



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CHOLÁ Y
PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO AGUA COLORADA, USPANTÁN, QUICHÉ**

Rony Sebastian Aceytuno Arcón

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CHOLÁ Y
PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO AGUA COLORADA, USPANTÁN, QUICHÉ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RONY SEBASTIAN ACEYTUNO ARCÓN
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

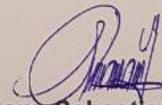
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CHOLÁ Y
PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO AGUA COLORADA, USPANTÁN, QUICHÉ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería civil, con fecha 11 de octubre de 2013.



Rony Sebastian Aceytuno Arcón

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 14 de julio de 2016
REF.EPS.DOC.411.07.16

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

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Rony Sebastian Aceytuno Arcón, Registro Académico 200312969** y CUI **2503 02462 0101**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CHOLÁ Y PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO AGUA COLORADA, USPANTÁN, QUICHÉ.**

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. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil~~

c.c. Archivo
SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
21 de septiembre de 2016

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CHOLÁ Y PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO AGUA COLORADA, USPANTÁN, QUICHÉ** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Rony Sebastian Aceytuno Arcón, con Carnet No.200312969 , quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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,

Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.

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





Guatemala,
22 de mayo de 2017

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CHOLÁ Y PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO AGUA COLORADA, USPANTÁN, QUICHÉ desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Rony Sebastian Aceytuno Arcón, con Carnet No. 200312969, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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 A TODOS



Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 31 de mayo de 2017
REF.EPS.DOC.158.05.17

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

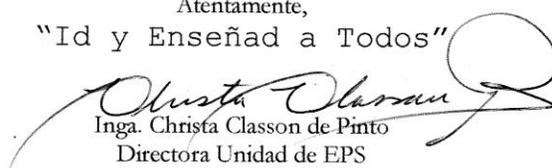
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

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 CHOLÁ Y PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO AGUA COLORADA, USPANTÁN, QUICHÉ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Rony Sebastian Aceytuno Arcón, Registro Académico 200312969 y CUI 2503 02462 0101**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por el Asesor-Supervisor, y 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. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Rony Sebastian Aceytuno Arcón titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CHOLÁ Y PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO AGUA COLORADA, USPANTÁN, QUICHÉ** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, agosto
/mrrm.



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 470.2017

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 CHOLÁ Y PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO AGUA COLORADA, USPANTÁN, QUICHÉ,** presentado por el estudiante universitario: **Rony Sebastian Aceytuno Arcón,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser Imprescindible en mi vida.
Mis padres	Manuel Aceytuno Felipe y Ana Luciana Arcón Puzul. Por su apoyo, paciencia y amor incondicional.
Mi esposa	Cecilia Elena Ajiataz Espinoza. Por tu amor, paciencia y darme aliento para alcanzar mis metas.
Mis hijos	Manuel y Nallely Aceytuno Ajiataz. Por ser la inspiración y la motivación de ser su ejemplo a seguir.
Mi hermana	Jeannyfer Aceytuno Arcón por su amistad y cariño.
Mis tíos	Por el ejemplo y consejos.
Mis abuelos	Sebastián Aceytuno (q. e. p. d.), Tomas Arcón (q. e. p. d.), Ana Felipe, Catarina Puzul por el cuidado y ejemplo de vida.
Mis primos	Por su amistad, apoyo que me han brindado.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	El alma mater de mi formación académica.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme el conocimiento y formación profesional.
Mis amigos de la Facultad	Carlos López, Juan Dubón, Fernando Castellanos, Luis Tórtola, Alex Reyes.
Ing. Silvio Rodríguez	Por el apoyo técnico brindado de manera incondicional, por su paciencia y asesoría en el presente trabajo de graduación.
Ing. Cleyber Girón	Por su apoyo y ayuda brindada en la Municipalidad de Uspantán, Quiché.
Ing. Victor Hugo Figueroa	Alcalde Municipal del municipio de Uspantán, Quiché.
Comunidades	Pobladores de la aldea Cholá, caserío Agua Colorada por su calurosa hospitalidad y la ayuda brinda para la realización del estudio de campo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del lugar.....	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.2. Características físicas.....	2
1.2.1. Ubicación y localización.....	2
1.2.2. Límites y colindancias.....	3
1.2.3. Topografía	3
1.2.4. Clima	4
1.3. Características de infraestructura	5
1.3.1. Vías de acceso	5
1.3.2. Servicios públicos	5
1.3.2.1. Salud	5
1.3.2.2. Educación	6
1.3.2.3. Agua potable.....	6
1.3.2.4. Energía eléctrica.....	6
1.4. Características socioeconómicas	7
1.5. Diagnóstico de los servicios básicos, infraestructura y descripción de las necesidades.....	7

1.6.	Evaluación y priorización de las necesidades.....	8
2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CHOLÁ, USPANTÁN QUICHÉ.....	9
2.1.	Descripción del proyecto.....	9
2.2.	Levantamiento topográfico.....	9
2.2.1.	Altimetría.....	9
2.2.2.	Planimetría.....	10
2.3.	Diseño del sistema.....	10
2.3.1.	Descripción del sistema a utilizar.....	11
2.3.2.	Periodo de diseño.....	11
2.3.3.	Población de diseño.....	11
2.3.4.	Dotación de agua potable.....	12
2.3.5.	Factor de retorno.....	12
2.3.6.	Factor de Harmond.....	12
2.3.7.	Caudal sanitario.....	13
2.3.7.1.	Caudal domiciliar.....	13
2.3.7.2.	Caudal de infiltración.....	14
2.3.7.3.	Caudal por conexiones ilícitas.....	15
2.3.7.4.	Caudal comercial.....	15
2.3.7.5.	Factor de caudal medio.....	15
2.3.7.6.	Caudal de diseño.....	16
2.3.8.	Selección y tipo de tubería.....	16
2.3.9.	Diseño de secciones y pendientes.....	17
2.3.9.1.	Velocidades máximas y mínimas de diseño.....	18
2.3.9.2.	Cotas invert.....	18
2.3.10.	Pozos de visita.....	20
2.3.11.	Conexiones domiciliarias.....	21

2.3.12.	Profundidad de la tubería	21
2.3.13.	Principios hidráulicos	22
2.3.13.1.	Relaciones hidráulicas.....	22
2.3.14.	Cálculo hidráulico	22
2.3.14.1.	Especificaciones técnicas.....	22
2.3.14.2.	Ejemplo de un tramo de diseño	22
2.4.	Estudio de impacto ambiental.....	29
2.4.1.	Estudio de impacto ambiental inicial.....	29
2.5.	Propuesta de tratamiento	32
2.5.1.	Diseño de fosa séptica	32
2.5.2.	Diseño de pozo de absorción	34
2.6.	Elaboración de planos finales.....	36
2.7.	Presupuesto	36
2.8.	Evaluación socioeconómica.	36
2.8.1.	Valor presente neto	36
2.8.2.	Tasa de interna de retorno.....	38
3.	PUENTE VEHICULARA PARA EL CASERÍO AGUA COLORADA, USPANTÁN, QUICHÉ.....	39
3.1.	Descripción del proyecto	39
3.2.	Levantamiento topográfico	40
3.3.	Estudio hidrológico	40
3.3.1.	Método de sección-pendiente.....	41
3.4.	Estudio del suelo	43
3.5.	Datos y bases de diseño	49
3.6.	Diseño de superestructura.....	51
3.6.1.	Geometría.....	51
3.6.2.	Predimensionamiento de sección de viga	51
3.6.3.	Diseño de losa.....	52

3.6.3.1.	Cálculo de peralte	53
3.6.3.2.	Integración de cargas	53
3.6.3.3.	Cálculo de momentos.....	54
3.6.3.3.1.	Momentos por carga muerta	55
3.6.3.3.2.	Momentos por sobrecarga	55
3.6.3.3.3.	Momento debido al impacto.....	56
3.6.3.3.4.	Momento último.....	57
3.6.3.4.	Chequeo de peralte	58
3.6.3.5.	Cálculo de refuerzo As	58
3.6.4.	Diseño de la acera	61
3.6.4.1.	Cálculo de momento	61
3.6.5.	Barandal	62
3.6.6.	Diseño de vigas principales.....	64
3.6.6.1.	Cálculo del momento de carga muerta	65
3.6.6.2.	Cálculo del momento por carga viva	67
3.6.6.2.1.	Cálculo del momento por sobrecarga	67
3.6.6.3.	Cálculo del momento por impacto	70
3.6.6.4.	Cálculo del momento último	71
3.6.6.5.	Cálculo del refuerzo longitudinal y transversal.....	71
3.6.6.6.	Cálculo del refuerzo por compresión....	73
3.6.7.	Diseño de diafragmas	76
3.7.	Diseño de la subestructura.....	80
3.7.1.	Diseño de la cortina.....	80

3.7.2.	Diseño de viga de apoyo	85
3.7.3.	Diseño de apoyo electrométrico	87
3.7.3.1.	Predimensionamiento	88
3.7.3.2.	Cálculo de la deformación por compresión	88
3.7.4.	Diseño del estribo	90
3.7.4.1.	Diseño del estribo sin superestructura.....	91
3.7.4.1.1.	Verificación del diseño por deslizamiento	92
3.7.4.1.2.	Verificación del diseño por volteo.....	93
3.7.4.1.3.	Verificación del diseño por presión.....	93
3.7.4.2.	Diseño del estribo con superestructura y carga viva.....	94
3.7.4.3.	Revisión del muro por sismo (sin carga viva)	95
3.7.4.4.	Verificación del diseño por volteo	95
3.7.4.5.	Verificación del diseño por presión	97
3.8.	Elaboración de planos	97
3.9.	Presupuesto	97
3.10.	Evaluación de impacto ambiental inicial	98
CONCLUSIONES		103
RECOMENDACIONES.....		105
BIBLIOGRAFÍA.....		107
APÉNDICES		107
ANEXOS		107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización de la aldea Cholá	3
2.	Profundidad de tubería de PVC	21
3.	Planta de longitud de puente $L = 13$ metros.	39
4.	Perfil de puente $L = 13$ metros.....	40
5.	Sección: de Río La Loma.....	42
6.	Mapa del departamento de Quiché, mostrando la localización de los municipios	44
7.	División fisiográfica del departamento de Quiché	45
8.	Suelos de Quiché, según su agrupación, área y extensión relativa	47
9.	Localización de diferentes grupos de suelo	48
10.	Carga Viva estándar de camión H	50
11.	Geometría de puente	51
12.	Diagrama de momentos.....	54
13.	Distancia de aplicación de carga en voladizo	56
14.	Franja de diseño de losa.....	59
15.	Armado de losa.....	61
16.	Armado de acera.....	62
17.	Diagrama de las cargas que actúan en la baranda.....	63
18.	Armado de barandal	64
19.	Diagrama de cuerpo libre de carga muerta.....	65
20.	Diagrama de momentos y cortante en viga por carga muerta	67
21.	Diagrama del centro de gravedad.....	68

22.	Diagrama de cuerpo libre para carga viva	69
23.	Diagrama de corte y momento por carga	70
24.	Armado de acero de refuerzo en viga principal	73
25.	Acero de refuerzo a corte en viga	76
26.	Armado de diafragma interior	78
27.	Armado de diafragma externo	80
28.	Geometría de cortina	81
29.	Fuerzas del suelo que actúan sobre la cortina	81
30.	Fuerza longitudinal	83
31.	Armado de cortina y viga de apoyo	87
32.	Diagrama de presiones y geometría del estribo	91

TABLAS

I.	Parámetros de la estación climatológica del Insivumeh, ubicada en el municipio de Chicaman, Quiché.....	4
II.	Coeficiente de absorción	35
III.	Cuadro resumen del presupuesto del proyecto	58
IV.	Tabla resumen de combinación momentos	58
V.	Momento de volteo	92
VI.	Tabla de momento de estabilizante	92
VII.	Momento de volteo en el sentido horizontal.....	96
VIII.	Resumen de presupuesto del proyecto	98

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amortización
w	Ancho
A_n	Anualidad
AS	Área de acero a utilizar
AS_{min}	Área de acero mínima calculada
AS_R	Área de acero requerido
AS_{var}	Área de acero según el diámetro de varilla a utilizar
A_T	Área tributaria
A_{trap}	Área del trapecio
b_c	Base más corta
B	Base más larga
b	Base o franja unitaria
Núm.tub	Cantidad de tubos
W_V	Carga debido al propio peso de la viga
Q_D	Caudal de diseño (lt/seg)
W_L	Carga de la losa
v	Carga de velocidad o velocidad
W_U	Carga distribuida
CM	Carga muerta que incide en una estructura
CM_{TOTAL}	Carga muerta total
W_P	Carga puntual
W_T	Carga total
W_{TE}	Carga total de la estructura

CU	Carga última
CUM	Carga última muerta
CU_{TOTAL}	Carga última total
CUV	Carga última viva
CV	Carga viva que incide en una estructura
Q_{TF}	Caudal futuro en un tramo (lt/seg)
K_a	Coefficiente del empuje activo del suelo
Q.Tub	Costo de tubería
Q.Tot	Costo total
C_{SL}	Cota del terreno natural
Ø	Diámetro nominal
dot	Dotación
E_s	Empuje del suelo
E_{hs}	Empuje horizontal del suelo
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
S_v	Espaciamiento del acero de refuerzo debido a la fuerza cortante
S_{max}	Espaciamiento máximo del acero de refuerzo
t	Espesor de losa
F_{sv}	Factor de chequeo contra volteo
HG	Hierro galvanizado
kg/cm²	Kilogramos sobre centímetro cuadrado
Km	Kilómetro
Km²	Kilómetros cuadrados
a	Lado más corto
lt/seg	Litros sobre segundo
L_{tub}	Longitud de tubería
L	Longitud o luz entre apoyos
m	Metro

m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
m/s	Metros sobre segundos
mm	Milímetro
M_{bal}	Momento balanceado
Ms	Momento creado por el empuje horizontal del suelo
M_v	Momento generado en la viga
MV	Momento de volteo
Me	Momento estabilizante
M_{myr}	Momento mayor
M_{mnr}	Momento menor
M_{As min}	Momento que resiste el acero mínimo calculado
M_R	Momento resistente
Nv	Número de varillas de acero
p	Peralte efectivo
γ	Peso específico del concreto
P_o	Población actual
P_f	Población futura
psi	<i>(Pounds per square inch)</i> Libras sobre pulgadas cuadradas
h	Profundidad o altura
plg	Pulgada
f'c	Resistencia del concreto
f'y	Resistencia del acero
SC	Sobrecarga
Σ	Sumatoria
R	Tasa de crecimiento poblacional
r	Tasa de interés o factor de crecimiento poblacional
TIR	Tasa interna de retorno

i	Tiempo o cantidad de años para la proyección
n	Tiempo de vida útil
ton	Toneladas
VPN	Valor presente neto
V	Velocidad del flujo de un tramo
v	Velocidad de diseño
Vol	Volumen

GLOSARIO

Acero de refuerzo	Aleación de hierro más carbono en forma de barras corrugadas en algunos casos lisas que al combinar con el concreto absorben cualquier concentración de esfuerzos.
ACI318-11	<i>(American Concrete Institute)</i> Instituto Americano del Concreto es una sociedad técnica sin fines de lucro. Mantiene una relación con comunidades técnica, profesional, empresarial, académica y científica, vinculada con el concreto, su producción, fabricación y diseño y construcción de estructuras en sus múltiples formas y modalidades. También está enfocada en estándares organizacionales, construcción, ingeniería estructural, ingeniería civil y la construcción.
Adherencia	Resistencia tangencial que se produce en la superficie de contacto de dos cuerpos cuando se crea algún efecto que intente separa uno del otro.
Aeróbico	Condición en la cual hay presencia de aire u oxígeno, en donde un organismo necesita oxígeno diatómico para vivir.

Afluyente	Corriente de líquido que abastece las instalaciones es una derivación natural o artificial que recolectada en forma de canales para determinados fines.
Agua contaminada	Aquella que contiene organismos patógenos o sustancias, modificada generalmente por el ser humano que se vuelve impropia o peligrosa para el consumo humano.
Aguas negras	Es el agua que se suministra a una población que habiéndose aprovechado para sus diversos usos, ha quedado impurificada.
Aguas servidas	Son las aguas residuales domésticas y que son el resultado de las actividades cotidianas de las personas conocidas como aguas negras.
Anaerobio	Condición en la cual hay ausencia de aire u oxígeno libre.
Anclaje	Sistema que sirve para anclar a partir del sitio en que la barra de acero de refuerzo alcanza su máximo esfuerzo, se debe desarrollar un mecanismo para asegurarlo en el concreto para su correcto funcionamiento.
AASTHO	Siglas en inglés de la <i>American Association State Highway and Transportation official</i> .

Bacteria	Organismo unicelular, rígido y carente de clorofila, que desempeña una serie de procesos de tratamiento incluyendo: oxidación biológica, digestión, nitrificación y des nitrificación.
Baranda	Los puentes debe de ser provistos de barandas o sistema de barreras para la protección de los usuarios, estos sistemas deben de resistir las distintas cargas en diferentes direcciones, contruidos de materiales mixtos baranda de metal y concreto.
Bases de diseño	Conjunto de datos para las condiciones finales e intermedios para efectos de diseño y sirven para dimensionar los procesos.
Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de las aguas negras o pluviales.
Baranda	Armadura o muro construido a manera de remate de las aceras y protegen a los vehículos y peatonales.
Bombeo	Pendiente dada para evacuar el agua pluvial desde la recolección hasta la descarga final.

Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de una vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Calidad	Cualidad que deben cumplir los materiales en el trabajo.
Claro	Espacio libre entre apoyos donde se apoyarán las vigas del puente.
Cohesión	Es la acción de atracción y efecto de adherencia de los distintos materiales según sus características.
Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de aguas negras o de lluvia (pluvial).
Cota del terreno	Número que en los planos indica la altura de cada estación sobre el nivel de un plano.
Cota Invert	Son las cotas que determina la localización de la entrada y salida de las tuberías dentro de un pozo de visita tomando factores entre ellos: El terreno, la pendiente, para que tenga una buena conducción los líquidos.
Caudal comercial	Volumen de aguas negras que desechan los comercios, restaurantes, hoteles, entre otros.

Caudal doméstico	Es el caudal de aguas negras que desechan las viviendas debido a: descargas del excusado, aseo personal, cocina, lavado de ropa, limpieza en general y está relacionado a la dotación y suministro de agua potable.
Caudal industrial	Volumen de aguas que se desechan en la industria, agua utilizada en procesos de manufacturación, como fabricas: textiles, licoreras, alimentos, entre otros.
Caudal de diseño	Es el flujo que se determina con las condiciones hidráulicas del diseño del drenaje, contemplando todo el caudal que puede transportar el sistema en un momento determinado.
Caudal de infiltración	Es el caudal de agua superficial que se infiltra por las paredes del sistema dependiendo del nivel teátrico, profundidad de la tubería, y permeabilidad del terreno.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área de superficie.
Descarga	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, las cuales pueden estar crudas o tratadas.

Diafragma	Elemento estructural a nivel de piso, cuya función es distribuir las fuerzas horizontales a los elementos verticales resistentes.
Esfuerzo	Acción enérgica de un cuerpo contra una acción.
Estribo	Elemento externo auxiliar o contra fuerte de los puentes para evitar deslaves, destinado para soportar, transmitir las cargas de uso y el peso propio de la estructura hacia los cimientos.
Funcionalidad	Cualidad que debe cumplir un elemento para proporcionar un buen servicio tal como lo especificado según su diseño.
Infraestructura	Conjunto de obras que prestan un servicio necesario para el funcionamiento y desarrollo de una comunidad.
Losa	Elemento estructural plano que soporta directa la carga transmite los esfuerzos producidos hacia los apoyos.
Periodo de diseño	Periodo de tiempo en el cual el sistema prestara servicio eficiente.
Peso vehicular	Peso de un vehículo o combinación vehicular con accesorios en condiciones de operación, sin carga. Distancia Horizontal.

Puente	Es una construcción que permite salvaguardar un accidente geográfico como un río, un cañón, un valle, una carretera, un camino, una vía férrea, un cuerpo de agua o cualquier obstáculo físico.
Rasante	Nivel de camino o calle, considerado en su inclinación respecto del plano horizontal.
Tablero	Es la base superior de rodaje que sirve además para repartir la carga en vigas.
Tirante	Altura en que las aguas negras o pluviales dentro de una alcantarilla
Tratamiento	Proceso por medio del cual se eliminan las impurezas de las aguas servidas.
Viga de apoyo	Es la parte superior del estribo sobre la que se apoya la súper estructura.
Velocidad de arrastre	Velocidad mínima en la que los sólidos no se sedimentan en la alcantarilla.

RESUMEN

La Villa de San Miguel Uspantán es la cabecera del municipio de Uspantán, a cercanías de la zona urbana se encuentra la aldea Cholá, según el análisis realizado a esta comunidad la prioridad es el diseño y la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario, el cual se diseñó con un total de 12,3 km especificando pozos de visita, diámetros de tubería, recomendación del tratamiento a utilizar, presupuesto y análisis socioeconómico. Es de vital importancia la introducción del servicio para el manejo adecuado de los desechos, que a la vez afecta a toda la población al entrar en contacto con un riachuelo que circula por la aldea, se utiliza para la irrigación de sus hortalizas, cosechas que luego transportan a distintos puntos del municipio.

El segundo proyecto consistió en la planificación y diseño de un puente vehicular de 13 metros de longitud que conduce al caserío Agua Colorada, Municipio de Uspantán en el departamento del Quiché, en donde los pobladores manifestaron la priorización de la construcción, ya que no pueden circular hacia esta localidad en épocas de lluvia, debido a la crecida que les impide el paso.

El diseño de los proyectos el sistema de alcantarillado sanitario como el puente vehicular, se realizó bajo condiciones técnicas de la Asociación Americana de Carreteras y Puentes (AASHTO), Código de diseño de hormigón armado ACI 318 11, recomendaciones de diseño para alcantarillado sanitario del Instituto de Fomento Municipal, Infom, La población se verá beneficiada en su calidad de vida e impulsando el desarrollo al contar con vías de comunicación que permitan el acceso a la zona.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Cholá y el puente vehicular para el caserío Agua Colorada, Uspantán Quiché.

Específicos

1. Planificación y diseño final del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Cholá, elaborando especificaciones, cálculos, presupuestos fisco–financieros y planos.
2. Planificación y diseño final del puente vehicular para el caserío Agua Colorada, elaborando cálculo de los distintos elementos que lo conforma estructural en base a especificaciones nacionales e internacionales, presupuestos y planos.
3. Realizar la monografía del lugar en base al diagnóstico de prioridades en las comunidades de servicios básicos e infraestructura.
4. Lograr el desarrollo de las comunidades proporcionando calidad de vida a sus pobladores al ejecutar los proyectos con un adecuado diseño

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación fue realizado bajo el Ejercicio Profesional Supervisado EPS realizado en dos comunidades del municipio de Uspantán, Quiché. Se puede observar la problemática que enfrenta la población en el país, de esta manera es como se puede colaborar con el desarrollo de la población satisfaciendo las necesidades por medio de los distintos proyectos a planificar brindando servicios básico y de infraestructura.

En el primer capítulo se presenta la fase de investigación del municipio de Uspantán con aspectos socioeconómicos, características físicas y climáticas.

El segundo capítulo presenta el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Cholá, una de las aldeas de mayor población con cercanías al área urbana, la falta de este sistema repercute en la salud de la población y contamina el cuerpo de agua con la que irrigan sus hortalizas las cuales comercializan en el municipio.

El tercer capítulo contiene el diseño de un puente vehicular que salvaguardara el cauce del rio la Loma comunicando así al caserío Agua Colorada proporcionando intercambio comercial hacia la cabecera municipal.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del lugar

A continuación se realiza el detalle de la investigación realizada al municipio de Uspantán, Quiché.

1.1.1. Reseña histórica

Uspantán es un municipio del departamento de El Quiché que fue habitado en la época precolombina por los uspantecos de origen maya su asentamiento fue variado lugares que hoy en día se conocen como aldeas de Chijam, Pericón, Las Doncellas, Calanté, Chiyutale, El Caracolito, El Pinal, Chipaj, Cholá, Quizachal Tierra Blanca y estableciéndose finalmente en Peña Flor siendo el pueblo llamado Tz'unun kaab'. Españoles que venían a verificar la conquista confirmaron la existencia de ruinas del pueblo ya abandonado rodeada con murallas en donde se presume que estaban decoradas con figuras de gorrión es de donde se desprende el término k'iche' Uspantlán que significa lugar de las murallas de gorriones, fue conquistado luego de varios intentos por los españoles entre 1529 y 1530 En el siglo XX al mando de Francisco Castellanos.

El 11 de octubre de 1825, la primera Asamblea Nacional Constituyente, designó a Uspantán como municipio, luego fue integrada a la transversal del norte por el presidente general Carlos Arana Osorio declarando la zona de desarrollo agrario, tras su derrocamiento se vivió fuertemente el conflicto armado causando dolor, muerte y destrucción en el municipio.

Su feria titular se celebra del 4 al 10 mayo, en septiembre del 2 al 10 en honor al San Miguel Arcangel

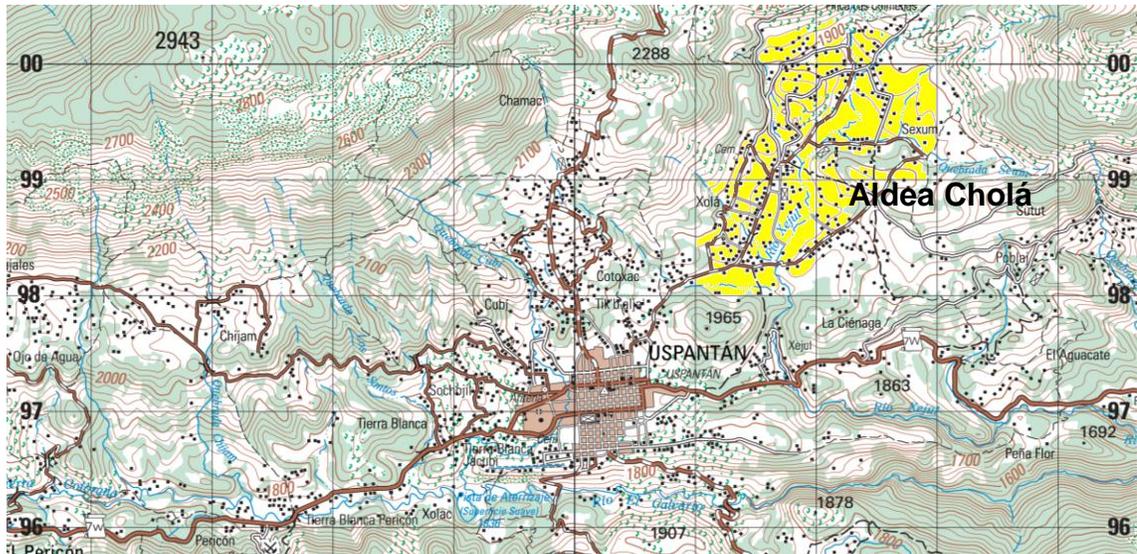
1.2. Características físicas

Entre las características físicas del municipio se encuentra la ubicación y localización, límites y colindancias, topografía, clima, entre otros.

1.2.1. Ubicación y localización

El municipio de Usphantán, se ubica en la parte norte del departamento de Quiché, a una distancia de 96 kilómetros de la cabecera departamental y 260 kilómetros de la ciudad capital. Posee una extensión territorial de 850 kilómetros cuadrados conformada por 62 aldeas 44 comunidades 47 caseríos, 4 cantones, 7 barrios, 1 parcelamiento, 1 asentamiento y 14 fincas estando estas organizadas en 16 microregiones. La municipalidad de encuentra en el casco urbano es un ente de carácter autónomo el cual está constituido por la corporación municipal que ejerce el gobierno local. La comunidad de la aldea Cholá está a 2 km de la cabecera municipal, se encuentra a un promedio 1825 m sobre el nivel del mar, en la latitud 15° 20' 45" norte y longitud 90° 52' 10" oeste.

Figura 1. Localización de la Aldea Cholá



Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Hoja 2062II, Uspantán.

1.2.2. Límites y colindancias

El municipio de Uspantán colinda al norte con el municipio de Ixcán, al oeste con los municipios de Chajul, Cotzal y Cune; al Sur con los municipios de Canillá, San Andres Sajcabajá y Cubulco de Baja Verapaz, al este con los municipios de Chicaman y San Cristóbal Verapaz.

1.2.3. Topografía

El suelo del municipio es de distintas características hay regiones áridas en la región baja donde el cultivo resulta difícil y otras áreas altas colindantes al municipio de Ixcán la región II llamada zona reina es boscosa de actividad ganadera, agrícola y cafetalera. Sus principales accidentes fisiográficos son la cordillera de los Cuchumatanes.

1.2.4. Clima

Por la localización y distintas alturas cuenta con una diversidad de micro climas: bosque muy húmedo subtropical cálido, bosque húmedo subtropical templado, bosque húmedo montano bajo subtropical, muy húmedo montano, bajo subtropical en las regiones no rurales. En el casco urbano templado, frío y lluvioso.

Tabla I. **Parámetros de la estación climatológica del Insivumeh, ubicada en el municipio de Chicaman, Quiché**

Parámetro	Unidad	Valor promedio
Temperatura media	°C	27,20
Temperatura máxima promedio	°C	33,50
Temperatura mínima promedio	°C	21,10
Temperatura máxima absoluta	°C	38,08
Temperatura mínima absoluta	°C	14,34
Humedad relativa media	%	65,60
Precipitación	MM.	1 331,84
Precipitación anual	Días	112,20
Viento	Km/h	10,7
Dirección del viento	---	Norte
Nubosidad	Octas	3,00
Evaporación	MM.	5,58

Fuente: elaboración propia.

1.3. Características de infraestructura

Las vías de acceso, servicios públicos, entre otros, son las algunas de las características de infraestructura del municipio.

1.3.1. Vías de acceso

Su principal vía de comunicación desde la ciudad capital por la carretera interamericana (CA-1) pasando por la cabecera departamental de Quiché por la ruta nacional catorce (RN-14), luego por los municipios de San Pedro Jocopilas, Sacapulas y Cunén con un recorrido de 163 kilómetros totalmente asfaltados, otra ruta de comunicación es hacia el departamento de Cobán con una distancia de 98 kilómetros con un segmento asfaltado y el resto de terracería.

Se comunica con el departamento de Huehuetenango a través de la carretera que pasa por los municipios de Sacapulas, Aguacatan, llegando al casco urbano del departamento con una carretera totalmente asfaltada.

1.3.2. Servicios públicos

El municipio cuenta con varias servicios públicos para cubrir las necesidades de la población, los cuales se detallan a continuación.

1.3.2.1. Salud

Actualmente, en la cabecera del municipio tienen un hospital nacional integral desde marzo de 1999, 9 puestos de salud con infraestructura formal en las aldeas El Palmar, Sicaché, El Caracol, Caracolito, El Pinal, Unión 31 de

Mayo, Río Azul, Vergel Chimal, La Parroquia y un puesto de salud en construcción en aldea La Taña, cinco puestos de salud con infraestructura informal en las aldeas: Las Pacayas, San Marcos El Triunfo Concepción Chiguatal, Nueva Asturias en las cuales la mayoría no cuenta con personal, equipo y medicina los suficiente para atender a toda la población, se evidencia en los edificios la falta de mantenimiento que dificulta la atención a los pacientes.

1.3.2.2. Educación

La educación preprimaria y primaria es atendida en 100 centros educativos de los cuales el 75 % son escuelas formales y el 25 % son escuelas adaptadas 7 establecimientos de nivel medio, 4 establecimientos de diversificado, academias de mecanografía, centros de computación, alfabetización por Conalfa y la comunidad lingüística Uspanteka y kiché.

1.3.2.3. Agua potable

El 41 % de la población tiene servicio de agua entubada el resto utiliza pozos perforados de forma artesanal o se abastece de los ríos.

1.3.2.4. Energía eléctrica

Solo el 21 % de toda la población del municipio tiene el servicio eléctrico, en el casco urbano cuenta con alumbrado eléctrico.

1.4. Características socioeconómicas

La actividad económica de la población de Uspantán se basa principalmente en actividades agrícolas, ya que el municipio cuenta con clima variado del que se aprovecha para el cultivo entre estos están: maíz, frijol, cardamomo, pacaya, legumbre y futras tropicales.

En el área urbana cuenta con mercado en donde la población cercana se abastece de los insumos diarios, cuenta con carnicerías, comedores, siendo los días martes el mercado donde pobladores de distintas aldeas llegan a comercializar sus legumbres.

Otro tipo de comercio al que se dedican son farmacias, ferreterías, almacenes, tiendas, abarroterías entre otros.

1.5. Diagnóstico de los servicios básicos, infraestructura y descripción de las necesidades.

Según el diagnóstico realizado en base a reuniones con el comité Consejo de Desarrollo Comunitario (COCODE), se llegó a determinar las distintas necesidades las cuales son: En la aldea Cholá se necesita un centro de salud, ya que la aldea es una de las más grandes con cercanías al área urbana, por lo que la población tiene que dirigirse al Hospital Nacional para recibir atención médica y consultas. Otra problemática que enfrenta la población es la falta de un sistema de alcantarillado sanitario por lo que es un foco de contaminación tanto visual como para la salud de los pobladores, ya que en las calles corre el efluente con mal olor y contamina un riachuelo con el que irrigan sus hortalizas que luego comercializan a otros lugares.

El caserío Agua Colorada es otra comunidad afectada según los pobladores es de vital importancia la construcción de un puente vehicular sobre el cauce del río llamado La Loma, ya que épocas de lluvia este aumenta su caudal y se imposibilita el paso.

1.6. Evaluación y priorización de las necesidades.

En base al diagnóstico y con decisión del consejo municipal del municipio de Uspantán se llegó a determinar los proyectos a planificar; para la Aldea Cholá el sistema de alcantarillado sanitario y para el caserío Agua Colorada un puente vehicular.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CHOLÁ, USPANTÁN QUICHÉ.

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Cholá en el municipio de Uspantán, Quiché cuenta con una longitud de 9300 metros, utilizando tubería de pvc de 6, 8 pulgadas de diámetro; se diseñaron 275 pozos de visita, se diseñó para un sector de la población en donde la lejanía es considerable la fosa séptica y pozo de absorción.

La aldea de Cholá se encuentra a 15 km de la cabecera municipal, cuenta con servicios de agua potable, energía electricidad, escuela, pero no posee servicio de una red alcantarillado sanitario que proporcione saneamiento por lo que se optó por el diseño de este proyecto, con lo beneficiará a aproximadamente 4361 personas 525 familias.

2.2. Levantamiento topográfico

A continuación se realiza una descripción del levantamiento topográfico.

2.2.1. Altimetría

Es el estudio determinado mediante topografía en la cual se determina la diferencia de alturas de varios puntos referenciados desde un plano para posteriormente realizar una superficie o relieve.

2.2.2. Planimetría

Planimetría se aplica para determinar la representación terreno en un plano sin tomar en cuenta su elevación, se efectúa sobre el eje de las calles tomando elevaciones en cruce de calle, distancia no mayores de 20 m, en los puntos de cambio de pendiente del terreno etc. Este procedimiento se puede efectuar con precisión por medio del método de nivelación simple o compuesta en los tramos en que se requiera.

2.3. Diseño del sistema

El sistema de drenaje funciona por gravedad, ya que este transporta el afluyente a través de la tubería inclinada con un ángulo determinado por la pendiente del terreno desde interior al exterior de las comunidades, es necesaria la construcción de pozos de visita a cierta distancia para el correcto mantenimiento y funcionamiento del servicio.

Existen dos tipos de sistema de alcantarillado dependiendo de la disposición de recursos y la necesidad para elegir cual utilizar.

El sistema de alcantarillado sanitario: se utiliza para recolectar, transportar y su posterior tratamiento de las aguas servidas producidas en viviendas, comercios e incluso las industrias siempre y cuando que no contengan sustancias químicas o tóxicas.

