



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

**DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJA GERONA Y GERONA
ABAJO, Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA
BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

Luis Fernando Barrios González

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, noviembre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJA GERONA Y GERONA
ABAJO, Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA
BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdoba
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJA GERONA Y GERONA ABAJO, Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha octubre de 2015



Luis Fernando Barrios González



Guatemala, 14 de julio de 2016
REF.EPS.DOC.412.07.16

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.


Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis Fernando Barrios González** con carné No. **200010574**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJA GERONA Y GERONA ABAJO, Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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



c.c. Archivo
CDRSdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
 22 de julio de 2016

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJA GERONA Y GERONA ABAJO, Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Fernando Barrios González, con Carnet No.200010574 , quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAR A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 HIDRAULICA
 USAC

/mrrm.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
03 de octubre de 2016

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJA GERONA Y GERONA ABAJO, Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Fernando Barrios González, con Carnet No. 200010574 quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila
Coordinador del Área de Topografía y Transportes

mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 06 de octubre de 2016
Ref.EPS.D.422.10.16

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

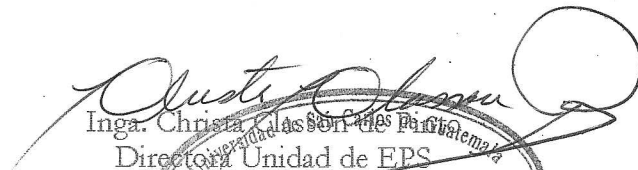
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJA GERONA Y GERONA ABAJO, Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Fernando Barrios González, carné 200010574**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Classon de Pinto.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo como Asesora – Supervisora y Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
DIRECCION
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

CCdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora y Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Luis Fernando Barrios González, titulado **DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJA GERONA Y GERONA ABAJO, Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

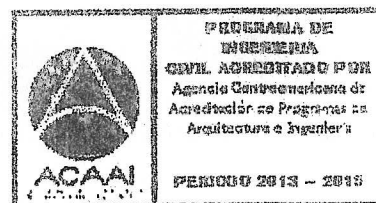

 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2016.

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJA GERONA Y GERONA ABAJO, Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Fernando Barrios González** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, noviembre de 2016

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por bendecirme con la familia que tengo y llevarme al camino correcto para poder alcanzar todas las metas propuestas y la culminación de mi carrera universitaria.
Mis padres	Santos Inocente Barrios Salazar y María del Carmen González de Barrios.
Mi novia	Francela Ayadira Escobar Lemus.
Mi abuela	Matilde Osorio Alfaro (Q.E.P.D.)
Mis familiares	Por brindarme apoyo y estar pendientes de mí a lo largo de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres	Por darme la vida y su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida y sobre todo sin ellos no habría logrado.
Mi novia	Por estar a mi lado, en todas las etapas de mi carrera dándome apoyo y amor. Por ser una mujer que me inspira a seguir adelante como persona y como profesional.
Mi abuela	Por ser parte importante en mi vida brindándome sabiduría y apoyándome en mi carrera, y por cuidarme desde el cielo.
Inga. Christa Classon	Por toda la colaboración en la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme la formación necesaria para ser un profesional.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme formar parte de tan importante casa de estudios.
Mis amigos	Por sus consejos y sincera amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Caracterización del municipio de San Miguel Petapa.....	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.1.2. Localización geográfica.....	2
1.1.3. Aspectos topográficos.....	2
1.1.4. Vías de comunicación	2
1.1.5. Aspectos sociales.....	3
1.1.5.1. Población	3
1.1.5.2. Educación.....	3
1.1.5.3. Vivienda.....	4
1.1.6. Aspectos económicos y de infraestructura básicos	4
1.1.6.1. Servicios públicos con que cuenta	4
1.1.6.2. Actividades económicas.....	5
1.1.7. Aspectos culturales y de participación social	5
2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	7

2.1.	Diseño de pavimentación de concreto para granja Gerona y Gerona abajo de San Miguel Petapa, Guatemala.....	7
2.1.1.	Estudio preliminar de campo.....	7
2.1.1.1.	Planimetría.....	7
2.1.1.2.	Altimetría.....	8
2.1.2.	Estudio de suelos.....	9
2.1.3.	Ensayos para la clasificación del suelo.....	9
2.1.3.1.	Análisis granulométrico.....	10
2.1.3.2.	Límites de consistencias.....	11
2.1.3.2.1.	Límite líquido.....	11
2.1.3.2.2.	Límite plástico.....	12
2.1.3.2.3.	Índice plástico.....	12
2.1.4.	Ensayos para el control de la construcción.....	13
2.1.4.1.	Determinación del contenido de humedad.....	13
2.1.4.2.	Densidad máxima y humedad óptima (Ensayo Proctor).....	14
2.1.4.3.	Ensayo de equivalente de arena.....	14
2.1.5.	Ensayos para la determinación de la resistencia del suelo.....	15
2.1.5.1.	Ensayo de valor soporte del suelo (CBR).....	15
2.1.6.	Análisis de resultados.....	16
2.1.7.	Diseño geométrico de carreteras.....	18
2.1.8.	Elementos geométricos del alineamiento transversal.....	18
2.1.9.	Alineamiento horizontal y vertical.....	21
2.1.9.1.	Alineamiento horizontal.....	22
2.1.9.1.1.	Diseño de curvas horizontales.....	23

2.1.22.	Evaluación de impacto ambiental.....	86
2.2.	Diseño del sistema de drenaje sanitario para la colonia Brisas de Gerona de san miguel Petapa, Guatemala	87
2.2.1.	Descripción del proyecto	87
2.2.2.	Levantamiento topográfico	87
2.2.2.1.	Altimetría	87
2.2.2.2.	Planimetría	88
2.2.3.	Período de diseño	88
2.2.3.1.	Cálculo de la población	88
2.2.3.2.	Incremento geométrico.....	88
2.2.4.	Generalidades de un sistema de alcantarillado.....	89
2.2.5.	Consideraciones de diseño	89
2.2.6.	Cálculo de caudales	90
2.2.6.1.	Dotación	90
2.2.6.2.	Velocidad de flujo.....	90
2.2.6.3.	Tirante o profundidad del flujo	91
2.2.6.4.	Uso de agua	91
2.2.7.	Caudal domiciliar.....	91
2.2.7.1.	Factor de retorno.....	92
2.2.8.	Caudal de conexiones ilícitas	92
2.2.9.	Caudal de infiltración.....	92
2.2.10.	Caudal comercial.....	93
2.2.11.	Caudal industrial.....	93
2.2.12.	Factor de caudal medio (fqm).....	93
2.2.13.	Factor de Harmond	94
2.2.14.	Caudal de diseño	94
2.2.15.	Determinación de la ruta	95
2.2.16.	Pendiente	95
2.2.17.	Cálculo de cotas Invert.....	96

2.2.18.	Diámetros de tubería	97
2.2.19.	Pozos de visita.....	97
2.2.20.	Especificaciones para pozos de visita	98
2.2.21.	Conexiones domiciliarias	98
	2.2.21.1. Caja o candela.....	98
	2.2.21.2. Tubería secundaria.....	99
2.2.22.	Profundidad de la tubería	99
	2.2.22.1. Normas y recomendaciones	100
2.2.23.	Volumen de excavación	101
2.2.24.	Principios hidráulicos.....	102
2.2.25.	Ecuación de Manning para flujos en canales	102
2.2.26.	Ecuación a sección llena	103
2.2.27.	Relaciones hidráulicas.....	104
2.2.28.	Ejemplo de diseño	107
2.2.29.	Propuesta de tratamiento de aguas servidas	110
2.2.30.	Programa de operación y mantenimiento.....	114
2.2.31.	Planos y detalles	115
2.2.32.	Presupuesto	115
	2.2.32.1. Resumen del presupuesto.....	116
	2.2.32.2. Integración de precios unitarios	117
2.2.33.	Cronograma de ejecución física y financiera	118
2.2.34.	Evaluación de impacto ambiental	118
CONCLUSIONES		119
RECOMENDACIONES		121
BIBLIOGRAFÍA.....		123
APÉNDICES		125
ANEXOS.....		163

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de San Miguel Petapa	6
2.	Sección típica de una carretera.....	19
3.	Elementos de una curva horizontal	24
4.	Ejemplo para el cálculo de elementos de curva horizontal.....	25
5.	Cambio proporcional del peralte	29
6.	Elementos de una curva vertical	34
7.	Volumen entre secciones del mismo tipo	40
8.	Sección transversal con áreas de corte	41
9.	Distancia de paso.....	41
10.	Tipos de juntas.....	56
11.	Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y los valores de soporte.....	60
12.	Estación 1 + 150, área 5 hectáreas.....	74
13.	Estación 1 + 790, área 4,70 hectáreas.....	75

TABLAS

I.	Curvas horizontales.....	30
II.	Curvas verticales.....	36
III.	Corrección de rasante	37
IV.	Tipos de graduación para material de sub-base o base granular	48
V.	Categorías de carga por eje.....	59

VI.	Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de k	61
VII.	Valores de k para diseño sobre bases granulares (PCA)	61
VIII.	TPDC permisible, carga por eje categoría 1 Pavimentos con juntas con agregados de trabe (no necesita dovelas).....	62
IX.	Calculo hidráulico drenaje pluvial estación 1 + 790	82
X.	Presupuesto del pavimento de concreto.....	84
XI.	Precios unitarios del pavimento de concreto	85
XII.	Cronograma de ejecución física y financiera pavimento.....	86
XIII.	Profundidad mínima del colector para tubería de concreto.....	100
XIV.	Profundidad mínima del colector para tubería de PVC.....	100
XV.	Relaciones hidráulicas.....	105
XVI.	Presupuesto del drenaje sanitario.....	116
XVII.	Precios unitarios del drenaje sanitario.....	117
XVIII.	Cronograma de ejecución física y financiera drenaje.....	118

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
C. I. I.	Cota invert inicial
C. I. F.	Cota invert final
E.P.S.	Ejercicio Profesional Supervisado
FH	Factor de Hardmon
F.R.	Factor de retorno
Fqm	Factor de caudal medio
Ha.	Hectáreas
l/ hab/ día	Litros por habitantes al día
l/s	Litros por segundo
m/s	Metros por segundo
mm/ hr	Milímetros por horas
p_o	Población inicial
PZ	Pozo de visita
P	Pendiente
PVC	Cloruro de polivinilo (material de tubo plástico)
Q dom.	Caudal domiciliar
Q inf.	Caudal de infiltración
QC.I	Caudal por conexiones ilícitas
q	Caudal real a sección parcialmente llena
Q	Caudal a sección llena

GLOSARIO

AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i> (Asociación Americana de Autopistas Estatales y Transportes Oficiales).
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i> (Asociación Americana de Ensayos en Materiales).
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde 0 a 360 grados.
Bordillos	Son las estructuras de concreto simple, que se construyen en el centro, en uno o en ambos lados de una carretera, y que sirve para el ordenamiento del tráfico y seguridad del usuario.
BM	Banco de marca, se utiliza para levantar o medir un terreno altimétricamente, diferencias de nivel vertical.
Carretera	Vía de tránsito público construida dentro de los límites del derecho de vía.
Corte	Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad al trazo de la carretera o camino. Se realiza a media ladera o trinchera.

Cota de terreno	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
Compactación	Es la técnica por la cual los materiales aumentan su resistencia y disminuyen su compresibilidad.
Cotas invert	Cota o altura de la parte inferior del tubo ya instalado.
Cuneta	Zanja lateral paralela al eje de la carretera o del camino, construida entre los extremos de los hombros y al pie de los taludes.
Drenajes	Controlan las condiciones de flujo de agua en terracería y mejoran la estabilidad de corte, terraplenes y pavimentos.
PCA	<i>Portland Cement Association</i> (Asociación de Cemento Portland).
Terracería	Tierra que se acumula en terraplenes o camellones en los caminos o carreteras en obra o construcción.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación, se desarrolla el diseño de pavimentación de concreto para Granja Gerona y Gerona Abajo, y el diseño de un sistema de drenaje sanitario para la colonia Brisas de Gerona de San Miguel Petapa. Este documento consta de dos capítulos.

En el primer capítulo se desarrolla la fase de investigación, que constituye la caracterización del municipio de San Miguel Petapa, dando a conocer aspectos como, población, educación, económicos y de infraestructura, culturales y de participación social, entre otros.

En el segundo capítulo, se desarrolla la fase de servicio técnico profesional, que establece los principales puntos que intervienen en el desarrollo de estos proyectos, como la topografía, los principales estudios de suelos que se deben realizar en proyectos de pavimentación, las bases para un buen diseño geométrico de carreteras, los principales factores que intervienen en el dimensionamiento de losas de concreto en pavimentos y la descripción del método simplificado de la PCA; así como todo lo relacionado con el diseño del drenaje sanitario. En general, las normas y/o métodos de diseño que se utilizaron para la realización de estos proyectos.

También se incluye el presupuesto y cuadro de resumen de las cantidades de trabajo de los proyectos. El producto de estos estudios se presenta en los planos que forman parte del apéndice al final de este documento.

OBJETIVOS

General

Contribuir con la Municipalidad de San Miguel Petapa y granjas Gerona, Gerona Abajo y la colonia Brisas de Gerona con el diseño de pavimentación y drenaje sanitario; contribuyendo así con el desarrollo económico de sus habitantes.

Específicos

1. Elaborar la Monografía de Municipalidad de San Miguel Petapa.
2. Realizar el Diseño de pavimentación de concreto para Granjas Gerona Y Gerona Abajo.
3. Realizar el Diseño de un sistema de drenaje sanitario para la colonia Brisas de Gerona.
4. Elaborar los Planos, presupuesto, y cronograma de actividades.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad poner en práctica las diferentes áreas de la carrera de ingeniería civil. Por ello, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), ha involucrado a los estudiantes, en la realización de proyectos de infraestructura. De esta manera ha llevado soluciones que combinen la economía con la técnica.

Para una comunidad, cuya principal actividad económica es la agricultura y el comercio, las vías de acceso son de vital importancia, para garantizar su desarrollo económico.

La decisión de realizar el estudio de pavimentación y drenaje sanitario en los sectores de Granjas Gerona y la colonia Brisas de Gerona, obedece a la necesidad que los pobladores han manifestado. Este proyecto beneficiara a las familias agricultoras y comerciantes que allí laboran.

El trabajo involucra la planificación y el diseño del pavimento rígido para la calle de acceso a Granjas Gerona y Gerona Abajo, estudios de suelo, y los parámetros utilizados para el pavimento rígido. Planificación y diseño de un sistema de drenaje sanitario para la colonia Brisas de Gerona e información del cálculo hidráulico. También se incluyen los planos detallados, necesarios para la ejecución de ambos proyectos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Caracterización del municipio de San Miguel Petapa

1.1.1. Aspectos generales

El municipio de San Miguel Petapa, se encuentra situado en la parte sur del departamento de Guatemala, en la Región Metropolitana. Se encuentra a una distancia de 20 kilómetros de la cabecera departamental de Guatemala.

Actualmente, los habitantes del lugar se encuentran organizados en Consejos Comunitarios de Desarrollo – COCODES –, con el cual pretenden planificar y desarrollar, conjuntamente con la municipalidad de San Miguel Petapa y el Gobierno Central, proyectos de infraestructura, salud, educación, medio ambiente, vivienda, etc. ya que el objetivo central es trabajar para el bien común de su comunidad.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística, Sección de Cartografía y dibujo, el municipio de San Miguel Petapa es un poblado urbano, conformado de la siguiente forma: Villa Hermosa I y II, El Bosque, los Álamos, Papalha, Santa Teresita I y II, Residenciales San Miguel, San José, San Antonio, El Frutal Sección 8, Sección C, Sección D, Las Margaritas, Rivera del Río. También está la aldea Santa Inés Petapa: los caseríos El Frutal, Taltique y Playa de Oro; los parajes La Playa, El Bebedero, Ojo de Agua, El Sauzal y Villa España. También están las granjas Gerona y las Joyas, El Calvario, El Llano, Labor S. Felipe y San Mateo. La Majada La Cerra. (Fuente: Dirección Municipal de Planificación).

1.1.2. Localización geográfica

Sus límites territoriales son: al norte colinda con el municipio de Guatemala, al oriente con Villa Canales, al sur con Amatitlán y al poniente con Villa Nueva.

1.1.3. Aspectos topográficos

Los ríos que atraviesan el municipio de San Miguel Petapa pertenecen a la Cuenca del María Linda y subcuenca del río Villa Lobos. Actualmente, el municipio pertenece, junto a siete municipios más, a la Cuenca del Lago de Amatitlán, que administra la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán (AMSA). Se localiza en la latitud 14°30'06" y en la longitud 90°33'37". Cuenta con una extensión de 24,64 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 1 285 metros sobre el nivel del mar y su clima es templado.

1.1.4. Vías de comunicación

Para llegar al municipio de San Miguel Petapa, existen tres vías por carretera asfaltada desde la capital de Guatemala. La primera de ellas son 16 Km por carretera CA-09 al sur, se llega al municipio de Villa Nueva y de allí por la carretera departamental Guatemala, al sureste 4 km hacia San Miguel Petapa. El tiempo de traslado oscila entre 45 minutos y una hora. El segundo acceso por la carretera interdepartamental 2-S, parte del Obelisco, hasta llegar al municipio de Villa Canales y de este hacia San Miguel Petapa, que dista 4 km al noreste. El tercer acceso es por medio de la avenida Petapa, cruzando el bulvar de Ciudad Real en Villa Nueva y llegar hasta el parque de San Miguel Petapa.

1.1.5. Aspectos sociales

1.1.5.1. Población

De acuerdo con datos del IX Censo de Población y IV de Habitación de 1981, San Miguel Petapa contaba con una población de 13 271 habitantes. El X Censo de Población y V de Habitación 1994 indicaba que San Miguel Petapa tenía una población de 41 506 habitantes. En el año 2002 los datos preliminares del XI Censo de población y VI de Habitación reportan una población de 101 242 habitantes. Estos datos fueron proporcionados por la municipalidad de San Miguel Petapa. La población presenta una densidad de 1 816 habitantes por kilómetro cuadrado y una tasa de crecimiento poblacional del 3,0 %.

Según los últimos datos Censales, el municipio de San Miguel Petapa es el sexto municipio con mayor población.

1.1.5.2. Educación

A lo largo de los años se ha mantenido la tasa en todos los niveles. La mayor cobertura está en el nivel primario, ya que solo falta una tasa de 27,38 % en el año 2007 para completar el 100 % de cobertura.

Según el estudio de establecimientos abiertos, al 2 de diciembre del 2009 había 32 establecimientos.

1.1.5.3. Vivienda

El municipio presenta un crecimiento desordenado. Las áreas de viviendas familiares, industrias, comercios y otros se mezclan, ya que indistintamente se pueden encontrar casas, tiendas, talleres, fábricas en una misma calle. Actualmente, los tres municipios: Villa Nueva, San Miguel Petapa y Villa Canales se han convertido, prácticamente, en uno solo, ya que no se pueden distinguir los límites precisos de cada uno, inclusive en la orilla del río, que se crece con cada invierno y arrasa con todo a su paso, está habitada por varias colonias.

De acuerdo con el Censo de 1994, se cuenta con 2 685 viviendas en el área Urbana. 6 504 en el área rural con un total de 9 189 viviendas, Los materiales de construcción de las viviendas varían de acuerdo con el área urbana o rural. En el área urbana prevalecen las construcciones de block y ladrillo. Sin embargo, en el área rural los materiales que más se utilizan son el adobe, madera y lepa.

1.1.6. Aspectos económicos y de infraestructura básicos

1.1.6.1. Servicios públicos con que cuenta

El 93,94 % cuenta con servicio de agua entubada, un 54,55 % con sistema de drenaje y/o letrinas, un 75,76 % tiene servicio de tren de aseo, según fuente de la INFOM-UNEPAR Sistema Nacional de información de Agua y Saneamiento. Junio 2001.

1.1.6.2. Actividades económicas

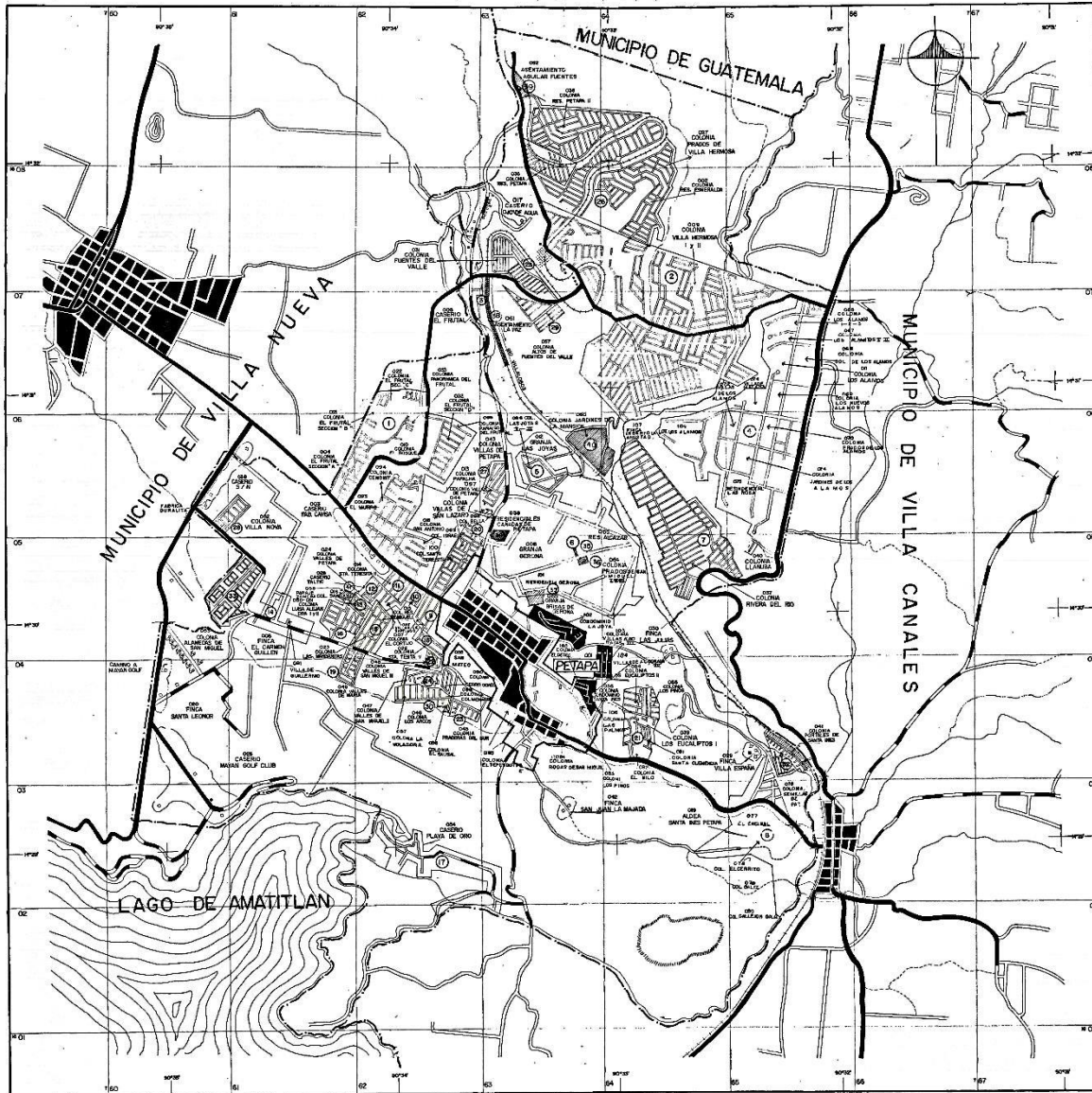
El 34,95 %, de la población es económicamente activa. El 63,08 % son hombres, y el 36,92 % son mujeres. El empleo en este municipio es principalmente en la industria, debido a la gran cantidad de fábricas que existen en el municipio, aunque en el área sur se dedican a la agricultura. Las empresas industriales de textiles que generan una fuente de empleos a los vecinos en San Miguel Petapa se encuentran ubicadas en la zona 6, Los Álamos; zona 9, San Antonio; Zona 8, Granjas Gerona. Datos del INE 2002.

1.1.7. Aspectos culturales y de participación social

Después de la inundación de 1762 el municipio de Petapa fue constituido principalmente por población indígena de ascendencia Pokomán. Sin embargo, con el transcurrir de los siglos el proceso de latinización mermó considerablemente la población. Los datos censales verifican esta afirmación, de acuerdo con los datos proporcionados por el censo de 1994, el porcentaje de población indígena es mucho menor que la población que se declara ladina. Este censo también proporciona datos sobre el área donde se encuentra asentada la mayor parte de población que vive en el área rural que la población urbana.

Se celebran con entusiasmo todas las conmemoraciones cívicas y con gran solemnidad varias fiestas religiosas; principalmente, la fiesta titular que, en honor de San Miguel Arcángel, se realiza anualmente el 29 de septiembre. También presentan solemnes oficios religiosos, interesantes eventos sociales y deportivos, así como diversiones populares, con gran despliegue de entusiasmo general. En estas fechas se elige a la Reina del Pueblo.

Figura 1. Mapa de San Miguel Petapa



Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa, Departamento de Catastro.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de pavimentación de concreto para Granja Gerona y Gerona Abajo de San Miguel Petapa, Guatemala

2.1.1. Estudio preliminar de campo

Una de las bases fundamentales en un proyecto vial es la topografía. La aplicación de la planimetría y altimetría es determinante para obtener las libretas de campo y planos que reflejen las condiciones geométricas del lugar de ejecución de un proyecto determinado.

2.1.1.1. Planimetría

Es el conjunto de trabajos realizados para obtener una representación gráfica del terreno, sobre un plano horizontal, suponiendo que no existe la curvatura terrestre. Esta representación o proyección se denomina plano.

La medida de polígonos se realiza por el método de ángulos de deflexión o desviación. Es el más utilizado, especialmente, en poligonales abiertas, donde solo se toman algunos detalles al recorrer el itinerario. Desde luego, es el procedimiento casi exclusivamente aplicado en los levantamientos de carreteras, vías férreas, canales y tuberías de conducción de líquidos.

Los ángulos de deflexión, se miden ya sea hacia la derecha (según el reloj) o hacia la izquierda (contra el reloj) a partir de la prolongación de la línea de atrás y hacia la estación de adelante. Los ángulos de deflexiones o desviación son siempre menores de 180° , y debe especificarse en las notas el sentido del giro que se mide.

El levantamiento debe ser considerado de primer orden, por lo cual se necesitan teodolitos con una aproximación de diez segundos, que son los más adecuados.

2.1.1.2. Altimetría

Conjunto de trabajos realizados para obtener la diferencia de nivel entre puntos diferentes, cuyas distancias horizontales son conocidas. Por diferencia de nivel se entiende una distancia medida verticalmente. La altimetría permite obtener los datos indispensables para representar sobre el papel la tercera dimensión del terreno. La nivelación puede ser simple o compuesta.

La nivelación compuesta es aquella que, entre cada punto de vuelta para la nivelación, existen puntos intermedios, cuyas cotas se desean conocer. Esta situación se presenta cuando previamente se ha trazado una poligonal de la cual se desea conocer su perfil. Este tipo de nivelación, además, permite conocer pendientes de la sub-rasante para diseñarla. La nivelación simple consta únicamente de puntos de vuelta y cuyo objetivo es determinar la diferencia de nivel y cotas del punto inicial y final.

El aparato usado para este procedimiento se llama nivel. Este aparato determina diferencias de nivel entre puntos, y cuenta únicamente con movimiento horizontal.

En Guatemala, es usual tener bancos de marca (BM) colocados por la Dirección General de Caminos o, en su lugar, por el Instituto Geográfico Nacional. De haber un BM cercano puede hacerse una nivelación simple para determinar la cota de referencia. La cota del BM servirá de referencia para la nivelación por realizar.

2.1.2. Estudio de suelos

El tipo de suelo existente en el sitio determinará, en gran medida, la estructura del pavimento por construir. Así, en la gran mayoría de los casos, por condiciones de trazo geométrico, topografía y calidad de los suelos naturales de apoyo, es necesario colocar una capa de transición sobre la cual se construyan las losas de concreto.

Los ensayos de suelos deben llevarse a cabo de acuerdo con la división siguiente:

1. Para la clasificación del tipo de suelo
2. Para el control de la construcción
3. Para determinar la resistencia del suelo

2.1.3. Ensayos para la clasificación del suelo

Estos ensayos se usan para identificar suelos de modo que puedan ser descritos y clasificados adecuadamente. Entre ellos, los principales son el análisis granulométrico y los límites de consistencia.

2.1.3.1. Análisis granulométrico

La granulometría es la propiedad que tienen los suelos naturales de mostrar diferentes tamaños en su composición. En la clasificación de los suelos para el uso en ingeniería, se acostumbra utilizar algún tipo de análisis granulométrico. Este ensayo constituye una parte de los criterios de aceptabilidad de suelos para carreteras. El análisis generalmente se hace en dos etapas.

- a. La primera se realiza por medio de una serie de tamices convencionales para suelos de granos grandes y medianos o suelos granulares como: piedra triturada, grava y arenas.

El análisis consiste en pasar la mezcla que se analizará por tamices de aberturas conocidas. Después, se pesa el material retenido en cada una de los tamices y la información obtenida del análisis granulométrico se presenta en forma de curva, para poder comparar el suelo y visualizar más fácilmente la distribución de los tamaños gruesos presentes, como una masa total. Los tamaños inferiores al tamiz #200 se consideran finos.

- b. La segunda por un proceso de vía húmeda para suelo de granos finos como limos, limos-arenosos, limos-arcillosos y arcillas. Este análisis mecánico vía húmeda se basa en el comportamiento de material granular en suspensión dentro de un líquido al sedimentarse.

Para suelos excesivamente finos se deberá usar el método del hidrómetro, pero este caso no se aplica con frecuencia a carreteras, pues los materiales finos son poco recomendables para bases y sub-bases de pavimentos. Solamente en el caso de que más del 12 % de la muestra pase a través del tamiz #200, es necesario el procedimiento de la granulometría por hidrómetro según AASHTO T 88. Todo el análisis granulométrico deberá ser hecho por vía húmeda según lo descrito en AASHTO T 27.

2.1.3.2. Límites de consistencias

Sirven para determinar, las propiedades plásticas de suelos arcillosos o limosos. Los límites de consistencia de los suelos, están representados por su contenido de humedad.

2.1.3.2.1. Límite líquido

Es la frontera comprendida entre los estado líquido y plástico, definiéndose como el contenido de humedad que requiere un suelo previamente remoldado, en el que, al darle una forma trapecial sus taludes fallen simultáneamente, cerrándose la ranura longitudinalmente 13mm, sin resbalar sus apoyos, al sufrir el impacto de 25 golpes consecutivos, con una frecuencia de 2 golpes por segundo, en la Copa de Casagrande, teniendo una altura de caída de 1 cm.

El Límite líquido, se define también como el contenido de humedad que requiere un suelo para presentar una resistencia al esfuerzo cortante.

Las investigaciones muestran que el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en el suelo disminuyen. Es obligatorio realizarlo sobre muestra preparada en húmedo. El procedimiento analítico para la determinación de este límite se basa en la norma AASHTO T 89.

2.1.3.2.2. Límite plástico

Es el estado límite de suelo ya un poco endurecido, pero sin llegar a ser semisólido. El límite plástico es el contenido de humedad por encima del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento de un estado semi-sólido a estado plástico.

Es la frontera comprendida entre el estado plástico y semisólido. Se define como el contenido de humedad que posee un cilindro de material en estudio de 11 cm de longitud y 3,2 mm de diámetro (formado al girarlo o rolarlo con la palma de la mano sobre una superficie lisa) al presentar agrietamientos en su estructura. El proceso analítico para este ensayo se encuentra en la norma AASHTO T 90.

2.1.3.2.3. Índice plástico

Es la diferencia numérica entre el límite plástico y el límite líquido. Indica el margen de humedades, dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos. Si el límite plástico es mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se considera no plástico. El índice de plasticidad depende, generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.

Cuando un suelo tiene un índice plástico (I.P.) igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor que 7, el suelo es de baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico.

2.1.4. Ensayos para el control de la construcción

La compactación de suelos, en general, es el método más barato de estabilización disponible. La estabilización de suelos consiste en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo para obtener una óptima estructura, resistencia al corte y relación de vacíos deseable.

Para determinar las características de resistencia y de esfuerzo–deformación de los materiales de apoyo, será necesario investigarlos por penetración, resistencia al esfuerzo cortante y aplicación de cargas.

2.1.4.1. Determinación del contenido de humedad

El contenido de humedad es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra después de ser secada al horno, expresada en tanto por ciento. En otras palabras no es nada más que el porcentaje o cantidad de agua presente en el suelo. Es necesario determinar el contenido de humedad para realizar los siguientes ensayos: el ensayo de compactación Proctor, el ensayo de valor soporte, los límites de consistencia, y las densidades de campo.

2.1.4.2. Densidad máxima y humedad óptima (Ensayo Proctor)

El ensayo consiste en compactar una porción de suelo en un cilindro con volumen conocido, haciéndose variar la humedad para obtener la curva que relaciona la humedad y la densidad seca máxima en tres capas con veinticinco golpes por capa con un martillo de compactación. Luego de compactada la muestra, se remueve del molde y se desbarata nuevamente para obtener pequeñas porciones de suelo que servirán para determinar su contenido de humedad en ese momento. Se añade más agua a la muestra, tendiendo a obtener una muestra más húmeda y homogénea y nuevamente se aplica el proceso de compactación. Esto se repite sucesivamente para obtener datos para la curva de densidad seca contra contenido de humedad.

Para carreteras en Guatemala es obligatorio el uso del ensayo Proctor modificado. El proceso analítico debe hacerse según lo descrito en la norma AASHTO T 180. Para este ensayo se utiliza un martillo de compactación de caída controlada, cuyo peso sea de 10 libras y se aumenta el número de capas a cinco.

2.1.4.3. Ensayo de equivalente de arena

Esta prueba es 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 el tamiz #4 en una probeta estándar parcialmente llena de una solución que propiciará la sedimentación de los finos. Se hace para conocer el porcentaje relativo de finos plásticos que contienen los suelos y lo agregados pétreos.

Este ensayo se lleva a cabo, principalmente, cuando se trata de materiales que se usarán como base, sub-base, o como materiales de bancos de préstamo. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 176.

2.1.5. Ensayos para la determinación de la resistencia del suelo

2.1.5.1. Ensayo de valor soporte del suelo (CBR)

Es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante, en condiciones determinadas de compactación y humedad. Se expresa en porcentaje de la carga requerida, para producir la misma penetración, en una muestra estándar de piedra triturada. Se hacen sobre muestras compactadas con un contenido de humedad óptimo, obtenido del ensayo de compactación Proctor. Antes de determinar la resistencia a la penetración, generalmente, las probetas se saturan durante cuatro días para simular las condiciones de trabajo más desfavorables y para determinar su posible expansión. Se utilizan tres probetas como mínimo, las que poseen distintas energías de compactación (lo usual es con 65, 25 y 10 golpes), por cada capa.

Para cada cilindro compactado se obtendrá el porcentaje de compactación (%C), el porcentaje de expansión y el porcentaje de CBR. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 193.

A cada cilindro se le coloca un disco perforado, con vástago ajustable y el disco de 10 a 13 lb. Sobre el vástago ajustable, se coloca el extensómetro, montado sobre un trípode, ajustando la lectura a cero.

Luego se sumerge en el agua durante cuatro días y cada 24 horas se toma la lectura para controlar la expansión del material. Es importante tener en cuenta, que el peso de 10 a 13 libras colocado sobre el disco perforado con vástago ajustable, corresponde aproximadamente al peso de una losa de concreto.

Después de haber tenido la muestra en saturación durante cuatro días, se saca del agua escurriéndola durante quince minutos. Se le quita la pesa, el disco perforado y el papel filtro, se mide la resistencia a la penetración. Cuando se empieza la prueba, se coloca nuevamente sobre la muestra, el peso, el extensómetro ajustado a cero con el pistón colocado sobre la superficie de la muestra, se procede a hincar el pistón, a una velocidad de penetración de 1,27 cm por minuto. Se toma la presión, expresada en libras por pulgada cuadrada.

2.1.6. Análisis de resultados

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

Muestra número 1

Descripción del suelo: Arena limosa color beige

Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-1-b

Límite líquido: N.P.

Índice Plástico: N.P.

Densidad seca máxima γ_d : 131,5 lb/pie³

Humedad óptima Hop = 9,50 %

CBR. al 48,78 % de compactación es de 99,00 % aprox.

Partículas que pasen el tamiz #40 (0,425 mm): 49,70 %

Partículas que pasen el tamiz #200 (0,075 mm): 27,89 %

Como puede verse, este material cumple con los requisitos de sub-rasante, dado que su límite líquido no es mayor del 50 %. El 48,78 % de compactación requerida se alcanzará con la humedad óptima, según el ensayo de Proctor modificado y el CBR es mayor que el 5 %.

Plasticidad. La porción que pasa el tamiz #40 (0,425 mm), no debe tener un índice de plasticidad AASHTO T 90, mayor de 6 ni un límite Líquido, AASHTO T 89, mayor de 25 %; determinados ambos, sobre muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146. El material de sub-base no debe tener más del 50 % en peso, de partículas que pasen el tamiz #40 (0,425 mm), ni más del 25 % en peso, de partículas que pasen el tamiz #200 (0,075 mm). Tiene una diferencia de aproximadamente 2,89 % por lo que no es apta para sub-base pero si para sub-rasante.

Muestra número 2

Descripción del suelo: arena limosa color cris

Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-2-4

Límite líquido: N.P.

Índice Plástico: N.P.

Densidad seca máxima γ_d : 88,75 lb/pie³

Humedad óptima H_{op} = 16,75 %

CBR. al 113,97 % de compactación es de 99,60 % aprox.

Partículas que pasen el tamiz #40 (0,425 mm): 59,93 %

Partículas que pasen el tamiz #200 (0,075 mm): 27,28 %

Expansión: 0,00 %

Como se puede observar, este material cumple con los requisitos de base, dado que su límite líquido no es mayor del 50 %. El 99,60 % de compactación requerida se alcanzará con la humedad óptima según el ensayo de Proctor modificado y el CBR determinado por el método AASTHO T 193 mínimo de 70 % efectuado sobre una muestra saturada, a 95 % de compactación determinada por el método AASTHO T 180 y un hinchamiento máximo de 0,5 %, en el ensayo efectuado según AASTHO T 193. Sin embargo, se recomienda un material granular para alcanzar una base adecuada.

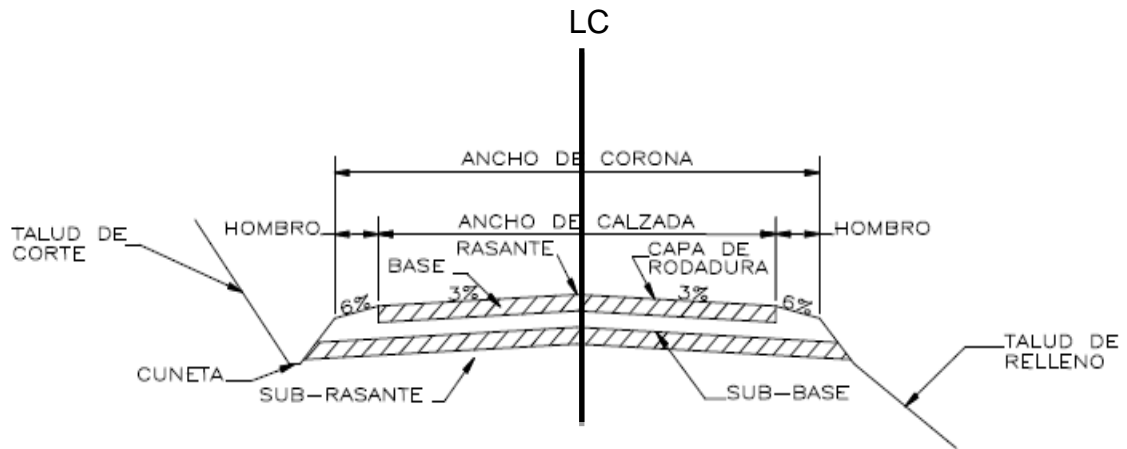
2.1.7. Diseño geométrico de carreteras

Un diseño geométrico óptimo es el que se adapta económicamente a la topografía del terreno y cumple, a la vez, con las características de seguridad y comodidad del vehículo. Sin embargo, la selección de un trazado y su adaptabilidad al terreno depende de los criterios del diseño geométrico adoptado. Estos criterios, a su vez, dependen del tipo e intensidad del tráfico futuro, así como de la velocidad del proyecto.

2.1.8. Elementos geométricos del alineamiento transversal

Los elementos geométricos del alineamiento transversal definen el perfil del terreno en dirección normal al eje del alineamiento horizontal. Sobre la sección transversal es posible definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección.

Figura 2. Sección típica de una carretera



Fuente: HUN AGUILAR, Ligia Elizabeth. *Diseño del pavimento rígido y drenaje pluvial para un sector de la aldea Santa María Cauque, del municipio de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez p.19.*

Ancho de corona

Es la superficie de la carretera que queda comprendida entre las aristas del terreno y los interiores de las cunetas. Los elementos que definen el ancho de corona son: la rasante, ancho de calzada, pendiente transversal y los hombros.

Rasante

Es la línea que se obtiene al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo de la corona en la parte superior del pavimento. Este elemento es fundamental para el diseño ya que señala el nivel final de la carretera.

Ancho de calzada

El ancho de calzada es la parte del ancho de corona, destinada a la circulación de vehículos, constituido por uno o más carriles.

Hombros

El hombro es el área o superficie adyacente a ambos lados de la calzada. Se diseña para obtener ventajas tales como la conservación del pavimento, la protección contra humedad y posibles erosiones en la calzada proporcionando, al mismo, tiempo seguridad al usuario al disponer de un espacio adicional fuera del ancho de calzada.

Cunetas y contracunetas

Son obras de drenaje que pertenecen a la sección típica. Son canales o conductos abiertos para la conducción del agua, construidas paralelamente al eje de la carretera para drenar el agua de lluvia.

Taludes

Son los planos inclinados de la terracería que pertenecen a la sección típica de una carretera. Los taludes determinan los volúmenes de tierra tanto en corte como en relleno.

Pendiente transversal

Es la pendiente que se le da a la corona en el eje perpendicular al de la carretera. Según su relación con los hombros y el alineamiento horizontal pueden darse tres tipos:

1. Pendiente por bombeo. Es la pendiente transversal que se da a la corona, en las tangentes del alineamiento horizontal para facilitar el escurrimiento superficial del agua.
2. Pendiente por peralte. Es la inclinación dada a la corona sobre una curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga que ejerce el peso del vehículo en movimiento.
3. Pendiente por transición. Es el bombeo dado para el cambio gradual de la pendiente por peralte hacia la pendiente por bombeo.

2.1.9. Alineamiento horizontal y vertical

Los alineamientos horizontal y vertical permiten crear diseños donde se conjuguen al mismo tiempo, el recorrido de la vía tanto en su longitud como en su elevación. El procedimiento geométrico implica el uso de tangentes y curvaturas en diversas combinaciones para establecer el trazo horizontal o alineación de la ruta, y de niveles y pendientes verticales para desarrollar el perfil de la misma en el plano vertical. Proyecto consiste en diseñar una carretera con 2,36 kilómetros de largo, tipo F con pendiente máxima del 10 por ciento en región llana y una velocidad máxima de 40 kilómetros por hora.

2.1.9.1. Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de una carretera. Debe ser capaz de ofrecer seguridad y permitir asimismo uniformidad de operación a velocidad aproximadamente uniforme.

Los elementos que definen al alineamiento horizontal son los siguientes:

Tangentes

Son las proyecciones rectas sobre un plano horizontal que unen a las curvas circulares.

Curvas circulares

Son proyecciones sobre un plano horizontal de arcos de círculo. La longitud de una curva circular está determinada desde el principio de una curva hasta el principio de la tangente o el final de la misma curva.

Curvas de transición

Su función es proporcionar un cambio gradual a un vehículo, en un tramo en tangente a un tramo en curva.

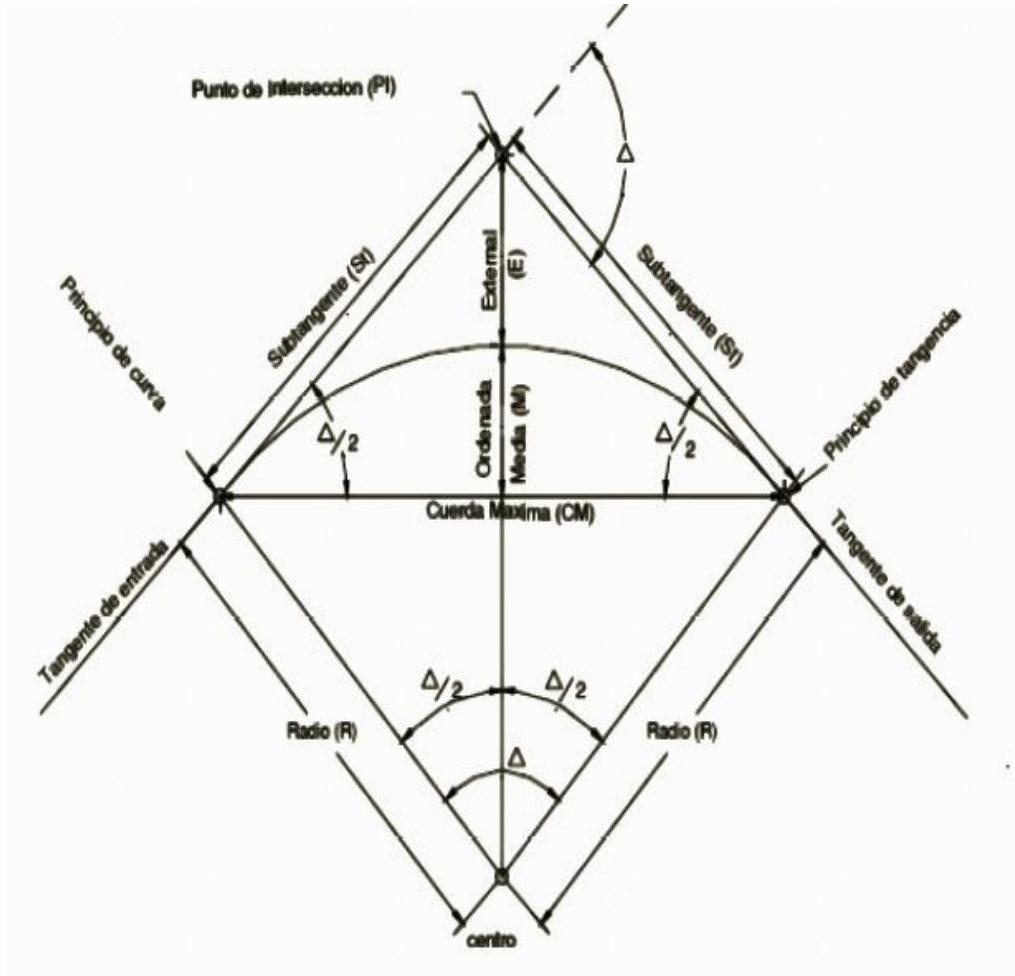
Este tipo de transición es muy importante pues, generalmente, los estancamientos de agua de lluvia ocurren en tramos en curva más no en los tramos rectos (tangentes). El trazo y construcción de esta transición debe ser meticulosamente realizado para garantizar un drenaje adecuado.

2.1.9.1.1. Diseño de curvas horizontales

Se diseñan en las vías de comunicación cuando hay cambio de dirección dentro de las proyecciones horizontales, son utilizadas para unir dos tangentes consecutivas.

Para el cálculo de elementos de curva es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección de localización, los deltas (Δ) y el grado de curva (G) que será colocado por el diseñador. Con el grado (G) y el delta (Δ) se calculan los elementos de la curva que se localizan en la figura 3. El radio de las curvas por usar, se determina por condiciones o elementos de diseño para que los vehículos puedan salvarlas sin peligro de colisión y seguridad.

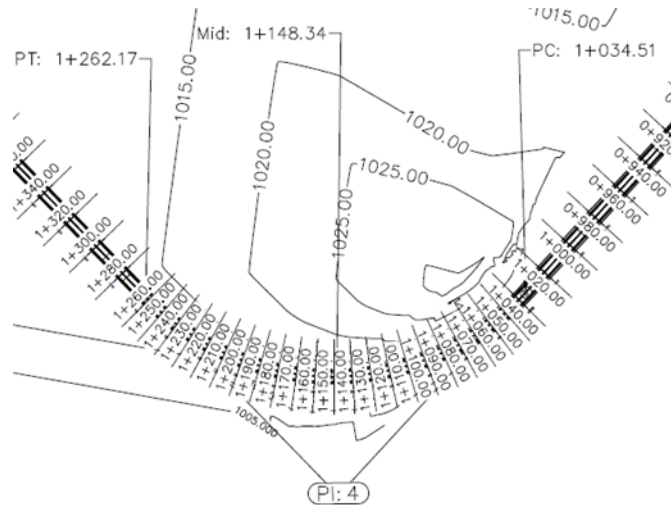
Figura 3. Elementos de una curva horizontal



Fuente: YLLESCAS PONCE, Álvaro Danilo. *Diseño del tramo carretero comprendido desde el entronque del kilómetro 171+400 carretera interamericana (CA-1), hacia el caserío Nuevo Xetinamit, del municipio de Nahualá, departamento de Sololá.* p.24.

Para el cálculo de elementos de la curva horizontal, se tomará la curva número 4, de la pavimentación de concreto para Granjas Gerona y Gerona Abajo.

Figura 4. **Ejemplo para el cálculo de elementos de curva horizontal**



Fuente: elaboración propia.

Datos:

$$PI = 1+182,48$$

$$\Delta = 93^{\circ} 10' 20''$$

Con el valor de Δ se busca un grado de curvatura que se parezca a este valor, en las tablas de especificaciones para curvas circulares de la Dirección General de Caminos. En este caso, el programa CIVIL 3D proporciona datos como el radio. Con base en ellos se calculará el resto de elementos, con un radio $R = 140$ metros.

Grado de curvatura (G)

$$G = 1\,145,9156 / R$$

$$G = 1\,145,9156 / 140$$

$$G = 8^{\circ} 11' 6,75''$$

Longitud de curva (L)

$$L = 20(93^{\circ} 10' 20'') / 8^{\circ} 11' 6,75''$$

$$L = 227,66 \text{ m}$$

Subtangente (St)

Es la distancia entre el PC y el PI o entre el PI y el PT

$$St = R * \operatorname{Tg} (\Delta/2)$$

$$St = 140 * \operatorname{Tg} (93^{\circ} 10' 20'' / 2)$$

$$St = 147,97 \text{ m}$$

Cuerda máxima (Cm)

Es la distancia en línea recta desde el PC al PT.

$$Cm = 2 * R * \operatorname{Sen} (\Delta/2)$$

$$Cm = 2 * 140 * \operatorname{Sen} (93^{\circ} 10' 20'' / 2)$$

$$Cm = 203,39 \text{ m}$$

External (E)

Es la distancia desde el PI al punto medio de la curva

$$E = R / \cos (\Delta/2) - R$$

$$E = 140 / \cos (93^{\circ} 10' 20'' / 2) - 140$$

$$E = 63,71 \text{ m}$$

Ordenada media (M)

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

$$O_m = R \cdot (1 - \cos(\Delta/2))$$

$$O_m = 140 \cdot (1 - \cos(93^\circ 10' 20'' / 2))$$

$$O_m = 43,78 \text{ m}$$

Cálculo de estacionamientos

Para el cálculo de los estacionamientos de la línea de localización, se utilizan los datos de subtangente y longitud de curva. Para obtener el PC, se restan la subtangente del punto de intersección. Luego, para obtener el principio de tangencia se suma la longitud de curva. Siguiendo con el ejemplo, se calculan los estacionamientos:

$$PC_4 = PI - Tg_4$$

$$PC_4 = 1+182,48 - 147,97$$

$$PC_4 = 1+034,51$$

$$PT_4 = PC_4 + L_4$$

$$PT_4 = 1+034,51 + 227,66$$

$$PT_4 = 1+262,17$$

Además de los elementos descritos anteriormente, las curvas horizontales deben contar con lo siguiente:

Peralte (e%)

Es la sobre elevación que se le da las curvas horizontales, para contrarrestar una parte de la fuerza producida en el vehículo en movimiento alrededor de la curva. Este, está en función de la velocidad del vehículo y del radio de la curva

Sobre ancho (SA)

Ancho adicional proporcionado en las curvas para mantener al vehículo en el centro del carril. Esto se debe a que, al circular en ellas, los vehículos ocupan mayor espacio que el ocupado en tangente. El sobre ancho está en función de la sección típica de la curva, grado de curvatura y velocidad.

Las tablas de la Dirección General de Caminos contienen los valores máximos de peralte y sobre ancho, según el grado de curvatura y radio. Ambos son repartidos proporcionalmente en la longitud de espiral (LS), también especificada en la tabla, tomando la mitad a partir del PC y PT hacia afuera y la otra mitad hacia dentro de la curva, hasta que la curva se vuelve circular en su centro. Ya que se reparte proporcionalmente en el PC y PT, el peralte y sobre ancho, tendrán la mitad del valor máximo en dichos puntos. Al inicio de la curva de transición su valor será cero.

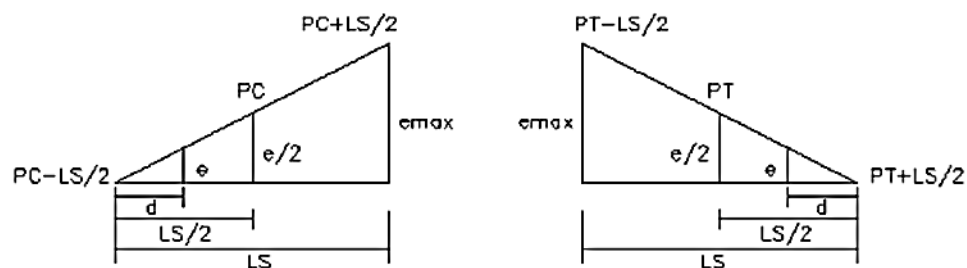
También se debe tomar en cuenta la tangente mínima ya que la tangente debe tener la longitud suficiente para las curvas de transición que se encuentran antes y después de ellas. Por ello, la longitud de tangente mínima, debe ser igual a la suma de la mitad de longitud de espiral de la curva que la precede y la mitad de la longitud de espiral de la curva posterior. Los valores de

peralte y corrimientos cambian proporcionalmente con la longitud de espiral. Para la curva del ejemplo la longitud de espiral (LS) es 25 metros.

Es la sobre elevación que se le da las curvas horizontales, Estación: $PC - LS/2 = 1+034,51 - 12,5 = 1 + 22,01$ y terminarán en la Estación: $PT + LS/2 = 1+262,17 + 12,5 = 1 + 274,67$. Como estos elementos se reparten proporcionalmente, tomando como punto intermedio el PC y PT, el peralte, sobre ancho y corrimiento tendrán la mitad de su valor máximo en estos puntos; y en los puntos: $PC + LS/2 = 1+034,51 + 12,5 = 1 + 047,01$ y $PT - LS/2 = 1+262,17 - 12,5 = 1 + 249,67$, tendrán su valor máximo. Cuando alcancen su valor máximo, se mantiene este valor hasta que empiece a decrecer. No puede existir un valor mayor.

En la figura 5, se ilustra el cambio proporcional del peralte, cuando se entra y sale de la curva horizontal.

Figura 5. **Cambio proporcional del peralte**



Fuente: RAMOS CONTRERAS, Carlos Enrique. *Diseño de la carretera y puente vehicular hacia la colonia Ferrocarrilera, cabecera municipal de Escuintla, departamento de Escuintla.* p.10.

Por medio de relación de triángulos se calcula el peralte a una distancia cualquiera (d).

$$e/d = \frac{em\acute{a}x}{L_s}$$

$$e = \frac{d * em\acute{a}x}{L_s}$$

Para el cálculo del sobre ancho, se tienen la misma relación de triángulos, para una distancia cualquiera (d) se tiene un sobre ancho:

$$Sa/d = \frac{Sam\acute{a}x}{L_s}$$

$$Sa = \frac{d * Sam\acute{a}x}{L_s}$$

Tabla I. **Curvas horizontales**

Curva	Grado de curvatura	Deflexion	Longitud de curva	Radio	Sub tangente	Cuerda maxima	External	Medial	Caminamiento		Longitud de espiral	Peralte	Sobre ancho
No.	G	Δ	L	R	St	Cm	E	M	PC	PT	Ls	e%	Sa
1	19°5'54,94"	12°19'03"	12,90	60	6,47	12,87	0,35	0,35	0+233,54	0+246,44	48	9,5	1,60
2	19°5'54,94"	09°03'56"	9,49	60	4,76	9,48	0,19	0,19	0+314,62	0+324,11	48	9,5	1,60
3	19°5'54,94"	09°37'47"	10,08	60	5,05	10,07	0,21	0,21	0+427,45	0+437,53	48	9,5	1,60
4	08°11'6,75"	93°10'20"	227,66	140	147,97	203,39	63,71	43,78	1+034,51	1+262,17	25	4,9	1,00
5	24°22'52,26"	101°57'10"	83,63	47	57,99	73,03	27,65	17,41	1+729,60	1+813,23	50	10	1,80
6	229°10'59,2"	90°04'20"	7,86	5	5,01	7,08	2,08	1,47	2+216,92	2+224,78	0	0	0
7	229°10'59,2"	91°05'56"	7,95	5	5,10	7,14	7,14	1,50	2+344,57	2+352,52	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.2. Alineamiento vertical

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

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

2.1.9.2.1. Diseño de curvas verticales

La finalidad de una curva vertical es proporcionar suavidad al cambio de una pendiente a otra. Estas curvas pueden ser circulares, parabólicas simples, parabólicas cúbicas, etc. La que se utiliza en el Departamento de Carreteras de la D.G.C. es la parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo y a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación. Las longitudes mínimas de las curvas verticales, están en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño, hay ocasiones en que los requerimientos de drenaje, determinan la longitud mínima de la curva.

Longitud de curva vertical. Es la distancia medida horizontalmente desde PCV a PTV existen cuatro criterios para determinar la longitud de la curva, y son:

Criterio de seguridad

Se aplica a curvas cóncavas y convexas. La longitud de la curva debe ser tal, que en toda la curva, la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de la parada. En algunos casos, el nivel de servicio deseado pueda obligar a diseñar curvas verticales con distancia de visibilidad de rebase. Puede calcularse de la siguiente forma.

$$L_{cv} = K * A$$

$$A = P_S - P_R (\%)$$

Donde:

Lcv= Longitud mínima de la curva vertical

K = Constante que depende de la velocidad de diseño

A = Diferencia algebraica de pendientes

P_S = Pendiente de salida (%)

P_R = Pendiente de entrada (%)

Criterio de apariencia

Se aplica en proyectos de curvas verticales con visibilidad completa, o sea a las curvas cóncavas, para evitar que el conductor tenga la impresión de un cambio súbito de pendiente. Se calcula de la siguiente forma.

$$\frac{L_{cv}}{A} \geq 30$$

Donde:

Lcv= Longitud mínima de la curva vertical

A = Diferencia algebraica de pendientes

30 = constante

Criterio de comodidad

Se aplica en proyectos de curvas verticales cóncavas, donde a la fuerza centrífuga que afecta al vehículo al cambiar de dirección, se le suma el peso propio del vehículo. Se calcula de la siguiente forma.

$$\frac{L_{cv}}{A} \geq \frac{V^2}{395}$$

Donde:

Lcv= Longitud mínima de la curva vertical

A = Diferencia algebraica de pendientes

V = Velocidad de diseño en kilómetros por hora

395= Constante

Criterio de drenaje

Se aplica al proyecto de curvas verticales cóncavas o convexas, cuando están alojadas en corte. La pendiente en cualquier punto de la curva, debe ser tal, que el agua pueda escurrir fácilmente. Se calcula de la siguiente forma.

$$\frac{L_{cv}}{A} \leq 43$$

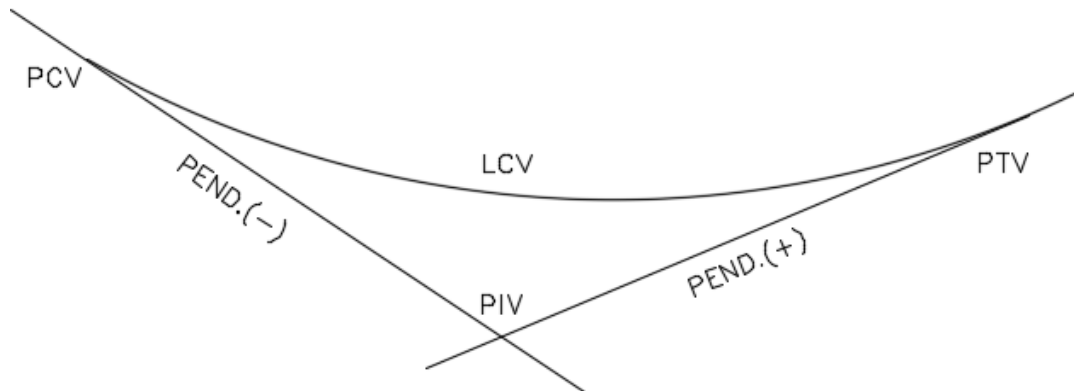
Donde:

Lcv= Longitud mínima de la curva vertical

A = Diferencia algebraica de pendientes

43 = constante

Figura 6. **Elementos de una curva vertical**



PIV: PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL

LCV: LONGITUD DE CURVA VERTICAL

PCV: PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL

PTV: PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL

PEND: PENDIENTE

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de elementos de la curva vertical, se tomará la curva de la estación 0 + 060, de la pavimentación de concreto para Granjas Gerona y Gerona Abajo.

