



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

**DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA EL PARCELAMIENTO  
EL OVEJERO Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL PORVENIR,  
EL PROGRESO, JUTIAPA**

**Emerio Antonio Carias Ramírez**

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, marzo de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA EL PARCELAMIENTO  
EL OVEJERO Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL PORVENIR,  
EL PROGRESO, JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**EMERIO ANTONIO CARIAS RAMÍREZ**  
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MARZO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA EL PARCELAMIENTO  
EL OVEJERO Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL PORVENIR,  
EL PROGRESO, JUTIAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 5 de marzo de 2013.

**Emerio Antonio Carias Ramírez**





Guatemala, 07 de octubre de 2014  
Ref.EPS.DOC.1037.10.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Emerio Antonio Carias Ramírez** con carné No. **200241288**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA EL PARCELAMIENTO EL OVEJERO Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL PORVENIR, EL PROGRESO, JUTIAPA.**

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



c.c. Archivo  
SJRS/ra



Guatemala, 03 de febrero de 2015  
Ref.EPS.D.58.02.15

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA EL PARCELAMIENTO EL OVEJERO Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL PORVENIR, EL PROGRESO, JUTIAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Emerio Antonio Carias Ramírez, carné 200241288**, 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 parte del Asesor – Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



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,  
26 de enero de 2015

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA EL PARCELAMIENTO EL OVEJERO Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL PORVENIR, EL PROGRESO, JUTIAPA desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Emerio Antonio Carias Ramírez, con Carnet No. 2002-41288, 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 ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua







**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

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



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

Guatemala,  
26 de enero de 2015

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA EL PARCELAMIENTO EL OVEJERO Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL PORVENIR, EL PROGRESO, JUTIAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Emerio Antonio Carias Ramírez, con Carnet No. 2002-41288, 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 ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

bbdeb. Más de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Emerio Antonio Carias Ramírez, titulado **DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA EL PARCELAMIENTO EL OVEJERO Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL PORVENIR, EL PROGRESO, JUTIAPA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo 2015.

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





DTG. 114.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA EL PARCELAMIENTO EL OVEJERO Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL PORVENIR, EL PROGRESO, JUTIAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Emerio Antonio Carías Ramírez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 16 de marzo de 2015

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme el aliento de vida, la fortaleza en los momentos difíciles y la inspiración para seguir adelante.
- Mis padres** Odilia del Tránsito Ramírez Chinchilla y Emerio Carias Martínez. Por su amor, sacrificio y apoyo incondicional para lograr esta meta.
- Mi esposa** Ana Beatriz Aguilar Rivera, por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
- Mis tíos** Por ser una importante influencia en mi carrera.
- Mis hermanos** Jorge René y Oscar Carias Ramírez, por su ayuda brindada en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme los conocimientos adquiridos por sus catedráticos.
<b>Monjas, Jalapa</b>	Tierra que me vio nacer y hoy me ve alcanzar este triunfo.
<b>Ing. Silvio José Rodríguez Serrano</b>	Por el apoyo técnico brindado de manera incondicional y por su valiosa asesoría en el presente trabajo de graduación.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía de las aldeas El Parcelamiento El Ovejero y El Porvenir .....	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.2. Colindancia.....	3
1.1.3. Extensión territorial .....	3
1.1.4. Datos históricos .....	3
1.1.5. Costumbres y tradiciones .....	3
1.1.6. Idiomas .....	4
1.1.7. Economía.....	4
1.1.8. Centros turísticos y arqueológicos.....	4
1.1.9. Hidrografía .....	5
1.1.10. Servicios .....	5
1.1.11. Orografía.....	6
1.1.12. Áreas protegidas.....	6
1.1.13. Vías de comunicación.....	7
1.1.14. Población .....	8

1.2.	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas El Parcelamiento El Ovejero y El Porvenir .....	8
1.2.1.	Descripción de las necesidades .....	8
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades .....	9
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	11
2.1.	Diseño del puente vehicular de la aldea El Parcelamiento El Ovejero .....	11
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	11
2.1.2.	Estudio hidrológico .....	11
2.1.2.1.	Cálculo de caudales máximos para el diseño del puente .....	12
2.1.2.1.1.	Método racional.....	13
2.1.2.1.2.	Método sección-pendiente .....	14
2.1.3.	Levantamiento topográfico .....	15
2.1.4.	Evaluación del tipo de suelo.....	16
2.1.5.	Geometría .....	16
2.1.6.	Datos y bases de diseño .....	16
2.1.7.	Diseño de la superestructura.....	19
2.1.7.1.	Predeterminación de la sección de la viga.....	19
2.1.7.1.1.	Diseño de losa .....	21
2.1.7.1.2.	Cálculo del peralte .....	22
2.1.7.1.3.	Integración de carga .....	22
2.1.7.1.4.	Cálculo de momentos ...	23
2.1.7.1.5.	Momento debido a la carga muerta.....	24

2.1.7.1.6.	Momento debido a la sobrecarga.....	25
2.1.7.1.7.	Momento debido al impacto.....	25
2.1.7.1.8.	Cálculo del peralte efectivo .....	26
2.1.7.1.9.	Cálculo del refuerzo transversal para la cama inferior.....	26
2.1.7.2.	Diseño de vigas .....	27
2.1.7.2.1.	Cálculo del momento por carga muerta .....	28
2.1.7.2.2.	Cálculo del momento por sobrecarga .....	29
2.1.7.2.3.	Cálculo del momento debido al impacto .....	31
2.1.7.2.4.	Cálculo del momento total.....	32
2.1.7.2.5.	Cálculo del refuerzo.....	32
2.1.7.2.6.	Carga muerta viga principal .....	34
2.1.7.2.7.	Sobrecarga .....	34
2.1.7.2.8.	Cálculo del espaciamiento .....	35
2.1.7.3.	Diseño de diafragma.....	38
2.1.7.4.	Diseño de la cortina .....	40
2.1.7.4.1.	Empuje de la tierra .....	40
2.1.7.4.2.	Fuerza longitudinal .....	41
2.1.7.4.3.	Fuerza del sismo .....	41

	2.1.7.4.4.	Grupos de cargas.....	42
	2.1.7.4.5.	Cálculo del refuerzo .....	43
	2.1.7.4.6.	Refuerzo por corte .....	44
	2.1.7.5.	Diseño de la viga de apoyo .....	45
	2.1.7.6.	Diseño del estribo.....	46
	2.1.7.6.1.	Cálculo del momento de volteo.....	46
	2.1.7.6.2.	Diseño del barandal .....	47
2.1.8.		Cálculo del momento estabilizante .....	49
2.1.9.		Revisión del muro sin superestructura .....	50
	2.1.9.1.	Revisión de volteo .....	51
	2.1.9.2.	Revisión de presiones .....	51
	2.1.9.3.	Revisión del muro con superestructura y carga viva .....	52
	2.1.9.4.	Diseño de apoyo de neopreno .....	53
	2.1.9.5.	Predimensionamiento.....	55
	2.1.9.6.	Cálculo de la deformación por compresión.....	56
	2.1.9.7.	Cortante.....	58
	2.1.9.8.	Estabilidad.....	59
	2.1.9.9.	Refuerzo.....	60
	2.1.9.10.	Geometría .....	60
2.1.10.		Cronograma de ejecución .....	61
2.2.		Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea El Porvenir.....	62
	2.2.1.	Descripción general del proyecto .....	62
	2.2.2.	Levantamiento topográfico .....	63
	2.2.3.	Planimetría .....	63
	2.2.4.	Altimetría .....	64

2.2.5.	Descripción del sistema a utilizar.....	64
2.3.	Partes de un alcantarillado .....	64
2.3.1.	Colector .....	65
2.3.2.	Pozos de visita.....	65
2.3.3.	Conexiones domiciliars .....	66
2.3.4.	Período de diseño.....	68
2.3.5.	Población futura.....	69
2.3.6.	Determinación de caudales .....	69
2.3.6.1.	Población tributaria .....	69
2.3.6.2.	Dotación .....	70
2.3.6.2.1.	Factor de retorno al sistema .....	70
2.3.6.2.2.	Caudal sanitario.....	70
2.3.6.2.3.	Caudal domiciliar .....	71
2.3.6.2.4.	Caudal industrial.....	72
2.3.6.2.5.	Caudal comercial.....	72
2.3.6.2.6.	Caudal por conexiones ilícitas .....	72
2.3.6.2.7.	Caudal por infiltración... ..	73
2.3.6.2.8.	Caudal medio .....	73
2.3.6.2.9.	Factor de caudal medio.....	73
2.3.6.2.10.	Factor de Harmond.....	74
2.3.6.2.11.	Caudal de diseño.....	75
2.3.6.3.	Fundamentos hidráulicos.....	75
2.3.6.3.1.	Ecuación de Manning para flujo en canales ....	75
2.3.6.3.2.	Relaciones de diámetro y caudales .....	77

	2.3.6.3.3.	Relaciones hidráulicas ..	77
2.3.6.4.		Parámetros de diseño hidráulico .....	78
2.3.6.5.		Coefficiente de rugosidad.....	79
	2.3.6.5.1.	Sección llena y parcialmente llena .....	79
	2.3.6.5.2.	Velocidades máximas y mínimas.....	80
	2.3.6.5.3.	Diámetro del colector ....	80
	2.3.6.5.4.	Profundidad del colector.....	81
	2.3.6.5.5.	Profundidad mínima del colector.....	81
	2.3.6.5.6.	Ancho de la zanja.....	82
	2.3.6.5.7.	Volumen de excavación .....	82
	2.3.6.5.8.	Cotas invert.....	83
2.3.6.6.		Ubicación de pozos de visita .....	84
2.3.6.7.		Profundidad de los pozos de visita .....	84
2.3.6.8.		Características de las conexiones domiciliarias .....	86
2.3.6.9.		Diseño hidráulico.....	86
2.3.6.10.		Ejemplo de diseño de un tramo.....	87
2.3.7.		Desfogue.....	89
	2.3.7.1.	Ubicación.....	90
	2.3.7.2.	Propuesta de tratamiento .....	90
	2.3.7.3.	Diseño de fosa séptica .....	90
	2.3.7.4.	Cálculo de volumen de fosa séptica .....	93
	2.3.7.4.1.	Balanceando momento al centro .....	100

2.3.7.5.	Diseño de muros.....	102
2.3.7.5.1.	Presión sobre el fondo de la fosa.....	103
2.3.7.5.2.	Análisis por medio del método Bandas .....	104
2.3.7.5.3.	Reacciones a los laterales.....	105
2.3.7.5.4.	Momento al centro.....	106
2.3.7.5.5.	Momentos reales en los extremos .....	106
2.3.7.5.6.	Momento real al centro (sentido largo)..	106
2.3.7.5.7.	Momentos reales al centro (sentido corto)..	106
2.3.7.6.	Diseño de losa inferior .....	107
2.3.7.7.	Esfuerzo de corte.....	107
2.3.7.7.1.	Área de acero por temporada .....	108
2.3.7.8.	Diseño de viga .....	108
2.3.7.9.	Dimensionamiento de los pozos de absorción .....	117
2.3.7.10.	Administración, operación y mantenimiento .....	117
2.3.7.11.	Elaboración de planos .....	117
2.3.7.11.1.	Elaboración de presupuesto.....	118
2.3.7.11.2.	Cronograma de actividades.....	118
2.3.7.12.	Evaluación socioeconómica.....	120

2.3.7.12.1.	Valor presente neto.....	120
2.3.7.12.2.	Tasa interna de retorno.....	121
2.4.	Evaluación de impacto ambiental.....	122
CONCLUSIONES.....		127
RECOMENDACIONES .....		129
BIBLIOGRAFÍA.....		131
ANEXOS.....		133



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de centros poblados municipio El Progreso, Jutiapa.....	2
2.	Sección del río .....	14
3.	Sección transversal de superestructura .....	21
4.	Diagrama de momentos .....	23
5.	Diagrama de momento por carga muerta.....	28
6.	Diagrama de sobrecarga.....	29
7.	Cálculo de reacciones .....	30
8.	Factor de Distribución "F.D" SAP 2000 .....	31
9.	Sección de viga principal.....	34
10.	Cálculo de sobrecarga .....	35
11.	Diafragmas internos, referencia en cama superior e inferior .....	39
12.	Triángulo de presión.....	42
13.	Compresión para SHORe 60 y 50.....	57
14.	Geometría neopreno .....	60
15.	Cronograma .....	62
16.	Pozo de visita .....	66
17.	Conexión domiciliar .....	68
18.	Forma de medir la cota invert.....	83
19.	Fosa séptica .....	93
20.	Sección de fosa séptica .....	94
21.	Espesor de losa .....	95
22.	Diseño con el método 3 del ACI.....	96
23.	Cronograma .....	119

## TABLAS

I.	Cálculo del momento estabilizante .....	50
II.	Dureza Shore para elastómeros .....	55
III.	Presupuesto.....	61
IV.	Coefficiente de rugosidad para distintas clases de tuberías .....	79
V.	Profundidad del colector .....	81
VI.	Ancho de zanja .....	82
VII.	Balanceo por rigideces .....	101
VIII.	Integración del presupuesto total .....	118

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Av</b>	Área de acero a corte
<b>As</b>	Área de acero de refuerzo
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CV</b>	Carga viva
<b>Q</b>	Caudal
<b>cm</b>	Centímetros
<b>T</b>	Espesor de losa
<b>kg</b>	Kilogramos
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramos por centímetro cuadrado
<b>psi</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>l</b>	Litros
<b>m</b>	Metros
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros cuadrados
<b>M</b>	Momento
<b>Mu</b>	Momento último
<b>F'y</b>	Resistencia del acero
<b>f'c</b>	Resistencia del concreto



## GLOSARIO

<b>AASHTO</b>	Siglas de la American Association State Highway and Transportation Officials.
<b>Aceras</b>	Elementos que se construyen en el puente para el tráfico peatonal, por lo que deben dar seguridad y comodidad al usuario. Existen de diferentes materiales, entre los más usados están: concreto armado, acero, madera o una combinación de estos.
<b>Ala</b>	Es el muro lateral a los estribos, diseñado y construido como muro de protección de los rellenos y para el encauzamiento del agua.
<b>Barandales</b>	Se construye en los bordes de las aceras, para dar seguridad al usuario, y su construcción varía dependiendo del material a usar.
<b>Bordillos</b>	Son componentes del puente o carretera que sirven para dividir carriles o proteger elementos, y se basan en la diferencia de altura con respecto al nivel del paso del tráfico vehicular.

<b>Colector</b>	Tubería, generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas indeseables de la población al lugar de desfogue.
<b>Colector principal</b>	Sucesión de tramos que, partiendo de la descarga, siguen la dirección de los gastos mayores.
<b>Colector secundario</b>	Sucesión de tramos que, partiendo del colector principal, siguen la dirección de los gastos mayores.
<b>Conexión domiciliar</b>	Tubería que conduce las aguas negras desde la tubería de la vivienda hasta el colector domiciliar.
<b>Cota invertida</b>	Es la cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería instalada.
<b>Diafragmas</b>	Miembros rígidos empotrados en miembros elásticos, como las vigas; se deben colocar para darle rigidez a la superestructura en el sentido transversal.
<b>INFOM</b>	Instituto Nacional Fomento Municipal.
<b>Losa</b>	Elemento estructural que descansa sobre la superestructura y está construida por elementos estructurales, capa de desgaste, aceras, bordillos y barandales.
<b>Luz</b>	Distancia horizontal interna, entre dos estribos, entre estribo y pila o entre dos pilas.

**Puentes**

Estructuras mayores de seis metros, construidos para salvar depresiones del terreno.

**Viga**

Elemento estructural que se coloca paralelamente a la línea central del puente. Se asienta en los apoyos de la subestructura y recibe la carga de la losa.





## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo del proyecto Diseño de puente vehicular para la aldea El Parcelamiento El Ovejero y alcantarillado sanitario de la aldea El Porvenir, del municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa.

Antes de definir este proyecto, se elaboró un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio, el cual sirvió para priorizar los problemas que afectan a la población y analizar las soluciones que se pretenden implementar con los proyectos. El trabajo está compuesto por los siguientes capítulos:

En el capítulo uno se presenta la fase de investigación, la cual contiene la monografía, así como la investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura.

El capítulo dos contiene los criterios, especificaciones, diseño, planos y el presupuesto del puente vehicular y el alcantarillado sanitario para la aldea El Porvenir conjuntamente con la evaluación de impacto ambiental.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseño del puente vehicular para la aldea El Parcelamiento El Ovejero y alcantarillado sanitario de la aldea El Porvenir, municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa.

### **Específicos**

1. Elaborar los manuales de operación y mantenimiento para el puente vehicular “El Parcelamiento El Ovejero” y el sistema de alcantarillado sanitario “ El Porvenir”.
2. Desarrollar una investigación monográfica, así como un diagnóstico de las prioridades en cuanto a servicios básicos y de infraestructura de las aldeas El Parcelamiento El Ovejero y El Porvenir del municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa.



## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como finalidad la planificación del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), que según el resultado obtenido del diagnóstico efectuado en el lugar, se tomó como prioridad en planes de infraestructura orientados al diseño de un puente vehicular para la aldea El Parcelamiento El Ovejero y diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea El Porvenir, del municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa.

Tomando en consideración las necesidades de estas dos comunidades del municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa y la oportunidad que la Escuela de Ingeniería Civil por medio del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), brinda a los estudiantes un acercamiento dentro de las comunidades, dando acceso a la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso del aprendizaje académico. De igual manera, ser parte fundamental en la búsqueda de soluciones a problemas reales que ayuden al desarrollo del país.