El sistema de alcantarillado pluvial: este sistema es adecuado para la recolección y concentración del agua de lluvia de las vías y de los terrenos colindantes para su disposición final en los cuerpos receptores.

2.3.1. Descripción del sistema a utilizar

De acuerdo a la situación socioeconómica de la población de la aldea Cholá del municipio de Uspantán el sistema que se utilizará es el sistema de alcantarillado sanitario proponiendo el posible el sistema de tratamiento a utilizar.

2.3.2. Periodo de diseño

El periodo de diseño que se estableció es de 30 años según recomendaciones del Infom, tiempo en el cual el sistema tendrá la capacidad de recolectar y transportar el caudal producido respecto al crecimiento poblacional y de los materiales de construcción para el funcionamiento con eficiencia.

2.3.3. Población de diseño

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario es indispensable tomar la población actual a servir y con el método geométrico que pronostica de forma exponencial para un periodo de diseño la población futura de diseño de acuerdo a las características de población.

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

Donde:

P_f = población final

P_a = población actual

r = razón de crecimiento geométrica

t = periodo de diseño

2.3.4. Dotación de agua potable

La cantidad de caudal de agua asignada para cada unidad consumidora en el municipio de Uspantán del departamento de Quiché es de 150 lts/hab/día.

2.3.5. Factor de retorno

Es un factor que se ha determinado que del total de caudal utilizado un porcentaje del mismo retorna a la red de alcantarillado sanitario.

2.3.6. Factor de Harmond

Es un valor estadístico que determina la probabilidad en que artefactos sanitarios en las viviendas sean usados simultáneamente en un área determinada, este valor no es constante para todo el sistema, ya que depende del número de habitantes en cada tramo, por lo tanto se debe obtener este factor para la cantidad actual y futura de habitantes.

Esta dada por la siguiente ecuación:

$$F.H. = (18 + \sqrt{p}) / (4 + \sqrt{p})$$

Donde:

F.H.= factor de Harmond

P = población en miles

2.3.7. Caudal sanitario

Es la sumatoria de los caudales que aporta la población en función del consumo de agua, el cual es considerado para realizar el diseño.

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ci}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}}$$

Donde:

$Q_{\text{sanitario}}$ = caudal sanitario total

Q_{dom} = caudal domiciliar

Q_{inf} = caudal de infiltración

Q_{ci} = caudal de conexiones ilícitas

Q_{com} = caudal comercial

Q_{ind} = caudal industrial

En el presente diseño de la red drenaje sanitario no se toma en cuenta la aportación del Caudal comercial e industrial.

2.3.7.1. Caudal domiciliar

El agua que se utiliza en las viviendas para limpieza o en la elaboración de alimentos, es desechada para ser recolectada por la red de alcantarillado y está relacionada al caudal de dotación suministrada a la población.

Una cierta cantidad del caudal de dotación es utilizada para irrigación, lavado del automóvil, etc. El resto es desechado por lo que se toma como retorno un 70 a 80% del caudal total aportado.

$$Q_{\text{dom}} = (\text{Dot} * \# \text{hab} * \text{FR}) / 86400$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliario en (lts/seg)

Dot = rotación (lts/hab/día)

#hab = número de habitantes (lts/seg)

FR = factor de retorno

2.3.7.2. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en la red debido al nivel freático del agua, la profundidad a la cual se coloca la tubería, fisuras en las paredes de los pozos de visita, mala unión entre tramos y calidad de mano de obra utilizada.

Para su determinación depende de la longitud de la tubería de conexiones domiciliarias donde se establece 6 metros para cada vivienda la dotación varía entre 12 000 a 18 000 litros/kilómetros/día.

$$Q_{\text{inf}} = (\text{Fi} * \text{longtub.} + \# \text{casa} * 6) / (1\ 000 * 86\ 400)$$

Donde:

Q_{inf} = caudal de infiltración (lts/seg)

Longtud = longitud de tubería (kilómetros)

#casas = número de casas

Fi = factor de infiltración

2.3.7.3. Caudal por conexiones ilícitas

Caudal producido por las viviendas que conectan a la red el sistema de recolección pluvial, se considera un número de viviendas que realizan este tipo de conexiones en un 2,5 a 0,5 % del total de viviendas.

2.3.7.4. Caudal comercial

El agua utiliza en comercios, restaurantes, hoteles, entre otros, la dotación varía según el establecimiento y puede estimarse entre 600 a 3 000 lts/comercio/día.

$$Q_{com} = (\#De\ com * Dot.)/(86\ 400)$$

Donde:

Q_{com} = caudal comercial en Lts/seg.

De com = número de comercios

Dot. = dotación

2.3.7.5. Factor de caudal medio

Es el factor que registra la cantidad de caudal sanitario por poblador que se produce en un día el que se toma como parámetro para el diseño de la red.

$$F.Q.M = Q_{med}/(86\ 400)$$

Donde:

F:Q:M: = factor de caudal medio.

Qmed = caudal medio

2.3.7.6. Caudal de diseño

Es la suma de todos los caudales provenientes de viviendas, conexiones ilícitas, comerciales e infiltración. El cual se tomó para diseñar y será distinto para cada segmento o tramo establecido y se encuentra de la siguiente manera.

$$Q_{dis} = \#hab. * F.H. * F.Q.M.$$

Donde:

Qdis = caudal de diseño.

#hab. = número de habitantes

F.H. = factor de Hardmon

F.Q.M. = factor de caudal medio

2.3.8. Selección y tipo de tubería

El tipo de tubería a utilizar en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario será de PVC con un diámetro mínimo de 6 pulgadas se utilizan estos diámetros para requerimientos de limpieza, flujo y evitar obstrucciones.

2.3.9. Diseño de secciones y pendientes

Durante el tiempo se ha estudiado el flujo hidráulico, se han establecido parámetros del flujo a través de los sistemas del alcantarillado por gravedad, estas características se determinan mediante la ecuación de Manning.

Para las aguas negras se toman el mismo comportamiento que el del agua y por pequeñas concentraciones de sólidos es necesario prever de una cierta velocidad para evitar adherencias en las paredes de la tubería. En los sistemas de alcantarillados sanitarios el flujo tiende a buscar el nivel más bajo dentro de las tuberías por lo que hay que preverle de una pendiente, este fenómeno del agua a buscar el nivel más bajo se le conoce como flujo por gravedad.

- Sección

Al diseñar estos sistemas es importante considerar que el flujo es constante en el caudal a transportar, ya que este define el diámetro de tubería a utilizar y se consideran los canales como canales abiertos por que están siempre en contacto con la atmosfera por lo que no poseen ningún tipo de presión en su interior para estas características la ecuación de Manning.

$$V = 1/n (R^{(2/3)} * s^{(1/2)})$$

- Pendiente

La pendiente mínima y máxima; en el colector principal y los ramales será la que satisfaga las condiciones de velocidad mínima y máxima del flujo en la tubería.

2.3.9.1. Velocidades máximas y mínimas de diseño

De la pendiente que se atribuya a la tubería según el caudal se determina la velocidad de flujo necesaria para no tener sedimentación por los sólidos que contenga el afluente, la velocidad permitida será de $0,6 \leq V \leq 3,0$ mts/s según las recomendaciones de las normas del Infom.

2.3.9.2. Cotas invert

Es la cota que se calcula para determinar la colocación del nivel de la parte interior inferior de la tubería con respecto a la rasante del terreno.

$$Cis = Ct - Hmin \text{ (para tramos iniciales)}$$

$$Cis = Civtraan - \emptyset dif$$

$$Cie = Cis - ((S * DH) / 100)$$

Donde:

- Cis = cota invert de salida
- Ct = cota del terreno
- Hmin = altura mínima de pozo
- Civtraan = cota invert del tramo anterior
- $\emptyset dif$ = diferencia de diámetros
- S = pendiente del terreno
- DH = distancia horizontal

Se debe de considerar para los cálculos de la cota invert de salida los siguientes parámetros.

- Cuando llegue una tubería y sale otra de igual diámetro, cota invert de salida debe de estar como mínimo 3 centímetros por debajo de la cota invert de entrada.
- Cuando a un pozo de visita llega un tubo y sale otro de distinto diámetro, la cota invert de salida debe estar por debajo por una diferencia de los diámetros con respecto a la cota invert de entrada.
- Cuando en un pozo de visita llegan más de una tubería y sale una tubería, todas de igual diámetro la cota invert de salida debe estar por debajo 3 centímetros de la cota de entrada más profunda.
- Cuando en un pozo de visita llegan más de 2 tuberías y sale una, y son de distinto diámetro, la cota invert de salida debe ser:
 - 3 centímetros por debajo de las tuberías del mismo diámetro, tomando como referencia la cota más baja.
 - La diferencia de diámetros de las tuberías de diferente diámetro, tomando como referencia la de la cota más baja.
- Cuando en un pozo de visita llegan más de una tubería y salen más de una tubería, la cota invert de salida será:
 - La cota invert de los ramales iniciales debe ser como mínimo la que considere la altura mínima.

- La cota invert de salida del ramal de seguimiento se calcula con los incisos anteriores.

2.3.10. Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias empleadas para inspeccionar y para limpieza del sistema.

Su altura está determinada por la profundidad de la tubería, construidos de mampostería comúnmente se utiliza ladrillo de barro cocido y revestido para su impermeabilización.

- Ubicación de los pozos de visita.
- Inicio de cualquier ramal.
- Intersecciones de tubería.
- Donde exista un cambio de diámetro de la tubería.
- Cambios de dirección horizontal.
- Cambios de pendiente.
- Separación de los pozos de visita.
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta, para tuberías de diámetros no mayores de 24 pulgadas.
- A distancia no mayor de 300 metros a tuberías mayores de 24 pulgadas de diámetro.
- Diámetros de los pozos de visita 1,20 metros para diámetros menores de 24 pulgadas, 1,50 metros para diámetros entre 30 y 42 pulgadas de diámetro, 2,0 metros para diámetros entre 48 y 80 pulgadas.

2.3.11. Conexiones domiciliarias

El objetivo primordial es transportar las aguas residuales provenientes de las viviendas, hacia la red esta constituidas por: candelas las que comúnmente se utiliza tubos de concreto de un diámetro de 12 pulgadas colocadas de forma vertical y se le proporciona una tapadera para su inspección, tubería secundaria está conecta la candela con la tubería central se utilizan tubos de 4 pulgadas de diámetro de PVC, conectas a 45 grados con la alcantarilla.

2.3.12. Profundidad de la tubería

La profundidad de la tubería de la red del alcantarillado está determinada para resistir el paso de vehículos y evitar daño, la profundidad recomendada por el Infom es de un metro desde la rasante del terreno hasta la parte superior de la tubería.

Figura 2. Profundidad de tubería de PVC

PROFUNDIDADES MÍNIMAS DE LA COTA INFERIOR PARA EVITAR RUPTURAS													
DIAMETRO	6"	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
TRAFICO NORMAL	1.16	1.22	1.28	1.33	1.41	1.5	1.58	1.66	1.84	1.99	2.14	2.25	2.55
TRAFICO PESADO	1.36	1.42	1.48	1.53	1.51	1.7	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34	2.45	2.75

Fuente: OROZCO, Juan Adolfo. *Tesis de drenaje sanitario*. Aldea San Pedro Petz, departamento de San Marcos.

2.3.13. Principios hidráulicos

2.3.13.1. Relaciones hidráulicas

Se han establecido a través relaciones de caudal, área y velocidad del flujo dentro de tuberías que conducen caudal a sección llena y tuberías que conducen caudal a sección parcialmente llena; con los datos obtenidos al utilizar la ecuación de Manning se construyeron gráficas y tablas que facilitan los cálculos.

$q_{\text{diseño}} < Q$ Sección Llena

$0,10 \leq d/D \leq 0,75$; Para alcantarillado sanitario

Donde d/D = relación de tirantes

2.3.14. Cálculo hidráulico

2.3.14.1. Especificaciones técnicas

2.3.14.2. Ejemplo de un tramo de diseño

Para ejemplificar el procedimiento del diseño del sistema de alcantarillado se tomará el tramo inicial del pozo 105 al 104 del sector colmenas.

Pendiente del terreno

$$\%S = ((Ct105 - ct104) / Dh) * 100$$

Donde:

Ct105 = pendiente inicial del tramo

Ct104 = pendiente del tramo

Dh = distancia horizontal

$$\%S = ((1003,58 - 996,57) / 50,20) * 100 = 13,96 \%$$

- Número de viviendas actuales

Locales = 2

Acumuladas = 2 + 0 = 2

Para las viviendas acumuladas se hace la sumatoria de las viviendas de los tramos anteriores más el tramo que se diseña.

- Población

Para el cálculo de la población actual se tomaron como 5 habitantes por vivienda

- Vivienda

Actuales = (5 habitantes / Vivienda) X (2 Viviendas) = 10 habitantes

- Población futura

$$\text{Futuros} = P_o \times (1 + (R/100)) ^ n$$

Donde:

Po = población actual

R = factor de crecimiento poblacional del departamento de Quiché.

N = periodo de diseño

$$\text{Futuros} = 10 \times (1 + (3,178/100)^{25}) = 22 \text{ habitantes}$$

- Factor de Harmond

$$Fha = 1 + 14 / (4 + \sqrt{(Po / (1\ 000))})$$

Donde:

Fha = factor de Harmond actual

Po = población actual

- Actuales

$$Fha = 1 + 14 / (4 + \sqrt{(10 / (1\ 000))}) = 4.41$$

- Futuro

$$Fhf = 1 + 14 / (4 + \sqrt{(Pf / (1\ 000))})$$

Donde:

Fhf = factor de Harmond futuro

Pf = población futura

$$F_{Hf} = 1 + 14 / (4 + \sqrt{(22 / (1000))}) = 4,37$$

- Caudal de diseño

$$q_{\text{actual}} = P_o * F_{QM} * F_{Ha} = \text{L/s}$$

Donde:

Qactual = caudal de diseño actual

Fha = factor de Harmond actual

Po = población actual

FQM = factor de caudal medio

$$q_{\text{Actual}} = 10 * 0,002 * 4,41 = 0,088 \text{ L/s}$$

Futuro

$$q_{\text{Futuro}} = P_f * F_{QM} * F_{Hf} = \text{L/s}$$

Donde:

qFuturo = caudal de diseño futuro

Fhf = factor de Harmond futuro

Pf = población futuro

FQM = factor de caudal medio

$$qFuturo = 22 * 0.002 * 4.37 = 0.191 \text{ L/s}$$

- Calculo hidráulico a sección llena

Se necesita determinar el valor del caudal a sección llena y la velocidad para determinar la relación entre la velocidad y caudal a sección parcialmente llena encontrándola con el diámetro de la tubería y la pendiente propuesta requerida para encontrar la velocidad de diseño del tramo con la recomendación de las tablas. Por lo que hay que proponer pendientes mayores a la del terreno pero tratando evitar que la tubería se entierre demasiado por cuestiones constructivas.

$$V = ((0,03429 * R^{2/3} * (S/100)^{1/2})) / n$$

Donde:

v = velocidad a sección llena en m/s

R = radio de tubería

S = pendiente propuesta del terreno

n = coeficiente de rugosidad

$$V = (0,03429 \cdot 6^{2/3}) \cdot (14,3/100)^{1/2} / 0,01 = 4,28 \text{ m/s}$$

- Área de tubería

$$A = (5,067 \times 10^{-4}) \cdot R^2 = 0,01824 \text{ m}^2$$

Donde:

A= área

R= radio de tubería propuesta

$$A = (5,067 \times 10^{-4}) \cdot 6^2 = 0,01824 \text{ m}^2$$

- Caudal a sección llena

$$Q = v \cdot A_t \cdot 1000$$

Donde:

Q= caudal a sección llena

A_t= área tubería propuesta

v= velocidad del flujo a sección llena

$$Q = 4,28 \cdot 0,01824 \cdot 1000 = 78,06 \text{ l/s}$$

- Relación

Se realiza a continuación la relación entre el caudal de diseño y el caudal a sección llena, se obtienen valores de las tablas de relaciones hidráulicas obteniendo los parámetros siguientes:

- Actual

$$q/Q = 0,088/78,10 = ,0011$$

$$d/D = 0,02$$

Para determinar la velocidad de diseño se despeja de la ecuación anterior

$$v = \psi * Re$$

Donde:

ψ = velocidad a sección llena

Re = relación obtenida en tablas

$$v = 4,28 * .1740 = 0,7450 \text{ m/s}$$

- Futuro

$$q/Q = 0,19/78,10 = 0,00245$$

$$d/D = 0,03750$$

$$v/\psi = 0,2120$$

$$v = 4,28 * 0,2120 = 0,9077$$

La velocidad determinada y los otros parámetros están dentro de lo recomendado en las normas dadas por el Infom.

- Cotas invert

$$\text{CIS} = \text{Ct5} - \text{Hmin} = 1003,58 - 1,16 = 1002,40$$

Cota invert de salida

$$\text{CIE} = \text{CIS} - ((S \times \text{DH}) / 100)$$

$$\text{CIE} = 1002,40 - ((14,30 \times 49) / 100) = 995,41$$

- Altura de pozos

$$\text{H105} = \text{Ct105} - \text{CIS} = 1003,58 - 1002,4 = 1,16\text{m}$$

$$\text{H104} = \text{Ct104} - \text{CIE} = 996,57 - 995,41 = 1,16\text{m}$$

2.4. Estudio de impacto ambiental

A continuación se realiza una breve explicación del estudio de impacto ambiental.

2.4.1. Estudio de impacto ambiental inicial

El impacto ambiental es la alteración, modificación o cambio que la actividad humana produce provocando efectos en el medio ambiente.

Los proyectos de drenaje sanitario son beneficiosos al medio ambiente de la población, pero nocivos al no tratarlos para su disposición final y es necesario realizar tratamientos según el Ministerio de Ambiente.

El proyecto se realizar en la aldea Cholá en el municipio de San Miguel Uspantán, del departamento de Quiché ubicada a 2 km de la cabecera

municipal. El sistema está constituido por ramales y colector principal el total de la tubería es de 12 km de material de PVC.

El área en donde se realizar el proyecto es predominantemente agrícola con cultivos de maíz, tomate y otras legumbres, en la aldea las viviendas se encuentran dispersas y se dividen en siete sectores los cuales los vecinos tiene los derechos legales de los terrenos, los cuales han otorgado los derechos de paso tanto para los ramales como para el colector principal.

Dentro de los trabajos preliminares se encuentra la remoción de la capa vegetal luego la excavación manejo y desecho de los trabajos de limpieza, al final relleno y compactación del material.

Los materiales a utilizar son: tubería PVC, arena, piedra bola, pedrín, cemento, acero de refuerzo

Los problemas que se tiene en la construcción de sistemas de drenajes afectan principalmente a los pobladores mocionando algunos:

- Obstaculización de calles por topografía.
- Cierre de calles por zanjeo, movimiento de tierras.
- Acarreo de materiales.
- Construcción de pozos de visita.
- En la construcción del sistema se crearan focos de contaminación debido a que al obstaculizar las calles se estancara el agua servida que salen de las casas.
- Se estará introduciendo emisiones de partículas de polvo a la atmosfera de la aldea pudiendo provocando enfermedades respiratorias a la población y obreros.

- Ningún sitio arqueológico será afectado por la construcción de este proyecto.
- Después de la construcción ningún ruido será producido, ya que la tubería es subterránea.
- Se puede producir emisiones gases que pueden ser sensibles en cierta parte de la población.

Medidas de mitigación

- Se recomienda que en la construcción del sistema del alcantarillado se deba disponer de un lugar retirado de la zona de viviendas para depositar desechos materiales y orgánicos. Estos a su vez deben de ser transportados en camión o pick-up debidamente cubiertos.
- Para mitigar la contaminación de partículas de polvo liberados al momento de excavación y relleno, es necesario irrigar los lugares antes y después. Los camiones que transporten suelo es necesario cubrirlos con lona para evitar la propagación del material y a los trabajadores proporcionales equipo de protección contra el polvo.
- Es necesario instalar letrinas provisionales para el personal técnico y obreros, ubicarlas sin que pueda afectar el nivel freático.
- A los obreros proporcionales equipo de corrección auditiva contra el ruido que produzcan los equipos u otra actividad.
- Mantener el quipo en óptimas condiciones para evitar ruidos innecesarios.

2.5. Propuesta de tratamiento

Para este proyecto el tratamiento que se propone es un sistema de tratamiento primario mediante una fosa séptica y pozo de absorción debido a que la construcción, operación y mantenimiento es de bajo costo.

Un tratamiento primario consiste en la remoción de los sólidos en suspensión en las aguas residuales a través de la sedimentación, ya que las aguas residuales están constituidas por materia orgánica que con un proceso de descomposición se producen compuestos y gases.

Fosa séptica es un elemento construido de forma rectangular dotada con una cubierta y herméticamente cerrada; se diseñan para que el flujo fluya con una velocidad baja durante un tiempo entre doce y veinticuatro horas llamado periodo de retención, tiempo en el que se efectúa la separación de los sólidos en suspensión a través de un proceso anaerobio con el fin de depositar líquidos claros y libres de materia orgánica hacia los pozos de absorción.

2.5.1. Diseño de fosa séptica

Para el diseño de la fosa séptica se tomaron las siguientes limitantes:
El periodo de retención mínimo es de 12 horas.

La relación largo- ancho de la fosa L/A: 2/1 a 4/1

Datos del sistema

Periodo de retención = 24 horas

Según el manual de diseño de fosas sépticas del centro regional de ayuda técnica, Agencia para el desarrollo internacional (A.I.D) propone para casa con muchos cuartos un caudal de 150 litros por persona (por día).

Habitantes actuales 1 950

Caudal de diseño

$$Q=q*N=150 \text{ lt/hab/día} * 1\ 950 \text{ hab} = 292\ 500 \text{ lt/día}$$

Cálculo del volumen

$$V= Q*T= 292\ 500 \text{ lt/día} * 24 \text{ horas} * \text{ día} /24\text{horas} = 292,50 \text{ m}^3$$

$$V= 292,50 \text{ m}^3$$

Cálculos de dimensiones de fosa séptica

$$V= A*L *H$$

$$L= 2^a$$

$$V= a*2^a*H; v= 2a^{2*H}$$

Al despejar se encuentra el ancho (a) se tiene

$$a= \sqrt[3]{(V/2H)}$$

Proponiendo H= 2.50m

$$a= \sqrt[3]{(292,50/(3*2,50))}= 7,02$$

$$L= 21,06 \text{ m}$$

Dimensiones de la fosa séptica

$$\text{Ancho}= 7,02\text{m}$$

$$\text{Largo} = 21,06 \text{ m}$$

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

De lo anterior por cuestiones constructivas se realizaran 13 fosas sépticas de ancho de 2,25, largo 5,25, 2,50 de alto.

Debido a que el área donde se produce la descarga es limitada por el número necesario de fosas sépticas a construir, se considera de la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales determinada por un profesional competente al tema.

2.5.2. Diseño de pozo de absorción

Los pozos de absorción son excavaciones cilíndricas con diámetros que varían entre 1,5m a 2m y profundidades hasta de 12m, entre los cuales el agua residual se filtra en las paredes y piso permeable, para diseñar los pozos es necesario determinar características del suelo para determinar la capacidad de absorción del líquido proveniente de la fosa séptica.

Se debe realizar una prueba de la capacidad de filtración del suelo, que se realiza tomando el tiempo necesario para que el líquido descienda 2,5 cm en una excavación de 0,30x0,30m con una profundidad de 0,35 m.

Las dimensiones de dichos pozos se determinan con base al promedio de los coeficientes de absorción para cada estrato vertical.

Tabla II. **Coefficiente de absorción**

CÁLCULO DE POZO DE ABSORCIÓN DE 190 L/HAB/DIA	
Tiempo para que el nivel de agua baje 2,5cm (prueba de absorción)	Superficie de filtración requerida por persona y día en m ² (K1)
1	0,88
2	1,08
5	1,44
10	2,25
30	4,5
Más de 30	Terreno inadecuado

Fuente: CABRERA, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniería Sanitaria 2*. p 128.

Profundidad de pozo de absorción

Para la aldea Chola el coeficiente K1 corresponde a 0,88 m² /hab/dia

$$H = (K1 * N) / (\pi * d)$$

Donde:

K1 = coeficiente de absorción en metros

N = número de personas servidas

D = diámetro en metros

H = profundidad del pozo

$$H = (0,88 * 3\ 827) / (\pi * 2,5) = 428,8 \text{ m}$$

Dimensiones

Díámetro del pozo 2,5 m

Profundidad 428 m

La profundidad recomendada es de 12 m dividiendo se tiene 35 pozos de absorción demanda el sistema sanitario de Cholá, Uspantán.

Debido a que el área donde se produce la descarga es limitada los pozos de absorción no serían la mejor opción para el tratamiento, la opción sería una planta de tratamiento de aguas residuales determinada por un profesional competente al tema.

2.6. Elaboración de planos finales

El diseño de estos se encuentra en la sección de apéndices.

2.7. Presupuesto

El presupuesto fue elaborado tomando en cuenta el costo de los materiales, mano de obra califica y no calificada, integrando los costos en una tabla resumen de renglones unitarios mostrados en la tabla III.

2.8. Evaluación socioeconómica

2.8.1. Valor presente neto

El valor presente neto es un método que se utiliza para determinar el comportamiento financiero en un lapso de tiempo, dando como resultado la viabilidad de un proyecto por medio de maximización de la inversión.

En este método se utiliza una línea de tiempo estipulando los ingresos e egresos durante un tiempo determinado.

Cuando el VPN < 0, el proyecto no es rentable

Cuando el VPN = 0 indica que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad deseado.

Cuando el VPN > 0, el proyecto es rentable.

Para el presente proyecto, se efectúa únicamente el pago de conexión al servicio por vivienda de Q.400 entonces el VPN está dada por la ecuación siguiente:

$$VPN = \left(\frac{Vt}{[(1+i)]^t} \right) - L_0$$

Donde:

VPN= valor presente neto

Vt = Flujo de cada en cada periodo t

L₀ = desembolso inicial de la inversión

i = interés

t = Tiempo que dura la recuperación de la inversión.

$$VPN = \left(\frac{(400 \cdot 350)}{[(1+0,12)]^5} \right) - 7\,810\,554,93 = -7\,731\,115,169$$

El valor del presente neto en este proyecto es valor negativo lo que indica que el proyecto no es viable, ya que no se puede recuperar la inversión, pero satisface una necesidad primaria que es el saneamiento brindando calidad de vida a los habitantes de la aldea Cholá, Municipio de Uspantán, Quiché.

2.8.2. Tasa de Interna de retorno

Esta es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Como el proyecto es de carácter social, por lo que no se puede obtener una TIR atractiva por lo que se realiza el costo /beneficio, este se determina a continuación:

Costo = inversión inicial = Q. 7 810 554,93

Beneficio = Núm de Habitantes beneficiados a futuro = 3 826

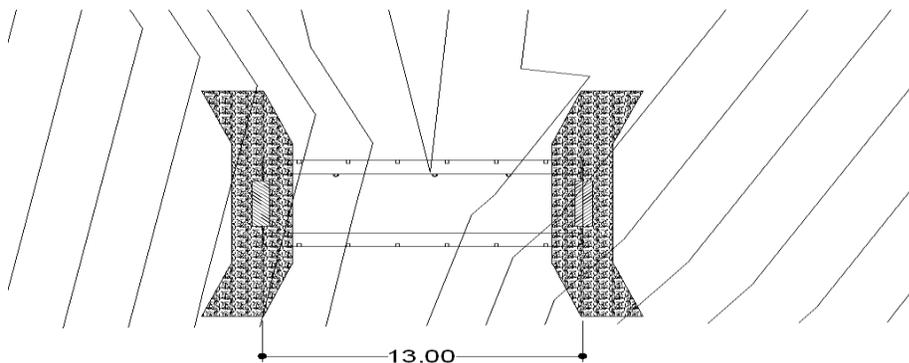
Costo/beneficio = $Q\ 7\ 810\ 554,93 / 3\ 826\ hab = Q.\ 2\ 041,441435 / Hab$

3. PUNTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO AGUA COLORADA, USPANTÁN, QUICHÉ

3.1. Descripción del proyecto

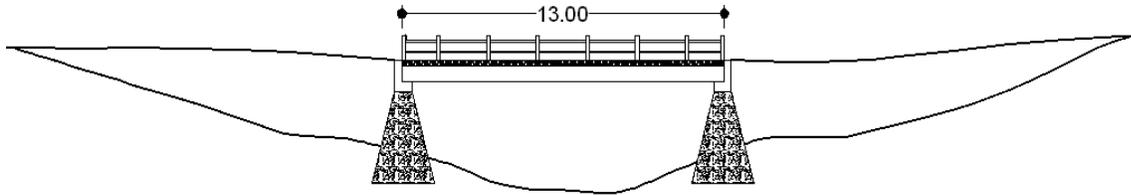
Este proyecto tiene como fin primordial mejorar las vías de comunicación del caserío Agua Colorada, mejorado la calidad de vida de sus pobladores con la integración a las actividades socioeconómicas de la región, el puente será de una sola vía con una longitud de 13 metros de largo con un ancho útil de 3,65 m, baquetas de 0,60 metros y los siguientes elementos: Estribos de concreto ciclópeo, viga de apoyo, vigas principales, diafragmas externos, losa de rodadura, baquetas peatonales de concreto reforzado y barandas. A continuación esquema de la planta y perfil, ya que no se han realizado cálculos solo se verificado la longitud final de 13 m.

Figura 3. **Planta de longitud de Puente L= 13 metros**



Fuente: elaboración propia, empleando el programa AutoCAD 2009

Figura 4. **Perfil de puente L=13 metros**



Fuente: elaboración propia, empleando el programa AutoCAD 2009.

3.2. Levantamiento topográfico

Con el levantamiento topográfico se determinan las características del terreno que se utilizan para ubicar la estructura, conocer el comportamiento del río, colocar obras de protección y sobre todo determinar la geometría de las distintas partes a construir.

3.3. Estudio hidrológico

Para establecer el comportamiento del agua en el cauce del río, ya que al determinar con mayor exactitud las características se diseñarán adecuadamente los elementos y resistirá de mejor manera la corriente en condiciones adversas para tal caso se determinó de forma visual la crecida máxima de las huellas que ha dejado la corriente y obteniendo la pendiente del cauce del río por lo que se optó por determinar el caudal por medio sección-pendiente. Otro aspecto es la altura que debe de tener el puente a partir del espejo de agua para que en épocas de invierno no sea afectada. En este trabajo se estableció el método de sección pendiente para determinar el caudal de diseño.

3.3.1.1. Método de sección-pendiente

Este es un método para determinar la crecida de ríos en donde no se tienen datos específicos o suficientes para obtener cálculos confiables, por lo que se requiere datos como la crecida máxima obtenida de forma visual por las huellas que ha dejado en las rocas la corriente, entrevistando a los pobladores y corroborar la altura de la crecida.

Determinada la crecida máxima; se determina el valor del área de la sección de la corriente, como se hacen en los aforos para obtener el caudal máximo en donde se utiliza la ecuación $Q= VxA$, obteniendo la velocidad del flujo por medio de Manning

Donde:

$$V= 1/N * (R^{2/3} * S^{1/2})$$

N= coeficiente de rugosidad

R= radio hidráulico

V= velocidad en l/s

S= pendiente del terreno

- Pendiente del terreno: para determinar este parámetro se utilizó cinta métrica, estadal y teodolito; obteniendo los datos a cada 20 m sobre el cauce del río.

Por lo anterior se determinó que la pendiente es de $S=3,60\%$.

Para el área de la sección de la corriente se estableció la crecida máxima con la huella de la corriente en el lugar y con el apoyo de los datos aportados por la

topografía se obtuvieron cortes transversales lo que facilitó la obtención de este dato y otros necesarios.

Altura de crecida máxima 1,70 m

Área de desahogo = 20,79 m²

Perímetro mojado = 26,59 m

Radio hidráulico

$R = \text{área} / \text{perímetro mojado}$

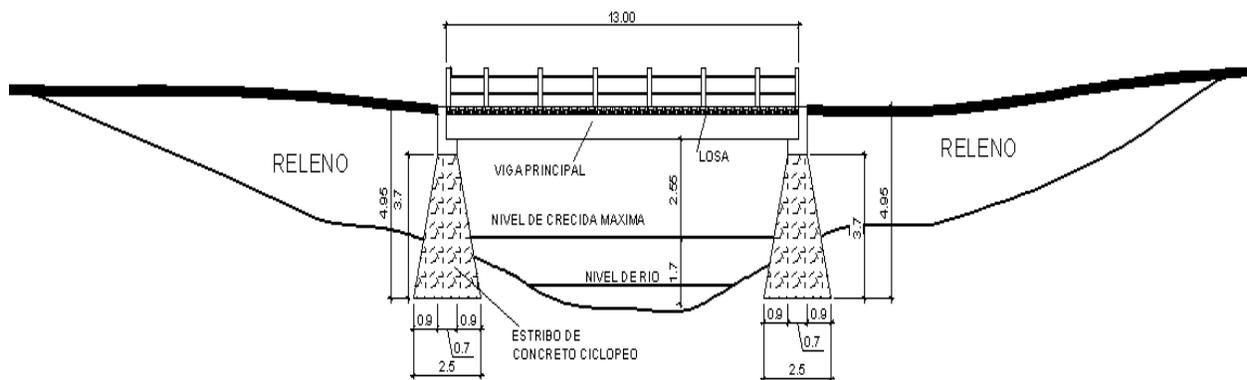
$R = 20,79 / 26,59 = 0,78$

Calculo del caudal máximo

$V = 1/0,20 * (0,78^{2/3} * 0,036^{1/2}) =$

$Q = V * A = 0,8038 * 20,79 \text{ m}^2 = 16,71 \text{ m}^3/\text{s}$

Figura 5. Sección: de Río La Loma



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2009.

3.4. Estudio del suelo

El estudio del suelo y sus características es fundamental determinarlas, ya que esta información es útil para pronosticar si el lugar es capaz soportar las cargas de utilidad y la estructura; evitando futuras fallas que puedan afectar el funcionamiento de la obra.

Se intentó realizar una perforación a cielo abierto en el lugar pero se encontró roca en ambos extremos del cauce del río por lo que se extrajo una muestra de roca del lugar, posteriormente se llevó la muestra al Centro de Estudios Superiores de energía y minas CESEM de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde se determinó la capacidad de carga y características de la roca:

Tipo de muestra: roca

Tipo: ígnea intrusiva

Color: gris oscuro

Composición: silicatos aluminicos de hierro y magnesio.

Nombre: Andesita

Características físico mecánicas son:

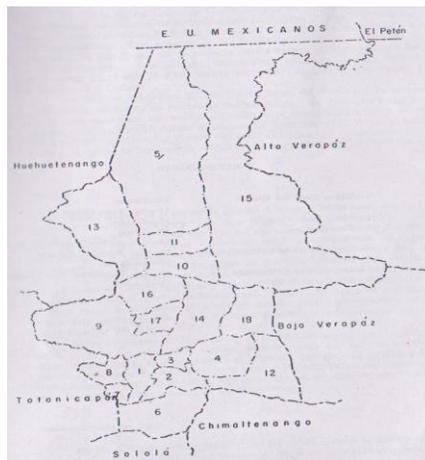
resistencia a la compresión 1 500 kg/cm²

densidad 2,5 ton/m²

El departamento de El Quiché está localizado en el oeste central de Guatemala. Tiene una forma casi rectangular tiene alrededor de 140 kilómetros de norte y 60 kilómetros de este a oeste. Este rodeado al oeste por los departamentos de Huehuetenango y Totonicapán: al norte por México; Al este por los departamentos de Chimaltenango y Sololá.

El departamento comprende 837 800 hectáreas siendo el cuarto en tamaño en el país, siendo el municipio 15 el municipio de San Miguel Uspantán

Figura 6. **Mapa del departamento de Quiché, mostrando la localización de los municipios**



Fuente: Clasificación de los suelos de Guatemala p. 593.

