreno donde se diseñará la planta de tratamiento de aguas servidas.

La municipalidad de San Marcos, se hace responsable de contratar a un Ingeniero Sanitario para el diseño de dicha planta. En este proyecto se dejará el perfil del terreno del último pozo de visita de cada fosa que está en el caserío, hasta el área propuesta para la planta y también las curvas de nivel del área propuesta.

3.5.1 Importancia del tratamiento de las aguas servidas

Desde el punto de vista de la salud pública tienen una importancia relevante. Puesto que uno de sus contenidos importantes son las excretas humanas (fecas y orinas) estas aguas pueden transportar numerosos microorganismos causantes de enfermedades, denominados patógenos.

Los estudios microbiológicos revelan la presencia de bacterias, virus y parásitos humanos. Por tanto, si son descargadas a ríos u otras fuentes de agua para consumo humano pueden producirse epidemias graves. Asimismo, las aguas servidas pueden causar la muerte de la fauna, especialmente peces, cuando son descargadas en fuentes de agua debido a que consumen oxígeno.

Es especialmente peligroso el uso de las aguas residuales para el cultivo de vegetales destinados al consumo humano, tales como hortalizas que crecen a ras de tierra y se consumen habitualmente crudas, de las cuales son ejemplo la lechuga, el berro, el repollo, el perejil, el cilantro, el apio y los cebollines.

Por eso la importancia conocer el tratamiento de las aguas servidas conocer su componente de saneamiento básico, para esto es indispensable cumplir con las normas sanitarias vigentes, de acuerdo con el artículo 94 del código de la salud, el cual comprende la adecuada disposición de excretas, la recolección y evacuación de aguas residuales grises; como también, la adecuada disposición de desechos sólidos o basura.

Características de las aguas residuales

Los parámetros característicos, mencionados son:

- Temperatura
- PH
- Sólidos en suspensión totales (SST) o
- Materia orgánica valorada como DQO y DBO (a veces TOC)
- Nitrógeno total Kjeldahl (NTK)
- Nitrógeno amoniacal y nitratos

Aspectos físicos, químicos y biológicos

Características físicas

- Aspecto
- Color
- Turbidez
- Sólidos en suspensión totales (SST)
- Conductividad

Sustancias químicas

Las aguas servidas están formadas por un 99% de agua y un 1% de sólidos en suspensión y solución. Estos sólidos pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos.

Los sólidos inorgánicos están formados principalmente por nitrógeno, fósforo, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y algunas sustancias tóxicas como arsénico, cianuro, cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo y zinc.

Los sólidos orgánicos se pueden clasificar en nitrogenados y no nitrogenados. Los nitrogenados, es decir, los que contienen nitrógeno en su molécula, son proteínas, ureas, aminas y aminoácidos. Los no nitrogenados son principalmente celulosa, grasas y jabones.

Características bacteriológicas

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Salmonellas
- Virus

Contenido en partículas radiactivas

A efectos del tratamiento, la gran división es entre materia en suspensión y materia disuelta.

- La materia en suspensión se separa por tratamientos fisicoquímicos, variantes de la sedimentación y filtración. En el caso de la materia suspendida sólida se trata de separaciones sólido - líquido por gravedad o medios filtrantes y, en el caso de la materia aceitosa, se emplea la separación L-L, habitualmente por flotación.

- La materia disuelta puede ser orgánica, en cuyo caso el método más extendido es su insolubilización como material celular (y se convierte en un caso de separación S-L) o inorgánica, en cuyo caso se deben emplear caros tratamientos fisicoquímicos como la ósmosis inversa.

Disposición de excretas

La mala disposición de excretas provoca la diseminación de enfermedades gastrointestinales, siendo la población infantil la más afectada.

Los requisitos mínimos para la adecuada disposición de excretas son:

- El suelo debe estar en contacto directo con el hombre, es un recurso valioso, productivo y útil, no debe contaminarse.
- El agua, tanto subterránea como superficial, no debe contaminarse.
- Las excretas deberán disponerse en forma aislada de manera que no sean accesibles, por su alto poder contaminante.
- Debe brindarse una garantía que permita asegurar que las excretas no serán manipuladas accidental o intencionalmente.

3.5.2 Proceso de tratamiento de las aguas servidas

Toda agua servida o residual debe ser tratada tanto para proteger la salud pública como para preservar el medio ambiente. Antes de tratar cualquier agua servida debemos conocer su composición. Esto es lo que se llama caracterización del agua. Permite conocer qué elementos químicos y biológicos

están presentes y da la información necesaria para que los ingenieros expertos en tratamiento de aguas puedan diseñar una planta apropiada al agua servida que se está produciendo.

Una planta de tratamiento de aguas servidas debe tener como propósito eliminar toda contaminación química y bacteriológica del agua que pueda ser nociva para los seres humanos, la flora y la fauna de manera que el agua sea dispuesta en el ambiente en forma segura. El proceso, además, debe ser optimizado de manera que la planta no produzca olores ofensivos hacia la comunidad en la cual está inserta. Una planta de aguas servidas bien operada debe eliminar al menos un 90% de la materia orgánica y de los microorganismos patógenos presentes en ella.

Objetivos y clasificación de métodos de tratamiento

El tratamiento de las aguas negras es el proceso por el cual los sólidos, que el líquido contiene, son separados parcialmente, haciendo que el resto de los sólidos orgánicos queden convertidos en sólidos minerales. Dentro de los objetivos, que se consideran, al darle tratamiento a las aguas negras, se tienen:

- La prevención de enfermedades.
- La prevención de malos olores.
- El mantenimiento de aguas limpias para aseo personal y otros propósitos recreativos.
- Mantener limpias las aguas que se usan para la propagación y supervivencia de los peces.
- Conservación del agua para uso industrial y agrícola

Existen tres factores básicos determinantes para la implementación de una planta de tratamiento:

- Las características y la cantidad de los sólidos acarreados por las aguas negras.
- Los objetivos que se propongan en el tratamiento.
- La capacidad o aptitud que tenga el terreno (para la eliminación superficial o por irrigación).

3.5.3 Etapas del tratamiento del agua residual

El proceso de tratamiento del agua residual se puede dividir en cuatro etapas que tienen una función específica que contribuye en forma secuencial, al mejoramiento de la calidad del efluente respecto a su condición inicial, todo proceso de tratamiento contiene varias etapas, las cuales dependen una de la otra en el ciclo de tratamiento:

- Tratamiento preliminar o pretratamiento
- Tratamiento primario
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario

Tratamiento preliminar

El tratamiento preliminar se diseña para:

Separar o disminuir el tamaño de los sólidos grandes que flotan, los sólidos inorgánicos pesados y las cantidades excesivas de aceites y grasas.

Tratamiento primario

Los dispositivos que se usan en el tratamiento primario están diseñados para retirar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables que se encuentran suspendidos, mediante el proceso físico de sedimentación, la filtración, la flotación, la separación de aceites y la neutralización.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir lo suficiente, la velocidad de las aguas, para que puedan sedimentarse los sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos.

Los principales dispositivos para el tratamiento primario pueden ser tanques o fosas sépticas y tanque *Imhoff*.

Tanques o fosas sépticas

Están diseñadas para mantener las aguas residuales a velocidades bajas, reducir el contenido de sólidos sedimentables, y bajo condiciones anaerobias, en períodos de retención de 12 a 72 horas, degradar la materia orgánica depositada en el fondo. La descomposición de la materia orgánica produce gases que arrastran a los sólidos y los obligan a subir a la superficie, produciendo la formación de natas acumuladas en la superficie.

Tanques *Imhoff*

Son cámaras en las cuales pasan las aguas negras, por tener un comportamiento de digestión para un período de sedimentación. Los sedimentadores primarios se fundamentan en separar partículas por diferencia de densidad con ayuda de la fuerza de gravedad. La densidad de las partículas debe ser mayor a las del líquido, las cuales se van hasta la superficie o zona de almacenamiento. Se los aplica para el tratamiento primario de aguas residuales.

Para cumplir con esto se tiene diferentes clases de decantadores como: horizontales, verticales con manto de fango y decantadores con carga sólida artificial.

Para comunidades de 5,000 habitantes o menos, los tanques *Imhoff* ofrecen ventajas para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados, en la misma unidad, necesita una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas. Sin embargo, para su uso correcto se requiere que las aguas negras pasen por el proceso de cribado y remoción de arena. Es conveniente en climas calurosos pues esto facilita la digestión de los lodos. En la selección de esta unidad de tratamiento se debe considerar que los tanques *Imhoff* pueden producir olores desagradables.

Tratamiento secundario

Entre las operaciones que se utilizan en el tratamiento secundario de las aguas contaminadas están:

- Proceso de lodos activados
- Aireación u oxidación total
- Filtración por goteo
- Tratamiento anaeróbico

El tratamiento secundario de aguas servidas es un proceso biológico que utiliza bacterias aerobias como un primer paso para remover hasta cerca del 90 % de los desechos biodegradables que requieren oxígeno. Después de la sedimentación, el agua pasa a un tanque de aireación en donde se lleva a cabo el proceso de degradación de la materia orgánica y posteriormente pasa a un

segundo tanque de sedimentación, de ahí al tanque de desinfección por cloro y después se descarga para su reutilización.

El tratamiento secundario más común es el de los lodos activados

Las aguas residuales que provienen del tratamiento primario pasan a un tanque de aireación en donde se hace burbujear aire o, en algunos casos, oxígeno, desde el fondo del tanque para favorecer el rápido crecimiento de las bacterias y otros microorganismos. Las bacterias utilizan el oxígeno para descomponer los desechos. Los sólidos en suspensión y las bacterias forman una especie de lodo, conocido como lodo activado, el cual se deja sedimentar para luego ser llevado a un tanque digestor aeróbico y sea degradado.

Finalmente el lodo activado es utilizado como fertilizante en los campos de cultivo, incinerado o llevado a un relleno sanitario.

Filtro percolador: en este método, las aguas a tratar a las que les han sido eliminados los sólidos grandes, son rociadas sobre un lecho de piedras de aproximadamente 1.80 metros de profundidad. A medida que el agua se filtra entre las piedras entra en contacto con las bacterias que descomponen a los contaminantes orgánicos. A su vez, las bacterias son consumidas por otros organismos presentes en el filtro.

Del tanque de aireación o del filtro percolador se hace pasar el agua a otro tanque para que sedimenten los lodos activados. El lodo sedimentado en este tanque se pasa de nuevo al tanque de aireación mezclándolo con las aguas negras que se están recibiendo o se separa, se trata y luego se tira o se entierra.

Una planta de tratamiento de aguas produce grandes cantidades de lodos que se necesitan eliminar como desechos sólidos. El proceso de

eliminación de sólidos de las aguas tratadas no consiste en quitarlos y desecharlos, sino que se requiere tratarlos antes de su eliminación.

Como los tratamientos primario y secundario de aguas no eliminan a los nitratos ni a los fosfatos, éstos contribuyen a acelerar el proceso de eutroficación de los lagos, de las corrientes fluviales de movimiento lento y de las aguas costeras.

Los productos químicos persistentes como los plaguicidas, ni los radioisótopos de vida media alta, son eliminados por estos dos tratamientos.

Entre el tratamiento primario y secundario de las aguas eliminan cerca del 90 % de los sólidos en suspensión y cerca del 90 % de la materia orgánica (90 % de la demanda bioquímica de oxígeno).

Tratamiento terciario

Esta etapa se considera como un nivel avanzado de tratamiento, en el cual se pretende mejorar sustancialmente la calidad del efluente cualitativamente, mediante la desinfección como elemento principal, y el control de nutrientes presentes en las aguas de origen doméstico, como la principal fuente de aportación, a través de procesos fisicoquímicos. Entre las operaciones que se utilizan en el tratamiento terciario de aguas contaminadas están: la microfiltración, la coagulación y precipitación, la absorción por carbón activado, el intercambio iónico, la ósmosis inversa, la electro diálisis, la remoción de nutrientes, la cloración y la ozonización.

Factores que determinan del tipo de tratamiento

En el tipo de tratamiento para las aguas residuales existen varios factores importantes que se deben tomar en cuenta para la determinación del mismo tales como:

- Eficiencia
- Economía
- Operación y mantenimiento
- Factibilidad

3.6 Plan de mantenimiento propuesto

Para un buen funcionamiento del sistema propuesto, es necesario que todos los componentes e instalaciones que lo conforman tengan una adecuada operación.

Todas las líneas de alcantarillado que hayan sido terminadas serán iluminadas entre los pozos de visita o a intervalos cortos para comprobar: su correcta alineación, depresiones en la línea, obstrucciones que hayan quedado dentro de la tubería y también para descubrir cualquier infiltración. Se recomienda inspeccionarlas en períodos no mayores a seis meses.

Cuándo realizar una inspección al alcantarillado sanitario

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

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

Recomendaciones

Los lineamientos descritos a continuación tratan de los casos más comunes que pueden llegar a surgir en un alcantarillado sanitario. Si se presenta otra anomalía, deberá ser estudiada por el personal capacitado para solucionarla adecuadamente.

3.6.1 Línea central

Posibles problemas

- Tubería parcialmente tapada
- Tubería totalmente tapada
- Tubería quebrada o en mal estado

Solución y reparación

Para descubrir los taponamientos se pueden hacer dos pruebas para identificarlos:

- a) **Prueba de reflejo:** consiste en colocar una linterna en el pozo de visita y revisar el reflejo de la misma en el siguiente pozo de visita; si no es percibido claramente, existe un taponamiento parcial, y si no se percibe en lo absoluto significa que existe un taponamiento total.

Se vierte agua mediante presión en el pozo de visita, se hace de nuevo la prueba de reflejo y se verifica si el taponamiento se despejó y deja ver claramente el reflejo.

- b) **Prueba de corrimiento de flujo.** Se vierte una cantidad determinada de agua en un pozo de visita y se verifica el corrimiento de agua en el siguiente pozo y que la corriente sea normal.

Si es un corrimiento muy lento, existe un taponamiento parcial y si no sale nada de agua en el pozo es porque existe un taponamiento total.

Al no lograr despejar el taponamiento por medio de la presión de agua, se introduce una guía para localizarlo y se procede a excavar y descubrir la tubería para sacar la basura o tierra que provoca el taponamiento.

Otro problema podría ser que la tubería esté quebrada por lo tanto el agua se escapa y provoca que esta se filtre y podría ocasionar agrietamientos y hundimiento parcial en el suelo

3.6.2 Pozos de visita

Posibles problemas

- Acumulación de residuos y lodos
- Deterioro del pozo
- Tapadera del pozo en mal estado

Solución y reparación

- a) Al inspeccionar los pozos de visita se puede constatar que no existan lodos ni desechos acumulados que puedan obstruir el paso de las aguas negras. Se procede a quitar los lodos y residuos para dar paso libre a las aguas.

- b) Verificar que el pozo de visita se encuentre en buen estado, revisar el brocal; los escalones deben estar en buen estado para que el inspector pueda bajar sin problemas al pozo; si están en mal estado, repararlos o cambiarlos por nuevos.

- c) Las tapaderas de los pozos de visita deben estar en su lugar y sin grietas por el paso de vehículos, cambiarlas por nuevas para garantizar la protección al sistema.

3.6.3 Conexiones domiciliarias

Problemas posibles

- Tapadera de la candela en mal estado
- Tubería parcialmente tapada
- Tubería totalmente tapada
- Conexiones de agua pluvial en la tubería

Solución y reparación

- a) Reparar la tapadera de la candela o cambiarla por una nueva, de no hacerlo, se corre el peligro de que se introduzca tierra y basura a la tubería y esto provocaría taponamiento.

- b) Una tubería parcialmente tapada puede ser provocada por la introducción de basura o tierra, ésto se verifica en la candela.

Para ello se introduce agua y se observa si corre libremente. Se vierte una cantidad suficiente de agua de forma brusca para que el taponamiento se despeje y corra el agua sin mayor problema.

- c) Si la tubería está totalmente tapada, o si el agua está estancada en ella, se vierte una cantidad de agua en forma brusca para que ésta sea despejada. Si el taponamiento persiste, introducir una guía metálica para tratar de despejar y luego verter agua bruscamente para que el taponamiento sea despejado.

- d) Si el problema persiste, se introduce nuevamente la guía, se verifica la distancia en donde se encuentra el taponamiento, se marca en la calle la distancia, luego se excava en este sitio; se descubre el tubo para poder destaparlo y repararlo a fin de que las aguas fluya libremente.

- e) Las conexiones de agua de lluvia provocan que se saturen las tuberías, ya que éstas no fueron diseñadas para transportar dicha agua; se procede a cancelar dicha conexión de agua pluvial de la domiciliar.

3.7 Evaluación de impacto ambiental

Impacto ambiental es una alteración significativa, medio causado por una acción humana o natural y está referido a la vulnerabilidad del área en estudio. Cada impacto se analiza para cada uno de los factores siguientes:

Tabala XXII. Identificación de impactos

VARIABLE	CRITERIO.
Carácter del impacto.	Hace referencia a la consideración positiva o negativa del proyecto respecto al estado previo a la acción; inicia si, en lo que se refiere a la vulnerabilidad ecológica del área que se este teniendo en cuenta, el proyecto resulta beneficioso o perjudicial. Se califica según el impacto que puede por debajo o por encima de los umbrales de aceptabilidad contenidos en regulaciones ambientales.
Magnitud del impacto.	Informa de su extensión y representa cantidad o intensidad.
Simplificado del impacto.	Informa sobre la calidad del impacto respecto de su importancia ecológica, puede ser directo, si, el resultado inmediato de la acción; indirecto, si, como resultado de la acción, hay daño a terceros; sinérgico si, los efectos se acumulan con otros y se aumenta el impacto y que la presencia conjunta de varios de varios de ellos supera a las sumas de los valores individuales.
Duración del impacto.	Informa sobre la duración del impacto, se refiere al comportamiento en el tiempo, de los impactos ambientales previstos. Si es a corto plaza y luego cesa; sí aparece rápidamente, sí su culminación es a largo plazo; si es intermitente, etc.
Reversibilidad.	Informa sobre las condiciones para regresar a las condiciones iniciales, si requiere de la intervención humana o no para recuperarse. La reversibilidad del impacto tiene en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar a la situación anterior a la acción. Se habla de impactos reversibles y de impactos terminales o irreversibles.
Riesgo del impacto	Informa sobre la probabilidad de ocurrencia de los impactos. Estima la probabilidad de ocurrencia, es decir, cada una de las actividades del proyecto tiene un impacto, el cual presenta una probabilidad diferente de ocurrencia.
Área de influencia	Informa sobre el territorio involucrado. El área espacial o de influencia e el territorio que contiene el impacto ambiental y que no necesariamente coincide con la localización de la acción propuesta. Informa sobre la dilución de la intensidad del impacto, que no es lineal a la distancia a la fuente que lo provoca.

El procedimiento para valorar los impactos hace uso del cuadro de actividades a realizar en el proyecto y el cuadro de elementos ambientales posibles de ser alterados.

Relaciona solo las actividades consideradas impactantes al medio con los elementos ambientales, esto define una “celda” que es calificada para seis variables, para cada una de las actividades.

Una séptima variable llamada carácter del impacto se emplea para calificar un impacto determinado, de positivo (+1), neutro (0) o negativo (-1).

Interpretación de los impactos identificados

Los resultados obtenidos pueden ser negativos o positivos para el ambiente. Para determinarlo, se compara con un criterio en el cual los valores negativos se consideran: compatibles con el ambiente, si tienen valores menores o iguales a 9 puntos. Si están entre los valores de y 15 puntos, el impacto es moderado. Los valores que superan el valor de 15 puntos son de impacto severo.

Para el caso de los impactos con signo positivo, si el valor es menor o igual a 9 puntos se considera positivo bajo, si el valor se ubica entre los valores de 9 a 15 puntos, el impacto se considera positivo mediano y finalmente, si el valor es mayor de 15 puntos se considera positivo alto.

Medidas de mitigación

Las medias de mitigación son consideraciones, expuestas en forma de planes descriptivos sobre las acciones a tomar para contrarrestar y mitigar los efectos causados por los impactos negativos.

Identificación de riesgos y amenazas

Identificar y evaluar las amenazas que inciden sobre el área del sistema: esto se basa en los estudios de los registros históricos de la región y en los registros de daños que han sufrido los sistemas.

Estimación de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad de un sistema de alcantarillado sanitario, puede ser física, operativa u organizativa, y depende de sus características estructurales, recursos con los que se cuenta para el manejo de los sistemas en caso de desastre, capacitación del personal, métodos operativos y la propia organización de la empresa. El objeto de tal estimación, a partir de la evaluación de los posibles efectos de la amenaza, es el de contar con la identificación de ciertas medidas de mitigación que puedan adoptarse.

La determinación de las medidas de mitigación, a partir de la estimación de la vulnerabilidad, permite programar rápidamente las acciones previas para reducir el efecto de la amenaza sobre el sistema. Estas medidas, permiten la formulación de operaciones de emergencia, la realización de convenios y acuerdos con otras instituciones, la preparación de cursos de capacitación y la asignación de recursos materiales, entre otros.

Plan de contingencia

En áreas planas es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar el proyecto.

- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones o asolvamiento en la comunidad beneficiada. Velar por que los lugares en donde se ubican las obras civiles se encuentran lo más despejado posible.

- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
- Capacitar a quienes se encargarán de darle mantenimiento al sistema, especialmente sobre aspectos de limpieza de pozos de visita.
- Velar porque los comunitarios no depositen su basura en las aguas negras para evitar obstaculizaciones al sistema.
- Para la disposición de desechos generados por las familias se debe contar con depósitos, distribuidos en lugares estratégicos.

Programa de monitoreo ambiental

- Supervisar periódicamente si están siendo ejecutadas las medidas de supervisión y mantenimiento del sistema.
- Monitorear si el personal utiliza el equipo necesario, para la prevención de accidentes y de salud.
- Monitorear si está organizada la comunidad de acuerdo con lo propuesto en las medidas o plan de contingencia.

Plan para la salud humana

Las medidas preventivas y correctivas para conservar la salud de los trabajadores durante la etapa de construcción, están relacionadas con la prevención de accidentes laborales. Estos se pueden evitar manteniendo la disciplina en el trabajo, ya que el gremio de albañiles es muy dado a una conducta que puede provocar accidentes.

Además de las normas que por ley se deben cumplir entre las que están incluidas las contenidas en las leyes laborales y en los reglamentos del IGSS. En la fase de operación la seguridad en el trabajo debe incluir las indicaciones siguientes:

- Prohibir que un trabajador labore en estado de ebriedad.
- Todos los trabajadores de la planta, deben tener y usar un equipo completo para protección personal, el cual deberá proporcionar el patrono y reponerlo cuando se deteriore.
- Al finalizar la jornada el área de trabajo debe quedar limpia y libre de desechos.
- Todos los empleados deben recibir capacitación en seguridad, higiene y primeros auxilios y disponer de un botiquín médico quirúrgico en las instalaciones.
- El equipo personal de seguridad estándar debe integrarse así: máscaras respiratorias, gafas, casco, guantes, gabachas, bota de hule.
- La planta deberá disponer de dos sanitarios, uno para hombre y otro para mujeres dotados de agua y de papel higiénico y permanecer limpios.
- Las instalaciones deben disponer de un lavamanos por cada 25 personas.
- Como se trata de un trabajo sucio, se deben disponer de duchas para el aseo personal, una por cada diez trabajadores.
- Los locales destinados al cambio de ropa de los empleados deben ser bien iluminados, ventilados y limpios.

Plan de seguridad ambiental

- En el análisis de los impactos se observa que el proyecto tiene aspectos negativos al ambiente, solamente en la etapa de construcción, pero éstos son fácilmente manejables mediante la implementación de las medidas de mitigación que se explicaron en el apartado de alternativas; de ahí en adelante no se visualizan impactos que dañen el ambiente.

Impactos positivos

Cabe resaltar que uno de los impactos positivos que tendrá el proyecto en el ambiente es evitar la contaminación de los acuíferos, pues el objetivo del proyecto es que las aguas servidas no corran a flor de tierra y por lo tanto no contaminen el nivel freático. También cabe mencionar que se evitará la proliferación de bacterias en el ambiente, causantes de enfermedades a los pobladores ayudando con ello a la salud por medio de la obra civil.

Impactos negativos

Los impactos negativos del proyecto se dan sólo en las etapas de construcción y operación del proyecto. Los elementos más impactados negativamente, son:

- El suelo
- El agua
- Las partículas en suspensión

Manejo y disposición final de desechos

Durante la etapa de construcción se generarán desechos sólidos originados en las tareas de preparación de concreto y en la limpieza del área, también basura de tipo domiciliar generada por los trabajadores en la preparación de sus alimentos. También material de desperdicio en la excavación para las instalaciones de los pozos de absorción y fosas sépticas.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se generaran desechos sólidos y pastosos producidos por la limpieza de tuberías, fosas sépticas y pozos de absorción, los cuales deben ser transportados al basurero municipal de la localidad.

3.8 Evaluación socioeconómica

3.8.1 Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar, de antemano, si una inversión vale la pena o no poder realizarla ya que nos garantiza hacer inversiones que no provoquen pérdidas en el futuro.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

$$\begin{array}{l} \text{VPN} < 0 \\ \text{VPN} = 0 \\ \text{VPN} > 0 \end{array}$$

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

La municipalidad de San Marcos pretende invertir Q 2,069,681.84 en la ejecución del proyecto del drenaje sanitario para el cantón El Centro de la aldea La Federación, que consta de 231 beneficiados. Pretende tener un costo mensual por mantenimiento del sistema de Q 500.00. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida corresponde a un pago único de Q 100.00 por vivienda; también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q 10. Suponiendo una tasa del 15% al final de los 30 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del Valor Presente Neto.

Datos del proyecto

Costo total del proyecto = Q 2,069,681.84

Costo mensual por mantenimiento por línea central = Q 500.00

Pago de instalación de acometidas por vivienda = Q 100.00

Ingreso mensual de mantenimiento por vivienda = Q 15

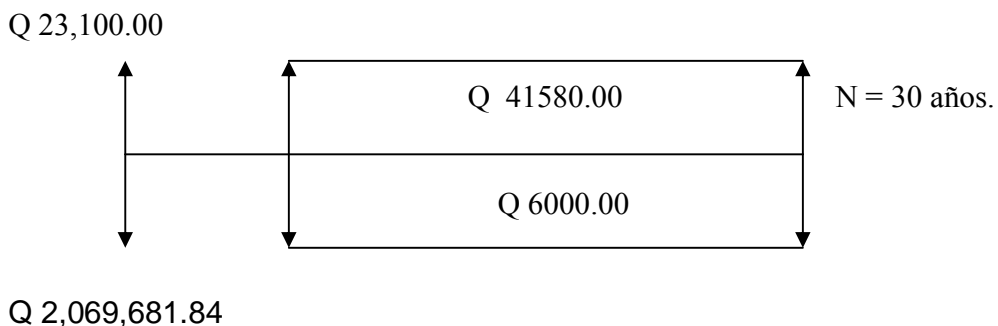
Tasa de interés = 15%

Vida útil del proyecto = 30 años.

Tabla XXIII. Tabulación de datos de operación

	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q 2,069,681.84
Ingreso inicial	$(Q\ 100/\text{viv}) \cdot (231\ \text{viv})$	Q 23100.00
Costos anuales	$(Q\ 5000/\text{viv}) \cdot (12\ \text{meses})$	Q 6000.00
Ingreso anual	$(Q\ 15/\text{viv}) \cdot (231\ \text{viv}) \cdot (12\ \text{meses})$	Q 41580.00
Vida útil, en años.		30 años

Para analizar este proyecto usamos el método de línea de tiempo ya que es fácil y práctico, situando los ingresos y egresos y trasladándolos posteriormente al valor presente, para este caso utilizamos una tasa de interés de 15%. Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos, entonces se tiene que:



$$\text{VPN} = \Phi (\text{FLUJOS } \bullet) - \Phi (\text{FLUJOS } \neq)$$

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

$$\text{VPN} = -2069681.84 + 23100.00 - 6000(6.566) + 41580(6.566)$$

$$\text{VPN} = -1812963.56$$

Como el Valor Presente Neto calculado es menor que cero, indica que el proyecto no es rentable debido a que es un proyecto de orden social.

3.8.2 Taza interna de retorno

Ésta es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza, a nivel municipal, para este tipo de inversión es de costo/beneficio, por tal razón no es posible su estimación debido a que la tasa de interés es muy alta.

3.9 Presupuesto

RESUPUESTO DESGLOSADO.						
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO UBICACIÓN: ALDEA LA FEDERACION, SAN MARCOS PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS. MUNICIPIO: SAN MARCOS DEPARTAMENTO: SAN MARCOS						
1	TRAZO Y REPLANTEO	3089,34	ML	Q	2,58	Q 7.978,75
No.	DESCRIPCIÓN.	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/UNIT.	TOTAL.	
MATERIALES Y HERRAMIENTA.						
	HILO PLASTICO	8,00	Rollo	Q 45,00	Q	360,00
	CAL HIDRATADA	5,00	Unidad	Q 45,00	Q	225,00
	METRO DE MANO 5 MTS.	4,00	Unidad	Q 30,00	Q	120,00
	REGLA DE 2" * 3" * 9'	1,50	Docena	Q 300,00	Q	450,00
	CLAVO DE 3"	9,00	Libra	Q 5,00	Q	45,00
	NIVEL DE MANO	7,00	Unidad	Q 35,00	Q	245,00
	CINTA METRICA DE 50 MTS,	1,00	Unidad	Q 80,00	Q	80,00
	ALAMBRE DE AMARRE	15,00	Libra	Q 5,00	Q	75,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.						Q 1.600,00
EQUIPO Y MAQUINARIA.						
	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q 1.600,00	Q	160,00
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.						Q 160,00
TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						
	TRANSPORTE	1,00	viaje	Q 100,00	Q	100,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						Q 100,00
MANO DE OBRA.						
	MANO DE OBRA CALIFICADA	3089,34	ML	Q 1,00	Q	3.089,34
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	3089,34	ML	Q 0,40	Q	1.235,74
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q 4.325,08
GASTOS INDIRECTOS.						
	FIANZAS.	2,00	%	Q 6.185,08	Q	123,70
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q 6.185,08	Q	123,70
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q 6.185,08	Q	618,51
	UTILIDADES.	10,00	%	Q 6.185,08	Q	618,51
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q 6.185,08	Q	309,25
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q 1.793,67
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.						Q 1.793,67
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.						Q 6.185,08
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.						Q 7.978,75

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACIÓN: ALDEA LA FEDERACION, SAN MARCOS
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
MUNICIPIO: SAN MARCOS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

2	EXCAVACION DE TIERRA	4933,85	M3	Q	39,02	Q	192.535,09
---	----------------------	---------	----	---	-------	---	------------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	PALAS	20,00	Unidad	Q	75,00	Q	1.500,00	
	AZADONES	5,00	Unidad	Q	75,00	Q	375,00	
	PIOCHA	15,00	Unidad	Q	90,00	Q	1.350,00	
	CARRETILLA DE MANO	15,00	Unidad	Q	300,00	Q	4.500,00	
	MALLA DE SEGURIDAD	4,00	Rollos	Q	500,00	Q	2.000,00	
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.							Q	9.725,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	9.725,00	Q	972,50	
	RETROEXCADORA	370,00	Horas	Q	400,00	Q	148.000,00	
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.							Q	148.972,50

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.							Q	-
--	--	--	--	--	--	--	----------	----------

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.							
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	4933,85	M3	Q	5,00	Q	24.669,25	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q	24.669,25

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	183.366,75	Q	3.667,34	
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	183.366,75	Q	3.667,34	
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	183.366,75	Q	18.336,68	
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	183.366,75	Q	18.336,68	
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	183.366,75	Q	9.168,34	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q	9.168,34

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.							Q	9.168,34
------------------------------------	--	--	--	--	--	--	----------	-----------------

TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.							Q	183.366,75
----------------------------------	--	--	--	--	--	--	----------	-------------------

COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.**Q 192.535,09**

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACIÓN: ALDEA LA FEDERACION, SAN MARCOS
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
MUNICIPIO: SAN MARCOS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

3	RELLENO Y COMPACTACIÓN	4933,85	M3	Q	41,31	Q	203.830,00
---	------------------------	---------	----	---	-------	---	------------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	PALAS	5,00	Unidad	Q	75,00	Q	375,00	
	AZADONES	11,00	Unidad	Q	75,00	Q	825,00	
	CARRETILLAS DE MANO	6,00	Unidad	Q	300,00	Q	1.800,00	
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.							Q	3.000,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	3.000,00	Q	300,00	
	VAILARINA	375,00	Horas	Q	200,00	Q	75.000,00	
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.							Q	75.300,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

	GASOLINA	190,00	Galon	Q	30,00	Q	5.700,00	
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.							Q	5.700,00

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.							
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	4933,85	M3	Q	15,00	Q	74.007,75	
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA							Q	74.007,75

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	158.007,75	Q	3.160,16	
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	158.007,75	Q	3.160,16	
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	158.007,75	Q	15.800,78	
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	158.007,75	Q	15.800,78	
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	158.007,75	Q	7.900,39	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q	45.822,25

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.

Q 45.822,25

TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.

Q 158.007,75

COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.

Q 203.830,00

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACIÓN: ALDEA LA FEDERACION, SAN MARCOS
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
MUNICIPIO: SAN MARCOS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

4	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	493,39	M3	Q	32,77	Q	16.170,04
---	-----------------------------	--------	----	---	-------	---	-----------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	PALAS	2,00	Unidad	Q	75,00	Q	150,00	
	AZADONES	1,00	Unidad	Q	75,00	Q	75,00	
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.							Q	225,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	225,00	Q	22,50	
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.							Q	22,50

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

	TRANSPORTE	83,00	Viajes	Q	70,00	Q	5.810,00	
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.							Q	5.810,00

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.							
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	493,385	M3	Q	4,00	Q	1.973,54	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q	1.973,54

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	8.031,04	Q	160,62	
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	8.031,04	Q	160,62	
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	8.031,04	Q	803,10	
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	8.031,04	Q	803,10	
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	8.031,04	Q	401,55	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.							Q	2.329,00

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.							Q	2.329,00
------------------------------------	--	--	--	--	--	--	----------	-----------------

TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.							Q	13.841,04
----------------------------------	--	--	--	--	--	--	----------	------------------

COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.

Q **16.170,04**

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACIÓN: ALDEA LA FEDERACION, SAN MARCOS
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
MUNICIPIO: SAN MARCOS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

5	POZOS DE VISITA	58	U	Q	8.065,47	Q	467.797,22
---	-----------------	----	---	---	----------	---	------------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	CEMENTO 4000 PSI	1890,00	Sacos	Q	53,00	Q	100.170,00
	ARENA DE RIO	340,00	M3	Q	220,00	Q	74.800,00
	PIEDRIN	210,00	M3	Q	240,00	Q	50.400,00
	HIERRO No. 6	9,00	Qintales	Q	270,00	Q	2.430,00
	HIERRO No. 4,	2,50	Qintales	Q	270,00	Q	675,00
	HIERRO No. 3	2,00	Qintales	Q	270,00	Q	540,00
	HIERRO No. 2	7,00	Qintales	Q	270,00	Q	1.890,00
	ALAMBRE DE AMARRE	5,00	Qintales	Q	95,00	Q	475,00
	TABLA DE 1"12"9'	6,00	Docena	Q	410,00	Q	2.460,00
	PARALES DE 3"3"9'	5,00	Docena	Q	300,00	Q	1.500,00
	TENDALES DE 4"3"9'	6,00	Docena	Q	320,00	Q	1.920,00
	LADRILLO TAYUYO DE 0.065*11*0.23	7210,00	Unidad	Q	2,50	Q	18.025,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.						Q	255.285,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	255.285,00	Q	25.528,50
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.						Q	25.528,50

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

	TRANSPORTE	106,00	viajes	Q	170,00	Q	18.020,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						Q	18.020,00

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.	58	U	Q	1.000,00	Q	58.000,00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	58	U	Q	100,00	Q	5.800,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	63.800,00

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	362.633,50	Q	7.252,67
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	362.633,50	Q	7.252,67
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	362.633,50	Q	36.263,35
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	362.633,50	Q	36.263,35
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	362.633,50	Q	18.131,68
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	105.163,72

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.						Q	105.163,72
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.						Q	362.633,50

COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.						Q	467.797,22
---------------------------------	--	--	--	--	--	----------	-------------------

PRESUPUESTO DESGLOSADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO
 UBICACIÓN: ALDEA LA FEDERACION, SAN MARCOS
 PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
 MUNICIPIO: SAN MARCOS
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

6	LINEA DE CONDUCCIÓN	3089,34	ML	Q	293,01	Q	905.199,50
---	---------------------	---------	----	---	--------	---	------------

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

MATERIALES Y HERRAMIENTA.

	TUBERIA PVC DE 12" 100(SDR41).	22,00	Unidad	Q	1.300,00	Q	28.600,00
	TUBERIA PVC DE 10" 100(SDR41).	124,00	Unidad	Q	1.000,00	Q	124.000,00
	TUBERIA PVC DE 8" DE 118 PSI	55,00	Unidad	Q	550,00	Q	30.250,00
	TUBERIA PVC DE 6" DE 118 PSI	366,00	Unidad	Q	300,00	Q	109.800,00
	SOLVENTE PVC	4,00	Galon	Q	135,00	Q	540,00
	THINER	11,00	Galon	Q	40,00	Q	440,00
	WIPE	30,00	Lbs.	Q	10,00	Q	300,00
	BROCHAS DE 3"	3,00	Unidad	Q	20,00	Q	60,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.						Q	293.990,00

EQUIPO Y MAQUINARIA.

	HERRAMIENTA MENOR 10%	10,00	%	Q	293.990,00	Q	29.399,00
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.						Q	29.399,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.

	TRANSPORTE	2,00	Viaje	Q	170,00	Q	340,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.						Q	340,00

MANO DE OBRA.

	MANO DE OBRA CALIFICADA.	3089,34	ML	Q	125,00	Q	386.167,50
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	3089,34	ML	Q	25,00	Q	77.233,50
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.						Q	463.401,00

GASTOS INDIRECTOS.

	FIANZAS.	2,00	%	Q	787.130,00	Q	15.742,60
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q	787.130,00	Q	15.742,60
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q	787.130,00	Q	78.713,00
	UTILIDADES.	10,00	%	Q	787.130,00	Q	78.713,00
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q	787.130,00	Q	39.356,50
SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS.						Q	118.069,50

TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.						Q	118.069,50
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.						Q	787.130,00

COSTO TOTAL DEL RENGLÓN.**Q 905.199,50**

PRESUPUESTO DESGLOSADO.					
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO UBICACIÓN: ALDEA LA FEDERACION, SAN MARCOS PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS. MUNICIPIO: SAN MARCOS DEPARTAMENTO: SAN MARCOS					
7	CONECCIÓN DOMICILIAR	231	VIVIENDAS	Q 1.195,55	Q 276.171,25
No.	DESCRIPCIOÓN.	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/UNIT.	TOTAL.
MATERIALES Y HERRAMIENTA.					
	TUBERIA DE CEMENTO DE 12"	47,00	Unidad	Q 50,00	Q 2.350,00
	TUBERIA PVC DE 4" 80 PSI	51,00	Unidad	Q 120,00	Q 6.120,00
	CEMENTO DE 300 PSI	900,00	Sacos	Q 53,00	Q 47.700,00
	ARENA	60,00	M3	Q 220,00	Q 13.200,00
	PIEDRIN	75,00	M3	Q 240,00	Q 18.000,00
	HIERRO DE 3/8 No. 3	12,00	Quintales	Q 270,00	Q 3.240,00
	HIERRO DE 3/8 No. 2	92,00	Quintales	Q 270,00	Q 24.840,00
	ALAMBRE DE AMARRE	1,50	Quintales	Q 95,00	Q 142,50
	CALVO DE 3"	45,00	Lbs.	Q 5,00	Q 225,00
	TABLA DE 1*12**9'	10,00	Docenas	Q 410,00	Q 4.100,00
	TEE REDUCTORA DE 10" A 4"	39,00	Unidad	Q 340,00	Q 13.260,00
	TEE REDUCTORA DE 8" A 4"	25,00	Unidad	Q 300,00	Q 7.500,00
	TEE REDUCTORA DE 6" A 4"	167,00	Unidad	Q 275,00	Q 45.925,00
	SOLVENTE PVC	2,50	Galon	Q 135,00	Q 337,50
	THINER	2,00	Galon	Q 40,00	Q 80,00
	WIPE	15,00	Lbs.	Q 10,00	Q 150,00
SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA.					Q 187.170,00
EQUIPO Y MAQUINARIA.					
	HERRAMIENTO MENOR 10%	10,00	%	Q 187.170,00	Q 18.717,00
SUB-TOTAL EQUIPO Y MAQUINARIA.					Q 18.717,00
TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.					
	TRANSPORTE	7,00	Viajes	Q 170,00	Q 1.190,00
SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE.					Q 1.190,00
MANO DE OBRA.					
	MANO DE OBRA CALIFICADA.	231	VIVIENDAS	Q 50,00	Q 11.550,00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA.	231	VIVIENDAS	Q 10,00	Q 2.310,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.					Q 13.860,00
GASTOS INDIRECTOS.					
	FIANZAS.	2,00	%	Q 220.937,00	Q 4.418,74
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2,00	%	Q 220.937,00	Q 4.418,74
	SUPERVISION Y DIRECCION TECNICA	10,00	%	Q 220.937,00	Q 22.093,70
	UTILIDADES.	10,00	%	Q 220.937,00	Q 22.093,70
	IMPREVISTOS	5,00	%	Q 220.937,00	Q 11.046,85
	UTILIDADES.	10,00	%	Q 220.937,00	Q 22.093,70
SUB-TOTAL MANO DE OBRA.					Q 55.234,25
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS.					Q 55.234,25
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS.					Q 220.937,00
COSTO TOTAL DEL RENGLON.					Q 276.171,25
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 2.069.681,84

EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO ES DE:
**DOS MILLONES SESENTA Y NUEVE MIL SEICIENTOS OCHENTA
Y UN QUETZALES CON 84/100.**

PRESUPUESTO INTEGRADO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACIÓN: ALDEA LA FEDERACION, SAN MARCOS
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.
MUNICIPIO: SAN MARCOS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

No.	DESCRIPCIÓN.	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/UNIT.	TOTAL.
1	TRAZO Y REPLANTEO	3089,34	ML	Q 2,58	Q 7.978,75
2	EXCAVACIÓN DE TIERRA	4933,85	M3	Q 39,02	Q 192.535,09
3	RELLENO Y COMPACTACIÓN	4933,85	M3	Q 41,31	Q 203.830,00
4	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	493,385	M3	Q 32,77	Q 16.170,04
5	POZOS DE VISITA	58	U	Q 8.065,47	Q 467.797,22
6	LINEA DE CONDUCCIÓN	3089,34	ML	Q 293,01	Q 905.199,50
7	CONEXION DOMICILIAR	231	VIVIENDAS	Q 1.195,55	Q 276.171,25
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 2.069.681,84

EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO ES DE:

DOS MILLONES SESENTA Y NUEVE MI SEICIENTOS
OCHENTA Y UN QUETZALES CON 84/100.

