



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

**DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN DEL
BARRIO EL BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS PETÉN**

Juan Carlos Ruiz Hernández

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, septiembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN DEL
BARRIO EL BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS PETÉN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN DEL BARRIO EL BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS PETÉN

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


Juan Carlos Ruiz Hernández



Guatemala, 07 de mayo de 2012
Ref.EPS.DOC.669.05.12

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

Estimada Ingeniera Zeceña de Serrano.

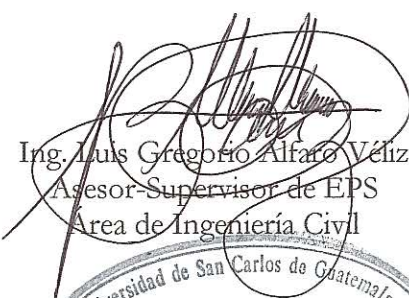
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Juan Carlos Ruiz Hernández** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200113341**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN DEL BARRIO EL BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS PETÉN"**.

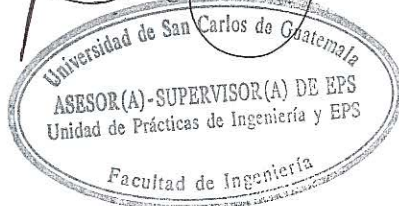
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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



c.c. Archivo
LGAV/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
30 de mayo de 2012

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 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN DEL BARRIO EL BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS PETEN**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan Carlos Ruiz Hernández, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
1 de junio de 2012

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 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN DEL BARRIO EL BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS PETÉN**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan Carlos Ruiz Hernández, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Váiz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

bbdeb.





Guatemala, 17 de julio de 2012

Ref.EPS.D.614.07.12

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


Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

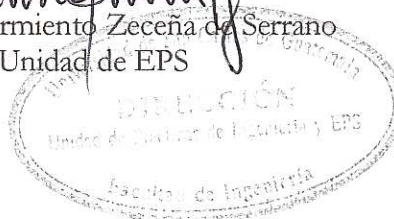
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN DEL BARRIO EL BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS PETÉN"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Juan Carlos Ruiz Hernández**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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



NISZdS/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigríd Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Juan Carlos Ruiz Hernández, titulado DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN DEL BARRIO EL BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS PETÉN, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, septiembre 2012

/bbdeb.



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 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN DEL BARRIO EL BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS PETÉN**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Ruiz Hernández**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 10 de septiembre de 2012

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la oportunidad de vivir y crecer como profesional.
- Mis padres** Julio Ruiz Tejeda y María Elena Hernández de Ruiz, por su amor, enseñanzas, y apoyo incondicional durante toda mi vida.
- Mis abuelos** Por ser un ejemplo de honestidad, sabiduría, perseverancia y entrega a Dios.
- Mis tíos** Por brindarme su apoyo y cariño en los momentos duros de la vida, les estoy muy agradecido.
- Mis hermanos** Lilian Marisol, Julio Estuardo, Luis Roberto, Nancy Johana, por compartir los momentos tanto alegres como tristes de la vida, por su confianza y sobre todo su cariño.
- Amigos** Mayly Gómez, Alejandro Torres, Luis Antonio Álvarez, por su apoyo durante la carrera y especialmente a Rita Arriola por su amor y apoyo de una manera invaluable.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por brindarme la oportunidad de crecer entre personas maravillosas y por culminar una carrera universitaria, para el orgullo de mis padres y mi familia.
- Mis padres** Por su amor incondicional, su apoyo, su ejemplo enseñanzas, las cuales han forjado en mí la fortaleza necesaria para seguir mi camino por la vida y porque sin su guía no sería la persona que soy.
- Universidad de San Carlos de Guatemala** Por ser cuna de enseñanza y sabiduría, en especial a la Facultad de Ingeniería.
- Municipalidad de San Luis Petén** Por abrirme las puertas de esta institución y de su comunidad para realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.
- Asesor de EPS** Ingeniero Luis Gregorio Alfaro Véliz, por su asesoría.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Investigación diagnóstica sobres las necesidades de infraestructura y servicios básicos de las aldeas, barrios y comunidades del municipio de San Luis Petén	1
1.1.1. Identificación de las necesidades	1
1.1.2. Justificación social	3
1.1.3. Justificación económica.....	3
1.1.4. Priorización de las necesidades	4
2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	5
2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio El Bethel de la cabecera municipal de San Luis Petén	5
2.1.1. Descripción del proyecto	5
2.1.2. Levantamiento topográfico	5
2.1.2.1. Altimetría.....	6
2.1.2.2. Planimetría.....	6
2.1.3. Diseño del sistema	7
2.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar.....	7

2.1.3.1.1.	Período de diseño	7
2.1.3.1.2.	Población de diseño	8
2.1.3.1.3.	Dotación	9
2.1.3.1.4.	Factor de retorno.....	10
2.1.3.1.5.	Factor de flujo instantáneo.....	10
2.1.3.1.6.	Caudal sanitario	11
2.1.3.1.7.	Factor de caudal medio	15
2.1.3.1.8.	Caudal de diseño	15
2.1.3.1.9.	Selección del tipo de tubería	16
2.1.3.1.10.	Diseño de secciones y pendientes.....	17
2.1.3.1.11.	Velocidades máximas y mínimas.....	18
2.1.3.1.12.	Cotas invert.....	18
2.1.3.1.13.	Diámetro de tubería	20
2.1.3.1.14.	Pozos de visita	21
2.1.3.1.15.	Conexiones domiciliarias	23
2.1.3.1.16.	Profundidad de la tubería	25
2.1.3.1.17.	Principios hidráulicos	26
2.1.3.1.18.	Relaciones hidráulicas ..	27
2.1.3.1.19.	Diseño de la red de alcantarillado sanitario ..	29

	2.1.3.1.20.	Desfogue de la red de alcantarillado sanitario.....	34
2.1.4.		Planos.....	34
2.1.5.		Presupuesto del proyecto	35
2.1.6.		Cronograma de ejecución del proyecto	35
2.1.7.		Evaluación de impacto ambiental	35
2.1.8.		Evaluación socio económica.....	36
	2.1.8.1.	Valor Presente Neto	37
	2.1.8.2.	Tasa Interna de Retorno.....	37
2.2.		Diseño de pavimento para calles del barrio El Bethel	37
2.2.1.		Descripción del proyecto	37
2.2.2.		Estudios topográficos	38
	2.2.2.1.	Levantamiento topográfico de preliminar.....	38
		2.2.2.1.1. Tránsito preliminar.....	39
		2.2.2.1.2. Niveles de preliminar	39
2.2.3.		Cálculo topográfico preliminar	40
	2.2.3.1.	Cálculo tránsito preliminar	40
	2.2.3.2.	Cálculo de niveles de preliminar	40
	2.2.3.3.	Cálculo de secciones transversales de preliminar.....	41
2.2.4.		Estudio de suelos	41
	2.2.4.1.	Ensayo de laboratorio.....	42
	2.2.4.2.	Análisis de resultados.....	45
2.2.5.		Diseño del pavimento	46
	2.2.5.1.	Pavimento rígido.....	46
	2.2.5.2.	Componentes estructurales del pavimento rígido	47

2.2.5.3.	Capa de rodadura	47
2.2.5.4.	Base	49
2.2.5.5.	Subbase	50
2.2.5.6.	Subrasante	51
2.2.5.7.	Bombeo	52
2.2.6.	Parámetros de diseño	53
2.2.6.1.	Período de diseño	53
2.2.6.2.	Diseño de la base.....	54
2.2.6.3.	Diseño de espesor del pavimento	56
2.2.7.	Estructura final del pavimento	66
2.2.8.	Diseño de mezcla de concreto	67
2.2.9.	Conformación y curado del pavimento	71
2.2.10.	Elaboración de planos finales.....	72
2.2.11.	Evaluación de impacto ambiental.....	73
2.2.12.	Obras de protección	74
2.2.13.	Elaboración de presupuesto.....	75
2.2.14.	Cronograma de ejecución	75
CONCLUSIONES.....		77
RECOMENDACIONES		79
BIBLIOGRAFÍA.....		81
ANEXOS.....		83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de pozos de visita (cotas invert)	20
2.	Sección de pozo de visita típico	22
3.	Conexión domiciliar vista en planta	24
4.	Conexión domiciliar vista en perfil	24
5.	Volumen de excavación para zanja.....	26
6.	Sección transversal de pavimento.....	47
7.	Tipos de juntas	59

TABLAS

I.	Profundidades mínimas de tubería PVC	25
II.	Relaciones hidráulicas para una sección transversal circular	29
III.	Relaciones hidráulicas del proyecto.....	33
IV.	Resultados de laboratorio muestra de suelo.....	46
V.	Rango de pendientes	53
VI.	Categoría de carga por eje	56
VII.	Interrelación aproximada de las clasificaciones de los suelos y los valores soportes.....	63
VIII.	Valores de k para diseño sobre bases granulares (de PCA)	64
IX.	Valores de k para diseño sobre bases de suelo-cemento (de PCA)..	64
X.	Tipos de suelos de la subrasante y valores aproximados de k para determinar el tipo de soporte	65

XI.	Determinación de espesores. TPDC permisible diario, carga por eje categoría 1. Pavimento con juntas con agregados de trabe (no necesita dovelas).....	66
XII.	Determinación de estructura.....	67
XIII.	Asentamiento de concreto	68
XIV.	Relación agua-cemento.....	68
XV.	Porcentaje de agregado	69

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CA-13	Ruta Centro Americana
m³/s	Metros cúbicos por segundo
m²/s	Metros cuadrados por segundo
m/s	metros por segundo
km	Kilómetro
m	Metro
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
cm	Centímetro
mm/hora	Milímetros por hora
v/V	Relación de velocidades entre sección parcialmente llena y sección llena

d/D	Relación de diámetros entre sección parcialmente llena y sección llena
q/Q	Relación de caudales entre sección parcialmente llena y sección llena
S%	Pendiente en porcentaje
PVC	Cloruro de polivinilo rígido
P.V.	Pozo de visita
lt/hab/día	Litros por habitante por día
TPDC	Tránsito Promedio Diario de Camiones
TPD	Tránsito Promedio Diario

GLOSARIO

Agua potable	Es el agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Aguas domiciliarias	Son las aguas utilizadas en domicilio; es decir, las que ya han pasado por un proceso de contaminación.
Aguas negras	El agua que se desecha, después de haber servido para un fin. Puede ser doméstica, comercial o industrial.
Aguas servidas	Sinónimo de aguas negras.
Arcilla	Tipo de suelo impermeable y plástico.
Bombeo	Pendiente transversal descendente de la corona o subcorona, a partir de su eje y hacia ambos lados, en tangente horizontal.
Bordillo	Elemento que se construye sobre los acotamientos, junto a los hombros de los terraplenes, para evitar que el agua erosione el talud del terraplén.

Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Caudal	Es el volumen de agua que corre en un tiempo determinado.
Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de aguas negras o aguas de lluvia (pluviales).
Cota invert	Cota o altura de la parte inferior interior del tubo ya instalado.
Descarga	Lugar a donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, sean crudas o tratadas.
Dotación	Es la estimación del promedio de cantidad de agua que consume cada habitante. Se expresa en litros por habitante por día.
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua.
Especificaciones	Son normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones o cualquier otro documento, que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.

Excretas	Residuos de alimento que, después de hecha la digestión, despiden el cuerpo por el ano.
Factor de Harmond	Es el factor de seguridad de flujo para las horas pico.
Factor de rugosidad	Es el factor que indica si la superficie es o no lisa.
Fórmula de Manning	Es la fórmula para encontrar velocidades de flujo en canales abiertos.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Limo	Lodo, material granular que es muy fino.
Período de diseño	Período de tiempo durante el cual el sistema prestará un servicio suficiente.
Planimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las proyecciones horizontales de una superficie.
Planimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las proyecciones horizontales de una superficie.
Porcentaje de escorrentía	Porcentaje del agua pluvial que va a la alcantarilla.

Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, unión de tuberías, y para iniciar un tramo de drenaje.
Rasante	Proyección del desarrollo del eje de la corona de una carretera sobre un plano vertical.
Riesgo	Resultado de una evaluación, generalmente probabilística, de que las consecuencias o efectos de una determinada amenaza excedan valores prefijados.
Sección transversal	Corte vertical normal al alineamiento horizontal de la carretera.
Tándem	Tipo vehículo que transporta un contenedor.
Tirante	Altura de las aguas negras o pluviales dentro de una alcantarilla.
Topografía	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre y debajo de la misma.
PCA	Asociación del Cemento Pórtland.

RESUMEN

En el barrio El Bethel actualmente la población tiene dificultades con la evacuación de los desechos líquidos por lo que un alcantarillado sanitario; así mismo presenta una gran necesidad de pavimentar las calles para facilitar la circulación por ellas y eliminar las molestias de polvo, con estos proyectos se lograría sanear el lugar, beneficiando a todos sus habitantes.

Estos proyectos representan un avance en el desarrollo socio-económico de la cabecera municipal, es por ello que las autoridades de turno deben brindarles el apoyo necesario para lograr el desarrollo de este barrio, donde aún los alcances en salud son tan mínimos y precarios ya que muchas veces enfermarse representa un alto costo en la economía de las familias residentes del lugar.

Con este trabajo se busca, colateralmente, disminuir enfermedades respiratorias provocadas por el polvo, también enfermedades intestinales además de vectores tales como el zancudo, el cual se reproduce al empozarse el agua en la que se crían estos, y, mejorar la calidad de vida de las personas del lugar; así como organizar y contribuir al desarrollo urbanístico del barrio El Bethel, cabecera municipal de San Luis, departamento del Petén.

OBJETIVOS

General

Realizar un estudio que permita diseñar un sistema de alcantarillado sanitario y la pavimentación de calles del barrio El Bethel, cabecera municipal de San Luis, departamento del Petén, como un aporte técnico de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos

1. Sentar las bases para la ejecución de proyectos que contribuyan con el desarrollo de la comunidad.
2. Mejorar la calidad de vida de las personas que viven en el sector con los proyectos aquí presentados, los cuales buscan evitar la propagación de enfermedades intestinales y mejorar las condiciones de acceso.
3. Mejorar el desarrollo socioeconómico de la cabecera municipal y de los pobladores del barrio a beneficiar.

INTRODUCCIÓN

En el barrio El Bethel actualmente la población tiene dificultades con la evacuación de los desechos líquidos, por lo que un alcantarillado sanitario cubrirá las necesidades de saneamiento del lugar, así como la necesidad de pavimentar las calles para facilitar la circulación por ellas y eliminar las molestias de polvo, con estos proyectos se lograría sanear el lugar, beneficiando a todos sus habitantes.

Estos proyectos representan un avance en el desarrollo socio-económico de la cabecera municipal, es por ello que las autoridades de turno deben brindarles el apoyo necesario para lograr el desarrollo de este barrio, donde aún los alcances en salud son tan mínimos y precarios ya que muchas veces enfermarse representa un alto costo en la economía de las familias residentes del lugar.

Con este trabajo se busca, colateralmente, disminuir enfermedades respiratorias provocadas por el polvo, también enfermedades intestinales además de vectores tales como el zancudo, el cual se reproduce al empozarse el agua en la que se crían estos, y, mejorar la calidad de vida de las personas del lugar; así como organizar y contribuir al desarrollo urbanístico del barrio El Bethel, cabecera municipal de San Luis, departamento del Petén.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos de las aldeas, barrios y comunidades del municipio de San Luis Petén

San Luis Petén es un municipio muy lejano a la capital, tiene poco desarrollo y presenta muchas necesidades; entre las principales esta la falta de calles pavimentadas.

1.1.1. Identificación de las necesidades

Guatemala está clasificada internacionalmente dentro del rango de país subdesarrollado, esta clasificación se da a raíz del desarrollo en cuanto a la calidad de vida que ha alcanzado a través del tiempo.

En el interior del país existe una carencia de infraestructura y servicios básicos, independientemente de las causas, la realidad latente es que las comunidades no han podido mejorar sus condiciones de vida. No siendo la excepción el municipio de San Luis Petén, departamento de Petén, el cual colinda al norte con el municipio de Poptún (Petén), al oeste con el municipio de Sayaxché (Petén), al sur con los municipios de el Chaal y Fray Bartolomé de las casas (Alta Verapaz) y el municipio de Livingston (Izabal), y al este con el distrito de Toledo (Belice). El principal sistema de acceso es la vía CA-13 con una distancia de 362 kilómetros desde la ciudad capital, la cual se encuentra asfaltada en su totalidad.

Según último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística la población del municipio de San Luis Petén asciende a 54 745 habitantes, de los cuales 7 721 habitan en el casco urbano del municipio de San Luis, y 47 024 en las aldeas y caseríos de dicho municipio.

El barrio El Bethel, el cual se ubica en el casco urbano del municipio de San Luis Petén, y las condiciones sanitarias que prevalecen en dicho barrio, son las siguientes: cuenta con un sistema de distribución de agua potable, servicio que es brindado por la municipalidad. En cuando a tratamiento de las aguas residuales (red de drenajes) es visible que las condiciones sanitarias no son adecuadas, ya que hay una mala evacuación de estas, las mismas corren a flor de tierra en las calles, lo cual provoca malos olores y contaminación, la mayoría de viviendas son causantes de la contaminación a causa de la mala disposición de sus aguas residuales.

El manejo de los desechos sólidos (basura) no es el adecuado, no existen métodos eficientes para resolver este problema, lo cual provoca basureros clandestinos y que la población queme su propia basura.

Las calles internas del barrio El Bethel se encuentran en muy mal estado, ya que su carpeta de rodadura es de terracería a la cual no se le brinda ningún tipo de mantenimiento, esto provoca el rápido deterioro de los vehículos automotores que circulan por ese sector; esto también es causa de contaminación y epidemias en la población ya que el agua de lluvia y las aguas residuales no tienen un cauce definido lo que provoca charcos que generan vectores de contaminación.

1.1.2. Justificación social

Debido a las condiciones en las cuales vive la población del barrio El Bethel, se considera de carácter urgente atender las necesidades que ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas, lo cual se llevara a cabo a través de la ejecución de proyectos enfocados a erradicar el mal manejo de las aguas residuales, así como el estancamiento de las aguas de lluvia.

Por ser un área poblada con gente de escasos recursos, y por tener obras de infraestructura casi nulas en comparación con los barrios vecinos, la ejecución de obras en este barrio es esencial para lograr la equidad de oportunidades de desarrollo dentro de la cabecera municipal.

1.1.3. Justificación económica

La agricultura se compone principalmente de maíz, frijol y hortalizas, aunque en pequeña escala, ya que la producción agrícola ha disminuido, esto debido a que se está convirtiendo en área de viviendas. En cuanto a la ganadería, se encuentran sólo pequeñas crianzas de bovinos y equinos, en tanto que la de porcinos, ha sido siempre muy productiva pues abastece algunos mercados locales, con productos como carne, chicharrones y embutidos que gozan de gran demanda. La avicultura, ha experimentado últimamente sensible desarrollo y se conserva aún en este tiempo en crianzas de aves para consumo familiar. El comercio se ha ido incrementando a través de tiendas y librerías.

1.1.4. Priorización de las necesidades

Por lo anterior se concluye que las principales necesidades de la población del barrio El Bethel, son: el reacondicionamiento de la infraestructura vial con la pavimentación de sus calles internas, y la construcción de la red de drenaje sanitario, proyectos con los cuales se logrará contrarrestar las malas condiciones de salubridad existentes en la población, mejorando con esto la calidad de vida de los habitantes de dicho barrio.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio El Bethel de la cabecera municipal de San Luis Petén

En este trabajo se presentan los estudios indispensables para el diseño del sistema de drenaje sanitario del barrio El Bethel, iniciando con un censo poblacional para predecir la población futura del sector.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en diseñar el sistema de drenaje sanitario para el barrio El Bethel de la cabecera municipal de San Luis, departamento de Petén.

Actualmente, el barrio El Bethel no cuenta con servicios sanitarios y las aguas de pila y cocina son expulsadas directamente a flor de tierra, recorriendo estas las calles de dicha localidad.

Por este motivo se diseñará la red de tubería de drenaje, así como las acometidas domiciliarias, pozos de visita y demás conexiones necesarias para el buen funcionamiento de esta.

2.1.2. Levantamiento topográfico

En todo diseño de un alcantarillado es necesario realizar un levantamiento topográfico, el cual será de utilidad para poder conocer como está ubicado el proyecto en planta, como elevación.

El levantamiento topográfico debe ser de gran precisión ya que en este tipo de proyectos se invierte gran cantidad de recursos, además se debe garantizar un adecuado servicio a la población beneficiada.

2.1.2.1. Altimetría

La altimetría tiene por objeto determinar las diferencias de alturas entre los puntos del terreno. Las alturas de los puntos se toman sobre planos de comparación diversos, el más común de estos es el nivel del mar. A estas alturas, los puntos sobre esos planos de comparación se llaman cotas, elevaciones o alturas y, a veces, niveles. Para el levantamiento altimétrico se trabajó con el método compuesto y con el siguiente equipo:

- Un nivel de precisión
- Dos estadía
- Una cinta métrica de 50 metros
- Tres plomadas
- Estacas

2.1.2.2. Planimetría

La planimetría se utiliza para localizar la red de drenaje dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y todos aquellos puntos de importancia. Para el levantamiento planimétrico se utilizó el método de conservación del azimut, con una poligonal abierta, y con el uso del siguiente equipo:

- Un teodolito
- Dos estadales
- Una cinta métrica de 50 metros

- Tres plomadas
- Estacas

2.1.3. Diseño del sistema

El sistema consiste en una serie de tuberías de pvc, las cuales tendrán una pendiente y diámetro previamente diseñados. Cuya función será la de coleccionar y transportar las aguas servidas

2.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar

El diseño del sistema de drenaje sanitario del barrio El Bethel, será un sistema de bombeo apegándose lo más posible a las pendientes del terreno, logrando con esto economía en el renglón de excavación. El sistema en si estará constituido por la red de tubería de pvc, conexiones domiciliarias (candelas) y los pozos de visita de mampostería.

2.1.3.1.1. Período de diseño

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema, pasado este período, es necesario efectuar trabajos de rehabilitación. Para determinar este valor es necesario tomar en cuenta varios aspectos técnicos como el crecimiento poblacional, los materiales a utilizar, accesos para el mantenimiento del sistema, método constructivo, etc.

El período de diseño también varía dependiendo de factores sociales y económicos, como los derechos de paso, ubicación de los componentes del sistema y presupuesto disponible para la construcción del mismo. Un período de diseño muy largo podría incrementar los costos, a tal punto que sería

económicamente más factible la construcción de otro dispositivo durante éste período. Instituciones como, INFOM y EMPAGUA recomiendan que las cantarillas se diseñen para un periodo de 15 a 20 años, a partir de la fecha de su construcción.

Para seleccionar el período de diseño de una red de alcantarillado, o cualquier obra de ingeniería, se deben considerar factores como la vida útil de las estructuras y del equipo componente, tomando en cuenta la antigüedad, el desgaste y el daño; así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planeadas, y la relación anticipada de crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacentes.

Se adoptó un período de diseño de 21 años para el diseño de este proyecto, tomando en cuenta las gestiones respectivas que con lleva para su respectiva autorización y desembolso económico.

2.1.3.1.2. Población de diseño

Para el cálculo de la población se debe tomar el período de diseño correspondiente. Es recomendable utilizar cualquier método apropiado para la estimación de crecimiento poblacional.

Se recopilará toda la información necesaria para tener datos más reales, como en los registros municipales y de sanidad, censos escolares, Instituto Nacional de Estadística (INE). En todo caso el diseñador debe verificar la información obtenida.

Hay que tomar en cuenta el tamaño de la comunidad a estudiar. Para el cálculo de la población futura existen varios métodos, pero para efectos de cálculo de este proyecto se utilizó el método geométrico, ya que se poseen los datos para poder completar lo necesario para calcular la población futura. Para poder utilizar este método se debe utilizar la siguiente fórmula:

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

Donde:

Pf = Población futura

Pa = Población actual

r = Tasa de incremento %

n = Período de diseño

La tasa de incremento utilizado será de 2,26 por ciento asignado por la jefatura de la municipalidad de San Luis Petén.

2.1.3.1.3. Dotación

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

Los factores que se consideran en la dotación son: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración del sistema y presión del mismo.

Se trabajó con una dotación de 200 litros por habitante por día, la cual es asignada por la municipalidad.

2.1.3.1.4. Factor de retorno

El factor de retorno, es el porcentaje de agua que después de ser usada, vuelve al drenaje. Se estima que entre el 75 por ciento y el 90 por ciento de la dotación de agua regresa al alcantarillado, en este caso se considera un 82,5 por ciento de factor de retorno, debido a que parte de la dotación asignada a cada vivienda es utilizada para riego de terrenos agrícolas y patios de tierra, por lo cual se considera que hay pérdidas por evaporación e infiltración.

2.1.3.1.5. Factor de flujo instantáneo

El factor de Harmond o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad, que involucra a toda la población a servir. Es un factor de seguridad que actúa sobre todo; en las horas pico o de mayor utilización del drenaje, en donde se representa la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en una comunidad.

La fórmula del factor de Harmond es adimensional y viene dada por:

$$FH = \frac{Q_{\text{máximo}}}{Q_{\text{medio}}} = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde p es la población del tramo a servir, se expresa en miles de habitantes. El factor de Harmond se encuentra entre los valores de 1,5 a 4,5, según sea el tamaño de la población a servir.

2.1.3.1.6. Caudal sanitario

El caudal sanitario está integrado por el caudal domiciliario, comercial, industrial, las infiltraciones y las conexiones ilícitas.

Para el presente estudio, únicamente se tomó en cuenta el domiciliario y el de conexiones ilícitas, debido a que la aldea carece de comercios e industrias. La fórmula es la siguiente:

$$Q_{\text{SANITARIO INVIERNO}} = Q_{\text{DOM}} + Q_{\text{COM}} + Q_{\text{IND}} + Q_{\text{CI}} + Q_{\text{INF}}$$

$$Q_{\text{SANITARIO VERANO}} = Q_{\text{DOM}} + Q_{\text{COM}} + Q_{\text{IND}} + Q_{\text{CI}}$$

Donde:

$Q_{\text{SANITARIO}}$	= Caudal sanitario total (verano o invierno)
Q_{DOM}	= Caudal domiciliario
Q_{IND}	= Caudal industrial
Q_{COM}	= Caudal comercial
Q_{CI}	= Caudal de conexiones ilícitas
Q_{INF}	= Caudal de infiltración

- Caudal domiciliario

El caudal doméstico (Q_{DOM}) es la cantidad de agua que se evacua hacia el alcantarillado luego de ser utilizada en las viviendas. Es función directa de la dotación de agua. Se calcula multiplicando el factor de retorno por la dotación y el número de habitantes. En este caso:

$$Q_{DOM} = \frac{\text{No.de habitantes*Dotación*Factor de retorno}}{86\ 400}$$

en litros/segundo

- Caudal comercial

El caudal comercial (Q_{COM}), corresponde al caudal proporcionado por los distintos tipos de comercios que existen en la comunidad a servir. La dotación de cada comercio se calcula aproximadamente de 600 a 3 000 litros/comercio/día. Para el cálculo de los caudales comerciales no se toma en cuenta el factor de retorno. El caudal comercial viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q_{COM} = \frac{\text{No.de comercios*Dotación}}{86\ 400}$$

en litros/segundo

- Caudal industrial

El caudal comercial (Q_{IND}), corresponde al caudal proporcionado por las industrias del lugar, este varía dependiendo el tipo de industria a servir. Si no se tiene el valor de la dotación asignada a dicha industria se puede asumir un valor que varía de 16 000 a 18 000 litros/industria/día. Para el cálculo de este tipo de caudal tampoco se aplica el factor de retorno y su valor viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q_{COM} = \frac{\text{No.de industrias*Dotación}}{86\ 400}$$

en litros/segundo

- Caudal de infiltración

El caudal de infiltración (Q_{INF}), es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, éste depende de: la permeabilidad de la tubería, la transmisibilidad del suelo, la longitud de la tubería y de la profundidad a la que se coloca la tubería. Pero como depende de muchos factores externos, se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo, generalmente se expresa en litros por kilómetro por día, su valor puede variar entre 12 000 y 18 000 litros por kilómetro por día.

Para éste caso, por ser tubería de PVC, no existe caudal de infiltración, dadas las propiedades del material

- Caudal ilícito

El caudal ilícito (Q_{CI}), es producido por las viviendas que conectan aguas pluviales al alcantarillado sanitario. Para el diseño, se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas, cuyo porcentaje puede variar de 0,5 por ciento a 2,5 por ciento. Este caudal daña el sistema, debe de evitarse para no causar posible destrucción de drenaje.

Para las conexiones ilícitas, hay varios métodos, de los cuales se puede mencionar: la municipalidad de Guatemala, el criterio de Unepar-INFOM, el método racional, los cuales se definen a continuación:

- Municipalidad de Guatemala

Se toman como conexiones ilícitas un caudal de 100 litros/habitante/día.

$$Q_{ci} = \text{No.habitantes} * 100 \frac{\text{litros}}{\text{habitante}} / \text{día}$$

- Criterio del INFOM

Se toman para conexiones ilícitas un 10 por ciento del caudal domiciliar.

$$Q_{ci} = \text{Caudal domiciliar} * 10 \%$$

- Método racional

Se calcula como un porcentaje del total de conexiones, como una función de techos, patios y su permeabilidad, así como la intensidad de lluvia. Se calcula con la fórmula siguiente:

$$Q_{ci} = (CIA) * \% \text{ viviendas} / 360$$

Siendo:

- Q = el caudal (m³/s)
- C = coeficiente de escorrentía que depende de la superficie
- I = la intensidad de lluvia en el área en mm/hora
- A = el área en hectáreas

En este caso se tomó como base el método dado por el INFOM, el cual especifica que se tomará el 10 por ciento del caudal domiciliar, sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial se podrá utilizar un valor más alto.

2.1.3.1.7. Factor de caudal medio

Es la suma de todos los caudales anteriores, dividido por la suma de habitantes a servir, el factor de caudal medio debe ser mayor que 0,002 y menor que 0,005, en todo caso; al calcular el factor de caudal medio, si no está dentro de los límites, se debe tomar el límite más cercano. Se expresa en litros por segundo por habitante.

Para encontrar este valor se procede de la siguiente manera:

$$F_{qm} = \frac{Q_s}{\text{No.habitantes}}$$

F_{qm} = Factor de Caudal Medio

Q_s = Caudal Sanitario

Para este proyecto se cálculo para cada tramo el valor del factor de caudal medio debido a que se conto con la facilidad de una hoja electrónica. De no poder obtenerse este dato, se puede tomar el de 0,003, el cual es un dato regulado por el INFOM.

2.1.3.1.8. Caudal de diseño

Es el caudal con el que se diseñará cada tramo del sistema sanitario y será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Hardmon y el número de habitantes a servir.

$Q_{\text{diseño actual}} = \text{f.q.m.} * \text{F.H. act} * \text{No. de habitantes actuales}$

$Q_{\text{diseño futuro}} = \text{f.q.m.} * \text{F.H. fut} * \text{No. de habitantes futuros}$

Donde:

f.q.m. = Factor de caudal medio

F.H. = Factor de Hardmon

Es importante hacer mención de que el flujo que circulará dentro de las tuberías al construirse el sistema con la población actual, será menor al que existirá cuando se le incorporen futuras conexiones domiciliarias y otros caudales.

En este estudio, el caudal de diseño futuro será el caudal de diseño crítico, el cual se estima sucederá al final del período del diseño, con la velocidad y el tirante de agua, para cada tramo, se realizó también una verificación para el caudal actual, para evitar taponamientos por pequeños flujos.

2.1.3.1.9. Selección del tipo de tubería

Los tipos de tubería existentes en el mercado para la construcción de una red de alcantarillado sanitario son los tubos de concreto y los tubos de pvc.

Ambos tipos de tuberías tiene sus ventajas y desventajas respecto al otro; el tubo de concreto es más barato, pero su longitud estándar es de 1 metro, por lo que los costos de mano de obra y tiempo se incrementa, mientras que la tubería de pvc tiene un costo más oneroso, pero por tener una longitud estándar de 6 metros, su manipulación presenta un ahorro en los costos de mano de

obra así como de tiempo. En este proyecto se considerara el uso de tubería de PVC.

2.1.3.1.10. Diseño de secciones y pendientes

El diseño se hará aplicando la fórmula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares, la cual tiene como criterio que las secciones de la tubería circular funcionaran como canales abiertos. La fórmula en el sistema métrico es la siguiente:

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

Donde:

V = Velocidad del Flujo (m/s)

R = Radio Hidráulico (área mojada sobre perímetro mojado de la sección en m)

S = pendiente del gradiente hidráulico (m/m) de cada tramo

n = coeficiente de rugosidad de Manning, el cual será de 0,009 debido al uso de tubería de pvc.

La pendiente a utilizar en el diseño, deberá ser de preferencia, la misma que tiene el terreno para evitar un sobre-costos por excavación excesiva.

2.1.3.1.11. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad de diseño está relacionada con la pendiente a utilizar en un tramo específico, con el flujo que debe transportarse y con el diámetro de la tubería a utilizar. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas, de v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena. Las velocidades mínimas y máximas no erosivas para la red de drenaje, dependen del tipo de tubería, estas velocidades dependen del material de la tubería, las cuales oscilan en:

PVC.	mínima = 0,40 m/s	máxima = 5,00 m/s
Concreto	mínima = 0,60 m/s	máxima = 3,00 m/s

Para el diseño del drenaje del barrio El Bethel se considero el uso de tubería PVC, por lo cual la velocidad mínima será de 0,40 metros por segundo y la velocidad máxima de 5,00 metros por segundo, esto para evitar erosión en la tubería y así proteger el proyecto.

2.1.3.1.12. Cotas invert

La cota invert es la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interior de la tubería, se debe verificar que la cota invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Las cotas invert se calculan con base a la pendiente del terreno y la distancia entre un pozo y otro. Se deben seguir las siguientes reglas para el cálculo de cotas invert:

- Cuando llega una tubería y sale otra de igual diámetro. La cota invert de salida debe estar por lo menos 0,03 metros por debajo de la cota invert de entrada.
- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra de distinto diámetro, teniendo en cuenta que el diámetro de la tubería de la cual ingresa el flujo nunca puede ser mayor al diámetro de la tubería de la cual sale el flujo, la cota invert de salida debe estar por debajo de la cota invert de entrada, por lo menos la diferencia entre los diámetros.

Las cotas invert se calculan de la siguiente manera:

$$\text{C.I.S. PV-1} = \text{C.T.} - (1,20 \text{ m} + \text{diámetro tubo en m})$$

$$\text{C.I.E. PV-2} = \text{C.I.S. PV-1} - ((\text{DH} * \text{S \% tubo}) / 100)$$

$$\text{C.I.S. PV-2} = \text{C.I.E. PV-2} - \text{Diferencia requerida}$$

Donde:

$$\text{C.I.S. PV-1} = \text{Cota invert de salida de pozo de visita 1}$$

$$\text{C. T.} = \text{Cota de terreno}$$

$$\text{H.P.} = \text{Altura de pozo de visita}$$

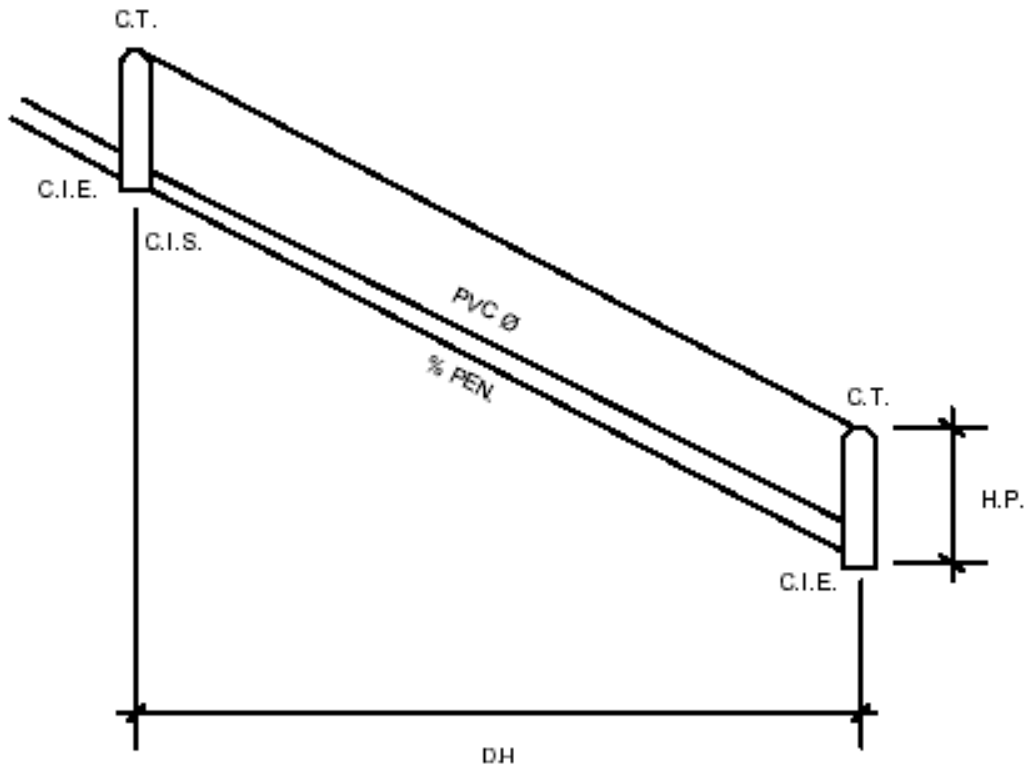
$$\text{C.I.E. PV-2} = \text{Cota invert entrada pozo de visita 2}$$

$$\text{C.I.S. PV-2} = \text{Cota invert salida pozo de visita 2}$$

$$\text{S \%} = \text{Pendiente del tubo}$$

$$\text{D.H.} = \text{Distancia horizontal entre pozos}$$

Figura 1. Diagrama de pozos de visita (cotas invert)



Fuente: elaboración propia.

2.1.3.1.13. Diámetro de tubería

El diámetro de la tubería es una de las partes a calcular, se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Las Normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal y de la Dirección General de Obras Públicas, indican que el diámetro mínimo a colocar será de 8 pulgadas en el caso de tubería de concreto y de 6 pulgadas para tubería de pvc, esto si el sistema de drenaje es sanitario. Se utilizan estos diámetros debido a requerimientos de limpieza, flujo y para evitar obstrucciones.

Para las conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6 pulgadas para tubería de concreto y 4 pulgadas para tubería de pvc. Para el diseño del drenaje del barrio El Bethel se utilizaron tuberías pvc de diámetros de 6 pulgadas a 8 pulgadas para la línea central, y para las conexiones domiciliarias fue de 4 pulgadas.

2.1.3.1.14. Pozos de visita

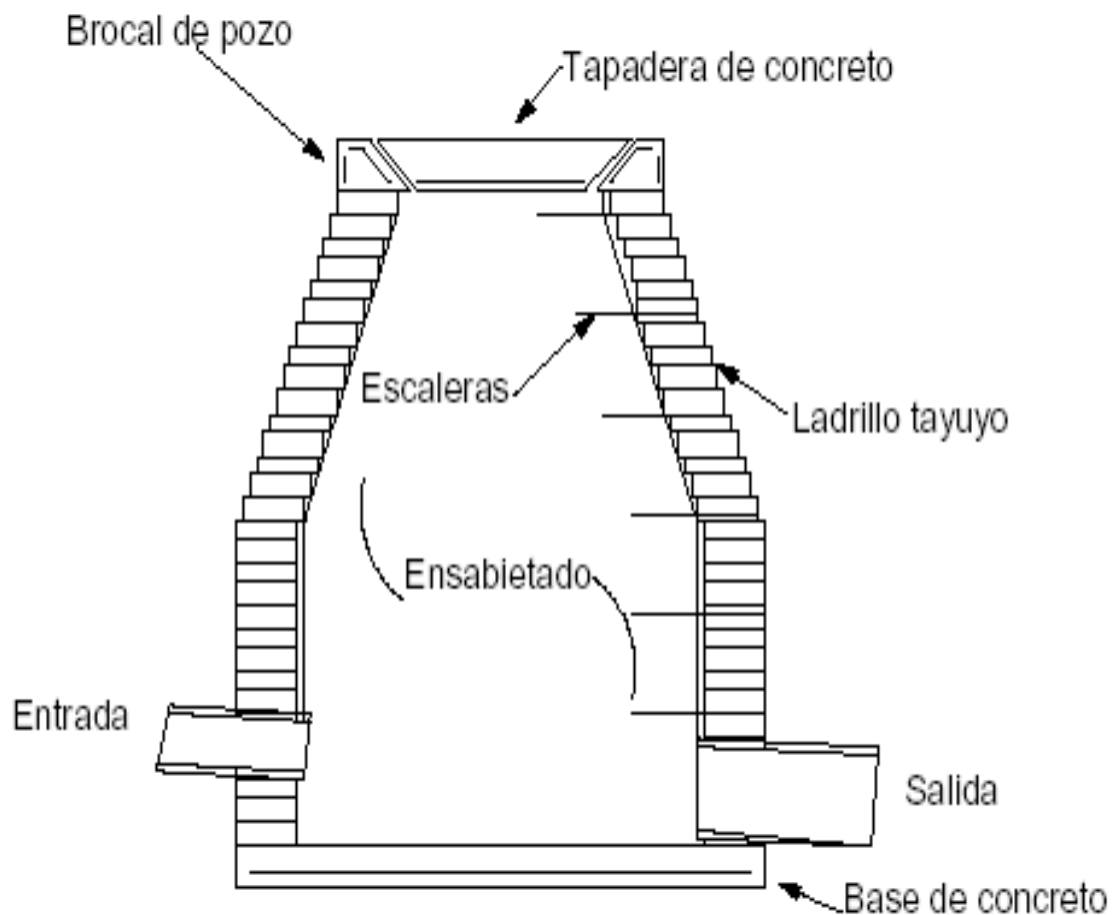
Es una de las partes principales del sistema de alcantarillado, se construyen con el fin de proporcionar acceso al sistema para realizar trabajos de inspección y limpieza, se construyen de concreto o mampostería, según normas para la construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En el inicio de ramal
- En intersecciones de dos o más tuberías
- Donde exista cambio de diámetro de tubería
- En curvas de colectores a no más de 30 m
- Alivio o cambio de pendiente
- En tramos no mayores de 100 m
- A distancias no mayores de 300 m en diámetros superiores a 24 pulgadas

Los pozos de visita son estructuras caras, por lo que en el diseño de la red de drenaje se deben construir la menor cantidad posible sin afectar con esto el sistema.