El relieve o topografía del departamento varía ampliamente y están representadas cuatro divisiones fisiográficas. La esquina sur del departamento está en las montañas volcánicas; y gran parte del tercio inferior esta en el altiplanicie central se encuentra los cerros de caliza y la parte norte se encuentra en la región de las tierra bajas del Petén- Caribe.

La división fisiográfica de las montañas volcánicas es una cadena de altas montañas que se extienden hacia el oeste desde el departamento de Chimaltenango, las altitudes están sobre los 2 400 metros.

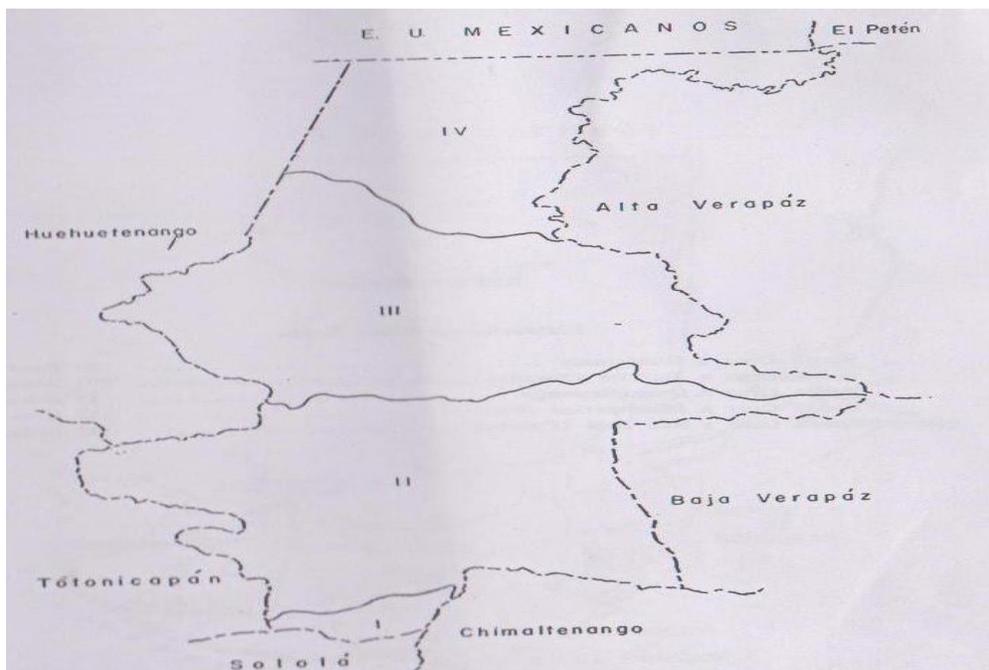
La división fisiográfica de la planicie central es un llano fuertemente ondulado formado principalmente por ceniza volcánica pomácea.

La región de los cerros de caliza consiste en cerros de penitentes desde fuertemente onduladas a inclinadas y en la parte norte el relieve es menos inclinado y el patrón de drenaje está bien desarrollado

Para las tierras bajas del Petén Caribe es una planicie ancha compuesta es una planicie ancha compuesta de materiales sedimentarios. Difusión fisiográfica del departamento de Quiché.

- I- Suelos de las montañas volcánicas
- II- Suelos de la altiplanicie central
- III Suelos de los cerros de caliza
- IV Suelos de las tierras bajas del Peten Caribe

Figura 7. **División fisiográfica del departamento de Quiché**



Fuente: Clasificación de los suelos de Guatemala p. 595 fig. 79.

El municipio de San Miguel Uspantán está situado entre las tres regiones según la división fisiológica la II, III y IV pero para efectos de la posición del lugar donde se posicionará la estructura del puente vehicular para el caserío agua colorada se sitúa en el número II o III suelos de los cerros de caliza o suelos de la altiplanicie central .

Suelos del departamento de El Quiché su uso y manejo

Los suelos del departamento de El Quiché han sido divididos en 24 unidades que consisten en 22 series de suelos y dos clases de terreno miselaneo vea la figura IX.

Figura 8. **Suelos de Quiché, según su agrupación área y extensión relativa**

	Área hectáreas	Hectáreas total	Por ciento	Por ciento total
I. Suelos de las Montañas Volcánicas				
Camanchá	13,320		1.59	
Totonicapán	3,304	16,624	0.39	1.98
II. Suelos de la Altiplanicie Central				
A. Suelos bien drenados, profundos, sobre ceniza volcánica de color claro:				
Patzité	12,813		1.53	
Quiché	97,228		11.61	
Sinaché	27,235	137,276	3.25	16.39
B. Suelos bien drenados, poco profundos:				
Salamá	2,410		0.29	
Zacualpa	16,718	19,128	2.00	2.29
C. Suelos bien drenados, profundos, sobre roca:				
Civija	30,907		3.69	
Sholanimá	26,117	57,024	3.12	6.81
D. Suelos poco profundos, bien drenados, sobre roca:				
Chol	42,886		5.12	
Sacapulas	48,216		5.76	
Subinal	3,607	94,709	0.43	11.31
E. Suelos mal drenados:				
Chixocol	1,335	1,335	0.16	0.16
Total Grupo II		309,472		36.96
III. Suelos de los Cerros de Caliza				
A. Suelos profundos:				
Amay	127,215		15.18	
Carchá	5,930	133,145	0.71	15.89
B. Suelos poco profundos:				
Calanté	147,949		17.66	
Cunén	2,342		0.28	
Chixoy	36,420		4.34	
Toquiá	19,163	205,874	2.29	24.57
Total Grupo III		339,019		40.46
IV. Suelos de las Tierras Bajas del Petén-Caribe				
A. Suelos bien drenados:				
Tzejá	148,411	148,411	17.71	17.71
B. Suelos mal drenados:				
Chapayal	9,306	9,306	1.11	1.11
Total Grupo IV		157,717		18.82
V. Clases Misceláneas de Terreno				
Suelos Aluviales no diferenciados	3,304		0.39	
Suelos de los Valles, no diferenciados	11,664	14,968	1.39	1.78
AREA TOTAL		837,800		100.00

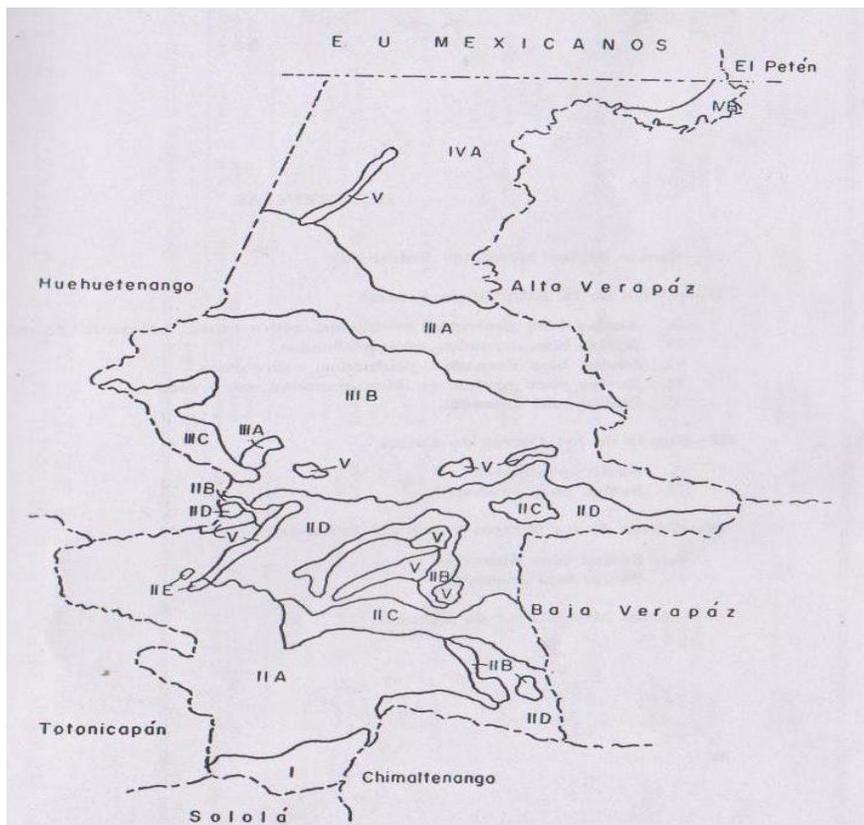
Fuente: Clasificación de los suelos de Guatemala p. 603 cuadro 107.

Estos han sido divididos en cinco amplios grupos: I suelos de las montañas volcánicas, II suelos de la altiplanicie central, III Suelos de los cerros

de caliza, IV. Suelos de tierras bajas del Peten-Caribe y V. Clases misceláneas de terreno.

Los grupos II, III, y IV han sido divididos según el drenaje, la profundidad del suelo y el material madre, los subgrupos en el grupo II. Son: A. Suelos bien drenados, profundos, sobre ceniza volcánica de color claro, B. suelos bien drenados, pocos profundos sobre ceniza volcánica de color claro, C suelos bien drenados, profundos sobre roca, D. suelos bien drenados, poco profundos sobre roca, y E suelos mal drenados.

Figura 9. **Localización de diferentes grupos de suelo**



Fuente: Clasificación de los suelos de Guatemala. P. 605, figura 80

Según la localización donde se edificará la estructura del puente del caserío agua colorada se puede tomará la clasificación II, D suelos poco profundos, bien drenados sobre roca. Y la clasificación III B suelos de los cerros de caliza, suelos poco profundos.

Tomando en cuenta la referencia bibliográfica expuesta anteriormente sobre el suelo que presenta las distintas regiones del departamento de Quiché, según el texto el lugar donde se edificará la estructura predomina roca, coincide con el resultado del CESEM, ya que se llevó una muestra de la roca y se determinó su alto grado de capacidad de carga por lo sé optó como consideración una resistencia mucho menor al recomendado el cual fue de 25 000 kg/cm² en la cual la roca no sufrirá esfuerzos que puedan cáusale asentamiento o deformación.

Es imprescindible realizar un sondaje de exploración in situ en la roca por lo menos 4 perforaciones mecánicas, dos en ambos lados para determinar el tipo de anclaje que se debe utilizar para enlazar los estribo a esta, este tipo de exploración se realiza mediante rotación mecánica con una corona de diamante refrigerada con agua y adaptada a unas barras de perforación obteniendo una muestra representativa de la roca desde la superficie hasta la profundidad recomendada, de las muestras extraídas se llevan a laboratorio para determinar las propiedades físicomecánicas, el especialista en suelos determinará la capacidad real de la carga estática y sísmica proporcionada en un informe.

3.5. Datos y bases de diseño

La superestructura del puente será constituido de concreto reforzado compuesto por una losa plan, dos vigas, barandas y tope de protección. La

subestructura estará dotada de estribos de concreto ciclópeo, viga de apoyo y cortinas de concreto reforzado.

El diseño del puente se realizará en base a las especificaciones de la norma AASHTO y los requisitos del concreto armado para los elementos estructurales se utilizarán las recomendaciones de las normas del Instituto Americano del Concreto ACI 318-08.

Datos.

Luz libre: 13,00 m.

Ancho de rodadura: 3,65

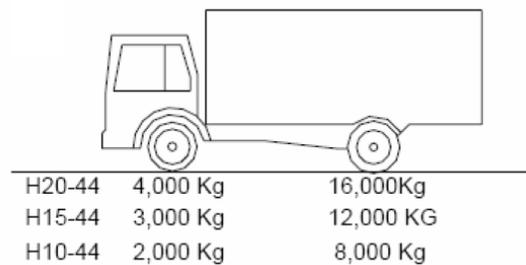
Número de carriles: 1

Ancho de acera: 0,60 m

Ver geometría definida hoja 71

Carga viva AASTHO: H15-44

Figura 10. **Carga Viva estándar de camión H**



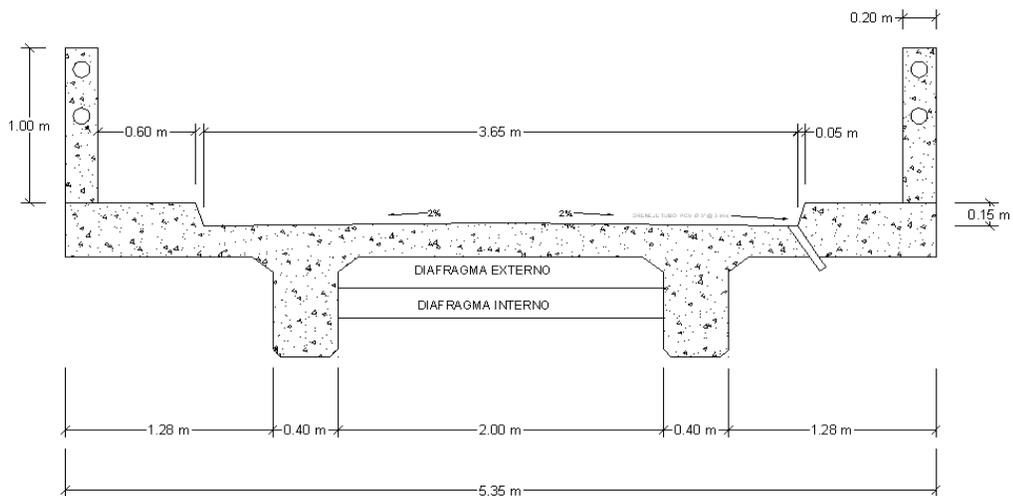
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

3.6. Diseño de superestructura

La superestructura está constituida por losa plana, vigas, diafragmas, banquetas y carpeta de rodadura. Estos elementos están por encima de los apoyos a los que las vigas transmiten las cargas de uso y peso propio.

3.6.1. Geometría

Figura 11. Geometría de puente



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

3.6.2. Pre-dimensionamiento de sección de viga

La viga debe tener un peralte no menor a $L/16$.

La base no debe ser menor que el peralte entre 3,5 para no chequear por lado.

$$H = L/16$$

$$B = H^2/5$$

$$\text{Asstho } H = 0,065 \cdot L$$

Por lo tanto:

$$H = 13/16 = 0,8125 \text{ m}$$

$$H = 0,065 \cdot 13 = 0,845 \approx 0,85 \text{ m}$$

Por razones constructivas se propone $H = 1,00 \text{ m}$

$$B = 0,40 \approx 0,40 \text{ m}$$

Por lo tanto la sección queda definida $0,40 \times 1,00 \text{ m}$.

La separación S será de 1,5 a 2 veces el peralte de las vigas y los valores suelen estar entre 2 a 3 metros.

$$S = 0,85 \times 2 = 1,70 \text{ pero por razones constructivas se establece } S = 2$$

3.6.3. Diseño de losa

La losa plana del puente se diseñará con las recomendaciones de AASTHO, la cual recomienda determinar el sentido en que actúan las cargas las que en este proyecto se toma como un solo sentido, lado corto por lo que el acero se colocará perpendicular al sentido del tráfico.

Según las recomendaciones de AASTHO 8.9.2 para el cálculo del espesor para losas con acero de refuerzo perpendicular al tránsito, el espesor (t) se determina de la siguiente ecuación:

$$t = ((1,2(L+3,05))/30) \geq 0,175$$

Donde:

t = espesor de la losa

L = luz libre entre vigas (2.00 m) obtenido en la pre dimensionamiento de la viga

$$t = (1,2(2,00+3,05))/30 = ,175 \text{ tomado como espesor } t= 0.20 \text{ m}$$

3.6.3.1. Cálculo de peralte

Como se terminó el espesor $t= 0,20\text{m}$ el peralte se determina de la siguiente manera.

$$d= \text{espesor de la losa} - \text{recubrimiento} - \Phi \text{ varilla}/2$$

Donde:

d= peralte

Φ varilla = diámetro de la varilla de $\frac{1}{2}$ "

$$d = 0,20 - 0,025 - 0,00795 = 0,17 = 17 \text{ cm}$$

3.6.3.2. Integración de cargas

Para las cargas de diseño se tienen carga muerta, viva, de impacto que aportan una producción de momento aplicados a la carga viva.

Carga muerta:

Para la carga muerta se consideró la carga por peso propio de la losa, tope, postes y barandal.

Se toman dos cargas, la central y la del voladizo

$W_{cm \text{ central}} = W_{losa}$

$W_{losa} = 0,20 \times 1,20 \times 2 \times 400 = 576 \text{ Kg/m}$

$W_{cm \text{ voladizo}} = W_{losa} + w_{tope} + w_{poste} + w_{baranda}$

$W_{barandales + tubo \text{ Hg}} = 40 \text{ Kg/m}$

$W_{losa} = 0,20 \times 1,2 \times 2 \times 400 = 576 \text{ kg/m}$

$W_{tope} = 0,60 \times 0,15 \times 2 \times 400 = 216 \text{ Kg/m}$

$W_{cm \text{ voladizo}} = 832 \text{ Kg/m}$

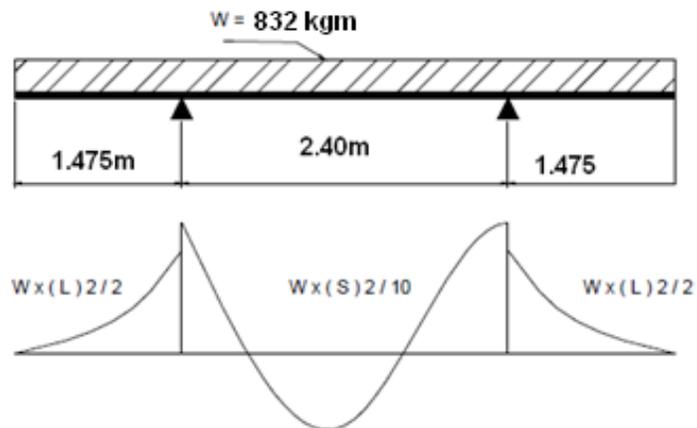
Carga viva:

Para la carga viva se utilizó el camión H15-44

$P = 12\,000 \text{ lb. } 5442,16 \text{ lb.}$

3.6.3.3. Cálculo de momentos

Figura 12. Diagrama de momentos



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2009

3.6.3.3.1. Momentos por carga muerta

Momento en voladizo

$$M_{vol} = (WL^2)/2 = (832 \cdot 1,475^2)/2 = 905,06 \text{ Kgm}$$

Momento entre vigas

$$M_{central} = (WL^2)/10 = (576 \cdot 2,4^2)/10 = 331,77 \text{ Kgm}$$

La carga que genera mayor momento es en la sección en voladizo 905,06 Kgm², se considera esta para los cálculos del acero de refuerzo.

3.6.3.3.2. Momentos por sobrecarga

Para determinar el momento de carga viva según las recomendaciones de AASTHO 3.24.3.1 caso A en que se establece para refuerzo perpendicular al tráfico la ecuación siguiente:

Tramo central

$$MCV = (0,80(s+32)P)/2$$

Donde:

MCV = momento de carga viva (lb-pie)

S = separación entre vigas (pies)

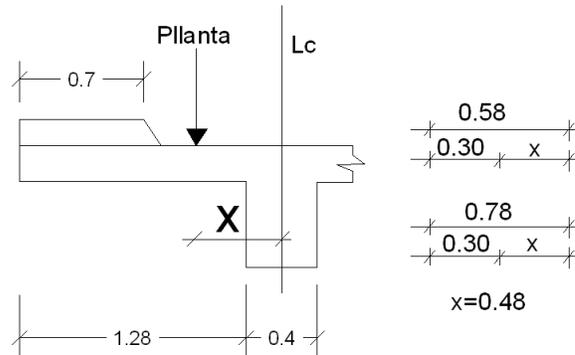
P = carga de de camión (lb)

Separación entre vigas 2,00 m, 6,56 pies

$$MCV = 0,80 \cdot (6,56 + 2/32) \cdot 12\,000 = 2\,568 \text{ lb-pies; } 355,04 \text{ kg-m}$$

Tramo en voladizo

Figura 13. **Distancia de aplicación de carga en voladizo**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009

$$M_{cv} = (PX) / E$$

Donde:

M_{cv} = momento de carga viva

P = carga aplicada

E = $0,8X + 1,143$

$$M_{cv} = (12\ 000 * 0,48) / (0,8 * 0,48 + 1,143) = 3\ 772,10 \text{ lb-pies}; 520.00 \text{ kg-m}$$

3.6.3.3.3. **Momento debido al impacto**

Se establece en AASTHO 1.2.12 que el momento de impacto es el valor del momento de carga viva incrementada igual o menor en un 30 % determinada con la ecuación siguiente:

Tramo central

$$I=15,29/((L+38))$$

Donde

I= factor de impacto

L= separación entre vigas

$$I= 15,29/((2+38))= 0,38$$

$$I= 38 \% > 30 \%$$

Por lo tanto se establece que el valor a utilizar es un 30 %, ya que no puede ser mayor a este y el valor de carga viva mas el de impacto queda.

$$M_{CV+I} = 355.04 \text{ Kg-m} * 1,30 = 461,55 \text{ Kg-m}$$

Tramo en voladizo

Se incrementa en un 30 % del momento obtenido en el voladizo

$$M_{cv+lv} = 520 * 1,30 = 676 \text{ kg-m}$$

3.6.3.3.4. Momento último

El momento último integra los momentos obtenidos anteriormente según la recomendación de AASTHO 1.2.22 la ecuación es:

$$M_U = 1,3 (M_{CM} + 5/3(M_{CV}+I))$$

Tabla III. **Tabla resumen de combinación momentos**

Elemento	Mcm	Mcv	MU= 1,3*(Mcm + (5/3(Mcv+I)))
VOLADIZO	Kg-m	kg-m	MU= 2 641,24
M(-) vol	905,06		
M(+) vol		520	
I vol		676	
TRAMO CENTRAL	Mcm	Mcv	MU= 1.3*(Mcm + (5/3(Mcv+I)))
	Kg-m	kg-m	MU=1431.25
M(-) central	331,71		
M(+) central		355,04	
I central		461,55	

Fuente: elaboración propia.

3.6.3.4. **Chequeo de peralte**

Varilla Núm. 4

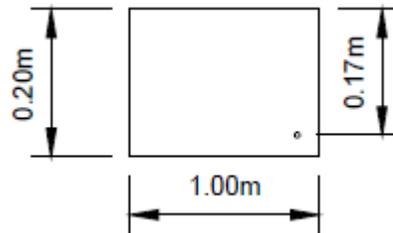
$D = t\text{-recubrimiento} - (1/2) \text{ diámetro}$

$D = 20 - 2,5 - (1,27/2) = 16,97 \text{ cm}$

3.6.3.5. **Cálculo de refuerzo As**

Se considera un ancho de un metro de ancho y canto de 20 cm perpendicular a las vigas de apoyo.

Figura 14. Franja de diseño de losa



Fuente: elaboración propia.

Datos:

$$M_u = 2\,641,24 \text{ kg-m}$$

$$D = 0,169 \text{ m}; 17 \text{ cm}$$

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

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

$$f'_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = [db - \sqrt{[(bd)]^2 - Mb / (0,003825 \cdot f'_c)}] \cdot (0,85 \cdot f'_c) / f'_y$$

$$A_s = [16,90 \cdot 100 - \sqrt{[(16,90 \cdot 100)]^2 - (2\,641,24 \cdot 100) / (0,003825 \cdot 281)}] \cdot b(0,85 \cdot 281) / (4\,200)$$

$$A_s = 4,22 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero transversal principal perpendicular al tráfico de la cama inferior.

Acero mínimo

$$A_{smin} = (0,8 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d) / f'_y$$

$$A_{smin} = (0,8 \cdot \sqrt{281} \cdot 100 \cdot 16,90) / 4 \cdot 200 = 5,39 \text{ cm}^2$$

Pero no menor a

$$A_{smin} = (14,1 / f_y) \cdot d \cdot b = 14,1 / (4 \cdot 200) \cdot 16,90 \cdot 100 = 5,67 \text{ cm}^2$$

$A_s < A_{smin}$ entonces se utilizara acero mínimo

Utilizando varillas Núm. 4 con área de varilla = $1,27 \text{ cm}^2$

$$\text{No de varillas} = 5,67 / 1,27 = 4,46 \text{ varillas}$$

Espaciamientos

$$S = 100 / 4,46 = 22,38 \text{ cm}$$

Se colocaran varillas Núm.4 @ 0,25 cm

Cálculo de acero de refuerzo transversal en cama superior según recomendaciones de AASTHO 3.24.12 el acero a colocar es por temperatura.

$$A_{s \text{ temperatura}} = 0,002 \cdot b \cdot t = 0,002 \cdot 100 \cdot 20 = 4 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas Núm. 4 varilla = $1,27 \text{ cm}^2$

$$\text{Núm. de varillas} = 4 \text{ cm}^2 / 1,27 \text{ cm}^2 = 3,15 \text{ varillas}$$

Espaciamientos

$$S = 100 / 3,15 = 31,75 \text{ se tomara como } 0,30 \text{ m}$$

Por lo tanto varillas Núm. 4 @ 0,30 m.

Cálculo de refuerzo longitudinal para camas superior e inferior que se colocara paralelo al tráfico las recomendaciones en AASTHO 3.24.10.2 el refuerzo debe ser como máximo el 67 % del refuerzo transversal entonces se tiene:

$$A_s = 0,67 \cdot 5,67 = 3,79 \text{ cm}^2$$

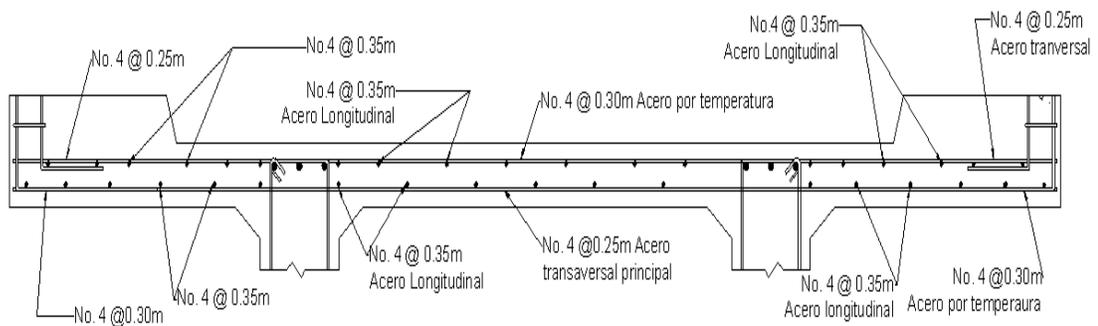
$$\text{Núm. de varillas} = 3,79 / 1,27 \text{ cm}^2$$

Espaciamientos

$$S = 100 / 2,98 = 35 \text{ cm}$$

Por lo que se colocaran varillas Núm. 4 @ 0,35 m

Figura 15. Armado de losa



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

3.6.4. Diseño de la acera

Para la acera se utilizará el mismo área de acero requerida para la losa del puente, ya que el momento utilizado para el cálculo fue el de voladizo con una diferencia mínima ver página 77.

3.6.4.1. Cálculo de momento

El momento que se obtuvo y el cálculo se determinó el área de acero

$$M_U = 1\,435,06 \text{ Kg-m}$$

$$A_s = 5,67 \text{ cm}^2$$

Cama superior

Longitudinal Núm. 4 @ 0,25m

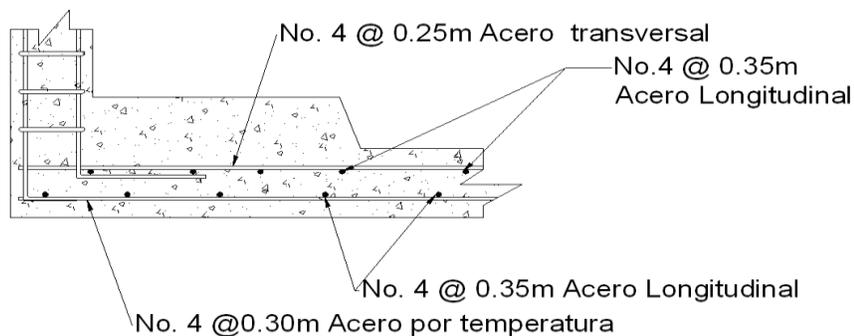
Transversal Núm. 4 @ 0,35m

Cama inferior

Longitudinal Núm. 4 @ 0,30m

Transversal Núm. 4 @ 0,35m

Figura 16. **Armado de acera**

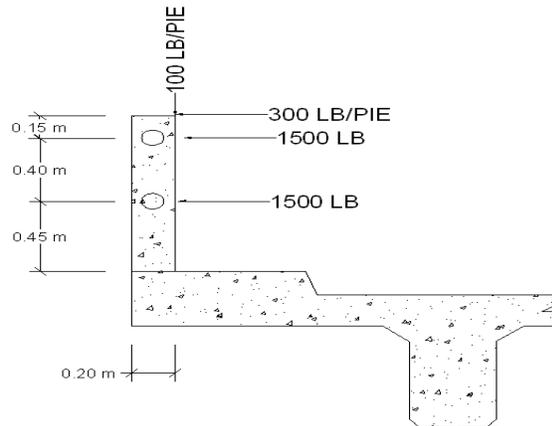


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

3.6.5. **Barandal**

El barandal del puente tienen una sección de 0.15*0.20*1.0 m de concreto reforzado con cuatro varillas Núm. 4 más eslabones Núm. 3 a 0,10m a una separación de 1,85 para la carga de camión estandarizada, AASTHO recomienda para el diseño de los postes una carga vertical de 100 lb/pie = 148 kg/m y una carga horizontal de 300 lb/pie = 436,39 kg/m. a continuación se considerando la carga viva y muerta para los cálculos.

Figura 17. Diagrama de las carga que actúan en la baranda



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

$$W_{cm} = 1,3 \cdot 2400 \cdot 0,15 \cdot 0,20 = 93,60 \text{ kg} = 206,31 \text{ lb}$$

$$W_{tubo} = 1,30 \cdot 3,65 \cdot 6,56 \cdot 2 = 62,25 \text{ lb} = 20,25 \text{ kg}$$

$$W_{cv} = 100 \text{ lb/pie} = 100 \cdot 0,6561 = 65,61 \text{ lb} = 29,80 \text{ kg}$$

$$W_{cv} = 300 \text{ lb/pie} = 300 \text{ lb} \cdot 3 = 900 \text{ lb} = 408,4 \text{ kg/m}$$

$$P_t = 206,31 \text{ lb} + 62,25 + 65,61 = 334,17 \text{ lb} = 151,70 \text{ kg}$$

$$\text{Momento resultante} = 1122,7 \text{ kg-m}$$

$$F_y = 2810 \text{ kg/m}^2$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$d = 20 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 17 \text{ cm}$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$M_u = 1122,7 \text{ Kg-m}$$

$$A_s = 2,86 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = (0,25 \cdot \sqrt{f'_c}) \cdot b \cdot d / f'_y$$

$$A_{smin} = (0,25 \cdot \sqrt{210} \cdot 15 \cdot 16,90) / 2 \cdot 810 = 32 \text{ cm}^2$$

Pero no menor a

$$A_{smin} = (14,1 / 2 \cdot 810) \cdot 15 \cdot 17 = 0,85 \text{ cm}^2$$

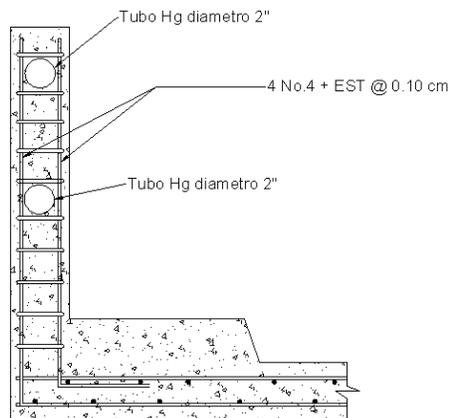
Varilla Núm. 4 area $1,27 \text{ cm}^2$

Varillas a utilizar = $2,86 / 1,27 = 3,2$ varillas

Entonces

4 Núm. 4 grado 40 + est Núm. 3 @ 0,10

Figura 18. **Armado de barandal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

3.6.6. **Diseño de vigas principales**

Las vigas de concreto son utilizados en puentes los cuales pueden ser de concertó reforzado en puentes con luces cortas, para luces muy grandes es

recordable usar vigas ya sea pretensadas o pos tensadas, el número de vigas que se utilizará será determinado por el número de carriles o el ancho que tenga la vía regularmente se toma el número de carriles más uno. El puente diseñado en este proyecto será de una vía por lo que será necesario dos vigas.

Según el predimensionamiento calculando la altura H de la viga según ACI para no chequear deflexiones $H = L/16$ y base de $2/5 \times d$ para no determinar ladeo, las dimensiones se determinaron en el predimensionamiento ver página 72.

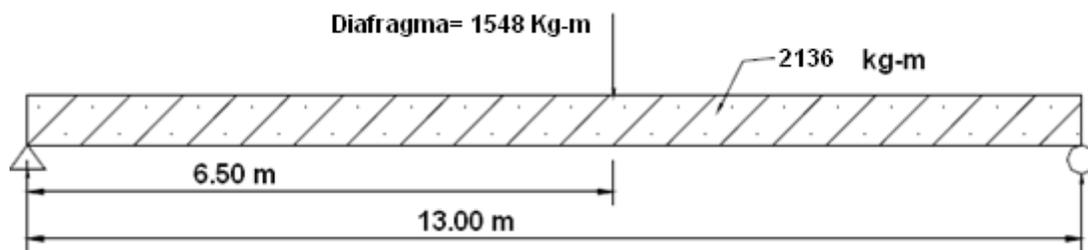
$H = L/16 = 13/16 = 0,825$ por lo que por razones constructivas se propuso 1.00 m.

Siendo la base

$B = 2/5 d = 2/5 * 0,825 = 0,33\text{m}$ por lo que se toma 0,40 m.