Al analizar las necesidades en los aspectos económicos, sociales y culturales de la aldea El Parcelamiento El Ovejero y de la aldea El Porvenir del municipio de El Progreso, se determina que la intervención del EPS, debe realizarse a través de un proyecto que mejore la infraestructura de las comunidades.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía de las aldeas El Parcelamiento El Ovejero y El Porvenir**

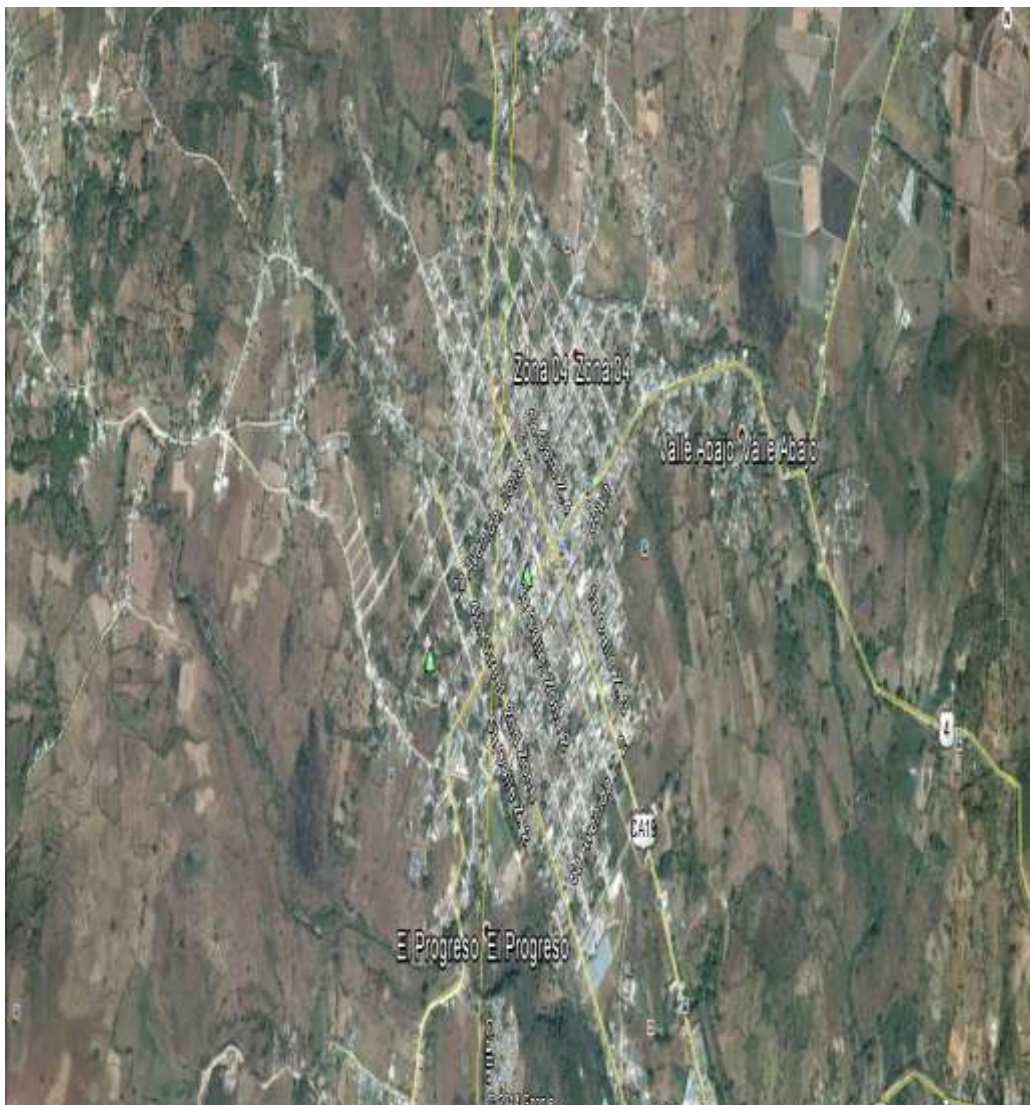
Se realiza una monografía para exponer las características de las aldeas donde se realiza la propuesta, en esta se presentan los datos históricos del lugar, ubicación, costumbres, tradiciones.

Se describe la actividad económica que se realiza en que aldea, así como los servicios prestados.

### **1.1.1. Ubicación y localización**

El municipio de El Progreso está a 11 kilómetros de la cabecera departamental, se encuentra situado en la parte norte del departamento de Jutiapa, en la Región IV o Región Sur-Oriental. Se localiza en la latitud 14° 21' 18" y en la longitud 89° 50' 56".

Figura 1. Mapa de centros poblados municipio El Progreso, Jutiapa



Fuente: Municipalidad de El Progreso, Jutiapa.



### **1.1.2. Colindancia**

Colinda al norte con el municipio de Monjas, departamento de Jalapa; al sur con el municipio de Jutiapa, al este con Santa Catarina Mita y Asunción Mita, ambos pertenecientes a Jutiapa y al oeste con Jutiapa.

### **1.1.3. Extensión territorial**

La extensión territorial de El Progreso es aproximadamente de 60 km<sup>2</sup>.

### **1.1.4. Datos históricos**

Está formado por un pueblo que es la cabecera municipal, 8 aldeas, 8 caseríos, 19 fincas, un paraje y un parcelamiento.

### **1.1.5. Costumbres y tradiciones**

Dentro de las diferentes costumbres y tradiciones, se celebra la carrera del pato: esta es llevada a cabo en la aldea El Porvenir el 24 de junio, día de San Juan. Esta carrera consiste en que cuelguen un pato atado de las patas de un lazo grueso, en esta carrera participan todas las personas que deseen, montadas a caballo quienes pasan golpeándolo, el que logre arrancarle la cabeza al pato es el ganador y dueño del pato.

La fiesta patronal se celebra del 9 al 13 de febrero en honor a la Virgen de Lourdes y su día principal es el 11 de febrero, fecha en la cual la iglesia católica conmemora la aparición de la Inmaculada Virgen María en Lourdes, Francia.

También se realiza la feria de la producción. Celebrada durante el mes de octubre, dedicada a resaltar las principales actividades económicas del municipio, principalmente lo que refiere a la ganadería y la agricultura, misma que es organizada por la Asociación de Ganaderos y Agricultores de El Progreso (AGAP).

#### **1.1.6. Idiomas**

Hubo contactos con el idioma chortí hasta los tiempos coloniales. Sin embargo, la colonización española implantó el dominio del idioma español, usado hasta la actualidad, caracterizándose por sus giros y connotaciones de las regiones fronterizas con la República de El Salvador.

#### **1.1.7. Economía**

La actividad económica se desarrolla en forma agropecuaria, está dividida así: el 36,7 por ciento del área total se dedica al cultivo de pastos en un total de 2 448 fincas; el 20,7 por ciento del área se encuentra cubierta con bosques y montes en 3 060 fincas, el 40,3 por ciento de la totalidad del área, se dedica a los cultivos agrícola en un número de 20 335 fincas y el 2,3 por ciento restante, se dedica a otras actividades no descritas, como crianza de ganado y aves domésticas.

#### **1.1.8. Centros turísticos y arqueológicos**

Parte de su atractivo natural es el volcán Tuhual y lo que antes era la laguna de Retana, la cual han ido secando para la producción agrícola. Otro atractivo turístico es el sitio arqueológico Palo Amontonado. En este municipio se pueden encontrar los hoteles: California y Najarro en la zona 1, el hotel

Colonial en la calzada Julio Way, el hotel Paso del Norte en el kilómetro 126 de la ruta Interamericana, el hotel Sandoval en el barrio La Lomita; la pensión Morales; y la Posada Salguero en la calle principal, en la salida por la ruta hacia Jalapa.

### **1.1.9. Hidrografía**

El municipio se encuentra ubicado en el microcuenca de la subcuenta, Lago Güija, cuenca Ostúa-Guija.

Dentro del municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa se localizan los siguientes ríos: Chiquito y Ovejero al norte, Colorado al este y Morán al oeste y sur. La vertiente hidrográfica que recorre el municipio está en el valle de drenaje del río Lempa, que desemboca en el océano Pacífico. Además se localizan en el municipio Las quebradas, Las Uvas, De la Cueva, San Jerónimo, Honda y El Zope.

### **1.1.10. Servicios**

Cuenta con varias instituciones públicas necesarias para solucionar las diversas necesidades que cada ciudadano tiene en una vida cotidiana.

Las instituciones públicas con que cuentan son las siguientes:

- Iglesias católicas
- Iglesias evangélicas
- Alcaldía Municipal
- Hospital nacional
- Administración de Rentas Internas

- Centro de Salud
- Puestos de salud
- Supervisión de educación técnica
- Policía Nacional Civil
- Agencia del Banco G & T Continental
- Agencia Banrural
- Cuerpo Voluntario de Bomberos
- Complejo deportivo

#### **1.1.11. Orografía**

Todo su territorio es quebrado, pedregoso e irregular debido a la actividad de los volcanes: Moyuta y Suchitán, además, parte de su territorio es ocupado por el volcán Tahual y los cerros: Las Aradas, Calderas, Colorado, El Cubilete, El Sombrerito, El Tecolote, La Piedrona, y 6 cerros más que rodean todo el municipio.

#### **1.1.12. Áreas protegidas**

Dentro de las áreas protegidas se encuentra la Reserva Biológica del Volcán Tahual, cuya superficie no han sido determinada, la cual es administrada por la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONAP).

En esta región la formación vegetal corresponde a los tipos de bosques secos subtropical y húmedo subtropical templado. De acuerdo con los datos otorgados por autoridades del Instituto Nacional de Bosques (INAB) del departamento de Jutiapa, las pocas especies que aún existen se encuentran en extensiones aisladas y no representativas, entre estos se mencionan el Roble, Encino y Pino Colorado.

El Progreso es uno de los municipios del departamento de Jutiapa que ha sido seriamente deforestado por múltiples factores: el incremento de la población, la cual ejerce mayor presión sobre el recurso bosque, para aumentar la frontera agrícola y la extensión de pastizales. A pesar de esto, todavía se encuentran unas pocas áreas boscosas, como testigos vivientes de lo que fueron, que probablemente siguieron un desarrollo de noroeste o sureste, de acuerdo con la dirección del viento en esta región.

Asimismo, los incendios forestales extinguen la espesura de matorrales que son otro tipo de bosque que subsisten en el municipio, donde predominan los arbustos y las herbáceas, concretamente los que se pueden denominar como pastos; estos incendios provocan desequilibrios totales entre las especies vegetales y animales con su medio físico.

El recurso forestal significativo (rodales densos) del municipio, comprende 3 776 manzanas de las cuales, la mayor concentración de especies boscosas se encuentran ubicadas en el Peñoncito con 93,2 por ciento de representación, mientras que el 6,8 por ciento restante está ubicado en la laguna de Retana.

### **1.1.13. Vías de comunicación**

Su principal medio de comunicación es la carretera CA-2 que lo une con la cabecera departamental de Jutiapa, de donde parte la carretera CA-1 que lo une con la capital. Hacia el norte sale la carretera RN-19 que lo comunica con Jalapa; por otro lado, una carretera que pasando por Asunción Mita llega hasta San Cristóbal Frontera, en la frontera con El Salvador. Además hay otros caminos que lo comunican con sus aldeas y municipios vecinos.

#### **1.1.14. Población**

El municipio de El Progreso tiene aproximadamente 23 000 habitantes, según proyecciones de crecimiento poblacional del Instituto Nacional de Estadística (INE), creciendo a una tasa anual de 1,93.

### **1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas El Parcelamiento El Ovejero y El Porvenir**

Se realiza una investigación sobre las necesidades en las aldeas El Parcelamiento El Ovejero y El Porvenir, estas comunidades no cuentan con las necesidades básicas para vivir, tienen un nivel de pobreza elevado, en la municipalidad no brinda todos los servicios como agua potable, lo que se traduce en enfermedades tanto para los niños como adultos.

#### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

Después de realizado el diagnóstico en el casco urbano de la ciudad, mediante visitas a los lugares donde no se cuenta con infraestructura básica, se pudo constatar que la necesidad es de primer orden, ya que así lo manifiestan los vecinos del lugar, los cuales en este caso se ven directamente afectados por la falta de servicios.

Es por ello que se procede a la identificación de estas necesidades, enumerándolas según prioridad y la necesidad que existe de darle pronta resolución.

- Agua potable
- Cambios en la red de distribución de agua potable
- Sistemas de alcantarillado sanitario
- Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales
- Construcción de puentes vehiculares
- Implementación de un relleno sanitario y traslado del basurero actual

### **1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades**

Tomando en cuenta las necesidades expuestas por los vecinos del lugar, como por los funcionarios de la administración municipal y de los recursos disponibles, la prioridad del municipio en materia de infraestructura es la construcción del puente vehicular, el cual atenderá una demanda directa de la población, ante la necesidad de contar con un paso adecuado para sus pobladores, quienes actualmente se transportan pasando directamente por piedras sobre el cauce del río, tratando con esto de mejorar la calidad de vida de los pobladores, abriendo nuevas oportunidades de desarrollo, creando ventajas de comercio, facilidades de acceso y un avance en los aspectos social, cultural, y ambiental de la región.





## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño del puente vehicular de la aldea El Parcelamiento El Ovejero**

A continuación se presenta el diseño del puente vehicular de la aldea El Parcelamiento El Ovejero.

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

Este proyecto tiene como objetivo principal lograr una vía de acceso que permita a los pobladores beneficiados, desplazarse de un lugar a otro de una forma más corta y económica.

#### **2.1.2. Estudio hidrológico**

En los tramos urbanos de los ríos debido al crecimiento poblacional, surge la necesidad de mejorar la infraestructura de transporte. Es por esa situación que, en la colonia Linda Vista, surge la necesidad de construir un puente para mejorar la infraestructura vial y dar unas mejores condiciones de vida a la población.

En esta situación es que, para poder elaborar los estudios de ingeniería, se tiene la necesidad de contar con estudios previos de hidrología, que servirán para determinar los caudales máximos de diseño, a través de los cuales se podrá calcular los niveles máximos de diseño para varios períodos de retorno, que servirá para definir la ubicación segura del puente.

### 2.1.2.1. Cálculo de caudales máximos para el diseño del puente

Se usa para determinar los caudales de crecida máxima, tomando en cuenta los siguientes datos que se obtiene en el estudio hidrológico.

- Cálculo de altura máxima

$$Atrap = \frac{(b1 + b2)}{2} Y_{max}$$

Datos obtenidos en el lugar del río y por el INSIVUMEH 2012

A = área de desalojo 31.25 mts<sup>2</sup>

b1 = base mayor = 20 mts

b2 = base menor = 12,90 mts

$$31,25 \text{ mts}^2 = \frac{(20 \text{ mts} + 12,90 \text{ mts})}{2} Y_{max}$$

$$Y_{max} = \frac{2(31,25 \text{ mts}^2)}{(20 \text{ mts} + 12,90 \text{ mts})} = 1,90 \text{ mts}$$

Datos.

P = pendiente para el caudal máximo 3,23 %

A.C = altura de crecida 1,90 mts

A = área de desalojo 31,25 mts<sup>2</sup>

C.R = coeficiente de rugosidad 0,20

P.M = perímetro mojado 41,10 mts

Cálculos:

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) * R^{2/3} * P^{1/2}$$

$$R = \frac{A}{P.M} \rightarrow \frac{31,25 \text{ mts}^2}{41,10 \text{ mts}} = 0,760 \text{ mts}$$

$$V = \frac{1}{0,2 * R^{(2/3)} * P^{1/2}} \rightarrow \frac{1}{0,2 * 0,76 \text{ mts} \left(\frac{2}{3}\right) * 0,0323^{1/2}} = 0,75 \text{ m/s}$$

$$Q = V * A \rightarrow 0,75 \text{ mts/seg} * 31,25 \text{ mts}^2 = 23,44 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal obtenido servirá para determinar la altura mínima del puente y el área de descarga.

#### 2.1.2.1.1. Método racional

El método racional utiliza el caudal (Q) pico de la escorrentía que se genera a la salida de una cuenca de área "A", por efecto de un aguacero de intensidad constante "I", que tiene una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca. "C" es el coeficiente de escorrentía; su valor está comprendido entre cero y uno, y depende de la morfometría de la cuenca y de su cobertura.

$$Q = \frac{CIA}{3,6}$$

La fórmula es dimensional, de manera que las unidades deben utilizarse correctamente. Cuando el caudal se da en m<sup>3</sup>/s, la intensidad en mm/h y el área en km<sup>2</sup>.

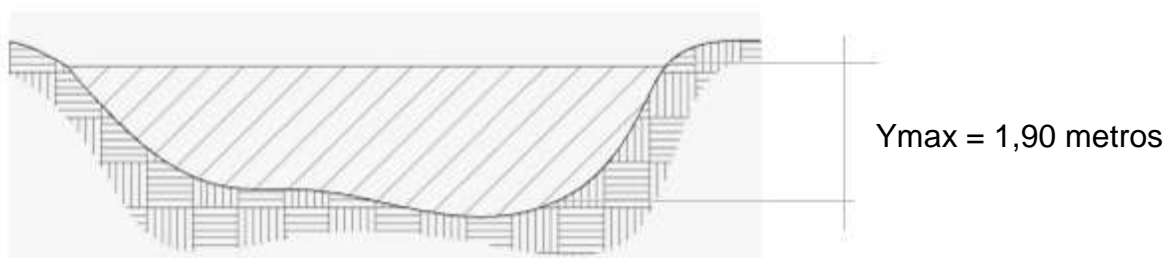
### 2.1.2.1.2. Método sección-pendiente

Para la utilización de este método de cálculo de caudales, es necesario el conocimiento de la sección transversal y la altura extrema a la que ha llegado el agua en las crecidas máximas. Para conocer la altura máxima a la que ha llegado el agua se recurre a los siguientes procedimientos:

- Verificar las señales que han dejado grandes crecidas
- Preguntar a los habitantes del lugar
- Por medio de archivos o crónicas locales si las hubieran

Ya obtenida la información necesaria, se procede a calcular el área "A" que abarca la sección transversal máxima y se utiliza la ecuación de continuidad  $Q=V*A$  para determinar el caudal máximo. La velocidad de la corriente se determina aplicando la ecuación de Manning:

Figura 2. Sección del río



Fuente: elaboración propia, con programa adobe Illustrator CS3.

### **2.1.3. Levantamiento topográfico**

La determinación de la calidad y tipo de suelo sobre la cual será colocada la subestructura de un puente reviste gran importancia, ya que el suelo es el que soportará la totalidad de la carga que transmitirá la superestructura; razón por la cual es necesario tener un conocimiento apropiado del comportamiento del suelo de cimentación, para diseñar estructuras que puedan soportar los esfuerzos que se presentarán en condiciones críticas.

