



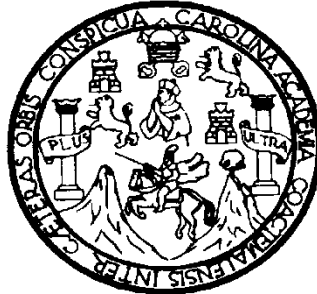
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
ALDEA BRITO Y LAS COLONIAS SANTA FE, EL TAMARINDO Y LAS
FLORES Y PUENTE VEHICULAR EN LA CABECERA MUNICIPAL DE
GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

Monica Alejandra Román Cutzán
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, julio de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
ALDEA BRITO Y LAS COLONIAS SANTA FE, EL TAMARINDO Y LAS
FLORES Y PUENTE VEHICULAR EN LA CABECERA MUNICIPAL DE
GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MONICA ALEJANDRA ROMÁN CUTZÁN
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo 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 Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRITO Y LAS COLONIAS SANTA FE, EL TAMARINDO Y LAS FLORES Y PUENTE VEHICULAR EN LA CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 9 de septiembre de 2009.

Monica Alejandra Román Cutzán



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. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación de la estudiante Mónica Alejandra Román Cutzán, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRITO Y LAS COLONIAS SANTA FE, EL TAMARINDO Y LAS FLORES Y PUENTE VEHICULAR EN LA CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Parro



Guatemala, julio de 2011

/bbdeb.



Guatemala, 10 de noviembre de 2010.

Ref.EPS.D.834.11.10

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

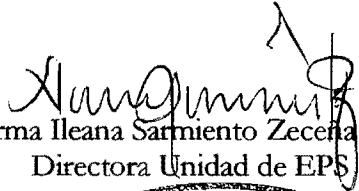
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

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 PARA LA ALDEA BRITO Y LAS COLONIAS SANTA FE, EL TAMARINDO Y LAS FLORES Y PUENTE VEHICULAR EN LA CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Mónica Alejandra Roman Cutzan**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Juan Merck Cos.

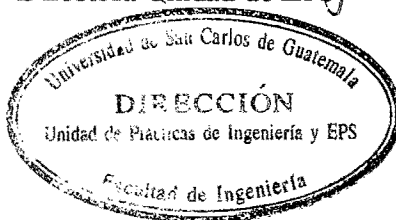
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





Guatemala 10 de noviembre de 2010.
Ref.EPS.DOC.1128.11.10.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Mónica Alejandra Roman Cutzan** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200117568**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRITO Y LAS COLONIAS SANTA FE, EL TAMARINDO Y LAS FLORES Y PUENTE VEHICULAR EN LA CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA”**.

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

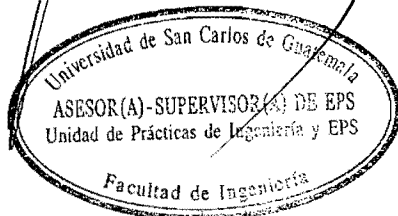
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing/Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
JMC/ra





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



Guatemala,
4 de febrero de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRITO Y LAS COLONIAS SANTA FE, EL TAMARINDO Y LAS FLORES Y PUENTE VEHICULAR EN LA CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mónica Alejandra Román Cutzán, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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 ENSEÑADA 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,
6 de mayo de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRITO Y LAS COLONIAS SANTA FE, EL TAMARINDO Y LAS FLORES Y PUENTE VEHICULAR EN LA CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Monica Alejandra Román Cutzán, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

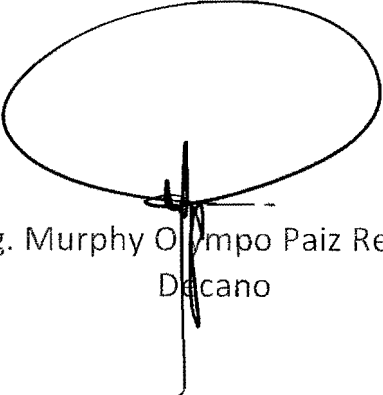
/bbdeb.

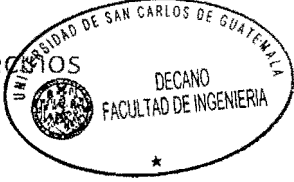


DTG. 254.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRITO Y LAS COLONIAS SANTA FE, EL TAMARINDO Y LAS FLORES Y PUENTE VEHÍCULAR EN LA CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, presentado por la estudiante universitaria **Mónica Alejandra Román Cutzán**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olimpo Paiz Reinos
Decano



Guatemala, 15 de julio de 2011

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por la vida primeramente y permitirme alcanzar mis metas.
Mis padres	Juan Francisco Román Cap, Enma Elizabeth Cutzán Carias, por su amor incondicional.
Mis hermanos	Ivonne, Francisco, Mariela, Juan Fernando y Emy por las muestras de cariño y apoyo.
Mis compañeros	Por todo lo que compartimos dentro y fuera de las aulas de la facultad.
Mis amigos	Por su amistad y apoyo incondicional. Y a ti por apoyarme y darme ánimos para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por haberme dado la vida, la sabiduría y por guiarme a lo largo de este camino.
Mis padres	Por su amor esfuerzo, apoyo y dedicación incondicional en mi vida.
Mis hermanos	Quienes me motivaron a alcanzar el éxito, gracias por su apoyo y amor.
Ing. Juan Merck Cos	Por su guía, colaboración como asesor y supervisor de EPS.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	La cual fue un pilar importante durante mi carrera universitaria.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA	1
1.1. Generalidades	1
1.1.1. Datos históricos	1
1.1.2. Ubicación geográfica	2
1.1.3. Accesos y comunicaciones	3
1.1.4. Topografía	3
1.1.5. Aspectos climáticos	3
1.1.6. Actividades económicas y productivas	4
1.1.7. Población	4
1.1.8. Educación	4
1.1.9. Salud	5
1.1.9.1. Condiciones sanitarias	5
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Guanagazapa departamento de Escuintla	5
1.2.1. Descripción de las necesidades	5
1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades	6

2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRITO Y LAS COLONIAS SANTA FE, EL TAMARINDO Y LAS FLORES DEL MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA	7
2.1.	Descripción del proyecto	7
2.2.	Levantamiento topográfico	7
2.2.1.	Planimetría	8
2.2.2.	Altimetría	8
2.3.	Descripción del sistema a utilizar	9
2.4.	Partes de un alcantarillado sanitario	10
2.4.1.	Pozos de visita	10
2.4.2.	Colector	11
2.4.3.	Conexiones domiciliarias	12
2.5.	Período de diseño	13
2.6.	Población futura	14
2.7.	Determinación de caudales	15
2.7.1.	Población tributaria	15
2.7.2.	Dotación de agua	15
2.7.3.	Factor de retorno al sistema	16
2.7.4.	Caudal sanitario	16
2.7.4.1.	Caudal domiciliar	16
2.7.4.2.	Caudal industrial	17
2.7.4.3.	Caudal comercial	17
2.7.4.4.	Caudal por conexiones ilícitas	17
2.7.4.5.	Caudal por infiltración	19
2.7.5.	Caudal medio	19
2.7.6.	Factor de caudal medio	19
2.7.7.	Factor de Harmond	20
2.7.8.	Caudal de diseño	21

2.8.	Fundamentos hidráulicos	21
2.8.1.	Ecuación de Manning para flujo en canales	22
2.8.2.	Relación de diámetros y caudales	23
2.8.3.	Relaciones hidráulicas	23
2.9.	Parámetros de diseño hidráulicos	24
2.9.1.	Coefficiente de rugosidad	24
2.9.2.	Sección llena y parcialmente llena	25
2.9.3.	Velocidades máximas y mínimas	27
2.9.4.	Diámetros del colector	27
2.9.5.	Profundidad del colector	27
2.9.5.1.	Profundidad mínima del colector	28
2.9.5.2.	Ancho de zanja	28
2.9.5.3.	Volumen de excavación	29
2.9.5.4.	Cotas invert	30
2.10.	Ubicación de pozos de visita	31
2.11.	Profundidad de los pozos de visita	31
2.12.	Características de las conexiones domiciliarias	34
2.13.	Diseño hidráulico	35
2.14.	Ejemplo de diseño de un tramo	35
2.15.	Tratamiento	38
2.15.1.	Ubicación	39
2.15.2.	Diseño de fosa séptica	39
2.15.3.	Dimensionamiento de los pozos de absorción	43
2.16.	Administración, operación y mantenimiento	43
2.17.	Elaboración de planos	45
2.18.	Elaboración de presupuesto	45
2.19.	Evaluación socioeconómica	47
2.19.1.	Valor presente neto	47
2.19.2.	Tasa interna de retorno	49

2.20.	Evaluación de impacto ambiental	49
3.	DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA	51
3.1.	Descripción del proyecto	51
3.2.	Criterios y especificaciones para el diseño de puente de concreto de sección de viga y losa	52
3.3.	Estudios preliminares	54
3.4.	Levantamiento topográfico	54
3.5.	Estudio de suelos por el método de ensayo de compresión triaxial	55
3.5.1.	Determinación del valor soporte del suelo	56
3.6.	Cálculo de caudales máximos para el diseño de puentes	58
3.6.1.	Método sección - pendiente	58
3.7.	Diseño de la superestructura	60
3.7.1.	Diseño de losa	61
3.7.1.1.	Cálculo del peralte	61
3.7.1.2.	Integración de cargas	61
3.7.1.3.	Cálculo de momentos	62
3.7.1.4.	Cálculo de refuerzo transversal cama inferior	65
3.7.1.5.	Diseño de pasamanos	67
3.7.2.	Diseño de diafragmas	69
3.7.2.1.	Diafragma externo	70
3.7.2.2.	Diafragma interno	71
3.7.3.	Diseño de vigas	72
3.7.3.1.	Cálculo del peralte y base	73
3.7.3.2.	Integración de cargas para diseño de viga externa	73

3.7.3.3.	Cálculo de momentos	74
3.7.3.4.	Cálculo de refuerzo	77
3.7.3.5.	Diseño a corte	78
3.8.	Diseño de la subestructura	85
3.8.1.	Cortina	85
3.8.2.	Diseño viga de apoyo	88
3.8.2.1.	Diseño de apoyos de neopreno	89
3.8.3.	Estribo	97
3.8.4.	Zapata	101
3.8.5.	Obras de protección	108
3.9.	Elaboración de planos	108
3.10.	Elaboración de presupuesto	109
CONCLUSIONES		111
RECOMENDACIONES		113
BIBLIOGRAFÍA		115
APÉNDICE		117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de Guanagazapa	2
2.	Pozo de visita	11
3.	Conexión domiciliar	13
4.	Sección parcialmente llena	25
5.	Sección de muro y armado de losa para fosa sanitaria	42
6.	Curvas de trazo continuo	57
7.	Sección transversal del río	60
8.	Geometría de superestructura	61
9.	Modelo para análisis de losa	62
10.	Armado de losa	69
11.	Detalle armado de diafragma externo	70
12.	Detalle armado de diafragma interno	71
13.	Diagrama de carga viva sobre viga	74
14.	Centro de gravedad del camión	75
15.	Diagrama de factor de distribución de carga viva en puente	76
	Diagrama de posición de camión que produce el corte	
16.	máximo	79
17.	Diagrama zona de confinamiento en la viga	80
18.	Detalle armado de viga externa	82
19.	Detalle armado de viga interna	84
20.	Geometría de cortina y viga de apoyo	85
21.	Detalle armado de cortina y viga de apoyo	89

22.	Detalle placas de elastómero	92
23.	Comportamiento de la desviación de la carga del cojinete de elastómero	94
24.	Detalle apoyo de neopreno	97
25.	Geometría y diagramas de presiones en estribo	98
26.	Esquema de áreas para cálculo de corte simple en zapata	103
27.	Esquema de áreas para cálculo de corte punzonante en zapata	104

TABLAS

I.	Factor de rugosidad	24
II.	Profundidad mínima del colector	28
III.	Ancho de zanja	29
IV.	Presupuesto sistema de alcantarillado sanitario	46
V.	Matriz de Leopold	50
VI.	Propiedades de diferentes durezas elastoméricos	91
VII.	Resultados de las fuerzas aplicadas al estribo	98
VIII.	Resultados de las fuerzas estabilizantes en el estribo	99
IX.	Presupuesto puente vehicular	109

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
@	A cada cierta distancia
A_s	Área de acero
A_{smin}	Área de acero mínimo
A_v	Área de varilla a utilizar para el estribo
AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i> (Asociación Oficial Americana de Carreteras y Transportes)
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i> (Asociación Americana de pruebas y materiales)
B	Base
P	Carga de medio camión
C_m	Carga muerta
C_u	Carga última
C_v	Carga viva

Q_{dis}	Caudal de diseño
N	Coeficiente de rugosidad
V_n	Cortante nominal a resistir
V_{CM}	Cortante por carga muerta
V_{cv}	Cortante por carga viva
cV_u	Cortante último
A	Distancia a la que se intercepta la resultante de la carga con la base del estribo
DGC	Dirección General de Caminos
F_{qm}	Factor de caudal medio
F.H.	Factor de Harmon
FL	Fuerza longitudinal
ACI	Instituto Americano del Concreto
M_{CM}	Momento carga muerta
M_{cv}	Momento carga viva
M_{cv+I}	Momento carga viva + porcentaje de impacto
M_v	Momento de volteo

M_u	Momento último
T	Peralte
D	Peralte efectivo
W	Peso de volteo
Pe	Peso específico
WE	Peso estabilizante
I	Porcentaje de impacto
f'_c	Resistencia especificada a la compresión del concreto
V_c	Resistencia nominal de corte proporcionada por el concreto
S	Separación entre armadura de refuerzo de corte
f_y	Tensión de fluencia
V_s	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, nipples, coplas, tees y válvulas.
Carga muerta	Carga permanente en una estructura.
Carga última	Suma de la carga viva y muerta, amplificadas ambas por un factor de seguridad.
Carga viva	Carga no permanente aplicada en una estructura.
Caudal	Cantidad de agua que circula por un curso de agua de modo natural o artificial.
Concreto armado	Elemento homogéneo obtenido de la mezcla de cemento, arena, grava y agua, combinado con acero.
Concreto ciclópeo	Material de construcción, obtenido de la mezcla de cemento, arena, grava y agua. El material pétreo es muy grueso.
Cota de cimentación	Altura donde se construyen los cimientos referidos a un nivel determinado.

Dotación de agua	Cantidad de agua asignada a cada habitante por día, la cual debe satisfacer sus necesidades, afectadas por factores como clima, condiciones socio-económicas, tipo de abastecimiento, entre otros factores.
Elastómero	Materia natural o artificial que, como el caucho, tiene gran elasticidad.
Levantamiento topográfico	Serie de trabajos para poder definir la ubicación, tamaño y forma de un área determinada.
Momento	Medida del efecto de rotación causado por una fuerza.
Planimetría	Parte de la topografía que fija posiciones de puntos en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones.
Sobrecarga	Carga adicional a la aplicada, que se toma como factor de seguridad.
Subestructura	Es un conjunto de elementos que han sido diseñados para soportar a la superestructura de un puente y transmitir las cargas al suelo.
Superestructura	Conjunto de elementos diseñados para soportar las cargas de tráfico y transmitir las a la subestructura.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se presentan los resultados del diseño de un alcantarillado sanitario y de un puente vehicular, desarrollados a través del Ejercicio Profesional Supervisado, realizados en la aldea Brito y cabecera municipal de Guanagazapa, departamento de Escuintla.

También se presenta una breve monografía y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las comunidades donde se desarrolló el E.P.S.

- Diseño de alcantarillado sanitario:

El sistema está constituido por 5009,60 metros lineales de tubería de PVC (ASTM 3034), 114 pozos de visita y 340 conexiones domiciliarias, en tramos separados debido a que son colonias que pertenecen a una misma aldea; cada colonia tendrá su propio sistema de desfogue (fosa séptica y pozo de absorción).

- Diseño de puente vehicular:

Consta de dos vía, con una luz libre de 21,00 m y un ancho de rodadura de 12 m, se diseñó para una sobrecarga HS-15 44; la superestructura está formada por cuatro vigas, dos diafragmas externos, un diafragma interno, banquetas con barandales de protección para el paso peatonal.

La subestructura está constituida por una viga de apoyo y cortina todos estos elementos serán construidos de concreto armado, apoyados sobre estribos de concreto ciclópeo y una zapata de concreto reforzado.

Al final se presentan los planos y presupuestos correspondientes a cada proyecto.

OBJETIVOS

General

Diseñar la red de alcantarillado sanitario para la aldea Brito y las colonias Santa Fe, El Tamarindo y Las Flores y el puente vehicular de la cabecera municipal de Guanagazapa, departamento de Escuintla.

Específicos

1. Realizar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades en cuanto a servicios básicos e infraestructura del municipio de Guanagazapa.
2. Capacitar a los integrantes del COCODE de la aldea Brito y sus colonias sobre aspectos relacionados con el mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país que necesita de proyectos de infraestructura y servicios básicos, sobre todo en las áreas rurales, para alcanzar el desarrollo que necesitan las comunidades y de esta forma mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

El presente trabajo de graduación contiene el procedimiento de diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Brito y las colonias Santa Fe, El Tamarindo y Las Flores y del puente vehicular en la cabecera municipal de Guanagazapa necesidades que fueron priorizadas a través del diagnóstico que se realizó sobre los servicios básicos e infraestructura de dichos lugares del municipio.

Consta de tres capítulos, en el primero se presenta una breve monografía y el diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio. El segundo y tercer capítulos contienen el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Brito y colonias Santa Fe, El Tamarindo y Las Flores y del puente vehicular en la cabecera municipal de Guanagazapa.

Al final se presentan las conclusiones, recomendaciones y planos de los respectivos proyectos.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA

1.1. Generalidades

1.1.1. Datos históricos

Al momento de asentarse el municipio tenía el nombre de Guanagazapán, luego lo denominaron Santa Lucía y luego San Lorenzo Guanagazapa por haber estado bajo la advocación de dichos santos, en la actualidad el titular lo es San Lorenzo; su fiesta titular se celebra del 13 al 16 de febrero. En vía informativa, se indica que la Iglesia conmemora la festividad de San Lorenzo el 10 de agosto que es la feria patronal.

A la fecha no se ha encontrado documento alguno que se relacione con la creación del municipio. Se sabe que por cierto tiempo se suprimió, ya que por Acuerdo Gubernativo del 16 junio 1915 y para el mejor servicio público se restableció la municipalidad, junto con las de Texcuaco, Masagua, La Gomera y Santa Ana Mixtán. Conforme al Acuerdo Gubernativo del 28 noviembre 1922 se agregó al municipio la zona de Santa Clara hasta la finca El Tarral inclusive, quedando por límite con San Vicente Pacaya la colindancia de dicha propiedad.

Conforme figura en la Recopilación de Leyes de Pineda Mont, al distribuirse los pueblos del Estado para la administración de justicia por el sistema de jurados, para tal fin aparece Guanagazapa adscrita al circuito de Escuintla en agosto de 1836.

1.1.2. Ubicación geográfica

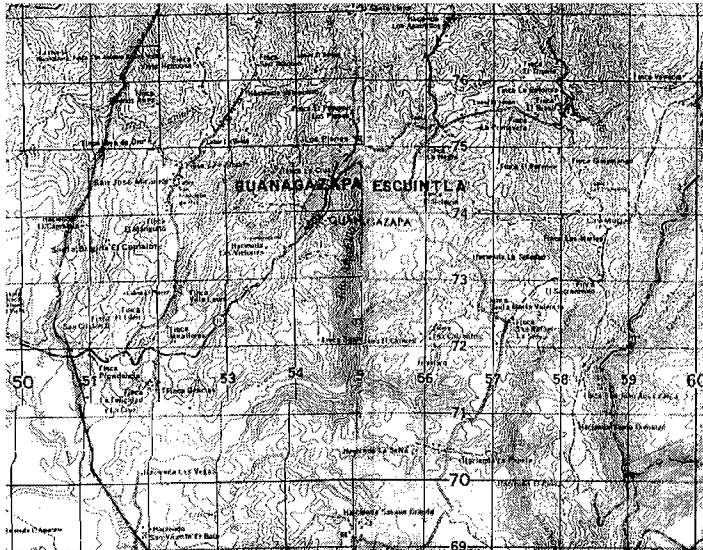
El municipio de Guanagazapa, se encuentra ubicado al Sur de la cabecera departamental Escuintla, en el departamento de Escuintla, colinda al Norte con San Vicente Pacaya (Escuintla); al Este con Pueblo Nuevo Viñas y Taxisco (Santa Rosa); al Sur con Iztapa (Escuintla); al Oeste con Masagua y Escuintla (Escuintla).

La cabecera municipal de Guanagazapa se encuentra a 315 metros sobre el nivel del mar

Latitud 14°13'28"

Longitud 90°38'40"

Figura 1. Mapa del municipio de Guanagazapa, Escuintla



Fuente: Mapa Oficina Municipal de Planificación Guanagazapa, Escuintla.

1.1.3. Accesos y comunicaciones

Cuenta con caminos vecinales, laderas y veredas que unen a sus poblados entre sí y con los municipios vecinos.

1.1.4. Topografía

La topografía del municipio es muy variada y a continuación se enumeran algunos tipos: laderas, plano, llanuras, montañoso, volcánico, barrancos y rocosos.

1.1.5. Aspectos climáticos

El clima predominante es cálido, con temperaturas que oscilan la mínima en 22 grados y una máxima de 35 grados. La época lluviosa se presenta de mayo a octubre.

Principales aspectos de la vertiente del Pacífico datos extraídos del INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología) de la estación Las Guacamayas ubicada en las cercanías del municipio de Guanagazapa, departamento de Escuintla en una latitud 14° 08' 45" y longitud 90° 37' 57".

- Área de la cuenca del río María Linda 2727 km²
- Volumen de escorrentía es de 30 053 millones de m³/año
- Caudal medio en punto de control 13,1 m³/s
- Precipitación media anual de 2200 mm

1.1.6. Actividades económicas y productivas

En su mayor parte el terreno local es agrícola, siendo la principal actividad económica de la región. Los principales cultivos en Guanagazapa son el maíz, frijol y el café.

Maíz: es cultivado en todos los centros poblados al 100%.

Frijol: este cultivo es importante, también se siembra en el 100% de las comunidades.

1.1.7. Población

El casco urbano sus 11 comunidades, 18 caseríos, 2 colonias, 2 aldeas y 150 fincas cuenta con un total de familias, viviendas y un total de personas que a continuación se describen.

Habitantes 16 591 siendo:

8596 hombres

7995 mujeres

3638 viviendas

2434 familias

1.1.8. Educación

Para el 2010 se cuenta con 29 escuelas oficiales primarias, 3 escuelas oficiales privadas, 9 institutos, 25 escuelas de preprimaria, 2 colegios privados, uno por cooperativa para estudios a nivel diversificado 1 colegio y 2 diversificados de orden públicos.

1.1.9. Salud

1.1.9.1. Condiciones sanitarias

Se cuenta con un Centro de salud de parte del Ministerio de Salud Pública. A principios de 1973 se inauguró una venta municipal de medicinas. En el 2010 cuenta con 3 puestos de salud, 67 centros de convergencia municipales y privados, el personal del centro de salud está integrado por 1 médico de turno cada 24 horas, 2 enfermeras profesionales, 4 enfermeros auxiliares, 2 auxiliares del equipo básico, 45 comadronas graduadas y 140 radares. Para problemas más complejos de salud, los habitantes recurren al Hospital Nacional de Escuintla, por ser el más cercano.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Guanagazapa y sus aldeas

1.2.1. Descripción de las necesidades

El municipio tiene una serie de necesidades tanto de servicios básicos como de infraestructura, entre estas necesidades se pueden mencionar los siguientes:

- Pavimentación de calles: debido a que en época de lluvia éstas se vuelven intransitables, porque muchas de ellas son todavía de terracería.
- Puente vehicular: el puente actual que comunica a la cabecera municipal con las demás comunidades se ha dañado con el transcurso del tiempo, lo cual representa un peligro para los pobladores.

La aldea Brito también tiene una serie de necesidades tanto de servicios básicos como de infraestructura, entre las cuales se pueden mencionar:

- Drenajes: debido a la falta de un servicio de alcantarillado sanitario, las aguas residuales corren a flor de tierra lo que genera enfermedades y malos olores.
- Construcción de edificación escolar para cubrir la demanda a la población estudiantil; los cuales deben viajar hacia Escuintla para realizar esta actividad.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

De acuerdo a criterio de las autoridades municipales y COCODE se priorizan las necesidades de la siguiente forma:

- Cabecera municipal
 - Puente vehicular
 - Pavimentación de calles
- Aldea Brito
 - Drenaje sanitario
 - Edificación escolar
 - Pavimentación de calles

2. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA BRITO Y LAS COLONIAS SANTA FE, TAMARINDO Y LAS FLORES

2.1. Descripción del proyecto

Este proyecto comprende el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Brito y sus colonias, el cual está conformado por una red de 5 009,60 metros y 114 pozos de visita; la tubería a utilizar será de PVC y tendrá un diámetro mínimo de 6" para el colector principal y de 4" para la conexión domiciliar, las cuales deben cumplir con las normas ASTM D3034.

Se le dará un tratamiento primario a las aguas servidas a base de fosas sépticas, el servicio tendrá una cobertura de 2040 habitantes actuales y 3427 habitantes a futuro.

2.2. Levantamiento topográfico

Se refiere al conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos en la superficie de la tierra, tanto en planta como en altura, los cálculos correspondientes y la representación en un plano (trabajo de campo + trabajo de oficina); el levantamiento topográfico se realizó para localizar la línea central del alcantarillado, pozos de visita, conexiones domiciliarias y en general, para ubicar todos aquellos puntos de importancia.

Se realizó un levantamiento planimétrico y altimétrico utilizando para este trabajo equipo de precisión.

2.2.1. Planimetría

Se utiliza para conseguir la presentación a escala de todos los detalles interesantes de un terreno sobre una superficie plana. Para la planimetría de este proyecto se utilizó el método de conservación del azimut con vuelta de campana, el equipo utilizado fue:

- Teodolito Sokkisha TM20ES
- Estadal
- Cinta métrica de 60 metros de longitud
- Plomada
- Estacas, pintura y clavos

2.2.2. Altimetría

Se ocupa de la determinación de las cotas (altura de un punto) con referencia al nivel medio del mar o a otro punto del plano. El levantamiento altimétrico del sistema de alcantarillado, se realizó aplicando una nivelación compuesta, el equipo utilizado fue:

- Nivel de precisión Sokkisha B21
- Estadal
- Cinta métrica de 60 metros
- Estacas, pintura y clavos

2.3. Descripción del sistema a utilizar

Existen 3 tipos básicos de alcantarillado, la selección de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos, funcionales, pero quizá el más importante es el económico. Los tipos de alcantarillado son los siguientes:

- a) Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, baños, cocinas y servicios; residuos comerciales como restaurantes y garages; aguas negras producidas por industrias e infiltración.
- b) Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia que concurren al sistema.
- c) Alcantarillado combinado: este tipo de alcantarillado consta de un único colector, a través del cual fluyen tanto las aguas residuales de uso doméstico o industrial como las de lluvia.

Para el efecto, la aldea Brito y sus colonias no cuentan con un sistema adecuado de evacuación del agua servida o residual; por lo que se decidió realizar un sistema de alcantarillado sanitario, del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de la calle, techos y otras superficies.

2.4. Partes de un alcantarillado sanitario

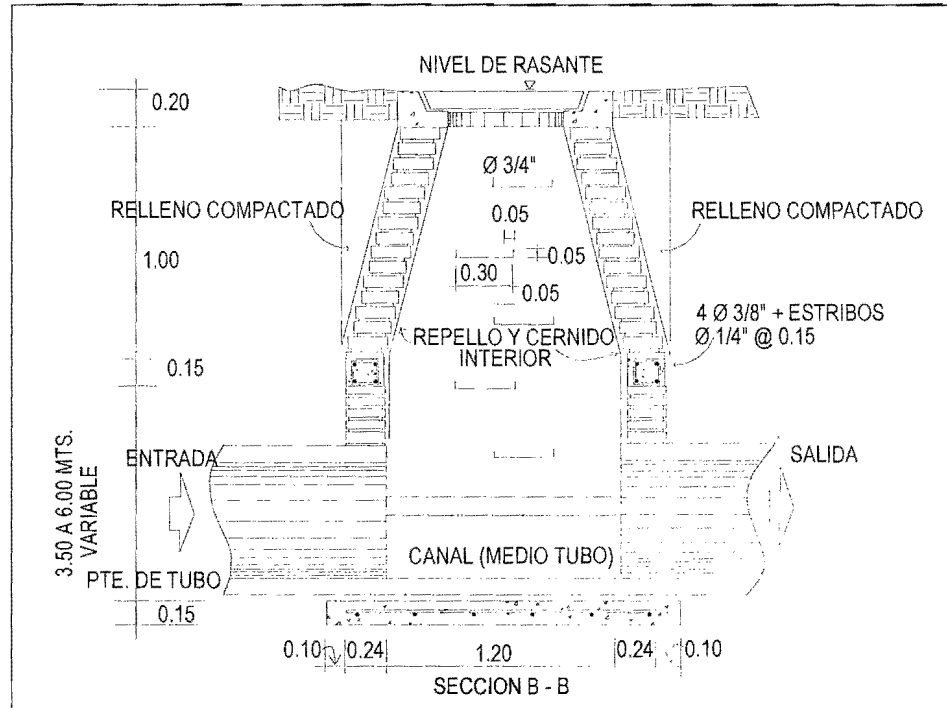
2.4.1. Pozos de visita

Son dispositivos que sirven para verificar el buen funcionamiento de la red del colector. Permite efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento, accediendo a realizar funciones como: conectar distintos ramales de un sistema e iniciar un ramal.

Su construcción está predeterminada según normas establecidas por instituciones encargadas de velar por la adecuada construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, siendo sus principales características: fondo de concreto reforzado, paredes de mampostería o cualquier material impermeable, repellos y cernidos liso en dichas paredes, tapadera que permite la entrada al pozo de un diámetro entre 0,60 a 0,75 metros, escalones que permiten acceder al fondo del pozo, estos de hierro empotrados en las paredes del pozo. La altura del pozo dependerá del diseño de la red.

Son de secciones circulares y con diámetro mínimo de 1,20 m, construidos generalmente de ladrillo o cualquier otro material que proporcione impermeabilidad y durabilidad dentro del período de diseño; sin embargo, las limitantes del lugar pueden ser una variable para su construcción, observándose diseños desde tubos de concreto de 32 pulgadas hasta pozos fundidos de concreto ciclópeo.

Figura 2. Pozo de visita



Fuente: Sandoval Ramírez, Jorge Jacobo. Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea Pacacay municipio de Acatenango, Chimaltenango.

2.4.2. Colector

Es el conducto principal. Se ubica generalmente en el centro de las calles. Transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta su disposición final, ya sea hacia una planta de tratamiento o a un cuerpo receptor. Generalmente son secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño, de PVC o concreto.

2.4.3. Conexiones domiciliarias

Son subestructuras que tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las edificaciones y conducirlas al colector o alcantarillado central. Consta de las siguientes partes:

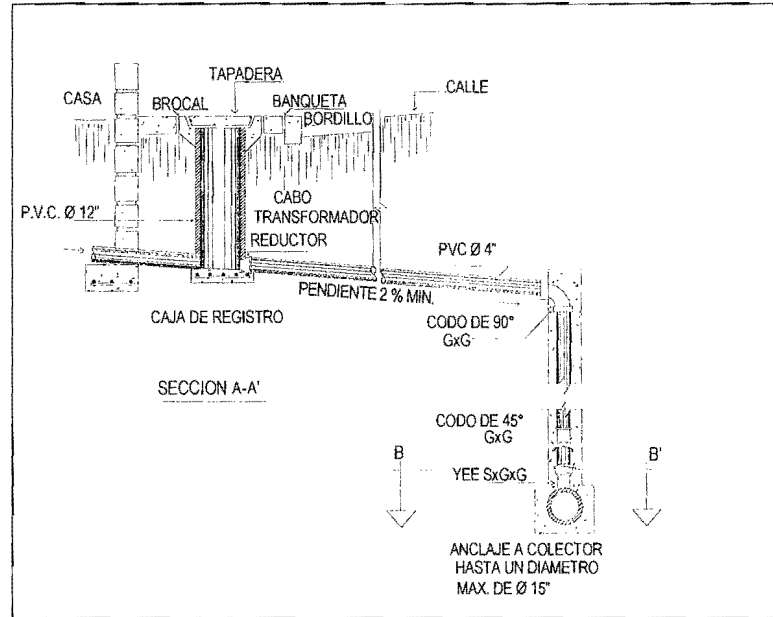
- **Caja o candela**

Es una estructura que permite la recolección de las aguas provenientes del interior de las edificaciones. Pueden construirse de diferentes formas, tales como: un tubo de concreto vertical no menor de 12 pulgadas de diámetro, una caja de mampostería de lado no menor de 45 centímetros, impermeabilizado por dentro. Deben tener una tapadera que permita inspeccionar y controlar el caudal; el fondo debe estar fundido y con un desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan ser transportada al colector, con altura mínima de 1,00 metro.

- **Tubería secundaria**

Es la tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Deberá utilizarse tubo PVC de 4", con pendiente mínima de 2%, considerando las profundidades de instalación.

Figura 3. **Conexión domiciliar**



Fuente: Sandoval Ramírez, Jorge Jacobo. Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea Pacacay municipio de Acatenango, Chimaltenango.

2.5. **Período de diseño**

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema, luego de este período es necesario rehabilitar el sistema. Para determinar dicho período es necesario tomar en cuenta factores tales como: población beneficiada, crecimiento poblacional, calidad de materiales a utilizar, futuras ampliaciones de las obras planeadas y mantenimiento del sistema. Instituciones como, INFOM (Instituto de Fomento Municipal) recomiendan que las alcantarillas se diseñen para un período de 20 años.

Para este proyecto se consideró un período de diseño de 21 años, debido a que es necesario incluir un tiempo adicional de 1 año para las gestiones que conlleve el proyecto, su respectiva autorización y desembolso económico.

2.6. Población futura

La población de diseño se determina con la cantidad de pobladores, al que se va a servir en un período de tiempo establecido, tomando como base los habitantes actuales, que se encuentran en el sector donde se desarrollará el proyecto.

Se calculará la población futura por medio del método de incremento geométrico, por ser el más apto y el que se apeg a la realidad del crecimiento poblacional de nuestro medio. Se utilizará una tasa de crecimiento poblacional de 2,50%, dato proporcionado por la municipalidad de Guanagazapa. La población actual es de 2040 habitantes.

Método de Incremento Geométrico

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

Donde:

P_f = población a futuro = 3427 hab

P_o = población actual = 2040 hab

R = tasa de crecimiento = 2,5%

n = años proyectados = 21 años

$$P_f = 2040(1 + 0,025)^{21}$$

P_f = 3427 habitantes

2.7. Determinación de caudales

2.7.1. Población tributaria

En sistemas de alcantarillados sanitarios y combinados, la población tributaria de caudales al sistema se calcula con los métodos de estimación de población futura generalmente empleados en Ingeniería Sanitaria. La población tributaria por casa se calcula con base en el número de habitantes dividido entre el número total de casas a servir.

Habitantes por vivienda = número de habitantes / número de viviendas

Habitantes por vivienda = 2040 / 340 = 6 habitantes/vivienda

2.7.2. Dotación de agua

Es la cantidad de agua que una persona necesita por día, para satisfacer sus necesidades, se expresa en litros por habitante al día. Los factores que se consideran para la dotación de agua son: clima, nivel de vida, actividad que se lleva a cabo, productividad, abastecimiento privado y servicios comunales o públicos.

La dotación que se tomó es de 125 l/hab/día, de acuerdo con la asignación que la municipalidad de Guanagazapa tiene por vivienda con un aproximado de 30 000 l/casa/mes.

La cantidad de habitantes promedio por vivienda es de 6. El caudal doméstico debe ser afectado por el factor de retorno al ser calculado.

2.7.3. Factor de retorno al sistema

Se sabe que el 100% de agua potable que ingresa a cada vivienda no regresará a las alcantarillas, esto por razones del uso que se le da a la dotación dentro de la vivienda, considerando que pueda perderse un 20% de la dotación y tomando en cuenta que el área de influencia del proyecto, cuenta con viviendas que en su mayoría poseen patios de tierra, se consideró un factor de retorno al sistema del 80%.

2.7.4. Caudal sanitario

El caudal sanitario está integrado por el caudal domiciliar (Q_{DOM}), comercial (Q_{COM}), industrial (Q_{IND}), las infiltraciones (Q_{INF}) y conexiones ilícitas (Q_{CI}).

Por lo tanto el caudal sanitario está dado por:

$$(Q_{SAN})= (Q_{DOM}) + (Q_{COM}) + (Q_{IND}) + (Q_{INF}) + (Q_{CI})$$

2.7.4.1. Caudal domiciliar

Es el agua que, una vez ha sido usada por los humanos para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hacia la red de alcantarillado. El agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación del suministro del agua potable, menos una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras. Para tal efecto la dotación de agua potable es afectada por el factor de retorno.

De esta forma el caudal domiciliar o doméstico queda integrado así:

$$Q_{\text{DOM}} = (\text{dotación} * \text{No. de hab futuro} * \text{factor retorno}) / 86\ 400$$

$$Q_{\text{DOM}} = (125 \text{ l/hab/día} * 3427 \text{ hab} * 0,80) / 86\ 400 = 3,97 \text{ l/s}$$

2.7.4.2. Caudal industrial

Es el agua proveniente del interior de todas las industrias existentes en el lugar, como procesadores de alimentos, fábrica de textiles, licoreras. Puesto que la aldea carece de ellos, no se contempla caudal industrial alguno.

2.7.4.3. Caudal comercial

Conformado por las aguas negras resultantes de las actividades de los comercios, comedores, restaurantes, hoteles, debido a que la aldea carece de ellos, puesto que no se contempla caudal comercial alguno.

2.7.4.4. Caudal por conexiones ilícitas

Este tipo de caudal es producido por las viviendas que por no contar con un sistema de alcantarillado apropiado para las aguas pluviales, las introducen al sistema de alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas, lo que es susceptible de variar de 0,5 a 2,5%.

Según el INFOM (Instituto de Fomento Municipal), se puede estimar el valor de este caudal tomando un 10% mínimo del caudal domiciliar.