3.6.6.1. Cálculo del momento de carga muerta

Figura 19. Diagrama de cuerpo libre de carga muerta



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

Integración de cargas

$$W_{\text{losa}} = 1\,280 \text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{tope}} = 216 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{poste}} + \text{baranda} = 40 \text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{viga}} = b \cdot h \cdot \gamma = 0,40 \cdot 10 \cdot 2\,400 = 816 \text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{cm}} = 2\,136 \text{ kg-m actuando como carga distribuida}$$

Actuando como carga puntual el peso propio de los diafragmas

$$\text{Diafragma exterior} = b \cdot h \cdot r \text{ ver pre dimensionamiento en página 93}$$

$$P_{\text{diafragma exterior}} = 0,3 \cdot 5 \cdot 2\,400 \cdot 2 = 720 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{diafragma Interior}} = 720 \text{ kg}$$

$$P_{\text{diafragma interno}} = 828 \text{ kg}$$

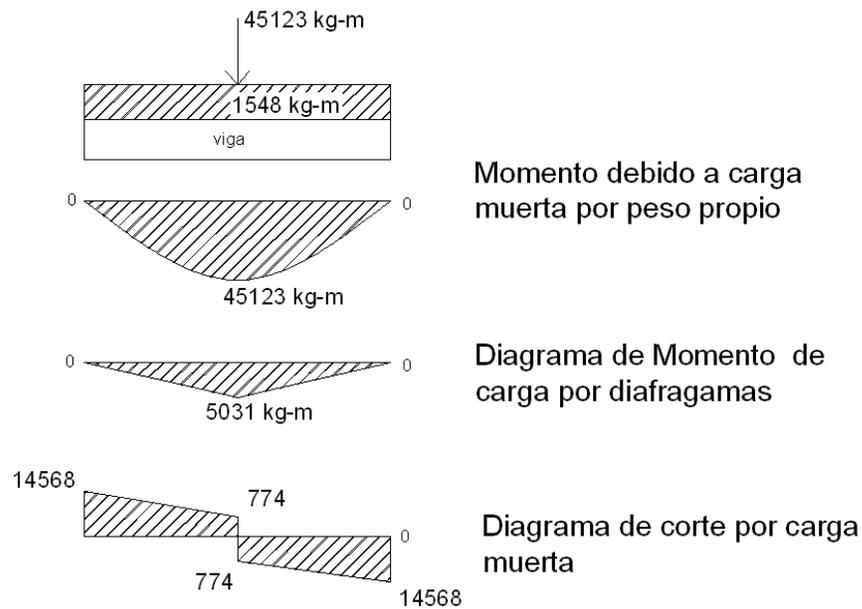
$$P_{\text{total}} = 1\,548 \text{ kg}$$

$$\text{Carga Diafragmas} = 1\,548 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{max}} = (WL^2)/8 + (Pa/4)$$

$$M_{\text{max}} = (2\,136 \cdot [13]^2)/8 + (1\,548 \cdot 6,50/4) = 55\,185 \text{ kg-m}$$

Figura 20. **Diagrama de momentos y cortante en viga por carga muerta**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

M_{max} por carga muerta

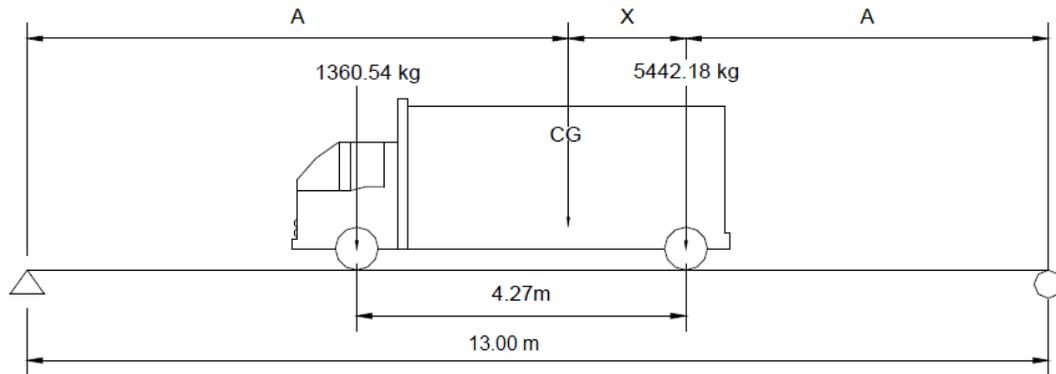
$M_{max}=55\ 185\ Kg\cdot m$

3.6.6.2. Cálculo del momento por carga viva

3.6.6.2.1. Cálculo del momento por sobrecarga

Para la carga viva se utilizó la carga H15-44 recomendado por AASTHO para el cálculo de momento en puentes, este momento máximo sobre las vigas se da cuando el camión se encuentra en un lugar crítico respecto al centro de gravedad y tomando el mayor momento que ejercen las fuerzas actuantes.

Figura 21. Diagrama del centro de gravedad



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

Se determina el valor de X al centro de gravedad

$$\sum MCG=0$$

$$-1360(4,27-x)+5442X = 0$$

$$-5807,20+1360+5442X = 0$$

$$5807.20 = 1360X+5442X$$

$$5807.20 = 6802X$$

$$X=,8537$$

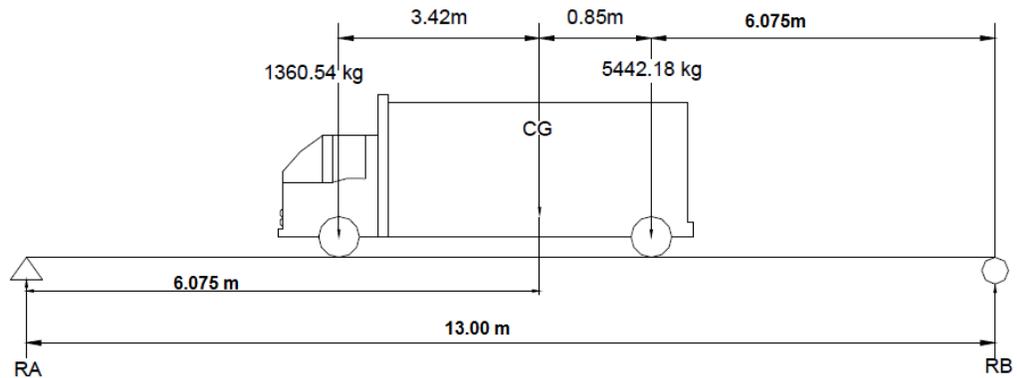
$$A+,85+A=13$$

$$2A+.85=13$$

$$2A=13 - 0,85$$

$$A=(13-0,85)/2=6,075$$

Figura 22. Diagrama de cuerpo libre para carga viva



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

$$\sum MB=0$$

$$13R_A - 1360.54 \cdot 10.335 - 5442.18 \cdot 6.075 = 0$$

$$13R_A = 47115.80$$

$$R_A = 3624.29 \text{ Kg}$$

$$\sum F_y = 0$$

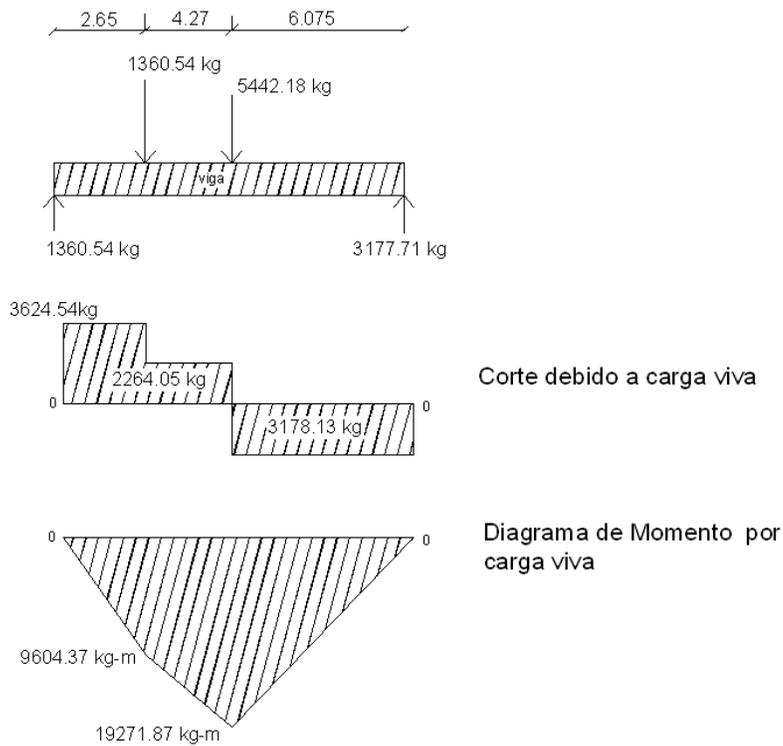
$$R_A + R_B - 5442 = 0$$

$$R_B = 1360.54 + 5442 - R_A$$

$$R_B = 3177.71 \text{ Kg}$$

Se realiza un corte en donde se aplica la mayor carga, ente caso se toma la reacción $R_B = 3177,71 \text{ Kg}$ para terminar el momento máximo.

Figura 23. Diagrama de corte y momento por carga



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

$$M_{max} = 3\,177,71 \cdot (2,65 + 6,075) - 5\,442 \cdot 0,85 = 19\,271,87 \text{ Kg-m}$$

3.6.6.3. Cálculo del momento por impacto

El incremento del momento producido por la carga viva debe ser igual o menor en un 30 % y debe ser considerada en toda la longitud de la viga.

$$I = 15,24 / (L + 38) \quad \text{donde } L = (\text{Luz de vigas})$$

$$I = 15,24 / (13 + 38) = 0,29$$

Factor de distribución

Para puente de 1 vía = $S/6,5$ si $S < 6'$

Para puente de 2 vías = $s/6$ si $s < 10'$

S = espaciamiento en vigas en pies = $7,87'$

$l = 7,87/6,5 = 1,21$

3.6.6.4. Cálculo del momento último

$$MU = 1,30 [M_{cm} + 5/3(M_{cv} * l * fd)]$$

$$MU = 1,30 [55\ 185 + 5/3(19\ 271,87 * 1,29 * 1,21)] = 132\ 069 \text{ Kgm}$$

3.6.6.5. Cálculo del refuerzo longitudinal y transversal

Datos para el cálculo de acero a flexión

$$M_u = 132\ 069 \text{ Kg-m}$$

$$b = 40 \text{ cm}$$

El peralte se determinó = d se determinó

$$d = \text{altura } h - \text{recubrimiento} = 100 - 5 = 95 \text{ cm}$$

$$d = 95 \text{ cm}$$

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

$$f_y = 4\ 218 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = [db - \sqrt{ [(bd)]^2 - Mb / (0,003825 * f'_c) }] * (0,85 * f'_c) / f_y$$

$$A_s = [40 \cdot 95 - \sqrt{[(40 \cdot 95)]^2 - (130 \cdot 518 \cdot 40) / (0,003825 \cdot 281)}] \cdot (0,85 \cdot 281) / (4 \cdot 200)$$

$$A_s = 40,5897 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima

$$A_{smin} = (0,80 \cdot \sqrt{f_c}) \cdot b \cdot d / f_y$$

$$A_{smin} = (0,80 \cdot \sqrt{281} \cdot 40 \cdot 95) / 4 \cdot 200 = 12,13 \text{ cm}^2$$

Pero no menor a

$$A_{smin} = \rho_{min} \cdot d \cdot b$$

$$\rho_{min} = 14,1 / 4 \cdot 200 = 0,003557$$

$$A_{smin} = 0,003357 \cdot 95 \cdot 40 = 12,75 \text{ Cm}^2$$

$$\rho_b = (0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c) / f_y \cdot (6 \cdot 090) / (6 \cdot 090 + f_y) \quad \beta = 0,85$$

$$\rho_b = (0,85 \cdot 0,85 \cdot 281) / (4 \cdot 200) \cdot (6 \cdot 090) / (6 \cdot 090 + 4 \cdot 200) = 0,028609$$

Área de acero máximo

$$A_{smax} = 0,5 \cdot \rho_b \cdot b \cdot d$$

$$A_{smax} = 54,35 \text{ cm}^2$$

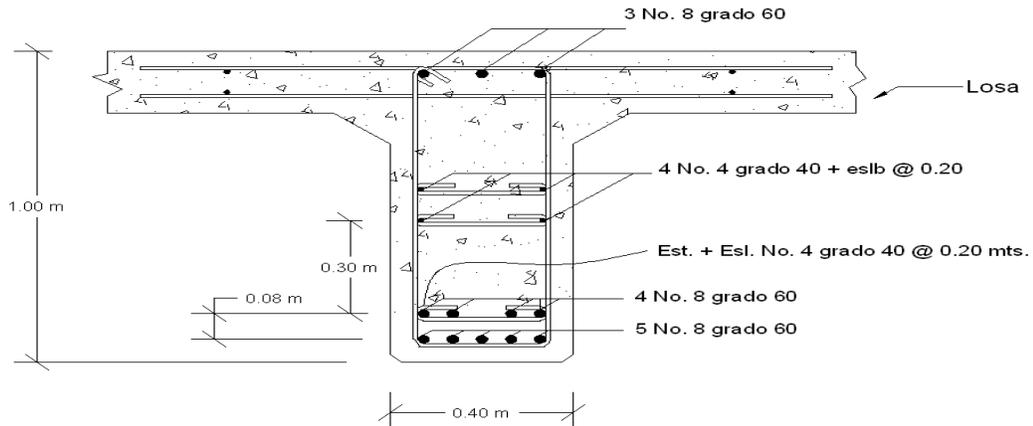
Chequeando el área de acero

$$A_{smin} < A_s < A_{smax}$$

$$12,75 < 40,58 < 54,35$$

Por lo que el armado queda 9 Núm. 8

Figura 24. Armado de acero de refuerzo en viga principal



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

3.6.6.6. Cálculo del refuerzo por compresión

Refuerzo longitudinal de la cama inferior

Se recomienda utilizar el 33 % de A_s ($43,98 \text{ cm}^2$)

$$43,98 \text{ cm}^2 * 0,33 = 14,51 \text{ cm}^2$$

Por lo que requiere 3 Núm. 8

Acero de refuerzo superficial

El ACI 318-08 R.10.6.7 recomienda colocar acero de refuerzo para evitar agrietamiento cerca de las caras verticales de la zona de tracción usualmente se utiliza varias de Núm. 3 a Núm. 5 con un espaciamiento

$$S = 380(280/f_s) - 2,5C_c$$

$$F_s = (M/pas)$$

$$F_s = (2/3)f_y$$

Donde:

C_c = es las menores distancias de la superficie del refuerzo a la zona de tracción en este caso es de 5mm

$$F_y = 420 \text{ Mpas}$$

$$C_c = 5 \text{ mm}$$

$$F_s = \frac{2}{3} * (420) = 280 \text{ Mpas.}$$

$$S = 380 * \left(\frac{280}{280}\right) - 2,5 * 50 = 25,5 \text{ mm}$$

Por lo que la separación de acero de refuerzo superficial es de 25 cm en ambas camas

Por lo tanto utilizar 4 Núm. 4 + eslab Núm. 3 @ 0,3

Diseño a corte

$$V_{cm} = WL/2 + P$$

P = peso de la vigas

$$W_{cm} = 2 \text{ 136 kg/m}$$

$$\text{Diafragma interno} = 828 \text{ kg}$$

$$\text{Diafragma externo} = 720 \text{ kg}$$

$$V_{cm} = (2 \text{ 136} * 13) / 2 + (828 + 720) / 2 = 11 \text{ 382 kg}$$

$$\sum MCR_2 = 0$$

$$R_1 * 13 - 542(13) - 1 \text{ 360} * 8,73 = 0$$

$$R_1 = (5 \text{ 442} * 13 + 1 \text{ 360} * 8,73) / 13 = 6 \text{ 355,29 kg}$$

$$V_{cv} = 6 \text{ 355,29} * F_d = 6 \text{ 355,29} * 1,21 = 7 \text{ 689,90 kg}$$

Por impacto

$$V_{cv} * I = 7 \text{ 689,90} * 1,29 = 9 \text{ 919,971}$$

Corte último

$$V_u = 1,30 \cdot [V_{cm} + 5/3(V_{cm} \cdot I \cdot F_d)]$$

$$V_u = 1,30 \cdot [V_{cm} + 5/3(7\,689,90 \cdot 1,29 \cdot 1,2)]$$

$$V_u = 40\,588,50 \text{ kg}$$

Corte resistente del concreto

$$V_{cr} = 0,53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \cdot 0,85$$

$$V_{cr} = 0,53 \cdot \sqrt{210} \cdot 40 \cdot 80 \cdot 0,85$$

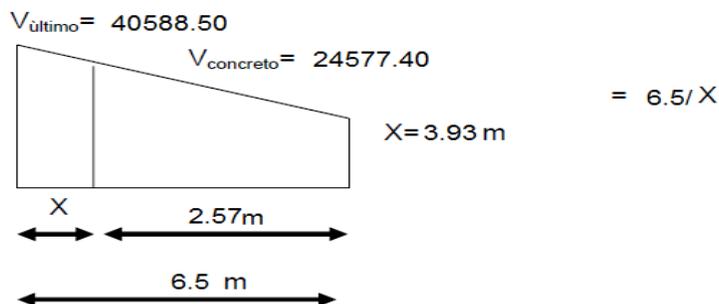
$$V_{cr} = 24\,577,40$$

V_s = Corte que hace falta reforzar

$$V_s = 40\,588,50 - 24\,577,40 = 16\,011,10 \text{ kg}$$

$$\Phi \cdot 1,1 \cdot (b \cdot d) \cdot \sqrt{210} < v_s < 2,10 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{210}, \text{ entonces } S_{max} = d/4$$

Si $V_s < \Phi \cdot 1,1 \cdot (b \cdot d) \cdot \sqrt{f_c}$ entonces $S_{max} = d/2$, realizando los cálculos se tiene



$$V_s < \Phi \cdot 1,1 \cdot (b \cdot d) \cdot \sqrt{f_c}$$

$$V_s < 25\,504,82$$

Entonces $S_{max} = 80/2 = 0,40$ por lo que se usará 0,30 m en los 2,5 m. y el se determina de la siguiente manera:

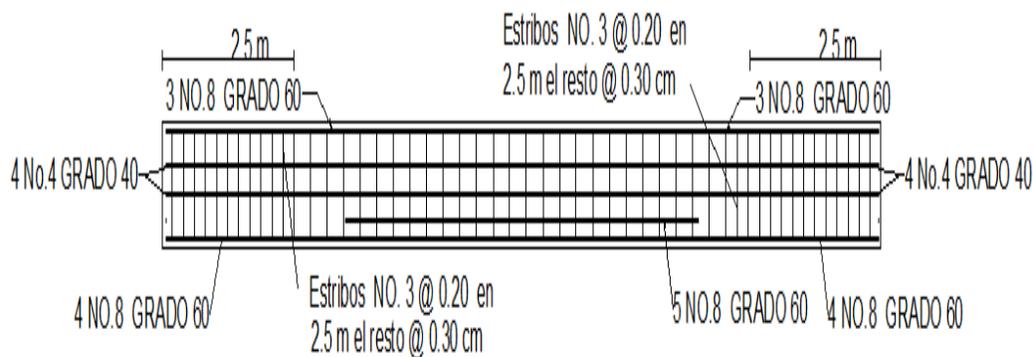
$$S = (2 \cdot a_v \cdot f_y \cdot d) / (v_n - v_c)$$

$$V_n = V_u / 0,85$$

$$V_n = (40\ 588,50) / 0,85 = 47\ 751,17$$

$$S = (2 \cdot 0,71 \cdot 4\ 210 \cdot 80) / (47\ 751,17 - 24\ 577,40) = 20,63\text{ cm}$$

Figura 25. **Acero de refuerzo a corte en viga**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

3.6.7. **Diseño de diafragmas**

Según AASTHO 1.7.4 (d), cuando la luz de la superestructura es mayor a 40 pies (12,19m), es necesario colocar diafragmas en el punto medio o en dos tercios de la luz.

Los diafragmas son elementos estructurales diseñados para resistir las deformaciones laterales y transversales de las vigas de la superestructura de un puente entre estas el alabeo y el lado lateral.

Es proyecto se diseñaron dos diafragmas interiores y dos exteriores, ya que la luz del puente supera los 40 pies de longitud. Para determinar la altura de los diafragmas exteriores es necesario tomar la altura de las vigas principales, ya que estos serán $\frac{1}{2}$ de esta altura y los interiores en $\frac{3}{4}$ la altura de las vigas. En cualquier otro caso serán como mínimo 50 cm.

El ancho será de 0.30 m, en cualquier caso, pues se considera que dicho ancho es mínimo recomendable, el recubrimiento mínimo es de 2 pulgadas.

Los diafragmas externos no están diseñados para soportar cargas provenientes de la losa por lo tanto se les proporcionan refuerza con aérea de acero mínimo.

Altura de la viga $h = 1,00$

Diafragma interior $h = (\frac{3}{4}) * 1,00 = 0,75$

La base $b = 30$ cm

Acero mínima

$A_{smin} = (14,5 * b * d) / f_y = (14,1 * 30 * 75) / 2810$

$A_s = 11,61$ cm²

4 Núm. 6 grado 40 en ambas camas

Espaciamiento de estribos

$S_{max} = (1/2)d = 0,5 * 0,70 = 0,35$ m

Se coloca Núm. 3 @ 0,30

Acero de refuerzo superficial

El ACI 318-08 R.10.6.7 recomienda colocar acero de refuerzo para evitar agrietamiento cerca de las caras verticales de la zona de tracción usualmente se utiliza varias de Núm. 3 a Núm. 5 con un espaciamiento

$$S = 380(280/f_s) - 2,5C_c$$

$$F_s = (M/pas)$$

$$F_s = (2/3)f_y$$

Donde C_c es las menores distancias de la superficie del refuerzo a la zona de tracción en este caso es de 5mm

$$F_y = 420 \text{ Mpas}$$

$$C_c = 5 \text{ mm}$$

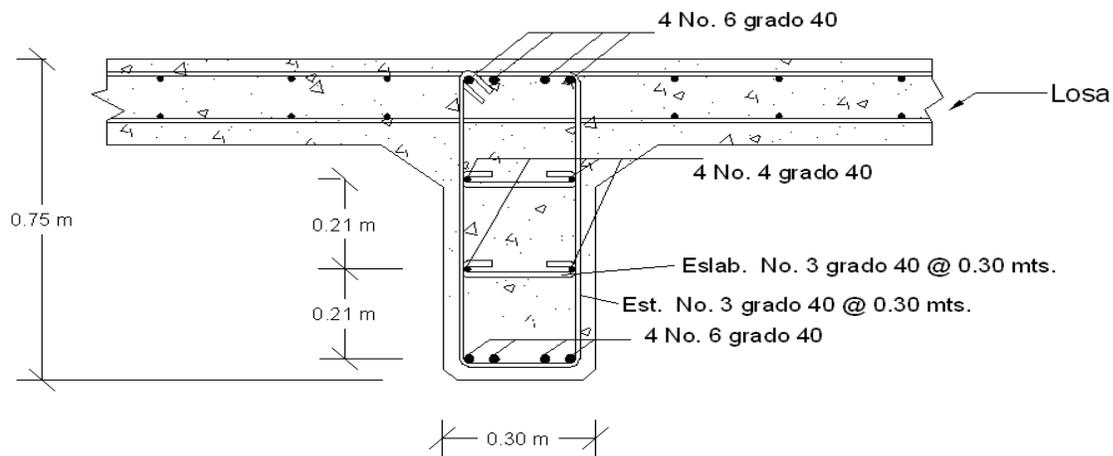
$$F_s = 2/3 * (420) = 280 \text{ Mpas.}$$

$$S = 380 * (280/280) - 2,5 * 50 = 25.5 \text{ mm.}$$

Por lo que la separación de acero de refuerzo superficial es de 25 cm en ambas camas

Por lo tanto utilizar 4 Núm. 4 + eslab Núm. 3 @ 0,3

Figura 26. Armado de diafragma interior



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

Diafragma exterior

Para los diafragmas exteriores el peralte de estos deben tener la mitad de la altura de la viga o 50 cm como mínima y una base de 50cm

$$H=(1/2) h_{viga}$$

$$H=(1/2)*0,85= 0,425 \text{ por lo tanto } h=0,50\text{m}$$

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

Acero mínimo

$$A_{smin}= (14,1*b*d)/f_y$$

$$A_{smin}= (14,1*30*40)/2 \cdot 810=7,25 \text{ cm}^2$$

Colocar 3 Núm. 6 Ambas caras

Refuerzo transversal

Estribos con un espaciamiento mínimo de $(1/2)d$

$$S_{max}= (1/2)d \quad S_{max}= (1/2)*0,48= 0,24$$

Estribos Núm. 3 @ 0,24

Acero de refuerzo superficial

El ACI 318-08 R.10.6.7 recomienda colocar acero de refuerzo para evitar agrietamiento cerca de las caras verticales de la zona de tracción usualmente se utiliza varias de Núm. 3 a Núm. 5 con un espaciamiento

$$S= 380(280/f_s)-2,5C_c$$

$$F_s=(M_{pas})$$

$$F_s= (2/3)f_y$$

Donde C_c es las menores distancias de la superficie del refuerzo a la zona de tracción en este caso es de 5mm

$$F_y=420 \text{ Mpas}$$

$$C_c=5\text{mm}$$

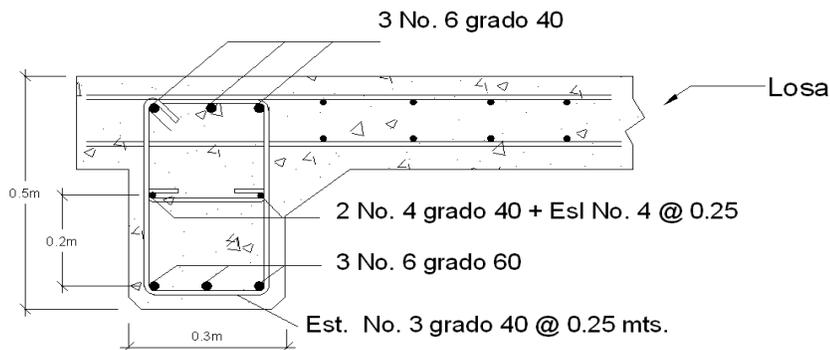
$$F_s=2/3*(420)=280\text{Mpas.}$$

$$S=380*(280/280)-2,5*50=25,5\text{mm}$$

Por lo que la separación de acero de refuerzo superficial es de 25 cm en ambas camas

Por lo tanto utilizar 2 Núm. 4 + eslab Núm. 3 @ 0,3

Figura 27. Armado de diafragma externo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

3.7. Diseño de la subestructura

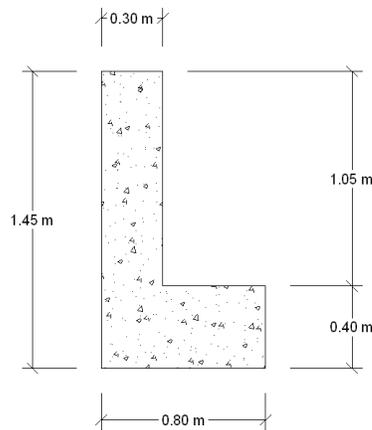
La subestructura es un conjunto de elementos estructurales diseñados para transmitir las cargas que vienen de la superestructura y disiparlas hacia el suelo que lo soporta, la subestructura está formada por estribos, cortina y vigas de apoyo.

3.7.1. Diseño de la cortina

Se prevé que la cortina esta empotrada en la viga de apoyo y su altura depende de la altura de la viga principal del puente; se diseña a flexión, como viga en voladizo y corte. Las fuerzas que intervienen son; empuje de tierra, fuerza longitudinal y fuerza de sismo.

Sobre ella actúan las fuerzas empuje de la tierra (E), fuerza longitudinal (FL) y la Fuerza de Sismo (EQ)

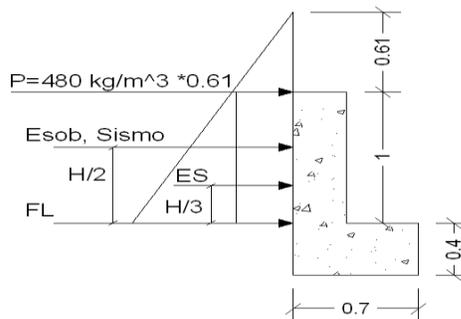
Figura 28. **Geometría de cortina**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

Según las recomendaciones AASTHO 3.20 de debe aplicar una carga equivalente al líquido de 480 Kg/m^3 actuando 2 pies (0,61m) de alto, La viga de apoyo no debe ser menor de 40 cm por aplastamiento,

Figura 29. **Fuerzas del suelo que actúan sobre la cortina**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

Donde:

E = fuerza de empuje de tierra

FL = fuerza longitudinal aplicada en toda la cortina

EQ = fuerza de sismo aplicada a H/2

Esob= sobrecarga de aplicada al centro de la cortina

Es = carga del suelo aplicada a un tercio de la cortina

Sobre carga aplicada a 2' pies

Sobre carga = $480 \text{ kg/m}^3 * 0,61 = 292,80 \text{ Kg/m}$

Presión al pie de la cortina

$P = 480 \text{ Kg/m}^3 * 1,00 = 480 \text{ Kg/m}^2$

Cálculo del empuje sobre el suelo (E)

$E = E_{sob} + E_s$

$E_s = 292,80 * 1,00 = 292,80 \text{ Kg/m}$

$E_{sob} = 408 \text{ kg/m}^2 * 1,00 * (1/2) = 204 \text{ Kg/m}$

$E = 496,80 \text{ Kg/m}$

Fuerza longitudinal (FL)

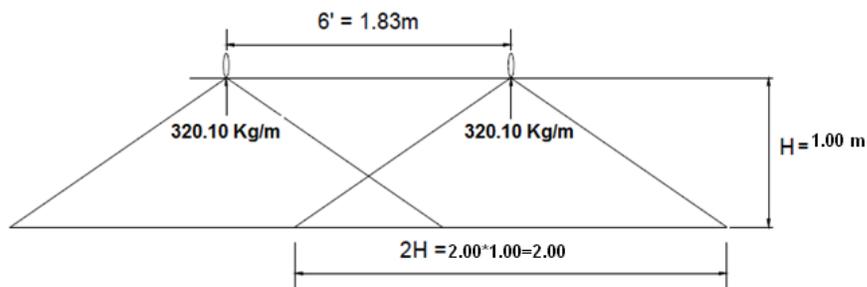
Es la fuerza producida por las llantas del camión en el terraplén o aproche, con recomendaciones de AASTHO 1.2.13 se considera su centro de gravedad a 6 pies (1,83m), sobre la superficie de rodadura.

$FL = 0,05 (p/2H)$

$FL = 0,05 ((5\ 442)/(2*1,00)) = 136,05 \text{ Kg/m}$

Con un brazo = $1,83+1,00= 2,83\text{m}$
 Se toman en cuenta las dos llantas
 $Fl=320,10 \text{ Kg/m}$

Figura 30. **Fuerza longitudinal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

Fuerza de sismo (EQ)

Según AASTHO 3.21 se considera el 12 % del peso propio de la cortina y aplicada en su centro de gravedad.

Peso de la cortina W_c por un metro de ancho

$$W_c = 1,00 * 0,3 * 2400 = 720 \text{ Kg}$$

$$EQ = 0,12 * 720 = 86,4 \text{ Kg}$$

$$\text{Brazo de Gravedad} = 1,00 / 2 = 0,50$$

Combinación de Momentos Según AASTHO 3.22.1^a

Grupo III: $1,3(E_{sob} + E_s + L_f)$

$$M = 1,3(204 + 292,80 * 1,00 * (1/3) + 136 * 2,83) = 892,42 \text{ kg/m}$$

Grupo Iv: $1,3(E_{sob} + E_s + EQ)$

$$M = 1,3(204 + 292,80 * 1,00 * (1/3) + 86,4 * (1,00/2))$$

$$M = 448,24 \text{ kg/m}$$

Se toma el mayor el grupo III 892,42 Kg/m

Calculo de acero de refuerzo

Datos

$$d=25$$

$$b=100$$

$$F'c=210$$

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

$$A_s = [db - \sqrt{ [(bd)]^2 - Mb / (0,003825 * f'c) }] * (0,85 * f'c) / f_y$$

$$A_s = [(25 * 100) - \sqrt{ [(25 * 100)]^2 - (885,31 * 100) / (0,003825 * 210) }] * (0,85 * 210) / (2810)$$

$$A_s = 1,41 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima

$$A_{smin} = (0,80 * \sqrt{f'c}) * 100 * 25 / f_y$$

$$A_{smin} = (0,80 * \sqrt{210 * 25 * 100}) / 2810 = 10,31 \text{ cm}^2$$

Pero no menor a

$$A_{smin} = \rho_{min} * d * b$$

$$\rho_{min} = 14,1 / 2810 = 0,0050177$$

$$A_{smin} = 0,00501 * 100 * 25 = 12,525 \text{ cm}^2$$

El acero mínimo es mayor que el área requerida por lo que se considerara el acero mínimo.

Proponiendo acero Núm. 4 área de varilla es 1,27 cm²

No de varillas = 12,75 / 1,27 = 10 varillas cubren el área mínima de acero

Espaciamiento (s)

$$S = 100 / 5 = 20$$

Por lo que el armado queda 6 Núm. 6 grado 40

Revisión por Corte

Grupo III = $1,30(E+FI)$ esfuerzo al 125 %

Grupo II = $1,30(292,8+173,4+320,10)$

$V_{max}=1\ 022,19\text{ kg}$

Grupo IV Esfuerzo al 133 %

$V_{max}= 1,33(E+S)$

$V_{max}= 1,3(298,8+173,4+73,44)$

$V_{max}= 701,53\text{ kg}$

Se toma el mayor obtenido el grupo III $1\ 022,19\text{ kg}$

El Valor Resistente del concreto (vrc)

$d= 25$

$b= 100$

$vrc=0,53*0,85*h*b*\sqrt{210}$

$Vrc= 0,53*0,85*100*0,25*\sqrt{210} = 16\ 320,91$

El valor del cortante producido por las cargas es menor que el valor que el Concreto puede Absorbe el corte por lo que el refuerzo será $d/2$ que es el espaciamiento máximo y el aérea de acero mínima permitido.

$S= d/2= 25/2=11\text{ cm}^2$

Por lo que se coloca estribos Núm. 4 @ 0,15 cm.

3.7.2. Diseño de viga de apoyo

La viga de apoyo se refuerza con acero mínima por temperatura su altura no debe de ser menor de 40 cm diseñada por aplastamiento.

Datos:

$$h=0,40$$

$$b=0,80$$

$$d=0,35$$

Área de acero mínima

$$A_{smin} = (0,80 \cdot \sqrt{f'c}) \cdot 100 \cdot 25 / f_y$$

$$A_{smin} = (0,80 \cdot \sqrt{281}) \cdot 35 \cdot 80 / 4200 = 8,94 \text{ cm}^2$$

Pero no menor a

$$A_{smin} = \rho_{min} \cdot d \cdot b$$

$$\rho_{min} = 14,1 / 4200 = 0,0050177$$

$$A_{smin} = 0,00501 \cdot 80 \cdot 35 = 13,42 \text{ Cm}^2$$

4 Núm. 6 grado 60

Refuerzo transversal

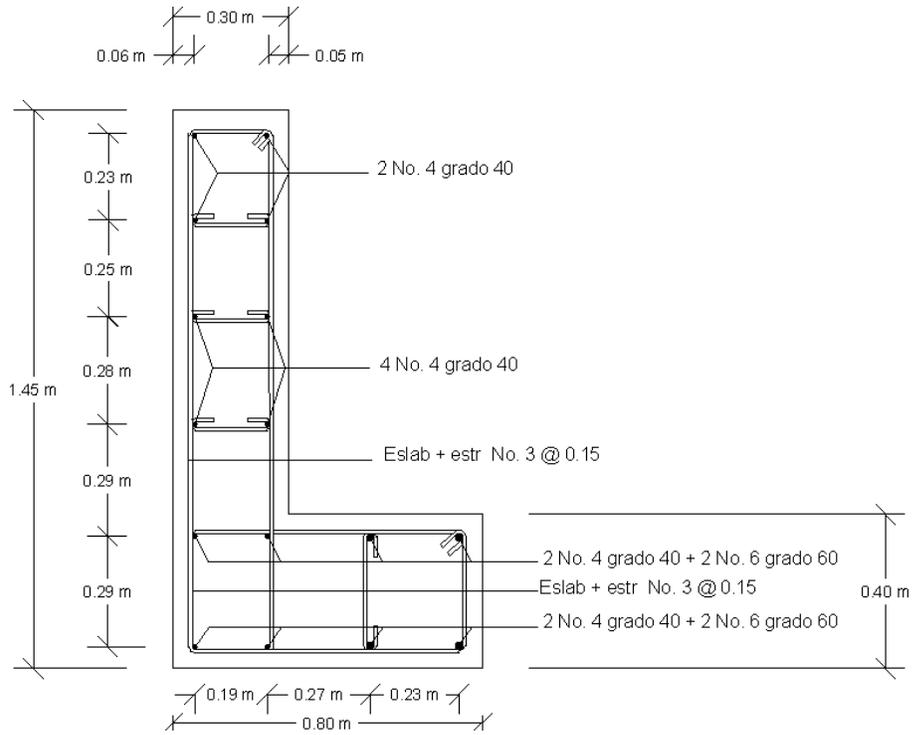
$$S = d/2$$

$$S = 0,35 / 2 = 0,175$$

Se colocaran estribos Núm. 4 @ 0,15m.

7

Figura 31. Armado de cortina y viga de apoyo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

3.7.3. Diseño de apoyo electrométrico

El apoyo elastómero (neopreno) es un elemento transmisor de las cargas verticales, peso propio y cargas verticales; provenientes del las superestructura hacia los apoyos libres de tensiones, los apoyos del neopreno son capaces de disipar movimientos en todas direcciones y rotaciones en los ejes debido a las propiedades del material permitiendo el equilibrio de esfuerzos.