Para obtener información apegada a la realidad y a las necesidades constructivas en la subestructura de un puente, es necesario profundizar en el estrato hasta llegar a determinar la profundidad en que se encuentra el suelo más firme y sólido.

Cuando no es posible el realizar estudios de suelos, es recomendable observar el tipo de suelo que existe en el lugar y proponer valores de soporte que más se ajusten a las características del mismo.

El equipo utilizado fue el siguiente:

- Estación total SOKKIA SET 530RK3T (1 unidad)
- Cinta métrica de 100,00 m. (1 unidad)
- Estadal de 4,00 m. de longitud (1 unidad)
- Brújula (1 unidad)
- Estacas (1 juego)
- Plomada (2 unidades)

#### **2.1.4. Evaluación del tipo de suelo**

Se procedió a la extracción de la muestra que consistió en un pie cúbico suelo, del cual se extrajo un material extremadamente duro, motivo por el cual la muestra fue trasladada al área de sección de concreto para realizar un ensayo a compresión, en donde la extracción del testigo dio como resultado un esfuerzo a la compresión de 86 400 kg/m<sup>2</sup>. Debido a este resultado se tomó a criterio para el diseño de los estribos del puente un valor soporte de 35 000 kg/m<sup>2</sup>.

#### **2.1.5. Geometría**

El puente estará conformado por una superestructura de concreto armado, compuesta de una sección de viga y losa, simplemente apoyada, vigas de apoyo y cortinas de concreto armado, estribos de concreto con mampostería y barandales de protección.

#### **2.1.6. Datos y bases de diseño**

Requisito AASHTO para puentes de concreto reforzado.

Recubrimientos: AASHTO 8,22, medido del rostro de la barra a la superficie del concreto: 8 centímetros para cimientos y muros. 5 centímetros para losas arriba y 2,5 centímetro abajo. 5 centímetros para columnas y vigas.

Longitud de desarrollo: AASHTO 8.24.1.2, se proporcionará a todas las barras la longitud necesaria a partir del punto donde se requieren por diseño,

siendo esta la mayor de la profundidad efectiva del elemento, 15 diámetros de la barra o  $L/20$ .

Traslapes: AASHTO 8.25 DGC 509.080. Se calculan sobre la base de la longitud de desarrollo establecida en cada caso. Se recomienda el uso de uniones mecánicas para las barras Núm. 11 de tal modo que desarrollen un 125 por ciento del  $F_y$  nominal de la barra, siguiendo la especificación AASHTO 8.33.2, evitando localizarlas en los puntos donde se producen esfuerzos de tensión críticos y nunca en una misma línea, deberán colocarse alternos a cada 60 centímetros.

Ganchos: AASHTO 8.23.22. Los dobleces deberán ser hechos en frío y un equivalente a 6 diámetros en su lado libre, cuando se trata de 180 grados o 12 diámetros cuando se trata de 90 grados.

Se deberán seguir las normas establecidas para manojos de barras respecto a su cantidad, longitud de desarrollo y recubrimientos, siguiendo los lineamientos del artículo 8.21.5 de AASHTO.

Para la superestructura se deben tomar en cuenta que:

- La acera y el barandal se deben construir posteriormente a que las vigas se hayan deflectado libremente.
- Se debe colocar una capa de 5 centímetros de espesor de asfalto para proteger la superficie del concreto y eliminar irregularidades en la superficie del mismo.

- Todos los elementos de acero estructural del puente deberán cubrirse con dos capas de pintura anticorrosiva de diferente color, exceptuando los pernos que deberán dejarse correctamente engrasados.
- Cualquier soldadura que se ejecute deberá ser conforme las normas establecidas en el manual de la American Welding Society y siguiendo el detalle de los planos.
- Para la subestructura se debe tomar en cuenta lo siguiente:
- Los estribos deben ser diseñados para la capacidad soporte establecida en el estudio de suelos y a la profundidad definida por el ingeniero de suelos para cada caso.
- Deberá evitarse la explotación de los bancos de materiales circundantes a las riberas del río para evitar posibles socavaciones en el futuro.
- No se debe permitir la destrucción de los bancos de materiales, de manera que las excavaciones sean del tamaño estrictamente necesario para acomodar los estribos.
- Deberá proporcionarse adecuado drenaje a los estribos para evitar presiones nocivas a la estructura.

Los datos para el diseño son los siguientes:

Luz libre	=	20,00 m
Ancho útil	=	4,5 m
Ancho total	=	5,1 m



Esfuerzo máximo del concreto $F'c =$	281 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de fluencia del acero $Fy =$	4 200 kg/cm <sup>2</sup>
Peso volumétrico concreto ciclópeo $Wcc =$	2 700 kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico concreto armado $WC =$	2 400 kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico del asfalto $Wa =$	2 100 kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico del suelo $Ws =$	1 700 kg/m <sup>3</sup>
Capacidad soporte del suelo $Vs =$	35 000 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva	= H20-44

### **2.1.7. Diseño de la superestructura**

Para el diseño de la superestructura se realiza la predeterminación de la sección de la viga a utilizar, así como el diseño de la losa. Lo cual se describe a continuación.

#### **2.1.7.1. Predeterminación de la sección de la viga**

La sección de las vigas principales se determina basándose en la luz de las mismas. Para no tener que hacer un chequeo por deflexiones se recomienda un peralte no menor que  $L/16$  y la base no deberá ser menor que el peralte, por  $2/5$  para no chequear alabeo. Las secciones en forma de I y las secciones rectangulares son las más idóneas para trabajar a flexión.

Peralte de la viga

$$H = L / 16$$

$$H = 20 \text{ mts} / 16 = 1,29 \text{ m} \approx \text{asumir } 1,60 \text{ mts}$$

Donde:

H = peralte de la viga principal

L = luz del puente

Base de la viga

$$B = H / (3,5)$$

$$B = (1,6 \text{ mts}) / (3,5) = 0,46 \text{ m} \approx 0,5 \text{ m}$$

Donde:

B = base de la viga

H = peralte de la viga

Los diafragmas se utilizan en los tercios de la luz, el ancho usual recomendado por AASHTO es de 30 centímetros, el alto de los interiores es de  $\frac{3}{4}$  de la altura de las vigas principales; si se colocan diafragmas en los extremos, estos deberán ser de  $\frac{1}{2}$  de la altura de las vigas principales.

Diafragma externo

La base mín. = 0,30 mts

$$H_{\text{diaf}} = H_{\text{vp}}/2$$

$$H_{\text{diaf}} = 1,6 \text{ mts}/2 = 0,80 \text{ mts}$$

Donde:

H<sub>diaf</sub> = peralte del diafragma

H<sub>vp</sub> = peralte de la viga principal

Diafragma interno

La base mín = 0,30 m

$$H_{\text{diaf}} = H_{\text{vp}} * (\frac{3}{4})$$

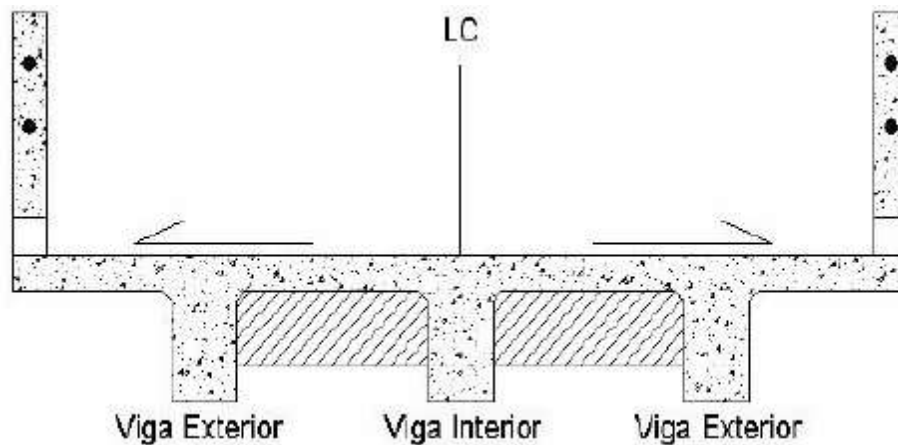
$$H_{\text{diaf}} = (1,60 \text{ mts}) * (\frac{3}{4}) = 1,028 \approx 1,2 \text{ m}$$

Donde:

H<sub>diaf</sub> = peralte del diafragma

H<sub>vp</sub> = peralte de la viga principal

Figura 3. **Sección transversal de superestructura**



Fuente: elaboración propia, con Adobe Illustrator CS3.

#### **2.1.7.1.1. Diseño de losa**

Según AASHTO, el espesor “t” de la losa no será menor de 6 pulgadas o 0,15 m y según la tabla 89.2 AASHTO el espesor será:

Donde:

t = espesor de la losa

L = distancia entre vigas

$$t = 1,2 (L + 3,05)/30$$

$$t = \frac{1,2 * (1 \text{ mts} + 3,05)}{30} = 0,162 \cong 0,20 \text{ m}$$

Se opta por un espesor  $t = 0,20 \text{ m}$

#### **2.1.7.1.2. Cálculo del peralte**

Según especificación AASHTO 8.9.2., para losas con refuerzo principal perpendicular a la dirección del tráfico del tránsito se recomienda.

$$T = \frac{1,2 (L + 3,05)}{30} \geq 0,17m$$

Dónde: T = espesor

L = luz libre entre vigas

#### **2.1.7.1.3. Integración de carga**

Se obtiene al calcular los momentos, de acuerdo a lo indicado por el ACI

$M_{cm} = W * L^2 / 10$ , donde

$M_{cm}$  = momento debido a carga muerta (kg-m)

L = longitud entre vigas

Se integra por todos los pesos propios de la estructura del puente, de acuerdo a la siguiente forma:

$$W = W_{\text{concreto}} * t$$

$$W_{\text{losa}} = 0,20 \text{ mts} * 1,0 \text{ mts} * 2400 \text{ kg/mts}^3 = 480 \text{ kg/m}$$

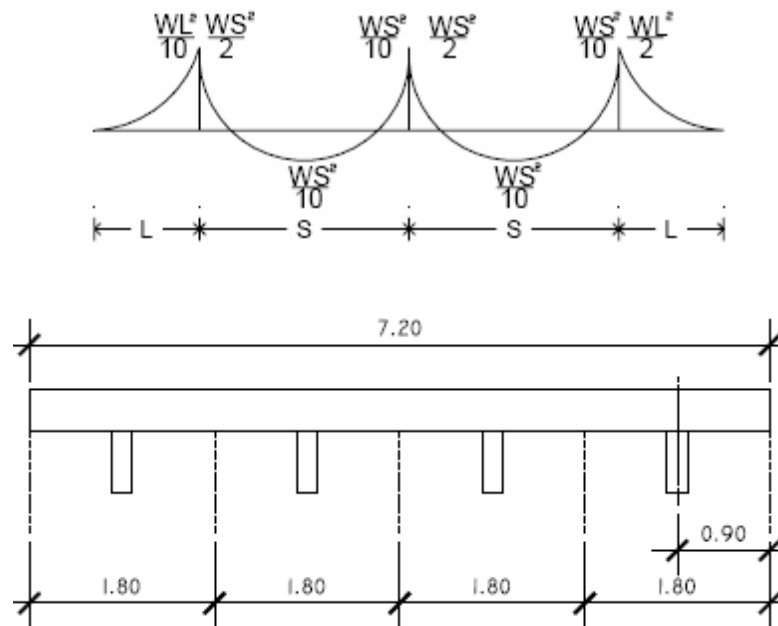
$$W_{\text{gf}} = 0,05 * 2100 \text{ kg/mts} * 1 \text{ m} = 105 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{barandal}} = 40 \text{ kg/mts} * 2 = 80 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{barandal distancia}} = 80 \text{ kg/m} / 7,20 \text{ m} = 11,11 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{cmlosa}} = 480,0 \text{ kg/m} + 105 \text{ kg/m} + 11,11 \text{ kg/m} = 596,11 \text{ kg/m}$$

Figura 4. Diagrama de momentos



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

#### 2.1.7.1.4. Cálculo de momentos

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

$$M_{cv} = \left[ \frac{0,8 * (S + 2)}{32} \right] * P$$

Donde:

S = Luz libre entre vigas (pies) = 4,26

P = norma HS-20, 32.80 ton., carga por llenar 7,3 toneladas

$$s = 1,30 \text{ mts} * \frac{3,28 \text{ pie}}{1 \text{ mts}} = 4,26 \text{ pie}$$

$$M_{cv} = \left( \frac{0,8 * (4,26 + 2)}{32} \right) * 7,300 = 1 \ 143,18 \vec{kg} - m$$

#### 2.1.7.1.5. Momento debido a la carga muerta

Para el cálculo del momento debido a la carga muerta se utiliza el siguiente procedimiento

$$M_{cm} = W_{cmu} * \left( \frac{S^2}{10} \right) \text{ o } W_{cmu} * \left( \frac{\hat{L}}{2} \right)$$

Donde:

$W_{cmu}$  = carga muerta última

S = luz libre entre vigas

L = luz del voladizo

$$M_{cm} = \frac{W_{cmu} L^2}{2} = \frac{596,11 \text{ kg/m} * 0,90^2}{2} = 241,43 \vec{kg} - m$$

### 2.1.7.1.6. Momento debido a la sobrecarga

La aplicación de cargas dinámicas producidas por camiones a los puentes no se efectúa de manera suave y gradual, sino violenta; por lo que se considera un incremento que se le hace al momento producido por la carga viva, según la norma de la AASHTO no deberá sobrepasar del 30 por ciento.

$$I = \frac{50}{(S + 125)} \leq 30 \%$$

Donde:

I = porcentaje de sobrecarga por impacto

S = espaciamiento entre vigas

$$I = 50 / (4,26 + 125) = 0,379$$

Entonces tomar I = 1,30

$$Mu = 1,3 \left[ M_{cm} + \frac{5}{3} (M_{cv} * I) \right]$$

$$Mu = 1,3 \left[ 241,43 + \frac{5}{3} (1\,143,1 * 1,30) \right] = 3\,533,81 \text{ kg-m}$$

### 2.1.7.1.7. Momento debido al impacto

Está especificado como una fracción de la carga viva y puede ser menor o igual al 30 por ciento de la misma, según AASHTO 3.8.2.1.

$$I = \frac{15}{(S + 38)}$$

Donde:

I = fracción de impacto

S = Luz libre entre vigas

$$I = \frac{15}{(4,26+38)} = 0,36$$

#### 2.1.7.1.8. Cálculo del peralte efectivo

El peralte efectivo se determina así:

D = t – recubrimiento – ½ diámetro (varilla Núm. 4)

$$D = \left[ 20 - 2,5 - \left( \frac{1,27}{2} \right) \right] = 16,87$$

#### 2.1.7.1.9. Cálculo del refuerzo transversal para la cama inferior

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

$$A_s = \left[ b * d - \sqrt{\frac{(b * d)^2 - (Mu * b)}{0,003825 * f'_c}} \right] * 0,85 \frac{f'_c}{F_y}$$

Donde:

$$Mu = 3\,533,81 \text{ kg} - \text{m}$$

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

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

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

$$F_y = 4\,200 \text{ kg} / \text{cm}^2$$



$$A_s = \left[ 17,5 * 100 - \sqrt{\frac{(17,5 * 100)^2 - (3\ 533,81 * 100)}{0,003825 * 281}} \right] * 0,85 \frac{281}{4\ 200}$$

$$A_{\min} = \frac{14,1}{F_y} * b * d \Rightarrow \frac{14,1}{4\ 200} * 15\ cm * 100\ cm$$

$$\rho_{s\ max} = 0,5 \rho_b$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * \beta_1 * f'_c}{F_y} * \frac{6\ 090}{F_y + 6\ 090} \quad \beta_1 = 0,85$$

$$A_{\max} = \rho_{mas} * b * d \Rightarrow 0,014304 * 15\ cm * 100\ cm$$

$$As\ min = 5,04\ cm^2$$

$$As\ max = 21,46\ cm^2$$

$$As\ real = 6,48\ cm^2$$

### 2.1.7.2. Diseño de vigas

Para determinar la sección de las vigas principales se tiene que tomar en cuenta la luz de las mismas, el peralte mínimo para vigas simplemente apoyadas está dado por:

$P = L/16$ , para no chequear deflexiones y la base no deberá ser menor que

$P / 3,5$ , para no chequear alabeo.

Utilizando este criterio se establecieron las siguientes dimensiones siguientes:

Base = 0,50 m

Peralte = 1,60 m

### 2.1.7.2.1. Cálculo del momento por carga muerta

Para el cálculo del momento por carga muerta se utilizará el siguiente procedimiento:

$$W_{pp \text{ viga}} = (1,60 \text{ mts} - 0,20 \text{ mts}) * 0,50 \text{ mts} * 2,400 \text{ kgs/mts}^3 * 1 \text{ mts} = 1 \ 680 \text{ kg/m}$$

$$W_{pp \text{ losa lineal sobre viga}} = W_{cm \text{ losa}} * \text{tramo} \\ = 596,11 \text{ kg/mts} * 1,8 \text{ m} = 1 \ 073 \text{ kg/m}$$

Peso lineal

$$W_{\text{ diafragma interior}} = (1,20 \text{ mts} - 0,20 \text{ mts}) * 0,35 \text{ mts} * 2 \ 400 \text{ kg/mts}^3 = 840 \text{ kg/m}$$

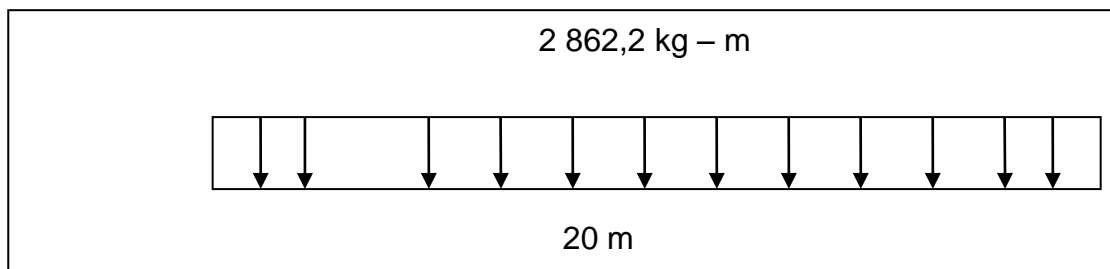
$$W_{\text{ total diafragma}} = 849 \text{ kg/m} * 2 \text{ diafragmas} * 1,3 \text{ m} = 2 \ 184 \text{ kg}$$

$$W_{\text{ total diafragma lineal}} = 2 \ 184 \text{ kg} / 20 \text{ m} = 109,2 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{ total viga}} = 1 \ 680 \text{ kg/mts} + 1 \ 073 \text{ kg/mts} + 109,2 \text{ kg/mts} = 2 \ 862,2 \text{ kg/m}$$

El momento máximo se calcula respecto a partir del siguiente diagrama.