3.10 Cronograma de avance físico y financiero.

CRONOGRAMA DE AVANCE FISICO Y FINANCIERO										
PROYECTO:		CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO SANITARIO								
UBICACIÓN:		CANTÓN EL CENTRO, ALDEA LA FEDERACION								
PROPIETARIO:		MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS.								
MUNICIPIO:		SAN MARCOS								
DEPARTAMENTO:		SAN MARCOS								
CRONOGRAMA DE AVANCE FISICO Y FINANCIERO.										
No.	DESCRIPCION	M E S E S								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Trazo y replanteo.	■	■	■	■					
2	Excavacion de tierra.		■	■	■	■	■	■		
3	Relleno y compactacion.			■	■	■	■	■	■	
4	Retiro de material sobrante.				■	■			■	■
5	Pozos de visita.					■	■	■	■	
6	Linea de conduccion.				■	■	■	■	■	
7	Conexión Domiciliar,								■	■
PORCENTAJE MENSUAL		20%	10%	15%	10%	15%	10%	10%	10%	
PORCENTAJE MENSUAL ACUMULADO		20%	30%	45%	55%	70%	80%	90%	100%	
INVERSION MENSUAL		Q 413.936,40	Q 206.968,2	Q 310.452,3	Q 206.968,2	Q 310.452,3	Q 206.968,2	Q 206.968,2	Q 206.968,2	

CONCLUSIONES

1. Se diseñaron y planificaron dos proyectos de infraestructura para la municipalidad de San Marcos, tomando como base el diagnóstico obtenido de las necesidades de servicio básico de las comunidades atendidas, logrando así, los resultados presentados en este informe.
2. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se proyecta como una ayuda para resolver los problemas que se presentan en el campo, además, es necesario para obtener la experiencia al colaborar con la resolución de la problemática de infraestructura de la municipalidad de San Marcos.
3. La pavimentación fortalecerá las vías de acceso del municipio de San Marcos y la aldea Las Lagunas, ya que ayudará a descongestionar el tránsito de estas comunidades, facilitando el acceso al hospital nacional, centros de salud, centros educativos, etc. Mejorara las condiciones de vida de los pobladores pues los caminos en la actualidad se encuentran empedrados en mal estado y en tiempos de lluvia es difícil transportarse por ella.
4. El proyecto de alcantarillado sanitario en el cantón El Centro de la aldea La Federación, ayudará a mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, como también, evitar la proliferación de enfermedades gastrointestinales y a controlar la alteración de los sistemas ambientales.

RECOMENDACIONES

1. La Oficina Municipal de Planificación deberá exigir a la entidad ejecutora de los proyectos el cumplimiento de las especificaciones contenidas en los planos, como también hacer referencia al libro azul de caminos y tener un ingeniero supervisor para el control de calidad del proyecto.
2. Es importante tomar en cuenta una planta de tratamiento para las aguas negras, y para esto, la municipalidad deberá contratar a un ingeniero sanitario experto. Con ello se reducirá la contaminación ambiental y conservará la flora y la fauna, pudiéndose reutilizar dichas aguas para usos diversos, pero bajo las condiciones estrictas del tipo de tratamiento a planificar.
3. Para lograr un buen funcionamiento y garantizar la vida útil del alcantarillado sanitario se debe hacer conciencia a todos los vecinos de la aldea, para que le den el uso adecuado, explicándoles que no deben permitir botar basura dentro de los pozos de visita y, sobre todo, que no deben de conectar las aguas de lluvia de sus viviendas al sistema de alcantarillado.
4. Actualizar los precios presentados en los presupuestos, antes de su construcción, debido a que están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
5. En las comunidades, deben organizarse para velar por el bienestar de su población y por lo tanto, es más fácil trabajar para la gestión de la ejecución de los proyectos; esto les facilitará la adquisición de ayuda con instituciones nacionales e internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Portland Cement Association (PCA). Design of concrete pavement for city streets. USA 1974.
2. Libro azul. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, Republica de Guatemala Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes. Ingenieros consultores de centro América S.A.
3. A.A.S.H.T.O Desing Procedures For New Pavementes. Curso de diseño de pavimentos método A.A.S.H.T.O- 93. Argentina, Universidad Nacional de San Juan Argentina. Agosto 2000.139 pp.
4. CIFUENTES Barrios, Marco Tulio. Estudio de introducción de drenajes sanitarios y planta de tratamiento en el caserío El Silencio, Municipio de Coatepeque, Departamento de Quetzaltenango. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 2004.
5. Castro Calderón, Israel. "Diseño de: red de alcantarillado sanitario para la aldea Pino Zapatón y pavimentación de la calle hacia el Río Molino de la cabecera municipal de San Carlos Alzatate, Jalapa". Trabajo de graduación Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2003.
6. Canter, Larry W. "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental". Segunda Edición 1998. Editorial McGraw Hill.

APÉNDICE

1. Ensayos de laboratorio de suelos
2. Tablas de relaciones hidráulicas
3. Planos



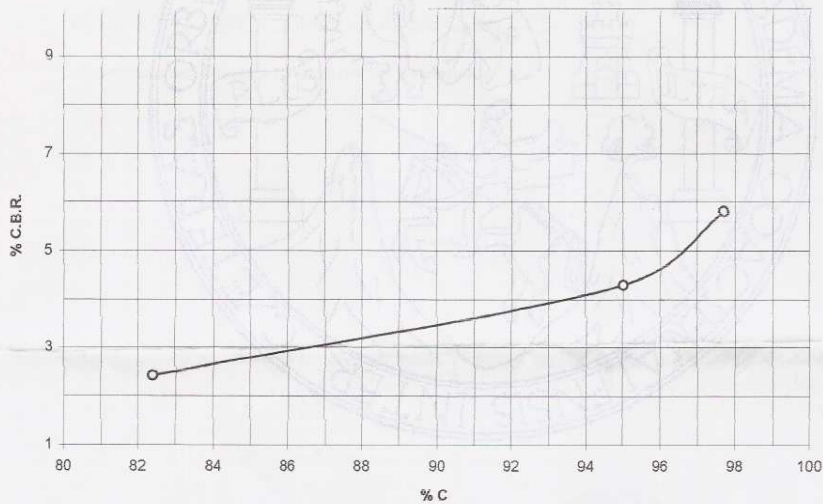
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 031 S.S. O.T. No.: 21,031
 Interesado: Nestor Daniel Gálvez Gonzales
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
 Proyecto: Trabajo de graduación - EPS
 Ubicación: Aídea Las Lagunas, San Marcos
 Descripción del suelo: Limo Arenoso color café oscuro
 Muestra No.: 1
 Fecha: 13 de febrero de 2007

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d Lb/pe ³			
1	10	32,00	68,1	82,40	0,5	2,4
2	30	32,00	78,6	95,00	0,8	4,3
3	65	32,00	80,8	97,70	0,6	5,8

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



Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
 DIRECTOR CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
 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. 033 S.S.

O.T. No. 21,031

interesado: Nestor Daniel Gálvez Gonzales
Proyecto: Trabajo de Graduación Eps

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

Ubicación: Aldea Las Lagunas, San Marcos

FECHA: 13 de febrero 2007

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	Material no plastico			Limo arenoso color café oscuro

(*) 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





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



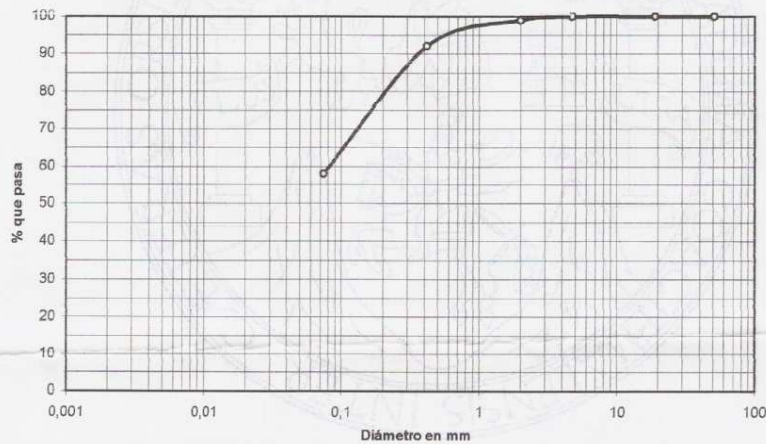
INFORME No. 032 S.S. O.T. No. 21,031

Interesado: Nestor Daniel Gávez Gonzales
Tipo de Ensayo: Analisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
Proyecto: Trabajo de Graduación eps

Procedencia: Aldea Las Laguna, San Marcos
Fecha: 13 de febrero 2007
Muestra No. 1

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50,8	100,0
3/4"	19,00	100,00
4	4,76	100,00
10	2,00	99,00
40	0,42	92,00
200	0,074	58,00

% de Grava: 0,00
% de Arena: 42,00
% de Finos: 58,00



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

Atentamente,

Vo. Bo.
Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECCIÓN DIRECTOR CII/USAC.

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

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



Tablas de relaciones hidráulicas de una alcantarilla de sección circular.

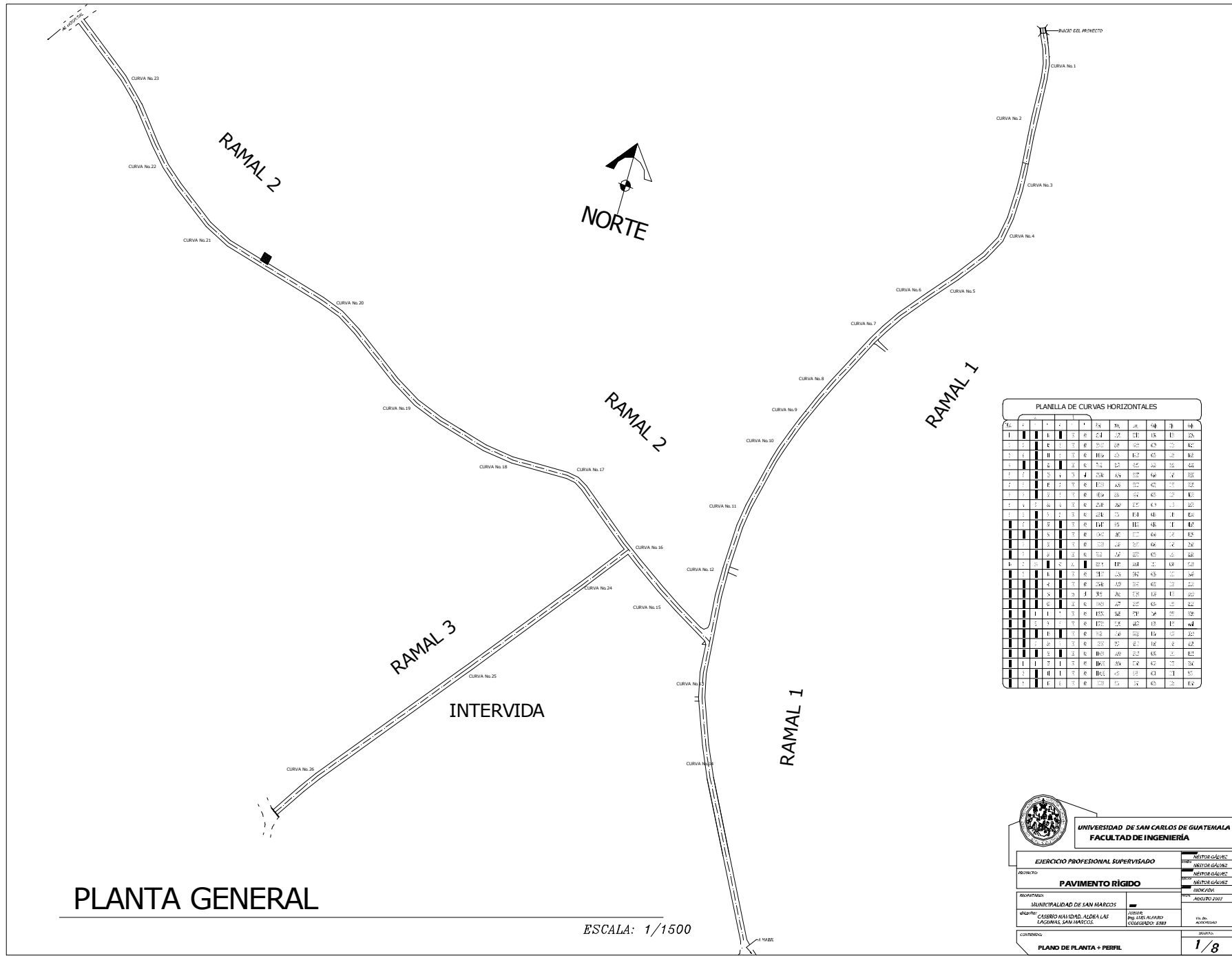
d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.088	0.00015
0.0125	0.0237	0.103	0.00024
0.0150	0.0031	0.116	0.00036
0.0175	0.0039	0.129	0.00050
0.0200	0.0048	0.141	0.00067
0.0225	0.0057	0.152	0.00087
0.0250	0.0067	0.163	0.00108
0.0275	0.0077	0.174	0.00134
0.0300	0.0087	0.184	0.00161
0.0325	0.0099	0.194	0.00191
0.0350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

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

Tablas de relaciones hidráulicas de una alcantarilla de sección circular.

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.01631	0.651	0.10619
0.2250	0.1684	0.659	0.11098
0.2300	0.1436	0.669	0.11611
0.2350	0.1791	0.676	0.12109
0.2400	0.1846	0.684	0.12623
0.2450	0.1900	0.692	0.13148
0.2500	0.1955	0.702	0.13726
0.2600	0.2066	0.716	0.14793
0.2700	0.2178	0.730	0.15902
0.3000	0.2523	0.776	0.19580
0.3100	0.2640	0.790	0.20858
0.3200	0.2459	0.804	0.22180
0.3300	0.2879	0.817	0.23516
0.3400	0.2998	0.830	0.24882
0.3500	0.3123	0.843	0.26327
0.3600	0.3241	0.856	0.27744
0.3700	0.3364	0.868	0.29197
0.3800	0.3483	0.879	0.30649
0.3900	0.3611	0.891	0.32172
0.4000	0.3435	0.902	0.33693
0.4100	0.3860	0.913	0.35246
0.4200	0.3986	0.921	0.36709
0.4400	0.4238	0.943	0.39963
0.4500	0.4365	0.955	0.41681
0.4600	0.4991	0.964	0.43296
0.4800	0.4745	0.983	0.46647
0.4900	0.4874	0.991	0.48303
0.5000	0.5000	1.000	0.50000
0.5100	0.5126	1.009	0.51719
0.5200	0.5255	1.016	0.53870
0.5300	0.5382	1.023	0.55060
0.5400	0.5509	1.029	0.56685

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.6000	0.6265	1.07	0.64157
0.6100	0.6389	1.08	0.68876
0.6200	0.6513	1.08	0.70537
0.6300	0.6636	1.09	0.72269
0.6400	0.6759	1.09	0.73947
0.6500	0.6877	1.10	0.75510
0.6600	0.7005	1.10	0.44339
0.6700	0.7122	1.11	0.78913
0.7000	0.7477	1.12	0.85376
0.7100	0.7596	1.12	0.86791
0.7200	0.7708	1.13	0.88384
0.7300	0.7822	1.13	0.89734
0.7400	0.7934	1.13	0.91230
0.7500	0.8045	1.13	0.92634
0.7600	0.8154	1.14	0.93942
0.7700	0.5262	1.14	0.95321
0.7800	0.8369	1.39	0.97015
0.7900	0.8510	1.14	0.98906
0.8000	0.8676	1.14	1.00045
0.8100	0.8778	1.14	1.00045
0.8200	0.8776	1.14	1.00965
0.8400	0.8967	1.14	1.03100
0.8500	0.9059	1.14	1.04740
0.8600	0.9149	1.14	1.04740
0.8800	0.9320	1.13	1.06030
0.8900	0.9401	1.13	1.06550
0.9000	0.948	1.12	1.07010
0.9100	0.9554	1.12	1.07420
0.9200	0.9625	1.12	1.07490
0.9300	0.9692	1.11	1.07410
0.9400	0.9755	1.10	1.07935



PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/1500

PLANILLA DE CURVAS HORIZONTALES

No.	R	L	T	α	β	γ	δ	ε	ζ	η	θ	ι	κ	λ	μ	ν	ξ	ο	π	ρ	σ	τ	υ	φ	χ	ψ	ω
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EXERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: PAVIMENTO RIGIDO

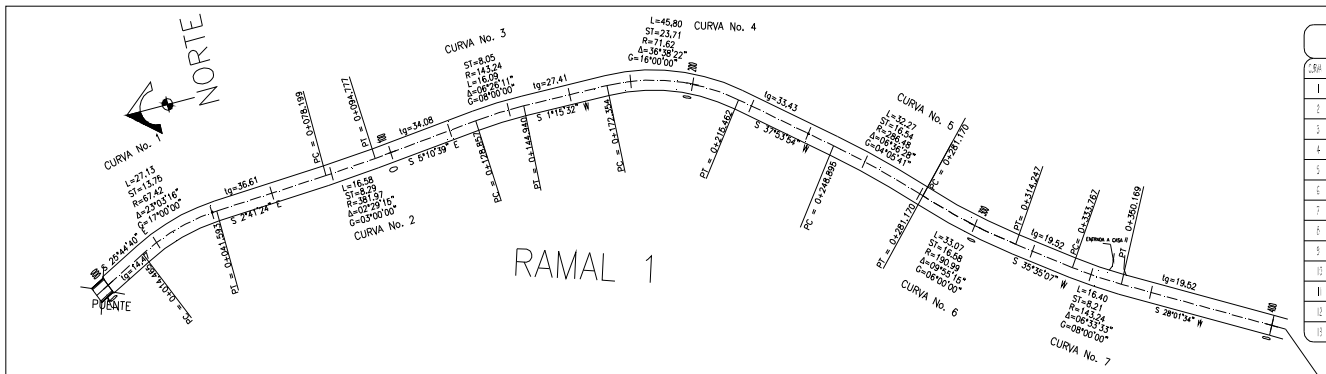
UBICACION: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS

UBICACION: CARRERA KATIMUL ALDEA LAS LAGUNAS SAN MARCOS

FECHA: ABRIL 2022

CONTRATO: PLANO DE PLANTA + PERIF.