La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será, como mínimo, de 0,03 metros. Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert será, como mínimo, la diferencia de dichos diámetros.

Figura 2. **Sección de pozo de visita típico**



Fuente: elaboración propia.

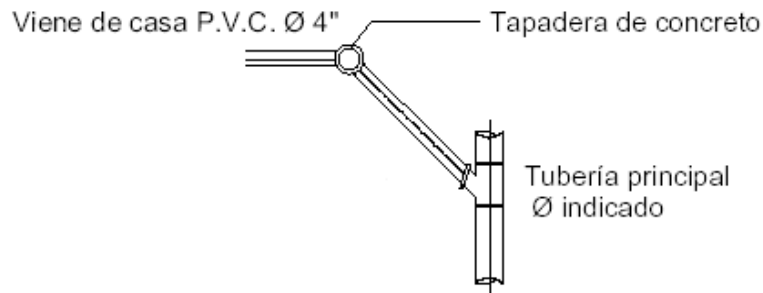
2.1.3.1.15. Conexiones domiciliarias

Las acometidas o conexiones domiciliarias, tienen como finalidad transportar las aguas residuales originadas en las viviendas al drenaje secundario o cualquier otro drenaje, excepto a otra acometida domiciliar. Normalmente, se construye una caja de inspección para acometida, ésta tendrá una tapa removible a nivel de la superficie con el objetivo de facilitar las labores de mantenimiento en la conexión.

Las conexiones domiciliarias constan de las siguientes partes:

- Caja o candela: la conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente, con un diámetro no menor de 12 pulgadas, estos deben de estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones; el fondo tiene que ser fundido de concreto y dejar la respectiva pendiente para que las aguas fluyan para la tubería secundaria y pueda llevarla al colector central, la altura mínima de la candela será de un 1,00 metro.
- Tubería secundaria: la conexión de la candela domiciliar con el colector central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual debe tener un diámetro mínimo de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de pvc, con una pendiente mínima de 2 por ciento y una máxima de 6 por ciento, a efecto de evacuar adecuadamente el agua.

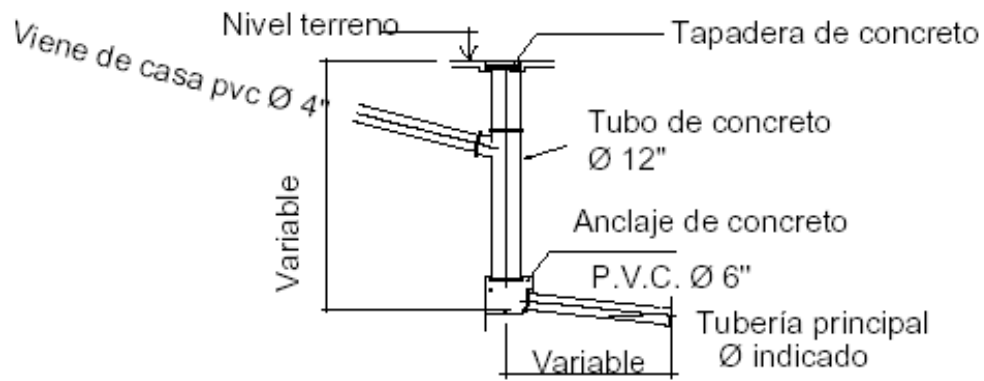
Figura 3. **Conexión domiciliar vista en planta**



Planta candela domiciliar

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Conexión domiciliar vista en perfil**



Detalle candela domiciliar

Fuente: elaboración propia.

La conexión de la tubería secundaria, visto en planta, con el colector central deberá formar un ángulo entre 30 y 60 grados en dirección al flujo, y la unión se hará en la parte superior del tubo central con una silleta tipo Y.

2.1.3.1.16. Profundidad de la tubería

La determinación de la profundidad de la tubería, se hace mediante el cálculo de las cotas invert, en todo caso se debe verificar que la tubería tenga un recubrimiento adecuado, para no dañarse con el paso de vehículos y peatones o que se quiebre por la caída o golpe de algún objeto pesado. El recubrimiento mínimo del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno es de 1,00 metro mas el espesor de la tubería mas el diámetro de la tubería, esto para tráfico liviano y para tráfico pesado el recubrimiento mínimo del coronamiento de la tubería será de 1,20 metro.

Profundidad mínima tubo= 1,00 m + Diámetro Tubo + Espesor paredes tubo.

Tabla I. Profundidades mínimas de tubería PVC

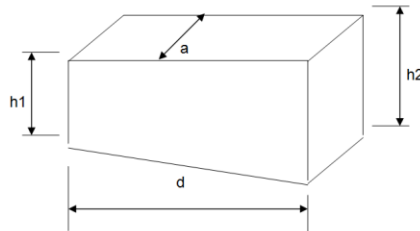
Profundidades mínimas de la cota inferior para evitar rupturas (en metros)													
Diámetro Nominal en Pulgadas	6"	8"	10"	12"	15"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
Trafico Normal	1,16	1,22	1,28	1,33	1,41	1,50	1,58	1,66	1,84	1,99	2,14	2,25	2,55
Trafico Pesado	1,36	1,42	1,48	1,53	1,61	1,70	1,78	1,86	2,04	2,19	2,34	2,45	2,75

Fuente: Norma ASTM 3034 tuberías PVC para alcantarillado sanitario. AMANCO-TUBOVINIL, p. 7.

El volumen de tierra que habrá que remover para la colocación adecuada de la tubería y se calcula en base al volumen del prisma generado por la profundidad de dos pozos de visita, la distancia entre ellos y el ancho de la zanja, según la altura y el diámetro de la tubería. Este cálculo se puede obtener mediante la relación siguiente:

$$V = [(H1 + H2) / 2] * d * t$$

Figura 5. **Volumen de excavación para zanja**



Fuente: elaboración propia.

Donde:

V = volumen de excavación (m³)

h1 = profundidad de primer pozo de visita (m)

h2 = profundidad de segundo pozo de visita (m)

d = distancia entre pozos de visita (m)

a = ancho de zanja (m)

2.1.3.1.17. Principios hidráulicos

La mayor parte de los alcantarillados se proyectan como canales abiertos, en los cuales, el agua circula por acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera (Pa = presión atmosférica). Existen excepciones, como los sifones invertidos y las tuberías de impulsión de las estaciones elevadas, que trabajan siempre a presión. Puede suceder que el canal esté cerrado, como el caso de los conductos que sirven de alcantarillados para que circule el agua de desecho, y que eventualmente se produzca alguna presión debido a la formación de gases

o en el caso que en las alcantarillas de agua de lluvia sea superada la capacidad para la que fueron diseñadas.

2.1.3.1.18. Relaciones hidráulicas

Para el diseño de alcantarillado, se parte de la igualdad entre la relación de caudales reales o conocidos, y la relación de caudales teóricos (q/Q), utilizando la fórmula de Manning, se tiene esta relación de caudales, con lo que podemos determinar los valores de las demás relaciones por medio de tablas para el diseño de alcantarillados sanitarios.

Aunque los sistemas de alcantarillado trabajan como un canal abierto, se sabe que son cerrados, esto proporciona restricciones para su diseño en cuanto a lo que se refiere a su velocidad, su área mojada, su perímetro mojado y su tirante (parte del diámetro en posición vertical que es ocupado por caudal de aguas negras).

Para calcular estas restricciones existe diversidad de fórmulas que son generalmente grandes y un poco complicadas, por ello se recomienda el uso de tablas apoyadas en los conocimientos aportadas por parte de las ecuaciones de canales a sección llena. Partiendo de calcular la velocidad a del flujo de aguas negras a sección llena por medio de la ecuación de Manning y posteriormente el caudal a sección llena mediante la siguiente ecuación:

$$Q = V * A$$

donde A es el área de la sección total de la tubería.

Posteriormente se realizan 3 relaciones en cuanto a sección llena y sección parcialmente llena:

$$\frac{q}{Q} \quad ; \quad \frac{d}{D} \quad ; \quad \frac{v}{V}$$

Donde:

Q = Caudal que transporta la tubería a sección parcialmente llena (caudal acumulado en cada tramo = caudal sanitario de diseño).

Q = Caudal que es capaz de transportar la tubería a sección llena.

D = Tirante que ocupa el caudal transportado por la tubería a sección parcialmente llena (tirante del caudal sanitario).

D = Diámetro de la tubería.

V = Velocidad del caudal transportado por la tubería a sección parcialmente llena (velocidad de diseño).

V = Velocidad del caudal a sección llena.

Ya que sabe que q y Q, hace su relación y busca su resultado aproximado en una tabla como la siguiente:

Tabla II. **Relaciones hidráulicas para una sección transversal circular**

d/D	a/A	v/V	q/Q
0,0975	0,0501	0,3930	0,0197
0,1000	0,0520	0,4010	0,0209

Fuente: elaboración propia.

Al obtener los valores de d/D y v/V en la tabla, se puede despejar d y v que son los valores de diseño y calcularlos de la siguiente forma:

$$d=D*\text{Valor de la tabla}_{d/D} \quad v=V*\text{Valor de la tabla}_{v/V}$$

Luego de obtener todos estos datos se pueden verificar las restricciones de diseño:

- El caudal de diseño debe ser menor que el caudal a sección llena.
- La velocidad debe estar comprendida entre 0,40 y 5,00 metros por segundo, ya que se utilizara tubería de PVC.
- El tirante debe de estar entre $0,10 < d/D < 0,75$.

Con los anteriores parámetros se evita que la tubería trabaje a presión.

2.1.3.1.19. Diseño de la red de alcantarillado sanitario

El diseño de la red de alcantarillado sanitario del barrio El Bethel se efectuó bajo los siguientes parámetros:

- Parámetros de diseño

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	21 años
Población actual	1 980 habitantes
Población de diseño	3 166 habitantes
Tasa de crecimiento	2,26%
Habitantes por vivienda	6
Dotación	200 litros/habitante/día
Factor de retorno	82,5 %
Diámetro de tubería	6" y 8"
Tipo de tubería	Tubería de PVC
Velocidad Mínima	0,40 m/s
Velocidad Máxima	5,00 m/s
Tirante Mínimo	0,10 D
Tirante Máximo	0,75 D

- Cálculo de tramo pv-7 a pv- 8

Cota de terreno en PV-7	=	98,109
Cota del terreno en PV-8	=	97,434
Distancia entre pozos (D.H.)	=	60,00
Población actual en el tramo	=	30 habitantes

- Pendiente de terreno (S%)

$$S\%_{\text{terreno}} = \frac{(CT_i - CT_f)}{DH} * 100 = 1,13 \%$$

- Población futura tramo (P_{ft})

$$P_f = P_a(1+\gamma)^n = 30\left(1 + \frac{2,26}{100}\right)^{21}$$

= 48 habitantes

- Factor de flujo instantáneo (FH)

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

F.H. actual = 4,355

F.H. Futuro = 4,318

- Caudal sanitario (Q_s)

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{Cl}}$$

$$Q_{\text{sanitario Actual}} = (200 \cdot 30 \cdot 0,825) / 86\,400 + 10\% Q_{\text{dom}} = 0,063 \text{ litros/s}$$

$$Q_{\text{sanitario Futuro}} = (200 \cdot 48 \cdot 0,825) / 86\,400 + 10\% Q_{\text{dom}} = 0,100 \text{ litros/s}$$

- Factor de caudal medio (f_{qm})

$$F_{qm} = \frac{Q_s}{\text{No.habitantes}}$$

$$f_{qm \text{ Actual}} = 0,063 / 30 = 0,00210$$

$$f_{qm \text{ Futuro}} = 0,100 / 48 = 0,00210$$

- Caudal de diseño (q_{dis})

$$q_{dis.act} = P_{actual} * FH_{actual} * f_{qm}$$

$$= 0,274 \text{ litros / s}$$

$$q_{dis.fut} = P_{futura} * FH_{futuro} * f_{qm}$$

$$= 0,435 \text{ litros / s}$$

Se deberá calcular por prueba y error debido al tipo de tubería seleccionado y a la pendiente utilizada.

- Diseño hidráulico

Se considerara:

$$D = 6''$$

$$S = 1,15 \% \text{ para ahorrar costo de excavación}$$

Utilizando la fórmula de Manning, se encuentra la velocidad a sección llena.

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

$$V = \frac{D^{2/3} * 0,0254^{2/3} * S^{1/2}}{4 * n}$$

$$\begin{aligned} \text{Velocidad a sección llena} &= (1/0,009) * (6 * 0,0254 / 4)^{2/3} * (1,15 / 100)^{1/2} \\ &= 1,35 \text{ m / s} \end{aligned}$$

$$Q = V * A$$

$$\begin{aligned} \text{Caudal a sección llena} &= 1,35 * \pi * (6 * 0,0254)^2 / 4 \\ &= 24,61 \text{ litros / s} \end{aligned}$$

- Relaciones hidráulicas

Tabla III. **Relaciones hidráulicas del proyecto**

	q/Q	d/D	a/A	v/V
Actual	0,0223	0,1030	0,0544	0,4087
Futuro	0,0354	0,1280	0,0747	0,4685

Fuente: elaboración propia.

Se observa que el tirante si chequea, falta chequear la velocidad.

- Velocidad de diseño (v)

Velocidad Tramo = v/V * Velocidad a sección llena

Velocidad tramo actual = 0,4087 * 1,35 = 0,55 m/s

Velocidad tramo futuro = 0,4685 * 1,35 = 0,63 m/s

- Análisis de resultados

Se puede observar que con un diámetro de tubería de 6 pulgadas y una pendiente de 1,15 por ciento el tirante en condiciones actuales y futuras esta dentro del rango de las especificaciones, al igual que las velocidades. Si no se hubiesen cumplido con las especificaciones de diseño se deberá de realizar las iteraciones necesarias modificando la pendiente de la tubería hasta lograr resultados satisfactorios. El resumen de la memoria del cálculo hidráulico se presenta en anexos.

2.1.3.1.20. Desfogue de la red de alcantarillado sanitario

El desfogue depende de las condiciones topográficas lo permitan, ya sea en una quebrada o un zanjón tratando de no contaminar aguas abajo o a una comunidad cercana al punto de descarga, si esto se presentara, se recomienda una planta de tratamiento.

Para proponer una planta de tratamiento necesaria en el barrio El Bethel, se debe tomar en consideración que la selección y diseño de esta es directamente trabajo de un ingeniero sanitario, por lo cual en este trabajo de graduación no se abordara ese tema.

2.1.4. Planos

Para este proyecto, se elaboraron planos que contienen la planta y perfil de línea de drenaje, así como de planos de detalles de pozos de visita y conexiones domiciliarias. En los planos de planta-perfil se colocaron todos los datos necesarios como cota de terreno, cota invert de entrada y salida de

tubería, diámetro de tubería, pendiente de la tubería, y distancia entre cada pozo de visita. Ver planos en anexos.

2.1.5. Presupuesto del proyecto

La cuantificación de los materiales y mano de obra para los trabajos, se realizó de acuerdo cotizaciones realizadas en diferentes empresas de suministro de materiales, así como a los salarios que se manejan en la oficina de planificación municipal OMP. Ver presupuesto en anexos.

2.1.6. Cronograma de ejecución del proyecto

Se tiene prevista la duración de la ejecución del proyecto, de 5 meses a partir de su inicio. Ver cronograma de ejecución en anexos.

2.1.7. Evaluación de impacto ambiental

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, ya que sólo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y éste a su vez provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento, un día soleado, etc.

Como impacto ambiental positivo se podría mencionar la no existencia de aguas servidas que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar y la eliminación de fuentes de mosquitos y zancudos, y evitar enfermedades que estos puedan transmitir a los habitantes del lugar.

Otro impacto positivo, que este proyecto generará, es que el lugar mejorará visualmente; es decir, que el panorama general del lugar será más agradable, limpio y conjugará más con el entorno natural que rodea a la localidad.

Se tendrá especial cuidado en no cambiar el entorno en el cual se desarrollara el proyecto en cuestión, ya que el proyecto de drenaje se ha planificado para que la línea de la red sea colocada en una ruta en la cual no exista vegetación.

El proyecto de infraestructura para el drenaje no presentarán impactos ambientales adversos de gran magnitud, que pudieran poner en riesgo la salud de las personas o el medioambiente, sino por el contrario, se espera que tenga un efecto positivo en salud, y en contaminación.

2.1.8. Evaluación socioeconómica

Este tipo de evaluación al proyecto, establece o determina que tan rentable es la ejecución del mismo, haciendo un análisis de inversión.

Si se desea invertir en un proyecto, y estimar la rentabilidad económica del proyecto, se recurre a calcular el valor actual neto (VAN), de la inversión, y la tasa interna de retorno (TIR) con la cual contaría el proyecto.

La razón beneficio / costo no es más que la división de la suma de los ingresos (descontados con su tasa de pérdida de valor) entre la suma de costos (también descontados a la misma tasa). Si resulta un valor mayor que uno el proyecto es conveniente, si el resultado es menor que uno el proyecto no es conveniente.

2.1.8.1. Valor Presente Neto

También llamado Valor Actual Neto (VAN), es la suma de valores positivos (ingresos) y de valores negativos (costos) que se producen en diferentes momentos. Dado que el valor del dinero varía con el tiempo es necesario descontar de cada período un porcentaje anual estimado como valor perdido por el dinero durante el período de inversión. Una vez descontado ese porcentaje se pueden sumar los flujos positivos y negativos. Si el resultado es mayor que cero significará que el proyecto es conveniente. Si es menor que cero no es conveniente.

2.1.8.2. Tasa Interna de Retorno

Mide la rentabilidad del proyector y corresponde a la determinación de la tasa de interés que lleva a cero el Valor Actual Neto del proyecto. Si la tasa resultante es mayor que los intereses pagados por el dinero invertido el proyecto es conveniente. Caso contrario no conviene.

2.2. Diseño de pavimento para calles del barrio El Bethel

Este proyecto comprende el diseño de una pavimentación de concreto hidráulico en el barrio El Bethel, el cual mide una distancia aproximada de 1 741 metros

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del pavimento rígido del barrio El Bethel, en donde se considera pavimentar todas las calles internas de dicho barrio, el cual contara con un ancho de 5,50 metros, con bordillo. Se realizarán los

estudios topográficos, toma de muestras de suelos, ensayos de laboratorio, planos y presupuesto.

2.2.2. Estudios topográficos

El levantamiento topográfico para este proyecto fue proporcionado por la OMP de San Luis Peten. Son necesarios datos como distancias, ángulos verticales, horizontales y distancias para el diseño de la carretera.

2.2.2.1. Levantamiento topográfico de preliminar

Es el levantamiento de la línea preliminar trazada en la fase de la selección de ruta, este levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos y tangentes, donde se deberá establecer lo siguiente:

- Punto de partida
- Azimut o rumbo de salida
- Kilometraje de salida
- Cota de salida del terreno

Al realizar éste levantamiento, se debe tener cuidado para tener un grado de precisión razonable, y para marcar algunos accidentes que pudieran afectar la localización final de la carretera.

Para cada levantamiento de preliminar, se debe tomar en el campo: tránsito preliminar, niveles, secciones transversales, radiaciones y referencias.

2.2.2.1.1. Tránsito preliminar

La información topográfica necesaria para el diseño de una carretera consiste en tomar en campo los ángulos y distancias horizontales que definen la ruta preliminar, haciendo uso de teodolito y de una cinta métrica.

Para el trabajo de graduación se realizó el levantamiento planimétrico usando el método de conservación de azimut, con orientación de estación a estación por vuelta de campana.

Se midieron distancias no mayores de 20 metros, con la cinta colocada horizontalmente, bajando la medida exacta a los trompos mediante plomadas de centro. A fin de no perder las medidas entre estaciones se marcaron con clavos.

2.2.2.1.2. Niveles de preliminar

Consiste en pasar una nivelación en todos los puntos fijados por el levantamiento planimétrico, en los cuales se debe anotar la estación, la elevación y las distancias acumuladas. Como cota de salida se fijará una arbitraria entera, la cual se recomienda que sea de 1 000 metros para no tener cotas negativas.

Es recomendable ir dibujando el perfil que se ha levantado en el día, con el objeto de apreciar si tiene una forma congruente a la realidad y si cumple con las especificaciones de pendientes máximas permisibles. Lo anterior permite que los errores se encuentren a tiempo y no hasta realizar el dibujo en gabinete.

2.2.3. Cálculo topográfico preliminar

Consiste en procesar en gabinete, los datos del levantamiento preliminar, se utiliza para realizar el trazo de la carretera, incluyendo elevaciones. estos trabajos se detallan a continuación.

2.2.3.1. Cálculo tránsito preliminar

El cálculo de la topografía se efectúa en gabinete y consiste en conocer las coordenadas parciales y totales de cada vértice que compone la poligonal abierta, con la finalidad de contar con la información suficiente para efectuar con facilidad la localización de ruta, los corrimientos de línea y otros factores que se explicarán más adelante.

2.2.3.2. Cálculo de niveles de preliminar

Con los datos obtenidos en el campo se procede a calcular las cotas de cada punto marcado como máximo a 20 metros sobre la línea central del levantamiento planimétrico.

Los datos que se obtuvieron en el campo son caminamiento, vista atrás, vista intermedia y punto de vuelta, todo esto a partir de una cota conocida. Tienen que calcularse la altura del instrumento para cada punto de vuelta y la cota. Lo anterior se obtiene usando las siguientes fórmulas:

$$\text{Elevación} = \text{AI} - \text{Vad}$$

$$\text{AI} = \text{Elevación Anterior} + \text{Vat}$$

Donde:

AI = Altura de instrumento

Vad = Vista adelante

Vat = Vista atrás

2.2.3.3. Cálculo de secciones transversales de preliminar

Las secciones transversales son las que definen las elevaciones y depresiones que el terreno posee en una franja de 20 metros, medida a partir del eje del levantamiento planimétrico y sirven de base para calcular las curvas de nivel en la mencionada franja.

El método consiste en calcular las cotas de los puntos medidos con referencia en la cota del eje central, se realiza restando la lectura del estadal de la altura del instrumento del eje central, esto como si fuera una radiación.

2.2.4. Estudio de suelos

El estudio de suelos tiene como objetivo analizar las propiedades mecánicas y físicas para poder determinar de qué calidad es, en pocas palabras si es factible la utilización de dicho material.

2.2.4.1. Ensayo de laboratorio

Los ensayos que se realizaron fueron:

- Límites de consistencia (límites de Atterberg)
- Ensayo de compactación (Proctor)
- Valor soporte del suelo (CBR)
- Granulometría

Los ensayos de suelos son de mucha importancia para poder identificar qué tipo de suelo existe en el área de trabajo de modo que puedan ser descritos y clasificados adecuadamente. Dentro de estos ensayos, los principales son el análisis granulométrico y los límites de consistencia. Ver los estudios de laboratorio en anexos, paginas 79 a la 82.

- Límites de consistencia (límites de Atterberg)

Los límites de consistencia son los límites de contenido de humedad para que un suelo pueda deformarse sin romperse.

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

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

$$L.L. = W \left(\frac{N}{25} \right)^{0,121}$$

Donde:

L.L. = límite líquido

W = por ciento de humedad

N = número de golpes

Este ensayo fue calculado por el laboratorio, con un valor de 39,13 por ciento.

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

Índice plástico: representa la variación de humedad que puede tener un suelo que se conserva en estado plástico. Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende, generalmente de la cantidad de arcilla del suelo. Según ensayos de laboratorio el índice plástico es de 8,39 por ciento.

Según Atterberg:

I.P. = 0 entonces, suelo no plástico

I.P. = 7 entonces, suelo tiene baja plasticidad

$7 <= I.P. <= 17$ suelo medianamente plástico

Dado que el índice plástico de 8,39 es mayor que 7 y menor de 17 se encuentra clasificado como un suelo medianamente plástico.

- Ensayo de compactación

Con este ensayo se determina el peso volumétrico de un suelo que ha sido compactado con diferentes niveles de humedad, también se determina la humedad óptima del material para una compactación idónea.

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

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

El suelo de subrasante del proyecto de pavimentación para las calles del barrio El Bethel, según ensayos de laboratorio tiene una humedad óptima del 13,8 por ciento y una densidad seca óptima de 110,38 libras/pie³.

- Ensayo valor soporte del suelo

El valor relativo de soporte de un 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.

Para este ensayo es necesario conocer la humedad óptima y la humedad actual del suelo, para así, poder determinar la cantidad de agua que se añadirá a la muestra de suelo. Los cilindros se compactan en cinco capas, para 10, 30 y 65 golpes, por cada capa. Para cada cilindro compactado se obtendrá el porcentaje de compactación (porcentaje C), el porcentaje de expansión y el porcentaje de CBR. El procedimiento analítico se rige por la Norma AASATO T 193.

El CBR de la muestra es de 4,50 por ciento al 95 por ciento de compactación, el punto máximo de es de 5,00 por ciento al 97,0 por ciento de compactación.

- Ensayo de granulometría

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

2.2.4.2. Análisis de resultados

El suelo de las calles del barrio El Bethel, se clasifica como una arena limo arcillosa color beige. Por su CBR. bajo, es considerado un suelo no apropiado para subrasante, ya que la Norma AASHTO T 193 establece que debe tener un mínimo de 5 por ciento de valor al 95 por ciento de compactación.

El resumen de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio se detalla a continuación:

Tabla IV. **Resultados de laboratorio muestra de suelo**

Clasificación:	C.S.U.: S-M P.R.A.: A-4
Descripción:	Arena limo arcillosa color beige
Límite líquido:	39,13 %
Índice plástico:	8,39 %
Humedad óptima:	13,80 %
Densidad seca máxima:	110,38 lb/pie ³
C.B.R.:	4,50 % al 95,00 %
% grava:	5,82 %
% arena:	46,64 %
% de finos:	47,54 %

Fuente: elaboración propia.

2.2.5. Diseño del pavimento

Consiste en una mezcla de cemento Portland, arena de río, agregado grueso y agua, tendido en una sola capa, que al aplicarle cargas rodantes no se deflecte perceptiblemente, y al unir todos los elementos antes mencionados, conforme una losa de concreto, de espesor, longitud y ancho variable.

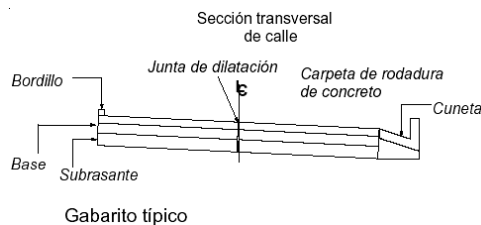
2.2.5.1. Pavimento rígido

Es una losa de concreto hidráulico que descansa sobre el suelo de fundación o subrasante, su objetivo principal es transmitir las cargas que genera el tránsito sobre ella de una manera proporcional sobre el suelo. También protege al suelo de los efectos del clima y cargas. El diseño del pavimento rígido estará basado en los resultados de los ensayos de laboratorio de suelos, así como en la cantidad de vehículos que circulan por esta calle.

2.2.5.2. Componentes estructurales del pavimento rígido

Los pavimentos están constituidos por diferentes componentes o capas, las cuales varían en espesor dependiendo de varios factores. Si el terreno natural no es adecuado implica que las capas de subbase y base serán más gruesas, pero si por el contrario el suelo es óptimo se pueden reducir espesores en cada capa o incluso se pueda eliminar la subbase.

Figura 6. Sección transversal de pavimento



Fuente: elaboración propia.

Por lo general cuando se habla de los componentes de un pavimento de cualquier tipo se debe mencionar la capa de rodadura la cual queda al nivel de la rasante terminada, una capa de base, una capa de subbase y por último el terreno natural o nivel de subrasante.

2.2.5.3. Capa de rodadura

También llamada carpeta de rodadura, esta capa es la receptora directa de la carga aplicada por los vehículos, es la parte superior de la estructura de un pavimento y tiene como objetivo principal dar mayor soporte y proteger las estructuras o capas inferiores, para evitar su deterioro.

En pavimentos rígidos está constituida de losas de concreto de cemento Portland 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, 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 aún cuando se encuentre húmeda, salvo que este 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 de una mayor seguridad al tráfico nocturno de vehículos.

- Gran resistencia al desgaste, con poca producción de partículas de polvo.

2.2.5.4. Base

Constituye la capa intermedia entre la capa de rodamiento y la subbase 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 de 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.
- 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 desindicación que ocurre en las bases granulares bajo el tráfico.

2.2.5.5. Subbase

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 subrasante pueda soportar.

Normalmente es necesaria y casi siempre las condiciones de la subrasante la exigen, sus funciones son:

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

La subbase puede tener un espesor compactado variable por tramos, de acuerdo con las condiciones y características de los suelos existentes en la subrasante, pero en ningún caso dicho espesor debe ser menor de 0,10 metros ni mayor de 0,70 metros.

La capa de subbase común, debe estar constituida por materiales de tipo granular en su estado natural o mezclados, que formen y produzcan un material que llene los requisitos siguientes:

- Valor soporte. El material debe tener un CBR, AASHTO T 193, mínimo de 30, efectuado sobre muestras saturadas a 95 por ciento de compactación, AASHTO T 180.

- Piedras grandes y exceso de finos. El tamaño de las piedras que contenga el material de subbase, no debe exceder de 70 milímetros ni exceder de $\frac{1}{2}$ espesor de la capa. El material de subbase no debe tener más del 50 por ciento en peso, de partículas que pasen el tamiz # 40 (0,425 mm), ni más del 25 por ciento en peso, de partículas que pasen el tamiz # 200 (0,075 mm).
- Plasticidad y cohesión. El material de subbase debe tener las características siguientes:
 - Equivalente de arena, no debe ser menor de 25 por ciento, determinado por el método AASHTO T 176.
 - Plasticidad, la porción que pasa el tamiz # 40 (0,425 mm), no debe de tener un índice de plasticidad AASHTO T 90, mayor de 6 y un límite líquido, AASHTO T 89, mayor de 25, determinados ambos, sobre muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146, cuando las disposiciones especiales lo indiquen expresamente, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero en ningún caso mayor de 8.
- Impurezas. El material de subbase debe estar exento de materias vegetales, basuras, terrones de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de la capa subbase puedan causar fallas en el pavimento.

2.2.5.6. Subrasante

Es el nivel del terreno natural de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Su función es servir de

soporte para el pavimento después de ser estabilizada, homogenizada y compactada si así lo requiriera, ya que dependiendo de sus características puede soportar directamente la capa de rodadura de un pavimento rígido.

Requisitos para el material de subrasante:

- Valor soporte. El material debe tener un CBR, AASHTO T 193, mínimo del 5 por ciento, efectuado sobre muestras saturadas a 95 por ciento de compactación, AASHTO T 180, y deberá tener una expansión máxima del 5 por ciento.
- Graduación. El tamaño de las partículas que contenga el material de subrasante, no debe exceder de 7,5 centímetros.
- Plasticidad. El límite líquido, AASHTO T 89, no debe ser mayor del 50 por ciento.

2.2.5.7. Bombeo

El bombeo transversal es la pendiente necesaria para evacuar el agua hacia las orillas de la carretera y llevarla hacia los tragantes o cunetas. De acuerdo con las normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales (2da. edición), establecidas por la Secretaría de Integración Económica Centroamericana SIECA, la pendiente de bombeo puede estar en un rango de:

Tabla V. **Rango de pendientes**

Calidad Carretera	Rango de pendiente transversal (%)
alto	1.5 – 2
intermedia	1.5 – 3
bajo	2 – 4

Fuente: elaboración propia.

Esto dependiendo de la carretera. En este caso será del 3 por ciento hacia ambos los lados, según lo requiere la sección típica de una carretera tipo E de acuerdo a planos típicos de la Dirección General de Caminos.

2.2.6. Parámetros de diseño

El método de diseño con el que se trabajó la pavimentación, fue el de la Asociación del Cemento Pórtland (PCA), ya que se utilizará concreto hidráulico, por la resistencia y tiempo de vida útil que presenta, para este tipo de proyecto.

2.2.6.1. Período de diseño

El período de diseño para un proyecto de pavimentación de calles varía dependiendo, generalmente, de aspectos técnicos, sociales y económicos. Dependiendo de los aspectos técnicos como el tipo de vehículo de diseño, los materiales con que se utilizaran, se tendrá un impacto en lo económico, de igual forma los aspectos sociales como lo son los derechos de paso y otros, influyen de manera directa en los costos del proyecto.

Por ser un pavimento de categoría urbana, y por ubicarse en el mismo lugar donde se diseña el drenaje, se propone el mismo período de diseño de 20 años para este proyecto más 1 año de gestiones respectivas que con lleva para su respectiva autorización y desembolso económico.

2.2.6.2. Diseño de la base

La Asociación del Cemento Portland (PCA), proporciona dos métodos de diseño para determinar el espesor de losas que resistan las cargas de tránsito para calles y carreteras con pavimentos rígidos. Estos métodos son:

- Método de capacidad, es el método de diseño en el cual se utilizan datos de carga-eje, obtenido por medio de estaciones de control vehicular para conocer el peso de los vehículos que por el lugar circulan.
- Método simplificado, es un procedimiento de diseño en el cual no se utilizan estaciones de control vehicular y se pueden diseñar losas con y sin bordillos. En este método se utilizan tablas basadas en distribución compuesta de tráfico clasificado en diferentes categorías de carreteras y tipos de calles (ver tabla V). 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.

Para el diseño del espesor y dimensionamiento del pavimento rígido de las calles del barrio El Bethel se utilizó el método simplificado, por no ser posible encontrar datos reales de tránsito.

Para la aplicación del método simplificado, la PCA ha elaborado tablas, en las cuales señala diferentes categorías, que dependen principalmente del tipo de tránsito al cual será sometido el pavimento.

La secuencia de cálculo para el dimensionamiento del espesor de la base, así como las losas de un pavimento rígido es la siguiente:

- Determinar la categoría de la vía según el volumen de tránsito diario de camiones o su porcentaje del tránsito promedio diario de vehículos y los criterios de la tabla V.
- Establecer el tipo de junta por utilizar (tipo dovela o de trabe por agregado).
- Decidir incluir o excluir hombros o bordillos en el diseño.
- Determinar el módulo de ruptura del concreto. Se recomienda utilizar un modulo de ruptura de 600 a 650 libras por pulgada cuadrada
- Determinar el modulo de reacción k de la subrasante y de la base. Se puede encontrar un valor aproximado a través del porcentaje de CBR, en la tabla VI. El valor aproximado de k se puede obtener de las tablas VII y VIII, cuando se utiliza una base granular o una base de suelo-cemento, respectivamente. De la tabla IX se obtiene el rango de soporte que proporciona el valor de k combinado de la subrasante y la base.
- Determinar el espesor de losa según las tablas X de diseño, determinado con los parámetros anteriores.

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

2.2.6.3. Diseño de espesor del pavimento

- Determinación de la categoría de la vía según volumen de tránsito

La tabla de categorías de tránsito en función de cargas por eje depende del tránsito y del lugar de la carretera, se determinó utilizar la categoría 1, ya que pertenece a calles residenciales, caminos rurales y secundarios.

Tabla VI. Categoría de carga por eje

Categorías de tránsito en función de cargas por eje						
Categoría de ejes cargados	Descripción	TPDA	TPDC		Carga máxima por eje KIPS	
			%	Por día	Eje Sencillo	Ejes Dobles
1	Calles residenciales, caminos rurales y secundarios (de bajo a medio)	200 - 800	1 a 3	hasta 25	22	36
2	Calles colectoras, caminos rurales y secundarios, arterias principales	700 - 5 000	5 a 18	40 - 1 000	26	44
3	Caminos primarios, arterias principales, calles urbanas rurales	3 000 - 12 000	8 a 30	500 - 1 000	30	52
4	Arterias principales, carreteras principales, carreteras y vías urbanas	3 000 - 20 000	8 a 30	1 500 - 8 000	34	60

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. p. 148.

- Determinación de tipo de junta

Las juntas tienen por objeto principal, 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.

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

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 construcción y de contracción - 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 losa.

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

colocación de las barras de transferencia depende de las características de la subrasante y del tipo de tránsito esperado para el pavimento.

Juntas de expansión / aislantes: 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. Cuando las juntas de contracción controlan adecuadamente el agrietamiento transversal, las juntas de expansión no son necesarias.

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.

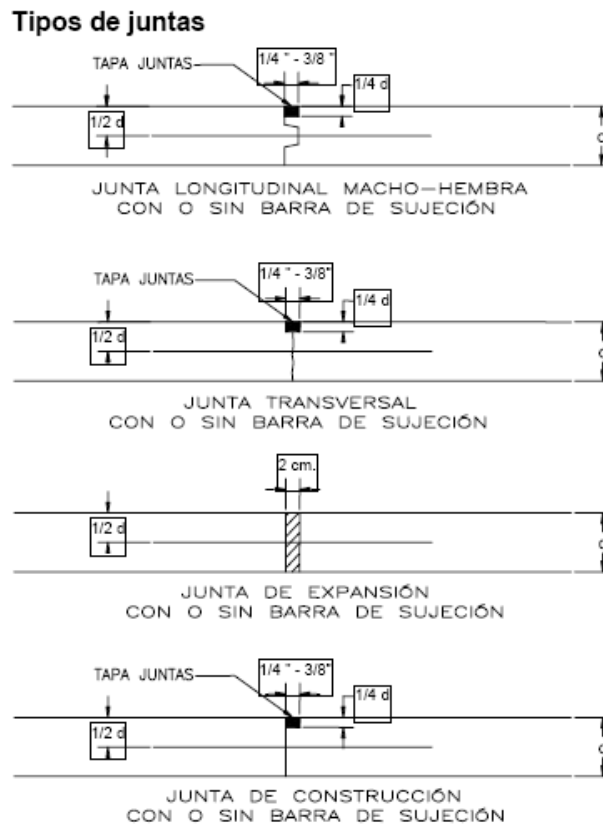
Existen dos dispositivos de transferencia de cargas entre las losas en zonas de juntas, las barras de sujeción (dovelas) y agregados con trabe.

Barras de sujeción (dovelas): estas se utilizan en las juntas longitudinales para ligar losas de carriles o franjas continuas. Se deben utilizar barras de acero de refuerzo corrugadas, 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.

Agregados con trabe: esta 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. Se utiliza normalmente en juntas transversales de construcción, contracción y de expansión y fueron diseñadas para la transmisión de carga de una losa hacia la siguiente.

Para el diseño del pavimento del barrio El Bethel se utilizara la junta de agregados con trabe para transferir la carga de losa a losa.

Figura 7. Tipos de juntas



Fuente: CHACÓN VALDEZ, Henry Ernesto. Diseño de pavimento rígido de la calzada principal al municipio de El Progreso. p. 38.

- Determinar del uso de hombros o bordillos

Otra de las ventajas del método simplificado de la PCA, es que permite el uso o no, de hombros o bordillos. El uso de hombros o bordillo de concreto es recomendable por el hecho de ser útil en reparación o prevención de accidentes en la carretera, además de reducir el espesor de 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 grandemente el efecto de la tensión en el concreto.

Para el diseño del pavimento del barrio El Bethel se utilizara el bordillo a ambos lados de la calle, ya que se pretende reducir el espesor de la losa.

- Determinar el módulo de ruptura del concreto

El paso de vehículos sobre las losas de concreto produce esfuerzos de flexión y compresión. Los esfuerzos de compresión son mínimos y no influyen en el grosor de la losa, pero los de flexión se determinan por módulo de ruptura. Una buena aproximación del módulo de ruptura es dentro de 10 por ciento y 20 por ciento de la resistencia a compresión.

La resistencia de compresión utilizada para este diseño será de 3 000 libras por pulgada cuadrada, se determinó un 20 por ciento para el módulo de ruptura, es decir, $3\ 000 \text{ libras por pulgada cuadrada} * 0,20 = 600 \text{ libras por pulgada cuadrada}$. Módulo de ruptura MR: 600 libras por pulgada cuadrada.

- Determinar el módulo de reacción k de la subrasante y base

El soporte de la subrasante y de la base, está definido por el módulo de Westergard de reacción de la subrasante (k). Este 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 esta expresado en libras por pulgada cuadrada por pulgada (PCI).

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, tal como la relación de soporte de california (CBR), o una prueba del valor R .

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

Según datos de laboratorio se obtuvo un CBR de 4,50 al 95 por ciento de compactación respecto a la densidad máxima, con este valor se busca en la tabla VI de relación de soporte California, y se observa que se alcanza un módulo de reacción de la subrasante de 130 libras por pulgada cúbica.

- Determinar el espesor de losa de concreto

Para el uso de la tabla X, determinación de espesores, se deben recopilar los datos siguientes:

- Categorías de tránsito en función de cargas por eje: categoría 1, lo cual indica que el tráfico promedio diario máximo de camiones es de 25.
- Se considero incorporar bordillo en los extremos. Por lo cual se usara el lado derecho de la tabla X.
- Se utilizara un $f'c$ de 3 000 libras por pulgada cuadrada, por lo que el modulo de ruptura a considerar es de 600 libras por pulgada cuadrada.
- Del estudio de suelos se obtiene un CBR al 95 por ciento de compactación de 4,50 por ciento, por lo que el valor del módulo de reacción k de la subrasante es de 130 libras por pulgada cuadrada, valor que es muy bajo. Derivado de lo anterior se decidió incrementar este valor colocando una base granular de 4 pulgadas de espesor, logrando con esto un valor combinado k de 157 libras por pulgada cuadrada para que el rango de soporte sea medio. El valor de 157 libras por pulgada cuadrada se obtuvo de la interpolación de datos de la tabla VII.