Figura 5. Diagrama de momento por carga muerta



Fuente: elaboración propia.

Datos:

$W_{\text{ total viga}} = \text{peso de la viga}$

L = luz del puente

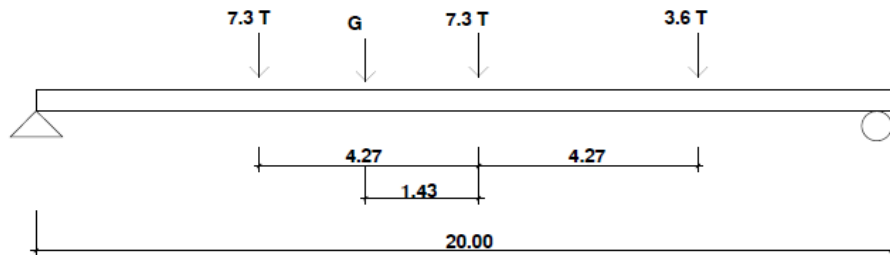
$$M_{\max} = W_{cm} * \frac{L^2}{8}$$

$$M_{\max} = 2\,862,2 \text{ kg/mts} * \frac{20 \text{ mts}^2}{8} = 143\,110 \text{ kg-m}$$

### 2.1.7.2.2. Cálculo del momento por sobrecarga

Para el cálculo del momento por sobrecarga se realiza por el siguiente procedimiento, iniciando por el diagrama de sobrecarga, luego se hace el cálculo del centro de gravedad, cálculo del momento.

Figura 6. Diagrama de sobrecarga



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Carga concentrada en llantas y los 4,27 mts tiene de ejes a eje.

$$(P_{II} * No.II) / 2 \Rightarrow (7,3 \text{ ton} * 2) / 2 = 7,3 \text{ ton}$$

$$(3,6 \text{ ton} * 1) / 2 = 1,8 \text{ ton}$$

$$G = 7,3 \text{ ton} + 7,3 \text{ ton} + 1,8 \text{ ton} = 16,40 \text{ ton}$$

$$\text{Centro de gravedad} = 7,3 \text{ ton} (8,54 \text{ mts}) + 7,3 \text{ ton} (4,27 \text{ mts}) +$$



### 2.1.7.2.3. Cálculo del momento debido al impacto

El método a utilizar será el del tren de cargas que dice que el momento máximo ocurre bajo las ruedas de mayor carga, cuando esta se encuentra tan lejos del soporte, como su centro de gravedad del otro extremo.

Figura 8. Factor de distribución "F.D" SAP 2000



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

F.D = factor de distribución crítica = 1,25

$$I = \frac{50}{5 + 1,25} = 0,30 \quad S = \text{Luz de viga} = 20 \text{ mts} * 3,28 \text{ pies} = 65,6 \text{ pies}$$

$$I = \frac{50}{20 \text{ mts} * 3,28 \text{ pies} + 125} = 0,26 \leq 0,30 \Rightarrow I = 1,26$$

#### 2.1.7.2.4. Cálculo del momento total

Para el cálculo del momento total, se utiliza el valor obtenido del momento debido al impacto, momento por sobrecarga. Se realiza los siguientes cálculos.

$$M_1 \max = 1,3 \left( M_{cm} + \frac{5}{3} (M_{cv} * I * Fd) \right)$$

Dados:

Fd = factor distribuidas críticas en los apoyos de SAP 2000

I = inercia

M<sub>cm</sub> = momento carga muerta

M<sub>cv</sub> = momento carga viva

$$M_1 \max = 1,3 \left( 143\,110 \text{ kg} - \text{mts} + \frac{5}{3} (63,01 (1\,000) \times 1,26 \text{ kg} - \text{mts} \times 1,25) \right)$$

$$M_1 \max = 401\,064,625 \text{ kg} - \text{mts}$$

#### 2.1.7.2.5. Cálculo del refuerzo

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

$$M_1 \max = 401\,064,625 \text{ kg} - \text{m}$$

$$b = 50 \text{ cm}$$

$$d = 151 \text{ cm}$$

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

$$F_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

### Procedimiento de áreas de refuerzo de vigas

$$A_s = \left[ 50 * 151 - \sqrt{\frac{(50 * 151)^2 - (401\,046,49 * 151)}{0,003825 * 281}} \right] * 0,85 \frac{281}{4\,200}$$

$$A_{\min} = \frac{14,1}{F_y} * b * d \Rightarrow \frac{14,1}{4\,200} * 50 \text{ cm} * 151 \text{ cm}$$

$$\rho_{s \max} = 0,5 \rho_b$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * \beta_1 * f_c'}{F_y} * \frac{6\,090}{F_y + 6\,090} \quad \beta_1 = 0,85$$

$$A_{\max} = \rho_{\max} * b * d \Rightarrow 0,014304 * 50 \text{ cm} * 151 \text{ cm}$$

Obteniendo

$$A_{s \min} = 25,35 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ req}} = 77,30 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \max} = 108 \text{ cm}^2$$

El armado quedará así:

Área de varilla número 9 es de 6,45 cm<sup>2</sup>

A tensión:

12 # 9

As diseño 77,40 cm<sup>2</sup>

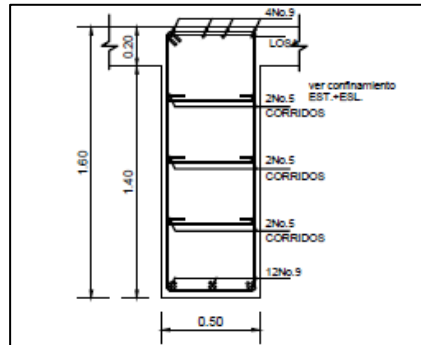
Ref. Adicional

6 # 5 As diseño 11,88 cm<sup>2</sup>, 3 camas de 2 cada uno

Ref superior

As min= 25,80 cm<sup>2</sup>, 4 # 9

Figura 9. **Sección de viga principal**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

#### **2.1.7.2.6. Carga muerta viga principal**

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

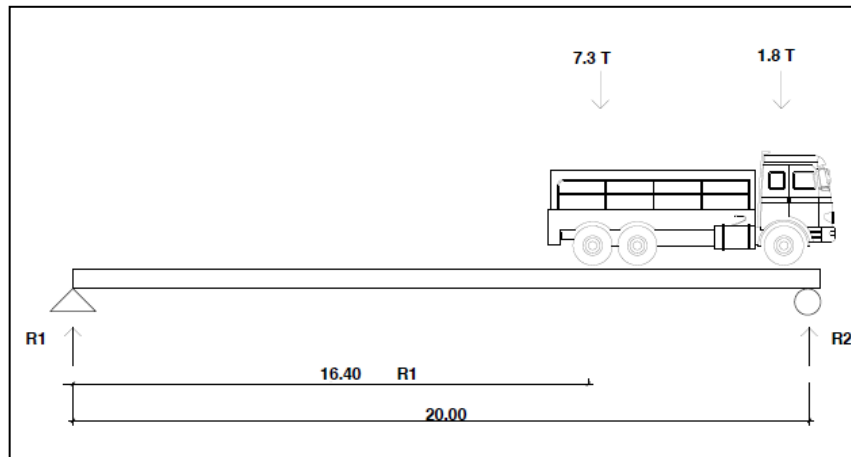
$$V_{\max} = W * \frac{L}{2} + P \Rightarrow 2\,862,2 \text{ kg} - \text{mts} * \frac{20 \text{ mts}}{2} + 7\,300 \text{ kg} \approx 35\,933,99,00 \text{ kg}$$

#### **2.1.7.2.7. Sobrecarga**

Para el cálculo de la sobrecarga se realiza el siguiente procedimiento.



Figura 10. Cálculo de sobrecarga



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$R1 * 20 = 7\,300 \text{ kg} * 20 \text{ mts} + 1\,800 \text{ kg} * 16,40 \text{ mts}$$

$$R1 = \frac{7\,300 \text{ kg} * 20 \text{ mts} + 1\,800 \text{ kg} * 16,40 \text{ mts}}{20 \text{ mts}} = 8\,776 \text{ kg} - \text{mts}$$

### 2.1.7.2.8. Cálculo del espaciamiento

- Momento y corte por carga muerta

$$W = 1,60 \text{ mts} * 0,50 \text{ mts} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{mts}^3} = 1\,920 \text{ Kg/mts}$$

L = luz de rostro a rostro de ruedas de camiones

W = peso de viga principal por metro lineal

$$\text{Mcm} \frac{WL^2}{10} \Rightarrow \frac{1\,920 \frac{\text{kg}}{\text{mts}} * 3,25 \text{ mts}^2}{10} = 2\,028 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_{cm} \frac{WL}{2} \Rightarrow \frac{1\,920 \text{ kg/mts} * 3,25 \text{ mts}}{2} = 3\,120 \text{ kg} - \text{m}$$

- Momento y corte por carga viva

$$M_{cv} = \frac{0,80 * P * L * I}{4} \Rightarrow \frac{0,8 * 7\,300 \text{ kg} * 3,25 \text{ mts} * 1,30}{4}$$

$$M_{cv} = 6\,168,5 \text{ kg-m}$$

Donde:

P=7 300 kg carga de medio eje de camión HS-20

L= 3 m, luz entre ejes de vigas

I = 30 % valor de impacto

$$M_{cv} + i = P \Rightarrow M_{cv} + i = 1,30 * 7\,300 \text{ kg} = 9\,490 \text{ Kg}$$

- Momento y corte último

$$M_u = 1,30 * (M_{cm}) + 2,17 * (M_{cv})$$

$$M_u = 1,30 * (2\,028) + 2,17 * (6\,168,5) = 16\,022,00 \text{ kg} - \text{m}$$

$$V_u = 1,30 * (M_{cm}) + 2,17 * (M_{cv} + i)$$

$$V_u = 1,30 * (3\,120) + 2,17 * (9\,490) = 24\,649,30 \text{ Kg} - \text{m}$$

- Refuerzo a corte: el espaciamiento de cada estribo se calcula de la siguiente manera.

$$S = \left( \frac{2A_v * F_y * D}{V_n - V_c} \right)$$

El área de una varilla número 3 es de 0,71 cm<sup>2</sup>

$$Vn = \frac{Vu}{0,85}$$

$$Vn = \frac{24\,649,30 \text{ kg} - \text{mts}}{0,85} = 28\,999,20 \text{ Kg}$$

$$Vc = 0,53 * \sqrt{281} * b * d$$

$$Vc = 0,53 * \sqrt{281} * 50 \text{ cm} * 155 \text{ cm} = 68\,854,20 \text{ Kg}$$

$$S = \left( \frac{2Av * F_y * D}{Vn - Vc} \right)$$

$$S = \frac{2 * 1,27 * 4\,200 * 151}{28\,999,20 - 68\,854,20}$$

$$S = 40,41 \text{ cm}$$

$$\frac{A}{S\pi} = r^2$$

- El espaciamiento máximo

$$S_{max} = \frac{d}{2} \Rightarrow \frac{155 \text{ cm}}{2} = 77,5 \text{ cm}$$

$$X = \frac{Mu * (L/2)}{Vc} \Rightarrow \frac{16\,022,0 * (20/2)}{68\,854,20} = 2,33 \text{ mts}$$

El espaciamiento encontrado es menor al espaciamiento máximo por lo que se propone varillas Núm. 4 @ 0,40 mts y el primer estribo se propone a lo S/2 es igual 20 cms del principio de la viga y a 2,5 metros se propone estribos con varillas Núm. 4 @ 0,20 cm.

### 2.1.7.3. Diseño de diafragma

La función principal de los diafragmas, es la de contrarrestar las cargas laterales que puedan afectar la estructura, tales como sismo y viento. Además cumplen la función de mantener la geometría de la misma, es decir, no permite que las vigas principales se ladeen o se deformen en sentido vertical. Como los diafragmas no soportan ninguna carga, no tienen valor estructural.

Propiamente dicho. Los diafragmas se dividen en internos o intermedios y externos, colocados en el centro de la luz y en los extremos respectivamente.

Diafragma externos

Refuerzo en cama superior e inferior

$$Ref = \frac{14,1}{f_y} * B * H = \frac{14,1}{4200} * 30 * 80 = 8,06 \text{ cm}^2$$

*Ref adicional = 5,29 cm<sup>2</sup> de altura a no mas de 40cm de separación*

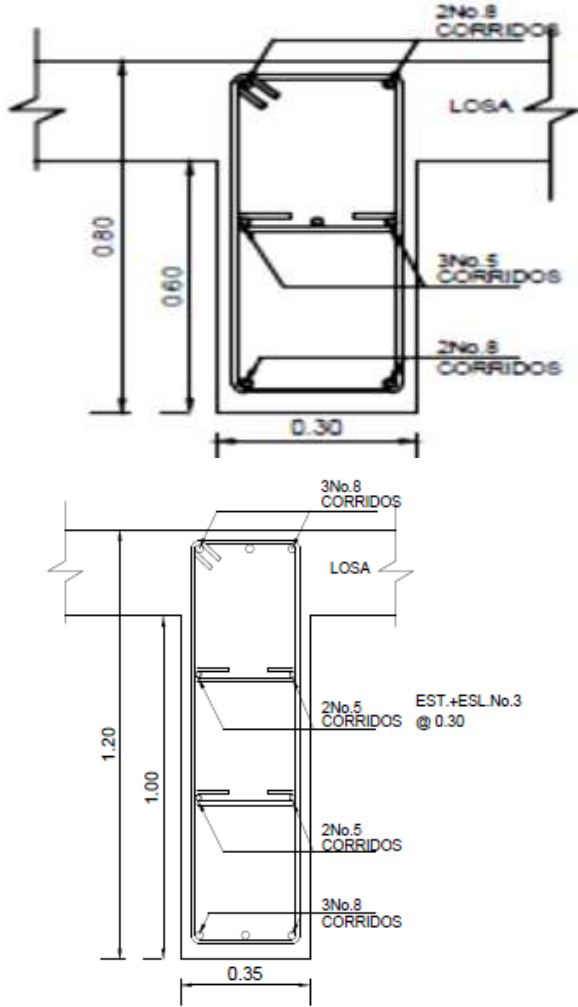
$$Ref \text{ Ad} = \frac{5,29 \text{ cm}^2}{1m} * 0,80m = 4,23 \text{ cm}^2$$

Diseño

Se colocarán 2 # 8 en cada cama,  $A_s = 10,14 \text{ cm}^2$

3 # 5  $A_s = 5,94 \text{ cm}^2$

Figura 11. Diafragmas internos, referencia en cama superior e inferior



DIAFRAGMAS INTERNOS

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$Ref = \frac{14,1}{f_y} * b * h = \frac{14,1}{4 \cdot 200} * 30 \text{ cm} * 120 \text{ cm} = 14,10 \text{ cm}^2$$

3 # 8 en cada cama

*Ref adicional = 5,29 cm<sup>2</sup> de altura a no mas de 40 cm de separación*

$$Ref \text{ Ad} = \frac{5,29 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}} * 1,20 \text{ m} = 6,35 \text{ cm}^2$$

4 # 5,2 camas área diseño = 7,92 cm<sup>2</sup>

#### **2.1.7.4. Diseño de la cortina**

La cortina funciona como muro de contención para el relleno del aproche del puente en sentido longitudinal, según AASHTO 1.2.22. La cortina se encuentra empotrada en la viga de apoyo y el alto depende de la viga principal del puente. Para su diseño es necesario tomar en cuenta las reacciones de los extremos de cada viga y las presiones laterales siguientes:

- S = sismo
- Lf = fuerza longitudinal
- Es + Esob= Presión del suelo

Según AASHTO 3.20, se deberá considerar una sobrecarga del suelo del equivalente líquido de 23 pies, con una presión de 480 Kg /m<sup>3</sup>.

##### **2.1.7.4.1. Empuje de la tierra**

El empuje de tierra permite evaluar requisitos para el diseño de estructuras, con el objetivo de brindar seguridad ante un deslizamiento.