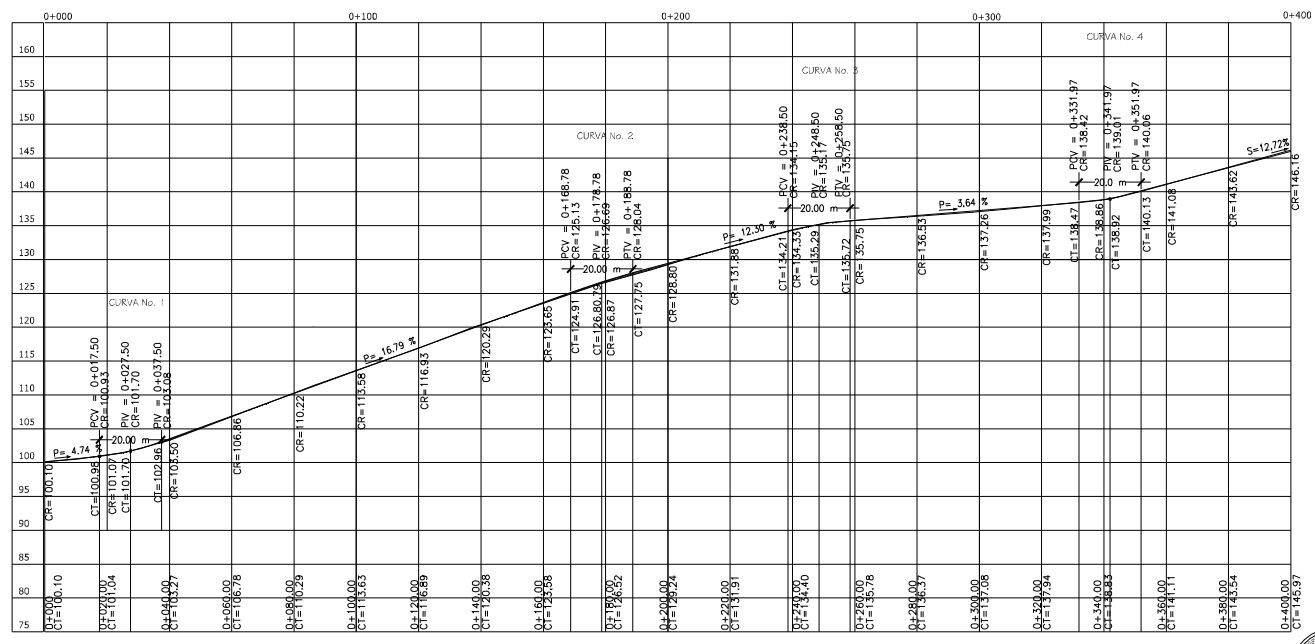
1/8



Curva	1	2	3	4	5	6	7
L (m)	77.10	16.58	45.80	45.27	33.07	16.40	18.62
R (m)	41.55	8.29	23.71	22.64	16.54	8.20	9.31
Δ (gr)	230°00'00"	90°00'00"	163°24'00"	163°24'00"	90°00'00"	90°00'00"	90°00'00"
G (gr)	0°00'00"	0°00'00"	16°00'00"	16°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"
ST (m)	0+00.00	0+16.58	0+22.16	0+27.64	0+33.97	0+33.97	0+33.97
SE (m)	0+77.10	0+33.10	0+40.38	0+45.27	0+45.27	0+45.27	0+45.27

CONTINUA EN HOJA 3/8

Curva	1	2	3	4	5	6	7
PVI (m)	100.00	100.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
CR (m)	100.00	100.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
CR (m)	100.00	100.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
P_e	PENDIENTE DE ENTRADA
P_f	PENDIENTE DE SALIDA
A	DIFERENCIA DE PENDIENTES ($P_e - P_f$)
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PVI	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
CT	COTA DE TERRENO
CR	COTA DE RASANTE
S	PENDIENTE DE RASANTE

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ÁREA DE RELLENO
	ÁREA DE CORTE
	LÍNEA CENTRAL
	CARRETERA A CONSTRUIR

PLANTA - PERFIL DE 0+000 HASTA 0+400 DE RAMAL 1

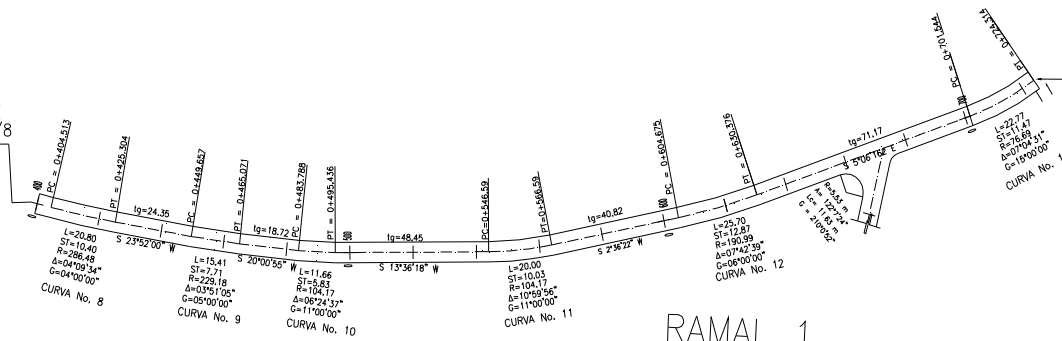
ESCALA: HOR: 1/1000
VER: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR:	NESTOR GÁLVEZ
PROYECTO:	PAVIMENTO RÍGIDO	PROFESOR:	NESTOR GÁLVEZ
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS	PROFESOR:	NESTOR GÁLVEZ
ubicación:	CASERIO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS, SAN MARCOS.	PROFESOR:	NESTOR GÁLVEZ
CONTENIDO:	PLANO DE PLANTA + PERFIL	FECHA:	AGOSTO 2007
		ASESOR:	Ing. LUIS ALFARO COLEGIADO: 5383
			Va. Bn. AUTORIDAD
			FOLIO No.
			2/8

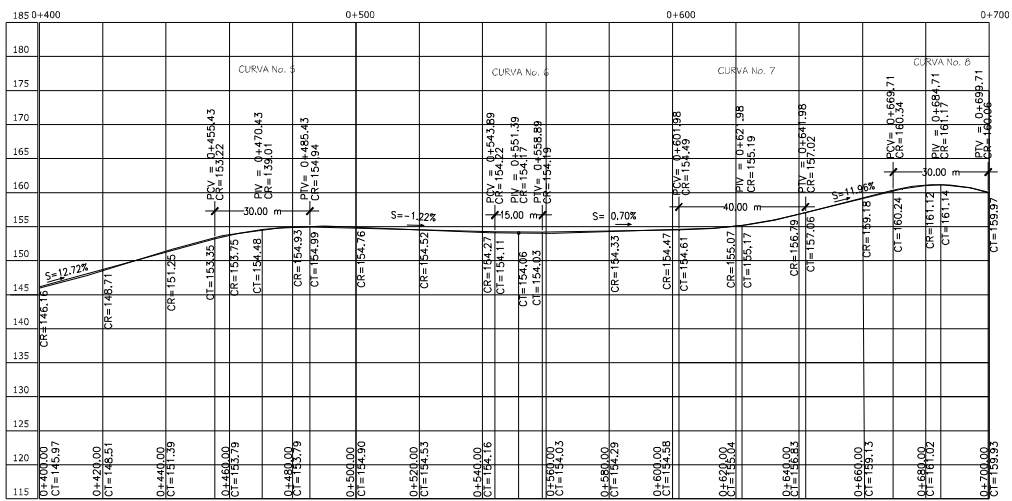
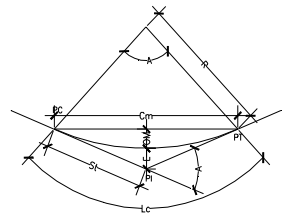
VIENE DE HOJA 2/8



CURVA	N	S	A	R	L	E	PC	PT	PIV	PE	SM	EM	SM
1	83	35	15	111	100	100	67.11	16.25	27.12	1.53	1.19	16.34	
2	8	200	5	3	100	100	330.97	3.29	16.53	0.08	2.19	16.33	
3	6	200	1	3	100	100	146.24	2.75	16.28	0.23	2.23	16.28	
4	36	330	22	16	100	100	71.62	33.71	43.50	3.62	3.81	43.50	
5	6	30	10	6	100	100	286.48	14.54	32.27	0.47	2.43	32.28	
6	6	30	10	6	100	100	180.29	16.39	33.97	0.72	2.72	33.97	
7	7	330	33	3	100	100	146.24	2.61	16.43	0.23	2.23	16.28	
8	4	8	34	4	100	100	286.48	10.47	32.30	0.19	2.19	32.28	
9	3	30	5	3	100	100	328.04	7.71	16.41	0.11	2.11	16.47	
10	6	24	37	11	100	100	114.11	23.93	11.65	0.16	2.16	11.65	
11	6	330	33	11	100	100	154.17	10.26	22.20	0.43	2.43	19.97	
12	7	42	33	33	100	100	189.99	12.37	23.73	0.47	2.47	23.53	
13	7	30	3	15	100	100	75.69	11.47	22.77	0.22	2.26	22.82	

CURVA	P ₁	P ₂	P ₃	A	L	PC	PT	PIV	PE	SM
1	4%	16.75	12.25	23.00	0.30					
2	16.75	12.25	4.48	23.00	0.31					
3	16.50	3.04	6.66	23.00	0.31					
4	3.04	12.72	8.35	23.00	0.28					
5	12.72	4.82	6.34	33.00	0.32					
6	4.82	0.70	1.82	15.00	0.24					
7	0.70	11.58	11.58	40.00	0.56					
8	11.58	16.87	16.85	33.00	0.37					

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
P _e	PENDIENTE DE ENTRADA
P _s	PENDIENTE DE SALIDA
A	DIFERENCIA DE PENDIENTES (P _s -P _e)
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PIV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
CT	COTA DE TERRENO
CR	COTA DE CASASITE
S	PENDIENTE DE RASANTE

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Hatched Area]	ÁREA DE RELLENO
[Diagonal Line]	ÁREA DE CORTE
[Dashed Line]	LÍNEA CENTRAL
[Solid Line]	CARRERA A CONSTRUIR

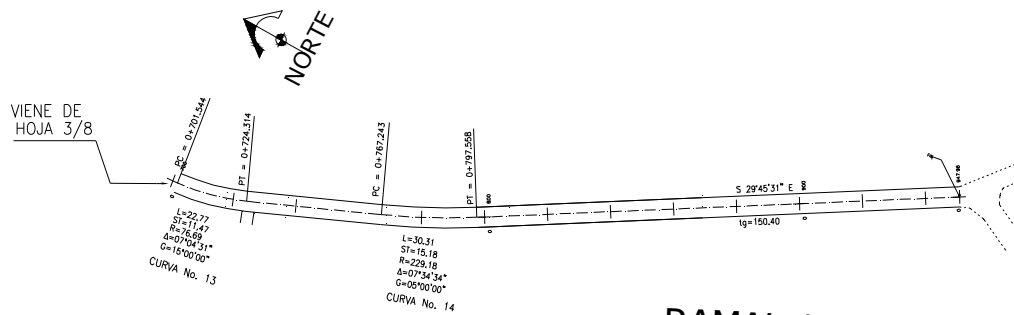
PLANTA - PERFIL DE 0+400 HASTA 0+700 DE RAMAL 1

ESCALA: HOR: 1/1000
VER: 1/500



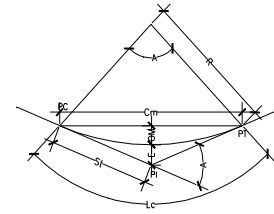
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: NÉSTOR GÁLVEZ
PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO	PROYECTISTA: NÉSTOR GÁLVEZ	COPISTA: NÉSTOR GÁLVEZ
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS	FECHA: AGOSTO 2007	INDICADA
UBICACIÓN: CASERIO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS, SAN MARCOS.	ASESOR: Ing. LUIS ALPARO COLEGIADO: 5382	Ver. Bn. AUTORIDAD
CONTENIDO: PLANO DE PLANTA + PERFIL	HOJA No. 3/8	



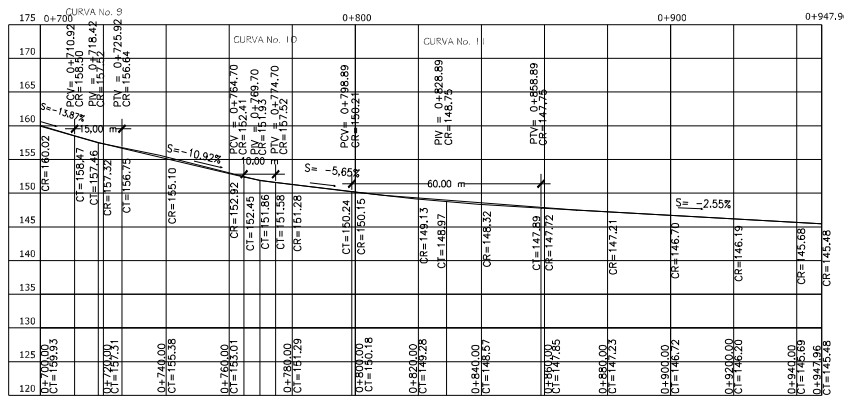
RAMAL 1

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE



CURVA	A				G				R (m)	St (m)	Lc (m)	QM (m)	E (m)	Cm (m)
	+	-	+	-	+	-	+	-						
13	17	04	31	15	00	00			76.39	11.47	22.77	0.85	0.86	22.68
14	7	34	43	05	00	00			229.18	15.18	30.31	0.50	0.50	30.29
15	3	40	16	03	00	00			381.97	12.24	24.47	0.20	0.20	24.47
16	04	28	45	04	00	00			286.48	11.20	22.40	0.22	0.22	22.39
17	37	33	54	36	55	51			31.83	10.83	20.34	1.70	1.79	20.50
18	14	41	06	10	00	00			114.59	14.77	29.37	0.94	0.95	29.29
19	20	1	1	7	00	00			163.70	28.89	57.19	2.49	2.53	56.90
20	20	5	9	9	00	00			127.32	22.55	44.64	1.95	1.98	44.41

CURVA	Pi (m)	Pj (m)	L (m)	Q (m)	Qc (m)	Qs (m)
1	15.00	10.00	15.00	0.00	0.00	0.00
2	15.00	10.00	15.00	0.00	0.00	0.00
3	15.00	10.00	15.00	0.00	0.00	0.00
4	15.00	10.00	15.00	0.00	0.00	0.00
5	15.00	10.00	15.00	0.00	0.00	0.00
6	15.00	10.00	15.00	0.00	0.00	0.00
7	15.00	10.00	15.00	0.00	0.00	0.00
8	15.00	10.00	15.00	0.00	0.00	0.00
9	15.00	10.00	15.00	0.00	0.00	0.00



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Symbol]	ÁREA DE RELLENDO
[Symbol]	ÁREA DE CORTE
[Symbol]	LÍNEA CENTRAL
[Symbol]	CARRETERA A CONSTRUIR

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Pi	PENDIENTE DE ENTRADA
Pj	PENDIENTE DE SALIDA
A	DIFERENCIA DE PENDIENTES (Pi-Pj)
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PVI	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
CI	COTA DE TERRENO
CR	COTA DE RASANTE
S	PENDIENTE DE RASANTE

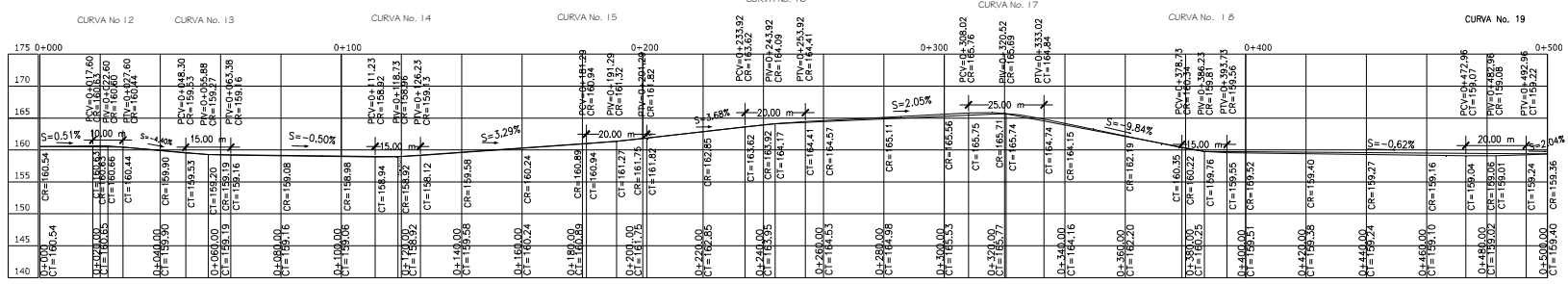
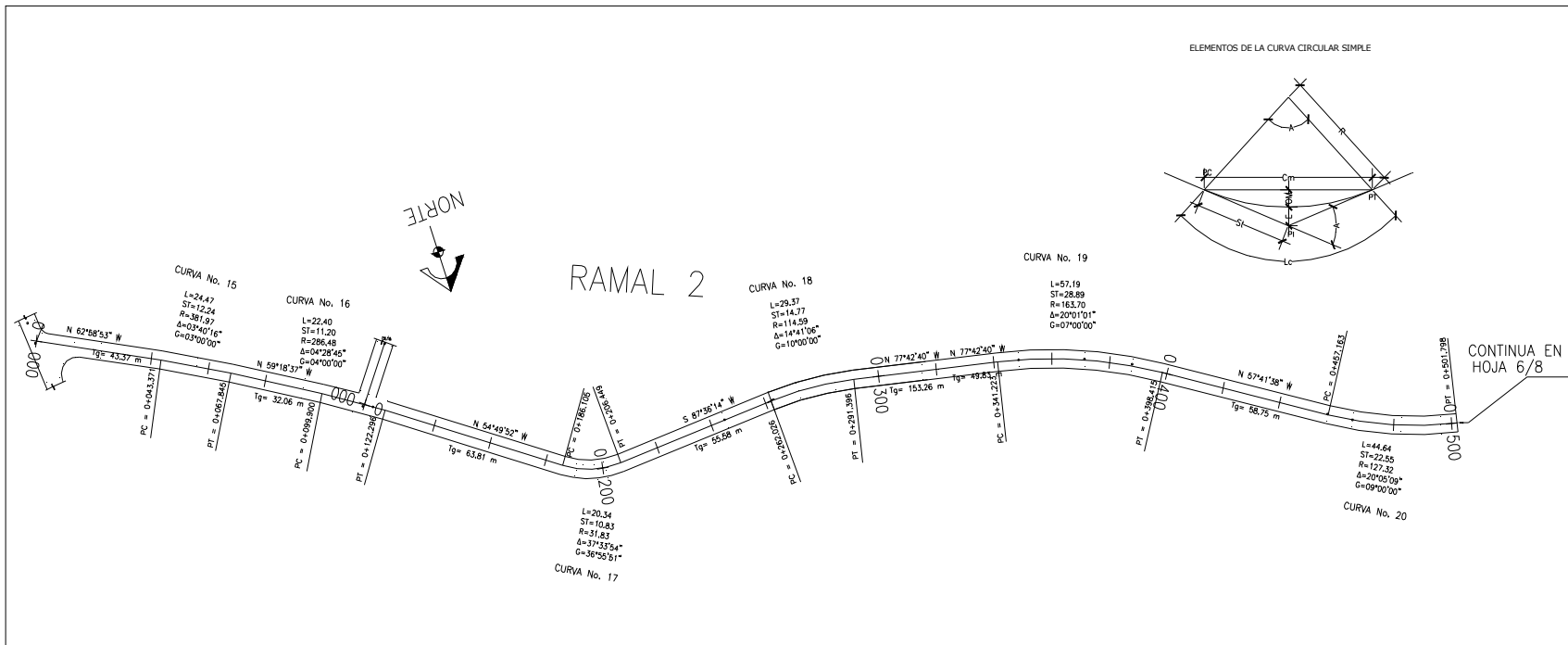
PLANTA-PERFIL DE 0+000 HASTA 0+947.96 DE RAMAL 1

ESCALA: HOR: 1/1000
VER: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		REVISOR: NÉSTOR GÁLVEZ
PROYECTO:	PAVIMENTO RÍGIDO	DISEÑO: NÉSTOR GÁLVEZ
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS	REVISOR: NÉSTOR GÁLVEZ
UBICACIÓN:	CASERIO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS, SAN MARCOS.	FECHA: AGOSTO 2007
ASESOR:	Ing. LUIS ALPARO COLIGUADO, 5383	Vto. Bto. AUTORIDAD
CONTENIDO:	PLANO DE PLANTA + PERFIL	FECHA No. 4/8



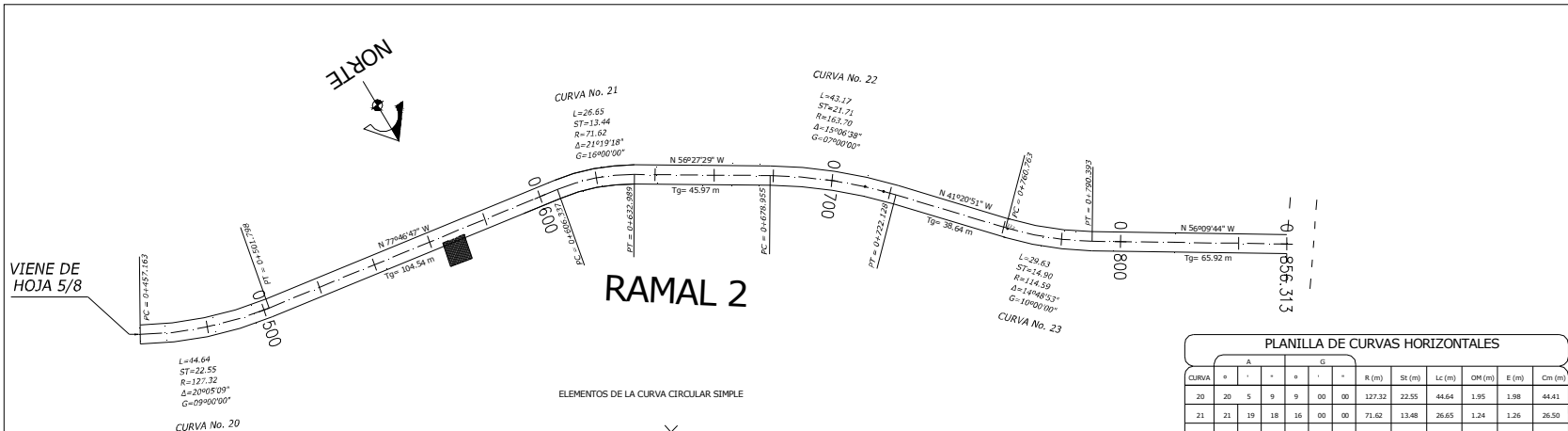
PLANTA - PERFIL DE 0+000 HASTA 0+500 DE RAMAL 2

ESCALA: HOR: 1/1000
VER: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: NÉSTOR GALVEZ
PROYECTO:	PAVIMENTO RÍGIDO	DISEÑO: NÉSTOR GALVEZ
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS	CONTROL: NÉSTOR GALVEZ
UBICACIÓN:	CASERIO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS, SAN MARCOS.	FECHA: AGOSTO 2007
CONTENIDO:	PLANO DE PLANTA + PERFIL	FECHA No. 5/8