Como el caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias, otra forma para calcularlo es el método Racional, el cual está dado por:

$$Q_{\text{Conex ilícitas}} = CiA / 360$$

Donde:

Q = caudal (m³/s)

C = coeficiente de escorrentía

i = intensidad de lluvia (mm/hora)

A = área que es factible conectar ilícitamente al sistema (mm/hora)

Por no contar con la información necesaria para la utilización del método racional, el caudal de conexiones ilícitas se calculará por medio de los parámetros regulados por el INFOM, tomando en este caso un valor de 25% del caudal domiciliar.

$$\text{Dotación } Q_{\text{ilícita}} = 25\% * 125 \text{ l / hab / día} = 31,25 \text{ l / hab / día}$$

$$Q_{\text{Conex. ilícitas}} = (\text{dotación } Q_{\text{ilícita}} * \text{población}) / 86\ 400$$

- Caudal de conexiones ilícitas actual

$$Q_{\text{Conex. ilícitas}} = (31,25 * 2040) / 86\ 400 = 0,74 \text{ l/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas futuro

$$Q_{\text{Conex. ilícitas}} = (31,25 * 3427) / 86\ 400 = 1,24 \text{ l/s}$$

2.7.4.5. Caudal de infiltración

No existe caudal de infiltración debido a que la tubería a emplear es de PVC, la cual no permite ningún tipo de infiltración.

2.7.5. Caudal medio

Es la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas e infiltración, descartando todo aquel caudal que dada la situación o propiedades de la red, no contribuya al sistema; se obtiene su valor de la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{medio}} = (Q_{\text{SAN}}) = (Q_{\text{DOM}}) + (Q_{\text{COM}}) + (Q_{\text{IND}}) + (Q_{\text{INF}}) + (Q_{\text{CI}})$$

$$Q_{\text{DOM}} = 3,97 \text{ l/s}$$

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

$$Q_{\text{CI}} = 1,24 \text{ l/s}$$

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

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

$$Q_{\text{medio}} = 3,97 \text{ l/s} + 1,24 \text{ l/s} = 5,21 \text{ l/s}$$

2.7.6. Factor de caudal medio

Este factor regula la aportación de caudal en la tubería; se considera que es el caudal con que contribuye un habitante debido a sus actividades, sumando los caudales doméstico de infiltración por conexiones ilícitas, caudal comercial e industrial, entre la población total. Este factor debe estar dentro del rango de 0,002 a 0,005.

Si da un valor menor se tomará 0,002 y si fuera mayor se tomará 0,005, considerando siempre que este factor no esté demasiado distante del rango máximo y mínimo establecido, ya que se podría caer en un sobrediseño o en subdiseño, según sea el caso.

El factor de caudal medio se calculó de la forma siguiente:

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

Donde:

$$F_{qm} = 5,21 \text{ l/s} / 3427 \text{ hab} = 0,00152$$

Este valor no se encuentra entre los rangos establecidos, por lo tanto se adopta el valor 0,002 para el diseño.

2.7.7. Factor de Harmond

Este factor está en función del número de habitantes localizados en el área de influencia, regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico para las horas pico. Se expresa por medio de la siguiente fórmula en la cual su valor disminuye si la población aumenta y es inversamente proporcional si ésta disminuye.

Su fórmula es:

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}$$

Donde:

FH = factor de flujo instantáneo o factor de Harmond

P = población del tramo analizado

2.7.8. 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 Harmond y el número de habitantes a servir.

$$Q_{\text{dis actual}} = F_{\text{qm}} * \text{FH actual} * \text{No. de hab actual}$$

$$Q_{\text{dis futuro}} = F_{\text{qm}} * \text{FH futuro} * \text{No. de hab futuro}$$

2.8. Fundamentos hidráulicos

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

Particularmente para sistemas de alcantarillado sanitarios, se emplean canales circulares cerrados, y para no provocar ninguna molestia se construyen subterráneos, estando la superficie del agua afectada solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición que dichos caudales transportan.

2.8.1. Ecuación de Manning para flujo en canales

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

Por consiguiente, se buscaron diferentes formas para calcular la velocidad en el conducto donde se reduzcan las variaciones del coeficiente C y que dependa directamente de la rugosidad del material de transporte, sea independiente del radio hidráulico y la pendiente.

Como una fórmula ideal de conseguir tales condiciones, fue presentada al Instituto de Ingenieros Civiles de Irlanda, en 1890, un procedimiento llamado fórmula de Manning, cuyo uso es bastante extenso por llenar condiciones factibles de trabajo en el cálculo de velocidades para flujo en canales.

La ecuación de Manning se define así:

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

Donde: V = velocidad m/s
 R = radio hidráulico
 S = pendiente del canal
 n = coeficiente de rugosidad, propiedad del canal

2.8.2. Relaciones de diámetro y caudal

Las relaciones de diámetros y caudales que se deben tomar en cuenta en el diseño de la red de alcantarillado sanitario son: la relación d/D debe ser mayor o igual a 0,10 y menor o igual a 0,75, el caudal de diseño tiene que ser menor al caudal a sección llena en el colector, tomando en cuenta que estas relaciones se aplicarán sólo para sistemas de alcantarillado sanitario.

$$\text{Relación de diámetro: } 0,10 \leq \frac{d}{D} \leq 0,75$$

$$\text{Relación de caudal: } q_{\text{dis}} < Q_{\text{sec llena}}$$

2.8.3. Relaciones hidráulica

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando para eso la fórmula de Manning.

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación (q/Q). Dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca uno aproximado. En la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V) y obteniendo este valor se multiplica por el obtenido por la velocidad a sección llena y se logra saber así la velocidad a sección parcial. Sucesivamente se obtiene los demás valores de chequeo.

2.9. Parámetros de diseño hidráulico

2.9.1. Coeficiente de rugosidad

Hoy en día existen empresas que se encargan de la fabricación de tuberías para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, teniendo que realizar pruebas que determinen un factor para establecer cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería.

Manejando parámetros de rugosidad para diferentes materiales y diámetros, ya estipulados por instituciones que regulan la construcción de alcantarillados sanitarios. Existen valores de factores de rugosidad de algunas de las tuberías más empleadas en nuestro medio, según la tabla siguiente:

Tabla I. **Factor de rugosidad**

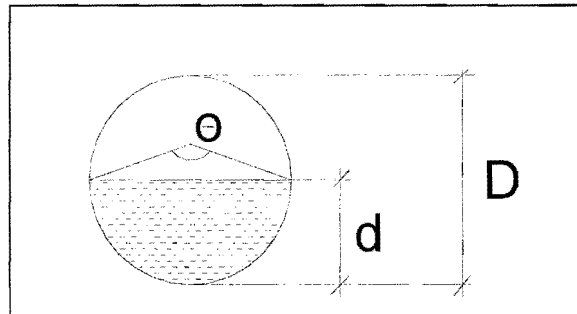
MATERIAL	FACTOR DE RUGOSIDAD
Superficie de mortero de cemento	0,011-0,013
Mampostería	0,017-0,030
Tubo de concreto Diám < 24"	0,011-0,016
Tubo de concreto Diám > 24"	0,013-0,018
Tubo de asbesto cemento	0,009-0,011
Tubería de PVC	0,006-0,011
Tubería de Hierro Galvanizado	0,013-0,015

Fuente: Sandoval Ramírez, Jorge Jacobo. Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea Pacacay municipio de Acatenango, Chimaltenango.

2.9.2. Sección llena y parcialmente llena

El principio fundamental de un sistema de alcantarillado sanitario como se ha mencionado con anterioridad, es que funcionan como canales abiertos (sección parcial) y nunca funcionan a sección llena. En consecuencia el caudal de diseño jamás será mayor que el caudal a sección llena.

Figura 4. Sección parcialmente llena



Fuente: Sandoval Ramírez, Jorge Jacobo. Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea Pacacay municipio de Acatenango, Chimaltenango.

Para el cálculo de la velocidad se emplea la fórmula de Manning. Pero haciendo algunos arreglos algebraicos y para minimizar trabajo, se creó la fórmula siguiente, la cual se aplica en este diseño:

$$V = \left[\frac{0,03429D^{2/3} * \sqrt{S}}{n} \right]$$

Donde:

- V = velocidad a sección llena (m/s)
- D = diámetro de tubo (pulgadas)
- S = pendiente del terreno (%/100)
- n = coeficiente de rugosidad, propiedad del tubo

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

$$Q = A * V$$

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

Donde:

Q = caudal a sección llena (l/s)

A = área de la tubería (m²)

V = velocidad a sección llena (m/s)

π = constante Pi

Simplificando la fórmula para obtener el área directamente en m² en función del diámetro en pulgadas, se utiliza la fórmula siguiente:

$$A = 0,0005067 * D^2 * 100$$

Donde:

D = diámetro del tubo en pulgadas

2.9.3. Velocidades máximas y mínimas

Se debe diseñar de modo que la velocidad mínima del flujo para la tubería PVC, trabajando a cualquier sección deberá ser de 0,4 m/s, en casos críticos con terrenos muy planos y ramales iniciales con pequeño flujo, se acepta una velocidad de 0,30 m/s, la velocidad máxima será de 4 m/s debido a que velocidades mayores causan efectos dañinos, porque los sólidos en suspensión (arena, cascajo, piedra) producen un efecto abrasivo en la tubería.

2.9.4. Diámetro del colector

El diámetro mínimo de tubería que ha de usarse para el diseño de alcantarillados sanitarios, utilizando tubería de concreto será de 8 pulgadas; para tuberías de PVC el diámetro mínimo es de 6 pulgadas, según lo indica el INFOM. Se utilizan estos diámetros debido a requerimientos de limpieza, flujo y para evitar obstrucciones.

2.9.5. Profundidad del colector

La profundidad de la línea principal o colector se dará en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico. Así mismo, se debe tomar en cuenta considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo, de accidentes fortuitos.

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

- Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 1,00 m
- Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 1,20 m

2.9.5.1. Profundidad mínima del colector

Según lo estipulado anteriormente y tomando en consideración que existen condiciones de tránsito liviano y pesado y diferentes diámetros de tubería con los cuales se diseña un drenaje sanitario, se presenta una tabla que tabula los valores de la profundidad mínima para distintos diámetros de tubos de concretos y PVC.

Tabla II. **Profundidad mínima del colector**

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

cm

Fuente: Sandoval Ramírez, Jorge Jacobo. Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea Pacacay municipio de Acatenango, Chimaltenango.

2.9.5.2. Ancho de zanja

Para llegar a las profundidades mínimas del colector se deben hacer excavaciones de estación a estación (pozos de visita), en la dirección que se determinó en la topografía de la red general; la profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y profundidad requerida por la tubería a colocar. Se presenta a continuación una tabla que muestra anchos de zanjas aconsejables, en función del diámetro y de las alturas a excavar.

Tabla III. Ancho de zanja

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanja		
	Para profundidades hasta 2,00 m	Para profundidades de 2,00 a 4,00 m	Para profundidades de 4,00 a 6,00 m
4	0,50	0,60	0,70
6	0,55	0,65	0,75
8	0,60	0,70	0,80
10	0,70	0,80	0,80
12	0,80	0,80	0,80
15	0,90	0,90	0,90
18	1,00	1,00	1,10
24	1,10	1,10	1,35

Fuente: Sandoval Ramírez, Jorge Jacobo. Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea Pacacay municipio de Acatenango, Chimaltenango.

2.9.5.3. Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar y la longitud entre pozos, siendo sus dimensionales m³.

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

Donde:

- V = volumen de excavación (m³)
- H1 = profundidad del primer pozo (m)
- H2 = profundidad del segundo pozo (m)
- d = distancia entre pozos (m)
- Z = ancho de la zanja (m)

2.9.5.4. Cotas invert

Es la distancia entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota invert sea al menos igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería.

Se debe tomar en cuenta para su cálculo, que la cota invert de salida de un pozo se coloca por lo menos a tres centímetros más baja que la cota invert de llegada de la tubería más baja. Las cotas invert de entrada y de salida se calculan de la siguiente manera:

$$CIS_1 = CT - Hp_1$$

$$CIE_2 = CIS_1 - \frac{S\% \cdot DH}{100}$$

$$CIS_2 = CIE_2 - 0,03 \text{ m}$$

Donde:

CIS_1 = cota invert de salida del pozo de visita 1 (CIS)

CT = cota de terreno

Hp_1 = altura del pozo de visita 1

CIE_2 = cota invert de entrada del pozo de visita 2 (CIE)

CIS_2 = cota invert de salida del pozo de visita 2 (CIS)

S% Tubo = pendiente del tubo

DH = Distancia horizontal entre pozos

2.10. Ubicación de los pozos de visita

Luego de determinar la ruta donde se ejecutará la red de alcantarillado, se tomará en cuenta colocar pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

- Donde exista cambio de diámetro
- En intersecciones de dos o más tuberías
- En cambio de pendiente
- En el inicio de cualquier ramal
- En distancia no mayores de 100 m
- En curvas no más de 30 m

2.11. Profundidad de los pozos de visita

La profundidad de los pozos de visita al inicio del tramo está definida por la cota invert de salida; por la siguiente ecuación:

$$H_{P.V} = \text{cota del terreno al inicio} - \text{cota invert de salida del tramo} - 0,15 \text{ de base}$$

Para determinar las alturas de los pozos de visita, si hubiera inconvenientes se deben tomar en cuenta las consideraciones que a continuación se mencionan:

- a) Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo 3 cm debajo de la cota invert de entrada.

$$\phi_A = \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - 0,03$$

- b) Cuando a un pozo de visita entre una tubería de diámetro y salga otro de diferente diámetro, la cota invert de salida estará situada como mínimo a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada.

$$\phi_A > \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - ((\phi_B > \phi_A) * 0,0254)$$

- c) Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro que las que ingresen a él, la cota invert de salida estará 3 cm debajo de la cota más baja que entre y se tomará el valor menor de los dos resultados.

$$\phi_A = \phi_B = \phi_C$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - 0,03$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - 0,03$$

- d) Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresen en él, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor, presentando diferentes casos.
- o Ingresa más de una tubería de igual diámetro y sale una de diferente diámetro: la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se toma el valor menor.

$$\phi_A = \phi_B \quad \phi_C > \phi_A; \quad \phi_C > \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\phi_C - \phi_A) * 0,0254)$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - ((\phi_C - \phi_B) * 0,0254)$$

- Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro y sale una de diámetro distinto: la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se tomará el valor menor.

$$\phi_A \neq \phi_B \quad \phi_C > \phi_A; \quad \phi_C > \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\phi_C - \phi_A) * 0,0254)$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - ((\phi_C - \phi_B) * 0,0254)$$

- Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro, siendo una de ellas del diámetro de la tubería de salida: la cota invert de salida será, para cada una de ellas, la diferencia de los diámetros, y la otra tendrá como mínimo 3 cm. Se tomará el valor menor

$$\phi_C = \phi_B \quad \phi_A \neq \phi_B; \quad \phi_C > \phi_A$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - 0,03$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\phi_C - \phi_A) * 0,0254)$$

- Cuando sólo una tubería de las que sale es de seguimiento, las demás que salgan del pozo de visita deberán ser iniciales.

- La cota invert de salida de la tubería inicial deberá estar como mínimo a la profundidad del tránsito liviano o pesado, según se considere oportuno.
- La cota invert de salida de la tubería de seguimiento deberá cumplir con las especificaciones anteriormente descritas.

2.12. Características de las conexiones domiciliarias

Habitualmente la tubería será de 6 pulgadas, si es de concreto y 4 pulgadas, si es de PVC presentando una pendiente que varía del 2% al 6%, que sale de la candela domiciliar hacia la línea principal uniéndose a ésta en un ángulo de 45 grados a favor de la corriente del caudal interno del colector.

Las cajas domiciliarias generalmente se construyen con tubería de concreto de diámetro mínimo de 12 pulgadas o de mampostería de lado menor de 45 centímetros, ambos a una altura mínima de 1 m del nivel del suelo.

En este proyecto se utilizó Tubo PVC 4", y para la candela se utilizó un tubo de concreto de 12" de diámetro.

2.13. Diseño hidráulico

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se elabora de acuerdo a las normas ASTM y las normas que establece el Instituto de Fomento Municipal INFOM. En este proyecto se beneficiará el 100% de las viviendas actuales de la aldea, debido a la inexistencia de este servicio. Con el objetivo de hacer más fácil el cálculo se utilizó un programa realizado en una hoja electrónica, la cual se adjunta como apéndice a esta tesis.

2.14. Ejemplo de diseño de un tramo

Para tramo de PV-1 PV-2 de colonia Las Flores

datos generales

población actual= 78 hab

población futura= 131 hab

PV= pozo de visita

cota inicio de terreno PV-1 = 101,52

cota final de terreno PV-2 = 101,28

distancia horizontal = 54,83

período de diseño= 21 años

coeficiente de rugosidad= 0,010

S= pendiente del terreno (%)

Fqm= 0,002

$S = (101,52 - 101,28) / 54,83 = 0,00437 = 0,437\%$

S_{tubería}= 0,50%

No. de casas del tramo= 7

No. de casas acumuladas del tramo= 13

$$\text{Factor de Harmon actual} = 1 + \frac{14}{4 + (P/1000)^{1/2}} = 1 + \frac{14}{4 + (78/1000)^{1/2}} = 4,2715$$

$$\text{Factor de Harmon futuro} = 1 + \frac{14}{4 + (P/1000)^{1/2}} = 1 + \frac{14}{4 + (131/1000)^{1/2}} = 4,2096$$

$$\text{Caudal de diseño actual } Q_{\text{actual}} = 78 * 0,002 * 4,2715 = 0,67 \text{ l/s}$$

Caudal de diseño futuro

$$Q_{\text{futuro}} = 131 * 0,002 * 4,2096 = 1,10 \text{ l/s}$$

$$V_{\text{seccion llena}} = (0,03429 * 6^{2/3} * 0,00437^{1/2}) / 0,010 = 0,80 \text{ m/s}$$

$$Q = V * A$$

$$Q = 0,80 * (3,14159 * (((6 * 2,54) / 100)^2) / 4) * 1000 = 14,60 \text{ l/s}$$

Relaciones hidráulicas

$$Q_{\text{actual}}/Q = 0,67/14,60 = 0,045 \quad Q_{\text{futuro}}/Q = 1,10/14,60 = 0,075$$

De las tablas de relaciones hidráulicas se obtienen:

Actual	Futuro
$v/V = 0,501$	$v/V = 0,587$
$v = V * 0,67$	$v = V * 0,80$
$v = 0,80 * 0,501 = 0,40 \text{ m/s}$	$v = 0,80 * 0,587 = 0,47 \text{ m/s}$
$d/D = 0,1425$	$d/D = 0,1851$

Se puede observar que la velocidad actual y a futuro, se encuentran dentro de los límites permitidos los cuales son: $0,4 \text{ m/s} < v < 4 \text{ m/s}$, al igual que la relación d/D , se encuentra dentro de los parámetros permisibles los cuales son: $0,10 < d/D < 0,75$, por lo que la pendiente y el diámetro de la tubería se ajustan a las necesidades del servicio tanto actuales como a futuro.

Utilizando las tablas de relaciones hidráulicas, se calcula la velocidad actual = $0,40 \text{ m/s}$, la que está dentro del rango de velocidades para tubería PVC.

Cotas invert

$$CIS_1 = CT - Hp_1$$

$$CIS_1 = 101,52 - 1,54$$

$$CIS_1 = 99,98 \text{ m}$$

$$CIE_2 = CIS_1 - \frac{S\% \cdot DH}{100}$$

$$CIE_2 = 99,98 - \frac{0,50 \cdot 54,83}{100}$$

$$CIE_2 = 99,70 \text{ m}$$

Profundidad de pozos

$$H_1 = CT - CIS$$

$$H_1 = 101,52 - 99,98$$

$$H_1 = 1,54 \text{ m}$$

$$H_2 = CT - CIE$$

$$H_2 = 101,28 - 99,70$$

$$H_2 = 1,58 \text{ m}$$

2.15. Tratamiento

El tipo de tratamiento para las aguas residuales de la aldea Brito y sus colonias es de gran importancia y de alto interés, ya que mediante el se podrá mitigar los efectos nocivos que éstas puedan producir. Por razones de tipo económico, para la obtención del financiamiento del proyecto, se propone el tratamiento de las aguas residuales a través del uso de fosas sépticas.

Dentro de las fosas sépticas se produce el tratamiento primario del agua residual, en donde se separan o eliminan la mayoría de sólidos suspendidos en el agua, mediante el proceso físico de asentamiento.

A medida que el agua residual, procedente del sistema de alcantarillado, entra en la fosa y la velocidad de flujo se reduce, los sólidos mayores se hunden en el fondo o suben a la superficie. De tal forma que, el cieno es la acumulación de sólidos en el fondo de la fosa y las natas son un conjunto de sólidos parcialmente sumergidos y flotantes que se forman en la superficie.

Dichos sólidos son sometidos a descomposición por procesos bacteriológicos. Las bacterias presentes son de la variedad anaerobia, que prosperan en la ausencia de oxígeno.

2.15.1. Ubicación

Se ubican en la parte Sur de la aldea, cerca de los ríos Asunchillo y María Linda, que dicho sea de paso éste río está contaminado por las aguas servidas del municipio de Escuintla y lugares aledaños.

2.15.2. Diseño de fosa séptica

El diseño de la fosa depende principalmente de la cantidad de viviendas a servir. Es recomendable que una fosa séptica no dé servicio a más de 60 viviendas simultáneamente, por lo que el diseño es el siguiente:

No. De viviendas = 60

No. De habitantes por vivienda = 6

Dotación por habitante = 125 l/hab/día

Factor de retorno = 0,80

Caudal habitante/día = 125 l/hab/día * 0,80 = 100 l/hab/día

60 viviendas * 6 = 360 habitantes

El volumen de líquidos se calcula para un período de retención de 24 horas, por lo que:

$\text{Vol liq} = (360 \text{ hab} * 100 \text{ l/hab/día} * 1 \text{ día}) / 1000 \text{ l/m}^3$

$\text{Vol liq} = 36,00 \text{ m}^3$

Volumen de lodos

- Cada fosa séptica se limpiará cada 5 años
- Volumen de lodos por persona será de 40 l/hab/año

El cálculo será:

$$\text{Vol lodos} = (40 \text{ l/hab/año} * 60 \text{ viv} * 6 \text{ hab} * 5 \text{ años}) / 1000 \text{ l/m}^3 = 72,00 \text{ m}^3$$

Volumen total

$$\text{Vol total} = \text{Vol líquidos} + \text{Vol lodos}$$

$$\text{Vol total} = 34,56 \text{ m}^3 + 72,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol total de fosa séptica} = 108,00 \text{ m}^3$$

Para determinar las dimensiones de la fosa, se tiene que respetar que la longitud es dos veces el ancho, el alto se propone no sea ni muy profunda, que dificulte su construcción o muy pequeña que demande mucha área superficial. Para determinar las dimensiones de la fosa se propone una profundidad de 2,50 metros.

$$\text{Volumen} = \text{ancho} * \text{alto} * \text{largo}$$

donde el largo = 2 veces el ancho

$$\text{Volumen} = \text{alto} * 2(\text{ancho})^2$$

$$\text{con volumen} = 108,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Alto} = 2,50 \text{ m}$$

sustituyendo

$$108,00 \text{ m}^3 = 2 (\text{ancho})^2 * 2,50$$

$$\text{Ancho} = 4,65 \text{ m} \quad \text{por lo tanto se toma ancho} = 4,75 \text{ m}$$

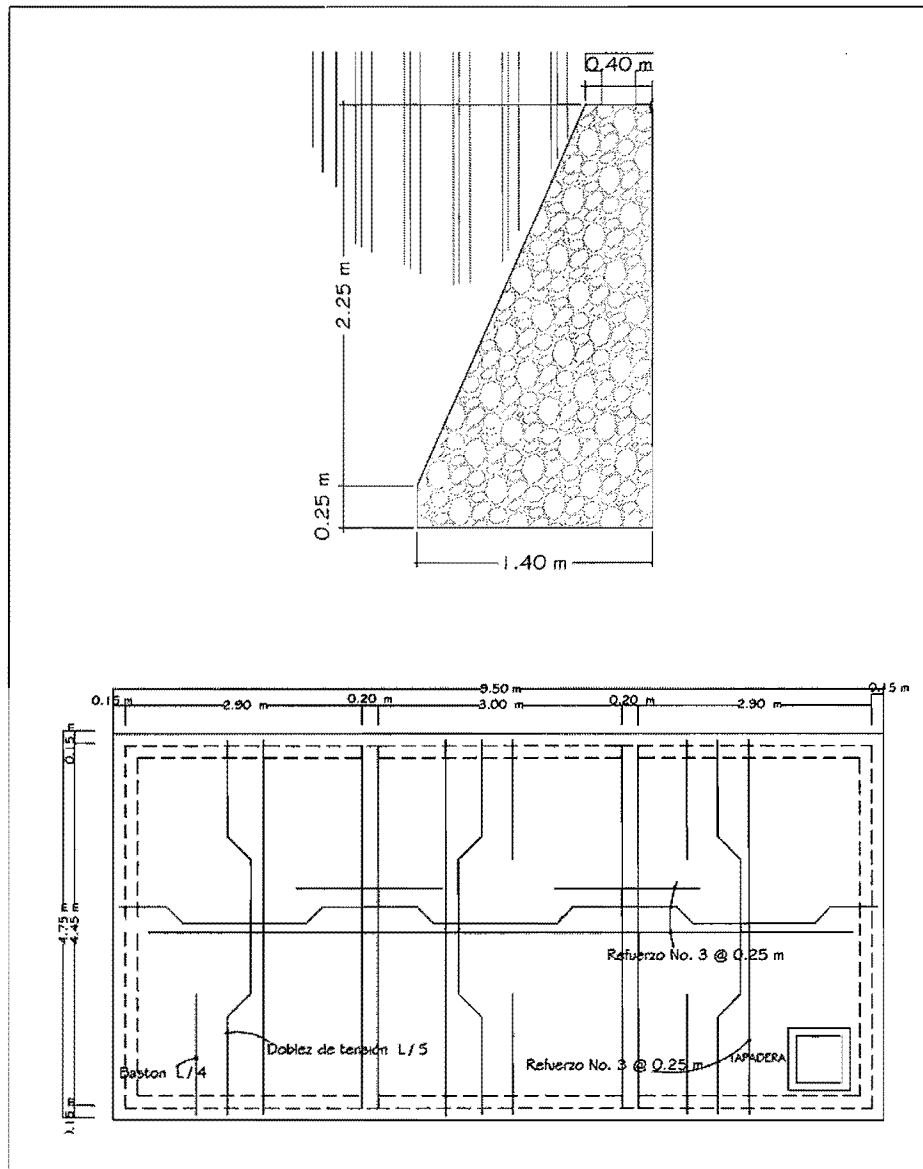
por lo tanto el largo será de 9,50 m
altura total de fosa = 2,50 m

las dimensiones de la fosa séptica serán:
largo = 9,50 m, ancho = 4,75 m, profundidad = 2,50 m

Las paredes se diseñaron con muros de gravedad de concreto ciclópeo, el techo de las fosas sépticas será de concreto armado, ver planos en apéndice.

El diseño de los muros de gravedad fueron similares al de los estribos del puente, las dimensiones finales de la estructura son:

Figura 5. Sección de muro y armado de losa para fosa séptica



Fuente: elaboración propia.

2.15.3. Dimensionamiento de los pozos de absorción

El efluente, proveniente de la fosa séptica, se evacuará a los pozos de absorción al sistema, se colocaran 1 pozo de absorción por cada fosa séptica tendrán un diámetro de 1,50 m, altura promedio de 2,70 m.

2.16. Administración, operación y mantenimiento

A medida que pasa el tiempo se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado, el riesgo de deterioro, obstrucciones y derrumbes se convierte en una consideración muy importante. Por esta razón la limpieza y la inspección de los colectores de agua residual son fundamentales para el mantenimiento y funcionamiento correcto del sistema.

Para que el sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Brito y sus colonias, funcione adecuadamente durante su período de diseño, es necesario promover el mantenimiento necesario.

Técnicas de inspección: se requieren programas de inspección para determinar la condición actual del alcantarillado y tener la planificación de una estrategia de mantenimiento. Idealmente las inspecciones del alcantarillado deben realizarse en condiciones de bajo caudal. De presentarse condiciones de flujo que pudieran alterar las inspecciones, estas deben llevarse a cabo durante los períodos de menor caudal entre la medianoche y las cinco de la mañana o se puede hacer un taponamiento temporal del colector para reducir el caudal.

Las conexiones domiciliarias presentan generalmente problemas de tubería obstruida (parcial o total) y conexión de aguas pluviales, por lo que habrá que verificar las condiciones de la candela y su tapadera, en caso de ser necesario, repararlas o cambiarlas y evitar que se introduzca tierra o basura y provoque algún taponamiento.

Si existiera conexión de aguas pluviales, ésta se debe cancelar y así evitar que la tubería se sature ya que no fue diseñada para conducir aguas pluviales.

La línea o colector principal presenta también problemas de obstrucción, por lo que se puede proceder de las siguientes formas: debe bajar por lo menos una persona a cada pozo de visita entre el tramo a evaluar, colocar una linterna alumbrando hacia la tubería, la otra persona percibirá clara o parcialmente el reflejo, indicando si existe algún taponamiento en el tramo. También existe la posibilidad de hacer la inspección por medio de un espejo en una vara bajada dentro del pozo permitirá a menudo que el examen sea hecho desde el nivel de la calle.

Otra forma de proceder consiste en verter una cantidad determinada de agua en el pozo de visita, chequear el corrimiento del agua hacia el siguiente pozo, esperando que éste sea normal. Si es muy lento es que existe algún taponamiento y si no sale agua en el pozo, existe una obstrucción total, por lo que se introducirá una guía para localizarla y si es necesario, se excavará hasta descubrir la tubería para retirar los residuos acumulados.

2.17. Elaboración de planos

Los planos elaborados para este proyecto son: planta general, planta de densidad de vivienda, planta-perfil de colector central y ramales, detalles de pozos de visita, conexiones domiciliarias, pozos de absorción y fosa séptica.

2.18. Elaboración de presupuesto

La siguiente tabla corresponde a la estimación del presupuesto del alcantarillado sanitario de la aldea Brito y sus colonias en el cual se incluyen los costos de materiales, mano de obra calificada y no calificada, costos indirectos del 40%, que incluye los imprevistos, supervisión, gastos administrativos, impuestos y utilidades.

Los precios de los materiales puestos en obra, se obtuvieron a través de cotizaciones en centros de distribución en la cabecera departamental. El salario de mano de obra calificada y no calificada, se asignó de acuerdo a lo que la municipalidad establece para casos similares.

Tabla IV. **Presupuesto de sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Brito y las colonias Santa Fe, El Tamarindo y Las Flores del municipio de Guanagazapa, Escuintla**

No.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Replanteo topografico	5009,6	ml	Q 2,30	Q 11 518,75
2	Colector principal				
2,1	Tuberia P.V.C 6" norma 3034	5190,00	ml	Q 198,73	Q 1 031 393,56
2,2	Tuberia P.V.C 8" norma 3034	378,00	ml	Q 298,93	Q 112 993,65
3	Pozos de Visita				
3,1	Pozo H = 1.00 m	10	unidad	Q 3 459,20	Q 34 591,96
3,2	Pozo H = 1.01 – 2.00 m	41	unidad	Q 5 721,21	Q 234 569,70
3,3	Pozo H = 2.01 – 3.00 m	31	unidad	Q 8 318,82	Q 257 883,31
3,4	Pozo H = 3.01 – 4.00 m	15	unidad	Q 11 854,16	Q 177 812,33
3,5	Pozo H = 4.01 – 5.00 m	13	unidad	Q 14 012,54	Q 182 163,02
3,6	Pozo H = 5.01 – mayor m	4	unidad	Q 16 325,26	Q 65 301,04
4	Excavacion	12329,37	m ³	Q 108,76	Q 1 340 887,50
5	Relleno	9541,55	m ³	Q 48,44	Q 462 187,50
6	Retiro de material sobrante	1320,30	m ³	Q 15,75	Q 20 800,00
7	Conexiones Domiciliares	340	unidad	Q 877,35	Q 298 300,19
8	Fosa septica	6	unidad	Q 96 287,67	Q 577 725,99
9	Pozo de absorcion	12	unidad	Q 3 905,44	Q 46 865,25
10	Caja distribuidora de caudal	3	unidad	Q 6 229,63	Q 18 688,88
11	Maquinaria	1	global	Q 132 000,00	Q 132 000,00
12	Herramienta y equipo	1	global	Q 8 348,00	Q 8 348,00
COSTO DEL PROYECTO					Q 5 002 511,87

Fuente: elaboración propia.

2.19. Valuación socio-económica

2.19.1. Valor presente neto

El método del valor presente neto es bastante utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación, la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos.

Cuando el VPN es menor que cero, implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés, o por el contrario, si el VPN es mayor que cero representa una ganancia. Las formulas de VPN son:

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

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

P = valor presente único en el valor inicial a la operación o valor presente

F = valor de pago único al final del período de la operación

A = valor de pago uniforme en un período determinado, de ingreso o egreso

i = tasa de interés de cobro por operación o tasa de utilidad por la inversión

n = período de tiempo que pretende durante la operación

Datos del proyecto

costo total del proyecto = 5 014 030,62

tasa de interés = 10% anuales

vida útil = 21 años

ingreso inicial por conexión= Q 550/vivienda * 340 viviendas = Q 187 000,00

costo anual de mantenimiento = Q 8500/mes * 12 meses = 183 600,00

ingresos anuales = Q 25 /vivienda* 340viviendas* 12 meses= 102 000,00

se utilizará signo positivo para los ingresos y negativo para los egresos

$$VPN = - 501\,403,62 + 187\,000 - 183\,600 \frac{(1 + 0,1)^{21} - 1}{0,1(1 + 0,1)} + 102\,000 \frac{(1 + 0,1)^{21} - 1}{0,1(1 + 0,1)^{21}}$$

$$VPN = 123\,978,18$$

$$VPN = - 501\,403,62 + 187\,000 - 183\,600 \frac{(1 - 0,1)^{21} - 1}{0,1(1 - 0,1)} + 102\,000 \frac{(1 - 0,1)^{21} - 1}{0,1(1 - 0,1)^{21}}$$

$$VPN = -2\,0507\,665,02$$

Se tiene un valor negativo debido a que no produce ninguna ganancia a la institución únicamente es un proyecto que beneficiará a 2040 habitantes que conforman la aldea Brito y las colonias Santa Fe, El Tamarindo y las Flores del municipio de Guanagazapa, departamento de Escuintla.

2.19.2. Tasa Interna de retorno

Es la tasa máxima de utilidades que puede obtenerse en la evaluación de una alternativa; lo que se busca es generar algún tipo de utilidad para la entidad.

Tasa 1 VPN (+)

TIR VPN = 0

Tasa 2 VPN = (-)

$$TIR = \left[\frac{(tasa1 - tasa2)(0 - VPN(-))}{(VPN(+)) - (VPN(-))} \right] + tasa2$$

$$TIR = \left[\frac{(-10 - 10)(0 - (-7370979))}{(123978) - (-7370979)} \right] + 10 = 7,12\%$$

La tasa interna de retorno es del 7,12%, lo que indica que el proyecto no es rentable, debido a que es menor a la tasa, por ello entra en los proyectos de tipo social, en la cual únicamente se contempla la relación costo contra beneficiarios.

2.20. Evaluación de impacto ambiental

Para realizar el estudio de impacto ambiental se utilizó la matriz de Leopold, en la cual es posible clasificar los impactos adversos significativos, impactos adversos no significativos y los impactos benéficos significativos esto con base en el tipo de proyecto. Según lo muestra la tabla V:

Tabla V. **Matriz de Leopold**

Acciones	Transformación y modificación del suelo										Construcción			Recursos			Alteración			Tratamiento químico								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19									
Condiciones del medio																												
1. Arboles																												
2. Arbustos																												
3. A. protegidos																												
4. Iedos																												
5. Mamilero																												
6. Repiles				1/5																								
7. Jves				1/5																								
8. Ambros																												
9. Cosetha																												
10. Monte																												
11. Caminos																												
12. Rec. Agua																												
13. Uso Industrial																												
14. Nuev. Comu.																												
15. Paisaje																												
16. Arquitectura																												
17. Desmontes																												
18. Turismo																												
19. Empleo																												
20. Salud																												
21. Morfología																												
22. Tierra																												
23. Calidad del aire																												
24. vibraciones																												
25. Cambio de caudal																												
26. Calidad del agua																												
27. Agua superficial																												
28. Acuíferos																												
29. Inundaciones																												
30. Erosión																												
31. Sedimentación																												
32. Grietas																												

Transformación y modificación del suelo

1. Modificación del hábitat 2. Alteración de la hidrología 3. Movimientos de tierra y nivelación del terreno

Construcción

1. Caudal 2. Uso de maquinaria 3. Erosión 4. Nuevas plantaciones 5. Acuíferos

Recursos

1. Acuíferos subterráneos 2. Aprovechamiento forestal

Alteración

1. Arquitectónica (construcciones) 2. Alteración superficie terrestre

Tratamiento químico

1. Fertilizantes y abonos 2. Control de la vegetación silvestre

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA

3.1. Descripción del proyecto

Este proyecto tiene como objetivo principal lograr una vía óptima de acceso vehicular, que permita a los pobladores del municipio y las comunidades aledañas desplazarse sin inconvenientes por la carretera que conduce a la cabecera municipal.

El proyecto consiste en diseñar un puente vehicular de concreto reforzado, de dos carriles, para soportar una carga viva AASHTO HS 15-44, con una longitud de 21 m, con un ancho de rodadura de 10 m y banquetas laterales de 1,00 m. El puente contará con los elementos estructurales siguientes: estribos de concreto ciclópeo y zapata de concreto reforzado, viga de apoyo, cortina, vigas principales, diafragmas externos e internos, losa de rodadura y banquetas de concreto reforzado, los barandales se construirán con postes de concreto y tubos de HG de 4”.

El puente es una estructura que salva un obstáculo, sea río, barranco o vía de comunicación natural o artificial, y que permite el paso de peatones, animales o vehículos. Los puentes pueden clasificarse en tres tipos fundamentales, de vigas rectas, de arco o colgantes, si se atiende exclusivamente a la acción que ejercen sobre el terreno en que se apoyan.

La infraestructura de un puente se divide en dos partes que son:

La subestructura: se define como un conjunto de elementos estructurales, que transmiten las cargas al suelo, que brinda estabilidad a toda la estructura. Está formada por los estribos o pilares extremos, las pilas o apoyos centrales y los cimientos, que forman la base de ambos.

La superestructura: consiste en el tablero o parte que soporta directamente las cargas y las armaduras, constituidas por vigas, cables o bóvedas y arcos.

3.2. Criterios y especificaciones para el diseño de puentes de concreto de sección de viga y losa

Se debe tomar en cuenta algunos criterios, antes de desarrollar el diseño de un puente. Es de mucha importancia para el diseñador ajustarse a ciertas especificaciones que normalicen el proyecto a ejecutarse, dentro de las especificaciones tomadas en cuenta en el presente diseño se encuentran las normas de la ASSHTO, ACI, ASTM.

Diseño: para el diseño de puentes se utiliza las normas de "Standard Specifications Highway Bridges" de la American Association of State Highway and Transportation Officials, (AASHTO).

Carga viva: para el puente de este proyecto, se usó la carga viva de diseño tipo AASHTO HS 15-44.

Recubrimientos: AASHTO 8.22. Se utiliza a partir del rostro de la barra a la superficie del concreto. Para cimientos y muros 8 cm; para losas en cama superior 5 cm, cama inferior 2,5 cm; para columnas y vigas 5 cm.