Datos:

Presión sobrecarga = p.sc = 292,8 kg/mts

Presión del suelo= p.s= 672 kg/mts<sup>2</sup>

Brazo= 0,9 mts

d=151,2 mts

$$E = 292,8 \text{ kg/m} + \frac{672 \text{ kg/m}^2}{2} * \frac{0,90 \text{ mts}}{2} = 444 \text{ kg/mts} + 151,2 \text{ kg/m} = 595,2 \vec{\text{kg/m}}$$

#### 2.1.7.4.2. Fuerza longitudinal

Según AASTHO 1.2.13, la fuerza longitudinal corresponderá al 5 por ciento de la carga viva y su centro de gravedad a 1,8 sobre la superficie de la rodadura.

$$W_{cv} = 4100 \text{ kg/m} * 0,9\text{m} * 04 \text{ m} * 20 \text{ m} = 15\ 000 \text{ kg}$$

$$C_v = 0,05 * 15\ 000 \text{ kg}$$

$$C_v = 750 \text{ kg}$$

$$FL = \frac{C_v}{L}$$

$$FL = \frac{750 \text{ kg}}{1,8 \text{ mts}} = 417 \text{ kg/mts}$$

$$B = 0,90 \vec{\text{mts}}$$

#### 2.1.7.4.3. Fuerza del sismo

Según el criterio de la sección de puentes de la Dirección General de Caminos, se debe utilizar entre un 8 y 12 por ciento del peso propio de la cortina. El brazo de aplicación de la fuerza está situado en el centro de gravedad de la sección.

$$W = \frac{2\,400\text{ kg}}{\text{mts}^3} * 0,30\text{ mts} * 1,40\text{ mts} * 1\text{ mts} = 1\,008\text{ kg/mts}$$

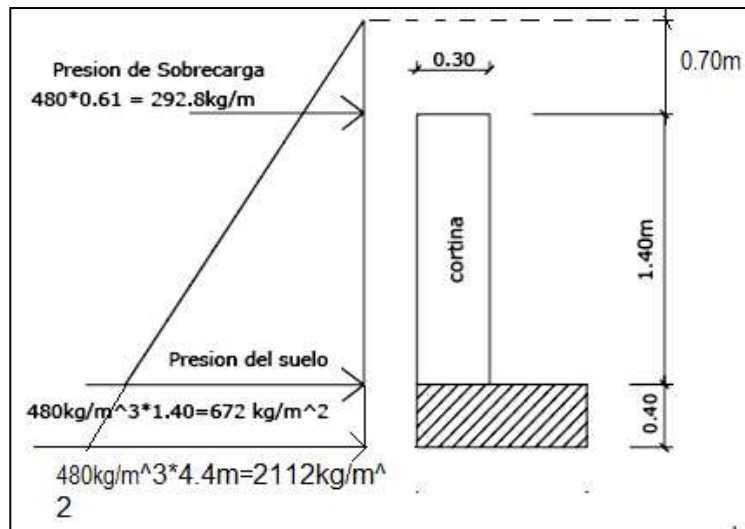
$$S = 0,12W$$

$$S = 0,12*(1\,008\text{ Kg/m} = 120,96\text{ Kg/mts de ancho})$$

$$\text{Brazo} = H/2 \Rightarrow 1,40\text{ mts}/2 = 0,70\text{ mts}$$

- Triángulo de presión

Figura 12. Triángulo de presión



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

#### 2.1.7.4.4. Grupos de cargas

Según AASTHO 1.2.22, para calcular el momento de diseño se utilizan los siguientes grupos de carga.



$$W_{propio} = 2400 \text{ kg/mts} \cdot 3 \cdot 0,4 \text{ mts} \cdot 0,90 \text{ mts} = 864 \vec{\text{ kg/mts}}$$

$$EQ = 0,08 \cdot 864 \text{ kg/mts} = 69,12 \vec{\text{ kg/mts}}$$

El punto de aplicación se localiza en:

$$B = \frac{1}{2} \cdot 0,90 \text{ mts} = 0,45 \vec{\text{ mts.}} \quad \text{Al centro de gravedad}$$

$$\text{Grupo III: esfuerzo } 125 \% \quad M = E \cdot b \cdot FL \cdot b$$

$$\text{Grupo VII: esfuerzo } 133 \% \quad M = E \cdot b + EQ \cdot b$$

$$\text{Grupo III} = 1,3 (E \cdot FL)$$

$$\% E = (30/100) \cdot 595,2 = 189,2 \text{ kg}$$

$$FL = 417 \text{ kg} \cdot 0,90 \text{ mts} = 375,3 \text{ kg} - m$$

$$M_{III} = 1,3 (189,2 \text{ kg} + 375,3 \text{ kg} - mts) = 733,85 \text{ kg} - mts$$

Grupo VII

$$M_{VII} = 1,3(E + EQ \cdot B)$$

$$M_{VII} = 1,3 (189,2 \text{ kg} + 69,12 \text{ kgs} - mts + 0,45 \text{ kg} - mts)$$

$$M_{VII} = 327,3 \text{ kg} - m$$

El grupo III es el momento máximo  $M_{max} = 733,85 \text{ Kg} - m$

#### 2.1.7.4.5. Cálculo del refuerzo

Para el cálculo del refuerzo se utiliza el siguiente procedimiento.

Datos:

$$M = 733,85 \text{ Kg} - m$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$d = 77,5 \text{ cm}$$

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

$$F'_y = 2\,810 \text{ kg/ cm}^2$$

$$A_s = \left[ 30 * 87,5 - \sqrt{\frac{(30 * 87,5)^2 - (733,85 * 87,5)}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 \frac{210}{2\,810}$$

$$A_{\min} = \frac{14,1}{F_y} * b * d \Rightarrow \frac{14,1}{4\,200} * 30 \text{ cm} * 77,5 \text{ cm}$$

$$\rho_{s \max} = 0,5 \rho_b$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * \beta_1 * f'_c}{F_y} * \frac{6\,090}{F_y + 6\,090} \quad \beta_1 = 0,85$$

$$A_{\max} = \rho_{\max} * b * d \Rightarrow 0,014304 * 30 \text{ cm} * 77,5 \text{ cm}$$

$$A_{\text{scal}} = 0,98 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{smin}} = 13,17 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{smax}} = 50,40 \text{ cm}^2$$

Como  $A_s < A_{\text{smin}}$

Se utilizará  $A_{\text{s cal}} = 13,17 \text{ cm}^2$

#### 2.1.7.4.6. Refuerzo por corte

El refuerzo por corte se calcula con el siguiente procedimiento.

Grupo III

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

$$V = 1,3 (595,2 \text{ kg} + 417 \text{ kg}) = 1\,315,86 \vec{\text{ kg}}$$

Grupo VII

$$V = 1,3 (595,2 \text{ kg} + 69,12 \text{ kg}) = 854,51 \vec{\text{ kg}}$$

La mayor de las cargas corresponde al grupo III.

$$V_{\max} = 1\,315,86 \vec{kg}$$

$$V_{rc} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 30 \text{ cm} * 77,5 \text{ cm}$$

$$V_{rc} = 17\,136,95 \vec{kg}$$

Debido a que  $V_{rc} > V_{\max}$ , el refuerzo a corte debe ir a una distancia para que resista.

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{87,5}{2} = 43,75$$

$$S_{\max} = 40 \vec{cm}$$

#### 2.1.7.5. Diseño de la viga de apoyo

Análisis y diseño de la viga de apoyo. Esta se diseñará por aplastamiento y el refuerzo longitudinal es por temperatura.

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * b * h$$

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * 90 \text{ cm} * 40 \text{ cm}$$

$$A_{s_{temp}} = 7,2 \vec{cm}^2$$

Para el refuerzo transversal se colocan estribos de acero corrugado, a una distancia no menor que  $h/2$ .

$$S = \frac{h}{2} = \frac{40}{2} = 20 \vec{cm}$$

### **2.1.7.6. Diseño del estribo**

Los estribos son los componentes del puente que soportan la superestructura en los lados extremos y transmiten la carga al terreno de cimentación.

Para este caso se diseña el estribo de concreto ciclópeo, ya que en el lugar se cuenta con suficiente material (piedra bola).

A continuación se presentan los datos para el diseño:

Peso específico del concreto	= 2 400 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del concreto ciclópeo	= 2 700 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del suelo	= 1 600 kg/cm <sup>3</sup>
Valor soporte del suelo	= 35 000 kg/m <sup>2</sup>
Equivalente líquido	= 480 kg/cm <sup>3</sup>

#### **2.1.7.6.1. Cálculo del momento de volteo**

Este es producido por el empuje de la tierra sobre el estribo.

Sección I:

Datos:

Fuerza de empuje 292,8 kg/m

Altura de puente 4,4 m

*Empuje = presión \* altura*

$$Empuje = 292,8 \text{ kg/m} * 4,40 \text{ m} = 1\,288,32 \vec{\text{kg}}$$

$$B : P := \frac{4,40}{2} = 2,2 \vec{\text{m}}$$

*Momento = E \* B : P :*

$$M = 1\,288,32 \text{ kg} * 2,20 \text{ mts} = 2\,834,3 \vec{\text{kg}} - \text{m}$$

Para la sección II se tiene:

$$E = 480 \text{ kg/mts}^2 * 4,4 \text{ mts} = 2\,112 \text{ kg/m}$$

$$E = 2\,112 \text{ kg/mts}^2 * 2,2 \text{ mts} = 4\,646,4 \vec{\text{kg}}$$

$$B.P = 4\,646,4 \text{ kg} * 1,467 \text{ mts} = 6\,814,72 \vec{\text{kg}} - \text{m}.$$

$$E = ((2\,112 - 292,8) / 2) * 1,61 = 1\,467 \text{ mts}$$

$$Et1 = 1\,288,32 \text{ kg} + 4\,646,4 \text{ kg} = 5\,934,72 \vec{\text{kg}}$$

$$Empuje \text{ total} = 1\,288,32 \text{ kg} + 4\,646,4 \text{ kg} = 5\,934,72 \vec{\text{kg}}$$

$$Mv = 2\,834,3 \text{ kg} - \text{mts} + 6\,814,72 \text{ kg} - \text{mts} = 9\,649,02 \vec{\text{kg}} - \text{m}$$

### **2.1.7.6.2. Diseño del barandal**

La dimensión variable es la separación centro a centro de los postes, con el objetivo de ajustar la separación de los mismos a la longitud de la superestructura. Dicha separación varía de un mínimo de 1,50 a un máximo de 2,40 m. Para el diseño de este proyecto la separación que se utilizó es de 1,78 m, y una altura de 0,80 mts. Además de la carga del camión estandarizado, AASHTO recomienda para el diseño de los postes una carga vertical de 100 lb/pie = 148,80 kg/m y una carga horizontal de 300 lb/pie = 446,39 kg/m.

Cálculo de resistencia de los tubos y los postes

Análisis de diseño: 150 lb/pies por cada pasamano

Longitud postes 1,78 mts (5,84 pies)

Se propone tubo galvanizado de  $\phi = 2$  plg

Datos:

$$F = 20\,000 \text{ psi}$$

$$\phi_{\text{ext}} = 2,375 \text{ plg}$$

$$I = 0,665 \text{ plg}^4$$

$$\phi_{\text{int}} = 2,067 \text{ plg}$$

$$C = (\phi_{\text{ext}})/2 \rightarrow (2,375)/2 = 1,1875 \text{ PSI}$$

Fórmula de cálculo

$$I/C (F) \geq (W \cdot L^2)/10$$

$$0,665/1,1875 (20\,000) \geq ((150+3,65) \cdot [5,84]^2)/10$$

$$933,33 \text{ lbs-pie} \geq 524,03 \text{ lbs-pie} \rightarrow \text{si cumple}$$

Análisis de la resistencia:

$$(0,20 \text{ mts} \cdot 0,15 \text{ mts})$$

$$\text{Peso del concreto: } 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

Integración de las cargas muertas

$$W_{\text{CM}} = 1,30 \cdot W_{\text{CM}}$$

$$W_{\text{CM}} = 1,30 \cdot 2\,400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,20 \text{ mts} \cdot 0,15 \text{ mts} \cdot 0,80 \text{ mts} = 74,88 \text{ kg}$$

$$W_{\text{TUBO}} = 1,30 \cdot 3,65 \text{ lb/pie} \cdot 2 = 55,42 \text{ lb} = 25,19 \text{ kg}$$

$$W_{\text{VERTICAL}} = 100 \text{ lbs} \cdot 0,665 \text{ plg}^4 = 65,57 \text{ lbs} = 29,74 \text{ kg}$$

Entonces:

$$W_{\text{TOTAL}} = 74,88 \text{ kg} + 25,19 \text{ kg} + 29,74 \text{ kg} = 129,81 \text{ kg}$$

Carga viva

$$W_{\text{cv}} = 300 \text{ lb/pie} \cdot 3 \text{ pies} = 900 \text{ lb} = 408,2 \text{ kg}$$

$$M = 408,24 \text{ kg} \cdot 0,45 \text{ mts} + 129,81 \text{ kg} \cdot 0,0774 \text{ mts} + 680,39 \text{ kg} \cdot 0,475 \text{ mts} + 680,39 \text{ kg} \cdot 0,914 \text{ mts} = 1138,80 \text{ kg-mts}$$

Cálculo del refuerzo

Diseño a deflexión

Peralte efectivo; se propone varillas Núm. 5

$$d = t - A_{\text{varil}}/2 = 20,0 - 1,98/2 = 16,5 \text{ cm}$$

Datos:

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$D = 16,5 \text{ cm}$$

$$M_u = 1138,80 \text{ kg-mts}$$

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

$$AS = 3,46$$

$$AS_{\text{MIN}} = 14,1/(f'_y) \cdot b \cdot d$$

$$AS_{\text{MIN}} = 5,53 \text{ cm}^2$$

Como el área mínima fue más grande que el área calculada se toma el área mínima que es de 5,42 cm<sup>2</sup>

Diseño a corte

Se propone el esfuerzo mínimo

$$S = D/2 \rightarrow 20/2 = 10 \text{ cm}$$

Se utilizará Núm. 3 @ 0,10 mt de estribos para los pasamanos

### **2.1.8. Cálculo del momento estabilizante**

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

## Sección I

$$\text{Area I} = 0,30 \text{ mts} * 1,6 \text{ mts} = 0,48 \text{ mts}^2$$

$$\text{Peso I} = 0,30 \text{ mts} * 1,60 \text{ mts} * 2\,400 \text{ kg/mts}^2 * 1 \text{ mts} = 1\,152,00 \text{ kg}$$

$$\text{P: I} = 1,60 \text{ mts} + 0,10 \text{ mts} + 0,45 \text{ mts} + 0,3 \text{ mts} = 2,45 \text{ mts}$$

$$\text{Momento} = 1\,152 \text{ kg} * 2,45 \text{ mts} = 2\,822,4 \text{ kg} - \text{mts}$$

Para las secciones sobrantes se tiene:

Tabla I. **Cálculo del momento estabilizante**

Sección	Área (m <sup>2</sup> )	W (kg/m <sup>3</sup> )	WE (kg)	B:P (m)	M (kg – m)
1	0,48	2 400	1 152,00	2,45	2 822,40
2	0,30	2 400	720,00	1,95	1 368,00
3	4,50	2 700	12 150,00	4,125	50 118,80
4	2,63	2 700	7 087,50	2,375	16 832,80
5	3,5	2 700	9 450,00	1,4	13 230,00
6	1,225	2 700	3 307,00	0,875	2 893,63
7	1,225	2 700	3 307,00	0,875	2 893,6

Fuente: elaboración propia.

Estos datos se salen de la tabla I.

$$\sum WE = 30\,230,5 \quad \sum ME = 69\,182,43$$

### 2.1.9. Revisión del muro sin superestructura

Las verificaciones se harán para un muro de contención por gravedad.

Volteo =

Deslizamiento =



Presiones =

Donde:

MV = momento de volteo

Me = momento estabilizante

W = peso propio de la estructura

E = empuje

A = área

E = excentricidad =

A =

B = base

#### 2.1.9.1. Revisión de volteo

$$\frac{ME}{MV} = \frac{90\,159,26}{9\,649,02} = 9,34 > 1,5$$

Revisión de deslizamiento

$$D = \frac{0,5 * W}{E} = \frac{0,5 * 37\,173,5}{5\,934,72} = 3,13 > 1,5$$

La estructura resistirá sí la revisión de volteo y el deslizamiento es mayor a 1,5, y ambos chequeos son mayores a 1,5.

#### 2.1.9.2. Revisión de presiones

$$a = \frac{(ME - MV)}{W} = \frac{(90\,159,26 - 9\,649,02)}{37\,173,50} = 2,16 \vec{m}$$

$3a > b$

$$3a \Rightarrow 3(2,16) = 6,48 \text{ m} > 3,90 \text{ OK}$$

$$e = \frac{b}{2} - a = \frac{3,90}{2} - 1,64 = 0,31$$

$$P_{\max} = \left( \frac{37\ 173,50}{3,90 * 1} \right) \left( \frac{1 + (6 * 0,31)}{3,90} \right)$$

$$P_{\max} = 6\ 989,89 \vec{\text{kg/m}}^2 < 20\ 000 \vec{\text{kg/m}}^2 \text{ OK}$$

$$P_{\min} = \left( \frac{37\ 173,50}{3,90 * 1} \right) \left( \frac{1 - (6 * 0,31)}{3,90} \right)$$

$$P_{\min} = 2\ 101,85 \vec{\text{kg/m}}^2 > 0 \text{ OK}$$

Como la presión máxima es menor que la capacidad soporte del suelo y la presión mínima es mayor que cero, el muro resistirá las presiones.

### 2.1.9.3. Revisión del muro con superestructura y carga viva

Este chequeo se realiza para verificar si el muro resiste al agregarle el peso de las estructuras que tendrá que soportar.

$$ME_1 = (CM + CV) * \text{brazo}$$

$$ME_1 = (19\ 766,35)(1,95) = 38\ 544,38 \vec{\text{kg}} - m$$

$$ME_T = ME_1 + ME$$

$$ME_T = 38\ 544,38 + 69\ 182,43 = 107\ 726,81 \vec{\text{kg}} - m$$

Revisión de presiones:

$$We = 5\ 237,44 * (4,4 * 1,6) = 36\ 212 \text{ kg}$$

$$a = \frac{(ME_T - MV)}{(CM + CV) + We}$$

$$a = \frac{(107\,726,81 - 9\,649,02)}{(19\,766,35 + 36\,212)} = 1,75 \vec{m}.$$

$$e = \frac{3,90}{2} - 1,75 = 0,20$$

$$P_{\max} = \left[ \frac{(W + CM + CV)}{A} \right] * 1 + \left( \frac{6 * e}{b} \right)$$

$$P_{\max} = \left[ \frac{(31\,230,50 + 19\,766,35)}{3,90} \right] * 1 + \left( \frac{6 * 0,20}{3,90} \right)$$

$$P_{\max} = 16\,764,24 \text{ kg/m}^2 < 20\,000 \vec{\text{kg/m}}^2 \text{ OK}$$

$$P_{\min} = \left[ \frac{30\,230,50 + 19\,766,35}{3,90} \right] * 1 - \left( \frac{6 * 0,20}{3,90} \right)$$

$$P_{\min} = 8\,875,08 \vec{\text{kg/m}}^2 > 0 \text{ OK}$$

Debido a que ambas presiones se encuentran dentro de los parámetros de diseño, la estructura sí resistirá las presiones, por lo que la sección del muro es apta para resistir la carga a la que estará sujeta.