PLANILLA DE CURVAS HORIZONTALES

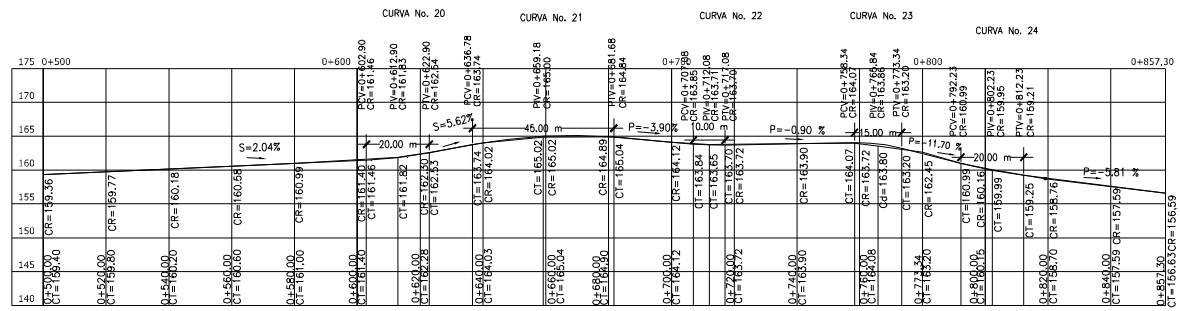
CURVA	A				G				R (m)	ST (m)	Lc (m)	OM (m)	E (m)	Cm (m)
	n	-	+	-	n	-	+	-						
20	20	5	9	9	00	00	00	127.32	22.55	44.64	1.95	1.98	44.41	
21	21	19	18	16	00	00	00	71.62	13.48	26.65	1.24	1.26	26.50	
22	15	6	38	7	00	00	00	163.70	21.71	43.17	1.42	1.43	43.05	
23	14	48	53	10	00	00	00	114.59	14.90	29.63	0.96	0.96	19.55	
24	1	1	27	1	00	00	00	114.59	10.24	20.48	0.05	0.05	20.48	
25	0	29	11	1	00	00	00	114.59	4.86	9.73	0.01	0.01	9.73	
26	5	49	17	6	00	00	00	190.99	9.71	19.40	0.25	0.25	19.40	

PLANILLA DE CURVAS VERTICALES

GRA	PA	TA	TA	TA	TA	TA
20	20	5	9	9	00	00
21	19	18	16	16	00	00
22	15	6	38	7	00	00
23	14	48	53	10	00	00
24	1	1	27	1	00	00
25	0	29	11	1	00	00
26	5	49	17	6	00	00

SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
P_e	PENDIENTE DE ENTRADA
P_s	PENDIENTE DE SALIDA
Δ	DIFERENCIA DE PENDIENTES ($P_s - P_e$)
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PIV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
CT	COTA DE TERRENO
CR	COTA DE RASANTE
S	PENDIENTE DE RASANTE



SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ÁREA DE RELLENO
	ÁREA DE CORTE
	LÍNEA CENTRAL
	CARRERA A CONSTRUIR

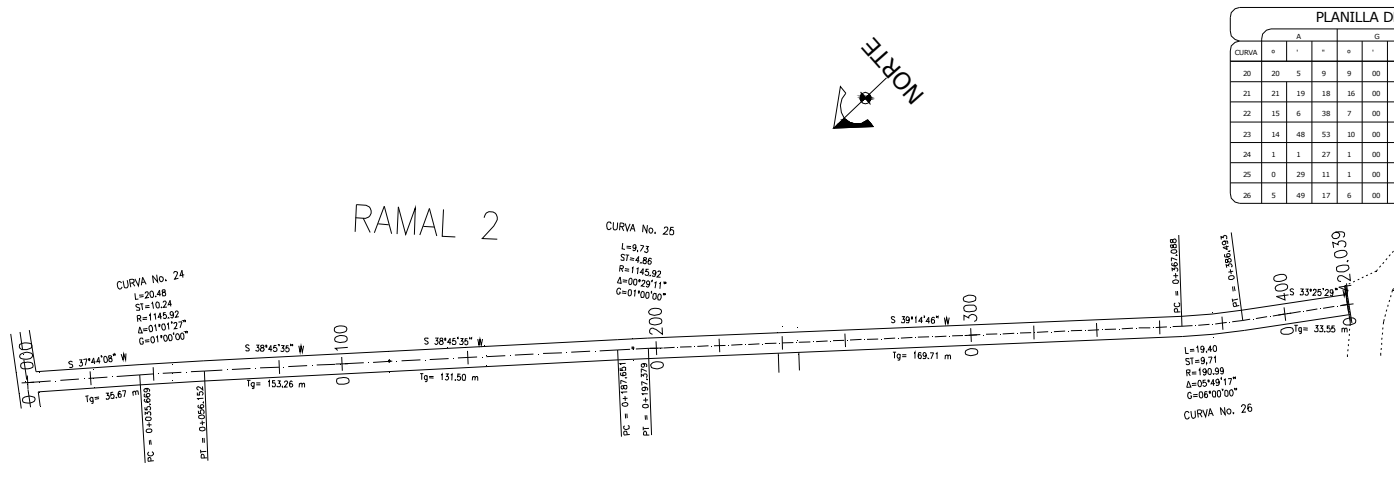
PLANTA - PERFIL DE 0+500 HASTA 0+857.30 DE RAMAL 2

ESCALA: HOR: 1/1000
VER: 1/500



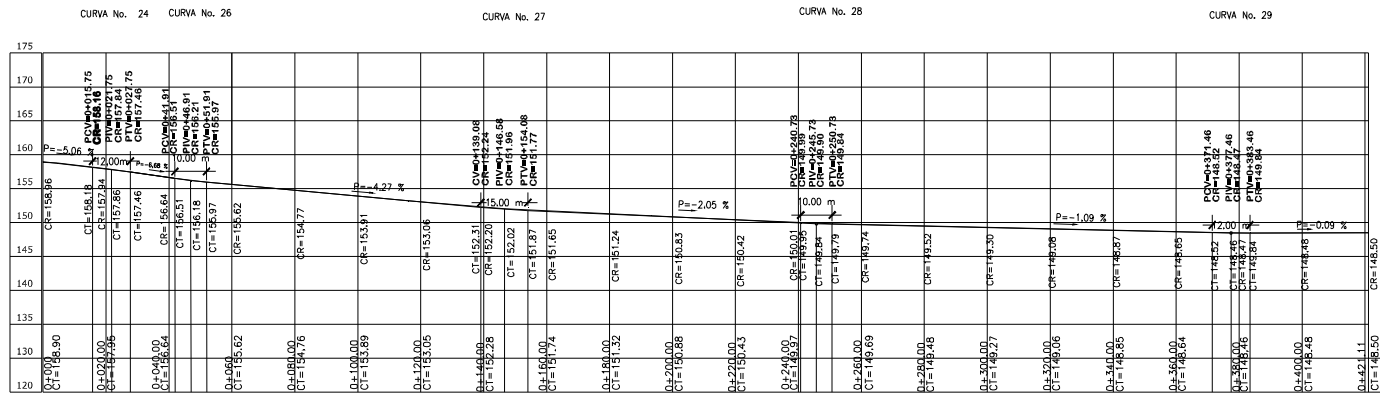
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		TITULAR:	NESTOR GÁLVEZ
PROYECTO:	PAVIMENTO RÍGIDO	PROYECTO:	NESTOR GÁLVEZ
PROPIETARIO:		INDICADA	NESTOR GÁLVEZ
MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS		FECHA:	AGOSTO 2007
UBICACIÓN:	CASERIO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS, SAN MARCOS.	ASESOR:	ING. LUIS ALFARO COLEGIADO: 5383
		VO. BO. AUTORIDAD:	
CONTIENE:	PLANO DE PLANTA + PERFIL		FOLIA No.
			6/8



CURVA	A	B	C	D	E	R (m)	SE (m)	LE (m)	DM (m)	E (m)	Cm (m)	
20	5	9	9	00	00	127.32	22.55	44.64	1.95	1.98	44.41	
21	21	19	18	16	00	00	71.62	13.48	26.65	1.24	1.26	26.50
22	15	6	38	7	00	00	163.70	21.71	43.17	1.42	1.43	43.05
23	14	48	53	10	00	00	114.59	14.90	29.63	0.96	0.96	19.55
24	1	1	27	1	00	00	1145.92	10.24	20.48	0.05	0.05	20.48
25	0	29	11	1	00	00	1145.92	4.86	9.73	0.01	0.01	9.73
26	5	49	17	6	00	00	190.99	9.71	19.40	0.25	0.25	19.40

CURVA	IC	PC	PIV	PTV	EC	EL (m)	EL (m)	EL (m)	EL (m)	EL (m)
20	155.86	157.86	157.86	157.86	157.86	155.86	157.86	157.86	157.86	157.86
21	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86
22	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86
23	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86
24	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86
25	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86
26	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86
27	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86
28	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86
29	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86	157.86



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
P_e	PENDIENTE DE ENTRADA
P_s	PENDIENTE DE SALIDA
A	DIFERENCIA DE PENDIENTES ($P_s - P_e$)
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PIV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
CT	COTA DE TERRENO
CR	COTA DE RASANTE
S	PENDIENTE DE RASANTE

	ÁREA DE RELLENO
	ÁREA DE CORTE
	LÍNEA CENTRAL
	CARRERETA A CORRECTOR

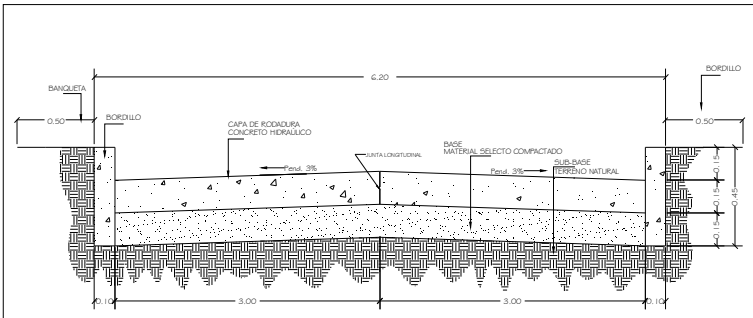
PLANTA - PERFIL DE 0+000 HASTA 0+421.11 DE RAMAL 3

ESCALA: HOR: 1/1000
VER: 1/500

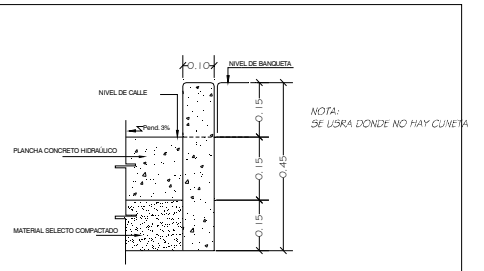


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: NESTOR GALVEZ
PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO		ALUMNO: NESTOR GALVEZ
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS		FECHA: AGOSTO 2007
UBICACIÓN: CASERIO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS, SAN MARCOS		ASSISTOR: ING. LUIS ALFARO COLEGIO: 5383
CONTENIDO: PLANO DE PLANTA + PERFIL		Hoja No. 7/8



DETALLE
Bordillo + cuneta SIN ESCALA

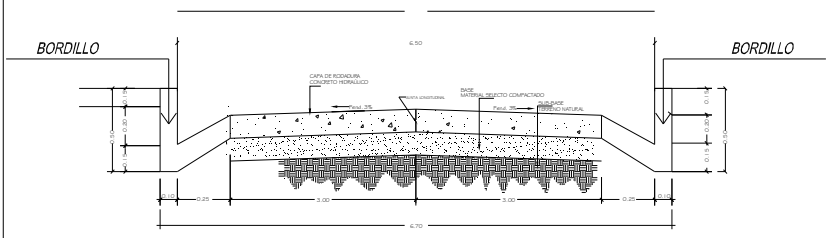


DETALLE
cuneta SIN ESCALA

SECCION TIPICA PAVIMENTO

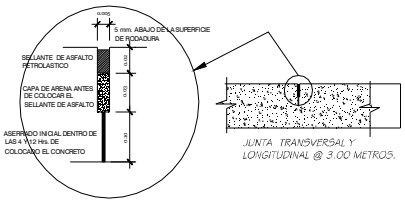
NOTA:
EN PARTES DONDE HAY TERRENO PARA CONSTRUIR
BANQUETA ES DE 0.50 METROS MINIMO Y 1.00
METRO MAXIMO EN AMBOS LADOS.

SIN ESCALA

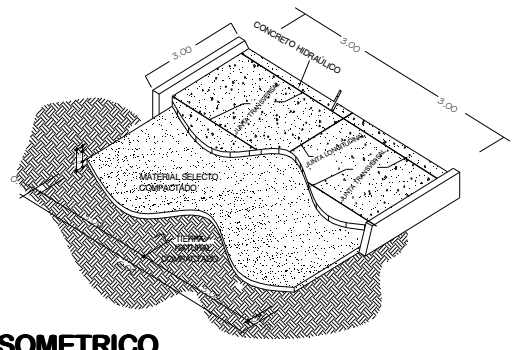


SECCION TIPICA PAVIMENTO
+ CUNETTA

SIN ESCALA



DETALLE
JUNTA SIN ESCALA



ISOMETRICO

SIN ESCALA

NOTA:
PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO DE TAMAÑO QUE
TENDRA UN TRAFICO PROMEDIO JAUO DE 200 A 800
VEHICULOS Y UN TRAFICO MAXIMO DE 20 GRANDES
CAMIONES PARA EL CUAL TENDRA UN ESPESOR DE 15 CM
Y SE COLOCARA SOBRE UNA BASE DE MATERIAL DE
SELECCION GRANULAR EL CUAL TENDRA UN ESPESOR DE 15
CM.
SE COLOCARAN BUSTALLON PARA TENER EL PISO
VERTICAL Y HORIZONTAL EL CUAL TENDRA UNA ALTURA DE
10 CM Y UN ESPESOR DE 10 CM. ESTE BORDILLO
SERVA DE REFERENCIA PARA LA ELABORACION DE LAS
BANQUETAS POR DISTINTO DE BORDILLO.

NOTA 2:
COMPOSICION DEL CONCRETO DEL BORDILLO HORRADO PARA
PAVIMENTOS:
RELACION AGUA CONCRETO MAXIMA: 0.49
TEMPERATURA DEL CONCRETO: 20 +/- 10 GRADOS CENTIGRADOS
ABSORBIMIENTO MAXIMO T: 13 +/- 40 +/- 20 mm
CONCRETO DE ANIL MINIMO: 4.5%
TAMANO DE AGREGADOS MAXIMO 4.75 - 5.0 - 0.150 y 0.075
RESISTENCIA A LA COMPRESION MAXIMO 1420 - 28 MPa (ACORD 750)
RESISTENCIA A LA TRACCION MAXIMO 1.97 - 4.3 MPa (ACORD 750)
SE LE RECOMIENDA AL EJECUTOR HACER REFERENCIA A LOS
REQUISITOS DEL LIBRO AGO DE CAMEROS.

ESPECIFICACIONES DE PAVIMENTO RIGIDO Y MATERIAL SELECCION GRANULAR PARA SUB-BASE
LISTA VEHICULAR:
EN EL CONCRETO DE 18 A UTILIZAR UN CONCRETO DE RESISTENCIA DE 28MP A 14000 PSI O MAS UTILIZANDO LA RELACION DE AGUA: C: 2.2 Y SE DEBE CUMPLIR CON
LOS REQUISITOS 351.04 HASI FORJALTEADO QUE SE ESPERZA EN EL BORDILLO DE CAMEROS.

AGREGADO FINO:
DEBE CONSTAR DE ARENA NATURAL O MANUFACTURADA COMPUESTA CON PARTICULAS FINAS Y DURABLES, DEBE TENER UNMO 3.00, ADECUADAMENTE GRADUADO
Y PUREZA DE MATERIA ORGANICA QUE PUEDE REDUCIR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO. SE PUEDE USAR ARENA NATURAL QUE CONTENGAN DE 1.2 A 1.8% DE MATERIA
QUE TIENE LA TAMAÑO 200, SON REPERIBLES FORMAS PRODUCEN CONCRETOS MAS TRABAJABLES, Y CUMPLIR CON LOS REQUISITOS 351.04 (B) DEL LIBRO AGO
AGREGADO GRUESO:
DEBE SER EN GRAVA O PIEDRAS TRIBURADAS QUE CUMPLAN CON LOS REQUISITOS DE RESISTENCIA O ABRASION Y A LA LIMITACION DE PARTICULAS FINAS Y
AUMENTANDO SU TAMAÑO Y PARA LOS CONCRETOS UTILIZADOS EN PAVIMENTOS SE PUEDE UTILIZAR UN AGREGADO CON LA GRANULOMETRIA DE 1.2 Y
DANOSER RESULTADOS SATISFACTORES Y DEBE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS 351.04 (C) DEL LIBRO AGO.

MATERIAL SELECCION GRANULAR:
LA MAYOR TENDENCIA DE COLAPSO DE LA CUNETA CONTIENE EN EL MATERIAL Y DEBE NO SER POSIBLE DESMORFONAR CON EL EQUIPO DE COMPACTACION O DE
COMPACTACION, NO DEBERA SER MAYOR DE 4% DEL ESPESOR COMPACTADO DE LA SUB-BASE.

ESPECIFICACIONES DE BORDILLO Y CUNETTA
CONCRETO:
SE LE RECOMIENDA SE VA UTILIZAR CONCRETO DE 28.000 PSI Y EL CONCRETO POR METRO DE LA
RELACION 1:2:2 VA A LLEGAR A UNA RESISTENCIA A COMPRESION DE 3,000 PSI. DE 28 DIAS.

AGREGADO FINO:
DEBE TENER UNMO 3.00, ADECUADAMENTE GRADUADO Y PUREZA DE MATERIA ORGANICA QUE
PUEDE REDUCIR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO. SE PUEDE USAR ARENA NATURAL QUE
CONTENGAN DE 1.2 A 1.8% DE MATERIA QUE TIENE LA TAMAÑO 200, SON REPERIBLES
FORMAS PRODUCEN CONCRETOS MAS TRABAJABLES.

AGREGADO GRUESO:
DEBE SER EN GRAVA O PIEDRAS TRIBURADAS QUE CUMPLAN CON LOS REQUISITOS DE RESISTENCIA O ABRASION Y A LA LIMITACION DE PARTICULAS FINAS Y
AUMENTANDO SU TAMAÑO Y PARA LOS CONCRETOS UTILIZADOS EN PAVIMENTOS SE PUEDE UTILIZAR UN AGREGADO CON LA GRANULOMETRIA DE 1.2 Y
DANOSER RESULTADOS SATISFACTORES Y DEBE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS 351.04 (C) DEL LIBRO AGO.

CONCRETO:
EL CONCRETO DE LA CUNETTA DEBE CUMPLIR CON LOS MISMOS REQUISITOS DEL CONCRETO DE
REFERENCIA, DEBE COMENSAR DE EL BORDILLO DE 1.00 METRO A 2.00 METRO EN CAMEROS
DE 1.00 METRO Y 2.00 METRO DE BORDILLO.

ESPECIFICACIONES DE JUNTA Y REJILLA
JUNTA LONGITUDINAL:
SON UNAS REJILLAS AL C/4 LONGITUDINAL DEL PAVIMENTO, SEAS
CUALS SE COLOCARAN PARA REFERENCIA A LA TENCION DE JUNTA
LONGITUDINAL, LAS CUALS SE COLOCARAN POR LA PARTE
INTERIOR DE LA BANQUETA Y DEBE TENER UN
ESPESOR DE 10 CM Y UN ALTURA DE 10 CM. ESTE BORDILLO
SERVA DE REFERENCIA PARA LA ELABORACION DE LAS
BANQUETAS POR DISTINTO DE BORDILLO.