Ejemplo de cálculo:

Calculando la curva vertical de la estación 0 + 060.

Datos:

Velocidad de diseño 40 kilómetros por hora.

Curva cóncava.

$K=14,39$ según tabla de valores de K (ver en anexo 4).

Criterio de seguridad:

$$A = P_S - P_R (\%)$$

$$A = (-0,73 \%) - (-4,90 \%) = 4,17 \%$$

$$L_{cv} = K * A$$

$$L_{cv} = 14,30 * 4,17 = 60 \text{ metros}$$

Criterio de apariencia:

$$L_{cv} / A \geq 30$$

$$60 / 4,17 \geq 30$$

$$14,39 \geq 30$$

$$14,39 \neq 30$$

Criterio de comodidad:

$$L_{cv} / A \geq V^2 / 395$$

$$60 / 4,17 \geq (40)^2 / 395$$

$$14,39 \geq 4,05$$

Criterio de drenaje:

$$L_{cv} / A \leq 43$$

$$60 / 4,17 \leq 43$$

$$14,39 \leq 43$$

Caminamiento:

PIV = punto de intersección vertical

PCV = principio de curva vertical

PTV = principio de tangente vertical

PCV = PIV - L/2 = 0 + 060 - 60/2 = 0 + 030

PTV = PIV + L/2 = 0 + 060 + 60/2 = 0 + 090

Tabla II. **Curvas verticales**

Curva	Pendiente de salida (%)	Pendiente de entrada (%)	Diferencia algebraica	Criterios de diseño de LCV				Tipo de curva	Punto de intersección vertical	Longitud de curva vertical	Elevación de PIV	Constante	Caminamiento	
				Seguridad	Apariencia	Comodidad	Drenaje						$v \ \wedge$	PIV
1	0,73	4,90	4,17	✓	☒	✓	✓	Concava	0 + 060,00	60	1 020,32	14,39	0+030,00	0+090,00
2	0,732	0,735	0,003	✓	✓	✓	✓	Concava	0 + 260,12	50	1 018,86	18136,91	0+235,12	0+285,12
3	0,73	0,63	0,1	✓	✓	✓	✓	Concava	0 + 480,00	58,04	1 017,26	592,73	0+450,98	0+509,02
4	0,63	0,54	0,09	✓	✓	✓	✓	Concava	0 + 680,00	30	1 016,00	336,27	0+665,00	0+695,00
5	0,54	0,68	0,12	✓	✓	✓	☒	Convexa	0 + 961,00	60	1 014,48	520,19	0+931,10	0+991,10
6	0,66	0,53	0,13	✓	✓	✓	✓	Concava	1 + 180,00	50	1 013,04	408,71	1+155,00	1+2015,00
7	0,53	0,93	0,4	✓	✓	✓	✓	Convexa	1 + 140,00	60	1 011,87	149,76	1+370,00	1+430,00
8	0,93	0,52	1,45	✓	✓	✓	✓	Concava	1+ 780,00	50	1 008,32	34,40	1+755,00	1+805,00
9	0,52	0,51	0,01	✓	✓	✓	✓	Convexa	1 + 960,00	50	1 009,25	3575,53	1+935,00	1+985,00
10	0,51	0,83	0,32	✓	✓	✓	✓	Concava	2 + 141,05	50	1 010,17	155,06	2+116,05	2+166,05
11	0,83	0,72	0,11	✓	✓	✓	✓	Convexa	2 + 240,47	25,85	1 010,99	249,60	2+227,54	2+253,39

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de rasante corregida

Cuando las curvas son simétricas, es decir si la longitud del PIV al PCV es igual a la del PIV al PTV, el cálculo se efectúa de la siguiente manera:

PIV: 0+060

$$Y = \frac{(PS-PE)}{200*LCV} L^2$$

Tabla III. **Corrección de rasante**

ESTACIÓN	X	PENDIENTE	RASANTE	CORRECCIÓN EN Y	RASANTE CORREGIDA
0+030	PCV	-4.90%	1 021.79	0,00	1 021,79
0+040			1 021,66	0,32	1 021,34
0+060	PIV		1 021,22	0,58	1 020,64
0+080		-0.73%	1 020,93	0,32	1 020,61
0+090	PTV		1 020,1	0,00	1 020,10

Fuente: elaboración propia.

2.1.10. **Diseño de localización**

Consiste en diseñar la línea final o línea de localización en planta, la cual será la definitiva para el proyecto que se trate. Deberá contener todos los datos necesarios para que la cuadrilla de topográfica marque la ruta seleccionada en el campo. (El diseño de localización se lleva a cabo antes del diseño de curvas horizontales).

2.1.11. **Corrimientos de línea**

Los corrimientos de línea se hacen cuando por razones especiales el caminamiento preliminar no llene los requerimientos del proyecto, tales como especificaciones, pasos obligados, suelos rocosos, barrancos, etc.

Existen tres tipos de corrimientos de línea: el primero que cambia totalmente en azimut y distancia de dos de las rectas de la poligonal de la preliminar, el segundo que cambia únicamente en distancia dos rectas, conservando los mismos ángulos, y el tercero consiste en obviar una o más estaciones del levantamiento preliminar, para formar una sola recta entre dos puntos. (El corrimiento de línea se lleva a cabo antes del diseño de curvas horizontales).

Movimiento de tierras

El movimiento de tierras tiene bastante incidencia en el costo de un proyecto de carreteras. Por eso, se debe tratar que sea lo más económico posible. Para lograrlo, se debe tener un buen criterio en el diseño de la sub-rasante, la cual tendrá que ser la que ocasione un menor movimiento de tierras.

2.1.12. Diseño de la sub-rasante

Es la línea trazada en el perfil que define las cotas de corte o relleno que conformarán las pendientes del terreno, a lo largo de su trayectoria. La sub-rasante queda debajo de la base y la capa de rodadura, en proyectos de asfaltos y, debajo del balasto, en proyectos de terracería.

La sub-rasante es la que define el volumen de movimiento de tierras, que a su vez, se convierte en el renglón más caro en la ejecución. Un buen criterio para diseñarla es obtener la sub-rasante más económica.

Para calcular la sub-rasante, es necesario disponer de la sección típica que se utilizará, el alineamiento horizontal del tramo, el perfil longitudinal del mismo, las especificaciones o criterios que regirán el diseño y datos de la clase de material del terreno.

Los criterios para diseñar la sub-rasante en diferentes tipos de terrenos se exponen a continuación:

- Terrenos llanos: son aquellos cuyo perfil tiene pendientes longitudinales pequeñas y uniformes, a la par de pendientes transversales escasas. En este tipo de terreno la sub-rasante se debe diseñar en relleno, con

pendientes paralelas al terreno natural, con una elevación suficiente para dar cabida a las estructuras del drenaje transversal.

- Terrenos ondulados: poseen pendientes oscilantes entre el 5 % al 12 %. La sub-rasante en estos terrenos se debe diseñar buscando cámaras balanceadas en tramos no mayores de 500 metros. También se debe tener presente no exceder las pendientes mínimas y máximas permitidas por las especificaciones.
- Terrenos montañosos: su perfil obliga a grandes movimientos de tierras, las pendientes generalmente son las máximas permitidas por las especificaciones.

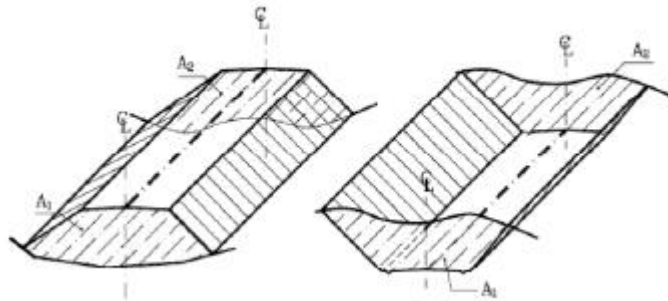
Áreas de secciones transversales

Para la determinación de las secciones transversales, existen dos métodos: el gráfico y el analítico. Para este proyecto se utilizó el programa *Autocad civil 3d 2016* para obtener las áreas de las secciones transversales.

Cálculo de volúmenes

Entre dos estaciones, el volumen es el de un prisma irregular, el área de sus bases es la medida en cada una de las estaciones y la altura del prisma es igual a la diferencia de las estaciones para el caso de tramos donde solo existe corte o solo relleno. La forma más rápida de calcular el volumen es el producto de la semisuma de las áreas por la distancia entre estaciones.

Figura 7. **Volumen entre secciones del mismo tipo**



Fuente: CASANOVA M., Leonardo *Elementos de Geometría*. p. 25.

$$V = \frac{(A_1 + A_2) \cdot D}{2}$$

En donde:

V = Volumen entre ambas secciones en m³

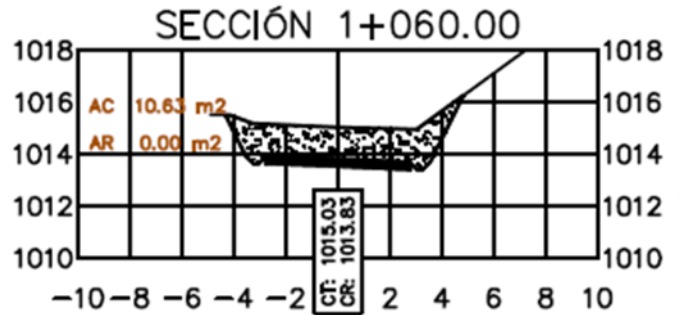
D = Distancia entre secciones

A₁, A₂ = Áreas de secciones consecutivas en m²

Cuando en una sección transversal, existe área de corte y en la próxima área de relleno o a la inversa, es necesario antes de calcular los volúmenes, determinar las distancias de paso. La distancia de paso es la distancia comprendida entre la primera sección transversal y el punto donde teóricamente el área cambia de corte a relleno o viceversa. Los casos de distancias de paso que se pueden presentar son: final de corte, principio de relleno y viceversa.

La distancia de paso se puede determinar de dos formas: gráfica y analítica. La forma más práctica es gráficamente sobre papel milimetrado.

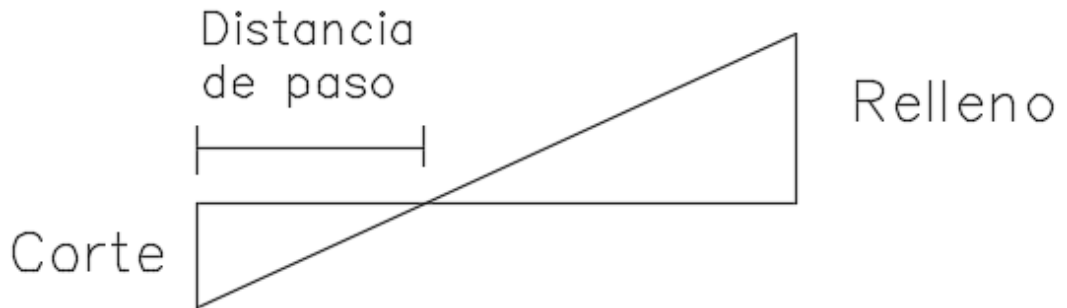
Figura 8. **Sección transversal con áreas de corte**



Fuente: elaboración propia.

En este proyecto, el cálculo del volumen de movimiento de tierras, se realizó a través del *Autocad civil 3d*, luego se forma el siguiente diagrama, (la tabla resumen de volumen de corte y relleno (Ver en apéndice 1).

Figura 9. **Distancia de paso**



Fuente: elaboración propia.

El cálculo de volúmenes en los casos donde hay distancia de paso, está dado por el producto de la mitad del área por la distancia de paso.

La forma de calcular los volúmenes es correcta para tramos rectos, pero no cumple para los que están en curva. Sin embargo, dadas las cantidades de metros cúbicos de tierra que se trabajan resulta insignificante.

2.1.13. Consideraciones para el diseño geométrico

Por las mismas características geométricas del terreno, carretera tipo F, con tráfico promedio diario de 10 a 100 vehículos. Región llana con una velocidad de diseño de 40 kilómetros por hora y pendientes máximas de 10 metros. Ancho de calzada de 5,50 metros. Carpeta de rodadura de pavimento rígido, para el diseño de este proyecto se utilizó el tipo de drenaje por medio de cunetas y drenaje transversal que conecta un drenaje pluvial con tubería de 36 pulgadas de diámetro y pozos de visita, dissipador de energía y cabezal de desfogue. Que se detallan en los planos en anexos.

2.1.14. Pavimentos rígidos

2.1.14.1. Generalidades

Los pavimentos rígidos consisten en una mezcla de cemento pórtland, arena de río, agregado grueso y agua, tendido en una sola capa. Pueden incluir o no, según la necesidad, la capa de sub-base y base, que al aplicarles cargas rodantes no se deflecten perceptiblemente. Al unir todos los elementos mencionados, constituyen una losa de concreto, de espesor, longitud y ancho variable.

Los pavimentos de concreto hidráulico están sujetos a los esfuerzos siguientes:

- Esfuerzos abrasivos causados por las llantas de los vehículos.
- Esfuerzos directos de compresión y acortamiento causados por las cargas de las ruedas.
- Esfuerzos de compresión y tensión que resultan de la deflexión de las losas bajo las cargas de las ruedas.
- Esfuerzos de compresión y tensión debidos a la combadura del pavimento por efectos de los cambios de temperatura.

2.1.14.2. Definición de pavimento

Es toda estructura que descansa sobre el terreno de fundación o sub-rasante, formada por las diferentes capas de sub-base, base y carpeta de rodadura. Tiene el objetivo de distribuir las cargas del tránsito sobre el suelo, proporcionando una superficie de rodadura suave para los vehículos, y proteger al suelo de los efectos adversos del clima, los cuales afectan su resistencia al soporte estable del mismo.

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.

2.1.15. Capas de un pavimento

2.1.15.1. Sub-rasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura del pavimento. Se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Su función es servir de soporte para el pavimento después de ser estabilizada, homogenizada y compactada.

Dependiendo de sus características puede soportar directamente la capa de rodadura de un pavimento rígido.

Requisitos para el material de sub-rasante

- Valor soporte. El material debe tener un CBR, AASHTO T 193, mínimo del 5 %, efectuado sobre muestras saturadas a 95 % de compactación, AASHTO T 180, y deberá tener una expansión máxima del 5 %.
- Graduación. El tamaño de las partículas que contenga el material de sub-rasante, no debe exceder de 7,5 centímetros.
- Plasticidad. El límite líquido, AASHTO T 89, no debe ser mayor del 50 %, determinados ambos, sobre muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146. cuando las Disposiciones Especiales lo indiquen expresamente.

2.1.15.2. Sub-base

Es la capa de la estructura del pavimento, destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar.

Normalmente, es muy necesaria y casi siempre las condiciones de la sub-rasante la exigen, sus funciones son:

- Eliminar la acción de bombeo.
- Aumentar el valor soporte y proporcionar una resistencia más uniforme a los de concreto.
- Hacer mínimos los efectos de cambio de volumen en los suelos de la sub-rasante.

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

La sub-base puede tener un espesor compactado variable por tramos, de acuerdo con las condiciones y características de los suelos existentes en la sub-rasante, pero en ningún caso dicho espesor debe ser menor de 100 milímetros ni mayor de 700 milímetros.

Requisitos para el material de sub-base común son:

- Valor soporte. El material debe tener un CBR, AASHTO T 193, mínimo de 30, efectuado sobre muestras saturadas a 95 % de compactación, AASHTO T 180.
- Piedras grandes y exceso de finos. El tamaño de las piedras que contenga el material de sub-base, no debe exceder de 70 milímetros ni exceder de $\frac{1}{2}$ espesor de la capa. El material de sub-base no debe tener más del 50 % en peso, de partículas que pasen el tamiz #40 (0,425 mm), ni más del 25 % en peso, de partículas que pasen el tamiz #200 (0,075 mm).
- Plasticidad y cohesión. El material de sub-base debe tener las características siguientes:
 - Equivalente de arena. No debe ser menor de 25 %, determinado por el método AASHTO T 176.
 - Plasticidad. La porción que pasa el tamiz #40 (0,425 mm), no debe tener un índice de plasticidad AASHTO T 90, mayor de 6 ni un límite líquido, AASHTO T 89, mayor de 25, determinados ambos, sobre muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146.

- Disposiciones Especiales lo indiquen expresamente, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero en ningún caso mayor de 8.
- Impurezas. El material de sub-base debe estar exento de materias vegetales, basuras, terrones de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de la capa sub-base puedan causar fallas en el pavimento.

2.1.15.3. Base

Constituye la capa intermedia entre la capa de rodamiento y la sub-base. Generalmente, se la usa en los pavimentos flexibles. Esta capa permite reducir los espesores de carpeta, dada su función estructural importante al reducir los esfuerzos cortantes que se transmiten hacia las capas inferiores. Además, cumple una función drenante del agua atrapada dentro del cuerpo del pavimento.

Estas bases pueden ser de materiales granulares tales como piedra o grava triturada, de arena y grava, de mezcla o estabilizaciones mecánicas de suelos y agregados, o bien suelo-cemento e, inclusive, de productos bituminosos y agregados pétreos. Su espesor varía entre 10 y 30 centímetros. Las funciones de la base en los pavimentos de concreto en su orden de prioridad son como sigue:

- Para prevenir el bombeo.
- Ayudar a controlar los cambios de volumen (hinchamiento y encogimiento) en suelos susceptibles a sufrir este tipo de cambios.
- Proporcionar una superficie uniforme para el soporte de las losas.
- Aumentar la capacidad estructural del pavimento.
- Prevenir la de sindicación que ocurre en las bases granulares bajo el tráfico.

Requisitos para el material de base granular

- Valor soporte. Debe tener un CBR determinado por el método AASHTO T 193 mínimo de 70 % efectuado sobre una 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 AASTHO T 193.
- Abrasión. La porción de agregado retenida en el tamiz #4 (4,75mm), no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión determinado por el método AASHTO T 96, mayor del 50 a 500 revoluciones.
- Partículas planas o alargadas. No más del 25 % en peso del material retenido en el tamiz #4 (4,75 mm), pueden ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.
- Impurezas. El material de base granular debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias que, incorporadas dentro de la capa de sub-base o base granular, pueden causar fallas en el pavimento.
- Plasticidad y cohesión. El material de la capa base granular en el momento de ser colocado en la carretera, no debe tener en la fracción que pasa el tamiz #40 (0,425 mm), incluyendo el material de relleno, un índice de plasticidad mayor de 6 para la base, determinado por el método AASHTO T 90; ni un límite líquido mayor de 25 tanto para la base, según AASHTO T 89, determinados ambos sobre muestra preparada en húmedo de conformidad con AASHTO T 146.
- Graduación. El material para capa de base granular 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 en la tabla I.

- Equivalente de arena. El equivalente de arena no debe ser menor de 30 para base, según AASHTO T 176.

Tabla IV. **Tipos de graduación para material de sub-base o base granular**

Tamiz Núm.	Estándar Mm	Porcentaje por peso que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T 27)					
		TIPO A (Sub-base) 50mm (2") máximo	TIPO A (Base) 50mm (2") máximo		TIPO B (Sub-base y Base) 38.1mm (1½") máximo		TIPO B (Sub-base y Base) 25mm (1") máximo
		A – 1	A – 1	A – 2	B – 1	B – 2	C – 1
2"	50.0	100	100	100			
1½"	37.5				100	100	
1"	25.0	60 – 90	65 – 90	60 – 85			100
¾"	19.0				60 – 90		
⅜"	9.5						50 – 85
#4	4.75	20 – 60	25 – 60	20 – 50	30 – 60	20 – 50	35 – 65
#10	2.0						25 – 50
#40	0.425						12 – 30
#200	0.075	3 – 12	3 – 12	3 – 10	5 – 15	3 – 10	5 – 15

Fuente: Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, República de Guatemala. *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes*. p. 304-2.

2.1.15.4. Capa de rodadura

En pavimentos rígidos está constituida de losas de concreto de cemento Pórtland simple o reforzado, diseñada de tal manera que soporte las cargas del tránsito. Constituye el área propiamente dicha por donde circulan los vehículos y peatones.

Es necesario que tengan otros elementos, no estructurales, para proteger tanto esta capa como las inferiores, como juntas de dilatación rellenas con material elastomérico (para su impermeabilización), bordillos y cunetas; o bien, un sistema de alcantarillado pluvial, para el drenaje correcto del agua que pueda acumular en su superficie.

Esta debe tener las siguientes funciones:

- Proveer un valor soporte elevado, para que resista muy bien las cargas concentradas que provienen de ruedas pesadas, trabajando a flexión y lo distribuye bien al material existente debajo.
- Textura superficial poco resbaladiza aun cuando se encuentre húmeda, salvo que esté cubierta con lodo, aceite y otro material deslizante.
- Proteger la superficie sobre la cual está construido el pavimento de los efectos destructivos del tránsito.
- Prevenir a la superficie de la penetración del agua.
- Buena visibilidad. Por su color claro brinda mayor seguridad al tráfico nocturno de vehículos.
- Gran resistencia al desgaste, con poca producción de partículas de polvo.

2.1.16. Factores de diseño

El espesor de diseño del pavimento de concreto es determinado, principalmente, con base en los siguientes factores de diseño.

- Resistencia a la flexión del concreto (módulo de ruptura MR).
- Los pesos, frecuencia y tipo de carga por eje de camión que el pavimento tiene que soportar.
- Resistencia de la sub-rasante, o combinación de la sub-rasante y la base (k).
- Período de diseño.

2.1.16.1. Módulo de ruptura del concreto (MR)

Las consideraciones sobre la resistencia a la flexión del concreto son aplicables en el procedimiento de diseño para el criterio de fatiga, para controlar agrietamiento y erosión del terreno de soporte y diferencia de elevación de juntas.

La flexión de un pavimento de concreto bajo cargas de eje, produce tanto esfuerzo de flexión como de compresión. Sin embargo, la relación de esfuerzos compresivos a resistencia a la compresión es bastante pequeña como para influir en el diseño del espesor de la losa. En cambio los promedios de esfuerzos de flexión y de las fuerzas de flexión son mucho mayores y, por eso, estos valores se usan para el diseño de espesores de los pavimentos rígidos.

La fuerza de flexión está determinada por el módulo de ruptura del concreto (MR), el cual está definido con el esfuerzo máximo de tensión en la fibra extrema de una viga de concreto. La resistencia a la tensión del

concreto es relativamente baja. Una buena aproximación para la resistencia a la tensión será dentro del 11 a 23 % del esfuerzo de compresión. En concretos de 3 000 a 4 000 PSI la relación es del orden del 15 %.

El proceso para determinar el módulo de ruptura, será llevado a cabo según la norma ASTM C-78. El resultado del ensayo a los veintiocho días, es comúnmente usado para el diseño de espesores de autopistas y calles; por lo que es recomendado utilizar las porciones superiores de las tablas de diseño, con resistencias a la flexión en el rango de 600 y 650 PSI.

2.1.16.2. Módulo de reacción del suelo (k)

El soporte de la sub-rasante y de la base, está definido por el módulo de *Westergard* de reacción de la sub-rasante (k). Éste es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada en un área cargada, dividida entre la deflexión, en pulgadas, para dicha carga. El valor de k está expresado en libras por pulgada cuadrada por pulgada (PSI-pulg.).

Módulo de reacción (k), es una prueba que indica la característica de resistencia que implica elasticidad del suelo. Se dice que es igual al coeficiente del esfuerzo aplicado por una placa entre la deformación correspondiente, producida por este esfuerzo. Esta propiedad del suelo es muy importante en el diseño de pavimentos, pero dado que la prueba de carga de plato es tardada y cara, el valor de k es, usualmente, estimado por correlación a una prueba simple, como la Relación de Soporte de California (CBR).

El resultado es válido dado que no se requiere de una determinación exacta del valor k. Las variaciones normales de un valor estimado no afectan apreciablemente los requerimientos del espesor del pavimento.

Cuando no cuente con información geotécnica del sitio, la tabla III proporciona órdenes de magnitud en los módulos de reacción de las capas de apoyo.

2.1.16.3. Tráfico y cargas de diseño

El factor más importante en el diseño de espesores de pavimento es el número y peso de las cargas por eje. Este es derivado de las estimaciones de TPD y de TPDC en ambas direcciones. En este punto, se tendría que recurrir al análisis del tránsito promedio diario anual, tanto al final como al inicio del periodo de diseño. Sin embargo, este análisis solamente es posible si se tienen datos sobre el volumen y categoría de tránsito clasificado para la vía.

La Dirección General de Caminos, por medio de su Departamento de Estadísticas es la encargada de hacer los recuentos de tránsito clasificado en las carreteras de todo el país. Sin embargo, la estación de conteo se ubica en carreteras de interés nacional.

2.1.16.4. Tipos de juntas

Tienen por objeto, permitir la construcción del pavimento por losas separadas para evitar grietas de construcción, estableciendo al mismo tiempo una unión adecuada entre ellas, que asegure la continuidad de la superficie de rodadura y la buena conservación del pavimento.

La mayoría de las grietas en el concreto son debidas a tres efectos:

- Cambio de volumen por encogimiento por secado
- Esfuerzos de flexión por pandeo

- Esfuerzos directos por cargas aplicadas

Los tipos de juntas más comunes en los pavimentos de concreto caen dentro de dos clasificaciones: transversales y longitudinales que, a su vez, se clasifican como de contracción, de construcción y de expansión.

Juntas longitudinales

Son juntas paralelas al eje longitudinal del pavimento. Estas juntas se colocan para prevenir la formación de grietas longitudinales, pueden ser en forma mecánica, unión macho-hembra. La profundidad de la ranura superior de esta junta, no debe ser inferior de un cuarto del espesor de la losa. La separación máxima entre juntas longitudinales es de 12,5 pies (3,81 m), es la que determina el ancho del carril.

Juntas transversales

Controla las grietas causadas por la retracción del fraguado del concreto. La ranura de la junta debe, por lo menos, tener una profundidad de un cuarto del espesor de la losa. Se construyen perpendicularmente al tráfico. También son llamadas juntas de contracción, ya que controlan el agrietamiento transversal por contracción del concreto.

La profundidad de la ranura debe ser igual a un cuarto del espesor de la losa. La separación máxima de las juntas transversales es de 15 pies (4,57 m). La colocación de las barras de transferencia depende de las características de la sub-rasante y del tipo de tránsito esperado para el pavimento.

Juntas de expansión

Estas son necesarias cuando existan estructuras fijas, tales como: puentes, aceras, alcantarillas, etc. Donde sea necesario este tipo de junta, se dejará una separación de dos centímetros. Se construyen para disminuir las tensiones, cuando el concreto se expande. Se colocan obligadamente frente a estructuras existentes y en intersecciones irregulares.

Juntas de construcción

Se construyen cuando hay una interrupción no mayor de treinta minutos en la colocación del concreto. Son del tipo trabado, es decir lleva barras de acero o material adecuado, para formar tabiques, de modo que se forme una cara vertical con una traba apropiada.

Existen dos dispositivos de transferencia de cargas entre las losas en zonas de juntas, las barras de sujeción y las dovelas o pasajuntas.

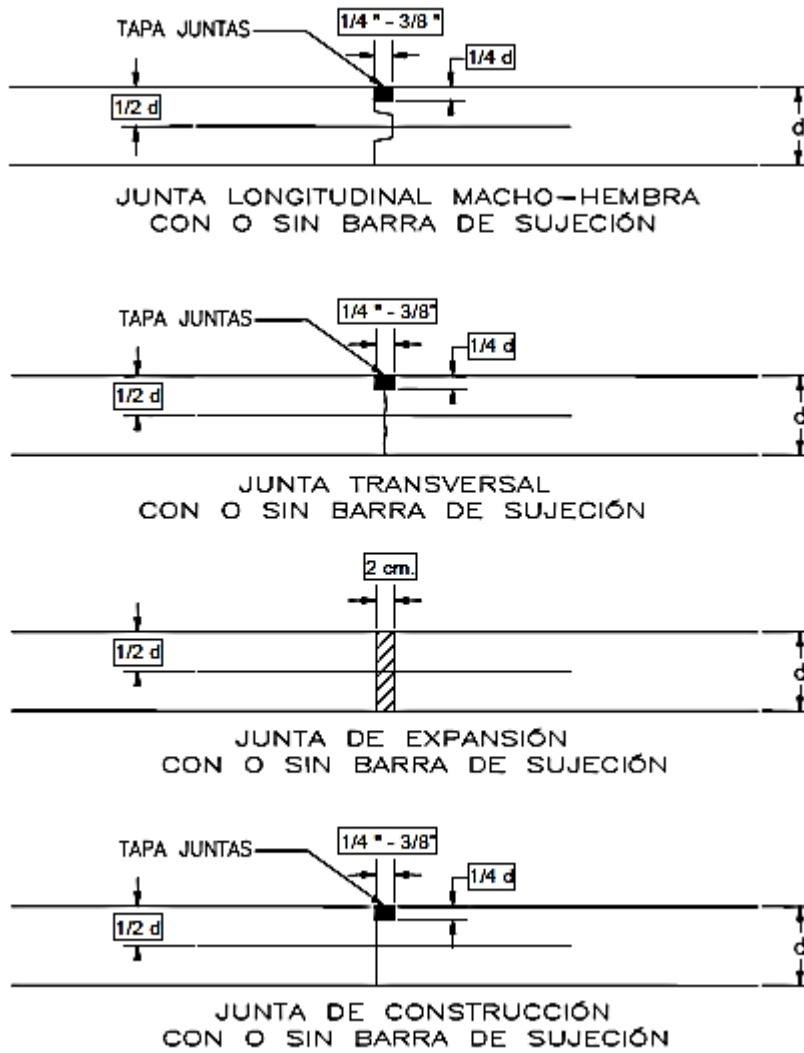
Las barras de sujeción

Se utilizan en las juntas longitudinales para ligar losas de carriles o franjas contiguas. Se deben utilizar barras de acero de refuerzo liso, colocadas a la mitad del espesor con el espaciamiento especificado y son hechas solamente para garantizar la continuidad del pavimento. La junta de trabe por agregados o barras de sujeción se construyen insertando una barra de acero para hacer la interconexión entre dos losas separadas. Este tipo de junta es más sencillo en su construcción pero requiere de espesores más altos de la losa de concreto.

Las dovelas o pasajuntas

Se utilizan normalmente en juntas transversales de construcción, contracción y de expansión y fueron diseñadas para la transmisión de carga de una losa hacia la siguiente. La junta tipo dovela se logra haciendo un detalle macho–hembra en el concreto en el sentido longitudinal. Este detalle requiere más trabajo, pero garantiza una disminución en el espesor de la losa.

Figura 10. Tipos de juntas



Fuente: CHACÓN VALDEZ, Henry Ernesto. *Diseño de Pavimento Rígido de la Calzada principal al Municipio de El Progreso.* p. 38.

2.1.17. Diseño del pavimento rígido

Para el dimensionamiento del espesor de losas de un pavimento rígido la *Pórtland Cement Association* (PCA) ha elaborado dos métodos para el cálculo del espesor de pavimentos rígidos, el método de capacidad y el método simplificado.

Método de capacidad

Es el procedimiento de diseño aplicado cuando hay posibilidades de obtener datos de distribución de carga por eje de tránsito. Este método asume datos detallados de carga por eje, que son obtenidos de estaciones representativas.

Método simplificado

Es aplicado cuando no es posible obtener datos de carga por eje, y se utilizan tablas basadas en distribución compuesta de tráfico clasificado en diferentes categorías de carreteras y tipos de calles (Ver Tabla II). Las tablas de diseño están calculadas para una vida útil proyectada del pavimento de veinte años y se basan solamente en el tránsito estimado en la vía.

Este método sugiere un diseño basado en experiencias generales de comportamiento del pavimento, hechos a escala natural, sujetos a ensayos controlados de tráfico, la acción de juntas y hombros de concreto. El método asume que el peso y tráfico de camiones en ambos carriles varía de 1 a 1,3 según sea el uso de la carretera, para prevenir sobrecarga de los camiones.

La secuencia de cálculo para el dimensionamiento del espesor de losas de un pavimento rígido es la siguiente:

- Determinar la categoría de la vía según los criterios de la tabla II.
- Establecer el tipo de junta por utilizar (tipo dovela o de trabe por gregado).
- Decidir incluir o excluir hombros o bordillos en el diseño.
- Determinar el módulo de ruptura del concreto. Se recomienda utilizar un módulo de ruptura de 550 PSI, 600 PSI o bien de 650 PSI.
- Determinar el módulo de reacción k de la sub-rasante. Se puede encontrar un valor aproximado a través del porcentaje de CBR, en la figura 6. El valor aproximado de k , cuando se utiliza una base, se puede obtener de las tablas IV, bases granulares y bases de suelo-cemento, respectivamente.
- Determinar el volumen de tránsito promedio diario de camiones o su porcentaje del tránsito promedio diario de vehículos, según la tabla II.
Determinar el espesor de losa según la tabla VI de diseño, determinado con los parámetros anteriores.

El método simplificado, incluye, en el análisis, solamente al tráfico promedio diario de camiones (TPDC) de seis llantas y unidad simples de tres ejes. Se excluyen *pick-ups*, paneles y otros tipos livianos. Solo se utiliza el número de ejes simples o tándem esperado para la vida útil del proyecto.

Además, el método simplificado de la PCA permite el uso, o no, de hombros o bordillos. El uso de hombros o bordillo de concreto es recomendable porque son útiles para prevenir accidentes en la carretera y para la reparación de las mismas. Además, reducen el espesor de la losa, en algunos casos, de una pulgada o más. La función del bordillo es servir como viga lateral para

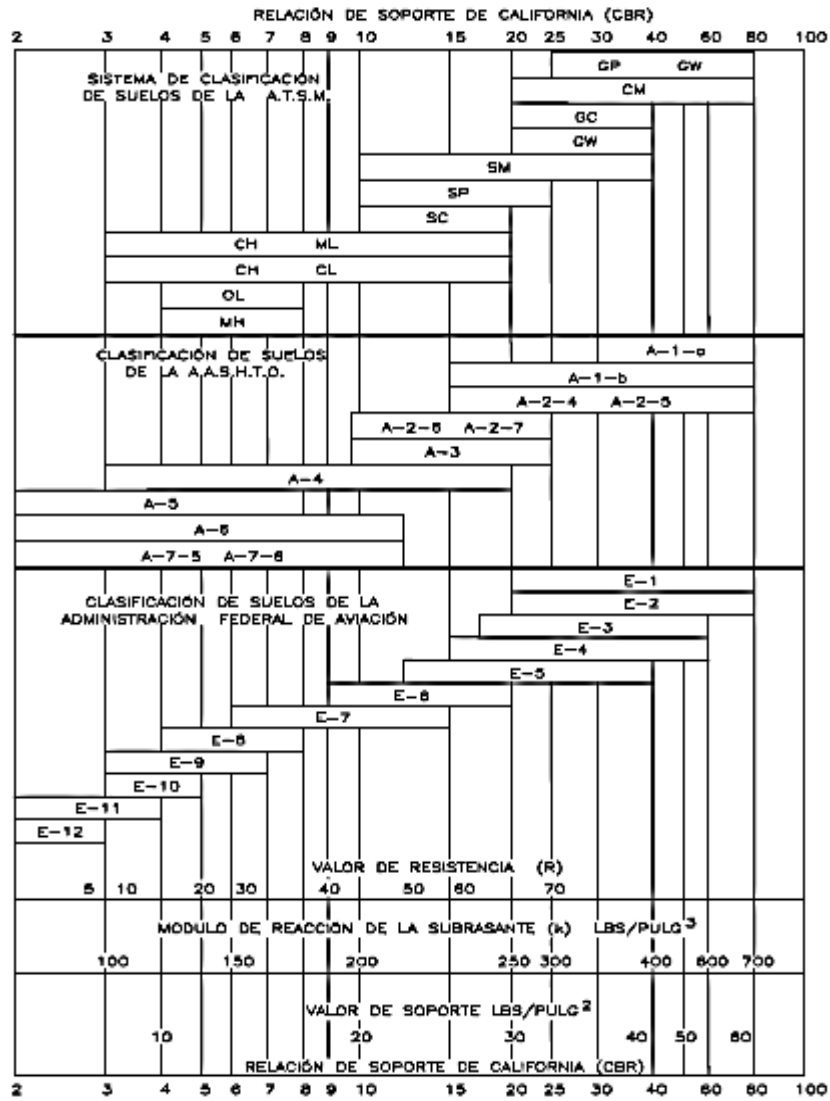
aumentar la resistencia del concreto a esfuerzos de flexión, disminuyendo en alto grado el efecto de la tensión en el concreto.

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

Carga por eje Categoría	Descripción	TRÁNSITO			Máxima Carga por Eje, KIPS	
		TPD	TPDC		Eje Sencillo	Eje Tándem
			%	por día		
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200 a 800	1-3	arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, calles rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo)	700 a 5 000	5-18	de 40 a 1 000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio), supercarreteras interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)	3 000 a 12 000; 2 carriles. 3 000 – 50 000; 4 carriles o más	8-30	de 500 a 5 000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas), interestatales urbanas y rurales (medio a alto)	3 000 – 20 000; 2 carriles	8-30	de 1 500 a 8 000	34	60

Fuente: GÓMEZ LÉPE, Fredy Benjamín. *Planificación y diseño de pavimento para la vía del municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango*. p. 28.

Figura 11. Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y los valores de soporte



Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 5.

Tabla VI. **Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de k**

TIPOS DE SUELO	SOPORTE	RANGO DE VALORES DE K psi
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75-120
Arenas y mezclas de arena con grava, con una cantidad considerada de limo y arcilla	Medio	130-170
Arenas y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos	Alto	180-220
Sub-base tratada con cemento	Muy alto	250-400

Fuente: GÓMEZ LEPE, Fredy Benjamín. *Planificación y diseño de pavimento para la vía principal del municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango*. p. 29.

Tabla VII. **Valores de k para diseño sobre bases granulares (PCA)**

Valor k sobre la base psi				
Valor K de la subrasante	Espesor de la base			
	4"	6"	9"	12"
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: CEMEX, *Manual de pavimentos*. p. 74.

Tabla VIII. **TPDC permisible, carga por eje categoría 1 Pavimentos con juntas con agregados de trabe (no necesita dovelas)**

Sin hombros de concreto o bordillo					Con hombros de concreto o bordillo			
Espesor de losa (pulg)	Soporte subrasante sub-base			Espesor de losa (pulg)	Soporte subrasante sub-base			
	Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto	
Módulo de Rotura de 650 PSI	4,5			0,1	4,0		0,2	0,9
	5,0	0,1	0,8	3	4,5	2	8	25
	5,5	3	15	45	5,0	30	130	330
	6,0	40	160	430	5,5	320		
	6,5	330						
Módulo de Rotura de 600 PSI	5,0		0,1	0,4	4,0			0,1
	5,5	0,5	3	9	4,5	0,2	1	5,0
	6,0	8	36	98	5,0	6	27	75
	6,5	76	300	760	5,5	73	290	730
	7,0	520			6,0	610		
Módulo de Rotura de 550 PSI	5,5	0,1	0,3	1	4,5		0,2	0,6
	6,0	1	6,0	18	5,0	0,8	4,0	13,0
	6,5	13	60	160	5,5	13	57	150,0
	7,0	110	400		6,0	130	480	
	7,5	620						

Fuente: GÓMEZ LEPE, Fredy, Benjamín. *Planificación y diseño de pavimento para la principal del Municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango.* p.30.

Consideraciones para el diseño del pavimento rígido

Sub-rasante

Por los resultados del laboratorio muestran que la sub-rasante se encuentra en la clasificación P.R.A= A-1-b y un valor soporte CBR=21 por ciento, aproximadamente a 94 por ciento de compactación, de lo cual se obtiene que el módulo de reacción de la subrasante es de $k = 260$ libras sobre pulgadas cúbicas, identificado en la figura 6, la sub-rasante se clasifica en la tabla III.

El suelo sub-rasante se encuentra en la categoría de sub-base tratada con cemento; y un valor soporte muy alto.

La sub-rasante reacondicionada debe ser compactada en su totalidad con un contenido de humedad dentro de ± 3 por ciento de la humedad óptima, hasta lograr el 95 por ciento de compactación respecto a la densidad máxima, AASHTO T 180.

Base

Los esfuerzos combinados de la sub-rasante y base, mejoran la estructura de un pavimento. El uso de una base granular o cementada incrementa el módulo de reacción del suelo, según lo muestra la tabla IV. En este proyecto se utilizará una base granular de 6 pulgadas. Para simplificar se utilizará de 15 centímetros, lo cual da un valor del módulo de reacción de la base de 290 libras sobre pulgadas cúbicas.

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

Cuando el espesor por compactar exceda de 300 milímetros, el material debe ser colocado, tendido y compactado en dos o más capas, nunca menores que 100 milímetros. Se establece una tolerancia en menos del 3 % respecto al porcentaje de compactación especificado, para aceptación de la capa base.

Carpeta de rodadura

Tomando en cuenta todos los factores anteriores, se determina el espesor de la losa, según la tabla VI, juntas transversales y longitudinales macho-hembra de construcción, sin hombros de concreto. Se determina el espesor de la losa, según el módulo de ruptura de 600 libras sobre pulgadas cuadradas, con un valor soporte del conjunto subrasante-base alto. Se ha definido la categoría de la carretera (tabla II) como categoría 1, ya que son calles residenciales un TPD de 200 a 800 y un TPDC admisible del 1-3 por ciento. Por día se prevé que pasen 25 vehículos; será de 6,0 pulgadas que es igual a 15,24 centímetros. Por facilidad de construcción se le dará un valor de 15 centímetros.

Se utilizarán juntas transversales a cada 2,00 metros y las juntas longitudinales, instaladas en el centro de la calle (2,75 metros y 2,50 metros).

Diseño de mezcla

Diseño de mezclas es un proceso que consiste de pasos dependientes que son:

- Selección de los materiales convenientes (cemento, agregados, agua y aditivos).
- Determinación de sus cantidades relativas para producir un concreto lo más económico como sea posible, con buena trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada.

Estas proporciones dependerán de cada material en particular los cuales, a su vez dependerán de la aplicación particular del concreto. También podrían ser considerados otros criterios, tales como minimizar la contracción y el asentamiento o ambientes químicos especiales.

Aunque se han realizado gran cantidad de trabajos relacionados con los aspectos teóricos del diseño de mezclas, en buena parte permanece como un procedimiento empírico. Y, aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño, están basados, principalmente, en lograr una resistencia a compresión para una edad especificada así como una trabajabilidad apropiada. Además, es asumido que si se logran estas dos propiedades las otras propiedades del concreto también serán satisfactorias (excepto la resistencia al congelamiento y deshielo u otros problemas de durabilidad, tales como resistencia al ataque químico). Sin embargo, antes de revisar los métodos de diseño comunes, en este momento, será de mucha utilidad revisar, con más detalle, las consideraciones básicas de diseño.

Consideraciones básicas:

- Economía
- Trabajabilidad
- Resistencia y durabilidad

Información requerida para el diseño de mezclas

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- Perfil y textura de los agregados
- Tipo de cemento
- Peso específico del cemento

- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados

Secuencia del diseño de mezclas

- Estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de obra.
- Elección de la resistencia promedio ($F'c$)
- Elección del Asentamiento (Slump)
- Selección del tamaño máximo del agregado grueso
- Estimación del agua de mezclado y contenido de aire
- Selección de la relación agua/cemento (a/c)
- Cálculo del contenido de cemento
- Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino
- Ajustes por humedad y absorción
- Cálculo de proporciones en peso
- Cálculo de proporciones en volumen

El concreto que se utilizará para la carpeta de rodadura es de 5 000 PSI, con una resistencia de $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, con un tamaño máximo de agregado grueso de 3/4 de pulgada. (Debido a que no se cuentan con estudios de laboratorio de los agregados fino y grueso no se toman en cuenta en el cálculo de ajuste de humedad y absorción).

Cálculo de la mezcla concreta:

Para pavimentos. El asentamiento recomendado es de 8 centímetro (ver tabla anexo 5).

Conociendo:

Asentamiento 8 centímetros

Agregado de 3/4 de pulgada

Se determina la cantidad de agua necesaria, que es de 200 litros /metro cubico (ver tabla anexo 6).

La relación agua cemento se determina por la resistencia en kg/cm^2 , (ver tabla anexo 7) esta es de $A/C = 0,472$. Obtenida por interpolación.

Cantidad de cemento:

Cantidad de cemento= agua / 0,472

Cemento= 200 / 0,472

Cemento= 423,72 kg/m^3

Se asume que el peso resultante es de 2 300 kg/m^3

Peso de agregados = peso total – peso (agua + cemento)

Peso de agregados = 2 300 – 623,72

Peso de agregados = 1 676,28 kg

Este diseño de mezcla y las relaciones de las tablas suponen condiciones medias y materiales adecuados. Si la procedencia de la arena de río es de trituración, habrá que incrementar la cantidad de estos materiales en un 2 %.

Conociendo el agregado grueso = 3/4 de pulgada, obtenemos el porcentaje de arena que es igual al 44 % (ver tabla anexo 8).

Calculo de arena:

$$\text{Arena} = 0,44 \times 1\,676,28$$

$$\text{Arena} = 737,56 \text{ kg.}$$

$$\text{Agregado} = 1\,676,28 - 737,56$$

$$\text{Agregado} = 938,72 \text{ kg.}$$

Entonces se tiene:

$$\text{Agua} = 200 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento} = 423,72 \text{ kg}$$

$$\text{Arena} = 737,56 \text{ kg}$$

$$\text{Piedrín (3/4")} = 938,72 \text{ kg}$$

Que en relación con el cemento se tiene:

Cemento : agregado fino : agregado grueso / agua

$$\frac{\text{peso cemento}}{\text{peso cemento}} \quad \frac{\text{peso a.fino humedo}}{\text{peso cemento}} \quad \frac{\text{peso a.grueso humedo}}{\text{peso cemento}} \quad \frac{\text{agua efectiva}}{\text{peso cemento}}$$

$$\frac{423,72}{423,72} : \frac{737,56}{423,72} : \frac{938,72}{423,72} : \frac{200}{423,72}$$

El diseño quedará: (proporción en peso)

Cemento - Arena - Piedrín (3/4)

$$1 \quad 1,74 \quad 2,22$$

Relación A/C = 0,472 en peso

Cálculo de las proporciones en volumen:

Peso unitario suelto del cemento (1 500 kg/m³)

Pesos unitarios sueltos de los agregados fino y grueso (en condición de humedad a la que se ha determinado la dosificación en peso).

Volúmenes en estado suelto:

$$\text{Cemento} \quad : \quad \text{vol. cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{peso cemento (kg)}}{\text{p.u cemento (} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\text{)}}$$

$$\text{Agregado fino} \quad : \quad \text{vol. agregado fino (m}^3\text{)} = \frac{\text{peso a.fino humedo (kg)}}{\text{p.u a.fino humedo (} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\text{)}}$$

$$\text{Agregado grueso: vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{peso a.grueso humedo (kg)}}{\text{p.u a.grueso humedo (} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\text{)}}$$

El agua se determinó por tablas (ver tabla apéndice 4).

$$\text{Cemento} \quad : \quad \text{vol. cemento (m}^3\text{)} = \frac{423,72}{1\ 500} = 0,28\text{m}^3.$$

$$\text{Agregado fino} \quad : \quad \text{vol. agregado fino (m}^3\text{)} = \frac{736,56}{1\ 300} = 0,57\text{m}^3.$$

$$\text{Agregado grueso: vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{938,72}{1\ 300} = 0,72\text{m}^3.$$

Agua = 200 litros/m³.

Los volúmenes de materiales están calculados para agregados normales en Guatemala y de un peso unitario de 1 300 kg/m³.

$$\begin{array}{cccc}
 \text{Cemento} & : & \text{agregado fino} & : & \text{agregado grueso} & / & \text{agua} \\
 \frac{\text{vol.cemento}}{\text{vol.cemento}} & & \frac{\text{vol.a.fino humedo}}{\text{vol.cemento}} & & \frac{\text{vol.a.grueso humedo}}{\text{vol.cemento}} & & \frac{200 \text{ lt/m}^3}{1} \\
 \\
 & & \frac{0,28}{0,28} & : & \frac{0,57}{0,28} & : & \frac{0,72}{0,28} & : & \frac{200}{1}
 \end{array}$$

El diseño quedará: (proporción en volumen)

$$\begin{array}{cccc}
 \text{Cemento} & - & \text{Arena} & - & \text{Piedrín (3/4)} & - & \text{Agua} \\
 1 & & 2,04 & & 2,57 & & 200 \text{ lt.}
 \end{array}$$

Cemento = 10 sacos

Arena = 0,57 m³

Piedrín (3/4) = 0,72 m³

Agua = 200 litros/m³

2.1.18. Drenaje

El drenaje tiene la finalidad de evitar que el agua llegue a la carretera y desalojar la que inevitablemente siempre llega. Toda el agua que llega en exceso a la carretera tiene dos orígenes: pluvial o de corrientes superficiales, es decir ríos. El agua de escorrentía superficial, por lo general se encuentra con la carretera en sentido casi perpendicular a su trazo, por lo que se utiliza para esto, drenaje transversal, según el caudal que se presente. El agua pluvial debe encauzarse hacia las orillas de la carretera con una pendiente adecuada en

sentido transversal; a esta se le llama bombeo normal y, generalmente, es del 3 %.

2.1.18.1. Drenaje longitudinal

Son zanjas drenantes que se disponen longitudinalmente a la carretera o elemento que se debe proteger, aguas arriba de los mismos, con el fin de interceptar flujos de agua hacia éstos. Como drenaje longitudinal se clasifican las cunetas laterales, contra cunetas, bombeo.

Cunetas

Las cunetas son zanjas que se hacen en uno o en ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños.

Contra cunetas

La función de las contracunetas es prevenir que llegue al camino un exceso de agua o humedad, aunque la práctica ha demostrado que en muchos casos no es conveniente usarlas, debido a que como se construyen en la parte aguas arriba de los taludes, provocan reblandecimientos y derrumbes.

Bombeo

Es la inclinación que se da a ambos lados del camino, para drenar la superficie del mismo, evitando que el agua se encharque provocando reblandecimientos o que corra por el centro del camino causando daños debido a la erosión.

2.1.18.2. Drenaje transversal

Su finalidad es permitir el paso transversal del agua sobre un camino, sin obstaculizar el paso. En el drenaje transversal encontramos Puentes y Alcantarillas.

Puentes

Los puentes son estructuras de más de seis metros de claro, se distingue de las alcantarillas por el colchón que estas levan en la parte superior.

Alcantarillas

Las alcantarillas son estructuras transversales al camino que permiten el cruce del agua y están protegidas por una capa de material en la parte superior, pueden ser de forma rectangular, cuadrada, de arco o tubular, se construyen de concreto, lamina, piedra o madera.

Diseño drenaje trasversal y pluvial

Coefficiente de esorrentía

Es el porcentaje de agua total llovida tomada en consideración, puesto que no todo el volumen de precipitación pluvial drena por medio de alcantarilla natural o artificial. Esto se debe a la evaporación, infiltración, retención del suelo, etc. Por lo que existirá diferente coeficiente para cada tipo de terreno, el cual será mayor cuanto más impermeable sea la superficie. Este coeficiente está en función del material sobre el cual circula el agua y varía desde 0,01 a 0,95.

El coeficiente C de escorrentía, es la variable del método racional menos susceptible a determinación precisa. Su uso en la fórmula implica una relación de arreglo para cualquier área de drenaje dada. En este proyecto, el valor de coeficiente C es de 0,60, que corresponde a una zona residencial, colonias (ver tabla del anexo 3), con estos datos se procede a calcular el caudal de diseño.

Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia es el espesor de la lámina de agua por unidad de tiempo producida por esta, suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó. Se mide en milímetros por hora.

La intensidad de lluvia se determina a través de registros pluviográficos elaborados por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), con base en estaciones pluviométricas ubicadas a inmediaciones de las cabeceras departamentales. Este tipo de información es, generalmente, insuficiente en localidades muy pequeñas, pero se puede hacer uso de información de localidades vecinas o de características similares.

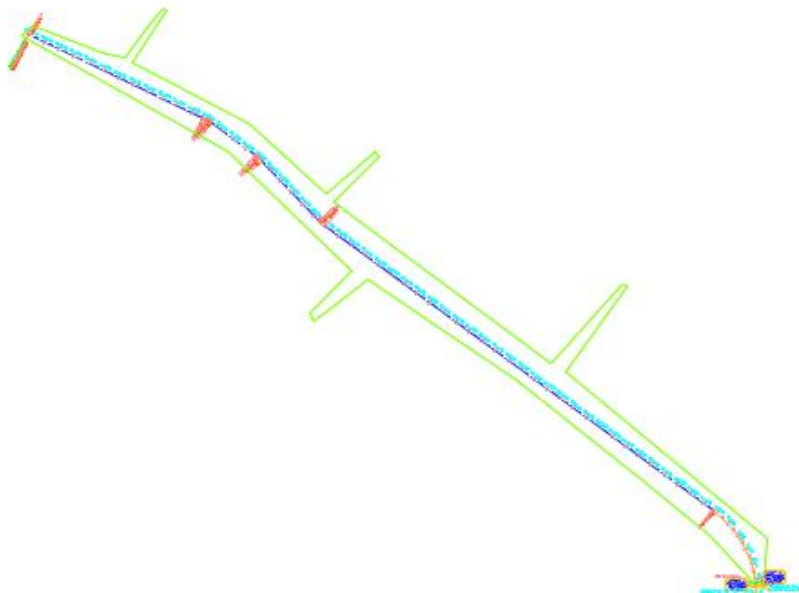
Se consultó con el INSIVUMEH la intensidad de lluvia para la región de estudio. En la pestaña Atlas Hidrológico se obtiene la intensidad de lluvia de 20 minutos de duración para un período de retorno de 10 años. (Ver la figura en anexo 1). Para la zona donde se ubica el proyecto $I = 110$ milímetros por hora.

Áreas tributarias

Son las que contribuyen a la escorrentía del agua de la estructura de drenaje. El área por drenar se determinará sumando al área de las calles y el área de los lotes que son tributarios al ramal en estudio.

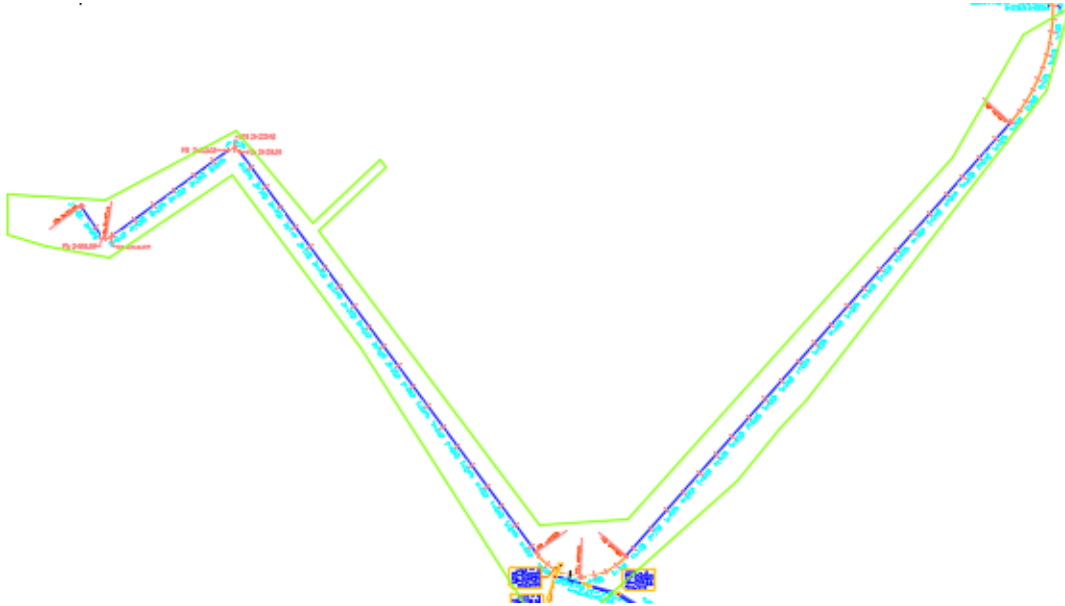
El área por drenar es divide en dos, estación 1+150 de 5 hectáreas y la estación 1+790 de 4,70 hectáreas. El área de 11 hectáreas de la estación 1 + 150 es la única que contará con un sistema de drenaje pluvial con tubería PVC corrugada de 36 pulgadas y 4 pozos de visita, y un cabezal de desfogue. La estación 1+ 790 con un área de 4,70 hectáreas, contara con un dissipador de energía (Ver anexos). Ambas estaciones tendrán su punto de salida en el río Plátanos.

Figura 12. **Estación 1 + 150, área 5 hectáreas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Estación 1 + 790, área 4,70 hectáreas



Fuente: elaboración propia.

Caudal de diseño

El método que se utilizó en este proyecto fue el racional en el cual se asume que el caudal máximo, para un punto dado, se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía superficial, durante un período de precipitación máxima (diseño), debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana, hasta el punto considerado tiempo de concentración. Este método está representado por la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño en m³/s

A = Área drenada de la cuenca en hectáreas

I = Intensidad de lluvia en mm/hora

C = Coeficiente de escorrentía

Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el que se necesita para que el agua superficial descienda desde el punto más remoto de la cuenca hasta el punto de estudio. Se divide en tiempo de entrada y tiempo de flujo dentro de la alcantarilla.

Para el diseño de sistemas de alcantarillado pluvial, se considera que los tramos iniciales tienen un tiempo de concentración de doce minutos. El tiempo de flujo dentro de la alcantarilla, para tramos consecutivos, se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$T_2 = T_1 + \frac{L}{60 V}$$

Donde:

T1 = Tiempo de concentración en el tramo anterior en minutos

L = Longitud del tramo anterior en metros

V = Velocidad a sección llena en el tramo anterior en metros por segundo

Pendiente del terreno

El criterio general es que los sistemas de alcantarillado trabajen por gravedad. Por esa razón existe una pendiente mínima al sistema del 0,50 %, que permite que el agua conducida se desplace libremente, la máxima corresponde a la que permita la velocidad máxima admisible para la tubería por utilizar. Para calcular la pendiente del terreno se utiliza la relación siguiente:

$$S \% = \frac{\text{Cota del terreno inicial} - \text{Cota del terreno final}}{\text{Longitud del tramo}} \times 100$$

Velocidad de flujo a sección llena

La velocidad del flujo a sección llena se calculó con la relación de *Manning*.

$$V = \left[\frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \right]$$

Donde:

V = Velocidad del flujo a sección llena (m/s).