3.7.3.1. Predimensionamiento

Los apoyos de elastómero reforzados con acero contendrán capas alternadas de elastómero y acero de refuerzo. Estos apoyos podrán así mismo agregar a estas placas externas de acero en la parte superior e inferior.

Las capas superiores e inferior de elastómero tendrán grosores no mayor que 70 % de grosor de las capas internas.

Se propone un neopreno que sea semejante a las dimensiones de las vigas principales por lo que se propone inicialmente 40x50 cm por lo que a continuación se procede a su verificar.

3.7.3.2. Cálculo de la deformación por compresión

$$\sigma_p = 8ab / (t + ab)$$

$$\sigma_f = P / ab$$

$$\Delta L / T < 0.5 \text{ para apoyos fijos y móviles}$$

Donde:

ΔL = máximo desplazamiento horizontal

a,b = dimensiones del apoyo (a=40, b=50)

σ_p = esfuerzo máximo permisible a compresión del apoyo

σ_f = esfuerzo admisible del acero (esfuerzo de trabajo)

t = espesor de una lámina de elaterómetro

T = espesor total del elastómero

P = cortante último de viga

L = longitud del puente en centímetros.

$$\sigma_p = (8 \cdot 40 \cdot 50) / (1,3 + (40 \cdot 50) @) = 7,9948 \text{ Kg/cm}^2$$

Los esfuerzos no sobre pasan 100 Kg /cm² recomendado por AASTHO. Por lo tanto los esfuerzos se encuentran dentro de este parámetro para el desplazamiento horizontal se utilizar la ley de Hooke; donde $\sigma_f = 1700 \text{ Kg/cm}^2$

Desplazamiento horizontal

$$\Delta_{et} = (\sigma_f) / E \cdot L = 1700 / 2.1E6 \times 1300 = 1.05 \text{ cm}$$

Deformación por carga muerta

$$\Delta_{ecm} = (\Delta_{et} \cdot M_{cm}) / (M_{cm} + M_{cv} + I) = (1,05 \cdot 44,73) / (44,73 + 22,42) = 0,70 \text{ cm}$$

Deformación por contracción de fraguado y contracción diferida:

$$\Delta_c = 0,000165 \cdot L = 0,000165 \cdot 1300 = 0,2145 \text{ cm}$$

Deformación por temperatura

$$\Delta_t = 0,000011 \cdot L \cdot D^\circ = 0,000011 \cdot 10^\circ \text{c} \cdot 1300 = 0,15 \text{ cm}$$

Deformaciones máximas

$$\text{Contracción} = \Delta_{et} - (\Delta_c + \Delta_t) = 0,70 - (0,21 + 0,15) = 0,34 \text{ cm}$$

$$\text{Dilatación} = (\Delta_{et} + \Delta_t) - \Delta_c = (1,05 + 0,15) - 0,30 = 0,90 \text{ cm}$$

Entonces el máximo desplazamiento horizontal del apoyo considerado será de 0,90 cm.

Espesor de apoyos

Se colocaran 2 placas de elastómero de 13mm. + 2 placas de acero de 2mm. + una placa de acero en medio de 3mm. = 33mm. = 3,30 cm

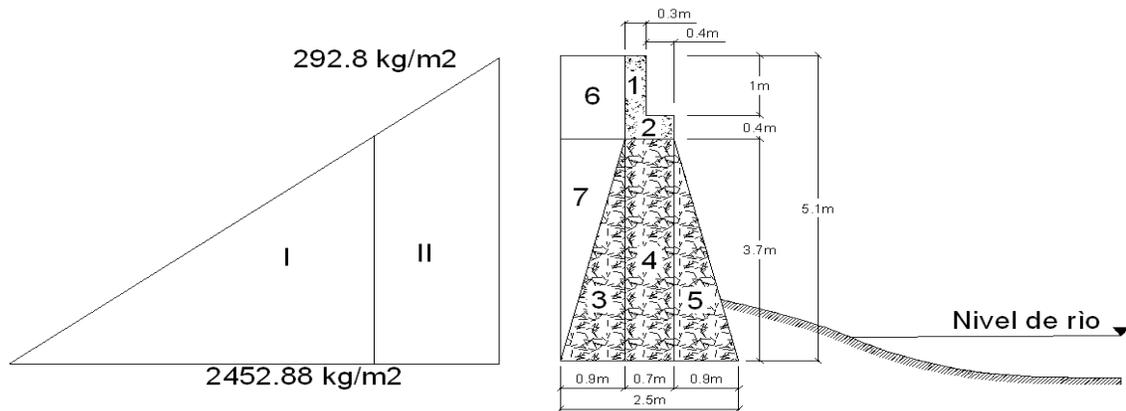
$$(\Delta L)/T = (0,90)/(3,30) = 0,30 < 0,50$$

3.7.4. Diseño del estribo

El estribo de este puente será de concreto ciclópeo determinada la geometría se procede al diseño, se consideran factores importantes que afectan a la integridad de este elemento, como la presión que ejerce la superestructura, el volteo y el deslizamiento para determinar estos parámetros es necesario obtener el momento de volteo, el empuje del suelo sobre el estribo y el momento estabilizante que produce el peso sobre la estructura y luego se produce a efectuar la comprobación correspondiente

Datos	Concreto	= 2 400 kg/m ³
	W concreto ciclópeo	= 2 700 kg/m ³
	W suelo	= 1 900 kg/m ³
	W valor soporte	= 25 000 kg/m ²

Figura 32. Diagrama de presiones y geometría del estribo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2009.

3.7.4.1. Diseño del estribo sin superestructura

- Mv = momento de volteo
- Me = momento estabilizante
- W = peso de la estructura
- E = empuje
- A = área de estribo, cortina y viga de apoyo.
- e = excentricidad se toma como $b/2 - a$
- a = $(Me - Mv)/w$
- b = base del estribo

Momento de volteo Mv: es el producto del empuje del suelo sobre el estribo y se calcula como se ilustra en la figura 32 y a continuación se presentan los cálculos en la tabla V.

Tabla IV. **Momento de volteo**

Elemento	Empuje en Kg	Brazo en metros	Momento respecto a B
I	6 267	1,7	10 654
II	1 496,31	2,55	3 830
Total	E=7 763,31		Mv= 14 485 Kg-m

Fuente: elaboración propia.

Momento estabilizante Me: es producido por el peso de la estructura y el relleno la siguiente tabla se presentan cálculos en sentido x respecto a B.

Tabla V. **Tabla de momento de estabilizante**

Elemento	Área m2	Peso en Kg	Brazo en metros	Momento Kg-m
1	0,275	655	1,45	950,04
2	0,283	672	1,25	840
3	1,715	4 618	1,9	8 773
4	2,667	7 182	1,25	8 977,52
5	1,723	4 617	0,6	2 770,3
6	1,182	2 243	2,05	4 596,13
7	1,756	3 326	2,2	7 316
		w=23 313		ME= 34 222,99

Fuente: elaboración propia

3.7.4.1.1. Verificación del diseño por deslizamiento

$$\text{Deslizamiento} = (0,5 \cdot W) / E > 1,5$$

Deslizamiento = $(0,5 \cdot 23\ 313) / 7\ 763,31 = 1,52 > 1,5$ por lo tanto resiste el deslizamiento.

3.7.4.1.2. Verificación del diseño por volteo

$$\text{volteo} = M_e/M_v > 1.5$$

$$\text{Volteo} = 34\,222,99/14\,485 = 2,36265 > 1,5 \text{ por lo tanto resiste el volteo}$$

3.7.4.1.3. Verificación del diseño por presión

$$a = (M_e - M_v)/W$$

$$a = (34\,222,90 - 14\,485)/23\,313$$

$$a = 0,8466$$

$$b/3 = 2,50/3 = 0,83 < 0,8466$$

Buscando la excentricidad

$$e = b/2 - a \text{ entonces } e = 2,50/2 - 0,85 \quad e = 0,40$$

$$p = W/A \times (1 \pm (6 \times e/b))$$

$$p = (23\,313/2,50) \times (1 \pm (6 \times 0,40/2,50)) = +18\,277,40 > 25\,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{\min} = (23\,313/2,50) \times (1 - (6 \times 0,40/2,50)) = 372,96 > 0$$

La presión máxima ejercida sobre el suelo es menor que la capacidad soporte del suelo y la presión mínima es mayor que cero, en el lugar donde se construirá el puente se encontró roca con un alto grado de capacidad de carga por lo que se tomó como consideración $25\,000 \text{ kg/cm}^2$, por lo que la roca no sufrirá esfuerzos que puedan causarle asentamiento o deformación.

3.7.4.2. Diseño del estribo con superestructura y carga viva

$$C_m + C_v = 12\,996,79$$

Brazo = 1,25 es a la mitad de la base

$$M_{E1} = (C_m + C_v) * \text{brazo}$$

$$M_{E1} = 12\,996,79 * 1,25 = 16\,245 \text{ kg-m}$$

$$M_{Et} = M_{E1} + M_E$$

$$M_{Et} = 16\,245,99 + 3\,422,14 = 50\,647,13 \text{ kg-m}$$

$$W_1 = w + C_u$$

$$W_1 = 23\,313 + 12\,996,79 = 36\,306,99 \text{ kg}$$

Revisión por presión con carga viva

$$a = (M_{Et} - M_v) / ((C_m + C_v) + w)$$

$$a = (50\,647,13 - 14\,484,03) / (12\,996,79 + 23\,313,20)$$

$$a = 0,99$$

$$e = b/2 - a$$

$$e = 2,5/2 - 0,99$$

$$e = 0,26$$

$$b/3 = 2,5/3 < 0,99$$

$$0,75 < 0,99$$

$$P = ((w + c_m + c_v) / A) * (1 + (6 * e) / b)$$

$$P = (23\,313,20 + 12\,996,79) / 2,50 * (1 \pm 6 * 0,26) / 2,50$$

$$P_{\max} = 23\,585,03 \text{ kg/m}^2 < 25\,000 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_{\min} = 5\,460,57 \text{ Kg/m}^2 > 0$$

El suelo resiste el peso de la superestructura y la carga viva.

3.7.4.3. Revisión del muro por sismo (sin carga viva)

Tercera y última verificación se hará por sismo, para esta prueba no se considera la carga viva, se suma el peso del muro (W) y la carga muerta (Cu) para obtener una carga total (W1), y así mismo se sumara el momento estabilizante (ME) y el generado por la carga muerta (CM*brazo), para obtener el momento estabilizante (ME3), también se calcula la fuerza horizontal (FH) que se produce, aplicándoles el factor por sismo de 8 %. Con los datos obtenidos se verifica nuevamente el estribo por volteo, deslizamiento y presiones, considerando los parámetros a los evaluados al estribo sin superestructura.

$$W1=W+Cu$$

$$W1=23\ 310,23+12\ 996,79$$

$$W1=306\ 306,0$$

$$ME2 = ME+(Cu* brazo)$$

$$ME2= 34\ 222,90+(12\ 996,79*1,25) = 50,467\ \text{kg-m}$$

Fuerza horizontal

$$FH= (1,08*E)+(0,08*w1) =$$

$$FH= (1,08*7\ 763,11)+(0,08*36\ 306,99)= 11\ 288,72\ \text{kg.}$$

$$D= (0,5*w1)/FH$$

$$D= (0,5*36\ 306,99)/11\ 288,72 = 1,61 > 1,5\ \text{resiste el deslizamiento}$$

3.7.4.4. Verificación del diseño por volteo

Momento de volteo se calcula en el sentido horizontal, se calcula de acuerdo a la figura y da el resultado siguiente para la verificación por sismo

Tabla VI. **Momento de volteo en el sentido horizontal**

Elemento	peso en Kg	Brazo en metros	Momento en kg-m
1	655	4,66	3 053,23
2	672	4	2 688
3	4 617	1,27	5 863,59
4	7 182	1,9	13 645,8
5	4 617	1,27	5 863,59
6	2 166	4,46	9 660,36
7	3 325	2,53	8 412,25

Fuente: elaboración propia.

$$MEQ = 0,08 * MV2$$

$$MEQ = 0,08 * 49 186,82$$

$$MEQ = 3 934,95 \text{kg-m}$$

$$MV3 = (1,08 * Mv) + (cv * 0,08 * h) + MEQ$$

$$MV3 = (1,08 * 14484,03) + (12 996,79 * 0,08 * 4,20) + 3 934,95$$

$$MV3 = 239 444,62 \text{ kg-m}$$

Comprobando el volteo

$$V = ME2 / MV3 = 50 467,13 / 23 944,62 = 2,12 > 1,5$$

Resiste el volteo

Comprobación del deslizamiento

$$D = (0,5 * w1) / FH$$

$$D = (0,5 * 36 306,99) / 11 288,72 = 1,61 > 1,5 \text{ resiste el deslizamiento}$$

3.7.4.5. Verificación del diseño por presión

$$a = (ME2-MV3)/ W1$$

$$a = (50\,467,13-23\,944,62)/36\,306,99= 0,84$$

$$3*a = 3*0,84=2,52$$

$$E = 2,50/2-0,84$$

$$E = 2,50/2-0,84= 0,41$$

$$P = (w1/A)*(1\pm 1(6* e)/b)$$

$$P = (36\,306,99/2,50)*(1\pm 6*0,41)/2,50)$$

$$P_{max} = 24\,813,23 \text{ kg/m}^2 < 25\,000 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{min} = 232,36 \text{ kg/m}^2 > 0$$

Como la presión está dentro de los parámetros de la capacidad resistente la presión producida es soportada por el suelo.

3.8. Elaboración de planos

Los planos fueron elaborados en base al diseño requerido influenciado por las cargas, las condiciones del suelo, el número de vías a utilizar y utilizando los parámetros recomendados por el ACI y AASTHOO, los cuales se presentan a continuación en los anexos.

3.9. Presupuesto

Se presenta un resumen del presupuesto realizado, se tomo en consideración los precios de los materiales que se cotizan en el mercado, así como salarios de mano de obra de la región, con prestaciones de 76,25 % aplicando un factor de indirectos de 28 %.

Tabla VII. **Resumen de presupuesto del proyecto**

Tabla resumen puente vehicular caserío Agua colorada, Uspantán, Quiché					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO POR RENGLON
1	Trabajos preliminares				
1.2	Replanteo topográfico	ml	1 060	Q. 9,10	Q. 9 644,67
1.3	Supervisión de obra	mes	12	Q. 18 753,28	Q. 225 039,36
2	Subestructura				
2.1	Excavación	m3	39	Q. 106,91	Q. 4 116,00
2.2	Estribos	m3	169,90	Q. 1 602,64	Q. 272 289,11
2.3	Cortina y viga de apoyo	ml	5,62	Q. 2 139,83	Q. 12 025,84
2.4	Neopreno	unidad	4	Q. 5 500,00	Q. 22 000,00
2.5	Relleno	m3	258	Q. 382,09	Q. 98 526,75
3	Superestructura				
3.1	Vigas 13*1,00*50	ml	26	Q. 4 127,32	Q. 107 310,28
3.2	Diafragma Externo	ml	5,62	Q. 1 071,65	Q. 6 022,67
3.3	Diafragma interno	ml	5,62	Q. 1 466,47	Q. 8 241,54
3.4	Losa	m2	69,55	Q. 1 514,92	Q. 105 362,50
3.5	Baranda	unidad	16,00	Q. 818,51	Q. 13 096,16
3.6	Banqueta	ml	26	Q. 818,51	Q. 21 281,26
Costo total del proyecto					Q. 904 956,15

Fuente: elaboración propia.

3.10. Evaluación de impacto ambiental inicial

Toda actividad humana causa algún tipo de impacto al medio ambiente, las cuales pueden ser de aspecto positivo o negativo al medio que lo rodea, en la actualidad es necesario determinar los aspectos negativos que pueda ejercer una obra sobre el ecosistema y dar medidas de mitigación que puedan ser aplicadas para reducir en lo mínimo la manipulación del medio por las

actividades a realizar donde se tomarán en cuenta aspectos ambientales: agua, suelo, agua, biodiversidad, visual, social entre otros.

Esta evaluación de EIA se presenta ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), donde aprobarán o desaprobarán el proyecto de acuerdo al impacto ambiental al medio ambiente.

Evaluación EIA para el puente vehicular para el caserío Agua Colorada, municipio de Uspantán, Quiché.

El proyecto se realizara sobre la carretera rural que conduce hacia el caserío Agua Colorada, municipio de Uspantán, departamento de Quiché. Esta comunidad está ubicada aproximadamente a 25km del casco urbano colindando con el municipio de San Andrés.

El proyecto consistirá en un puente vehicular de 13 metros de largo por 5,5 metros de ancho y una vía, la estructura está conformada de superestructura: losa, vigas principales, diafragmas internas como externas y subestructura: estribos, viga de apoyo y cortina, sobre el cauce del río La Loma. La estructura será de concreto armado y concreto ciclópeo.

El área de influencia será de 150 m² sobre el cauce del río antes mencionado en una zona montañosa y boscosa.

Los trabajos preliminares para el proyecto son la limpieza y desmonte así como el manejo y disposición de los desechos producidos por la limpieza que en su mayoría será de materia orgánica y rocosa, se producirá excavación y compactación del terreno.

Los recursos naturales que se utilizarán son aguas del cauce del río, arena y piedra bola que se obtendrán de las orillas del río, para la construcción de los muros de los estribos es necesario utilizar piedra bola

Mientras que las sustancias o materiales que se utilizarán serán: tubería HG, cemento, arena, pedrín, hierro y piedra bola.

Dentro del impacto ambiental que será producido se puede mencionar los siguientes factores:

Como residuos o contaminantes generados dentro del periodo de construcción se tomaran en cuenta las partículas de polvo, aguas residuales, desechos sólidos.

Dentro de las emisiones atmosféricas se consideran partículas de polvo liberadas por el acarreo de material, excavaciones y rellenos producidas dentro de la construcción del proyecto, provocando riesgo de enfermedades respiratorias para los trabajadores únicamente, ya que no hay casa cerca del área.

Las descargas de agua residuales que se manejaran dentro del periodo de construcción serán excretas y desechos de agua producidas dentro de las etapas de construcción.

Ningún sitio arqueológico se verá afectado con la construcción y ejecución de la obra.

Los desechos sólidos tendrán únicamente dentro de la etapa de construcción y se considera los desechos de una construcción, sobrante de materiales, ripio y basura orgánica.

La contaminación auditiva y visual se presentara en la utilización de maquinaria para remoción de sólidos, excavación, movimiento de tierra y compactación durante el periodo de construcción y ejecución.

Medidas de mitigación

Dentro del impacto pro residuos o desechos se debe disponer para un lugar para la disposición del ripio y residuos de materiales, que deben ser retirados con camiones, este lugar de disposición debe estar retirado de casas o poblaciones.

Sobre la mitigación de los contaminantes liberados al ambiente, se debe programar una irrigación de agua antes y después de realizar tareas de excavación, relleno y compactación, ya que se debe realizar la compactación por capas y el personal deberá tener protección contra el polvo generado.

Se deberá instalar letrinas o en su defecto fosas sépticas, que será ubicadas lejos del cauce del río o fuentes de agua. Esto para evitar la contaminación del manto freático y el agua del río.

Todas las herramientas o equipo deberá encontrarse en óptimas condiciones para mitigar la contaminación auditiva. De la misma forma todo trabajador deberá poseer el equipo de protección auditiva. Esto mientras se maneje herramientas o realice alguna actividad de este tipo.

CONCLUSIONES

1. Se elaboró la monografía del lugar brindando las principales características socioeconómicas y de infraestructura.
2. Se realizó un diseño del alcantarillado sanitario con base en el estudio de la población, obteniendo los diámetros adecuados de la tubería para satisfacer la demanda de dicho proyecto.
3. Con la construcción del sistema de alcantarillado sanitario en la aldea Cholá se erradicara los problemas de salud, contaminación visual y ambiental. A través de la recolección, transporte y disposición hacia el cuerpo receptor con un previo tratamiento.
4. Con la construcción del puente vehicular en el caserío Agua Colorada se dará integración a la actividad socioeconómica de las comunidades cercanas a este proyecto.
5. Con base en el diseño se elaboraron los planos del alcantarillado sanitario y del puente vehicular, se determinó el costo total de los proyectos para que la municipalidad programe la inversión y la ejecución de los proyectos en las comunidades beneficiadas.

RECOMENDACIONES

1. Es importante concientizar a los pobladores de la aldea Cholá la forma de utilizar y funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario para un óptimo servicio.
2. Proporcionar información a los vecinos sobre disponer la basura en los pozos de visita, tubería y la conexión de aguas de lluvia en el sistema.
3. Al concluir la construcción del sistema de alcantarillado se debe asesorar en un tratamiento adecuado para las aguas servidas y construir la planta de tratamiento, por lo que se recomienda un tratamiento primario de tanques Info, patio de secado y sus descargas.
4. Se recomienda la construcción del puente vehicular en épocas de verano para prevenir que las crecidas en invierno afecten las estructuras temporales.
5. En los componentes principales del puente vehicular es necesario prestarles mantenimiento preventivo en la superestructura y principalmente en la subestructura para evitar socavaciones.
6. Es necesario realizar un estudio in situ un sondaje de exploración mecánica por lo menos 4 perforaciones (dos en ambos lados), obteniendo en laboratorio las características físicamecánicas para determinar el tipo de anclaje a realizar en la base en los estribos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACI COMITÉ 318. *Requisitos de reglamento para concreto estructural*, ACI 318S-08. Farmington Hills, Michigan: American Concrete Institute 2008. 518 p.
2. AGUILAR MEJÍA, Luis Alberto. *Diseño de Puente vehicular en la Aldea el Astillero y canchas polideportivas en el casco urbano de Guazacapán, Santa Rosa*, Trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 2010. 189 p.
3. Amanco, *Listado de precios para tubería y accesorios de PVC, 2105*.
4. American Association of State Highways and transportation officials (AAHTO). *Estándar Specifications for highways and bridges 16^a edición*, Estados Unidos 1996. 210 p.
5. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, mayo 1989. 108 p.
6. GARCÍA VILLEGAS, Christian Lombardo. *Proyecto de graduación: Remodelación, readecuación y ampliación del mercado municipal, Usphantán, Quiché*, Trabajo de graduación, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala febrero del 2012. 89 p.

7. Joint Committe en Rural Sanatation, departamento de salud, educación y bienestar de E:U:A servicio de salud pública. *Manual de fosas sépticas*. 139 p.
8. MEJÍA GONZALES Niguer Enrique. *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuesta de inversión Municipio de Uspantán Departamento de Quiché*, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala 2009. 185 p.
9. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de Concreto* 12^a ed. Colombia, McGraw- Hill Intramericana S.A. 2001. 286 p.
10. Norma ASTM 3034 *tubería PVC para alcantarillado sanitario, Tubovinil S.A.*
11. OROZCO GONZALES, Juan Adolfo. *Diseño de Drenaje Sanitario de Aldea San Pedro Petz, Municipio de San Pedro Sacatepéquez, Departamento de San Marcos*, trabajo de graduación Ingeniero Civil, facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, septiembre de 1999. 189 p.
12. QUIJADA, Ramon Estuardo. *Estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la colonia Las Brisas de la ciudad de Chiquimula*, trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. abril de 2004. 176 p.

APÉNDICES

Memoria de calculo de la red de alcantarillado sanitario para la aldea Chola, Uspantan Quiché

DE PV	VIVIENDAS ACTUALES	HABITANTES		FACTORES DE FLUJO		PCMA	CAUDAL DE DISEÑO	Q ₁₀	F _{NO}	F _{NO} TIB	SECCIONALENA	reflejo Q ₁₀ /Q ₁₅		D/6	V ₁₅	D/d	V ₁₀	v de diseño		CR	COSTAS/INVERT	N
		ACTUAL	RETURO	ACTUALES	FUTUROS							actual	returo					actual	returo			
100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
101	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
102	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
103	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
104	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
105	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
106	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
107	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
108	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
109	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
110	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
111	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
112	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
113	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
114	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
115	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
116	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
117	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
118	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
119	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
120	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
121	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
122	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
123	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
124	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
125	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
126	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
127	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
128	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
129	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
130	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
131	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
132	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
133	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
134	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
135	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
136	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
137	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
138	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
139	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
140	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
141	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
142	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
143	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
144	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
145	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
146	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
147	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
148	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
149	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
150	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
151	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
152	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
153	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
154	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
155	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
156	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
157	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
158	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
159	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
160	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61

DE PV	VIVIENDAS		HABITANTES		FACTORES DE FLUJO		CAUDAL DE DISEÑO		Ø TUB (PÍ)	PENO TUB S (%)	SECCION LLENA		relacion O/A		D/d		V/v		D/d		V/v		v de diseño		COSTAS INVERT	COSTA	INICC	
	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUALES	FUTURAS	0,002	0,002			Q (l/s)	Q (l/s)	actual	futuro	actual	futuro	actual	futuro	actual	futuro	actual	futuro	actual	futuro				CS
156	10	22	4.1463415	4.3753275	0,002	0,002	0,8829268	0,9129275	6	8,2	3,24221275	59.141906	0,003943	0,003233	0,39043	0,41233	0,18453	0,18563	0,39043	0,41233	0,18453	0,18563	0,39043	0,41233	955,31	950,27	944,27	
167	168	4	4.35473568	4.28940101	0,002	0,002	0,2612844	0,5663634	6	3,3	2,05679949	37,51849049	0,006964	0,006206	0,15904	0,16604	0,29804	0,29804	0,15904	0,16604	0,29804	0,29804	0,15904	0,16604	950,69	947,56	945,86	
168	169	2	4.33333333	4.25063999	0,002	0,002	0,34666667	0,74487223	6	4,79	2,74806222	45,2018435	0,007169	0,006488	0,16448	0,17169	0,29704	0,29704	0,16448	0,17169	0,29704	0,29704	0,16448	0,17169	945,84	944,36	944,36	
169	165	0	4.33333333	4.25063999	0,002	0,002	0,34666667	0,74487223	6	2,5	1,9011417	32,6556547	0,008116	0,007435	0,20811	0,21504	0,34504	0,34504	0,20811	0,21504	0,34504	0,34504	0,20811	0,21504	944,36	944,36	944,36	
165	170	0	3,92048435	3,70601654	0,002	0,002	4,9381028	10,2084737	8	1,24	1,52794312	49,5300991	0,009734	0,009053	0,28194	0,28894	0,44004	0,44004	0,28194	0,28894	0,44004	0,44004	0,28194	0,28894	942,96	942,96	942,96	
170	171	0	3,92048435	3,70601654	0,002	0,002	4,9381028	10,2084737	8	0,35	0,8114405	26,3143336	0,01163	0,01095	0,36794	0,37494	0,52004	0,52004	0,36794	0,37494	0,52004	0,52004	0,36794	0,37494	942,96	942,96	942,96	
171	172	0	3,92048435	3,70601654	0,002	0,002	4,9381028	10,2084737	8	0,35	0,8114405	26,3143336	0,01163	0,01095	0,36794	0,37494	0,52004	0,52004	0,36794	0,37494	0,52004	0,52004	0,36794	0,37494	942,96	942,96	942,96	
174	174	0	7	4,9491665	4,27461851	0,002	0,002	0,30451317	0,65899048	6	7,7	14,818111	57,3108613	0,005308	0,004627	0,1144	0,1214	0,6294	0,6294	0,1144	0,1214	0,6294	0,6294	1,0714	1,0714	1001,69	1001,69	1001,69
175	176	4	4,90615933	4,2079486	0,002	0,002	0,7479486	1,9189665	6	2,41	2,02808129	56,2709613	0,005404	0,004723	0,1163	0,1233	0,6304	0,6304	0,1163	0,1233	0,6304	0,6304	1,0714	1,0714	1001,69	1001,69	1001,69	
176	177	0	4,90615933	4,2079486	0,002	0,002	0,7479486	1,9189665	6	4,58	2,43079924	44,1988884	0,009199	0,008518	0,19299	0,20004	0,8693	0,8693	0,19299	0,20004	0,8693	0,8693	1,0032	1,0032	1001,86	1001,86	1001,86	
177	178	0	4,90615933	4,2079486	0,002	0,002	0,7479486	1,9189665	6	9,8	3,5486254	62,319376	0,01243	0,01175	0,28254	0,28959	1,2825	1,2825	0,28254	0,28959	1,2825	1,2825	1,5974	1,5974	999,40	999,40	999,40	
178	179	0	4,90615933	4,2079486	0,002	0,002	0,7479486	1,9189665	6	8,9	3,3777694	61,815600	0,01243	0,01175	0,28254	0,28959	1,2825	1,2825	0,28254	0,28959	1,2825	1,2825	1,5974	1,5974	999,40	999,40	999,40	
180	181	1	21	110	240	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002	1,1754618	76,165206	0,01224	0,01156	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	1,1224	1,1224	0,2806	0,2876	954,34	954,34	954,34		
181	181	2	22	120	262	4.2301344	4.1177434	0,002	0,002																			

DE PV	VIVIENDAS ACTUAL	ACUM.	HABITANTES		FACTORES DE FLUJO		FORM. 0,002 ACTUAL	CAUDAL DE DISEÑO FUTURO	Ø TUB (p/p)	PEND TUB S (%)	SECCION LLENA		relacion Q/q		D/d actual	V/v actual	D/d futuro	V/v futuro	v de diseño		CIS	COSTAS INVERT ICE		
			ACTUAL	FUTURO	ACTUALES	FUTUROS					Q (m³/s)	Q (m³/s)	actual	futuro					actual	futuro				
200	235	0	202	1010	2208	3.79720975	3.55198115	0.002	7.67036369	15.6855465	8	0.4	0.86747601	28.1312066	0.272664	0.557579	0.560009	1.049606	0.540600	1.029000	0.8526	941.66722	941.311	
201	236	0	202	1010	2208	3.79720975	3.55198115	0.002	7.67036369	15.6855465	8	0.3	1.32272314	42.9184324	0.178820	0.365568	0.290000	0.761000	0.921000	0.210000	1.0066	1.2182	940.28002	940.421
236	237	0	202	1010	2208	3.79720975	3.55198115	0.002	7.67036369	15.6855465	8	0.34	0.79977314	25.93156904	0.25742	0.60479	0.380000	0.879000	0.570000	0.105000	0.8462	1.6422	940.39628	940.782
237	238	0	202	1010	2208	3.79720975	3.55198115	0.002	7.67036369	15.6855465	8	0.68	1.13105034	36.6186055	0.091324	0.47765	0.320000	0.804000	0.460000	0.060000	0.9094	1.0903	940.25136	939.364
238	240	5	0	25	55	4.36691115	4.30673711	0.002	8.18455614	0.27075614	6	9.86	3.5529727	64.85253487	0.037367	0.037367	0.040000	0.221000	0.055000	0.279000	0.92706	0.92706	962.673	963.400
240	241	0	5	25	55	4.36691115	4.30673711	0.002	8.18455614	0.27075614	6	6.37	2.88917523	54.51661433	0.040004	0.008833	0.047500	0.318000	0.067500	0.310000	0.7413	0.9336	963.37062	961.71
241	242	1	7	40	77	4.34361665	4.27361851	0.002	8.30405317	0.63399048	6	14.14	4.25759494	77.65656471	0.003913	0.008842	0.047500	0.288000	0.067500	0.310000	1.0559	1.3824	961.68176	952.09
242	243	1	7	40	77	4.34361665	4.27361851	0.002	8.30405317	0.63399048	6	2.5	1.79920147	37.6556547	0.016616	0.022881	0.047500	0.336000	0.105000	0.410000	0.9741	1.9515734	951.01	
243	244	0	8	40	87	4.33333333	4.25906391	0.002	8.34666667	0.44487223	6	2.5	1.79920147	37.6556547	0.016616	0.022881	0.047500	0.336000	0.105000	0.410000	0.9741	1.9515734	951.01	
244	245	3	6	55	120	4.30615922	4.27094961	0.002	8.27469566	1.01409956	6	3.95	2.25026632	41.0475214	0.011540	0.024273	0.077500	0.341000	0.110000	0.420000	0.7673	0.9566	950.98884	949.87
245	246	1	11	60	131	4.38663729	4.20941621	0.002	8.51574447	1.10428245	6	9.16	3.42675227	63.5068754	0.00825	0.01767	0.065700	0.325000	0.092000	0.381000	1.0452	1.3056	949.84199	948.44
246	247	1	12	65	142	4.29028468	4.19856594	0.002	8.55737071	1.18324242	6	8.955	3.39574859	61.90253439	0.009094	0.01926	0.067500	0.310000	0.092000	0.392000	1.0595	1.3345	948.41051	945
247	248	0	13	65	142	4.29028468	4.19856594	0.002	8.55737071	1.18324242	6	6.07	2.78951925	50.8441744	0.01089	0.003362	0.075000	0.334000	0.107500	0.420000	1.1716	1.1716	945.7	943.839
249	248	3	0	15	33	4.38616569	4.34821149	0.002	8.13188556	0.28518693	6	14.55	4.31868337	78.7607694	0.001674	0.003362	0.045000	0.154000	0.045000	0.230000	0.8379	1.0321	945.53	943.839
248	248	0	16	80	175	4.28885691	4.11687198	0.002	8.68910003	1.65814072	6	13.38	4.13890397	75.40059746	0.004098	0.01934	0.069500	0.317000	0.097500	0.393000	1.2897	1.6246	943.80035	939.96
248	249	0	218	1090	2383	3.77555807	3.52546731	0.002	8.207166	16.8013181	8	1.18	1.48993807	48.3169133	0.170348	0.34773	0.280000	0.747000	0.410000	0.313000	1.1139	1.965	930.51131	930.03
250	251	0	218	1090	2383	3.77555807	3.52546731	0.002	8.207166	16.8013181	8	0.26	0.69938152	22.6801033	0.392905	0.78086	0.044000	0.943000	0.100000	1.104000	0.6526	0.7721	939.0457	938.74
251	252	0	218	1090	2383	3.77555807	3.52546731	0.002	8.207166	16.8013181	8	0.56	1.02641115	31.2855918	0.327278	0.50477	0.410000	0.913000	0.620000	1.085000	0.9371	1.1116	938.71769	938.20
252	253	0	218	1090	2383	3.77555807	3.52546731	0.002	8.207166	16.8013181	8	0.25	0.66818	22.3298671	0.370929	0.75547	0.410000	0.934000	0.620000	1.100000	0.6405	0.7716	938.11921	938.02
253	254	0	218	1090	2383	3.77555807	3.52546731	0.002	8.207166	16.8013181	8	0.63	1.08867375	35.3043833	0.331346	0.47596	0.330000	0.817000	0.490000	0.991000	0.8894	1.0284	937.69346	937.44
254	255	0	218	1090	2383	3.77555807	3.52546731	0.002	8.207166	16.8013181	8	2.9	1.92811967	35.17112165	0.008645	0.01859	0.067500	0.310000	0.095000	0.388000	0.6016	0.7481	947.93	945.3
257	258	7	0	35	77	4.34361665	4.27361851	0.002	8.30405317	0.63399048	6	2.9	1.92811967	35.17112165	0.008645	0.01859	0.067500	0.310000	0.095000	0.388000	0.6016	0.7481	947.93	945.3
257	258	7	0	35	77	4.34361665	4.27361851	0.002	8.30405317	0.63399048	6	2.9	1.92811967	35.17112165	0.008645	0.01859	0.067500	0.310000	0.095000	0.388000	0.6016	0.7481	947.93	945.3
259	260	6	0	30	66	4.35473866	4.28645031	0.002	8.318412	0.5626334	6	4.117	2.29734076	41.9065204	0.00623	0.01345	0.082500	0.281000	0.082500	0.351000	0.6436	0.8126	971.57	969.89
260	261	3	4	35	77	4.34361665	4.27361851	0.002	8.30405317	0.63399048	6	17.52	4.73916736	86.4480878	0.003517	0.00757	0.045000	0.290000	0.025000	0.227000	1.1327	1.4075	969.86064	952.550
261	261	3	4	35	77	4.34361665	4.27361851	0.002	8.30405317	0.63399048	6	8.59	3.36811937	60.300158	0.005011	0.01084	0.055000	0.264000	0.025000	0.234000	0.8779	1.1045	969.86064	947.590
258	273	4	34	90	197	4.35831391	4.1505234	0.002	8.7614453	1.1318384	6	1.3	1.2909441	23.548377	0.03754	0.0493	0.150000	0.443000	0.180000	0.577000	0.9377	0.7425	945.3103	944.6
223	262	2	20	110	240	4.32031544	4.11774734	0.002	8.9104394	1.9804531	6	4.82	2.48575605	45.31471732	0.020553	0.04366	0.100000	0.401000	0.142000	0.561000	0.9968	1.2454	947.759	940.06
263	262	4	0	27	44	4.38048754	4.32611681	0.002	8.7614453	1.1318384	6	4.25	2.4018242	43.1812582	0.019399	0.03983	0.047500	0.288000	0.067500	0.310000	0.9597	0.7484	940.97	938
264	264	0	26	130	284	4.20560393	4.08839274	0.002	1.0947661	2.3238259	6	1	1.13223065	20.6533094	0.053006	0.11292	0.197500	0.533900	0.220000	0.676000	0.6038	0.7575	948.504	938
264	265	1	26	135	295	4.20565131	4.08148946	0.002	1.13949895	2.3091129	6	1	1.13223065	20.6533094	0.053006	0.11292	0.197500	0.533900	0.220000	0.676000	0.6038	0.7575	948.504	938
266	267	3	0	15	33	4.30615922	4.27094961	0.002	8.27469566	1.01409956	6	5.9	2.25017919	41.0475214	0.00825	0.01767	0.065700	0.325000	0.092000	0.392000	0.7508	0.9384	935.43	935.5
267	265	4	3	35	77	4.34361665	4.27361851	0.002	8.30405317	0.63399048	6	2.9	1.92811967	35.17112165	0.008645	0.01859	0.067500	0.310000	0.095000	0.388000	0.6016	0.7481	947.93	945.3
265	268	2	34	180	394	4.16436869	4.0522656	0.002	1.4997251	1.6811573	6	0.75	0.98054028	17.886287	0.083187	0.1717	0.200000	0.615000	0.285000	0.751000	0.7462	0.9353509	935.36	
268	256	2	36	190	415	4.15607474	4.01432051	0.002	1.5639484	1.3481943	6	0.75	0.9472938	17.279482	0.091366	0.19208	0.210000	0.630000	0.300000	0.751000	0.5959	0.7351	935.35165	934.91
256	264	0	61	266	1006	3.99358385	3.79825248	0.002	3.67317275	6.3567875	6	0.38	0.69795597	17.791518	0.686517	0.69005	0.303000	0.838000	0.563000	1.043000	0.6058	0.7332	934.89255	934.66
284	269	0	310	1550	3389	3.66921388	3.39694831	0.002	11.742563	23.0071281	8	0.5	0.96986766	31.45116444	0.381652	0.73156	0.430000	0.821000	0.640000	1.090000	0.8933	1.0610	934.43021	934.46
269	270	0	310	1550	3389	3.66921388	3.39694831	0.002	11.742563	23.0071281	8	0.5	0.96986766	31.45116444	0.381652	0.73156	0.430000	0.821000	0.640000	1.090000	0.8933	1.0610	934.43021	934.46
270	271	0	310	1550	3389	3.66921388	3.39694831	0.002	11.742563	23.0071281	8	0.5	0.96986766	31.45116444	0.381652	0.73156	0.430000	0.821000	0.640000	1.090000	0.8933	1.0610	934.43021	934.46
271	271	5	0	25	55	4.36691115	4.30673711	0.002	8.18455614	0.27075614	6	4.13	2.30096499	41.9727638	0.005202	0.01132	0.082500	0.281000	0.082500	0.330000	0.7683	0.97401	974.92	
273	274	4	5	41	58	4.32373725	4.2512611	0.002	8.9323614	1.6373043	6	3.35	2.1332861	36.237034	0.037666	0.1113	0.150000	0.443000	0.180000	0.577000	0.9377	0.7425	945.3103	944.6
274	275	1	9	50	109	4.3147025	4.23279647	0.002	8.43147625	0.92534785	6	5.35	2.61885735	47.7111044	0.009023	0.01937	0.067500	0.310000	0.095000	0.393000	0.8171	1.0292	971.63764	967.39
275	276	0	1																					