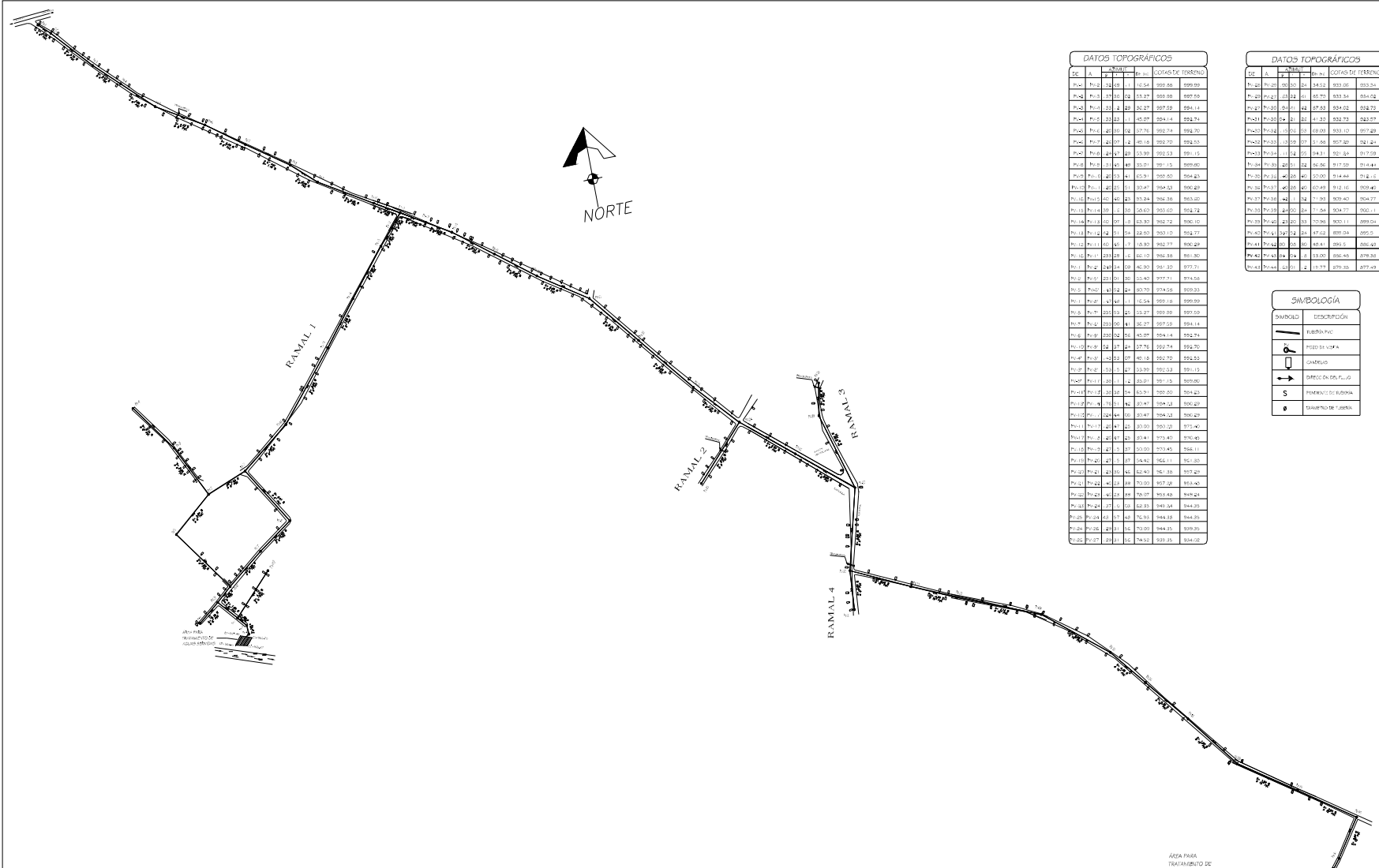
JUNTA DE CONTRACCION (TRANSVERSALES)
ESTAS JUNTA CONTRAYAN LA JUNTA CALAMBA POR LA RETRACCION
DEL PAVIMENTO, CONSIDERAR EL MATERIAL EN UNA BANQUETA DE
VALLES CON UN PROFUNDIDAD DE UN CUARTO DEL ESPESOR DE LA
UNDA, CON UN ESPESOR DE 10 CM.

ESPECIFICACIONES DE REJILLA
EN CUNETA Y LA REJILLA DEBE TENER UN ESPESOR Y SER ACURVADA EN
SU PARTE SUPERIOR PARA QUE PUEDA SER DE UN TAMAÑO
MAYOR PARA PROLONGAR LA VIDA UTIL DE LA REJILLA.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR:	NÉSTOR GÁLVEZ
PAVIMENTO RIGIDO		PROYECTO:	NÉSTOR GÁLVEZ
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS	INDICADA	AGOSTO 2007
UBICACION:	CASERIO NAVIDAD, ALDEA LAS LAGUNAS, SAN MARCOS.	ABSORC:	Ing. LUIS ALFARO COLEGADO: 5383
CONTENIDO:	PLANO DE PLANTA + PERFIL		8/8



PLANTA DE CONJUNTO

ESC: 1/2000

DATOS TOPOGRÁFICOS			
DE	A	ELEVACION	COORDENADAS TERRESTRE
Pr.1	Pr.2	12.03	1.1234 899.88 899.89
Pr.2	Pr.3	17.55	12 53.27 899.98 897.69
Pr.3	Pr.4	23.22	22 32.27 897.59 894.11
Pr.4	Pr.5	29.22	31 45.07 894.14 892.74
Pr.5	Pr.6	35.22	32 37.73 892.74 892.70
Pr.6	Pr.7	41.22	42 48.18 892.70 892.65
Pr.7	Pr.8	47.22	53 59.93 892.65 892.61
Pr.8	Pr.9	53.22	64 71.13 892.60 892.57
Pr.9	Pr.10	59.22	75 82.34 892.57 892.53
Pr.10	Pr.11	65.22	86 93.54 892.53 892.49
Pr.11	Pr.12	71.22	97 104.74 892.49 892.45
Pr.12	Pr.13	77.22	108 115.94 892.45 892.41
Pr.13	Pr.14	83.22	119 127.14 892.41 892.37
Pr.14	Pr.15	89.22	130 138.34 892.37 892.33
Pr.15	Pr.16	95.22	141 149.54 892.33 892.29
Pr.16	Pr.17	101.22	152 160.74 892.29 892.25
Pr.17	Pr.18	107.22	163 171.94 892.25 892.21
Pr.18	Pr.19	113.22	174 183.14 892.21 892.17
Pr.19	Pr.20	119.22	185 194.34 892.17 892.13
Pr.20	Pr.21	125.22	196 205.54 892.13 892.09
Pr.21	Pr.22	131.22	207 216.74 892.09 892.05
Pr.22	Pr.23	137.22	218 227.94 892.05 892.01
Pr.23	Pr.24	143.22	229 239.14 892.01 891.97
Pr.24	Pr.25	149.22	240 250.34 891.97 891.93
Pr.25	Pr.26	155.22	251 261.54 891.93 891.89
Pr.26	Pr.27	161.22	262 272.74 891.89 891.85
Pr.27	Pr.28	167.22	273 283.94 891.85 891.81
Pr.28	Pr.29	173.22	284 295.14 891.81 891.77
Pr.29	Pr.30	179.22	295 306.34 891.77 891.73
Pr.30	Pr.31	185.22	306 317.54 891.73 891.69
Pr.31	Pr.32	191.22	317 328.74 891.69 891.65
Pr.32	Pr.33	197.22	328 339.94 891.65 891.61
Pr.33	Pr.34	203.22	339 351.14 891.61 891.57
Pr.34	Pr.35	209.22	350 362.34 891.57 891.53
Pr.35	Pr.36	215.22	361 373.54 891.53 891.49
Pr.36	Pr.37	221.22	372 384.74 891.49 891.45
Pr.37	Pr.38	227.22	383 395.94 891.45 891.41
Pr.38	Pr.39	233.22	394 407.14 891.41 891.37
Pr.39	Pr.40	239.22	405 418.34 891.37 891.33
Pr.40	Pr.41	245.22	416 429.54 891.33 891.29
Pr.41	Pr.42	251.22	427 440.74 891.29 891.25
Pr.42	Pr.43	257.22	438 451.94 891.25 891.21
Pr.43	Pr.44	263.22	449 463.14 891.21 891.17
Pr.44	Pr.45	269.22	460 474.34 891.17 891.13
Pr.45	Pr.46	275.22	471 485.54 891.13 891.09
Pr.46	Pr.47	281.22	482 496.74 891.09 891.05
Pr.47	Pr.48	287.22	493 507.94 891.05 891.01
Pr.48	Pr.49	293.22	504 519.14 891.01 890.97
Pr.49	Pr.50	299.22	515 530.34 890.97 890.93
Pr.50	Pr.51	305.22	526 541.54 890.93 890.89
Pr.51	Pr.52	311.22	537 552.74 890.89 890.85
Pr.52	Pr.53	317.22	548 563.94 890.85 890.81
Pr.53	Pr.54	323.22	559 575.14 890.81 890.77
Pr.54	Pr.55	329.22	570 586.34 890.77 890.73
Pr.55	Pr.56	335.22	581 597.54 890.73 890.69
Pr.56	Pr.57	341.22	592 608.74 890.69 890.65
Pr.57	Pr.58	347.22	603 619.94 890.65 890.61
Pr.58	Pr.59	353.22	614 631.14 890.61 890.57
Pr.59	Pr.60	359.22	625 642.34 890.57 890.53
Pr.60	Pr.61	365.22	636 653.54 890.53 890.49
Pr.61	Pr.62	371.22	647 664.74 890.49 890.45
Pr.62	Pr.63	377.22	658 675.94 890.45 890.41
Pr.63	Pr.64	383.22	669 687.14 890.41 890.37
Pr.64	Pr.65	389.22	680 698.34 890.37 890.33
Pr.65	Pr.66	395.22	691 709.54 890.33 890.29
Pr.66	Pr.67	401.22	702 720.74 890.29 890.25
Pr.67	Pr.68	407.22	713 731.94 890.25 890.21
Pr.68	Pr.69	413.22	724 743.14 890.21 890.17
Pr.69	Pr.70	419.22	735 754.34 890.17 890.13
Pr.70	Pr.71	425.22	746 765.54 890.13 890.09
Pr.71	Pr.72	431.22	757 776.74 890.09 890.05
Pr.72	Pr.73	437.22	768 787.94 890.05 890.01
Pr.73	Pr.74	443.22	779 799.14 890.01 889.97
Pr.74	Pr.75	449.22	790 810.34 889.97 889.93
Pr.75	Pr.76	455.22	801 821.54 889.93 889.89
Pr.76	Pr.77	461.22	812 832.74 889.89 889.85
Pr.77	Pr.78	467.22	823 843.94 889.85 889.81
Pr.78	Pr.79	473.22	834 855.14 889.81 889.77
Pr.79	Pr.80	479.22	845 866.34 889.77 889.73
Pr.80	Pr.81	485.22	856 877.54 889.73 889.69
Pr.81	Pr.82	491.22	867 888.74 889.69 889.65
Pr.82	Pr.83	497.22	878 899.94 889.65 889.61
Pr.83	Pr.84	503.22	889 911.14 889.61 889.57
Pr.84	Pr.85	509.22	900 922.34 889.57 889.53
Pr.85	Pr.86	515.22	911 933.54 889.53 889.49
Pr.86	Pr.87	521.22	922 944.74 889.49 889.45
Pr.87	Pr.88	527.22	933 955.94 889.45 889.41
Pr.88	Pr.89	533.22	944 967.14 889.41 889.37
Pr.89	Pr.90	539.22	955 978.34 889.37 889.33
Pr.90	Pr.91	545.22	966 989.54 889.33 889.29
Pr.91	Pr.92	551.22	977 1000.74 889.29 889.25
Pr.92	Pr.93	557.22	988 1011.94 889.25 889.21
Pr.93	Pr.94	563.22	999 1023.14 889.21 889.17
Pr.94	Pr.95	569.22	1010 1034.34 889.17 889.13
Pr.95	Pr.96	575.22	1021 1045.54 889.13 889.09
Pr.96	Pr.97	581.22	1032 1056.74 889.09 889.05
Pr.97	Pr.98	587.22	1043 1067.94 889.05 889.01
Pr.98	Pr.99	593.22	1054 1079.14 889.01 888.97
Pr.99	Pr.100	599.22	1065 1090.34 888.97 888.93

DATOS TOPOGRÁFICOS			
DE	A	ELEVACION	COORDENADAS TERRESTRE
Pr.21	Pr.22	30.55	24 34.52 893.05 893.04
Pr.22	Pr.23	33.52	41 45.73 893.04 894.72
Pr.23	Pr.24	37.51	48 57.93 894.62 894.73
Pr.24	Pr.25	41.51	55 69.14 894.73 894.77
Pr.25	Pr.26	45.51	62 80.35 894.77 894.81
Pr.26	Pr.27	49.51	69 91.56 894.81 894.85
Pr.27	Pr.28	53.51	76 102.77 894.85 894.89
Pr.28	Pr.29	57.51	83 113.98 894.89 894.93
Pr.29	Pr.30	61.51	90 125.19 894.93 894.97
Pr.30	Pr.31	65.51	97 136.40 894.97 895.01
Pr.31	Pr.32	69.51	104 147.61 895.01 895.05
Pr.32	Pr.33	73.51	111 158.82 895.05 895.09
Pr.33	Pr.34	77.51	118 170.03 895.09 895.13
Pr.34	Pr.35	81.51	125 181.24 895.13 895.17
Pr.35	Pr.36	85.51	132 192.45 895.17 895.21
Pr.36	Pr.37	89.51	139 203.66 895.21 895.25
Pr.37	Pr.38	93.51	146 214.87 895.25 895.29
Pr.38	Pr.39	97.51	153 226.08 895.29 895.33
Pr.39	Pr.40	101.51	160 237.29 895.33 895.37
Pr.40	Pr.41	105.51	167 248.50 895.37 895.41
Pr.41	Pr.42	109.51	174 259.71 895.41 895.45
Pr.42	Pr.43	113.51	181 270.92 895.45 895.49
Pr.43	Pr.44	117.51	188 282.13 895.49 895.53
Pr.44	Pr.45	121.51	195 293.34 895.53 895.57
Pr.45	Pr.46	125.51	202 304.55 895.57 895.61
Pr.46	Pr.47	129.51	209 315.76 895.61 895.65
Pr.47	Pr.48	133.51	216 326.97 895.65 895.69
Pr.48	Pr.49	137.51	223 338.18 895.69 895.73
Pr.49	Pr.50	141.51	230 349.39 895.73 895.77
Pr.50	Pr.51	145.51	237 360.60 895.77 895.81
Pr.51	Pr.52	149.51	244 371.81 895.81 895.85
Pr.52	Pr.53	153.51	251 383.02 895.85 895.89
Pr.53	Pr.54	157.51	258 394.23 895.89 895.93
Pr.54	Pr.55	161.51	265 405.44 895.93 895.97
Pr.55	Pr.56	165.51	272 416.65 895.97 896.01
Pr.56	Pr.57	169.51	279 427.86 896.01 896.05
Pr.57	Pr.58	173.51	286 439.07 896.05 896.09
Pr.58	Pr.59	177.51	293 450.28 896.09 896.13
Pr.59	Pr.60	181.51	300 461.49 896.13 896.17
Pr.60	Pr.61	185.51	307 472.70 896.17 896.21
Pr.61	Pr.62	189.51	314 483.91 896.21 896.25
Pr.62	Pr.63	193.51	321 495.12 896.25 896.29
Pr.63	Pr.64	197.51	328 506.33 896.29 896.33
Pr.64	Pr.65	201.51	335 517.54 896.33 896.37
Pr.65	Pr.66	205.51	342 528.75 896.37 896.41
Pr.66	Pr.67	209.51	349 539.96 896.41 896.45
Pr.67	Pr.68	213.51	356 551.17 896.45 896.49
Pr.68	Pr.69	217.51	363 562.38 896.49 896.53
Pr.69	Pr.70	221.51	370 573.59 896.53 896.57
Pr.70	Pr.71	225.51	377 584.80 896.57 896.61
Pr.71	Pr.72	229.51	384 596.01 896.61 896.65
Pr.72	Pr.73	233.51	391 607.22 896.65 896.69
Pr.73	Pr.74	237.51	398 618.43 896.69 896.73
Pr.74	Pr.75	241.51	405 629.64 896.73 896.77
Pr.75	Pr.76	245.51	412 640.85 896.77 896.81
Pr.76	Pr.77	249.51	419 652.06 896.81 896.85
Pr.77	Pr.78	253.51	426 663.27 896.85 896.89
Pr.78	Pr.79	257.51	433 674.48 896.89 896.93
Pr.79	Pr.80	261.51	440 685.69 896.93 896.97
Pr.80	Pr.81	265.51	447 696.90 896.97 897.01
Pr.81	Pr.82	269.51	454 708.11 897.01 897.05
Pr.82	Pr.83	273.51	461 719.32 897.05 897.09
Pr.83	Pr.84	277.51	468 730.53 897.09 897.13
Pr.84	Pr.85	281.51	475 741.74 897.13 897.17
Pr.85	Pr.86	285.51	482 752.95 897.17 897.21
Pr.86	Pr.87	289.51	489 764.16 897.21 897.25
Pr.87	Pr.88	293.51	496 775.37 897.25 897.29
Pr.88	Pr.89	297.51	503 786.58 897.29 897.33
Pr.89	Pr.90	301.51	510 797.79 897.33 897.37
Pr.90	Pr.91	305.51	517 809.00 897.37 897.41
Pr.91	Pr.92	309.51	524 820.21 897.41 897.45
Pr.92	Pr.93	313.51	531 831.42 897.45 897.49
Pr.93	Pr.94	317.51	538 842.63 897.49 897.53
Pr.94	Pr.95	321.51	545 853.84 897.53 897.57
Pr.95	Pr.96	325.51	552 865.05 897.57 897.61
Pr.96	Pr.97	329.51	559 876.26 897.61 897.65
Pr.97	Pr.98	333.51	566 887.47 897.65 897.69
Pr.98	Pr.99	337.51	573 898.68 897.69 897.73
Pr.99	Pr.100	341.51	580 909.89 897.73 897.77

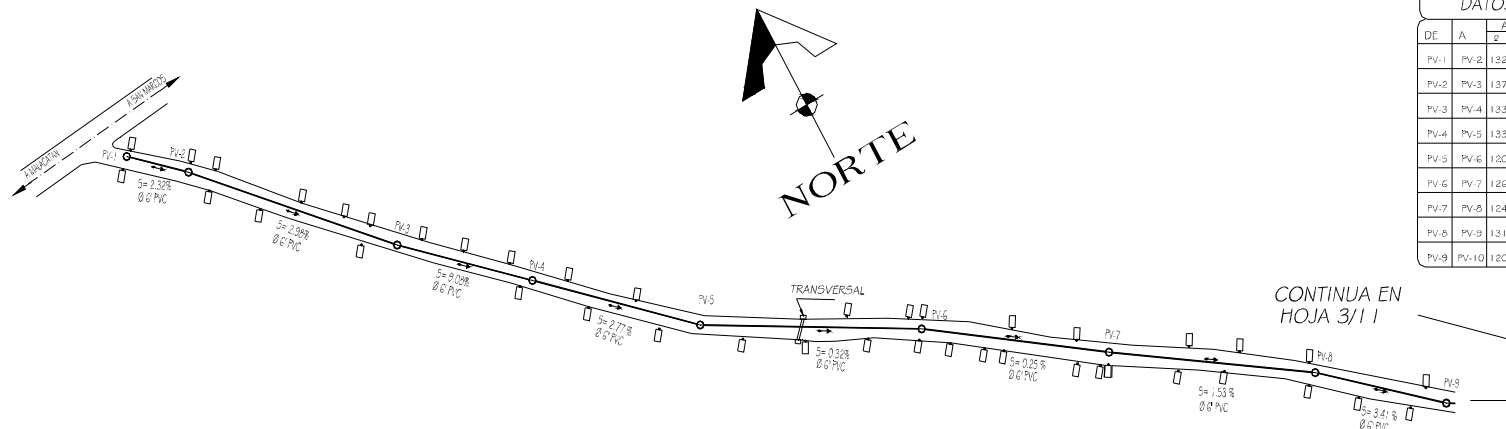
SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	POZO DE VISITA
	MANIFUETO
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	INMUNIDAD DE ESTRUCTURA
	TRATAMIENTO DE FANGOS

ÁREA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

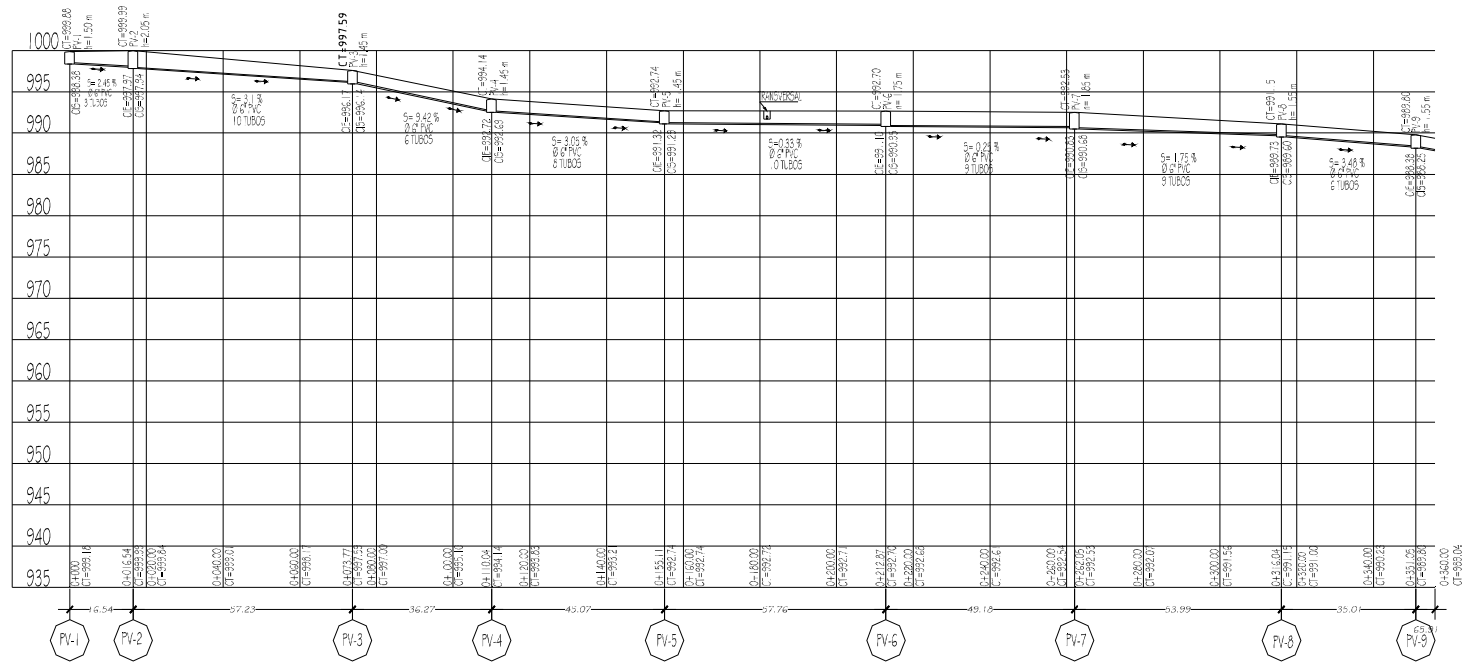


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR	ING. NESTOR GALVEZ
PROYECTO		PROFESOR	ING. NESTOR GALVEZ
DRENAJE SANITARIO		PROFESOR	ING. NESTOR GALVEZ
PREPARADO		PROFESOR	ING. NESTOR GALVEZ
MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS		PROFESOR	ING. LUIS ALFARO
CANTÓN EL CENTRO, LA FEDERACIÓN SAN MARCOS		PROFESOR	ING. LUIS ALFARO
FECHA		PROFESOR	AGOSTO 200