Longitud de desarrollo: AASHTO 8.24.1.2. Se proporcionará a todas las barras la longitud necesaria, a partir del punto donde se requieren por diseño, la cual es la mayor de la profundidad efectiva del elemento, 15 diámetros de la barra o la luz/20.

Traslapes: AASHTO 8.25. DGC 509.080. Se calcula con base en la longitud de desarrollo establecida en cada caso. Se recomienda el uso de uniones mecánicas para las barras No. 11 o mayores, de tal modo que desarrollen un 125% de la resistencia nominal (f_y) de la barra.

Ganchos: AASHTO 8.23.2.2. DGC 509. Los dobleces deberán ser hechos en frío y un equivalente a 6 diámetros en su lado libre, cuando se trata de 180 grados, y 12 diámetros cuando se trata de 90 grados.

Formaletas: se construyen de acuerdo con la sección DGC 505.04.

Para la superestructura se deben tomar en cuenta

- La acera y el barandal deben construirse posteriormente a la deflexión libre de las vigas.
- Todos los elementos de metal deben cubrirse con dos capas de diferente color de pintura anticorrosiva, exceptuando los pernos que deben estar debidamente engrasados.

Para la subestructura se deben tomar en cuenta

- Los estribos deben ser diseñados para la capacidad establecida por el estudio de suelos.

- Debe evitarse la explotación de los bancos de materiales circundantes al punto de estudio, para evitar futuras socavaciones.

3.3. Estudios Preliminares

Son los estudios que deben realizarse antes de empezar el diseño de un puente, se deben considerar: los estudios topográficos, hidrológico y de suelos.

3.4. Levantamiento topográfico

El estudio topográfico constituye uno de los elementos básicos para realizar el diseño de un puente, porque permite representar gráficamente los posibles puntos de ubicación de la obra y la geometría de las partes del puente. Para este proyecto se realizó:

- **Planimetría**

Está definida como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su orientación. Para este proyecto se realizó el levantamiento por medio del método de conservación de azimut y el equipo que se utilizó fue: teodolito Sokkisha, estadal, cinta métrica, plomada, estacas y clavos.

- **Altimetría**

Es la medición de las alturas de una superficie de la tierra, con el fin de representarlas gráficamente en conjunto con la planimetría para definir la superficie en estudio. Para este proyecto se utilizó el método taquimétrico y para su realización se tomó en consideración las medidas de la lectura de hilos

superior, medio e inferior y la altura del instrumento. El equipo que se utilizo un teodolito marca Sokkisha, estadal, cinta métrica, plomada, estacas y clavos.

3.5. Estudio de suelos por el método de ensayo de compresión triaxial

Para el diseño de un puente es importante realizar un estudio de suelos, este se hace por medio de perforaciones dinámicas, pero debido al costo y a que la municipalidad no cuenta con suficientes recursos, se realizó el estudio por medio del método de ensayo de compresión triaxial.

Este estudio sirve para determinar la carga que soporta el suelo. Con los datos que se obtengan del estudio de suelos, se llega a seleccionar el tipo de subestructura y cimentación del proyecto. Generalmente, se plantea el eje central del puente y se extrae la muestra correspondiente.

Datos obtenidos del ensayo:

Tipo de ensayo:	no consolidado y no drenado
Descripción del suelo:	arcilla limo-arenoso, color café oscuro
Dimensión y tipo de probeta:	2,5" x 5,0"
Ángulo de fricción interna:	22,25°
Cohesión:	2,2 ton/m ²

(Ver apéndice A. Resultado de análisis de suelo por medio de ensayo triaxial)

3.5.1. Determinación del valor soporte del suelo

El suelo es una arcilla limo-arenoso, color café oscuro para evaluar la calidad y el valor soporte del suelo, se realizó una excavación a 2,00 metros de profundidad, donde se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie³, los datos del ensayo son:

Ángulo de fricción interna $\phi = 22,25^\circ$

Cohesión $C_u = 2,2 \text{ ton/ m}^2$

Descripción del suelo = arcilla limo-arenoso, color café oscuro

Densidad húmeda = $1,76 \text{ ton/ m}^3$

Para el cálculo del valor soporte del suelo se aplicó la ecuación del Dr. Karl Terzaghi.

$$Q_d = C' * N'_c + \delta_{suelo} * Z * N'_q + 0,5 \delta_{suelo} * B * N_w$$

Donde:

Q_d = capacidad de carga límite en ton/m^2

c' = cohesión del suelo en ton/m^2

δ_{suelo} = peso volumétrico del suelo en ton/m^3

Z = profundidad a donde se realizó la prueba

B = ancho de la zapata

N'_c = factor de capacidad de carga debido a la cohesión

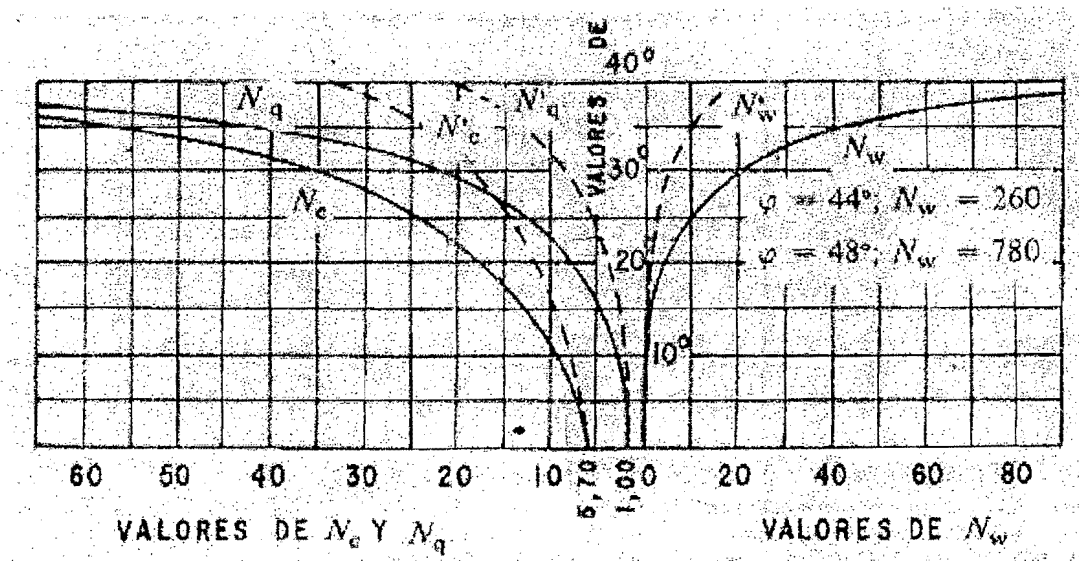
N'_q = factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga

N_w = factor de capacidad de carga debido al peso del suelo

N'_c , N'_q y N_w pueden calcularse mediante fórmulas o determinarse mediante gráficas

Para este caso los valores de N'_c , N'_q y N_w , fueron obtenidos de la gráfica que se muestra a continuación:

Figura 6. Curvas de trazo continuo



Fuente: Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones.

Datos:

$$c' = 2,2 \text{ ton/m}^2$$

$$\delta_{\text{suelo}} = 1,76 \text{ ton/m}^3$$

$$Z = 1,5 \text{ m}$$

$$B = 3,00 \text{ m}$$

$$N'_c = 20$$

$$N'_q = 9$$

$$N_w = 3,5$$

Entonces:

$$Q_d = (2,2 \cdot 20) + (1,76 \cdot 1,5 \cdot 9) + (0,5 \cdot 1,76 \cdot 3 \cdot 3,50)$$

$$Q_d = 77 \text{ ton/m}^2$$

Como se puede observar, el valor de Q_d es el esfuerzo límite, más no el admisible o de diseño de cimentación. Terzaghi recomienda para Q_{adm} un factor de seguridad no menor de tres:

$$V_s = Q_d / F_s = 77 / 3 = 25,66 \text{ ton/ m}^2$$

Por lo tanto, se adopta un valor soporte (V_s) = 25,00 ton/ m²

3.6. Cálculo de caudales máximos para el diseño de puentes

El caudal de diseño constituye otro de los parámetros de gran importancia, conjuntamente con el estudio topográfico, para la determinación de la geometría de los elementos de la superestructura y la subestructura. El caudal de diseño o crecida máxima extraordinaria ocurre en épocas de tormentas u otros fenómenos naturales; para el cálculo de la misma existen varios métodos entre ellos: El método de sección-pendiente, el método racional y el de comparación, para este caso se utilizó el método sección-pendiente por las ventajas que ofrece.

3.6.1. Método sección – pendiente

Este método surgió de la necesidad de estimar crecidas de ríos, donde prácticamente no se tienen datos suficientes para efectuar un cálculo de confianza y donde se puede aplicar un buen margen de seguridad.

Para predeterminar las crecidas por este método, se necesita definir la máxima altura de agua alcanzada por una corriente en el pasado, esto se logra siguiendo el procedimiento de preguntar a los habitantes del lugar, buscar señales que han dejado grandes crecidas, buscar en archivos antiguos. Se estableció una altura máxima de 3,50 m.

Una vez determinada la altura máxima, se obtiene el valor del área de la sección de la corriente. En la misma forma como se hace en los aforos, para poder obtener el caudal máximo se utiliza la fórmula $Q = V * A$.

Al realizar el aforo se determinó que la distancia entre los puntos 1 y 2 era de 35 m y el tiempo que le llevó al flotador cruzar fue de 75 segundos entonces se procedió a calcular la velocidad con la siguiente fórmula:

$$V = \text{longitud} / \text{tiempo}$$

$$V = 35 \text{ m} / 75 \text{ s} = 0,47 \text{ m/s}$$

Luego se procedió a medir la sección transversal del río, a través del levantamiento topográfico se obtuvo que era $76,67 \text{ m}^2$.

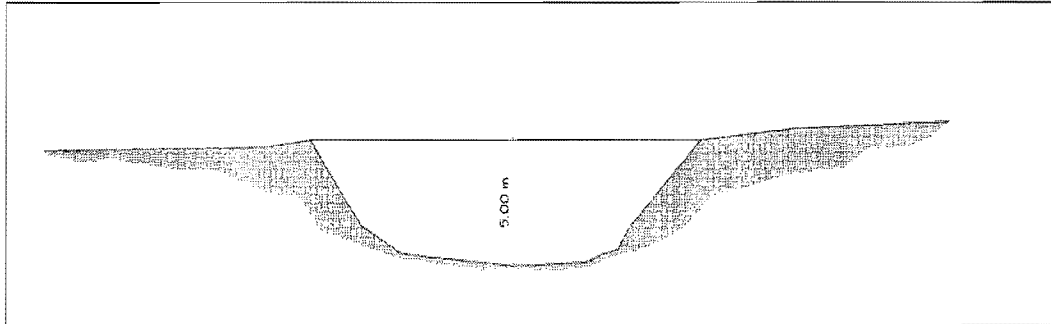
Luego se calcula el caudal con la siguiente fórmula.

$$Q = A * V$$

$$Q = 76,67 * 0,47$$

$$Q = 35,78 \text{ m}^3/\text{s}$$

Figura 7. **Sección transversal del río**



Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, la altura mínima del puente es de 5,00 m sobre el lecho del río.

3.7. **Diseño de superestructura**

Sobrecarga	HS 15-44
Ancho útil	10 metros
Luz efectiva	21 metros
Peso de concreto	2400 kg/ m ³
Peso de asfalto	2100 kg/ m ³

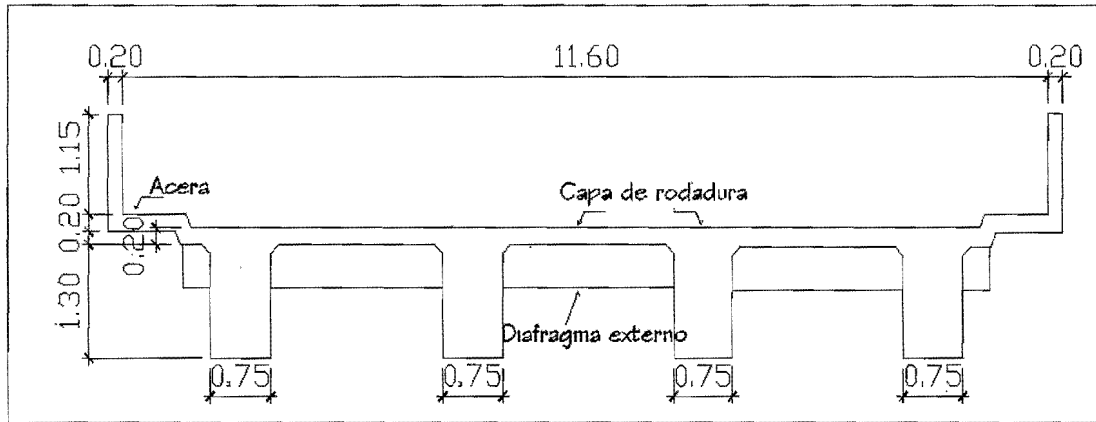
La superestructura estará compuesta por losa de rodadura, cuatro vigas principales, tres diafragmas, banquetas laterales y barandales.

3.7.1. Diseño de la losa

3.7.1.1. Cálculo del peralte

Según especificación de AASHTO recomienda un espesor mínimo de 6" (15,24 cm) ni mayores de 9,84" (25 cm); por lo tanto se procede a estimar un peralte de 20 cm.

Figura 8. Geometría de superestructura



Fuente: elaboración propia.

3.7.1.2. Integración de cargas

Carga muerta

W losa	=	$0,20 \cdot 2400 \cdot 1$	=	480 kg/ m
W asfalto	=	$0,05 \cdot 2100 \cdot 1$	=	105 kg/ m
W barandal	=		=	40 kg/ m
W cm	=		=	625 kg/ m

Sobrecarga

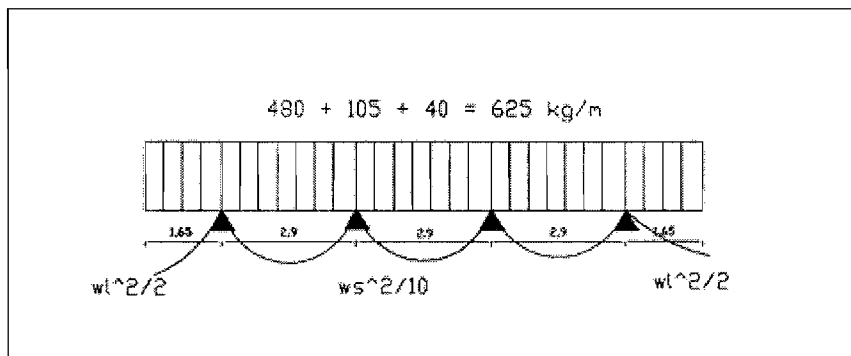
Se toma como una carga puntual con un valor de

$$P = 12\,000 \text{ lb } \text{ ó } 5\,454,54 \text{ kg}$$

3.7.1.3. Cálculo de momentos

Los momentos que se analizarán son: momento por carga muerta, sobrecarga e impacto, obteniendo con ello el momento total con el cual se procederá posteriormente al cálculo del refuerzo.

Figura 9. Modelo para análisis de losa



Fuente: elaboración propia.

Momento debido a la carga muerta

$$M_{cm} = \frac{W_{cm} * S^2}{10} \quad \text{en el centro de las vigas}$$

$$M_{cm} = \frac{W_{cm} * L^2}{2} \quad \text{en voladizo}$$

Donde:

W cm = carga muerta total (625 Kg/ m)

S = distancia entre vigas (2,90m)

L = longitud de voladizo (1,65 m)

$$M_{cm} = \frac{WS^2}{10} = \frac{625 \cdot (2,90)^2}{10} = 525,62 \text{ kg-m} = 3792,87 \text{ lb-pie}$$

$$M_{cm} = \frac{WL^2}{2} = \frac{625 \cdot (1,65)^2}{2} = 850,78 \text{ kg-m} = 6139,23 \text{ lb-pie}$$

De los dos momentos que se generan en la losa debido a la carga muerta, se usará el mayor que es 850,78 kg-m = 6139,23 lb-pie

Momento debido a la sobrecarga

Según especificación AASHTO 3.24.3 caso A, para refuerzo principal perpendicular a la dirección del tránsito, el momento por carga viva está dado por:

$$M_{cv} = [0,8 \cdot (S+2) / 32] \cdot P$$

Siendo: S = luz libre entre vigas (pies) = 9,51 pies

P = carga del eje más pesado (lb) = 12 000 lb

$$M_{cv} = 0,8 \cdot (9,51+2) / 32 \cdot 12\ 000 = 3453 \text{ lb-pie} = 478,52 \text{ kg-m}$$

Momento debido al impacto

Está especificado como un porcentaje de la carga viva y tiene que ser menor o igual al 30% de la misma, según AASHTO 3.8.2.1

$$I = 15 / (S + 38)$$

Donde

I = fracción de impacto

S = separación entre vigas 2,90 m

$$I = 15 / (2,90 + 38) = 0,37$$

Como $0,37 * 100 = 37\%$

Como $I = 37\% > 30\%$ por lo tanto se utilizará $I = 30\%$

Momento último

Según AASTHO 1.2.22, la fórmula se integra de la siguiente manera:

$$M_u = 1,3 * (M_{cm} + 5/3 (M_{cv} * I))$$

$$M_u = 1,3 (850,78 + 5/3 (478,52 * 1,3)) = 2453,85 \text{ kg-m}$$

Cálculo del peralte efectivo

El peralte efectivo se determina así:

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{1}{2} \text{ diámetro (varilla No. 4)}$$

$$d = 20 - 2,5 - 1,27/2 = 16,86 \text{ cm}$$

3.7.1.4. Cálculo de refuerzo transversal cama inferior

Para calcular el área de acero se utiliza la siguiente fórmula:

$$A_s = [b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - (M_u \cdot b) / (0.003825 \cdot f'_c)}] \cdot \Phi \cdot f'_c / f_y$$

Donde:

$$\Phi = 0,85$$

$$M_u = 2453,85 \text{ kg-m}$$

$$d = 16,86 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = 5,88 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \Phi_{\text{min}} \cdot b \cdot d$$

$$\Phi_{\text{min}} = 14,1 / f_y$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,005 \cdot 100 \cdot 16,86 = 8,46 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ máx.}} = 0,5 \cdot (0,85)^2 \cdot (f'_c / f_y) \cdot (6120 / (f_y + 6120)) \cdot (b \cdot d)$$

$$A_{s \text{ máx.}} = 0,5 \cdot (0,85)^2 \cdot (281 / 2810) \cdot (6120 / (2810 + 6120)) \cdot (100 \cdot 16,86)$$

$$A_{s \text{ máx.}} = 41,74 \text{ cm}^2$$

Como $A_s < A_{s \text{ min.}}$, usar $A_{s \text{ min}} = 8,46 \text{ cm}^2$

$$8,46 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ ----- } s \text{ (separación del acero)} \quad s = 15,01 \text{ cm}$$

equivale a distribuir varillas No. 4 G40 @ 0,15 m

Refuerzo longitudinal, cama superior e inferior

Según AASHTO 3.24.10.2, recomienda que el refuerzo longitudinal se calcule de la siguiente manera:

$$FL = 2,20/(S)^{0,5} < 67\%$$

Donde:

$$S = 9,51$$

$$FL = 2,20/(9,51)^{0,5} = 0,71$$

Entonces

$$As = 0,67 * As = 0,67 * 8,46 = 5,67 \text{ cm}^2$$

$$5,67 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ ----- } s \text{ (separación del acero) } \quad s = 22,40 \text{ cm}$$

Proponiendo un armado No. 4 grado 40 @ 0,20 m

Cálculo del refuerzo transversal cama superior

Se calcula refuerzo por temperatura

$$As \text{ temp.} = 0,002 b * t$$

$$As \text{ temp.} = 0,002 * 100 * 20 = 4,00 \text{ cm}^2$$

$$4,00 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } s$$

$$\text{donde } \quad s = 17,75 \text{ cm}$$

Utilizando refuerzo No. 3 G40 @ 0,17 m, colocado en la cama superior perpendicular al tránsito.

3.7.1.5. Diseño de pasamanos

Están formados por unidades longitudinales, que funcionan para la protección de los peatones, soportados por postes de concreto reforzado que se diseñan para una carga de P/4 de la carga estandarizada por AASHTO. La altura mínima que deben poseer los postes de los pasamanos es de 42 pulgadas (1,07 metros). Además de la carga del camión estandarizado, AASHTO recomienda para el diseño de los postes una carga vertical de 100 lb/pie, una carga horizontal de 300 lb/pie; que son producto de los peatones que circulan por la acera.

Donde:

b = base transversal de la banqueta, 1,00 m

h = altura de banqueta, 0,15 m

A = área transversal

Calculando el área transversal

$$A = b \times h$$

$$A = 1,00 \times 0,15$$

$$A = 0,15 \text{ m}^2$$

Carga Muerta

$$W_{\text{bordillo}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * A$$

$$W_{\text{bordillo}} = 2400 * 0,15 = 360 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{tubo hg}} = 40 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{pasamanos poste}} = 40 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{Total}} = 360 + 40 + 40 = 440 \text{ kg/m}$$

Carga viva

$$W_{\text{llantacamion}} = 6000,00 \text{ lb/pie} * 1\text{pie} \approx 2750 \text{ kg/m} * 1\text{m}$$

Finalmente sé tendrá que la carga viva es la carga extra de la llanta de un camión.

Diseño a corte

Debido a que la resistencia a tensión del concreto es considerablemente menor que la de compresión, se reforzará a corte.

Hallando el corte actuante del concreto:

$$V_{ac} = 1,3(CM + (5/3) CV)$$

$$V_{ac} = 1,3(440 + (5/3) 2750)$$

$$V_{ac} = 6530,33 \text{ kg}$$

Hallando el corte que resiste el concreto:

$$V_{cu} = 0,85 \times 0,53 * (f_c)^{1/2} * b * d$$

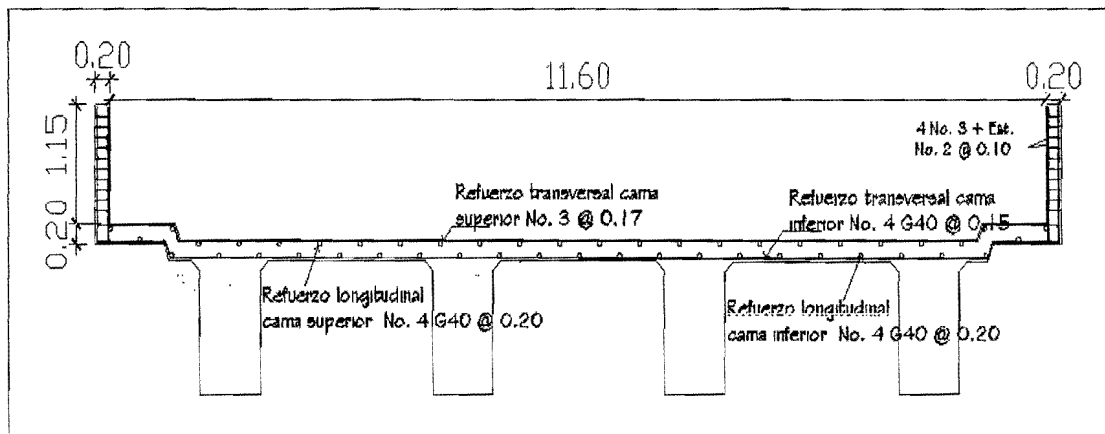
$$V_{cu} = 0,85 \times 0,53 * (281)^{1/2} * 100 * 15$$

$$V_{cu} = 11 327,63 \text{ kg}$$

Como V_{cu} mayor que V_{ac}

Se armaran los postes con 4 No. 3 y para cubrir corte, se necesita estribos No. 2 @ 10 cm.

Figura 10. Armado de losa



Fuente: elaboración propia.

3.7.2. Diseño de diafragmas

El artículo 8.12.2 de la norma AASHTO: expresa que la principal función de las vigas diafragmas es dar rigidez torsional a la sección transversal del puente, ayudar a distribuir las cargas transversales (viento y sismo) y mantener la geometría de la sección. Los diafragmas se deben reforzar con el área de acero mínima, ya que no se diseñan para soportar carga proveniente de la losa. Los diafragmas se utilizan al centro o en los tercios de la luz, dependiendo del criterio del diseñador. Para este caso se diseñaron diafragmas internos y externos.

El ancho usual de los mismos es de 30 cm y el alto de los diafragmas interiores es de $\frac{3}{4}$ de la altura de las vigas principales; si colocan diafragmas externos, estos podrán ser de $\frac{1}{2}$ de la altura de las vigas.

Los diafragmas externos transmiten su peso a los apoyos interiores de las vigas principales como cargas puntuales.

3.7.2.1. Diafragma externo

$$h = 0,5 * h \text{ viga}$$

$$h = 0,5 * 1,50 = 0,75 \text{ m}$$

$$b = 0,30 \text{ m}$$

De acuerdo con AASHTO, el refuerzo será el equivalente al acero mínimo requerido por la sección.

Según especificación ACI:

$$A_{s \text{ min.}} = (14,1 / f_y) * b * d$$

$$A_{s \text{ min.}} = (14,1 / 4200) * 30 * 75 = 7,55 \text{ cm}^2$$

Cama superior 3 No.6 G60

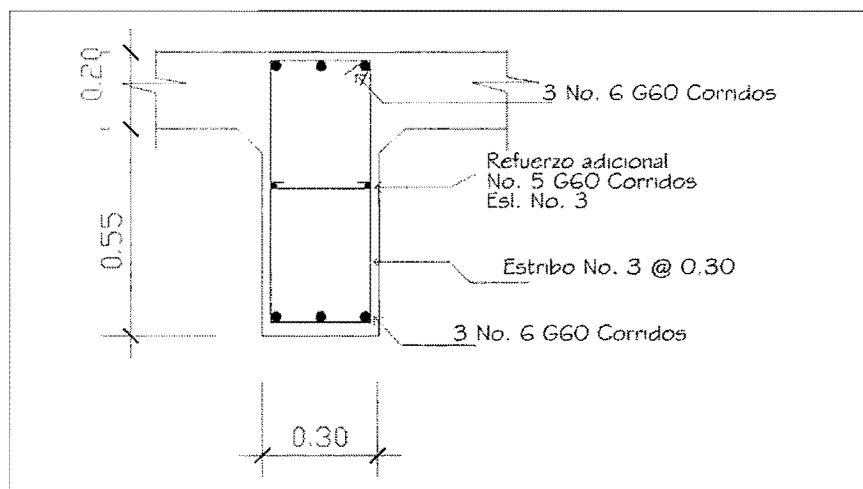
Cama inferior 3 No. 6 G60

Refuerzo adicional No. 5 en cada cara @ 0,30 m

Estribo No. 3 @ 0,30 m, eslabones No. 3 @ 0,30 m

El armado del diafragma se muestra a continuación

Figura 11. Detalle armado de diafragma externo



Fuente: elaboración propia.

3.7.2.2. Diafragma interno

$$h = 0,75 * h \text{ viga}$$

$$h = 0,75 * 1,50 = 1,13 \text{ m}$$

$$b = 0,45 \text{ m}$$

De acuerdo con AASHTO, el refuerzo será el equivalente al acero mínimo requerido por la sección.

Según especificación ACI:

$$A_{s \text{ min.}} = (14,1 / f_y) * b * d$$

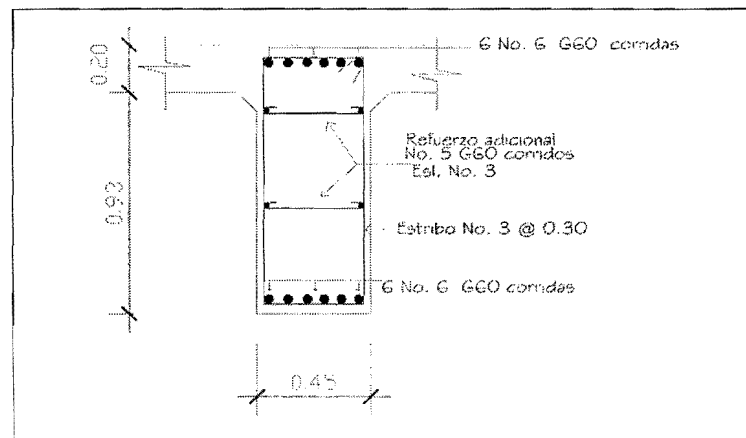
$$A_{s \text{ min.}} = (14,1 / 4200) * 45 * 113 = 17,07 \text{ cm}^2$$

Cama superior 6 No. 6 G60

Cama inferior 6 No. 6 G60

Refuerzo adicional No. 5 en cada cara @ 0,30 m, estribo No. 3 @ 0,30m eslabon No. 3 @ 0,30 m; el armado del diafragma interno se muestra en la siguiente figura:

Figura 12. Detalle armado de diafragma interno



Fuente: elaboración propia.

3.7.3. Diseño de vigas

Las vigas son los elementos estructurales más importantes de la superestructura, porque éstas transmiten las cargas externas transversales hacia los apoyos, tanto carga muerta como carga viva, que provocan momentos flexionantes y fuerzas cortantes. Además, las vigas de concreto para superestructuras de puentes, pueden ser vigas reforzadas para luces cortas y preesforzadas para luces grandes, la cantidad de vigas que se diseñarán dependerá del ancho de rodadura del puente, en este proyecto en particular, se diseñarán cuatro vigas por ser el puente de dos carriles. Para no chequear deflexiones; se toma el peralte como $L/16$.

El análisis de la carga viva para las vigas comprende dos tipos diferentes de cargas. Para las superestructuras simplemente apoyadas de luces iguales o menores de 25 m, la carga que produce mayores efectos es la carga de camión y no la carga de pista, por lo que para este estudio no fue tomada en cuenta.

El momento máximo en las vigas se calcula con la siguiente fórmula:

$$M_u = 1,3 * (M_{cm} + 5/3 (M_{cv} * I * FD))$$

M_u = momento último

M_{cm} = momento por carga muerta

M_{cv} = momento por sobrecarga

I = factor de impacto

FD = factor de distribución

3.7.3.1. Cálculo de peralte y base

Para no revisar deflexiones y alabeo, se toma el peralte $h = L/16$,
y base $b = \frac{1}{2} h$

Peralte = $21,00 / 16 = 1,31$ m se asume 1,50 m

Base = $1,50 / 2 = 0,75$ m para lograr una buena distribución del acero

3.7.3.2. Integración de cargas para diseño de viga externa

Carga muerta

W losa	=	$0,20 \cdot 3,48 \cdot 2400 =$	1670,40 kg/ m
W asfalto	=	$0,05 \cdot 3,48 \cdot 2100 =$	365,40 kg/ m
W barandal	=		40,00 kg/ m
W viga	=	$1,50 \cdot 0,75 \cdot 2400 =$	<u>2700,00 kg/ m</u>
		W cm	4475,80 kg/ m

El peso del diafragma se toma como carga puntual.

W diafragmas = 2300,40 kg

Sobrecarga

P = 12 000 lb ó 5454,54 kg

3.7.3.3. Cálculo de momentos

Cálculo del momento por carga muerta

$$M_{cm.} = (W L^2)/8 + Pa$$

Donde P = peso diafragma = 2300,40 kg

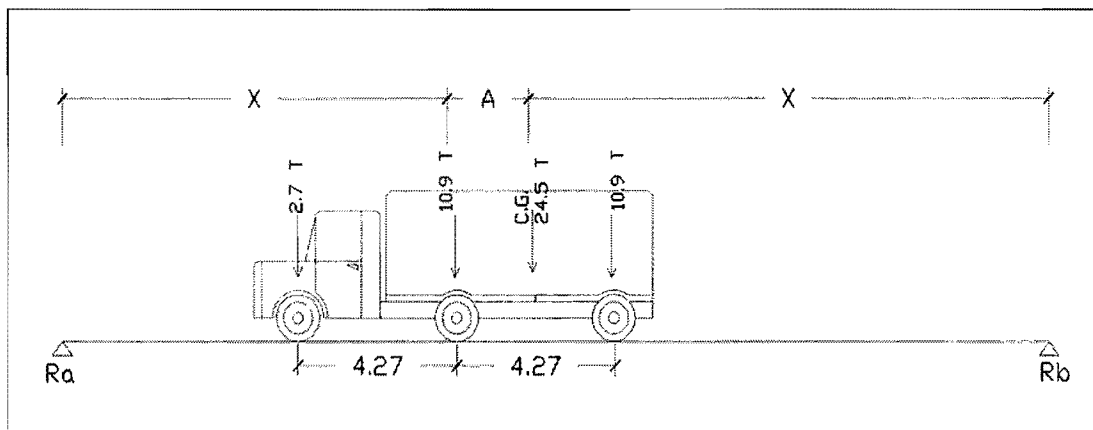
a = distancia al apoyo = 7,00 m

$$M_{cm.} = (4475,80 * (21,00)^2) / 8 + 2300,40 * 7 = 262,83 \text{ ton-m}$$

Cálculo del momento por sobrecarga

De acuerdo con AASHTO, en este proyecto se utilizó un camión HS 15-44 para el cálculo de momento de la carga viva en puentes. El momento máximo por sobrecarga se da cuando el camión se encuentra a lo largo del puente en el lugar crítico. El punto crítico ocurre cuando la carga más cercana al centro de gravedad del camión se encuentra a la misma distancia de un apoyo como su centro de gravedad del otro apoyo.

Figura 13. Diagrama de carga viva sobre viga



Fuente: elaboración propia.

Para encontrar x se hace sumatoria de momentos en Cg

$$4,27 \text{ m} = 14'$$

$$\sum MCg = 0$$

$$\sum MCg = -2,70*(14 + x) - 10,9 x + 10,9*(14 - x) = 0$$

$$10,9*(14 - x) = 10,9 x + 2,70(14 + x) = 0$$

$$114,8 = 24,5x$$

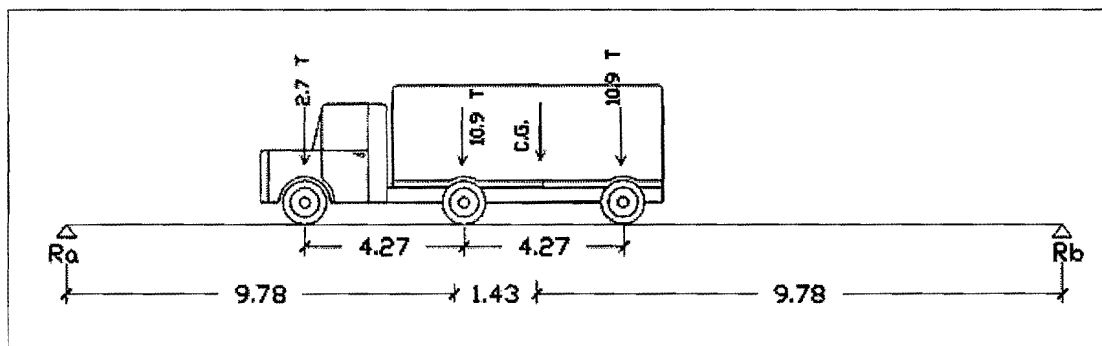
$$x = 114,8/24,5$$

$$x = 4,68' = 1,43 \text{ m}$$

$$A = (21,00 - 1,43)/ 2$$

$$A = 9,78 \text{ m}$$

Figura 14. Centro de gravedad del camión



Fuente: elaboración propia.

Para encontrar Ra se hace sumatoria de momentos en Rb

$$\sum Mb = 0$$

$$\sum Mb = 68,88Ra - 2,7 (32,10 + 4,68 + 14) - 10,9 (32,10 + 4,68)$$

$$-10,9 (32,10 + 4,68 - 14) = 0$$

$$Ra = 11,41 \text{ ton}$$

Se calcula el momento máximo por sobrecarga, haciendo sumatoria de momentos en el eje más cercano al centro de gravedad.

$$M \text{ máx. Cv} = \sum MP_2$$

$$M \text{ máx. Cv} = 2,70 \cdot (32,10 - 14) + [(11,41 - 2,70) \cdot 32,10]$$

$$M \text{ máx. Cv} = 328,46 \text{ ton-pie} \cdot \frac{1\text{m}}{3,28'} = 100,14 \text{ ton-m}$$

Factor de Impacto

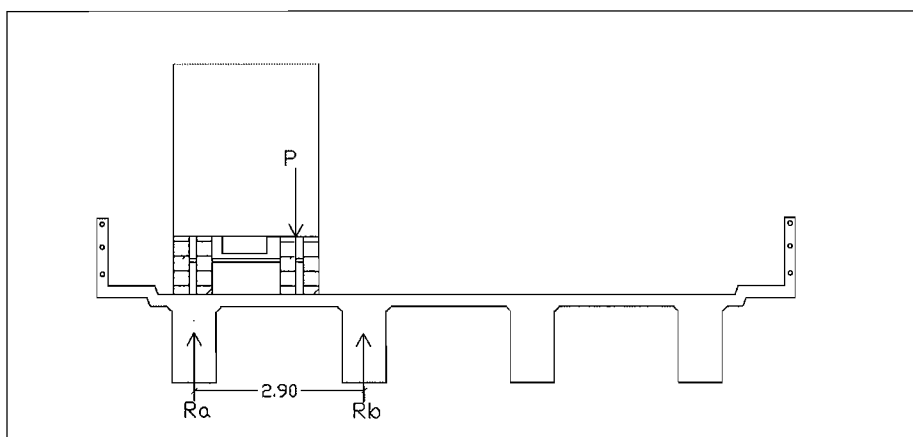
$$I = 15 / (L + 38), \quad L = 21,00 \text{ m}$$

$$I = 15 / (21,00 + 38) = 0,25$$

Factor de Distribución FD

Como el camión puede ocupar cualquier posición en la losa, la carga en las vigas es diferente, por lo que el momento por sobrecarga debe multiplicarse por un factor de distribución "FD"; para vigas exteriores basta con determinar la reacción en función de P (carga de rueda) y para las vigas internas se debe multiplicar por dos el FD. La fracción de la carga de la rueda que absorbe cada viga se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura 15. Diagrama de factor de distribución de carga viva en puente



Fuente: elaboración propia.

Para encontrar la reacción de cada viga se hace sumatoria de momentos en Rb

$$\sum Mb = 0$$

$$\sum Mb = 2,90 (Ra) + P (2,90- 1,83) - 2,90P = 0$$

$$Ra = 1,83 / 2,90$$

$$Ra = 0,63P$$

$$FD = Ra = 0,63$$

Cálculo del momento último

$$Mu = 1,3 * (Mcm + 5/3 * (Mcv * l * FD))$$

$$Mu = 1,3 * (262,83 + 5/3 * (100,14 * 1,25 * 0,63))$$

$$Mu = 512,54 \text{ ton-m}$$

3.7.3.4. Cálculo del refuerzo

Para el refuerzo en el centro de la viga se tiene:

$$Mu = 512,54 \text{ ton-m}$$

$$b = 75 \text{ cm}$$

$$h = 150 \text{ cm}$$

$$d = 143 \text{ cm}$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/ cm}^2$$

$$f_y = 4210 \text{ kg/ cm}^2$$

Obteniendo:

$$As_{\text{min.}} = 36,00 \text{ cm}^2$$

$$As = 103,62 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{máx.}} = 153,72 \text{ cm}^2$$

Como:

$$A_{s \min} < A_s < A_{s \max}$$

Refuerzo cama superior: $33\% * A_s$ o $A_{s \min}$.