Tabla VII. Interrelación aproximada de las clasificaciones de los suelos y los valores soportes

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)																																
2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	60	80	100																
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA A.T.S.M.													GP	GW																		
													CM																			
													GC	GW																		
													SM																			
													SP																			
													SC																			
													CH		ML																	
													CH		CL																	
													OL																			
													MH																			
CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA A.A.S.H.T.O.													A-1-a																			
													A-1-b																			
													A-2-4		A-2-5																	
													A-2-6	A-2-7																		
													A-3																			
													A-4																			
													A-5																			
													A-6																			
													A-7-5	A-7-6																		
													CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA ADMINISTRACIÓN FEDERAL DE AVIACIÓN													E-1						
E-2																																
E-3																																
E-4																																
E-5																																
E-6																																
E-7																																
E-8																																
E-9																																
E-10																																
E-11																																
E-12																																
VALOR DE RESISTENCIA (R)													5	10	20	30	40	50	60	70												
MODULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (k)													LBS/PULG ³			100	150	200	250	300	400	600	700									
VALOR DE SOPORTE LBS/PULG ²																10	20	30	40	50	60											
RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)																2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	60	80	100

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. p. 152.

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

Valor de K de la Subrasante (PCI)	Valor de K sobre la base (PCI)			
	Espesor			
	4 pulg.	6 pulg.	9 pulg.	12 pulg.
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: HERNÁNDEZ MONZÓN, Jorge. Consideraciones generales para el diseño de los diferentes tipos de pavimentos. p. 68.

Tabla IX. **Valores de k para diseño sobre bases de suelo-cemento (de PCA)**

Valor de K de la Subrasante (PCI)	Valor de K sobre la base (PCI)			
	Espesor			
	4 pulg.	6 pulg.	9 pulg.	12 pulg.
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
200	470	640	830	-----

Fuente: HERNÁNDEZ MONZÓN, Jorge. Consideraciones generales para el diseño de los diferentes tipos de pavimentos. p. 68.

Teniendo el valor K de 157 PCI, dato que resulta de la combinación de esfuerzo que produce el material de subrasante más una base granular de 4 pulgadas de espesor, se utiliza la tabla IX para determinar el tipo de soporte que será utilizado en la tabla X.

Tabla X. **Tipos de suelos de la subrasante y valores aproximados de k para determinar el tipo de soporte**

Tipos de suelo	Soporte	Rango de valores de K PCI
Suelos de grano fino en que el tamaño de partículas 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 suelos finos	Alto	180-220
Sub-base tratada con cemento	Muy Alto	250-400

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. p. 149.

Para el uso de la tabla X tenemos que el valor soporte será medio, el pavimento tendrá bordillos (usar lado derecho de tabla), se utilizará un MR de 600 y el tránsito promedio diario de camiones (TPDC) no excederá de 27 camiones en un día

Tabla XI. **Determinación de espesores. TPDC permisible diario, carga por eje categoría 1. Pavimento con juntas con agregados de trabe (no necesita dovelas)**

MR	Sin hombros de concreto o bordillo				Con hombros de concreto o bordillo			
	Espesor de losa en pulgadas	Soporte combinado de sub-rasante y sub-base			Espesor de losa en pulgadas	Soporte combinado de sub-rasante y sub-base		
		Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto
650	4,50	---	---	0,10	4,00	---	0,20	0,90
	5,00	0,10	0,80	3,00	4,50	2,00	8,00	25,00
	5,50	3,00	15,00	45,00	5,00	30,00	130,00	330,00
	6,00	40,00	160,00	430,00	5,50	320,00	---	---
	6,50	330,00	---	---	---	---	---	---
600	5,00	---	0,10	0,40	4,00	---	---	0,10
	5,50	0,50	3,00	9,00	4,50	0,20	1,00	5,00
	6,00	8,00	36,00	98,00	5,00	6,00	27,00	75,00
	6,50	76,00	300,00	760,00	5,50	73,00	290,00	730,00
	7,00	520,00	---	---	6,00	610,00	---	---
550	5,50	0,10	0,30	1,00	4,50	---	0,20	0,60
	6,00	1,00	6,00	18,00	5,00	0,80	4,00	13,00
	6,50	13,00	60,00	160,00	5,50	13,00	57,00	150,00
	7,00	110,00	400,00	---	6,00	130,00	480,00	---
	7,50	620,00	---	---	---	---	---	---

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. p. 149.

2.2.7. Estructura final del pavimento

La estructura final del pavimento de las calles del barrio El Bethel estará constituida por una base de 0,100 metros de espesor (4 pulgadas), y una pista de concreto con espesor de losa de 0,127 metros de espesor (5 pulgadas) según la tabla X, pero para efectos constructivos se recomienda que el espesor de la losa sea de 0,130 metros.

De acuerdo con el manual centroamericano para diseño de pavimentos al momento de considerar pavimento con hidráulico simple sin armadura en la losa ni dispositivos de transferencia de carga (dovelas), las juntas estarán espaciadas entre 2,50 metros a 4,50 metros. Para este proyecto en específico se consideró el corte para las juntas transversales a cada 3,50 metros, y la junta longitudinal a cada 2,75 metros (centro de calle) debido al proceso constructivo, con un detalle macho-hembra. La pendiente de bombeo será de 3 por ciento por efectos de drenaje debido a que la región presenta alta precipitación pluvial.

2.2.8. Diseño de mezcla de concreto

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

Tabla XII. **Determinación de estructura**

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

Fuente: manual de laboratorio del curso de Materiales de Construcción.

Según la tabla anterior, se especifica para pavimentos un asentamiento de 8 cm. Se propone un concreto de un $f'c = 210$ kilogramos por centímetro cuadrado, con un agregado de 1 pulgada.

Tabla XIII. **Asentamiento de concreto**

Asentamientos En centímetros	cantidad de agua lt/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: manual de laboratorio del curso de Materiales de Construcción.

Al conocer los datos anteriores de asentamiento y tamaño de agregado, se obtiene la cantidad de agua, que es 195 litros por metro cúbico.

Tabla XIV. **Relación agua-cemento**

Resistencia	Relación
Kg/cm ²	A/C
246,00	0,47
<u>210,00</u>	<u>0,50</u>
176,00	0,54

Fuente: manual de laboratorio del curso de Materiales de Construcción.

Con la resistencia de 210 kilogramos por centímetro cuadrado, se busca en la tabla anterior la relación A/C y se determina que A/C = 0,50

Con estos datos se encuentran las cantidades de materiales los cuales se detallan a continuación:

$$\begin{aligned}
 \text{Relación agua-cemento} &= \text{agua}/0,50 \\
 \text{Cemento} &= 195 / 0,50 \\
 \text{Cemento} &= 390 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

El peso de concreto es de $2\,400 \text{ Kg/m}^3$, por lo que se puede encontrar el peso de los agregados siendo este:

$$\begin{aligned}
 \text{Peso de agregados} &= \text{peso de concreto} - \text{peso (agua + cemento)} \\
 \text{Peso de agregados} &= 2\,400 - (390 + 195) \\
 \text{Peso de agregados} &= 1\,815 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

De la tabla de porcentajes de agregados, se obtiene el porcentaje de arena, al conocer el agregado grueso de 1 pulgada.

Tabla XV. **Porcentaje de agregado**

Tamaño máximo agregado grueso	Porcentaje de arena sobre agregado total
3/8"	48
1/2"	46
3/4"	44
1"	42
1 1/2"	40

Fuente: manual de laboratorio del curso de Materiales de Construcción.

$$\text{Porcentaje de arena total} = 42 \text{ por ciento}$$

Entonces:

$$\text{Arena} = 1\,815 * 42 \text{ por ciento} = 762,30 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Piedrín} = 1\,815 * 58\% = 1\,052,70 \text{ kg/m}^3$$

se tiene:

$$\text{Cemento} = 390,00 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Arena} = 762,30 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Piedrín} = 1\,052,70 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 195,00 \text{ kg/m}^3$$

Diseño teórico en peso:

Cemento: 1.00 saco

Arena: 2,26 m³

Piedrín: 2,54 m³

Arena: 88,00 litros

En dimensionales volumetricas se tendria:

Cemento: 1 saco de 1 pie³ (0,02831 m³) tiene 42,5 kg, por lo que 390 kg de cemento equivalen a 0,259 m³.

Arena: 1 m³ pesa 1 300 kg, por lo que 762,30 kg de arena equivalen a 0,586 m³.

Piedrín: 1 m³ pesa 1 600 kg, por lo que 1 052,70 kg de piedrin equivalen a 0,658 m³.

Agua: 1 litro de agua pesa 2,2 kg, por lo que 195 kg de agua equivalen a 88 litros (0,088 m³).

Diseño teórico en volumen:

Cemento:	1.00 saco
Arena:	2,26 m ³
Piedrín:	2,54 m ³
Arena:	88,00 litros

2.2.9. Conformación y curado del pavimento

El pavimento rígido está constituido por cemento, agregado fino, agregado grueso, aire y agua, también puede estar constituido por aditivos.

La mezcla en estado plástico se coloca en la base humedecida y luego se hace vibrar para no dejar espacios libres (ratoneras) dentro del concreto que puedan producir fallas no deseadas.

Se coloca un arrastre, ya sea manual o mecánico, para dejar lista la rasante anteriormente diseñada, luego de aplicar el arrastre se raya el concreto de forma normal a la línea de eje central de la calle, para luego aplicar un curador de concreto, cuya función es mantener el pavimento fresco para que no libere vapor y no pierda resistencia dentro de las primeras 24 horas críticas del pavimento.

Se deja descansar el pavimento por 28 días en los cuales llegará a la resistencia requerida el concreto y luego se da paso libre a vehículos.

El curado del concreto se realizara con un compuesto concentrado color rojo o blanco, en forma líquida que se aplica sobre la superficie del concreto recién colocado. Producto elaborado bajo la norma ASTM C 309.

El modo de empleo es directo a la superficie acabada por medio de un aspersor con el objeto de cubrir toda la superficie con una película uniforme y economizar material.

Rendimiento, un litro de curado cubre aproximadamente de 4 a 6 metros cuadrados en una mano.

2.2.10. Elaboración de planos finales

Al seguir el proceso de diseño del proyecto se llega la elaboración de los planos finales, luego del replanteo topográfico, para obtener una visión más clara de lo que se va a lograr. Ver Planos en anexos, paginas 127 a la 137.

El siguiente paso, luego de la topografía, es la elaboración de planos topográficos para tener una visión más clara del terreno, y poder diseñar en oficina si tener que estar en el lugar del proyecto a toda hora.

Los planos se realizaron con la ayuda de LAND y en base a la libreta topográfica que se levanto en el lugar del proyecto. Cada plano es el reflejo de los cálculos que se realizaron con la mayor exactitud posible, y debido a que el lugar ya está totalmente habitado, se tomo como criterio el respetar lo más posible el nivel y pendiente de la rasante de terracería actual.

2.2.11. Evaluación de impacto ambiental

Podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales.

Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. Un estudio de impacto ambiental como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno.

Impacto negativo: es el impacto ambiental cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o contaminación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

Impacto positivo: es el impacto ambiental admitido como positivo tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación contemplada.

El proyecto de pavimentación de las calles es una modificación al medio ambiente que no presenta grandes cambios al mismo, ya que el trazo de las calles ya existe pero en muy mal estado, por lo que la finalidad de este trabajo fue el rediseñarlo para que se pueda transitar de una mejor forma.

Este proyecto estaría beneficiando de forma directa a los vecinos del barrio El Bethel padecen de muchos problemas respiratorios a causa polvo debido al mal estado de las calles, por lo que al realizarse el movimiento de tierras se deberá estar rociando agua constantemente para evitar que se levante una nube de polvo.

2.2.12. Obras de protección

Las obras de protección es la aplicación de técnicas para mantener el pavimento en buenas condiciones y así garantizar la vida útil para la cual fue diseñado. Dichas obras de protección no son más que estructuras auxiliares de las partes constituyentes del sistema, ya estipuladas en los planos finales, las cuales dependiendo de la finalidad de las mismas, serán de diversas formas y tamaños. Para una pavimentación las obras de protección, son las siguientes:

- Bordillos
- Cunetas
- Junta
- Porcentaje de Bombeo

La responsabilidad de mantenimiento y operación del pavimento será compartida entre la municipalidad de San Luis y el comité de vecinos del barrio El Bethel. El tiempo recomendado para inspeccionar el estado de la calle debe ser en espacios no mayores a seis meses ya que el mismo no requiere un

mantenimiento demasiado seguido aunque el propósito sea el paso de vehículos sobre el mismo desgastándolo en un porcentaje mínimo. Los detalles podrán ser observados en los planos.

2.2.13. Elaboración de presupuesto

La cuantificación de los materiales y mano de obra para los trabajos se realizó de acuerdo cotizaciones realizadas en diferentes empresas de suministro de materiales, así como a los salarios que se manejan en la oficina de planificación municipal OMP. Ver presupuesto en anexos.

2.2.14. Cronograma de ejecución

Se tiene prevista la duración de la ejecución del proyecto, de 5 meses a partir de su inicio. Ver cronograma de ejecución en anexos, pagina 104.

CONCLUSIONES

1. La presentación de los proyectos aquí desarrollados, a través del Ejercicio Profesional Supervisado, permite poner en práctica los conocimientos adquiridos y da una mejor perspectiva de las situaciones y realidad en campo que se presentan a diario.
2. La construcción del sistema de alcantarillado sanitario y la pavimentación de sus calles, es indispensable para el barrio El Bethel, ya que beneficiará a las familias del lugar en un período de 20 años, tiempo para el cual han sido diseñados.
3. La realización de estos proyectos disminuye en un porcentaje los niveles de enfermedad ya que al conducir las aguas negras, se elimina el problema de contaminación que se causa por el empozamiento en las calles de las mismas; en el pavimento no se daría el problema de la nube de polvo que se forma en la actualidad la cual, causa daños respiratorios.

RECOMENDACIONES

1. Tomar en cuenta las normas de ejecución del proyecto con el fin de que estos y otros proyectos cumplan con la vida útil para la cual fueron diseñados.
2. Educar a las personas que hacen uso de los servicios municipales para evitar que las mismas destruyan las obras que son de beneficio para toda la comunidad y personas ajenas a la misma en caso del pavimento.
3. Brindar un mantenimiento periódico adecuado para lograr con ello que los proyectos realizados cumplan su vida útil en perfectas condiciones y puedan ser reemplazados o que sigan brindando el servicio por algún tiempo más mientras son reemplazados

BIBLIOGRAFÍA

1. ARÉVALO AQUINO, Adán Enrique. *Diseño del drenaje sanitario sector La Laguneta aldea Don Justo y pavimentación calle principal la Salvadora 1, del municipio de Santa Catarina Pínula, Guatemala.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2005. 116 p.
2. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1989. 135 p.
3. GARCÍA, Nery William. *Método práctico de Presupuestos en Construcción.* Expresión Grafica. Guatemala. Kamar, 2007. 134 p.
4. 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. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2003. 82 p.
5. ORDOÑEZ, Gabriel; MEJICANOS, Dilma; ALVARADO, Paulino. *Manual de Laboratorio del Curso de Materiales de Construcción.* Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. Materiales de construcción. 2004. 146. p.

6. PACKARD, Robert. *“Design Factors”*. En: *Thickness design for concrete highway and street pavements*. Portland Cement Association. *Procedimiento para diseño de pavimento*. Skokie, Illinois. 1995. 47 p.

7. SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el Diseño y Construcción de Pavimentos Rígidos*. México. IMCYC, 1998. 209 p.

ANEXOS



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



Nº 008945

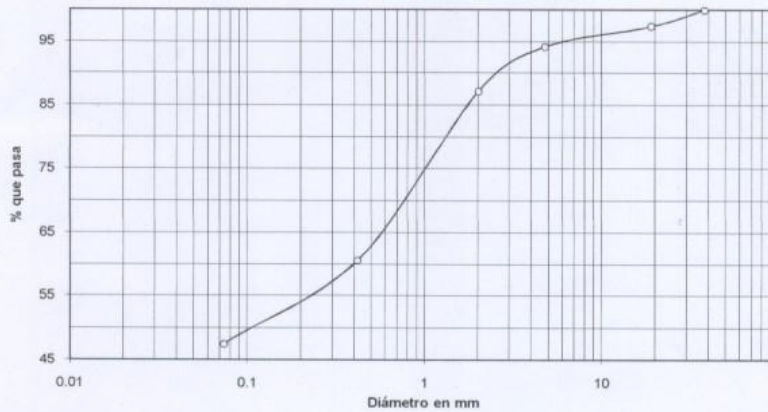
INFORME No. 0101 S.S. O.T.: 22,770

Interesado: Juan Carlos Ruiz Hernández
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
 Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

Procedencia: San Luis Petén
 Fecha: 05 de noviembre de 2009

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
11/2"	38.1	100
3/4"	19.00	97.43
4	4.76	94.18
10	2.00	87.10
40	0.42	60.67
200	0.074	47.54

% de Grava: 5.82
 % de Arena: 46.64
 % de Finos: 47.54



Descripción del suelo: Arena limo arcillosa color beige
 Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-4
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado. Copia original de informes con orden de trabajo 22770 de fecha 03 de abril de 2008

Atentamente,

Vo. Bo.
 Inga. Telma Maricela Cano Morales
 DIRECTOR CIUSAC.



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





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

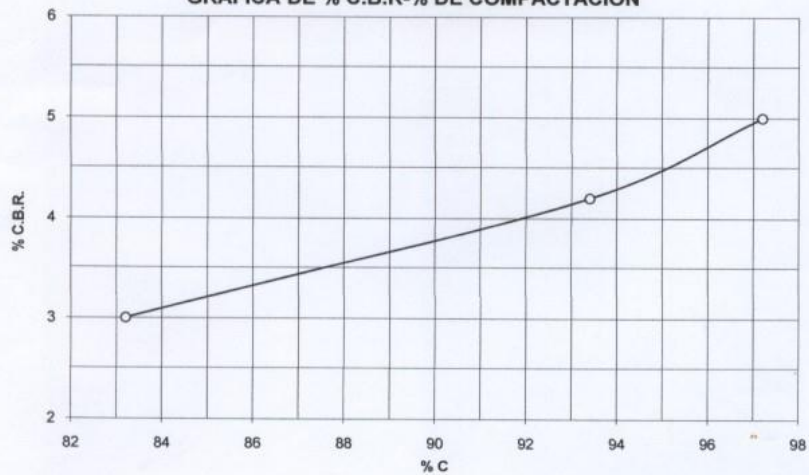


Nº 008944

INFORME No.: 0100 S.S. O.T. No.: 22770
 Interesado: Juan Carlos Ruiz Hernández
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
 Proyecto: Trabajo de graduación - EPS
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado. Copia original de informes con orden de trabajo 22770 de fecha 03 de abril de 2008
 Ubicación: San Luis Petén
 Descripción del suelo: Arena limo arcillosa color beige
 Muestra No.: 1
 Fecha: 05 de noviembre de 2009

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d b/pe ³			
1	10	13.93	91.8	83.2	3.30	3.0
2	30	13.93	103.1	93.4	4.70	4.2
3	65	13.93	107.3	97.2	4.80	5.0

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



Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTOR CII/USAC



Omar Enrique Medrano Mendez
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



Nº 008943

INFORME No. 099 S.S.

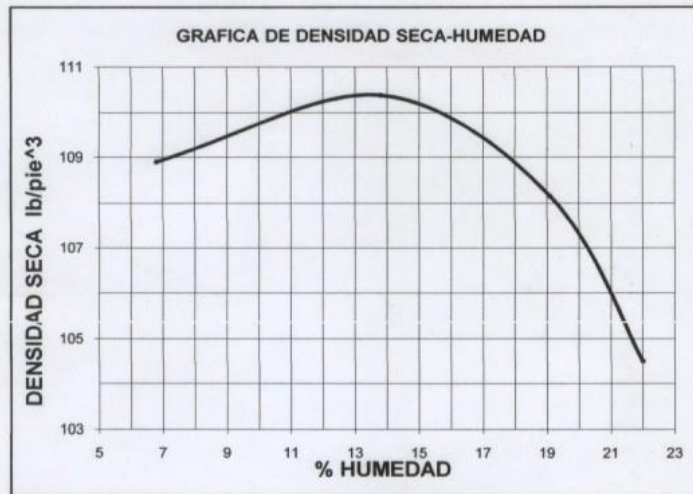
O.T. No.: 22,770

Interesado: Juan Carlos Ruiz Hernández
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

Proctor Estándar: () Norma:
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180

Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

Ubicación: San Luis Petén
Fecha: 05 de noviembre de 2009



Muestra No.: 1

Descripción del suelo: Arena limo arcillosa color beige
Densidad seca máxima γ_d : 1.768 Kg/m³ 110.38 lb/ft³
Humedad óptima Hop.: 13.8 %

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado. Copia original de informes con orden de trabajo 22770 de fecha 03 de abril de 2008

Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTOR CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



Nº 008946

INFORME No. 0102 S. S. O.T.: 22770

Interesado: Juan Carlos Ruiz Hernández
Proyecto: Trabajo de graduación - EPS

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

Ubicación: San Luis Petén

FECHA: 05 de noviembre de 2009

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	39.13	8.39	S.M.	Arena limo arcillosa color beige

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

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado. Copia original de informes con orden de trabajo 22770 de fecha 03 de abril de 2008

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Marcela Cano Morales
DIRECTOR CII/USAC



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



DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO: "BARRIO EL BETHEL, CABECERA MUNICIPAL SAN LUIS, PETEN"

PARAMETROS DE DISEÑO:																		
Tipo de tubería		PVC		Caudal conexiones licitas		10,00%												
Rugosidad (n)		0.009		Periodo de diseño		21												
Dotacion (litros/habitante/dia)		200		Densidad poblacional		6												
Factor de retorno		0.825		Crecimiento poblacional		2.26												
TRAMO 1																		
DE	A	COTAS TERR.	DH	S%	No. De casas	US.SERVIC. CONTINUO	F. HARMOND	Q diseño tramo	Q diseño acumulado	DIAM. (pulg.)	S(%) TUBO	SECC. LLENA	V (m/s)	Q (l/s)	COTA INVERT	H. POZO	ANCHO	EXC.
PV/	PV/	INICIO/ FINAL	(metros)	Terreno		ACT. FUT.	ACT. FUT.	ACT. FUT.	ACT. FUT.			ACT. FUT.	ACT. FUT.	ACT. FUT.	INICIO/ FINAL		ZANAJA	(m3)
1	2	102,585 / 100,372	40,00	5,53	4	24 / 38	4,369 / 4,337	0,22 / 0,35	0,22 / 0,35	6	5,50	53,82	0,72	0,83	101,235 / 99,035	1,35	0,60	36,61
2	3	100,372 / 99,202	20,00	5,85	2	12 / 19	4,407 / 4,383	0,11 / 0,18	0,33 / 0,53	6	5,85	3,04	0,83	0,95	98,972 / 97,802	1,40	0,60	18,90
3	4	99,202 / 97,141	80,00	2,58	7	42 / 67	4,329 / 4,287	0,38 / 0,60	0,71 / 1,13	6	2,60	2,03	0,79	0,91	97,752 / 95,672	1,45	0,60	78,02
4	5	97,141 / 95,556	75,18	2,11	4	24 / 38	4,369 / 4,337	0,22 / 0,35	0,83 / 1,48	6	1,90	1,73	0,77	0,89	95,641 / 94,212	1,50	0,60	70,91
TRAMO 2																		
6	7	99,080 / 98,109	60,00	1,62	5	30 / 48	4,355 / 4,318	0,27 / 0,44	0,27 / 0,44	6	1,65	1,62	0,51	0,58	97,860 / 96,690	1,40	0,60	56,71
7	8	98,109 / 97,434	60,00	1,13	5	30 / 48	4,355 / 4,318	0,27 / 0,44	0,55 / 0,87	6	1,15	1,35	0,55	0,63	96,659 / 95,969	1,45	0,60	68,27
8	9	97,434 / 96,379	60,00	1,76	4	24 / 38	4,369 / 4,337	0,22 / 0,35	0,77 / 1,22	6	1,75	1,66	0,70	0,81	95,934 / 94,884	1,50	0,80	70,37
9	5	96,379 / 95,556	63,09	1,30	5	30 / 48	4,355 / 4,318	0,27 / 0,44	1,04 / 1,65	6	1,00	1,26	0,64	0,73	94,829 / 94,198	1,55	0,60	60,73
TRAMO 3																		
5	10	95,556 / 93,261	80,00	2,87	2	12 / 19	4,407 / 4,383	0,11 / 0,18	2,09 / 3,31	6	2,80	2,11	1,12	1,29	94,156 / 91,916	1,40	0,60	74,41
10	11	93,261 / 91,834	88,84	1,61	4	24 / 38	4,369 / 4,337	0,22 / 0,35	2,31 / 3,66	6	1,40	1,49	0,91	1,04	91,861 / 90,617	1,40	0,60	77,75
TRAMO 4																		
12	13	101,684 / 99,175	20,00	12,55	4	24 / 38	4,369 / 4,337	0,22 / 0,35	0,22 / 0,35	6	12,55	4,46	0,96	1,10	100,334 / 97,824	1,35	0,60	18,30
13	14	99,175 / 97,200	20,00	9,87	4	24 / 38	4,369 / 4,337	0,22 / 0,35	0,44 / 0,70	6	9,65	3,91	1,08	1,24	97,775 / 95,845	1,40	0,60	21,71
14	15	97,200 / 95,317	20,00	9,42	2	12 / 19	4,407 / 4,383	0,11 / 0,18	0,55 / 0,88	6	9,20	3,82	0,96	1,14	95,800 / 93,960	1,40	0,80	28,81
15	16	95,317 / 94,590	14,00	5,19	1	6 / 10	4,434 / 4,416	0,06 / 0,09	0,61 / 0,96	6	1,05	1,29	0,55	0,63	93,417 / 93,270	1,90	0,80	22,40
16	17	94,590 / 93,995	14,00	4,25	1	6 / 10	4,434 / 4,416	0,06 / 0,09	0,86 / 1,05	6	1,05	1,29	0,56	0,65	92,790 / 92,643	1,80	0,80	22,12
17	18	93,995 / 93,139	16,00	5,35	2	12 / 19	4,407 / 4,383	0,11 / 0,18	0,77 / 1,23	6	1,90	1,73	0,73	0,84	92,145 / 91,841	1,95	0,80	26,25
18	11	93,139 / 91,834	26,99	4,84	0	0 / 0	4,500 / 4,500	0,00 / 0,00	0,77 / 1,23	6	2,40	1,95	0,79	0,91	91,189 / 90,541	1,95	0,80	33,47

DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO: "BARRIO EL BETHEL, CABECERA MUNICIPAL SAN LUIS, PETEN"

TRAMO 5		COTAS TERR.		DH (metros)	S% Terreno	No. De casas	HAB SERVIR ACUMULADO		F. HARMONID		Q diseño tramo		Q diseño acumulado		DIA. (pulg.)	S(%) TUBO	SECC. LLENIA		V (m/s)		Q (l/s)		COTA INVERT	H. POZO	ANCHO ZANJA	EXC. (m3)	
DE	PA	INICIO	FINAL				ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.			ACT.	FUT.	V (m/s)	Q (l/s)	ACT.	FUT.					ACT.
19	20	101.554	100.873	20,00	3,40	4	24	38	4.369	4.337	0.220	0.350	0.220	0.350	6	3,40	2,32	42,32	0,60	0,70	0,22	0,35	100,204	99,524	1,35	0,60	18,30
20	21	100,873	98,724	20,00	5,75	2	12	19	4.407	4.383	0.111	0.177	0.331	0.526	6	5,50	2,95	53,62	0,82	0,93	0,33	0,53	99,473	98,373	1,40	0,60	18,60
21	22	98,724	96,873	20,00	14,26	2	12	19	4.407	4.383	0.111	0.177	0.442	0.703	6	14,10	4,72	86,17	1,23	1,42	0,44	0,70	98,324	95,504	1,40	0,60	18,60
22	23	96,873	94,824	20,00	10,25	2	12	19	4.407	4.383	0.111	0.177	0.554	0.880	6	10,00	10,25	188,98	2,24	2,60	0,55	0,88	95,473	93,473	1,40	0,60	18,60
23	11	94,824	91,834	28,88	10,35	0	0	0	4.500	4.500	0.000	0.000	0.554	0.880	6	10,00	10,35	188,80	2,26	2,62	0,55	0,88	93,424	90,536	1,40	0,60	25,98
TRAMO 6																											
11	24	81,834	87,686	55,95	7,41	4	24	38	4.369	4.337	0.220	0.350	3.857	6.121	8	7,34	4,13	133,94	1,82	2,09	3,86	6,12	90,434	86,325	1,40	0,60	52,05
24	25	87,686	86,103	20,00	7,92	0	0	0	4.500	4.500	0.000	0.000	3.857	6.121	8	7,65	4,22	136,70	1,85	2,12	3,86	6,12	86,286	84,756	1,40	0,60	18,60
25	26	86,103	84,743	23,88	5,70	2	12	19	4.407	4.383	0.111	0.177	3.968	6.298	8	5,50	3,57	115,91	1,66	1,91	3,97	6,30	84,703	83,369	1,40	0,60	21,88
TRAMO 7																											
27	28	102,511	97,391	35,00	14,63	4	24	38	4.369	4.337	0.220	0.350	0.220	0.350	6	14,60	4,81	87,69	1,00	1,15	0,22	0,35	101,161	96,051	1,35	0,60	32,03
28	29	97,391	91,052	40,00	15,85	4	24	38	4.369	4.337	0.220	0.350	0.441	0.689	6	15,75	4,99	91,08	1,28	1,47	0,44	0,70	95,991	89,691	1,40	0,60	37,21
29	26	91,052	84,743	40,73	15,49	3	18	29	4.386	4.358	0.166	0.263	0.606	0.963	6	15,50	4,95	90,35	1,40	1,61	0,61	0,96	89,652	83,338	1,40	0,60	37,94
TRAMO 8																											
30	31	101,274	100,036	55,00	2,25	2	12	19	4.407	4.383	0.111	0.177	1.111	1.177	6	2,25	1,89	34,42	0,43	0,49	0,11	0,18	99,924	98,686	1,35	0,60	50,33
31	32	100,036	98,903	80,00	1,42	4	24	38	4.369	4.337	0.220	0.350	0.331	0.526	6	1,35	1,46	26,66	0,50	0,58	0,33	0,53	98,636	97,556	1,40	0,60	74,40
32	33	98,903	96,703	80,00	2,75	5	30	48	4.355	4.318	0.274	0.435	0.606	0.961	6	2,70	2,07	37,71	0,76	0,88	0,61	0,96	97,503	95,343	1,40	0,60	74,40
33	34	96,703	95,606	30,00	3,66	2	12	19	4.407	4.383	0.111	0.177	0.717	1.138	6	3,55	2,37	43,24	0,88	1,02	0,72	1,14	95,303	94,238	1,40	0,60	27,90
34	35	95,606	92,963	80,00	3,30	4	24	38	4.369	4.337	0.220	0.350	0.937	1.488	6	3,20	2,25	41,05	0,93	1,06	0,94	1,49	94,206	91,646	1,40	0,60	74,40
35	36	92,963	91,667	40,00	3,24	2	12	19	4.407	4.383	0.111	0.177	1.048	1.664	6	3,20	2,25	41,05	0,96	1,10	1,05	1,66	91,563	90,283	1,40	0,60	37,80
36	37	91,667	89,092	60,00	4,29	3	18	29	4.386	4.358	0.166	0.263	1.214	1.928	6	4,20	2,58	47,03	1,10	1,27	1,21	1,93	90,217	87,697	1,45	0,60	57,60
37	38	89,092	87,407	40,00	4,21	2	12	19	4.407	4.383	0.111	0.177	1.325	2.104	6	4,20	2,58	47,03	1,13	1,30	1,33	2,10	87,642	85,962	1,45	0,60	39,00
38	26	87,407	84,743	69,10	3,86	2	12	19	4.407	4.383	0.111	0.177	1.436	2.281	6	3,80	2,45	44,74	1,11	1,28	1,44	2,28	85,907	83,281	1,50	0,60	67,61
TRAMO 9																											
26	39	84,743	82,322	10,00	24,21	0	0	0	4.500	4.500	0.000	0.000	6.011	9.542	8	6,00	3,73	121,06	1,94	2,22	6,01	9,54	83,243	82,643	1,50	0,60	5,40
39	D	82,322	80,654	20,00	8,34	0	0	0	4.500	4.500	0.000	0.000	6.011	9.542	8	3,00	2,64	85,60	1,52	1,74	6,01	9,54	81,254	80,654	2,50	0,60	16,80

"CRONOGRAMA EJECUCION DE ALCANTARILLADO SANITARIO, BARRIO BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS, PETEN"

No.	Renglón de trabajo	Unidad	Cantidad	MES DE EJECUCION				
				1	2	3	4	5
1	Trabajos preliminares	global	1,00					
2	Replanteamiento topografico	global	1,00					
3	Conexiones domiciliarias	unidad	109,00					
4	Tuberia principal diametro 6" PVC norma 3034	ml	105.83					
5	Tuberia principal diametro 8" PVC norma 3034	ml	1516.81					
6	Pozos de visita	unidad	39,00					

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje sanitario barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Práctica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

**"PRESUPUESTO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO
 BARRIO BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS, PETEN"**

No.	Reglón de trabajo	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
1	Trabajos preliminares	global	1,00	Q 9 820,08	Q 9 820,08
2	Replanteamiento topografico	global	1,00	Q 9 526,48	Q 9 526,48
3	Conexiones domiciliars	unidad	109,00	Q 2 401,69	Q 261 784,15
4	Tuberia principal diametro 6" PVC norma 3034	ml	105,83	Q 435,79	Q 46 119,96
5	Tuberia principal diametro 8" PVC norma 3034	ml	1516,81	Q 531,81	Q 806 662,10
6	Pozos de visita	unidad	39,00	Q 9 519,23	Q 371 249,82
COSTO TOTAL DE LA OBRA					Q 1 505 162,60

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje sanitario barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **TRABAJOS PRELIMINARES**

Cantidad (global): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales				
Materiales para bodega y guardiana	1,00	global	Q 5 000,00	Q 5 000,00
total materiales				Q 5 000,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Albañil	1,00	global	Q 800,00	Q 800,00
Sub total mano de obra directa				Q 800,00
Mano de obra indirecta (70 %)				Q 560,00
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 898,01
total mano de obra				Q 2 258,01

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)				Q 7 258,01
Imprevistos = 10% * total de gastos directos				Q 725,80
Total gastos directos + imprevistos				Q 7 983,81
Administración = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)				Q 399,19
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 798,38
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)				Q 638,70
PRECIO UNITARIO				Q 9 820,08

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje sanitario barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **REPLANTEAMIENTO TOPOGRAFICO**

Cantidad (global): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales + Equipo				
Renta equipo de topografía	2,00	dia	Q 750,00	Q 1 500,00
Cal	1,00	global	Q 300,00	Q 300,00
total materiales + equipo				Q 1 800,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Topografo	2,00	dia	Q 450,00	Q 900,00
Cadenero	6,00	dia	Q 100,00	Q 600,00
Albañil	2,00	dia	Q 200,00	Q 400,00
Total mano de obra directa				Q 1 900,00
Mano de obra indirecta 70%				Q 1 330,00
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 2 132,77
total mano de obra				Q 5 362,77

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)				Q 7 162,77
Imprevistos = 10% * total de gastos directos				Q 716,28
Total gastos directos + imprevistos				Q 7 879,05
Administración = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)				Q 358,14
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 716,28
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)				Q 573,02
PRECIO UNITARIO				Q 9 526,48

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje sanitario barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **CONEXIONES DOMICILIARES**

Cantidad (unidad): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales				
Tubo pvc $\Phi=4"$ norma 3034, 100 psi longitud de 20' (campana y anillos de hule, SDR 35)	1,00	tubo	Q 311,00	Q 311,00
Codo a 45°, $\Phi=4"$, GxG	1,00	unidad	Q 161,10	Q 161,10
Silleta "Y" pvc $\Phi 6" \times 4"$ GxGxG	1,00	unidad	Q 328,20	Q 328,20
Tubo cemento $\Phi=16"$	1,00	unidad	Q 83,00	Q 83,00
Pegamento	0,01	galon	Q 462,10	Q 5,78
Material selecto cama de 0.15 mts.	0,12	m3	Q 90,00	Q 11,23
alambre de amarre	0,50	lbs	Q 6,00	Q 3,00
Madera	2,00	pie/tabla	Q 6,00	Q 12,00
Hierro corrugado de 3/8" x20'	1,75	varillas	Q 25,81	Q 45,17
Cemento	1,00	saco	Q 67,00	Q 67,00
Arena de rio	0,03	M3	Q 185,00	Q 4,63
Piedrin de 1/2"	0,03	M3	Q 225,00	Q 5,63
total materiales				Q 1 037,73

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Excavacion	5,88	m3	20,00	117,60
Nivelación fondo zanja	4,90	m2	2,25	11,03
Apisonado manual con maso	4,90	m2	1,50	7,35
Relleno	4,68	m3	22,00	102,96
Fundicion concreto - piso	0,15	m3	3,00	0,45
Armadura hierro 3/8" legitimo -	4,80	ml	0,75	3,60
Encofrado y fundición de tapadera	0,07	m3	3,50	0,26
Instalacion de silleta	1,00	unidad	8,00	8,00
Instalacion de T.C. 12"	1,00	unidad	10,00	10,00
Sub total mano de obra directa				Q 261,24
Mano de obra indirecta 70%				Q 182,87
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 293,25
total mano de obra				Q 737,36

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)	Q 1 775,08
Imprevistos = 10% * total de gastos directos	Q 177,51
Total gastos directos + imprevistos	Q 1 952,59
Administración = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)	Q 97,63
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 195,26
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)	Q 156,21
PRECIO UNITARIO	Q 2 401,69

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje sanitario barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **TUBERIA PRINCIPAL DIAMETRO 6"**

Cantidad (ml): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales				
Tubo pvc Φ=6" norma 3034, 100 psi longitud de 20' (campana y anillos de hule, SDR 35)	0,17	tubo	Q 694,00	Q 115,67
Material selecto cama de 0.15 mts.	0,12	m3	Q 90,00	Q 10,53
total materiales				Q 126,20

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Excavacion	1,31	m3	Q 20,00	26,25
Nivelacion fondo zanja	0,70	m2	Q 2,25	1,58
Colocaciòn y compactacion de cama de selecto	0,11	m3	Q 1,85	0,19
Colocaciòn de tuberia	1,00	ml	Q 4,25	4,25
Relleno y compactado	1,29	m3	Q 22,00	28,38
Sub total mano de obra directa				Q 60,65
Mano de obra indirecta 70%				Q 42,45
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 92,79
total mano de obra				Q 195,90

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)	Q 322,09
Imprevistos = 10% * total de gastos directos	Q 32,21
Total gastos directos + imprevistos	Q 354,30
Administraciòn = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)	Q 17,72
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 35,43
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)	Q 28,34
PRECIO UNITARIO	Q 435,79

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje sanitario barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **TUBERIA PRINCIPAL DIAMETRO 8"**

Cantidad (ml): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales				
Tubo pvc $\Phi=8$ " norma 3034, 100 psi longitud de 20' (campana y anillos de hule, SDR 35)	0,17	tubo	Q 1 061,00	Q 176,83
Material selecto cama de 0.15 mts.	0,12	m3	Q 90,00	Q 10,53
total materiales				Q 187,36

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Excavacion	1,36	m3	Q 20,00	27,13
Nivelacion fondo zanja	0,70	m2	Q 2,25	1,58
Colocaci3n y compactacion de cama de selecto	0,11	m3	Q 1,85	0,19
Colocaci3n de tuberia	1,00	ml	Q 5,75	5,75
Relleno y compactado	1,32	m3	Q 22,00	29,04
Sub total mano de obra directa				Q 63,68
Mano de obra indirecta 70%				Q 44,58
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 97,44
total mano de obra				Q 205,70

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)	Q 393,06
Imprevistos = 10% * total de gastos directos	Q 39,31
Total gastos directos + imprevistos	Q 432,37
Administraci3n = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)	Q 21,62
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 43,24
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)	Q 34,59
PRECIO UNITARIO	Q 531,81

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje sanitario barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **POZOS DE VISITA**

Cantidad (unidad.): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales				
Cemento	13,40	sacos	Q 67,00	Q 897,80
Arena de Rio	0,97	M3	Q 185,00	Q 179,45
Piedrin de 1/2"	0,61	M3	Q 225,00	Q 137,25
Ladrillo tayuyo de 6.5x11x23 cms	535,00	unidad	Q 1,80	Q 963,00
Hierro corrugado de 5/8" x20'	0,80	varillas	Q 68,84	Q 55,07
Hierro corrugado de 1/2" x20'	2,50	varillas	Q 44,28	Q 110,70
Hierro corrugado de 3/8" x20'	1,75	varillas	Q 25,81	Q 45,17
Hierro liso de 1/4" x20'	2,00	varillas	Q 11,05	Q 22,10
alambre de amarre	2,00	lbs	Q 6,00	Q 12,00
Madera	4,00	PIE/TABLA	Q 6,00	Q 24,00
Formaleta Metálica	1,00	global	Q 2 000,00	Q 2 000,00
Materiales varios	1,00	global	Q 800,00	Q 800,00
total materiales				Q 5 246,54

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Excavacion	3,45	m3	Q 20,00	Q 69,00
Nivelación y compactación de fondo pozo	2,30	m2	Q 4,50	Q 10,35
Apisonado manual con maso	2,30	m2	Q 1,75	Q 4,03
Fundicion concreto - piso	0,50	m3	Q 70,00	Q 35,00
Levantado de ladrillo de punta	5,10	m2	Q 65,00	Q 331,50
Hechura y colocación de escalones	3,00	unidad	Q 15,00	Q 45,00
Armadura hierro 5/8" legitimo	4,80	ml	Q 1,15	Q 5,52
Armadura hierro 3/8" legitimo	10,50	ml	Q 0,95	Q 9,98
Armadura hierro 1/2" legitimo	15,00	ml	Q 0,70	Q 10,50
Armadura hierro 1/4" legitimo	12,00	ml	Q 0,60	Q 7,20
Encofrado y fundición de tapadera	1,00	unidad	Q 30,00	Q 30,00
Encofrado y fundición de brocal	1,00	unidad	Q 35,00	Q 35,00
Alisado de pared interior de pozo	5,10	m2	Q 8,00	Q 40,80
Sub total mano de obra directa				Q 633,87
Mano de obra indirecta 70%				Q 443,71
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 711,53
total mano de obra				Q 1 789,10

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)	Q 7 035,64
Imprevistos = 10% * total de gastos directos	Q 703,56
Total gastos directos + imprevistos	Q 7 739,21
Administración = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)	Q 386,96
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 773,92
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)	Q 619,14
PRECIO UNITARIO	Q 9 519,23