DATOS TOPOGRÁFICOS					
DE	A	AZIMUT	DH (m)	COTAS DE TERRENO	
PV-1	PV-2	132.49	11	16.54	999.89
PV-2	PV-3	137.30	02	53.27	999.99
PV-3	PV-4	133.12	29	36.27	997.53
PV-4	PV-5	133.23	11	45.07	994.14
PV-5	PV-6	130.30	02	57.76	992.74
PV-6	PV-7	126.07	12	49.18	992.70
PV-7	PV-8	124.47	29	53.99	992.53
PV-8	PV-9	131.45	49	35.01	991.15
PV-9	PV-10	120.53	41	65.91	989.60
					994.23



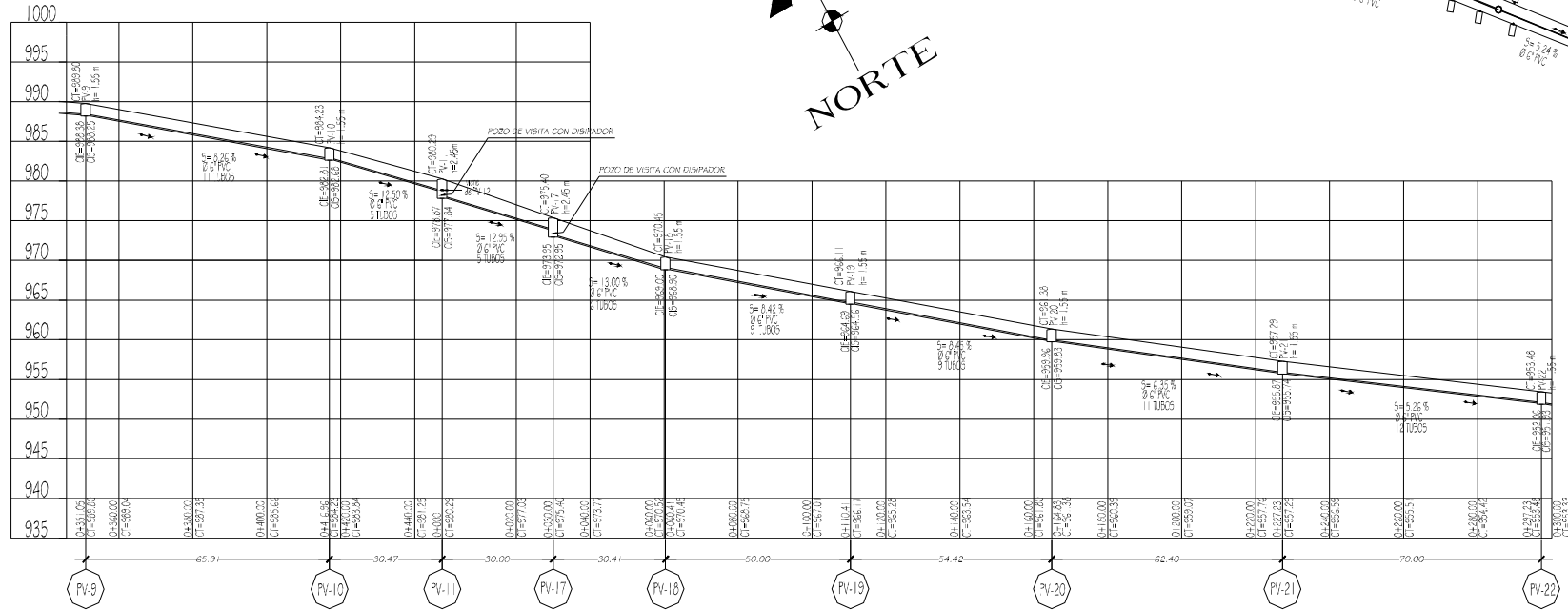
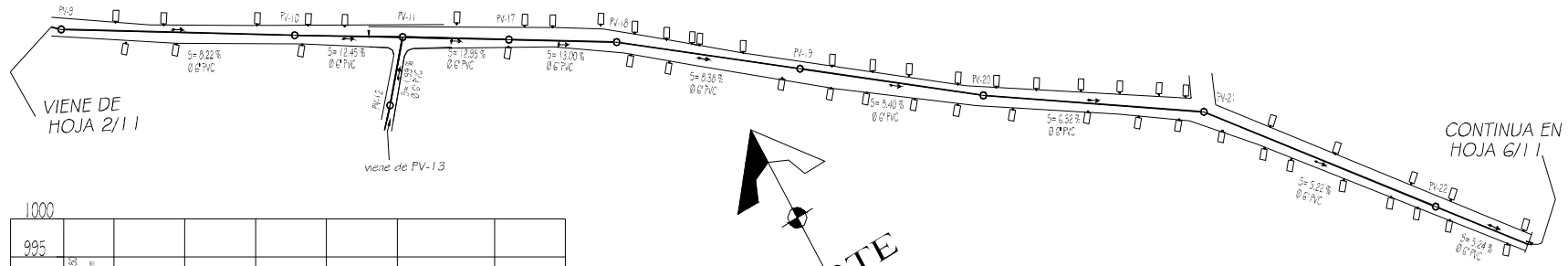
SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	POZO DE VISITA
	CANDELAS
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PENDIENTE DE TUBERÍA
	DIÁMETRO DE TUBERÍA
	ALTURA DE POZO
	COTA DE TERRENO
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

PLANTA, PERFIL de PV-1 a PV-9

ESC: VER: 1/500
HOR: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: INGENIERO GÁLVEZ
DIRECCIÓN: DRENAJE SANITARIO		PROFESOR: INGENIERO GÁLVEZ
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS	ASISISTENTE: INGENIERO GÁLVEZ	PROFESOR: INGENIERO GÁLVEZ
ABASTECEDOR: CANTÓN EL CENTRO, LA FEDERACIÓN SAN MARCOS	FECHA: AGOSTO 2007	PROFESOR: INGENIERO GÁLVEZ
CONTENIDO: PLANO DE PLANTA + PERFIL		FECHA: AGOSTO 2007
		2/11



PLANTA, PERFIL de PV-9 a PV-11 y de PV-17 a PV-22

DATOS TOPOGRÁFICOS					
DE	A	AZIMUT	DH (m)	COTAS DE TERRENO	
		g	i		
PV-9	PV-10	120.53	41	65.91	989.80 984.23
PV-10	PV-11	120.25	51	30.47	984.23 980.29
PV-11	PV-17	120.47	25	30.00	980.29 975.40
PV-17	PV-18	120.47	25	30.41	975.40 970.45
PV-18	PV-19	127.15	37	50.00	970.45 966.11
PV-19	PV-20	127.15	37	54.42	966.11 961.38
PV-20	PV-21	123.30	46	62.40	961.38 957.29
PV-21	PV-22	140.23	39	70.00	957.29 953.48
PV-22	PV-23	140.23	39	76.07	953.48 949.24

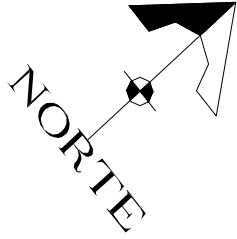
SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	POZO DE VISITA
	CANDELA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PENDIENTE DE TUBERÍA
	DIÁMETRO DE TUBERÍA
	ALTURA DE POZO
	COTA DE TERRENO
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

ESC: VER: 1/500
HOR: 1/1000

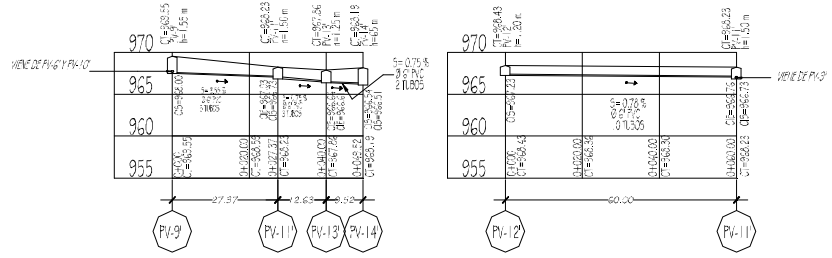


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO	
PROYECTANTE:	ING. NESTOR GÁLVEZ	
PROYECTADO:	ING. NESTOR GÁLVEZ	
INDICADA:	AGOSTO 2007	
MUNICIPALIDAD:	MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS	ALCALDE: ING. LUIS ALFARO
VALOR:	CANTÓN EL CENTRO, LA FEDERACIÓN SAN MARCOS	VALOR: AUTOMÁTICO
CONTENIDO:	PLANO DE PLANTA + PERFIL	

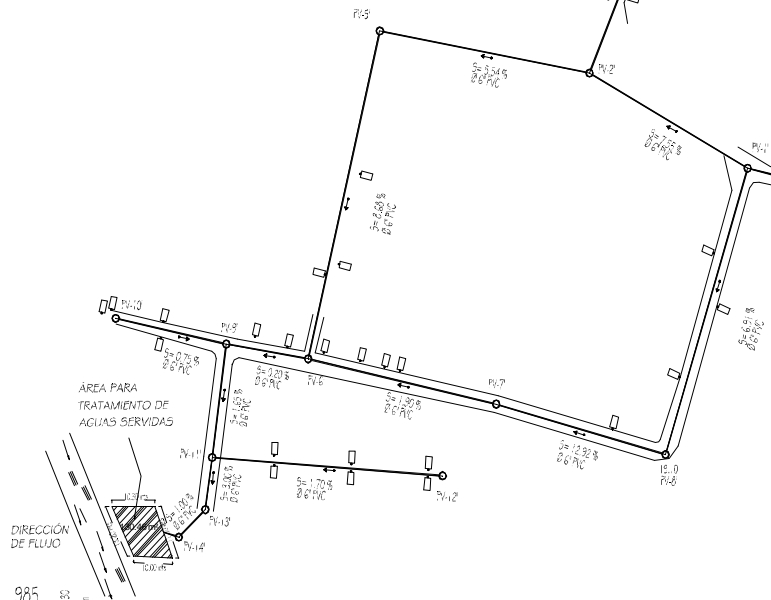


VIENE DE PV-9
HOJA 5/11



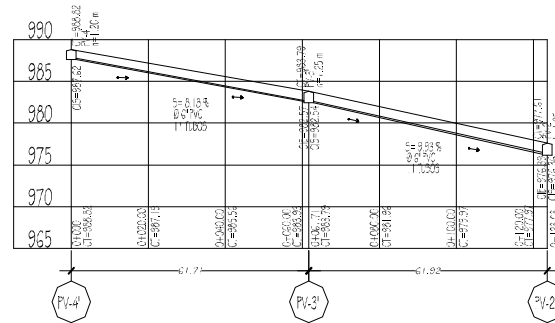
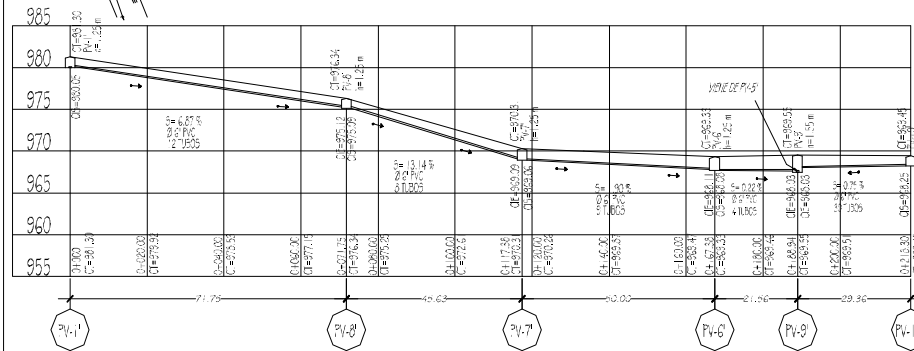
PERFIL PV-9 a PV-14 y PV-12 a PV-11

ESC: VER: 1/500
HOR: 1/1000



DATOS TOPOGRÁFICOS					
DE	A	2	3	CH (m)	COBAS DE TERRENO
PV-1	PV-2	249	34	09	46.90 977.30 977.71
PV-2	PV-5	231	01	30	05.40 977.71 974.58
PV-5	PV-6	143	52	24	80.70 974.58 969.33
PV-1	PV-8	147	48	11	16.54 989.18 999.99
PV-8	PV-7	235	53	28	53.27 989.99 997.59
PV-7	PV-6	233	00	41	36.27 987.59 994.14
PV-6	PV-9	230	02	58	45.07 984.14 982.74
PV-10	PV-8	58	37	24	37.76 992.74 992.70
PV-4	PV-3	143	53	07	49.6 992.70 992.53
PV-3	PV-1	153	15	27	33.99 992.53 991.15
PV-9	PV-11	139	1	12	35.01 991.15 989.80
PV-1	PV-13	138	38	54	65.91 989.80 984.23
PV-13	PV-14	176	51	42	30.47 984.23 960.29
PV-12	PV-11	224	44	00	30.47 984.23 960.29

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	POZO DE VISITA
	CANJELES
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PENDIENTE DE TUBERÍA
\emptyset	DIÁMETRO DE TUBERÍA
h	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TIRANTEO
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA

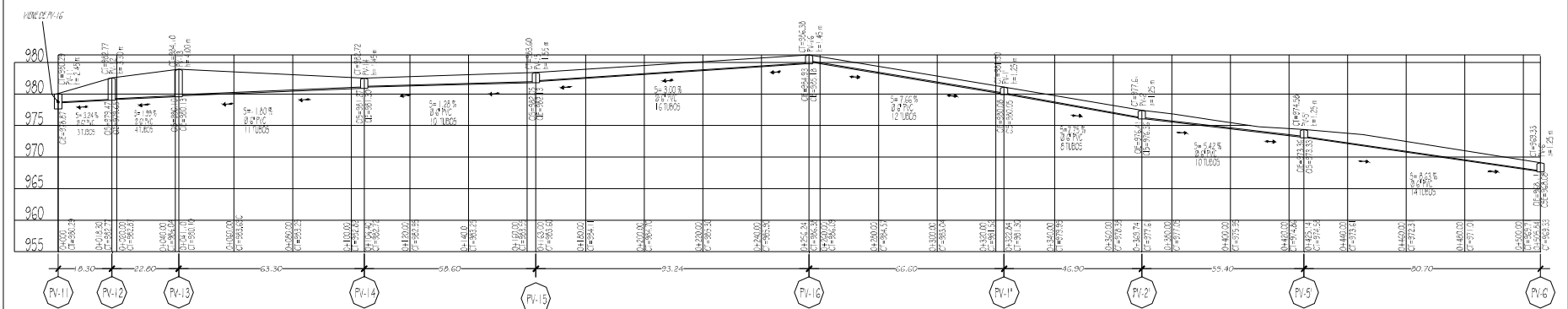
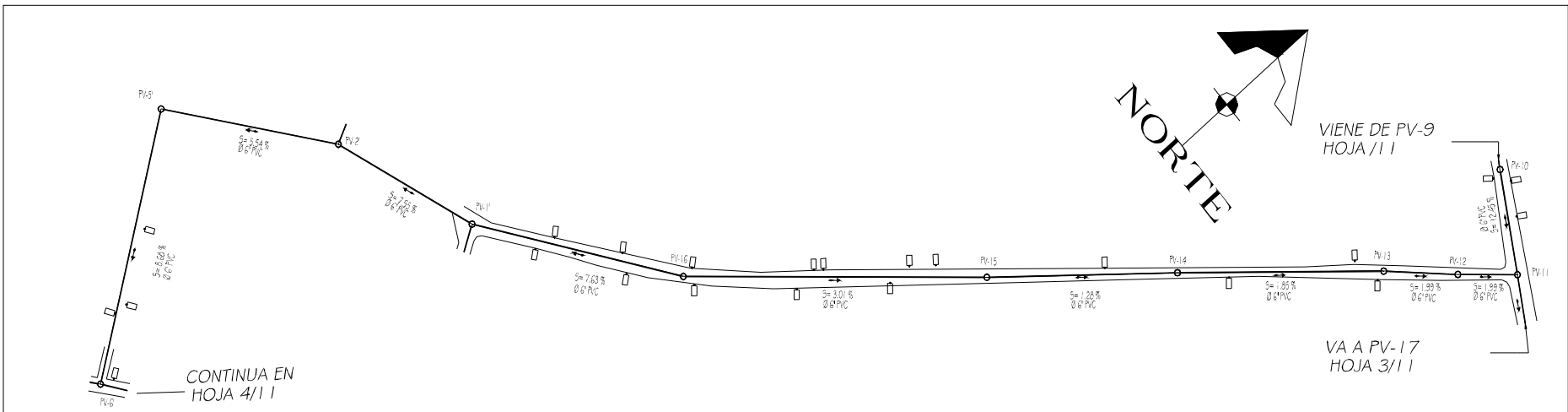


PLANTA, PERFIL de PV-1 a PV-10, PV-1 a PV-10

ESC: VER: 1/500
HOR: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		AUTOR	
PROFESOR	INGENIERO	INGENIERO	INGENIERO
DRENAJE SANITARIO		INGENIERO	
AFILIADO	MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS	ASESOR	INGENIERO
UBICACIÓN	CANTÓN EL CENTRO, LA FEDERACIÓN SAN MARCOS	PROFESOR	INGENIERO
CONTENIDO	PLANO DE PLANTA + PERFIL	ELABORADO	INGENIERO
		REVISADO	INGENIERO
		APROBADO	INGENIERO



PLANTA, PERFIL PV-11 a PV-16 y PV-17 a PV-6

DATOS TOPOGRÁFICOS						
DE	A	AZIMUT	DH (m)	COTAS DE TERRENO		
PV-16	PV-15	40	23	93.24	963.36	963.60
PV-15	PV-14	38	16	38	56.60	963.60
PV-14	PV-13	40	07	18	63.30	962.72
PV-13	PV-12	42	51	34	22.80	960.10
PV-12	PV-11	40	45	17	16.30	962.77
PV-16	PV-17	233	29	16	66.10	966.36
PV-17	PV-2	249	34	09	46.90	961.30
PV-2	PV-5	231	01	30	55.40	977.71
PV-5	PV-6	143	52	24	60.70	974.56
PV-17	PV-6	147	48	11	16.54	999.16

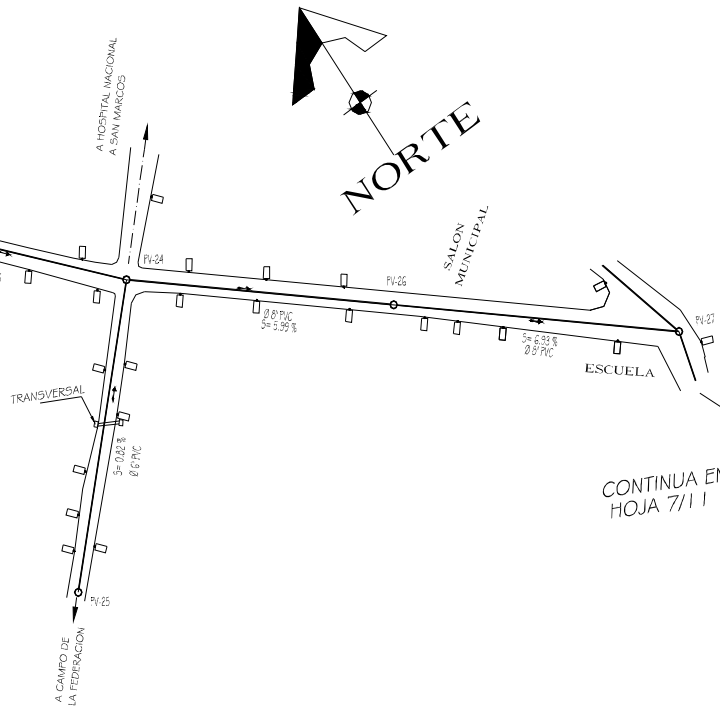
SIMBOLOGÍA	
	TUBERÍA PVC
	POZO DE VISITA
	CANDELAS
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PENDIENTE DE TUBERÍA
	DIÁMETRO DE TUBERÍA
	ALTURA DE POZO
	COTA DE TERRENO
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