$A_s = 0,33 * 103,62 = 34,19 \text{ cm}^2$, por lo tanto se usará el mayor que es $A_{s \min}$ con 4 No. 11 G60 corridos.

Refuerzo cama inferior en apoyos: $50\% A_s$ o $A_{s \min}$.

$A_s = 51,81 \text{ cm}^2$ lo que equivale a usar 6 No.11 G60 corridos ($57,48 \text{ cm}^2$) para bastones 5 No. 11 G60 a $L/2 +$ Longitud de desarrollo ($47,90 \text{ cm}^2$)

Refuerzo adicional: colocar $0,25 \text{ pulg}^2$ por cada pie de alto, lo que equivale a usar varilla No.5 G60 corridos en cada cara de la viga a cada 30 centímetros.

3.7.3.5. Diseño a corte

Carga muerta

El esfuerzo cortante máximo se obtiene en los apoyos, se calcula por medio de la siguiente fórmula:

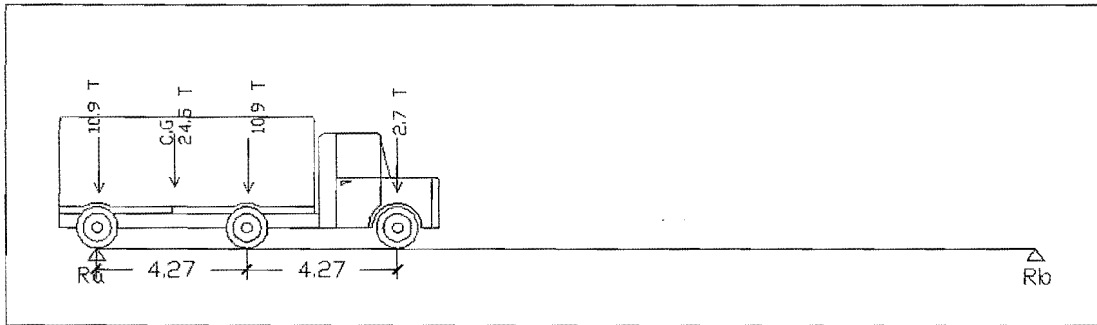
$$V_{cm} = W * L/2 + \text{suma } P/2$$

$$V_{cm} = (6250 * 21,00)/2 + 2200,40 / 2 = 66 775,2 \text{ kg} = 66,77 \text{ ton}$$

Sobrecarga

El corte máximo por sobrecarga ocurre cuando la carga mayor del camión se encuentra sobre el apoyo.

Figura 16. Diagrama de posición de camión que produce el corte máximo



Fuente: elaboración propia.

$$V_{cv} = R_b$$

$$21 \cdot R_b - 10\,899 \cdot 21,00 - 10\,899 \cdot 16,73 - 2722 \cdot 12,46 = 0$$

$$R_b = 21\,196,92 \text{ kg}$$

$$R_1 = 21,19 \text{ ton}$$

Esfuerzo cortante último

$$V_u = 1,3 \cdot (V_{cm} + 5/3 \cdot (V_{cv} \cdot l))$$

$$V_u = 1,3 \cdot (66\,775,2 + 5/3 \cdot (21\,196,92 \cdot 1,25))$$

$$V_u = 144\,216,58 \text{ kg} = 144,21 \text{ ton}$$

Cálculo del refuerzo

El corte que resiste el concreto es:

$$V_{cr} = (0,85) \cdot (0,53) \cdot (f'_c)^{1/2} \cdot (b \cdot d)$$

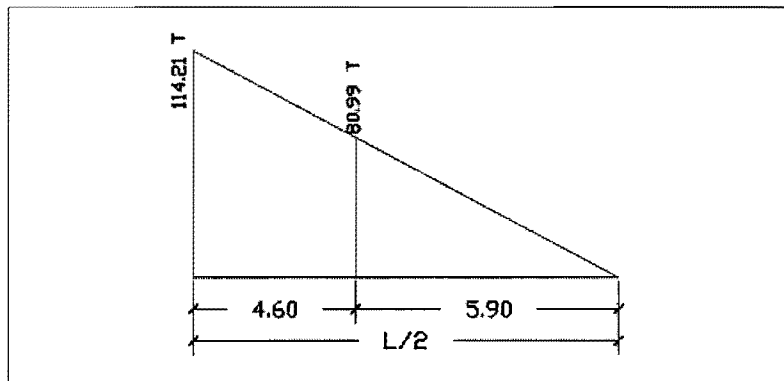
$$V_{cr} = (0,85) \cdot (0,53) \cdot (281)^{1/2} \cdot (75 \cdot 143) = 80\,992,58 \text{ kg} = 80,99 \text{ ton}$$

$$V_u > V_{cr} \text{ calcular refuerzo confinado}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_u} = \frac{(2 \cdot 1,27) \cdot 4200 \cdot 143}{144\,216,08} = 10,57 \text{ cm}$$

Se usará No. 4 @ 0,10 m

Figura 17. Diagrama de zona de confinamiento en la viga



Fuente: elaboración propia.

X_1 es la distancia en la que se debe colocar refuerzo mínimo por corte, X_n es la distancia donde hay que calcular el refuerzo por corte.

Por relación de triángulos tenemos que:

$$X_1 = \frac{V_c (L/2)}{V_u}$$

$$X_1 = \frac{80\,992,58 \cdot (21/2)}{144\,216,08} = 5,896$$

$$X_1 = 5,90 \text{ m}$$

Zona de confinamiento

$$D = L/2 - x = 10,5 - 5,90 = 4,60 \text{ m}$$

Cálculo del espaciamiento en el centro de la viga

$$S_{\text{máx.}} = d/2 \leq 30 \text{ cm}$$

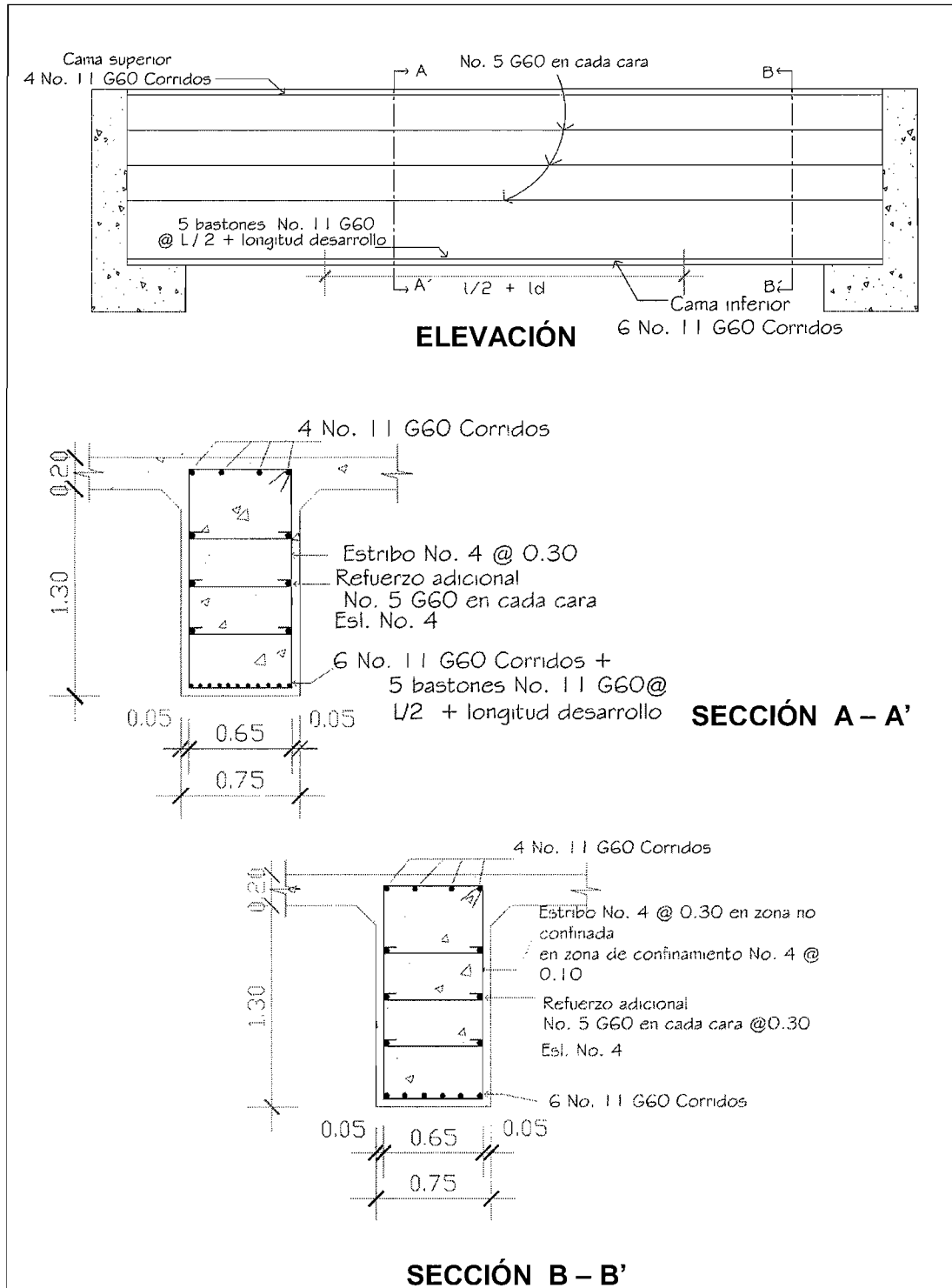
$$d/2 = 143/2 = 71,5 \text{ cm}$$

$$\text{Entonces } S_{\text{máx.}} = 30 \text{ cm}$$

El refuerzo por corte en el área de confinamiento será igual a distribuir estribos con varilla No. 4 G60 @ 0,10 m, lo que cubre una distancia de 4,60 m. Hacia el centro de la viga, el refuerzo será igual distribuir estribos con varilla No. 4 G60 @ 0,30 m, lo que cubre una distancia de 5,90 m.

El armado de la viga se muestra en la siguiente figura

Figura 18. Detalle armado de viga externa



Fuente: elaboración propia.

Para las vigas internas se realizo el procedimiento de las vigas externas, con la diferencia que el FD (factor de distribución) se debe multiplicar por 2, a continuación se presenta el armado de la viga.

$$Mu = 683,40 \text{ ton-m}$$

$$b = 75 \text{ cm}$$

$$h = 150 \text{ cm}$$

$$d = 143 \text{ cm}$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/ cm}^2$$

$$f_y = 4210 \text{ kg/ cm}^2$$

Obteniendo:

$$As_{\min} = 36,00 \text{ cm}^2$$

$$As = 142,91 \text{ cm}^2$$

$$As_{\max} = 153,72 \text{ cm}^2$$

Como:

$$As_{\min} < As < As_{\max}$$

Refuerzo cama superior: $33\% * As$ o As_{\min}

$As = 0,33 * 142,91 = 47,16 \text{ cm}^2$, por lo tanto se usará el mayor con 5 No. 11 G60 corridos.

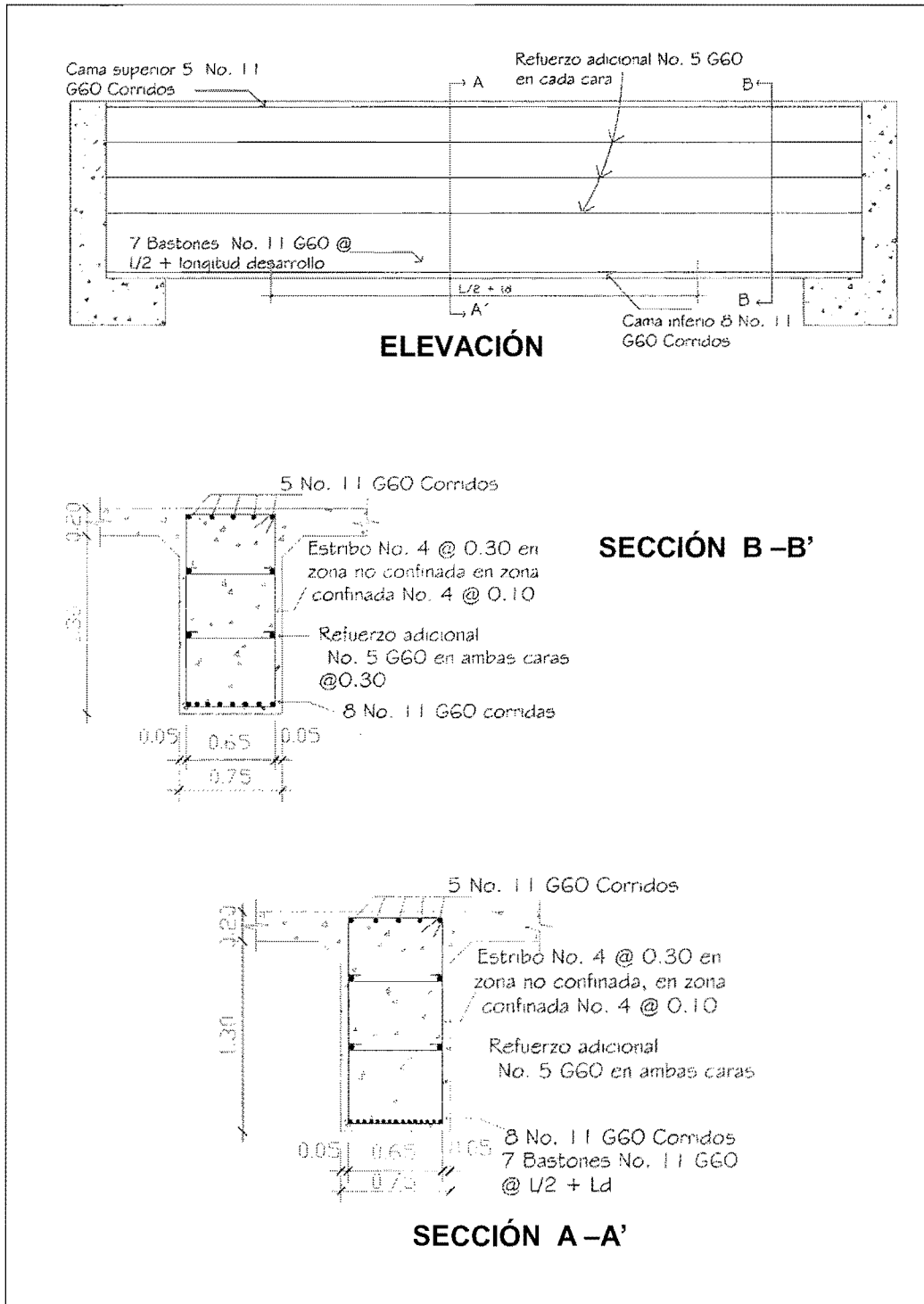
Refuerzo cama inferior en apoyos: $50\% As$ o As_{\min}

$As = 71,46 \text{ cm}^2$ lo que equivale a usar 8 No.11 G60 corridos ($76,64 \text{ cm}^2$)

Para bastones 7 No. 11 G60 a $L/2 +$ Longitud de desarrollo ($67,06 \text{ cm}^2$)

Refuerzo adicional: colocar $0,25 \text{ pulg}^2$ por cada pie de alto, lo que equivale a usar varilla No.5 G60 corridos en cada cara de la viga a cada 30 centímetros.

Figura 19. Detalle armado de viga interna



Fuente: elaboración propia.

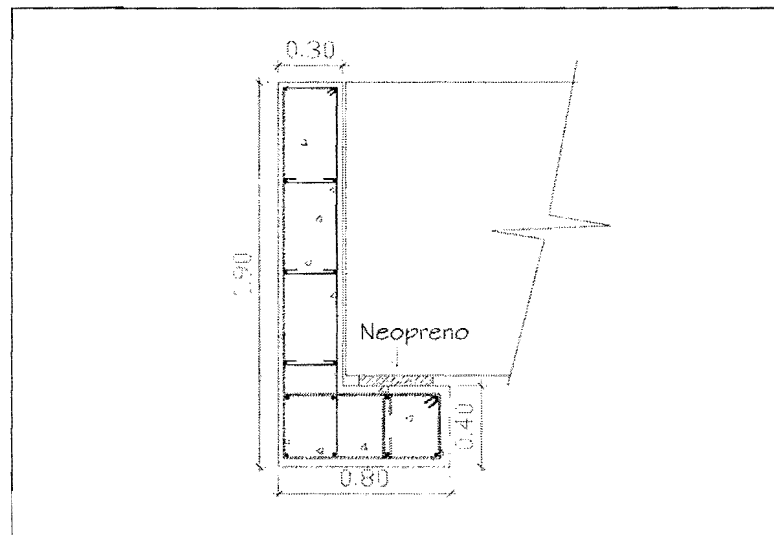
3.8. Diseño de subestructura

Estará compuesta por los elementos siguientes: vigas de apoyo, cortinas y estribos.

3.8.1. Cortina

Sirve para detener el relleno en sentido longitudinal, se considera empotrado a la viga de apoyo, el alto depende de la altura de la viga principal del puente. Sobre la cortina actúan las fuerzas de: empuje de la tierra E , fuerza longitudinal (FL), fuerza de sismo (S), según AASTHO 1.2.22. La cortina debe diseñarse para un equivalente líquido a 480 kg/m^3 , según lo estipula AASTHO 1.1.19.

Figura 20. Geometría de cortina y viga de apoyo



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de la fuerza de sismo

$$S = 0,12W$$

W = peso de la viga de apoyo

$$W = 0,40 \cdot 0,80 \cdot 2400 + 0,30 \cdot 1,50 \cdot 2400 = 1848 \text{ kg}$$

$$S = 0,12 \cdot 1848 = 221,76 \text{ kg}$$

Cálculo de la fuerza longitudinal (FL)

$$FL = 0,05 \cdot P / (2H)$$

$$FL = 0,05 \cdot 5454,54 / (2 \cdot 1,50)$$

$$FL = 90,91 \text{ kg}$$

Cálculo de la fuerza debido al empuje de la tierra E

$$E = E_s + E_{sob}$$

E_s = empuje de la tierra sobre la cortina

E_{sob} = sobrecarga del suelo = equivalente líquido de 2' de alto con una presión de 480 kg /m³

$$E_s = (1,50 \cdot 480) \cdot 1,50 / 2 = 540,00 \text{ kg}$$

$$E_{sob} = 480 \cdot 0,61 \cdot 1,50 = 439,20 \text{ kg}$$

$$E = 540 + 439,20 = 979,20 \text{ kg}$$

Cálculo de momentos

$$M_{sob} = 439,20 \cdot 0,75 = 329,40 \text{ kg-m}$$

$$M_s = 540,00 \cdot 1,50 / 3 = 270,00 \text{ kg-m}$$

$$\text{MFL} = 90,91 * 3,428 = 311,63 \text{ kg-m}$$

$$\text{Ms} = 221,76 * 0,75 = 166,32 \text{ kg-m}$$

Grupos de cargas

$$\text{Grupo III} = 1,3 * (\text{Mesob} + \text{Mes} + \text{MFL})$$

$$\text{Grupo VII} = 1,3 * (\text{Mesob} + \text{Mes} + \text{MS})$$

$$\text{Grupo III} = 1,3 * (329,40 + 270,00 + 311,63) = 911,03 \text{ kg-m}$$

$$\text{Grupo VII} = 1,3 * (329,49 + 270,00 + 166,32) = 765,72 \text{ kg-m}$$

Se usa el mayor

Cálculo del refuerzo por flexión

Datos:

$$M = 911,03 \text{ kg-m}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 25,00 \text{ cm}$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = 0,97 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 8,39 \text{ cm}^2$$

Como $A_s < A_{s_{\min}}$

Se utilizará $A_{s_{\min}} = 8,39 \text{ cm}^2$, colocar varillas No. 5 @ 0,30 m

Refuerzo por corte

Grupo III

$$V = 1,3 (E + FL)$$

$$V = 1,3 (979,20 + 90,91) = 1391,14 \text{ kg}$$

Grupo VII

$$V = 1,3 (E + S)$$

$$V = 1,3 (979,20 + 221,76) = 1561,25 \text{ kg}$$

La mayor de las cargas corresponde al grupo VII

$$V \text{ máx} = 1561,25 \text{ kg}$$

El corte que resiste el concreto se calcula de la siguiente manera:

$$V_{rc} = 0,53 * 0,85 * (281)^{1/2} * 100 * 25$$

$$V_{rc} = 18\ 879,39 \text{ kg}$$

Debido a que $V_{rc} > V_{max}$, el concreto resiste, entonces se coloca refuerzo mínimo, equivalente a varillas No. 4 G60 @ 0,20 m, en cada cama.

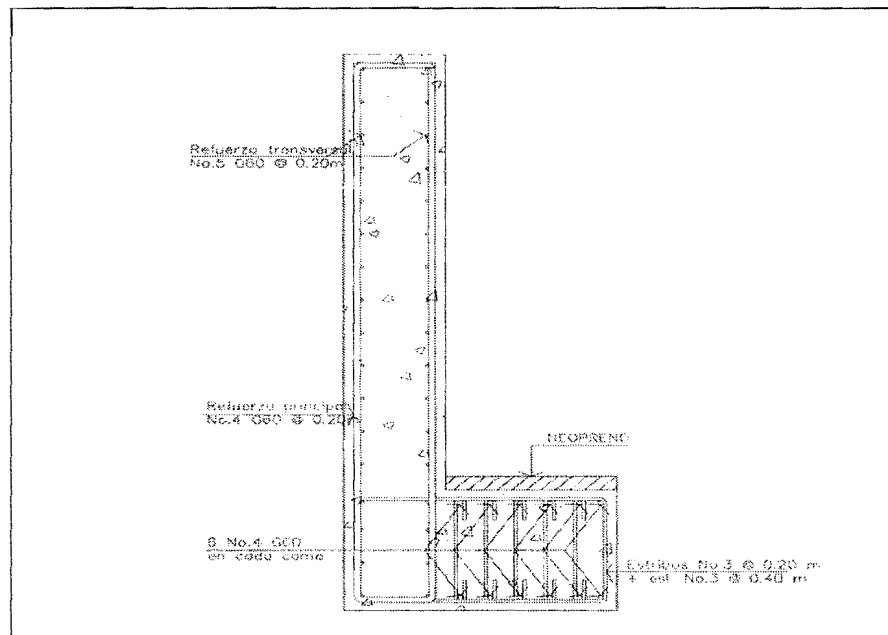
3.8.2. Diseño de viga de apoyo

Como va apoyada a lo largo de todo el estribo, no hay flexión y sólo se revisa por aplastamiento. Se coloca A_s mínimo.

$$A_s \text{ min} = 14,1 * b * d / f_y$$

As min = $14,1 * 50 * 35 / 4200 = 5,88 \text{ cm}^2$, equivalente a No. 4 @ 0,10 m y No. 3 @ 0,15 m como estribo y eslabón No.3 @ 0,30 m; en la figura 21 se describe el armado

Figura 21. **Detalle armado de cortina y viga de apoyo**



Fuente: elaboración propia.

3.8.3. Diseño de apoyos de neopreno

La AASHTO en su capítulo 14 establece las condiciones de apoyo para un puente en función de la longitud de su claro. Para apoyos fijos de claros de 50 pies, no es necesario hacer consideraciones por deflexión, mientras que para claros mayores o iguales a 50 pies deberán proveerse tipo de apoyos especiales que toleren mayores niveles de rotación, los puentes con claros menores de 50 pies también pueden apoyarse en dispositivos móviles, consistentes en placas de acero con superficies tersas que tampoco toman en cuenta la deflexión.

De acuerdo con el tipo de material del que están hechos, los apoyos pueden clasificarse en metálicos y elastómeros. El uso de apoyos metálicos generalmente se limita a puentes con superestructura a base metálica, mientras que los apoyos elastoméricos se usan independientemente en puentes con superestructura de concreto o metálicas.

Según lo afirmado anteriormente los apoyos elastoméricos ofrecen mayor versatilidad en su uso, razón por la cual el presente apartado estará enfocado en el estudio de estos.

Apoyos elastoméricos

Es un mecanismo constituido parcial o totalmente de elastómeros, pueden ser sencillos (que tienen una sola placa de elastómero) laminados (son varias capas de elastómero restringidas entre sus caras mediante láminas de acero integralmente sujetas o con refuerzo de fabrica) en adición a cualquier refuerzo interno, los apoyos pueden tener una placa externa de acero, unida a la placa inferior o superior del elastómero, cada placa de carga será al menos tan larga como la capa de elastómero a la cual este unido.

Especificaciones AASHTO para el proporcionamiento de apoyos elastoméricos

a) Propiedades de los materiales

Dependen de sus elementos constituyentes. Una de las propiedades más importantes del elastómero es su módulo de cortante, el cual puede definirse como la fuerza por pulgada cuadrada del cojinete (área de contacto) necesaria para deformar una cantidad igual a su espesor.

Cuando sea especificado o se conozca el módulo de cortante del elastómero del que está hecho cada uno de los apoyos, este valor deberá ser utilizado para el diseño, de lo contrario los valores usados serán aquellos del rango aplicable según la tabla siguiente:

Tabla VI. **Propiedades de diferentes durezas elastoméricas**

Table 14.6.5.2-1 Elastomer Properties At Different Hardnesses			
Handness (Shore 'A')	50	60	70
Shear modulus at 73°F (psi) Creep deflection at 25 yrs	95 - 130	130 - 200	200 - 300
Instantaneous deflection	25%	35%	45%

Fuente: Capítulo 14 norma AASHTO.

Tomando en cuenta esto los valores de módulo cortante = 130

Una dureza SHORE A 60

b) Revisión de esfuerzos por compresión

Si no se previene la deformación por corte, el esfuerzo de compresión promedio $\bar{\delta}_o$ en cualquier capa no deberá exceder de 1000 psi para apoyos reforzados de acero, 800 psi para apoyos reforzados con acero laminado o cojinetes sencillos, según su módulo de cortante y su factor de forma:

$$\bar{\delta}_o = GS$$

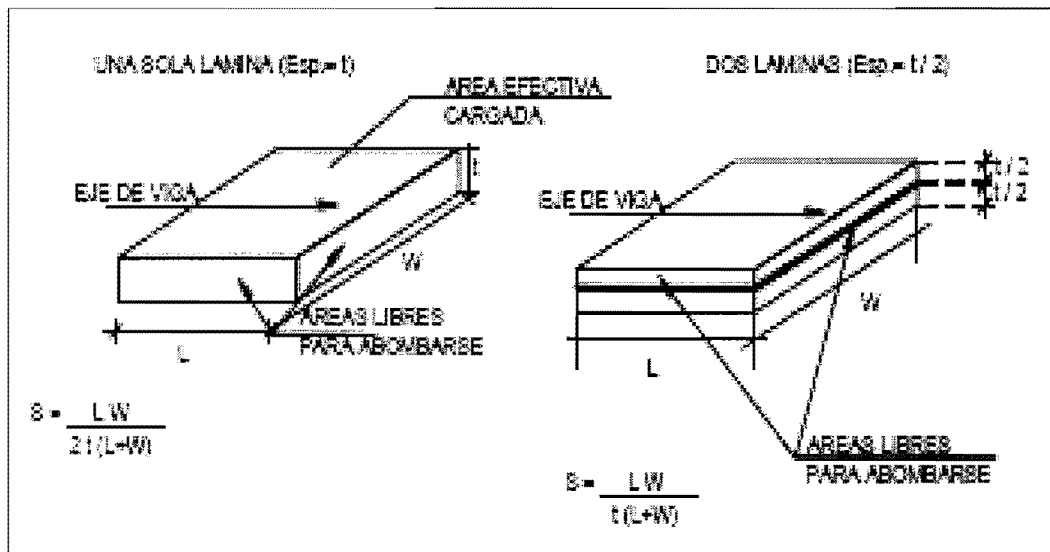
G = módulo de cortante del elastómero a 73°F

S = factor de forma según figura

$$S = \frac{\text{área cargada}}{\text{área efectiva libre de abombarse}}$$

AASHTO 14.3

Figura 22. Detalle placas de elastómero



Fuente: elaboración propia.

Área cargada = $75 \times 75 \text{ cm} = 5625 \text{ cm}^2$

Área efectiva libre de abombarse = $30 \times 30 = 900 \text{ cm}^2$

Entonces tenemos que = $5625 / 900 = 6,25 \text{ cm}^2$

o

$t = LW / S (L + W)$ entonces

$t = 30 \times 30 / 6,25 (30 + 30) = 2,4 \text{ cm}$ y el espesor total será $S = t/2$

$S = 1,20 \text{ cm}$

c) Cálculo de deformación por compresión

La deformación instantánea por compresión será calculada como

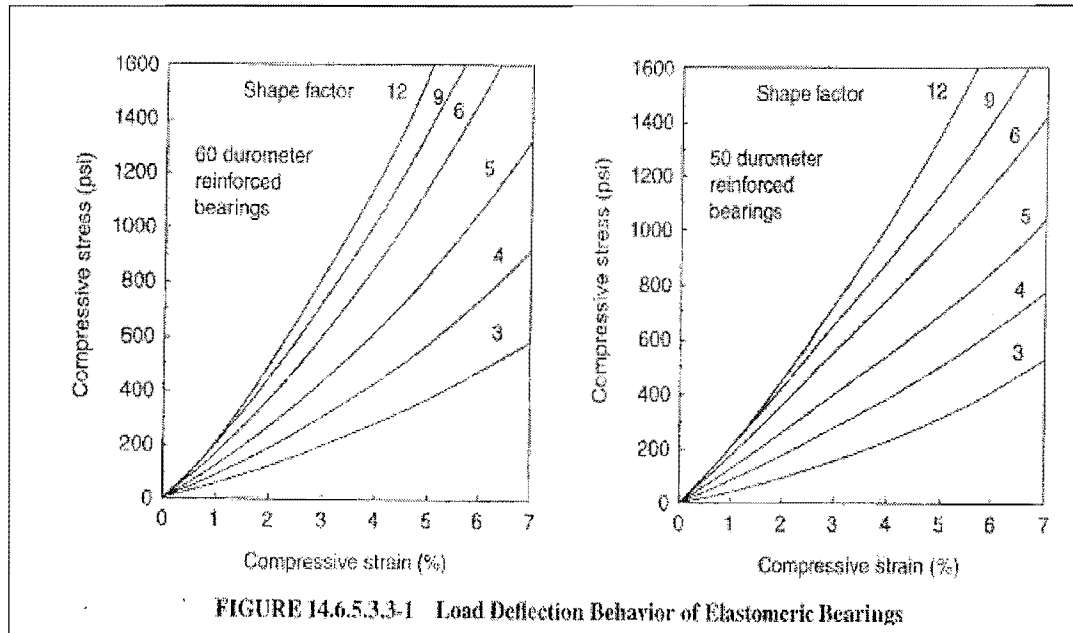
$$\delta = \sum \epsilon_i h_{ri} \quad (14.6.5.3.3-1)$$

ϵ_i = tensión instantánea de compresión en la capa de elastómero i –
ésimo de un cojinete de elastómero laminado

h_{ri} = espesor de la capa de elastómero en el cojinete de elastómero

Los valores deberán ser determinados a partir de resultados de la prueba o análisis racional. Los efectos de la fluencia del elastómero, se añade a la deformación instantánea al considerar desviaciones a largo plazo que debe ser calculado a partir de la información pertinente para el compuesto elastomérico usado. En ausencia de información específica sobre el particular puede usarse la figura 14.6.5.3.3.1.

Figura 23. **Comportamiento de la desviación de la carga del cojinete de elastómero**



Fuente: Capítulo 14 de la norma AASHTO.

Se tiene con base en lo anterior que tiene un 35% y una 800 psi obteniéndose la curva No. 6 para su uso.

d) Cortante

La deformación por cortante (Δ_s) será tomada como la máxima deformación posible causada por flujo plástico, contracción postensionamiento y efectos térmicos calculados entre la temperatura de instalación y la menos favorable temperatura extrema, a menos que un dispositivo para desplazamiento se instale.

El apoyo será diseñado de forma que:

$$h_{gt} \geq 2\Delta_s \quad (14.6.5.3.4-1)$$

Donde

h_{gt} = espesor total del elastómero (pulgada)

Δ_s = servicio de máxima deformación de corte del elastómero (pulgada)

$$H_{gt} / 2 = \Delta_s$$

$$0,47 / 2 = 0,236 = \Delta_s$$

es la máxima deformación del elastómero

e) Estabilidad

Para garantizar la estabilidad del apoyo, el espesor total:

$$\frac{3.84 (h_n/L)}{S\sqrt{1+2 L/w}} \leq \frac{2.67}{S(S+2)(1+L/4w)} \quad (14.6.5.3.6-1)$$

La presión es estable para todas las cargas admisibles en esta especificación y sin mayor consideración de la estabilidad se requiere

$$H_{gt} = 0,47 \text{ pulgada}$$

$$L = 30 \text{ cm} = 12 \text{ pulgada}$$

$$W = 30 \text{ cm} = 12 \text{ pulgada}$$

$$S = 1,20 \text{ cm} = 0,47 \text{ pulgada}$$

$$\frac{3.84 (h_n/L)}{S\sqrt{1+2 L/w}} \leq \frac{2.67}{S(S+2)(1+L/4w)} \quad (14.6.5.3.6-1)$$

$$\frac{3,84 (0,47/12)}{0,47 \left(\sqrt{1 + 2 \left(\frac{12}{12} \right)} \right)} \leq \frac{2,67}{(0,47(0,47+2)(1+(12/4*12)))}$$

0,18 ≤ 1,84 ok si cumple entonces se puede concluir que la sección es estable y no representa ningún problema.

f) Refuerzo

Debe satisfacer los requisitos de la M251 y su resistencia en libras por pulgada lineal a esfuerzos de trabajo en cada dirección no debe ser menor que:

1400 t_i para acero laminado

1700 t_i para aceros

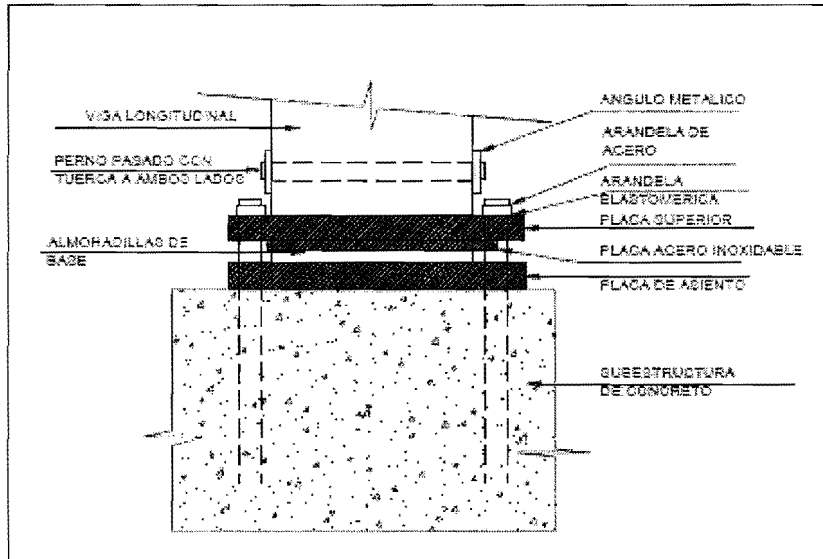
t_i se tomará como el espesor medio de las dos capas de elastómero unidas al refuerzo si son de diferente espesor.

La resistencia por pulgada lineal es dada por el producto del espesor del material y los esfuerzos permitidos sobre la sección neta. El espesor del acero será apropiadamente incrementado si se hacen agujeros en este.

g) Anclaje

Si existe alguna combinación de cargas que cause una fuerza de corte mayor de 1/5 de la fuerza de compresión ocurrida simultáneamente, el apoyo será asegurado contra el movimiento horizontal. Si los apoyos están sujetos a ambas superficies superior e inferior, la unión debe ser tal que en una dirección vertical la tensión no sea posible.

Figura 24. Detalle apoyo de neopreno



Fuente: elaboración propia.

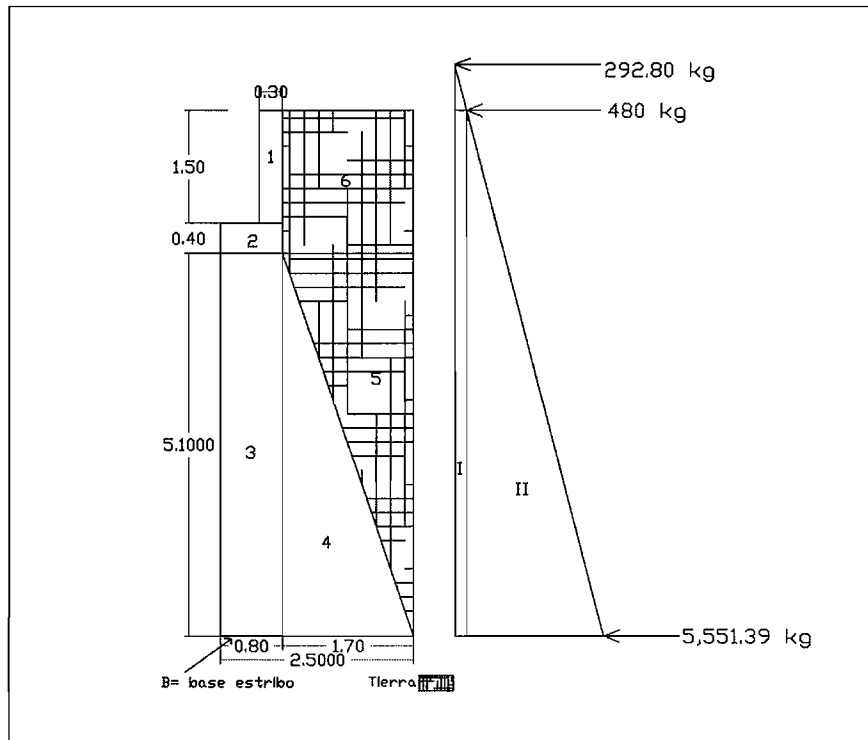
3.8.4. Estribo

Diseño de estribo

Son los apoyos extremos de la superestructura que además de transmitir las cargas al suelo, contienen el relleno estructural o terraplén de la carretera. Los estribos y pilas para puentes podrán ser de madera, piedra, concreto masivo, concreto armado, acero y una combinación entre estos.

Los estribos que se diseñarán serán muros de gravedad de concreto ciclópeo, se asume la sección y se verifican tres condiciones: deslizamiento, volteo y presiones. El tamaño del estribo, será igual para ambos tramos.

Figura 25. Geometría y diagrama de presiones en estribo



Fuente: elaboración propia.

Cálculo del momento de volteo (MV)

Este es producido por el empuje de la tierra sobre el estribo, se calcula de acuerdo con la figura anterior y da como resultado la siguiente tabla.