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL: "BARRIO EL BETHEL, CABECERA MUNICIPAL SAN LUIS, PETEN"																							
PARAMETROS DE DISEÑO:																							
Tipo de tubería		PVC																					
Rugosidad (n)		0.009																					
Periodo de diseño		21																					
C techos		0.9																					
C Pisos		0.3																					
C calles		0.9																					
Area techos		30.00%																					
Area patios		53.61%																					
Area calles		16.39%																					
i =		1083																					
(t + 5)/(0.668)																							
TRAMO 1																							
DE	A	COTAS	TERR.	DH	S%																		
PV.	PV.	INICIO	FINAL	(metros)	terreno	area mts2	area ha	C promedio	t	i	Q diseño tramo (lts/scan)	Q diseño Acumulado	DIAM. (pulg.)	S(%) tubo	SECC. LENA V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	COTA INVERT INICIO	COTA INVERT FINAL	PROF. POZO	ANCHO ZANAJA	EXC. (m3)
1	2	102,395	99,304	60,00	5,15	6 919,97	0,89	0,58	12,00	183,19	181,42	181,42	12	5,15	4,53	330,89	4,64	181,42	100,895	97,805	1,50	0,90	88,34
2	3	99,304	97,253	80,00	2,56	8 073,29	0,81	0,58	12,22	161,79	209,84	391,25	15	2,55	3,70	421,90	4,20	391,25	97,704	95,664	1,60	1,00	135,28
3	4	97,253	95,452	78,82	2,28	4 613,31	0,46	0,58	12,58	159,57	118,26	509,51	18	2,25	3,93	644,44	4,35	509,51	95,553	93,780	1,70	1,05	122,83
TRAMO 2																							
5	6	99,217	98,124	60,00	1,82	5 766,64	0,58	0,58	12,00	163,19	151,18	151,18	12	1,85	2,72	198,20	2,99	151,18	97,717	96,607	1,50	0,90	88,34
6	7	98,124	97,439	60,00	1,14	5 466,64	0,55	0,58	12,37	160,87	141,28	292,46	15	1,10	2,43	277,10	2,75	292,46	96,524	95,864	1,60	1,00	99,93
7	8	97,439	96,416	60,00	1,70	4 613,31	0,46	0,58	12,78	158,37	117,37	409,83	18	1,65	3,36	551,86	3,68	409,83	95,789	94,799	1,65	1,05	103,84
8	4	96,416	95,452	63,18	1,53	5 766,64	0,58	0,58	13,08	156,63	145,10	554,93	18	1,50	3,21	526,18	3,63	554,93	94,766	93,819	1,65	1,05	95,94
TRAMO 3																							
4	9	95,452	94,451	50,00	1,00	0,00	0,00	0,58	13,41	154,75	0,00	1 064,44	24	1,60	4,01	1 170,36	4,54	1 064,44	93,452	92,652	2,00	1,20	123,02
9	10	94,451	93,858	15,00	3,95	0,00	0,00	0,58	13,61	153,60	0,00	1 064,44	24	2,00	4,48	1 308,51	4,99	1 064,44	92,351	92,051	2,10	1,20	37,35
10	11	93,858	92,357	68,00	2,21	5 766,64	0,58	0,58	13,67	153,29	142,01	1 206,45	24	1,90	4,37	1 275,37	4,97	1 206,45	91,808	90,516	2,05	1,20	172,15
11	12	92,357	91,842	39,81	1,29	2 306,66	0,23	0,58	13,93	151,88	56,28	1 262,74	27	1,50	4,20	1 551,36	4,68	1 262,74	90,357	89,760	2,00	1,30	93,45
TRAMO 4																							
13	14	101,918	98,531	30,00	11,29	2 306,66	0,23	0,58	12,00	163,19	60,47	60,47	12	11,40	6,74	492,00	4,57	60,47	100,418	96,998	1,50	0,90	47,24
14	15	98,531	96,342	20,00	10,95	2 306,66	0,23	0,58	12,07	162,71	60,30	120,77	12	8,40	5,79	422,33	4,99	120,77	96,531	94,851	2,00	0,90	34,65
15	16	96,342	94,743	20,00	8,00	2 306,66	0,23	0,58	12,13	162,35	60,16	180,93	12	6,25	4,99	364,30	4,98	180,93	94,492	93,242	1,85	0,90	32,40
16	12	94,743	91,842	60,30	4,81	4 613,31	0,46	0,58	12,20	161,93	120,01	300,94	12	4,85	4,40	320,91	5,00	300,94	92,993	90,069	1,75	0,90	90,29

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL: "BARRIO EL BETHEL, CABECERA MUNICIPAL SAN LUIS, PETEN"

TRAMO 5		COTAS TERR.		DH	S%	area mts2	area ha	C promedio	t	i	Q diseño tramo (lts/seg)	Q diseño Acumulado	DIAM. (pulg.)	S(%) TUBO	SECC. LLENA V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	COTA INVERT INICIO	COTA INVERT FINAL	PROF. POZO	ANCHO ZANJA	EXC. (m3)
DE	PV	INICIO	FINAL	(MTS)	TERR																		
17	18	101,524	97,222	60,00	7,17	4 613,31	0,46	0,58	12,00	163,19	120,94	120,94	12	7,15	5,34	389,64	4,71	120,94	100,024	95,734	1,50	0,90	82,34
18	12	97,222	91,842	49,42	10,89	4 613,31	0,46	0,58	12,19	162,00	120,06	241,00	12	10,90	6,59	481,09	6,59	241,00	95,672	90,285	1,55	0,90	65,24
TRAMO 6																							
12	19	91,842	87,688	55,60	7,47	4 613,31	0,46	0,58	12,31	161,22	119,48	1 924,16	27	7,00	9,07	3 351,32	9,38	1 924,16	89,692	85,800	2,15	1,30	148,20
19	20	87,688	86,250	20,00	7,19	0,00	0,00	0,58	12,41	160,58	0,00	1 924,16	27	7,00	9,07	3 351,32	9,38	1 924,16	85,738	84,338	1,95	1,30	50,71
20	21	86,250	84,668	24,98	6,33	2 306,66	0,23	0,58	12,45	160,36	59,42	1 983,58	27	5,80	8,26	3 050,57	8,79	1 983,58	84,300	82,851	1,95	1,30	49,41
TRAMO 7																							
22	23	102,867	97,843	35,00	14,35	1 996,53	0,20	0,58	12,00	163,19	52,34	52,34	12	14,35	7,57	552,00	4,76	52,34	101,367	96,345	1,50	0,90	48,04
23	24	97,843	91,656	40,00	15,47	2 216,43	0,22	0,58	12,08	162,70	57,93	110,27	12	15,35	7,82	570,91	6,04	110,27	96,293	90,153	1,55	0,90	55,81
24	21	91,656	84,668	44,01	15,88	2 152,98	0,22	0,58	12,16	162,16	56,09	166,36	12	16,30	8,06	588,31	6,93	166,36	90,106	82,932	1,55	0,90	61,47
TRAMO 8																							
25	26	101,276	99,947	60,00	2,21	2 306,66	0,23	0,58	12,00	163,19	60,47	60,47	12	2,20	2,96	216,14	2,54	60,47	99,776	98,456	1,50	0,90	82,34
26	27	99,947	98,879	80,00	1,34	4 613,31	0,46	0,58	12,34	161,06	119,37	179,84	12	1,35	2,32	169,31	2,61	179,84	98,397	97,317	1,55	0,90	119,68
27	28	98,879	96,651	80,00	2,79	5 766,64	0,58	0,58	12,91	157,59	145,99	325,83	15	2,80	3,88	442,10	4,24	325,83	97,279	95,039	1,60	1,00	129,98
28	29	96,651	95,639	35,00	2,89	2 306,66	0,23	0,58	13,26	155,60	57,86	383,49	15	2,90	3,95	449,92	4,43	383,49	95,001	93,986	1,65	1,00	58,62
29	30	95,639	92,851	80,00	3,49	4 613,31	0,46	0,58	13,40	154,76	114,70	498,19	15	3,50	4,34	494,28	4,94	498,19	93,939	91,139	1,70	1,00	141,43
30	31	92,851	91,594	42,00	2,99	2 306,66	0,23	0,58	13,71	153,06	56,72	554,91	18	3,00	4,53	744,13	4,97	554,91	91,101	89,841	1,75	1,05	79,37
31	32	91,594	90,549	30,00	3,48	1 153,33	0,12	0,58	13,87	152,22	28,20	583,11	18	2,90	4,46	731,63	4,95	583,11	89,744	88,874	1,85	1,05	57,48
32	33	90,549	89,066	30,00	4,94	1 153,33	0,12	0,58	13,98	151,62	28,09	611,20	18	2,90	4,46	731,63	4,99	611,20	88,299	87,429	2,25	1,05	66,93
33	34	89,066	88,326	20,00	3,70	2 306,66	0,23	0,58	14,09	151,02	55,96	667,17	18	2,80	4,38	718,90	4,97	667,17	87,266	86,706	1,80	1,05	38,85
34	35	88,326	87,388	20,00	4,69	0,00	0,00	0,58	14,17	150,62	0,00	667,17	18	2,80	4,38	718,90	4,97	667,17	86,326	85,766	2,00	1,05	43,05
35	36	87,388	86,799	12,00	4,91	1 153,33	0,12	0,58	14,24	150,22	27,83	695,00	18	2,80	4,38	718,90	4,99	695,00	85,488	85,152	1,90	1,05	23,31
36	37	86,799	85,688	23,00	4,83	0,00	0,00	0,58	14,29	149,99	0,00	695,00	18	2,80	4,38	718,90	4,99	695,00	84,699	84,055	2,10	1,05	40,02
37	21	85,688	84,668	31,53	3,24	1 153,33	0,12	0,58	14,38	149,53	27,71	722,71	18	2,80	4,38	718,90	4,99	722,71	83,868	83,005	1,80	1,05	14,90
TRAMO 9																							
21	D	84,668	82,924	12,00	14,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2 872,65	27	10,00	10,84	4 005,60	11,79	2 872,65	82,518	81,555	2,15	1,30	10,97
38	D	82,924	80,643	17,00	13,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2 872,65							81,555	80,643	1,37	1,30	7,56

"CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, BARRIO BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS, PETEN"

No.	Renglón de trabajo	Unidad	Cantidad	MES DE EJECUCION									
				1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Trabajos preliminares	global	1.00										
2	Replanteamiento topografico	global	1.00										
3	Conexiones domiciliarias	unidad	109.00										
4	Tuberia principal diametro 12" PVC	ml	618.73										
5	Tuberia principal diametro 15" PVC	ml	335.00										
6	Tuberia principal diametro 18" PVC	ml	410.53										
7	Tuberia principal diametro 24" PVC	ml	133.00										
8	Tuberia principal diametro 27" PVC	ml	152.39										
9	Pozos de visita	unidad	38.00										

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje pluvial barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Práctica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

**"PRESUPUESTO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO
 BARRIO BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS, PETEN"**

No.	Renglón de trabajo	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
1	Trabajos preliminares	global	1,00	Q 9 820,08	Q 9 820,08
2	Replanteamiento topografico	global	1,00	Q 9 526,48	Q 9 526,48
3	Conexiones domiciliarias	unidad	109,00	Q 2 805,42	Q 305 791,29
4	Tubería principal diametro 12" PVC	ml	618,73	Q 624,49	Q 386 390,25
5	Tubería principal diametro 15" PVC	ml	335,00	Q 829,80	Q 277 984,10
6	Tubería principal diametro 18" PVC	ml	410,53	Q 1 121,77	Q 460 519,18
7	Tubería principal diametro 24" PVC	ml	133,00	Q 1 605,83	Q 213 575,89
8	Tubería principal diametro 27" PVC	ml	152,39	Q 2 803,41	Q 427 211,24
9	Pozos de visita	unidad	38,00	Q 10 524,32	Q 399 924,02
COSTO TOTAL DE LA OBRA					Q 2 490 742,54

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje pluvial barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **TRABAJOS PRELIMINARES**

Cantidad (global): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales				
Materiales para bodega y guardiana	1,00	global	Q 5 000,00	Q 5 000,00
total materiales				Q 5 000,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Albañil	1,00	global	Q 800,00	Q 800,00
Sub total mano de obra directa				Q 800,00
Mano de obra indirecta (70 %)				Q 560,00
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 898,01
total mano de obra				Q 2 258,01

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)				Q 7 258,01
Imprevistos = 10% * total de gastos directos				Q 725,80
Total gastos directos + imprevistos				Q 7 983,81
Administración = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)				Q 399,19
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 798,38
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)				Q 638,70
PRECIO UNITARIO				Q 9 820,08

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje pluvial barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: REPLANTEAMIENTO TOPOGRAFICO

Cantidad (global): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales + equipo				
Renta equipo de topografía	2,00	dia	Q 750,00	Q 1 500,00
Cal	1,00	global	Q 300,00	Q 300,00
total materiales + equipo				Q 1 800,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Topografo	2,00	dia	Q 450,00	Q 900,00
Cadenero	6,00	dia	Q 100,00	Q 600,00
Albañil	2,00	dia	Q 200,00	Q 400,00
Total mano de obra directa				Q 1 900,00
Mano de obra indirecta 70%				Q 1 330,00
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 2 132,77
total mano de obra				Q 5 362,77

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)				Q 7 162,77
Imprevistos = 10% * total de gastos directos				Q 716,28
Total gastos directos + imprevistos				Q 7 879,05
Administración = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)				Q 358,14
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 716,28
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)				Q 573,02
PRECIO UNITARIO				Q 9 526,48

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje pluvial barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **CONEXIONES DOMICILIARES**

Cantidad (unidad): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales				
Tubo pvc Φ=6" Longitud de 20' corrugado con empaque. ASTM F949	1,00	tubo	Q 403,00	Q 403,00
Codo a 45° , Φ=6"	1,00	unidad	Q 319,00	Q 319,00
Silleta "Y" pvc 12" x 6"	1,00	unidad	Q 376,70	Q 376,70
Tubo cemento Φ=16"	1,00	unidad	Q 83,00	Q 83,00
Pegamento	0,01	galon	Q 462,10	Q 5,78
Material selecto cama de 0.15 mts.	0,12	m3	Q 90,00	Q 11,23
alambre de amarre	0,50	lbs	Q 6,00	Q 3,00
Madera	2,00	pie/tabla	Q 6,00	Q 12,00
Hierro corrugado de 3/8" x20'	1,75	varillas	Q 25,81	Q 45,17
Cemento	1,00	saco	Q 67,00	Q 67,00
Arena de rio	0,03	m3	Q 185,00	Q 4,63
Piedrin de 1/2"	0,03	m3	Q 225,00	Q 5,63
total materiales				Q 1 336,13

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Excavacion	5,88	m3	Q 20,00	Q 117,60
Nivelación fondo zanja	4,90	m2	Q 2,25	Q 11,03
Apisonado manual con maso	4,90	m2	Q 1,50	Q 7,35
Relleno	4,68	m3	Q 22,00	Q 102,96
Fundicion concreto - piso	0,15	m3	Q 3,00	Q 0,45
Armadura hierro 3/8" legitimo - piso	4,80	ml	Q 0,75	Q 3,60
Encofrado y fundición de tapadera	0,07	m3	Q 3,50	Q 0,26
Instalacion de silleta	1,00	unidad	Q 8,00	Q 8,00
Instalacion de T.C. 12"	1,00	unidad	Q 10,00	Q 10,00
Sub total mano de obra directa				Q 261,24
Mano de obra indirecta 70%				Q 182,87
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 293,25
total mano de obra				Q 737,36

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)	Q 2 073,48
Imprevistos = 10% * total de gastos directos	Q 207,35
Total gastos directos + imprevistos	Q 2 280,83
Administración = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)	Q 114,04
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 228,08
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)	Q 182,47
PRECIO UNITARIO	Q 2 805,42

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje pluvial barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **TUBERIA PRINCIPAL DIAMETRO 12"**

Cantidad (ml): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales				
Tubo pvc $\Phi=12"$ Longitud de 20' corrugado con empaque. ASTM F949	0,17	tubo	Q 1 279,00	Q 213,17
Material selecto cama de 0.15 mts.	0,16	m3	Q 90,00	Q 14,04
total materiales				Q 227,21

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Excavacion	1,86	m3	Q 20,00	Q 37,13
Nivelacion fondo zanja	0,90	m2	Q 2,25	Q 2,03
Colocaciòn y compactacion de cama de selecto	0,14	m3	Q 1,85	Q 0,25
Colocaciòn de tuberia	1,00	ml	Q 4,25	Q 4,25
Relleno y compactado	1,79	m3	Q 22,00	Q 39,38
Sub total mano de obra directa				Q 83,03
Mano de obra indirecta 70%				Q 58,12
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 93,20
total mano de obra				Q 234,35

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)	Q 461,56
Imprevistos = 10% * total de gastos directos	Q 46,16
Total gastos directos + imprevistos	Q 507,71
Administraciòn = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)	Q 25,39
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 50,77
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)	Q 40,62
PRECIO UNITARIO	Q 624,49

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje pluvial barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **TUBERIA PRINCIPAL DIAMETRO 15"**

Cantidad (ml): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales				
Tubo pvc $\Phi=15"$ Longitud de 20' corrugado con empaque. ASTM F949	0,17	tubo	Q 1 929,00	Q 321,50
Material selecto cama de 0.15 mts.	0,18	m3	Q 90,00	Q 15,80
total materiales				Q 337,30

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Excavacion	2,19	m3	Q 20,00	Q 43,75
Nivelacion fondo zanja	1,00	m2	Q 2,25	Q 2,25
Colocaciòn y compactacion de cama de selecto	0,15	m3	Q 1,85	Q 0,28
Colocaciòn de tuberìa	1,00	ml	Q 5,75	Q 5,75
Relleno y compactado	2,08	m3	Q 22,00	Q 45,76
Sub total mano de obra directa				Q 97,79
Mano de obra indirecta 70%				Q 68,45
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 109,77
total mano de obra				Q 276,01

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)	Q 613,31
Imprevistos = 10% * total de gastos directos	Q 61,33
Total gastos directos + imprevistos	Q 674,64
Administraciòn = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)	Q 33,73
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 67,46
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)	Q 53,97
PRECIO UNITARIO	Q 829,80

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje pluvial barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **TUBERIA PRINCIPAL DIAMETRO 18"**

Cantidad (ml): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales				
Tubo pvc $\Phi=18"$ Longitud de 20' corrugado con empaque. ASTM F949	0,17	tubo	Q 3 139,00	Q 523,17
Material selecto cama de 0.15 mts.	0,20	m3	Q 90,00	Q 17,55
total materiales				Q 540,72

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Excavacion	2,30	m3	Q 20,00	Q 45,94
Nivelacion fondo zanja	1,05	m2	Q 2,25	Q 2,36
Colocaciòn y compactacion de cama de selecto	0,16	m3	Q 1,85	Q 0,29
Colocaciòn de tuberìa	1,00	ml	Q 6,50	Q 6,50
Relleno y compactado	2,14	m3	Q 22,00	Q 47,08
Sub total mano de obra directa				Q 102,17
Mano de obra indirecta 70%				Q 71,52
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 114,69
total mano de obra				Q 288,38

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)	Q 829,10
Imprevistos = 10% * total de gastos directos	Q 82,91
Total gastos directos + imprevistos	Q 912,01
Administraciòn = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)	Q 45,60
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 91,20
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)	Q 72,96
PRECIO UNITARIO	Q 1 121,77

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje pluvial barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **TUBERIA PRINCIPAL DIAMETRO 24"**

Cantidad (ml): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales				
Tubo pvc $\Phi=24"$ Longitud de 20' corrugado con empaque. ASTM F949	0,17	tubo	Q 5 011,00	Q 835,17
Material selecto cama de 0.15 mts.	0,26	m3	Q 90,00	Q 23,69
total materiales				Q 858,86

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Excavacion	2,63	m3	Q 20,00	Q 52,50
Nivelacion fondo zanja	1,20	m2	Q 2,25	Q 2,70
Colocaci3n y compactacion de cama de selecto	0,18	m3	Q 1,85	Q 0,33
Colocaci3n de tuberia	1,00	ml	Q 9,20	Q 9,20
Relleno y compactado	2,34	m3	Q 22,00	Q 51,48
Sub total mano de obra directa				Q 116,21
Mano de obra indirecta 70%				Q 81,35
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 130,45
total mano de obra				Q 328,01

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)	Q 1 186,87
Imprevistos = 10% * total de gastos directos	Q 118,69
Total gastos directos + imprevistos	Q 1 305,56
Administraci3n = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)	Q 65,28
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 130,56
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)	Q 104,44
PRECIO UNITARIO	Q 1 605,83

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje pluvial barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **TUBERIA PRINCIPAL DIAMETRO 27"**

Cantidad (ml): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales				
Tubo pvc Φ=24" Longitud de 20' liso. ASTM F2307	1,00	tubo	Q 1 437,00	Q 1 437,00
Copla Φ=27" III G	0,17	unidad	Q 1 214,00	Q 202,33
Material selecto cama de 0.15 mts.	0,28	m3	Q 90,00	Q 25,45
total materiales				Q 1 664,78

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Excavacion	3,17	m3	Q 20,00	Q 63,44
Nivelacion fondo zanja	1,45	m2	Q 2,25	Q 3,26
Colocaciòn y compactacion de cama de selecto	0,22	m3	Q 1,85	Q 0,40
Colocaciòn de tuberia	1,00	ml	Q 15,35	Q 15,35
Relleno y compactado	2,81	m3	Q 22,00	Q 61,82
Sub total mano de obra directa				Q 144,27
Mano de obra indirecta 70%				Q 100,99
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 161,95
total mano de obra				Q 407,21

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)	Q 2 071,99
Imprevistos = 10% * total de gastos directos	Q 207,20
Total gastos directos + imprevistos	Q 2 279,19
Administraciòn = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)	Q 113,96
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 227,92
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)	Q 182,34
PRECIO UNITARIO	Q 2 803,41

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Diseño de drenaje pluvial barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Practica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: **POZOS DE VISITA**

Rendimiento: Cantidad (unidad.): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales				
Cemento	13,65	sacos	Q 67,00	Q 914,55
Arena de rio	1,05	m3	Q 185,00	Q 194,25
Piedrin de 1/2"	0,61	m3	Q 225,00	Q 137,25
Ladrillo tayuyo de 6.5x11x23 cms	660,00	unidad	Q 1,80	Q 1 188,00
Hierro corrugado de 5/8" x20'	0,80	varillas	Q 68,84	Q 55,07
Hierro corrugado de 1/2" x20'	2,50	varillas	Q 44,28	Q 110,70
Hierro corrugado de 3/8" x20'	1,75	varillas	Q 25,81	Q 45,17
Hierro liso de 1/4" x20'	2,00	varillas	Q 11,05	Q 22,10
alambre de amarre	2,00	lbs	Q 6,00	Q 12,00
Madera	4,00	pie/tabla	Q 6,00	Q 24,00
Formaleta metálica	1,00	global	Q 2 000,00	Q 2 000,00
Materiales varios	1,00	global	Q 800,00	Q 800,00
total materiales				Q 5 503,09

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Excavación	6,40	m3	Q 20,00	Q 128,00
Nivelación y compactación de fondo pozo	3,20	m2	Q 4,50	Q 14,40
Apisonado manual con maso	2,27	m2	Q 1,75	Q 3,97
Fundicion concreto - piso	0,70	m3	Q 70,00	Q 49,00
Levantado de ladrillo de punta	6,20	m2	Q 65,00	Q 403,00
Hechura y colocación de escalones	4,00	unidad	Q 15,00	Q 60,00
Armadura hierro 5/8" legitimo	4,80	ml	Q 1,15	Q 5,52
Armadura hierro 3/8" legitimo	10,50	ml	Q 0,95	Q 9,98
Armadura hierro 1/2" legitimo	15,00	ml	Q 0,70	Q 10,50
Armadura hierro 1/4" legitimo	12,00	ml	Q 0,60	Q 7,20
Encofrado y fundición de tapadera	1,00	unidad	Q 30,00	Q 30,00
Encofrado y fundición de brocal	1,00	unidad	Q 35,00	Q 35,00
Alisado de pared interior de pozo	6,20	m2	Q 8,00	Q 49,60
Sub total mano de obra directa				Q 806,17
Mano de obra indirecta 70%				Q 564,32
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 904,93
total mano de obra				Q 2 275,41

Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)	Q 7 778,50
Imprevistos = 10% * total de gastos directos	Q 777,85
Total gastos directos + imprevistos	Q 8 556,35
Administración = 5% * (Total gastos directos + imprevistos)	Q 427,82
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 855,64
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)	Q 684,51
PRECIO UNITARIO	Q 10 524,32

"CRONOGRAMA DE PAVIMENTACION CALLES, BARRIO BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS, PETEN"

No.	Renglón de trabajo	Unidad	Cantidad	MES DE EJECUCION				
				1	2	3	4	5
1	Topografía	ml	1676,76					
2	Excavación	m3	2766,65					
3	Reacondicionamiento de sub-rasante	m2	9222,18					
4	Relleno con material selecto para base e=0,10 m	m3	9222,22					
5	Estudio de suelos	unidad	4,00					
6	Pavimento de concreto 4 000 psi e = 0,13ml	m2	1198,88					
7	Bordillo de 0,30x0,10 m	ml	3298,22					
8	Tragante	Unidad	12,00					
9	Transporte de maquinaria	global	1,00					

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Pavimentación calles barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Práctica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

**"PRESUPUESTO DE PAVIMENTACION DE CALLES
 BARRIO BETHEL, CABECERA MUNICIPAL DE SAN LUIS, PETEN"**

No.	Reglón de trabajo	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
1	Topografía	1676,76	ml	Q 6,44	Q 10 798,33
2	Excavación	2766,65	m3	Q 82,37	Q 227 888,96
3	Reacondicionamiento de sub-rasante	9222,18	m2	Q 10,85	Q 100 060,65
4	Relleno con material selecto para base e=0,10 m	922,22	m3	Q 165,26	Q 152 406,08
5	Estudio de suelos	4,00	unidad	Q 5 155,96	Q 20 623,84
6	Pavimento de concreto 4 000 psi e = 0,13ml	1198,88	m2	Q 666,26	Q 798 765,79
7	Bordillo de 0,30x0,10 m	3298,22	ml	Q 205,38	Q 677 388,42
8	Tragante	12,00	Unidad	Q 5 566,38	Q 66 796,56
9	Transporte de maquinaria	1,00	global	Q 17 456,94	Q 17 456,94
COSTO TOTAL DE LA OBRA					Q 2 072 185,57

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Pavimentación calles barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Práctica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: TOPOGRAFIA

Cantidad (Km): 1,68

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
MATERIALES				
Replanteo topográfico	1 676,76	ml	Q 4,00	Q 6 707,04
total materiales				Q 6 707,04
MANO DE OBRA				
Cadenero + ayudante	3,00	global	Q 150,00	Q 450,00
Sub total mano de obra directa				Q 450,00
Mano de obra indirecta (70 %)				Q 315,00
Prestaciones = 66,03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 505,13
total mano de obra				Q 1 270,13
Total de gastos directos(total materiales + total M.O.)				Q 7 977,17
Imprevistos = 10% * total de gastos directos				Q 797,72
Total gastos directos + imprevistos				Q 8 774,89
Administración = 5% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 438,74
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 877,49
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)				Q 701,99
PRECIO UNITARIO				Q 6,44

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Pavimentación calles barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Práctica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: Excavacion

Cantidad (m3): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
MATERIALES				
cal	1,00	m3	Q 2,00	Q 2,00
total materiales				Q 2,00
MAQUINARIA				
Motoniveladora	1,00	m3	Q 30,20	Q 30,20
Camión de 12 m3	1,00	m3	Q 10,37	Q 10,37
Retroexcavadora	1,00	m3	Q 18,30	Q 18,30
total maquinaria				Q 58,87
Total de gastos directos(total materiales + total maquinaria)				Q 60,87
Imprevistos = 10% * total de gastos directos				Q 6,09
Total gastos directos + imprevistos				Q 66,96
Administración = 5% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 3,35
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 6,70
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)				Q 5,36
PRECIO UNITARIO				Q 82,37

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Pavimentación calles barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Práctica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: Reacondicionamiento de sub-rasante

Cantidad (m2): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
MATERIALES				
madera	0,25	pie-tabla	Q 6,50	Q 1,63
total materiales				Q 1,63
MAQUINARIA				
Motoniveladora	1,00	m2	Q 3,02	Q 3,02
Rodo	1,00	m2	Q 1,99	Q 1,99
Cisterna	1,00	m2	Q 1,38	Q 1,38
total maquinaria				Q 6,39
Total de gastos directos(total materiales + total maquinaria)				Q 8,02
Imprevistos = 10% * total de gastos directos				Q 0,80
Total gastos directos + imprevistos				Q 8,82
Administración = 5% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 0,44
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 0,88
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)				Q 0,71
PRECIO UNITARIO				Q 10,85

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Pavimentación calles barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Práctica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: Relleno con material selecto para base e=0,10 m

Cantidad (m3): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
MATERIALES				
Material Selecto	1,00	m3	Q 80,00	Q 80,00
total materiales				Q 80,00
MAQUINARIA				
Motoniveladora	1,00	m2	Q 28,95	Q 28,95
Rodo	1,00	m2	Q 19,07	Q 19,07
Camión de 12 m3	1,00	m3	Q 8,98	Q 8,98
Cisterna	1,00	m2	Q 13,24	Q 13,24
total maquinaria				Q 70,24
Total de gastos directos(total materiales + total maquinaria)				Q 150,24
Imprevistos = 10% * total de gastos directos				Q 15,02
Total gastos directos + imprevistos				Q 165,26
Administración = 5% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 8,26
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 16,53
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)				Q 13,22
PRECIO UNITARIO				Q 203,27

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Pavimentación calles barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Práctica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: Estudio de suelos

Cantidad (Unidad): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
MATERIALES				
Yeso	1,00	Global	Q 35,00	Q 35,00
total materiales				Q 35,00
MANO DE OBRA				
Extracción de Muestras	1,00	Unidad	Q 200,00	Q 200,00
Traslado de muestras	1,00	Unidad	Q 500,00	Q 500,00
Sub total mano de obra directa				Q 700,00
Mano de obra indirecta (70 %)				Q 490,00
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 785,76
Estudio de suelos laboratorio	1,00	Unidad	Q 1 800,00	Q 1 800,00
total mano de obra				Q 3 775,76
Total de gastos directos(total materiales + total mano obra)				Q 3 810,76
Imprevistos = 10% * total de gastos directos				Q 381,08
Total gastos directos + imprevistos				Q 4 191,84
Administración = 5% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 209,59
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 419,18
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)				Q 335,35
PRECIO UNITARIO				Q 5 155,96

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Pavimentación calles barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Práctica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: Pavimento de concreto 4 000 psi e = 0,13m

Cantidad (M2): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
MATERIALES				
Cemento	1,29	saco	Q 67,00	Q 86,43
Arena de rio	0,11	m3	Q 185,00	Q 20,35
Piedrin de 1/2"	0,11	m3	Q 225,00	Q 24,75
aditivos	1,00	global	Q 25,58	Q 25,58
Sika Separol	0,20	galon	Q 155,00	Q 31,00
Curado con antisol rojo (incl aplicación)	0,05	galon	Q 350,00	Q 17,50
Corte y sello de juntas	0,51	ml	Q 30,00	Q 15,30
Madera	4,00	pie-tabla	Q 6,50	Q 26,00
Clavo	0,10	libra	Q 6,50	Q 0,65
total materiales				Q 247,56
MANO DE OBRA				
Hacer y colocar concreto	0,13	m3	Q 150,00	Q 19,50
Colocación de arrastres	1,00	m2	Q 27,50	Q 27,50
Encofrado y desencofrado	1,00	m2	Q 16,50	Q 16,50
Sub total mano de obra directa				Q 63,50
Mano de obra indirecta (70 %)				Q 44,45
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 71,28
total mano de obra				Q 179,23
MAQUINARIA				
Concreteira (incluye combustible)	0,13	m3	Q 325,00	Q 42,25
Vibrador (incluye combustible)	0,13	m3	Q 180,00	Q 23,40
total maquinaria				Q 65,65
Total de gastos directos(total mat. + total M. O.+ total maquinaria)				Q 492,44
Imprevistos = 10% * total de gastos directos				Q 49,24
Total gastos directos + imprevistos				Q 541,68
Administración = 5% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 27,08
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 54,17
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)				Q 43,33
PRECIO UNITARIO				Q 666,26

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Pavimentación calles barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Práctica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: Bordillo de 0,30x0,10 m

Cantidad (ml): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
MATERIALES				
Cemento	0,30	saco	Q 67,00	Q 20,10
Arena de río	0,02	m3	Q 185,00	Q 3,70
Piedrin de 1/2"	0,02	m3	Q 225,00	Q 4,50
Alambre de amarre	0,10	lbs	Q 6,00	Q 0,60
Hierro corrugado de 3/8" x20' G40	0,55	varilla	Q 25,81	Q 14,20
Hierro corrugado de 1/4" x20' G40	0,42	varilla	Q 11,05	Q 4,64
Madera 3 usos	2,00	pie-tabla	Q 6,50	Q 13,00
Clavos	0,50	libra	Q 6,50	Q 3,25
total materiales				Q 63,99
MANO DE OBRA				
Hacer y colocar concreto	0,03	m3	Q 150,00	Q 4,50
Hacer y colocar armadura	3,00	ml	Q 1,05	Q 3,15
Hacer y colocar Alisado	0,25	m2	Q 20,00	Q 5,00
Encofrado y desencofrado	1,00	ml	Q 6,00	Q 6,00
Picado y tallado de bordillo	2,00	ml	Q 4,50	Q 9,00
Sub total mano de obra directa				Q 27,65
Mano de obra indirecta (70 %)				Q 19,36
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 31,04
total mano de obra				Q 78,05
MAQUINARIA				
Concretera (incluye combustible)	0,03	m3	Q 325,00	Q 9,75
total maquinaria				Q 9,75
Total de gastos directos(total mat. + total M. O.+ total maquinaria)				Q 151,79
Imprevistos = 10% * total de gastos directos				Q 15,18
Total gastos directos + imprevistos				Q 166,97
Administración = 5% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 8,35
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 16,70
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)				Q 13,36
PRECIO UNITARIO				Q 205,38

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Pavimentación calles barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Práctica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis
 Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: Tragante

Cantidad (unidad): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
MATERIALES				
Tubo pvc $\Phi=12"$ Long. de 6 mts. Corrugado con Empaque. ASTM F949	0,50	tubo	Q 1 279,00	Q 639,50
Material Selecto cama de 0.15 mts	0,36	m3	Q 90,00	Q 32,40
Concreto 3000 PSI	0,55	m3	Q 67,00	Q 36,85
Block 14x19x39 cm	80,00	u	Q 3,50	Q 280,00
Hierro No. 3	18,48	varilla	Q 25,81	Q 476,97
Mortero	6,67	m2	Q 12,00	Q 80,04
Cernido	6,67	m2	Q 23,67	Q 157,88
Madera	15,00	pie-tabla	Q 6,50	Q 97,50
Alambre	1,42	Libra	Q 6,50	Q 9,23
Clavo	1,42	Libra	Q 6,50	Q 9,23
total materiales				Q 1 819,60
MANO DE OBRA				
Hacer y colocar concreto	0,55	m3	Q 150,00	Q 82,50
Hacer y colocar armadura	110,88	ml	Q 0,95	Q 105,34
Levantado de block	6,40	m2	Q 30,00	Q 192,00
Excavacion	8,45	m3	Q 20,00	169,00
Nivelacion fondo zanja	1,44	m2	Q 2,25	3,24
Colocaciòn y compactacion de cama de selecto	0,22	m3	Q 1,85	0,41
Colocaciòn de tuberìa	3,00	ml	Q 4,25	12,75
Relleno y Compactado	8,38	m3	Q 22,00	184,36
Sub total mano de obra directa				Q 749,60
Mano de obra indirecta (70 %)				Q 524,72
Prestaciones = 66.03% * (M.O.directa + M.O. indirecta)				Q 841,43
total mano de obra				Q 2 115,75
MAQUINARIA				
Concretera (incluye combustible)	0,55	m3	Q 325,00	Q 178,75
total maquinaria				Q 178,75
Total de gastos directos(Total Mat. + Total M. O.+ Total Maquinaria)				Q 4 114,10
Imprevistos = 10% * Total de gastos directos				Q 411,41
Total gastos directos + imprevistos				Q 4 525,51
Administraciòn = 5% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 226,28
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)				Q 452,55
Impuestos = 8% *(total gastos directos + imprevistos)				Q 362,04
PRECIO UNITARIO				Q 5 566,38

Universidad de San Carlos de Guatemala.
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil.
 Proyecto: Pavimentación calles barrio Bethel, cabecera municipal
 Ejercicio de Práctica Supervisada (E.P.S)
 Municipio: San Luis

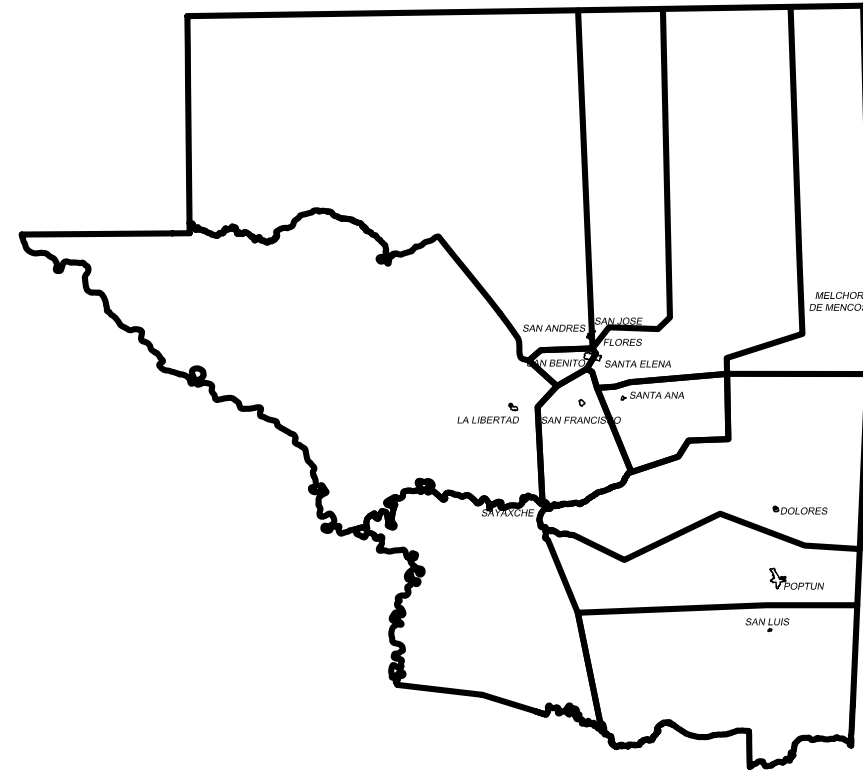
Departamento: El Peten
 Fecha: Noviembre de 2011

Renglon: Transporte de maquinaria

Cantidad (global): 1,00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
OTROS				
Concreteira	2,00	Viaje	Q 345,00	Q 690,00
Motoniveladora	2,00	Viaje	Q 2 025,00	Q 4 050,00
Camión de 12 m3	2,00	Viaje	Q 855,60	Q 1 711,20
Retroexcavadora	2,00	Viaje	Q 1 012,50	Q 2 025,00
Rodo	2,00	Viaje	Q 1 012,50	Q 2 025,00
Cisterna	2,00	Viaje	Q 855,60	Q 1 711,20
Plancha Vibratoria	2,00	Viaje	Q 345,00	Q 690,00
total otros				Q 12 902,40

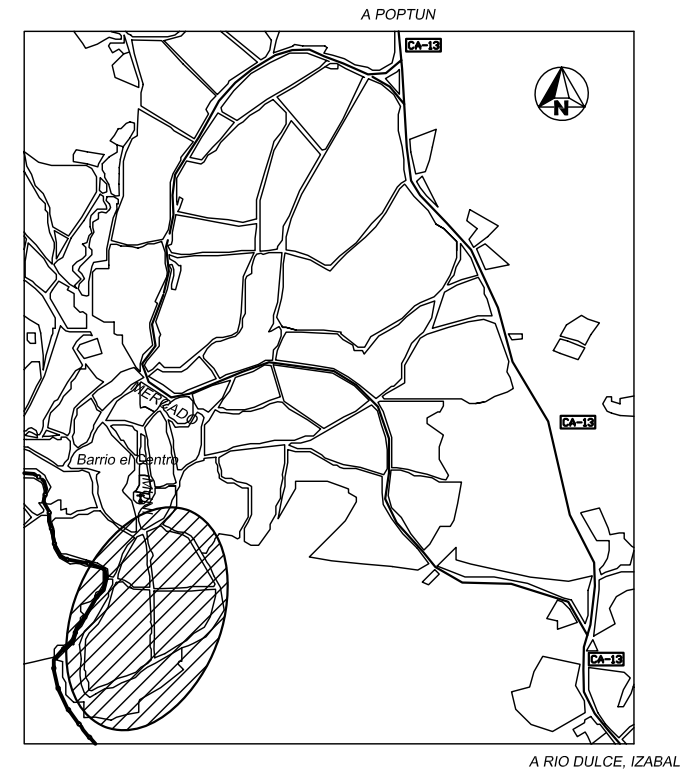
Total de gastos traslado	Q 12 902,40
Imprevistos = 10% * total de gastos directos	Q 1 290,24
Total gastos directos + imprevistos	Q 14 192,64
Administración = 5% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 709,63
Utilidad = 10% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 1 419,26
Impuestos = 8% * (total gastos directos + imprevistos)	Q 1 135,41
PRECIO UNITARIO	Q 17 456,94



- MUNICIPIOS**
- 01 FLORES
 - 02 SAN JOSÉ
 - 03 SAN BENITO
 - 04 SAN ANDRÉS
 - 05 SAN FRANCISCO
 - 06 SAN LUIS
 - 07 SANTA ANA
 - 08 DOLORES
 - 09 POPTUN
 - 10 SAYAXCHE
 - 11 LA LIBERTAD
 - 12 MELCHOR DE MENCOS