PLANTA GENERAL ALDEA CHOLA

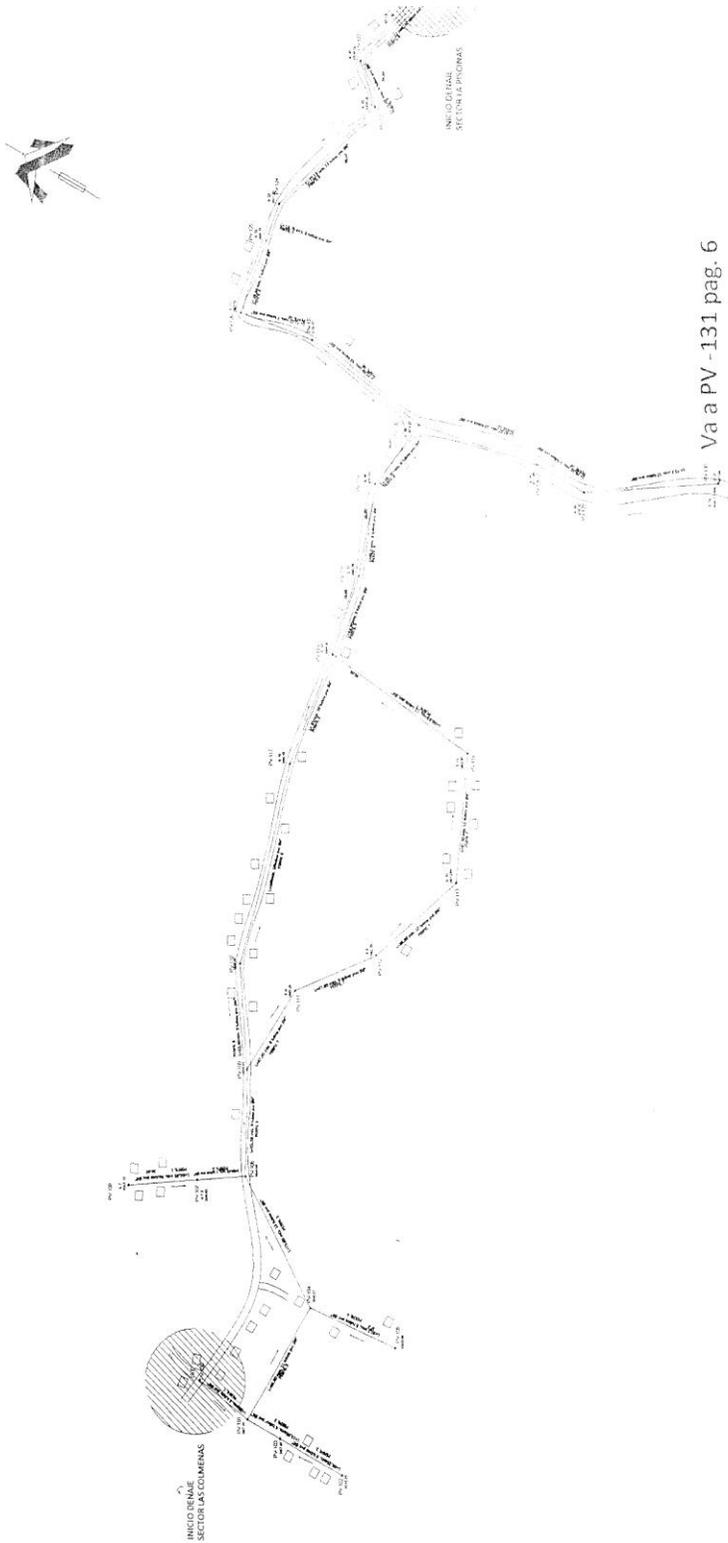
ESCALA 1/2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Facultad de Ingeniería Civil
 Alameda

PROFESOR
 MSc. FREDY SERRANO
 MSc. FREDY SERRANO

ESTUDIANTE
 MSc. FREDY SERRANO
 MSc. FREDY SERRANO

Asesor: FREDY SERRANO



Va a PV -131 pag. 6

PLANTA SECTOR COLMEAS ALDEA CHOLA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUAYAMA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE OBRAS DE FERROVIARIAS Y AUTOMOVILISTAS

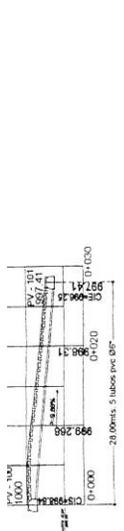
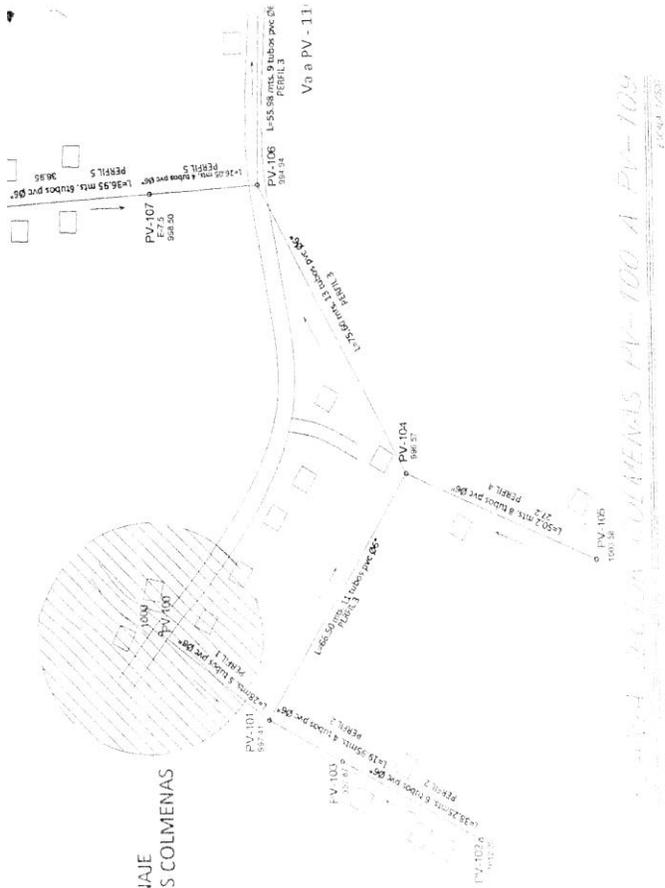
DISEÑADO POR: *[Signature]*
 ALUMNO: *[Signature]*
 TITULO: *[Signature]*
 ASIGNATURA: *[Signature]*
 FECHA: *[Signature]*

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUAYAMA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE OBRAS DE FERROVIARIAS Y AUTOMOVILISTAS

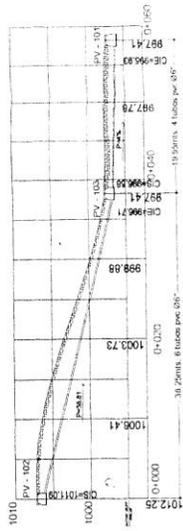
REVISADO POR: *[Signature]*
 ASIGNATURA: *[Signature]*
 FECHA: *[Signature]*

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUAYAMA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE OBRAS DE FERROVIARIAS Y AUTOMOVILISTAS

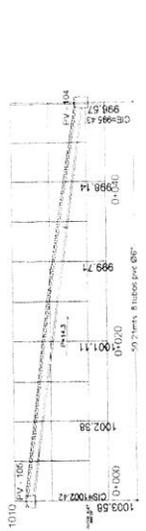
REVISADO POR: *[Signature]*
 ASIGNATURA: *[Signature]*
 FECHA: *[Signature]*



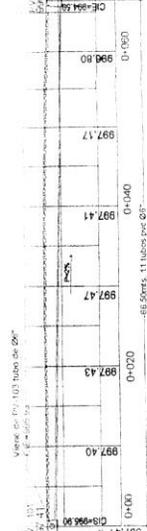
PERFIL 1



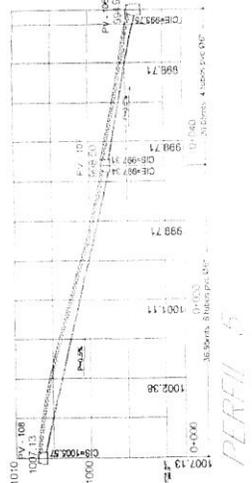
PERFIL 2



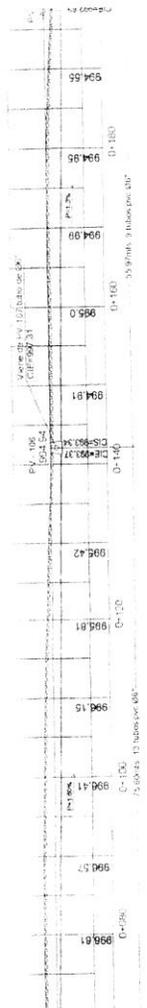
PERFIL 3

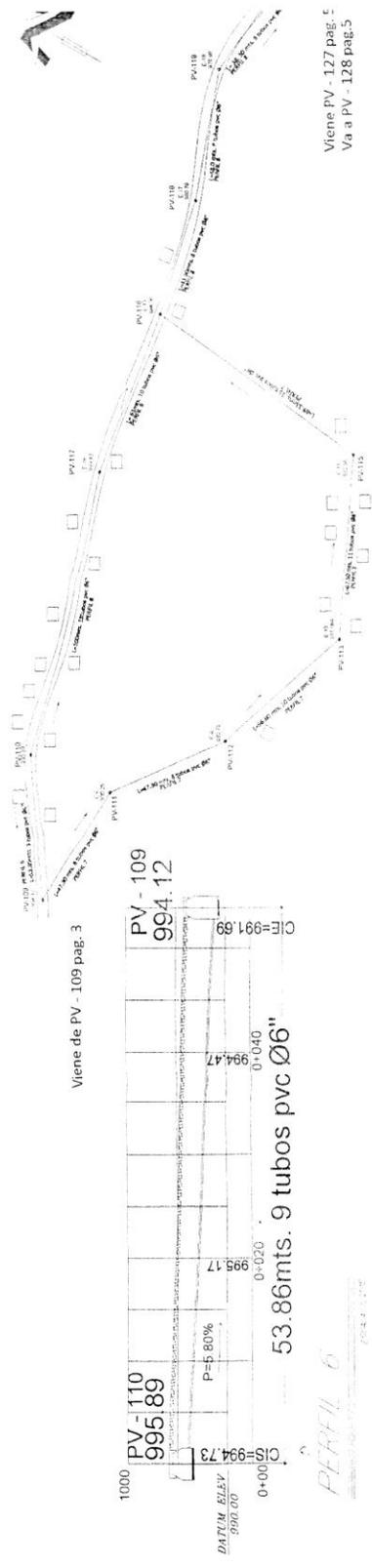


PERFIL 4



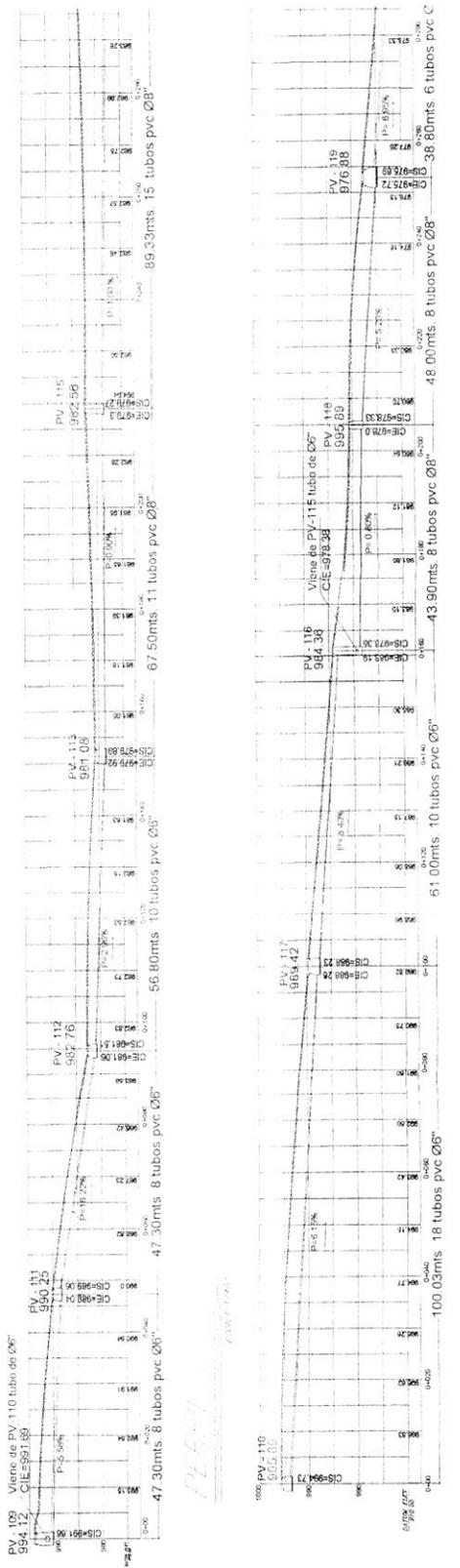
PERFIL 5





Viene PV - 127 pag. 5
Va a PV - 128 pag. 5

PLANTA SECTOR COLUMNAS DE PUNTO PV120
ESCALA 1:250



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CATEDRA DE DISEÑO DE OBRAS DE FERROVIA

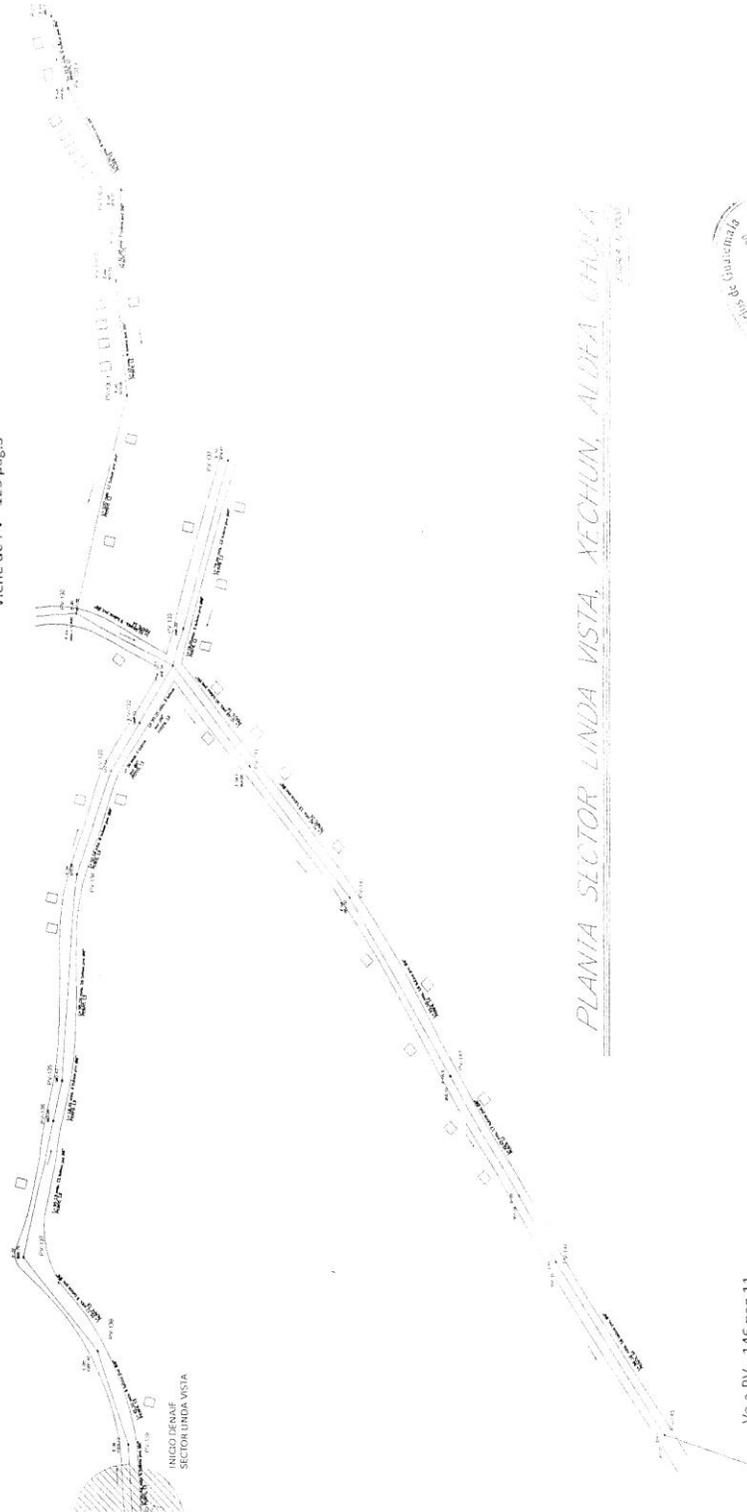
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
INDECEN
CARRERA DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
CATEDRA DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
INDECEN
CARRERA DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
CATEDRA DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
INDECEN
CARRERA DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
CATEDRA DE ESTADÍSTICA Y CENSOS



Viene de PV - 129 pag.5

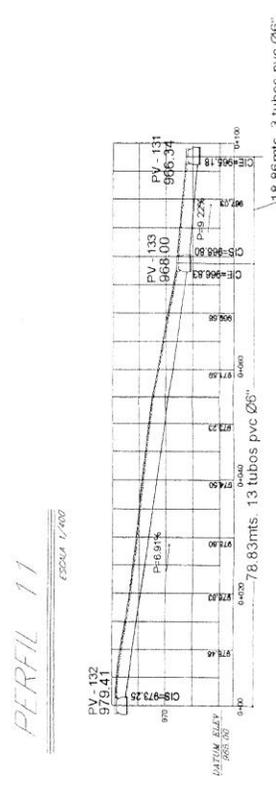
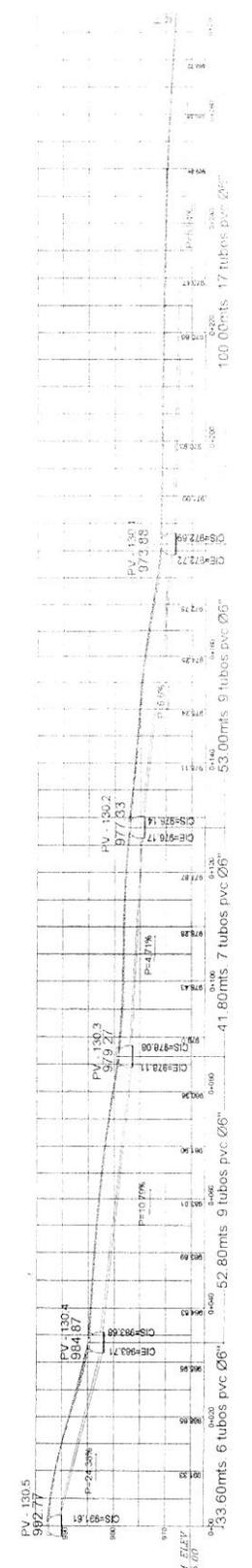
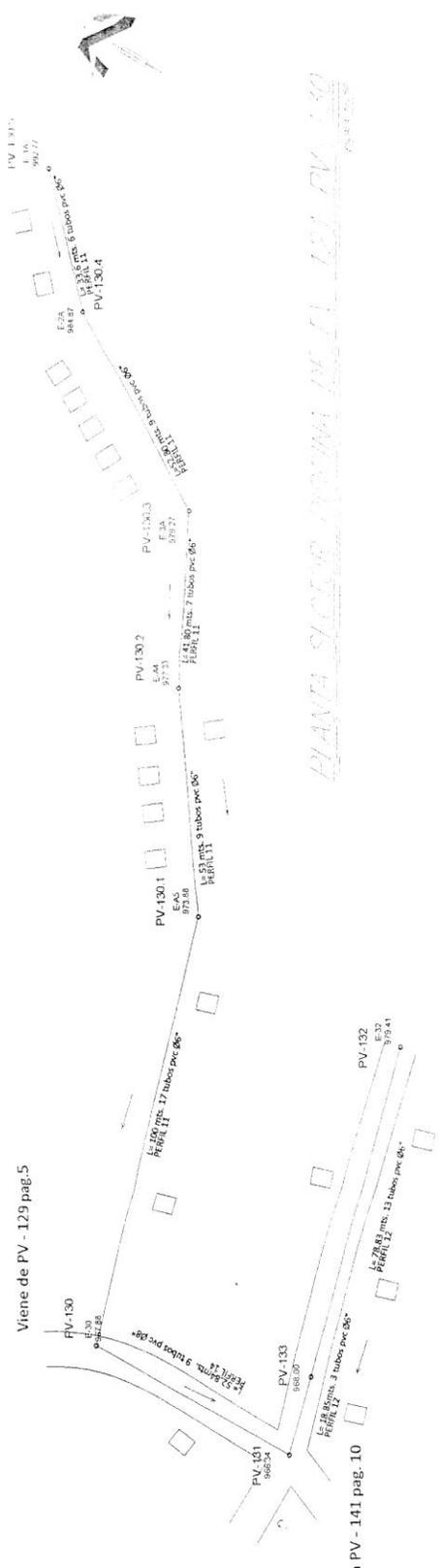


INICIO DENAF
SECTOR LINDA VISTA

PLANIA SECTOR LINDA VISTA, XECHUM, ALDEA CHAJA

Va a PV - 146 pag.11

Universidad de San Carlos de Guatemala
Escuela de Ingeniería Civil
Carrera de Ingeniería Civil
CATEDRA DE DISEÑO DE OBRAS DE CONCRETO
PROFESOR: MSc. JUAN CARLOS GONZALEZ
ESTUDIANTE: MSc. JUAN CARLOS GONZALEZ
FECHA: 2011



Republica de Guatemala

Ministerio de Obras Públicas y Transportación

INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD DE CONSTRUCCIONES

ESTADO DE GUATEMALA

SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTACIÓN

PROYECTO: ...

FECHA: ...

PROYECTISTA: ...

VERIFICADO: ...

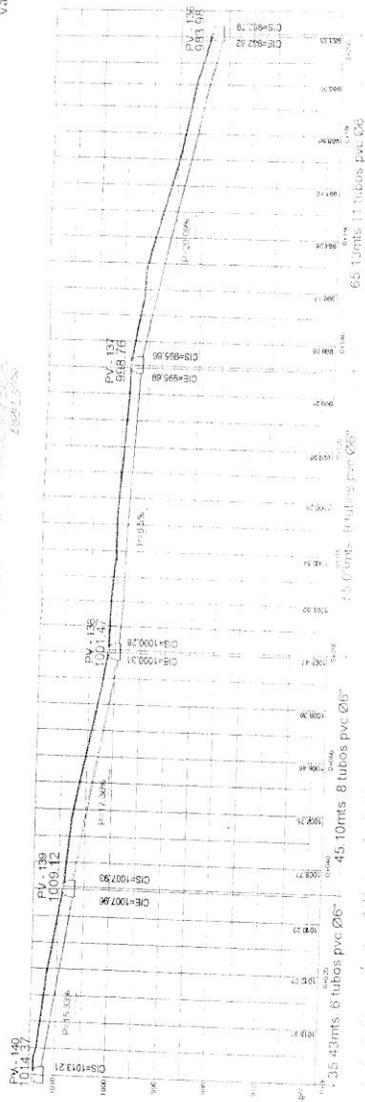
APROBADO: ...



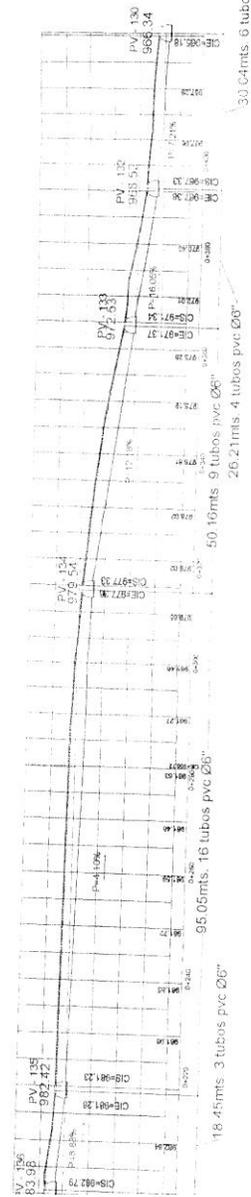
Viene de PV - 130 pag.7

Viene de PV - 132 pag.7

Va a PV - 141 pag.10



FLANIA SECTOR PV-140 A PV-139



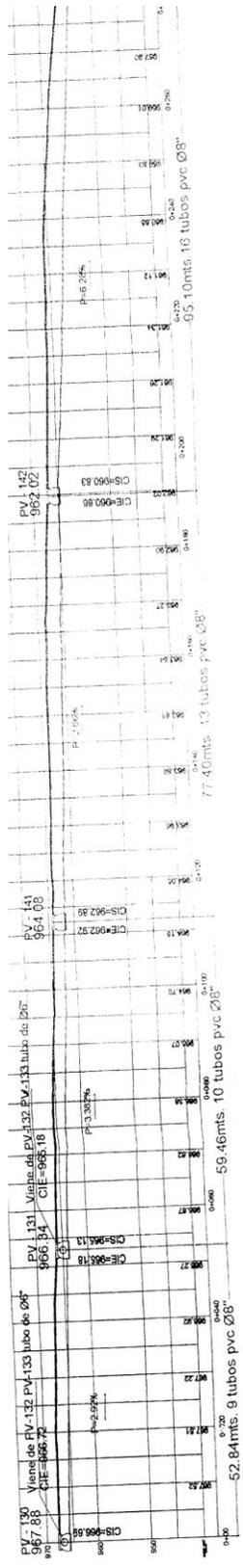
FLANIA SECTOR PV-136 A PV-130

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería Civil

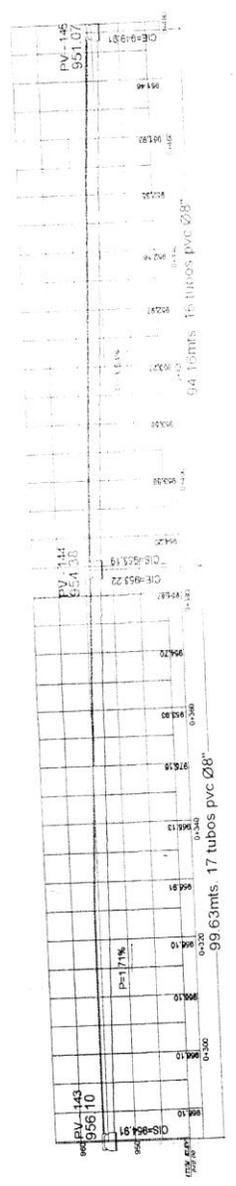
Departamento de Ingeniería Sanitaria

Ingeniero Civil

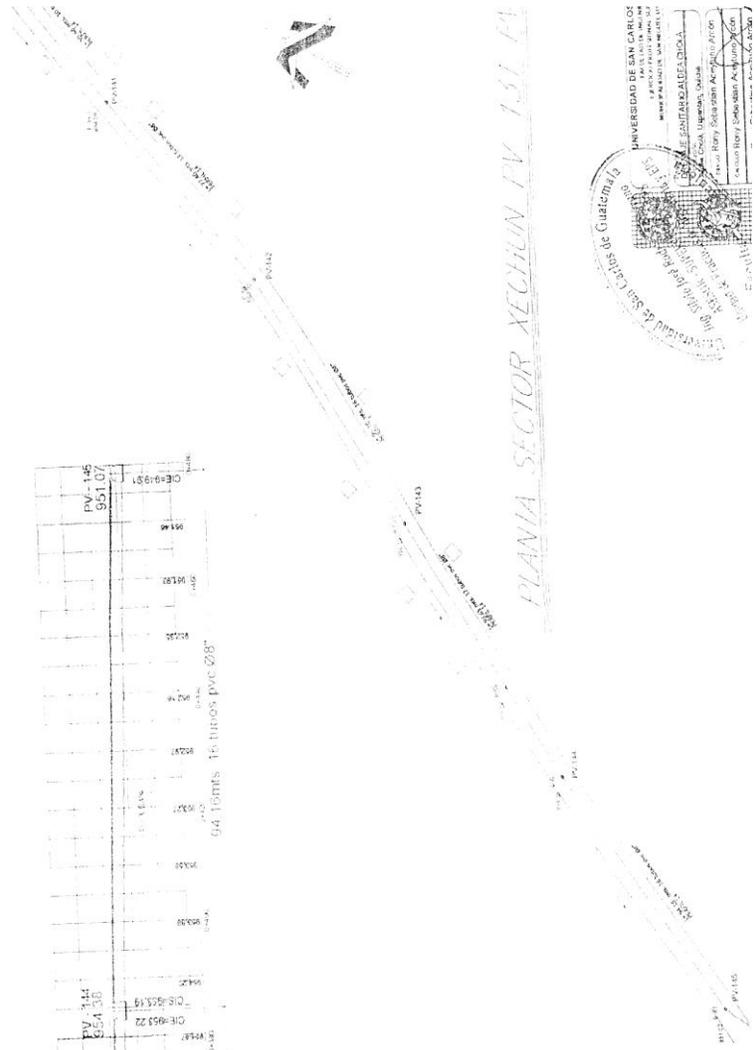


ERFIL 14 PV-130 A PV-143

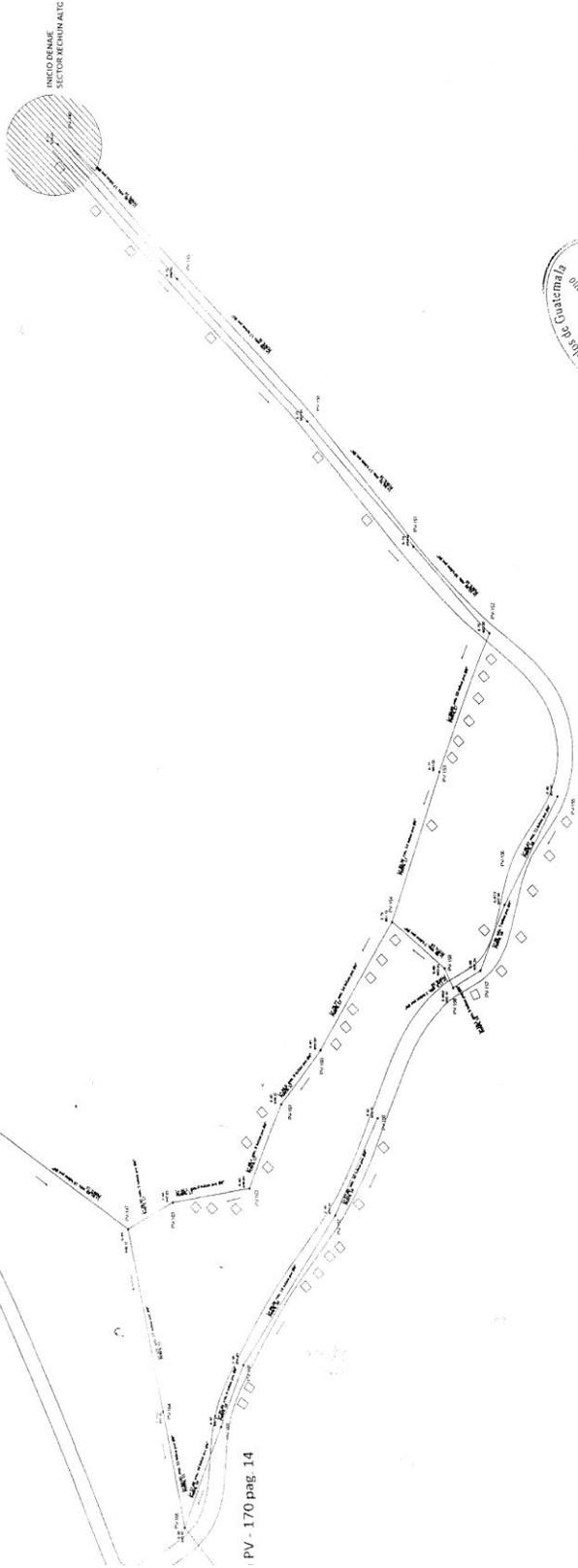
Viene de
Viene de PV-132 pag.8



ERFIL 14 PV-143 A PV-145



Viene de PV - 144 pag.10



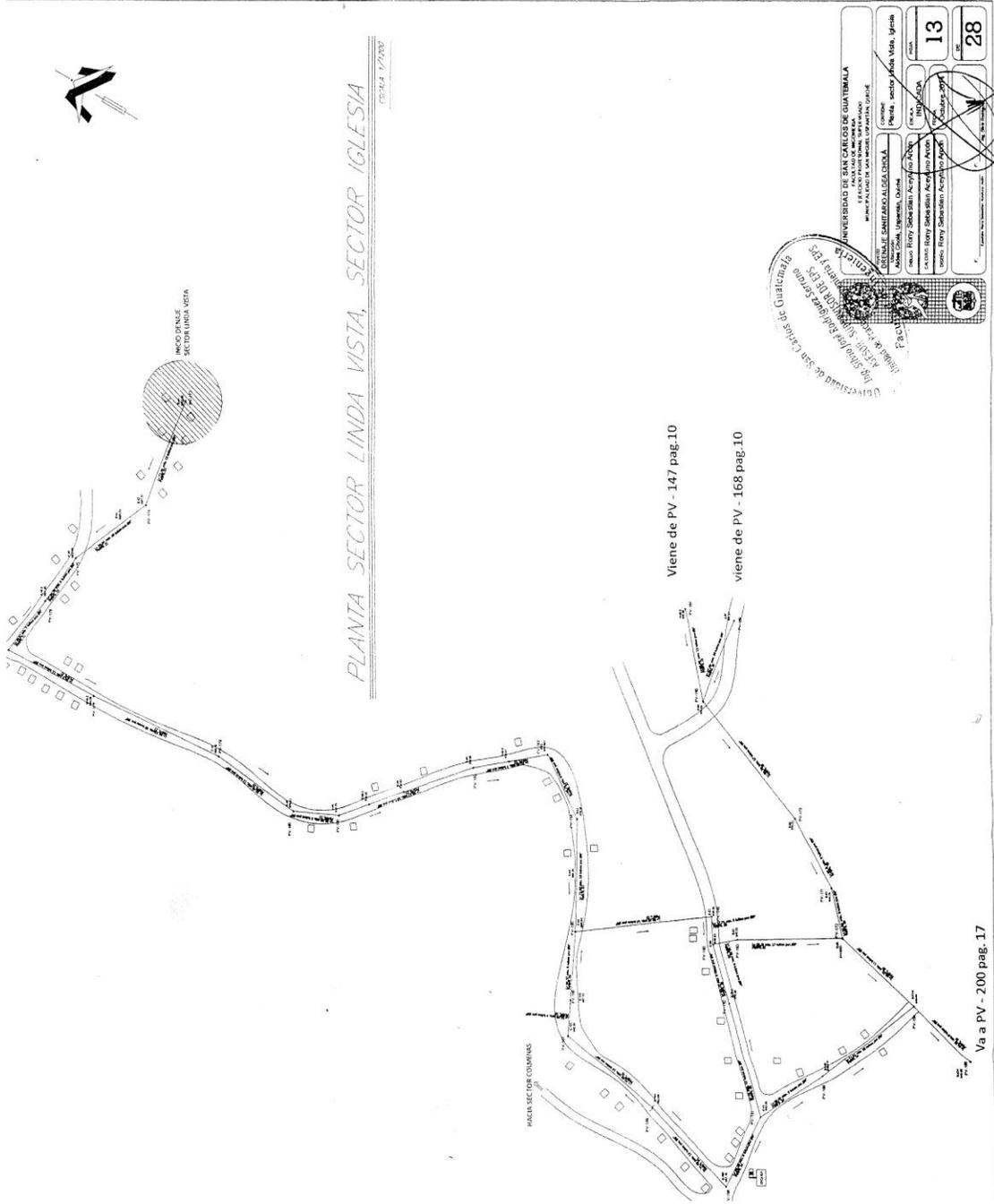
PV - 170 pag. 14

PLANTA SECTOR XECHUN ALTO, ALDEA CHOLÁ

ESCALA 1/1200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE ARQUITECTURA DEPARTAMENTO DE URBANISMO Y DISEÑO	
DISEÑO: SANTIBARRI ALDEASOLA Arquitecto, Urbanista, Grafista	
PROYECTO: Plan de Sector Xechun Alto	
CLIENTE: Rony Sobekamun Acayubal Arce	
LUGAR: Sector Xechun Alto, Aldea Cholá, Municipio de San Marcos, Guatemala	
FECHA: 2014	
Escala: 1/1200	
Hoja: 10	
Total: 28	