Tabla VII. Resultado de las fuerzas aplicadas al estribo

Sección	Empuje (kg)	Brazo (m)	Momento respecto a B
I	5 551,39	2,33	12 934,75
II	2 049,60	3,50	7 173,60
	E= 7 600,99		MV = 20 108,35

Fuente: elaboración propia

Cálculo del momento estabilizante

Es producido por el peso de la estructura y el relleno.

Tabla VIII. **Resultado de las fuerzas estabilizantes en el estribo**

Sección	Área (m ²)	Peso (kg)	Brazo (m)	Momento (kg-m)
1	0,45	1 080,00	1,85	1 998,00
2	0,32	768,00	2,10	1 612,80
3	4,08	11 016,00	2,10	23 133,60
4	4,33	11 704,50	1,13	13 226,08
5	4,33	7 629,60	0,57	4 348,87
6	3,23	56 882,90	0,85	4 832,08
W = 37 882,90				ME = 49 151,44

Fuente: elaboración propia

Peso de la superestructura

$$W_{\text{viga}} = 113\,400,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{cortina+viga de apoyo}} = 13\,230,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acera y barandal}} = 8\,400,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{diafragmas}} = 22\,083,84 \text{ kg}$$

$$W_{\text{losa}} = 60\,480,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{cm}} = 217\,593,84 \text{ kg}$$

$$W_{\text{cm}} = 217\,593,84 * 1,4 = 304\,631,38 \text{ kg}$$

$$W_{\text{cv}} = (12\,000/2,2) * 1,7 = 9\,272,72 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 313\,904,10 \text{ kg}$$

Momento estabilizante

$$M_{E2} = W_{total} * b/2$$

$$M_{E2} = 313\,904,10 * 1,25 = 392\,380,12 \text{ kg-m}$$

$$M_{etotal} = M_{E1} + M_{E2}$$

$$M_{etotal} = 49\,151,44 + 392\,380,12$$

$$M_{etotal} = 441\,531,57 \text{ kg-m}$$

Comprobación de volteo

$$V = M_{etotal} / MV$$

$$V = 441\,531,57 / 49\,151,44$$

$$V = 8,98 > 1,5 \text{ ok}$$

Comprobación de deslizamiento

$$D = \frac{0,5 W_{total} + W}{E}$$

E

$$D = \frac{0,5 (313\,904,10) + 37\,882,9}{7600,99}$$

7600,99

$$D = 23,14 > 1,5 \text{ ok}$$

Después de varias pruebas en el chequeo de presiones, las cuales se realizaron con distintos valores de ancho de la base se opto por incorporar una zapata de concreto reforzado, para no tener un muro masivo.

3.8.5. Diseño de Zapata

Se colocará una zapata para reducir el tamaño del estribo de concreto ciclópeo, esto se hace con la finalidad de reducir costos y para tener una cimentación más resistente por ser de concreto reforzado.

Para diseñar el área de la zapata se utilizan las cargas de trabajo y no las cargas últimas, para tener un margen de seguridad más alto.

W_{viga}	=	113 400,00 kg
$W_{\text{cap.roda}}$	=	13 230,00 kg
$W_{\text{acera y barandal}}$	=	8 400,00 kg
$W_{\text{diafragmas}}$	=	16 899,84 kg
W_{losa}	=	<u>60 480,00 kg</u>
V_{cm}	=	212 409,84 kg

Cargas de trabajo:

$$V_{\text{trabajo}} = V_{\text{cm}} + V_{\text{cv}}$$

$$V_{\text{trabajo}} = V_{\text{cm}} + V_{\text{cv}}$$

$$V_{\text{trabajo}} = 212 409,84 + 5454,54$$

$$V_{\text{trabajo}} = 217 864,38 \text{ kg}$$

Factor de carga última

$$F_{cu} = 144\,216,08 / 217\,864,38$$

$$F_{cu} = 0,66$$

Carga total de trabajo

$$W_{\text{total trabajo}} = V_{\text{trab}} * \text{No.vigas princ} / L_{\text{estribo}} + W_{\text{viga de apoyo+cortina}}$$

$$W_{\text{total trabajo}} = 144\,216,08 * 4 / 12 + 1848$$

$$W_{\text{total trabajo}} = 49\,920,03 \text{ kg/m}$$

Cálculo de la carga total de la zapata

$$W_{\text{zapata}} = W_{\text{trab}} + W_{\text{estribo}}$$

$$W_{\text{zapata}} = 49\,920,03 + 14\,612,40$$

$$W_{\text{zapata}} = 64\,532,43 \text{ kg/m}$$

Cálculo del área de la zapata

$$A_{\text{zapata}} = W_{\text{zapata}} / V_{\text{ssuelo}}$$

$$A_{\text{zapata}} = 64\,532,43 / 25\,000$$

$$A_{\text{zapata}} = 2,58 \text{ m}^2$$

$$A = b * h \quad h = 1 \text{ m}$$

Se asumió una base de 3,30 m porque la base del estribo es de 2,50 m

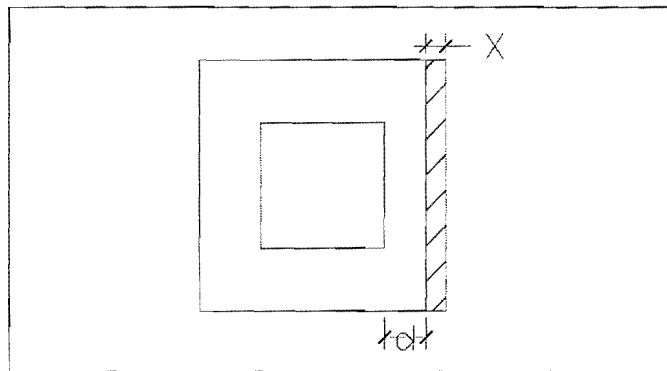
Encontrando Wu de la zapata

$$W_u = 64\,532,43 \cdot 0,66$$

$$W_u = 42\,591,40 \text{ kg/m}$$

Chequeo por corte simple

Figura 26. Esquema de áreas para cálculo de corte simple en zapata



Fuente: elaboración propia

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante, ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna o muro, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante, ver figura 26.

Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec.} - \varnothing_{\text{var}}/2$$

$$\text{con un } t \text{ asumido} = 0,40 \text{ m}$$

$$d = 0,40 - 0,08 - 1,27/2$$

$$d = 31,4 \text{ cm}$$

$$X = B/2 - b/2 - d$$

$$x = 3,30/2 - 2,50 /2 - 0,314 = 0,09 \text{ m}$$

Corte actuante

$$V_{act} = \text{Area} \cdot q_u = 3,30 \cdot 0,09 \cdot 42\,591,40 = 12\,649,64 \text{ kg}$$

Corte resistente

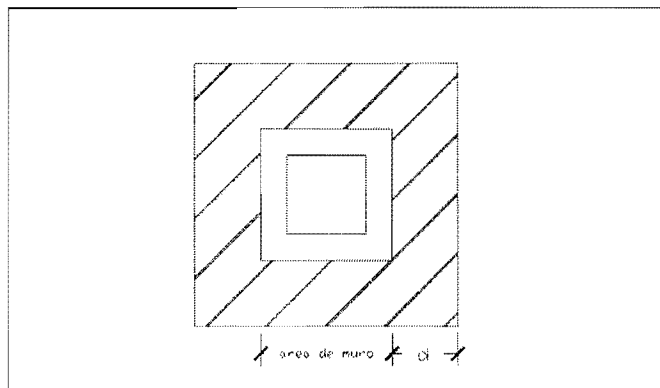
$$V_r = 0,85 \cdot 0,53 \cdot (f'c)^{1/2} \cdot B \cdot d = 0,85 \cdot 0,53 \cdot (281)^{1/2} \cdot 330 \cdot 31,4 / 1000$$

$$V_r = 78\,251,30 \text{ kg}$$

$V_{act} < V_r$, si cumple, por lo tanto el peralte propuesto resiste al corte simple.

Chequeo por corte punzonante

Figura 27. Esquema de áreas para cálculo de corte punzonante en zapata



Fuente: elaboración propia

El muro tiende a punzonar la zapata, debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro del muro. Ver figura 27.

Corte actuante por punzonamiento

$$d + \text{sección de muro} = 31,4 + 250 = 281,4 \text{ cm}$$

$$V_{\text{act pun}} = \text{Área} \cdot q_u = (3,30 \cdot 12 - 2,81 \cdot 12) \cdot 42\,591,40$$

$$V_{\text{act pun}} = 248\,571,90 \text{ kg}$$

Corte resistente a punzonamiento

$$V_{r\text{pun}} = \phi \cdot 1,06 \cdot (f'c)^{1/2} \cdot b_o \cdot d$$

b_o = perímetro de sección crítica de punzonamiento

$$b_o = 2 \cdot (d + 250)$$

$$b_o = 2 \cdot (31,4 + 250) = 562,80 \text{ cm}$$

$$V_{r\text{pun}} = 0,85 \cdot 1,06 \cdot (281)^{1/2} \cdot 562,80 \cdot 31,4$$

$$V_{r\text{pun}} = 266\,874,86 \text{ kg}$$

$V_{\text{act pun}} < V_{r\text{pun}}$ cumple, por lo tanto, el peralte propuesto resiste el corte punzonante.

Chequeo de presiones

Esto se hace con la finalidad de determinar las presiones y verificar si estas presiones son negativas o mayor que el valor soporte del suelo, para este caso donde el estribo se apoya sobre una zapata se usará la fórmula de presiones para zapatas.

$$Q = \frac{P}{A} \pm \frac{M_x}{I_x} \pm \frac{M_y}{I_y}$$

Por no ser un elemento monolítico, se asume que los momentos en "x" y en "y" son igual a cero.

Entonces:

$$q = P/A$$

$$q = 42\,591,40 / (3,30 * 1,00)$$

$$q = 12\,906,48 \text{ kg/m}^2$$

Por lo tanto: $q < V_s$ y $q > 0$ si cumple el chequeo de presiones, asegurando que no habrán presiones negativas.

Diseño del refuerzo por flexión

El empuje hacia arriba del suelo produce un momento flector en la zapata, por tal razón es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos.

Momento último

Se define tomando la losa en voladizo con la fórmula:

$$M_u = W_u L^2 / 2$$

$$M_u = 42\,591,40 * (0,40)^2 / 2$$

$$M_u = 3407,31 \text{ kg-m}$$

Para calcular el área de acero se utiliza la siguiente fórmula:

$$A_s = [b * d - \sqrt{(b * d)^2 - (M_u * b) / (0,003825 * f'c)}] * \Phi * f'c / f_y$$

Datos

$$M_u = 3407,31 \text{ kg-m}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 31,4 \text{ cm}$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = 2,89 \text{ cm}^2$$

Se compara con el área de acero mínimo, se toma el mayor para el armado final.

$$A_{s_{\min}} = 14,1 * b * d / 4200$$

$$A_{s_{\min}} = 14,1 * 100 * 31,4 / 4200$$

$$A_{s_{\min}} = 10,54 \text{ cm}^2$$

Se usará el $A_{s_{\min}} = 10,54 \text{ cm}^2$ ya que es mayor que A_s .

Cálculo de espaciamiento a usando var. No. 6:

$$10,54 \text{ -----} 100$$

$$2,85 \text{ -----} s$$

$$S = 100 * 2,85 / 10,54$$

$$S = 27 \text{ cm}$$

La cama superior se calcula con acero de temperatura

$$A_{st} = 0,002 * d * b$$

$$A_{st} = 0,002 * 100 * 31,4$$

$$A_{st} = 6,38 \text{ cm}$$

Cálculo de espaciamiento a usando var. No. 4:

6,38 -----100

1,27 ----- s

$$S = 100 * 1,27 / 6,38$$

$$S = 20 \text{ cm}$$

El armado de la zapata será cama superior con var No 4 @ 0,20 m en ambos sentidos y la cama inferior No. 6 @ 0,25 m en ambos sentidos.

3.8.6. Obras de protección

Para la protección del puente es necesario considerar el mantenimiento de cuencas, gaviones, dragados y enrocamientos, en este proyecto no se consideran obras de protección por no ser necesarias.

3.9. Elaboración de planos

Para este proyecto se elaboraron los siguientes planos:

- Planta y perfil de terreno
- Viga externa e interna + elevación puente
- Detalles de super estructura de puente
- Detalles de estribo + zapata

3.10. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró aplicando los criterios utilizados en el proyecto de alcantarillado sanitario, en cuanto a costos indirectos se aplicó un 40% que incluye: supervisión, gastos administrativos, impuestos y utilidades.

Tabla IX. **Presupuesto puente vehicular casco urbano, Guanagazapa, Escuintla**

PRESUPUESTOS

No.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Trazo y replantero topografico	1	global	Q 4052,30	Q 4052,30
2	Limpieza general	1	global	Q 4620,00	Q 4620,00
3	Excavación	297	m ³	Q 254,90	Q 75 705,30
4	Relleno	426	m ³	Q 302,02	Q 128 660,52
5	Retiro de material sobrante	105	m ³	Q 104,95	Q 11 019,75
6	Zapata 3,3 x 12 x 0,4 m (armada)	34,85	m ³	Q 2989,08	Q 104 169,44
7	Estribo concreto ciclopeo	222,16	m ³	Q 1441,60	Q 320 265,86
8	Viga principal				
8.1	Viga externa	42,00	ml	Q 6670,99	Q 280 181,58
8.2	Viga interna	42,00	ml	Q 7184,42	Q 301 745,64
9	Diafragma externo	18,00	ml	Q 1345,41	Q 24 217,38
10	Diafragma interno	9,00	ml	Q 2877,55	Q 25 897,95
11	Viga de apoyo y cortina	20,33	m ³	Q 3937,68	Q 80 053,03
12	Neopreno	8,00	unidad	Q 4869,19	Q 38 953,52
13	Losa	55,44	m ³	Q 5839,50	Q 323 741,88
14	Baranda	42	ml	Q 937,75	Q 39 385,50
15	Aletones	145,86	m ³	Q 1441,60	Q 210 271,78
COSTO DEL PROYECTO					Q 1 972 941,42

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

1. La realización del proyecto Alcantarillado Sanitario en la aldea Brito y las colonias Santa Fe, El Tamarindo y Las Flores del municipio de Guanagazapa, mejorará la calidad de vida de los habitantes, por cuanto las aguas servidas dejarán de correr a flor de tierra y evitando los focos de contaminación que generan enfermedades y problemas de saneamiento, este proyecto beneficiará directamente a 2040 pobladores, el costo al que asciende es de Q 5 014 030,62.
2. Es importante que al sistema de alcantarillado sanitario diseñado se le de mantenimiento y un uso correcto, para asegurar un servicio eficiente durante vida útil, esto se podrá realizar si se le da capacitación tanto a usuarios, como a los encargados de mantenimiento sobre la correcta utilización del alcantarillado.
3. El puente vehicular contribuirá al desarrollo económico y social del municipio de Guanagazapa, como consecuencia se incrementará el tránsito vehicular hacia este lugar, beneficiando directamente a 1350 habitantes e indirectamente a 4565, el costo al que asciende este proyecto es de Q 1 972 941,42.
4. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), es una de las primeras experiencias del ejercicio de la profesión, la cual permite al estudiante afrontar problemas reales dándole a la vez una solución factible, basada en los principios de ingeniería, adquiridos durante la formación académica.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de Guanagazapa, departamento de Escuintla

1. Durante la construcción del proyecto se debe cumplir con lo establecido en planos y especificaciones técnicas, para asegurar el buen funcionamiento de la obra, a través de una supervisión técnica profesional.
2. Actualizar los precios de la mano de obra, materiales de construcción y maquinaria pesada, presentados en los presupuestos, antes de la contratación de la empresa que ejecutará el proyecto, debido a que estos están sujetos a la fluctuación constante del quetzal con respecto al dólar.
3. Previo a la construcción del puente vehicular, realizar un estudio de suelos dinámico, para tener una mayor seguridad sobre los resultados obtenidos con los presentados en este trabajo.
4. Elaborar el plan de mantenimiento de ambos proyectos, para asegurar el óptimo funcionamiento de los mismos.

A los Cocodes de las comunidades

5. Coordinarse con la municipalidad para concientizar a las personas sobre el uso correcto del sistema de alcantarillado sanitario, para evitar conexiones de aguas pluviales al sistema.

6. Monitorear el funcionamiento de los proyectos, para darles el mantenimiento necesario correspondiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. AASHTO. *Rodamientos*. Estados Unidos de América. Sección 14. 2002.
2. CABRERA RIEPELE, Ricardo A. "Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2". Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989. 135 p.
3. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5^a ed. México: Limusa, 2004. 650 p. ISBN 968-186- 489 -1.
4. DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS MINISTERIO DE COMUNICACIONES, INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDAS. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*. Guatemala, 2001. 456 p.
5. McCORMAC, Jack C. *Diseño de concreto reforzado*. 5^a ed. México: Alfaomega, 2009. 797 p. ISBN 968 – 603 – 423 - 4.
6. SANDOVAL RAMÍREZ, Jorge Jacobo. "Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea Pacacay, municipio de Acatenango, Chimaltenango". Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 178 p.
7. TRUJILLO OROZCO, José Eusebio. *Diseño de puentes*. 2^a ed. Bucaramanga, Colombia: Ediciones UIS, 1993. 363 p.

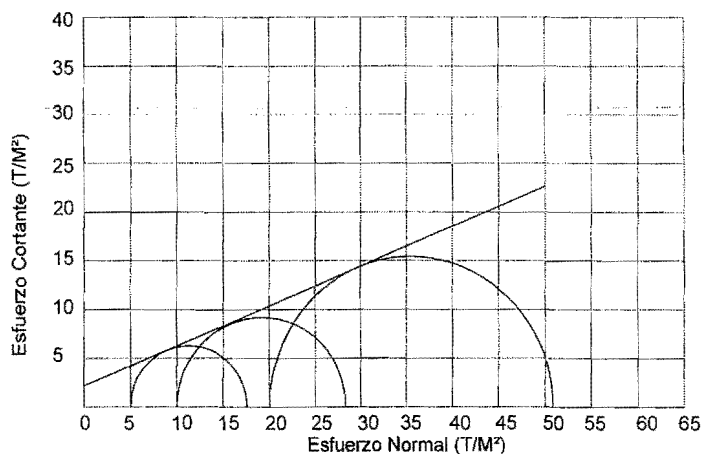
APÉNDICE A

**ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL,
LIBRETA TOPOGRÁFICA DE PUENTE VEHICULAR
CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA,
DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 548 S. S. O.T.: 26,427
 INTERESADO: Mónica Alejandra Román Cutzán, carne 2001-175568.
 PROYECTO: EPS, Diseño de Puente Vehicular para Aldea San Juan.
 UBICACIÓN: Municipio de Guanagazapa, Escuintla Fecha: 11 de enero de 2010.
 pozo: 1 Profundidad: 1,90 m. Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 22,25^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 2,2T/m^2$
---	----------------------------

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arcilla limo-arenoso, color café oscuro.
 DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	12.57	18.38	30.87
PRESION INTERSTICIAL u (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	3.0	8.0	15.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.41	1.41	1.41
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.76	1.76	1.76
HUMEDAD (%)	24.77	24.77	24.77

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Méndez Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Libreta topográfica puente vehicular

EST.	P.O	Y _{total}	X _{total}	Cota
				Total
	1	100	100	100
1	R-1	105,0801	68,8163	100,4036
1	R-2	100,6766	87,5290	100,3655
1	R-3	94,2465	111,7098	99,7988
1	R-4	91,4062	122,0497	99,0932
1	R-5	95,5702	122,8543	100,0925
1	R-6	94,5710	126,4479	100,1335
1	R-7	91,5786	125,4062	99,0406
1	R-8	90,7896	125,3436	99,0335
1	R-9	85,5495	146,5062	99,8513
1	R-10	88,1511	146,9219	100,4998
1	R-11	90,4253	149,2703	100,6327
1	R-12	96,9133	128,2794	100,2717
1	R-13	101,2044	113,6440	100,2012
1	R-14	104,2531	114,9032	100,1668
1	R-15	101,1522	124,9205	100,2685
1	R-16	94,2936	148,7598	100,6046
1	R-17	110,3747	90,7700	100,4384
1	R-18	107,9085	89,4552	100,5012
1	R-19	112,3271	93,5852	100,2284
1	R-20	113,7389	108,5952	98,7657
1	R-21	114,2526	91,3589	99,2642
1	R-22	113,6517	86,8614	100,2370
1	R-23	112,1240	86,0433	100,4841
1	R-24	115,1194	81,6297	100,4326
1	R-25	113,2094	81,0687	100,6022
1	R-26	109,2203	70,0082	100,8475
1	R-27	115,1385	72,0635	100,8999
1	R-28	118,6304	73,0273	100,7821
1	R-29	117,5095	61,4255	101,2614
1	R-30	115,0336	61,0338	101,1970
1	R-31	111,7520	60,1271	101,1409
1	R-32	113,8686	46,7154	101,4872
1	R-33	116,8753	47,3870	101,6104
1	R-34	119,7116	46,9971	101,6893
1	R-35	119,2237	26,6513	102,3682
1	R-36	119,6890	25,5240	102,2452

Continuación libreta topográfica puente vehicular

EST.	P.O	Y _{total}	X _{total}	Cota
				Total
1	2	114,3231	80,6317	100,5128
1	3	77,0925	93,6532	97,9343
3	T-1	112,0015	128,6670	97,1039
3	T-2	108,1516	128,2469	98,0469
3	T-3	95,0063	123,8687	98,5291
3	T-4	86,4174	119,6524	98,4359
3	T-5	67,7241	116,0434	98,4236
3	T-6	116,0454	117,7008	96,7461
3	T-7	108,3287	116,5179	97,7881
3	T-8	101,6223	112,6737	98,4748
3	T-9	89,3409	111,5894	98,1923
3	T-10	77,0310	107,6074	98,2463
3	T-11	118,6923	101,6628	96,3493
3	T-12	109,8057	101,0364	97,3091
3	T-13	89,2029	98,5359	98,1446
3	T-14	60,6407	95,6779	97,5292
3	T-15	121,2518	94,4269	96,2470
3	T-16	103,1974	91,2731	96,2485
3	T-17	91,0681	84,6859	96,1908
3	T-18	80,6085	86,0115	96,1073
3	T-19	91,2899	80,5360	95,9968
3	T-20	122,9945	81,0430	96,2189
3	T-21	123,4308	83,7387	95,6730
3	T-22	107,6887	78,0359	96,2016
3	T-23	99,7509	76,3199	96,2587
2	I-1	106,6153	99,9766	99,7643
2	I-2	111,0542	97,7242	100,9102
2	I-3	110,8329	90,8275	100,7895
2	I-4	121,3140	90,1189	100,1078
2	I-5	117,7459	93,7961	100,3838
2	I-6	114,3660	86,8142	100,5279
2	I-7	122,7085	102,4135	98,3044

Continuación libreta topográfica puente vehicular

EST.	P.O	Y _{total}	X _{total}	Cota
				Total
2	I-8	124,2771	104,7141	99,8196
2	I-9	133,2500	110,9267	100,3618
2	I-10	115,8850	106,7264	98,9066
2	I-11	123,5761	106,9413	98,1704
2	I-12	113,4260	103,5571	97,8493
2	I-13	110,0809	100,7388	98,5220
2	I-14	111,4753	109,4306	97,6629
2	M-1	100,8592	111,3390	97,4433
2	M-2	105,2712	110,2006	97,0941
2	M-3	112,8179	114,3682	97,5845
2	M-4	124,3662	119,2030	98,1740
2	M-5	125,8749	123,0065	98,8884
2	M-6	112,6317	118,3487	99,7857
2	M-7	104,8954	115,1842	98,9860
2	M-8	102,5341	116,2495	98,0997
2	M-9	99,0135	114,6067	99,5753
2	M-10	97,3049	117,3924	100,5128
2	M-11	105,5988	121,7752	101,1233
2	M-12	118,5050	125,9830	100,6798
2	4	75,7155	78,4013	100,5648
4	X-1	109,4969	111,9179	98,5705
4	X-2	112,5916	100,7689	99,5295
4	X-3	102,7199	95,9434	100,8435
4	X-4	101,1882	108,1641	98,1618
4	X-5	71,2840	92,4293	100,2768
4	X-6	77,0197	101,4033	99,7775

APÉNDICE B

**DISEÑO HIDRÁULICO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA LA ALDEA BRITO Y LAS COLONIAS SANTA FE, EL TAMARINDO Y
LAS FLORES**

TAMARINDO

DE	A	INICIAL	FINAL	D.H.	%	Act.	Fut.	Act.	Fut.	fqm	Act.	Fut.	Act.	Fut.	b.	(plg)	s.tubr(%)	(m²)	(m/s)	(l/s)	q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	Act.	Fut.	Inicio	Final	Inicio	Final	m²						
17	21	104,56	99,96	41	11,2195	2	0	0	0	0,002	4,5000	4,5000	0	0	6	10	0,01824	3,58	65,3035	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	103,36	99,26	1,20	0,70	25,3175							
21	22	99,96	99,96	34	0,0000	0	2	12	20	0,002	4,4067	4,3805	0,10576	0,17522	6	2,6	0,01824	1,82545	33,2984	0,0031752	0,221	0,04	0,0052621	0,256	0,05	0,4034	0,4673	99,23	98,35	0,73	1,61	25,9012							
21	23	99,96	100,4	58	-0,7586	6	0	0	0	0,002	4,5000	4,5000	0	0	6	0,5	0,01824	0,20051	14,6023	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	99,35	99,07	0,60	1,33	36,3805							
23	23	100,4	100	58	0,6897	3	9	54	91	0,002	4,3078	4,2546	0,46525	0,77433	6	0,7	0,01824	0,94718	17,2777	0,0269276	0,438	0,1125	0,04481672	0,501	0,1425	0,4149	0,4745	99,04	98,63	1,36	1,37	51,3851							
23	30	100	99,95	27,06	0,1848	1	10	60	101	0,002	4,2980	4,2424	0,51576	0,85686	6	0,65	0,01824	0,91272	16,6492	0,0309783	0,45	0,12	0,05147171	0,522	0,1525	0,4107	0,4764	98,60	98,43	1,40	1,52	25,6614							
30	19	99,95	100	30,36	-0,1647	1	11	66	111	0,002	4,2888	4,2309	0,56612	0,93926	6	0,6	0,01824	0,87692	15,996	0,0353912	0,468	0,1275	0,03871823	0,538	0,16	0,4104	0,4718	98,40	98,22	1,55	1,78	32,9157							
19	6	100	100,74	60,95	-1,2141	7	18	108	181	0,002	4,2343	4,1635	0,9146	1,5072	6	0,4	0,01824	0,716	13,0607	0,0700272	0,568	0,175	0,11539936	0,659	0,225	0,4067	0,4718	97,24	96,99	2,76	3,75	129,0203							
6	6	100,74	99,46	17,9	7,1508	2	20	120	202	0,002	4,2210	4,1465	1,01305	1,67517	6	0,4	0,01824	0,716	13,0607	0,0775649	0,587	0,185	0,12826034	0,684	0,24	0,4209	0,4897	96,96	96,89	3,78	2,57	36,9336							
6	4	99,46	99,05	58	0,7069	4	24	144	242	0,002	4,1967	4,1167	1,20866	1,99248	6	0,3	0,01824	0,62007	11,3109	0,1068879	0,651	0,22	0,17615587	0,747	0,28	0,4037	0,4632	96,86	96,69	2,60	2,36	93,5771							
4	8	99,05	98,62	19,02	2,1586	1	25	150	252	0,002	4,1910	4,1097	1,25731	2,0713	6	0,3	0,01824	0,62007	11,3109	0,1111591	0,659	0,225	0,18312468	0,747	0,28	0,4086	0,4632	96,66	96,60	2,39	2,02	28,6025							
8	9	98,62	98,06	60,45	0,9264	0	31	186	312	0,002	4,1594	4,0711	1,54728	2,54039	6	0,25	0,01824	0,56605	10,3254	0,1498521	0,716	0,26	0,24603335	0,817	0,33	0,4053	0,4625	96,57	96,41	2,05	1,65	72,6794							
8,1	8	102,5	98,62	60,5	6,4132	6	0	0	0	0,002	4,5000	4,5000	0	0	6	6,3	0,01824	2,84154	51,8331	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	101,30	97,49	1,20	1,13	45,8431							
17	16	104,56	102,64	69,96	2,7444	7	0	0	0	0,002	4,5000	4,5000	0	0	6	0,8	0,01824	1,01258	18,4706	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	102,66	102,10	1,90	0,54	55,4710							
16	14	102,64	102,29	79,93	0,4379	8	15	90	151	0,002	4,2558	4,1901	0,76605	1,26541	6	0,5	0,01824	0,80051	14,6023	0,0524606	0,528	0,155	0,08668008	0,605	0,195	0,4227	0,4843	102,07	101,67	0,57	0,62	30,8872							
16	14	99,36	102,29	31,49	-9,3045	1	0	0	0	0,002	4,5000	4,5000	0	0	6	0,2	0,01824	0,50629	9,23531	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	98,71	98,65	0,65	3,64	43,9217							
14	13	102,29	100,9	50,87	2,7325	4	5	30	50	0,002	4,3547	4,3147	0,26128	0,43147	6	1,2	0,01824	1,24015	22,6218	0,0115501	0,334	0,075	0,01907321	0,388	0,095	0,4142	0,4812	98,62	98,01	3,67	2,89	108,5385							
13	12	100,9	99,8	32,98	3,3354	2	7	42	71	0,002	4,3294	4,2814	0,36367	0,60796	6	1	0,01824	1,1321	20,6508	0,0176105	0,375	0,09	0,02944006	0,444	0,1175	0,4245	0,5027	97,98	97,65	2,92	2,15	54,3996							
12	9	99,8	98,06	45,99	3,7834	2	9	54	91	0,002	4,3078	4,2546	0,46525	0,77433	6	1	0,01824	1,1321	20,6508	0,0225292	0,408	0,1025	0,03749936	0,473	0,13	0,4619	0,5355	97,62	97,16	2,18	0,90	46,1107							
20	19	100,07	100	57	0,1228	4	0	0	0	0,002	4,5000	4,5000	0	0	6	0,1	0,01824	0,358	6,53035	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	98,87	98,81	1,20	1,19	44,2192							
17	18	104,56	98,37	67,98	7,0357	12	0	0	0	0,002	4,5000	4,5000	0	0	6	6,7	0,01824	2,93036	53,4532	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	103,46	97,57	1,10	0,80	54,4609							
18	19	98,37	100	60,02	-2,7158	4	16	96	161	0,002	4,2484	4,1809	0,81569	1,34625	6	0,45	0,01824	0,75943	13,853	0,0588819	0,538	0,16	0,09718171	0,633	0,21	0,4086	0,4807	97,54	97,27	0,83	2,73	69,6167							
24	22	100,85	99,96	63,9	1,3928	8	0	0	0	0,002	4,5000	4,5000	0	0	6	1	0,01824	1,1321	20,6508	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	99,65	99,01	1,20	0,95	44,6294							
22	26	99,96	99,53	79,99	0,5376	11	19	114	191	0,002	4,2276	4,1553	0,96388	1,58731	6	0,5	0,01824	0,80051	14,6023	0,066009	0,56	0,17	0,19870263	0,651	0,22	0,4483	0,5211	98,32	97,92	1,64	1,61	84,4881							
26	26	99,53	99,31	60,99	0,3607	6	25	150	252	0,002	4,1910	4,1097	1,25731	2,0713	6	0,3	0,01824	0,62007	11,3105	0,1111591	0,659	0,225	0,18312468	0,747	0,28	0,4086	0,4632	97,89	97,71	1,64	1,60	64,2794							
26	27	99,31	99,09	60,99	0,3607	4	29	174	292	0,002	4,1695	4,0834	1,45098	2,38473	6	0,3	0,01824	0,62007	11,3109	0,1282814	0,684	0,24	0,21083506	0,79	0,31	0,4241	0,4899	97,68	97,49	1,63	1,60	64,0307							
27	20	99,09	100,07	79,5	-1,2327	3	32	192	322	0,002	4,1544	4,0652	1,59531	2,61797	6	0,3	0,01824	0,62007	11,3109	0,1410416	0,702	0,25	0,23145531	0,804	0,32	0,4353	0,4985	97,46	97,23	1,63	2,84	115,5009							
2	10	100,8	100,42	118,59	-0,6156	1	33	198	333	0,002	4,1496	4,0587	1,64325	2,70311	6	0,25	0,01824	0,56605	10,3254	0,1591467	0,73	0,27	0,26179297	0,83	0,34	0,4132	0,4698	97,20	96,90	2,87	3,90	261,1302							
2	4	100,8	99,05	68,5	2,6316	3	36	216	363	0,002	4,1357	4,0418	1,78661	2,93437	6	0,25	0,01824	0,56605	10,3254	0,1730206	0,747	0,28	0,29418947	0,856	0,36	0,4228	0,4845	96,87	96,70	3,93	2,35	135,6828							
4	7	99,05	97,6	35,37	0,4995	0	0	0	0	0,002	4,5000	4,5000	0	0	6	0,2	0,01824	0,50629	9,23531	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	96,67	96,60	2,38	1,60	38,8625							
2	10	100,8	100,42	88,86	0,4276	2	0	0	0	0,002	4,5000	4,5000	0	0	6	0,4	0,01824	0,716	13,0607	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	99,50	99,14	1,30	1,28	74,3774							
10	7	100,42	97,6	41,3	6,8281	3	5	30	50	0,002	4,3547	4,3147	0,26128	0,43147	6	5	0,01824	2,53144	46,1765	0,0056584	0,273	0,055	0,00934392	0,312	0,0675	0,6911	0,7898	99,11	97,05	1,31	0,95	24,9105							
7	9	97,6	98,06	44,24	-1,0398	1	6	36	60	0,002	4,3415	4,2980	0,31259	0,51576	6	1	0,01824	1,1321	20,6508	0,0151369	0,3611	0,085	0,02497554	0,42	0,1075	0,4087	0,4755	96,57	96,13	1,03	1,93	42,5934							
					1782,59						119																												

BRITO

128

		COTAS		pen. T.		No. Casas		No. Hab.		Factor Om		F.H.		q. diseño (l/s)		Seccion llena																
DE	A	INICIAL	FINAL	D.H.	%	Act.	Fut.	Act.	Fut.	fqm	Act.	Fut.	Act.	Fut.	D.	s.tub(%)	Area tub (m²)	V (m/s)	Q. (l/s)	Rel. hidraulicas act.			Rel. hidraulicas fut.			Velocidad		Cotas Invert		Altura de pozos		Exca. m²
																				c/Q	v/V	d/D	c/Q	v/V	d/D	Act.	Fut.	Inicio	Final	Inicio	Final	
36	37	100,31	101,73	60	-2,36667	6	0	0	0	0,0020	4,5000	4,5000	0	0	6	0,2	0,01824	0,50629	9,23531	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	99,11	98,99	1,20	2,74	76,8300
37	38	101,73	103,15	60	-2,36667	4	10	60	101	0,0020	4,2980	4,2424	0,51576	0,85696	6	0,5	0,01824	0,80051	14,6023	0,0353207	0,468	0,1275	0,05868678	0,538	0,16	0,3746	0,4307	98,96	98,66	2,77	4,49	141,5700
38	31	103,15	98,53	68,13	6,78115	2	12	72	121	0,0020	4,2800	4,2200	0,61632	1,02124	6	1,5	0,01824	1,38653	25,2919	0,0243681	0,42	0,1075	0,04037791	0,484	0,135	0,5823	0,6711	98,63	97,61	4,52	0,92	120,4970
36	35	100,31	99,55	43	1,76744	2	0	0	0	0,0020	4,5000	4,5000	0	0	6	1,6	0,01824	1,432	26,1214	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	99,36	98,67	0,95	0,88	25,6008	
35	34	99,55	99,64	28	-0,32143	8	10	60	101	0,0020	4,2980	4,2424	0,51576	0,85696	6	0,6	0,01824	0,87692	15,996	0,0322433	0,456	0,1225	0,05357345	0,533	0,1575	0,3999	0,4674	98,64	98,47	0,91	1,20	19,2005
34	33	101,46	99,97	22	6,77273	4	14	84	141	0,0020	4,2635	4,1996	0,71627	1,1843	6	6,5	0,01824	2,88629	52,6494	0,0136046	0,348	0,08	0,02249404	0,408	0,1025	1,0044	1,1776	100,23	98,80	1,23	1,17	17,1600
33	32	99,97	99,11	38	2,26316	13	27	162	272	0,0020	4,1800	4,0963	1,35433	2,22838	6	1,5	0,01824	1,38653	25,2919	0,0535477	0,533	0,1575	0,08810646	0,615	0,2	0,7390	0,8527	98,77	98,20	1,20	0,91	26,0585
32	31	99,11	99,79	40	-1,7	6	33	198	333	0,0020	4,1496	4,0587	1,64325	2,70311	6	0,9	0,01824	1,074	19,5911	0,0838777	0,605	0,195	0,13797701	0,702	0,25	0,6498	0,7539	98,17	97,81	0,94	1,98	37,9600
31	30	99,79	100,48	60	-1,15	0	33	198	333	0,0020	4,1496	4,0587	1,64325	2,70311	6	0,25	0,01824	0,56605	10,3254	0,1591467	0,73	0,27	0,26179297	0,83	0,34	0,4132	0,4658	97,78	97,63	2,01	2,85	94,7700
30	29	100,48	98,53	60	3,25	0	33	198	333	0,0020	4,1496	4,0587	1,64325	2,70311	6	0,25	0,01824	0,56605	10,3254	0,1591467	0,73	0,27	0,26179297	0,83	0,34	0,4132	0,4658	97,60	97,45	2,88	1,08	77,2200
29	28	98,53	99,53	60	-1,66667	3	36	216	363	0,0020	4,1357	4,0418	1,78661	2,93437	6	0,25	0,01824	0,56605	10,3254	0,1730306	0,747	0,28	0,28418947	0,856	0,36	0,4228	0,4845	97,42	97,27	1,11	2,26	65,7150
28	27	99,53	100,38	60	-1,41667	0	36	216	363	0,0020	4,1357	4,0418	1,78661	2,93437	6	0,25	0,01824	0,56605	10,3254	0,1730306	0,747	0,28	0,28418947	0,856	0,36	0,4228	0,4845	97,24	97,09	2,29	3,29	108,8100
27	26	100,38	99,64	20	3,7	4	40	240	403	0,0020	4,1181	4,0206	1,97669	3,24061	6	0,25	0,01824	0,56605	10,3254	0,19144	0,761	0,29	0,31384893	0,879	0,38	0,4308	0,4976	97,06	97,01	3,32	2,63	38,6750
26	25	99,64	99,55	20	0,45	0	40	240	403	0,0020	4,1181	4,0206	1,97669	3,24061	6	0,22	0,01824	0,531	9,68608	0,2040758	0,776	0,3	0,33456409	0,891	0,39	0,4121	0,4731	96,98	96,94	2,66	2,61	34,2810
25	24	99,55	100,31	20	-3,8	0	40	240	403	0,0020	4,1181	4,0206	1,97669	3,24061	6	0,2	0,01824	0,50629	9,23531	0,2140365	0,79	0,31	0,35089377	0,902	0,4	0,4000	0,4567	96,91	96,87	2,64	3,44	39,5720
24	23	98,53	103,15	20	-23,1	0	40	240	403	0,0020	4,1181	4,0206	1,97669	3,24061	6	0,22	0,01824	0,531	9,68608	0,2040758	0,776	0,3	0,33456409	0,891	0,39	0,4121	0,4731	97,53	97,49	1,00	5,66	43,3160
23	22	103,15	101,73	40,13	3,5385	1	41	246	413	0,0020	4,1139	4,0155	2,02403	3,31682	6	0,25	0,01824	0,56605	10,3254	0,1960249	0,776	0,3	0,32122932	0,879	0,38	0,4393	0,4976	97,46	97,36	5,69	4,37	131,3136
22	21	101,73	100,31	67,14	2,11498	0	40	240	403	0,0020	4,1181	4,0206	1,97669	3,24061	6	0,2	0,01824	0,50629	9,23531	0,2140365	0,79	0,31	0,35089377	0,902	0,4	0,4000	0,4567	97,33	97,19	4,40	3,12	164,1541
				786,4					53																							