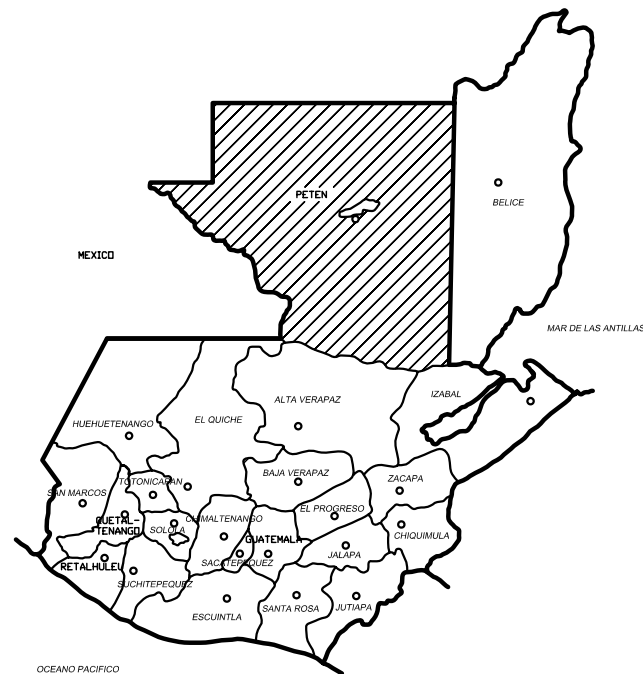
DEPARTAMENTO DE PETÉN

SIN ESCALA



CASCO URBANO DE SAN LUIS, PETÉN

SIN ESCALA



DIVISIÓN POLÍTICA DE GUATEMALA

SIN ESCALA

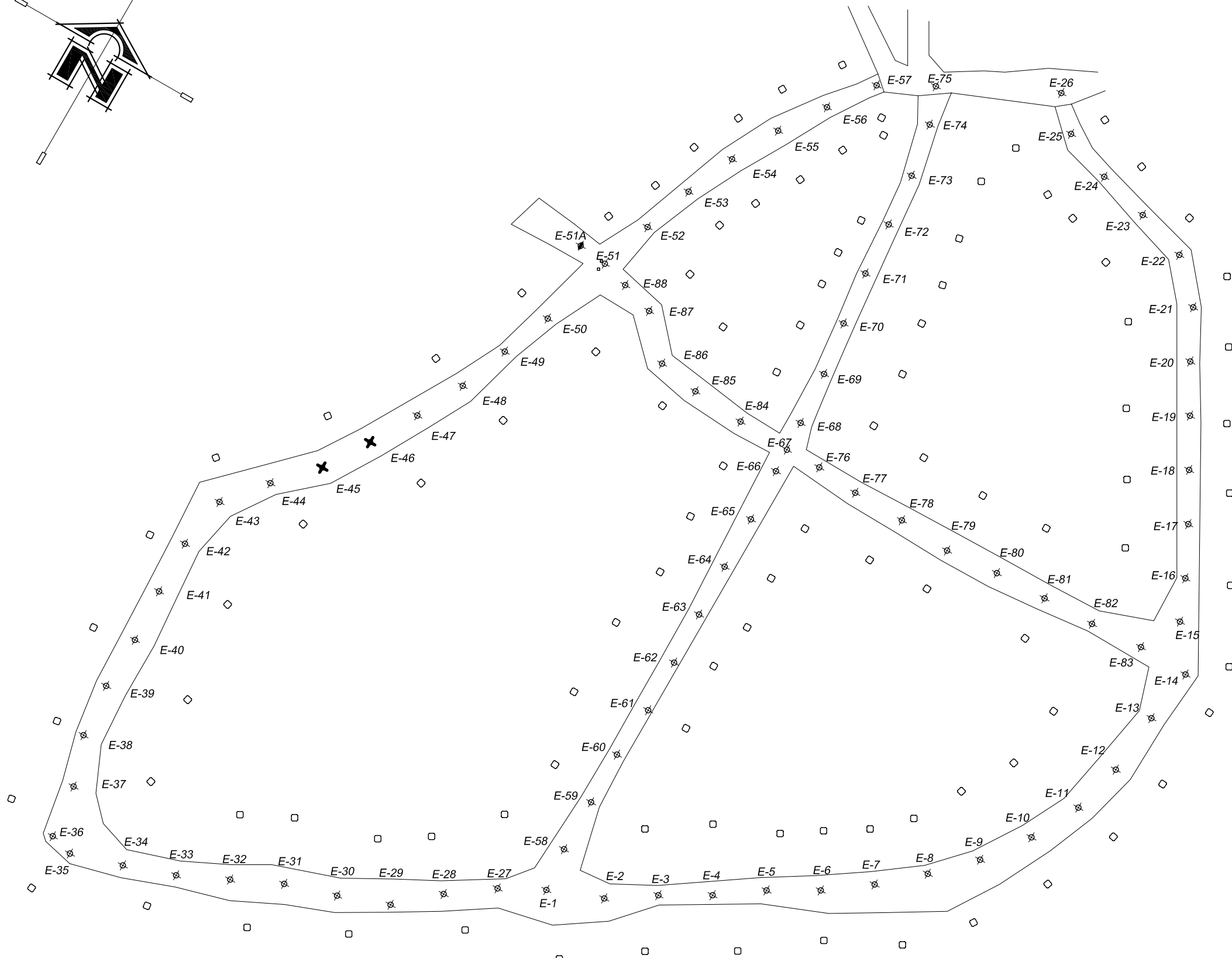
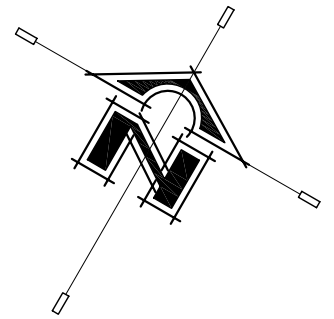
SIGNOGRAFIA

	RUTA CENTROAMERICANA CA-13
	CALLES TRANSITABLES POR VEHICULOS
	ZANJON NATURAL
	IGLESIA

NOMENCLATURA

HOJA	DESCRIPCION DEL PLANO
1	PLANO DE UBICACION
2	TOPOGRAFIA Y DENSIDAD DE VIVIENDA
3	PLANTA GENERAL DRENAJE SANITARIO
4	PLANTA - PERFIL RAMAL 1, 2 Y 3
5	PLANTA - PERFIL RAMAL 4, 5, 6 Y 7
6	PLANTA - PERFIL RAMAL 8
7	PLANTA GENERAL DRENAJE PLUVIAL
8	PLANTA - PERFIL RAMAL A, B, Y C
9	PLANTA - PERFIL RAMAL D, E, F Y G
10	PLANTA - PERFIL H
11	DETALLES CONEXIONES DOMICILIARES
12	DETALLES DE POZOS DE VISITA
13	DETALLES VARIOS
14	PLANTA GENERAL PAVIMENTACION
15	PLANTA - PERFIL EJE "A" 0+000 A 0+380
16	PLANTA - PERFIL EJE "A" 0+380 A 0+740
17	PLANTA - PERFIL EJE "A" 0+740 A 1+091
18	PLANTA - PERFIL EJE "B" 0+000 AL 0+327
19	PLANTA - PERFIL EJE "C" 0+000 AL 0+265
20	SECCIONES TRANSVERSALES EJE "A"
21	SECCIONES TRANSVERSALES EJE "A"
22	SECCIONES TRANSVERSALES EJE "A"
23	SECCIONES TRANSVERSALES EJE "B"
24	SECCIONES TRANSVERSALES EJE "C"

	UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-
	DISEÑO DE RED DE DRENAJE SANITARIO, PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DE CALLES DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.
PROFESOR: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ ESTUDIANTE: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ INICIADA: 2012 TERMINADA: 2012	PLANO DE: PLANTA DE UBICACION 1/24



EST	PO	AZIMUT	DH	COTA	EST	PO	AZIMUT	DH	COTA
1	2	68°21'09"	21.58	99.080	45	46	31°59'46"	20.00	89.043
2	3	58°37'38"	20.00	98.915	46	47	30°34'00"	20.00	88.315
3	4	60°00'00"	20.00	98.620	47	48	28°46'58"	20.00	87.365
4	5	54°52'18"	20.00	98.100	48	49	20°52'17"	20.00	86.439
5	6	60°00'00"	20.00	97.967	49	50	22°27'03"	20.00	85.668
6	7	53°40'22"	20.00	97.755	50	51	16°11'06"	29.20	84.743
7	8	48°40'31"	20.00	97.436	51	52	19°24'00"	20.77	87.593
8	9	45°00'00"	20.00	97.025	51	51-A	276°40'11"	11.70	83.437
9	10	38°24'38"	20.66	96.843	52	53	19°10'05"	20.00	91.052
10	11	28°13'38"	20.06	96.378	53	54	23°15'50"	20.00	94.204
11	12	14°13'25"	20.13	96.102	54	55	28°17'10"	20.00	97.391
12	13	04°40'20"	23.10	95.651	55	56	34°21'36"	20.00	99.995
13	14	08°00'51"	19.95	95.556	56	57	38°11'11"	20.00	103.249
14	15	32°45'14"	20.00	95.431	57	58	35°17'00"	16.36	100.211
15	16	33°05'39"	16.12	95.958	58	59	35°57'30"	20.00	100.986
16	17	33°06'39"	20.00	96.426	59	60	35°29'35"	20.00	101.274
17	18	33°52'16"	20.00	97.154	60	61	05°06'41"	20.00	101.554
18	19	33°56'31"	20.00	97.826	61	62	35°37'33"	20.00	100.873
19	20	33°16'59"	20.00	98.272	62	63	35°25'31"	20.00	99.724
20	21	33°02'04"	20.00	98.907	63	64	35°06'04"	20.00	96.873
21	22	31°51'25"	20.00	99.204	64	65	35°02'49"	20.00	94.722
22	23	28°26'16"	19.98	99.993	65	66	35°27'25"	20.00	92.651
23	24	28°47'36"	20.00	101.298	66	67	35°10'31"	08.89	91.834
24	25	29°21'50"	20.00	102.585	67	68	35°10'31"	11.11	92.527
25	26	31°35'14"	15.50	103.183	68	69	35°31'57"	20.00	93.297
26	27	24°14'23"	18.01	99.617	69	70	35°10'40"	20.00	93.953
27	28	23°40'35"	20.00	99.035	70	71	35°38'52"	20.00	95.317
28	29	22°33'09"	20.00	99.257	71	72	35°22'24"	20.00	97.218
29	30	24°39'33"	20.00	98.942	72	73	35°12'42"	20.00	98.005
30	31	25°32'33"	20.00	98.381	73	74	34°31'33"	20.00	101.684
31	32	24°31'51"	20.00	97.873	74	75	33°33'57"	13.99	103.174
32	33	24°31'51"	20.00	97.155	75	76	88°36'14"	13.61	91.183
33	34	25°31'09"	20.00	96.743	76	77	95°10'21"	16.23	91.972
34	35	25°37'40"	20.00	96.115	77	78	90°34'47"	20.00	92.635
35	36	28°13'58"	09.00	96.189	78	79	93°45'47"	20.04	92.873
36	37	35°24'12"	19.88	95.476	79	80	84°44'23"	20.16	93.281
37	38	34°59'20"	19.29	94.851	80	81	87°30'02"	19.91	94.041
38	39	35°40'12"	20.00	94.005	81	82	88°16'26"	19.88	94.871
39	40	02°02'56"	20.00	93.562	82	83	85°23'45"	20.00	95.426
40	41	35°27'18"	20.00	92.924	83	84	27°11'16"	20.00	90.567
41	42	35°32'10"	20.00	92.353	84	85	27°34'18"	20.05	88.472
42	43	09°36'53"	20.00	91.628	85	86	27°46'21"	16.00	87.686
43	44	39°44'12"	20.00	90.979	86	87	31°13'03"	20.00	88.103
44	45	43°20'16"	20.00	90.091	87	88	28°14'18"	13.00	85.426

PLANTA TOPOGRAFICA Y DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA 1:750

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-

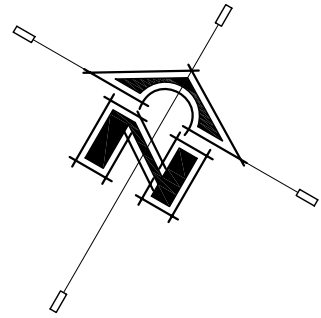
PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DRENAJE SANITARIO, PLUVIAL Y PAVIMENTACION DE CALLES DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETEN.

ELABORADO POR: JUAN CARLOS RUIZ HERNANDEZ
 REVISADO POR: JUAN CARLOS RUIZ HERNANDEZ
 APROBADO POR: JUAN CARLOS RUIZ HERNANDEZ

FECHA: 26 DE ABRIL 2012

PLANO DE: PLANTA TOPOGRAFICA

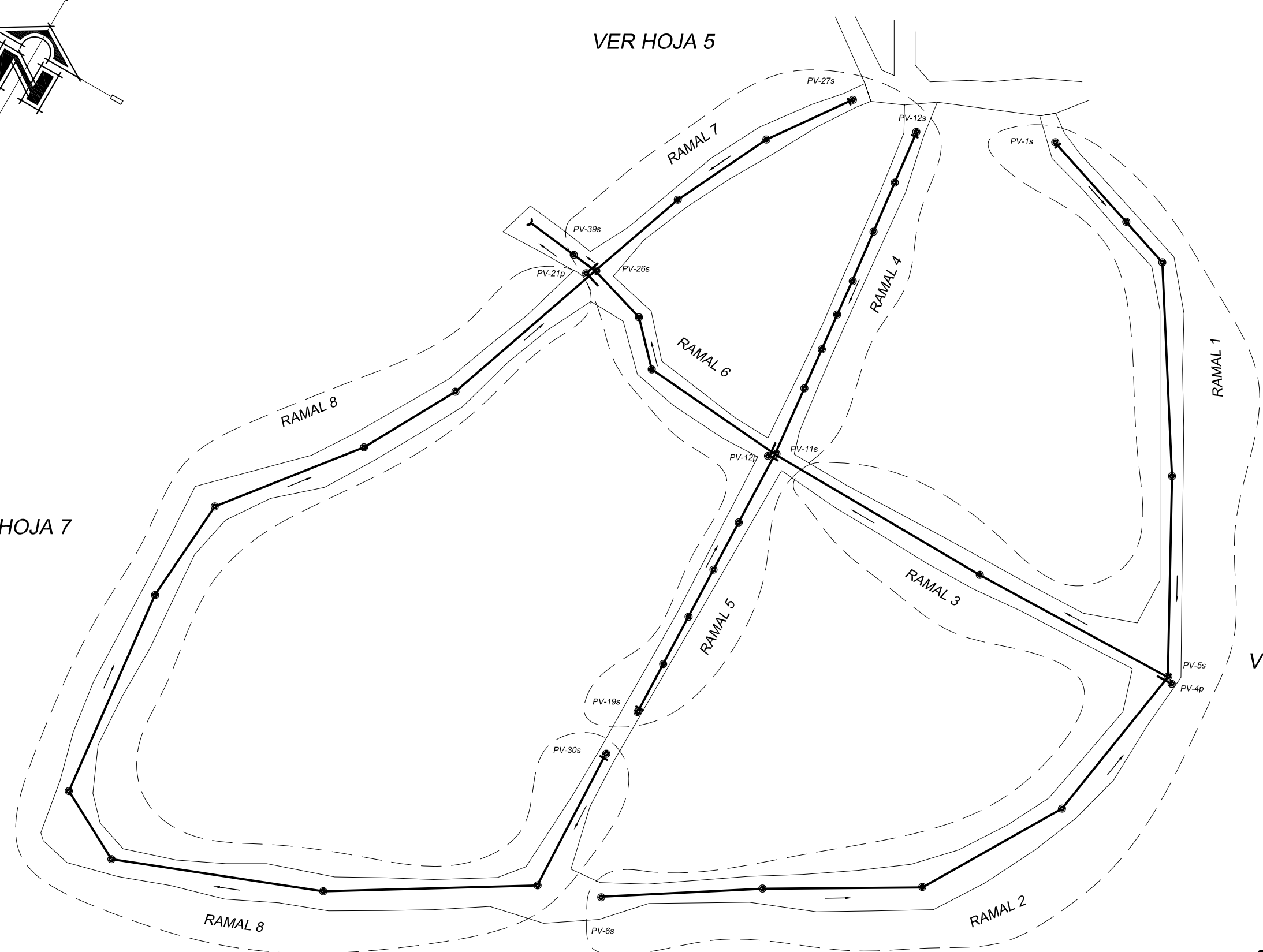
Ing. Luis Gregorio Alfaro Velazquez
 INGENIERO EN TOPOGRAFIA



VER HOJA 5

VER HOJA 7

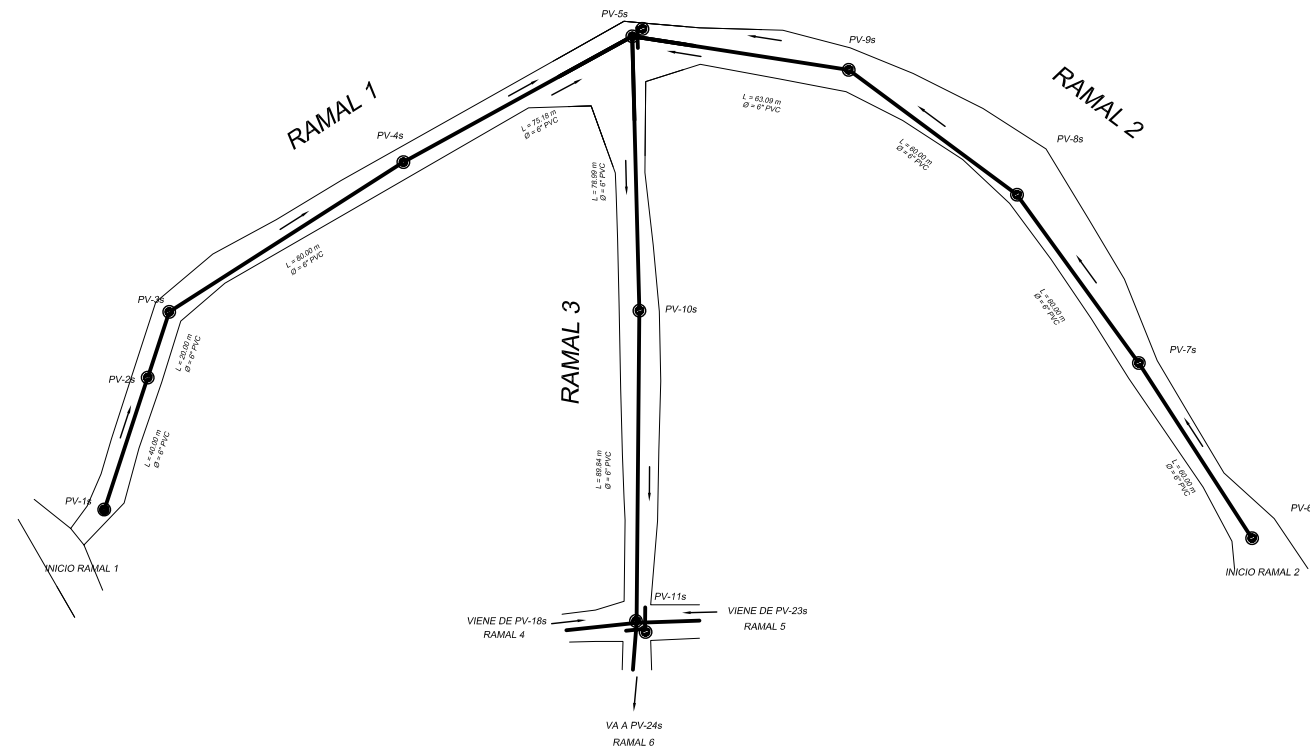
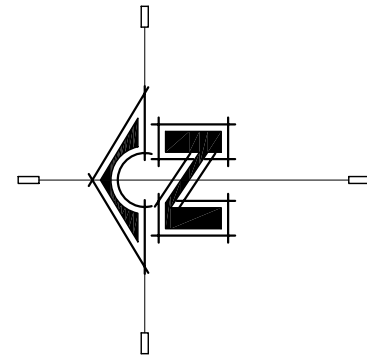
VER HOJA 4



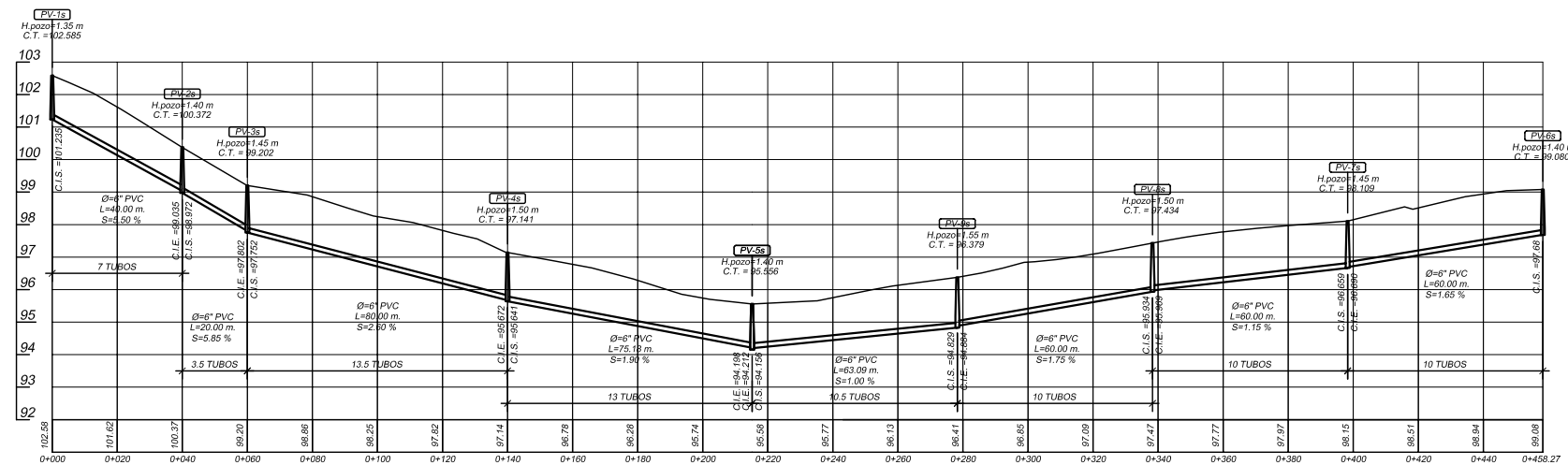
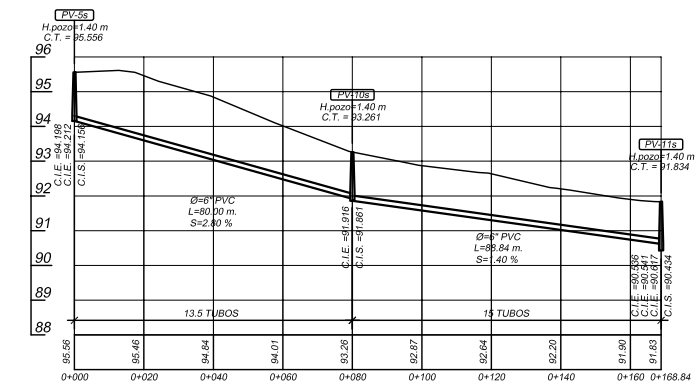
PLANTA GENERAL DRENAJE SANITARIO

ESCALA 1 : 750

	UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-
PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DRENAJE SANITARIO, DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	PROYECTISTA: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ FECHA: ABRIL 2012
PLANO DE: PLANTA GENERAL DRENAJE SANITARIO	3
<small>Ing. Luis Gregorio Alfaro Velz Ingeniero de Profesión N.º 2002</small>	



NOMENCLATURA	
	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	H. pozo ALTURA DE POZO EN METROS
	TUBERIA EN PLANTA
	TUBERIA EN PERFIL
	DIRECCION DEL FLUJO
	PV-#s POZO DE VISITA SANITARIO NUMERO
	C.T. COTA DE TERRENO
	C. I. E. COTA INVERT DE ENTRADA
	C. I. S. COTA INVERT DE SALIDA
	S = #% PENDIENTE DE TUBERIA
	L = # LONGITUD DE TUBERIA



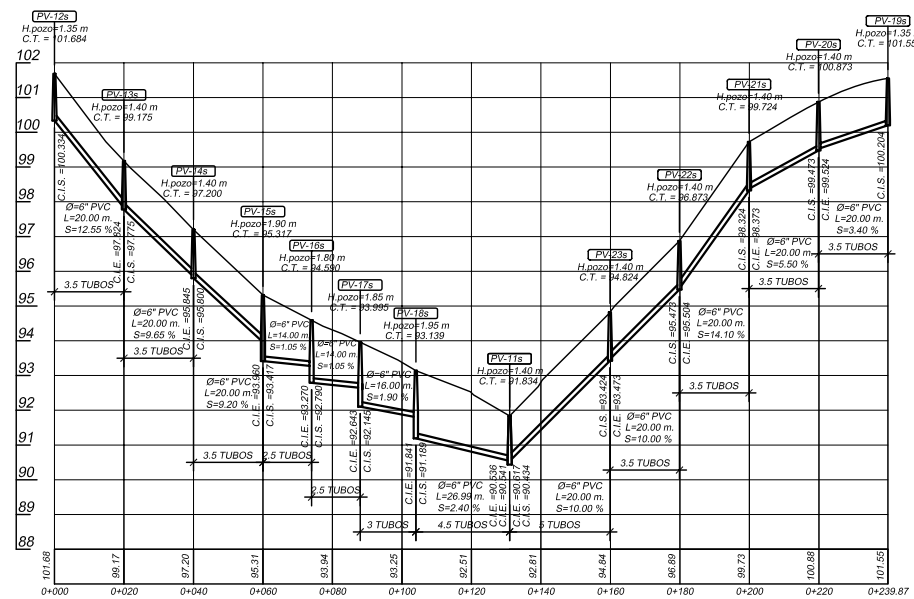
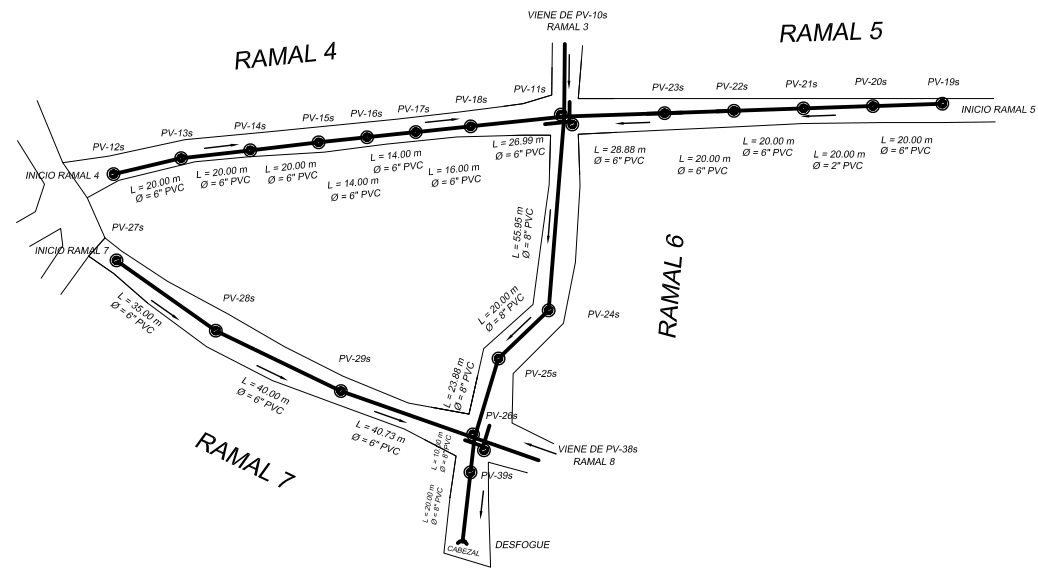
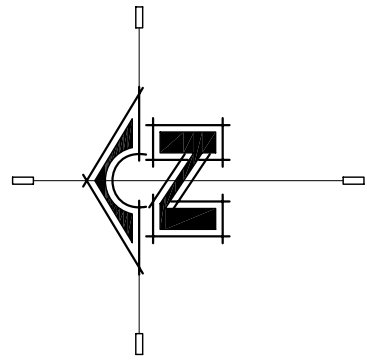
PLANTA - PERFIL RAMAL 3

ESCALA VERTICAL: 1 / 100
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000

PLANTA - PERFIL RAMAL 1 y 2

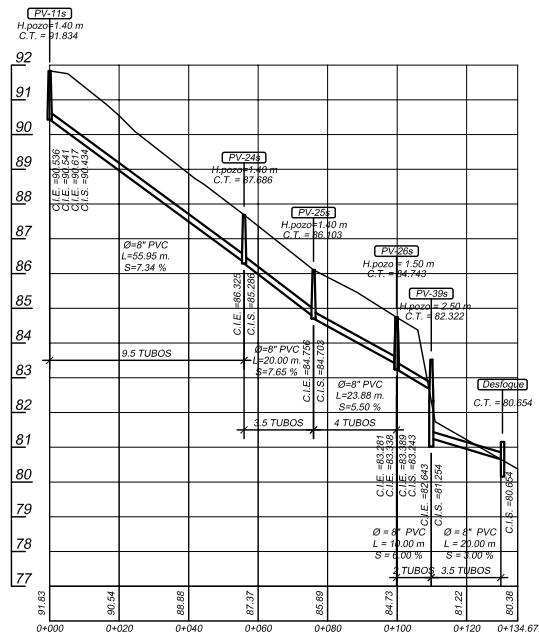
ESCALA VERTICAL: 1 / 100
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DRENAJE SANITARIO, DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	AUTOR: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ FECHA: ABRIL 2012.
PLANO DE: PLANTA PERFIL RAMAL 1, 2 Y 3	HOJA: 4/4



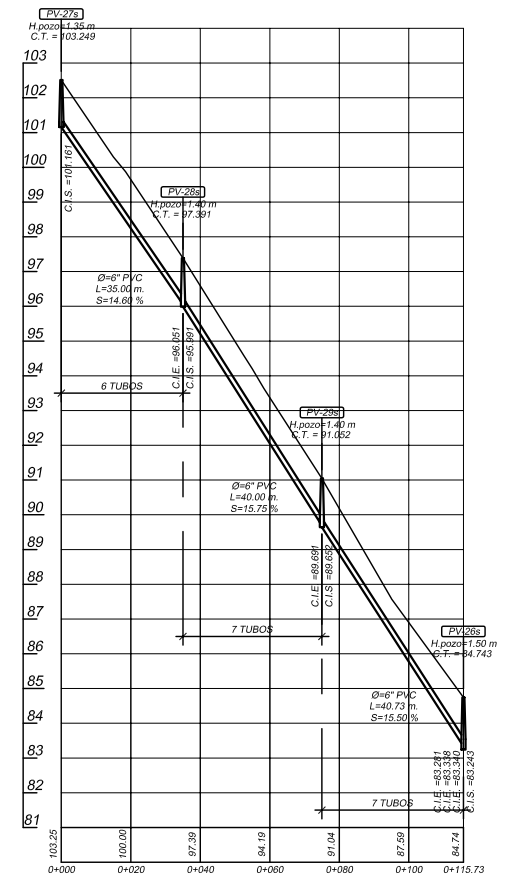
PLANTA - PERFIL RAMAL 4 y 5

ESCALA VERTICAL: 1 / 100
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000



PLANTA - PERFIL RAMAL 6

ESCALA VERTICAL: 1 / 100
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000



PLANTA - PERFIL RAMAL 7

ESCALA VERTICAL: 1 / 100
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000

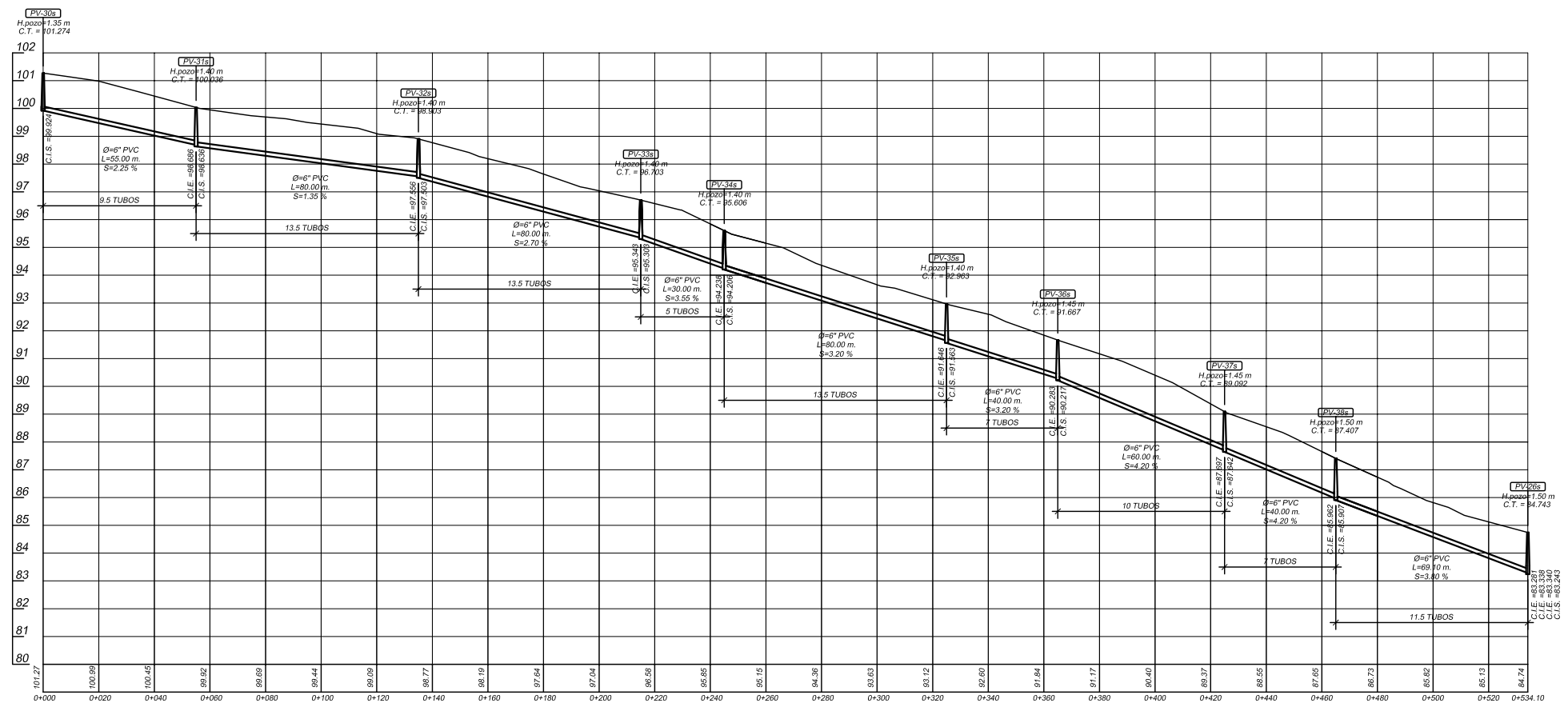
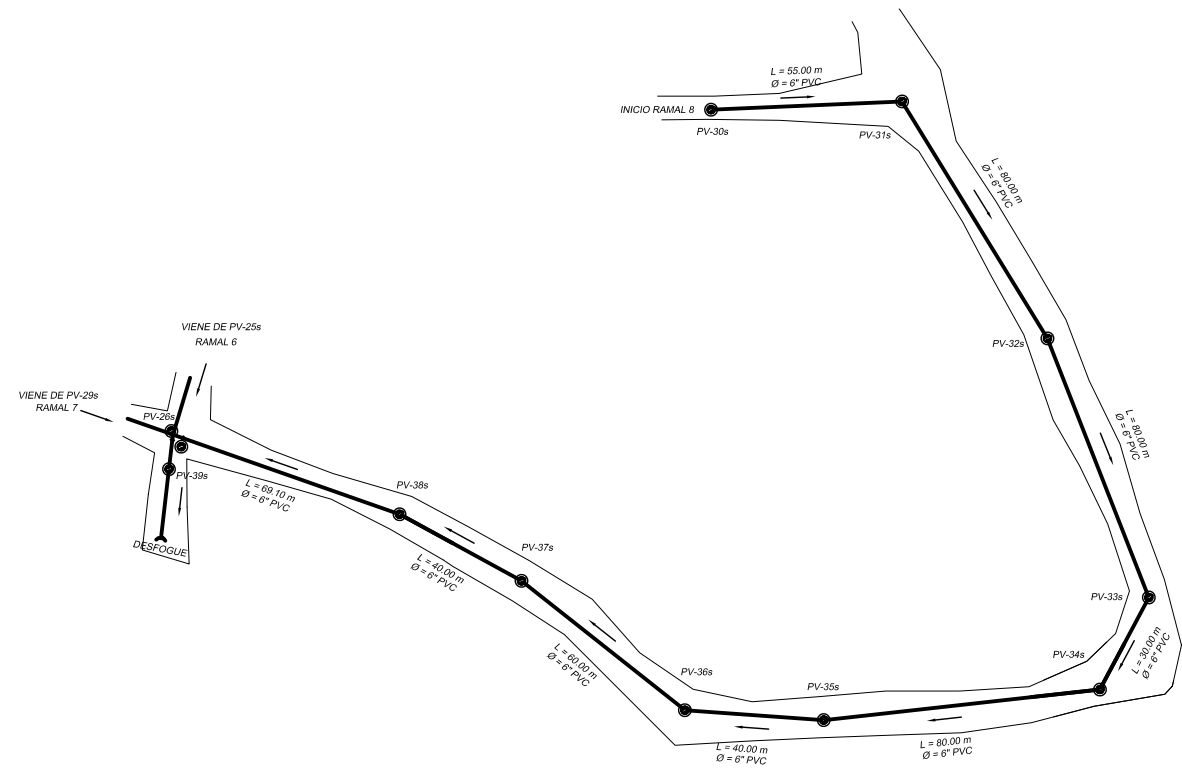
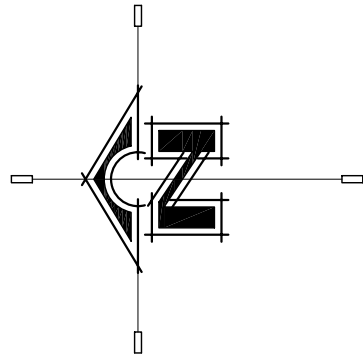
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO - E.P.S.

PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DRENAJE SANITARIO, DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.