PLANTA SECTOR LINDA VISTA, SECTOR IGLESIA

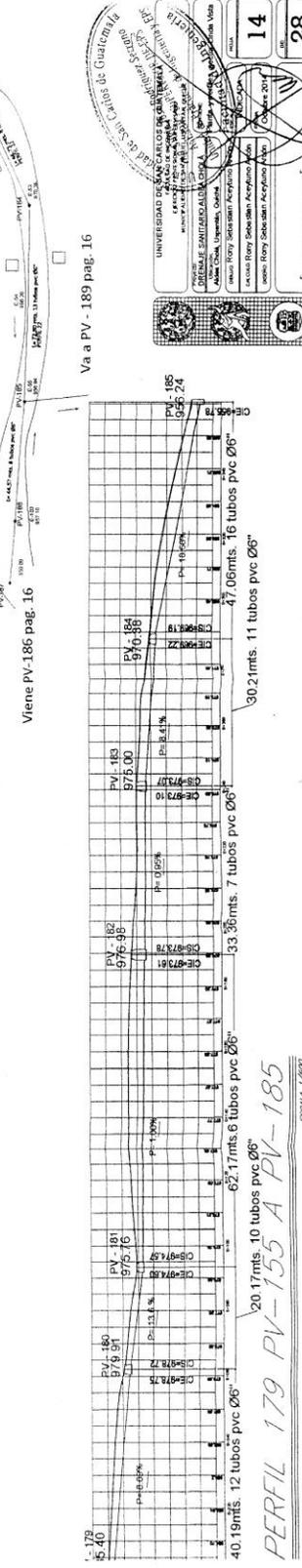
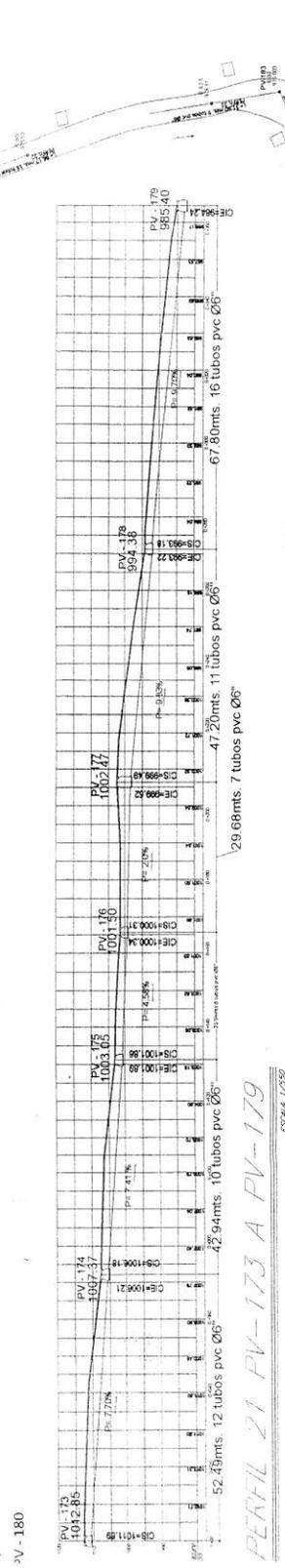
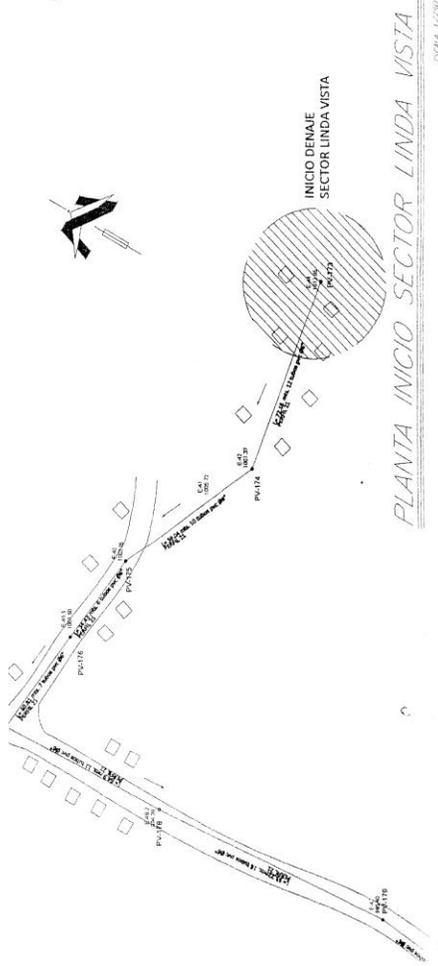
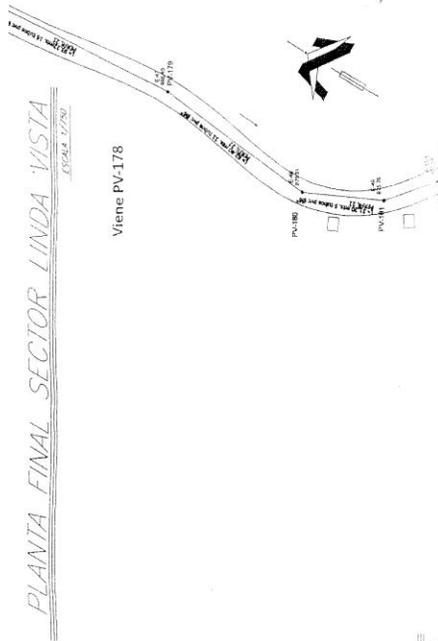
Escala 1/1200

Viene de PV - 147 pag.10

viene de PV - 168 pag.10

Va a PV - 200 pag.17

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Civil
 Carrera: Ingeniería Civil
 Nombre: *[Signature]*
 Fecha: 13/08/2013
 Hora: 13:28



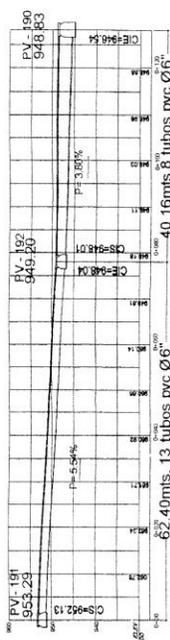
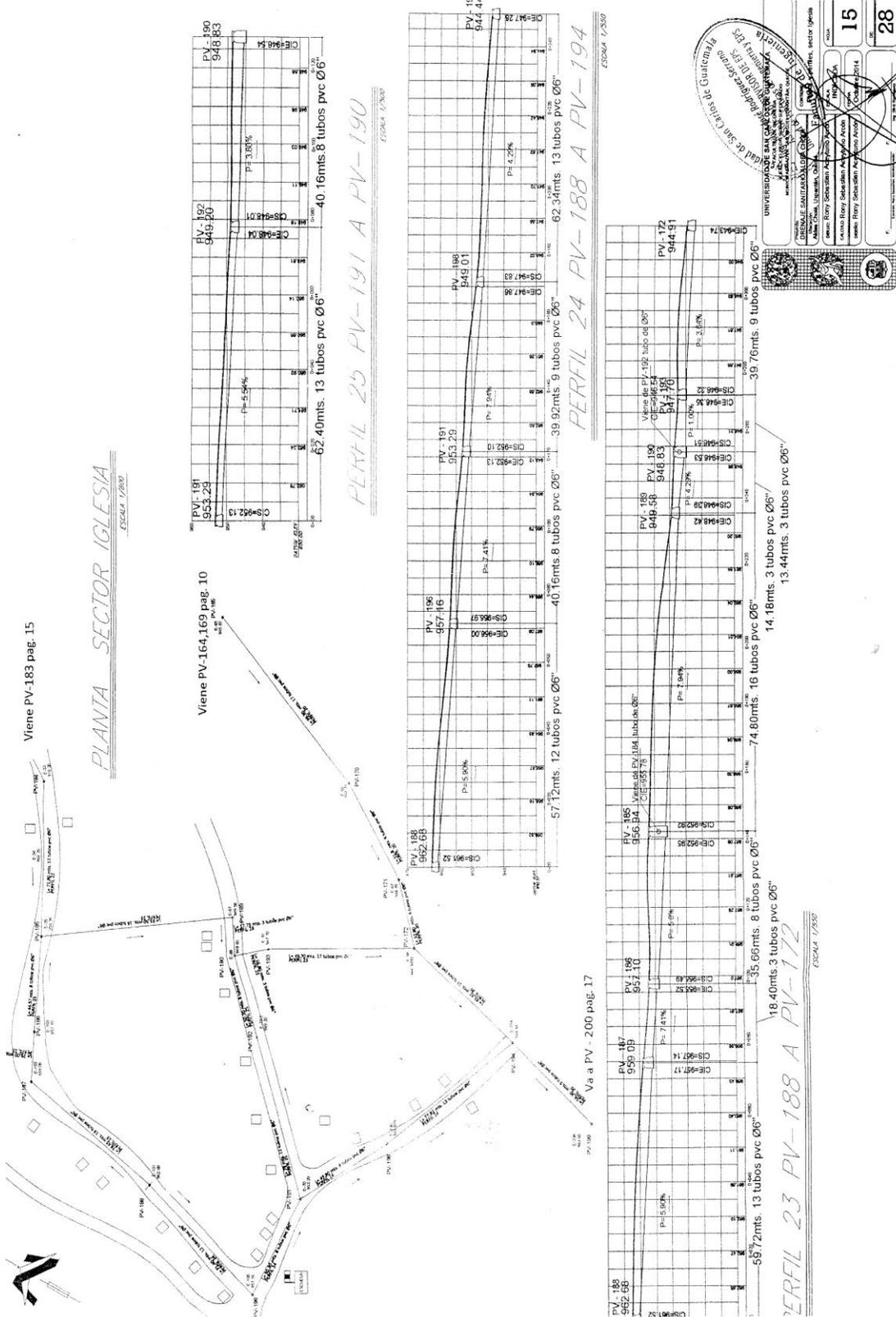
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA INTERMEDIARIA DE INGENIERIA CIVIL
 ALUMNO: RORY SEBASTIAN ACEPUNO ALONSO
 TÍTULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES
 FECHA: 14 de Octubre 2014
 PÁGINA: 28

Viene PV-183 pag. 15

PLANTA SECTOR IGLESIA

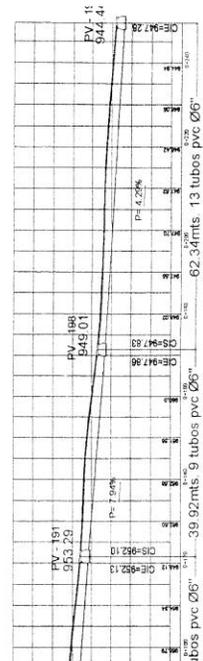
ESCALA 1/300

Viene PV-164,169 pag. 10



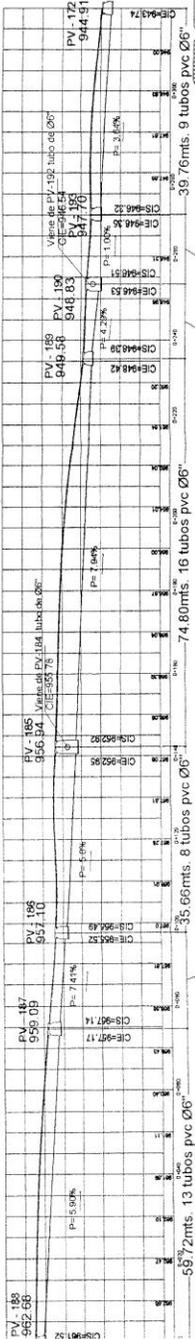
PERFIL 25 PV-191 A PV-190

ESCALA 1/250



PERFIL 24 PV-188 A PV-194

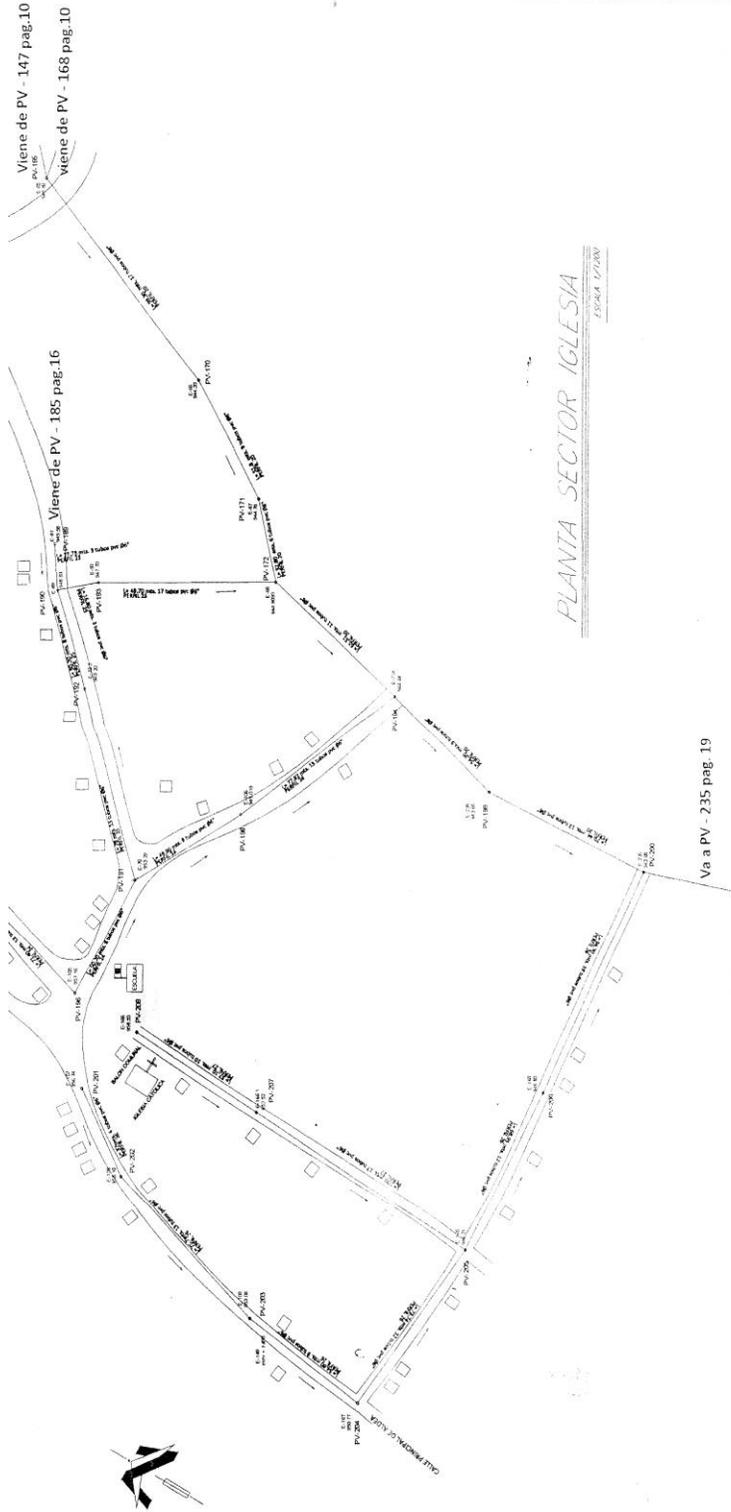
ESCALA 1/250



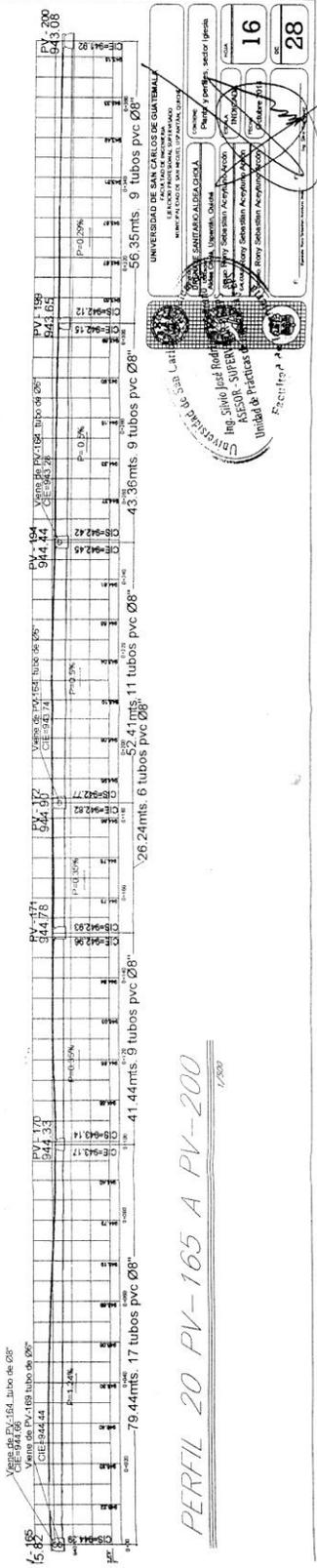
PERFIL 23 PV-188 A PV-172

ESCALA 1/250

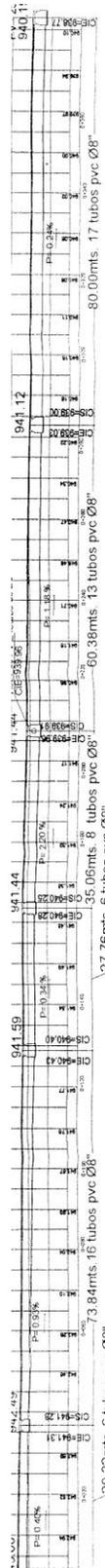
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 INSTITUTO DE SALUBRIDAD Y SEGURIDAD EN INGENIERIA CIVIL
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 Carrera: Ingeniería Civil
 Nombre: Rony Sebastian Aguilar
 No. de Colección: 15
 No. de Expediente: 28



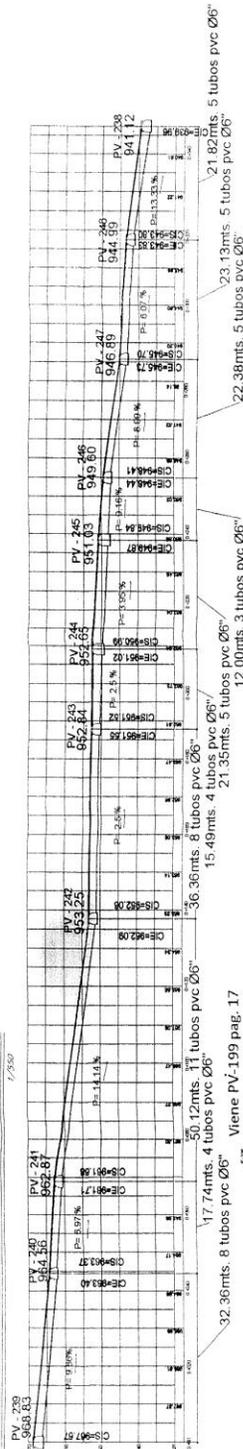
PLANTA SECTOR IGLESIA
ESCALA 1/200



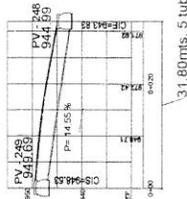
PERFIL 20 PV-165 A PV-200
1/200



PERFIL 28 PV-200 A PV-251

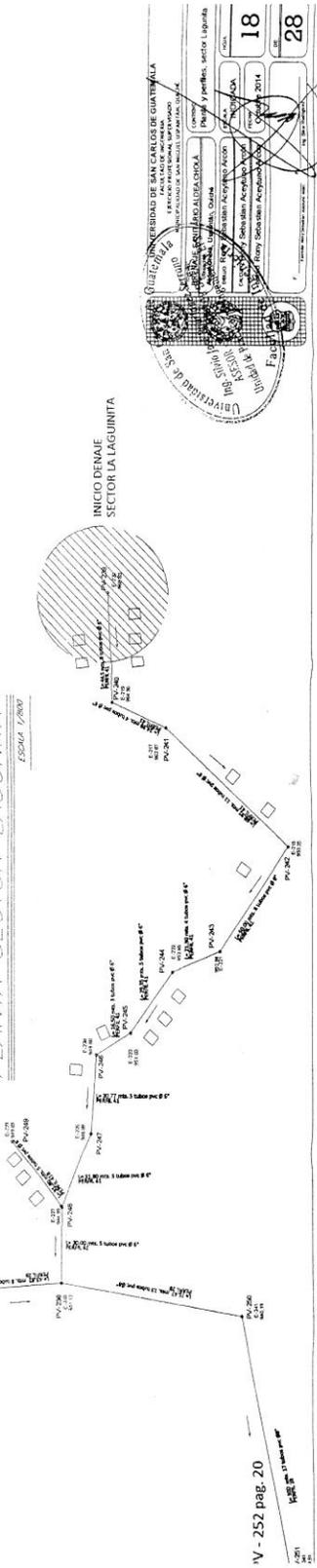


PERFIL 41 PV-239 A PV-238

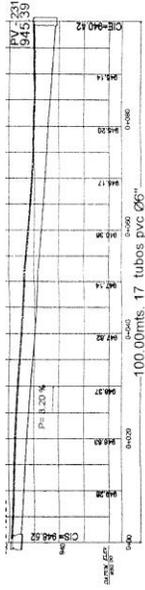


PERFIL 41B PV-249 A PV-248

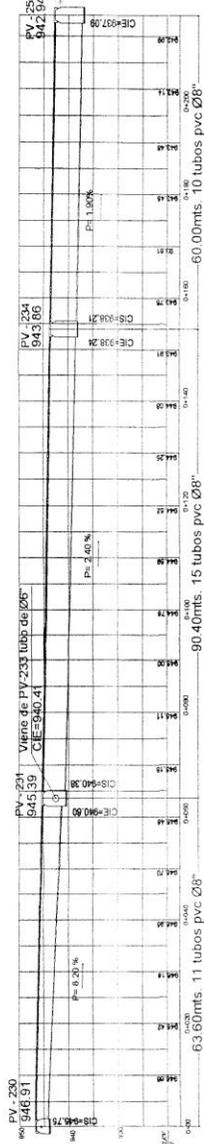
PLANTA SECTOR LAGUNITA



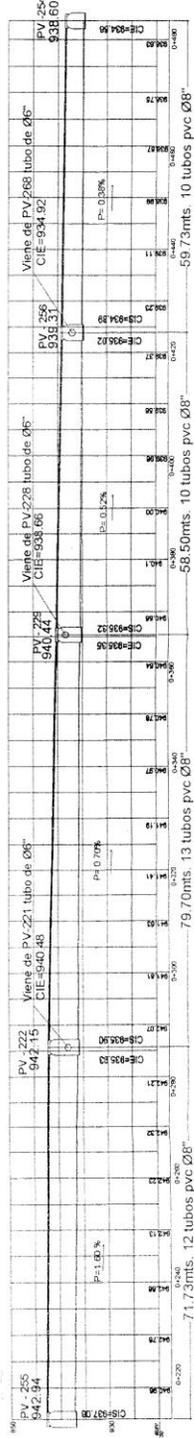
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 INGENIERIA EN OBRAS DE SANEAMIENTO
 CATEDRA DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO
 TITULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE SANEAMIENTO
 PARA EL SECTOR LA LAGUNITA
 AUTORA: ESTHER PATRICIA ACOSTA
 ASISTENTE: BEATRIZ ACOSTA
 FECHA DE ENTREGA: 02 DE ABRIL 2014
 FECHA DE DEFENSA: 02 DE ABRIL 2014
 PÁGINA 18 DE 28



PERFIL 31 PV-233 A PV-231



PERFIL 30 PV-230 A PV-255



PERFIL 30 PV-230 A PV-254

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 CARRER 13-01, ZONA 13, GUATEMALA, GUATEMALA

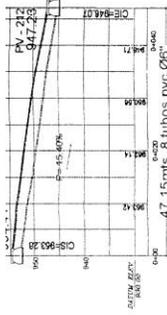
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 CARRER 13-01, ZONA 13, GUATEMALA, GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 CARRER 13-01, ZONA 13, GUATEMALA, GUATEMALA

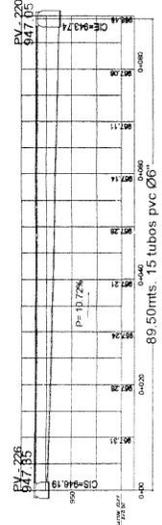
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 CARRER 13-01, ZONA 13, GUATEMALA, GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 CARRER 13-01, ZONA 13, GUATEMALA, GUATEMALA

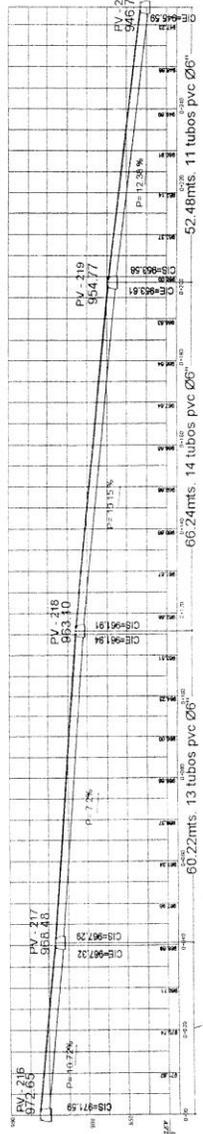
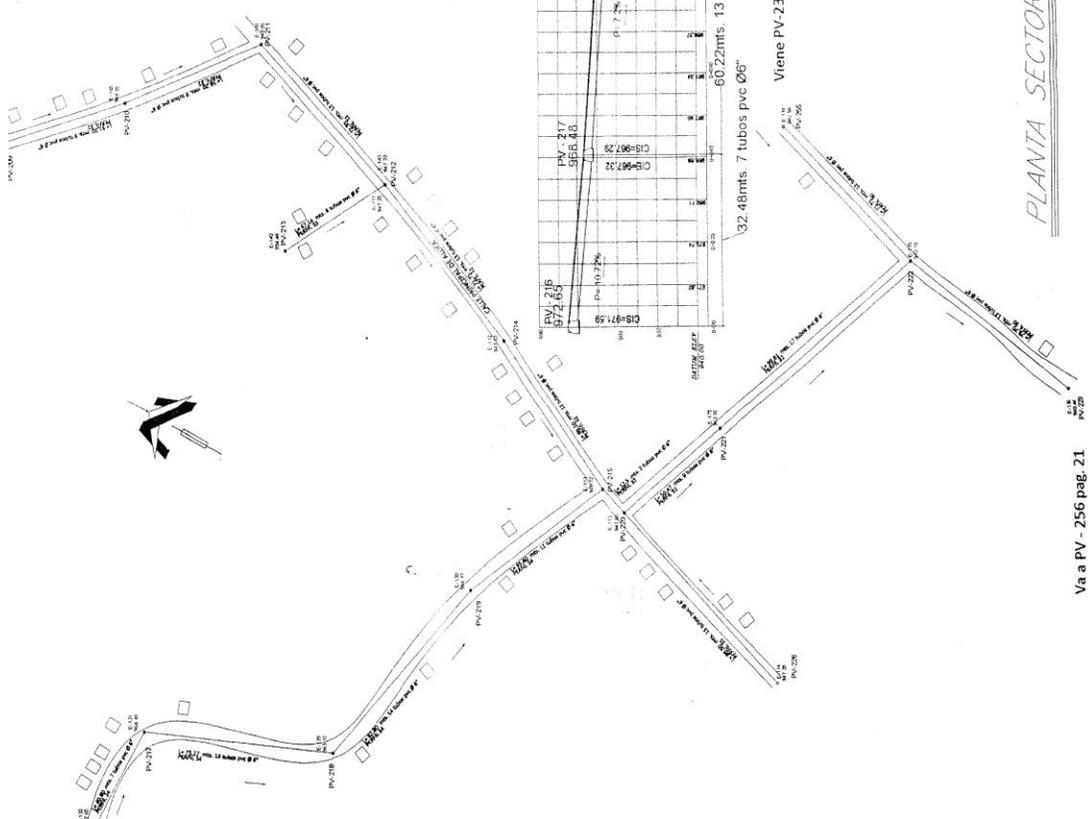
PLANTA SECTOR IGLESIA



PERFIL 33 PV-213 A PV-212
47.15mts. 8 tubos pvc Ø6"



PERFIL 35 PV-226 A PV-220
89.50mts. 15 tubos pvc Ø6"



PERFIL 34 PV-216 A PV-215
60.22mts. 13 tubos pvc Ø6"

Viene PV-234 pag. 21

32.48mts. 7 tubos pvc Ø6"

PLANTA SECTOR CENTRO
1:2500 / 1/2000

Va a PV-256 pag. 21

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA EN OBRAS DE OBRAS DE CONCRETO Y ACERO

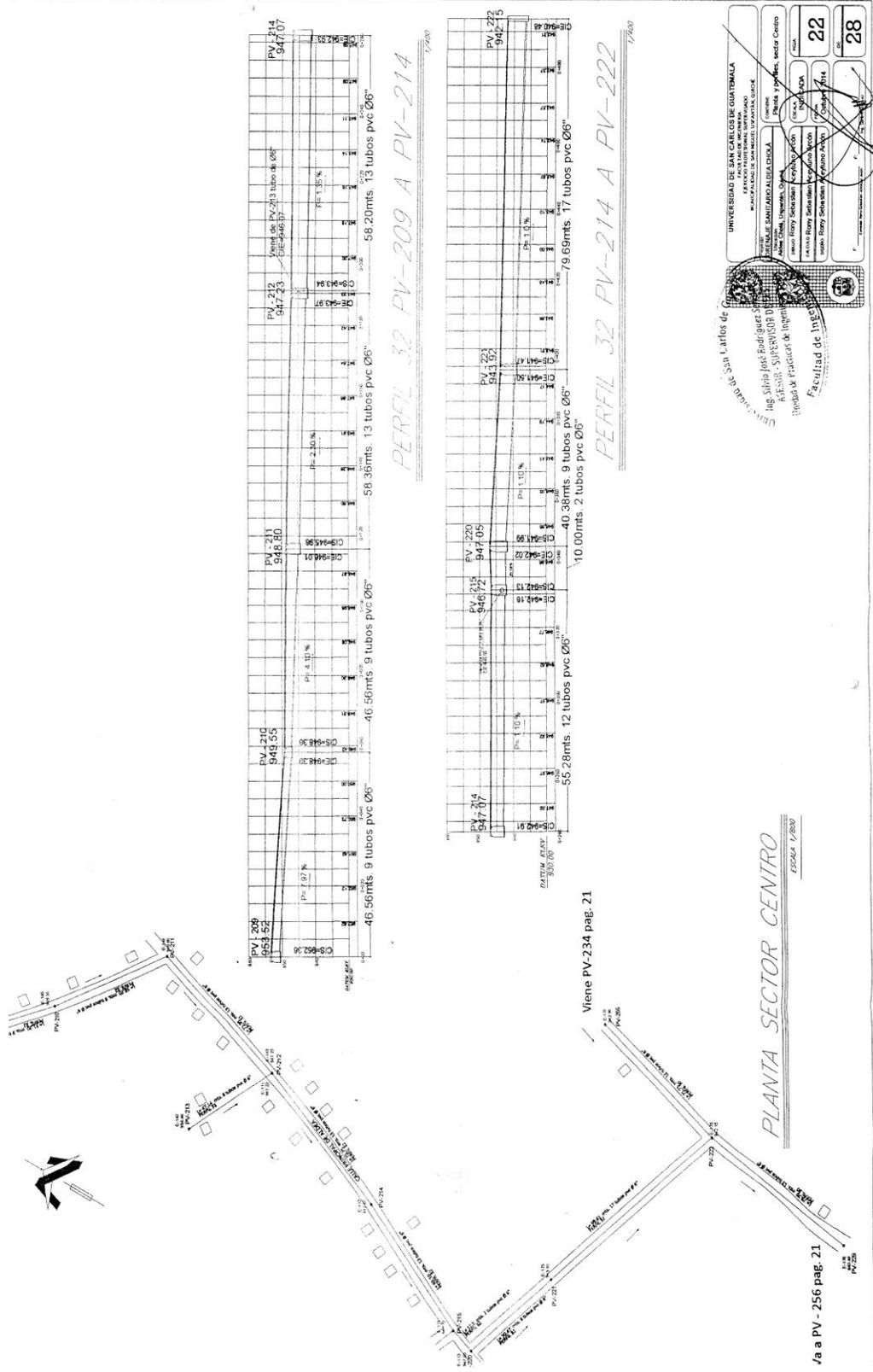
PROYECTO: PLANIFICACIÓN Y PERFILES, SECTOR CENTRO

ALUMNO: JOSÉ ROBERTO BOLAÑOS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
CATEDRÁTICO: DR. ROBERTO BOLAÑOS

FECHA: 21/05/2018

21

28

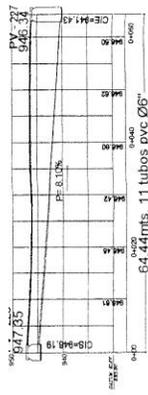


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INSTITUTO VETERINARIO Y ZOOVETERINARIO