Diseño hidráulico aldea Brito

COLONIA LAS FLORES

DE	A	COTAS		D.H.	pen. T. %	No. Casas		No. Hab.		Factor Qn	F.H.		q. diseño (l/s)		p. (psig)	s. tub(%)	Seccion llena		Ref. hidraulicas act.			Ref. hidraulicas fut.			Velocidad		Cotas Invert		Altura de pozos		Exca. m²	
		INICIAL	FINAL			Act.	Fut.	Act.	Fut.		Act.	Fut.	Act.	Fut.			Area tub. (m²)	V (m/s)	Q. (l/s)	q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	Act.	Fut.	Inicio	Final	Inicio		Final
0	1	101,43	101,52	45	-0,2	6	0	0	0	0,002	4,5000	4,5000	0	0	6	0,5	0,01824	0,80051	14,6023	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	100,23	100,01	1,20	1,51	39,7069
1	2	101,52	101,28	54,83	0,43772	7	13	78	131	0,002	4,2716	4,2096	0,66637	1,10291	6	0,5	0,01824	0,80051	14,6023	0,0456343	0,501	0,1425	0,07552987	0,587	0,185	0,4011	0,4699	99,98	99,70	1,54	1,58	55,6716
2	3	101,28	100,91	53,13	0,69641	5	18	108	181	0,002	4,2343	4,1635	0,9146	1,5072	6	0,4	0,01824	0,716	13,0607	0,0700272	0,568	0,175	0,11539935	0,659	0,225	0,4067	0,4718	99,67	99,46	1,61	1,45	52,8519
3	4	100,91	100,89	60	0,03333	5	23	138	232	0,002	4,2026	4,1238	1,15991	1,91346	6	0,3	0,01824	0,62007	11,3109	0,102548	0,644	0,215	0,16916972	0,73	0,27	0,3993	0,4527	99,43	99,25	1,48	1,64	60,9051
4	5	100,89	99,03	67,4	2,75964	3	26	156	262	0,002	4,1855	4,1029	1,30586	2,14994	6	0,25	0,01824	0,56605	10,3254	0,1264711	0,684	0,24	0,20821847	0,776	0,3	0,3872	0,4393	99,22	97,83	1,67	1,20	62,9039
5	6	99,03	98,22	76,44	1,05965	5	31	186	312	0,002	4,1594	4,0711	1,54728	2,54039	6	0,5	0,01824	0,80051	14,6023	0,1059615	0,644	0,215	0,17397185	0,747	0,28	0,5155	0,5980	97,80	97,42	1,23	0,80	50,4859
6	7	98,22	99,47	90,3	-1,39427	2	33	198	333	0,002	4,1496	4,0587	1,64325	2,70311	6	0,25	0,01824	0,56605	10,3254	0,1591467	0,73	0,27	0,26179297	0,83	0,34	0,4132	0,4698	97,39	97,16	0,83	2,31	92,1556
7	8	99,47	99,24	126,16	0,18231	2	35	210	353	0,002	4,1402	4,0474	1,7389	2,85744	6	0,25	0,01824	0,56605	10,3254	0,1684102	0,73	0,27	0,27673889	0,843	0,35	0,4132	0,4772	97,13	96,82	2,34	2,42	195,2228
8	9	99,24	100,88	67,35	-2,43594	4	39	234	393	0,002	4,1224	4,0258	1,92928	3,16427	6	0,2	0,01824	0,50629	9,23531	0,2089027	0,79	0,31	0,3426271	0,902	0,4	0,4000	0,4567	96,79	96,65	2,45	4,23	146,2475
9	10	100,88	98,6	71,64	3,18258	3	42	252	423	0,002	4,1097	4,0105	2,0713	3,39289	6	0,2	0,01824	0,50629	9,23531	0,224281	0,804	0,32	0,36738192	0,921	0,42	0,4071	0,4663	96,62	96,48	4,26	2,12	148,5311
10	11	98,6	97,97	67,93	0,92743	3	45	270	453	0,002	4,0976	3,9959	2,21271	3,62029	6	0,2	0,01824	0,50629	9,23531	0,2395922	0,817	0,33	0,39200475	0,934	0,43	0,4136	0,4729	96,45	96,31	2,15	1,66	84,0816
11	12	97,97	100,66	58,32	-4,61248	1	46	276	464	0,002	4,0937	3,9907	2,25971	3,70337	6	0,2	0,01824	0,50629	9,23531	0,2446816	0,817	0,33	0,40100127	0,943	0,44	0,4136	0,4774	96,28	96,17	1,69	4,49	117,1551
12	13	100,66	99,19	41,7	3,52518	4	50	300	504	0,002	4,0785	3,9724	2,44708	4,00422	6	0,18	0,01824	0,48031	8,76139	0,2793027	0,856	0,36	0,45703084	0,973	0,47	0,4111	0,4673	96,14	96,06	4,52	3,13	103,7135
13	14	99,19	100,62	78,77	-1,81541	2	52	312	524	0,002	4,0711	3,9637	2,54039	4,15392	6	0,18	0,01824	0,48031	8,76139	0,2899531	0,856	0,36	0,4741171	0,983	0,48	0,4111	0,4721	96,03	95,89	3,16	4,73	201,9749
14	15	100,62	99,51	46,51	2,38658	1	53	318	534	0,002	4,0675	3,9594	2,58696	4,2286	6	0,18	0,01824	0,48031	8,76139	0,295268	0,868	0,37	0,48264015	0,983	0,48	0,4169	0,4721	95,86	95,78	4,76	3,73	128,4094
15	16	99,51	100,28	60	-1,28333	2	55	330	554	0,002	4,0605	3,9509	2,67991	4,3776	6	0,18	0,01824	0,48031	8,76139	0,3058777	0,868	0,37	0,49964699	0,991	0,49	0,4169	0,4760	95,75	95,64	3,76	4,64	163,9324
16	17	100,28	101,03	59,36	-1,26348	1	56	336	564	0,002	4,0570	3,9467	2,7263	4,45193	6	0,15	0,01824	0,43846	7,99801	0,3408725	0,902	0,4	0,55662974	1,023	0,53	0,3955	0,4485	95,61	95,52	4,67	5,51	196,4664
17	18	101,03	99,85	45,66	2,58432	0	56	336	564	0,002	4,0570	3,9467	2,7263	4,45193	6	0,15	0,01824	0,43846	7,99801	0,3408725	0,902	0,4	0,55662974	1,023	0,53	0,3955	0,4485	95,49	95,42	5,54	4,43	147,9700
18	19	99,85	101,74	61,28	-3,0842	0	56	336	564	0,002	4,0570	3,9467	2,7263	4,45193	6	0,18	0,01824	0,48031	8,76139	0,3111726	0,879	0,38	0,50813111	1	0,5	0,4222	0,4803	95,39	95,28	4,46	6,46	217,4857
19	20	101,74	99,09	61	4,34426	0	56	336	564	0,002	4,0570	3,9467	2,7263	4,45193	6	0,15	0,01824	0,43846	7,99801	0,3408725	0,902	0,4	0,55662974	1,023	0,53	0,3955	0,4485	95,25	95,16	6,49	3,93	206,6153
20	21	99,09	100,5	67,19	-2,09853	1	57	342	574	0,002	4,0536	3,9426	2,77264	4,52615	6	0,18	0,01824	0,48031	8,76139	0,3164611	0,879	0,38	0,51660258	1	0,5	0,4222	0,4803	95,13	95,01	3,96	5,49	206,4533
				1359,97		57																										

Diseño hidráulico colonia Las Flores

COLONIA SANTA FE, GUANAGAZAPA

DE	A	COTAS		D.H.	pen. T. %	No. Casas			No. Hab.			Factor am	F.H.		q. diseño (l/s)			Area tub		Relaciones hidraulicas act.			Relaciones hidraulicas fut.			Velocidad		Cotas Invert		Alura de pozos		Exca.	Obs.
		INICIAL	FINAL			loc	acum	Act.	Fut.	fgm	Act.		Fut.	Act.	Fut.	D. (pulg)	s. tub (%)	(m ²)	(m/s)	(l/s)	q/Q	v/V	d/D	Act.	Fut.	Inicio	Final	Inicio	Final	m ²			
5,4	5,3	98,1	98,16	49,85	-0,12036	8	0	0	0	0,0025	4,5000	4,5000	0	0	0,5	0,01824	0,8005	14,6023	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	96,90	96,63	1,2	1,51	43,8932	RAMAL 1	
5,3	5,2	98,16	98,21	50	-0,1	5	13	78	131	0,0025	4,2716	4,2056	0,8330	1,3786	6	0,4	0,01824	0,7160	13,0607	0,0638	0,5000	0,1700	0,1056	0,644	0,215	0,4010	0,4611	96,62	96,42	1,54	1,79	54,0881	
5,2	5,1	98,21	99,28	44,64	-2,39695	5	18	108	181	0,0025	4,2343	4,1655	1,1433	1,8840	6	0,35	0,01824	0,6698	12,2172	0,0936	0,624	0,205	0,1542	0,716	0,26	0,4179	0,4795	96,39	96,23	1,82	3,05	70,5776	
5,1	5	99,28	100,48	50	-2,4	12	30	180	302	0,0025	4,1644	4,0772	1,8740	3,0783	6	0,25	0,01824	0,5660	10,3254	0,1815	0,747	0,28	0,29813002	0,868	0,37	0,4228	0,4913	96,20	96,08	3,08	4,40	123,4947	
5	4	100,48	99,66	50	1,64	3	33	198	333	0,0025	4,1496	4,0587	2,0541	3,3789	6	0,2	0,01824	0,5063	9,2353	0,2224	0,804	0,32	0,3658658	0,913	0,41	0,4071	0,4622	96,05	95,95	4,43	3,71	132,2903	
4,3	4,2	98,93	100	74,36	-1,43895	10	0	0	0	0,0025	4,5000	4,5000	0,0000	0,0000	6	0,3	0,01824	0,62007	11,3109	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	97,73	97,51	1,2	2,49	89,2507	RAMAL 2	
4,2	4,1	100	99,93	50	0,34	14	24	144	242	0,0025	4,1967	4,1167	1,5108	2,4906	6	0,3	0,01824	0,62007	11,3109	0,1335723	0,692	0,245	0,22019404	0,79	0,31	0,4291	0,4899	97,48	97,33	2,52	2,50	81,6751	
4,1	4	99,93	99,66	50	0,34	11	35	210	353	0,0025	4,1402	4,0474	2,1736	3,5718	6	0,25	0,01824	0,56605	10,3254	0,2105127	0,79	0,31	0,34592361	0,902	0,4	0,4472	0,5106	97,30	97,17	2,53	2,49	81,5938	
4	3	99,66	101,1	43,2	-3,33333	3	71	426	716	0,0025	4,0090	3,8889	4,2696	6,9611	6	0,2	0,01824	0,50629	9,23531	0,4623125	0,973	0,47	0,75374791	1,094	0,64	0,4926	0,5539	95,92	95,83	3,74	5,27	126,4499	
2,3	2,2	100	99,02	34	2,88235	4	0	0	0	0,0025	4,5000	4,5000	0,0000	0,0000	6	2,3	0,01824	1,71691	31,3185	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	98,80	98,02	1,2	1,00	24,3321	RAMAL 3	
2,2	1	99,02	100,8	43,17	-4,12323	3	7	42	71	0,0025	4,3294	4,2814	0,4546	0,7600	6	0,7	0,01824	0,94718	17,2777	0,0263108	0,426	0,11	0,0439845	0,501	0,1425	0,4035	0,4745	97,99	97,69	1,03	3,11	58,1721	
1	2	100,8	100	46,1	1,73536	1	8	48	81	0,0025	4,3183	4,2675	0,5182	0,8642	6	0,7	0,01824	0,94718	17,2777	0,0299919	0,444	0,1175	0,05001661	0,517	0,15	0,4205	0,4897	97,66	97,33	3,14	2,67	87,0645	
2,2	2,1	99,02	100,7	46,4	-3,62068	3	0	0	0	0,0025	4,5000	4,5000	0,0000	0,0000	6	0,2	0,01824	0,50629	9,23531	0	#N/A	#N/A	0	#N/A	#N/A	#N/A	98,22	98,13	0,80	2,57	50,8618		
2,1	2	100,7	100	40,6	1,72414	7	10	60	101	0,0025	4,2980	4,2424	0,6447	1,0712	6	0,6	0,01824	0,87692	15,996	0,0403041	0,484	0,135	0,06696682	0,568	0,175	0,4244	0,4981	98,10	97,85	2,60	2,15	62,6657	
2	3	100	101,1	63,37	-1,73584	3	21	126	212	0,0025	4,2147	4,1387	1,3276	2,1935	6	0,3	0,01824	0,62007	11,3109	0,11373768	0,669	0,23	0,19392932	0,761	0,29	0,4148	0,4719	97,30	97,11	2,70	3,99	137,6564	
3	3,1	101,1	98,93	43	5,04651	2	94	564	947	0,0025	3,9467	3,8151	5,5649	9,0323	8	0,1	0,03243	0,43368	14,0637	0,3956949	0,934	0,43	0,64224453	1,072	0,6	0,4051	0,4649	95,80	95,76	5,30	3,17	118,4102	
3,1	3,2	98,93	98,11	47	1,74468	4	98	588	988	0,0025	3,9370	3,8034	5,7874	9,3943	8	0,1	0,03243	0,43368	14,0637	0,4115112	0,943	0,44	0,66798677	1,072	0,6	0,4090	0,4649	95,73	95,68	3,20	2,43	86,0441	RAMAL 4
3,2	3,3	98,11	100,4	50	-4,58	5	103	618	1038	0,0025	3,9251	3,7895	6,0643	9,8337	8	0,1	0,03243	0,43368	14,0637	0,4312044	0,955	0,45	0,69923149	1,078	0,61	0,4342	0,4675	95,65	95,60	2,46	4,80	117,9750	las velos son altas pero no se
3,3	3,4	100,4	99,65	50	1,5	3	106	636	1068	0,0025	3,9182	3,7814	6,2299	10,0563	8	0,1	0,03243	0,43368	14,0637	0,4429802	0,964	0,46	0,71790247	1,083	0,62	0,4181	0,4697	95,57	95,52	4,83	4,13	145,6000	podan bajar mas
3,4	3,5	99,65	99,53	50	0,24	3	109	654	1098	0,0025	3,9114	3,7735	6,3951	10,3581	8	0,1	0,03243	0,43368	14,0637	0,4547268	0,973	0,47	0,73651807	1,089	0,63	0,4220	0,4723	95,49	95,44	4,16	4,09	134,0825	las pend pues los
3,5	3,6	99,53	99,2	38,95	0,84724	0	109	654	1098	0,0025	3,9114	3,7735	6,3951	10,3581	8	0,1	0,03243	0,43368	14,0637	0,4547268	0,973	0,47	0,73651807	1,089	0,63	0,4220	0,4723	95,41	95,37	4,12	3,83	100,6238	las pend pues los
3,6	3,7	99,2	99,36	66	-0,24242	2	111	666	1119	0,0025	3,9069	3,7680	6,5050	10,5409	8	0,1	0,03243	0,43368	14,0637	0,4625418	0,973	0,47	0,74951667	1,094	0,64	0,4220	0,4744	95,34	95,28	3,66	4,08	170,3967	el llante

1080,64

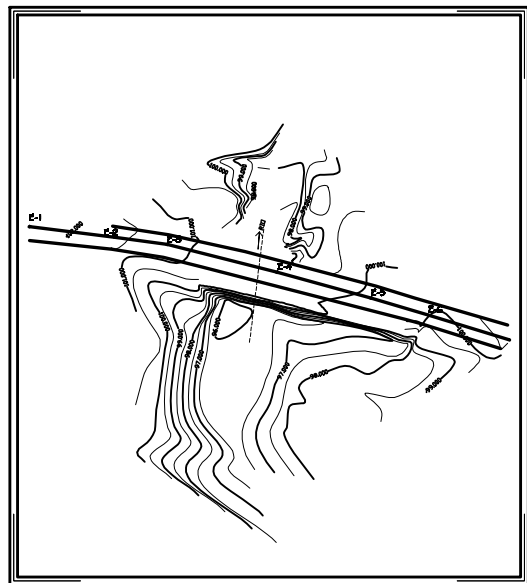
111

Diseño hidráulico colonia Santa Fe

APÉNDICE C

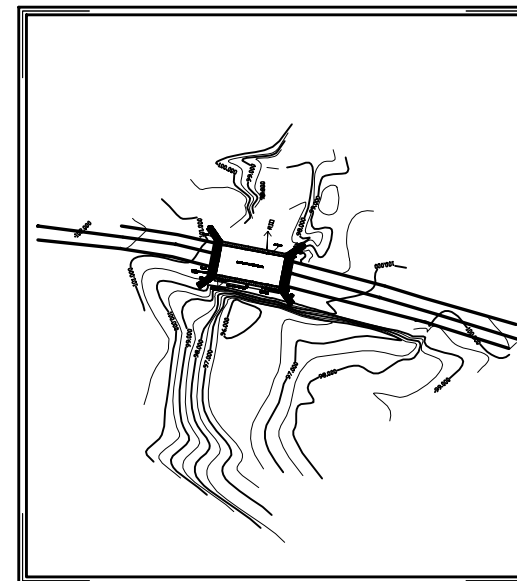
**PLANOS DE PUENTE VEHICULAR Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA LA ALDEA BRITO Y LAS COLONIAS SANTA FE, EL
TAMARINDO Y LAS FLORES**



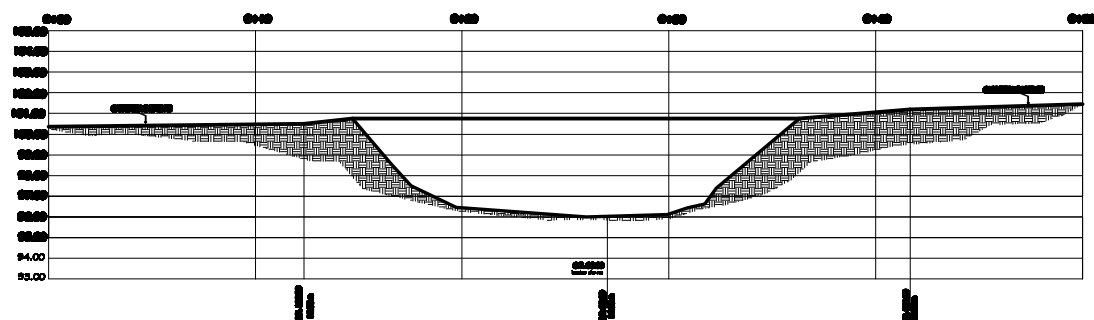


CURVAS DE NIVEL + PROYECCION DE CARRETERA
ESCALA 1:200

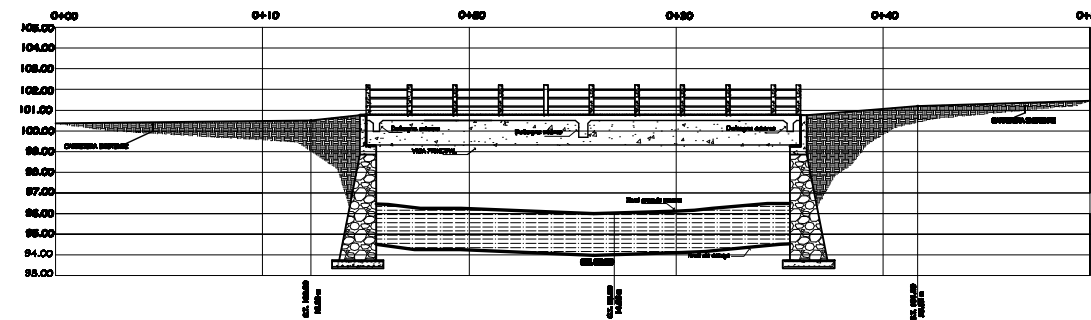
EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA
E-1	E-2	345°55' 34"	29.30 m
E-2	E-3	352° 18' 51"	13.77 m
E-3	E-4	345° 55' 34"	29.30 m
E-4	E-5	344° 30' 32"	25.10 m
E-5	E-6	343° 39' 33"	15.25 m
E-6	E-7	342° 49' 28"	21.97 m



CURVAS DE NIVEL + PROYECCION DE CARRETERA



PERFIL DEL TERRENO
ESCALA VERTICAL 1:100
ESCALA HORIZONTAL 1:1000

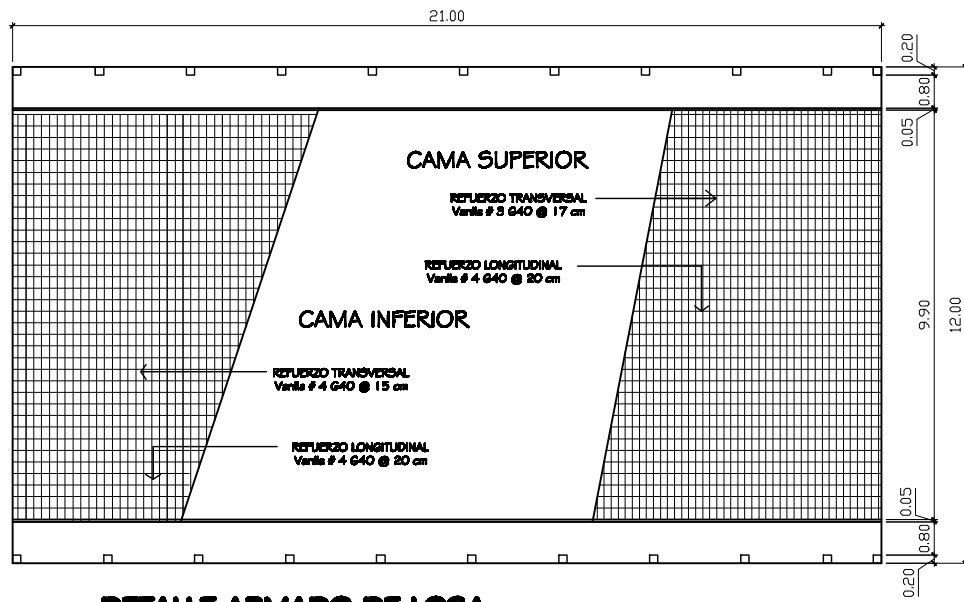


PUENTE + PERFIL
ESCALA 100:150

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

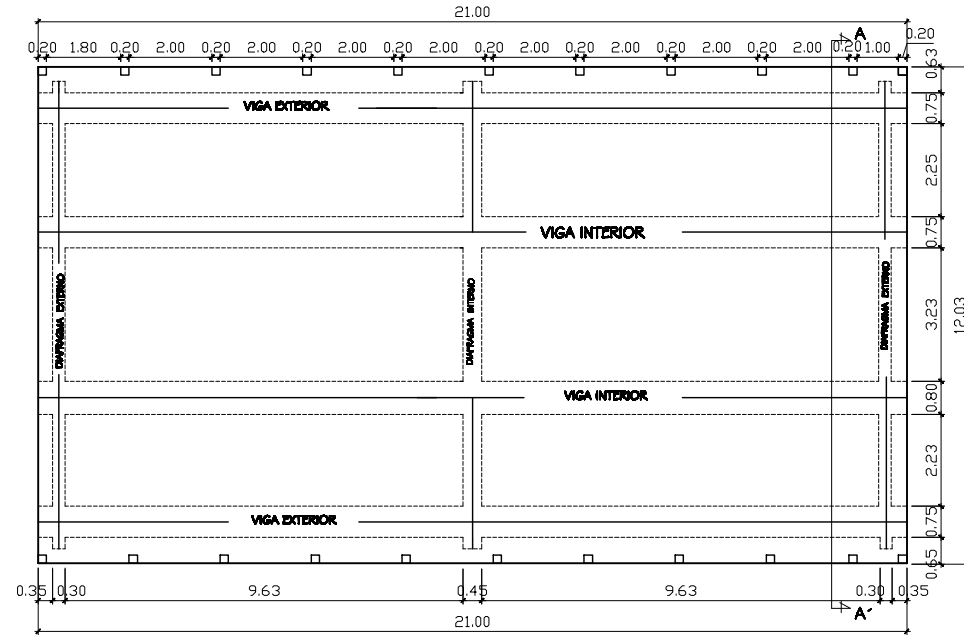


PROYECTO	DESG: Epistas	SECCION
MUNICIPIO	San Carlos	SECCION
PUENTE VEHICULAR CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA		
MUNICIPIO GUANAGAZAPA		
PLANTA		HOJA
PLANTA + PERFIL DE TERRENO		1 / 4
DR. ALAN MENDOZA ABINGÜEN SUPERVISOR S.P.A.		JOSÉ YULIO SOTO GUTIÉRREZ ALCALDE MUNICIPAL



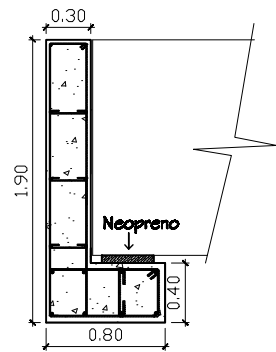
DETALLE ARMADO DE LOSA

ESCALA 1:75



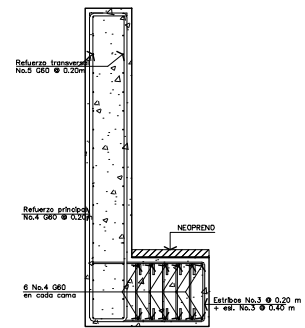
PLANTA ACOTADA DE LOSA

ESC. 1:75



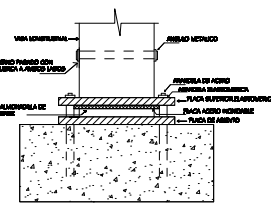
GEOMETRIA VIGA DE APOYO + CORTINA

ESC. 1:25



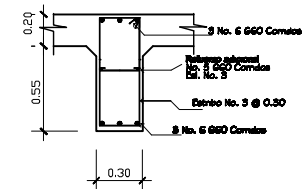
DETALLE VIGA DE APOYO + CORTINA

ESC. 1:25



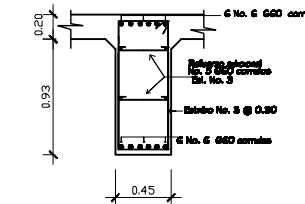
DETALLE APOYO ELASTOMERICO

ESC. 1:8



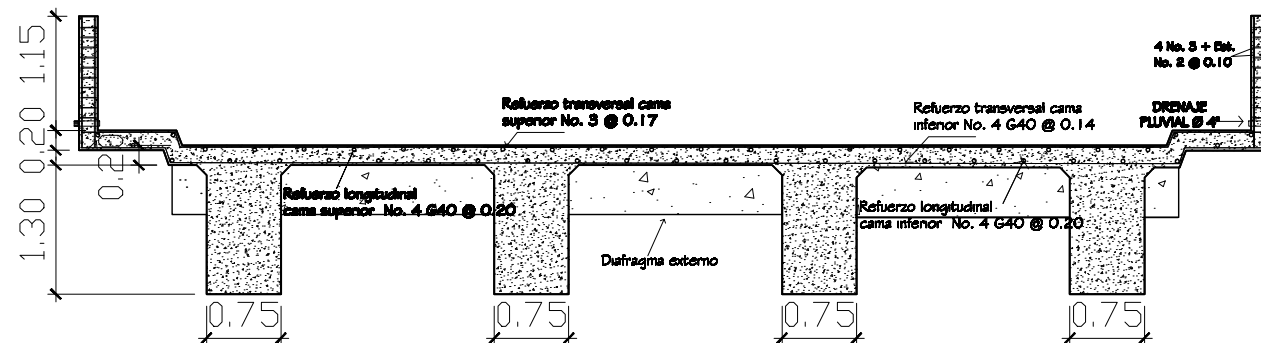
DIAFRAGMA EXTERNO

ESC. 1:20



DIAFRAGMA INTERNO

ESC. 1:25



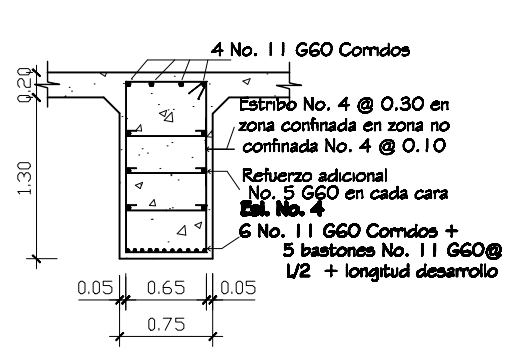
SECCION A - A'

ESC. 1:25

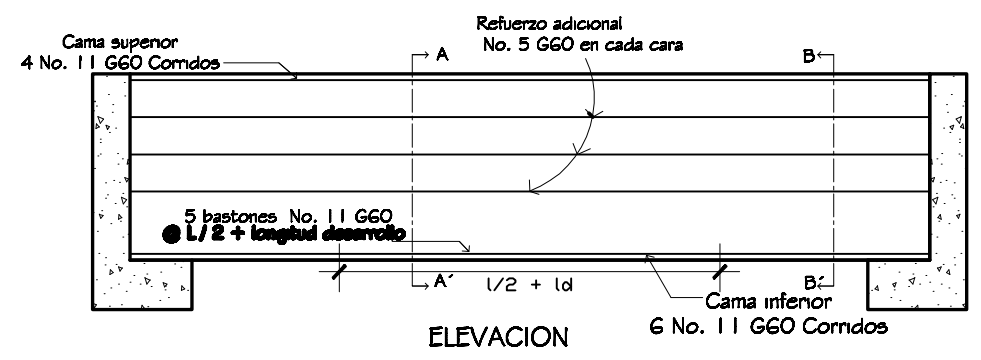
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



PROYECTO	FECHA	ESCALA
MUNICIPIO DE SAN CARLOS	15/05/2019	1:25
OBJETO: PUENTE VEHICULAR CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA		
SUPERVISOR GENERAL: SUPERVISOR GENERAL		
AUTOR		HOJA
DETALLES DE SUPER ESTRUCTURA DE PUENTE		2
MR. JUAN MERRY		JOSE WILSON MORA GONZALEZ
INGENIERO SUPERVISOR S.P.B.		ALCALDE MUNICIPAL

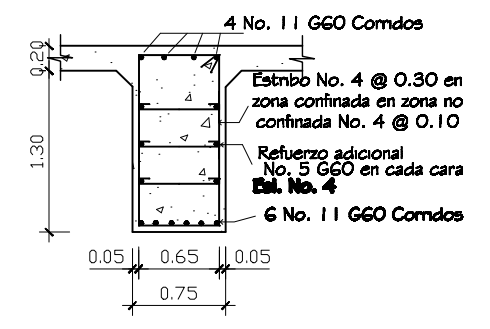


SECCION A - A'

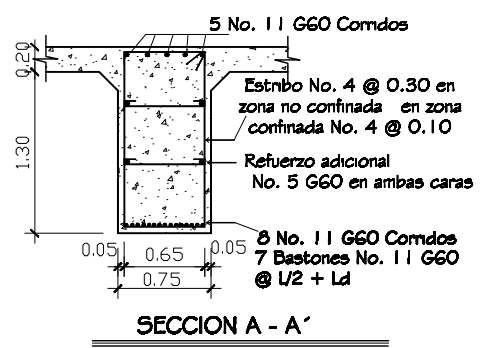


VIGA EXTERNA

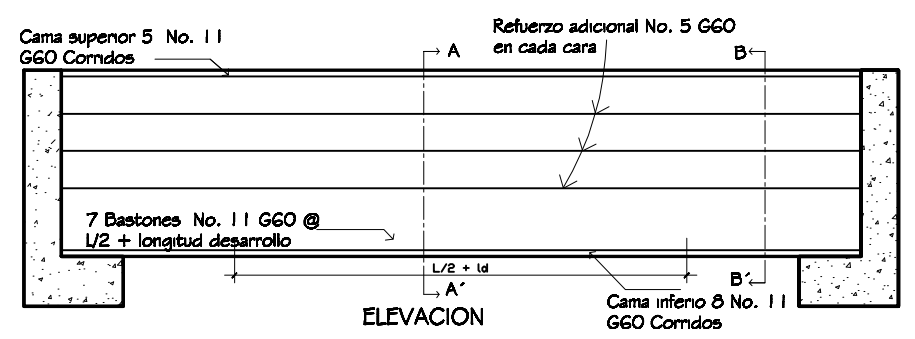
ESC. 1:25



SECCION B - B'

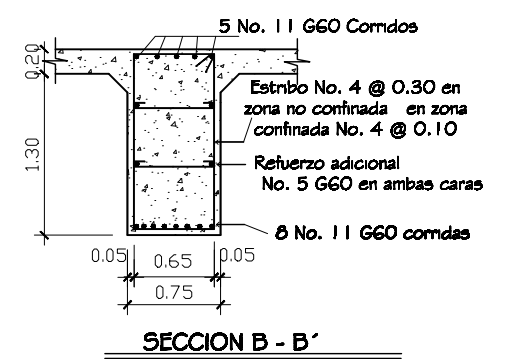


SECCION A - A'

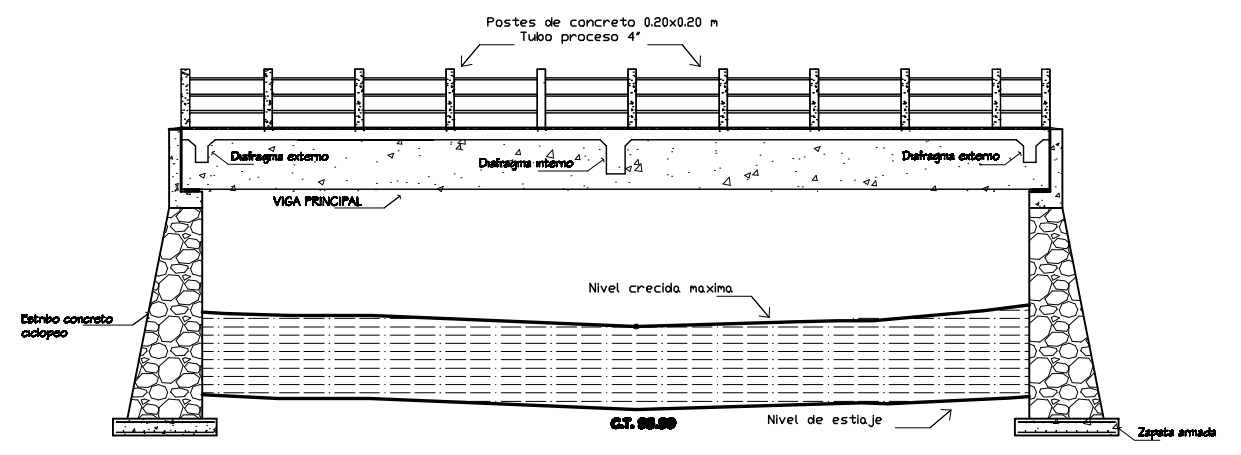


VIGA INTERNA

ESC. 1:20



SECCION B - B'

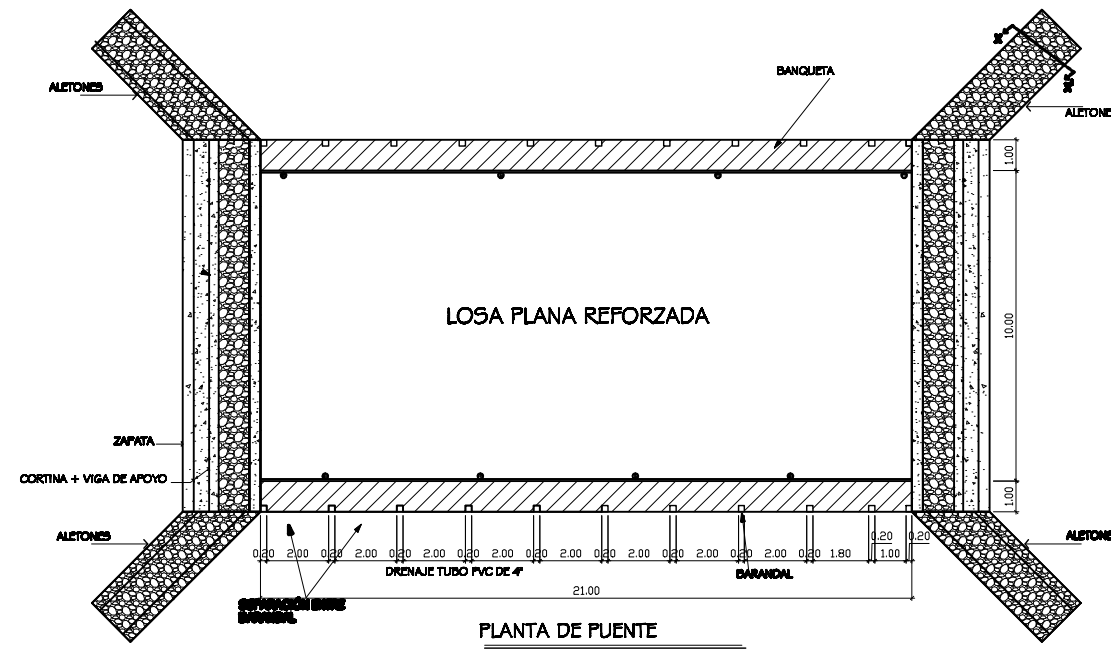


ELEVACION DE PUENTE

ESC. 1:75

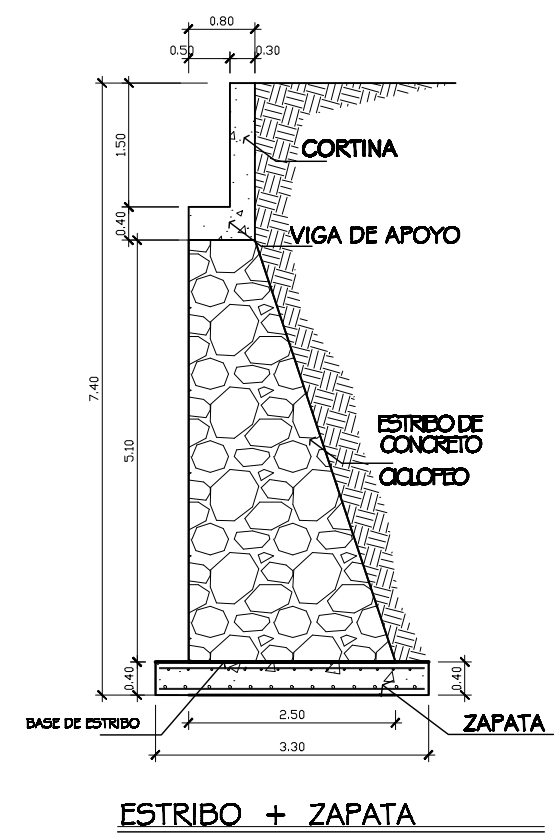
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DESARROLLADO POR: MÓNICA ALEXANDRA ROMAN QUITAN	DE: Estructuras	FECHA: 2023-08-10
PROFESOR ASesor:	FECHA: 2023-08-10	FECHA: 2023-08-10
PROYECTO: PUENTE VEHICULAR CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA		
TITULO: VIGA EXTERNA E INTERNA + ELEVACION PUENTE		
ING. ANA MARCELA ASesor SUPERVISOR E.P.B.		JOSE MARCELO MELANCON ALCALDE MUNICIPAL



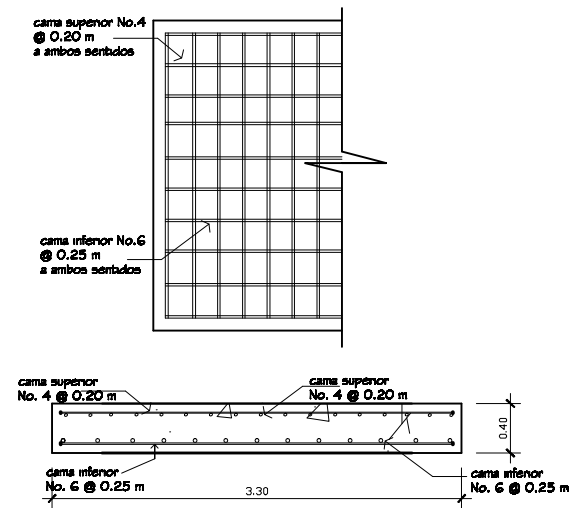
PLANTA DE PUENTE

ESC. 1:11



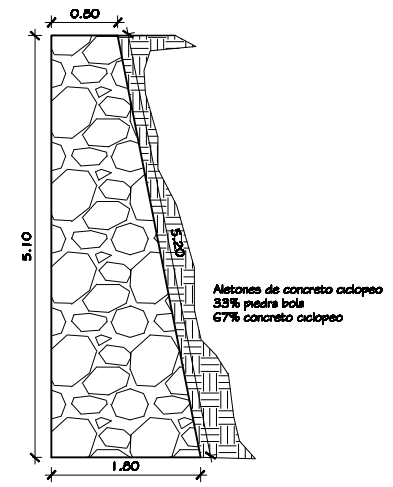
ESTRIBO + ZAPATA

ESC. 1:75



ZAPATA REFORZADA
DETALLE DE ARMADO

ESC. 1:25



SECCION X - X'
DETALLE ALETÓN

ESC. 1:75

NOTAS GENERALES

ESPECIFICACIONES:
 DISEÑO: CON BASE A LAS NORMAS ASHTO + ACI
 CONSTRUCCIÓN: ESPECIFICACIÓN PARA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES Y CARRETERAS DE LA D.G.C. ÚLTIMA EDICIÓN DISPONIBLE.
 CARGA VIVA HS 13-44 (ASBITO) DE 24.5 TONELADAS (CAMINO DE TRES EJES)

MATERIALES:
 CONCRETO CON RESISTENCIA $f_c = 4,000 \text{ PSI} = 281 \text{ Kg/cm}^2$ SE DIMENSIONA A CONTINUACIÓN:
 LOSA
 DIAPHRAGMA INTERNO Y EXTERNO
 VIGAS PRINCIPALES
 CORTINA Y VIGA DE APOYO
 ZAFATAS
 RESISTENCIA DEL ACERO $f_y = 40,000 \text{ PSI} = 2810 \text{ Kg/cm}^2$ PARA LA LOSA
 $f_y = 60,000 \text{ PSI} = 4,210 \text{ Kg/cm}^2$ DIAPHRAGMAS, VIGAS, CORTINA, VIGA DE APOYO, ZAFATAS.