#### 2.1.9.4. Diseño de apoyo de neopreno

El dispositivo de apoyo es un órgano de vínculo entre dos elementos estructurales, que tienen la función de transmitir determinados componentes de sollicitación (fuerza o momento) sin movimiento entre los mismos elementos. El trabajo de estos es permitir sin oponer resistencia apreciable, los movimientos relativos entre elementos (desplazamiento o rotación). Según la AASHTO

sección 14 división I, y la sección 25 división II se establecen las condiciones de apoyo para un puente en función de la longitud de su claro. Para apoyos fijos de claros de 15,24 metros (50 pies), no es necesario hacer consideraciones por deflexión, mientras que para claros mayores o iguales a 15,24 metros (50 pies) deberán proveerse tipo de apoyos especiales que toleren mayores niveles de rotación.

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

Otra de las funciones del apoyo elastomérico (neopreno) es amortiguar o disipar los esfuerzos de impacto, además sirve para que el puente quede simplemente apoyado. Tiene tres ventajas importantes, son económicos, efectivos y no requieren de mantenimiento mayor, es por esto que se propone la utilización de estos apoyos para el presente proyecto.

El apoyo de neopreno tiene las cualidades elásticas del caucho natural pero posee mejor resistencia que aquel contra corrosión y envejecimiento, especialmente en los procesos de oxidación acelerada ante la luz y la intemperie. Este apoyo puede estar constituido parcial o totalmente de elastómeros, pueden contener una sola placa o ser laminados, este armado forma un bloque que contiene un conjunto caucho sintético que contiene láminas de acero en su interior, adheridas mediante un proceso de vulcanización, la capacidad de este bloque tiene la capacidad de soportar cargas verticales y que se incrementa su resistencia mediante el número de láminas de acero que se coloquen.

Una de las propiedades más importantes del elastómero es su módulo de cortante, el cual puede definirse como la fuerza por pulgada cuadrada del área de contacto necesaria para deformar una cantidad igual a su espesor. Para el presente proyecto se utilizará una dureza Shore A 60 y los datos que corresponde según la tabla III.

Tabla II. **Dureza Shore para elastómeros**

Hardness (Shore 'A')	50	60	70
Shear modulus at 73°F (psi) Creep:			
deflection at 25 yrs	95 - 130	130 - 200	200 - 300
instantaneous deflection:	25%	35%	45%

Fuente: Normas AASHTO.

### 2.1.9.5. **Predimensionamiento**

Para el predimensionamiento del elemento elastomérico se debe tomar en cuenta los factores de base máxima y espesor, sabiendo que estos son datos que se asumen, para luego revisarlos mediante las ecuaciones que corresponde.

$$\text{Base máxima} = b_{\text{máx}} = \text{ancho viga} - 2 \text{ cm} = 50 - 2 = 48 \text{ cm}$$

$$\text{Espesor} = t$$

$1\text{ cm} < t < (w/5)$  siendo  $w =$  largo del elemento

Donde  $t$   $w$   $b$

Asumiendo  $b = w = 30\text{ cm}$  y  $t = 1,3\text{ cm}$

### 2.1.9.6. Cálculo de la deformación por compresión

La deformación instantánea por compresión del elastómero será calculada bajo los valores máximos permitidos según la AASHTO, y para ello se utilizará la siguiente ecuación:

$$\delta = \sum \epsilon_i h_{ri}$$

Donde:

$\epsilon_i =$  Tensión instantánea de compresión en la capa de elastómero  $i$ -ésimo de un elemento de elastómero laminado

$h_{ri} =$  Espesor de la capa de elastómero en el elemento

Los valores deberán ser determinados a partir de resultados de la prueba o análisis racional. Los efectos de la fluencia del elastómero, se añade a la deformación instantánea al considerar desviaciones a largo plazo que debe ser calculado, a partir de la información pertinente para el compuesto elastomérico usado. En ausencia de información específica sobre el particular puede usarse las gráficas de la figura 22 (tomada de la figura 14.6.5.3.3.1 de la AASHTO).

Con base en lo anterior se encuentra el valor de compresión por deformación eligiendo como porcentaje de compresión un 5 por ciento y se encuentra el factor de forma S como sigue:

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

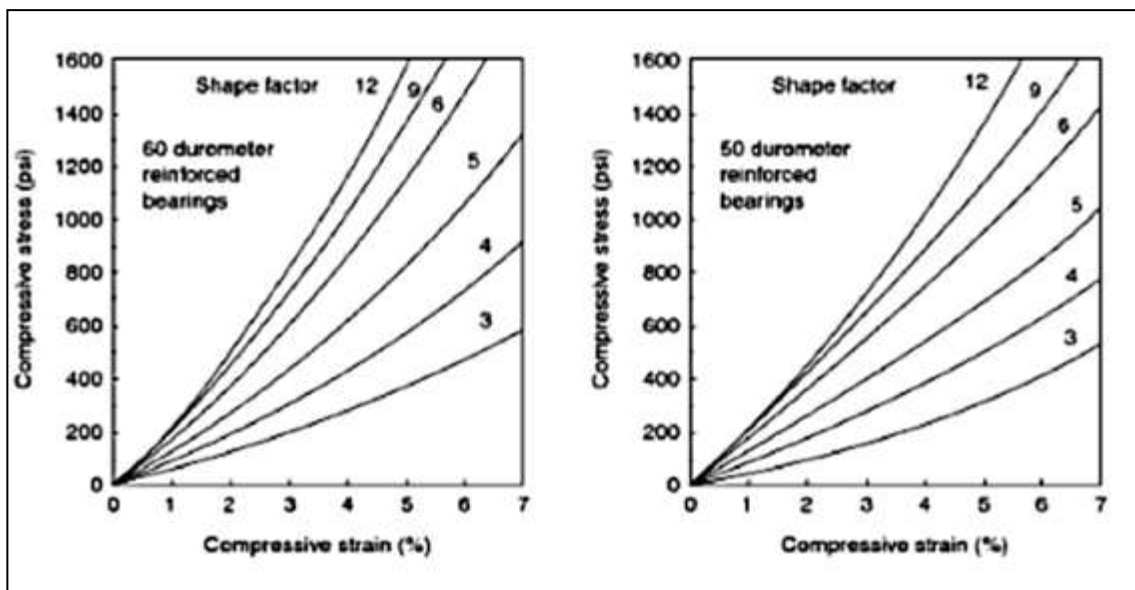
Donde:

$$\text{área cargada} = 50 * 160 = 8\ 000$$

$$\text{área libre de abombarse} = b * w = 30 * 30 = 900$$

$$S = (8\ 000 / 900) = 8,88$$

Figura 13. **Compresión para SHORe 60 y 50**



Fuente: Normas AASHTO.

Con los datos se obtiene que el esfuerzo de compresión es de 1 600 psi equivalente a 1 12,5 kilogramos sobre centímetros cuadrados. La carga resistente es el esfuerzo de compresión por el área del elastómero lo que da una resistencia a la carga de 101 250 kilogramos. Verificando se tiene que el corte actuante  $V_u = 95\ 831,21$  kilogramos, por lo tanto el espesor y el área propuestos si cumplen.

### 2.1.9.7. Cortante

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

El apoyo será diseñado de forma que  $h_{gt} \geq 2A_s$

Donde:

$h_{gt}$  = espesor total del elastómero (pulgadas) = 1,0"

$\Delta_s$  = servicio de máxima deformación de corte del elastómero (pulgada)

$$\Delta_s = \frac{h_{gt}}{2} = \frac{1,0}{2} = 0,5 \text{ pulgadas, máxima deformación del elastómero}$$



### 2.1.9.8. Estabilidad

Para garantizar la estabilidad del apoyo se realiza la revisión con la ecuación siguiente, donde involucra el espesor total, la longitud y el ancho del elemento compuesto, de la siguiente forma:

$$\frac{3,84\left(\frac{h_{gt}}{L}\right)}{S\sqrt{1+2\frac{L}{w}}} \leq \frac{2,67}{S(S+2)\left(1+\frac{L}{4w}\right)}$$

La presión se establece para todas las cargas admisibles en esta especificación y sin mayor consideración de la estabilidad que se requiere.

Donde:

$$h_{gt} = 0,5 \text{ pulg}$$

$$L = 50 \text{ cm} = 20 \text{ pulg}$$

$$w = 30 \text{ cm} = 20 \text{ pulg}$$

$$S = t/2 = 1,3 \text{ cm} = 0,51 \text{ pulg}$$

$$\frac{3,84\left(\frac{0,5}{12}\right)}{1\sqrt{1+2\frac{12}{20}}} \leq \frac{2,67}{0,51(0,51+2)\left(1+\frac{12}{4(20)}\right)}$$

$$1,48 \leq 1,81$$

Por lo que si cumple, entonces se puede concluir que la sección es estable y no representa ningún problema.

### 2.1.9.9. Refuerzo

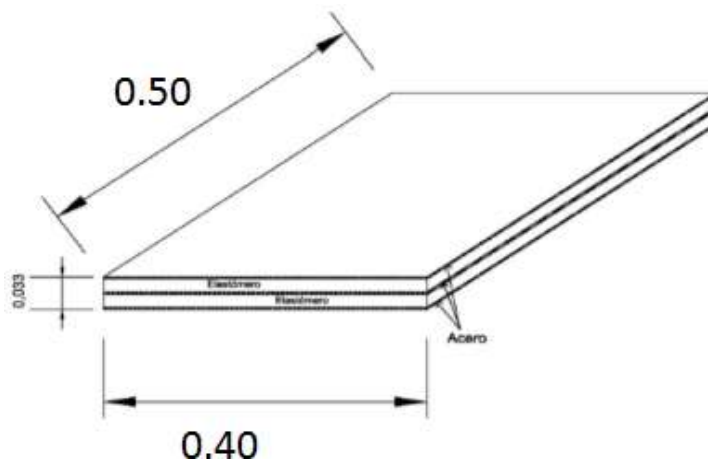
El acero de refuerzo consiste en placas o láminas de acero, de dimensiones que cubran el área completa del elastómero, según la geometría descrita en el siguiente inciso, en cuanto a las propiedades del acero a utilizar, estas serán:

- Tendrá propiedades de alargamiento a la rotura mayor del 23 por ciento
- El esfuerzo de fluencia será mayor de 2 400 kg/cm<sup>2</sup>
- El esfuerzo de rotura será mayor de 4 200 kg/cm<sup>2</sup>

### 2.1.9.10. Geometría

El apoyo estará compuesto de 3 placas de elastómero de 13 milímetros de espesor + dos placas de acero de 2 milímetros, en total será de 33 milímetros de espesor.

Figura 14. Geometría neopreno



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

Tabla III. Presupuesto

Núm.	REGLON	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
1	Trazo y replanteo	global	Q. 10 671,55	1	Q. 10 671,55
2	Excavación	m <sup>3</sup>	Q. 265,62	104	Q. 27 624,48
3	Losa	m <sup>2</sup>	Q. 1 209,06	168	Q. 203 122,08
4	Viga principal	unidad	Q. 165 519,00	4	Q. 662 076,00
5	Diafragmas	unidad	Q. 46 030,60	4	Q. 184 122,40
6	Viga de apoyo + cortina	unidad	Q. 71 295,60	2	Q. 142 591,20
7	Estribo	unidad	Q. 143 126,50	2	Q. 286 253,00
8	Barandal y acera	global	Q. 320 888,50	2	Q. 641 777,00
9	Aproches	m <sup>3</sup>	Q. 199 094,50	1	Q. 199 094,50
10	Neopreno de 40*50 cm de 1/8 pulgadas	unidad	Q. 2 603,44	8	Q. 20 827,52
<b>TOTAL DE EJECUCIÓN</b>					<b>Q. 2 378 159,73</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.10. Cronograma de ejecución

En la siguiente figura se da un ejemplo de lo que es el cronograma.

Figura 15. Cronograma

Núm.	Descripción	Semanas																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Trazo y nivelación	■																			
2	Excavación estructural		■	■	■																
3	Levantado de muros				■	■	■	■													
4	Relleno estructural de estribos						■	■	■	■											
5	Formaleta						■	■	■	■											
6	Armado de viga							■													
7	Fundición de viga								■												
8	Armado de viga y diafragma									■	■	■									
9	Fundición de viga y diafragmas											■									
10	Armado de banquetas												■	■	■						
11	Fundición de banquetas													■	■	■		■			
12	Drenajes													■							
13	Acabados															■					■
14	Acero estructural									■											
15	Uniones mecánicas															■	■				■
16	Fletes	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				

Fuente: elaboración propia.

## 2.2. Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea El Porvenir

El presente proyecto consiste en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, el cual estará conformado por: red principal y secundaria, pozos de visita, conexiones domiciliarias, planta de tratamiento y tubería de concreto.

### 2.2.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en diseñar un sistema de drenaje sanitario para la aldea El Porvenir, del municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa. Se inició el estudio mediante una investigación detallada de tipo monográfica, luego

se realizó el levantamiento topográfico por medio del cual se determinó el comportamiento del terreno.

El proyecto a diseñar es de 1 000 metros (1 Km). En las partes más bajas establecidas por la altimetría del terreno, serán los desfogues, los cuales se unirán a plantas de tratamiento que se encuentran en proceso de estudio y diseño.

La tubería que se utilizó para el diseño en este proyecto fue de PVC, siguiendo las especificaciones de instalación y diseño hidráulico, también se utilizará las normas del INFOM.

### **2.2.2. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realiza con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas.

### **2.2.3. Planimetría**

La planimetría estudia los procedimientos para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones. Para la realización de la planimetría se utilizó un teodolito proporcionado por la Escuela de Civil.

#### **2.2.4. Altimetría**

Tiene por objetivo determinar las diferencias de alturas entre puntos de terreno. Para la realización de la altimetría se utilizó un nivel proporcionado por la Escuela de Civil.

#### **2.2.5. Descripción del sistema a utilizar**

Existen tres tipos básicos, de acuerdo a su finalidad.

- Drenaje sanitario: consiste en un conjunto de tuberías que recogen las aguas servidas domiciliarias y comerciales.
- Alcantarillado pluvial: conduce exclusivamente aguas producto de las lluvias.
- Drenaje combinado: se conducen tanto las aguas negras como las aguas producto de las lluvias. Este sistema no es adecuado para el saneamiento del ambiente, debido a que el Ministerio de Medio Ambiente exige el tratamiento de las aguas negras.

Es por ello que se dispuso diseñar solamente el drenaje sanitario y, posteriormente, cuando se decida diseñar la pavimentación de toda la aldea El Porvenir, el diseño de un alcantarillado pluvial.

### **2.3. Partes de un alcantarillado**

El alcantarillado o red de alcantarillado al sistema de estructuras y tuberías usadas para el transporte de aguas residuales o servidas

(alcantarillado sanitario), o aguas de lluvia, (alcantarillado pluvial) desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten a cauce o se tratan.

### **2.3.1. Colector**

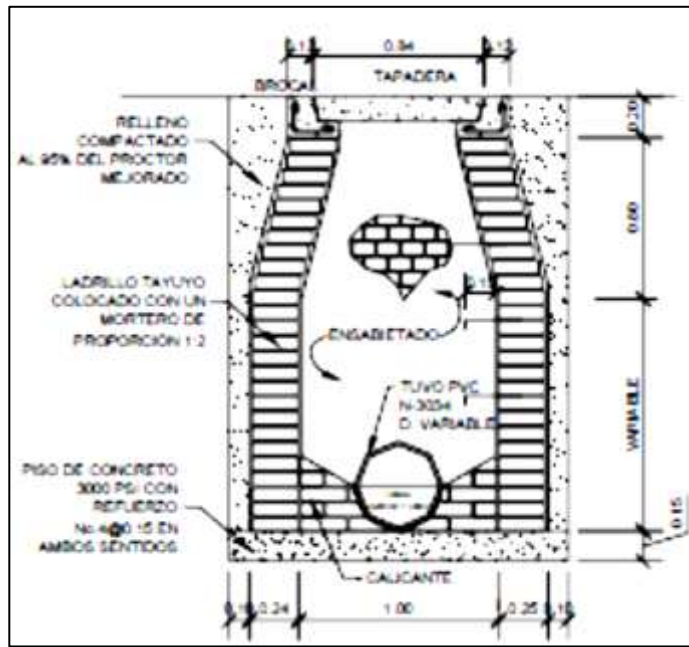
Es el medio por el cual se evacuan y transportan las aguas residuales y desechos generados por la población, lejos de donde se producen, este medio puede ser a través de tubería subterránea, estas tuberías deben actuar hidráulicamente como canales abiertos.

### **2.3.2. Pozos de visita**

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un sistema de alcantarillado, son empleados como medios de inspección y limpieza.

La forma constructiva de los pozos de visita se ha normalizado considerablemente, y se han establecido diseños que se adoptan de un modo general. Se construyen con mampostería de punta, de ladrillo tayuyo y concreto reforzado, de forma cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma de cono truncado y con tapa removible, la cual se construye con el objetivo de permitir el acceso para darle mantenimiento a la estructura. Las paredes del pozo deben estar impermeabilizadas con repello y cernido liso, el fondo puede estar conformado de concreto y piedra bola. Para realizar la inspección o limpieza los pozos profundos se deben dejar escalones, los cuales serán de acero generalmente de Núm. 3 y estarán empotrados a las paredes del pozo.

Figura 16. **Pozo de visita**



Fuente: Información del proyecto hidráulico de la presa El Zapotillo [www.conagua.mx](http://www.conagua.mx). Consulta: octubre de 2013.

### 2.3.3. **Conexiones domiciliarias**

La conexión domiciliar tiene la finalidad de llevar las aguas servidas desde la vivienda o edificio hacia el colector principal.

Normalmente en el transcurso de la construcción del sistema de alcantarillado, se deja prevista una conexión en “Y” o “T” en cada edificación.

Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de cualquier objeto que pueda obstruir la tubería, aunque es recomendable unión en “Y” para que el flujo entre al sistema de una manera menos violenta. Sin embargo, las conexiones en “T” son más fáciles de instalar.