R = Radio hidráulico.

S = Pendiente del gradiente hidráulico (m/m).

n = Coeficiente de rugosidad de *Manning* (Para tubería de Concreto con diámetros menores de 24" n = 0,015, para diámetros mayores de 24". n = 0,013 y para PVC n = 0,009).

Cálculo hidráulico del drenaje trasversal:

Caudal de diseño

$$Q1 = \frac{0,60 * \frac{110 \text{ mm}}{h} * 5 \text{ Ha}}{360} = 0,92 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q2 = \frac{0,60 * \frac{110 \text{ mm}}{h} * 4,7 \text{ Ha}}{360} = 0,86 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para determinar el diámetro necesario para este caudal se utiliza la fórmula de *Manning* la cual es:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

$$V1 = \frac{1}{0,009} * 0,2254^{\frac{2}{3}} * 0,0066^{1/2} = 3,34 \text{ m/s}$$

$$V2 = \frac{1}{0,009} * 0,2254^{\frac{2}{3}} * 0,0052^{1/2} = 2,97 \text{ m/s}$$

Como $Q = V * A$

$A = 0,66 \text{ m}$.

El caudal a sección llena es $Q_1 = 2,21 \text{ m}^3/\text{s}$ Y $Q_2 = 1,96 \text{ m}^3/\text{s}$

$$2,21 \text{ m}^3/\text{s} > 0,92 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$1,96 \text{ m}^3/\text{s} > 0,86 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, la sección propuesta cumple para desfogar el caudal de diseño.

Ejemplo de cálculo hidráulico del drenaje pluvial estación 1 + 790

En el diseño se toma como pozo 1 y pozo 2 el drenaje transversal de la estación 1 + 150, pozo 3 y pozo 4 del drenaje transversal de la estación 1+ 790. Se tendrá como inicio del drenaje pluvial el pozo 4.

Tramo: pozo 4 – pozo 5

Pendiente del terreno

$$S \% = \frac{1\ 009,84 - 1\ 009,55}{52,58} \times 100 = 0,55 \%$$

Área tributaria = 4,70 hectáreas.

Coefficiente de escorrentía (ver tabla del anexo 3), "C"= 0,60

Tiempo de concentración

$$T_2 = 12 + \frac{52,58}{60 (4,21)} = 12,21 \text{ minutos}$$

Intensidad de lluvia= 110 mm/hora.

Caudal de diseño

$$q = \frac{0,60 * \frac{110 \text{ mm}}{h} * 4,70 \text{ Ha}}{360} (1\ 000) = 861,67 \text{ l/s}$$

Velocidad a sección llena

$$V = \frac{1}{0,009} * 0,2254^{\frac{2}{3}} * 0,0052^{1/2} = 2,964896 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q = (2,964896) * \frac{\pi(36 * 0,0254)^2}{4} (1\ 000) = 1\ 947,02 \text{ l/}$$

Relación q/Q y v/V

$$q / Q = 861,67 / 1\ 947,02 = 0,442162$$

$$v / V = 0,9640$$

Teniendo el valor de la relación q/Q y buscando este valor en las tablas de diseño hidráulico (ver tabla anexo 9), se puede obtener el valor v/V. Si no se encuentra el valor exacto, entonces se busca uno aproximado. Este último valor obtenido se multiplica por la velocidad a sección llena. De esta manera se sabe la velocidad a sección parcial. Y sucesivamente se van obteniendo los demás valores.

Velocidad de diseño

Entonces,

$$v = 0,9640 * 2,964896 = 2,86 \text{ m/ s}$$

$$Q > q \quad 1\,947,02 > 861,67 \quad \text{sí cumple}$$

$$v < 3,00 \text{ m/s} \quad 2,86 < 3,00 \quad \text{sí cumple}$$

Velocidad máxima en alcantarilla pluvial es de 3 m/s. Según normas generales de la municipalidad de Guatemala, y criterios de otras normas internacionales por tipo de material es de 6 m/s, (ver tabla anexo 10 y 11).

Tabla IX. Cálculo hidráulico drenaje pluvial estación 1 + 790

De	A	Cotas del terreno		DH (mts)	DH acum	S% terreno	Área tributaria hectáreas	Intensidad de lluvia mm/h	Tiempo de concentración minutos	Coeficiente de escorrentía constante	Caudal de diseño (Qd) l/s	Diámetro de tubería plg.	Pendiente de tubería %
		Inicio	Parcial										
4	5	1 009,84	1 009,55	52,58	52,58	0,55	4,7	110	12	0,6	861,67	36	0,52
5	6	1 009,55	1 009,61	100	152,58	-0,06	4,7	110	12,55631066	0,6	861,67	36	0,53
6	7	1 009,61	1 008,80	97,5	250,12	0,83	4,7	110	13,05847656	0,6	861,67	36	0,63
7	8	1 008,80	1 008,65	100	60,36	0,15	4,7	110	13,60457882	0,6	861,67	36	0,55
8	CAB	1 008,65	1 001,55	59,7	120,03	11,90	4,7	110	13,74364063	0,6	861,67	36	3,02

De	A	Sección llena			Relaciones hidráulicas de secciones circulares				Cotas Invert		Altura de Pozo	
		V	Q	q/Q	v/V	a/A	d/D	v (m/s)	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
4	5	2,9675299	1 948,76	0,442162	0,96400	0,4491	0,4600	2,86	1 006,74	1 006,55	3,10	3,00
5	6	2,99592796	1 967,40	0,437971	0,95500	0,4365	0,4500	2,86	1 006,55	1 006,02	3,00	3,60
6	7	3,23730999	2 125,92	0,405315	0,93100	0,4238	0,4400	3,01	1 006,02	1 005,40	3,60	3,40
7	8	3,05193146	2 004,18	0,429934	0,95500	0,4365	0,4500	2,91	1 005,40	1 004,85	3,40	3,80
8	CAB	7,15149605	4 696,34	0,1834763	0,73	0,2178	0,2700	5,22	1 004,85	1 003,05	3,80	0,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.19. Planos constructivos

Los planos constructivos para el pavimentación de concreto (ver anexo), están conformados por planta general, perfil, planta perfil, secciones transversales, detalles, drenaje transversal, drenaje pluvial, dissipador de energía y cabezal de desfogue.

2.1.20. Presupuesto

El presupuesto fue elaborado bajo las siguientes consideraciones, contempla renglones de trabajo, precios unitarios y costo por renglón. En lo que respecta a costos indirectos se aplicó un 25 %, que incluye administración, utilidades y dirección técnica, para las prestaciones de este proyecto, se aplicó el 45 %, factor que se utilizó para la mano de obra (ver apéndice 2).

2.1.20.1. Resumen presupuesto

Tabla X. Presupuesto del pavimento de concreto

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
1,10	Preliminares				
1,10	Trazo y replanteo topográfico	2,36	Km	Q 27 576,22	Q 65 079,88
1,20	Limpia, chapeo y destronque	1,35	Ha	Q 24 919,33	Q 33 641,10
2,00	Movimiento de tierras				
2,10	Excavación no clasificada	12 524,00	m ³	Q 73,98	Q 926 525,52
2,20	Reacondicionamiento de subrasante	12 920,00	m ²	Q 6,20	Q 80 104,00
2,30	Capa de base granular (t = 0,15 m)	2 520,00	m ³	Q 177,51	Q 447 325,20
3,00	Capa de rodadura				
3,10	Capa de concreto 5 000 PSI (t= 0.15 m)	12 920,00	m ²	Q 225,81	Q 2917 465,20
4,00	Estructuras de Drenaje				
4,10	Suministro e instalación de tubería PVC 36"	420,00	ml	Q 2 731,70	Q 1147 314,00
4,20	Cunetas revestidas de concreto (t=0,10 m)	3 680,00	ml	Q 119,23	Q 438 766,40
4,30	Excavación	1 612,00	m ³	Q 147,81	Q 238 269,72
4,40	Cajas y cabezal de desfogue	30,00	m ³	Q 4 059,26	Q 121 777,80
4,50	Disipador de energía	25,00	m ³	Q 1 854,35	Q 46 358,75
5,00	Drenaje pluvial				
5,10	Pozo de visita de 3,00 m.	1,00	Unidad	Q 14 899,74	Q 14 899,74
5,20	Pozo de visita de 3,40 m.	1,00	Unidad	Q 15 457,32	Q 15 457,32
5,30	Pozo de visita de 3,60 m.	1,00	Unidad	Q 15 842,19	Q 15 842,19
5,40	Pozo de visita de 3,80 m.	1,00	Unidad	Q 16 379,84	Q 16 379,84
5,50	Limpieza final	1,35	Ha	Q 10 373,22	Q 14 003,85

Total con I.V.A. = Q 6 539 210,50

Fuente: elaboración propia.

2.1.20.2. Integración de precios unitarios

Tabla XI. Precios unitarios del pavimento de concreto

No. 1,1 Renglon: Trazo y replanteo topográfico Cantidad: 2,36 Unidad: km.
--

Tiempo de ejecución (días) = 15,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Estación total TOPCOM + 3 prismas	15,00	Día	Q 500,00	Q 7 500,00
2	Herramientas varias	1,00	Global	Q 1 341,20	Q 1 341,20
3	Flete interno	30,00	viaje	Q 55,00	Q 1 650,00
Total de maquinaria y equipo =					Q 10 491,20

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Pintura blanca	5,00	Galón	Q 65,90	Q 329,50
2	Pintura roja	5,00	Galón	Q 75,50	Q 377,50
3	Cal hidratada horcalza	10,00	Saco	Q 32,50	Q 325,00
4	Clavos de lámina	10,00	Libra	Q 9,60	Q 96,00
5	Estacas de madera cotado y cepillado 2"x 2"x 15"	1 400,00	Unidad	Q 10,75	Q 15 050,00
Total de materiales =					Q 16 178,00

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Topógrafo	1,00	unidad	Q 200,00	Q 30 00,00
2	Cadenero	3,00	Unidad	Q 125,00	Q 56 25,00
3	Encargado	1,00	Unidad	Q 200,00	Q 30 00,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,10	Q 20 41,50
Total de mano de obra calificada =					Q 13 666,50
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 6 149,93
Total de mano de obra =					Q 19 816,43

Costo directo = Q	46 485,63
Consto indirecto = Q	11 621,41
I.V.A. = Q	6 972,84
Costo unitario = Q	27 576,22

Fuente: elaboración propia.

(Continúa en apéndice 2)

2.1.21. Cronograma de ejecución física y financiera

Tabla XII. Cronograma de ejecución física y financiera pavimento

No.	Descripción	Mes 1			Mes 2			Mes 3			Mes 4			Total parcial con IVA
1,10	Trazo y replanteo topográfico	1,00%												Q65 079,88
1,20	Limpia, chapeo y destronque	0,51%												Q33 641,10
2,10	Excavación no clasificada	9,45%		4,72%										Q926 525,52
2,20	Reacondicionamiento de subrasante			1,22%										Q80 104,00
2,30	Capa de base granular (t = 0,15 m)			6,84%										Q447 325,20
3,10	Capa de concreto 5 000 PSI (t= 0.15 m)				14,9%		29,7%							Q2917 465,20
4,10	Suministro e instalación de tubería PVC 36"							17,55%						Q1147 314,00
4,20	Cunetas revestidas de concreto (t=0,10 m)								6,71%					Q438 766,40
4,30	Excavación							3,64%						Q238 269,72
4,40	Cajas y cabezal de desfogue											1,86%		Q121 777,80
4,50	Disipador de energía										0,71%			Q46 358,75
5,00	Drenaje pluvial											1,17%		Q76 582,94
Avance financiero		Q716 404,65		Q1808 759,44		Q3769 326,92		Q244 719,49						Q6 562 379,90
Avance físico		10,96%		27,66%		57,64%		3,74%						
Avance físico acumulado		10,96%		38,62%		96,26%		100,00%						

Fuente: elaboración propia.

2.1.22. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental es un término de política ambiental, orientada a asegurar la consideración de intereses públicos ambientales en la toma de decisiones sobre proyecto y actividades productivas, permitiendo opciones de desarrollo.

El estudio de impacto ambiental identificará y corregirá las consecuencias en el ambiente que puedan afectar la calidad de vida de los habitantes, pero valora el agua, el aire, la flora, la fauna en función de los ecosistemas. El proyecto por desarrollar se caracteriza como proyecto nuevo. El mayor riesgo durante la ejecución corresponde al producido por movimientos de tierra, se adjunta el formulario (ver anexos).

2.2. Diseño del sistema de drenaje sanitario para la colonia brisas de Gerona de San Miguel Petapa, Guatemala

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, aplicando las normas de INFOM. Se calculó, para un período de diseño de 20 años, tomando en cuenta una dotación diaria de 120 lt/hab/día, con un factor de retorno de 0,80. La cantidad de viviendas actuales es de 131, con una densidad de seis habitantes por vivienda y una tasa de crecimiento de 3,94 %, todo el sistema será con tubería PVC. Está integrado de la siguiente manera: longitud total de 1 507,50 m, 40 pozos de visita de diversas profundidades, 131 conexiones domiciliarias y se propone un tratamiento primario con fosas sépticas y pozos de absorción para ser posteriormente descargada en las aguas al río Plátanos.

2.2.2. Levantamiento topográfico

El equipo utilizado en el trabajo fue: una estación total marca TOPCOM, distanciómetro y prisma marca WILD, plomadas, estacas, clavos y pintura.

2.2.2.1. Altimetría

Se utilizó el método taquimétrico, el cual es adecuado para este tipo de proyectos, que no requiere de precisión específica.

2.2.2.2. Planimetría

Se utilizó el método de conservación de azimut, para la medición de la planimetría.

2.2.3. Período de diseño

Tiempo durante el cual una obra prestará un servicio eficiente. Por supuesto que este tiempo se cuenta a partir de la puesta en operación del sistema. En el presente estudio se definió un período de diseño de 20 años; tomando en cuenta calidad de materiales, el crecimiento demográfico, administración y mantenimiento del proyecto.

2.2.3.1. Cálculo de la población

Para el cálculo de la población existen tres métodos: geométrico, aritmético y exponencial. En este caso, se utiliza el método geométrico porque se adapta mejor a las condiciones demográficas de nuestro país.

2.2.3.2. Incremento geométrico

La fórmula es:

$$P_F = P_O * (1+r)^n$$

PF = Población futura o población de diseño

Po = Población actual

n = Período de diseño

r = Tasa de crecimiento poblacional

Datos:

P₀ = 653 habitantes

n = 20 años

r = 3,94 % dato utilizado, con base al censo del INE 2002

$$P_F = P_0 * (1+r)^n = 653 * (1 + 0,0394)^{20} = 1\ 415 \text{ habitantes}$$

2.2.4. Generalidades de un sistema de alcantarillado

El sistema consiste en recolectar y transportar todas las aguas servidas para llevarlas a un lugar donde se le aplicará un proceso de transformación por tratamiento primario, el cual se compone por fosas sépticas y pozos de absorción para su retorno al ambiente.

2.2.5. Consideraciones de diseño

Se tomó en cuenta el reglamento del Instituto de Fomento Municipal, INFOM, “Normas generales para diseño de alcantarillado”, por contener criterios técnicos de construcción e hidráulicos, donde también se toman en cuenta las velocidades máximas y mínimas para el diseño.

2.2.6. Cálculo de caudales

2.2.6.1. Dotación

Es la cantidad (volumen por unidad de tiempo) de agua asignada a una unidad de consumo, en poblaciones se expresa en (lt/hab/día). La utilizada para la colonia Brisas de Gerona es de 120 lt/hab/día, según información proporcionada por la municipalidad de San Miguel Petapa.

2.2.6.2. Velocidad de flujo

La velocidad de flujo se determina con factores como:

D = Diámetro de la sección circular

S = Pendiente de la gradiente hidráulica

n = coeficiente de rugosidad de Manning

= 0,014 para tubos de concreto

= 0,010 para tubos de PVC.

La velocidad de flujo se calcula siempre a sección llena en m/seg.

En el diseño de la colonia Brisas de Gerona, se utiliza una velocidad no menor de 0,40 m/s, para proporcionar una acción de auto limpieza en las tuberías, ni mayor de 5,0 m/s a sección llena, según material de la tubería y las especificaciones del fabricante.

La velocidad mínima es para evitar la sedimentación en la tubería y un taponamiento. La velocidad máxima es para evitar erosión o desgaste en la tubería debido a los sólidos que transporta el flujo.

2.2.6.3. Tirante o profundidad del flujo

El valor del tirante hidráulico máximo deberá ser menor o igual que 75 % y el mínimo deberá ser mayor o igual que 10 % del diámetro nominal de la tubería, para el caudal de diseño.

2.2.6.4. Uso de agua

El uso del agua es exclusivamente doméstico. La fuente de abastecimiento de agua de la colonia Brisas de Gerona es a través de un pozo mecánico.

2.2.7. Caudal domiciliar

Es el agua que se recolecta, después de haber sido usado y luego se traslada al colector principal del sistema.

El caudal domiciliar está dado de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dom.}} = \frac{\text{Dot.} \cdot \text{F.R.} \cdot \text{Hab.}}{86\ 400} \quad Q_{\text{dom.}} = \frac{1\ 415 \text{ hab.} \cdot 120 \text{ lt/hab/día} \cdot 0,80}{86\ 400} = 1,57 \text{ l/s.}$$

Donde:

Hab. = Número de habitantes futuros del tramo

Dot. = Dotación (lt/hab/día)

F. R. = Factor de retorno

86 400 = Constante

2.2.7.1. Factor de retorno

Es el que indica la cantidad de agua que retorna al alcantarillado sanitario por cada vivienda, lo cual es considerado entre el 70 y 80 por ciento de la dotación de agua potable asignada a la comunidad. Para este caso se tomó el factor de retorno del 80 por ciento.

2.2.8. Caudal de conexiones ilícitas

Es la cantidad de agua pluvial producido por las viviendas donde los usuarios la conectan al alcantarillado sanitario. En este tipo de caudal se toma en cuenta el área de techos y patios, así como de la intensidad de lluvia. Una de las formas para calcularlo es por el Método racional.

Según el INFOM, este valor se puede tomar como un 10 a 20 por ciento del caudal domiciliar; sin embargo, en áreas donde no hay alcantarillado pluvial, podrá usarse un valor 200 por ciento. Para este caso, se aplicó este criterio, por ser la que se adapta a las condiciones del lugar.

$$Q_{\text{ILICITOS}} = 2 * Q_{\text{DOM}} = 3,14 \text{ lt. /seg.}$$

2.2.9. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, que dependerá del nivel freático del agua, que ingresa a través de las paredes de la tubería y/o juntas, de las propiedades del material, permeabilidad del terreno y la calidad de mano de obra.

En este estudio no se toma en cuenta, ya que en el diseño se utiliza tubería de PVC.

2.2.10. Caudal comercial

Son las aguas negras resultantes, que se desechan de los comercios, comedores, restaurantes, hoteles, Puesto que la colonia Brisas de Gerona carece de ellos, no se contempla caudal comercial alguno.

2.2.11. Caudal industrial

Es el agua negra proveniente de las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, alimentos etc. Pero debido a que en el área no existen industrias, entonces se considera nulo.

2.2.12. Factor de caudal medio (fqm)

Este factor regula la aportación del caudal en la tubería. Se considera como la suma de los caudales domiciliarios, de infiltración, por conexión ilícita, comercial e industrial.

$$fqm = \frac{Q \text{ sanitario}}{\text{No.de habitantes}} = \frac{\Sigma(QDOM + QCOM + QIND + QILICITOS + QINFILTRACIÓN)}{\text{No.habitantes}}$$

$$fqm = \frac{3,14 \text{ lt/seg} + 1,57 \text{ lt/seg}}{1 \ 415 \text{ hab.}} = 0,003$$

Este factor según el INFOM debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005. Si da un valor menor se tomará 0,002 y si fuera mayor se tomará 0,005, para este diseño se tomó un factor de 0,003.

2.2.13. Factor de Harmond

Este factor representa la probabilidad de que múltiples accesorios sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en una comunidad. Este factor cubre las horas picos, es decir en las horas que más se utiliza el sistema de drenaje. Se determina mediante la fórmula:

$$FH = \left[\frac{18 + \sqrt{p/1\ 000}}{4 + \sqrt{p/1\ 000}} \right] = \left[\frac{18 + \sqrt{1\ 415 / 1\ 000}}{4 + \sqrt{1\ 415 / 1\ 000}} \right] = 3,70$$

Donde P es la población expresada en miles.

El factor de Harmond es adimensional y se encuentra entre los valores de 1,5 a 4,5, según sea el tamaño de la población a servir del tramo.

2.2.14. Caudal de diseño

Indica la cantidad de caudal que transportará el alcantarillado sanitario, en cualquier punto en todo de la red. Este establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillo.

Se calcula con la ecuación:

$$Q_{\text{DISEÑO}} = f_{qm} * F_H * N_o. \text{ habitantes} = 0,003 * 3,70 * 1\ 415 = 15,71 \text{ lt/seg.}$$

Donde:

$Q_{\text{DISEÑO}}$ = Caudal de diseño (l/seg)

F_{qm} = Factor de caudal medio

FH = Factor de Harmond

N_o . habitantes = Número de habitantes contribuyentes a la tubería.

2.2.15. Determinación de la ruta

Para la determinación de la ruta, se tomó en cuenta la dirección o sentido del flujo a través del sistema, optimizando las pendientes existentes, para obtener una línea central inicial desde la cota alta del terreno. El sistema de alcantarillado está conformado por ramales o colectores principales, desembocando a un sistema de tratamiento, a base fosas sépticas y pozos de absorción ya tratada hacia el cuerpo receptor que es el río Plátanos.

2.2.16. Pendiente

La pendiente de tubería si fuera posible debe adaptarse a la del terreno para reducir costos de excavación, siempre y cuando estén dentro del rango de velocidades permitidas, $0,40 \text{ mts/seg.} \leq V \leq 5,0 \text{ mts /seg.}$ Para las conexiones domiciliarias, la pendiente mínima será de 2 % y la máxima de 6 %.

Tomando en cuenta que debe formar un ángulo horizontal, con respecto a la línea central del colector principal, de aproximadamente 45 grados en el sentido del flujo del caudal del sistema.

Cuando la altura de coronamiento de la tubería principal tenga una profundidad mayor a los 3,00 mts, bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar sobre las principales, para recibir las conexiones domiciliarias.

2.2.17. Cálculo de cotas Invert

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita, según las normas de INFOM. Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado, se calculan de la siguiente manera:

$$S_{\text{terreno}} \% = \frac{CTi - CTf}{D.H.} * 100$$

$$CTf = CTi - (D.H * S_{\text{terreno}} \%)$$

$$CII = CTi - (H_{\text{Trafic}} + E_{\text{Tubo}} + \phi)$$

$$CII = CIF - 0,03 \text{ cm}$$

$$CIF = CII - D.H * S_{\text{Tubo}} \%$$

$$H_{\text{pozo}} = CTi - CII - 0,20$$

$$H_{\text{pozo}} = CTf - CIF - 0,20$$

Donde:

CTf = Cota del terreno final

CTi = Cota de terreno inicial

D.H = Distancia horizontal

S% = Pendiente

CII = Cota Invert de inicio

CIF = Cota Invert de final

H_{trafic} = Profundidad mínima, de acuerdo con el tráfico del sector

E_{tubo} = Espesor de la tubería

Φ = Diámetro interior de la tubería

H_{pozo} = Altura del pozo

2.2.18. Diámetros de tubería

Los diámetros de tubería se consideran mínimos: colectores para alcantarillados sanitarios de 6" y 4" para conexiones domiciliarias, según normativa del INFOM para tuberías de PVC. En este sistema se utilizaron solo tuberías con diámetro de 6" para los ramales y colector principal 10" y, para conexiones domiciliarias, se utilizó tubería con diámetro de 4 pulgadas.

2.2.19. Pozos de visita

Un pozo de visita debe proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, cambios de gradiente, además de proporcionar ingreso de oxígeno al sistema. Se construyen de concreto, ladrillo de barro cocido, tubos de concreto o PVC. Según normativas del INFOM deben localizarse en los siguientes casos.

- Cambio de pendientes.
- Cambio de diámetro.
- En el inicio de cualquier ramal.
- En distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros, hasta de 24".
- En intersecciones de dos o más tuberías colectoras.
- En las curvas no más de 30 metros.

2.2.20. Especificaciones para pozos de visita

En este diseño, los pozos de visita son tipo cónico cilíndricos, con muros de ladrillo de punta, brocal y tapadera de concreto reforzado, cimentados en plancha de concreto, con canales para dirigir los caudales al tubo de salida. Ahora, cuando la caída sea mayor de 0,70 m se construirá un sifón de PVC para que el flujo ingrese a nivel de fondo.

2.2.21. Conexiones domiciliarias

Su finalidad es descargar las aguas provenientes de las casas y llevarlas al alcantarillado central.

2.2.21.1. 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 de la caja será de 0,45 m. Si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 “, las cajas deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la pendiente respectiva, para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado central, la altura mínima de la candela será de 1,00 metro.

2.2.21.2. Tubería secundaria

Es la tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe de interior de las viviendas. Deberá utilizarse tubo PVC de 4", con pendiente mínima de 2 % y máxima del 6 %, a efecto de facilitar la evacuación del agua. Se debe tomar en cuenta que la conexión domiciliar con el colector principal se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados aguas abajo.

2.2.22. Profundidad de la tubería

La profundidad del colector se dará en función de la pendiente del terreno, velocidad del flujo, caudal transportado y tirante hidráulico. Como también se debe tomar en cuenta la consideración de altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito liviano, tránsito pesado, y/o inclemencias del tiempo.

Según estudios realizados sobre cargas efectuadas por distintos tipos de transportes, se determinan profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior extrema de la tubería, en cualquier punto de su extensión.

Tabla XIII. **Profundidad mínima del colector para tubería de concreto**

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"	
TRÁNSITO LIVIANO	111	117	122	128	134	140	149	165	Cm.
TRÁNSITO PESADO	131	137	142	148	154	160	169	185	Cm.

Fuente: ZAPETA REYNOSO, Edgar, *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea el Chipotón y sistema de abastecimiento de agua potable, para la aldea San José Yalú, municipio de Sumpango, Sacatepéquez. p.20.*

Tabla XIV. **Profundidad mínima del colector para tubería de PVC**

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"	
TRÁNSITO LIVIANO	60	60	60	90	90	90	90	90	Cm.
TRÁNSITO PESADO	90	90	90	110	110	120	120	120	Cm.

Fuente: ZAPETA REYNOSO, Edgar, *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea el Chipotón y sistema de abastecimiento de agua potable, para la aldea San José Yalú, municipio de Sumpango, Sacatepéquez. p.20.*

2.2.22.1. Normas y recomendaciones

En todo sistema hidráulico es necesario cumplir las normas de diseño, ya que con esto facilita el buen funcionamiento, previniendo el desgaste inmediato de los materiales, al mismo tiempo cumplir con el período de diseño establecido y el sistema será exitoso. Es necesario cumplir con las normas de tubería, en este caso PVC norma 3034, con los diámetros correspondientes y respetar las velocidades, verificando si esta se encuentra entre los límites recomendados.

Según las normas ASTM 3034, la velocidad de flujo en líneas de drenaje sanitario no sea menor de 0,40 m/s. Con esto se evita la sedimentación en la

tubería y un taponamiento; y menor o igual que 5,0 m/s para impedir la erosión o desgaste.

Las Normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal –INFOM-, indican que el diámetro mínimo que se podrá ser de 8”, en el caso de tubería de concreto y, de 6”, para tubería de PVC, si el sistema de drenaje es sanitario.

Para las conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6” para tubería de concreto y 4” para tubería de PVC, formando ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal.

2.2.23. Volumen de excavación

Es el volumen de tierra que se removerá para la instalación adecuada de la tubería. Está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, la distancia entre ellos, ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, este cálculo se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$V = \left(\frac{H1 + H2}{2} \right) * d * t$$

Donde:

V = Volumen de excavación (m³)

H1 = Profundidad del primer pozo de visita (m)

H2 = Profundidad del segundo pozo de visita (m)

d = Distancia entre los dos pozos de visita (m)

t = Ancho de la zanja (m)

2.2.24. Principios hidráulicos

El principio hidráulico, para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, es transportar las aguas negras por tubería como si fuesen canales abiertos. El funcionamiento es por gravedad, donde el flujo está determinado por la rugosidad del material y por la pendiente del canal.

Para sistemas de alcantarillado sanitario, se emplean canales circulares cerrados cuya construcción es subterránea para evitar molestias. La superficie del agua afectada está solamente por la presión atmosférica y en muy pocas presiones, provocadas por los gases de la materia en descomposición que dichos caudales transportan.

2.2.25. Ecuación de Manning para flujos en canales

La ecuación de Manning, desarrollada alrededor de 1889, se ha convertido en la principal ecuación empleada para determinar la capacidad hidráulica requerida para una instalación de alcantarilla a gravedad. Una vez que se conocen los requerimientos de capacidad hidráulica, se puede determinar el área interna del tubo.

Para encontrar valores que determinen la velocidad y caudal que se conducen en un canal, se han propuesto fórmulas experimentales, en las cuales se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas en el conducto. Se encontraron fórmulas según las cuales existía un coeficiente C, el cual era tomado como una constante, pero se comprobó que es una variable que dependía de la rugosidad del material usado, de la velocidad y del radio medio hidráulico y por lo tanto no se definía con exactitud la ley de la fricción de los fluidos.

La ecuación de Manning se define así:

$$V = \left[\frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \right]$$

Donde:

V = Velocidad m/s

R = Radio hidráulico

S = Pendiente del canal

n = Coeficiente de rugosidad, propiedad del canal

2.2.26. Ecuación a sección llena

El caudal que transportará el tubo a sección llena se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = A * V$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

Donde:

Q = Caudal a sección llena (l/s)

A = Área de la tubería (m²)

V = Velocidad a sección llena (m/s)

D = Diámetro de tubo (m)

π = Constante Pi

2.2.27. Relaciones hidráulicas

En las relaciones hidráulicas, que trabajan a sección parcialmente llena y poder lograr de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando la fórmula de Manning.

Teniendo el valor de la relación q/Q y buscando este valor en las tablas de diseño hidráulico, se puede obtener el valor v/V . Si no se encuentra el valor exacto, se busca uno aproximado. Este último valor obtenido se multiplica por la velocidad a sección llena, con ello se logra saber la velocidad a sección parcial. Así, sucesivamente, se obtienen los demás valores.

Tabla XV. Relaciones hidráulicas

q/Q	v/V	a/A	d/D	q/Q	v/V	a/A	d/D
0.000001	0.019224	0.000054	0.001	0.005009	0.260223	0.019249	0.051
0.000005	0.030507	0.000164	0.002	0.005221	0.263528	0.019812	0.052
0.000011	0.039963	0.000275	0.003	0.005438	0.266810	0.020382	0.053
0.000021	0.048396	0.000434	0.004	0.005659	0.270068	0.020954	0.054
0.000034	0.056141	0.000606	0.005	0.005885	0.273304	0.021533	0.055
0.000050	0.063377	0.000789	0.006	0.006115	0.276517	0.022114	0.056
0.000070	0.070215	0.000997	0.007	0.006350	0.279709	0.022702	0.057
0.000093	0.076728	0.001212	0.008	0.006590	0.282879	0.023296	0.058
0.000120	0.082970	0.001446	0.009	0.006834	0.286029	0.023893	0.059
0.000151	0.088980	0.001697	0.01	0.007083	0.289158	0.024495	0.06
0.000185	0.094787	0.001952	0.011	0.007337	0.292267	0.025104	0.061
0.000223	0.100417	0.002221	0.012	0.007595	0.295356	0.025715	0.062
0.000265	0.105887	0.002503	0.013	0.007858	0.298427	0.026331	0.063
0.000311	0.111215	0.002796	0.014	0.008126	0.301479	0.026954	0.064
0.000361	0.116413	0.003101	0.015	0.008398	0.304512	0.027579	0.065
0.000415	0.121493	0.003416	0.016	0.008675	0.307527	0.028209	0.066
0.000473	0.126464	0.003740	0.017	0.008956	0.310524	0.028842	0.067
0.000536	0.131335	0.004081	0.018	0.009243	0.313504	0.029483	0.068
0.000602	0.136112	0.004423	0.019	0.009533	0.316466	0.030123	0.069
0.000672	0.140803	0.004773	0.02	0.009829	0.319412	0.030772	0.07
0.000746	0.145412	0.005130	0.021	0.010129	0.322342	0.031423	0.071
0.000825	0.149945	0.005502	0.022	0.010434	0.325255	0.032079	0.072
0.000908	0.154406	0.005881	0.023	0.010744	0.328152	0.032741	0.073
0.000995	0.158800	0.006266	0.024	0.011058	0.331034	0.033404	0.074
0.001086	0.163129	0.006657	0.025	0.011377	0.333900	0.034073	0.075
0.001182	0.167398	0.007061	0.026	0.011701	0.336751	0.034747	0.076
0.001282	0.171609	0.007470	0.027	0.012029	0.339587	0.035422	0.077
0.001386	0.175765	0.007886	0.028	0.012362	0.342408	0.036103	0.078
0.001495	0.179868	0.008312	0.029	0.012700	0.345215	0.036789	0.079
0.001608	0.183921	0.008743	0.03	0.013043	0.348007	0.037479	0.08
0.001725	0.187926	0.009179	0.031	0.013390	0.350786	0.038171	0.081
0.001847	0.191885	0.009626	0.032	0.013742	0.353551	0.038869	0.082
0.001973	0.195800	0.010077	0.033	0.014098	0.356302	0.039568	0.083
0.002103	0.199672	0.010532	0.034	0.014459	0.359039	0.040271	0.084
0.002238	0.203503	0.010997	0.035	0.014825	0.361764	0.040980	0.085
0.002378	0.207295	0.011472	0.036	0.015196	0.364475	0.041693	0.086
0.002521	0.211049	0.011945	0.037	0.015571	0.367173	0.042408	0.087
0.002670	0.214766	0.012432	0.038	0.015951	0.369859	0.043127	0.088
0.002823	0.218448	0.012923	0.039	0.016336	0.372532	0.043851	0.089
0.002980	0.222095	0.013418	0.04	0.016726	0.375193	0.044580	0.09
0.003142	0.225709	0.013921	0.041	0.017120	0.377842	0.045310	0.091
0.003308	0.229291	0.014427	0.042	0.017518	0.380479	0.046042	0.092
0.003479	0.232842	0.014941	0.043	0.017922	0.383103	0.046781	0.093
0.003654	0.236362	0.015459	0.044	0.018330	0.385717	0.047522	0.094
0.003834	0.239853	0.015985	0.045	0.018746	0.388318	0.048275	0.095
0.004019	0.243315	0.016518	0.046	0.019161	0.390908	0.049017	0.096
0.004208	0.246749	0.017054	0.047	0.019583	0.393487	0.049768	0.097
0.004401	0.250157	0.017593	0.048	0.020010	0.396055	0.050523	0.098
0.004599	0.253537	0.018139	0.049	0.020441	0.398611	0.051281	0.099
0.004802	0.256893	0.018693	0.05	0.020878	0.401157	0.052044	0.1

Continuación de la tabla XV.

q/Q	v/V	a/A	d/D	q/Q	v/V	a/A	d/D
0.005009	0.260223	0.019249	0.051	0.021319	0.403692	0.052810	0.101
0.005221	0.263528	0.019812	0.052	0.021765	0.406216	0.053580	0.102
0.005438	0.266810	0.020382	0.053	0.022215	0.408730	0.054351	0.103
0.005659	0.270068	0.020954	0.054	0.022670	0.411234	0.055127	0.104
0.005885	0.273304	0.021533	0.055	0.023130	0.413727	0.055906	0.105
0.006115	0.276517	0.022114	0.056	0.023594	0.416210	0.056688	0.106
0.006350	0.279709	0.022702	0.057	0.024063	0.418683	0.057473	0.107
0.006590	0.282879	0.023296	0.058	0.024537	0.421146	0.058262	0.108
0.006834	0.286029	0.023893	0.059	0.025015	0.423599	0.059053	0.109
0.007083	0.289158	0.024495	0.06	0.025498	0.426042	0.059849	0.11
0.007337	0.292267	0.025104	0.061	0.025986	0.428476	0.060648	0.111
0.007595	0.295356	0.025715	0.062	0.026479	0.430901	0.061450	0.112
0.007858	0.298427	0.026331	0.063	0.026976	0.433316	0.062255	0.113
0.008126	0.301479	0.026954	0.064	0.027477	0.435721	0.063061	0.114
0.008398	0.304512	0.027579	0.065	0.027984	0.438117	0.063873	0.115
0.008675	0.307527	0.028209	0.066	0.028495	0.440505	0.064687	0.116
0.008956	0.310524	0.028842	0.067	0.029010	0.442883	0.065503	0.117
0.009243	0.313504	0.029483	0.068	0.029531	0.445252	0.066324	0.118
0.009533	0.316466	0.030123	0.069	0.030056	0.447612	0.067147	0.119
0.009829	0.319412	0.030772	0.07	0.030585	0.449964	0.067972	0.12
0.010129	0.322342	0.031423	0.071	0.031119	0.452307	0.068801	0.121
0.010434	0.325255	0.032079	0.072	0.031658	0.454641	0.069633	0.122
0.010744	0.328152	0.032741	0.073	0.032202	0.456967	0.070469	0.123
0.011058	0.331034	0.033404	0.074	0.032750	0.459284	0.071307	0.124
0.011377	0.333900	0.034073	0.075	0.033302	0.461593	0.072146	0.125
0.011701	0.336751	0.034747	0.076	0.033860	0.463893	0.072991	0.126
0.012029	0.339587	0.035422	0.077	0.034422	0.466185	0.073838	0.127
0.012362	0.342408	0.036103	0.078	0.034988	0.468470	0.074686	0.128
0.012700	0.345215	0.036789	0.079	0.035559	0.470746	0.075538	0.129
0.013043	0.348007	0.037479	0.08	0.036135	0.473014	0.076393	0.13
0.013390	0.350786	0.038171	0.081	0.036715	0.475274	0.077250	0.131
0.013742	0.353551	0.038869	0.082	0.037300	0.477526	0.078111	0.132
0.014098	0.356302	0.039568	0.083	0.037890	0.479770	0.078975	0.133
0.014459	0.359039	0.040271	0.084	0.038484	0.482007	0.079841	0.134
0.014825	0.361764	0.040980	0.085	0.039083	0.484236	0.080711	0.135
0.015196	0.364475	0.041693	0.086	0.039686	0.486457	0.081582	0.136
0.015571	0.367173	0.042408	0.087	0.040294	0.488671	0.082456	0.137
0.015951	0.369859	0.043127	0.088	0.040906	0.490877	0.083332	0.138
0.016336	0.372532	0.043851	0.089	0.041523	0.493076	0.084212	0.139
0.016726	0.375193	0.044580	0.09	0.042145	0.495268	0.085095	0.14
0.017120	0.377842	0.045310	0.091	0.042771	0.497452	0.085980	0.141
0.017518	0.380479	0.046042	0.092	0.043401	0.499629	0.086866	0.142
0.017922	0.383103	0.046781	0.093	0.044036	0.501799	0.087756	0.143
0.018330	0.385717	0.047522	0.094	0.044676	0.503961	0.088650	0.144
0.018746	0.388318	0.048275	0.095	0.045320	0.506117	0.089545	0.145
0.019161	0.390908	0.049017	0.096	0.045969	0.508265	0.090443	0.146
0.019583	0.393487	0.049768	0.097	0.046622	0.510407	0.091343	0.147
0.020010	0.396055	0.050523	0.098	0.047280	0.512541	0.092246	0.148
0.020441	0.398611	0.051281	0.099	0.047943	0.514669	0.093153	0.149
0.020878	0.401157	0.052044	0.1	0.048609	0.516790	0.094059	0.15

Fuente: elaboración propia.

2.2.28. Ejemplo de diseño

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PZ - 1 y PZ – 2.

Características:

Tipo de sistema alcantarillado sanitario

Tramo:	De PZ - 1 a PZ – 2
Distancia horizontal:	99,97 m
Número de casas del tramo:	16 casas
Densidad vivienda:	6 hab/vivienda
Total de habitantes a servir:	actuales: 96. Futuros: 208

- Cotas del terreno
Inicial 1 050,92 m
Final 1 048,05 m
- Pendiente del terreno
$$P = \frac{(CT \text{ Inicial} - CT \text{ Final})}{\text{Distancia}} * 100$$
$$P = \frac{(1\ 050,92 - 1\ 048,05)}{99,97} * 100$$
$$P = 2,87 \%$$
- Caudal medio
$$Q_{\text{med}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{C.I}} + Q_{\text{Inf.}}$$
$$Q_{\text{dom}} = N_{\text{O. Hab.}} * \text{Dotación} * F.R / 86\ 400$$
$$Q_{\text{dom}} = 208 * 120 * 0,80 / 86\ 400$$
$$Q_{\text{dom}} = 0,231 \text{ l/s}$$
$$Q_{\text{C.I}} = (2 * Q_{\text{dom}})$$

$$Q_{C.I} = (2 * 0,231 \text{ l/s})$$

$$Q_{C.I} = 0,462 \text{ l/s}$$

$$Q_{Inf} = 0,00 \text{ l/s}$$

$$Q_{med} = 0,231 \text{ l/s} + 0,462 \text{ l/s} + 0,00 \text{ l/s}$$

$$Q_{med} = 0,693 \text{ l/s}$$

- Factor de caudal medio

$$FQM = Q_{med} / \text{No.Hab.}$$

$$FQM = 0,693 / 208 = 0,0033$$

Para este tramo se utilizará el valor de 0,003

- Factor de Harmond

$$FH = (18 + P^{1/2}) / (4 + P^{1/2}) \text{ y } P = 208 / 1000$$

$$FH = (18 + 0,208^{1/2}) / (4 + 0,208^{1/2})$$

$$FH = 4,14$$

- Caudal de diseño

$$q_{dis} = \text{No. Hab.} * FQM * F.H$$

$$q_{dis} = 208 * 0,003 * 4,14$$

$$q_{dis} = 2,58 \text{ l/s}$$

- Diámetro de tubería

6", tubería PVC

- Pendiente de tubería

3,67 %

Distancia horizontal de PZ-1 a PZ-2 = 99,97m

Pendiente de tubería de PZ -1 a PZ-2 = 3,67 %

- Velocidad a sección llena

$$V = ((0,03752)^{2/3} * S^{1/2}) / n$$

$$V = 1 / 0,010 (0,03752)^{2/3} * (3,67 / 100)^{1/2}$$

$$V = 2,15 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q_{sec \text{ llena}} = A * V$$

$$Q_{\text{sec llena}} = \pi/4 * (6 * 0,0254)^2 * 2,15 * 1\ 000 \text{ l/1 m}^3$$

$$Q_{\text{sec llena}} = 39,22 \text{ l/s}$$

- Relación de caudales

$$q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}}$$

$$q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = 2,58 / 39,22$$

$$q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = 0,06578$$

- Relación de velocidad $v / V = 0,565762$

- Relación de tirantes $d / D = 0,174$

- Velocidad a sección parcial $\sqrt{v} = V * v / V$
 $\sqrt{v} = 2,15 * 0,565762$
 $\sqrt{v} = 1,21 \text{ m/s}$

- Chequeo

Caudal	2,58 < 39,22	cumple
Velocidad	0,40 < 1,21 < 5,00	cumple
Tirante	0,10 < 0,174 < 0,75	cumple

- Distancia horizontal efectiva

Diámetro de pozos: 2,00 metros

Grosor de paredes: Ladrillo tayuyo (23 * 11 * 6,5) cm

DHefec = distancia entre pozos – ((Ø1 pv1 + grosor paredes pv1) / 2) + ((Ø2 pv2 + grosor paredes pv2) / 2)

$$DHefec = 99,97 - ((2,00 + 0,46) / 2) + ((2,00 + 0,46) / 2)$$

$$DHefec = 97,51 \text{ m}$$

- Cota invert de salida del pozo 1

$$Cis = 1\ 049,72$$

Donde:

$$Cis = \text{Cota invert salida del pozo 1}$$

- Cota invert entra al pozo 1

Cie = cota invert de salida del pozo 1 (Cis) – (3,67 % * longitud de diseño)

$$Cie = 1\ 049,72 - (3,67 \% * 100,03)$$

Cie = 1 046,05

Dónde:

Cie = Cota invert entra del pozo 2

Longitud de Diseño = $\sqrt{99,97^2 + ((99,97*3,67)/100)^2} = 100,03 \text{ m}$

- Profundidad del pozo PZ-1
Alt. PZ-1 = cota del terreno – cota invert de salida
Alt. PZ-1 = 1 050,92 – 1 049,72 = 1,20 m
- Profundidad del pozo PZ- 2
Alt. PZ - 2 = cota del terreno – cota invert de salida
Alt. PZ - 2 = 1 048,05 – 1 046,05 = 2,00 m
- Volumen de excavación de zanja
Ancho de Zanja de Excavación = 0,60 m
Vol. Exc. = 0,60 ((AltPV-2+AltPV-1)/2*DH)
Vol. Exc.= 0,60m ((2,00m+1,20m)/2*97,51m) = 93,61 m³

2.2.29. Propuesta de tratamiento de aguas servidas

El propósito del tratamiento de las aguas servidas es separar la cantidad de sólidos para ser descargados a las aguas receptoras. Para esto, el tratamiento adecuado y con eficiencia debe contar con el 85 % en DBO5 y DQO, según Acuerdo Ministerial número 236-2006, “Reglamento de las descargas y reusó de aguas residuales y de la disposición de lodos”.

Para un tratamiento adecuado previo a la disposición de las aguas negras, hay que tener en cuenta factores como: espacio disponible para las instalaciones, topografía del terreno, costo de la construcción y mantenimiento requerido, para seleccionar las unidades adecuadas a la población. Para este proyecto se propone la construcción de fosas sépticas con sus respectivos pozos de absorción.

Fosas sépticas

Están diseñadas para retirar de las aguas servidas, los sólidos en suspensión, orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico un período de 12 a 72 horas, llamado período de retención. El proceso de sedimentación se logra cuando el líquido está en reposo o fluye a una velocidad relativamente baja, durante el tiempo suficiente, que permita que se depositen en el fondo, la mayor parte de los sólidos sedimentables, que son principalmente sólidos orgánicos. De esta manera, se logra su separación de la corriente de aguas servidas. De los sólidos suspendidos que llegan a la fosa, se decanta la mayor parte de la materia sedimentable, la cual entra en un proceso de digestión anaeróbica con disolución, licuación y volatilización de la materia orgánica, antes de su estabilización.

Por esta razón, la cantidad de lodo que se acumula en el estanque es pequeña, pero con el tiempo, acumula una cantidad capaz de disminuir el volumen efectivo de la fosa y, como consecuencia, el período de retención.

Diseño de la fosa séptica

La fosa séptica es un estanque hermético. Puede construirse de ladrillo, piedra, concreto o cualquier otro material que se considere adecuado. Es un tanque de escurrimiento horizontal y continuo de un solo piso. Las fosas pueden ser de uno o doble compartimiento. Investigaciones realizadas en fosas con uno y con dos compartimientos, han demostrado que las de dos compartimientos proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo cual provee una mayor protección del sistema de absorción.

Para el diseño de la fosa séptica debe tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- El período de retención mínimo de 12 horas.
- Relación largo-ancho de la fosa L/A; de 2/1 a 4/1.
- Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza, es de 30 a 60 l/hab/año.
- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional debe ser de 60 viviendas.

Nomenclatura y fórmulas:

$$T = V/Q \Rightarrow V=QT \text{ y, } Q = q*N$$

Donde:

T = Período de retención V = Volumen en litros

Q = Caudal L/día N = Número de personas servidas

q = Gasto de aguas negras L/hab/día q = Caudal domiciliar

Cálculo de volumen

Para el cálculo del volumen se asume una altura (H), que es la altura útil, es decir, el fondo de la fosa al nivel de agua se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados, queda el volumen como:

$$V = A*L*H$$

Donde:

A = Ancho de fosa L = Largo de la fosa H = Altura útil

Se conoce la relación L/A se sustituye una de las dos en la fórmula de V y se determina el valor de la otra magnitud.

Por ejemplo. Si L/A es igual a 2, entonces $L = 2A$, al sustituir L en la fórmula se tiene:

$V = 2 \cdot A^2 \cdot H$ de donde se obtiene el valor del ancho de la fosa.

Cálculo de las fosas para el proyecto:

Período de retención: 24 horas

Gasto 120 L/hab/día

Número de habitante: 360 habitantes (60 viviendas)

Lodos 40 L/hab/año

Relación largo / ancho 2/1

Período de limpieza: 5 años

Volumen para el líquido

- Cálculo del caudal
 $Q = qN = 120 \text{ L/hab/día} \times 0,80 \times 360$
 $Q = 34\,560 \text{ L/día}$
 $Q = 34,56 \text{ m}^3/\text{día}$
- Volumen
 $V = QT = 34\,560 \text{ L/día}$
 $V = 34\,560 \text{ litros}$
 $V = 34,56 \text{ m}^3$
- Volumen de lodos
 $V = N \text{ gasto de lodos}$
 $V = 360 \text{ hab} \times 40 \text{ l/hab/año}$
 $V = 14\,400 \text{ l}$
 $V = 14,40 \text{ m}^3$

$V = 14,40 \times 5$ años (período de limpieza)

$V = 72 \text{ m}^3$; para período de limpieza de 5 años

Volumen total: $34,56 \text{ m}^3 + 72 \text{ m}^3 = 106,56 \text{ m}^3$

$V = ALH$

Como $L/A = 2$ entonces $L = 2A$ al sustituir L en la ecuación de V

$V = 2 \cdot A^2 \cdot H$

Se asume $H = 2,90$

$A^2 = V/2H$

$A^2 = 106,56 / 2(2,90) = 18,37$

$A = 4,29 \text{ m}$

Como $L = 2A = 2(4,29) = 8,59 \text{ m}$

Entonces: a utilizar por diseño

$A = 4,29 \text{ m}$ $A=4,70 \text{ m}$

$L = 8,59 \text{ m}$ $L=9,70 \text{ m}$

$H = 2,90 \text{ m}$ $H=2,90 \text{ m}$

Pozos de absorción

Para este proyecto se tomó la decisión de construir pozos de absorción y fosas sépticas, con el fin de darle un tratamiento adecuado a las aguas servidas, asegurando una infiltración al momento de depositarlas en el cuerpo receptor que es el río Plátanos.

2.2.30. Programa de operación y mantenimiento

Es necesario formar un comité en la colonia Brisas de Gerona, encargado de administrar correctamente las actividades de operación y mantenimiento del sistema, para disminuir los costos de estas actividades. Este comité deberá ser electo anualmente para involucrar a toda la población en estas actividades. El

sistema trabaja por gravedad y no requiere de una operación específica diaria; sin embargo, se debe contemplar limpieza y revisión dos veces al año de los pozos de visita, antes del invierno, porque a medida de su uso se produce el desgaste y envejecimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario.

2.2.31. Planos y detalles

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario se presentan en el apéndice. Están conformados por planta de densidad poblacional, plano libreta topográfica, curvas de nivel, conjunto hidráulico, planta perfil y detalles (ver anexos).

2.2.32. Presupuesto

El presupuesto fue elaborado bajo las siguientes consideraciones, contempla renglones de trabajo, precios unitarios y costo por renglón. En los costos indirectos se aplicó un 25 %, que incluye administración, utilidades y dirección técnica. Para las prestaciones de este proyecto, se aplicó el 45 %, factor que se utilizó para la mano de obra en la municipalidad de San Miguel Petapa (ver apéndice 3).

2.2.32.1. Resumen del presupuesto

Tabla XVI. Presupuesto del drenaje sanitario

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
1,00	PRELIMINARES				
1,01	Replanteo topográfico	1 507,50	ml	Q 10,43	Q 15 723,23
1,02	Demolición de estructuras de concreto	661,02	m ²	Q 81,42	Q 53 820,25
1,03	Excavación	4 436,39	m ³	Q 34,78	Q 154 297,64
2,00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA				
2,01	Tubería PVC Norma 3034 Ø= 6"	926,44	ml	Q 261,65	Q 242 403,03
2,02	Tubería PVC Norma 3034 Ø= 10"	581,06	ml	Q 499,12	Q 290 018,67
3,00	RELLENO CONTROLADO				
3,01	Relleno de zanjas y pozos de visita	4 632,00	m ³	Q 71,77	Q 332 438,64
4,00	POZOS DE VISITA				
4,01	Pozo de visita de 0,90 m.	1,00	Unidad	Q 5 925,45	Q 5 925,45
4,02	Pozo de visita de 1,20 m.	3,00	Unidad	Q 7 925,85	Q 23 777,55
4,03	Pozo de visita de 1,50 m.	4,00	Unidad	Q 5 208,88	Q 20 835,52
4,04	Pozo de visita de 2,00 m.	5,00	Unidad	Q 6 130,59	Q 30 652,95
4,05	Pozo de visita de 2,50 m.	2,00	Unidad	Q 6 872,23	Q 13 744,46
4,06	Pozo de visita de 2,70 m.	1,00	Unidad	Q 8 446,30	Q 8 446,30
4,07	Pozo de visita de 2,75 m.	2,00	Unidad	Q 5 202,55	Q 10 405,10
4,08	Pozo de visita de 3,00 m.	14,00	Unidad	Q 7 603,41	Q 106 447,74
4,09	Pozo de visita de 3,50 m.	5,00	Unidad	Q 8 741,63	Q 43 708,15
4,10	Pozo de visita de 3,60 m.	1,00	Unidad	Q 9 879,31	Q 9 879,31
4,11	Pozo de visita de 3,75 m.	1,00	Unidad	Q 9 180,70	Q 9 180,70
4,12	Pozo de visita de 4,00 m.	1,00	Unidad	Q 9 407,00	Q 9 407,00
5,00	CONEXIONES DOMICILIARES				
5,01	Conexiones al sistema de drenaje	131,00	Unidad	Q 1 259,92	Q 165 049,52
				Total con I.V.A = Q 1 546 161,20	

Fuente: elaboración propia.

2.2.32.2. Integración de precios unitarios

Tabla XVII. Precios unitarios del drenaje sanitario

No. 1,01
Reglon: Replanteo topográfico
Cantidad: 1 507,50
Unidad: ml

Tiempo de ejecución (días) = 5,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Estación total TOPCOM + 3 prismas	5,00	Día	Q 500,00	Q 2 500,00
2	Herramientas varias	1,00	Global	Q 1 341,20	Q 1 341,20
3	Flete interno	10,00	Viaje	Q 55,00	Q 550,00
4					Q -
Total de maquinaria y equipo =					Q 4 391,20

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Pintura blanca	2,00	Galón	Q 65,90	Q 131,80
2	Pintura roja	2,00	Galón	Q 75,50	Q 151,00
3	Cal hidratada horcalza	2,00	Saco	Q 32,50	Q 65,00
4	Clavos de lámina	4,00	Libra	Q 9,60	Q 38,40
5	Estacas de madera cotado y cepillado 2"x 2"x 15"	20,00	Unidad	Q 10,75	Q 215,00
Total de materiales =					Q 601,20

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Topógrafo	1,00	Unidad	Q 200,00	Q 1 000,00
2	Cadenero	3,00	Unidad	Q 125,00	Q 1 875,00
3	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 750,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 680,00
Total de mano de obra calificada =					Q 4 305,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 1 937,25
Total de mano de obra =					Q 6 242,25

Costo directo = Q	11 234,65
Consto indirecto = Q	2 808,66
I.V.A. = Q	1 685,20
Costo unitario = Q	10,43

Fuente: elaboración propia.

(Continúa en apéndice 3)

CONCLUSIONES

1. El diseño de pavimento de concreto consiste en solucionar la problemática que generan las calles de terracería y la falta de drenaje pluvial. Esto impide el libre transitar, lo cual representa costos de mantenimiento por año. Por ello, se propone el pavimento rígido que mejorará las condiciones de comunicación y acceso. De esta manera se contribuye al desarrollo de la comunidad y su área de influencia, beneficia directamente a los pobladores del lugar.
2. El proyecto de pavimento de concreto tiene un costo de Q. 6 539 210,50 lo cual equivale a un costo de Q. 2 770 851,91 por kilómetro. Esta construido con drenaje transversal, disipador de energía y cunetas tipo trapezoidal con espesor de carpeta de rodadura a 0,15 centímetros y base granular de 0,15 centímetros.
3. El diseño de alcantarillado sanitario para la colonia Brisas de Gerona, está contemplado para funcionar eficientemente durante un periodo de diseño de 20 años, a partir de su construcción. Se cubrirán las 131 viviendas existentes dentro de la colonia, con un total de 653 habitantes. El drenaje sanitario contribuiría a mejorar las condiciones sanitarias de la comunidad además lograra contribuir a la limpieza de lago de Amatitlán.

4. El proyecto de alcantarillado sanitario tiene un costo de Q. 1 546 161,20 lo cual equivale a un costo de Q. 1 025,54 por metro lineal. Estará construido con tubería PVC de 6 y 10 pulgadas. Se cuenta con un terreno para futura planta de tratamiento de aguas residuales.

5. A través del Ejercicio Profesional Supervisado, el estudiante superará una etapa más en la carrera, ya que le permite adquirir madurez y experiencia, factores fundamentales para tomar decisiones en el desempeño de la profesión.

RECOMENDACIONES

1. Se deben ejecutar los proyectos de acuerdo con los planos constructivos y especificaciones técnicas, para alcanzar los resultados esperados para el periodo el cual fueron diseñados.
2. La construcción de ambos proyectos deberá ser ejecutada y supervisada por personal altamente calificado, para cumplir con las especificaciones que cada proyecto demanda, ya que así se garantiza la funcionalidad y durabilidad de los mismos.
3. La construcción del sistema de drenaje sanitario deberá hacerse apegándose a los planos presentados, cualquier variación de los mismos puede influir en el rendimiento del sistema y en la vida útil del proyecto.
4. Dar mantenimiento drenaje transversal, al inicio y al final de cada invierno, para garantizar el buen funcionamiento del sistema durante período de vida.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dirección General de Caminos. *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes*. Guatemala: DGC, 2001. 300 p.
2. ENRÍQUEZ LÓPEZ, Gerber Iván. *Diseño de alcantarillado sanitario para la comunidad agraria San Roque y puente vehicular en el sector Méndez, municipio de Génova Costa Cuca, departamento de Quetzaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 130 p.
3. HUN AGUILAR, Ligia Elizabeth. *Diseño del pavimento rígido y drenaje pluvial para un sector de la aldea Santa María Cauque, del municipio de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. 19 p.
4. INSTITUTO DE FOMENTO MUBICIPAL, *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: IMFOM, 2001. 100 p.
5. RAMOS CONTRERAS, Carlos Enrique. *Diseño de la carretera y puente vehicular hacia la colonia Ferrocarrilera, cabecera municipal de Escuintla, departamento de Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012. 10 p.