SIGUIENTE RECLUBRIMIENTO DE LAS BARRAS DE REFORZADO:
 PARA LOSAS EXPUESTAS AL TRÁFICO EN LA SUPERFICIE DE RODADURA 2.5 cm.
 EN LA SUPERFICIE DE RODADURA CUANDO ESTE PROTEGIDA DE UNA CAPA ASFÁLTICA: PARA VIGAS DE 5 cm. Y PARA DIAPHRAGMAS 3 cm. EL RECLUBRIMIENTO SE MEDIRÁ DEL CENTRO DE LA BARRA A LA SUPERFICIE DEL CONCRETO.
 LAS FORMALETAS Y ACABADOS DEL CONCRETO SE HARÁN SEGÚN LA SECCIÓN SOS DE LA D.G.C. LA PARTE SUPERIOR DE LAS VIGAS DEBERÁ DEJARSE RUGOSA.
 LOS TRASLAPES DEBERÁN HACERSE PARA TODA LA ESTRUCTURA SERA DE 20 DIAMETROS DE LA VARILLA, SALVO EN VIGAS QUE TENGAN MÁS DE 30 cm BAJO LAS BARRAS, EN TAL CASO SE USARÁN 35 DIAMETROS DE LA VARILLA, TODO BAJO ESPECIFICACIONES ASHTO Y ASTM.
 LOS GANCHOS SE DOBLARÁN EN FRÍO SEGÚN ESPECIFICACIONES DE ACI Y D.G.C.
LONGITUD DE DESARROLLO:
 LA ARMADURA SE DEBERÁ PROLONGAR MÁS ALLA DEL PLATO EN EL CUAL YA NO SE LE REQUIERE PARA RESISTIR FLEXIÓN EN UNA DISTANCIA NO MENOR QUE LA PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL ELEMENTO 15 VECES EL DIAMETRO NOMINAL DE LA BARRA O $1/10$ DE LA LUZ LIBRE DEL TRAMO.

CONCRETO CICLOPEO:
 SE USARÁ CEMENTO TIPO PORTLAND, AGREGADOS FINOS Y GRUPOS, AGUA DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES A.S.T.M. O SIMILARES.
 EL AGUA DEBERÁ SER LIMPYA DE ACEITES, ÁCIDOS, ALKALIS Y OTRAS SUSTANCIAS PERJUDICIALES.
 LA PIEDRA NO MAYOR DE 0.80 m. PUEDE CONESTIR EN PIEDRA PARTIDA O DE CANTO REDONDO DE BUENA CALIDAD EN SU ESTADO NATURAL, CON CARA SIN LABRAR, DURA, SANA, DURABLE, LIBRE DE SEGREGACIÓN, FRACTURAS, GRETTAS Y OTROS DEFECTOS ESTRUCTURALES QUE TIENDAN A REDUCIR LA RESISTENCIA A LA INTERFERE.
PROPORCIÓN DEL CONCRETO CICLOPEO:
 LA PROPORCIÓN DEL CONCRETO CICLOPEO SERÁ:
 67% CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 33% PIEDRA CANTO REDONDO O PARTIDA
 TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS
 LA ACERA Y EL BARRANCAL DEBERÁN DE FUNDERSE DESPUÉS DE PERMITIR LA LIBRE DEFLEXIÓN DE LAS VIGAS.

NOTA:
 VERIFICAR EL VALOR SOPORTE DEL SUELO, PREVIO A LA CONSTRUCCIÓN, ATRAVÉS DE UN ENSAYO DINÁMICO.
 VALOR SOPORTE DEL SUELO 25,000 Kg/m^2 (OBTENIDO A TRAVÉS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL).

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DESARROLLADO POR: Epelela
 FECHA: 2018
 TÍTULO: PUENTE VEHICULAR CABECERA MUNICIPAL DE GUANAGAZAPA

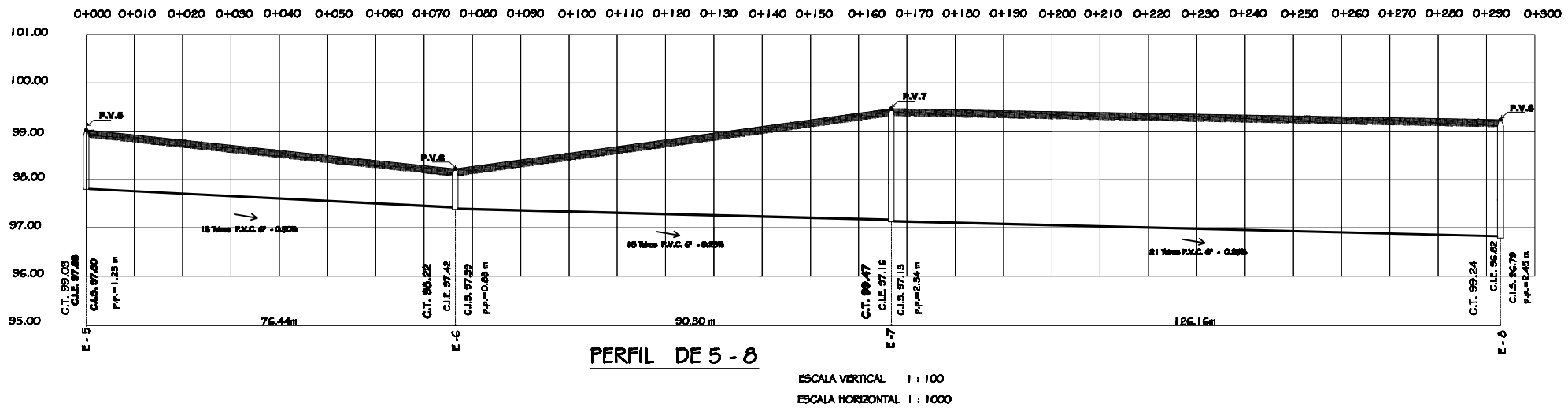
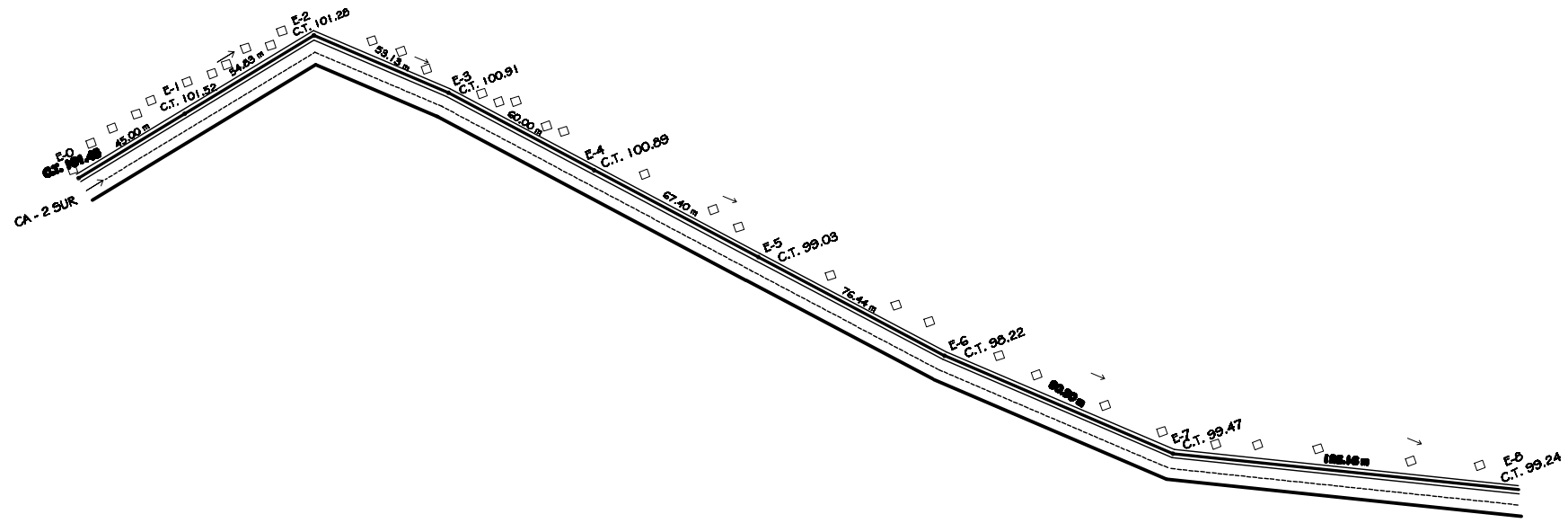
PROFESOR GUARDIA: SUPERVISOR GUARDIA

PLANO: 4

DETALLES ESTRIBO + ZAPATA

ING. ALAN MENEZ
 ASISTENTE SUPERVISOR I.P.S.

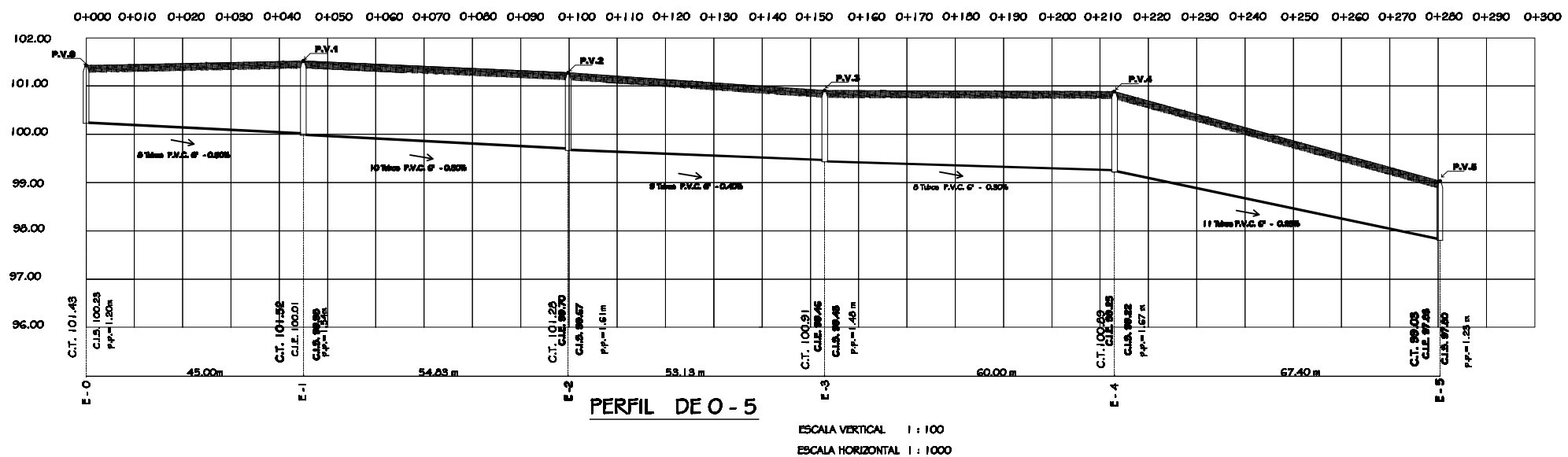
ING. WILSON MEL GARCIA
 ASISTENTE SUPERVISOR I.P.S.



NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCION
○	Estacion topografica
→	Indica la direccion del flujo
—	Indica tuberia (diámetro)
⊥	Indica paso de vado
○	Indica proyección de tubo
C.T.	Indica cota de tablero
C.a.E.	Indica cota nivel de canal
C.L.E.	Indica cota nivel de cable
∅	Indica diametro de la tuberia
S = %	Indica pendiente de la tuberia
P.P.	Indica profundidad de paso

Nota: tuberia de P.V.C. deberá cumplir norma ASTM D3034

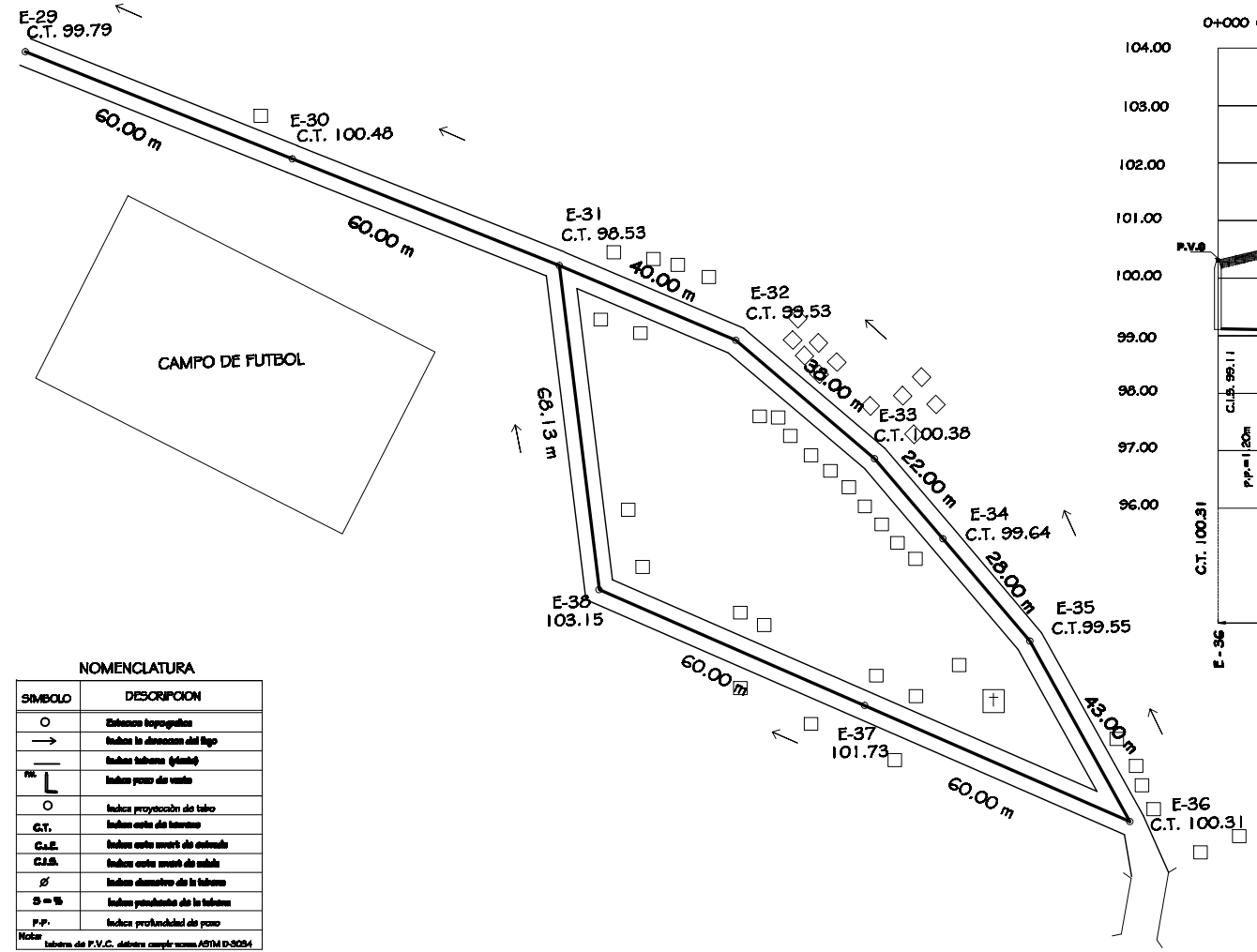


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

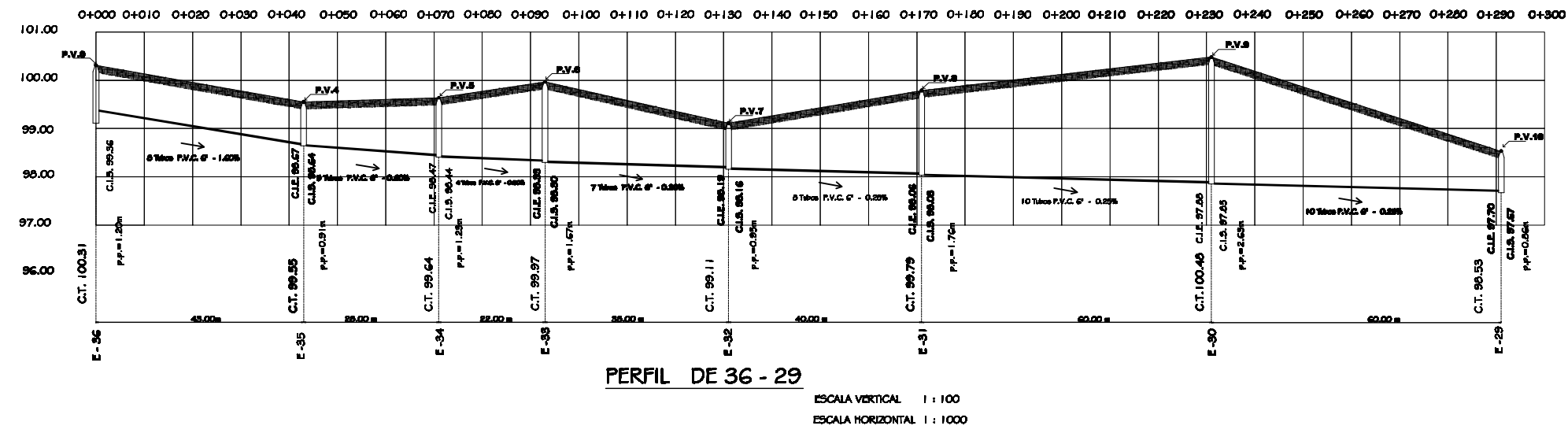
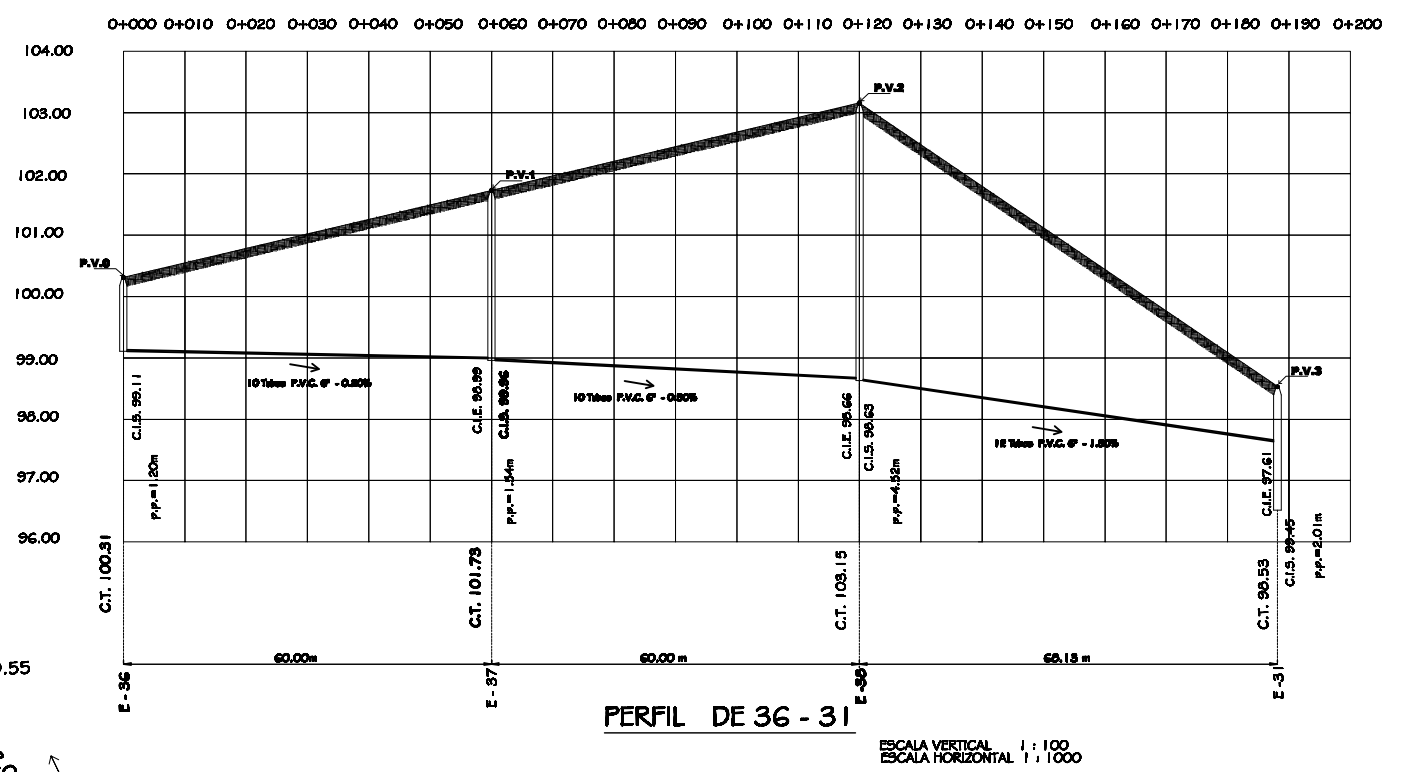
DISEÑO: Espalido	DISEÑO: Espalido	DISEÑO: Espalido
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO LAS FLORES	FECHA: 2018-08-08	FECHA: 2018-08-08
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO LAS FLORES		
PLANTA + PERFIL		NOVA
JOSÉ WILSON MELIÁN GUTIÉRREZ ALCALDE MUNICIPAL		ING. JUAN MENEZ ASESOR SUPERVISOR E.P.S.



NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCION
○	Señales topográficas
→	Indica la dirección del flujo
—	Indica tuberías (líneas)
⊥	Indica punto de visita
○	Indica proyección de tubería
C.T.	Indica cota del terreno
C.L.E.	Indica cota nivel de alcantarilla
C.L.S.	Indica cota nivel de salida
∅	Indica diámetro de la tubería
S = %	Indica pendiente de la tubería
P.P.	Indica profundidad de pozos

Nota: tuberías de P.V.C. diámetro conforme a ASTM D3034



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DESIGN: Española
DISEÑO: Española
PROYECTO: S.S. 2004

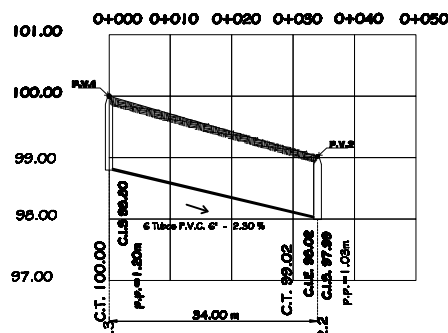
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO BRITO
SUPERVISOR: ESPANOLA

PLANTA + PERFIL

5 / 12

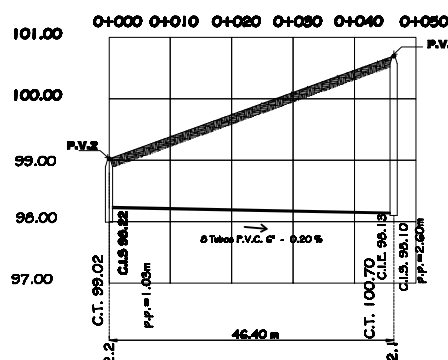
JOSÉ WILSON MELIÁN GUTIÉRREZ
ALCALDE MUNICIPAL

ING. JUAN MENEZ
ASESOR SUPERVISOR E.P.S.



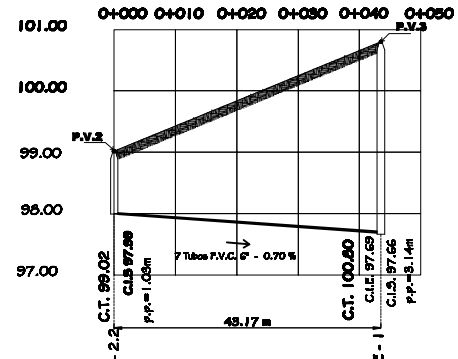
PERFIL DE 2.3 - 2.2

ESCALA VERTICAL 1 : 100
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



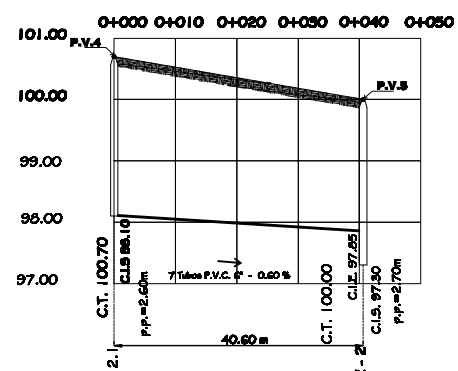
PERFIL DE 2.2 - 2.1

ESCALA VERTICAL 1 : 100
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



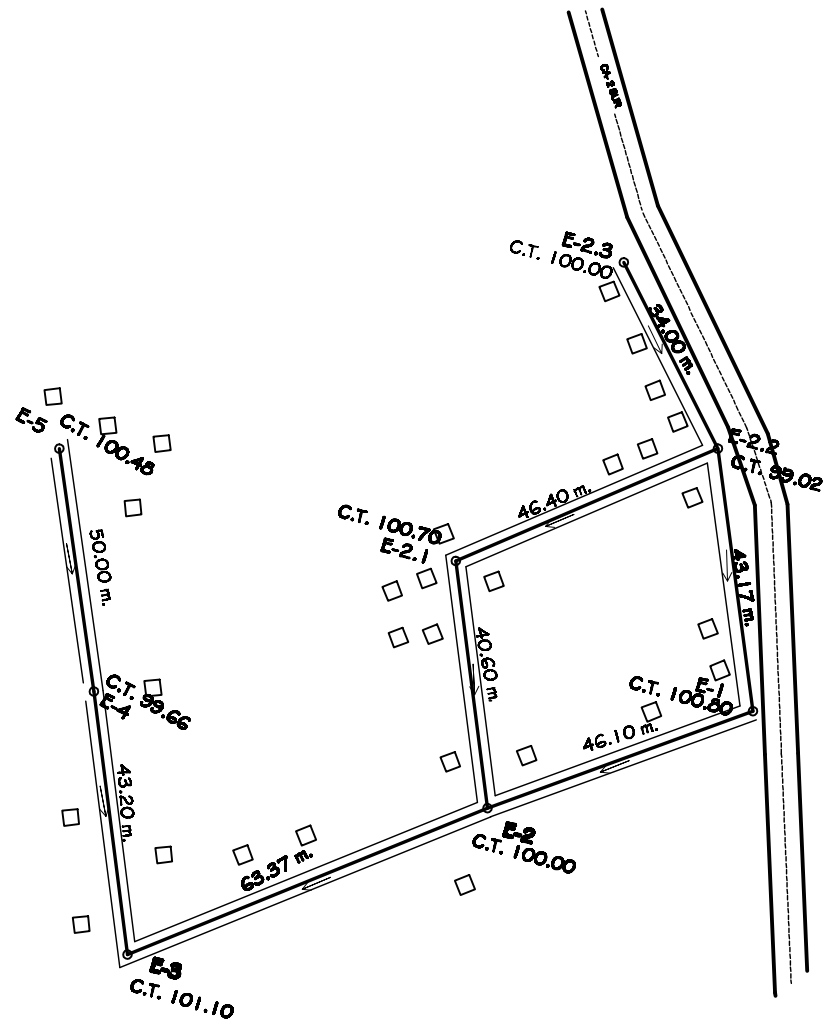
PERFIL DE 2.2 - 1

ESCALA VERTICAL 1 : 100
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



PERFIL DE 2.1 - 2

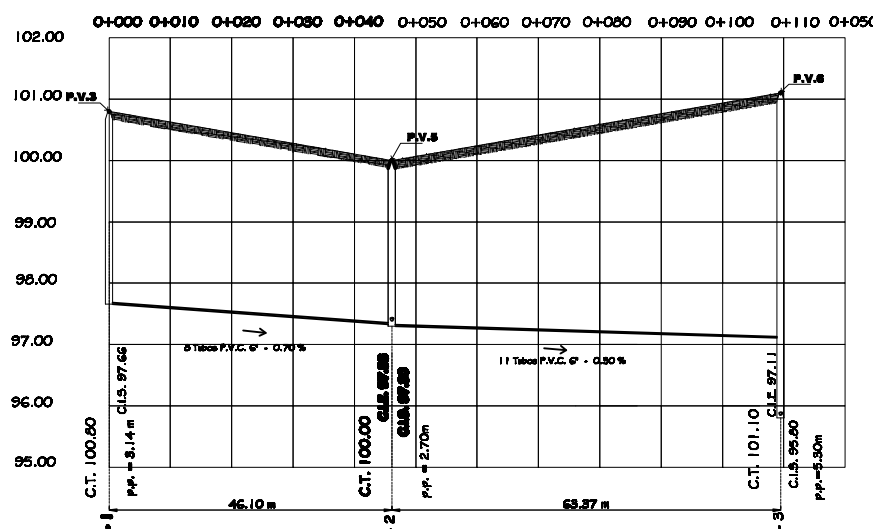
ESCALA VERTICAL 1 : 100
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



NOMENCLATURA

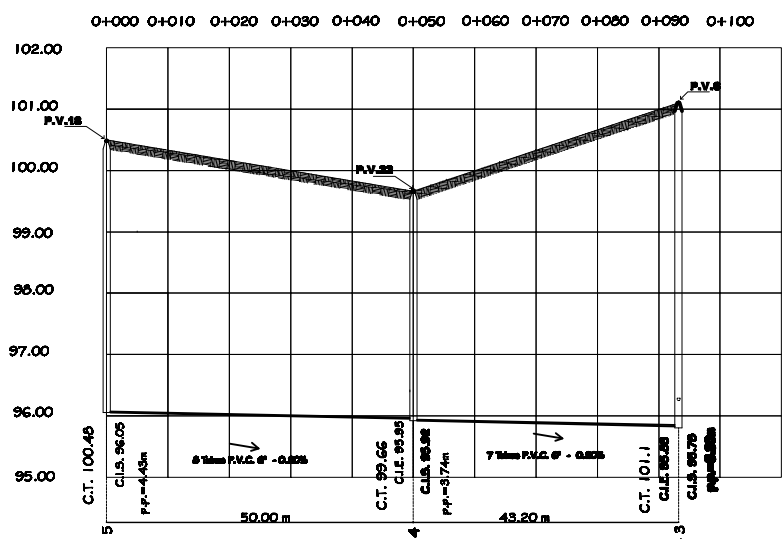
SIMBOLO	DESCRIPCION
○	Estacion topografica
→	Indica la direccion del flujo
—	Indica tuberia (plata)
—	Indica punto de venta
○	Indica proyectado de tubo
C.T.	Indica cota de tuberia
C.L.S.	Indica cota nivel de entrada
C.L.S.	Indica cota nivel de salida
S	Indica pendiente de la tuberia
S = %	Indica pendiente de la tuberia
P.P.	Indica profundidad de pozos