ESC: VER: 1/500
HOR: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: NESTOR GÁLVEZ
DRENAJE SANITARIO		PROFESOR: NESTOR GÁLVEZ
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS	ARQUITO: ING. LUIS ALVARO	INGENIERO: NESTOR GÁLVEZ
UBICACIÓN: CANTÓN EL CENTRO, LA FEDERACIÓN SAN MARCOS	FECHA: AGOSTO 2007	PROFESOR: NESTOR GÁLVEZ
CONTENIDO: PLANO DE PLANTA + PERFIL		HOJA: 5/11

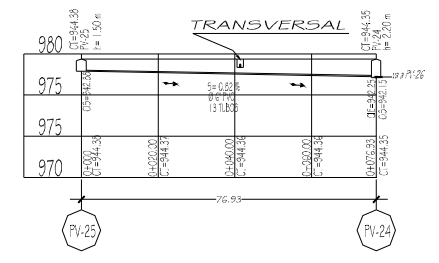
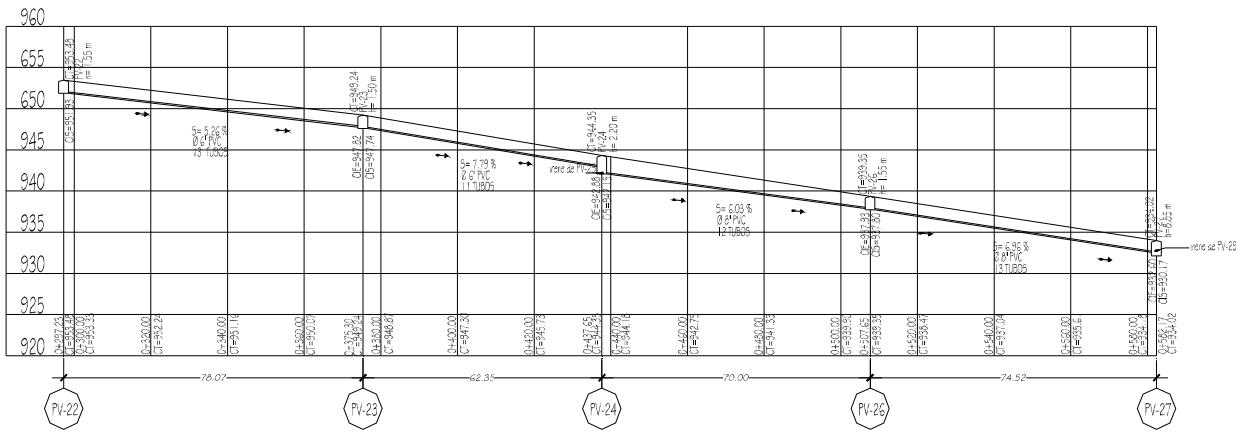
VIENE DE HOJA 3/11



DATOS TOPOGRAFICOS						
DE	A	Ø	h	Dh (m)	COTAS DE TERRENO	
PV-21	PV-22	140	23	39	70.00	957.29 953.46
PV-22	PV-23	140	23	39	76.07	953.46 949.24
PV-23	PV-24	137	10	03	62.35	949.24 944.35
PV-25	PV-24	43	57	46	76.93	944.36 944.35
PV-24	PV-26	129	31	56	70.00	944.35 939.35
PV-26	PV-27	129	31	56	74.52	939.35 934.02
PV-27	PV-30	194	41	42	67.63	934.02 932.73

SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	POZO DE VISITA
	CÁNDELAS
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PENDIENTE DE TUBERÍA
	DIÁMETRO DE TUBERÍA
	ALTURA DE POZO
	COTA DE TERRENO
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

CONTINUA EN HOJA 7/11



PLANTA, PERFIL de PV-22 a PV-24 y de PV-26 a PV-27

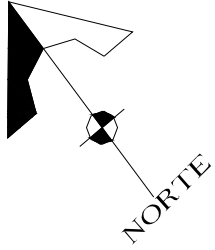
ESC: VER: 1/500
HOR: 1/1000

PLANTA, PERFIL DE PV-25 A PV-24

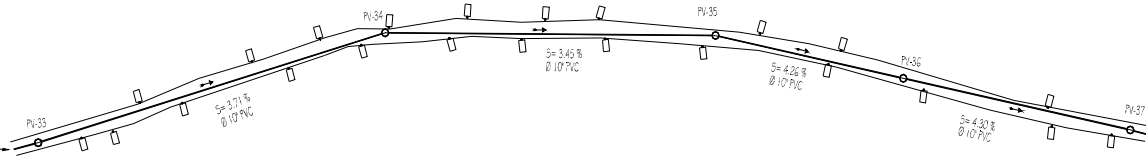
ESC: VER: 1/500
HOR: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: NESTOR GALVEZ
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO		PROFESOR: NESTOR GALVEZ
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS		PROFESOR: NESTOR GALVEZ
LOCALIDAD: CANTON EL CENTRO, LA FEDERACION SAN MARCOS		PROFESOR: NESTOR GALVEZ
FECHA: AGOSTO 2007		PROFESOR: NESTOR GALVEZ
CONTENIDO: PLANO DE PLANTA + PERFIL		PROFESOR: NESTOR GALVEZ



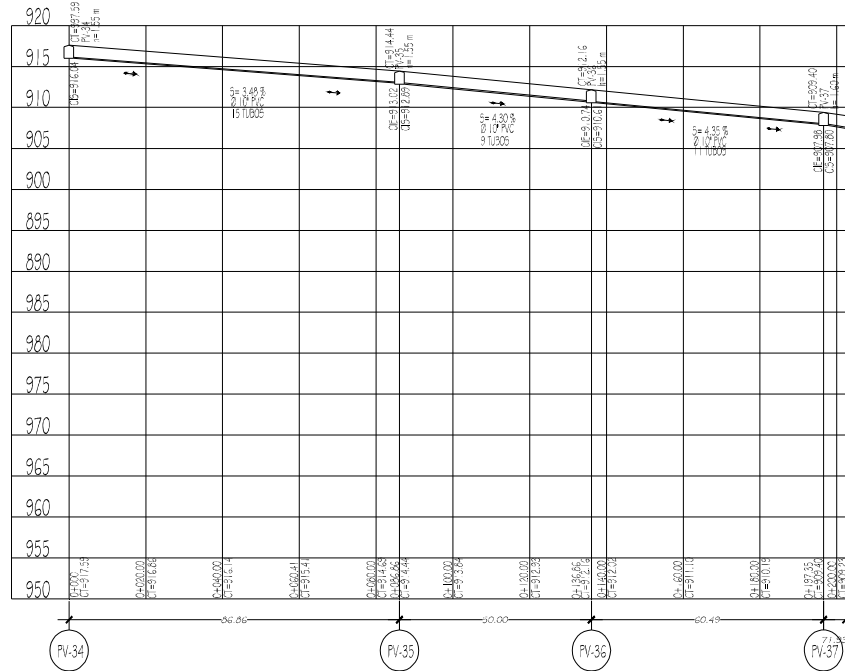
VIENE DE PV-32
HOJA 7/11



DATOS TOPOGRÁFICOS

DE	A	AZIMUT		DH (m)	COTAS DE TERRENO	
		α	β			
PV-33	PV-34	111	52	94.31	921.24	917.59
PV-34	PV-35	128	51	86.86	917.59	914.44
PV-35	PV-36	140	26	40	914.44	912.16
PV-36	PV-37	140	26	40	912.16	909.40
PV-37	PV-38	142	11	32	909.40	904.77

CONTIENE EN
HOJA 9/11



PLANTA, PERFIL DE PV-34 A PV-44

ESC: VER: 1/500
HOR: 1/1000

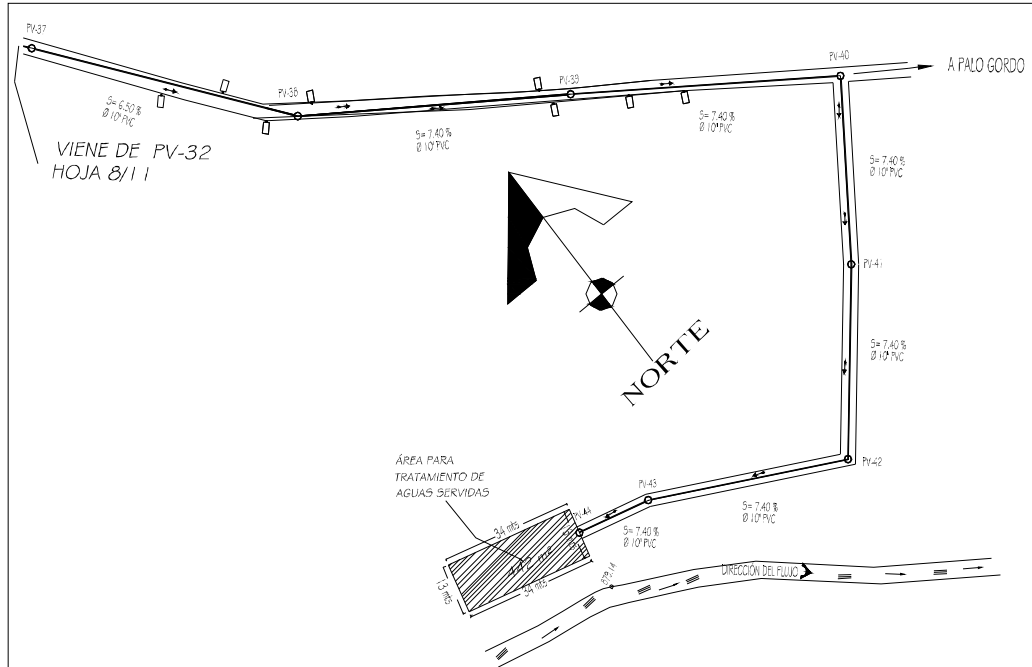
SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	POZO DE VISITA
	CANDELAG
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PENDIENTE DE TUBERÍA
	DIÁMETRO DE TUBERÍA
	ALTURA DE POZO
	COTA DE TERRENO
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA



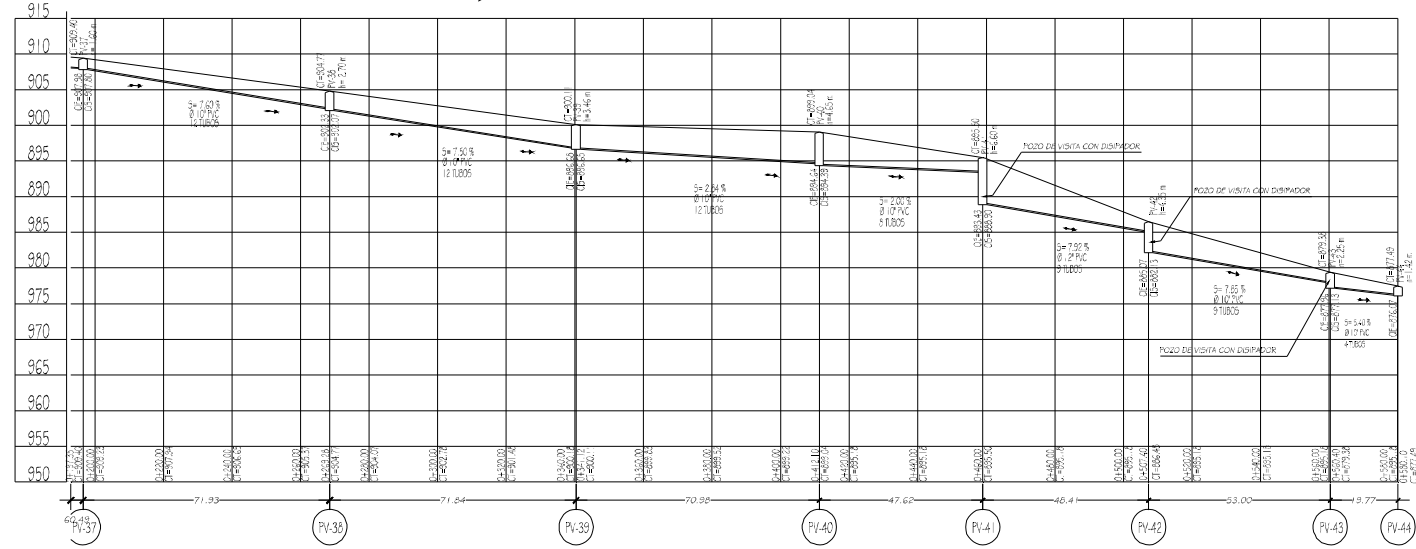
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: NESTOR GALVEZ
DRENAJE SANITARIO		PROFESOR: NESTOR GALVEZ
PROYECTADO: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS	AUSEJO: ING. LUIS ALVARO	FECHA: AGOSTO 2007
Lugar: CANTON EL CENTRO, LA PREDERACION SAN MARCOS	CALLE: V. BA. AUTONOMA	INDICADA
CONTIENE: PLANO DE PLANTA + PERFIL		HOJA: 8/11



DATOS TOPOGRÁFICOS

DE	A	AZIMUT		D _{HT} (m)	COTAS DE TERRENO	
		α	β			
PV-37	PV-38	142.11	52	71.93	902.40	904.77
PV-38	PV-39	124.03	24	71.84	904.77	900.11
PV-39	PV-40	123.20	33	70.98	900.11	899.04
PV-40	PV-41	347.52	24	47.62	899.04	895.5
PV-41	PV-42	80.06	30	46.41	895.5	886.48
PV-42	PV-43	84.04	18	53.00	886.48	879.38
PV-43	PV-44	163.01	12	19.77	879.38	877.49



SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	POZO DE VISITA
	CANDELAS
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
h	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA

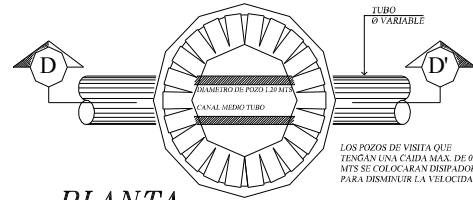
PLANTA, PERFIL DE PV-34 A PV-44

ESC: VER: 1/500
HOR: 1/1000



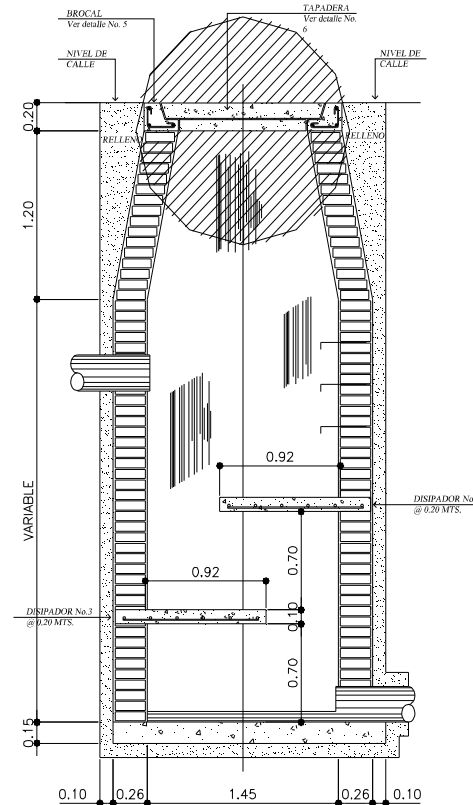
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR CALÍZ
PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO	PROFESOR CALÍZ
MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS	CANTÓN EL CENTRO LA PREDERACIÓN SAN MARCOS	PROFESOR CALÍZ
FECHA:	AGOSTO 2007	INGENIERO
CONTENIDO:	PLANO DE PLANTA + PERFIL	ALUMNO
		9/1



PLANTA

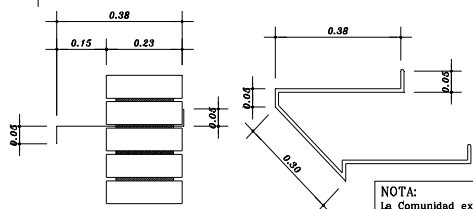
POZO DE VISTA CON DISIPADORES ESCALA: 1/20



SECCION D-D

ESCALA: 1/20

POZO DE VISTA CON DISIPADORES

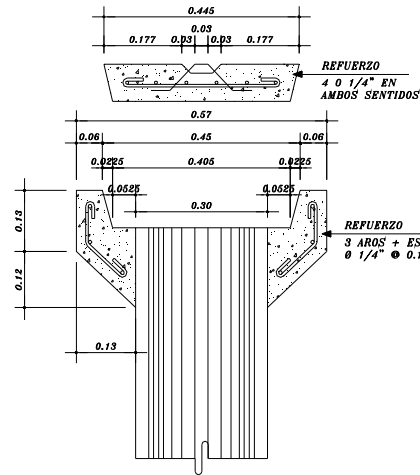


DETALLE 3

3

NOTA:
La Comunidad excava, da y coloca el tubo y rellena la tanja.

ESCALA: 1/10

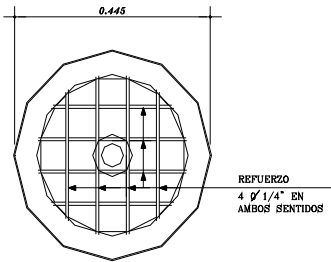


SECCION E-E

ESCALA: 1/7.5

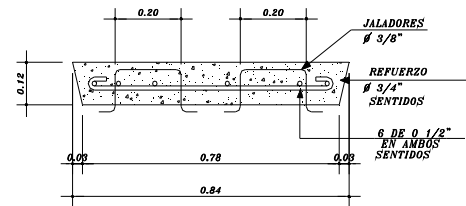
NOTAS:

- 1.- Los brocales y tapaderas de los pozos deberán curarse, según especificaciones ACI antes de la instalación.
- 2.- La tubería deberá acufarse a cada lado del tubo, con concreto ciclopeo a cada 4 tubos.



ARMADO DE TAPADERA

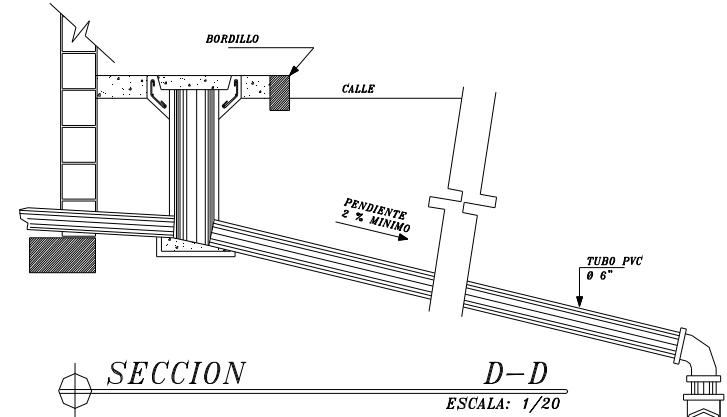
ESCALA: 1/7.5



DETALLE 1

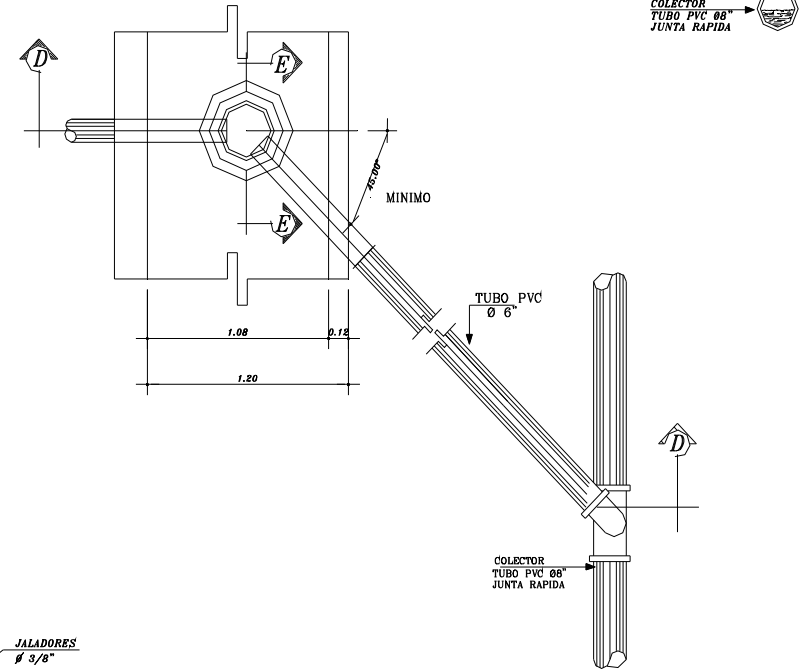
C-C

ESCALA: 1/10



SECCION D-D

ESCALA: 1/20



PLANTA DE CONECCION DOMICILIAR

ESCALA: 1/20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR	INGENIERO GALVEZ
PROYECTO	DRENAJE SANITARIO	PROFESOR	INGENIERO GALVEZ
PROYECTADO	MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS	PROFESOR	INGENIERO GALVEZ
UBICACION	CANTON EL CENTRO, LA FEDERACION SAN MARCOS	INDICADA	
CONTENIDO	PLANO DE DETALLES + SECCIONES TICAS.	FECHA	AGOSTO 2007
			11/11