6. ZAPETA REYNOSO, Edgar. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea el Chipotón y sistema de abastecimiento de agua potable, para la aldea San José Yalú, municipio de Sumpango, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 20 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Tabla resumen de corte y relleno

Tabla de volumen total							
Estación	Área de relleno	Área de corte	Volumen de relleno	Volumen de corte	Volumen acumulado de relleno	Volumen acumulado de corte	Volumen neto
0+020.00	0.02	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	0.00	3.69	0.17	42.61	0.17	42.61	42.44
0+060.00	0.00	5.27	0.00	89.68	0.17	132.28	132.11
0+080.00	0.00	6.03	0.00	113.06	0.17	245.34	245.17
0+100.00	0.00	4.69	0.00	107.25	0.17	352.59	352.42
0+120.00	0.00	4.32	0.00	90.15	0.17	442.74	442.58
0+140.00	0.00	2.64	0.00	69.65	0.17	512.40	512.23
0+160.00	0.00	2.10	0.00	47.42	0.17	559.82	559.65
0+180.00	0.00	1.78	0.00	38.80	0.17	598.62	598.45
0+200.00	0.00	1.17	0.00	29.48	0.17	628.09	627.92
0+220.00	0.02	0.48	0.20	16.48	0.36	644.57	644.20
0+240.00	0.12	0.54	1.38	10.10	1.75	654.66	652.92
0+260.00	0.00	0.49	1.18	10.25	2.93	664.91	661.98
0+280.00	0.09	0.50	0.90	9.93	3.83	674.84	671.02
0+300.00	0.08	0.17	1.72	6.79	5.55	681.63	676.09
0+320.00	0.37	0.52	4.53	6.91	10.07	688.54	678.47
0+340.00	0.00	0.46	3.70	9.72	13.77	698.26	684.49
0+360.00	0.01	0.67	0.13	11.23	13.90	709.49	695.59
0+380.00	0.17	0.25	1.80	9.15	15.70	718.64	702.94
0+400.00	0.14	0.47	3.06	7.20	18.76	725.85	707.09
0+420.00	0.00	1.16	1.39	16.34	20.15	742.18	722.03
0+430.00	0.00	2.22	0.00	16.92	20.15	759.10	738.95
0+440.00	0.00	1.51	0.00	18.62	20.15	777.72	757.57
0+460.00	0.00	0.92	0.00	24.33	20.15	802.05	781.90
0+480.00	0.00	1.46	0.00	23.75	20.15	825.81	805.66
0+500.00	0.00	1.52	0.00	29.79	20.15	855.59	835.44
0+520.00	0.00	1.99	0.00	35.07	20.15	890.66	870.51
0+540.00	0.00	2.01	0.00	39.97	20.15	930.63	910.48
0+560.00	0.00	0.85	0.00	28.64	20.15	959.27	939.13
0+580.00	0.00	0.95	0.00	18.06	20.15	977.34	957.19
0+600.00	0.00	1.30	0.00	22.52	20.15	999.85	979.71
0+620.00	0.00	1.75	0.00	30.46	20.15	1030.32	1010.17
0+640.00	0.00	2.15	0.00	38.97	20.15	1069.29	1049.14
0+660.00	0.00	2.43	0.00	45.83	20.15	1115.12	1094.97
0+680.00	0.00	3.00	0.00	54.35	20.15	1169.46	1149.31
0+700.00	0.00	3.13	0.00	61.28	20.15	1230.74	1210.59
0+720.00	0.00	3.47	0.00	66.01	20.15	1296.75	1276.60
0+740.00	0.00	3.96	0.00	74.33	20.15	1371.08	1350.93
0+760.00	0.00	4.43	0.00	83.92	20.15	1455.00	1434.85
0+780.00	0.00	4.65	0.00	90.83	20.15	1545.83	1525.68

Continuación de Apéndice 1.

Tabla de volumen total							
Estación	Área de relleno	Área de corte	Volumen de relleno	Volumen de corte	Volumen acumulado de relleno	Volumen acumulado de corte	Volumen neto
0+800.00	0.00	4.97	0.00	96.24	20.15	1642.07	1621.92
0+820.00	0.00	5.48	0.00	104.53	20.15	1746.59	1726.45
0+840.00	0.00	6.31	0.00	117.84	20.15	1864.44	1844.29
0+860.00	0.00	6.72	0.00	130.26	20.15	1994.69	1974.55
0+880.00	0.00	7.03	0.00	137.54	20.15	2132.23	2112.09
0+900.00	0.00	7.50	0.00	145.30	20.15	2277.53	2257.38
0+920.00	0.00	9.17	0.00	166.69	20.15	2444.22	2424.07
0+940.00	0.00	11.31	0.00	204.87	20.15	2649.09	2628.94
0+960.00	0.00	13.25	0.00	245.63	20.15	2894.72	2874.57
0+980.00	0.00	15.86	0.00	291.10	20.15	3185.82	3165.67
1+000.00	0.00	16.72	0.00	325.77	20.15	3511.59	3491.44
1+020.00	0.00	14.68	0.00	313.96	20.15	3825.54	3805.40
1+040.00	0.00	11.87	0.00	265.59	20.15	4091.13	4070.98
1+050.00	0.00	11.02	0.00	114.49	20.15	4205.62	4185.47
1+060.00	0.00	10.63	0.00	108.17	20.15	4313.79	4293.64
1+070.00	0.00	9.64	0.00	101.29	20.15	4415.08	4394.94
1+080.00	0.00	8.27	0.00	89.46	20.15	4504.54	4484.39
1+090.00	0.00	6.99	0.00	76.13	20.15	4580.67	4560.52
1+100.00	0.00	6.43	0.00	66.86	20.15	4647.53	4627.38
1+110.00	0.00	5.85	0.00	61.09	20.15	4708.62	4688.47
1+120.00	0.00	4.66	0.00	52.34	20.15	4760.96	4740.82
1+130.00	0.00	4.07	0.00	43.58	20.15	4804.54	4784.40
1+140.00	0.00	3.79	0.00	39.29	20.15	4843.84	4823.69
1+150.00	0.00	3.73	0.00	37.60	20.15	4881.43	4861.28
1+160.00	0.00	3.59	0.00	36.61	20.15	4918.04	4897.89
1+170.00	0.00	3.26	0.00	34.26	20.15	4952.30	4932.15
1+180.00	0.00	2.83	0.00	30.45	20.15	4982.75	4962.60
1+190.00	0.00	2.27	0.00	25.51	20.15	5008.26	4988.11
1+200.00	0.00	2.06	0.00	21.63	20.15	5029.89	5009.74
1+210.00	0.00	1.86	0.00	19.57	20.15	5049.45	5029.31
1+220.00	0.00	1.87	0.00	18.59	20.15	5068.04	5047.89
1+230.00	0.00	1.73	0.00	17.93	20.15	5085.97	5065.83
1+240.00	0.01	1.25	0.04	14.89	20.19	5100.86	5080.68
1+250.00	0.00	0.84	0.04	10.45	20.23	5111.31	5091.08
1+260.00	0.00	0.92	0.00	8.76	20.23	5120.07	5099.85
1+280.00	0.00	0.82	0.00	17.32	20.23	5137.39	5117.17
1+300.00	0.00	0.82	0.00	16.33	20.23	5153.72	5133.49
1+320.00	0.01	0.66	0.08	14.78	20.31	5168.50	5148.19
1+340.00	0.00	0.85	0.08	15.10	20.39	5183.60	5163.22
1+360.00	0.00	1.11	0.00	19.59	20.39	5203.20	5182.81

Continuación de Apéndice 1.

Tabla de volumen total							
Estación	Área de relleno	Área de corte	Volumen de relleno	Volumen de corte	Volumen acumulado de relleno	Volumen acumulado de corte	Volumen neto
1+380.00	0.00	1.14	0.00	22.53	20.39	5225.72	5205.34
1+400.00	0.00	1.35	0.00	24.96	20.39	5250.68	5230.29
1+420.00	0.00	1.47	0.00	28.23	20.39	5278.91	5258.52
1+440.00	0.00	1.22	0.00	26.89	20.39	5305.80	5285.41
1+460.00	0.00	0.96	0.00	21.80	20.39	5327.60	5307.21
1+480.00	0.00	0.97	0.00	19.35	20.39	5346.95	5326.57
1+500.00	0.07	0.33	0.69	13.02	21.08	5359.97	5338.89
1+520.00	0.10	0.19	1.72	5.19	22.80	5365.16	5342.36
1+540.00	0.00	0.49	1.03	6.78	23.84	5371.93	5348.10
1+560.00	0.00	1.20	0.00	16.87	23.84	5388.80	5364.97
1+580.00	0.00	1.82	0.00	30.22	23.84	5419.02	5395.19
1+600.00	0.00	2.53	0.00	43.50	23.84	5462.52	5438.68
1+620.00	0.00	3.26	0.00	57.84	23.84	5520.35	5496.52
1+640.00	0.00	4.11	0.00	73.63	23.84	5593.98	5570.15
1+660.00	0.00	5.11	0.00	92.13	23.84	5686.11	5662.28
1+680.00	0.00	6.30	0.00	114.11	23.84	5800.22	5776.38
1+700.00	0.00	7.48	0.00	137.81	23.84	5938.03	5914.19
1+720.00	0.00	8.84	0.00	163.22	23.84	6101.25	6077.41
1+730.00	0.00	9.77	0.00	93.06	23.84	6194.31	6170.47
1+740.00	0.00	10.49	0.00	100.86	23.84	6295.17	6271.33
1+750.00	0.00	10.29	0.00	103.24	23.84	6398.41	6374.57
1+760.00	0.00	10.89	0.00	105.18	23.84	6503.59	6479.76
1+770.00	0.00	11.63	0.00	111.63	23.84	6615.22	6591.39
1+780.00	0.00	11.20	0.00	112.93	23.84	6728.15	6704.32
1+790.00	0.00	10.49	0.00	107.59	23.84	6835.74	6811.91
1+800.00	0.00	10.58	0.00	105.06	23.84	6940.80	6916.97
1+810.00	0.00	11.36	0.00	109.52	23.84	7050.32	7026.48
1+820.00	0.00	9.71	0.00	105.27	23.84	7155.59	7131.75
1+840.00	0.00	8.87	0.00	185.81	23.84	7341.39	7317.55
1+860.00	0.00	8.33	0.00	172.09	23.84	7513.48	7489.64
1+880.00	0.00	7.30	0.00	156.34	23.84	7669.82	7645.98
1+900.00	0.00	6.88	0.00	141.83	23.84	7811.65	7787.82
1+920.00	0.00	6.21	0.00	130.96	23.84	7942.61	7918.78
1+940.00	0.00	5.66	0.00	118.68	23.84	8061.30	8037.46
1+960.00	0.00	6.35	0.00	120.01	23.84	8181.30	8157.47
1+980.00	0.00	3.67	0.00	100.13	23.84	8281.43	8257.59
2+000.00	0.00	4.02	0.00	76.82	23.84	8358.25	8334.41
2+020.00	0.00	2.08	0.00	60.96	23.84	8419.21	8395.38
2+040.00	0.00	2.74	0.00	48.23	23.84	8467.44	8443.60
2+060.00	0.00	2.26	0.00	50.02	23.84	8517.46	8493.63

Continuación de Apéndice 1.

Tabla de volumen total							
Estación	Área de relleno	Área de corte	Volumen de relleno	Volumen de corte	Volumen acumulado de relleno	Volumen acumulado de corte	Volumen neto
2+080.00	0.00	2.06	0.00	43.16	23.84	8560.62	8536.79
2+100.00	0.00	1.52	0.00	35.73	23.84	8596.35	8572.52
2+120.00	0.00	0.61	0.00	21.32	23.84	8617.67	8593.83
2+140.00	0.00	0.48	0.00	10.90	23.84	8628.57	8604.73
2+160.00	0.20	0.00	2.05	4.76	25.88	8633.33	8607.45
2+180.00	0.57	0.00	7.72	0.00	33.60	8633.33	8599.73
2+200.00	0.81	0.57	13.73	5.72	47.34	8639.05	8591.71
2+220.00	0.00	1.08	8.16	15.85	55.49	8654.91	8599.41
2+240.00	0.10	0.90	0.80	20.10	56.29	8675.00	8618.71
2+260.00	0.00	0.57	0.95	14.67	57.24	8689.67	8632.43
2+280.00	0.13	0.45	1.31	10.16	58.56	8699.84	8641.28
2+300.00	0.00	0.98	1.31	14.28	59.87	8714.12	8654.25
2+320.00	0.09	1.31	0.94	22.92	60.80	8737.04	8676.23
2+340.00	0.28	1.64	3.78	29.52	64.58	8766.55	8701.97
2+350.00	0.63	1.67	5.56	15.97	70.14	8782.52	8712.38
2+360.00	0.00	7.05	3.42	44.50	73.56	8827.03	8753.46
2+380.00	0.00	0.00	0.00	70.51	73.56	8897.53	8823.97

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Integración de precios unitarios del diseño de pavimentación de concreto para granja Gerona y Gerona Abajo de San Miguel Petapa, Guatemala.

No. 1,2 Renglón: Limpia, chapeo y destronque Cantidad: 1,35 Unidad: Ha

Tiempo de ejecución (días) = 6,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Pala cuadrada cabo corto	6,00	Unidad	Q 90,00	Q 540,00
2	Azadón	6,00	Unidad	Q 80,00	Q 480,00
3	Machetes tramontina	6,00	Unidad	Q 75,25	Q 451,50
4	3 Carretas 220 lb.	5,00	Días	Q 25,38	Q 126,90
5	Cargador frontal	16,00	hr-maq	Q 350,00	Q 5 600,00
6	Traslado de maquinaria	1,00	Unidad	Q 1 500,00	Q 1 500,00
7	Motosierra	2,00	Día	Q 156,51	Q 313,02
8	Flete externo botadero	20,00	Unidad	Q 90,00	Q 1 800,00
9	Flete interno	2,00	Unidad	Q 55,00	Q 110,00
Total de maquinaria y equipo =					Q 10 921,42

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Lámina 1/16 3x6'	5,00	Unidad	Q 176,50	Q 882,50
2	Costanera de 2"x3"	2,00	Unidad	Q 150,00	Q 300,00
3	Combustible regular	2,00	Galón	Q 22,12	Q 44,24
4	Diésel	64,00	Galón	Q 16,63	Q 1 064,32
Total de materiales =					Q 2 291,06

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Herrero	1,00	Unidad	Q 250,00	Q 1 500,00
2	Ayudante	6,00	Unidad	Q 75,00	Q 2 700,00
3	Encargado	1,00	Unidad	Q 200,00	Q 1 200,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,10	Q 816,60
5					Q -
Total de mano de obra calificada =					Q 6 216,60
Ayudante =				20,00%	Q 1,243,32
Prestaciones =				45,00%	Q 3,356,96
Total de mano de obra =					Q 10 816,88

Costo directo = Q	24 029,36
Consto indirecto = Q	6 007,34
I.V.A. = Q	3 604,40
Costo unitario = Q	24,919,33

Continuación de Apéndice 2.

No. 2,10
Renglon: Excavación no clasificada
Cantidad: 12 524,00
Unidad: m ³

Tiempo de ejecución (días) = 30,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Motoniveladora	836,00	Hr-maq	Q 350,00	Q 292 600,00
2	Retroescavadora	188,00	Hr-maq	Q 250,00	Q 47 000,00
3	Camión cisterna	40,00	Día	Q 250,00	Q 10 000,00
4	Camión de volteo	865,00	Viaje	Q 206,00	Q 178 190,00
5	Traslado de maquinaria	2,00	Unidad	Q 1 500,00	Q 3 000,00
6	depósito para diésel	3,00	Mes	Q 450,00	Q 1 350,00
7	Estación total + 3 prismas	36,00	Día	Q 500,00	Q 18 000,00
8	Flete interno	15,00	Viaje	Q 55,00	Q 825,00
Total de maquinaria y equipo =					Q 550 965,00

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Diésel maquinaria y cisterna	3 173,00	Galón	Q 16,63	Q52 766,99
2	Agua pozo municipal	174,00	Viaje	Q 50,00	Q 8 700,00
Total de materiales =					Q61 466,99

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 4 500,00
2	Ayudante	4,00	Unidad	Q 75,00	Q 9 000,00
3	Cuadrilla topográfica	1,00	Unidad	Q 425,00	Q12 750,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 4 080,00
5	Chofer cisterna	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 3 750,00
Total de mano de obra calificada =					Q34 080,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q15 336,00
Total de mano de obra =					Q49 416,00

Costo directo = Q	661 847,99
Consto indirecto = Q	165 462,00
I.V.A. = Q	99 277,20
Costo unitario = Q	73,98

Continuación de Apéndice 2.

No. 2,2
Reglon: Reacondicionamiento de subrasante
Cantidad: 12 920,00
Unidad: m2

Tiempo de ejecución (días) = 16,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Estación total TOPCOM + 3 prismas	1,00	Unidad	Q 500,00	Q 500,00
2	Rodo liso C5 583D	16,00	Dias	Q 1 000,00	Q16 000,00
3	Camión cisterna cap.2000 galones	16,00	Dias	Q 250,00	Q 4 000,00
4	Flete interno	16,00	Viajes	Q 55,00	Q 880,00

Total de maquinaria y equipo = Q21 380,00

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Pintura roja	5,00	Galón	Q 75,50	Q 377,50
2	Cal hidratada Horcalsa	100,10	Saco	Q 32,50	Q 3 253,25
3	Clavos de lámina	1,00	Libra	Q 9,60	Q 9,60
4	Agua pozo municipal	32,00	Viaje	Q 50,00	Q 1 600,00
5	Diésel	568,00	Galón	Q 16,63	Q 9 445,84

Total de materiales = Q14 686,19

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 2400
2	Cuadrilla topográfica	1,00	Unidad	Q 425,00	Q 6 800,00
3	Chofer cisterna	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 2 000,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 2 176,00
5	Ayudante	1,00	Unidad	Q 75,00	Q 1 200,00

Total de mano de obra calificada = Q14 576,00

Ayudante = 0,00% Q -

Prestaciones = 45,00% Q 6 559,20

Total de mano de obra = Q21 135,20

Costo directo = Q	57 201,39
Consto indirecto = Q	14 300,35
I.V.A. = Q	8 580,21
Costo unitario = Q	6,20

Continuación de Apéndice 2.

No. 2,3
Renglon: Capa de base granular (t = 0,15 m)
Cantidad: 2 520,00
Unidad: m ²

Tiempo de ejecución (días) = 16,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Motoniveladora CATERPILLA	42,00	Hr-maq	Q 350,00	Q 14 700,00
2	Rodo liso C5 583D	16,00	Día	Q 1 000,00	Q 16 000,00
3	Camión de volteo externo (material)	210,00	Viaje	Q 288,00	Q 60 480,00
4	Camión cisterna cap.2000 galones	31,00	Día	Q 250,00	Q 7 750,00
5	Flete interno	15,00	Día	Q 55,00	Q 825,00
6	Pisón apelmazador	15,00	Día	Q 249,57	Q 3 743,55
Total de maquinaria y equipo =					Q 103 498,55

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Base triturada	1 890,00	m3	Q 75,00	Q 141 750,00
2	Selecto	630,00	m3	Q 55,00	Q 34 650,00
3	Diésel	686,00	Galón	Q 28,92	Q 19 839,12
4	Cal hidratada Horcalsa	5,00	Saco	Q 32,50	Q 162,50
5	Agua pozo municipal	126,00	Viaje	Q 50,00	Q 6 300,00
6	Cinta de precaución	2,00	Unidad	Q 150,00	Q 300,00
Total de materiales =					Q 203 001,62

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 2 400,00
2	Ayudante	2,00	Unidad	Q 75,00	Q 2 400,00
3	Guardia de seguridad	1,00	unidad	Q 136,00	Q 2 176,00
4	Chofer cisterna	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 2 000,00
Total de mano de obra calificada =					Q 8 976,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 4 039,20
Total de mano de obra =					Q 13 015,20

Costo directo = Q	319 515,37
Consto indirecto = Q	79 878,84
I.V.A. = Q	47 927,31
Costo unitario = Q	177,51

Continuación de Apéndice 2.

No. 3,10
Renglon: Capa de concreto 5 000 PSI (t= 0.15 m)
Cantidad: 12 920,00
Unidad: m ²
Tiempo de ejecución (días) = 15,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	2 Vibrador de hormigón	30,00	Dia	Q 122,67	Q 3 680,10
2	Regla vibrante (gasolina)	15,00	Dia	Q 211,50	Q 3 172,50
3	2 Cortadora de pavimento	30,00	Dia	Q 313,02	Q 9 390,60
4	2 Generador mediano	30,00	Dia	Q 142,97	Q 4 289,10
5	Soplador-aspirador de (gasolina)	15,00	Dia	Q 142,97	Q 2 144,55
6	Depósito para gasolina	2,00	Unidad	Q 225,00	Q 450,00
7	2 Mezcladora	30,00	Dia	Q 126,90	Q 3 807,00
8	Sulfatadora de mochila	30,00	Dia	Q 46,53	Q 1 395,90

Total de maquinaria y equipo = Q 28 329,75

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Concreto premezclado	2 141,00	m3	Q 927,93	Q 1986 698,13
2	Costanerade acero perfil C para fundicion (2" x 6")	35,00	Unidad	Q 250,00	Q 8 750,00
3	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	124,00	Unidad	Q 26,00	Q 3 224,00
4	Alambre de amarre	47,00	Libra	Q 10,00	Q 470,00
5	Desencofrante	5,00	Galón	Q 68,36	Q 341,80
6	Curasol rojo	70,00	Galón	Q 54,41	Q 3 808,70
7	Petrolac (juntas)	80,00	Unidad	Q 63,64	Q 5 091,20
8	Gasolina super	150,00	Galón	Q 32,80	Q 4 920,00
9	Paletas de alisado	4,00	Unidad	Q 55,00	Q 220,00
10	Disco diamantado 12" borde segmentado	2,00	Unidad	Q 1 587,00	Q 3 174,00
11	Cemento tipo 1	55,00	Saco	Q 63,84	Q 3 511,20
12	Arena de río lavada	6,00	m3	Q 90,00	Q 540,00
13	Piedrín triturado Ø 3/4"	9,00	m3	Q 190,00	Q 1 710,00
14	piedra bola	6,00	m3	Q 205,00	Q 1 230,00
15	Tabla 1" x12" x 10'	30,00	Unidad	Q 38,40	Q 1 152,00
16	paral 3" x 4" 10'	6,00	Unidad	Q 48,00	Q 288,00
17	Clavos de 4"	10,00	Libra	Q 3,95	Q 39,50

Total de materiales = Q 2025 168,53

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	2,00	Unidad	Q 150,00	Q 4 500,00
2	Albañil para fundición	3,00	Unidad	Q 120,00	Q 5 400,00
3	Ayudante	8,00	unidad	Q 75,00	Q 9 000,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 2 040,00

Total de mano de obra calificada = Q 20 940,00

Ayudante = 0,00% Q -

Prestaciones = 45,00% Q 9 423,00

Total de mano de obra = Q 30 363,00

Costo directo = Q	2083 861,28
Consto indirecto = Q	520 965,32
I.V.A. = Q	312 579,19
Costo unitario = Q	225,81

Continuación de Apéndice 2.

No. 4,1
Renglon: Suministro e instalación de tubería PVC 36"
Cantidad: 420,00
Unidad: ml

Tiempo de ejecución (días) = 5,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
2	2 Pisón apelmazador	15,00	Dia	Q 249,57	Q 3 743,55
3	Flete interno	10,00	Viaje	Q 55,00	Q 550,00

Total de maquinaria y equipo = Q 4 648,55

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Diésel	62,00	Galón	Q 28,92	Q 1 793,04
2	Gasolina super	25,00	Galón	Q 32,80	Q 820,00
3	Tubo Novaforte corrugado Ø 36" X 6.00 m	70,00	Unidad	Q 11 343,32	Q 794 032,40
4	Pegamento PVC Novaforte	20,00	Galón	Q 345,00	Q 6 900,00

Total de materiales = Q 803 545,44

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	2,00	Unidad	Q 150,00	Q 15 00,00
2	Ayudante	8,00	Unidad	Q 75,00	Q 30 00,00
3	Albañil para fundición	3,00	Unidad	Q 125,00	Q 18 75,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 6 80,00
5	Chofer cisterna	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 7 50,00

total de mano de obra calificada = Q 7 805,00

Ayudante = 0,00% Q -

Prestaciones = 45,00% Q 3 512,25

Total de mano de obra = Q11 317,25

Costo directo = Q	819 511,24
Consto indirecto = Q	204 877,81
I.V.A. = Q	122 926,69
Costo unitario = Q	2 731,70

Continuación de Apéndice 2.

No. 4,20
Renglon: Cunetas revestidas
Cantidad: 3 680,00
Unidad: m2

Tiempo de ejecución (días) = 7,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Pisón apelmazador	6,00	Días	Q 249,57	Q 1 497,42
2	2 Mezcladora	14,00	Días	Q 126,90	Q 1 776,60
3	Caiman de 18" KENDO	2,00	Unidad	Q 134,50	Q 269,00
4	3 Carretas 220 lb.	7,00	Días	Q 25,38	Q 177,66
5	Flete interno	10,00	Viaje	Q 55,00	Q 550,00
Total de maquinaria y equipo =					Q 4 270,68

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Gasolina super	18,00	Galón	Q 32,80	Q 590,40
2	Electromalla de 2" x 2"	324,00	Unidad	Q 86,00	Q27 864,00
3	Alambre de amarre	56,00	Libra	Q 10,00	Q 560,00
4	Cemento tipo 1	3 096,00	Saco	Q 63,84	Q 197 648,64
5	Piedrín triturado Ø 3/4"	225,00	m3	Q 190,00	Q42 750,00
6	Arena de río lavada	287,00	m3	Q 90,00	Q25 830,00
7	Agua pozo municipal	14,00	Viaje	Q 50,00	Q 700,00
8	Diésel	87,00	Galón	Q 28,92	Q 2 516,04
Total de materiales =					Q 298 459,08

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 1 050,00
2	Albañil para fundición	2,00	Unidad	Q 120,00	Q 1 680,00
3	Ayudante	5,00	unidad	Q 75,00	Q 2 625,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 952,00
5	Chofer cisterna	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 1 050,00
Total de mano de obra calificada =					Q 7 357,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 3 310,65
Total de mano de obra =					Q10 667,65

Costo directo = Q	313 397,41
Consto indirecto = Q	78 349,35
I.V.A. = Q	47 009,61
Costo unitario = Q	119,23

Continuación de Apéndice 2.

No. 4,3
Renglon: Excavación
Cantidad: 1 612,00
Unidad: M3

Tiempo de ejecución (días) = 30,00

Maquinaria y Equipo						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	
1	Escavadora PC200 KOMATZU	62,00	Hr-maq	Q 350,00	Q21 700,00	
2	Retroexcavadora	51,00	Hr-maq	Q 250,00	Q12 750,00	
3	Camión cisterna cap.2000 galones	25,00	Dia	Q 250,00	Q 6 250,00	
4	Camión de volteo	126,00	Viaje	Q 206,00	Q25 956,00	
5	Camión de volteo externo (material)	78,00	Viaje	Q 288,00	Q22 464,00	
6	Traslado de maquinaria	2,00	Unidad	Q 1 500,00	Q 3 000,00	

Total de maquinaria y equipo = Q92 120,00

Materiales						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	
5	Diésel	412,00	Galón	Q 28,92	Q11 915,04	
15	Gasolina super	25,00	Galón	Q 32,80	Q 820,00	
19	Agua pozo municipal	110,00	Viaje	Q 50,00	Q 5 500,00	
20	Pegamento PVC Novaforte	5,00	Galón	Q 345,00	Q 1 725,00	

Total de materiales = Q19 960,04

Mano de obra						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	
1	Encargado	2,00	Unidad	Q 150,00	Q 90 00,00	
2	Ayudante	5,00	Unidad	Q 75,00	Q112 50,00	
3	Albañil para fundición	3,00	Unidad	Q 125,00	Q112 50,00	
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 40 80,00	
5	Chofer cisterna	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 45 00,00	

total de mano de obra calificada = Q40 080,00

Ayudante = 0,00% Q -

Prestaciones = 45,00% Q18 036,00

Total de mano de obra = Q58 116,00

Costo directo = Q	170 196,04
Consto indirecto = Q	42 549,01
I.V.A. = Q	25 529,41
Costo unitario = Q	147,81

Continuación de Apéndice 2.

No. 4,4
Renglon: Cajas y cabezal de desfogue
Cantidad: 30,00
Unidad: m3

Tiempo de ejecución (días) = 15,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
2	2 Mezcladora	15,00	Dia	Q 126,90	Q 1 903,50
3	2 Vibrador de hormigón	15,00	Dia	Q 122,67	Q 1 840,05
4	2 Pisón apelmazador	15,00	Dia	Q 249,57	Q 3 743,55
5	Flete interno	10,00	Viaje	Q 55,00	Q 550,00

Total de maquinaria y equipo = Q 8 392,10

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	127,00	saco	Q 63,84	Q 8 107,68
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	15,00	m3	Q 190,00	Q 2 850,00
3	Arena de río lavada	16,00	m3	Q 90,00	Q 1 440,00
4	Agua pozo municipal	10,00	Viaje	Q 50,00	Q 500,00
5	Acero lisa de Ø 1/4"	4,00	Varilla	Q 12,20	Q 48,80
6	Alambre de amarre	40,00	Libra	Q 10,00	Q 400,00
7	pedra bola	11,00	m3	Q 206,00	Q 2 266,00
8	Sikaset acelerante 230 Kg	2,00	Unidad	Q 2 900,00	Q 5 800,00
9	Desencofrante	7,00	Galón	Q 195,00	Q 1 365,00
10	Clavo de 4 "	45,00	Libra	Q 3,95	Q 177,75
11	Tubo PVC Ø 1/2"	1,00	Unidad	Q 5,00	Q 5,00
12	Tabla 1" x 6" x 10'	12,00	Unidad	Q 30,00	Q 360,00
13	Paral 3" x 4" x 10'	154,00	Unidad	Q 48,00	Q 7 392,00
14	Tabla 1" x 12" x 10'	345,00	Unidad	Q 38,00	Q13 110,00
15	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	8,00	Varilla	Q 60,00	Q 480,00
16	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	13,00	varilla	Q 26,00	Q 338,00

Total de materiales = Q44 640,23

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	2,00	Unidad	Q 150,00	Q 45 00,00
2	Ayudante	8,00	Unidad	Q 75,00	Q 90 00,00
3	Albañil para fundición	3,00	Unidad	Q 125,00	Q 56 25,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 20 40,00
5	Chofer cisterna	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 22 50,00

total de mano de obra calificada = Q23 415,00

Ayudante = 0,00% Q -

Prestaciones = 45,00% Q10 536,75

Total de mano de obra = Q33 951,75

Costo directo = Q	86 984,08
Consto indirecto = Q	21 746,02
I.V.A. = Q	13 047,61
Costo unitario = Q	4 059,26

Continuación de Apéndice 2.

No. 4,5
Renglon: Disipador de energía
Cantidad: 25,00
Unidad: m3

Tiempo de ejecución (días) = 6,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Escavadora PC200 KOMATZU	8,00	Hr-maq	Q 350,00	Q 2 800,00
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	2 Mezcladora	5,00	Dia	Q 126,90	Q 634,50
4	2 Pisón apelmazador	5,00	Dia	Q 249,57	Q 1 247,85
5	Camión cisterna cap.2000 galones	5,00	Dia	Q 250,00	Q 1 250,00
9	Flete interno	5,00	Viaje	Q 55,00	Q 275,00
10	2 Vibrador de hormigón	5,00	Dia	Q 122,67	Q 613,35

Total de maquinaria y equipo = Q 7 175,70

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	58,00	saco	Q 63,84	Q 3 702,72
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	9,00	m3	Q 190,00	Q 1 710,00
3	Arena de río lavada	6,00	m3	Q 90,00	Q 540,00
4	Agua pozo municipal	5,00	Viaje	Q 50,00	Q 250,00
5	Diésel	62,00	Galón	Q 28,92	Q 1 793,04
7	Alambre de amarre	40,00	Libra	Q 10,00	Q 400,00
8	piedra bola	3,00	m3	Q 206,00	Q 618,00
9	Sikaset acelerante 230 Kg	1,00	Unidad	Q 2 900,00	Q 2 900,00
10	Desencofrante	3,00	Galón	Q 195,00	Q 585,00
11	Clavo de 4 "	45,00	Libra	Q 3,95	Q 177,75
15	Gasolina super	25,00	Galón	Q 32,80	Q 820,00
17	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	8,00	Varilla	Q 60,00	Q 480,00
18	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	13,00	varilla	Q 26,00	Q 338,00

Total de materiales = Q 14 314,51

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	2,00	Unidad	Q 150,00	Q 18 00,00
2	Ayudante	5,00	Unidad	Q 75,00	Q 22 50,00
3	Albañil para fundición	3,00	Unidad	Q 125,00	Q 22 50,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 8 16,00
5	Chofer cisterna	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 9 00,00

total de mano de obra calificada = Q 8 016,00

Ayudante = 0,00% Q -

Prestaciones = 45,00% Q 3 607,20

Total de mano de obra = Q 11 623,20

Costo directo = Q	33 113,41
Consto indirecto = Q	8 278,35
I.V.A. = Q	4 967,01
Costo unitario = Q	1 854,35

Continuación de Apéndice 2.

No. 5,1
Renglon: Pozo de visita de 3,00 m.
Cantidad: 1,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecución (días) = 1,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	1,00	Dia	Q 126,90	Q 126,90
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	Flete interno	1,00	Viaje	Q 55,00	Q 55,00
4	Vibrador de hormigón	1,00	Dia	Q 122,67	Q 122,67
5	Generador mediano	1,00	Dia	Q 142,97	Q 142,97

Total de maquinaria y equipo = Q 802,54

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	14,00	saco	Q 63,84	Q 893,76
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	1,50	m3	Q 190,00	Q 285,00
3	Arena de río lavada	1,50	m3	Q 90,00	Q 135,00
4	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	1,50	Unidad	Q 60,00	Q 90,00
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	11,00	Unidad	Q 26,00	Q 286,00
6	Acero liso de Ø 1/4"	1,00	Unidad	Q 12,20	Q 12,20
7	piedra bola	0,02	m3	Q 206,00	Q 4,12
8	Gasolina super	3,50	Galón	Q 32,80	Q 114,80
9	Arena amarilla	0,15	m3	Q 65,00	Q 9,75
10	Arena blanca	0,15	m3	Q 75,00	Q 11,25
11	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q 750,00
12	Cal hidratada horcalza	1,00	Saco	Q 32,50	Q 32,50
13	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	1 526,00	Unidad	Q 1,05	Q 1 602,30
14	Alambre de amarre	5,00	Libra	Q 10,00	Q 50,00
15	Piedrín triturado Ø 1/4"	25,00	m3	Q 190,00	Q 4 750,00

Total de materiales = Q 9 026,68

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 150,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 125,00
3	Ayudante	2,00	Unidad	Q 75,00	Q 150,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 136,00

Total de mano de obra calificada = Q 561,00

Ayudante = 0,00% Q -

Prestaciones = 45,00% Q 252,45

Total de mano de obra = Q 813,45

Costo directo = Q	10 642,67
Consto indirecto = Q	2 660,67
I.V.A. = Q	1 596,40
Costo unitario = Q	14 899,74

Continuación de Apéndice 2.

No. 5,2
Renglon: Pozo de visita de 3,40 m.
Cantidad: 1,00
Unidad: Unidas

Tiempo de ejecución (días) = 1,00

Maquinaria y Equipo						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	
1	Mezcladora	1,00	Día	Q 126,90	Q	126,90
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q	355,00
3	Flete interno	1,00	Viaje	Q 55,00	Q	55,00
4	Vibrador de hormigón	1,00	Día	Q 122,67	Q	122,67
5	Generador mediano	1,00	Día	Q 142,97	Q	142,97
Total de maquinaria y equipo =					Q	802,54

Materiales						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	
1	Cemento tipo 1	15,00	saco	Q 63,84	Q	957,60
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	1,60	m3	Q 190,00	Q	304,00
3	Arena de río lavada	1,40	m3	Q 90,00	Q	126,00
4	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	1,60	Unidad	Q 60,00	Q	96,00
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	11,00	Unidad	Q 26,00	Q	286,00
6	Acero liso de Ø 1/4"	1,00	Unidad	Q 12,20	Q	12,20
7	piedra bola	0,02	m3	Q 206,00	Q	4,12
8	Gasolina super	3,60	Galón	Q 32,80	Q	118,08
9	Arena amarilla	0,20	m3	Q 65,00	Q	13,00
10	Arena blanca	0,20	m3	Q 75,00	Q	15,00
11	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q	750,00
12	Cal hidratada horcalza	1,50	Saco	Q 32,50	Q	48,75
13	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	1 804,00	Unidad	Q 1,05	Q	1 894,20
14	Alambre de amarre	5,00	Libra	Q 10,00	Q	50,00
15	Piedrín triturado Ø 1/4"	25,00	m3	Q 190,00	Q	4 750,00
Total de materiales =					Q	9 424,95

Mano de obra						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q	150,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q	125,00
3	Ayudante	2,00	Unidad	Q 75,00	Q	150,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q	136,00
Total de mano de obra calificada =					Q	561,00
Ayudante =				0,00%	Q	-
Prestaciones =				45,00%	Q	252,45
Total de mano de obra =					Q	813,45

Costo directo = Q	11 040,94
Consto indirecto = Q	2 760,24
I.V.A. = Q	1 656,14
Costo unitario = Q	15 457,32

Continuación de Apéndice 2.

No. 5,3
 Renglon: Pozo de visita de 3,60 m.
 Cantidad: 1,00
 Unidad: Unidas

Tiempo de ejecución (días) = 1,00

Maquinaria y Equipo						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	
1	Mezcladora	1,00	Día	Q 126,90	Q	126,90
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q	355,00
3	Flete interno	1,00	Viaje	Q 55,00	Q	55,00
4	Vibrador de hormigón	1,00	Día	Q 122,67	Q	122,67
5	Generador mediano	1,00	Día	Q 142,97	Q	142,97
Total de maquinaria y equipo =					Q	802,54

Materiales						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	
1	Cemento tipo 1	16,00	saco	Q 63,84	Q	1 021,44
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	2,00	m3	Q 190,00	Q	380,00
3	Arena de río lavada	2,00	m3	Q 90,00	Q	180,00
4	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	2,00	Unidad	Q 60,00	Q	120,00
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	11,00	Unidad	Q 26,00	Q	286,00
6	Acero liso de Ø 1/4"	1,00	Unidad	Q 12,20	Q	12,20
7	pedra bola	0,02	m3	Q 206,00	Q	4,12
8	Gasolina super	4,00	Galón	Q 32,80	Q	131,20
9	Arena amarilla	0,16	m3	Q 65,00	Q	10,40
10	Arena blanca	0,10	m3	Q 75,00	Q	7,50
11	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q	750,00
12	Cal hidratada horcalza	2,00	Saco	Q 32,50	Q	65,00
13	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	1 840,00	Unidad	Q 1,05	Q	1 932,00
14	Piedrín triturado Ø 1/4"	25,00	m3	Q 190,00	Q	4 750,00
15	Alambre de amarre	5,00	Libra	Q 10,00	Q	50,00
Total de materiales =					Q	9 699,86

Mano de obra						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q	150,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q	125,00
3	Ayudante	2,00	Unidad	Q 75,00	Q	150,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q	136,00
Total de mano de obra calificada =					Q	561,00
Ayudante =				0,00%	Q	-
Prestaciones =				45,00%	Q	252,45
Total de mano de obra =					Q	813,45

Costo directo = Q	11 315,85
Consto indirecto = Q	2 828,96
I.V.A. = Q	1 697,38
Costo unitario = Q	15 842,19

Continuación de Apéndice 2.

No. 5,4 Renglon: Pozo de visita de 3,80 m. Cantidad: 1,00 Unidad: Unidas

Tiempo de ejecución (días) = 1,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	1,00	Día	Q 126,90	Q 126,90
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	Flete interno	1,00	Viaje	Q 55,00	Q 55,00
4	Vibrador de hormigón	1,00	Día	Q 122,67	Q 122,67
5	Generador mediano	1,00	Día	Q 142,97	Q 142,97
Total de maquinaria y equipo =					Q 802,54

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	17,00	saco	Q 63,84	Q 1 085,28
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	2,50	m3	Q 190,00	Q 475,00
3	Arena de río lavada	2,50	m3	Q 90,00	Q 225,00
4	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	3,00	Unidad	Q 60,00	Q 180,00
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	11,00	Unidad	Q 26,00	Q 286,00
6	Acero liso de Ø 1/4"	1,00	Unidad	Q 12,20	Q 12,20
7	piedra bola	0,02	m3	Q 206,00	Q 4,12
8	Gasolina super	3,50	Galón	Q 32,80	Q 114,80
9	Arena amarilla	0,18	m3	Q 65,00	Q 11,70
10	Arena blanca	0,14	m3	Q 75,00	Q 10,50
11	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q 750,00
12	Cal hidratada horcalza	2,00	Saco	Q 32,50	Q 65,00
13	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	1 966,00	Unidad	Q 1,05	Q 2 064,30
14	Piedrín triturado Ø 1/4"	25,00	m3	Q 190,00	Q 4 750,00
15	Alambre de amarre	5,00	Libra	Q 10,00	Q 50,00
Total de materiales =					Q 10 083,90

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 150,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 125,00
3	Ayudante	2,00	Unidad	Q 75,00	Q 150,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 136,00
Total de mano de obra calificada =					Q 561,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 252,45
Total de mano de obra =					Q 813,45

Costo directo =	Q 11 699,89
Consto indirecto =	Q 2 924,97
I.V.A. =	Q 1 754,98
Costo unitario =	Q 16 379,84

Continuación de Apéndice 2.

No. 5,5
Renglon: Limpieza final
Cantidad: 1,35
Unidad: Ha

Tiempo de ejecución (días) = 5,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Equipo de limpieza (palas, escobas, carretas, etc.)	5,00	Unidad	Q 450,00	Q 2 250,00
2	Flete externo botadero	20,00	Viajes	Q 90,00	Q 1 800,00
3	Camión cisterna cap.2000 galones	3,00	Dia	Q 250,00	Q 750,00
4	Mini cargador	8,00	Hr-mq	Q 150,00	Q 1 200,00
Total de maquinaria y equipo =					Q 6 000,00

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Diésel	25,00	Galón	Q 28,92	Q 723,00
2	Agua pozo municipal	6,00	Viaje	Q 50,00	Q 300,00
Total de materiales =					Q 1 023,00

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 625,00
2	Ayudante	8,00	Unidad	Q 75,00	Q 600,00
3	Chofer cisterna	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 150,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 680,00
Total de mano de obra calificada =					Q 2 055,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 924,75
Total de mano de obra =					Q 2 979,75

Costo directo = Q	10 002,75
Consto indirecto = Q	2 500,69
I.V.A. = Q	1 500,41
Costo unitario = Q	10,373,22

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Integración de precios unitarios del diseño del sistema de drenaje sanitario para la colonia Brisas de Gerona de San Miguel Petapa, Guatemala.

No. 1,02
Reqlon: Demolición de estructuras de concreto
Cantidad: 661,02
Unidad: m ²

Tiempo de ejecución (días) = 10,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	2 Cortadora de pavimento	20,00	Día	Q 113,02	Q 2 260,40
2	2 Martillo demoledor mediano 8j	20,00	Día	Q 135,36	Q 2 707,20
3	Carretas 220 lb.	8,00	Día	Q 225,00	Q 1 800,00
4	Pala cuadrada cabo corto	8,00	Unidad	Q 90,00	Q 720,00
5	Flete externo a botadero	30,00	Viajes	Q 125,00	Q 3 750,00
6					Q -
Total de maquinaria y equipo =					Q11 237,60

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Disco diamantado 12" borde segmentado	2,00	Unidad	Q 1 587,00	Q 3 174,00
2	Gaolina super	120,00	Galón	Q 32,80	Q 3 936,00
3					Q -
Total de materiales =					Q 7,110,00

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Albañil para operar maquinaria	4,00	unidad	Q 125,00	Q 5 000,00
2	Ayudante	8,00	Unidad	Q 75,00	Q 6 000,00
3	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 1 500,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 1 360,00
Total de mano de obra calificada =					Q13 860,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 6 237,00
Total de mano de obra =					Q20 097,00

Costo directo = Q	38 444,60
Consto indirecto = Q	9 611,15
I.V.A. = Q	5 766,69
Costo unitario = Q	81,42

Continuación de Apéndice 3.

No. 1,03
Renglon: Excavación
Cantidad: 4 436,39
Unidad: m ³

Tiempo de ejecución (días) = 11,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Escavadora PC200 KOMATZU	88,00	hr-maq	Q 350,00	Q30 800,00
2	Retroexcavadora	72,00	hr-maq	Q 250,00	Q18 000,00
3	Camión de volteo (botadero)	147,00	viaje	Q 69,84	Q10 266,48
4	Traslado de maquinaria	2,00	unidad	Q 1 500,00	Q 3 000,00
5	Camión de volteo (prestamo)	335,00	viaje	Q 23,04	Q 7 718,40
Total de maquinaria y equipo =					Q69 784,88

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Diésel	744,00	Galón	Q 28,92	Q21 516,48
2					Q -
3					Q -
Total de materiales =					Q21 516,48

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Ayudante	10,00	Unidad	Q 75,00	Q 8 250,00
2	Encargado	2,00	Unidad	Q 150,00	Q 3 300,00
3	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 1 496,00
Total de mano de obra calificada =					Q13 046,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 5 870,70
Total de mano de obra =					Q18 916,70

Costo directo = Q	110 218,06
Consto indirecto = Q	27 554,52
I.V.A. = Q	16 532,71
Costo unitario = Q	34,78

Continuación de Apéndice 3.

No. 2,01
Renglon: Tubería PVC Norma 3034 Ø= 6"
Cantidad: 926,44
Unidad: ml

Tiempo de ejecución (días) = 15,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Estación total TOPCOM + 3 prismas	15,00	Dia	Q 500,00	Q 7 500,00
2	Herramientas varias	1,00	Global	Q 1 200,00	Q 1 200,00
3	2 Pisón apelmazador	30,00	Dia	Q 249,57	Q 7 487,10
4	Flete interno bodega 2	15,00	viaje	Q 35,00	Q 525,00
5	Camión cisterna	15,00	Dia	Q 250,00	Q 3 750,00
6	Cargador frontal	4,00	Hr-maq	Q 350,00	Q 1 400,00
7	Traslado de maquinaria	1,00	Unidad	Q 1 500,00	Q 1 500,00
8	Camión de volteo(carga selecto)	20,00	viaje	Q 144,00	Q 2 880,00
Total de maquinaria y equipo =					Q26 242,10

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Tubo PVC NOVAFORT de Ø 6"con acople	155,00	Unidad	Q 500,00	Q77 500,00
2	Limpiador de tubo conexión PVC	5,00	Unidad	Q 75,00	Q 375,00
3	Lubricante lata de 500 gr	6,00	Unidad	Q 89,10	Q 534,60
4	selecto (encamado)	236,00	m3	Q 55,00	Q12 980,00
5	Gasolina super	90,00	Galón	Q 32,80	Q 2 952,00
6	Agua pozo municipal	15,00	Viaje	Q 50,00	Q 750,00
7	Diésel	16,00	Galon	Q 28,92	Q 462,72
Total de materiales =					Q95 554,32

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Topógrafo	1,00	Unidad	Q 200,00	Q 3 000,00
2	Cadenero	3,00	Unidad	Q 125,00	Q 5 625,00
3	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 2 250,00
4	albañil	3,00	Unidad	Q 125,00	Q 5 625,00
5	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 2 040,00
6	Piloto cisterna	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 1 875,00
7	Laboratorista (suelos)	1,00	Unidad	Q 250,00	Q 3 750,00
8	Ayudante	10,00	Unidad	Q 75,00	Q11 250,00
Total de mano de obra calificada =					Q35 415,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q15 936,75
Total de mano de obra =					Q51 351,75

Costo directo = Q	173 148,17
Consto indirecto = Q	43 287,04
I.V.A. = Q	25 972,23
Costo unitario = Q	261,65

Continuación de Apéndice 3.

No. 2,02
Renglon: Tubería PVC Norma 3034 Ø= 10"
Cantidad: 581,06
Unidad: ml

Tiempo de ejecución (días) = 14,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Estación total TOPCOM + 3 prismas	10,00	Dia	Q 500,00	Q 5 000,00
2	Herramientas varias	1,00	Global	Q 1 500,00	Q 1 500,00
3	2 Pisón apelmazador	20,00	Dia	Q 249,57	Q 4 991,40
4	Flete interno bodega 1	10,00	viaje	Q 55,00	Q 550,00
5	Retroexcavadora	24,00	Hr-maq	Q 250,00	Q 6 000,00
6	Camión cisterna	10,00	Dia	Q 250,00	Q 2 500,00
7	Cargador frontal	4,00	Hr-maq	Q 350,00	Q 1 400,00
8	Camión de volteo(carga selecto)	27,00	viaje	Q 144,00	Q 3 888,00

Total de maquinaria y equipo = Q 25 829,40

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Tubo PVC NOVAFORT de Ø 10" con acople	97,00	Unidad	Q 1 135,00	Q 110 095,00
2	Limpiador de tubo conexión PVC	4,00	Unidad	Q 75,00	Q 300,00
3	Lubricante lata de 500 gr	5,00	Unidad	Q 89,10	Q 445,50
4	selecto (encamado)	319,00	m3	Q 55,00	Q 17 545,00
5	Gasolina super	60,00	Galón	Q 32,80	Q 1 968,00
6	Diésel	88,00	Galón	Q 28,92	Q 2 544,96
7	Agua pozo municipal	10,00	Viaje	Q 50,00	Q 500,00

Total de materiales = Q 133 398,46

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Topógrafo	1,00	Unidad	Q 200,00	Q 2 800,00
2	Cadenero	3,00	Unidad	Q 125,00	Q 5 250,00
3	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 2 100,00
4	albañil	3,00	Unidad	Q 125,00	Q 5 250,00
5	Ayudante	10,00	Unidad	Q 75,00	Q 10 500,00
6	Piloto cisterna	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 1 750,00
7	Laboratorista (suelos)	1,00	Unidad	Q 250,00	Q 3 500,00
8	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 1 904,00

Total de mano de obra calificada = Q 33 054,00

Ayudante = 0,00% Q -

Prestaciones = 45,00% Q 14 874,30

Total de mano de obra = Q 47 928,30

Costo directo = Q	207 156,16
Consto indirecto = Q	51 789,04
I.V.A. = Q	31 073,42
Costo unitario = Q	499,12

Continuación de Apéndice 3.

No. 3,01
Renglon: Relleno de zanjas y pozos de visita
Cantidad: 4 632,00
Unidad: m ³

Tiempo de ejecución (días) = 10,00

Maquinaria y Equipo		Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	4 Pisón apelmazador	40,00	Dia	Q 249,57	Q 9 982,80
2	Mini cargador	40,00	Hr-maq	Q 150,00	Q 6 000,00
3	Retroexcavadora	64,00	Hr-maq	Q 250,00	Q 16 000,00
4	Camión cisterna	10,00	Dia	Q 250,00	Q 2 500,00
5	Cargador frontal	24,00	Hr-maq	Q 350,00	Q 8 400,00
6	Camión de volteo(carga selecto)	84,00	Viaje	Q 144,00	Q 12 096,00
7	Camión de volteo(carga prestamo)	303,00	Viaje	Q 106,92	Q 32 396,76
Total de maquinaria y equipo =					Q 87 375,56

Materiales		Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Selecto (corona ,zanja y pozos)	1 885,00	m3	Q 55,00	Q 103 675,00
2	Gasolina super	80,00	Galón	Q 32,80	Q 2 624,00
3	Diésel	424,00	Galón	Q 28,92	Q 12 262,08
4	Agua pozo municipal	30,00	Viaje	Q 55,00	Q 1 650,00
5	Material de prestamo	3 632,00	m3	Q -	Q -
Total de materiales =					Q 120 211,08

Mano de obra		Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	2,00	Unidad	Q 150,00	Q 3 000,00
2	albañil	4,00	Unidad	Q 125,00	Q 5 000,00
3	Ayudante	10,00	Unidad	Q 75,00	Q 7 500,00
4	Piloto cisterna	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 1 250,00
5	Laboratorista (suelos)	1,00	Unidad	Q 250,00	Q 2 500,00
6	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 1 360,00
Total de mano de obra calificada =					Q 20 610,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 9 274,50
Total de mano de obra =					Q 29 884,50

Costo directo = Q	237 471,14
Consto indirecto = Q	59 367,79
I.V.A. = Q	35 620,67
Costo unitario = Q	71,77

Continuación de Apéndice 3.

No. 4,01
Renglon: Pozo de visita de 0,90 m.
Cantidad: 1,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecución (días) = 1,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	1,00	Dia	Q 126,90	Q 126,90
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	Flete interno	1,00	Viaje	Q 55,00	Q 55,00
4	Vibrador de hormigón	1,00	Dia	Q 122,67	Q 122,67
5	Generador mediano	1,00	Dia	Q 142,97	Q 142,97
Total de maquinaria y equipo =					Q 802,54

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	10,00	saco	Q 63,84	Q 638,40
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	1,00	m3	Q 190,00	Q 190,00
3	Arena de río lavada	1,00	m3	Q 90,00	Q 90,00
4	Agua pozo municipal	1,00	Viaje	Q 55,00	Q 55,00
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	0,00	Unidad	Q 60,00	Q -
6	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	11,00	Unidad	Q 26,00	Q 286,00
7	Acero liso de Ø 1/4"	1,00	Unidad	Q 12,20	Q 12,20
8	piedra bola	0,02	m3	Q 206,00	Q 4,12
9	Gasolina super	3,50	Galón	Q 32,80	Q 114,80
10	Arena amarilla	0,04	m3	Q 65,00	Q 2,60
11	Arena blanca	0,03	m3	Q 75,00	Q 2,25
12	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q 750,00
13	Cal hidratada horcalza	0,26	Saco	Q 32,50	Q 8,45
14	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	393,00	Unidad	Q 1,05	Q 412,65
15	Alambre de amarre	5,00	Libra	Q 10,00	Q 50,00
Total de materiales =					Q 2 616,47

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 150,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 125,00
3	Ayudante	2,00	Unidad	Q 75,00	Q 150,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 136,00
Total de mano de obra calificada =					Q 561,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 252,45
Total de mano de obra =					Q 813,45

Costo directo = Q	4 232,46
Consto indirecto = Q	1 058,12
I.V.A. = Q	634,87
Costo unitario = Q	5 925,45

Continuación de Apéndice 3.

No. 4,02
Renglon: Pozo de visita de 1,20 m.
Cantidad: 3,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecución (días) = 3,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	3,00	Dia	Q 126,90	Q 380,70
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	Generador mediano	3,00	Dia	Q 142,97	Q 428,91
4	Flete interno	3,00	Viaje	Q 55,00	Q 165,00
5	Vibrador de hormigón	3,00	Dia	Q 122,67	Q 368,01
Total de maquinaria y equipo =					Q 1 697,62

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	31,00	saco	Q 63,84	Q 1 979,04
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	2,50	m3	Q 190,00	Q 475,00
3	Arena de río lavada	4,00	m3	Q 90,00	Q 360,00
4	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	33,00	Unidad	Q 26,00	Q 858,00
5	Acero liso de Ø 1/4"	3,00	Unidad	Q 12,20	Q 36,60
6	pedra bola	0,06	m3	Q 206,00	Q 12,36
7	Gasolina super	10,00	Galón	Q 32,80	Q 328,00
8	Arena amarilla	0,15	m3	Q 65,00	Q 9,75
9	Arena blanca	0,12	m3	Q 75,00	Q 9,00
10	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q 750,00
11	Cal hidratada horcalza	3,00	Saco	Q 32,50	Q 97,50
12	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	1 515,00	Unidad	Q 1,05	Q 1 590,75
13	Alambre de amarre	15,00	Libra	Q 10,00	Q 150,00
14	Sikaset acelerante 230 Kg	2,00	Unidad	Q 2 900,00	Q 5 800,00
15	Desencofrante	2,00	Unidad	Q 195,00	Q 390,00
Total de materiales =					Q 12 846,00

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 450,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 375,00
3	Ayudante	2,00	Unidad	Q 75,00	Q 450,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 408,00
Total de mano de obra calificada =					Q 1 683,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 757,35
Total de mano de obra =					Q 2 440,35

Costo directo =	Q	16 983,97
Costo indirecto =	Q	4 245,99
I.V.A. =	Q	2 547,60
Costo unitario =	Q	7 925,85

Continuación de Apéndice 3.

No. 4,03
Renglon: Pozo de visita de 1,50 m.
Cantidad: 4,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecución (días) = 4,00

Maquinaria y Equipo						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	
1	Mezcladora	4,00	Dia	Q 126,90	Q	507,60
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q	355,00
3	Flete interno	4,00	Viaje	Q 55,00	Q	220,00
4	Vibrador de hormigón	1,00	Dia	Q 122,67	Q	122,67
5	Generador mediano	4,00	Dia	Q 142,97	Q	571,88
Total de maquinaria y equipo =						Q 1 777,15

Materiales						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	
1	Cemento tipo 1	42,00	saco	Q 63,84	Q 2	681,28
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	4,00	m3	Q 190,00	Q	760,00
3	Arena de río lavada	5,00	m3	Q 90,00	Q	450,00
4	Agua pozo municipal	0,00	Viaje	Q 55,00	Q	-
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	1,50	Unidad	Q 60,00	Q	90,00
6	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	44,00	Unidad	Q 26,00	Q 1	144,00
7	Acero liso de Ø 1/4"	4,00	Unidad	Q 12,20	Q	48,80
8	piedra bola	0,08	m3	Q 206,00	Q	16,48
9	Gasolina super	14,00	Galón	Q 32,80	Q	459,20
10	Arena amarilla	0,24	m3	Q 65,00	Q	15,60
11	Arena blanca	0,16	m3	Q 75,00	Q	12,00
12	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q	750,00
13	Sikaset acelerante 230 Kg	0,00	Unidad	Q 2 900,00	Q	-
14	Desenconfante	0,00	Galón	Q 195,00	Q	-
15	Cal hidratada horcalza	0,40	Saco	Q 32,50	Q	13,00
16	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	2 644,00	Unidad	Q 1,05	Q 2	776,20
17	Alambre de amarre	20,00	Libra	Q 10,00	Q	200,00
Total de materiales =						Q 9 416,56

Mano de obra						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total	
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q	600,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q	500,00
3	Ayudante	3,00	Unidad	Q 75,00	Q	900,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q	544,00
Total de mano de obra calificada =						Q 2 544,00
				Ayudante =	0,00%	Q -
				Prestaciones =	45,00%	Q 1 144,80
Total de mano de obra =						Q 3 688,80

Costo directo = Q	14 882,51
Consto indirecto = Q	3 720,63
I.V.A. = Q	2 232,38
Costo unitario = Q	5 208,88

Continuación de Apéndice 3.

No. 4,04
Renglón: Pozo de visita de 2,00 m.
Cantidad: 5,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecución (días) = 5,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	5,00	Día	Q 126,90	Q 634,50
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	Flete interno	5,00	Viaje	Q 55,00	Q 275,00
4	Vibrador de hormigón	5,00	Día	Q 122,67	Q 613,35
5	Generador mediano	5,00	Día	Q 142,97	Q 714,85
Total de maquinaria y equipo =					Q 2 592,70

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	60,00	saco	Q 63,84	Q 3 830,40
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	5,00	m3	Q 190,00	Q 950,00
3	Arena de río lavada	7,00	m3	Q 90,00	Q 630,00
4	Empaque adhesivo y lubricante NOVAFORTE D	5,00	Unidad	Q 14,60	Q 73,00
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	5,00	Unidad	Q 60,00	Q 300,00
6	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	55,00	Unidad	Q 26,00	Q 1 430,00
7	Acero liso de Ø 1/4"	5,00	Unidad	Q 12,20	Q 61,00
8	pedra bola	0,10	m3	Q 206,00	Q 20,60
9	Gasolina super	18,00	Galón	Q 32,80	Q 590,40
10	Arena amarilla	0,50	m3	Q 65,00	Q 32,50
11	Arena blanca	0,40	m3	Q 75,00	Q 30,00
12	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q 750,00
13	Codo 90 grados PVC con empaquede 6"Ø	1,00	Unidad	Q 100,00	Q 100,00
14	Tee con empaque PVC de 6"Ø	1,00	Unidad	Q 124,60	Q 124,60
15	Cal hidratada horcalza	5,00	Saco	Q 32,50	Q 162,50
16	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	4 625,00	Unidad	Q 1,05	Q 4 856,25
17	Tubo PVC NOVAFORTE con empaque de 6"Ø	1,00	Unidad	Q 500,00	Q 500,00
18	Alambre de amarre	25,00	Libra	Q 10,00	Q 250,00
Total de materiales =					Q 14 691,25

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 750,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 625,00
3	Ayudante	3,00	Unidad	Q 75,00	Q 1 125,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 680,00
Total de mano de obra calificada =					Q 3 180,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 1 431,00
Total de mano de obra =					Q 4 611,00

Costo directo = Q	21 894,95
Consto indirecto = Q	5 473,74
I.V.A. = Q	3 284,24
Costo unitario = Q	6 130,59

Continuación de Apéndice 3.