PROFESOR: DR. JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ
ALUMNO: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ
FECHA: 26 DE ABRIL 2012

PLANO DE: PLANTA PERFIL RAMAL 4, 5, 6 Y 7

Ing. Luis Gregorio Alfaro Velásquez
Ingeniero de Edificación No. 2007

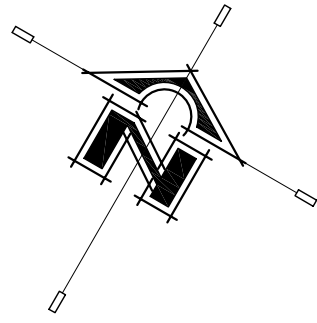


PLANTA - PERFIL RAMAL 8

ESCALA VERTICAL: 1 / 100
 ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DRENAJE SANITARIO, DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	RESPONSABLE: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ INGENIERO EN INGENIERÍA JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ INGENIERO EN INGENIERÍA APLICADA 28 DE ABRIL 2012
PLANO DE: PLANTA PERFIL RAMAL 8	6/24

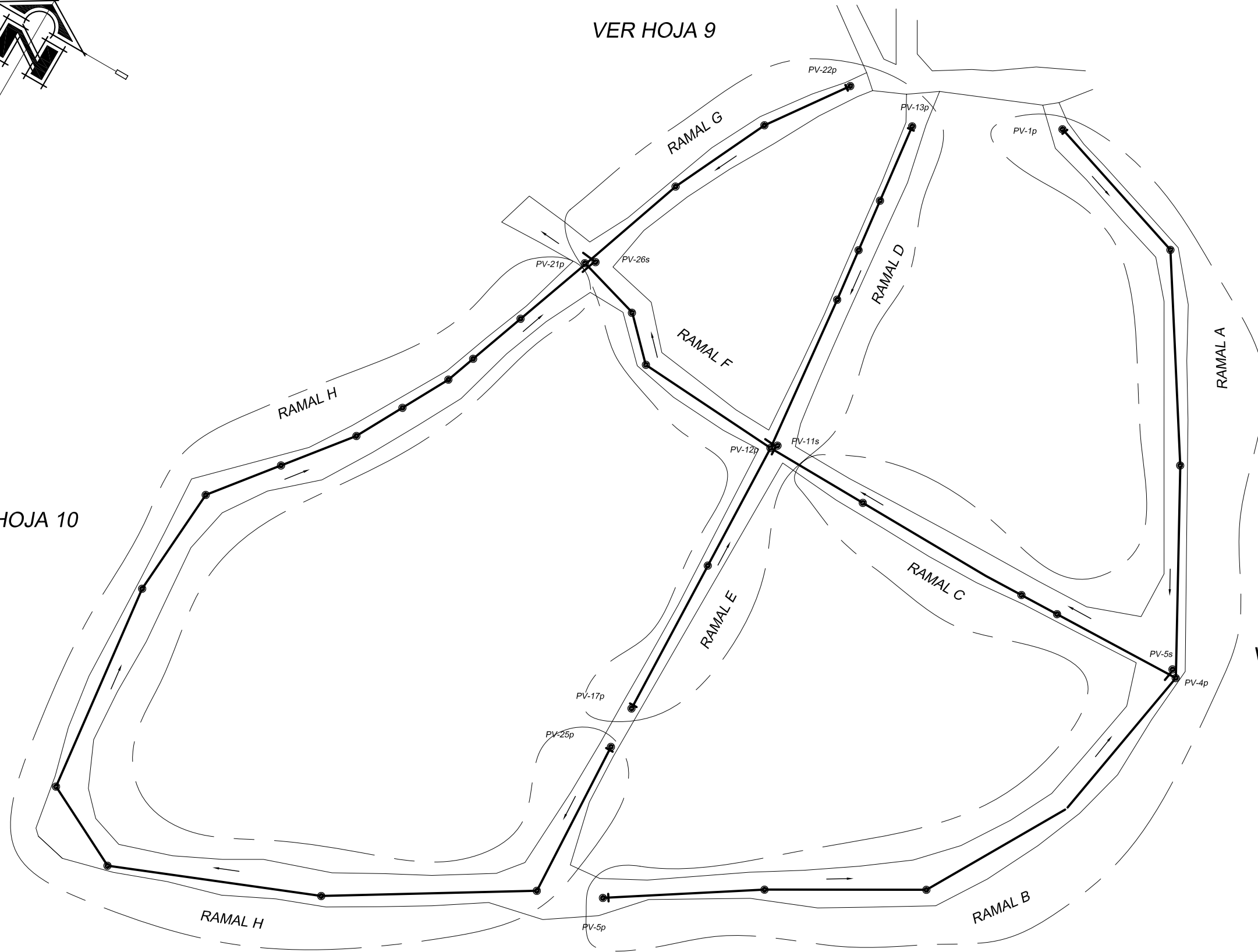
Ing. Luis Gregorio Alfaro Velaz
 Director de Proyectos S. 2007



VER HOJA 9

VER HOJA 10

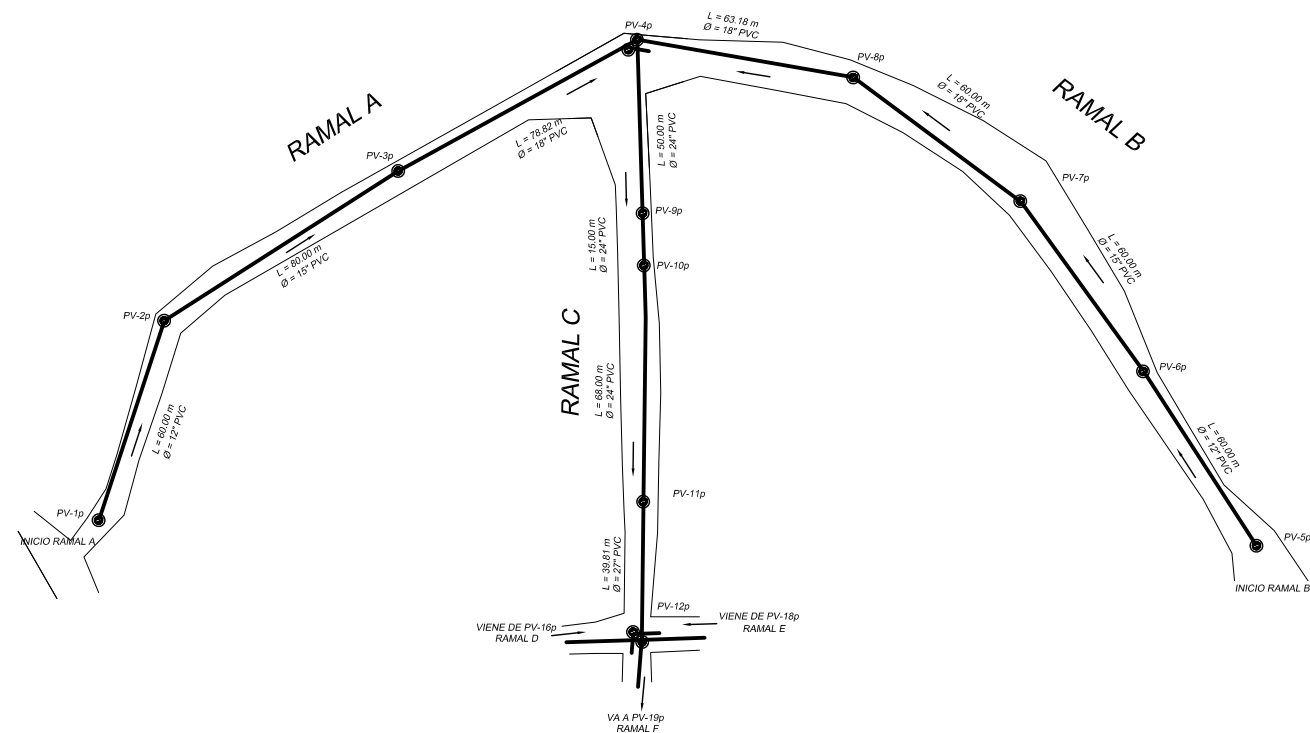
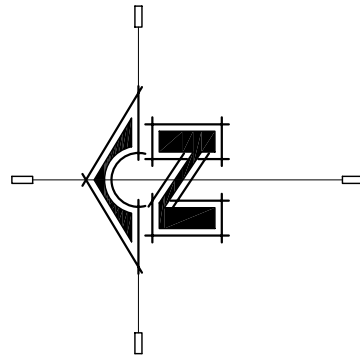
VER HOJA 8



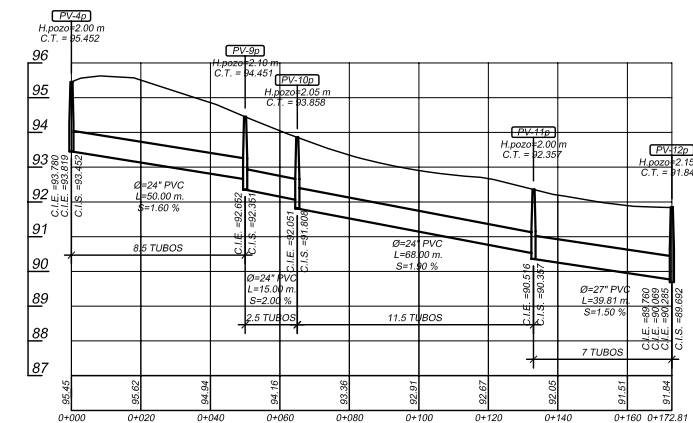
PLANTA GENERAL DRENAJE PLUVIAL

ESCALA 1 : 750

		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S-	
PROYECTO	PROFESOR	ESTUDIANTE	FECHA
DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL, DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	JUAN CARLOS RUIZ LIERNÁNDEZ	JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ	ABRIL 2012
PLANO DE:	PLANTA GENERAL DRENAJE PLUVIAL		7/24
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz			

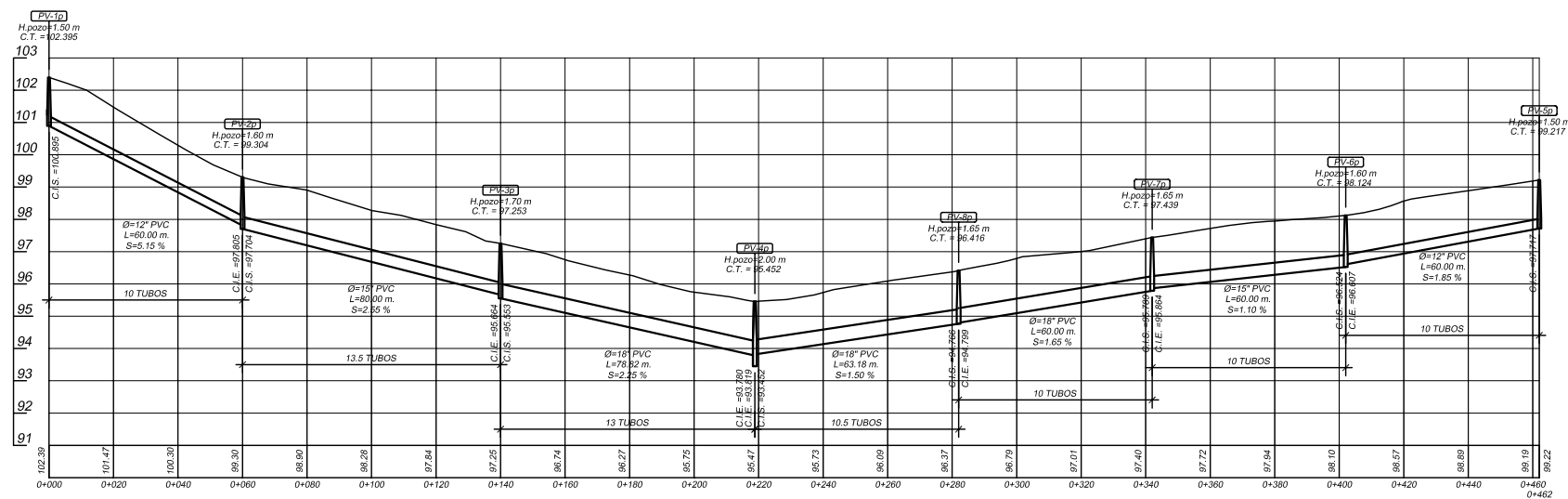


NOMENCLATURA	
	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
H_{pozo}	ALTURA DE POZO EN METROS
	TUBERIA EN PLANTA
	TUBERIA EN PERFIL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-#s	POZO DE VISITA SANITARIO NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
L = #	LONGITUD DE TUBERIA



PLANTA - PERFIL RAMAL C

ESCALA VERTICAL: 1 / 100
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000



PLANTA - PERFIL RAMAL A y B

ESCALA VERTICAL: 1 / 100
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-

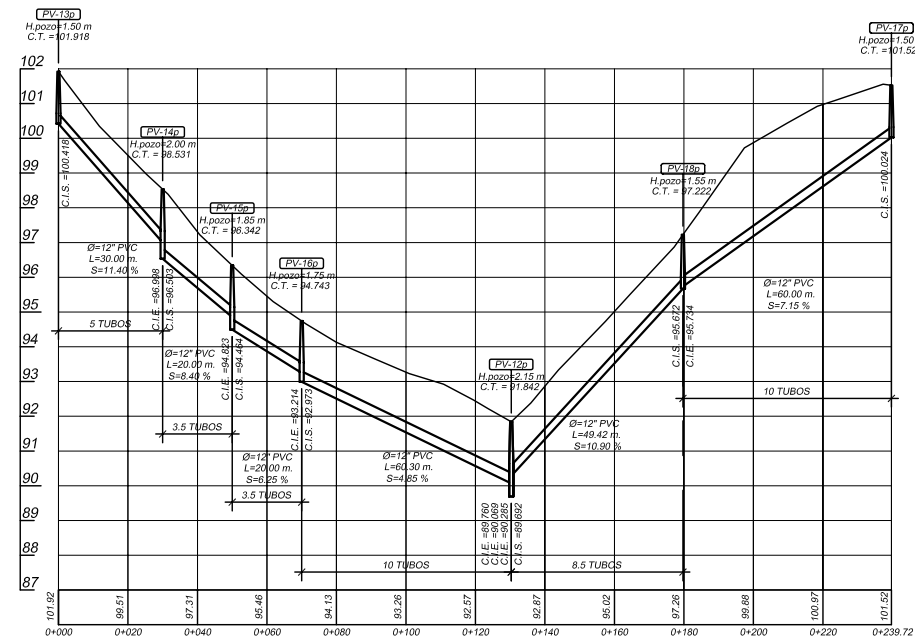
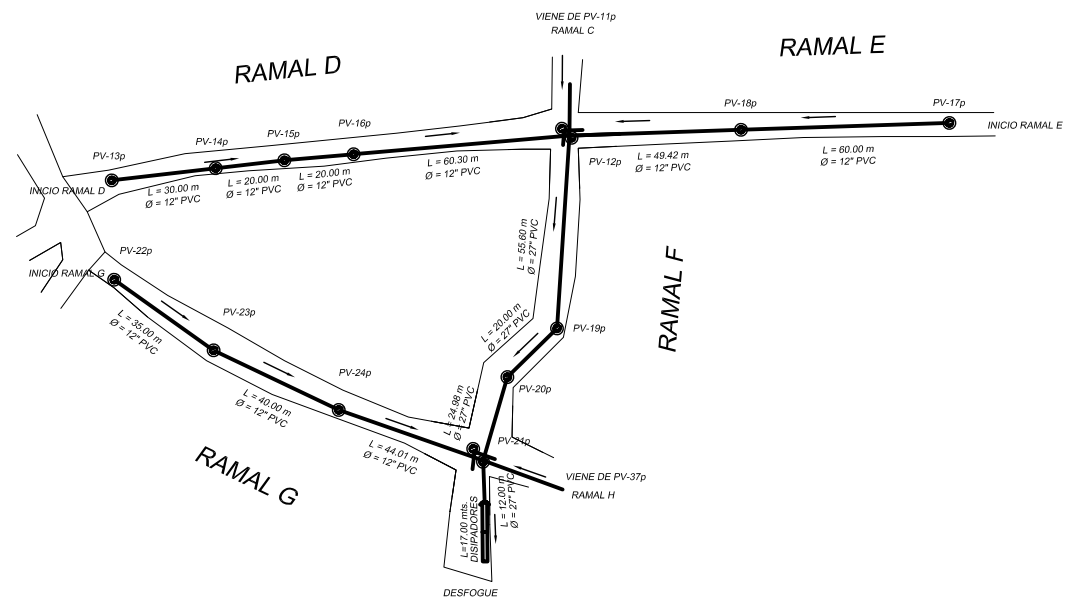
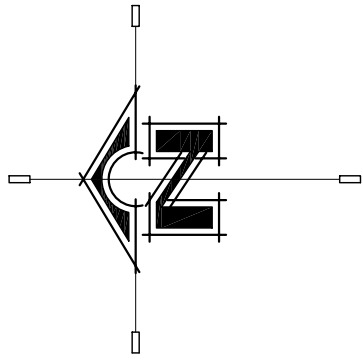
PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL, DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.

PROFESOR: JUAN CARLOS RUIZ HERNANDEZ
ESTUDIANTE: JUAN CARLOS RUIZ HERNANDEZ
FECHA: 26 DE ABRIL 2012

PLANO DE: PLANTA PERFIL RAMAL A, B Y C

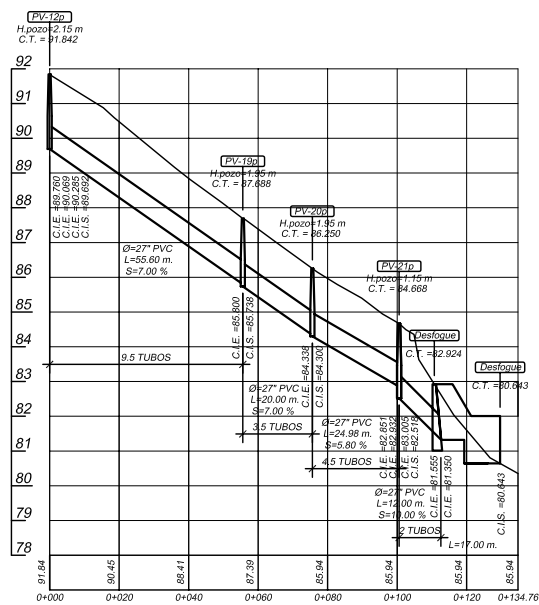
8/24

Ing. Luis Gregorio Alfaro Velazquez
Ingeniero de Profesionales No. 2002



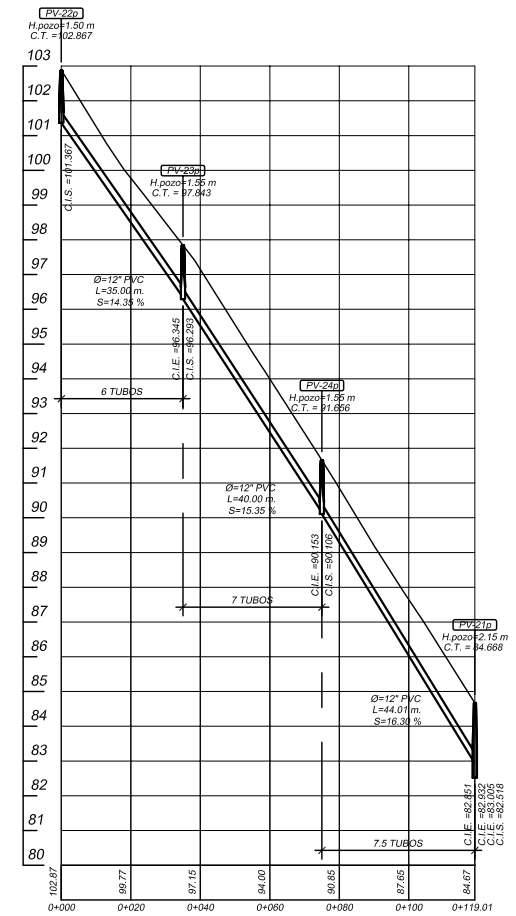
PLANTA - PERFIL RAMAL D y E

ESCALA VERTICAL: 1 / 100
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000



PLANTA - PERFIL RAMAL F

ESCALA VERTICAL: 1 / 100
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000



PLANTA - PERFIL RAMAL G

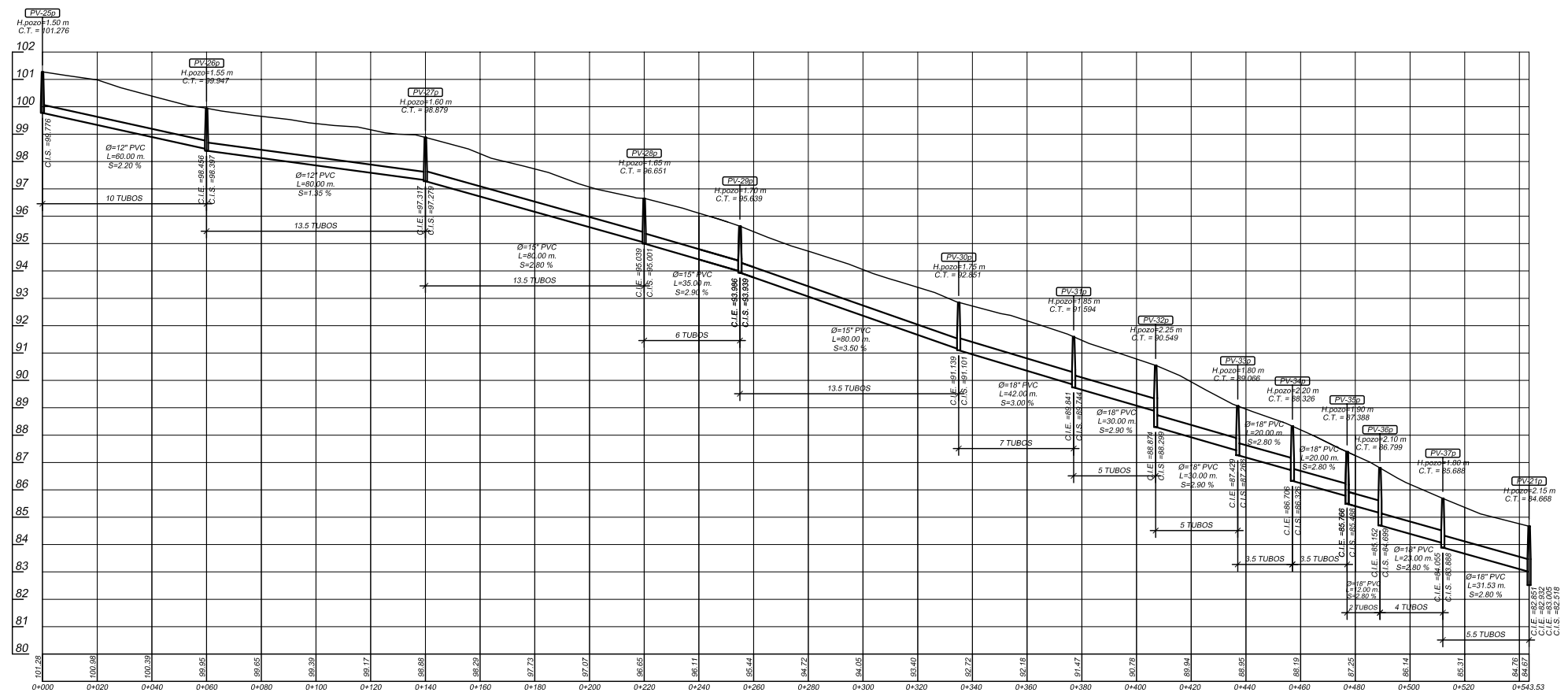
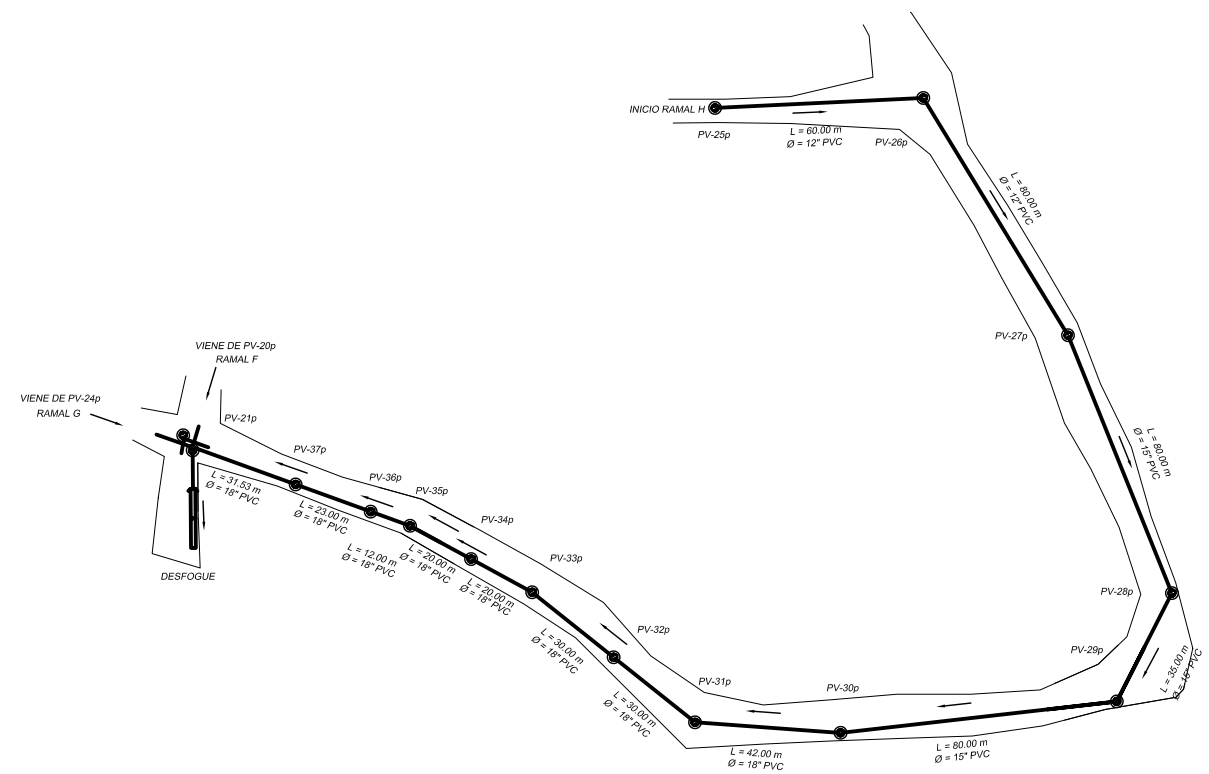
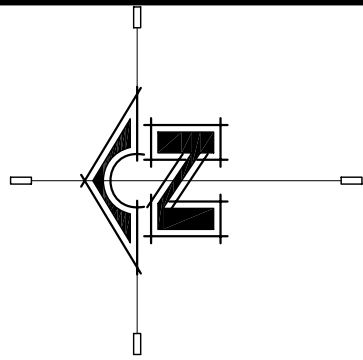
ESCALA VERTICAL: 1 / 100
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO - E.P.S.

PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL, DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.
DISEÑADOR: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ
SUPERVISOR: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ
FECHA: ABRIL 2012

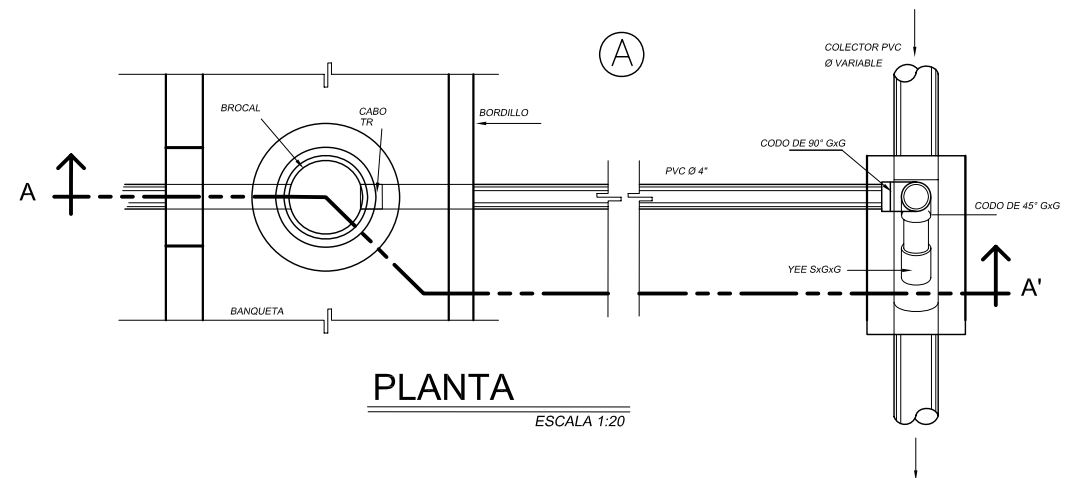
PLANO DE: PLANTA PERFIL RAMAL D, E, F Y G



PLANTA - PERFIL RAMAL H

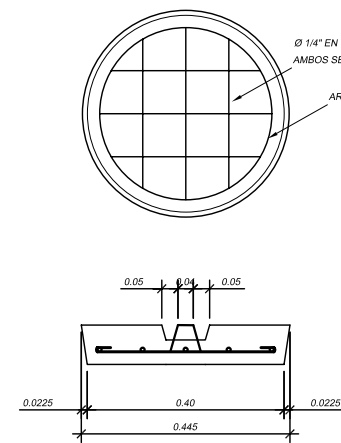
ESCALA VERTICAL: 1 / 100
 ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1000

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL, DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	RESPONSABLE: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL INSCRITO EN EL REGISTRO NACIONAL DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE GUATEMALA N.º 10.242
FECHA: 28 DE ABRIL DE 2012	ESCALA: 1:1000
PLANTA PERFIL RAMAL H	
Ing. Luis Gregorio Alfaro Velásquez Supervisado	



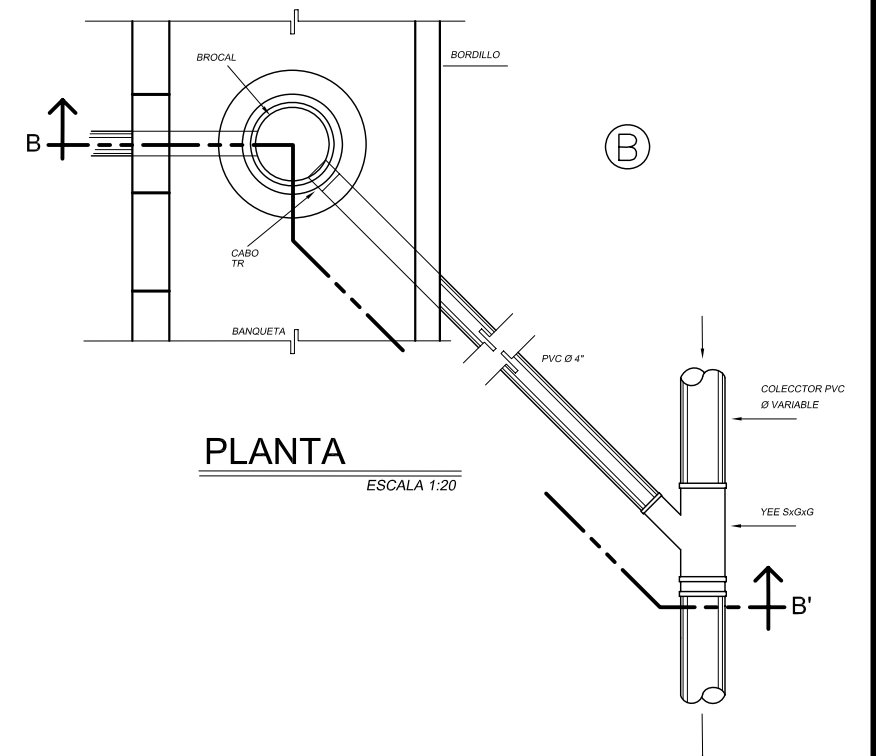
PLANTA

ESCALA 1:20



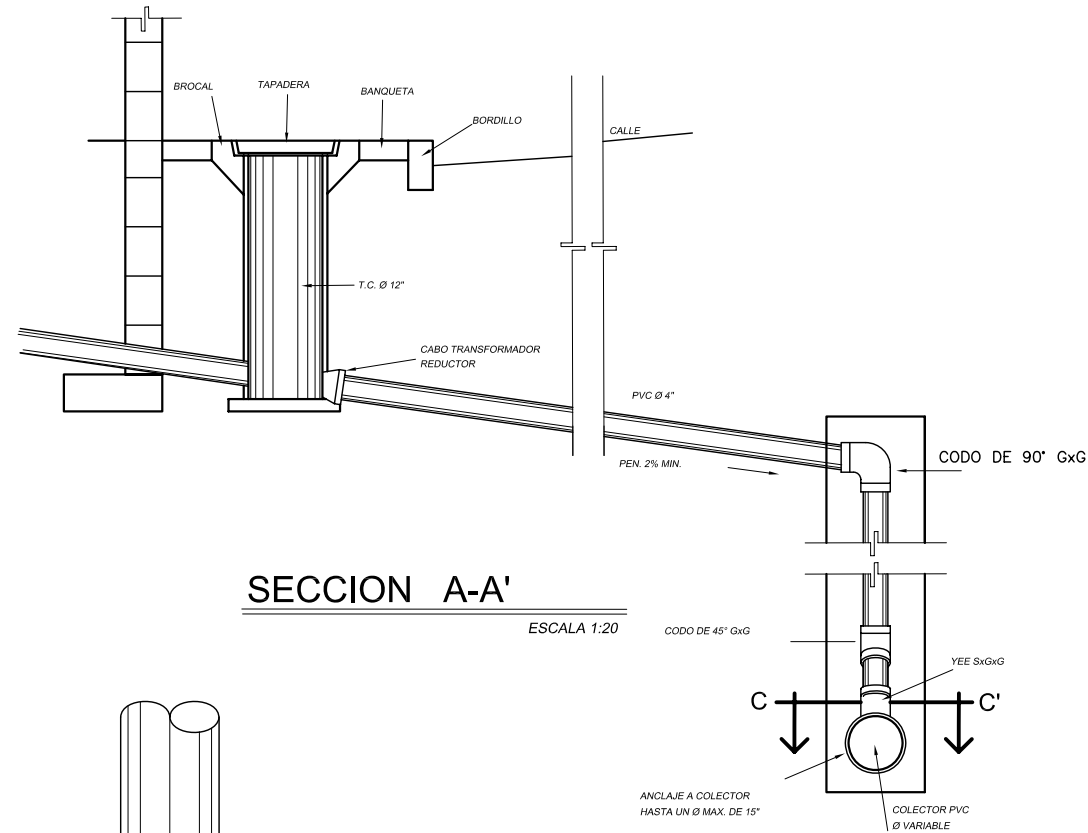
Detalle de Tapadera

ESCALA 1:10



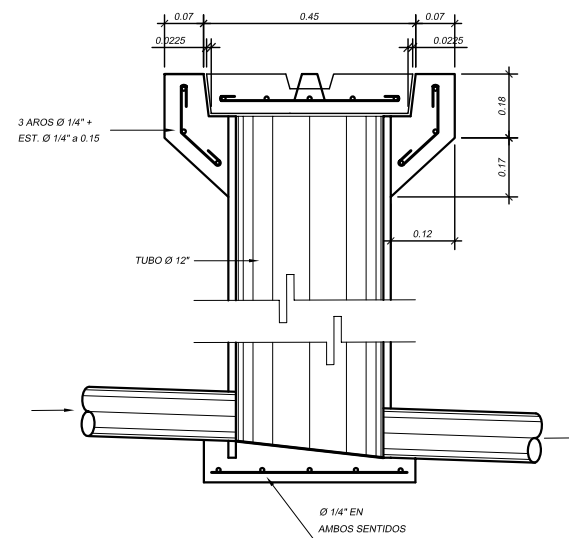
PLANTA

ESCALA 1:20



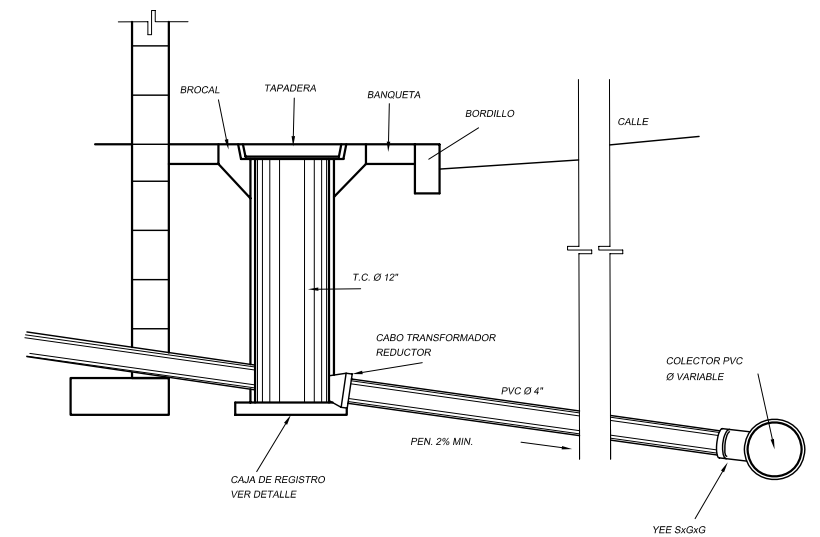
SECCION A-A'

ESCALA 1:20



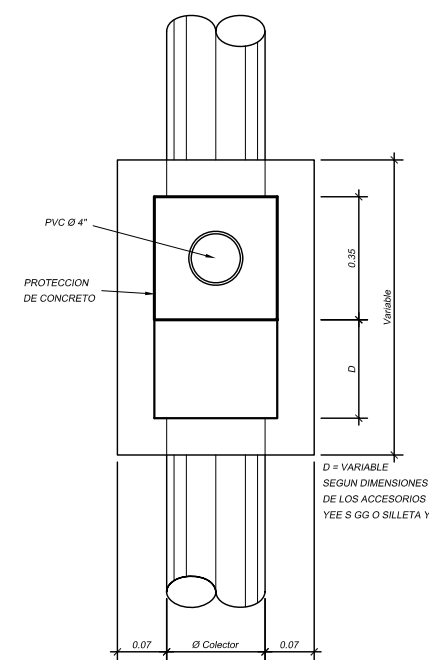
Detalle de Caja de Registro

ESCALA 1:10



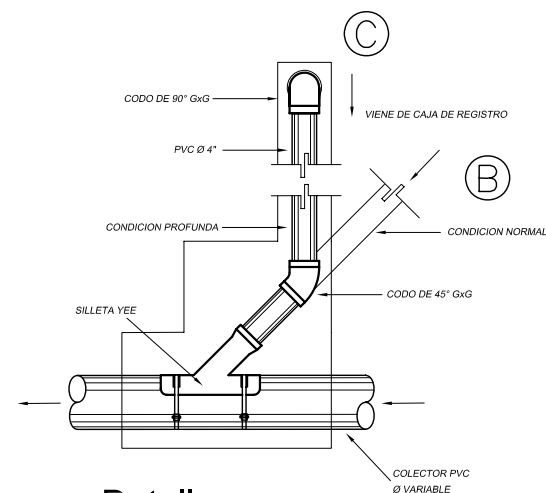
SECCION B-B'

ESCALA 1:20



Sección C-C'

ESCALA 1:10



Detalle

ESCALA 1:20

(A) PARA COLECTOR CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 3.00 m.
A LA COTA DE CORONAMIENTO. Accesorios

- A- CABO TRANSFORMADOR/REDUCTOR
- B- TUBERIA PVC Ø 4"
- C- CODO DE 90° 4" G x G
- D- CODO DE 45° 4" G x G
- E- YEE S x G x G (Ø COLECTOR x 4")

(B) CONDICIONES NORMALES

- A- CABO TRANSFORMADOR/REDUCTOR
- B- TUBERIA PVC Ø 4"
- C- YEE S x G x G (Ø COLECTOR x 4")

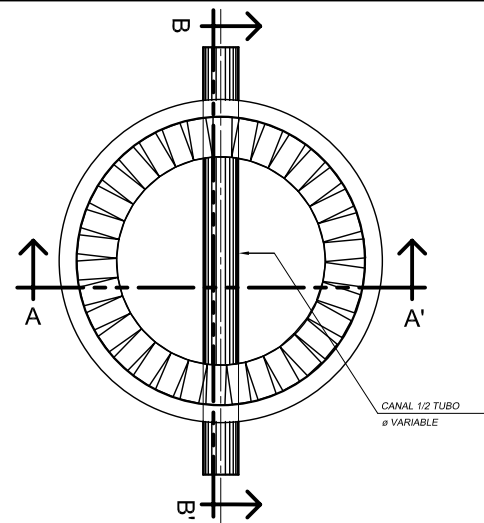
(C) PARA COLECTOR EXISTENTE
(EN CONDICIONES NORMALES O PROFUNDAS)

- A- COLOCACION DE SILLETAS "Y" (Ø COLECTOR x 4")

ESPECIFICACIONES:

- LAS TAPADERAS DE LAS CONEXIONES DOMICILIARES DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DE LA RED A LA QUE CORRESPONDAN.
- EL CONCRETO DEBERA TENER UN $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- EL MORTERO DEBERA SER CEMENTO Y ARENA EN 1:3
- EL ACERO A UTILIZAR SERA $f_c = 2810 \text{ kg/cm}^2$
- TODOS LOS ACCESORIOS A UTILIZAR SERAN DE PVC NORMA ASTM 3034

 <p>UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-</p>	
<p>PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DRENAJE SANITARIO, DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.</p>	<p>PROFESOR: JUAN CARLOS RUIZ HERNANDEZ</p>
<p>PLANO DE: DETALLE DE CONEXIONES DOMICILIARES</p>	<p>FECHA: ABRIL 2012</p>
<p>11/24</p>	



PLANTA POZO TÍPICO
ESCALA 1:20

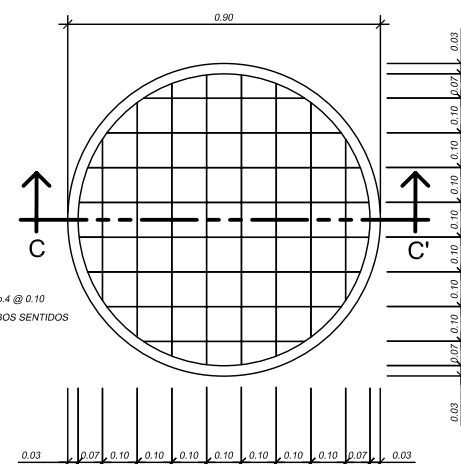
ESPECIFICACIONES:

- LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL
- EL CONCRETO DEBERA TENER UN $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- EL MORTERO DEBERA SER CEMENTO Y ARENA EN 1:3
- LOS BROCALES Y TAPADERAS DEBEN CURARSE SEGUN ESPECIFICACIONES DE ACI, ANTES DE INSTALAR
- EL ACERO A UTILIZAR SERA $f_c = 2810 \text{ kg/cm}^2$
- TODOS LOS ACCESORIOS A UTILIZAR SERAN DE PVC NORMA ASTM 3034

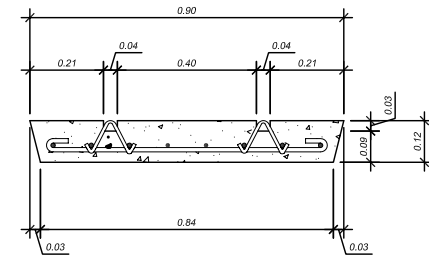
NOTAS:

TODO EL LADRILLO A USAR, SERA TIPO TAYUYO DE 0.065 X 0.11 X 0.23 COLOCADO DE PUNTA

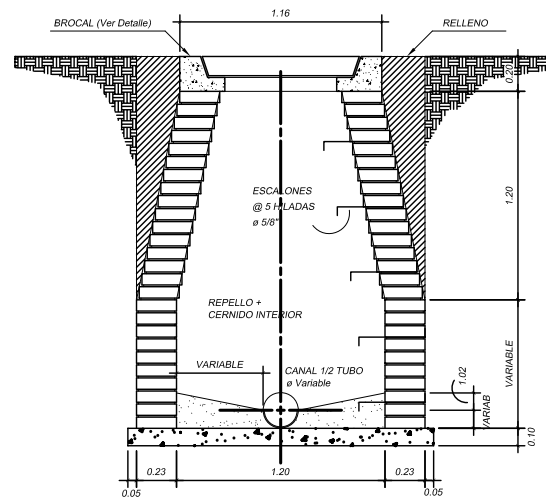
EL INTERIOR DE LOS POZOS, DEBERA REPELLARSE