Nota: Tuberia de P.V.C. debiera cumplir norma ASTM D-3034



PERFIL DE 1 - 3

ESCALA VERTICAL 1 : 100
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000



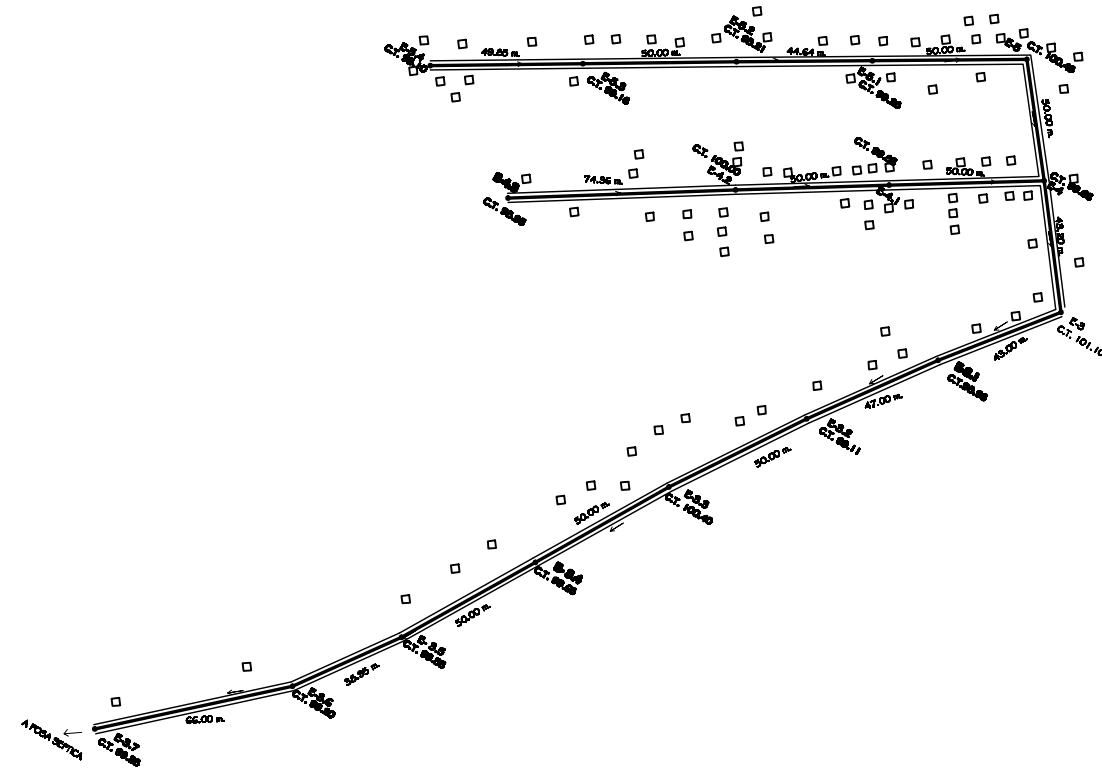
PERFIL DE 5 - 3

ESCALA VERTICAL 1 : 100
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



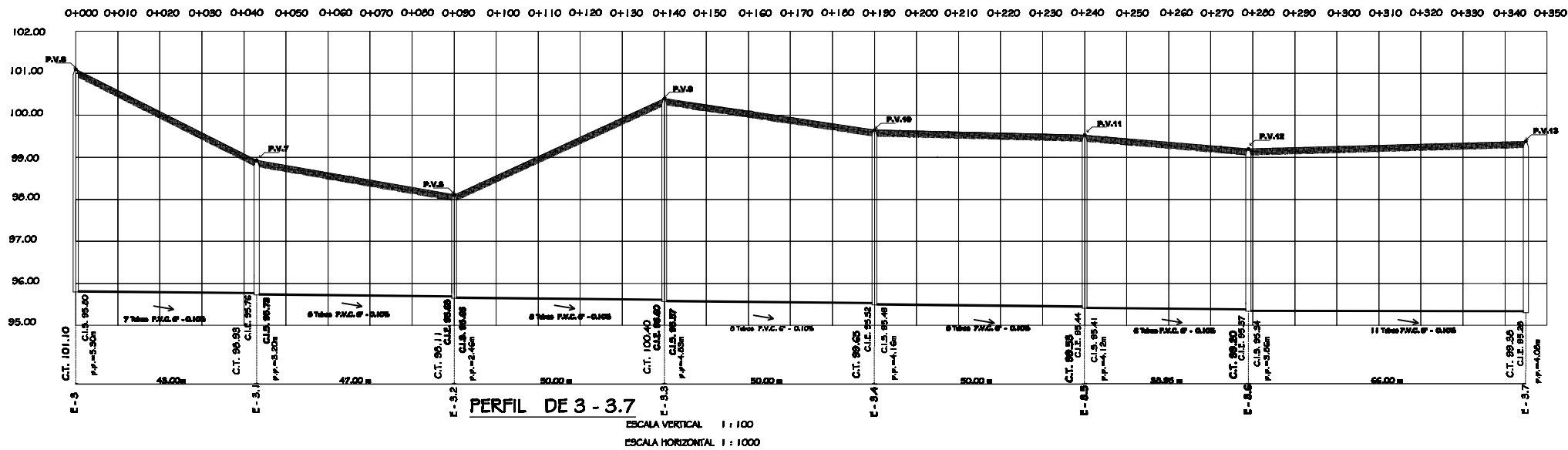
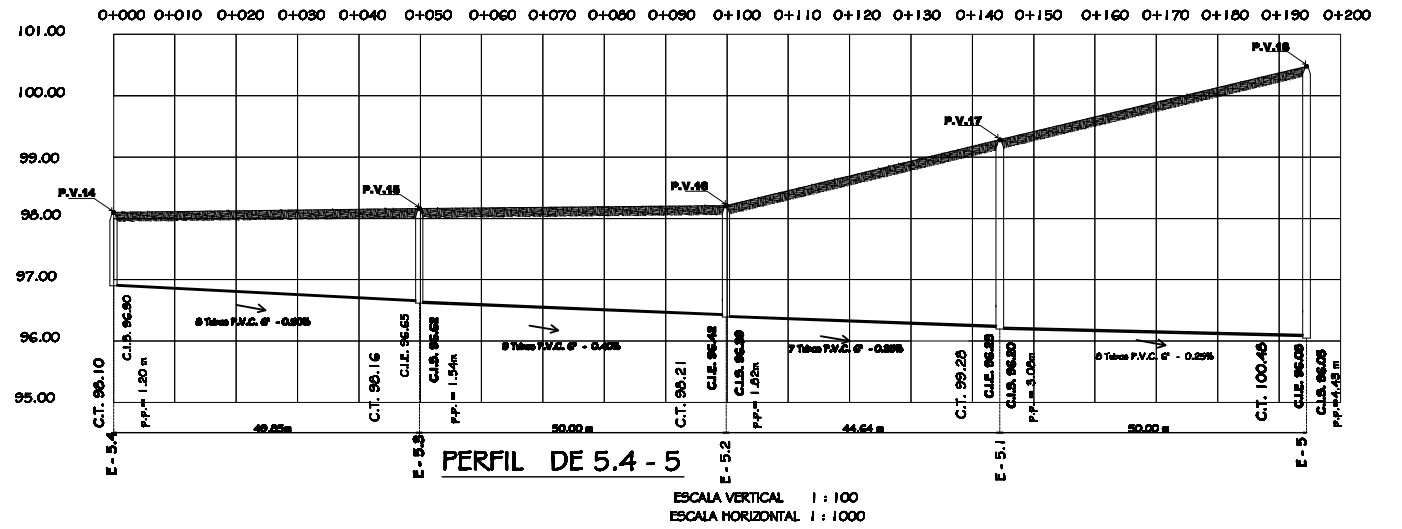
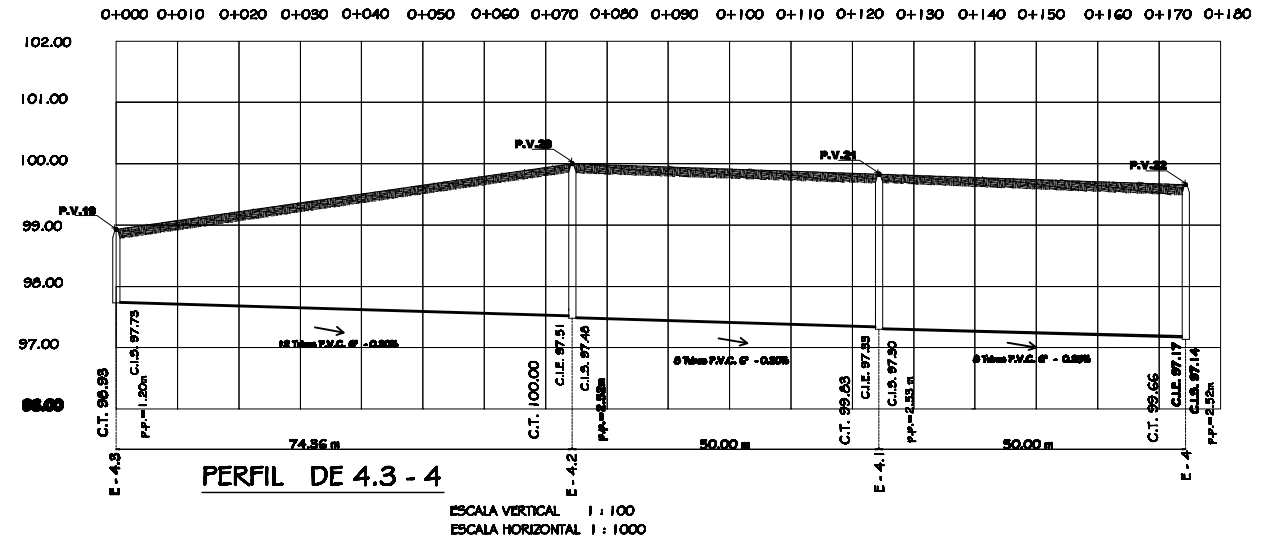
ASISTENTE SUPERVISOR	DESIGNO: Española	SEÑALA SEÑORA
INGENIERA ALEXANDRA ROMAN GUTZHI	SEÑALA Española	PROFESOR: JUAN GONZALEZ
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO COLONIA SANTA FE		
MINISTERIO DE COMERCIO EXTERNO	DEFENSA CIVIL Y PROTECCION	
PLANO:	NOVA	
PLANTA + PERFIL		6 / 12
JOSÉ WILSON MELIA GUTIERREZ ALCALDE MUNICIPAL	ING. JUAN MENEK ABSOR SUPERVISOR E.P.S.	



NOMENCLATURA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	Solomon topográficos
→	Indica la dirección del flujo
□	Indica tuberías (plomo)
┌	Indica paso de vano
○	Indica proyección de tubo
C.T.	Indica cota de tubería
C.L.E.	Indica cota nivel de entrada
C.A.S.	Indica cota nivel de salida
∅	Indica diámetro de la tubería
∅ = %	Indica pendiente de la tubería
P.P.	Indica profundidad de paso

Nota: tuberías de P.V.C. deben cumplir norma ASTM D-3084



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROFESOR: JUAN CARLOS GONZALEZ

ALUMNO: ALEXANDRA ROMAN QUTZU

TÍTULO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO COLONIA SANTA FE

PLANTA: PLANTA + PERFIL

DISEÑO: Espelido

FECHA: 2018

PROYECTO: 870-000-01

INSTITUCIÓN: INSTITUTO DE INGENIERIA

ESCALA: 1:100

FECHA: 2018

PROYECTO: 870-000-01

INSTITUCIÓN: INSTITUTO DE INGENIERIA

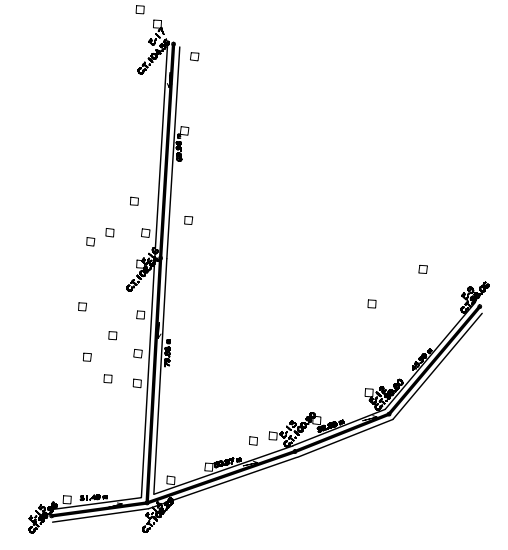
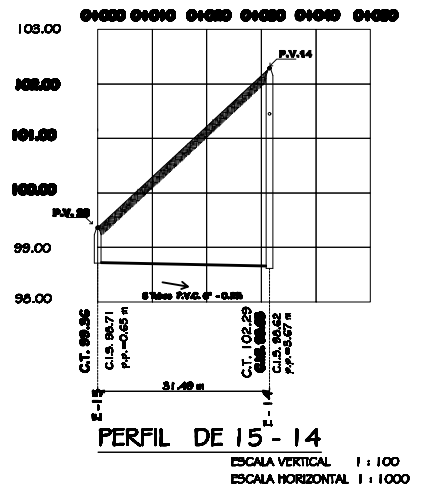
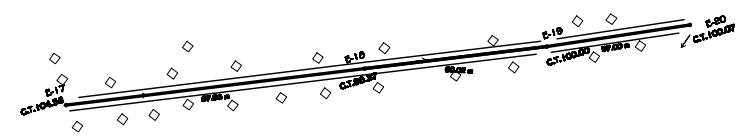
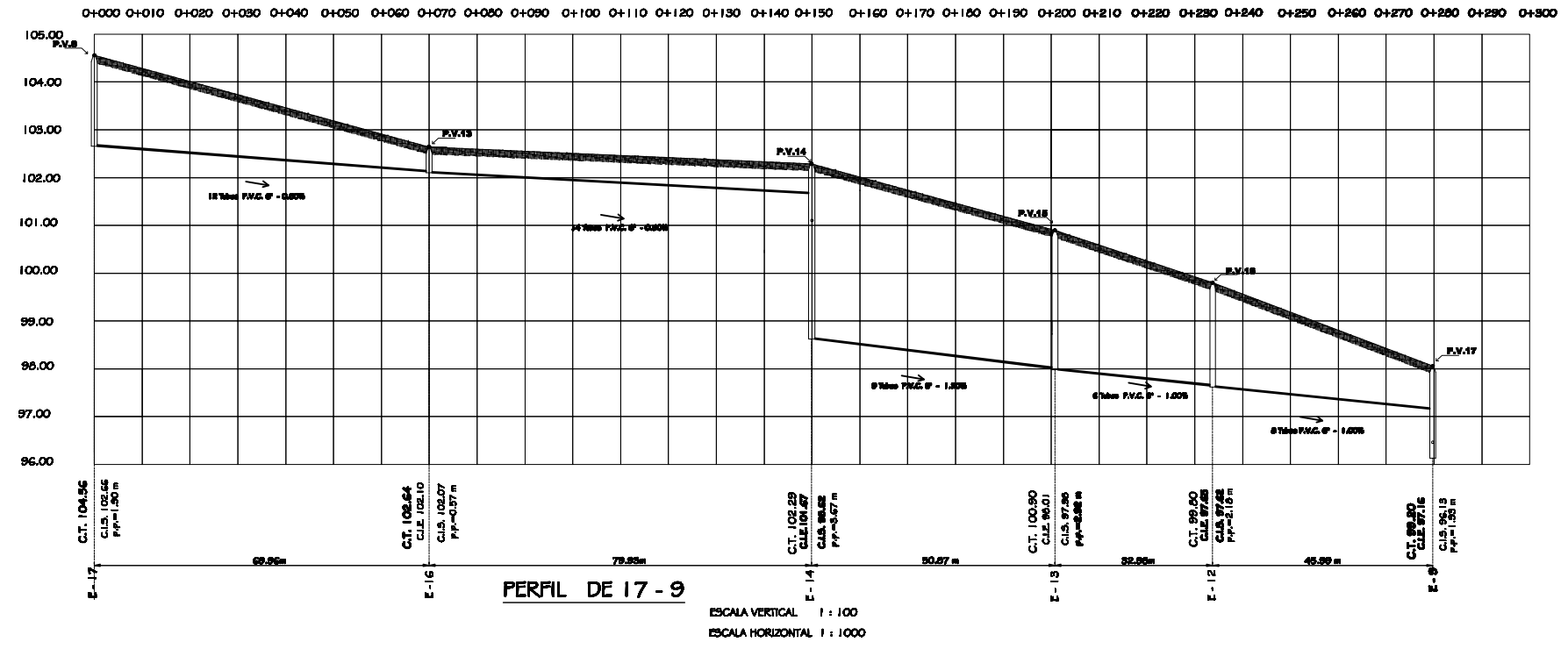
PROFESOR: JOSE WILSON MELIA QUTAN
ALCALDE MUNICIPAL

FECHA: 2018

PROYECTO: 870-000-01

INSTITUCIÓN: INSTITUTO DE INGENIERIA

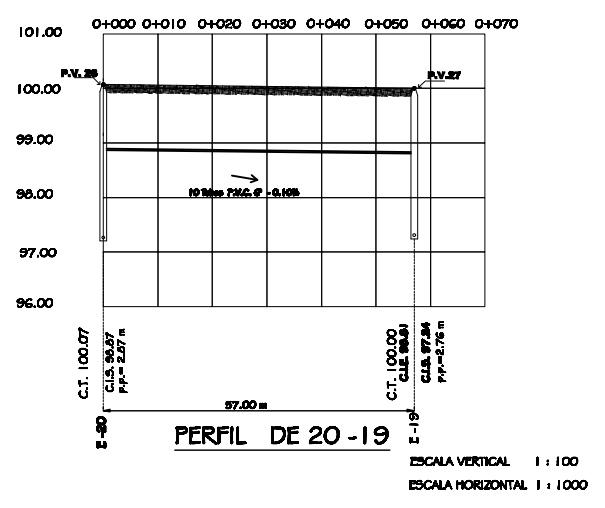
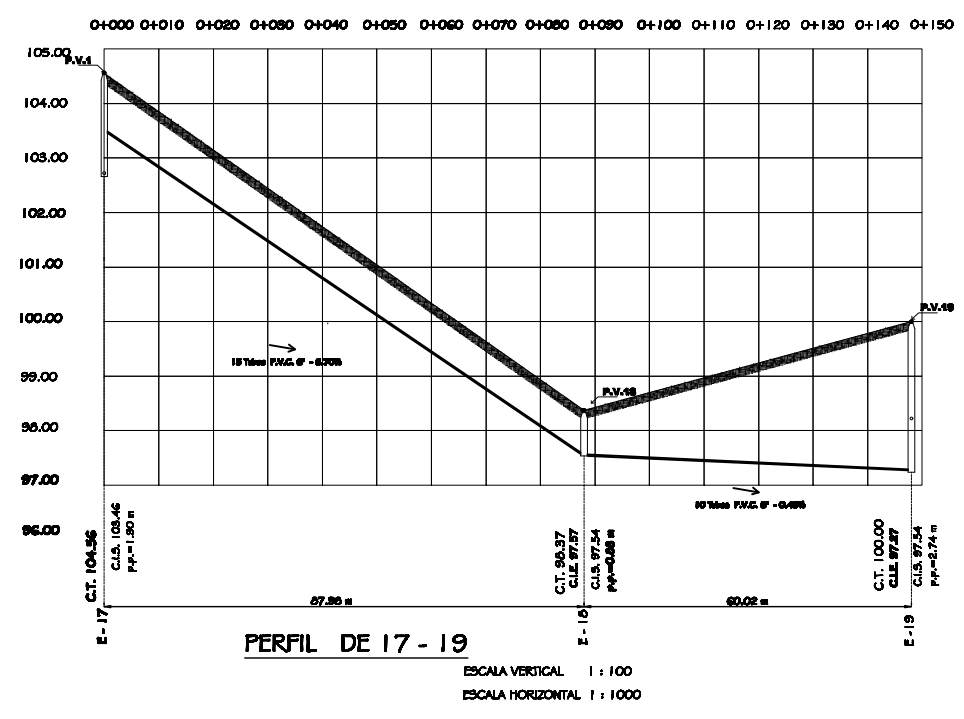
PROFESOR: ING. JUAN MENEK
ABSORB SUPERVISOR E.P.



NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCION
○	Estacion topografica
→	Indica la distancia del tipo
—	Indica tubería (honda)
—	Indica paso de vado
○	Indica proyección de tubo
C.T.	Indica cota de tubería
C.L.S.	Indica cota nivel de entrada
C.L.S.	Indica cota nivel de salida
∅	Indica diámetro de la tubería
S = %	Indica pendiente de la tubería
P.P.	Indica profundidad de paso

Nota: tubería de P.V.C. deberá cumplir norma ASTM D-3034



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DESIGN: Española
DISEÑO: Española
PROYECTO: 2014-002

ALCALDE ALEJANDRA ROMÁN GUTIÉRREZ
INGENIERO EN INGENIERIA
E-10-100-1

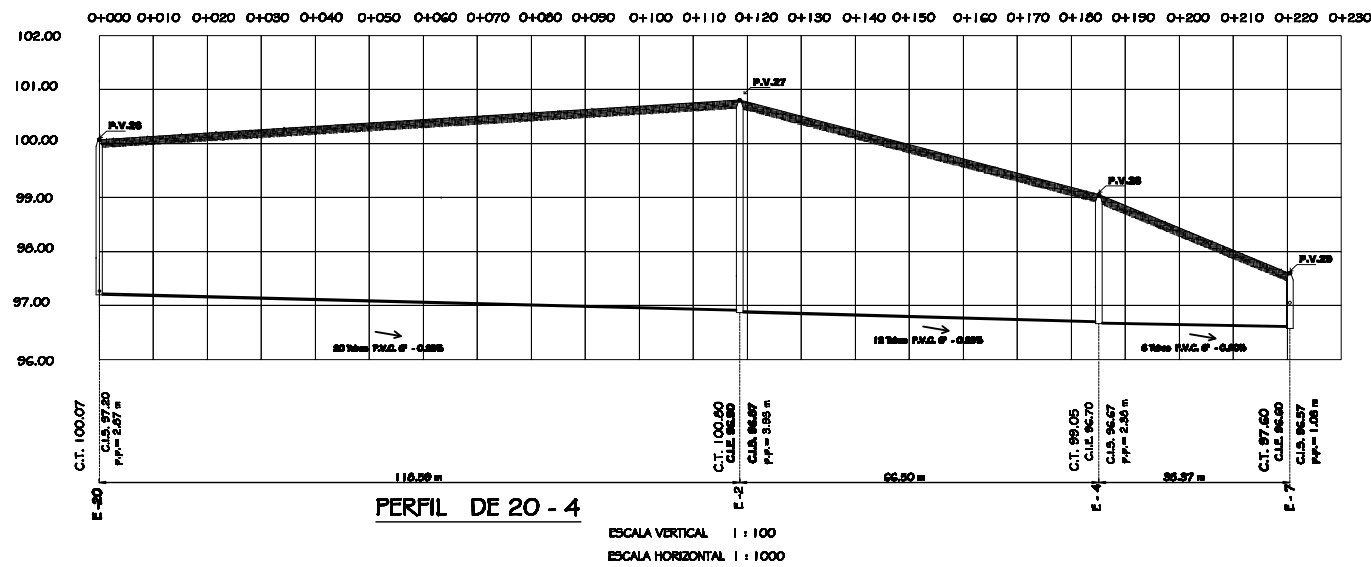
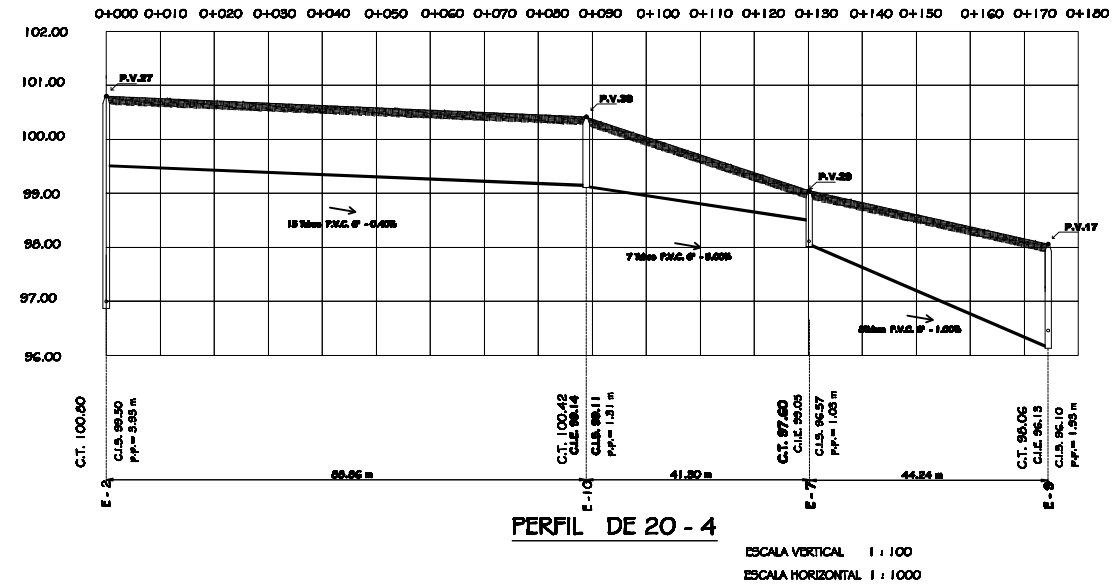
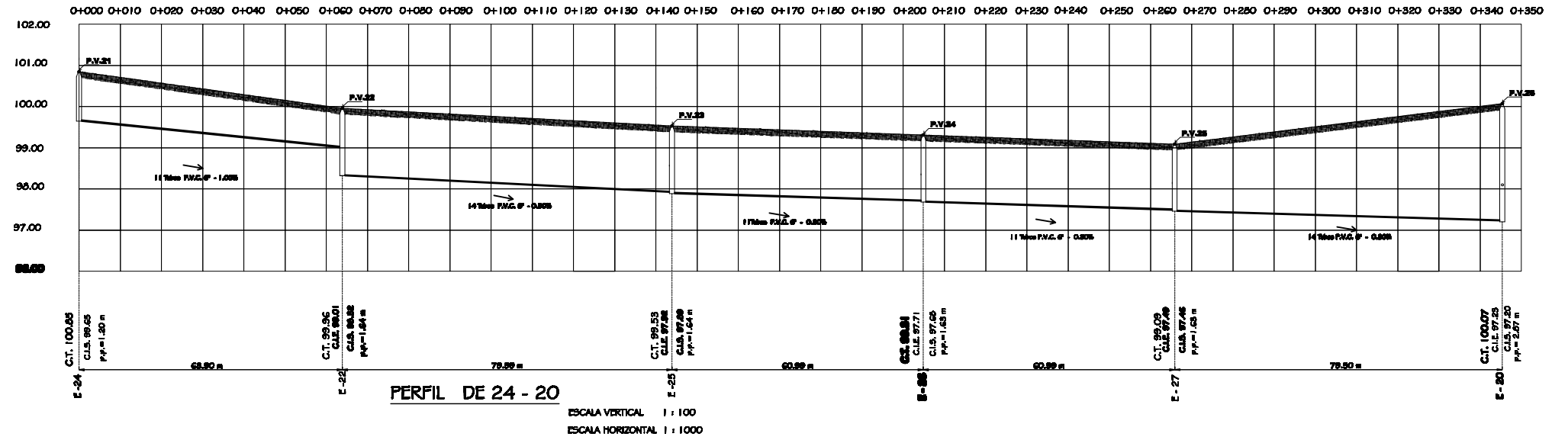
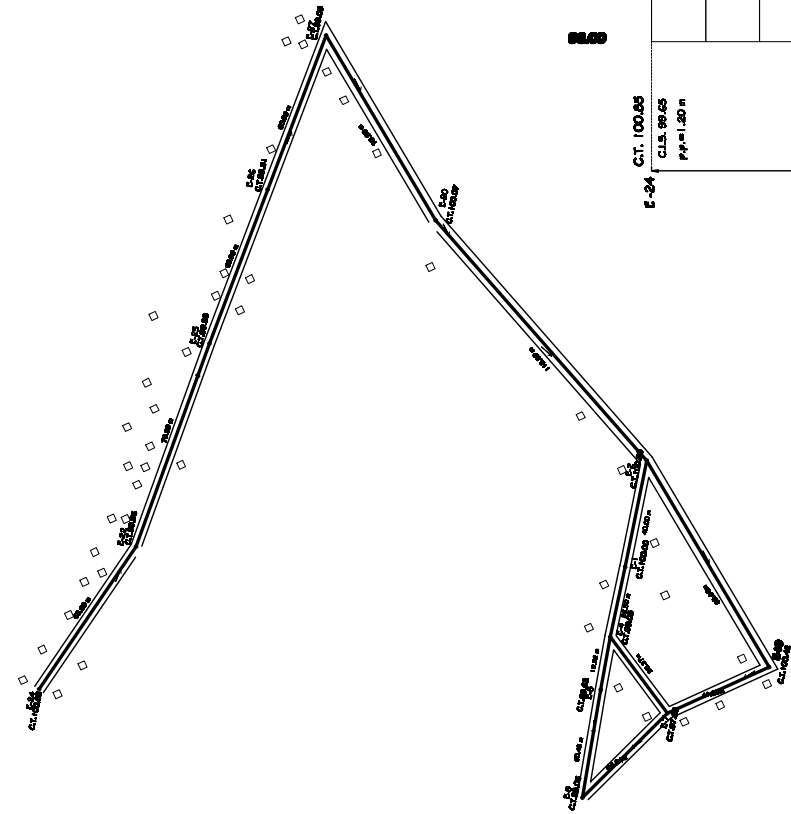
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EL TAMARINDO

PLANTA + PERFIL

NOVA
9
12

JOSÉ WILSON MELIA GUTIÉRREZ
ALCALDE MUNICIPAL

ING. JUAN MENEZ
ASESOR SUPERVISOR E.P.S.



NOMENCLATURA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	Estaciones topográficas
→	Indica la dirección del flujo
—	Indica tubería (trazo)
└	Indica punto de visita
○	Indica proyección de tubo
C.T.	Indica cota de cámara
C.A.E.	Indica cota invertido de entrada
C.L.S.	Indica cota invertido de salida
∅	Indica diámetro de la tubería
S = %	Indica pendiente de la tubería
P.P.	Indica profundidad de pozos

Nota: tuberías de P.V.C. deberá cumplir norma ASTM D-3024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

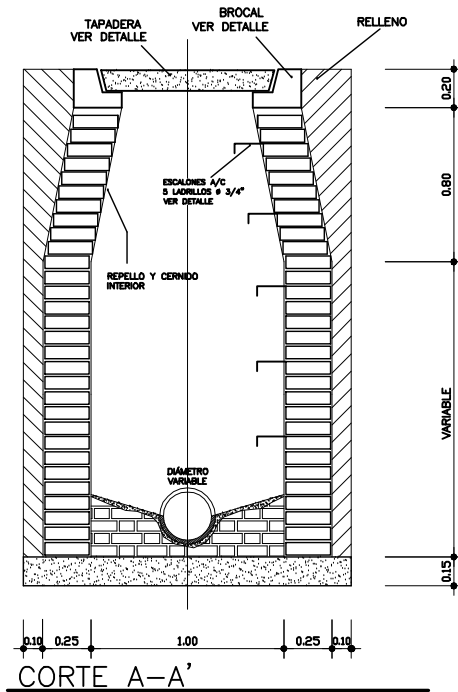
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Nombre: Especial
 Fecha: 2018
 Tema: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EL TAMARINDO

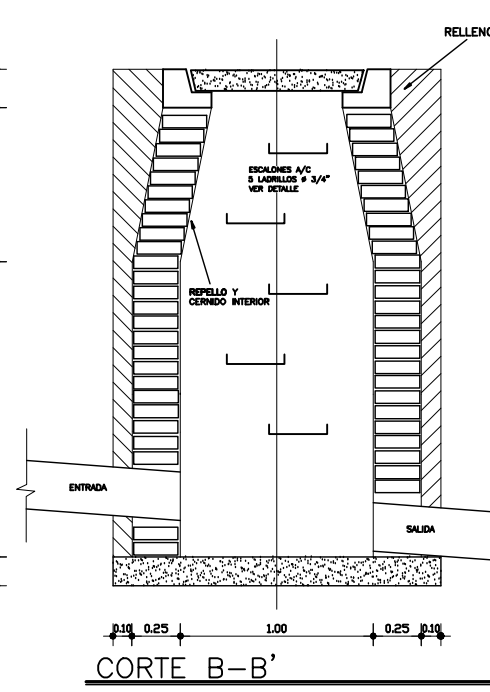
PLANTA + PERFIL

JOSE WILSON MELACANTAN ALONSO MENEZES
 ING. SANITARIO ASISTENTE SUPERVISOR E.P.S.

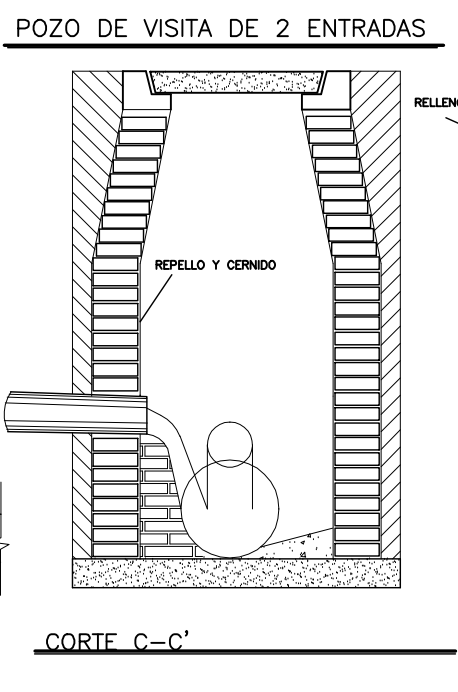
POZO DE VISITA TÍPICO
PARA PROFUNDIDADES MENORES A 1.81m



CORTE A-A'

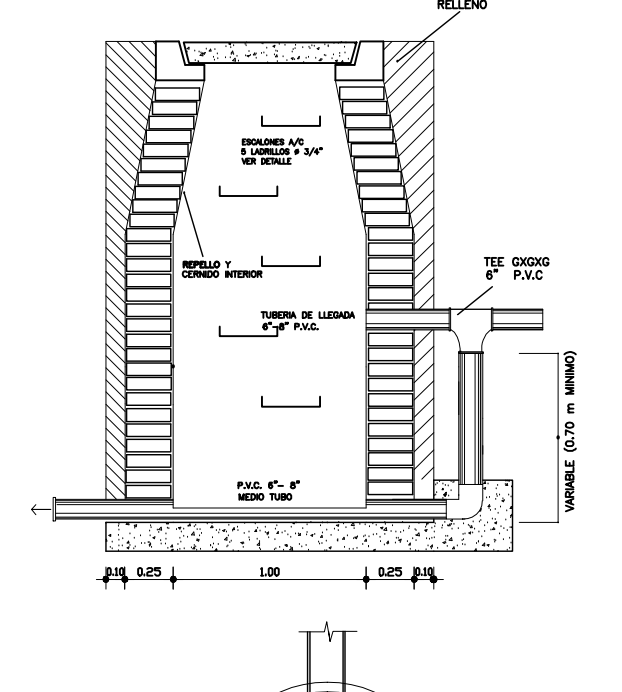
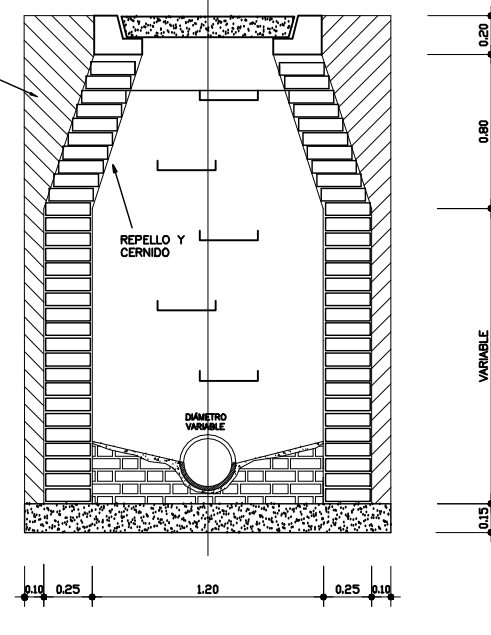


CORTE B-B'

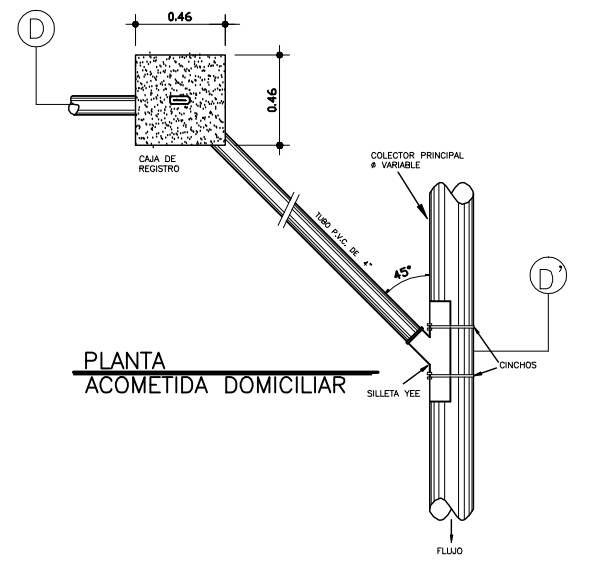


CORTE C-C'

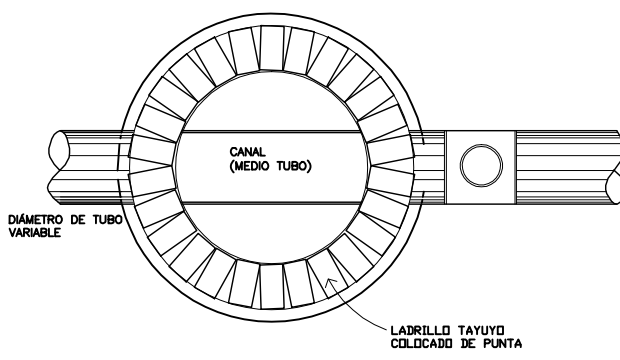
POZO DE VISITA TÍPICO
PARA PROFUNDIDADES MAYORES A 3.00m



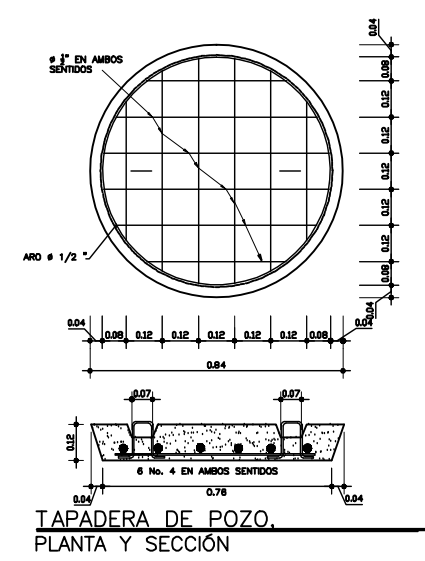
POZO DE VISITA 2 ENTRADAS



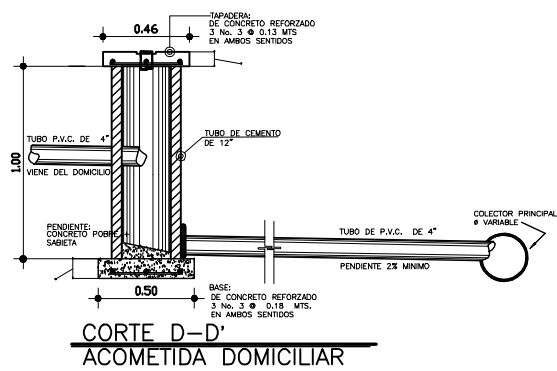
PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR



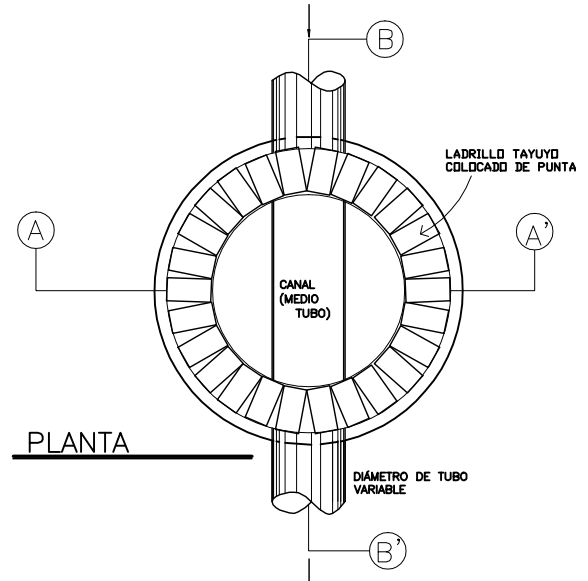
PLANTA CAIDA MAYOR A 0.70M EN POZO DE VISITA



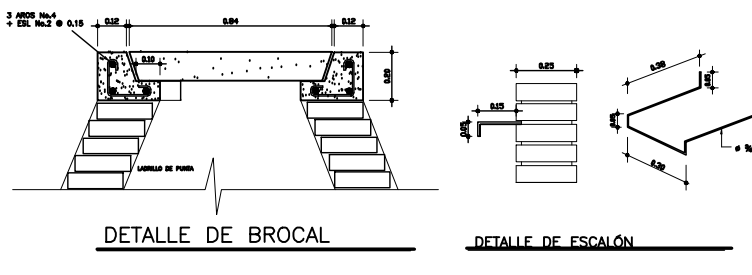
TAPADERA DE POZO. PLANTA Y SECCIÓN



CORTE D-D' ACOMETIDA DOMICILIAR



PLANTA



DETALLE DE BROCAL

DETALLE DE ESCALÓN

- ESPECIFICACIONES:
- El acero debera tener un $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$
 - El concreto debera tener un $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - Relacion agua/cemento maxima permisible 29.3 lt/saco cemento
 - El agregado grueso debera tener un ϕ minimo de $1/2"$ y un maximo de $1 1/2"$
 - El ladrillo a usar en pozos de visita sera de barro cocido tipo tayuyo de 6.5 x 11x 23 cm
 - Se usara mortero (sabieta) para pegar ladrillos en proporcion 1:2 (cemento - arena de rio)
 - La tubería de P.V.C. deber cumplir con la norma ASTM D-3034
 - Toda la tubería se colocará alineada y con el desnivel indicado en planos

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
DESIGNO: Epañola	REVISÓ: Epañola	EMISÓ: Epañola
APROBÓ: Epañola	REVISÓ: Epañola	EMISÓ: Epañola
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDE A BRITO		
AUTOR: Epañola		
FECHA: 11/11/2011		
TÍTULO: DETALLES		
PÁGINA: 11 DE 12		
JOSE VILSON MELIA GUTIERREZ ALCALDE MUNICIPAL		
ING. JUAN MENEZ ASESOR SUPERVISOR E.P.S.		