No. 4,05
Reglon: Pozo de visita de 2,50 m.
Cantidad: 2,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecución (días) = 2,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	2,00	Dia	Q 126,90	Q 253,80
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	Flete interno	2,00	Viaje	Q 55,00	Q 110,00
4	Vibrador de hormigón	2,00	Dia	Q 122,67	Q 245,34
5	Generador mediano	2,00	Dia	Q 142,97	Q 285,94
Total de maquinaria y equipo =					Q 1 250,08

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	26,00	saco	Q 63,84	Q 1 659,84
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	2,00	m3	Q 190,00	Q 380,00
3	Arena de río lavada	4,00	m3	Q 90,00	Q 360,00
4	Agua pozo municipal	0,00	Viaje	Q 55,00	Q -
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	2,00	Unidad	Q 60,00	Q 120,00
6	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	22,00	Unidad	Q 26,00	Q 572,00
7	Acero liso de Ø 1/4"	2,00	Unidad	Q 12,20	Q 24,40
8	piedra bola	0,04	m3	Q 206,00	Q 8,24
9	Gasolina super	7,00	Galón	Q 32,80	Q 229,60
10	Arena amarilla	0,10	m3	Q 65,00	Q 6,50
11	Arena blanca	0,18	m3	Q 75,00	Q 13,50
12	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q 750,00
13	Sikaset acelerante 230 Kg	0,00	Unidad	Q 2 900,00	Q -
14	Desenconfiante	0,00	Galón	Q 195,00	Q -
15	Cal hidratada horcalza	2,00	Saco	Q 32,50	Q 65,00
16	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	2 318,00	Unidad	Q 1,05	Q 2 433,90
17	Alambre de amarre	10,00	Libra	Q 10,00	Q 100,00
Total de materiales =					Q 6,722,98

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 300,00	Q 300,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 250,00	Q 250,00
3	Ayudante	3,00	Unidad	Q 150,00	Q 450,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 272,00	Q 272,00
Total de mano de obra calificada =					Q 1 272,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 572,40
Total de mano de obra =					Q 1 844,40

Costo directo = Q	9 817,46
Consto indirecto = Q	2 454,37
I.V.A. = Q	1 472,62
Costo unitario = Q	6 872,23

Continuación de Apéndice 3.

No. 4,06
Renglon: Pozo de visita de 2,70 m.
Cantidad: 1,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecucion (días) = 1,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	1,00	Dia	Q 126,90	Q 126,90
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	Flete interno	1,00	Viaje	Q 55,00	Q 55,00
4	Vibrador de hormigón	1,00	Dia	Q 122,67	Q 122,67
5	Generador mediano	1,00	Dia	Q 142,97	Q 142,97
Total de maquinaria y equipo =					Q 802,54

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	14,00	saco	Q 63,84	Q 893,76
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	1,00	m3	Q 190,00	Q 190,00
3	Arena de río lavada	2,00	m3	Q 90,00	Q 180,00
4	Empaque adhesivo NOVAFORT DE 6"Ø	5,00	Unidad	Q 14,60	Q 73,00
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	1,00	Unidad	Q 60,00	Q 60,00
6	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	11,00	Unidad	Q 26,00	Q 286,00
7	Acero liso de Ø 1/4"	1,00	Unidad	Q 12,20	Q 12,20
8	piedra bola	0,02	m3	Q 206,00	Q 4,12
9	Gasolina super	3,50	Galón	Q 32,80	Q 114,80
10	Arena amarilla	0,13	m3	Q 65,00	Q 8,45
11	Arena blanca	0,11	m3	Q 75,00	Q 8,25
12	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q 750,00
13	Codo 90 grados PVC con empaquede 6"Ø	1,00	Unidad	Q 100,00	Q 100,00
14	Tee con empaque PVC de 6"Ø	1,00	Unidad	Q 124,60	Q 124,60
15	Cal hidratada horcalza	1,00	Saco	Q 32,50	Q 32,50
16	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	1 353,00	Unidad	Q 1,05	Q 1 420,65
17	Alambre de amarre	5,00	Libra	Q 10,00	Q 50,00
Total de materiales =					Q 4 308,33

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 150,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 125,00
3	Ayudante	3,00	Unidad	Q 75,00	Q 225,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 136,00
Total de mano de obra calificada =					Q 636,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 286,20
Total de mano de obra =					Q 922,20

Costo directo = Q	6 033,07
Consto indirecto = Q	1 508,27
I.V.A. = Q	904,96
Costo unitario = Q	8 446,30

Continuación de Apéndice 3.

No. 4,07
Renglon: Pozo de visita de 2,70 m.
Cantidad: 2,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecución (días) = 2,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	2,00	Dia	Q 126,90	Q 253,80
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	Flete interno	2,00	Viaje	Q 55,00	Q 110,00
4	Vibrador de hormigón	2,00	Dia	Q 122,67	Q 245,34
5	Generador mediano	2,00	Dia	Q 142,97	Q 285,94
Total de maquinaria y equipo =					Q 1 250,08

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	14,00	saco	Q 63,84	Q 893,76
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	1,00	m3	Q 190,00	Q 190,00
3	Arena de río lavada	2,00	m3	Q 90,00	Q 180,00
4	Empaque adhesivo NOVAFORT DE 6"Ø	5,00	Unidad	Q 14,60	Q 73,00
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	1,00	Unidad	Q 60,00	Q 60,00
6	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	11,00	Unidad	Q 26,00	Q 286,00
7	Acero liso de Ø 1/4"	1,00	Unidad	Q 12,20	Q 12,20
8	piedra bola	0,02	m3	Q 206,00	Q 4,12
9	Gasolina super	3,50	Galón	Q 32,80	Q 114,80
10	Arena amarilla	0,13	m3	Q 65,00	Q 8,45
11	Arena blanca	0,11	m3	Q 75,00	Q 8,25
12	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q 750,00
13	Codo 90 grados PVC con empaquede 6"Ø	1,00	Unidad	Q 100,00	Q 100,00
14	Tee con empaque PVC de 6"Ø	1,00	Unidad	Q 124,60	Q 124,60
15	Cal hidratada horcalza	1,00	Saco	Q 32,50	Q 32,50
16	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	1 381,00	Unidad	Q 1,05	Q 1 450,05
17	Alambre de amarre	5,00	Libra	Q 10,00	Q 50,00
Total de materiales =					Q 4 337,73

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 300,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 250,00
3	Ayudante	3,00	Unidad	Q 75,00	Q 450,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 272,00
Total de mano de obra calificada =					Q 1 272,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 572,40
Total de mano de obra =					Q 1 844,40

Costo directo = Q	7 432,21
Consto indirecto = Q	1 858,05
I.V.A. = Q	1 114,83
Costo unitario = Q	5 202,55

Continuación de Apéndice 3.

No. 4,08
Reglon: Pozo de visita de 3,00 m.
Cantidad: 14,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecución (días) = 14,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	14,00	Dia	Q 126,90	Q 1 776,60
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	Flete interno	14,00	Viaje	Q 55,00	Q 770,00
4	Vibrador de hormigón	14,00	Dia	Q 122,67	Q 1 717,38
5	Generador mediano	14,00	Dia	Q 142,97	Q 2 001,58
Total de maquinaria y equipo =					Q 6 620,56

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	196,00	saco	Q 63,84	Q12 512,64
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	20,00	m3	Q 190,00	Q 3 800,00
3	Arena de río lavada	21,00	m3	Q 90,00	Q 1 890,00
4	Empaque adhesivo NOVAFORT DE 6"Ø	35,00	Unidad	Q 14,60	Q 511,00
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	21,00	Unidad	Q 60,00	Q 1 260,00
6	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	154,00	Unidad	Q 26,00	Q 4 004,00
7	Acero liso de Ø 1/4"	14,00	Unidad	Q 12,20	Q 170,80
8	piedra bola	0,28	m3	Q 206,00	Q 57,68
9	Gasolina super	49,00	Galón	Q 32,80	Q 1 607,20
10	Arena amarilla	2,00	m3	Q 65,00	Q 130,00
11	Arena blanca	2,00	m3	Q 75,00	Q 150,00
12	Formaleta tapaderas	5,00	Unidad	Q 750,00	Q 3 750,00
13	Codo 90 grados PVC con empaquede 6"Ø	7,00	Unidad	Q 100,00	Q 700,00
14	Tee con empaque PVC de 6"Ø	7,00	Unidad	Q 124,60	Q 872,20
15	Cal hidratada horcalza	14,00	Saco	Q 32,50	Q 455,00
16	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	21 364,00	Unidad	Q 1,05	Q22 432,20
17	Tubo PVC NOVAFORTE con empaque de 6"Ø	3,00	Unidad	Q 500,00	Q 1 500,00
18	Alambre de amarre	70,00	Libra	Q 10,00	Q 700,00
Total de materiales =					Q56 502,72

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 2 100,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 1 250,00
3	Ayudante	3,00	Unidad	Q 75,00	Q 225,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 136,00
Total de mano de obra calificada =					Q 4 711,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 2 138,80
Total de mano de obra =					Q 6 849,80

Costo directo = Q	76 034,08
Consto indirecto = Q	19 008,52
I.V.A. = Q	11 405,11
Costo unitario = Q	7 603,41

Continuación de Apéndice 3.

No. 4,09
Renglon: Pozo de visita de 3,50 m.
Cantidad: 5,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecución (días) = 5,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	5,00	Día	Q 126,90	Q 634,50
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	Flete interno	5,00	Viaje	Q 55,00	Q 275,00
4	Vibrador de hormigón	5,00	Día	Q 122,67	Q 613,35
5	Generador mediano	5,00	Día	Q 142,97	Q 714,85
Total de maquinaria y equipo =					Q 2 592,70

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	75,00	saco	Q 63,84	Q 4 788,00
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	8,00	m3	Q 190,00	Q 1 520,00
3	Arena de río lavada	7,00	m3	Q 90,00	Q 630,00
4	Empaque adhesivo NOVAFORT DE 6"Ø	20,00	Unidad	Q 14,60	Q 292,00
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	8,00	Unidad	Q 60,00	Q 480,00
6	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	55,00	Unidad	Q 26,00	Q 1 430,00
7	Acero liso de Ø 1/4"	5,00	Unidad	Q 12,20	Q 61,00
8	piedra bola	0,10	m3	Q 206,00	Q 20,60
9	Gasolina super	18,00	Galón	Q 32,80	Q 590,40
10	Arena amarilla	1,00	m3	Q 65,00	Q 65,00
11	Arena blanca	1,00	m3	Q 75,00	Q 75,00
12	Formaleta tapaderas	3,00	Unidad	Q 750,00	Q 2 250,00
13	Codo 90 grados PVC con empaquede 6"Ø	4,00	Unidad	Q 100,00	Q 400,00
14	Tee con empaque PVC de 6"Ø	4,00	Unidad	Q 124,60	Q 498,40
15	Cal hidratada horcalza	6,00	Saco	Q 32,50	Q 195,00
16	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	9 020,00	Unidad	Q 1,05	Q 9 471,00
17	Tubo PVC NOVAFORTE con empaque de 6"Ø	2,00	Unidad	Q 500,00	Q 1 000,00
18	Alambre de amarre	25,00	Libra	Q 10,00	Q 250,00
Total de materiales =					Q 24 016,40

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 750,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 625,00
3	Ayudante	3,00	Unidad	Q 75,00	Q 1 125,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 680,00
Total de mano de obra calificada =					Q 3 180,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 1 431,00
Total de mano de obra =					Q 4 611,00

Costo directo = Q	31 220,10
Consto indirecto = Q	7 805,03
I.V.A. = Q	4 683,02
Costo unitario = Q	8 741,63

Continuación de Apéndice 3.

No. 4,10
Renglon: Pozo de visita de 3,60 m.
Cantidad: 1,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecución (días) = 1,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	1,00	Día	Q 126,90	Q 126,90
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	Flete interno	1,00	Viaje	Q 55,00	Q 55,00
4	Vibrador de hormigón	1,00	Día	Q 122,67	Q 122,67
5	Generador mediano	1,00	Día	Q 142,97	Q 142,97
Total de maquinaria y equipo =					Q 802,54

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	16,00	saco	Q 63,84	Q 1 021,44
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	2,00	m3	Q 190,00	Q 380,00
3	Arena de río lavada	2,00	m3	Q 90,00	Q 180,00
4	Empaque adhesivo NOVAFORT DE 6"Ø	0,00	Unidad	Q 14,60	Q -
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	8,00	Unidad	Q 60,00	Q 480,00
6	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	11,00	Unidad	Q 26,00	Q 286,00
7	Acero liso de Ø 1/4"	1,00	Unidad	Q 12,20	Q 12,20
8	piedra bola	0,02	m3	Q 206,00	Q 4,12
9	Gasolina super	4,00	Galón	Q 32,80	Q 131,20
10	Arena amarilla	0,16	m3	Q 65,00	Q 10,40
11	Arena blanca	0,10	m3	Q 75,00	Q 7,50
12	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q 750,00
13	Codo 90 grados PVC con empaquede 6"Ø	0,00	Unidad	Q 100,00	Q -
14	Tee con empaque PVC de 6"Ø	0,00	Unidad	Q 124,60	Q -
15	Cal hidratada horcalza	2,00	Saco	Q 32,50	Q 65,00
16	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	1 861,00	Unidad	Q 1,05	Q 1 954,05
17	Tubo PVC NOVAFORTE con empaque de 6"Ø	0,00	Unidad	Q 500,00	Q -
18	Alambre de amarre	5,00	Libra	Q 10,00	Q 50,00
Total de materiales =					Q 5 331,91

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 150,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 125,00
3	Ayudante	3,00	Unidad	Q 75,00	Q 225,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 136,00
Total de mano de obra calificada =					Q 636,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 286,20
Total de mano de obra =					Q 922,20

Costo directo =	Q	7 056,65
Consto indirecto =	Q	1 764,16
I.V.A. =	Q	1 058,50
Costo unitario =	Q	9 879,31

Continuación de Apéndice 3.

No. 4,11
Renglon: Pozo de visita de 3,75 m
Cantidad: 1,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecución (días) = 1,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	1,00	Día	Q 126,90	Q 126,90
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	Flete interno	1,00	Viaje	Q 55,00	Q 55,00
4	Vibrador de hormigón	1,00	Día	Q 122,67	Q 122,67
5	Generador mediano	1,00	Día	Q 142,97	Q 142,97
Total de maquinaria y equipo =					Q 802,54

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	17,00	saco	Q 63,84	Q 1 085,28
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	1,00	m3	Q 190,00	Q 190,00
3	Arena de río lavada	1,00	m3	Q 90,00	Q 90,00
4	Agua pozo municipal	0,00	Viaje	Q 55,00	Q -
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	2,00	Unidad	Q 60,00	Q 120,00
6	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	11,00	Unidad	Q 26,00	Q 286,00
7	Acero liso de Ø 1/4"	1,00	Unidad	Q 12,20	Q 12,20
8	piedra bola	0,02	m3	Q 206,00	Q 4,12
9	Gasolina super	3,50	Galón	Q 32,80	Q 114,80
10	Arena amarilla	0,18	m3	Q 65,00	Q 11,70
11	Arena blanca	0,14	m3	Q 75,00	Q 10,50
12	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q 750,00
13	Sikaset acelerante 230 Kg	0,00	Unidad	Q 2 900,00	Q -
14	Desencofrante	0,00	Galón	Q 195,00	Q -
15	Cal hidratada horcalza	2,00	Saco	Q 32,50	Q 65,00
16	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	1 946,00	Unidad	Q 1,05	Q 2 043,30
17	Alambre de amarre	5,00	Libra	Q 10,00	Q 50,00
Total de materiales =					Q 4 832,90

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 150,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 125,00
3	Ayudante	3,00	Unidad	Q 75,00	Q 225,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 136,00
Total de mano de obra calificada =					Q 636,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 286,20
Total de mano de obra =					Q 922,20

Costo directo = Q	6 557,64
Consto indirecto = Q	1 639,41
I.V.A. = Q	983,65
Costo unitario = Q	9 180,70

Continuación de Apéndice 3.

No. 5,01
Renglon: Conexiones al sistema de drenaje
Cantidad: 131,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecución (días) = 10,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	10,00	Día	Q 126,90	Q 1 269,00
2	Taladro	5,00	Unidad	Q 402,50	Q 2 012,50
3	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
4	Camión cisterna cap. 2 000 galones	1,00	Día	Q 250,00	Q 250,00
5	Flete interno	10,00	Viaje	Q 55,00	Q 550,00
6	Mini cargador	80,00	Hr-mq	Q 150,00	Q 12 000,00
7	Cerrucho de punta	5,00	Unidad	Q 65,00	Q 325,00
Total de maquinaria y equipo =					Q 16 761,50

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	125,00	saco	Q 63,84	Q 7 980,00
2	Arena de río lavada	11,00	m3	Q 90,00	Q 990,00
3	Agua pozo municipal	1,00	Viaje	Q 55,00	Q 55,00
4	Broca de metal	5,00	Unidad	Q 2,70	Q 13,50
5	Gasolina super	20,00	Galón	Q 32,80	Q 656,00
6	Tubo PVC NOVAFORT de Ø 4"con acople	131,00	Unidad	Q 239,00	Q 31 309,00
7	Diésel	200,00	Unidad	Q 28,92	Q 5 784,00
8	Silleta YEE PVC NOVAFORT 6"X 4"	127,00	Unidad	Q 185,00	Q 23 495,00
9	Silleta YEE PVC NOVAFORT 10"X 4"	4,00	Galón	Q 379,00	Q 1 516,00
10	Limpiador de tubo PVC conexión 500 ml	7,00	Unidad	Q 89,10	Q 623,70
11	Adhesivo NOVA 350 ml para silleta NOVAFORT	9,00	Unidad	Q 93,30	Q 839,70
12	Alambre de amarre	16,00	Libra	Q 10,00	Q 160,00
Total de materiales =					Q 73 421,90

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 1 500,00
2	Albañil para fundición	6,00	Unidad	Q 125,00	Q 7 500,00
3	Ayudante	10,00	Unidad	Q 75,00	Q 7 500,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 1 360,00
5	Chofer cisterna	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 1 250,00
Total de mano de obra calificada =					Q 19 110,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 8 599,50
Total de mano de obra =					Q 27 709,50

Costo directo = Q	117 892,90
Consto indirecto = Q	29 473,23
I.V.A. = Q	17 683,94
Costo unitario = Q	1 259,92

Fuente: elaboración propia.

Continuación de Apéndice 3.

No. 4,12
Renglon: Pozo de visita de 4,00 m.
Cantidad: 1,00
Unidad: Unidad

Tiempo de ejecución (días) = 1,00

Maquinaria y Equipo					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Mezcladora	1,00	Día	Q 126,90	Q 126,90
2	Herramienta menor	1,00	Unidad	Q 355,00	Q 355,00
3	Flete interno	1,00	Viaje	Q 55,00	Q 55,00
4	Vibrador de hormigón	1,00	Día	Q 122,67	Q 122,67
5	Generador mediano	1,00	Día	Q 142,97	Q 142,97
Total de maquinaria y equipo =					Q 802,54

Materiales					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cemento tipo 1	17,00	saco	Q 63,84	Q 1 085,28
2	Piedrín triturado Ø 3/4"	1,00	m3	Q 190,00	Q 190,00
3	Arena de río lavada	1,50	m3	Q 90,00	Q 135,00
4	Agua pozo municipal	0,00	Viaje	Q 55,00	Q -
5	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/4"	2,00	Unidad	Q 60,00	Q 120,00
6	Acero corrugado grado 40 de Ø 3/8"	11,00	Unidad	Q 26,00	Q 286,00
7	Acero liso de Ø 1/4"	1,00	Unidad	Q 12,20	Q 12,20
8	piedra bola	0,02	m3	Q 206,00	Q 4,12
9	Gasolina super	3,50	Galón	Q 32,80	Q 114,80
10	Arena amarilla	0,19	m3	Q 65,00	Q 12,35
11	Arena blanca	0,16	m3	Q 75,00	Q 12,00
12	Formaleta tapaderas	1,00	Unidad	Q 750,00	Q 750,00
13	Sikaset acelerante 230 Kg	0,00	Unidad	Q 2 900,00	Q -
14	Desencofrante	0,00	Galón	Q 195,00	Q -
15	Cal hidratada horcalza	1,00	Saco	Q 32,50	Q 32,50
16	Ladrillo tayuyo de (6,5 x 11 x 23) cm	2 086,00	Unidad	Q 1,05	Q 2 190,30
17	Alambre de amarre	5,00	Libra	Q 10,00	Q 50,00
Total de materiales =					Q 4 994,55

Mano de obra					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Encargado	1,00	Unidad	Q 150,00	Q 150,00
2	Albañil para fundición	1,00	Unidad	Q 125,00	Q 125,00
3	Ayudante	3,00	Unidad	Q 75,00	Q 225,00
4	Guardia de seguridad	1,00	Unidad	Q 136,00	Q 136,00
Total de mano de obra calificada =					Q 636,00
Ayudante =				0,00%	Q -
Prestaciones =				45,00%	Q 286,20
Total de mano de obra =					Q 922,20

Costo directo = Q	6 719,29
Consto indirecto = Q	1 679,82
I.V.A. = Q	1 007,89
Costo unitario = Q	9 407,00

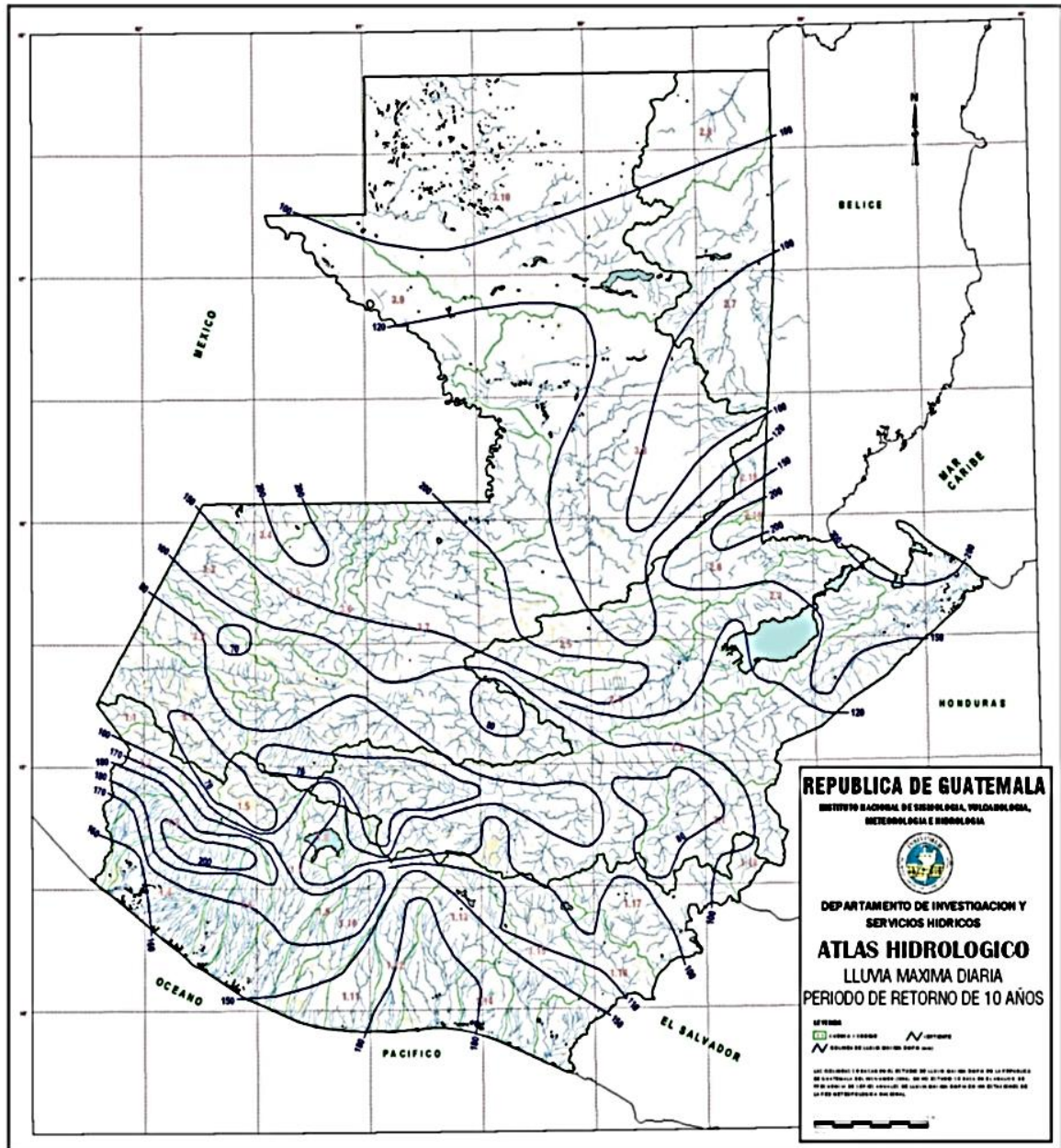
Apéndice 4. Calculo hidráulico del drenaje sanitario

De	A	Cotas del terreno		Dh.	Dh.	S%	# Casas	Casas Acumuladas	Dotación It/hab/día	# por casa	Hab.servir Actual	Hab.servir Futuro	Qd. (l/s)		Q.Cl(L/S)		Qs.(l/s)		(FH)		fgm		fgm		Caudal de diseño (Qd)		Ø	S	Relaciones hidráulicas de secciones circulares					Chequeo		Relaciones hidráulicas de secciones circulares					Chequeo		Cotas Invert		Altura de pozo	
PZ	PZ	Inicio	Parcial	(mts)	Acum.	Terreno	Casas	Acumuladas	It/hab/día	# por casa	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro.	plg.	%	V	Q	q/Q	v/V	a/A	d/D	v(Actual)	q/Q	v/V	a/A	d/D	v(Futura)	Inicio	Final	Inicio	Final		
1	2	1 050,92	1 048,05	99,97	99,97	2,87	16	16	120	6	96	208	0,120	0,231	0,2400	0,4621	0,36	0,69	4,25	4,14	0,004	0,003	0,004	0,003	1,53	2,87	6	3,67	2,373358598	43,294	0,035327	0,47075	0,075538	0,1290	1,12	0,066309	0,54983	0,10892	0,166	1,30	1 049,72	1 046,05	1,20	2,00		
2	3	1 048,05	1 044,57	28,3	128,31	12,28	2	18	120	6	108	184	0,135	0,229	0,0135	0,0229	0,15	0,25	4,23	4,16	0,001	0,001	0,001	0,001	0,63	1,05	6	12,57	4,392360414	80,123	0,007848	0,36717	0,042408	0,0870	1,61	0,013108	0,42604	0,05985	0,11	1,87	1 046,05	1 041,47	2,00	3,00		
3	4	1 044,57	1 029,95	40	168,32	36,54	0	18	120	6	108	184	0,135	0,229	0,0135	0,0229	0,15	0,25	4,23	4,16	0,001	0,001	0,001	0,001	0,63	1,05	6	29,03	6,675039621	121,763	0,005164	0,32234	0,031423	0,0710	2,15	0,008625	0,37519	0,04458	0,09	2,50	1 041,47	1 029,95	3,00	2,00		

Fuente : elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Atlas hidrológico



Fuente: INSIVUMEH, www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/ATLAS.../Atlas_hidro.htm.

Consulta 10 de marzo de 2016.

Anexo 2. Valores de rugosidad n

MATERIAL	n
Tubos de cemento < 24"	0,015
Tubos de cemento > 24"	0,013
Tubos de PVC y asbesto cemento	0,009
Tubos de hierro fundido	0,013
Tubos de metal corrugado	0,021
Zanjas	0,02
Canales recubiertos con piedra	0,03

Fuente: RAMOS CONTRERAS, Carlos Enrique. *Diseño de la carretera y puente vehicular hacia la colonia Ferrocarrilera, cabecera municipal de Escuintla, departamento de Escuintla*. p. 43.

Anexo 3. Valores de coeficiente C de escorrentía

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
COMERCIAL	
Centro de la ciudad	0,70 – 0,95
Periferia	0,50 – 0,70
RESIDENCIAL	
Casas individuales	0,30 – 0,50
Colonias	0,40 – 0,60
Condominios	0,60 – 0,75
Residencial (suburbana)	0,25 – 0,40
Apartamentos	0,50 – 0,70

Fuente: RAMOS CONTRERAS, Carlos Enrique. *Diseño de la carretera y puente vehicular hacia la colonia Ferrocarrilera, cabecera municipal de Escuintla, departamento de Escuintla*. p. 43.

Anexo 4. **Valores de K para curvas cóncavas y convexas**

Velocidad de diseño (KPH)	Valores de k según tipo de curva	
	Cóncava	Convexa
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	5	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: VALLADARES, Jorge Félix. *Guía teórica práctica del curso de Vías Terrestres 1*. p. 31

Anexo 5. **Tabla de asentamiento**

Tipo de estructura	asentamiento
Para cimientos, muros reforzados, vigas, paredes reforzadas y columnas	10 cm.
Para pavimentos y losas	8 cm.
Concreto masivo	5 cm

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 6. **Tabla de cantidad de agua en lts/m³**

Asentamientos en cm.	Cantidad de agua litros / metro cúbico				
	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

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 7. **Tabla de relación agua cemento A/C**

Resistencia relación A/C	
Kg/cm ²	Agua /cemento
352	0,47
316	0,5
281	0,54
246	0,57
210	0,60
176	0,64

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 8. **Tabla de % de arena sobre agregado grueso**

Tamaño máximo agregado grueso	% Arena sobre agregado grueso
3/8"	48
1/2"	46
3/4"	44
1"	42
1 1/1"	40

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 9. **Relaciones hidráulicas para sección circular**

d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.1631	0.6510	0.10619
0.2250	0.1684	0.6590	0.11098
0.2300	0.1436	0.6690	0.11611
0.2350	0.1791	0.6760	0.12109
0.2400	0.1846	0.6840	0.12623
0.2450	0.1900	0.6920	0.13148
0.2500	0.1955	0.7020	0.13726
0.2600	0.2066	0.7160	0.14793
0.2700	0.2178	0.7300	0.15902
0.3000	0.2523	0.7760	0.19580
0.3100	0.2640	0.7900	0.20858
0.3200	0.2459	0.8040	0.22180
0.3300	0.2879	0.8170	0.23516
0.3400	0.2998	0.8300	0.24882
0.3500	0.3123	0.8430	0.26327
0.3600	0.3241	0.8560	0.27744
0.3700	0.3364	0.8680	0.29197
0.3800	0.3483	0.8790	0.30649
0.3900	0.3611	0.8910	0.32172
0.4000	0.3435	0.9020	0.33693
0.4100	0.3860	0.9130	0.35246
0.4200	0.3986	0.9210	0.36709
0.4400	0.4238	0.9430	0.39963
0.4500	0.4365	0.9550	0.41681
0.4600	0.4491	0.9640	0.43296
0.4800	0.4745	0.9830	0.46647
0.4900	0.4874	0.9910	0.48303
0.5000	0.5000	1.0000	0.50000
0.5100	0.5126	1.0090	0.51719
0.5200	0.5255	1.0160	0.53870
0.5300	0.5382	1.0230	0.55060
0.5400	0.5509	1.0290	0.56685
0.5500	0.5636	1.0330	0.58215

Fuente: TÉLLEZ LIMA, Luis Ernesto, *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Chinchilla y puente vehicular para la colonia Los Laureles, municipio de Jalapa, Jalapa.*

p.29.

Anexo 10. **Velocidad máxima en alcantarillado
Sanitario y pluvial**

Velocidad real en un colector por gravedad	3 m/s
---	-------

Fuente: VILLANUEVA, Santiago, *Normas generales de la municipalidad de Guatemala, Curso de diseño de alcantarillado, Aspectos técnicos básicos del diseño hidráulico de alcantarillados.*

p. 20.

Anexo 11. **Velocidad máxima en alcantarillado
(Criterios de otras normas internacionales)**

Tipo de material	V (m/s)
Ladrillo común	3,0
Ladrillo vitrificado y gres	5,0
Concreto	5,0
PVC	6,0

Fuente: VILLANUEVA, Santiago, *Curso de diseño de alcantarillado, Aspectos técnicos básicos del diseño hidráulico de alcantarillados.* p. 21.

Anexo 12. Formulario de evaluación ambiental del diseño de
pavimentación de concreto para Granjas Gerona y Gerona Abajo, San
Miguel Petapa.




DGA-GA-R-001


EVALUACION AMBIENTAL INICIAL
(Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@mam.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o log(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
<p>I. INFORMACION LEGAL</p>	
<p>1.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad: DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJA GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA.</p>	
<p>1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento El proyectos consistirá en mejorar la infraestructura existente pavimentando una zona con muchos problemas de inundaciones ubicado en Granjas Gerona y Gerona Abajo, San Miguel Petapa.</p>	
<p>1.2. Información legal:</p> <p>A) Nombre del Proponente o Representante Legal: Luis Alberto Barillas Vásquez</p> <hr/> <p>B) De la empresa: Razón social: Municipalidad de San Miguel Petapa</p> <hr/> <p>Nombre Comercial:</p> <hr/> <p>No. De Escritura Constitutiva: _____</p> <p>Fecha de constitución:</p> <p>Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p> <p>Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p> <p>No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de departamento de Guatemala, San Miguel Petapa _____ de se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p>	


Continuación de Anexo 12.

 <p>Gobierno de Guatemala Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales</p>		
Número de Identificación Tributaria (NIT): 672030-7		
I.3 Teléfono: 6662-1111 Correo electrónico: info@munisanmiguelpetapa.gob.gt		
I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84	
15 P 763194.02 m E	Latitud: 14°30'35.27"N	
1605514.43 m N	Longitud: 90°33'28.73"O	
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)		
Municipalidad de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo Ing. Luis Miguel López Rivera		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción** - Actividades a realizar - Insumos necesarios - Maquinaria - Otros de relevancia ** Adjuntar planos	Etapas de Operación - Actividades o procesos - Materia prima e insumos - Maquinaria - Productos y subproductos (bienes o servicios) - Horario de trabajo - Otros de relevancia	Abandono - acciones a tomar en caso de cese
II.3 Área		
a) Área total de terreno en metros cuadrados: <u>13,545</u>		
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: <u>13,545</u>		
c) Área total de construcción en metros cuadrados: <u>13,545</u>		
II.4 Actividades colindantes al proyecto:		
NORTE: <u>Industrias B&B</u> SUR: <u>Col. Cañadas de Petapa</u> ESTE: <u>Granjas la Joya</u> OESTE: <u>cdl. Villas de Petapa</u>		
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
Industrias B&B	Norte	330 m
Cdl. Cañadas de Petapa	Sur	107 m


Continuación de Anexo 12.

 Gobierno de Guatemala Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales							
L	Granjas la Joya	Este	411 m				
	col. Villas de Petapa	Oeste	181 m				
II.5 Dirección del viento: Norte a Sur							
II.7 Datos laborales a) Jornada de trabajo: Diurna (x) Nocturna () Mixta () Horas Extras <u>7:30 – 16:30 horas</u>							
b) Número de empleados por jornada: <u>16</u> Total empleados: <u>25</u>							
d) otros datos laborales, especifique <u>Albañiles, ayudantes, topógrafo, cadenero, operadores, supervisores</u> , pilotos, agentes de seguridad							
II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad (/mes día y hora)	Proveed or	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	si	-	-	Mezcla	-	-
	Pozo	No Aplica					
	Agua especial	No Aplica					
	Superficial	No Aplica					
Combustible	Otro	No Aplica					
	Gasolina	No Aplica	-	-	Flete	-	-
	Diesel	si	-	-	Maquinaria	-	-
	Bunker	No Aplica					
	Glp	No Aplica					
	Otro	No Aplica					
Lubricantes	Solubles	No Aplica					
	No solubles	si	-	-	Maquinaria	-	-
Refrigerantes		No Aplica					
Otros		No Aplica					

Continuación de Anexo 12.

 Gobierno de Guatemala Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales					
NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia					
III. TRANSPORTE					
III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:					
a) Número de vehículos: 2					
b) Tipo de vehículo: pick - up					
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa: Opcional					
IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD					
IV.1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES					
En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).					
No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Polvo	Polvo al momento de corte en trabajos corte y relleno de cajuela y zanjas.	Riego constante en el área de trabajo
		Ruido	Si aplica	Al momento que se use la maquinaria.	Utilizar sorderas
		Vibraciones	Si aplica	Al momento de compactar sub-rasante y base.	Utilizar la maquinaria en horas de la mañana para evitar molestias a los vecinos.
		Olores	No aplica		
2	Agua	Abastecimiento de agua	No aplica		
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: No aplica		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias,	Cantidad: No aplica	Descarga	


Continuación de Anexo 12.

 Gobierno de Guatemala Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales					
		hospitalarias)			
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No aplica	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación No aplica	Descarga:	
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: No aplica		
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfectiosos)	Cantidad: No aplica	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No aplica		
		Modificación del relieve o topografía del área	si aplica	Construcción de carretera y cunetas con drenaje trasversal	Los trabajos garantizaran la seguridad de los vecinos y una adecuada disposición de la escorrentía que puedan producir inundaciones en las calles
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No aplica		
		Fauna (animales)	No aplica		
		Ecosistema	No aplica		
5	Visual	Modificación del paisaje	No aplica		
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	No aplica		
7	Otros		No aplica		


NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA
CONSUMO
V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes): _____

Continuación de Anexo 12.

 Gobierno de Guatemala Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	
V. 2	Forma de suministro de energía a) Sistema público _____ b) Sistema privado _____ c) generación propia X _____
V.3	Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO: <u>X</u> _____
V.4	Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? _____ _____
VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario: a) NO la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio b) NO la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores c) NO la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serian las actividades riesgosas: _____ _____	
VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto? a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos () d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro () Detalle la información explicando el por qué? <u>No aplica</u> _____ _____	
VI.3 riesgos ocupacionales: No Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores Si La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores No La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores <input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores Ampliar información: Al momento que se realice el desmontaje de láminas. Demolición de muros.	
VI.4 Equipo de protección personal VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (x) NO () VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Cascos Mascarillas Botas Lentes Tapones de oídos Guantes.	
VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? El uso de algún equipo de protección para los trabajadores será opcional dependiendo de las medidas que tome la constructora encargada de la ejecución del proyecto, y circular el área de trabajo para que población en general no acercarse a la obra.	

Continuación de Anexo 12.

		
II. INFORMACIÓN GENERAL		
II.1 Etapa de Construcción**	II.2 Etapa de Operación	II.3 Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Se realizarán las siguientes <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza + rotulo - Destronque - Trazo + Estaqueado - Corte de terreno - Corte cajuela (t= 0.30 m) - Nivelación y estabilización de rasante - Conformación de base (t = 0.15 m) - Concreto 5,000 PSI (t= 0.15 m) - Cunetas revestidas - Drenaje trasversal de PVC de 30 in+ canal de salida - Pozos de visita y cabezal de desfogue - Limpieza final - Acabados. <p>Insumos necesarios Vastillas grado 60 de No.2,3", ladrillo tayuyo , cemento tipo 1, arena de río lavada, arena blanca, arena amarilla, grava triturada, alambre de amarre, tubo pvc de 30" y de 1/2 " madera de pino de diferente medidas, diésel, gasolina, pintura , etc.</p> <p>Maquinaria Martillo hidráulico, retro excavadora , camión de volteo, excavadora, generadores eléctricos ,vibradores de concreto, mezcladora de concreto,</p> <p>Otros de relevancia Fletes</p> <p>** Adjuntar planos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades o procesos: - limpieza del área y acareo de basura. - Materia prima e insumos: <ul style="list-style-type: none"> - cemento, arena de río, agua,etc. - Maquinaria: <ul style="list-style-type: none"> - No aplica - Productos y subproductos (bienes o servicios): <ul style="list-style-type: none"> - No aplica - Horario de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> - 7:30 – 14:30 horas. 	<ul style="list-style-type: none"> - acciones a tomar en caso de cierre. <p>Retirar todo material suelto, herramienta que ponga en riesgo la salud de las personas y dejando en su forma natural el área no utilizada y circular el área con lamina .</p>

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Anexo 13. Formulario de evaluación ambiental del diseño de un sistema de drenaje sanitario para la colonia Brisas de Gerona, San Miguel Petapa.





DGA-GA-R-001


EVALUACION AMBIENTAL INICIAL
(Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: yunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
I. INFORMACION LEGAL	
1.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA , SAN MIGUEL PETAPA	
1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento El proyectos consistirá en mejorar los servicios que cuentan actualmente con un drenaje sanitario para la colonia Brisas de Gerona, San Miguel Petapa.	
1.2. Información legal:	
A) Nombre del Proponente o Representante Legal: Luis Alberto Barillas Vásquez _____	
B) De la empresa: Razón social: Municipalidad de San Miguel Petapa Nombre Comercial: _____ _____	
No. De Escritura Constitutiva: _____	
Fecha de constitución: _____	
Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____	
Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____	
No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de departamento de Guatemala, San Miguel Petapa _____ de se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.	


Continuación de Anexo 13.

  <p>Gobierno de Guatemala Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales</p>	
Número de Identificación Tributaria (NIT): 672030-7	
1.3 Teléfono: 6662-1111 Correo electrónico: info@munisamiguelpetapa.gob.gt	
1.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:	
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas	
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84
15 P 763373.29 m E	Latitud: 14°30'10.67"N
1604760.47 m N	Longitud: 90°33'23.02"O
1.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)	
Municipalidad de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala	
1.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo	
Ing. Luis Miguel López Rivera	
II. INFORMACION GENERAL	
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:	
II.1 Etapa de Construcción**	Etapa de Operación
- Actividades a realizar - insumos necesarios - Maquinaria - Otros de relevancia ** Adjuntar planos	- Actividades o procesos - Materia prima e insumos - Maquinaria - Productos y subproductos (bienes o servicios) - Horario de trabajo - Otros de relevancia
	Abandono
	- acciones a tomar en caso de cierre
II.3 Área	
a) Área total de terreno en metros cuadrados: <u>3,300</u>	
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: <u>3,300</u>	
c) Área total de construcción en metros cuadrados: <u>3,300</u>	
II.4 Actividades colindantes al proyecto:	
NORTE: Cooperativa integral de la vivienda SUR: Parque ecológico la CERRA	
ESTE: <u>ño Plátanos</u> OESTE: <u>Estadio Julio Armando Cobar</u>	
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):	
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)
Cooperativa integral de la vivienda	Norte
Parque ecológico la CERRA	Sur
	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
	31 m
	1,897 m


Continuación de Anexo 13.

 Gobierno de Guatemala Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales							
L	rio Plátanos	Este	971 m				
	Estadio Julio Armando Cóbar	Oeste	183 m				
II.5 Dirección del viento: Norte a Sur							
II.7 Datos laborales a) Jornada de trabajo: Diurna (x) Nocturna () Mixta () Horas Extras 7:30 – 16:30 horas							
b) Número de empleados por jornada: 20 Total empleados: 30							
d) otros datos laborales, especifique Albañiles, ayudantes, topógrafo, cadenero, operadores, Plomeros, supervisores, pilotos, agentes de seguridad							
II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad (/mes día y hora)	Proveed or	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	si	-	-	Mezcla	-	-
	Pozo	No Aplica					
	Agua especial	No Aplica					
	Superficial	No Aplica					
Combustible	Otro	No Aplica					
	Gasolina	si	-	-	Flete	-	-
	Diesel	si	-	-	Maquinaria	-	-
	Bunker	No Aplica					
	Gp	No Aplica					
	Otro	No Aplica					
Lubricantes	Solubles	No Aplica					
	No solubles	si	-	-	Maquinaria	-	-
Refrigerantes		No Aplica					
Otros		No Aplica					

Continuación de Anexo 13.

 Gobierno de Guatemala Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales					
NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia					
III. TRANSPORTE III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes: a) Número de vehículos: 2 b) Tipo de vehículo: pick - up c) sitio para estacionamiento y área que ocupa: Opcional					
IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD IV.1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).					
No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Polvo	Polvo al momento de corte y relleno de zanja.	Riego constante en el área de trabajo
		Ruido	Si aplica	Al momento que se use la maquinaria.	Utilizar sorderas
		Vibraciones	Si aplica	Al momento de compactar zanjas.	Utilizar la maquinaria en horas de la mañana para evitar molestias a los vecinos.
		Olores	No aplica		
2	Agua	Abastecimiento de agua	No aplica		
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: No aplica		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias,	Cantidad: No aplica	Descarga:	


Continuación de Anexo 13.

 Gobierno de Guatemala <small>Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales</small>					
		hospitalarias)			
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No aplica	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación No aplica	Descarga:	
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: No aplica		
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No aplica	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No aplica		
		Modificación del relieve o topografía del área	No aplica		
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No aplica		
		Fauna (animales)	No aplica		
		Ecosistema	No aplica		
5	Visual	Modificación del paisaje	No aplica		
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	No aplica		
7	Otros		No aplica		

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA CONSUMO V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kWmes): _____
--

Continuación de Anexo 13.

 <p>Gobierno de Guatemala Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales</p>	
<p>V. 2 Forma de suministro de energía</p> <p>a) Sistema público _____</p> <p>b) Sistema privado _____</p> <p>c) generación propia X _____</p>	
<p>V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO: <u>X</u> _____</p>	
<p>V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? _____ _____</p>	
<p>VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p>	
<p>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</p> <p>a) <u>NO</u> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <u>NO</u> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <u>NO</u> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()</p> <p>d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()</p> <p>Detalle la información explicando el por qué? <u>No aplica</u></p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>VI.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><u>No</u> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><u>Si</u> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><u>No</u> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: Al momento que se realice el desmontaje de láminas. Demolición de muros.</p>	
<p>VI.4 Equipo de protección personal</p> <p>VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (x) NO ()</p> <p>VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p>Cascos Mascarillas Botas Lentes Tapones de oídos Guantes.</p> <p>VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? El uso de algún equipo de protección para los trabajadores será opcional dependiendo de las medidas que tome la constructora encargada de la ejecución del proyecto, y circular el área de trabajo para que población en general no acercarse a la obra.</p>	


Continuación de Anexo 13.



II. INFORMACIÓN GENERAL

II.1 Etapa de Construcción*	II.2 Etapa de Operación	II.3 Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Se realizarán las siguientes -Replanteo topográfico -Demolición de estructuras de concreto -Excavación -Tubería PVC Norma 3034 Ø= 6" -Tubería PVC Norma 3034 Ø= 10" -Relleno de zanjas y pozos de visita 40 pozos de diferentes medidas -Pozo de visita de 0.90 m -Pozo de visita de 1.20 m. -Pozo de visita de 1.50 m. -Pozo de visita de 2.00 m. -Pozo de visita de 2.50 m. -Pozo de visita de 2.70 m. -Pozo de visita de 3.00 m. -Pozo de visita de 3.50 m -Pozo de visita de 3.70 m. -Pozo de visita de 4.00 m. -Pozo de visita de 4.70 m. -Pozo de visita de 5.70 m -Pozo de visita de 6.80 m. -Pozo de visita de 7.20 m. -Pozo de visita de 7.60 m. 	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades o proceso: - limpieza del área y acareo de basura. - Materia prima e insumos: - cemento, arena de río, agua.etc - Maquinaria: -No aplica - Productos y subproductos (bienes o servicios): -No aplica - Horario de trabajo: - 7:30 – 14:30 horas. 	<ul style="list-style-type: none"> - acciones a tomar en caso de cierre. Retirar todo material suelto, herramienta que ponga en riesgo la salud de las personas y dejando en su forma natural el área no utilizada y circular el área con lamina.

Continuación de Anexo 13.

 Gobierno de Guatemala Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales		
<p>-Pozo de visita de 8.10 m</p> <p>-Conexiones al sistema de drenaje 131 conexiones</p> <p>- Insumos necesarios Varillas grado 60 de No.2,3,5,, labrillo tayuyo, accesorios PVC tee, silletas tubo PVC de 6 de 10 " limpiador de uniones , cemento pigo 1, arena de río lavada, piedrin triturado, roca bola, arena amarilla , arena blanca, cal hidratada, tobo PVC de 1/2", PVC de 4 " , diésel, gasolina ,alambre de amarre, generadores eléctricos , etc.</p> <p>- Maquinaria Martillo hidráulico, retro excavadora , camión de volteo, excavadora , mini cargador ,mezcladora de concreto, vibrador de concreto,</p> <p>- Otros de relevancia Fletes ** Adjuntar planos</p>		

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Anexo 14. Ensayo de límites de Atterberg, muestra número 1



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



INFORME No. 470 S.S.

O.T.: 35,195

No. **4658**

Interesado: Luis Fernando Barrios González

Proyecto: EPS "Diseño de Pavimentación de Concreto para Granja Gerona y Gerona Abajo, San Miguel Petapa"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Municipalidad de San Miguel Petapa

FECHA: viernes, 11 de septiembre de 2015

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Arena Limosa Color Beige

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado. Muestra No. 1.

Atentamente,

Vo.Bo.



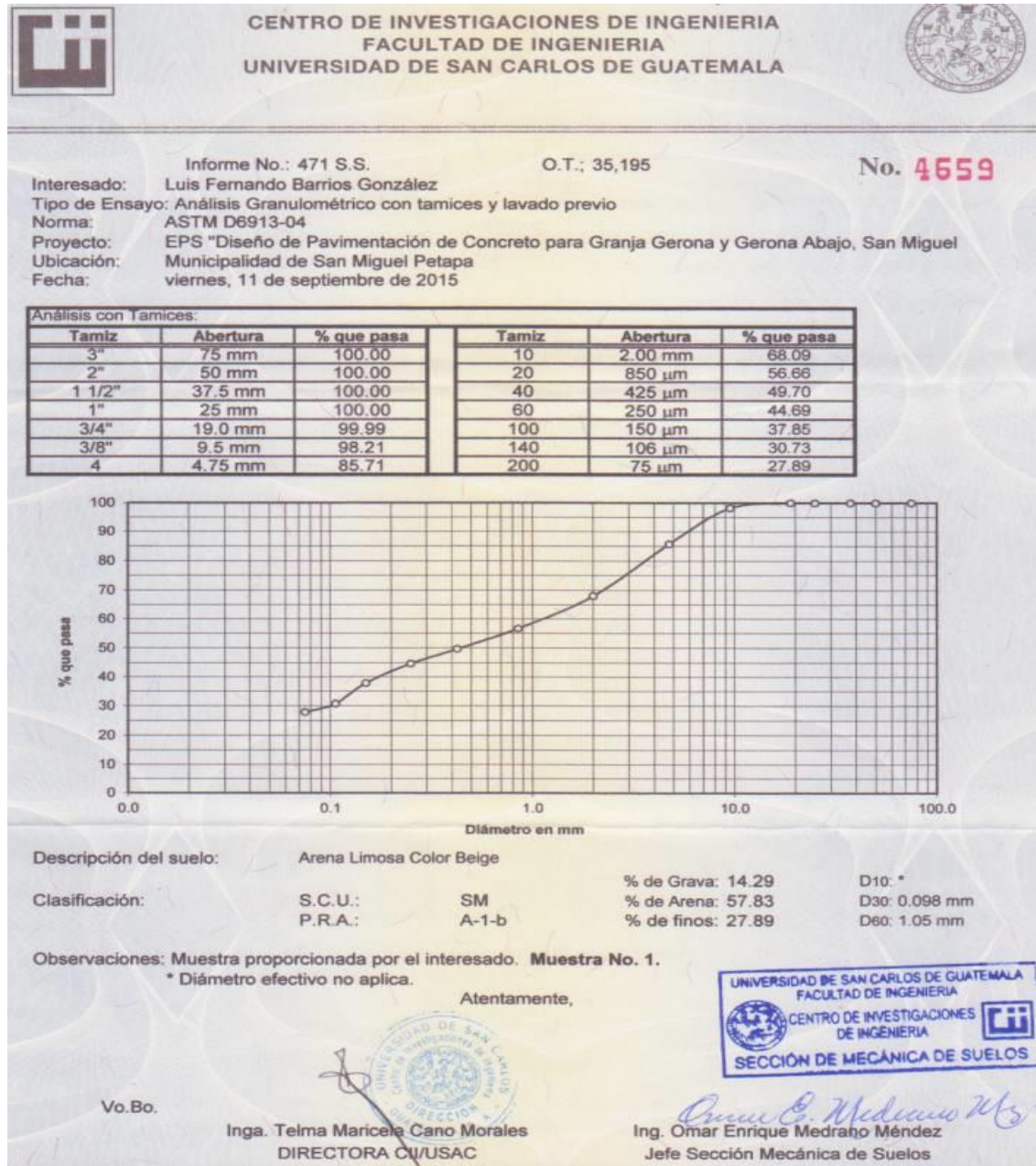
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



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

Fuente: Centro de Investigaciones de ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 15. **Ensayo análisis granulométrico con tamices y lavado previo, muestra número 1**



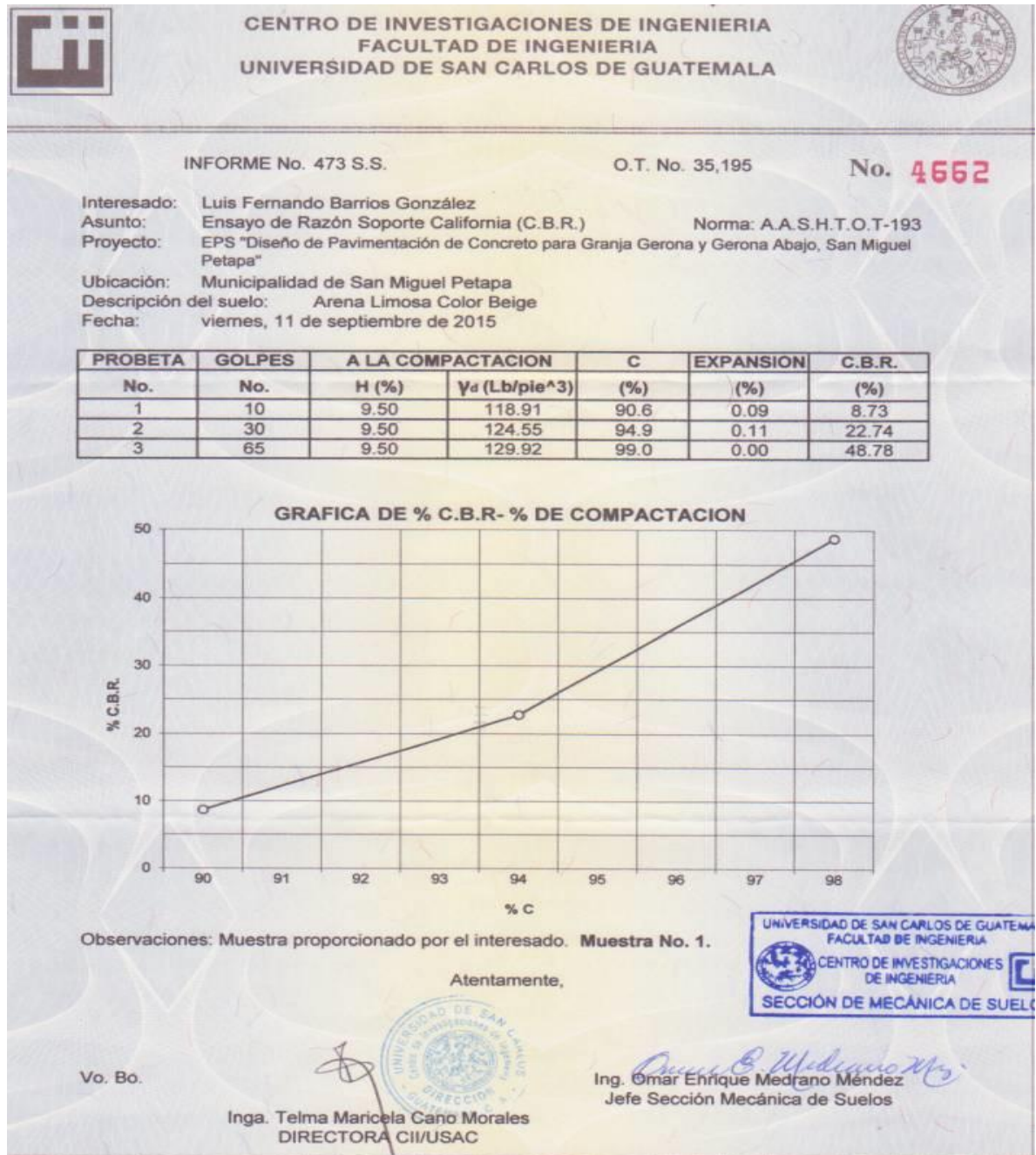
Fuente: Centro de Investigaciones de ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 16. Ensayo de compactación, muestra número 1



Fuente: Centro de Investigaciones de ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 17. Ensayo de razón soporte California (C.B.R), muestra número 1



Fuente: Centro de Investigaciones de ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 18. Ensayo de límites de Atterberg, muestra número 2



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



INFORME No. 474 S.S.

O.T.: 35,195

No. 4663

Interesado: Luis Fernando Barrios González

Proyecto: EPS "Diseño de Pavimentación de Concreto para Granja Gerona y Gerona Abajo, San Miguel Petapa"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Municipalidad de San Miguel Petapa

FECHA: viernes, 11 de septiembre de 2015

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Arena Limosa Color Gris

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado. **Muestra No. 2.**

Atentamente,

Vo.Bo.