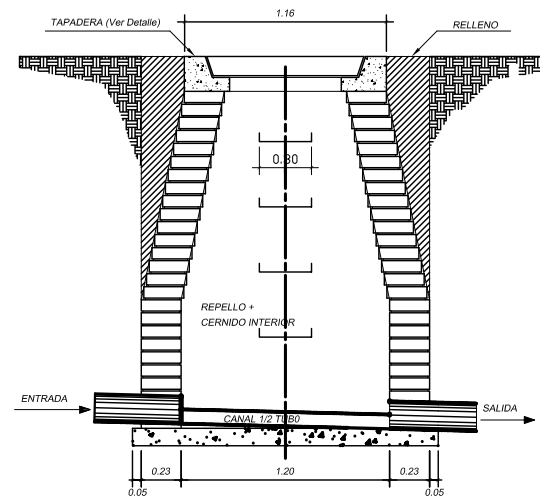
PLANTA TAPADERA
ESCALA 1:10



CORTE C - C'
ESCALA 1:10

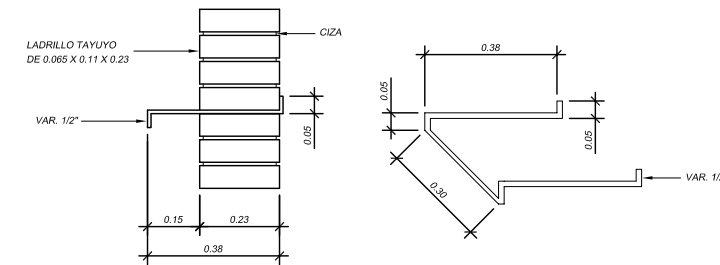


CORTE A - A'
ESCALA 1:20



CORTE B - B'
ESCALA 1:20

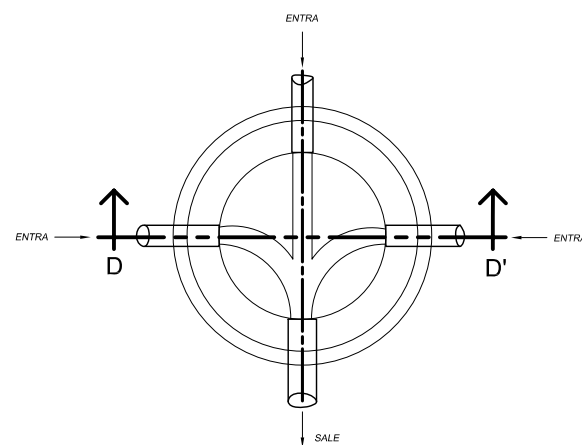
DETALLE DE TAPADERA



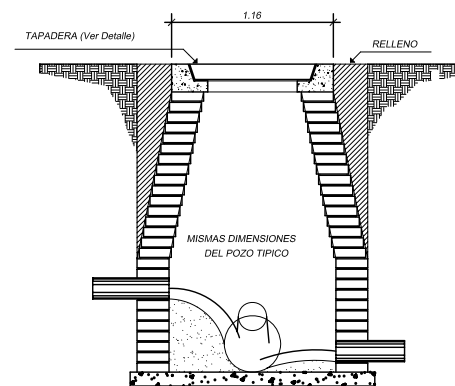
DETALLE DE ESCALON
ESCALA 1:10

DETALLE DE POZO DE VISITA TÍPICO

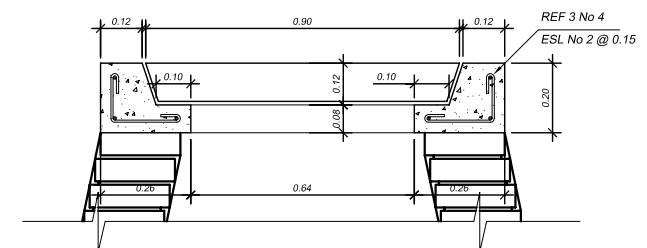
ESCALA 1:20



PLANTA POZO CON 3 ENTRADAS
ESCALA 1:25




CORTE D - D'
ESCALA 1:25

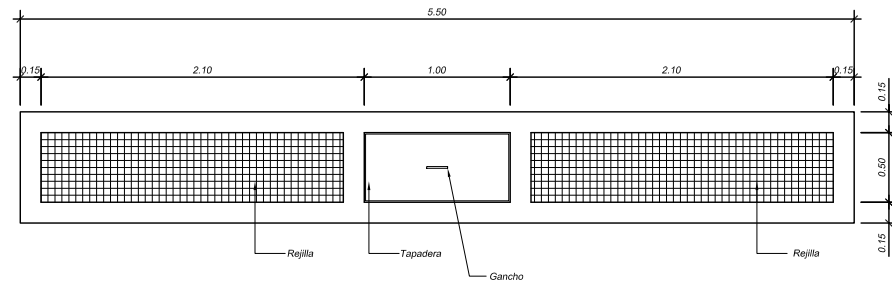


DETALLE DE BROCAL
ESCALA 1:10

DETALLE DE POZO CON 3 ENTRADAS

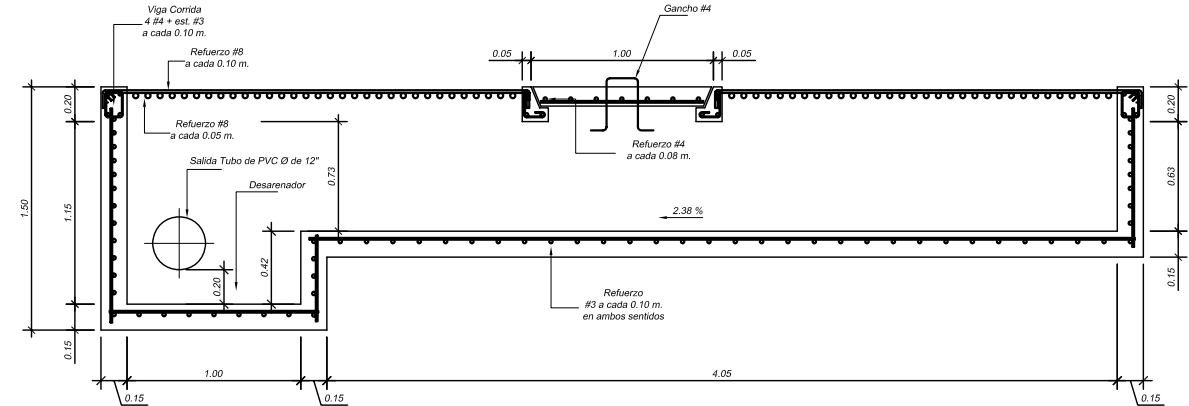
ESCALA 1:25

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DRENAJE SANITARIO, DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	DISEÑADO POR: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ
PLAN DE: DETALLE DE POZOS DE VISITA	FECHA: ABRIL 2012
12	



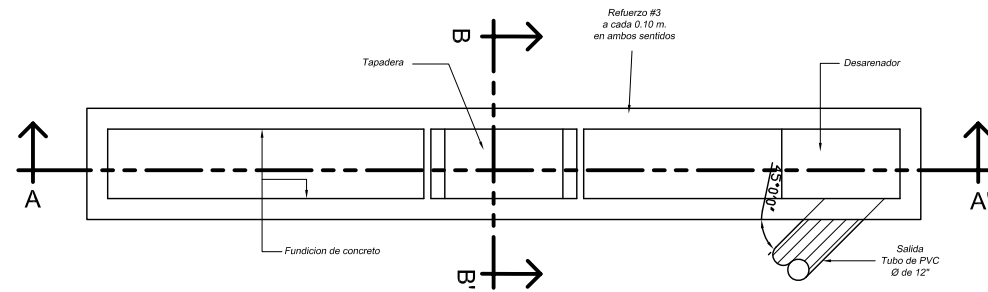
PLANTA CANAL DE REJILLA

ESCALA 1:25



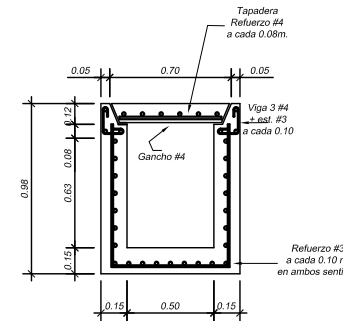
SECCION A - A'

ESCALA 1:20



PLANTA CIMENTACION DE REJILLA

ESCALA 1:25

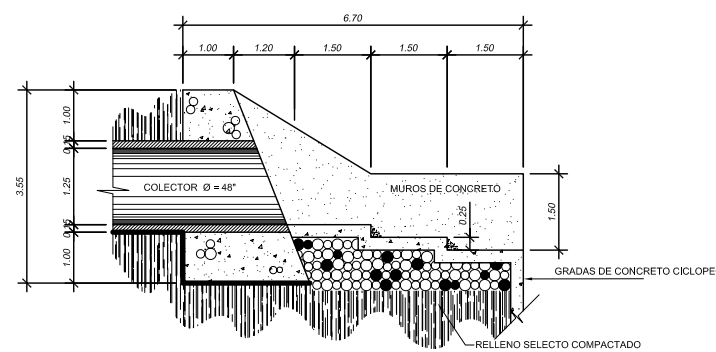


SECCION B - B'

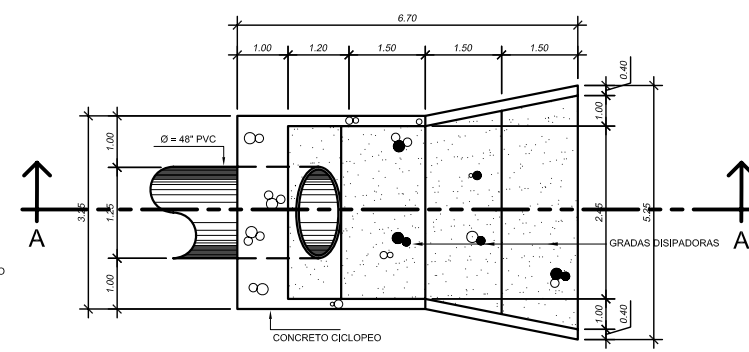
ESCALA 1:20

ESPECIFICACIONES:

- EL CONCRETO DEBERA TENER UN $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- EL MORTERO DEBERA SER CEMENTO Y ARENA EN 1:3
- EL CONCRETO DEBERE CURARSE SEGUN ESPECIFICACIONES DE ACI.
- EL ACERO A UTILIZAR SERA $f_c = 2810 \text{ kg/cm}^2$
- TODOS LOS ACCESORIOS A UTILIZAR SERAN DE PVC



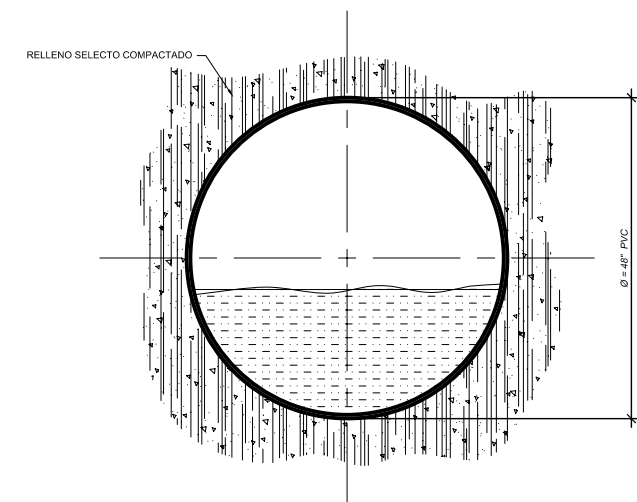
SECCION A - A'



PLANTA


DETALLE DE CABEZAL

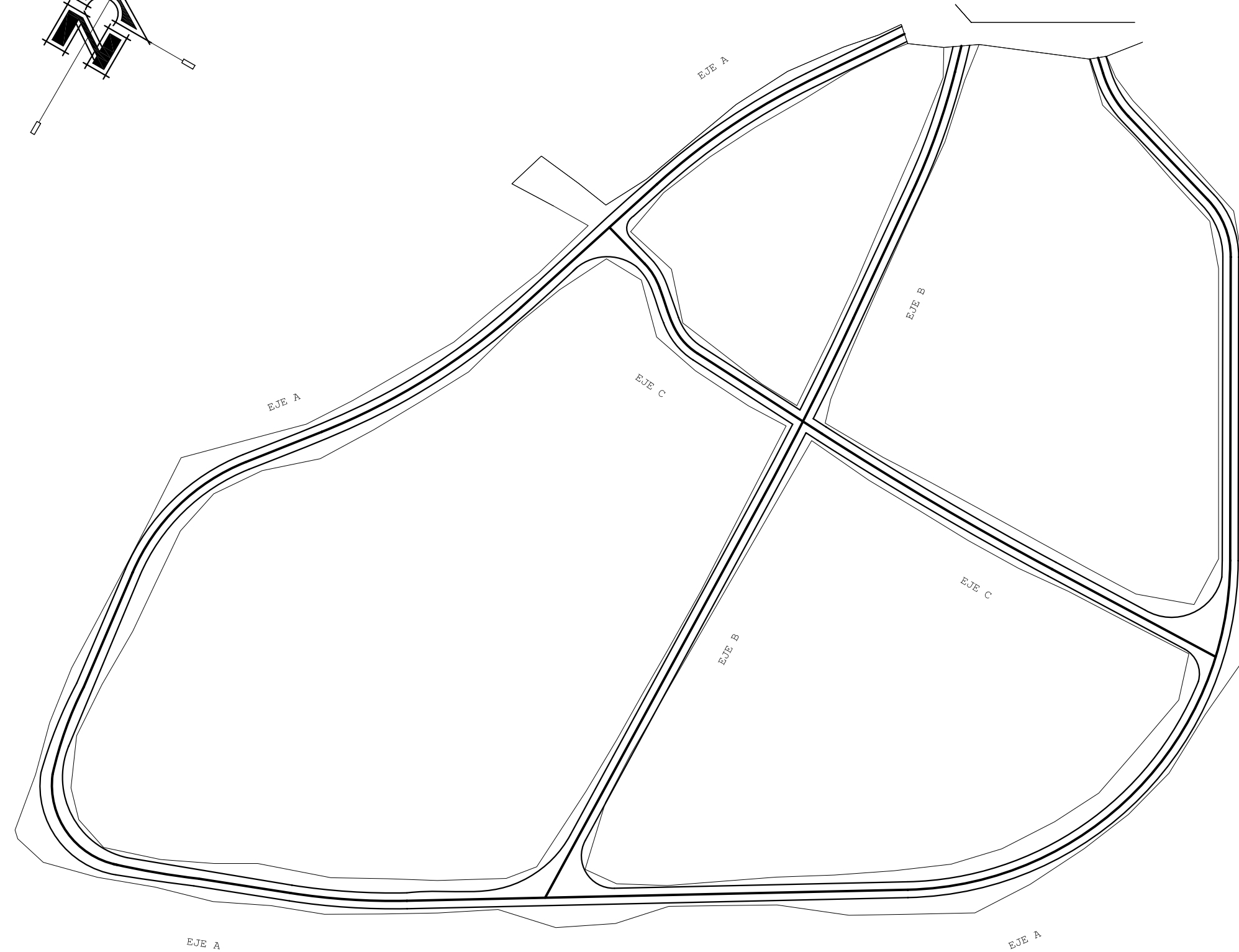
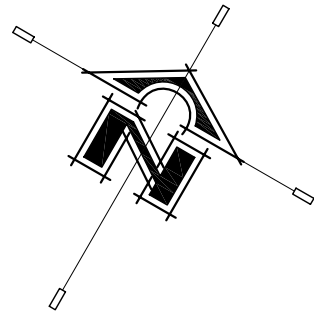
SIN ESCALA



DETALLE DE COLECTOR Ø = 48" PVC

SIN ESCALA

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE RED DE DRENAJE SANITARIO, DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	DISEÑADO POR: JUAN CARLOS RUIZ HERNANDEZ REVISADO POR: JUAN CARLOS RUIZ HERNANDEZ FECHA DE APLICADA: 26 DE ABRIL 2012.
PLANO DE: DETALLE DE CANAL + REJILLA, DETALLE DE DESFOGUE	HOJA: 13



DATOS DE PLANTA (TOPOGRAFÍA)					
Caminamiento EJE A		Azmut	Distancia Horizontal	Radio	Longitud de Curva
Estación	Punto Obs.				
0+000.000	0+005.700	132°34'39"	5.70		
0+005.700	0+023.122			38.20	17.43
0+023.122	0+063.335	106°26'18"	40.21		
0+063.335	0+085.165			28.65	21.83
0+085.165	0+190.725	105°05'52"	105.56		
0+190.725	0+368.004			114.59	117.28
0+368.004	0+542.096	238°44'14"	174.09		
0+542.096	0+582.673			229.18	40.58
0+582.673	0+637.822	248°52'54"	55.15		
0+637.822	0+697.387			32.74	59.56
0+697.387	0+760.090	353°07'13"	62.70		
0+760.090	0+816.574			71.62	56.48
0+816.574	0+844.884	38°18'26"	28.31		
0+844.884	0+927.011			229.18	82.13
0+927.011	0+990.782	17°46'33"	63.77		
0+990.782	1+055.123			229.18	64.34
1+055.123	1+091.870	33°5'140"	36.75		

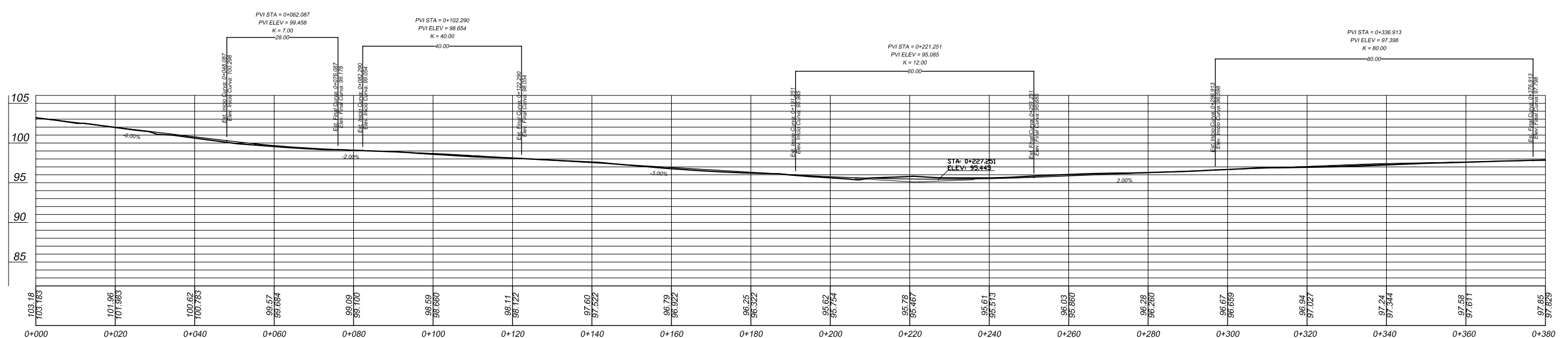
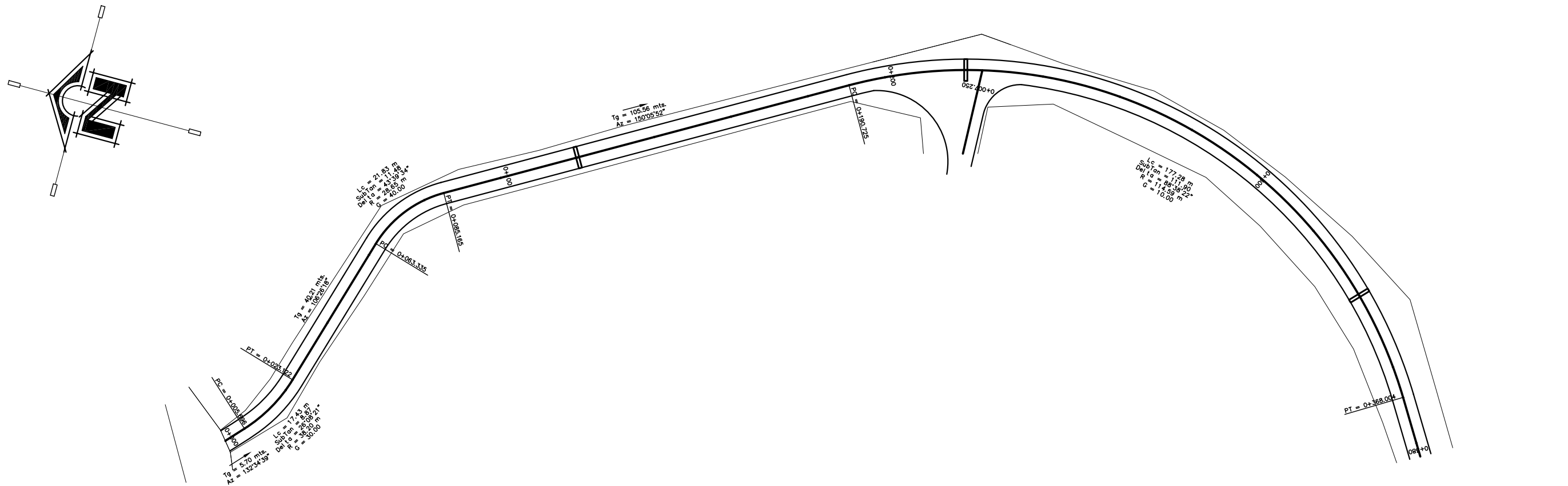
DATOS DE PLANTA (TOPOGRAFÍA)					
Caminamiento EJE B		Azmut	Distancia Horizontal	Radio	Longitud de Curva
Estación	Punto Obs.				
0+000.000	0+154.241	358°33'21"	154.24		
0+154.241	0+225.221			1145.92	70.98
0+225.221	0+274.127	355°00'23"	48.91		
0+274.127	0+317.941			229.18	43.81
0+317.941	0+327.306	344°03'12"	9.36		

DATOS DE PLANTA (TOPOGRAFÍA)					
Caminamiento EJE C		Azmut	Distancia Horizontal	Radio	Longitud de Curva
Estación	Punto Obs.				
0+007.250	0+069.018	268°10'31"	61.77		
0+069.018	0+161.818			1145.92	90.80
0+161.818	0+213.321	272°48'55"	51.50		
0+213.321	0+228.387			22.92	15.07
0+228.387	0+240.295	310°28'46"	11.91		
0+240.295	0+250.133			22.92	9.84
0+250.133	0+265.025	285°53'05"	14.89		

PLANTA GENERAL

ESCALA 1:750

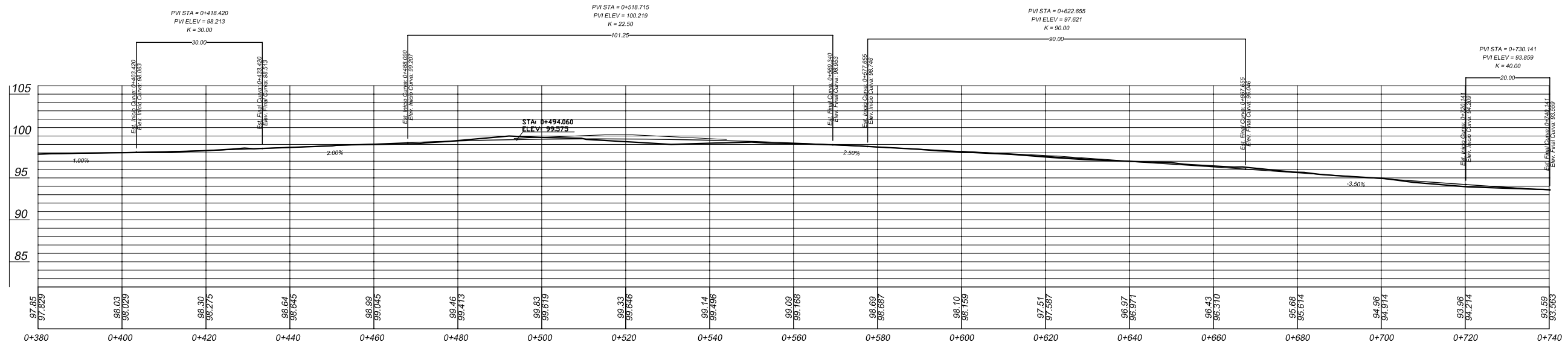
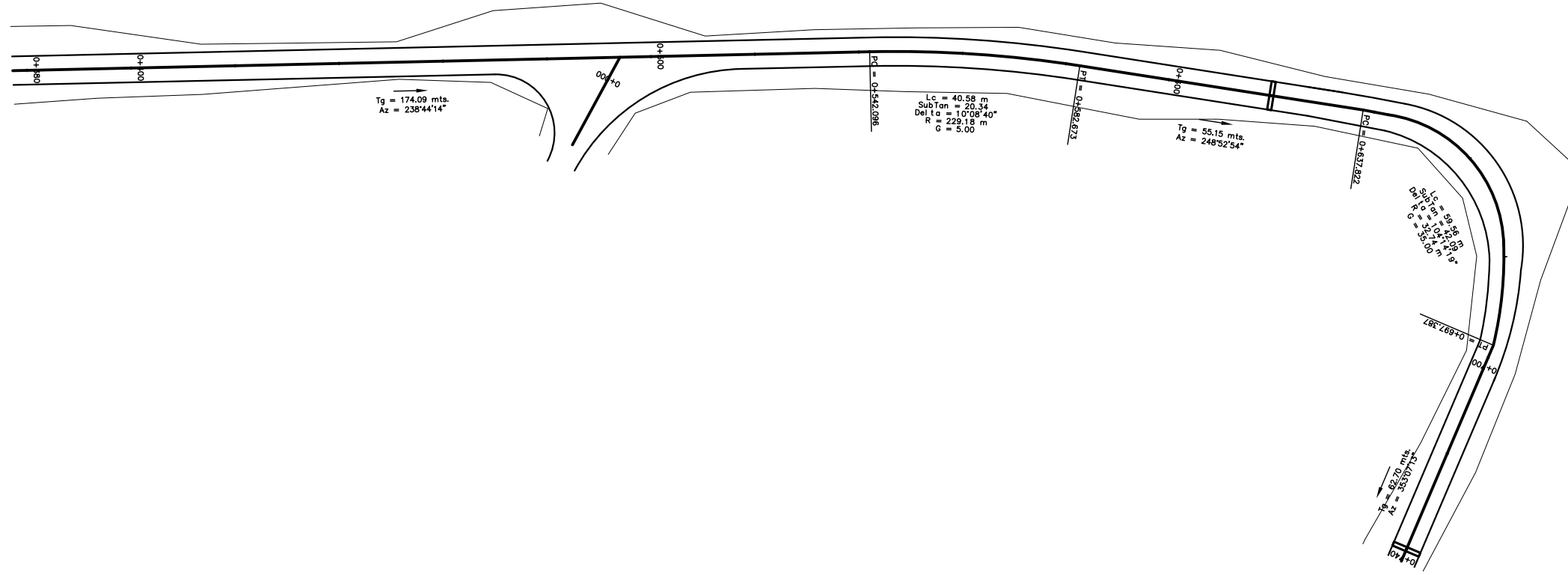
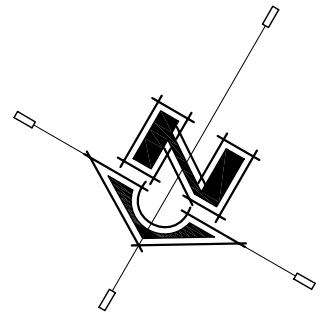
 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACION DE CALLES DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	RESPONSABLE: JUAN CARLOS RUIZ HERNANDEZ INGENIERO CIVIL INSCRIPCIÓN: 2012
PLANO DE: PLANTA GENERAL PAVIMENTACION	HOJA: 14



PLANTA - PERFIL CAMIENTO EJE A

ESCALA VERTICAL: 1 / 250
 ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500

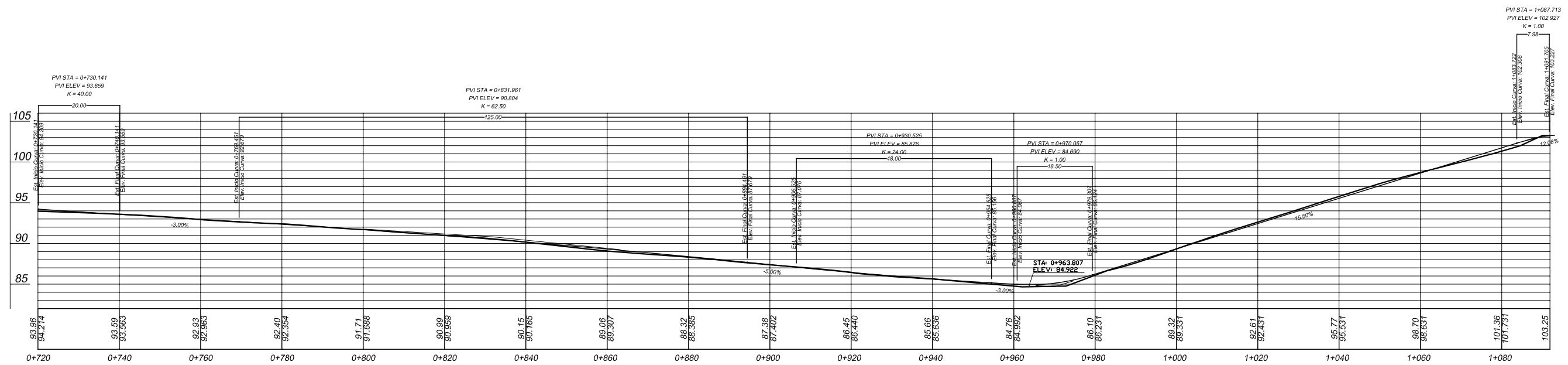
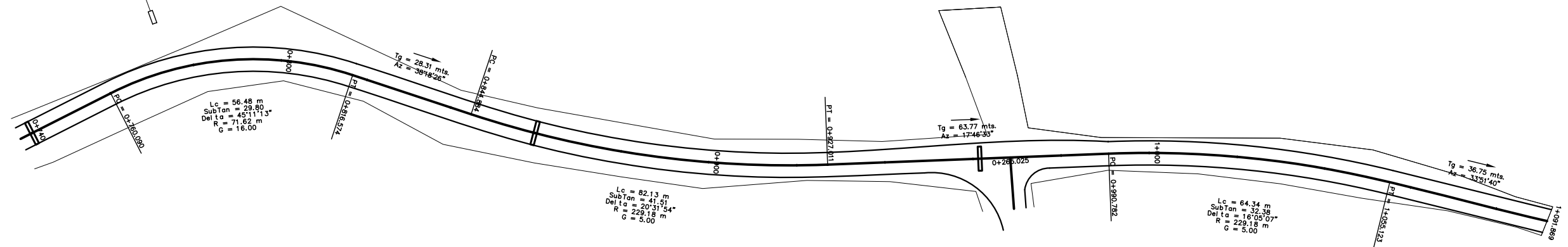
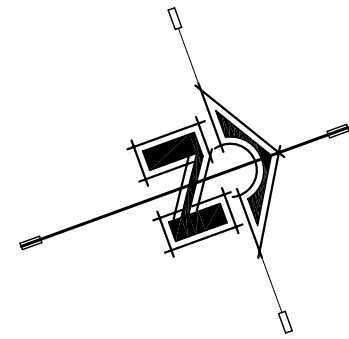
 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACION DE CALLES DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	DISEÑADO POR: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ
PLAN DE: PLANTA - PERFIL CAMINAMIENTO EJE A 0+000 - 0+380	FECHA: ABRIL 2012
Ing. Luis Gregorio Alfaro Velázquez <small>Matrícula de Coleccionista: 907</small>	



PLANTA - PERFIL CAMIENTO EJE A

ESCALA VERTICAL: 1 / 250
 ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500

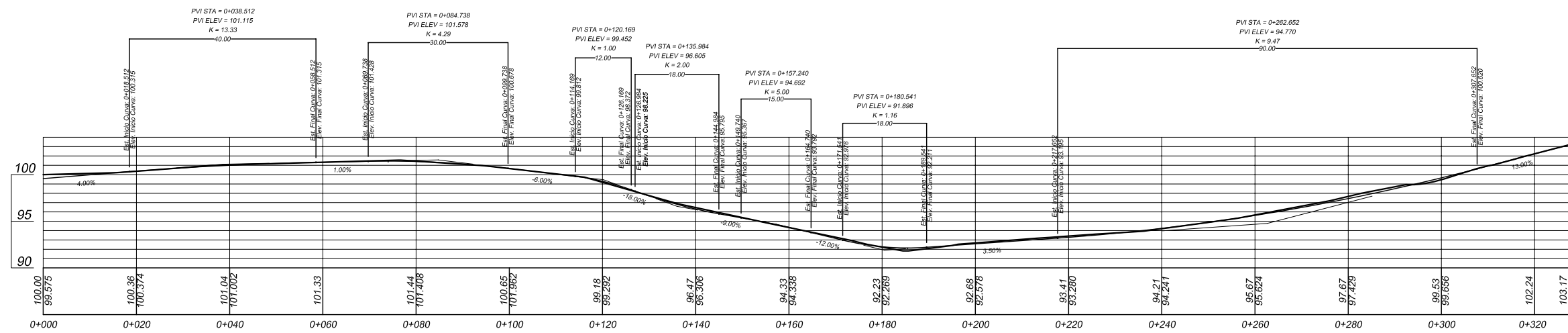
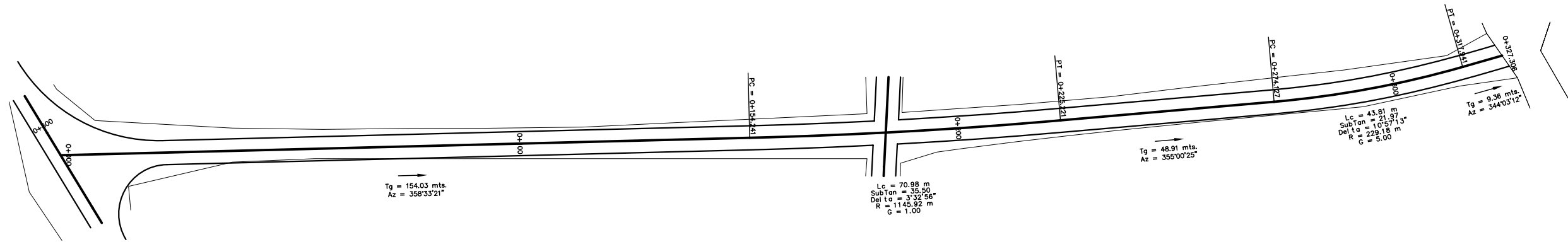
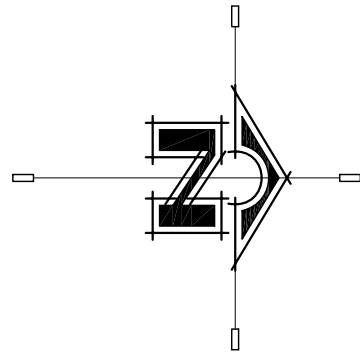
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACION DE CALLES DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	PROFESOR: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ ALUMNO: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ FECHA: 28 DE ABRIL 2012
PLANO DE: PLANTA - PERFIL CAMINAMIENTO EJE A 0+380 - 0+740	
Ing. Luis Gregorio Alfaro Velásquez <small>Ingeniero de Edificación No. 107</small>	



PLANTA - PERFIL CAMIENTO EJE A


ESCALA VERTICAL: 1 / 250
 ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500

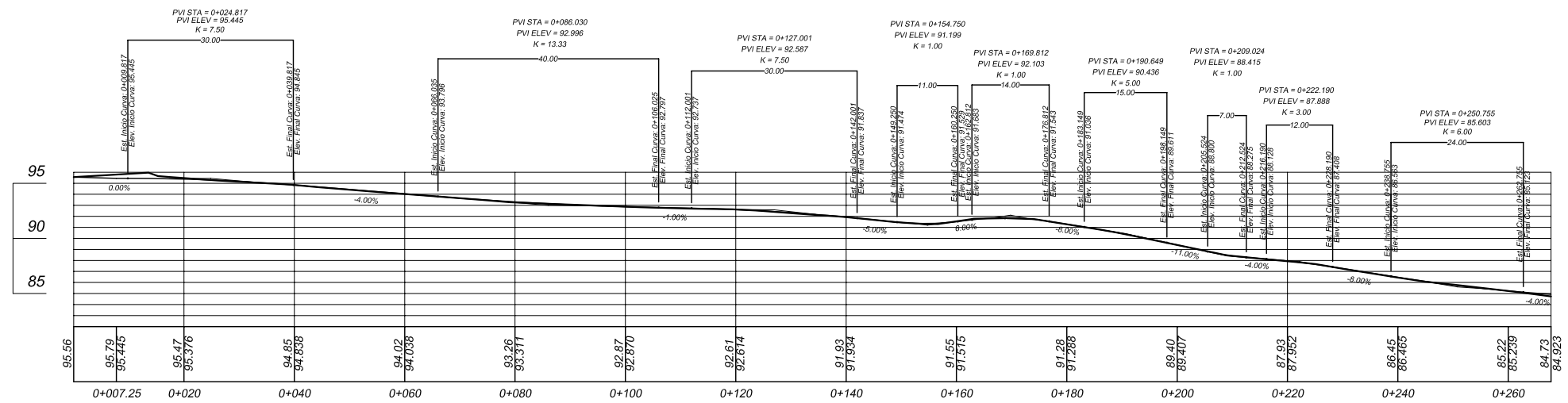
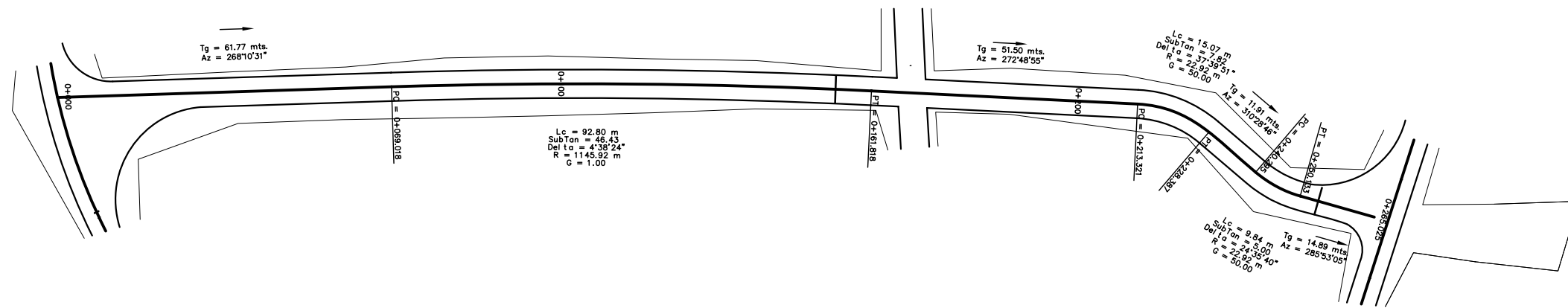
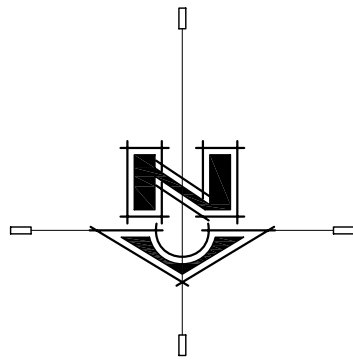
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACION DE CALLES DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	DISEÑADO POR: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ
PLAN DE: PLANTA - PERFIL CAMINAMIENTO EJE A 0+720 - 1+087.87	FECHA: 26 DE FEBRIL 2012
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz <small>Supervisor de Obras Públicas</small>	



PLANTA - PERFIL CAMIENTO EJE B

ESCALA VERTICAL: 1 / 250
 ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500