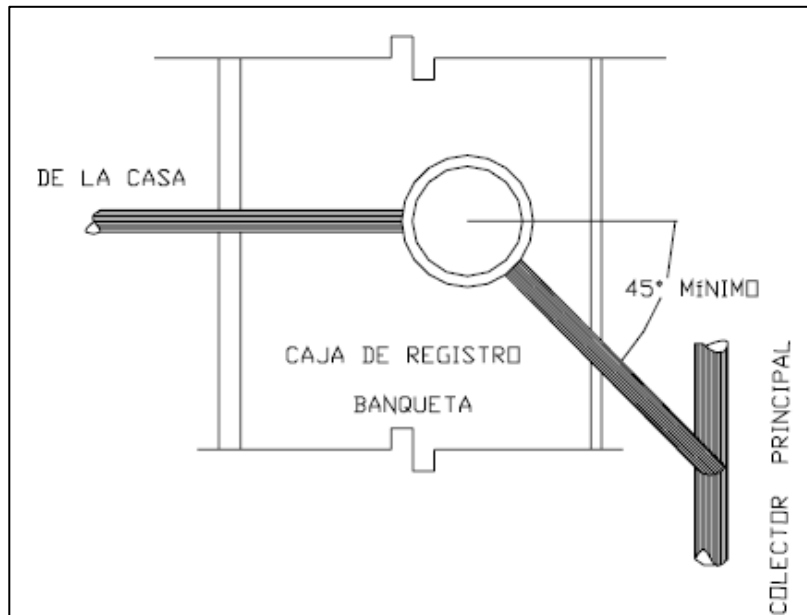


Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior de la tubería, para impedir que las aguas negras retornen a la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad, o bien con un caudal alto o una velocidad alta.

La conexión domiciliar consta de dos partes que son la caja o candela y la tubería secundaria.

- Caja o candela: es un elemento que permite la inspección y control del flujo del caudal de aguas negras, proveniente de las viviendas hacia el colector principal. Puede ser construido de mampostería o de tubos de concreto colocados verticalmente. Deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar las inspecciones.
- Tubería secundaria: es la tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con la tubería central, a efecto de evacuar adecuadamente el agua residual proveniente de las viviendas.

Figura 17. **Conexión domiciliar**



Fuente: [www.conagua.mx](http://www.conagua.mx). Consulta: octubre de 2013.

#### **2.3.4. Período de diseño**

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema. Para seleccionar el período de diseño de una red de drenajes se debe considerar factores como la vida útil de las estructuras y del equipo componente, así como también el crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacentes.

El período de diseño recomendado por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) es de 20 años. Para este proyecto se diseñó un período de 20 años.

### **2.3.5. Población futura**

Es la proyección de la población actual que determina el aporte de caudales al sistema al final del período de diseño; el método de incremento geométrico es práctico y se define por la ecuación:

$$P = P_0 * (1 + r)^n$$

Donde:

P = población futura

P<sub>0</sub> = población inicial

r = tasa de crecimiento

n = años transcurridos

### **2.3.6. Determinación de caudales**

El método Racional es uno de los más utilizados para la estimación del caudal asociado a determinada lluvia de diseño. Se utiliza normalmente en el diseño de obras de drenaje urbano y rural. Tiene la ventaja de no requerir de datos hidrométricos para la determinación de caudales máximos.

#### **2.3.6.1. Población tributaria**

En este caso se obtuvo la población tributaria con base en el número de casas localizadas, multiplicándose por el número de habitantes por casa.

Población = 6 habitantes por 236 casa = 1 416 habitantes

Habitantes por casa = 1 416 habitantes/236 casa = 6 habitantes

### **2.3.6.2. Dotación**

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

Para considerar una dotación hay que tomar en cuenta los siguientes factores; clima, costumbres, servicios públicos, calidad de agua, actividades de la población. Para el diseño se estimó una dotación de 110 lt/hab/día, por los factores antes mencionados.

#### **2.3.6.2.1. Factor de retorno al sistema**

Es el porcentaje de agua que después de ser utilizada regresa al drenaje, este porcentaje oscila entre el 70 por ciento al 90 por ciento, al no poseer datos estadísticos que indiquen que valor utilizar, se adoptará un promedio de estos valores 80 por ciento, que es el valor adoptado para este proyecto.

#### **2.3.6.2.2. Caudal sanitario**

El caudal sanitario se calcula por medio de la integración de caudales de aguas residuales domésticas, industriales, comerciales, caudal por infiltraciones y caudal por conexiones ilícitas, y está determinado así:

- La población tributaria será calculada según el número de habitantes al final del diseño.
- Caudal medio diario: el caudal medio diario se calculará con la contribución mínima según la dotación del lugar, considerando la población de diseño. En cada caso se harán consideraciones con el fin

de establecer si es necesaria la adopción de un caudal mayor, debido a que puedan existir industrias o en previsión de desarrollos industriales, recreativos u otros.

- Caudal de hora máximo: es el caudal de agua potable estimado para la hora de máximo consumo. Si no existen registros que indique un valor más alto, se considerará que es el caudal medio multiplicado por 2,5.
- Caudal máximo de origen domestico: será calculado para cada tramo con base en el número de conexiones futuras que contribuyan al tramo, el cual será expresado en litros por segundo.

#### **2.3.6.2.3. Caudal domiciliar**

Es el agua que está relacionada con la dotación del suministro del agua potable, que ha sido usada por los humanos, para la limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hacia la red de drenaje, menos una porción que no retornará, como la que se usa para el riego de jardines o el lavado de vehículos.

La fórmula para calcular el caudal domiciliar es la siguiente:

$Q \text{ domiciliar} = (\text{dotación} * \text{número de habitantes} * \text{Factor de retorno}) / 86\ 400 \text{ seg.}$

$Q \text{ domiciliar} = (110 \text{ lt/hab/dia} * 2\ 320 \text{ hab} * 0,80) / 86,400 \text{ seg.} = 2,36 \text{ lts/seg.}$

Caudal domiciliar = 2,36 lt/seg. (Litros por segundo)

#### **2.3.6.2.4. Caudal industrial**

El caudal industrial es el que proviene de industrias, tales como procesadoras de alimentos, fábricas de textiles, licoreras, entre otros. La dotación varía de acuerdo al establecimiento que se esté tomando en cuenta. Para este proyecto no se tomó en cuenta este caudal, debido a que no existe ninguna industria a lo largo de todo el alcantarillado

$$Q_{ind} = \frac{Núm.Ind. * Dot.}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{ind}$  = caudal industrial (l/s)

Núm. Ind. = número de industrias

Dot. = dotación (l/industria/día)

#### **2.3.6.2.5. Caudal comercial**

Es el agua que desechan los comercios, escuelas, mercados, hoteles, restaurantes, entre otros.

Para este diseño se contó con una escuela, la cual se utilizó un caudal de 1 000 lt/día que es igual a 0, 01157 lt /seg.

#### **2.3.6.2.6. Caudal por conexiones ilícitas**

Este caudal es producido por las viviendas que se conectan ilícitamente, y cuando conecten las tuberías del agua pluvial al sistema de drenaje de aguas

servidas. En este caso se utilizó la norma del INFOM, que dice usar el 10 por ciento del caudal doméstico.

#### **2.3.6.2.7. Caudal por infiltración**

Para la estimación del caudal de infiltración que entra a los drenajes, se toma en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de la tubería, la permeabilidad del terreno, el tipo de junta usada en la tubería, la calidad de la mano de obra y la supervisión durante la construcción.

En el diseño de este proyecto, el caudal de infiltración es cero debido a que el material a utilizar es PVC, Norma ASTM 3034.

#### **2.3.6.2.8. Caudal medio**

Es la suma del caudal domiciliar, caudal comercial, caudal industrial, caudal por conexiones ilícitas y caudal de infiltración. Sus dimensionales se dan en litros por segundo o metros cúbicos por segundo.

#### **2.3.6.2.9. Factor de caudal medio**

Es la suma de los caudales domésticos, de infiltración, por conexiones ilícitas, comercial e industrial, este factor regula la aportación del caudal en la tubería. Este factor debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005, si da un valor menor, se tornará 0,002, y si fuera mayor se tomará 0,005.

La fórmula factor de caudal medio es la siguiente:

$$fqm = (Q \text{ medio}) / (\text{Núm. habitantes})$$

$Q \text{ medio} = Q \text{ doméstico} + Q \text{ infiltración} + Q \text{ conexiones ilícitas} + Q \text{ comercial}$

En este diseño no se tomó en cuenta el caudal de infiltración e industrial, porque se utilizará tubería de PVC y se carece de industrias.

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

$$Q \text{ medio} = 2,36 \text{ lt/seg} + 0,236 \text{ lt/seg} + 0,01157 \text{ lt/seg} = 2,61 \text{ lt/seg}$$

$$fqm = (2,61 \text{ lt/seg}) / (2,320 \text{ hab}) = 0,001125$$

Como el factor de caudal medio es menor de 0,002 se tomará 0,002 por los rangos ya establecidos.

#### **2.3.6.2.10. Factor de Harmond**

El factor de Harmond o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado. Este factor actúa principalmente en las horas pico, es decir, en las horas en que más se utiliza el sistema de drenaje. Es único para todo el tramo.

Su fórmula es:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \quad ; \quad P = \frac{\text{Población futura}}{1000}$$



#### **2.3.6.2.11. Caudal de diseño**

El caudal de diseño de cada tramo será igual a modificar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir, que en este caso se diseñó para población actual y futura.

$$Q \text{ diseño} = (fqm) * (FH) * (\text{Número de habitantes por tramo})$$

#### **2.3.6.3. Fundamentos hidráulicos**

Los sistemas de alcantarillados basan su funcionamiento en transportar el agua de desecho en conductos libres, conocidos como canales abiertos. En los cuales la velocidad del flujo queda determinada por la pendiente del canal y la superficie del material con el cual está construido.

##### **2.3.6.3.1. Ecuación de Manning para flujo en canales**

El análisis y la investigación de las características del flujo hidráulico han permitido que los sistemas de alcantarillado, construidos con tuberías plásticas sean diseñados conservadoramente utilizando la ecuación de Manning.

La relativamente pequeña concentración de sólidos usualmente presente en las aguas negras y de tormenta, no es suficiente para hacer que el comportamiento hidráulico difiera al de agua limpia, siempre que se mantengan velocidades mínimas de auto limpieza.

En general, para simplificar el diseño de sistemas de alcantarillado, es aceptable asumir condiciones constantes de flujo aunque la mayoría de los

sistemas de drenaje o alcantarillado funcionan con caudales sumamente variables. Cuando se diseña permitiendo que la altura del flujo en el conducto varíe, se considera como flujo a superficie libre; si esa condición no se cumple se dice que la tubería trabaja a presión interna.

Los valores de velocidad y caudal que corren en un canal se han estimado por medio de fórmulas desarrolladas experimentalmente, en las cuales se involucran los factores que más afectan al flujo de las aguas en el canal; una de las fórmulas que es empleada para canales es la de Chezy para flujos uniformes y permanentes.

$$V = C \sqrt{Rh * S}$$

Donde:

V = velocidad m/s

Rh = Radio hidráulico

S = pendiente m/m

C = Coeficiente

En la fórmula de Chezy, la constante C varía de acuerdo con la siguiente expresión:

$$C = \frac{Rh^{1/6}}{n}$$

Donde n, es el coeficiente de rugosidad, el cual depende del material del que está hecho el canal.

Al sustituir C en la fórmula de Chezy, se obtiene

$$V = \frac{1}{n} Rh^{1/6} * S^{1/2}$$

La que se conoce como la fórmula de Manning para canales abiertos y cerrados.

Para conductos circulares y unidades mixtas se utiliza la fórmula siguiente:

$$V = \frac{0.03429}{n} * D^{2/3} * S^{1/2} \rightarrow D = \text{en pulgada:}$$

#### **2.3.6.3.2. Relaciones de diámetro y caudales**

La relación q/Q no deberá ser mayor a 0,75, ni menor a 0,10 del diámetro interno de la tubería, para alcantarillado sanitario. Esto es para que funcione como canales abiertos, en los cuales circula el flujo por acción de la gravedad sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera. Aunque existen sus excepciones, como los sifones invertidos y las tuberías de impulsión de las estaciones elevadas, que trabajan siempre a presión, también puede suceder que el canal esté cerrado, como en el caso de los conductos que sirven de alcantarillados para que circule el agua de desecho y que eventualmente se produzca alguna presión debido a la formación de gases.

#### **2.3.6.3.3. Relaciones hidráulicas**

Las alcantarillas basan su funcionamiento en transportar el agua de desecho en conductos libres que están en contacto con el aire, a los que se les

conoce como canales. El flujo queda determinado por la pendiente del canal y la superficie del material del cual está construido.

Las relaciones hidráulicas vienen dadas por la relación de caudales, tirantes y velocidades a secciones parciales con secciones llenas. La relación de caudales  $q/Q$  debe ser menor o igual a 0,75 y la relación de tirantes debe oscilar entre 0,1 y 0,75. La velocidad a sección parcial debe estar en el rango de 0,4 a 3,0 m/s.

#### **2.3.6.4. Parámetros de diseño hidráulico**

Los parámetros hidráulicos mínimos que se deben tener en cuenta desde el diseño preliminar, bajo la consideración de flujo uniforme y que la experiencia ha determinado que permite obtener redes con una adecuada autolimpieza y buen comportamiento hidráulico son:

- Los diámetros nominales mínimos son de 200 mm para alcantarillados de aguas residuales y 250 mm para alcantarillados de aguas lluvias y aguas combinadas.
- La velocidad mínima es de 0,45 m/s para alcantarillados de aguas residuales y 0,75 m/s para alcantarillados de aguas lluvias y combinadas.
- La velocidad máxima es de 10 m/s para tuberías plásticas y de 5 m/s para otro tipo de materiales.
- Para que las redes de alcantarillado residual cumplan con el criterio de autolimpieza se debe tener un esfuerzo cortante mínimo de 1,5 N/m<sup>2</sup>, para alcantarillados pluviales el valor es de 3,0 N/m<sup>2</sup> para el caudal de diseño.

### 2.3.6.5. Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad “n”, el cual es a dimensional y empírico, representa las características internas de la tubería y sirve para calcular las pérdidas por fricción de estas. Este factor o coeficiente varía en función del material de la tubería; a continuación se describe el coeficiente para las tuberías más comunes en el mercado, y utilización en sistemas de drenaje.

Tabla IV. **Coeficiente de rugosidad para distintas clases de tuberías**

TIPO DE TUBERIA	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (N)
PVC	0,009
Herro fundido	0,013
Tubo de metal corrugado	0,021
Tubos de cemento <24 “ d	0,015
Tubos de cemento > 24” d	0,013
Zanjas	0,020

Fuente. Amanco S. A.

#### 2.3.6.5.1. Sección llena y parcialmente llena

El principio fundamental de diseño de alcantarillados sanitarios es que debe funcionar como canal abierto, por lo que el caudal de diseño nunca debe ser mayor que el caudal de sección llena. La relación se debe encontrar en el siguiente rango:  $0,10 \leq d/D \leq 0,75$ .

### **2.3.6.5.2. Velocidades máximas y mínimas**

La velocidad del flujo se determina con factores como el diámetro, la pendiente del terreno y el tipo de tubería que se utilizará. Se define por la fórmula de Manning y por las relaciones hidráulicas de  $v/V$ , donde  $v$  es la velocidad a sección parcialmente llena y  $V$  es la velocidad a sección llena.

Según las normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM las velocidades deben ser mayores de 0,60 metros por segundo, para evitar sedimentación dentro de la tubería y taponamiento; y máximo de 3,00 metros por segundo para evitar erosión por fricción de la tubería, los fabricantes sugieren valores entre 0,40 metros por segundo y 4,00 metros por segundo, para tuberías de PVC.

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

### **2.3.6.5.3. Diámetro del colector**

La tubería en alcantarillados no debe ser menor a 6 pulgadas en colectores y 4 pulgadas en conexiones domiciliarias, para tubería de PVC. Para el diseño del diámetro del colector se deberá tomar en cuenta la población a servir, las velocidades máximas y mínimas, y el tirante máximo y mínimo los cuales son 0,10 diámetros y 0,80 diámetros respectivamente.

La tubería a utilizar en esta ampliación será de PVC tanto en el colector principal como para conexiones domiciliarias, ambas que cumplan la Norma ASTM 3034.

#### **2.3.6.5.4. Profundidad del colector**

La profundidad del colector principal debe ser tal, que evite rupturas por el tránsito que circulará sobre el mismo, que permita el cien por ciento de conexiones domiciliarias, que ofrezca protección de climas extremos y que no ofrezca dificultades constructivas.

#### **2.3.6.5.5. Profundidad mínima del colector**

La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la misma, en cualquier punto, será determinada de la siguiente manera:

**Tabla V. Profundidad del colector**

Diámetro (metro)	0,15-0,20	0,25	0,30	0,40	0,46	0,51	0,61	0,76	0,91	1,06	1,20	1,50
Tránsito normal o liviano	1,22	1,28	1,33	1,41	1,50	1,58	1,66	1,84	1,99	2,14	2,25	2,55
Tránsito pesado	1,42	1,48	1,53	1,51	1,70	1,78	1,86	2,04	2,19	2,34	2,45	2,75

Fuente: [www.conagua.mx](http://www.conagua.mx). Consulta: octubre de 2013.

### 2.3.6.5.6. Ancho de la zanja

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

Tabla VI. Ancho de zanja

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

Fuente: [www.conagua.mx](http://www.conagua.mx). Consulta: octubre de 2013.