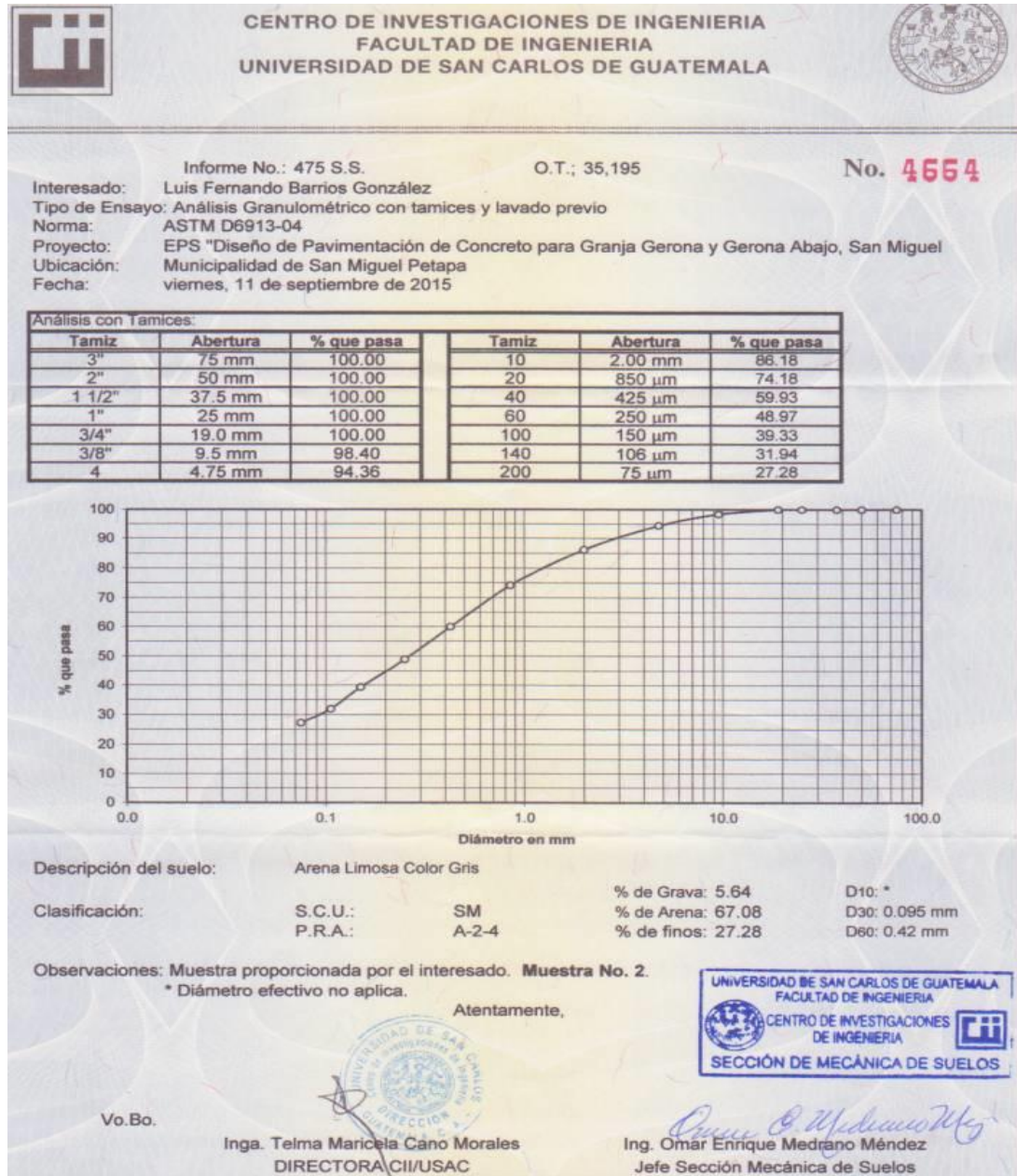
Inga. Telma Maricela Cárto Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Fuente: Centro de Investigaciones de ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

**Anexo 19. Ensayo análisis granulométrico con tamices y lavado
precio, muestra número 2**



Fuente: Centro de Investigaciones de ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 20. Ensayo de compactación, muestra número 2



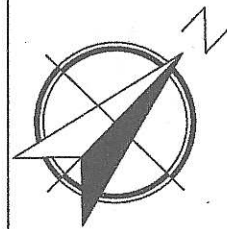
Fuente: Centro de Investigaciones de ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 21. Ensayo de razón soporte California (C.B.R.), muestra número 2

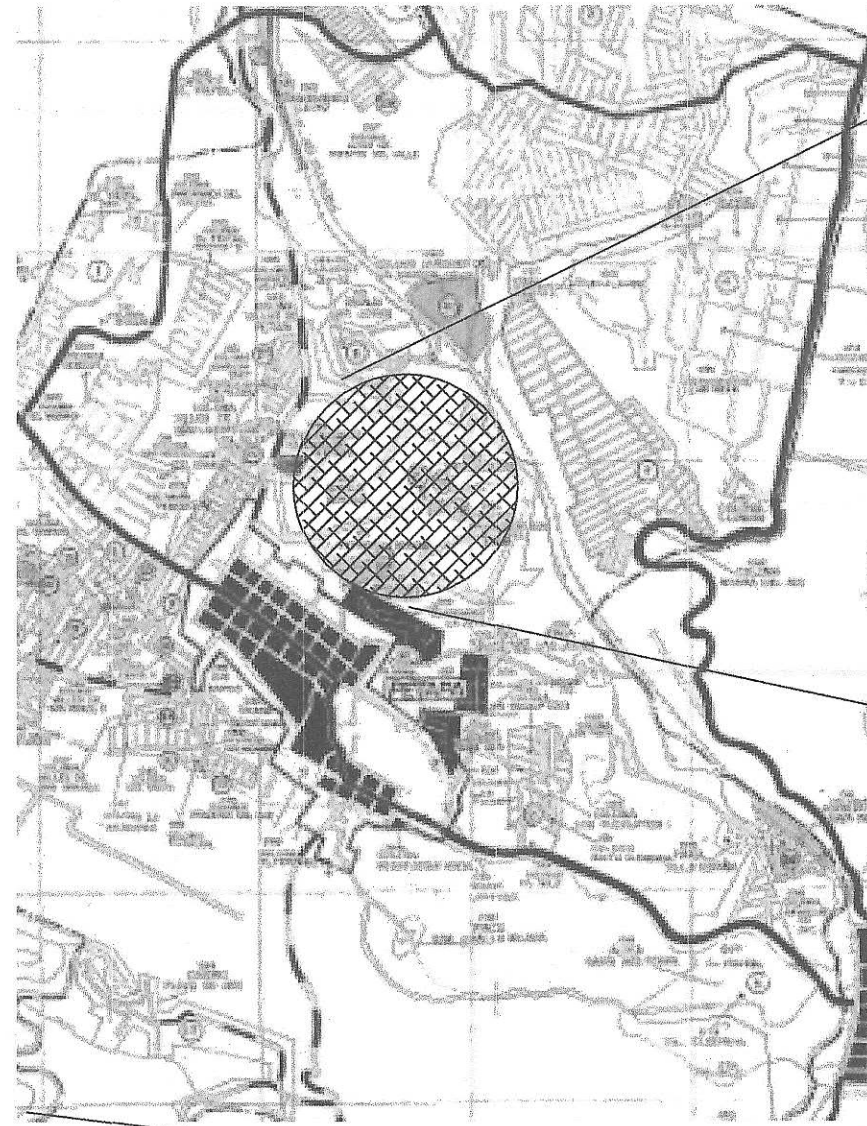


Fuente: Centro de Investigaciones de ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala.

**PLANOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN
DE CONCRETO PARA GRANJA GERONA Y
GERONA ABAJO DE SAN MIGUEL PETAPA,
GUATEMALA**



AMPLIACIÓN MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA



instituto básico INEB

colonia Villas de Petapa

Granjas la Joya

inicio Proyecto #1

inicio Proyecto # 2

fin Proyecto # 1

colonia Brisas de Gerona

RÍO PLATANOS

fin Proyecto # 2

UBICACIÓN DE PROYECTOS

PROYECTO # 1

DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJA GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

INICIO
LATITUD: 14°30'35.26"N
LONGITUD: 90°33'28.73"O

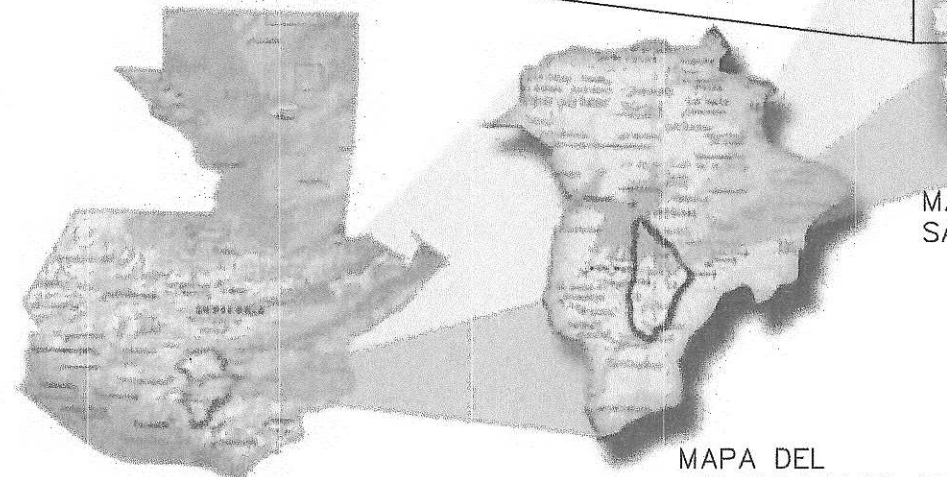
FINAL
LATITUD: 14°30'8.60"N
LONGITUD: 90°33'17.46"O

PROYECTO # 2

DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

INICIO
LATITUD: 14°30'9.45"N
LONGITUD: 90°33'22.65"O


FINAL
LATITUD: 14°30'1.58"N
LONGITUD: 90°32'48.27"O



MAPA DE GUATEMALA

MAPA DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

MAPA DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJA GERONA Y GERONA ABAJO, Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.	
CONTENIDO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN.	
DISEÑO Y CÁLCULO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ	ESCALA: SIN ESCALA
DIBUJO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.	FECHA: ABRIL DE 2,016
ASESOR: INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO	CARNET: 2000-10574
 Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería	
HOJA	

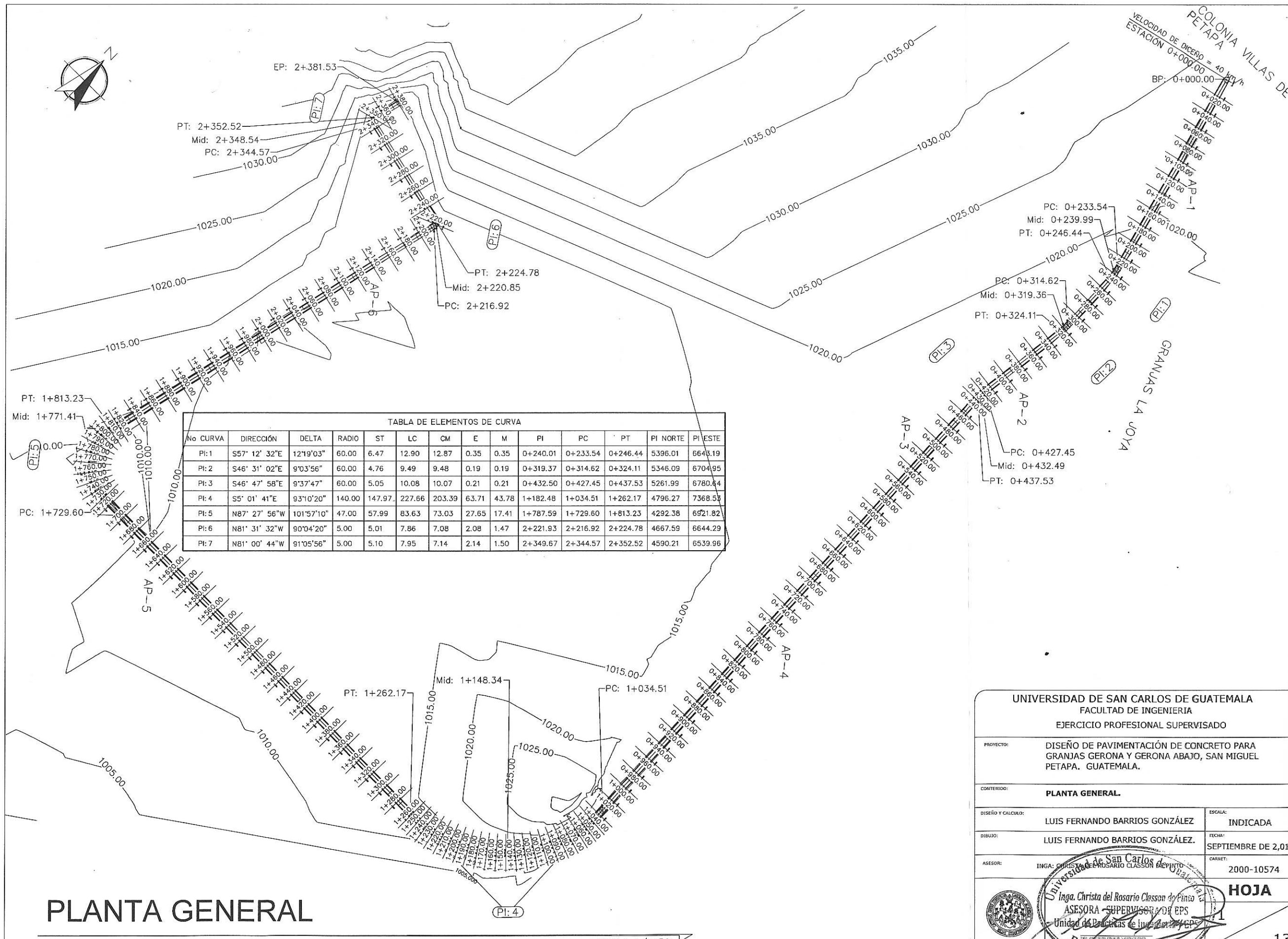


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

No CURVA	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	ST	LC	CM	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI:1	S57° 12' 32"E	12°19'03"	60.00	6.47	12.90	12.87	0.35	0.35	0+240.01	0+233.54	0+246.44	5396.01	6643.19
PI:2	S46° 31' 02"E	9°03'56"	60.00	4.76	9.49	9.48	0.19	0.19	0+319.37	0+314.62	0+324.11	5346.09	6704.95
PI:3	S46° 47' 58"E	9°37'47"	60.00	5.05	10.08	10.07	0.21	0.21	0+432.50	0+427.45	0+437.53	5261.99	6780.64
PI:4	S5° 01' 41"E	93°10'20"	140.00	147.97	227.66	203.39	63.71	43.78	1+182.48	1+034.51	1+262.17	4796.27	7368.53
PI:5	N87° 27' 56"W	101°57'10"	47.00	57.99	83.63	73.03	27.65	17.41	1+787.59	1+729.60	1+813.23	4292.38	6921.82
PI:6	N81° 31' 32"W	90°04'20"	5.00	5.01	7.86	7.08	2.08	1.47	2+221.93	2+216.92	2+224.78	4667.59	6644.29
PI:7	N81° 00' 44"W	91°05'56"	5.00	5.10	7.95	7.14	2.14	1.50	2+349.67	2+344.57	2+352.52	4590.21	6539.96

PLANTA GENERAL

ESCALA 1/1250

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

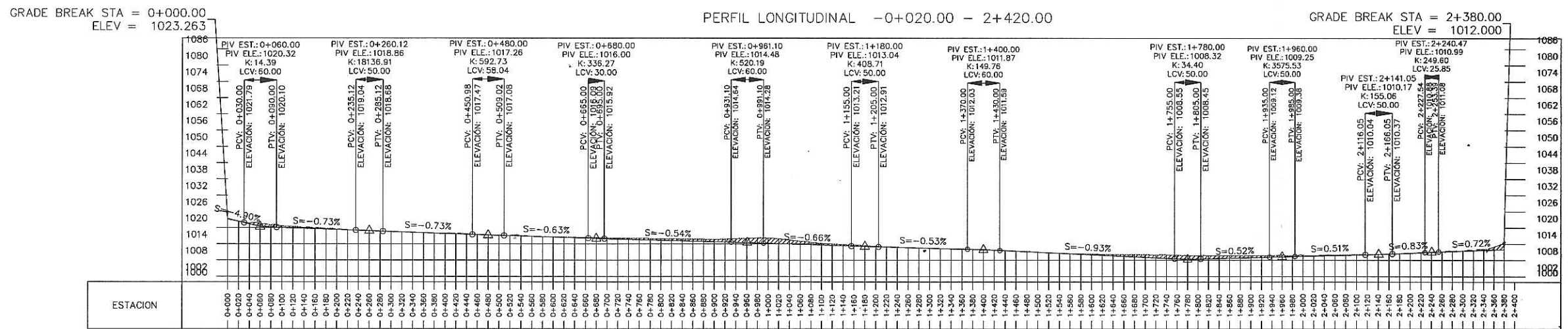
PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJAS GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

CONTENIDO: **PLANTA GENERAL.**


DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.	FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2,016
ASESOR:	INGA: CRISTA DEL ROSARIO CLASION DE PINTO	CARRER:	2000-10574

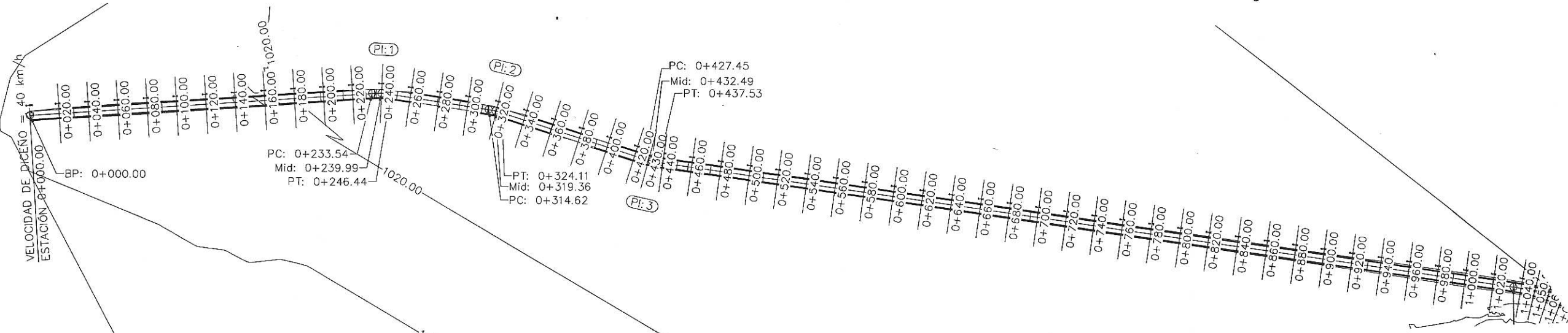
HOJA

13



PERFIL ESTACIÓN 0+000 A 2+380
 ESCALA HORIZONTAL 1:1250 ESCALA VERTICAL 1:250

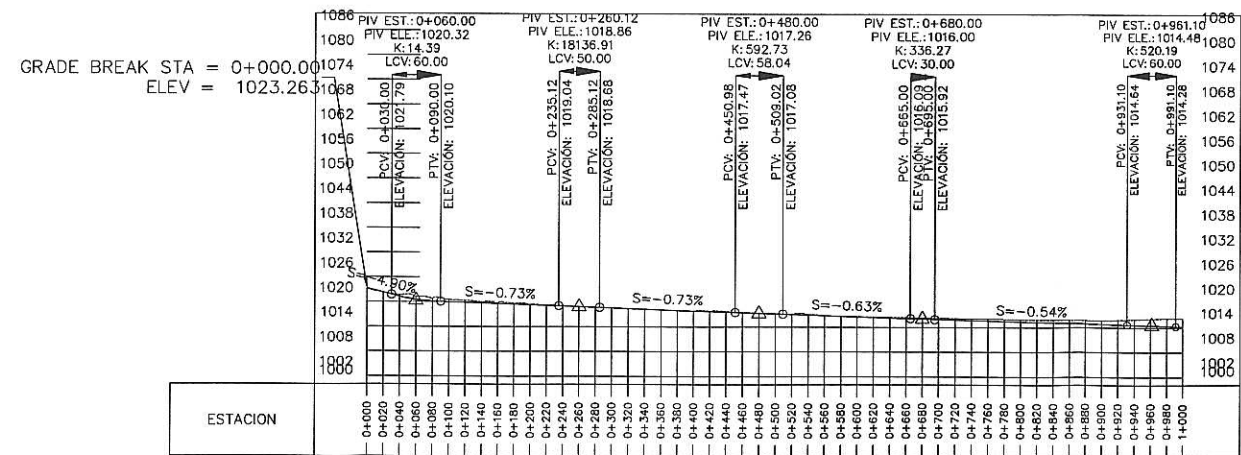
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJAS GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.
CONTENIDO:	PERFIL ESTACIÓN 0+000 A 2+380.
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ
ASESOR:	INGA CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2,016
BARRIET:	2000-10574
Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS 	
HOJA	



PLANTA ESTACIÓN 0+000 A 1+000

ESCALA 1/2000

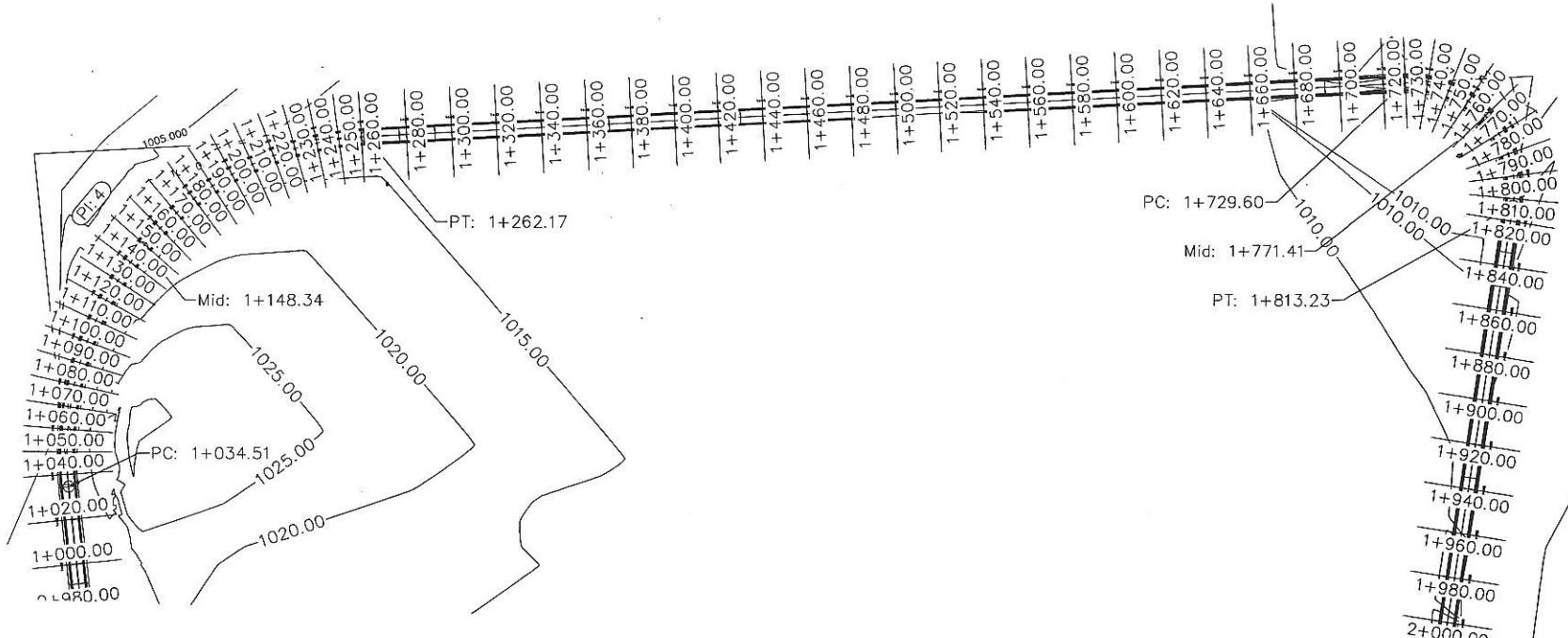
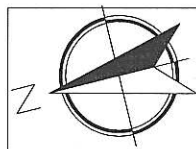
PERFIL LONGITUDINAL (1) 0+000.00 - 1+000.00



PERFIL ESTACIÓN 0+000 A 1+000

ESCALA HORIZONTAL 1:1250 ESCALA VERTICAL 1:250

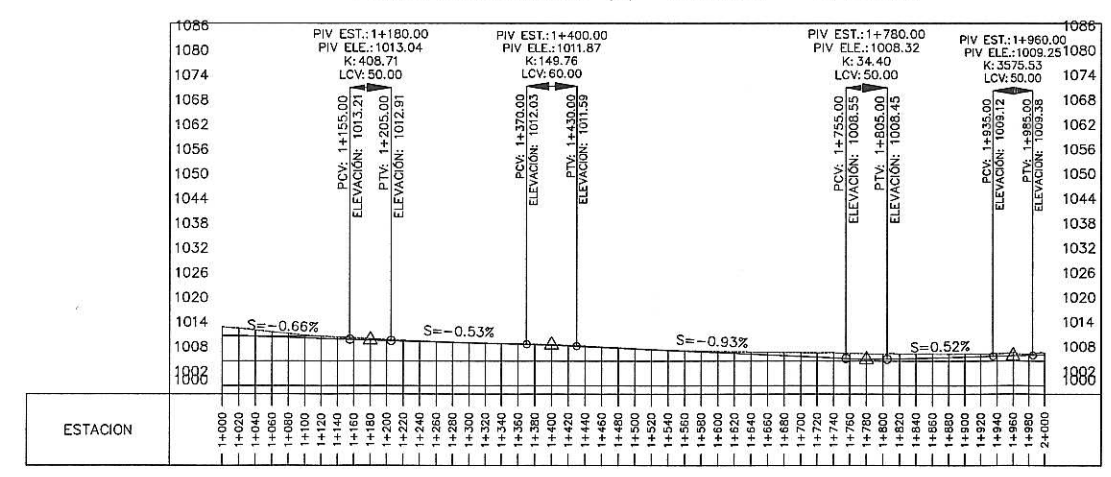
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJAS GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA. GUATEMALA.
CORTEJO:	PLANTA PERFIL ESTACIÓN 0+000 A 1+000.
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ
ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2,016
ASESOR:	INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON BELANDIERO
CARTEL:	2000-10574
HOJA 	



PLANTA ESTACIÓN 1+000 A 2+000

ESCALA 1/2000

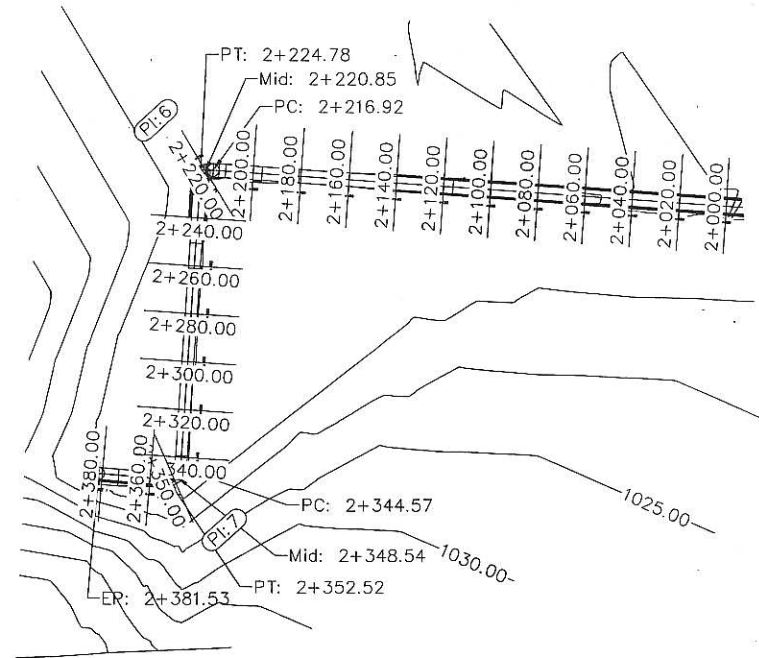
PERFIL LONGITUDINAL (2) 1+000.00 - 2+000.00



PERFIL ESTACIÓN 1+000 A 2+000

ESCALA HORIZONTAL 1:1250 ESCALA VERTICAL 1:250

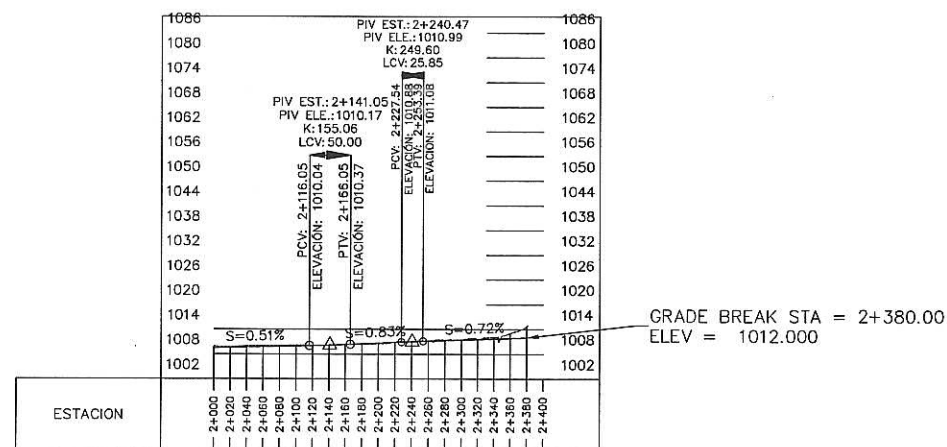
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJAS GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.
CONTENIDO:	PLANTA PERFIL ESTACIÓN 1+000 A 2+000.
DISEÑO Y CÁLCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.
ASESOR:	INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2,016
CARIET:	2000-10574
HOJA Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	



PLANTA ESTACIÓN 2+000 A 2+380

ESCALA 1/2000

PERFIL LONGITUDINAL (3) 2+000.00 - 2+400.00



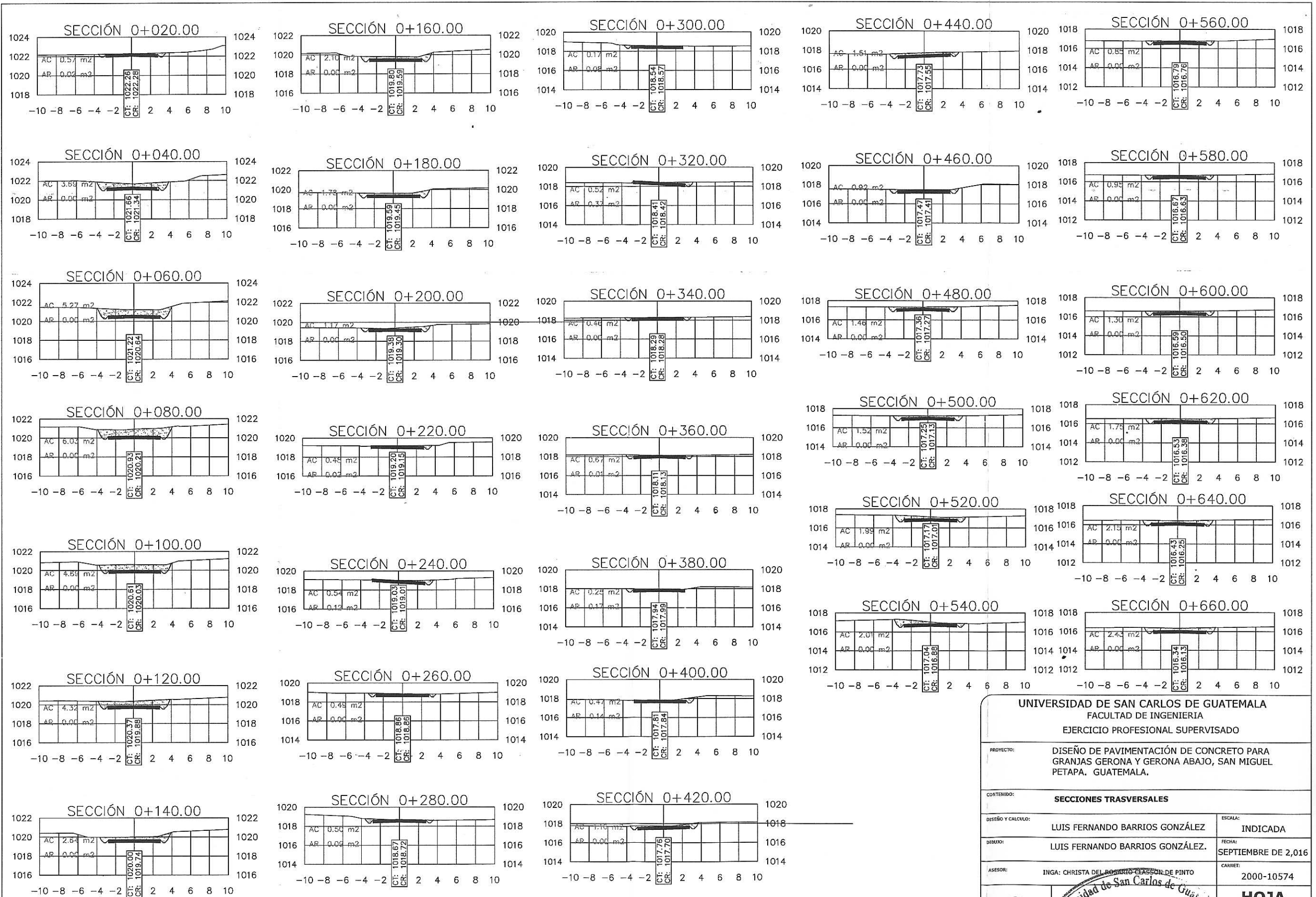
PERFIL ESTACIÓN 2+000 A 2+400

ESCALA HORIZONTAL 1:1250 ESCALA VERTICAL 1:250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJAS GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.
CONTENIDO:	PLANTA PERFIL ESTACIÓN 2+000 A 2+400.
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.
ASESOR:	INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2,016
CARPET:	2000-10574
HOJA 5	



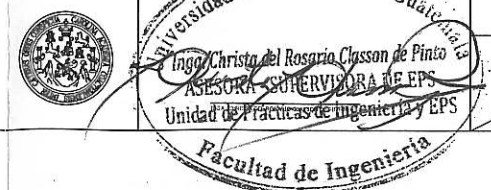
Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería
 Facultad de Ingeniería

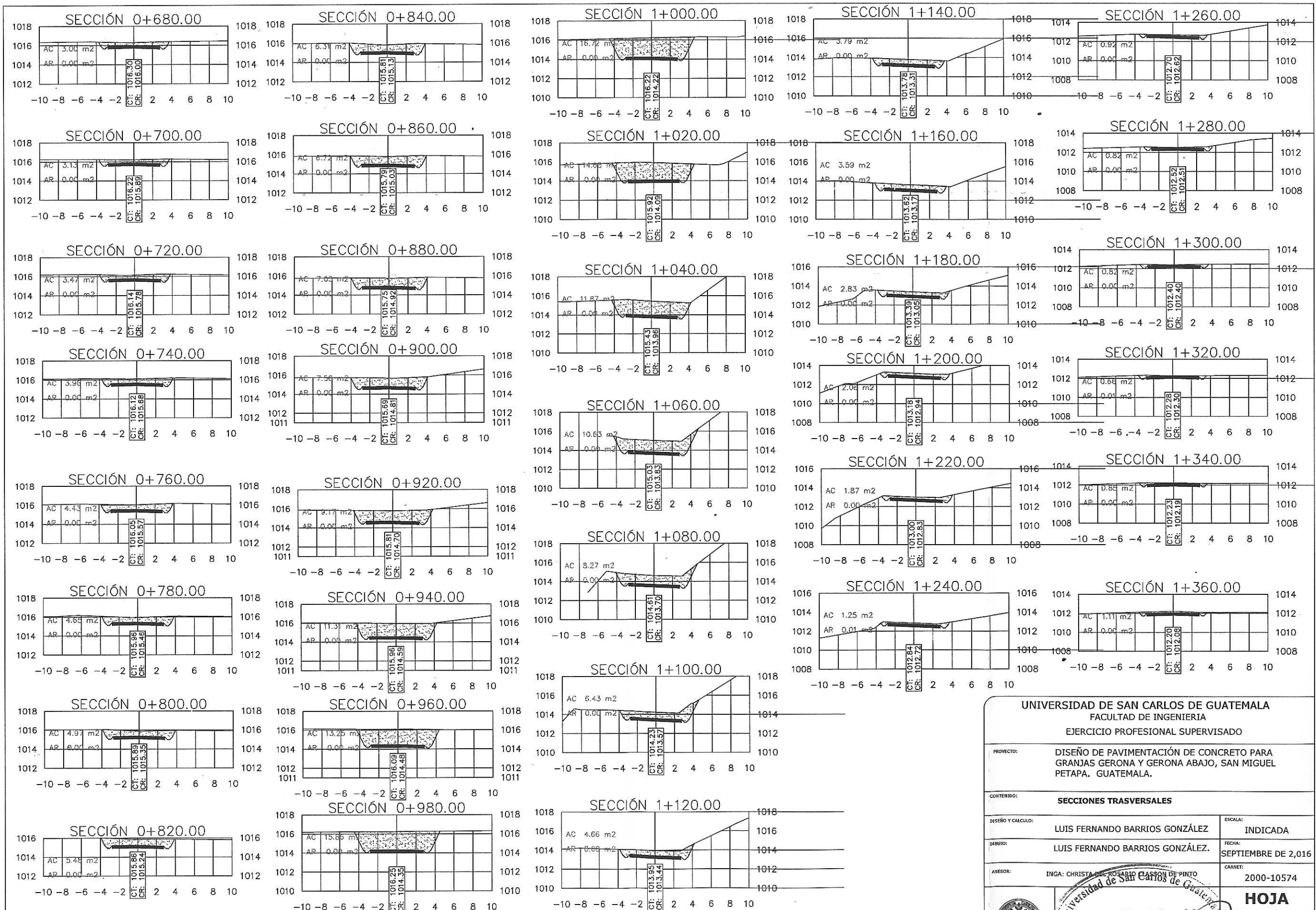


SECCIONES TRASVERSALES

ESCALA 1/250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJAS GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.
CONTENIDO:	SECCIONES TRASVERSALES
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.
ASESOR:	INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLAYSON DE PINTO
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2,016
CARRER:	2000-10574
HOJA 6	

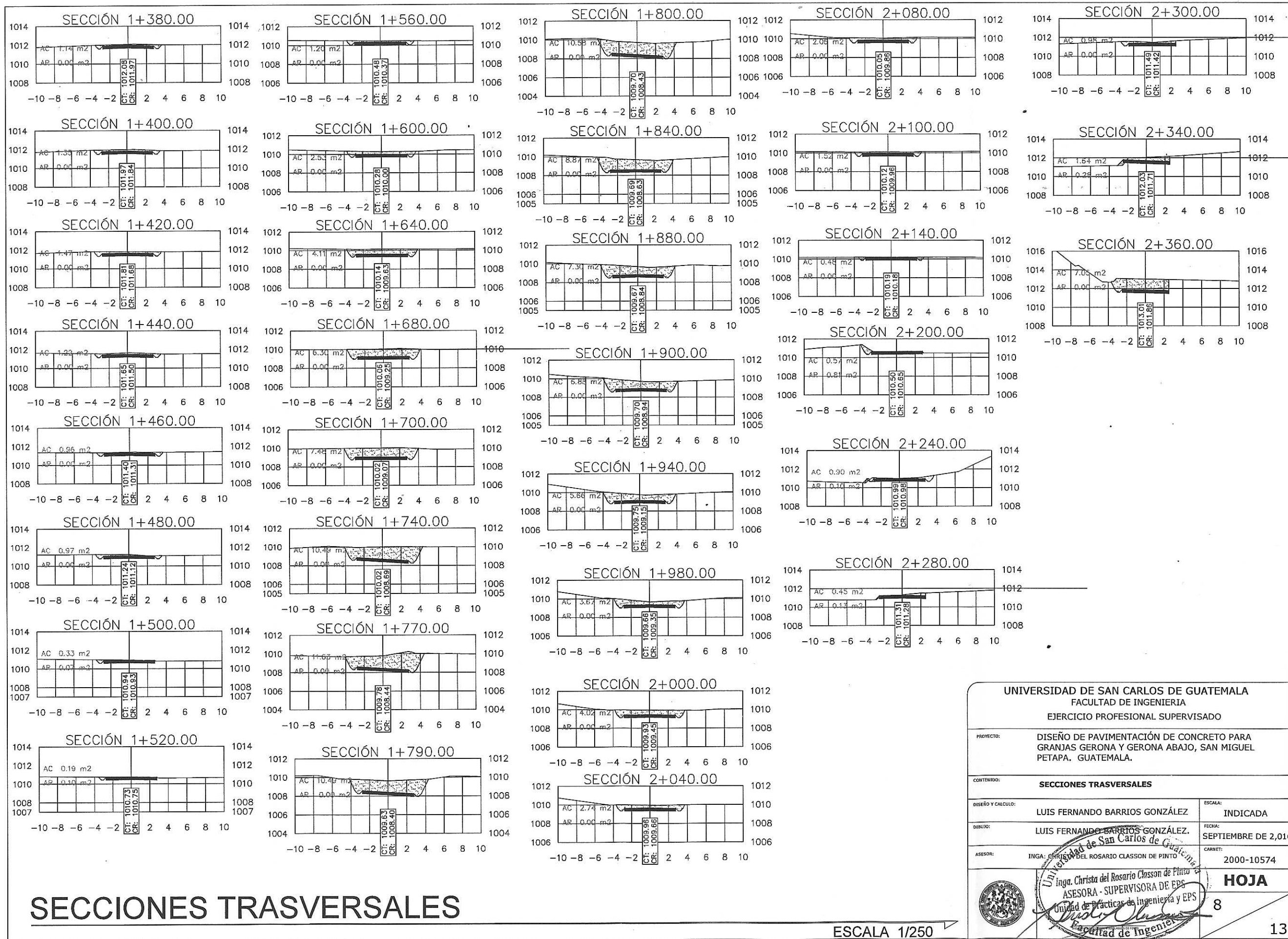




SECCIONES TRASVERSALES


ESCALA 1/250

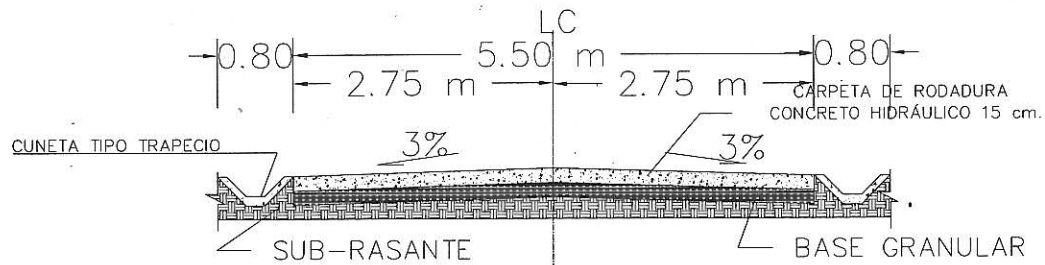
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJAS GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.		
CONTENIDO:	SECCIONES TRASVERSALES		
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ	ESCALA:	INDICADA
DESBUJO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.	FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2,016
ASESOR:	INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CASSON DE PINTO	CARRER:	2000-10574
 Inga Christa del Rosario Casson de Pinto CARRERA SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS		HOJA 7 Facultad de Ingeniería	



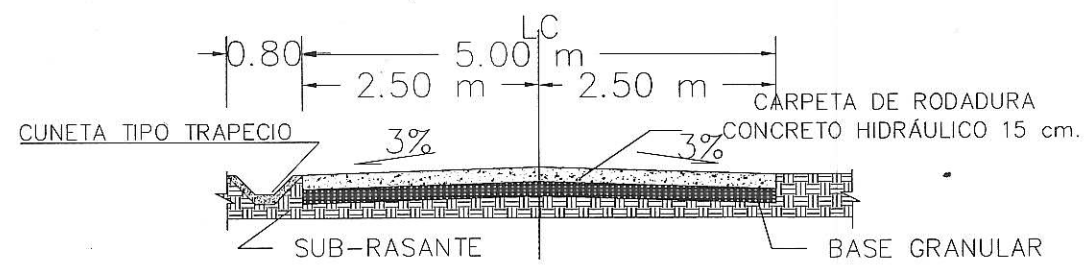
SECCIONES TRASVERSALES

ESCALA 1/250

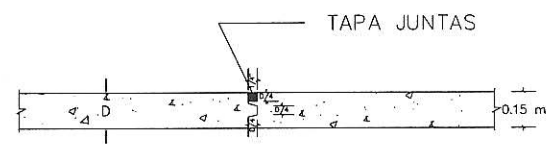
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJAS GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.
CONTENIDO:	SECCIONES TRASVERSALES
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.
ASESOR:	INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2,016
CARNET:	2000-10574
 Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	
HOJA 8	



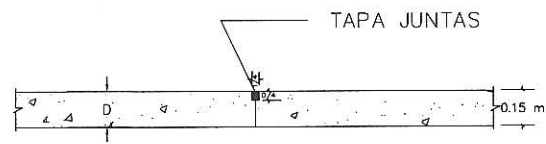
SECCIÓN TÍPICA DE LA ESTACIÓN
0+000 A 2+240
ESCALA 1/50



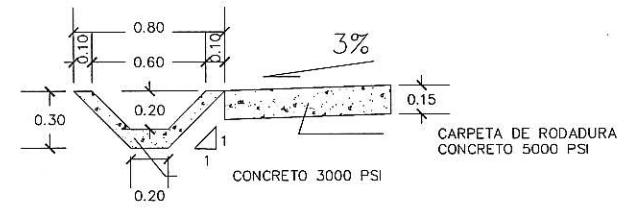
SECCIÓN TÍPICA DE LA ESTACIÓN
2+240 A 2+360
ESCALA 1/50



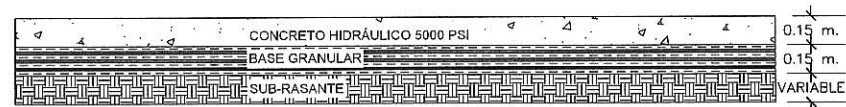
DETALLE DE JUNTA LONGITUDINAL
MACHO-HEMBRA
ESCALA 1/20



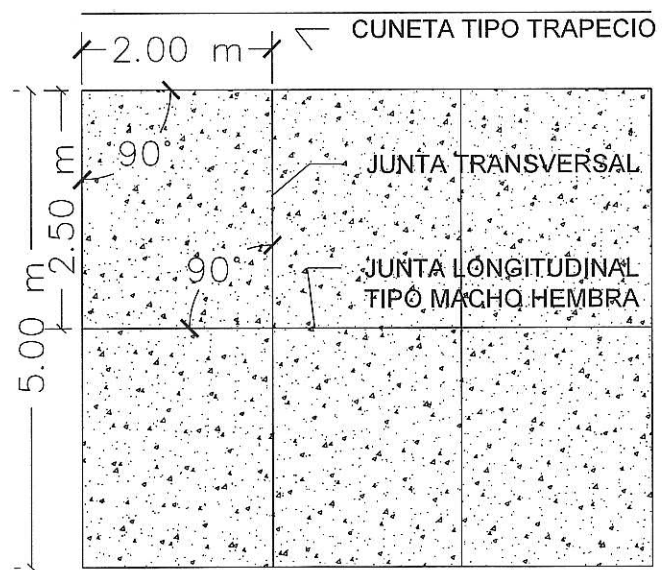
DETALLE DE JUNTA TRANSVERSAL
ESCALA 1/20



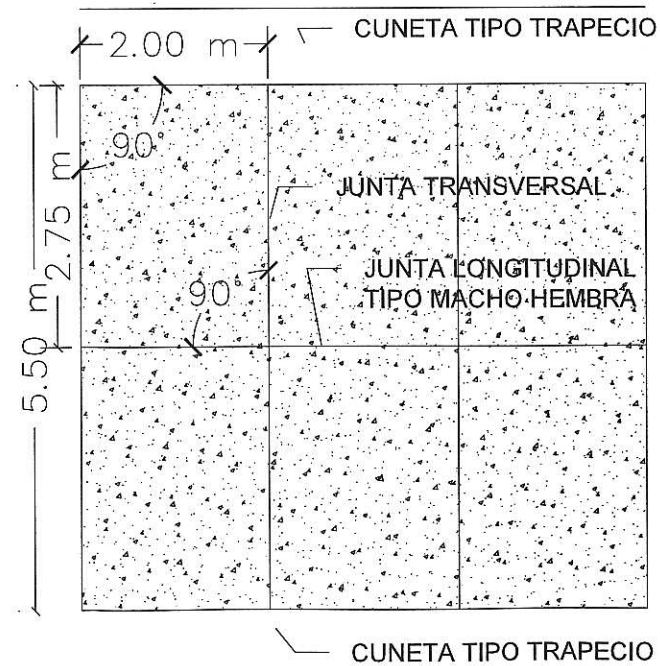
DETALLE DE CUNETA
ESCALA 1/25



DETALLE DE PAVIMENTO
ESCALA 1/25



DETALLE DE CORTE DE LOSA
ESTACIÓN 2+240 A 2+360
ESCALA 1/50



DETALLE DE CORTE DE LOSA
ESTACIÓN 0+000 A 2+240
ESCALA 1/50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

SUB-RASANTE
VALOR SOPORTE. EL MATERIAL DEBE TENER UN CBR, AASHTO T 193, MÍNIMO DEL 5%, EFECTUADO SOBRE MUESTRAS SATURADAS A 95% DE COMPACTACIÓN, AASHTO T 180, Y DEBERÁ TENER UNA EXPANSIÓN MÁXIMA DEL 5%.

GRADUACIÓN. EL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS QUE CONTENGA EL MATERIAL DE SUB-RASANTE, NO DEBE EXCEDER DE 7.5 CENTÍMETROS.

PLASTICIDAD. EL LÍMITE LÍQUIDO, AASHTO T 88, NO DEBE SER MAYOR DEL 50%, DETERMINADOS AMBOS, SOBRE MUESTRA PREPARADA EN HÚMEDO, AASHTO T 146. CUANDO LAS DISPOSICIONES ESPECIALES LO INDIQUEN EXPRESAMENTE.

BASE
EN ESTE PROYECTO SE UTILIZARÁ UNA BASE GRANULAR DE 6 PULGADAS, PARA SIMPLIFICAR SE UTILIZARÁ DE 15 CENTÍMETROS LO CUAL DA UN VALOR DEL MÓDULO DE REACCIÓN DE LA BASE DE 230 LIBRAS SOBRE PULGADAS CÚBICAS.

LA CAPA DE BASE DEBERÁ CONFORMARSE, AJUSTÁNDOSE A LOS ALINEAMIENTOS Y SECCIONES TÍPICAS DE PAVIMENTACIÓN Y COMPACTARSE EN SU TOTALIDAD, HASTA LOGRAR EL 100% DE LA DENSIDAD MÁXIMA DETERMINADA POR EL MÉTODO AASHTO T 180.

CUANDO EL ESPESOR A COMPACTAR EXCEDE DE 300 MILÍMETROS, EL MATERIAL DEBE SER COLOCADO, TENDIDO Y COMPACTADO EN DOS O MÁS CAPAS, NUNCA MENORES DE 100 MILÍMETROS. SE ESTABLECE UNA TOLERANCIA EN MENOS DEL 3% RESPECTO AL PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN ESPECIFICADO, PARA ACEPTACIÓN DE LA CAPA BASE.

VALOR SOPORTE. DEBE TENER UN CBR DETERMINADO POR EL MÉTODO AASHTO T 193 MÍNIMO DE 70% EFECTUADO SOBRE UNA 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

ABRASIÓN. LA PORCIÓN DE AGREGADO RETENIDA EN EL TAMIZ #4 (4.75MM), NO DEBE TENER UN PORCENTAJE DE DESGASTE POR ABRASIÓN DETERMINADO POR EL MÉTODO AASHTO T 96, MAYOR DEL 50 A 500 REVOLUCIONES.

PARTÍCULAS PLANAS O ALARGADAS, NO MÁS DEL 25% EN PESO DEL MATERIAL RETENIDO EN EL TAMIZ #4 (4.75 MM), PUEDEN SER PARTÍCULAS PLANAS O ALARGADAS, CON UNA LONGITUD MAYOR DE CINCO VECES EL ESPESOR PROMEDIO DE DICHAS PARTÍCULAS.

PLASTICIDAD Y COHESIÓN. EL MATERIAL DE LA CAPA BASE GRANULAR EN EL MOMENTO DE SER COLOCADO EN LA CARRETERA, NO DEBE TENER EN LA FRACCIÓN QUE PASA EL TAMIZ #40 (0.425 MM), INCLUYENDO EL MATERIAL DE RELLENO, UN ÍNDICE DE PLASTICIDAD MAYOR DE 6 PARA LA BASE, DETERMINADO POR EL MÉTODO AASHTO T 90, NI UN LÍMITE LÍQUIDO MAYOR DE 25 TANTO PARA LA BASE, SEGÚN AASHTO T 89, DETERMINADOS AMBOS SOBRE MUESTRA PREPARADA EN HÚMEDO DE CONFORMIDAD CON AASHTO T 146.

GRADUACIÓN. EL MATERIAL PARA CAPA DE BASE GRANULAR DEBE LLENAR LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN, DETERMINADA POR LOS MÉTODOS AASHTO T 27 Y AASHTO T 11.

CARPETA DE RODADURA
SE DETERMINA EL ESPESOR DE LA LOSA, SEGÚN EL MÓDULO DE RUPTURA DE 600 LIBRAS SOBRE PULGADAS CUADRADAS, CON UN VALOR SOPORTE DEL CONJUNTO SUBRASANTE-BASE ALTO. SE HA DEFINIDO LA CATEGORÍA DE LA CARRETERA, COMO CATEGORÍA 1, YA QUE SON CALLES RESIDENCIALES UN TPO DE 200 A 800 Y UN TPOC ADMISIBLE DEL 1-3 POR CIENTO. POR DÍA 25 VEHÍCULOS; SERÁ DE 6.0 PULGADAS QUE ES IGUAL A 15.24 CENTÍMETROS, POR FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN SE LE DARÁ UN VALOR DE 15 CENTÍMETROS.

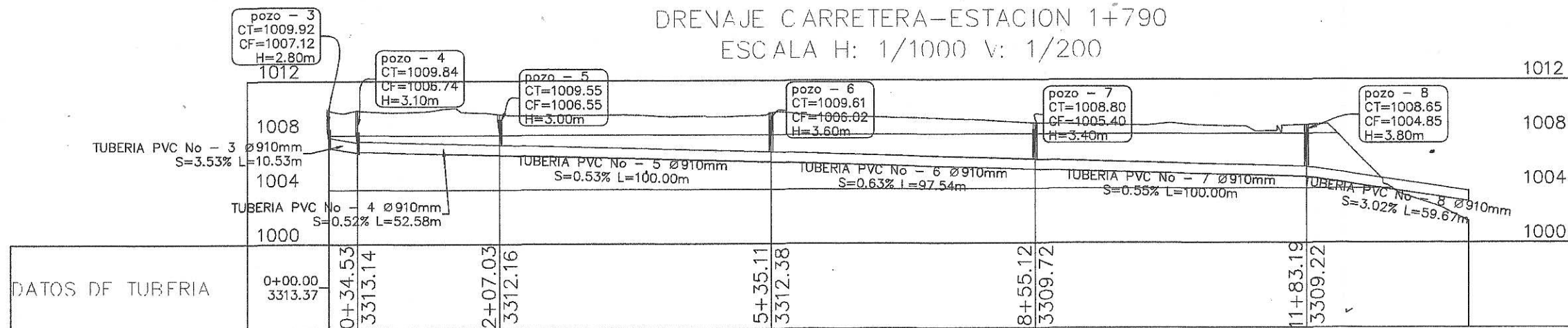
SE UTILIZARÁN JUNTAS DE TRABE CON AGREGADOS SIN DOVELAS, SIN HOMBROS DE CONCRETO. LAS JUNTAS TRANSVERSALES A CADA 2.00 METROS Y LAS JUNTAS LONGITUDINALES, INSTALADAS EN EL CENTRO DE LA CALLE (2.75 METROS) Y (2.50 METROS) SEGÚN SE INDICAN EN LOS DETALLES.