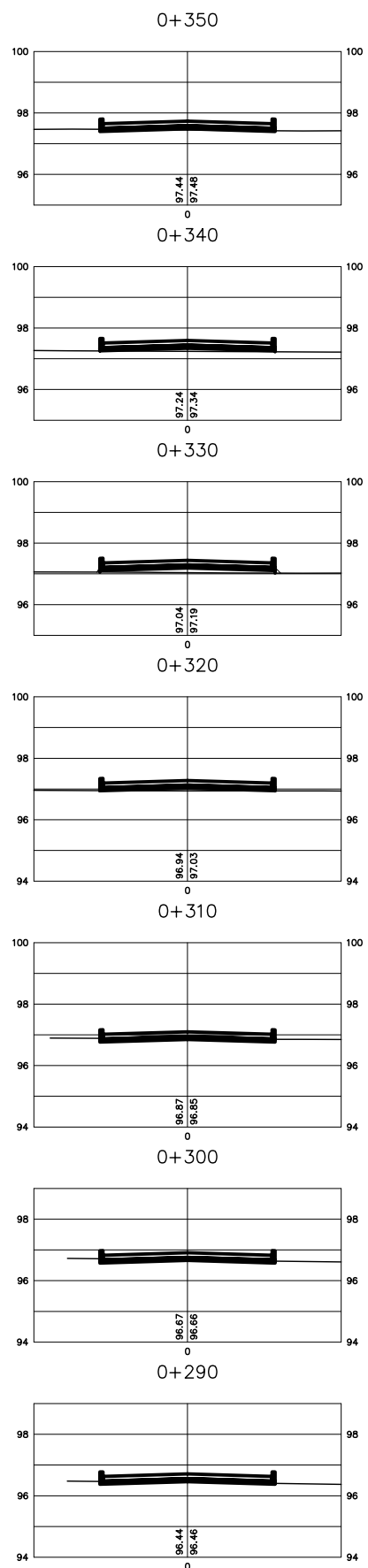
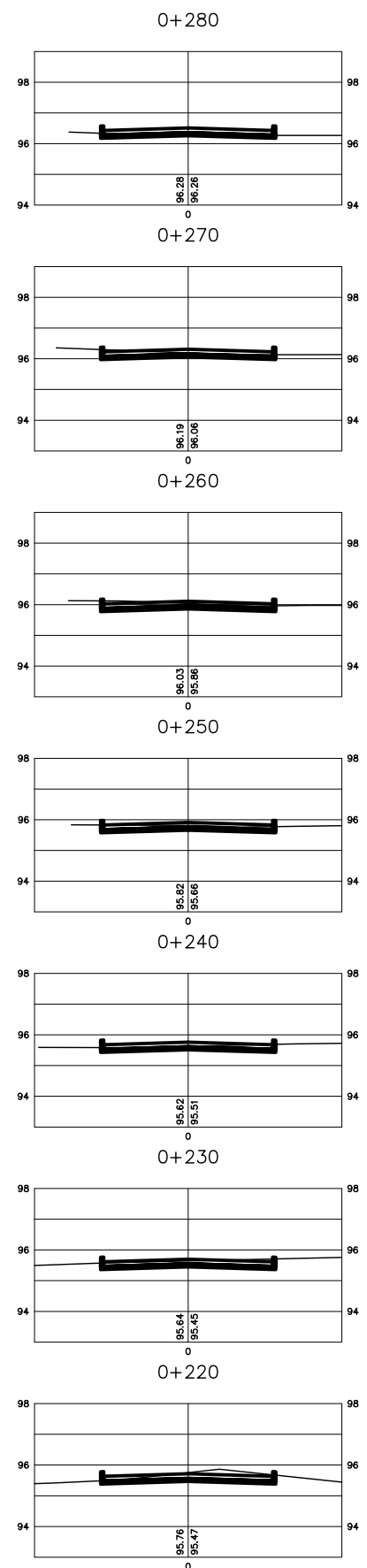
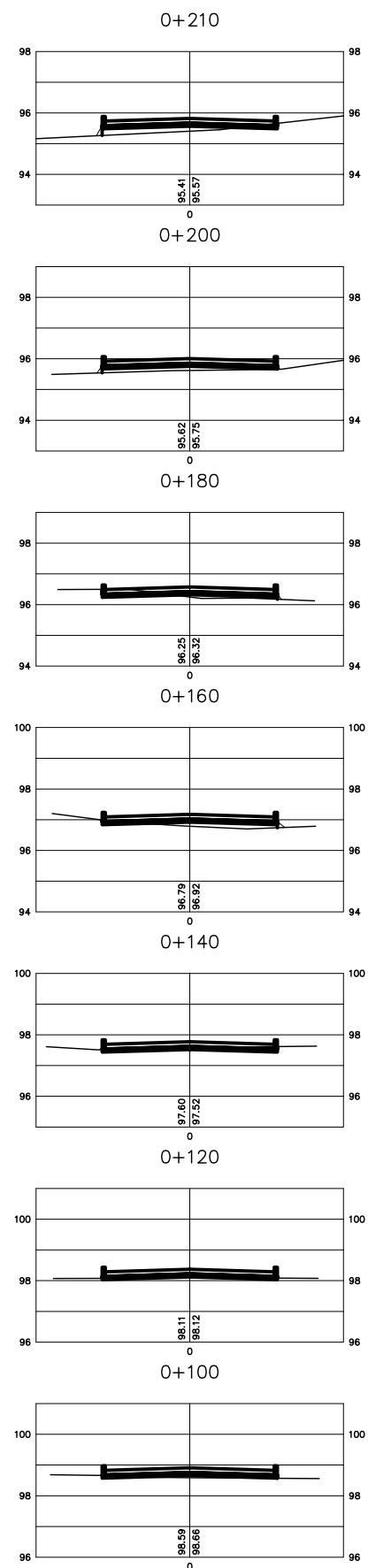
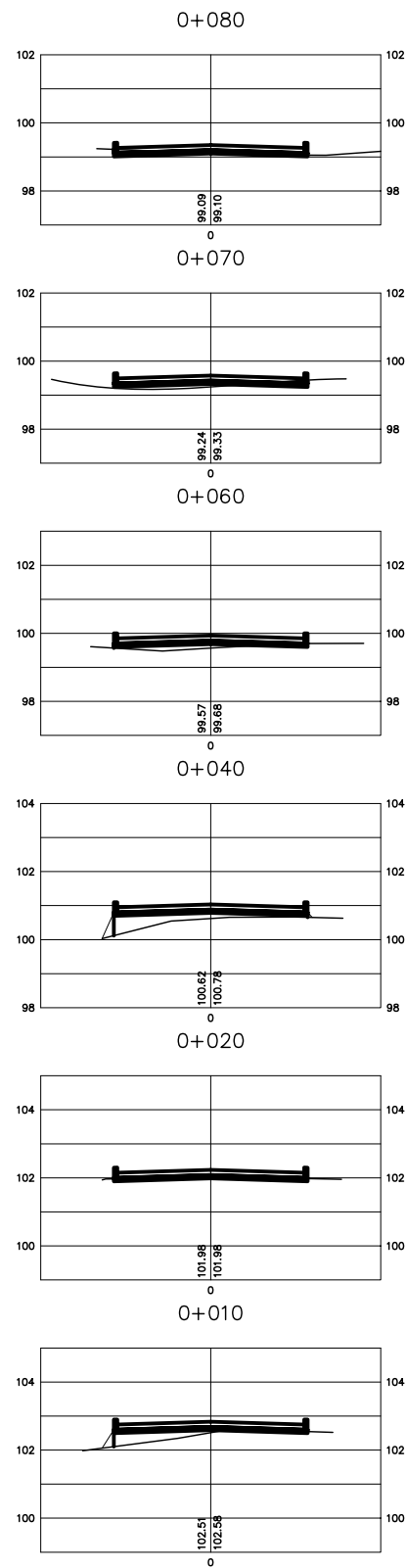
 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACION DE CALLES DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	DISEÑADO POR: JUAN CARLOS RUIZ HERNANDEZ
PLANEO DE: PLANTA - PERFIL CAMINAMIENTO EJE B	FECHA: 26 DE ABRIL 2012
Ing. Luis Gregorio Alfaro Velaz <small>Director de Ejercicios Profesionales</small>	



PLANTA - PERFIL CAMIENTO EJE C

ESCALA VERTICAL: 1 / 250
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 500

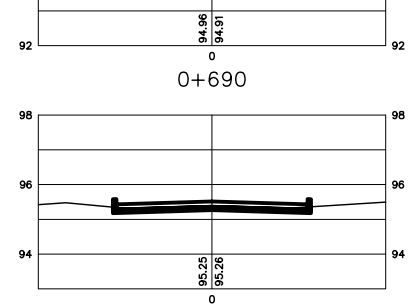
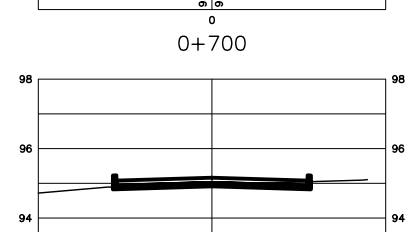
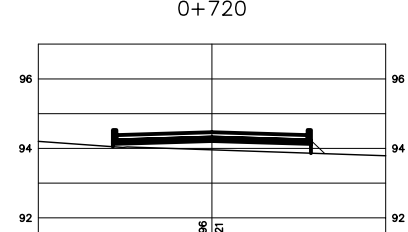
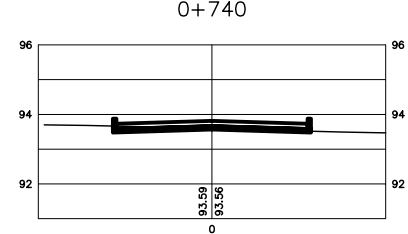
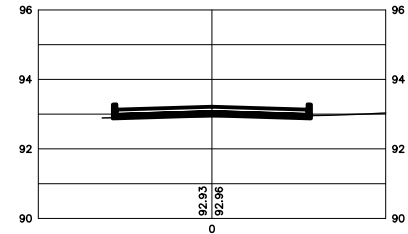
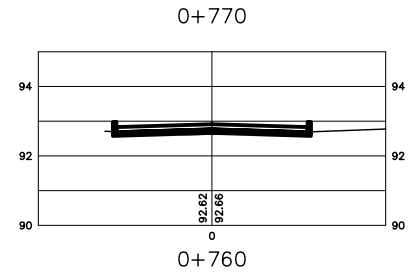
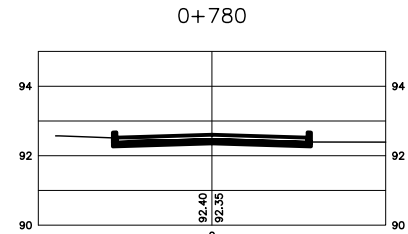
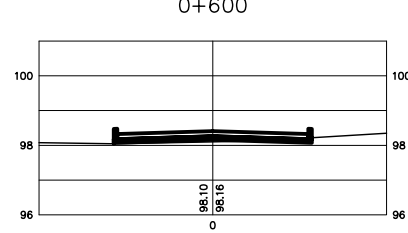
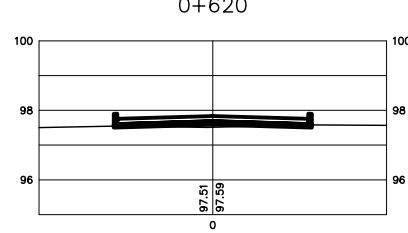
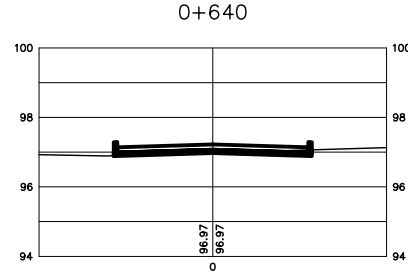
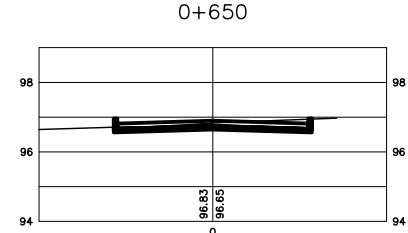
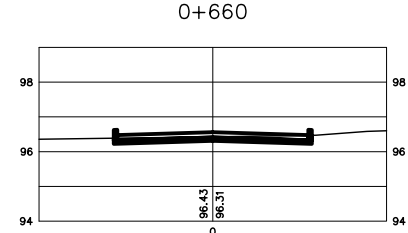
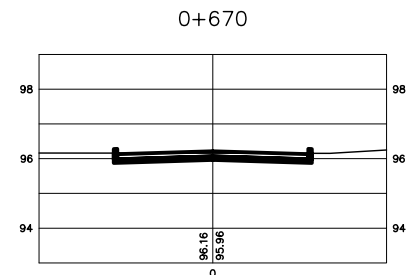
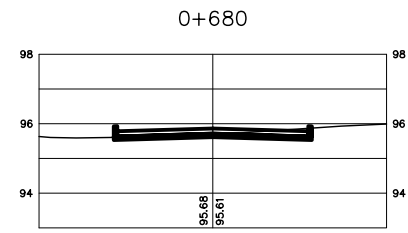
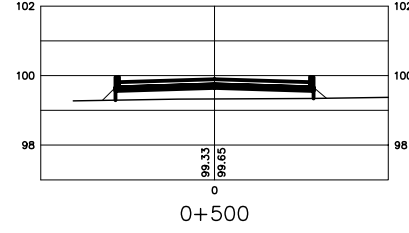
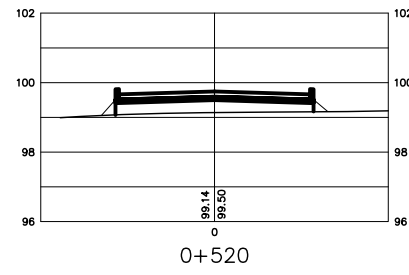
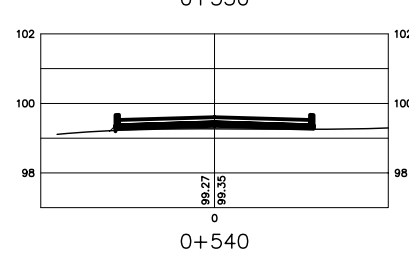
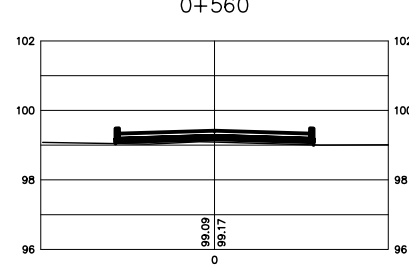
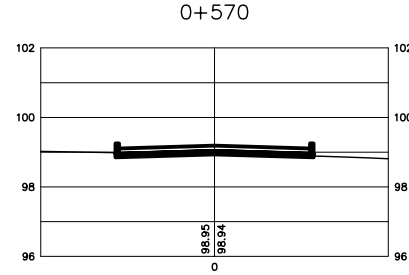
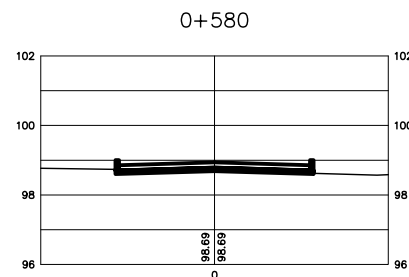
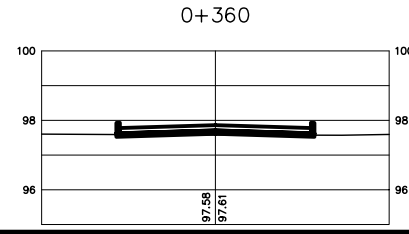
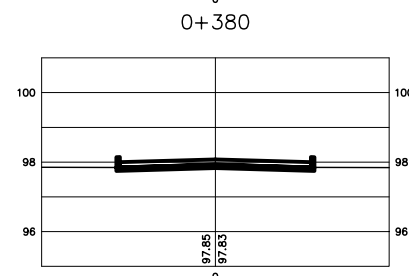
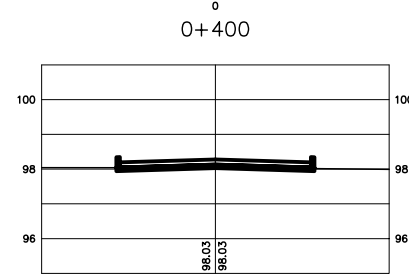
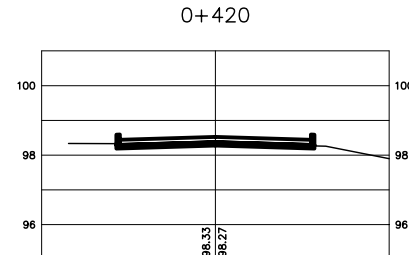
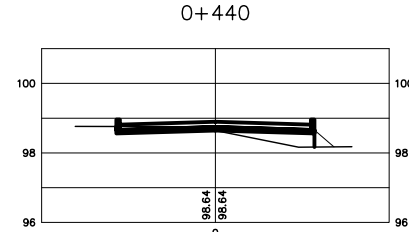
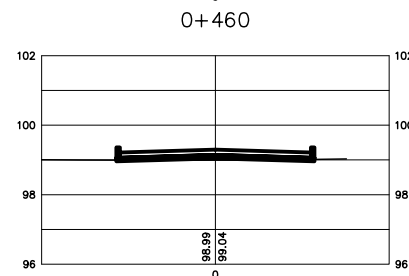
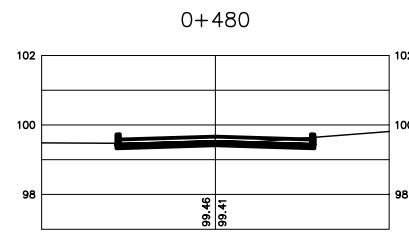
 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACION DE CALLES DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	DISEÑADOR: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ SUPERVISOR: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ FECHA: ABRIL 2012
PLANO DE: PLANTA - PERFIL CAMINAMIENTO EJE C	
19	



SECCIONES TRANSVERSALES EJE A

ESCALA 1 : 100

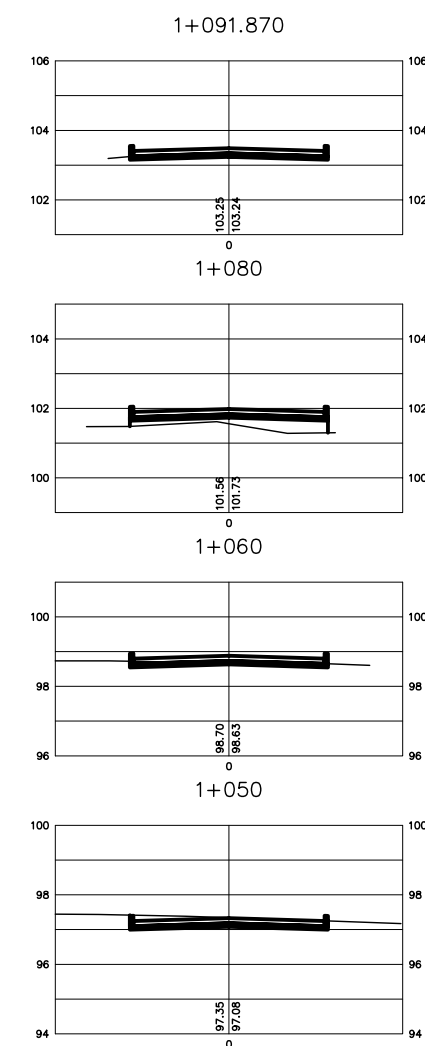
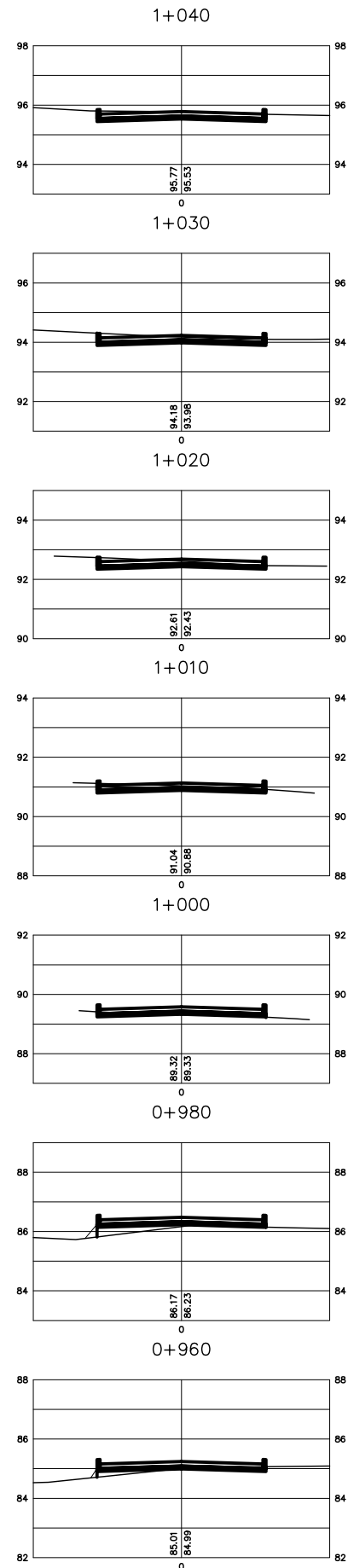
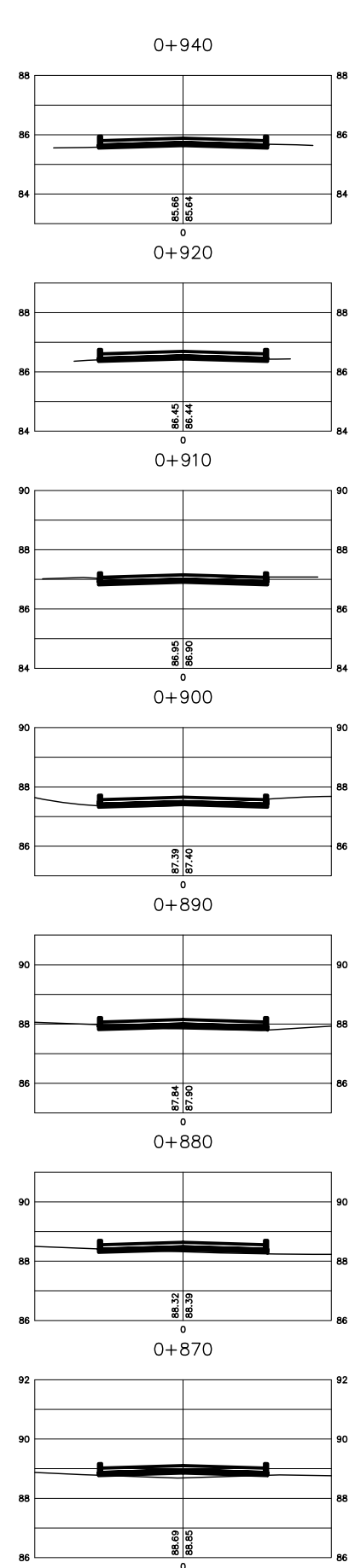
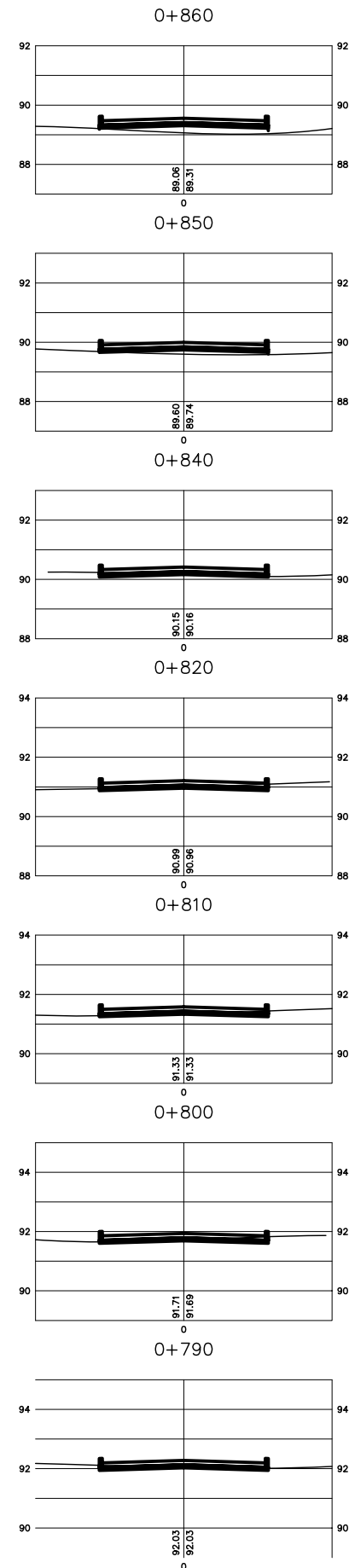
 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACION DE CALLES DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	AUTOR: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ FECHA: ABRIL 2012
PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES EST. 0+000 A 0+350	HOJA: 20



SECCIONES TRANSVERSALES EJE A

ESCALA 1 : 100

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACION DE CALLES DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	AUTOR: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2012
PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES EST. 0+360 A 0+780	
21	



SECCIONES TRANSVERSALES EJE A
ESCALA 1 : 100

STATION	AREAS		VOLUMES		CUMULATIVE VOLUMES	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	0.00	0.00	0.60	4.47	0.60	4.47
0+010	0.12	0.72	1.67	4.47	2.27	8.95
0+020	0.21	0.00	2.14	13.87	4.41	22.82
0+040	0.00	1.11	0.84	19.15	5.26	41.97
0+060	0.08	0.42	1.64	3.43	6.90	45.39
0+070	0.24	0.13	2.81	0.89	9.71	46.29
0+080	0.32	0.02	3.71	2.42	13.42	48.71
0+100	0.05	0.18	1.41	2.35	14.82	51.06
0+120	0.09	0.01	7.10	0.14	21.92	51.20
0+140	0.62	0.00	7.15	6.41	29.08	57.61
0+160	0.09	0.51	4.89	9.27	33.97	66.88
0+180	0.40	0.23	3.97	9.95	37.93	76.83
0+200	0.00	0.57	0.57	7.85	38.51	84.69
0+210	0.11	0.69	8.28	4.31	46.78	88.99
0+220	1.54	0.00	14.44	0.00	61.22	88.99
0+230	1.35	0.00	11.13	0.00	72.35	88.99
0+240	0.88	0.00	9.67	0.00	82.02	88.99
0+250	1.05	0.00	11.48	0.00	93.50	88.99
0+260	1.24	0.00	11.28	0.00	104.78	88.99
0+270	1.01	0.00	6.96	0.00	111.75	88.99
0+280	0.38	0.00	2.55	0.11	114.29	89.11
0+290	0.13	0.02	2.25	0.11	116.54	89.22
0+300	0.32	0.00	3.40	0.00	119.95	89.22
0+310	0.36	0.00	1.81	1.55	121.76	90.77
0+320	0.00	0.25	0.00	5.43	121.76	96.20
0+330	0.00	0.62	0.00	6.03	121.76	102.23
0+340	0.00	0.34	0.31	2.53	122.08	104.75
0+350	0.06	0.06	0.83	0.57	122.91	105.32
0+360	0.10	0.03	4.47	0.39	127.38	105.71
0+380	0.34	0.00	5.99	0.00	133.37	105.71
0+400	0.26	0.00	7.34	0.00	140.71	105.71
0+420	0.48	0.00	8.87	8.42	149.58	114.13
0+440	0.41	0.22	4.69	9.54	154.26	123.67
0+460	0.06	0.09	7.99	1.11	162.26	124.78
0+480	0.74	0.00	21.77	0.00	184.03	124.78
0+500	1.44	0.00	14.38	19.81	198.40	144.58
0+520	0.00	1.58	0.00	42.95	198.40	187.54
0+540	0.00	1.85	0.02	13.32	198.42	200.86
0+550	0.00	0.28	0.02	4.29	198.43	205.15
0+560	0.00	0.41	1.35	2.54	199.78	207.69
0+570	0.27	0.00	2.48	0.00	202.26	207.69
0+580	0.23	0.00	3.40	2.14	205.67	209.83
0+600	0.11	0.17	2.11	3.57	207.77	213.39
0+620	0.10	0.11	3.63	1.48	211.40	214.88
0+640	0.27	0.00	7.53	0.03	218.93	214.90
0+650	1.24	0.00	10.78	0.00	229.71	214.90
0+660	0.92	0.00	11.37	0.00	241.08	214.90
0+670	1.36	0.00	10.57	0.00	251.66	214.90
0+680	0.76	0.00	5.43	0.06	257.09	214.97
0+690	0.33	0.01	4.29	0.06	261.37	215.03
0+700	0.53	0.00	5.27	15.23	266.65	230.26
0+720	0.00	1.22	4.02	15.23	270.67	245.49
0+740	0.40	0.00	4.83	0.67	275.50	246.16
0+760	0.08	0.05	1.49	0.61	276.99	246.77
0+770	0.22	0.04	4.31	0.28	281.30	247.05
0+780	0.65	0.00	5.10	0.00	286.40	247.05
0+790	0.38	0.00	3.86	0.00	290.26	247.05
0+800	0.40	0.00	3.54	0.02	293.79	247.07
0+810	0.31	0.00	3.96	0.02	297.75	247.09
0+820	0.48	0.00	6.75	0.28	304.50	247.37
0+840	0.19	0.02	0.99	3.26	305.49	250.63
0+850	0.00	0.50	0.02	8.74	305.51	259.37
0+860	0.00	0.90	0.01	8.50	305.52	267.87
0+870	0.00	0.46	0.53	4.03	306.05	271.91
0+880	0.10	0.18	1.28	2.24	307.33	274.15
0+890	0.15	0.17	3.51	1.16	310.85	275.31
0+900	0.55	0.01	6.52	0.06	317.37	275.37
0+910	0.75	0.00	4.85	0.00	322.22	275.37
0+920	0.22	0.00	5.04	0.00	327.26	275.37
0+940	0.29	0.00	5.76	3.18	333.02	278.55
0+960	0.29	0.25	2.89	10.48	335.91	289.03
0+980	0.00	0.58	2.05	7.75	337.96	296.78
1+000	0.20	0.04	6.25	0.23	344.20	297.01
1+010	1.05	0.00	11.38	0.00	355.59	297.01
1+020	1.23	0.00	13.56	0.00	369.14	297.01
1+030	1.48	0.00	15.12	0.00	384.27	297.01
1+040	1.54	0.00	16.34	0.00	400.60	297.01
1+050	1.72	0.00	11.77	0.00	412.37	297.01
1+060	0.63	0.00	6.28	16.20	418.65	313.21
1+080	0.00	1.30	0.95	9.61	419.60	322.82
1+091.870	0.16	0.00	0.00	0.00	419.60	322.82

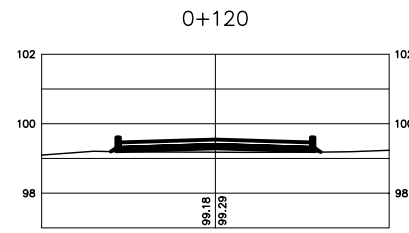
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACION DE CALLES DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.

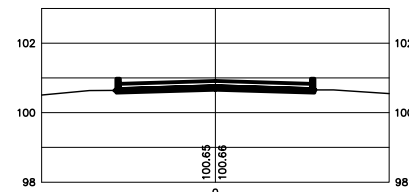
PROFESOR: JUAN CARLOS RUIZ LIERNANDEZ
 ALUMNO: JUAN CARLOS RUIZ HERNANDEZ
 ESCALA: PROPORCIONAL
 FECHA: ABRIL 2012

PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES EST. 0+790 A 1+091.87

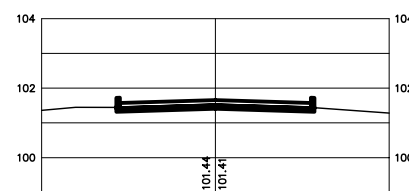
Ing. Luis Gregorio Alfaro Velz
 Director de Proyectos S. 2012



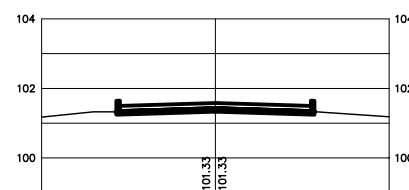
0+120



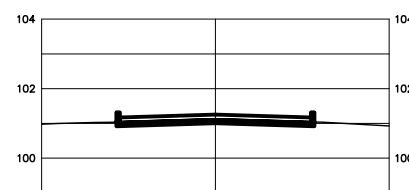
0+100



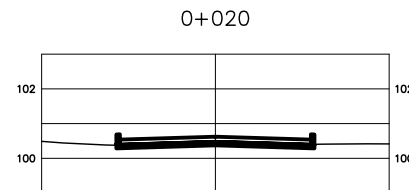
0+080



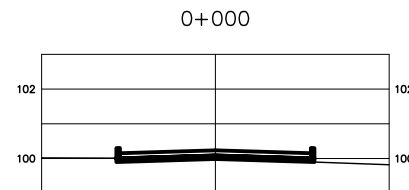
0+060



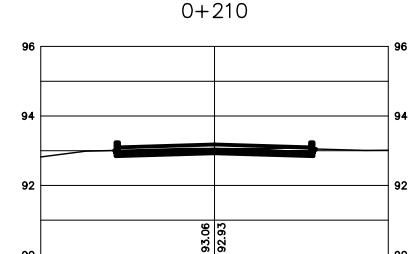
0+040



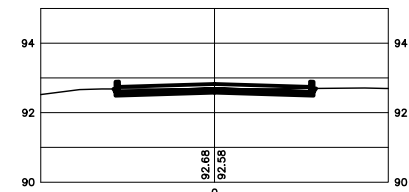
0+020



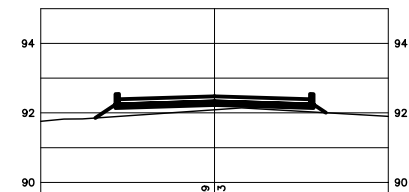
0+000



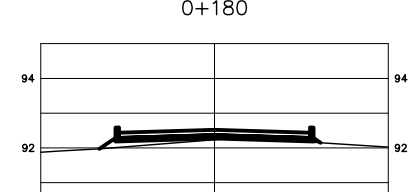
0+210



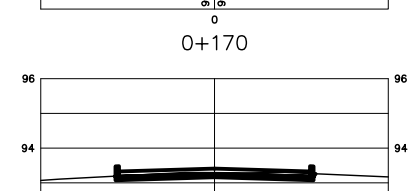
0+200



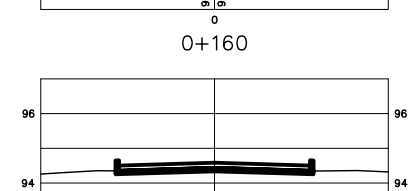
0+190



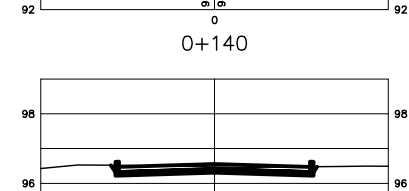
0+180



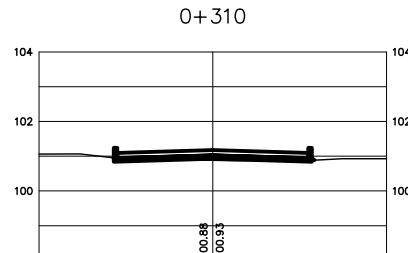
0+170



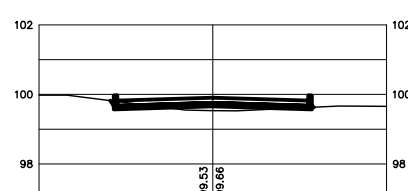
0+160



0+140



0+310



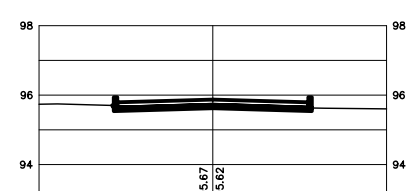
0+300



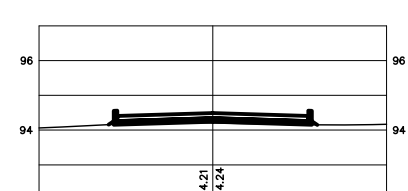
0+290



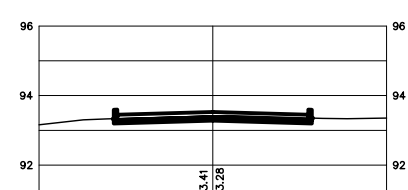
0+280



0+260



0+240

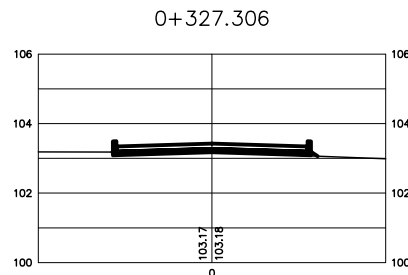


0+220

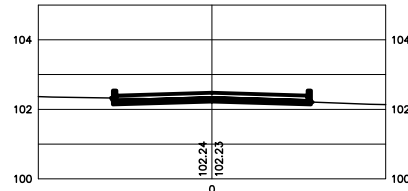
SECCIONES TRANSVERSALES EJE B

ESCALA 1 : 100

STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	0.00	0.00	2.23	0.09	2.23	0.09
0+020	0.22	0.01	6.74	0.09	8.97	0.19
0+040	0.45	0.00	6.78	0.01	15.75	0.20
0+060	0.23	0.00	6.64	0.01	22.39	0.21
0+080	0.44	0.00	6.11	0.06	28.50	0.27
0+100	0.18	0.00	1.75	5.06	30.25	5.33
0+120	0.00	0.40	12.65	5.00	42.90	10.33
0+140	1.26	0.00	14.99	0.03	57.89	10.37
0+160	0.23	0.00	5.67	0.02	63.56	10.38
0+170	0.90	0.00	4.72	2.44	68.28	12.82
0+180	0.05	0.39	0.23	8.35	68.51	21.17
0+190	0.00	0.95	4.23	5.91	72.75	27.08
0+200	0.85	0.00	9.11	0.00	81.85	27.08
0+210	0.97	0.00	9.05	0.00	90.91	27.08
0+220	0.84	0.00	8.82	1.02	99.73	28.10
0+240	0.05	0.08	5.48	1.02	105.21	29.12
0+260	0.50	0.00	20.89	0.00	126.10	29.12
0+280	1.59	0.00	15.20	0.00	141.30	29.12
0+290	1.45	0.00	8.33	1.63	149.63	30.75
0+300	0.21	0.26	1.61	2.05	151.24	32.80
0+310	0.11	0.07	2.56	0.42	153.80	33.22
0+320	0.40	0.00	1.94	0.18	155.73	33.40
0+327.306	0.13	0.04	0.00	0.00	155.73	33.40



0+327.306



0+320

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACION DE CALLES DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.
 TITULAR: JUAN CARLOS RUIZ HERNÁNDEZ
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: ABRIL 2012

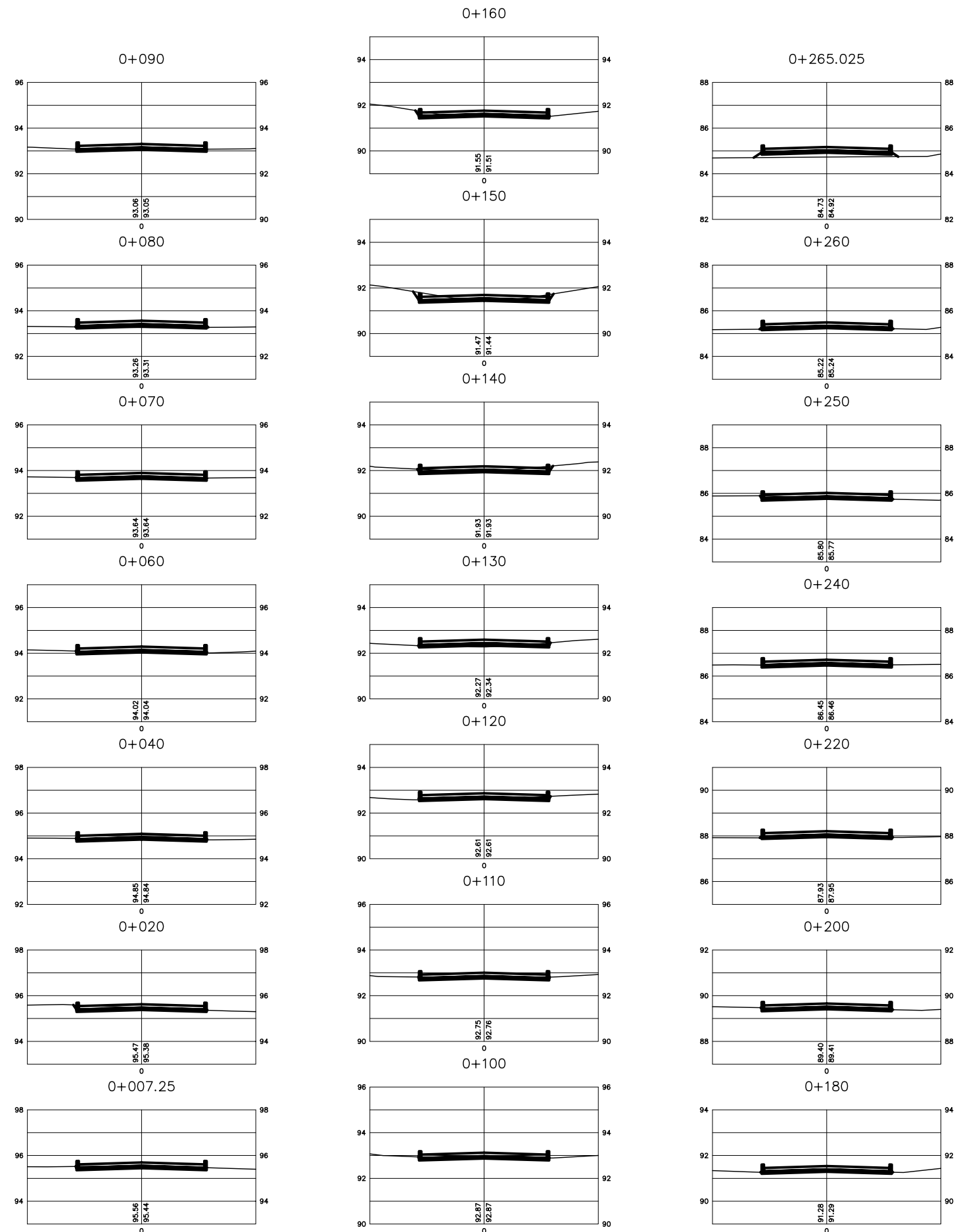
PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES EST. 0+000 A 0+327.306

Ing. Luis Gregorio Alfaro Velz
 Número de Colección: 302

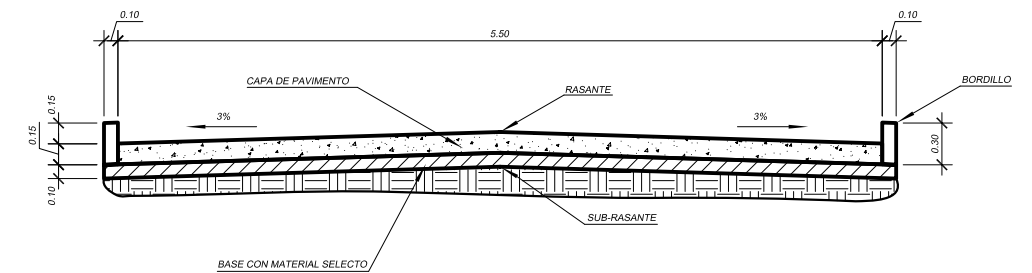
23

SECCIONES TRANSVERSALES EJE C

ESCALA 1 : 100



STATION	AREAS Square Meters		VOLUMES Cubic Meters		CUMULATIVE VOLUMES Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	0.70	0.00				
0+020	0.80	0.00	15.05	0.00	15.05	0.00
0+040	0.32	0.00	11.24	0.01	26.29	0.01
0+060	0.28	0.01	6.02	0.15	32.31	0.16
0+070	0.33	0.00	3.06	0.08	35.37	0.24
0+080	0.09	0.07	2.11	0.43	37.48	0.67
0+090	0.33	0.00	2.11	0.42	39.59	1.09
0+100	0.32	0.00	3.26	0.00	42.85	1.09
0+110	0.35	0.00	3.37	0.02	46.22	1.12
0+120	0.41	0.00	3.83	0.04	50.06	1.15
0+130	0.21	0.09	3.14	0.56	53.19	1.71
0+140	0.80	0.00	5.05	0.55	58.24	2.26
0+150	1.04	0.00	9.16	0.00	67.40	2.26
0+160	0.53	0.00	7.80	0.00	75.20	2.26
0+180	0.18	0.00	7.09	0.06	82.29	2.32
0+200	0.28	0.00	4.68	0.09	86.97	2.41
0+220	0.10	0.03	3.84	0.38	90.81	2.79
0+240	0.27	0.01	3.65	0.44	94.46	3.23
0+250	0.47	0.00	3.70	0.05	98.16	3.28
0+260	0.11	0.02	2.91	0.13	101.07	3.41
0+265.025	0.00	0.91	0.42	4.54	101.49	7.95
			0.00	0.00	101.49	7.95




SECCION TIPICA DE PAVIMENTO

ESCALA 1 : 25

ESPECIFICACIONES:

- El concreto deberá tener resistencia de $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- El corte para las juntas transversales será a cada 3,50 metros.
- El corte para la junta longitudinal será a centro de calle 2,75 metros.
- El detalle de las juntas será macho-hembra.
- La pendiente de bombeo típico será del 3%.
- El curado del concreto se realizará con un compuesto bajo la norma ASTM C-309.

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -E.P.S.-	
PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACION DE CALLES DEL BARRIO BETHEL, MUNICIPIO DE SAN LUIS, PETÉN.	RESPONSABLE: JUAN CARLOS RUIZ HERNANDEZ INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL INSCRIPCIÓN: 48811 FECHA: ABRIL 2012
PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES EST. 0+000 A 0+267.776	
Ing. Luis Gregorio Alfaro Velázquez Número de Colección: 102	