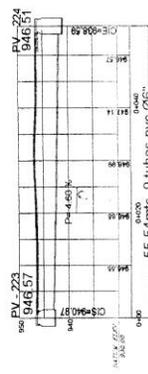
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INSTITUTO VETERINARIO Y ZOOVETERINARIO

Ing. Silvio José Rodríguez
 ASISTENTE SUPERVISOR DE
 OBRAS DE PAVIMENTACION
 Facultad de Ingeniería

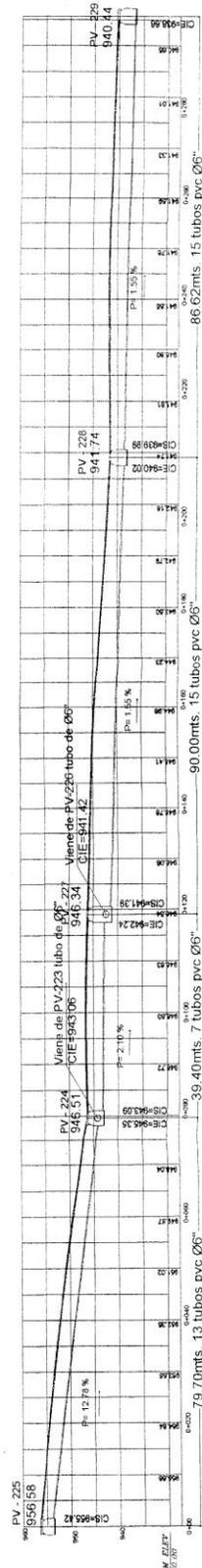
22
 28



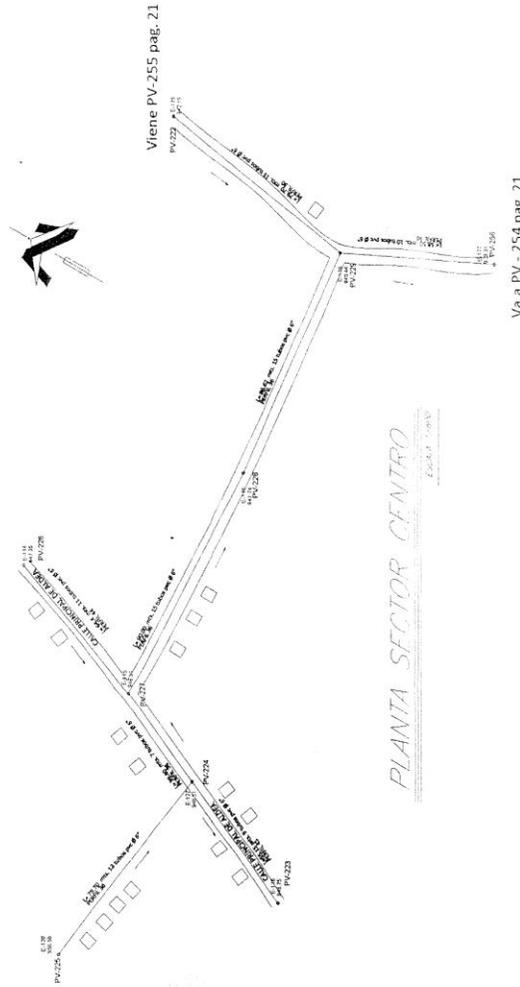
PERFIL 44 PV-226 A PV-227
1/200



PERFIL 45 PV-223 A PV-224
1/200



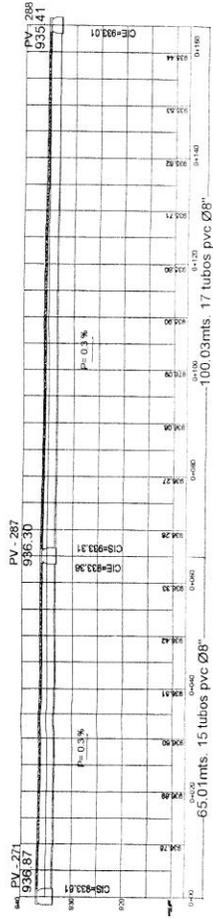
PERFIL 36 PV-225 A PV-229
1/200



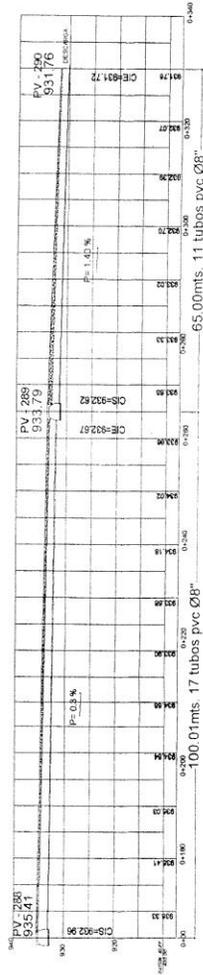
PLANTA SECTOR CENTRO
1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CATEDRA DE SANITARIA Y AMBIENTAL
PROFESOR: ROLANDO ROSALES
ALUMNO: ROLANDO ROSALES
GRUPO: 23
FECHA: 2014
NÚMERO DE FOLIO: 28

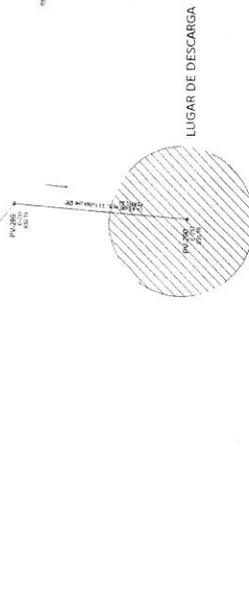
Viene PV-279 pag. 25



PERFIL 44 PV-271 A PV-288



PERFIL 44 PV-288 A PV-290



PLANTA SALIDA A XEUL DESCARGA FINAL

ESCALA 1/7100

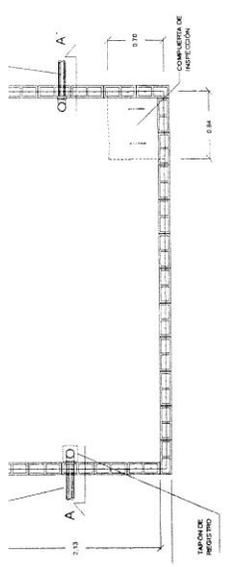
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

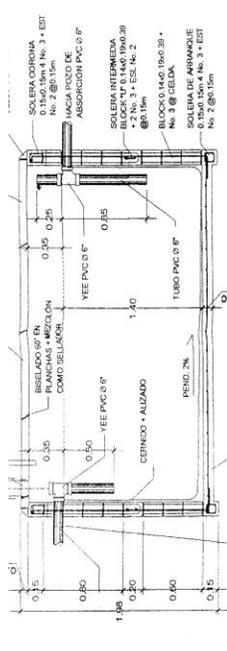
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Nombre y apellidos, sector Centro
 Rony Sebastián Acosta
 Rony Sebastián Acosta
 Rony Sebastián Acosta

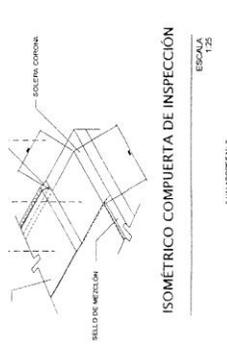
Matrícula
 26
 28



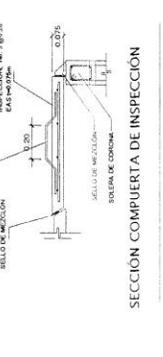
PLANTA FOSA SÉPTICA
ESCALA 1:25



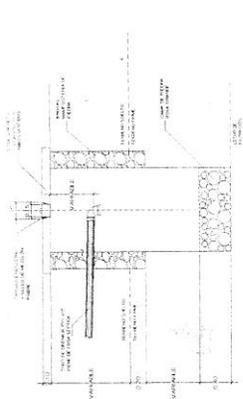
SECCIÓN FOSA SÉPTICA
ESCALA 1:25



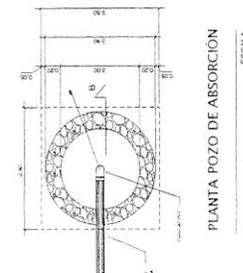
ISOMÉTRICO COMPUERTA DE INSPECCIÓN
ESCALA 1:25



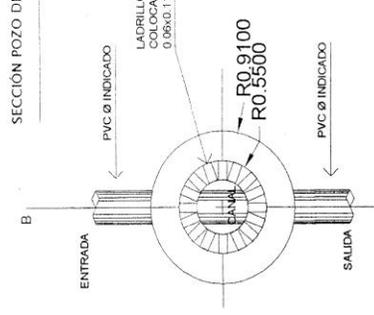
SECCIÓN COMPUERTA DE INSPECCIÓN
ESCALA 1:25



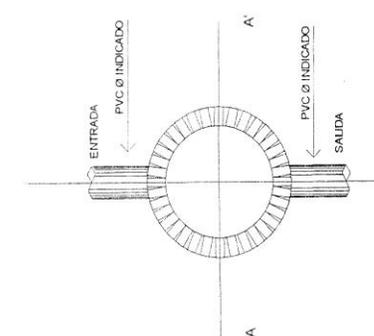
SECCIÓN POZO DE ABSORCIÓN
ESCALA 1:25



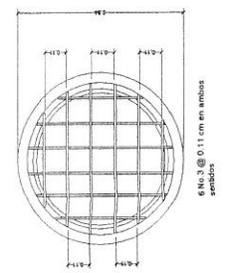
PLANTA POZO DE ABSORCIÓN
ESCALA 1:25



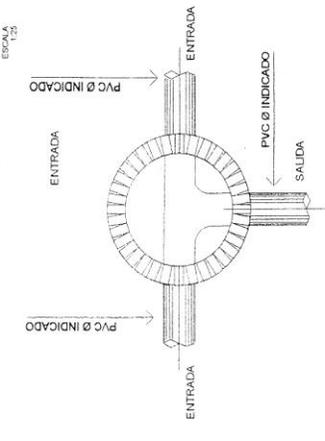
PLANTA DE POZO DE VISITA
NIVEL SUPERIOR
ESCALA 1:25



SECCIÓN POZO DE VISITA
NIVEL SUPERIOR
ESCALA 1:25



PLANTA ARMADO
TAPADERA POZO DE VISITA
ESCALA 1:25



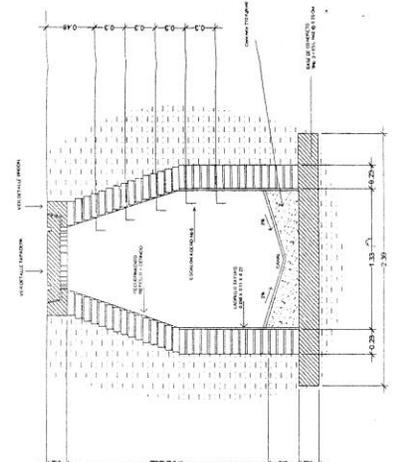
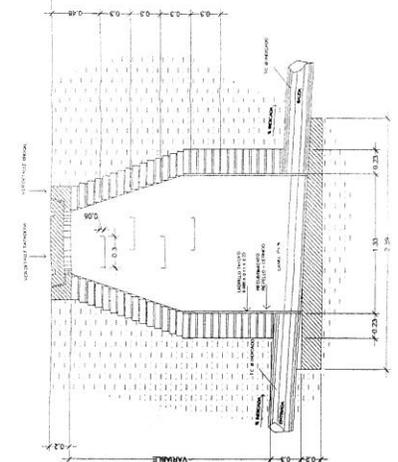
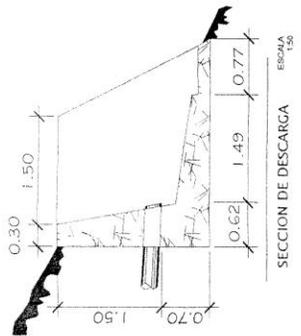
PLANTA DE POZO DE VISITA
EN DOS ENTRADAS
ESCALA 1:25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERAS DE INGENIERÍA CIVIL Y DE INGENIERÍA EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

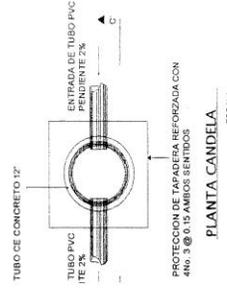
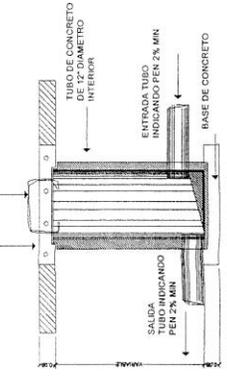
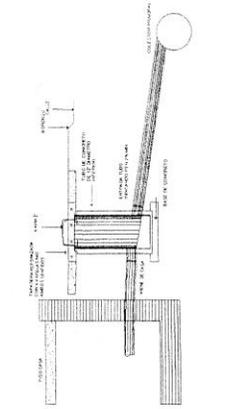
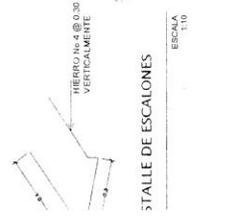
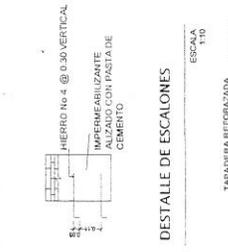
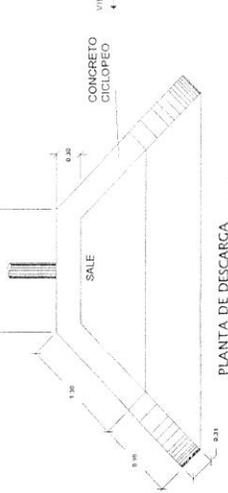
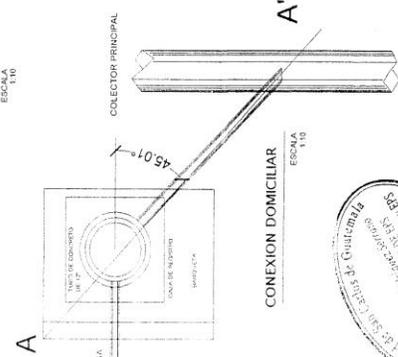
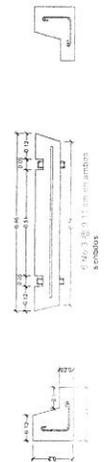
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLOS CONSTRUCTIVOS
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

PROFESOR: Rony Sebastian Acyryano Pineda
ESTUDIANTE: Rony Sebastian Acyryano Pineda

FECHA: 27/05/2014
PÁGINA: 28



BROCAL Y TAPADERA POZO DE VISITA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA EN OBRAS DE CONSTRUCCION
CATEDRA DE DISEÑO DE OBRAS DE CONSTRUCCION

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA EN OBRAS DE CONSTRUCCION
CATEDRA DE DISEÑO DE OBRAS DE CONSTRUCCION

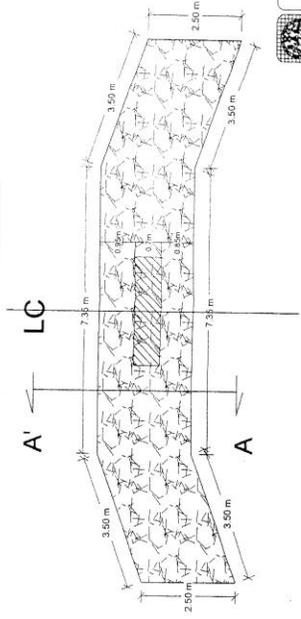
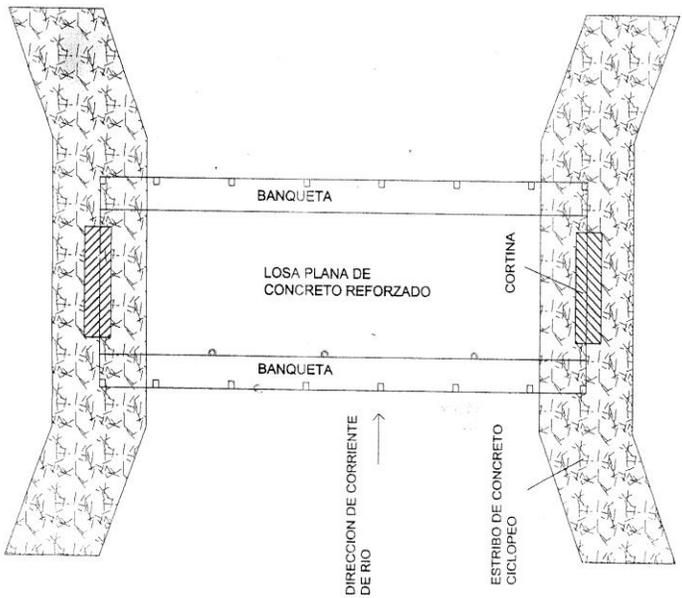
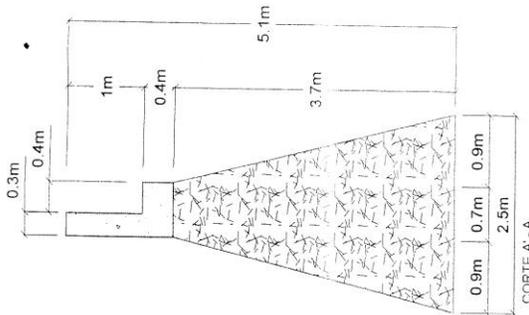
Nombre: Rony Sebastian Acuña Ayala
Código: 2014010001
Fecha: 17/05/2014

27
28

topografía Puente Agua Colorada Caserio Agua Colorada

ESTACION	ELEVACION	ESTACION	ELEVACION	ESTACION	ELEVACION	ESTACION	ELEVACION
41	1017.00	47	1007.00	53	1000.00	59	996.00
42	1016.00	48	1006.00	54	999.00	60	997.00
43	1015.00	49	1005.00	55	1001.00	61	998.00
44	1014.00	50	1004.00	56	1002.00	62	999.00
45	1013.00	51	1003.00	57	1003.00	63	1000.00
46	1012.00	52	1002.00	58	1004.00	64	1001.00
47	1011.00	53	1001.00	59	1005.00	65	1002.00
48	1010.00	54	1000.00	60	1006.00	66	1003.00
49	1009.00	55	999.00	61	1007.00	67	1004.00
50	1008.00	56	998.00	62	1008.00	68	1005.00
51	1007.00	57	997.00	63	1009.00	69	1006.00
52	1006.00	58	996.00	64	1010.00	70	1007.00
53	1005.00	59	995.00	65	1011.00	71	1008.00
54	1004.00	60	994.00	66	1012.00	72	1009.00
55	1003.00	61	993.00	67	1013.00	73	1010.00
56	1002.00	62	992.00	68	1014.00	74	1011.00
57	1001.00	63	991.00	69	1015.00	75	1012.00
58	1000.00	64	990.00	70	1016.00	76	1013.00
59	999.00	65	989.00	71	1017.00	77	1014.00
60	998.00	66	988.00	72	1018.00	78	1015.00
61	997.00	67	987.00	73	1019.00	79	1016.00
62	996.00	68	986.00	74	1020.00	80	1017.00
63	995.00	69	985.00	75	1021.00	81	1018.00
64	994.00	70	984.00	76	1022.00	82	1019.00
65	993.00	71	983.00	77	1023.00	83	1020.00
66	992.00	72	982.00	78	1024.00	84	1021.00
67	991.00	73	981.00	79	1025.00	85	1022.00
68	990.00	74	980.00	80	1026.00	86	1023.00
69	989.00	75	979.00	81	1027.00	87	1024.00
70	988.00	76	978.00	82	1028.00	88	1025.00
71	987.00	77	977.00	83	1029.00	89	1026.00
72	986.00	78	976.00	84	1030.00	90	1027.00
73	985.00	79	975.00	85	1031.00	91	1028.00
74	984.00	80	974.00	86	1032.00	92	1029.00
75	983.00	81	973.00	87	1033.00	93	1030.00
76	982.00	82	972.00	88	1034.00	94	1031.00
77	981.00	83	971.00	89	1035.00	95	1032.00
78	980.00	84	970.00	90	1036.00	96	1033.00
79	979.00	85	969.00	91	1037.00	97	1034.00
80	978.00	86	968.00	92	1038.00	98	1035.00
81	977.00	87	967.00	93	1039.00	99	1036.00
82	976.00	88	966.00	94	1040.00	100	1037.00
83	975.00	89	965.00	95	1041.00	101	1038.00
84	974.00	90	964.00	96	1042.00	102	1039.00
85	973.00	91	963.00	97	1043.00	103	1040.00
86	972.00	92	962.00	98	1044.00	104	1041.00
87	971.00	93	961.00	99	1045.00	105	1042.00
88	970.00	94	960.00	100	1046.00	106	1043.00
89	969.00	95	959.00	101	1047.00	107	1044.00
90	968.00	96	958.00	102	1048.00	108	1045.00
91	967.00	97	957.00	103	1049.00	109	1046.00
92	966.00	98	956.00	104	1050.00	110	1047.00
93	965.00	99	955.00	105	1051.00	111	1048.00
94	964.00	100	954.00	106	1052.00	112	1049.00
95	963.00	101	953.00	107	1053.00	113	1050.00
96	962.00	102	952.00	108	1054.00	114	1051.00
97	961.00	103	951.00	109	1055.00	115	1052.00
98	960.00	104	950.00	110	1056.00	116	1053.00
99	959.00	105	949.00	111	1057.00	117	1054.00
100	958.00	106	948.00	112	1058.00	118	1055.00
101	957.00	107	947.00	113	1059.00	119	1056.00
102	956.00	108	946.00	114	1060.00	120	1057.00
103	955.00	109	945.00	115	1061.00	121	1058.00
104	954.00	110	944.00	116	1062.00	122	1059.00
105	953.00	111	943.00	117	1063.00	123	1060.00
106	952.00	112	942.00	118	1064.00	124	1061.00
107	951.00	113	941.00	119	1065.00	125	1062.00
108	950.00	114	940.00	120	1066.00	126	1063.00
109	949.00	115	939.00	121	1067.00	127	1064.00
110	948.00	116	938.00	122	1068.00	128	1065.00
111	947.00	117	937.00	123	1069.00	129	1066.00
112	946.00	118	936.00	124	1070.00	130	1067.00
113	945.00	119	935.00	125	1071.00	131	1068.00
114	944.00	120	934.00	126	1072.00	132	1069.00
115	943.00	121	933.00	127	1073.00	133	1070.00
116	942.00	122	932.00	128	1074.00	134	1071.00
117	941.00	123	931.00	129	1075.00	135	1072.00
118	940.00	124	930.00	130	1076.00	136	1073.00
119	939.00	125	929.00	131	1077.00	137	1074.00
120	938.00	126	928.00	132	1078.00	138	1075.00
121	937.00	127	927.00	133	1079.00	139	1076.00
122	936.00	128	926.00	134	1080.00	140	1077.00
123	935.00	129	925.00	135	1081.00	141	1078.00
124	934.00	130	924.00	136	1082.00	142	1079.00
125	933.00	131	923.00	137	1083.00	143	1080.00
126	932.00	132	922.00	138	1084.00	144	1081.00
127	931.00	133	921.00	139	1085.00	145	1082.00
128	930.00	134	920.00	140	1086.00	146	1083.00
129	929.00	135	919.00	141	1087.00	147	1084.00
130	928.00	136	918.00	142	1088.00	148	1085.00
131	927.00	137	917.00	143	1089.00	149	1086.00
132	926.00	138	916.00	144	1090.00	150	1087.00
133	925.00	139	915.00	145	1091.00	151	1088.00
134	924.00	140	914.00	146	1092.00	152	1089.00
135	923.00	141	913.00	147	1093.00	153	1090.00
136	922.00	142	912.00	148	1094.00	154	1091.00
137	921.00	143	911.00	149	1095.00	155	1092.00
138	920.00	144	910.00	150	1096.00	156	1093.00
139	919.00	145	909.00	151	1097.00	157	1094.00
140	918.00	146	908.00	152	1098.00	158	1095.00
141	917.00	147	907.00	153	1099.00	159	1096.00
142	916.00	148	906.00	154	1100.00	160	1097.00
143	915.00	149	905.00	155	1101.00	161	1098.00
144	914.00	150	904.00	156	1102.00	162	1099.00
145	913.00	151	903.00	157	1103.00	163	1100.00
146	912.00	152	902.00	158	1104.00	164	1101.00
147	911.00	153	901.00	159	1105.00	165	1102.00
148	910.00	154	900.00	160	1106.00	166	1103.00
149	909.00	155	899.00	161	1107.00	167	1104.00
150	908.00	156	898.00	162	1108.00	168	1105.00
151	907.00	157	897.00	163	1109.00	169	1106.00
152	906.00	158	896.00	164	1110.00	170	1107.00
153	905.00	159	895.00	165	1111.00	171	1108.00
154	904.00	160	894.00	166	1112.00	172	1109.00
155	903.00	161	893.00	167	1113.00	173	1110.00
156	902.00	162	892.00	168	1114.00	174	1111.00
157	901.00	163	891.00	169	1115.00	175	1112.00
158	900.00	164	890.00	170	1116.00	176	1113.00
159	899.00	165	889.00	171	1117.00	177	1114.00
160	898.00	166	888.00	172	1118.00	178	1115.00
161	897.00	167	887.00	173	1119.00	179	1116.00
162	896.00	168	886.00	174	1120.00	180	1117.00
163	895.00	169	885.00	175	1121.00	181	1118.00
164	894.00	170	884.00	176	1122.00	182	1119.00
165	893.00	171	883.00	177	1123.00	183	1120.00
166	892.00	172	882.00	178	1124.00	184	1121.00
167	891.00	173	881.00	179	1125.00	185	1122.00
168	890.00	174	880.00	180	1126.00	186	1123.00
169	889.00	175	879.00	181	1127.00	187	1124.00
170	888.00	176	878.00	182	1128.00	188	1125.00
171	887.00	177	877.00	183	1129.00	189	1126.00
172	886.00	178	876.00	184	1130.00	190	1127.00
173	885.00	179	875.00	185	1131.00	191	1128.00
174	884.00	180	874.00	186	1132.00	192	1129.00
175	883.00	181	873.00	187	1133.00	193	1130.00
176	882.00	182	872.00	188	1134.00	194	1131.00
177	881.00	183	871.00	189	1135.00	195	1132.00
178	880.00	184	870.00	190	1136.00	196	1133.00
179	879.00	185	869.00	191	1137.00	197	1134.00
180	878.00	186	868.00	192	1138.00	198	1135.00
181	877.00	187	867.00	193	1139.00	199	1136.00
182	876.00	188	866.00	194	1140.00	200	1137.00
183	875.00	189	865.00	195	1141.00	201	1138.00
184	874.00	190	864.00	196	1142.00	202	1139.00
185	873.00	191	863.00	197	1143.00	203	1140.00
186	872.00	192	862.00	198	1144.00	204	1141.00
187	871.00	193	861.00	199	1145.00	205	1142.00
188	870.00	194	860.00	200	1146.00	206	1143.00
189	869.00	195	859.00	201	1147.00	207	1144.00
190	868.00	196	858.00	202	1148.00		

- ESPECIFICACIONES**
- Se usara concreto con f_c de 210 kg/cm^2 a los 28 días con proporción 1:2:3 Partiguera de un pie cubico (un saco de cemento, 3,7 partes de arena y 5,4 de piedrin 1,3 botles de agua ó 19 litros de agua.
 - Se usara acero de fierro con f_y de 2810 kg/cm^2 (grado 40) y f_y de 4200 kg/cm^2 grado 60.
 - Todas las dimensiones estan en metros.
 - La losa debrá tener una pendiente de 2% hacia las banquetas
 - El recubrimiento de las vigas sera de 5 centímetros y lo demas 2,5 cm.
 - El recubrimiento en la losa sera 5 cm en parte superior y 3 cm en la parte inferior
 - El concreto ciclopeo tendra una proporción de 33% de piedra bola y 67% de concreto.
 - El agregado fino (arena) debera estar libre de Materia Organica y cualquier otro tipo de impureza.
 - El agregado grueso (piedrin) sera de roca triturada, grava de cantera formada por particulas limpias y resistentes.
 - A los estribos se les proporcionaran drenajes

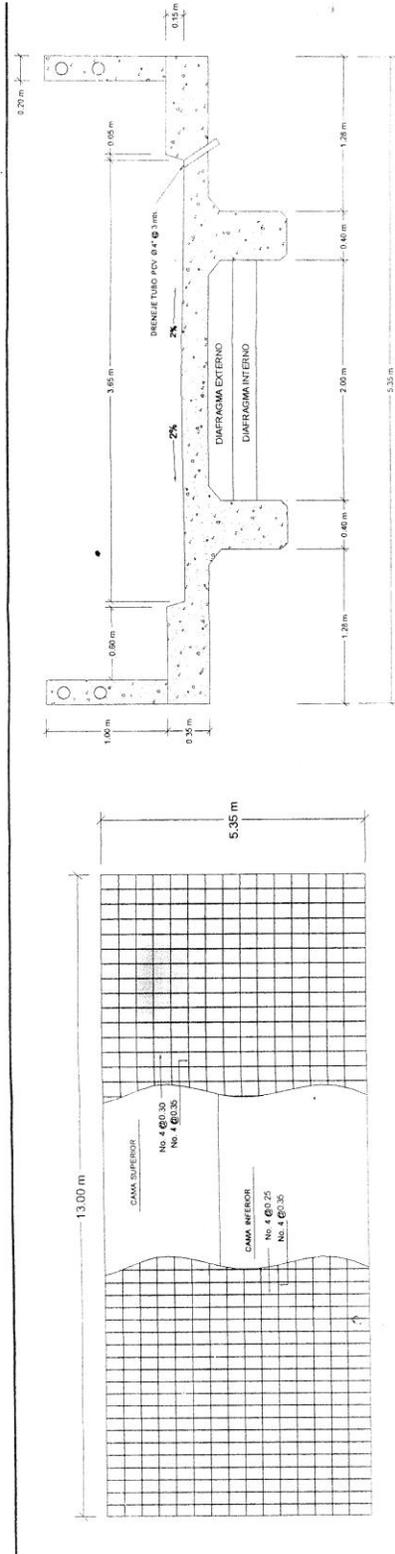


Universidad de San Carlos de Guatemala
Escuela de Ingenieria y Arquitectura
Instituto de Ingenieria y Arquitectura
Unidad de Ingenieria y Arquitectura

Ing. Eddy Solís Rodríguez
ASESOR EN INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Unidad de Ingenieria y Arquitectura

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
CARRERAS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESTRIBOS
INDICADA
2
5



ELEVACION

PLANTA DE ARMADO DE LOSA

ESCALA: 1/50

ESPECIFICACIONES:
 - Se usara concreto con f_c de 210 kg/cm² a los 28 días con proporción 1:2.3 Partículas de río de cubos (un saco de cemento, 3.7 partes de arena y 5.4 de pedrin 1.3 botes de agua ó 19 litros de agua.

- Se usara acero de feblezo con f_y de 2810 kg/cm² (grado 40) y f_y de 4200 kg/cm² grado 60.

- Todas las dimensiones estan en metros.

- La losa debia tener una pendiente de 2% hacia las banquetas.

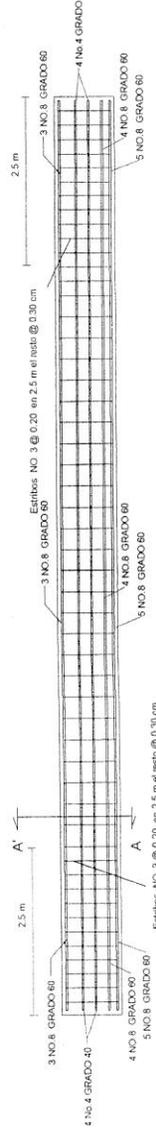
- El recubrimiento de las vigas sera de 5 centímetros y le demas 2.5 cm.

- El recubrimiento en la losa sera 5 cm en parte superior y 3 cm en la parte inferior.
 - El concreto cilíndrico tendra una proporción de 33% de piedra bola y 67% de concreto.

- El agregado fino (arena) debera estar libre de Materia Organica y cualquier otro tipo de impureza.

- El agregado grueso (piedra) sera de roca triturada, grava de cantera formada por partículas limpias y resistentes.

- A los estribos se les proporcionaran diámetros



DETALLE ARMADO DE ACERO EN VIGAS

ESCALA: 1/20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: PUENTE VEHICULAR
 CARRERA: San Carlos, Guatemala, Guatemala
 ALUMNO: Henry Sebastian Acropolis Acropolis
 TUTOR: Henry Sebastian Acropolis Acropolis

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

INGENIERO EN SUPERESTRUCTURA
 (C) 2017

4

5

ANEXOS

Resolución de las características de la muestra de la roca hecho por el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas – CESEM-.



CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES
DE ENERGÍA Y MINAS
- CESEM -
Tel.: 24 18 91 39

CESEM 014-2015

Guatemala, 16 de marzo del 2015.

Señor
Rony Sebastián Aceytuno Arcón
Estudiante de Ingeniería Civil
Carné: 2003-12969

Estimado Señor Aceytuno:

En relación a la muestra de roca proporcionada por usted, para su análisis y de acuerdo a la información adicional proporcionada, me permito indicarle lo siguiente:

Proyecto: Puente vehicular para Caserío Agua Colorada, Uspantán, Quiché.
Muestra: Roca.
Tipo: Ígnea extrusiva (volcánica)
Color: Gris oscuro.
Composición: Silicatos aluminicos de hierro y magnesio.
Nombre: ANDESITA.

Las características físico-mecánicas teóricas son:

- Resistencia a la compresión 1,500 – 2,500 kg/cm².
- Se recomienda 1,500 kg/cm² porque observando fotografías la roca está de poco a moderadamente fracturada.
- Densidad 2.5 – 2.8 (ton/m³). Este valor puede ser verificado con la muestra proporcionada.

 1/2



CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES
DE ENERGÍA Y MINAS
- CESEM -
Tel.: 24 18 91 39

Se recomienda:

- Realizar evaluación "in situ" elaborando por lo menos 4 perforaciones mecánicas (dos en cada lado del puente) para obtener muestras, evaluando RQD y RMR del macizo rocoso y otras características físico-mecánicas.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Julio Roberto Luna Aroche
Director

Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas -CESEM-



c.c. Archivo
/zv