DRENAJE
EL AGUA DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL, POR LO GENERAL SE ENCUENTRA CON LA CARRETERA EN SENTIDO CASI PERPENDICULAR A SU TRAZO, POR LO QUE SE UTILIZA PARA ESTO, DRENAJE TRANSVERSAL, SEGÚN EL CAUDAL QUE SE PRESENTE, EL AGUA PLUVIAL DEBE ENCAUZARSE HACIA LAS ORILLAS DE LA CARRETERA CON UN PENDIENTE ADECUADA EN SENTIDO TRANSVERSAL; A ÉSTA SE LE LLAMA BOMBEO NORMAL Y GENERALMENTE ES DEL 3%

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJAS GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.
CONTENIDO:	DETALLES DE CARRETERA .
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ
ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2,016
ASESOR:	INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASION DE PINTO
CARRET:	2000-10574
HOJA	
9	
13	

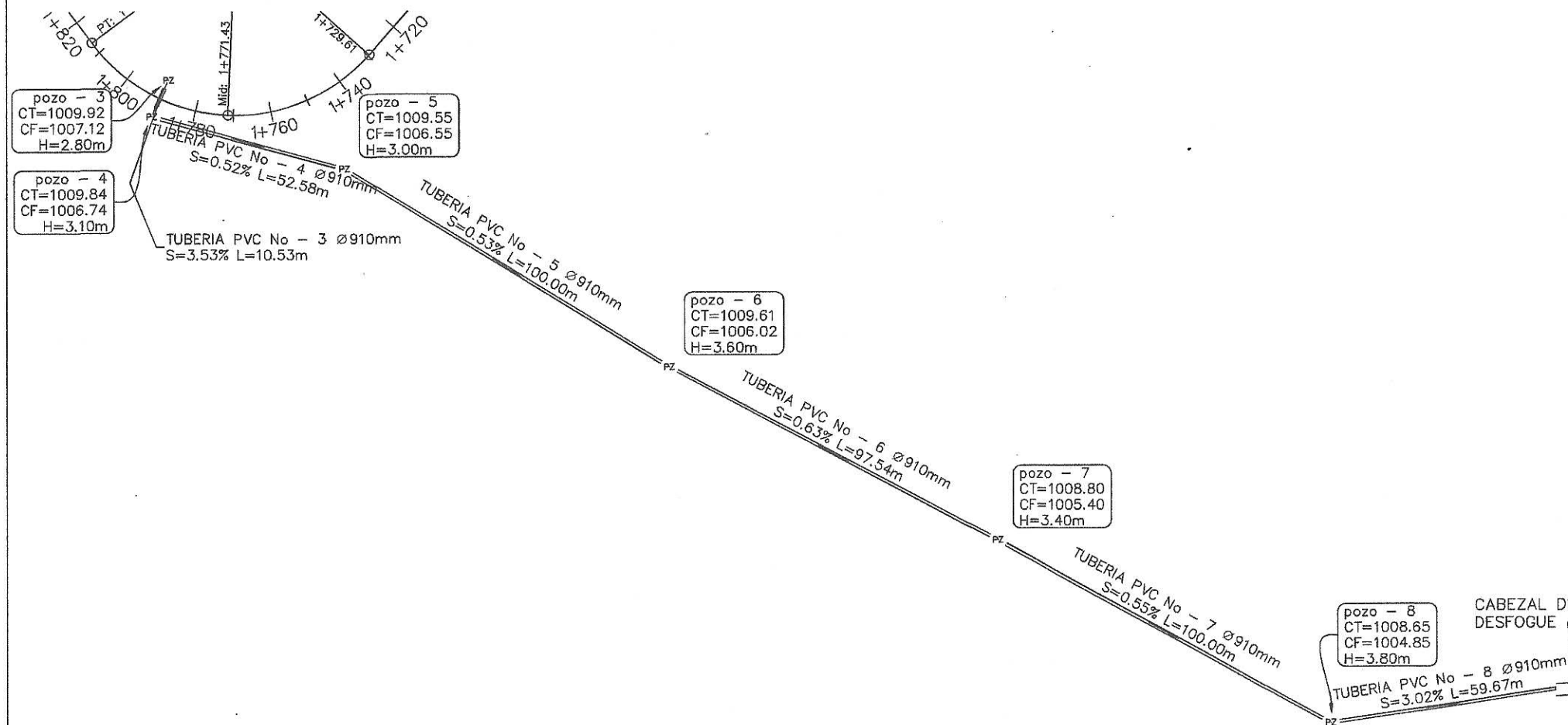
DRENAJE CARRETERA-ESTACION 1+790

ESCALA H: 1/1000 V: 1/200



PERFIL DRENAJE PLUVIAL POZO-3 A POZO -8

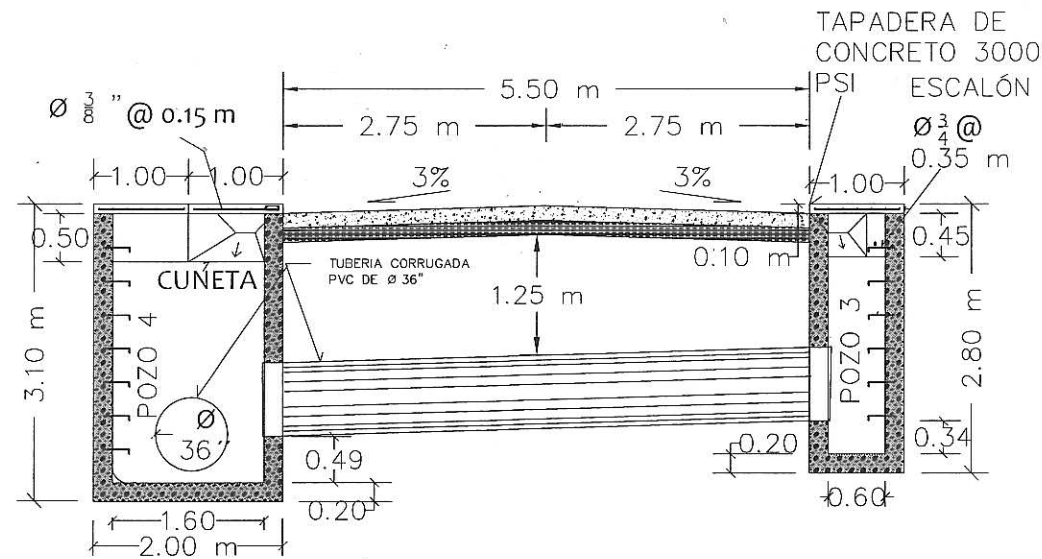
ESCALA 1/1000



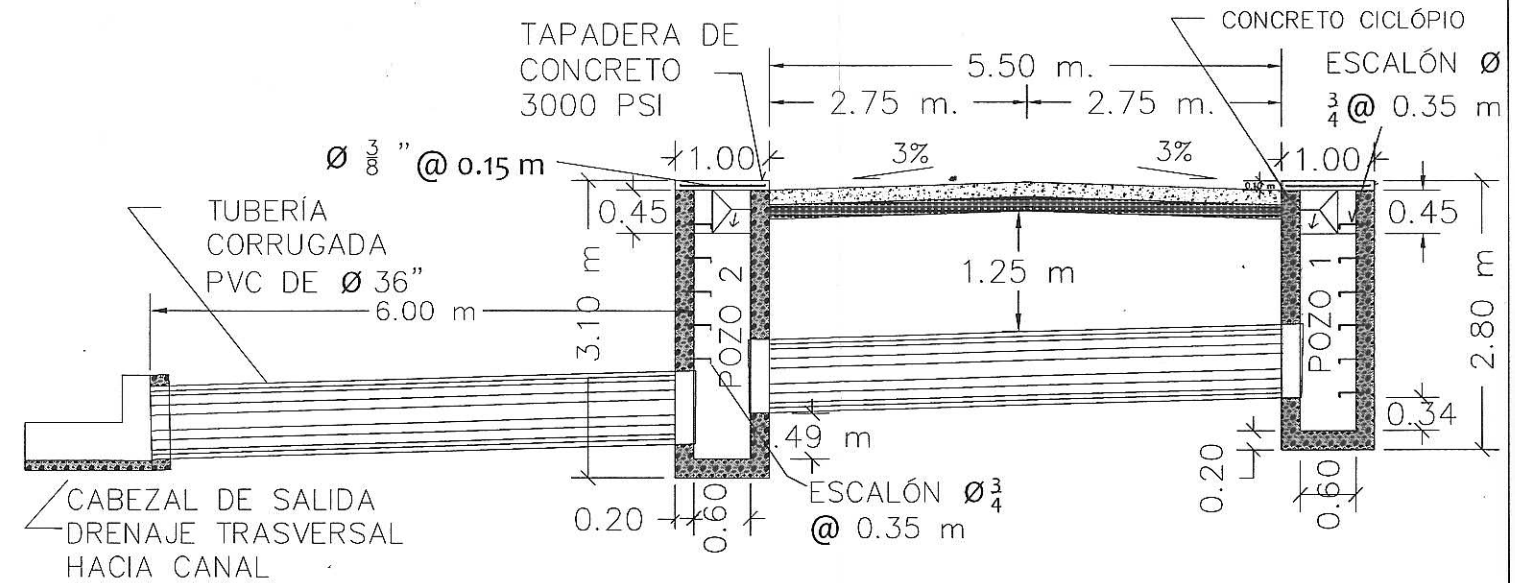
PLANTA DRENAJE PLUVIAL POZO-3 A POZO-8

ESCALA 1/1000

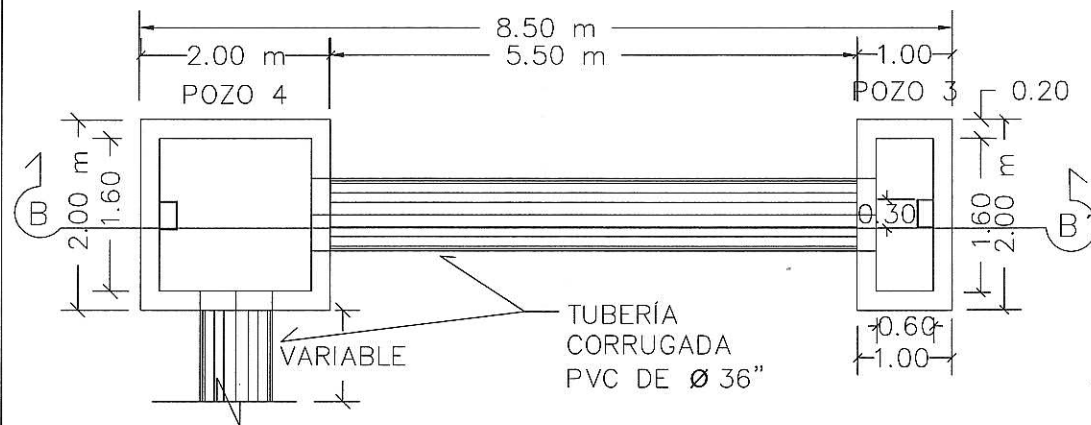
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJAS GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DRENAJE PLUVIAL ESTACIÓN 1 + 790 .			
DISEÑO Y CÁLCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ	ESCALA:	INDICADA
TÍTULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.	FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2,016
ASESOR:	INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASION DE PINTO	CAPRIMET:	2000-10574
			HOJA
			10
			13



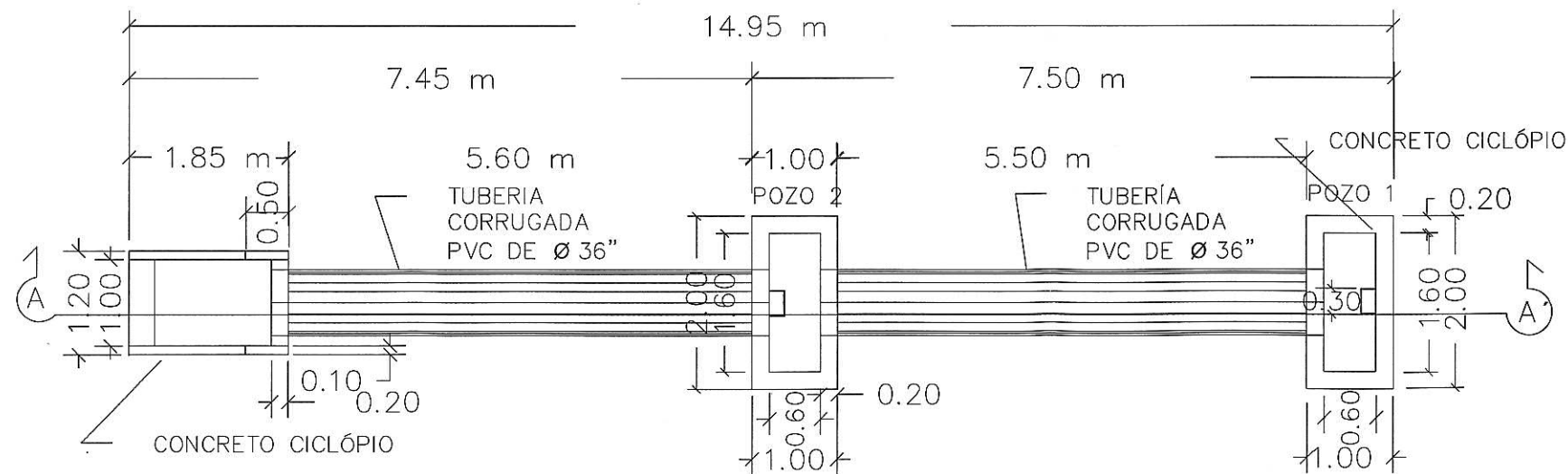
CORTE B-B', PAVIMENTO RÍGIDO DRENAJE TRASVERSAL, TUBERÍA CORRUGADA PVC Ø 36" ESTACIÓN 1+ 790 ESCALA 1/50



CORTE A-A', PAVIMENTO RÍGIDO DRENAJE TRASVERSAL, TUBERÍA CORRUGADA PVC Ø 36" ESTACIÓN 1+ 150 ESCALA 1/50



PLANTA, PAVIMENTO RÍGIDO DRENAJE TRASVERSAL, TUBERÍA CORRUGADA PVC Ø 36" ESTACIÓN 1+ 790 ESCALA 1/50



PLANTA, PAVIMENTO RÍGIDO DRENAJE TRASVERSAL, TUBERÍA CORRUGADA PVC Ø 36" ESTACIÓN 1+ 150 ESCALA 1/50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

SIZA UNIÓN DE LADRILLO TAYUYO, DEBE SER DE PROPORCIÓN 1:3, POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1=15.54 SACOS, ARENA DE RIÓ LAVADA 1.32 M3.

EL CONCRETO UTILIZADO EN EL BROCAL, TAPADERA Y BASE DEL POZO SERÁ UN CONCRETO 3,000 PSI PROPORCIÓN 1 : 2.52 : 3.22 , POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1=8 SACOS, ARENA DE RIÓ LAVADA= 0.58 M3, PIEDRIN DE ROCA TRITURADA DE $\frac{3}{4}$ " =0.74 m3.

REPELLÓ INTERIOR DE POZO DE VISITA, SERÁ UNA MEZCLA RÚSTICA POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1=2.88 SACOS, CAL=2.44 SACOS, ARENA AMARILLA=0.93 M3, ARENA DE RIÓ LAVADA =0.16 M3.

CERNIDO, PROPORCIÓN 1: 2 : $\frac{1}{2}$: $\frac{1}{4}$, POR 1 M3. CEMENTO TIPO 1 =3.35 SACOS, CAL=4 SACOS, ARENA BLANCA CERNIDA $\frac{3}{8}$ "=0.76 M3, ARENA DE RIÓ LAVADA CERNIDA $\frac{3}{8}$ " =0.19 M3.

CONCRETO CICLÓPEO, PROPORCIÓN $\frac{1}{3}$ DE ROCA BOLA, $\frac{2}{3}$ DE CONCRETO POBRE, POR 1 M3, CEMENTO TIPO1= 3.5 SACOS, ARENA DE RIÓ LAVADA 0.38 M3, PIEDRIN DE ROCA TRITURADA $\frac{3}{4}$ " 0.53 M3, ROCA BOLO 0.33 M3.

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

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJAS GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA. GUATEMALA.

CONTENIDO: DRENAJE TRASVERSAL.

DISEÑO Y CALCULO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ

ESCALA: INDICADA

DIBUJO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2,016

ASESOR: INGA. LUIS DEL ROSARIO CLASÓN DE PINTO

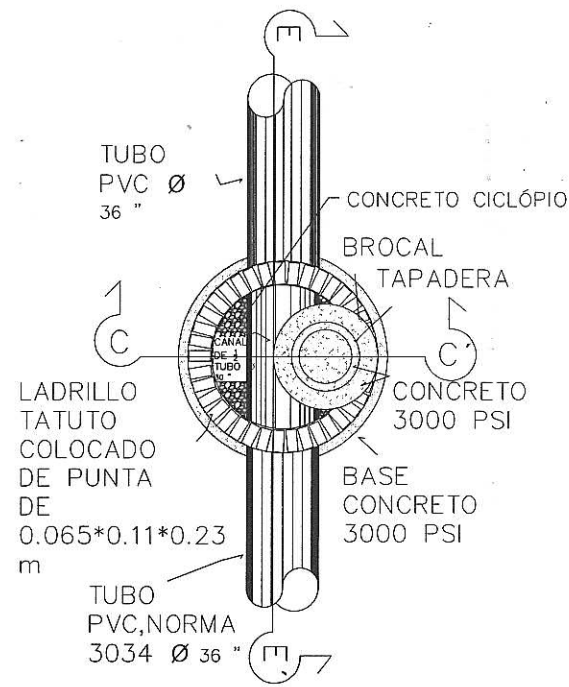
CARNET: 2000-10574

Inga. Christa del Rosario Clason de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

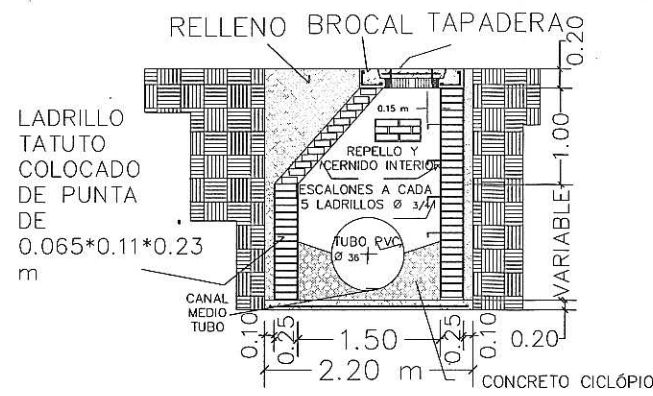
HOJA

11

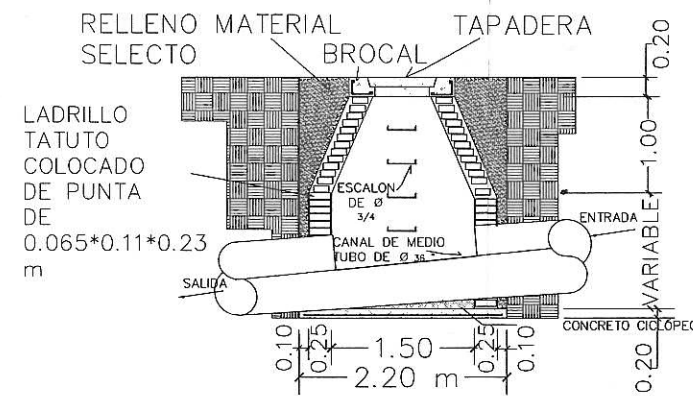
13



PLANTA
POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA 1/50



SECCIÓN C-C'
POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA 1/50



SECCIÓN E-E'
POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA 1/50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

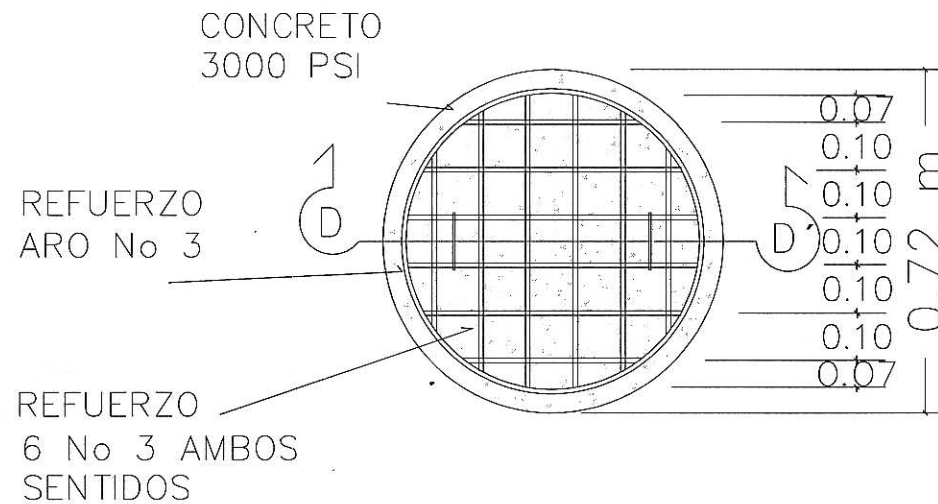
SIZA UNIÓN DE LADRILLO TAYUYO, DEBE SER DE PROPORCIÓN 1:3, POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1=15.54 SACOS, ARENA DE RIÓ LAVADA=1.32 M3.

EL CONCRETO UTILIZADO EN EL BROCAL, TAPADERA Y BASE DEL POZO SERÁ UN CONCRETO 3,000 PSI PROPORCIÓN 1 : 2.52 : 3.22 , POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1=8 SACOS, ARENA DE RIÓ LAVADA=0.58 M3, PIEDRIN DE ROCA TRITURADA DE 3/4" =0.74 m3.

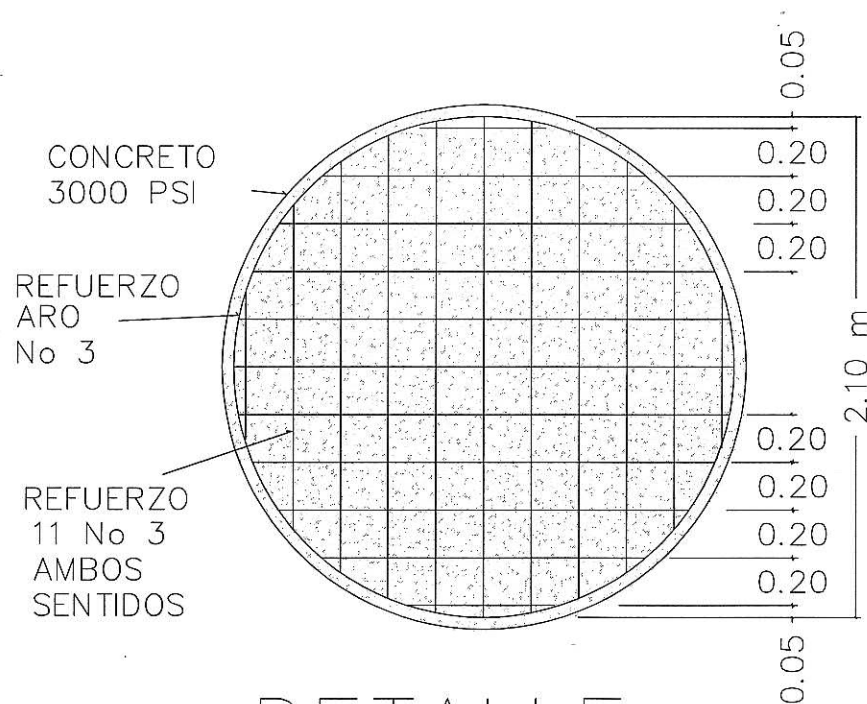
REPELLO INTERIOR DE POZO DE VISITA, SERÁ UNA MEZCLA RÚSTICA POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1=2.88 SACOS, CAL=2.44 SACOS, ARENA AMARILLA=0.93 M3, ARENA DE RIÓ LAVADA =0.16 M3.

CERNIDO, PROPORCIÓN 1 : 2 : 1/2 : 1/4 , POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1 =3.35 SACOS, CAL=4 SACOS, ARENA BLANCA CERNIDA 1/2"=0.76 M3, ARENA DE RIÓ LAVADA CERNIDA 1/8" =0.19 M3.

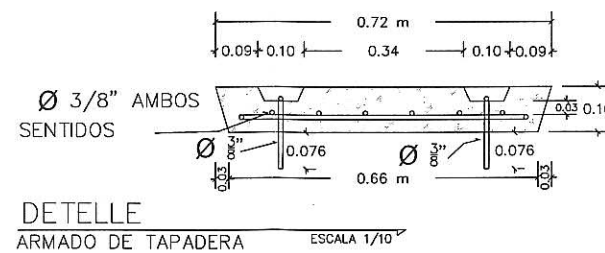
CONCRETO CICLÓPEO, PROPORCIÓN 1/3 DE ROCA BOLA, 2/3 DE CONCRETO POBRE, POR 1 M3, CEMENTO TIPO1= 3.5 SACOS, ARENA DE RIÓ LAVADA 0.38 M3, PIEDRIN DE ROCA TRITURADA 3/4" 0.53 M3, ROCA BOLO 0.33 M3.



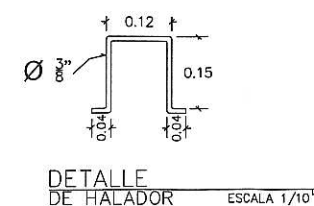
DETALLE
ARMADO DE TAPADERA ESCALA 1/10



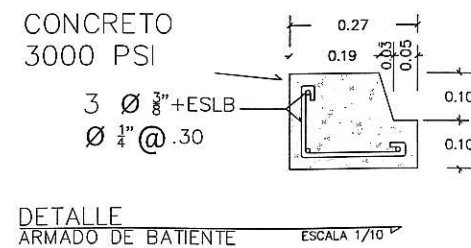
DETALLE
ARMADO DE BASE DEL POZO DE VISITA ESCALA 1/20



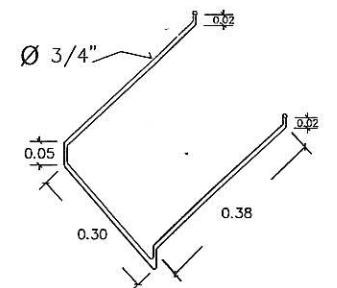
DETALLE
ARMADO DE TAPADERA ESCALA 1/10



DETALLE
DE HALADOR ESCALA 1/10

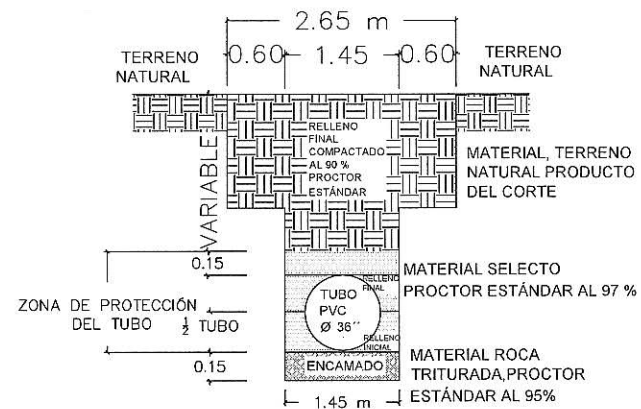
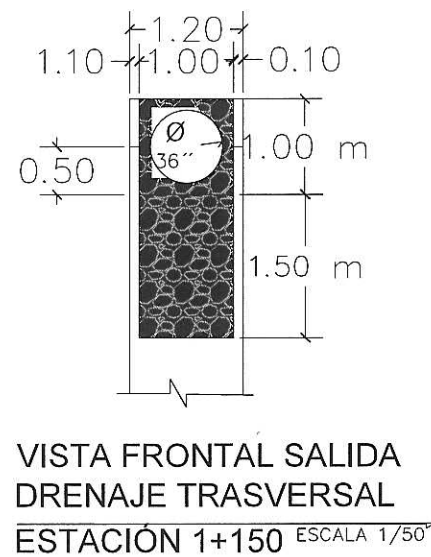
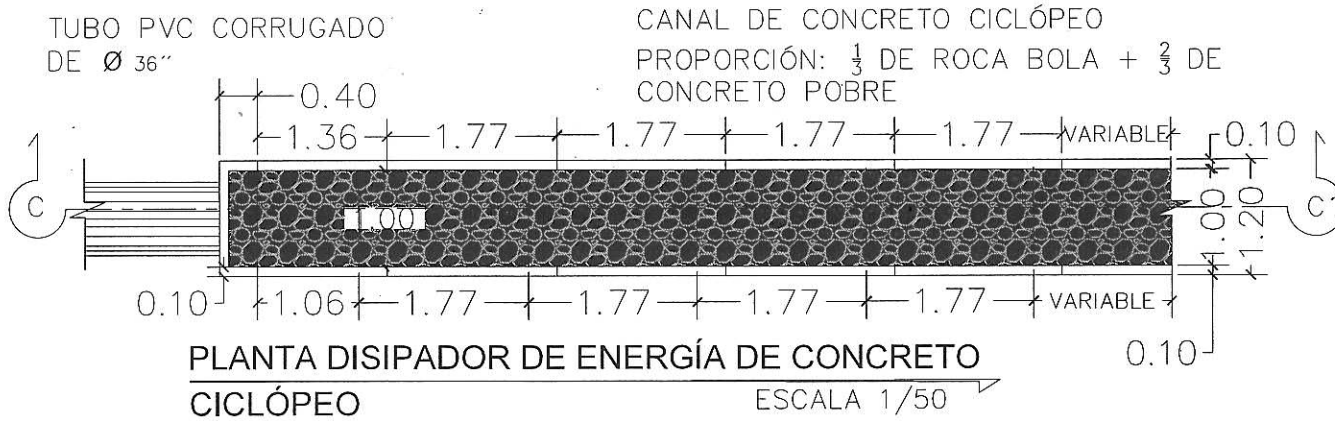


DETALLE
ARMADO DE BAIENTE ESCALA 1/10



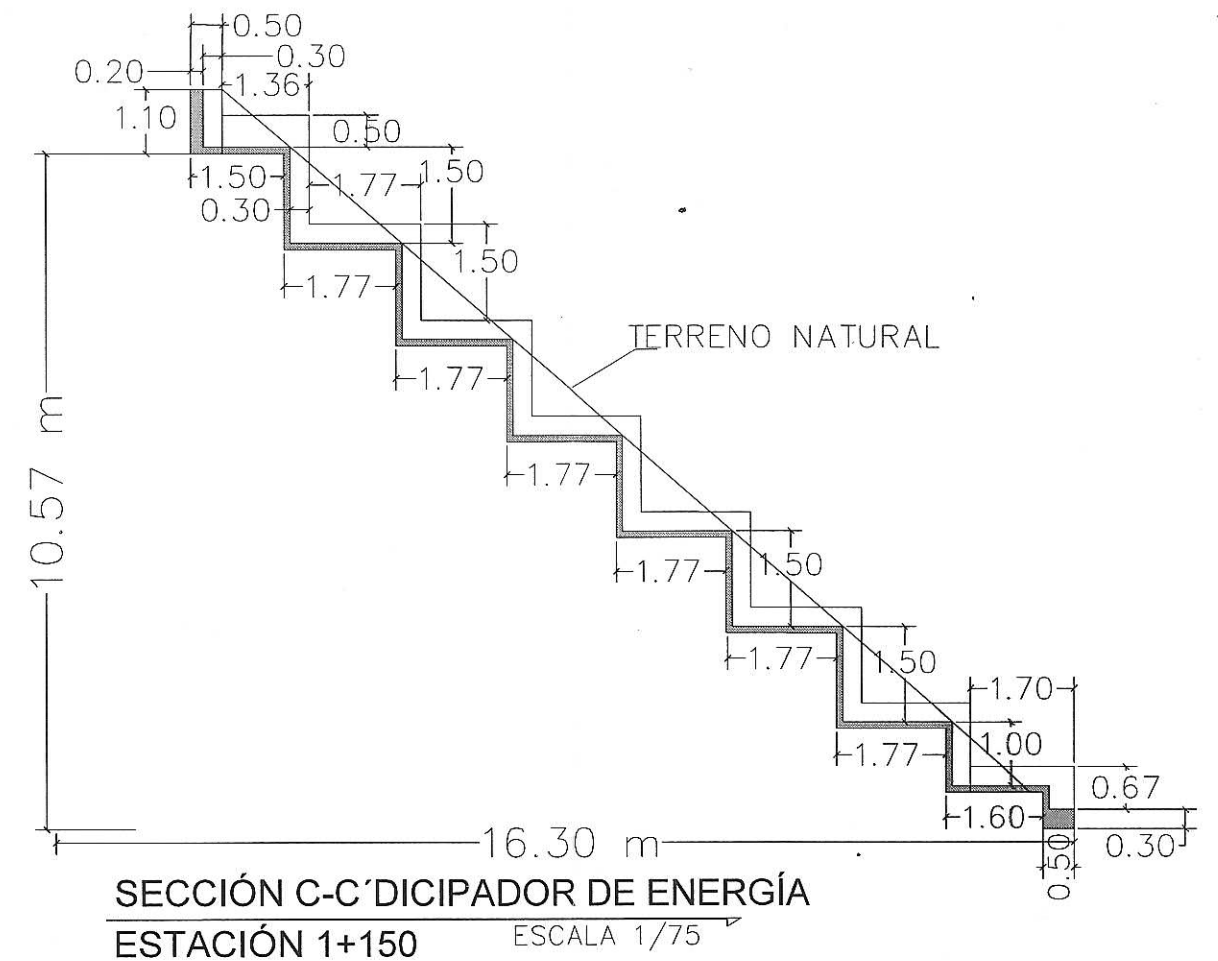
DETALLE
DE ESCALON ESCALA 1/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJAS GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.
CONTENIDO:	DETALLES DE POZOS DE VISITA .
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ
ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2,016
ASESOR:	INGA. CRISTINA DEL ROSARIO CLASION DE PINTO
CARNET:	2000-10574
HOJA	
12	
13	



VISTA FRONTAL SALIDA DRENAJE TRASVERSAL ESTACIÓN 1+150 ESCALA 1/50

DETALLE DE CORTE DE ZANJA TUBO PVC Ø 36'' ESCALA 1/25



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

EL CONCRETO UTILIZADO EN EL CABEZAL DE SALIDA SERÁ UN CONCRETO 3,000 PSI PROPORCIÓN 1 : 2.52 : 3.22 , POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1-8 SACOS, ARENA DE RÍO LAVADA= 0.58 M3, PIEDRIN DE ROCA TRITURADA DE $\frac{3}{4}$ " =0.74 m3.

CONCRETO CICLOPIO, PROPORCIÓN $\frac{1}{3}$ DE ROCA BOLA, $\frac{2}{3}$ DE CONCRETO POBRE, POR 1 M3, CEMENTO TIPO1= 3.5 SACOS, ARENA DE RÍO LAVADA 0.38 M3, PIEDRIN DE ROCA TRITURADA $\frac{3}{4}$ " 0.53 M3, ROCA BOLO 0.33 M3.

CAMA DE APOYO O BASE

EL TUBO DEBE DESCANSAR SOBRE UN LECHO DE MATERIAL ROCA TRITURADA DE $\frac{3}{4}$ " , PARA PROPORCIONARLE UN ADECUADO Y UNIFORME SOPORTE LONGITUDINAL. SI EL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN ES COMPACTABLE, PODRÁ UTILIZARSE COLOCÁNDOLO EN UNA CAPA CON UN ESPESOR MÍNIMO DE 10 CM. ESTA SECCIÓN DE LA INSTALACIÓN SE DENOMINA ENCAMADO, CAMA DE APOYO O BASE.

SI HAY PRESENCIA DE AGUA EN EL FONDO DE LA ZANJA, SE DEBE COLOCAR A MANERA DE FILTRO UNA CAPA DE PIEDRA O GRAVA CON UN ESPESOR DE 15 CM (6 PULG). EL TAMAÑO DEL AGREGADO NO DEBE SER MAYOR DE 12 MM (PULG). SOBRE ESTA CAPA SE COLOCA POSTERIORMENTE LA CAMA DE APOYO.

EL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN DEBERÁ COLOCARSE A UN COSTADO DE LA ZANJA, A UNA DISTANCIA NO MENOR QUE 60 CM DEL BORDE Y LA ALTURA DEL MONTÍCULO NO MAYOR DE 1.25 M. PARA EVITAR QUE LA CARGA PRODUZCA DERRUMBES EN LA ZANJA. COMO REGLA GENERAL, NO DEBEN EXCAVARSE LAS ZANJAS CON MUCHA ANTICIPACIÓN A LA COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA.

SI EL TRABAJO DE EXCAVACIÓN SE REALIZA EN ÉPOCA LLUVIOSA, SE DEBE TAPAR EL MATERIAL EXCAVADO DE LA ZANJA, Y QUE POSEA CARACTERÍSTICAS IDÓNEAS PARA SER UTILIZADO COMO RELLENO, CON UN PLÁSTICO PARA EVITAR UNA SATURACIÓN DE HUMEDAD.

RELLENO Y COMPACTACIÓN

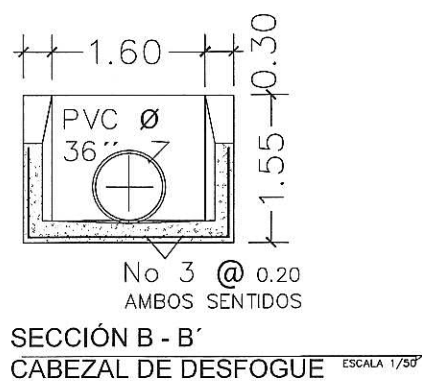
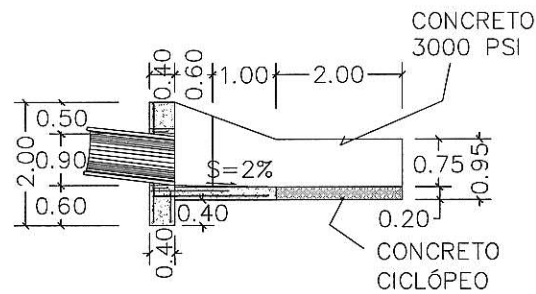
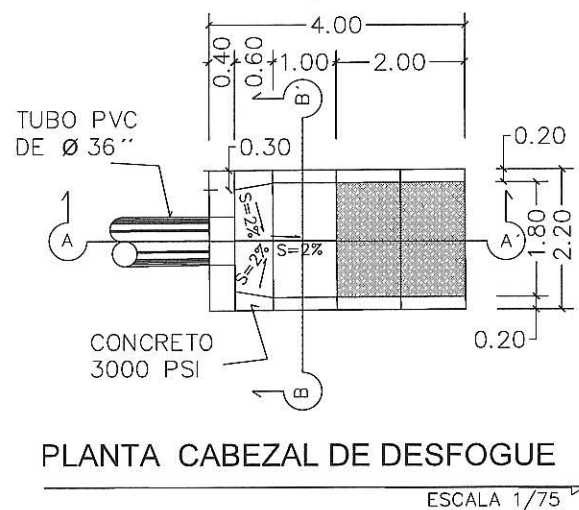
EL RELLENO DE LA ZANJA DEBE SEGUIR A LA COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE. EL MATERIAL DE RELLENO NO DEBE SER LANZADO DESDE ALTURAS SUPERIORES A 1.5 M Y DEBER ESTAR LIBRE DE ELEMENTOS DE GRAN TAMAÑO Y PESO. DE ESTA MANERA, SE DISMINUYE EL RIESGO DE QUE LA TUBERÍA SUFRA ALGÚN DAÑO.

EL RELLENO DEBE EFECTUARSE EN CAPAS DE 0.15 M (6"), INICIANDO POR LOS COSTADOS DE LA TUBERÍA EN EL EXTREMO LIBRE DEL TUBO, CON EL OBJETO DE MANTENER EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL DE LA TUBERÍA. SE UTILIZARÁ PARA ELLO MATERIAL GRANULAR FINO O MATERIAL SELECCIONADO DE LA EXCAVACIÓN, APISONÁNDOLO POR MEDIOS MANUALES HASTA ALCANZAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN NECESARIO PARA OBTENER EL MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUELO (E') ESPECIFICADO.

COLOCACIÓN DE TUBERÍA

LA UNIÓN DE LOS TUBOS SE EFECTÚA MEDIANTE EL ACOPLE NOVALOC. A CONTINUACIÓN, SE DESCRIBE EL PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA UNIÓN: LIMPIE CUIDADOSAMENTE EL EXTREMO DEL TUBO Y EL INTERIOR DEL ACOPLE. POR NINGUNA RAZÓN DEBERÁ REMOVER EL ANILLO ELASTOMÉRICO (EMPAQUE).

1. APLIQUE LUBRICANTE, JABÓN O GRASA VEGETAL EN EL EXTREMO DEL TUBO Y EN EL INTERIOR DEL ACOPLE.
2. INSERTE EL EXTREMO LUBRICADO DEL TUBO DENTRO DEL ACOPLE O VICEVERSA, SEGÚN SEA EL CASO, HASTA LA MARCA TOPE. PARA REALIZAR ESTA OPERACIÓN ES NECESARIO UTILIZAR UNA PALANCA O EQUIPO MECÁNICO, PROTEGIENDO SIEMPRE LOS EXTREMOS DEL TUBO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO PARA GRANJAS GERONA Y GERONA ABAJO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.
CONTENIDO:	DISIPADOR Y CABEZAL DE DESFOGUE.
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ
ESCALA:	INDICADA
DESENHO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2,016
ASESOR:	INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO
CARRERA:	2000-10574
HOJA 13	

**PLANOS DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE
DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA
BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL
PETAPA, GUATEMALA**



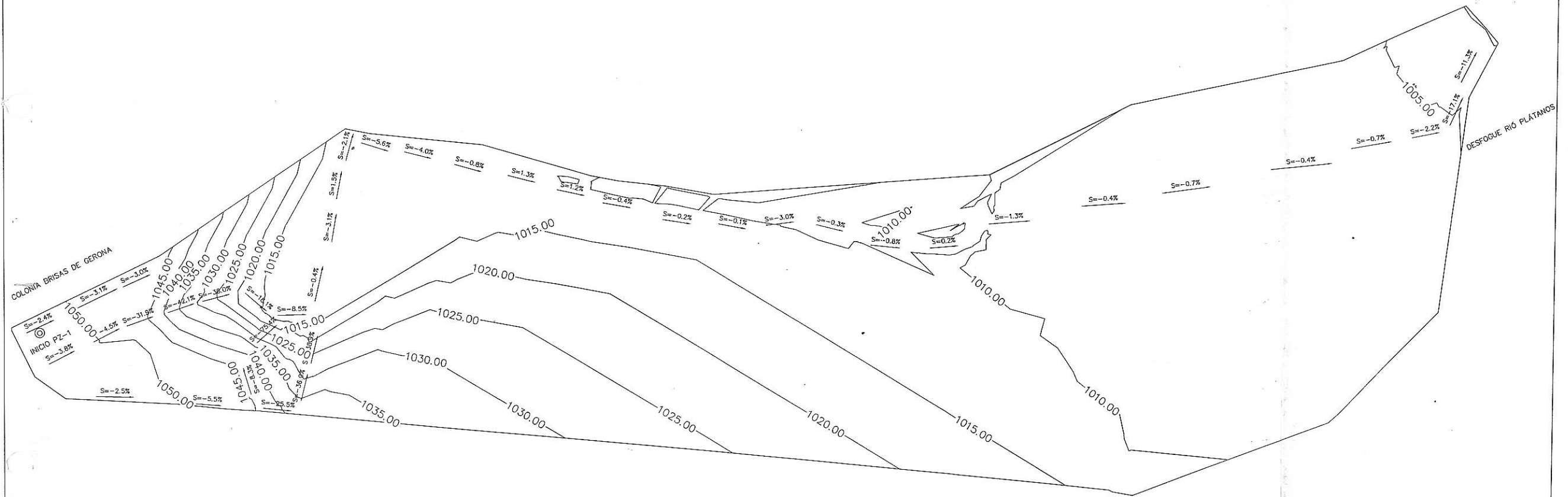
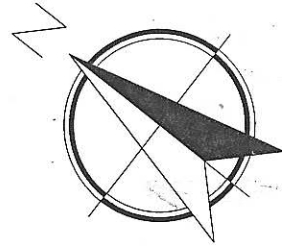
SIMBOLOGÍA	
	VIVIENDAS
	CALLE
	POZOS DE VISITA + TUBERÍA PVC
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PARQUE DEPORTIVA
	PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO



PLANTA DE DENSIDAD POBLACIÓN


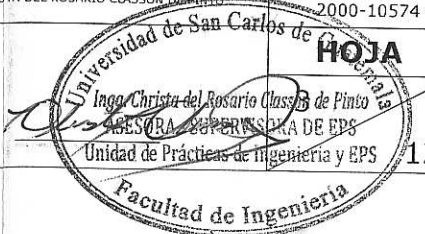
ESCALA 1/750

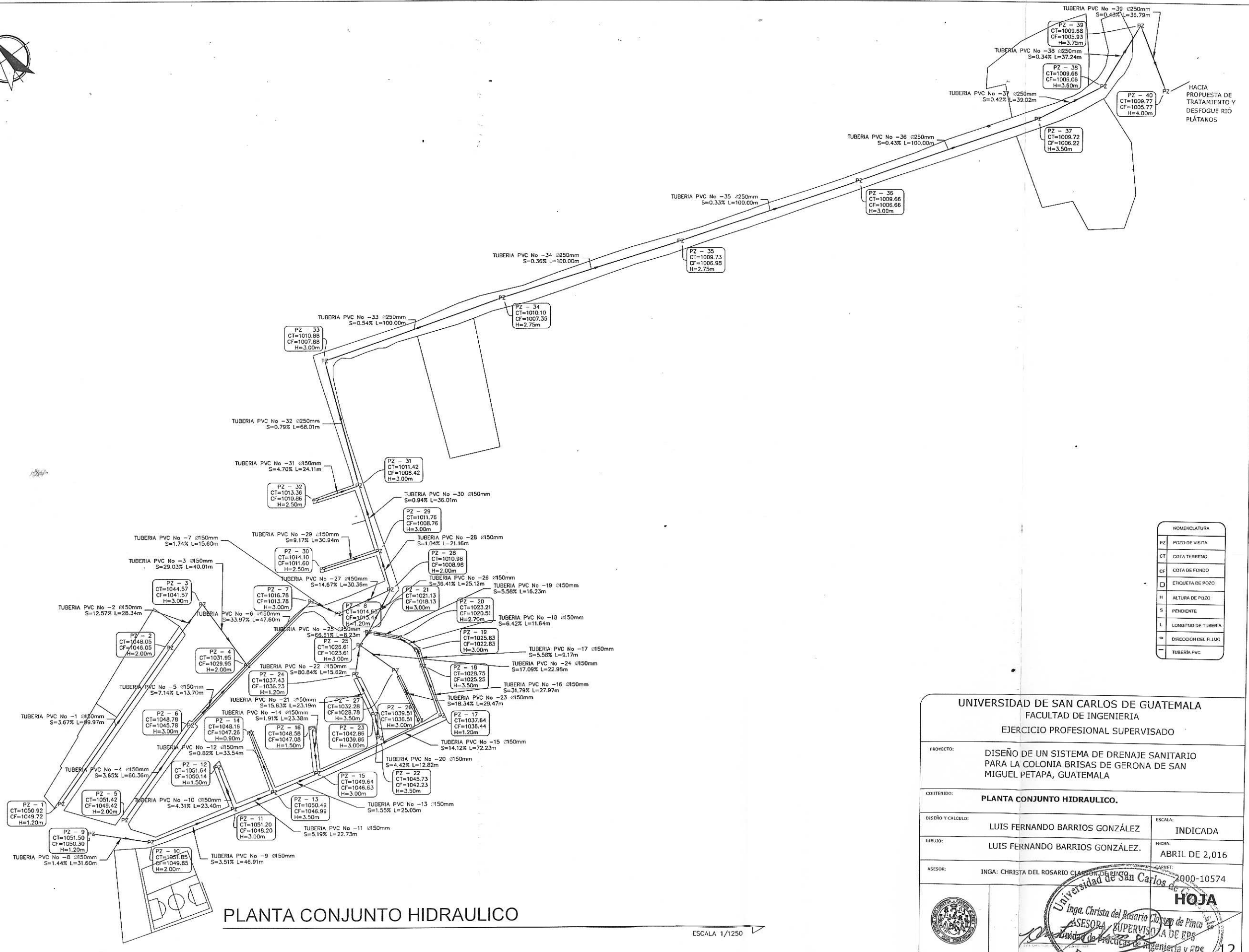
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA
CONTENIDO:	PLANTA DE DENSIDAD POBLACIÓN.
DISEÑO Y CALIBRO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ
ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.
FECHA:	ABRIL DE 2,016
ASESOR:	INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINO
CARRETEL:	2000-10574
HOJA Inga Christa del Rosario Classon de Pino ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	



PLANTA CURVAS DE NIVEL Y PENDIENTES

ESCALA 1/2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA
CONTENIDO:	PLANTA CURVAS DE NIVEL Y PENDIENTES.
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ
ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.
FECHA:	ABRIL DE 2,016
ASESOR:	INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINO
CARRETE:	2000-10574
 	



NOMENCLATURA	
PZ	POZO DE VISITA
CT	COTA TERRENO
CF	COTA DE FONDO
□	ETIQUETA DE POZO
H	ALTURA DE POZO
S	PENDIENTE
L	LONGITUD DE TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
-	TUBERIA PVC

PLANTA CONJUNTO HIDRAULICO

ESCALA 1/1250

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

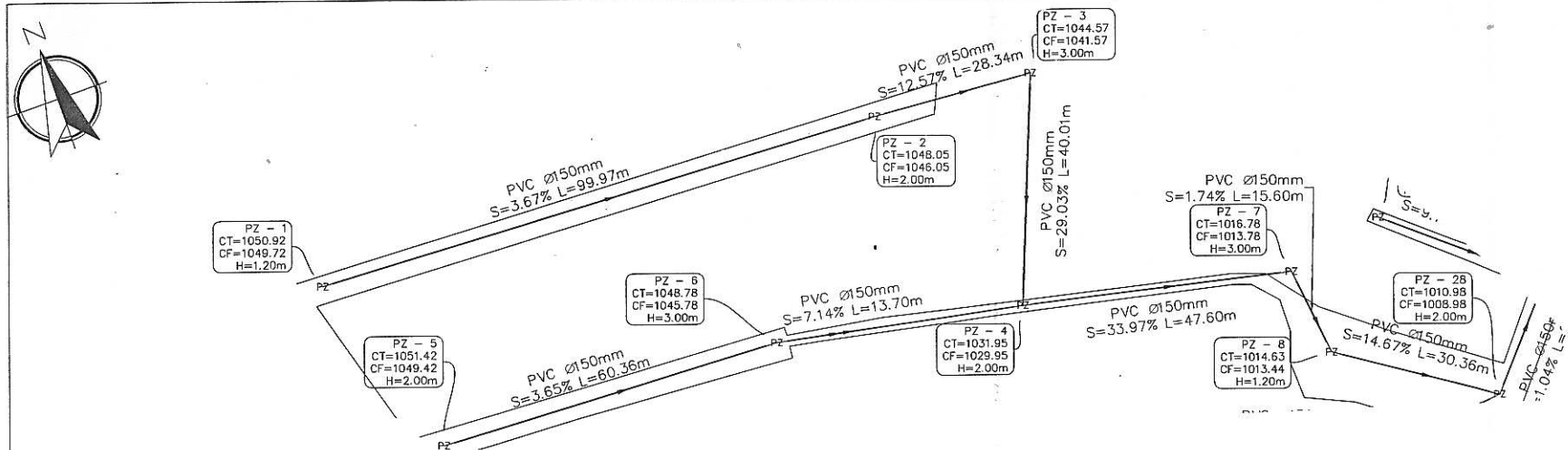
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

CONTENIDO: **PLANTA CONJUNTO HIDRAULICO.**

DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.	FECHA:	ABRIL DE 2,016
ASESOR:	INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLAYTON DE PINO	CAPITULO:	2000-10574

HOJA

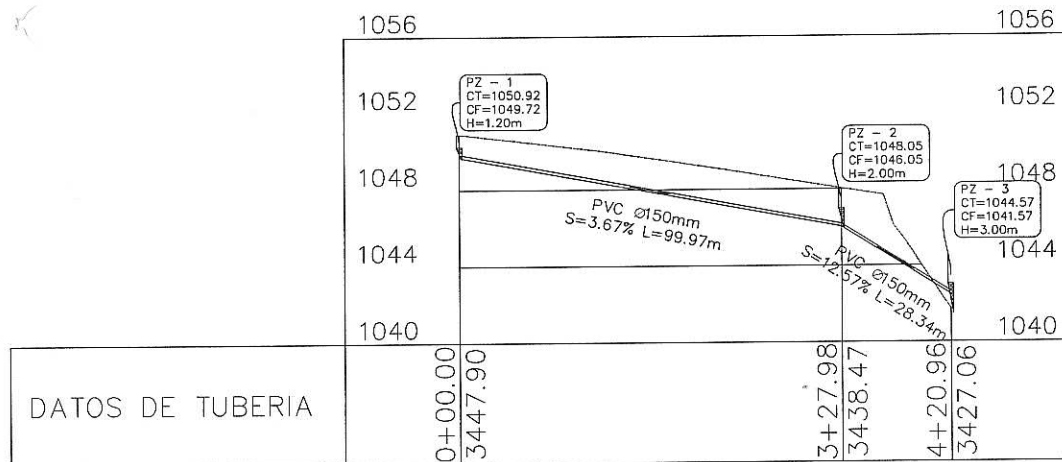
Inga. Christa del Rosario Clayton de Pino
ASESORA SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



PLANTA HIDRÁULICA PZ-1 A PZ-8 Y PZ-8 A PZ-28

ESCALA 1/750

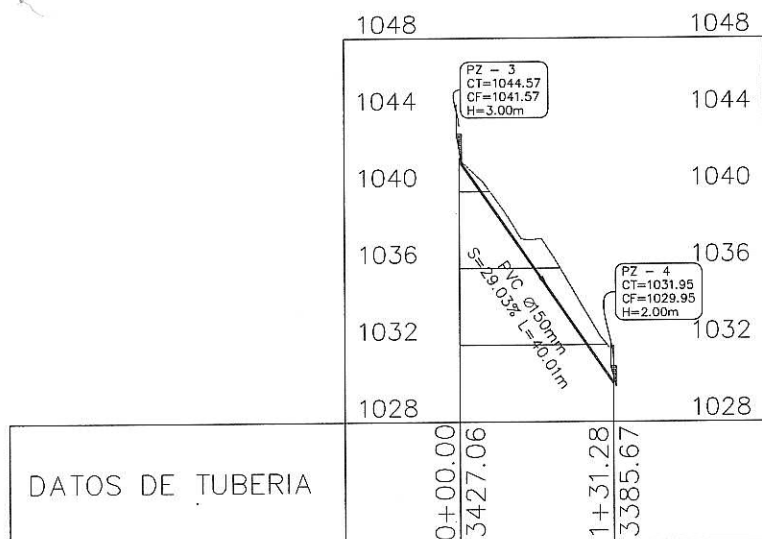
COLONIA BRISAS DE GERONA- 1 AVENIDA
H: 1/1000 V: 1/200



PERFIL PZ-1 A PZ-3

ESCALA INDICADA

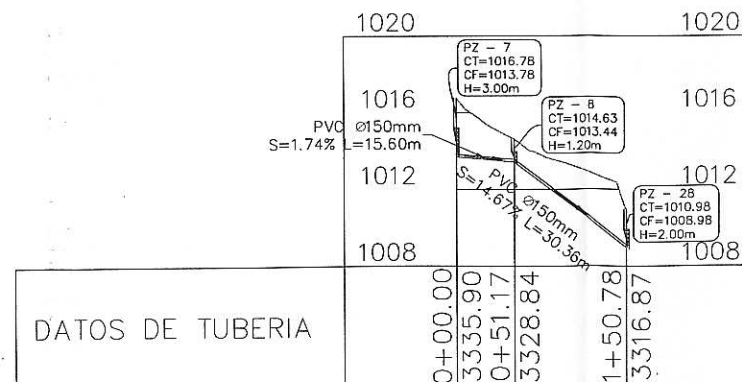
COLONIA BRISAS DE GERONA- SALIDA DE LA 1 AVENIDA
H: 1/1000 V: 1/200



PERFIL PZ-3 A PZ-4

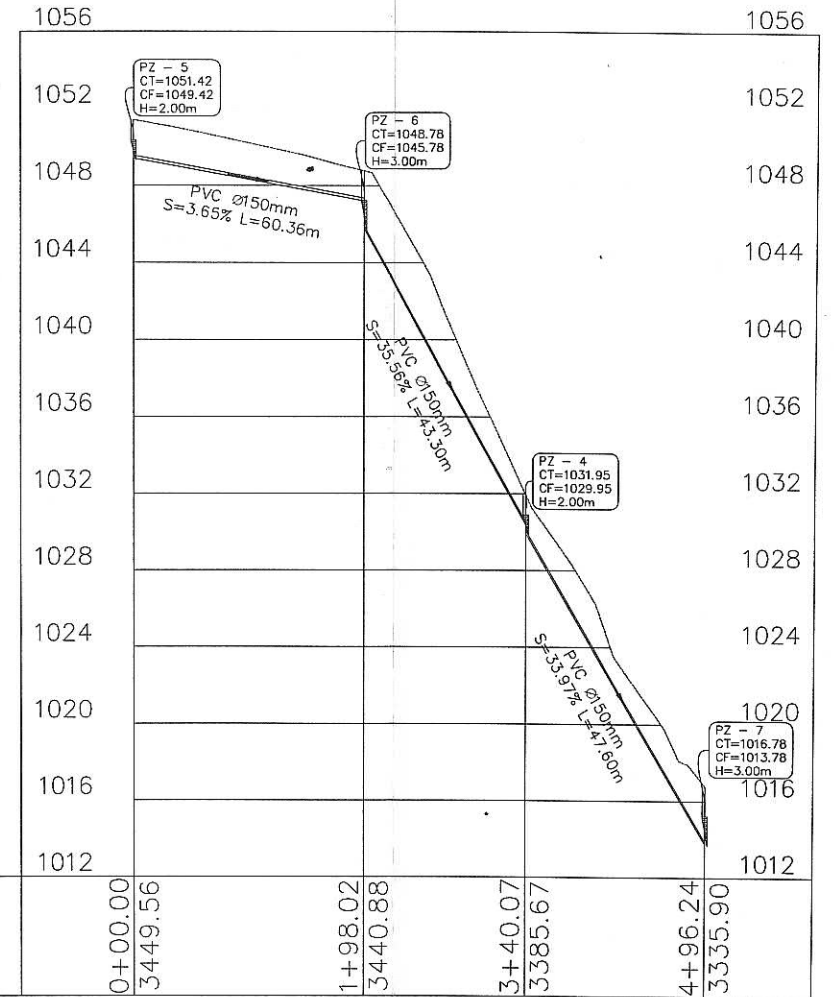
ESCALA INDICADA

COLONIA BRISAS DE GERONA- 9 AVENIDA
H: 1/1000 V: 1/200



PERFIL PZ-7 A PZ-8 Y PZ-8 A PZ-28

ESCALA INDICADA



PERFIL PZ-5 A PZ-6, PZ-6 A PZ-4 Y PZ-4 A PZ-7

ESCALA INDICADA

NOMENCLATURA	SIMBOLOGÍA
PZ POZO DE VISITA	7 POZO DE VISITA
CT COTA TERRENO	- TUBERÍA PVC
CF COTA DE FONDO	-> DIRECCIÓN DEL FLUJO
H ESCALA HORIZONTAL	- TERRENO NATURAL
H ALTURA DE POZO	□ ETIQUETA DE POZOS
S PENDIENTE	
L LONGITUD DE TUBERÍA	
V ESCALA VERTICAL	

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

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

CONTENIDO: PLANTA PERFIL

DISEÑO Y CALCULO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ ESCALA: INDICADA

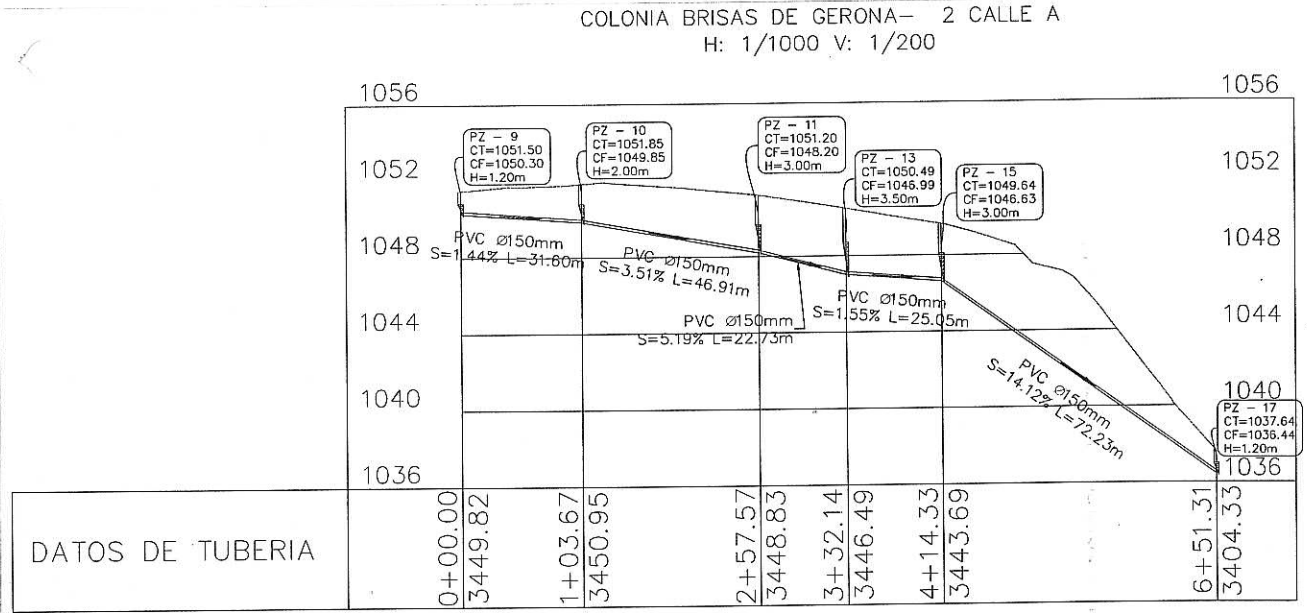
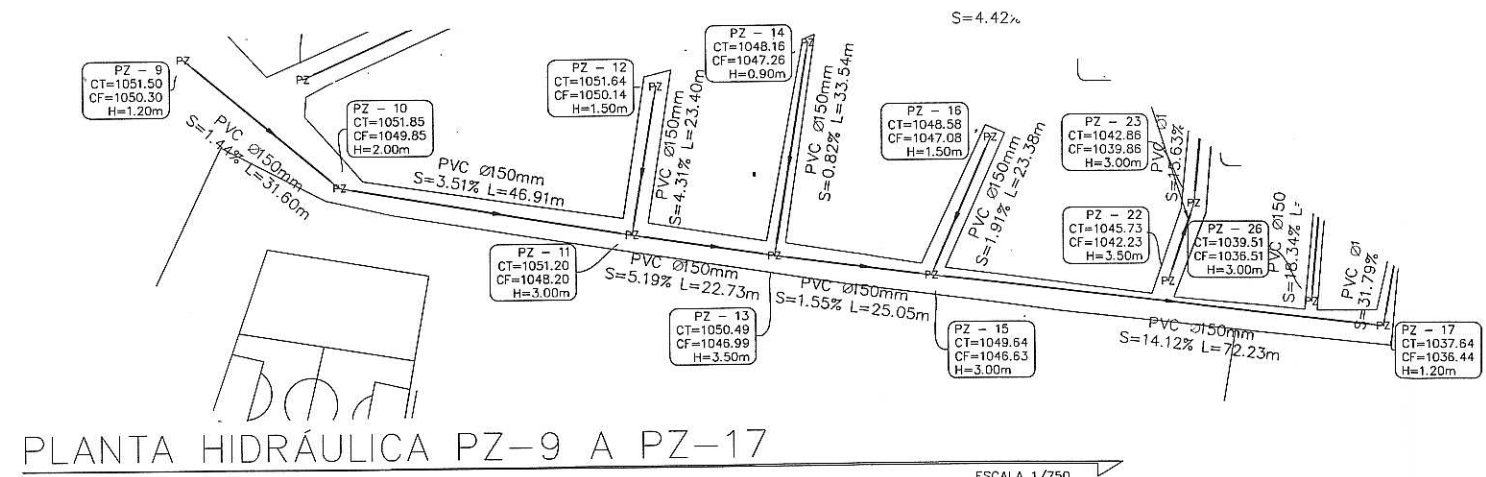
DIJIBUJO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ. FECHA: ABRIL DE 2,016

ASESOR: INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE BINTO CARNET: 2000-10574

HOJA 12

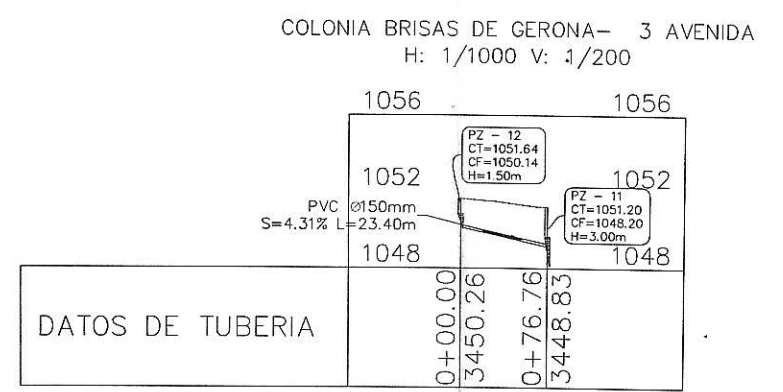
Inga. Christa del Rosario Clason de Pinto
ASESORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería



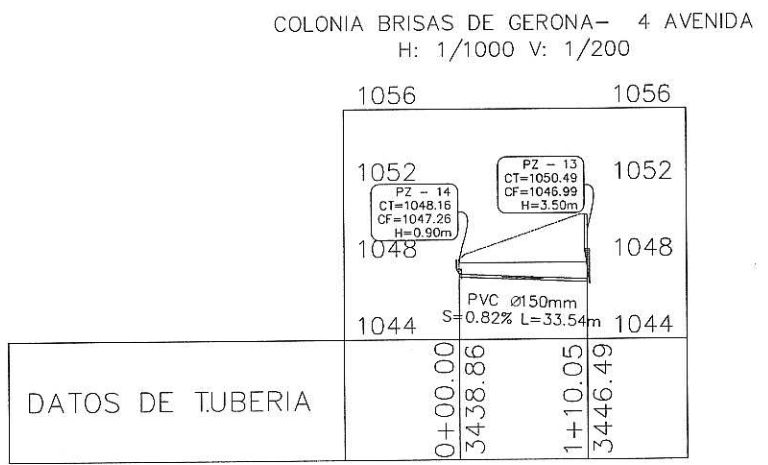
PERFIL PZ-9 A PZ-11, PZ-11 A PZ-13, PZ-13 A PZ-15 Y PZ-15 A 17

ESCALA INDICADA



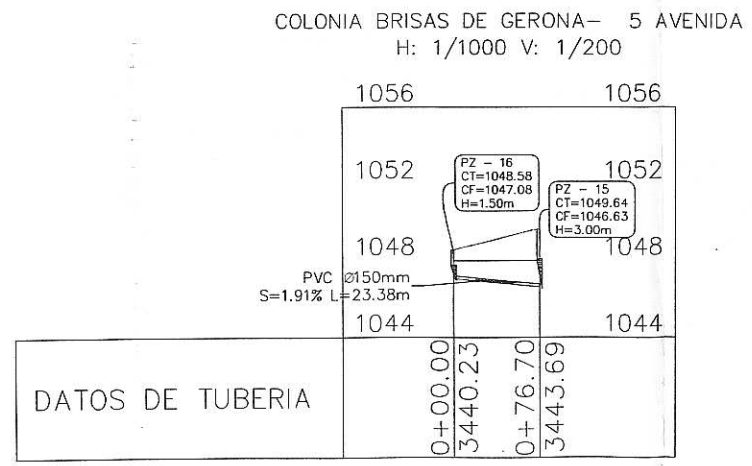
PERFIL PZ-12 A PZ-11

ESCALA INDICADA



PERFIL PZ-14 A PZ-13

ESCALA INDICADA



PERFIL PZ-16 A PZ-15

ESCALA INDICADA

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

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

CONTENIDO: PLANTA PERFIL

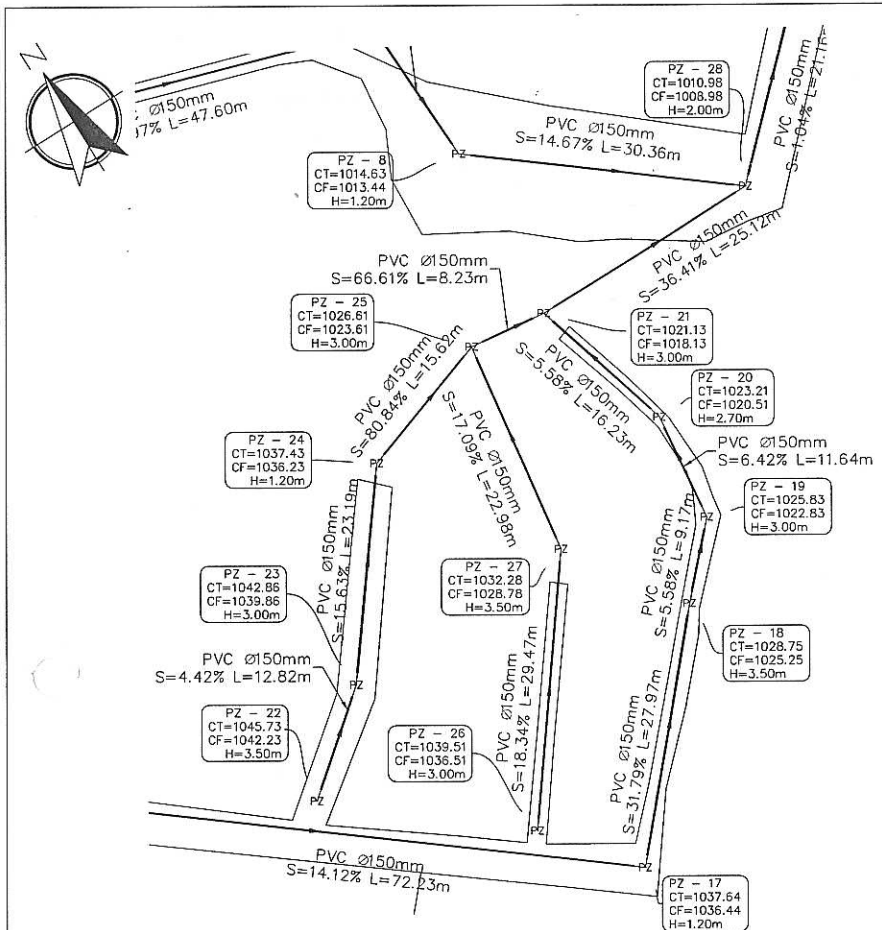
DISEÑO Y CALCULO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ ESCALA: INDICADA

DIBUJO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ. FECHA: ABRIL DE 2,016

ASESOR: INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

HOJA 574

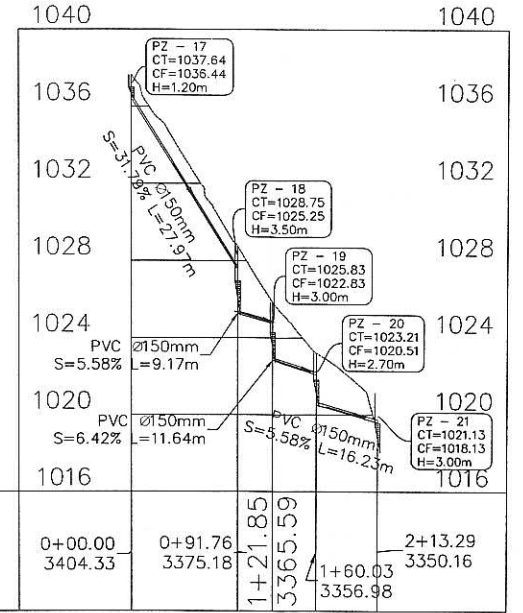
Inga. Christa del Rosario Clason de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PLANTA HIDRÁULICA PZ-17 A PZ-21Y PZ-21 APZ-28

ESCALA 1/500

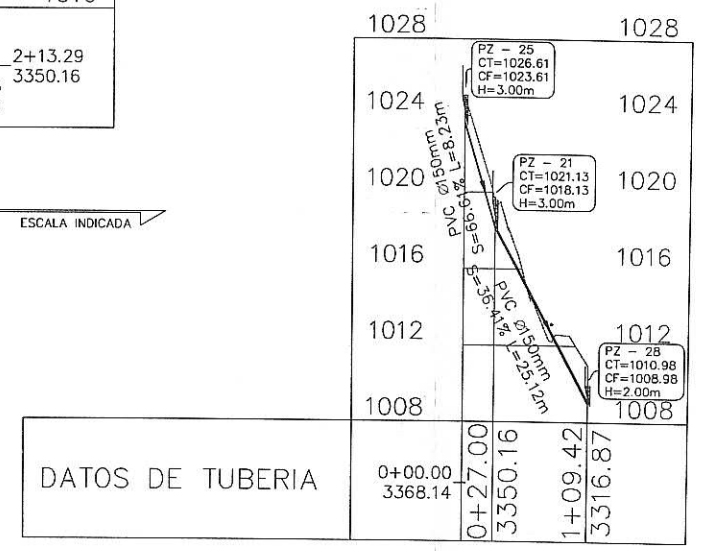
COLONIA BRISAS DE GERONA- 8 AVENIDA
H: 1/1000 V: 1/200



PERFIL PZ-17 A PZ-21

ESCALA INDICADA

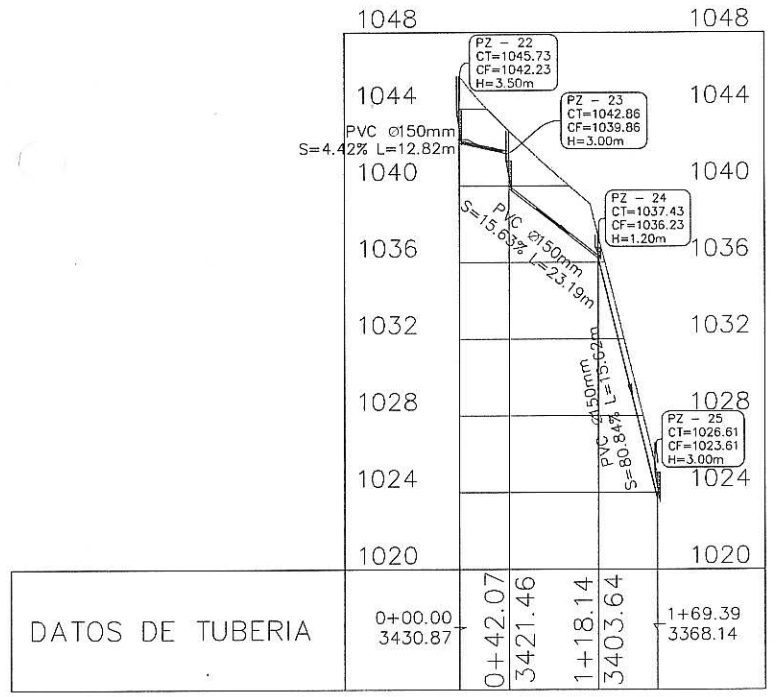
COLONIA BRISAS DE GERONA- SALIDA
H: 1/1000 V: 1/200



PERFIL PZ-25 A PZ-21Y PZ-21 A PZ-28

ESCALA INDICADA

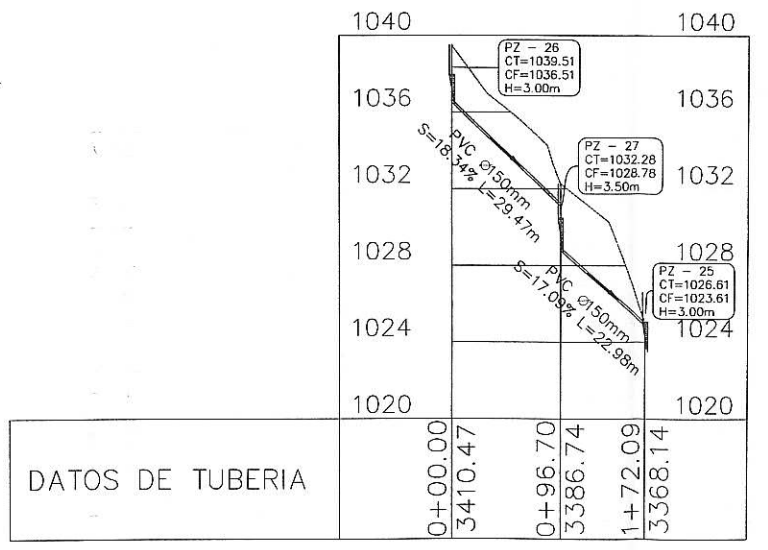
COLONIA BRISAS DE GERONA- 6 AVENIDA
H: 1/1000 V: 1/200



PERFIL PZ-22 A PZ-25

ESCALA INDICADA

COLONIA BRISAS DE GERONA- 7 AVENIDA
H: 1/1000 V: 1/200



PERFIL PZ-26 A PZ-27 Y PZ-27 A PZ-25

ESCALA INDICADA

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

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

CONTENIDO: PLANTA PERFIL.

DISEÑO Y CALCULO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ ESCALA: INDICADA

DIBUJO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ. FECHA: ABRIL DE 2,016

ASESOR: INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO 2000-10574

HOJA

Asesora Supervisora de PPS

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CAMA DE APOYO O BASE

EL TUBO DEBE DESCANSAR SOBRE UN LECHO DE MATERIAL SELECTO LIBRE DE ROCAS, PARA PROPORCIONARLE UN ADECUADO Y UNIFORME SOPORTE LONGITUDINAL. SI EL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN ES COMPACTABLE, PODRÁ UTILIZARSE COLOCÁNDOLO EN UNA CAPA CON UN ESPESOR MÍNIMO DE 10 CM. ESTA SECCIÓN DE LA INSTALACIÓN SE DENOMINA ENCAMADO, CAMA DE APOYO O BASE.

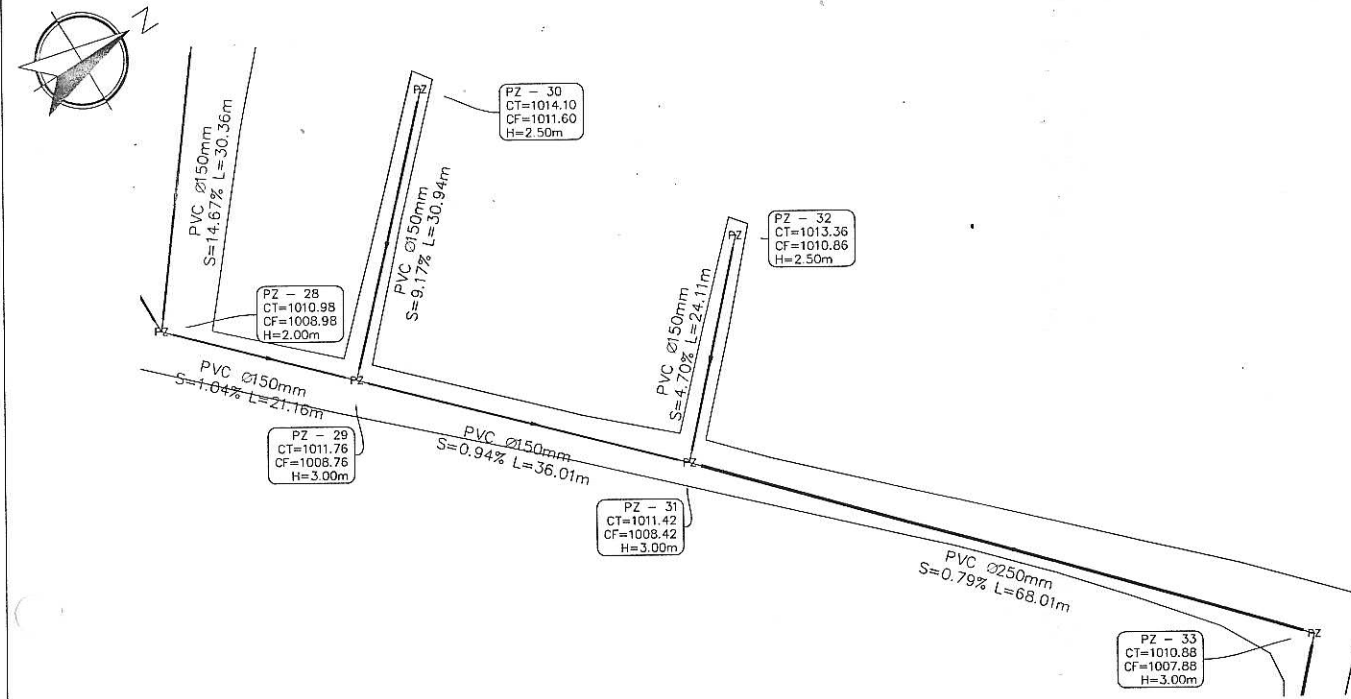
EN CASO DE QUE EL FONDO DE LA ZANJA SEA DE ROCA U OTRO MATERIAL PUNZÓ CORTANTE, ES NECESARIO FORMAR UNA CAMA DE ARENA O MATERIAL SELECTO DE 15 CM DE ESPESOR, PARA EVITAR LA CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS EN LAS PAREDES DE LA TUBERÍA.

SI HAY PRESENCIA DE AGUA EN EL FONDO DE LA ZANJA, SE DEBE COLOCAR A MANERA DE FILTRO UNA CAPA DE PIEDRA O GRAVA CON UN ESPESOR DE 15 CM (6 PULG). EL TAMAÑO DEL AGREGADO NO DEBE SER MAYOR DE 12 MM (PULG). SOBRE ESTA CAPA SE COLOCA POSTERIORMENTE LA CAMA DE APOYO.

COLOCACIÓN DE TUBERÍA

LA UNIÓN DE LOS TUBOS SE EFECTÚA MEDIANTE EL ACOPLE NOVALOC. A CONTINUACIÓN, SE DESCRIBE EL PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA UNIÓN:

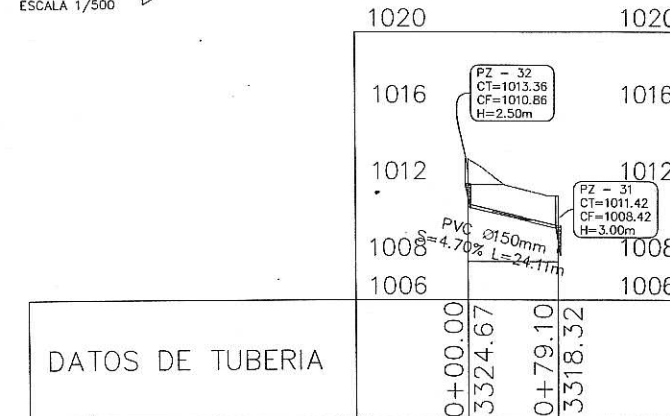
1. LIMPIE CUIDADOSAMENTE EL EXTREMO DEL TUBO Y EL INTERIOR DEL ACOPLE. POR NINGUNA RAZÓN DEBERÁ REMOVER EL ANILLO ELASTOMÉRICO (EMPAQUE).
2. APLIQUE LUBRICANTE, JABÓN O GRASA VEGETAL EN EL EXTREMO DEL TUBO Y EN EL INTERIOR DEL ACOPLE.
3. INSERTE EL EXTREMO LUBRICADO DEL TUBO DENTRO DEL ACOPLE O VICEVERSA, SEGÚN SEA EL CASO, HASTA LA MARCA TOPE. PARA REALIZAR ESTA OPERACIÓN ES NECESARIO UTILIZAR UNA PALANCA O EQUIPO MECÁNICO, PROTEGIENDO SIEMPRE LOS EXTREMOS DEL TUBO.



PLANTA HIDRÁULICA PZ-28 A PZ-33

ESCALA 1/500

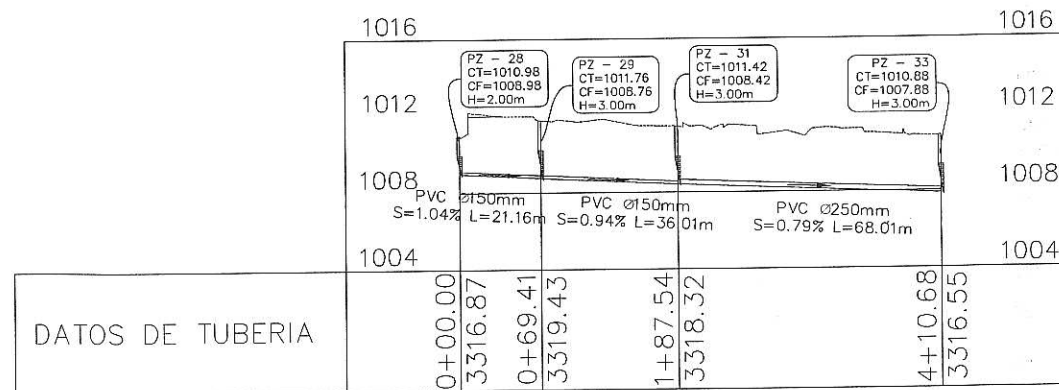
COLONIA BRISAS DE GERONA- 11 AVENIDA
H: 1/1000 V: 1/200



PERFIL PZ-32 A PZ-31

ESCALA INDICADA

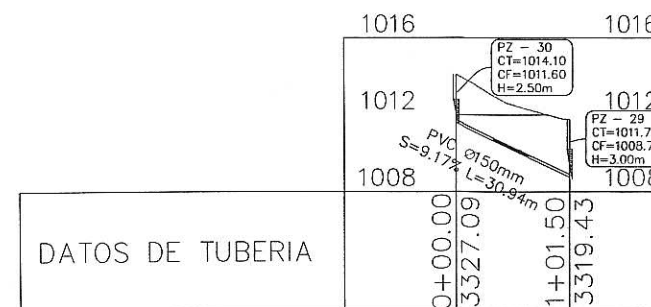
COLONIA BRISAS DE GERONA- 3 CALLE
H: 1/1000 V: 1/200



PERFIL PZ-28 A PZ-29, PZ-29 A PZ-31 Y
PZ-31 A PZ-33

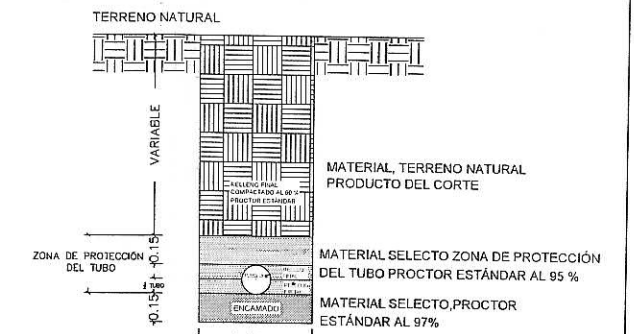
ESCALA INDICADA

COLONIA BRISAS DE GERONA- 10 AVENIDA
H: 1/1000 V: 1/200



PERFIL PZ-30 A PZ-29

ESCALA INDICADA



DETALLE DE CORTE DE ZANJA

TUBO PVC Ø 6" ESCALA 1/25

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

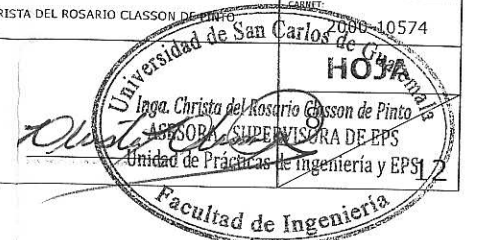
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

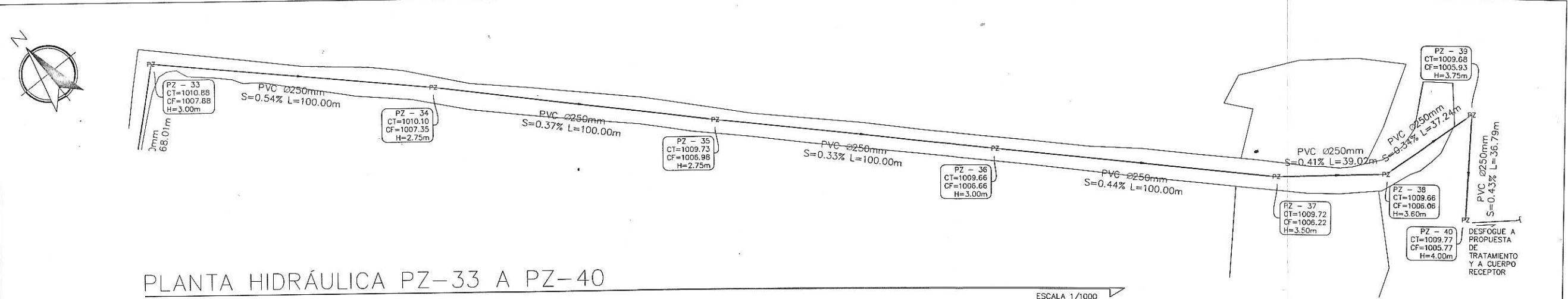
CONTENIDO: PLANTA PERFIL

DISEÑO Y CÁLCULO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ ESCALA: INDICADA

DIBUJO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ. FECHA: ABRIL DE 2,016

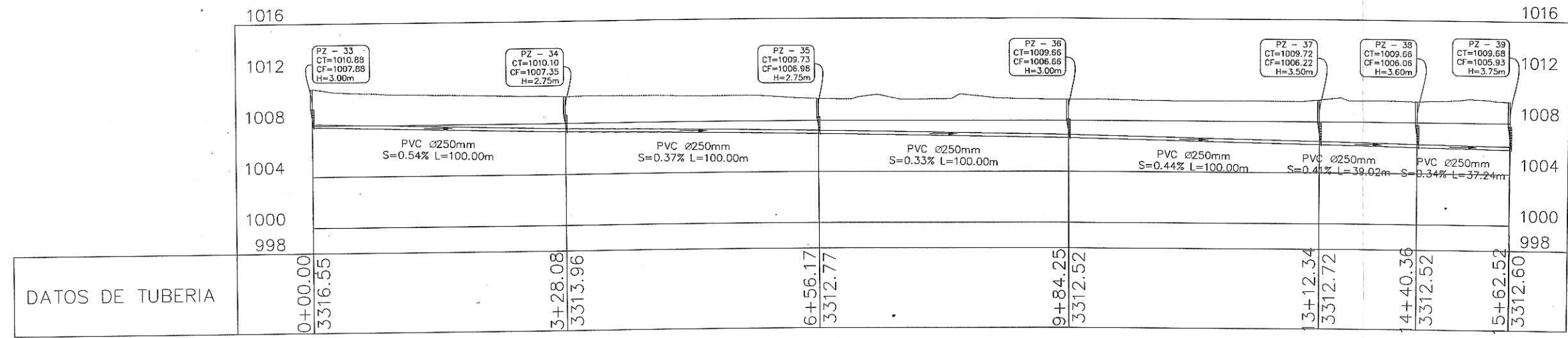
ASESOR: INGA: CRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO C.A.B. 2080-10574





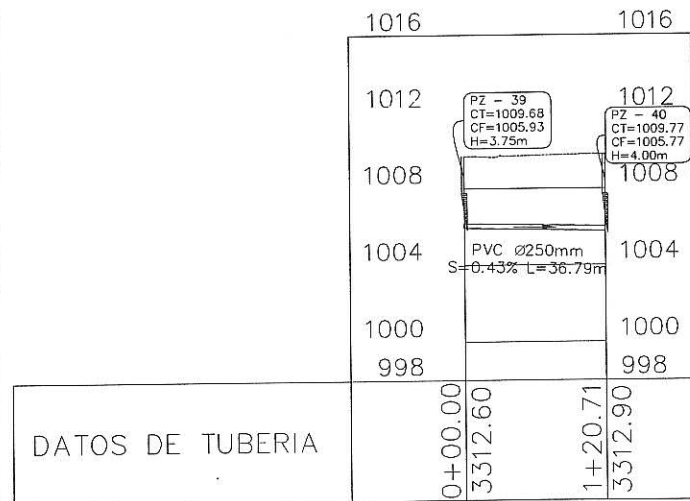
PLANTA HIDRÁULICA PZ-33 A PZ-40

COLONIA BRISAS DE GERONA- 0 AVENIDA
H: 1/1000 V: 1/200



PERFIL PZ-33 A PZ-39

COLONIA BRISAS DE GERONA- FINAL 0 AVENIDA
H: 1/1000 V: 1/200



PERFIL PZ-39 A PZ-40

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

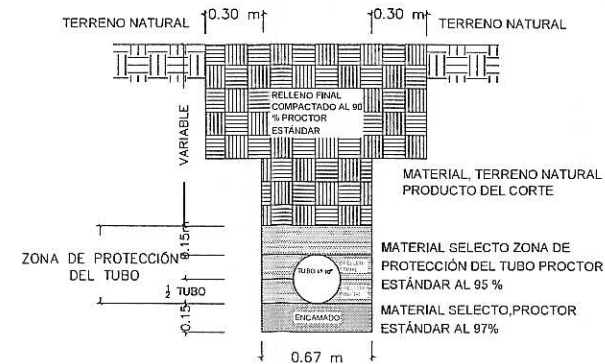
EL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN DEBERÁ COLOCARSE A UN COSTADO DE LA ZANJA, A UNA DISTANCIA NO MENOR QUE 60 CM DEL BORDE Y LA ALTURA DEL MONTÍCULO NO MAYOR DE 1.25 M, PARA EVITAR QUE LA CARGA PRODUZCA DERRUMBES EN LA ZANJA. COMO REGLA GENERAL, NO DEBEN EXCAVARSE LAS ZANJAS CON MUCHA ANTICIPACIÓN A LA COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA.

SI EL TRABAJO DE EXCAVACIÓN SE REALIZA EN ÉPOCA LLUVIOSA, SE DEBE TAPAR EL MATERIAL EXCAVADO DE LA ZANJA, Y QUE POSEA CARACTERÍSTICAS IDÓNEAS PARA SER UTILIZADO COMO RELLENO, CON UN PLÁSTICO PARA EVITAR UNA SATURACIÓN DE HUMEDAD.

RELLENO Y COMPACTACIÓN

EL RELLENO DE LA ZANJA DEBE SEGUIR A LA COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE. EL MATERIAL DE RELLENO NO DEBE SER LANZADO DESDE ALTURAS SUPERIORES A 1.5 M Y DEBER ESTAR LIBRE DE ELEMENTOS DE GRAN TAMAÑO Y PESO. DE ESTA MANERA, SE DISMINUYE EL RIESGO DE QUE LA TUBERÍA SUFRA ALGÚN DAÑO.

EL RELLENO DEBE EFECTUARSE EN CAPAS DE 0.15 M (6"), INICIANDO POR LOS COSTADOS DE LA TUBERÍA EN EL EXTREMO LIBRE DEL TUBO, CON EL OBJETO DE MANTENER EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL DE LA TUBERÍA. SE UTILIZARÁ PARA ELLO MATERIAL GRANULAR FINO O MATERIAL SELECCIONADO DE LA EXCAVACIÓN, APISONÁNDOLO POR MEDIOS MANUALES HASTA ALCANZAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN NECESARIO PARA OBTENER EL MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUELO (E') ESPECIFICADO.



DETALLE DE CORTE DE ZANJA

TUBO PVC Ø 10" ESCALA 1/25

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

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

CONTENIDO: PLANTA PERFIL

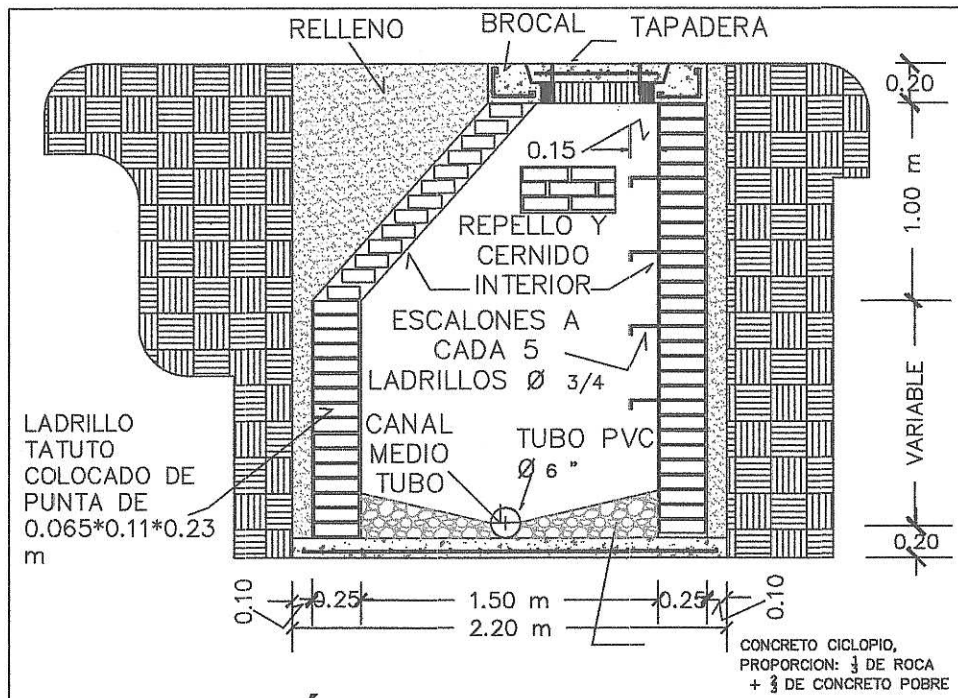
DISEÑO Y CÁLCULO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ ESCALA: INDICADA

DIBUJO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ. FECHA: ABRIL DE 2,016

ASESOR: INGA: CRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE SAN CARLOS GUATEMALA. C.A.P. 10574

HOJA 12

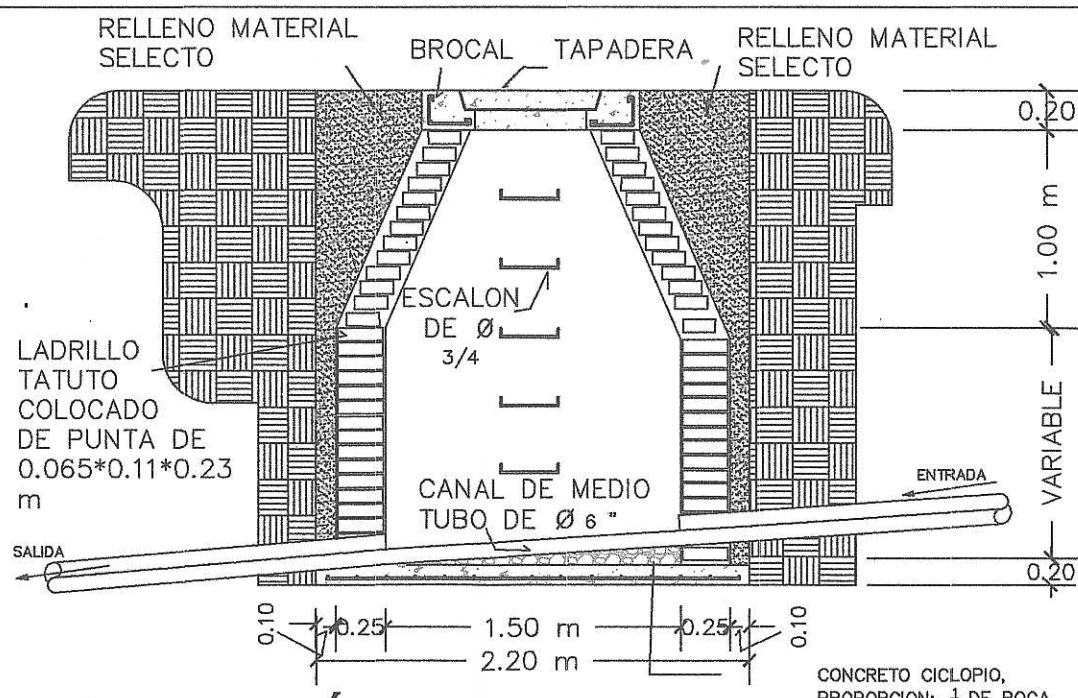
INGA. CRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO
ASESORA SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Pastoreo de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



SECCIÓN A-A'

POZO DE VISITA TÍPICO

ESCALA 1/25



SECCIÓN B-B'

POZO DE VISITA TÍPICO

ESCALA 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

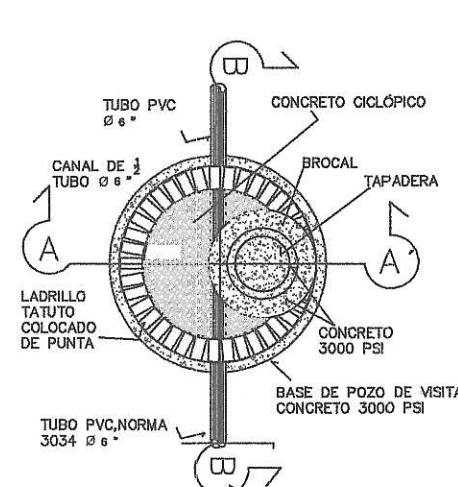
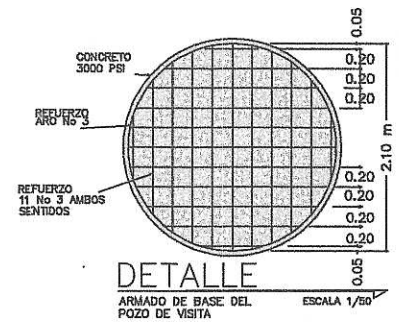
SIZA UNIÓN DE LADRILLO TAYUYO, DEBE SER DE PROPORCIÓN 1:3, POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1=15.54 SACOS, ARENA DE RIÓ LAVADA 1.32 M3.

EL CONCRETO UTILIZADO EN EL BROCAL, TAPADERA Y BASE DEL POZO SERÁ UN CONCRETO 3,000 PSI PROPORCIÓN 1 : 2.52 : 3.22 , POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1=8 SACOS, ARENA DE RIÓ LAVADA= 0.58 M3, PIEDRIN DE ROCA TRITURADA DE 3/4" =0.74 m3.

REPÉLLO INTERIOR DE POZO DE VISITA, SERÁ UNA MEZCLA RÚSTICA POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1=2.88 SACOS, CAL=2.44 SACOS, ARENA AMARILLA=0.93 M3, ARENA DE RIÓ LAVADA =0.16 M3.

CERNIDO, PROPORCIÓN 1 : 2 : 1/2 : 1/4, POR 1 M3. CEMENTO TIPO 1 =3.35 SACOS, CAL=4 SACOS, ARENA BLANCA CERNIDA 3/4"=0.76 M3, ARENA DE RIÓ LAVADA CERNIDA 3/4" =0.19 M3.

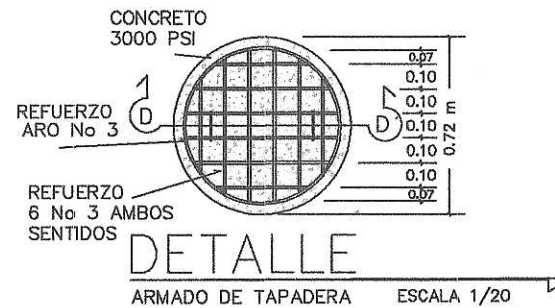
CONCRETO CICLOPIO, PROPORCIÓN 1/3 DE ROCA BOLA, 2/3 DE CONCRETO POBRE, POR 1 M3, CEMENTO TIPO 1= 3.5 SACOS, ARENA DE RIÓ LAVADA 0.38 M3, PIEDRIN DE ROCA TRITURADA 3/4" =0.53 M3, ROCA BOLO 0.33 M3.



PLANTA

POZO DE VISITA TÍPICO

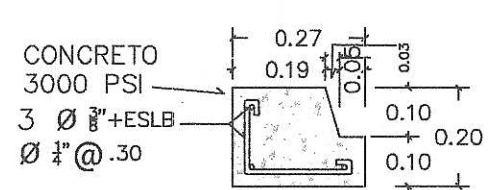
ESCALA 1/50



DETALLE

ARMADO DE TAPADERA

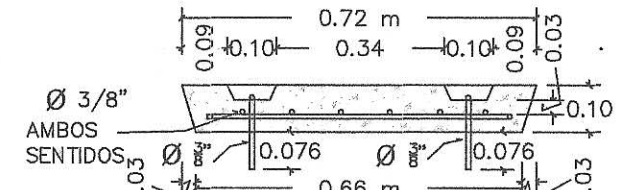
ESCALA 1/20



DETALLE

ARMADO DE BATIENTE

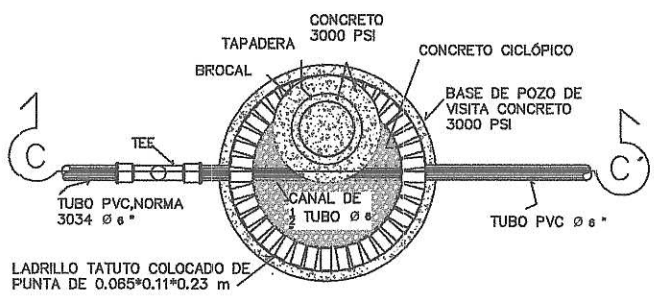
ESCALA 1/10'



SECCIÓN D-D'

ARMADO DE TAPADERA

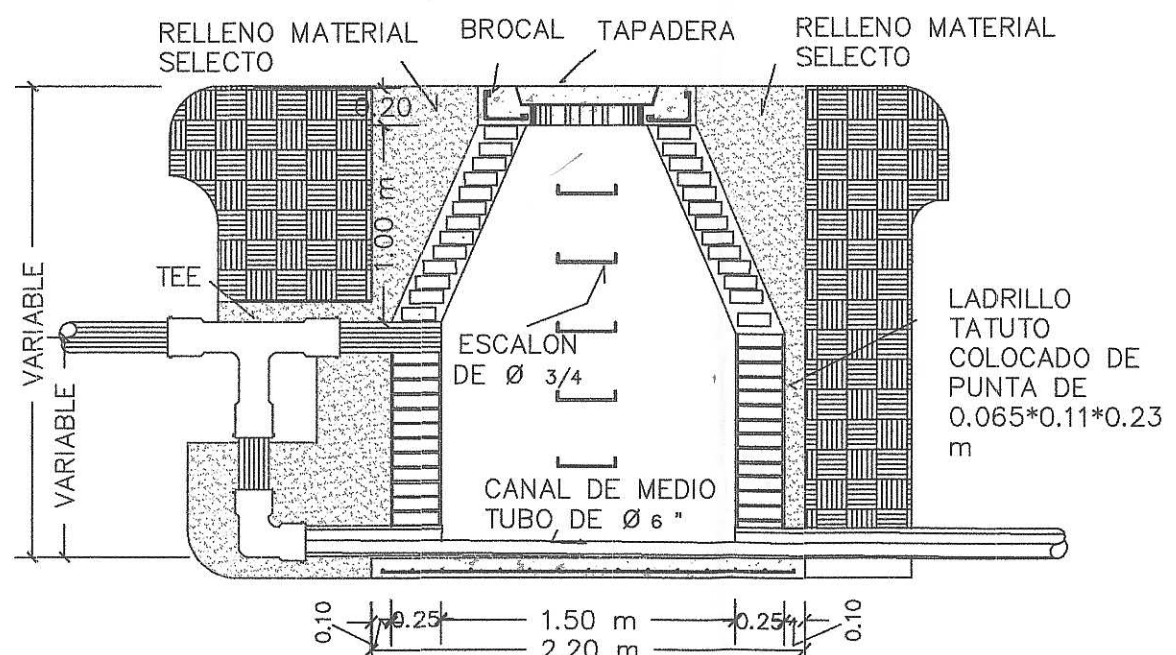
ESCALA 1/10'



PLANTA

POZO DE VISITA CON CAÍDA A 90°

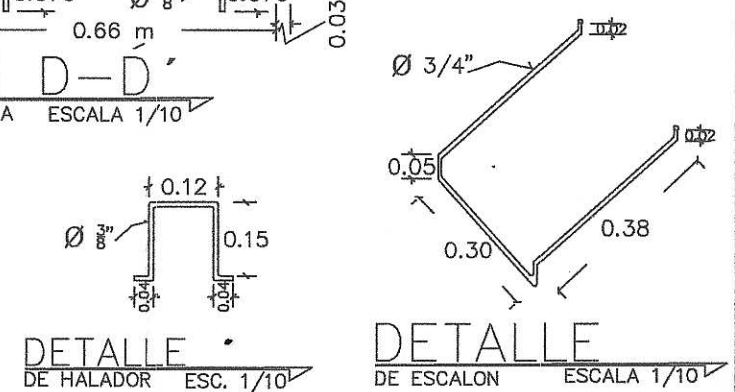
ESCALA 1/50'



SECCIÓN C-C'

POZO DE VISITA CON CAÍDA A 90°

ESCALA 1/25'



DETALLE

DE HALADOR


ESC. 1/10'

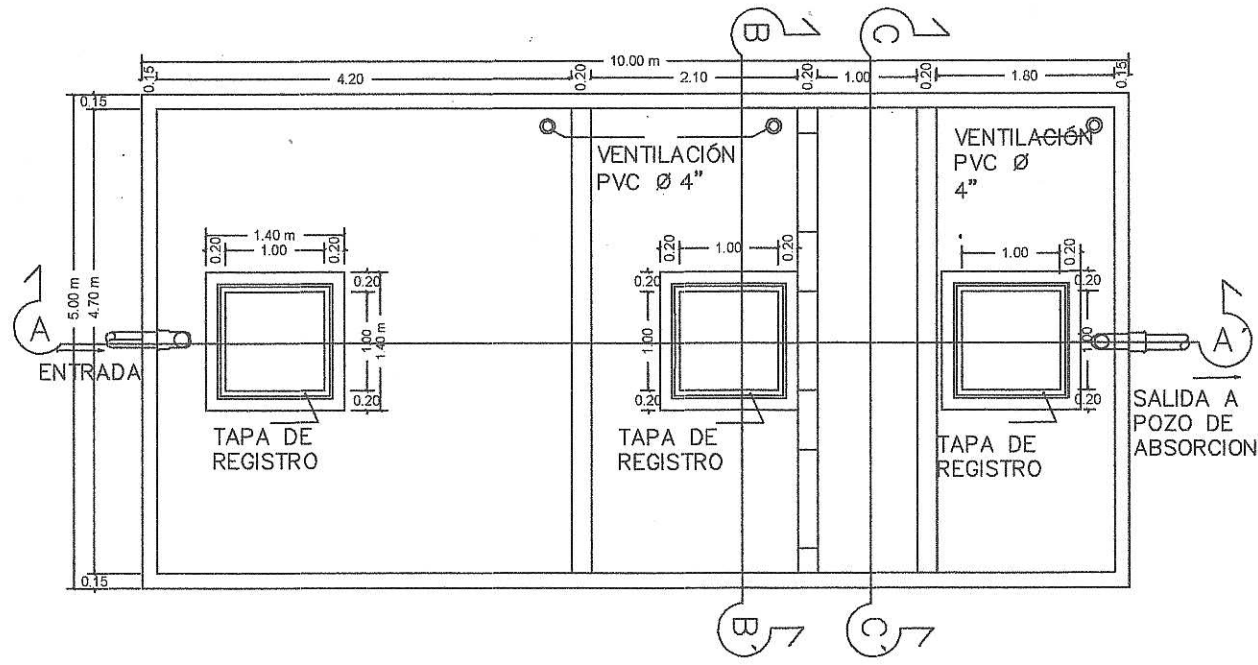


DETALLE

DE ESCALON

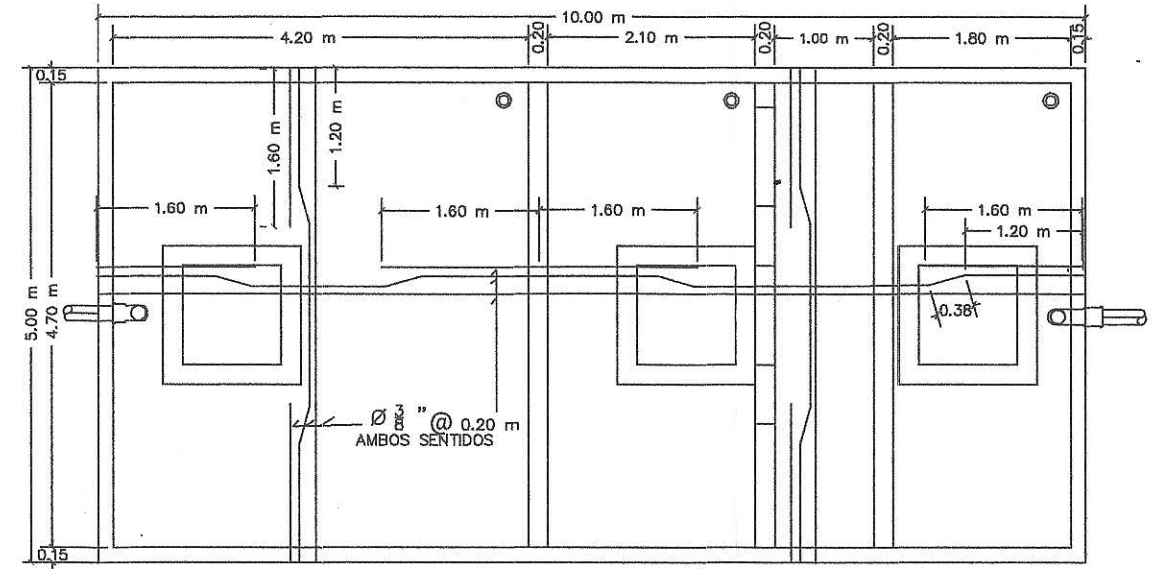
ESCALA 1/10'

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA		
CONTENIDO:	DETALLES DE POZOS DE VISITA.		
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ	ESCALA:	INDICADA
DEBUIO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.	FECHA:	ABRIL DE 2,016
ASESOR:	INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO	CARNET:	2000-10574
 Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería			HOJA 10



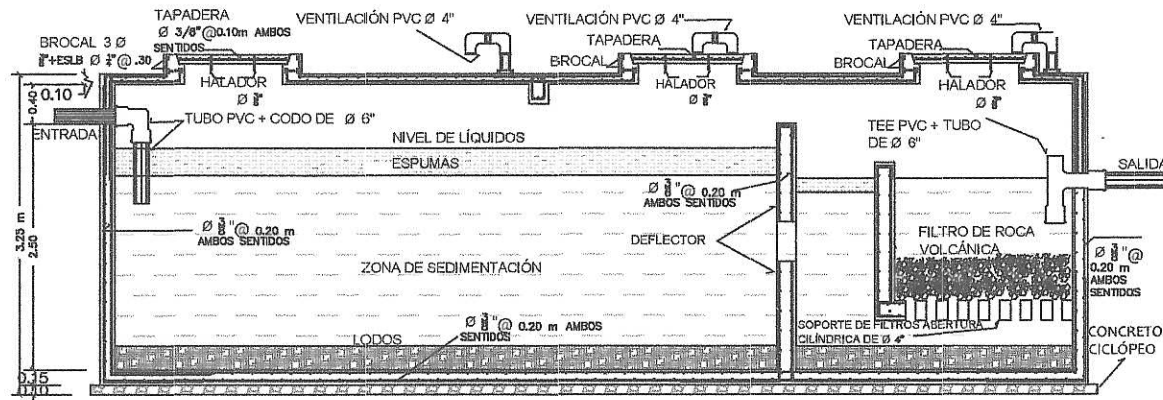
PLANTA FOSA SÉPTICA

ESCALA 1/50



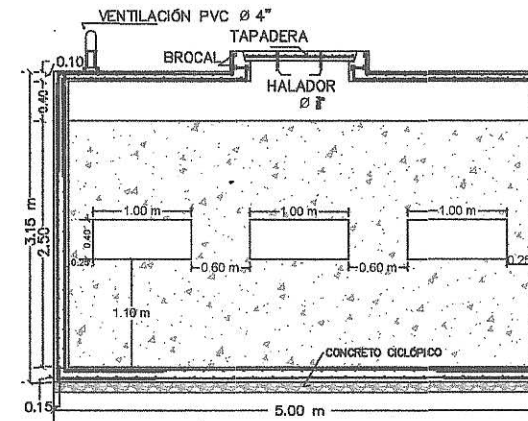
PLANTA ARMADO DE LOSA

ESCALA 1/50



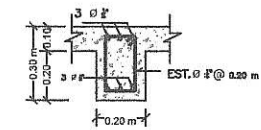
PLANTA FOSA SÉPTICA

ESCALA 1/50



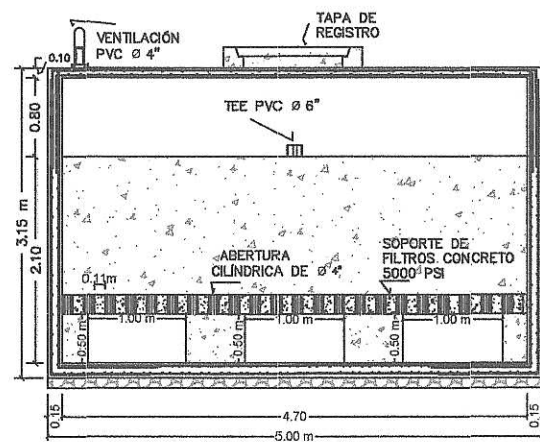
SECCIÓN B-B'

ESCALA 1/50




DETALLE DE VIGA

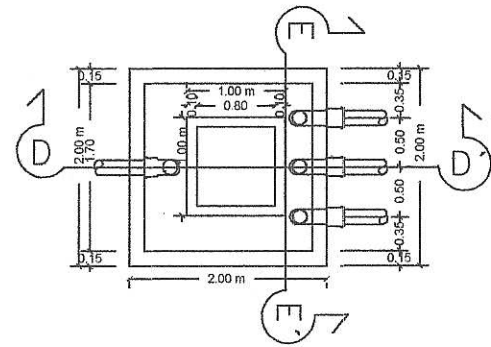
ESCALA 1/20



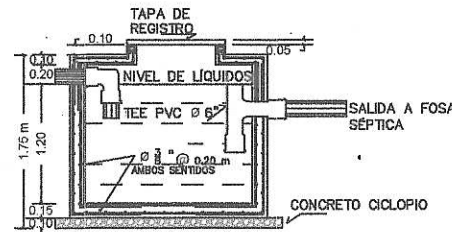
SECCIÓN C-C'

ESCALA 1/50

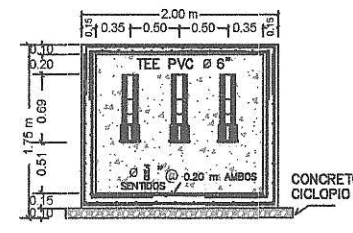
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA		
CONTENIDO:	PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS.		
DISEÑO Y CÁLCULO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ	ESCALA:	INDICADA
DEBIDO:	LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ.	FECHA:	ABRIL DE 2,016
ASESOR:	INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASION DE PINTO	CARNET:	2000-10574
 Inga. Christa del Rosario Clasion de Pinto ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Asesorías de Ingeniería y OCS			HOJA 11



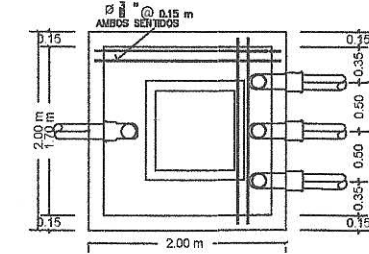
PLANTA TANQUE DERIVADOR DE CAUDAL
ESCALA 1/50



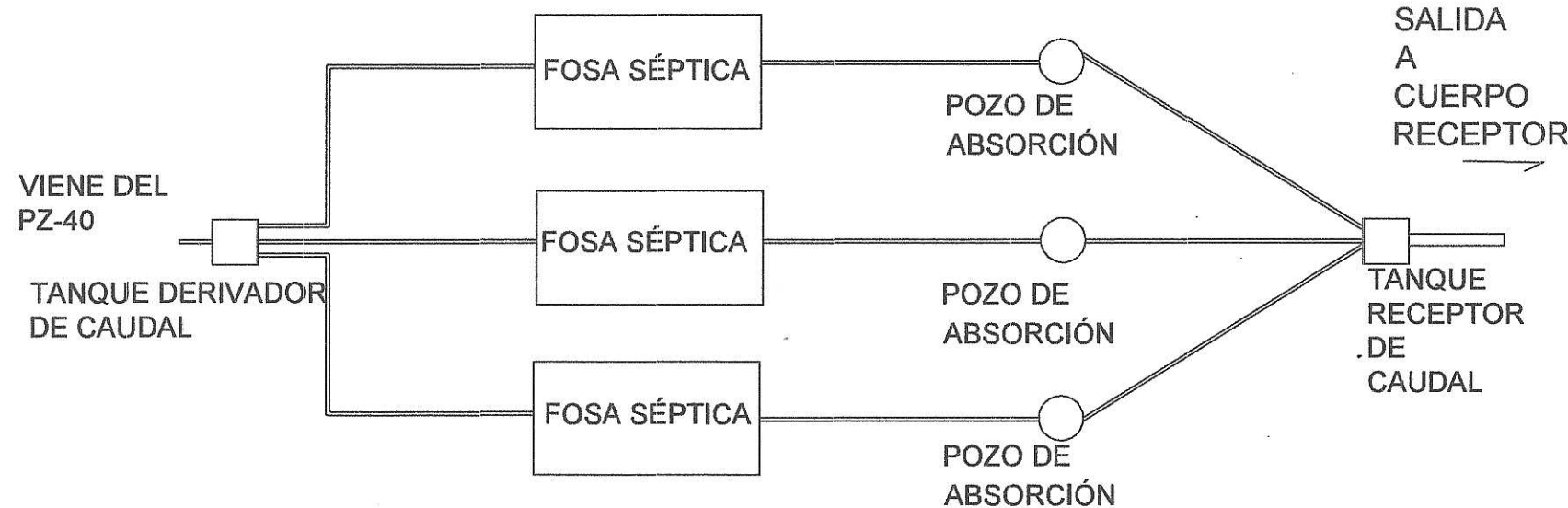
SECCIÓN D-D'
ESCALA 1/50



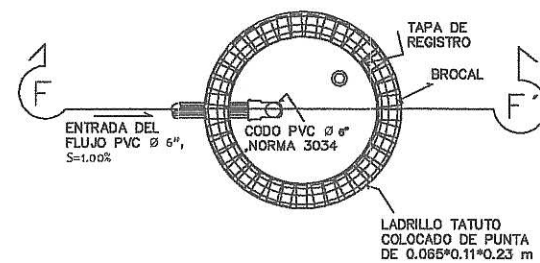
SECCIÓN E-E'
ESCALA 1/50



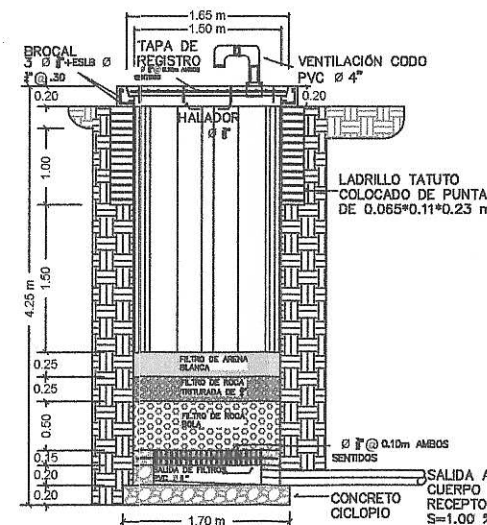
PLANTA ARMADO DE LOSA
ESCALA 1/50



ESQUEMA PLANTA DE TRATAMIENTO
ESCALA 1/200



PLANTA POZO DE ABSORCIÓN
ESCALA 1/50



SECCIÓN F - F' POZO DE ABSORCIÓN
ESCALA 1/50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

SIZA UNIÓN DE LADRILLO TAYUYO, DEBE SER DE PROPORCIÓN 1:3, POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1=15.54 SACOS, ARENA DE RIÓ LAVADA 1.32 M3.

EL CONCRETO UTILIZADO EN EL BROCAL, TAPADERA Y BASE DEL POZO SERÁ UN CONCRETO 3,000 PSI PROPORCIÓN 1 : 2.52 : 3.22 , POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1=8 SACOS, ARENA DE RIÓ LAVADA= 0.58 M3, PIEDRIN DE ROCA TRITURADA DE 3/4" =0.74 m3.

EL CONCRETO UTILIZADO EN LAS FOSAS SÉPTICAS, TANQUE DERIVADOR DE CAUDALES SERÁ UN CONCRETO 5,000 PSI PROPORCIÓN 1: 1.80 : 2.82, POR 1 M3 CEMENTO TIPO 1=10 SACOS, PIEDRIN DE ROCA TRITURADA =0.79 M3, ARENA DE RIÓ LAVADA =0.52 M3

EL ACERO DEBE SER LEGÍTIMO GRADO 60 DE ACUERDO AL DIÁMETRO ESPECIFICADO EN LOS PLANOS.

EL TANQUE RECEPTOR DE CAUDALES TENDRÁ LA MISMAS DIMENSIONES Y ESPECIFICACIONES QUE EL TANQUE DERIVADOR DE CAUDALES.

CONCRETO CICLOPIO, PROPORCIÓN 1/3 DE ROCA BOLA, 2/3 DE CONCRETO POBRE, POR 1 M3, CEMENTO TIPO 1= 3.5 SACOS, ARENA DE RIÓ LAVADA 0.38 M3, PIEDRIN DE ROCA TRITURADA 3/4" 0.53 M3, ROCA BOLO 0.33 M3.

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

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA BRISAS DE GERONA DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

CONTENIDO: PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS.

DISEÑO Y CALCULO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ ESCALA: INDICADA

DIBUJO: LUIS FERNANDO BARRIOS GONZÁLEZ. FECHA: ABRIL DE 2,016

ASESOR: INGA: CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO CARNET: 2000-10574



Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

HOJA

12

12