### 2.3.6.5.7. Volumen de excavación

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



Donde:

V = volumen de excavación (m<sup>3</sup>)

H1 = profundidad del primer pozo (m)

H2 = profundidad del segundo pozo (m)

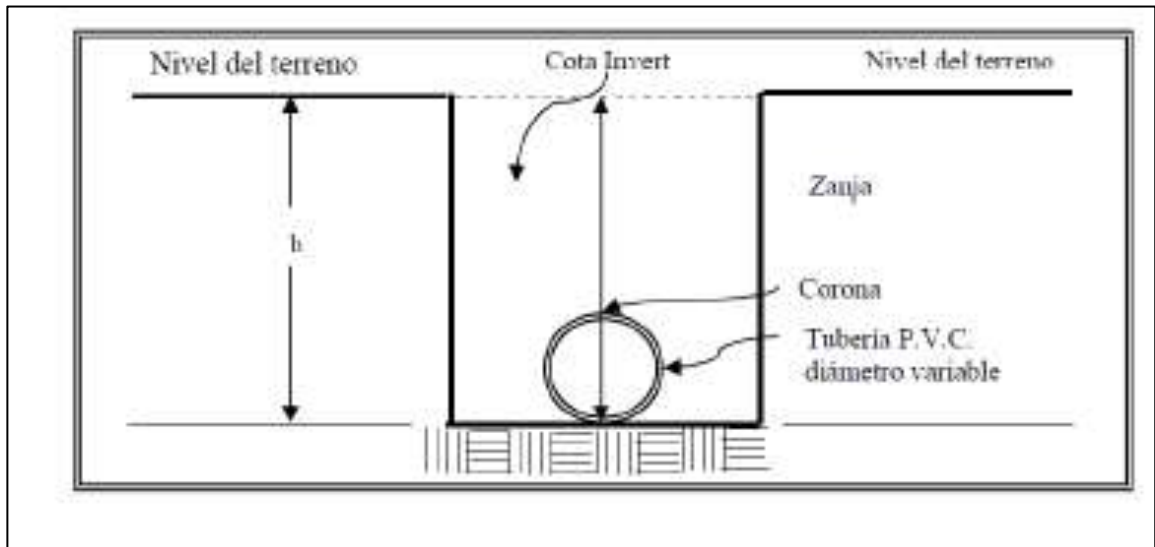
d = distancia entre pozos (m)

Z = ancho de la zanja (m)

### 2.3.6.5.8. Cotas invert

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte interior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita. Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado, tal y como lo muestra la figura, se calculan de la siguiente manera.

Figura 18. Forma de medir la cota invert



Fuente: [www.conagua.mx](http://www.conagua.mx). Consulta: octubre de 2013.

#### **2.3.6.6. Ubicación de pozos de visita**

Sirven para efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento, se pueden construir de cualquier material, siempre que sea impermeable y duradero.

Se diseñan pozos de visita en los siguientes casos:

- Cambio de pendiente.
- Cambio de diámetro.
- Las intersecciones de dos o más tuberías.
- Cambios de dirección.
- Los extremos superiores de ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros de hasta 24".
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24".

La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será, como mínimo de 0,03 m. Cuando la diferencia de cota invert entre la tubería que entra y la que sale en un pozo de visita sea mayor de 0,70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce al caudal con un mínimo de turbulencia.

#### **2.3.6.7. Profundidad de los pozos de visita**

La profundidad de los pozos de visita, al inicio del tramo, está definida por la cota invert de salida, es decir, está determinada por la siguiente expresión:

HP.V = cota del terreno al inicio – cota invert de salida del tramo – 0,15 de base

- Cuando a un pozo de visita llega a tubería y sale otra de igual diámetro, la cota invert como mínimo va a estar 3 centímetros por debajo de la cota invert de entrada.

$$\emptyset 1 = \emptyset 2 \text{ CIS} = \text{CIE} - 0,03 \text{ m.}$$

- Cuando a un pozo de visita entra a tubería y sale otra tubería de distinto diámetro, la cota invert va a ser, como mínimo, la diferencia entre ambos diámetros, por debajo de la cota invert de entrada:

$$\emptyset 1 \neq \emptyset 2 \text{ CIS} = \text{CIE} - \text{dif. } \emptyset$$

- Cuando a un pozo de visita entra más de una tubería y sale una tubería todas de igual diámetro, la cota invert va a ser como mínimo, 3 centímetros por debajo de la cota invert de entrada más profunda:

$$\emptyset 1 = \emptyset 2 = \emptyset 3 \text{ CIE1} > \text{CIE2}$$

$$\text{CIS} = \text{CIE1} - 0,03 \text{ m}$$

- Cuando a un pozo de visita llegan dos o más tuberías y sale una y de distinto diámetro:
  - Centímetros por debajo de las tuberías que son del mismo diámetro.
  - La diferencia de diámetros con las tuberías de diferente diámetro.

- Se toma la que de mayor profundidad.
  - Cuando a un pozo de visita llega más de una tubería y salen más de 1 tubería:
    - Una tubería es de continuidad.
    - La cota invert de las tuberías de ramales iniciales debe ser como mínimo la que considere la Hmín.
    - La cota invert de salida del ramal de seguimiento, se calcula de acuerdo a los incisos anteriores.

#### **2.3.6.8. Características de las conexiones domiciliarias**

El diámetro mínimo será de 6 pulgadas en concreto y de 4 pulgadas en PVC, usando en este último caso un reductor de 4 pulgadas por 3 pulgadas como protección de obstrucciones, a la entrada de la conexión en la candela de registro domiciliar, la cual será un diámetro mínimo de 12 pulgadas.

#### **2.3.6.9. Diseño hidráulico**

Para el diseño hidráulico se toman los siguientes criterios: factor de variación, dotación, tipo de tubería, entre otros.

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable comprende la determinación del diámetro de tuberías, diseño de obras complementarias, sistema de desinfección o tratamiento, planos de construcción, presupuesto detallado, y otros aspectos importantes para el óptimo funcionamiento.

### 2.3.6.10. Ejemplo de diseño de un tramo

A continuación se describe el ejemplo de diseño de un tramo del Ramal 1 de PV9 a PV8

$$S \% \text{ terreno} = S \% \text{ terreno} = \frac{\text{Cota } 9 - \text{Cota } 8}{PH} = \frac{116,65 - 115,94}{36} = 1,97 \%$$

Habitantes a servir

Núm. de habitantes actual = 5

Núm. de habitantes futuro = 8

Para el factor de Harmond (FH) se utilizó la siguiente fórmula:

$$FH = (18 + p^{1/2}) / (4 + p^{1/2})$$

P = población en miles

$$FH_{\text{actual}} = (18 + 0,005^{1/2}) / (4 + 0,005^{1/2}) = 4,44$$

$$FH_{\text{futuro}} = (18 + 0,008^{1/2}) / (4 + 0,008^{1/2}) = 4,42$$

El caudal de diseño es igual al número de habitantes a servir, multiplicado por el factor de caudal medio y factor de Harmond.

$$Q \text{ diseño} = (f_{qm}) * (FH) * (\text{Número de habitantes por tramo})$$

$$F_{qm} = 0,003$$

$$Q \text{ diseño actual} = 5 * 0,003 * 4,44 = 0,07 \text{ lt/seg.}$$

$$Q \text{ diseño futuro} = 8 * 0,003 * 4,42 = 0,11 \text{ lt/seg.}$$

Utilizando una tubería de 6" de diámetro y una pendiente de 1,50 por ciento, se utiliza la fórmula de Manning, calculando la velocidad y el caudal a sección llena del tubo.

$$V = 0,03429/n * D^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q = V * A$$

$$n = 0,010$$

La velocidad a sección llena es:

$$V = 1,6 \text{ m/s}$$

El caudal a sección llena es:

$$Q = 29,21 \text{ lt/seg.}$$

Con estos datos se obtiene la relación  $q/Q$  actuales y futuros:

$$q/Q \text{ actual} = 0,07/29,21 \text{ lt/seg.} = 0,0023964$$

$$q/Q \text{ futuro} = 0,11/29,21 \text{ lt/seg.} = 0,0037658$$

Con ello se obtiene las relaciones  $v/V$  y  $d/D$ , las cuales fueron obtenidas con las tablas de elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular, obtenidas en el curso de Ingeniería Sanitaria Dos.

Teniendo el dato de la relación  $v/V$ , es multiplicado por la velocidad a sección llena.

$$v/V = 0,203 \text{ , } v = 0,203 * 1,60 = 0,325 \text{ m/s}$$

$$v/V \text{ futuro} = 0,23, v = 0,23 * 2,60 = 0,368 \text{ m/s}$$

De acuerdo a los resultados, se comprueba que se cumplen los rangos de velocidades máximas y mínimas dentro de una tubería de PVC.

Cota invert inicial = cota de terreno inicial – altura anterior de pozo.

Altura pozo de inicio = cota de terreno inicial - cota invert inicial.

Pozo inicial= 1,40 m

Desfase entre entrada y salida = 0,03 m

$Cl_{s_9} = Ct - H \text{ pozo}$

$Cl_{s_9} = 116,5 - 1,40 \text{ m}$

$Cl_{s_9} = 115,94 \text{ m}$

$$Cl_{s_9} - \frac{S \text{ tubo}}{100} * D.H. = 115,94 - \frac{2}{100} * 36 = 114,53 \text{ m}$$

$$Cl_{s_9} = Cl_{s_8} = Cl_{s_8} - 0,03 = 114,50 \text{ m cl salida en PV 8}$$

$$H_{\text{pozo}_8} = CT - Cl_{s_8} = 115,94 - 114,53 = 1,44 \text{ m PV 8}$$

### **2.3.7. Desfogue**

Para el sistema de drenaje sanitario se optó por utilizar el sistema de tratamiento de aguas servidas por medio de una fosa séptica y un pozo de absorción, los cuales tienen como finalidad eliminar las bacterias que existen en el flujo de agua que pasa por el sistema y así devolverla al ambiente, por medio de filtración a los mantos acuíferos de cada zona.

### **2.3.7.1. Ubicación**

Para la localización de los puntos de desfogue se eligen las partes más bajas del sistema, tratando de encauzarlo hacia un cuerpo de agua en movimiento.

### **2.3.7.2. Propuesta de tratamiento**

Según las normas del INFOM, el tratamiento a establecer debe ser como mínimo un tratamiento primario, a menos que existan normas o regulaciones que exijan un mayor nivel de tratamiento, se debe atender esa exigencia.

Por lo que se recomienda un tratamiento primario por medio de fosa séptica, ya que el objetivo de estas unidades es la remoción de sólidos en suspensión por medio de procesos físicos como la sedimentación, en los que se logra eliminar de un 40 por ciento a un 60 por ciento de sólidos. Las unidades empleadas tratan de disminuir la velocidad de las aguas residuales por períodos de 12 a 24 horas, a esto se le llama período de retención, para que se sedimenten los sólidos. A la salida de la fosa séptica se debe disponer de pozos de absorción para terminar con el proceso de depuración de las aguas residuales y luego que regresen a la capa freática con una mejor calidad.

### **2.3.7.3. Diseño de fosa sépticas**

Es un estanque hermético, que puede construirse de ladrillo, piedra, concreto o cualquier otro material que se considere adecuado, es un tanque de escurrimiento horizontal y continuo de un solo piso.



Las fosas pueden ser de uno o doble compartimiento. Investigaciones realizadas en fosas con uno y dos compartimientos, han demostrado que las de dos compartimientos proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo que es de beneficio para una mayor protección del sistema de absorción.

El cálculo de una fosa séptica se puede simplificar haciendo algunas consideraciones iniciales:

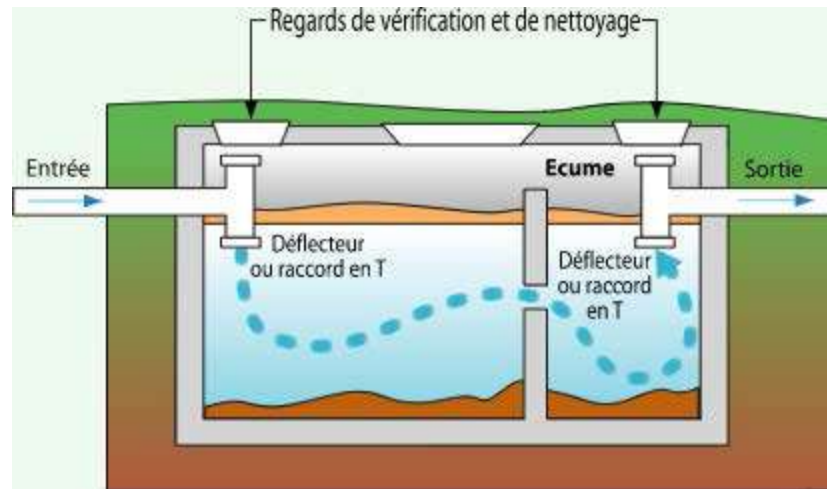
- Altura útil:
  - 1,70 m hasta 19 personas
  - 2,00 m hasta 35 personas
  - 2,30 m hasta 50 personas
  - 2,50 m hasta 100 personas
  - 2,90 m hasta 150 personas
  - 3,40 m hasta 200 personas
  - 3,80 m hasta 250 personas
  - 4,30 m hasta 300 personas
  - 4,70 m hasta 350 personas
  - 5,20 m hasta 400 personas
  - 5,90 m hasta 426 personas
  
- Período de retención:
  - 24 horas (1 día)
  
- Gasto:
  - 150 a 200 lt/hab/día

- Relación dimensional de planta:  
Largo/ancho = 2
- Lodo acumulado por persona y  
por período de limpieza (tres años):  
30 a 120lt/hab

Contrario, disminuye el volumen útil y origina algunos trastornos, entre los cuales deben destacarse:

- Disminución del período de retención y, por consiguiente, aumento de la velocidad del flujo, que conduce al arrastre de materias sedimentables y mayor velocidad de colmatación de los sistemas de tratamiento secundario.
- Obstrucción de los conductos de entrada o salida de la fosa.  
Para extraer el lodo es preciso abrir la tapa de la fosa séptica y hacer la succión a través de una manguera de aspiración, de una bomba que evacua los lodos a un estanque hermético,

Figura 19. Fosa séptica



Fuente: elaboración propia con programa de Adobe Illustrator.

#### 2.3.7.4. Cálculo de volumen de fosa séptica

Volumen fosa = vol. líquidos + Vol. Lodos;  $VF = V_{lq} + V_{ld}$

$V_{lq} = Q \cdot T = \text{consumo máximo diario} \cdot \text{tiempo de retención}$

$V_{ld} = \text{Núm habitantes} \cdot \text{dotación} \cdot \text{tiempo de retención}$

$$V_{ld} = 205 \text{ hab} \cdot 110 \text{ lt/hab/día} \cdot 1 \text{ día} = 22,550,00 \text{ lt} = 22,55 \text{ m}^3$$

$$V_{lq} = 205 \text{ hab} \cdot 120 \text{ lt/hab} = 24,600,00 \text{ lt} = 24,6 \text{ m}^3$$

$$VF = 22,55 \text{ m}^3 + 24,6 \text{ m}^3 = 47,15 \text{ m}^3 \approx 47,20 \text{ m}^3$$

Geoméricamente, para determinar dimensiones de la fosa:

$VF = \text{ancho} \cdot \text{largo} \cdot \text{alto}$ ; pero alto = 3,4 m, y largo/ancho = 2; luego,

Finalmente, recordar que el ancho de construcción de la fosa se debe aumentar en 0,40 m de lo ancho de la fosa calculada.

$$35 \text{ m}^3 = \text{ancho} * (2 * \text{ancho}) * 3,4;$$

$$(\text{Ancho})^2 = 47,2 / (2 * 3,4) = 2,79$$

Ancho =  $2,92 + 0,40 \approx 3,32 \text{ m} = 3,30 \text{ m}$ ; luego,

$$\text{Largo} = 2,92 \text{ m} * 2 = 5,84 = 5,90 \text{ m}$$

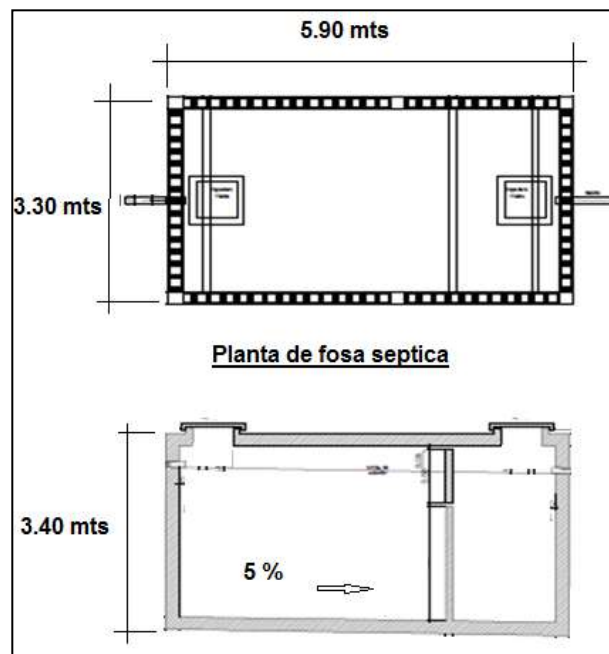
Dimensiones de la fosa séptica:

Alto: 3,40 metros

Ancho: 3,30 metros

Largo: 5,90 metros

Figura 20. **Sección de fosa séptica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

- Diseño de losa

Carga viva = 150 kg/m<sup>2</sup>

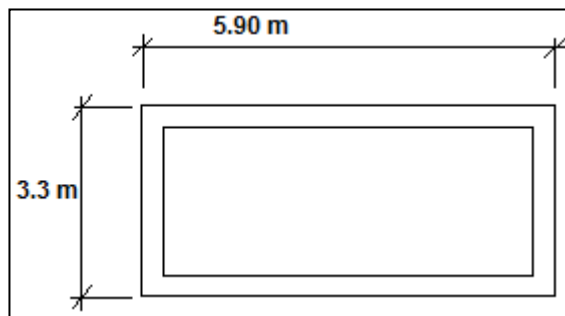
Valor estimado para losa con acceso tomado de las normas COGUANOR.

f'c = 210 kg/m<sup>2</sup>

f'y = 2 810 kg/m<sup>2</sup>

E<sub>s</sub> = 2,1 x 10<sup>6</sup> kg/m<sup>2</sup>

Figura 21. **Espesor de losa**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$t = \frac{p}{180}$$

$$t = \frac{(3,30 \text{ mts} * 2) + (5,90 \text{ mts} * 2)}{180}$$

$$t = 0,10 \text{ mts}$$

El espesor de la losa es de 8 centímetros pero se aproxima a 10 centímetros.

Datos:

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

$$f'y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Sobrecarga} = 90 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga Viva} = 150 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{propiolosa}} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{mts}^3} * 0,10 \text{ mts} = 240 \text{ kg/m}^2$$

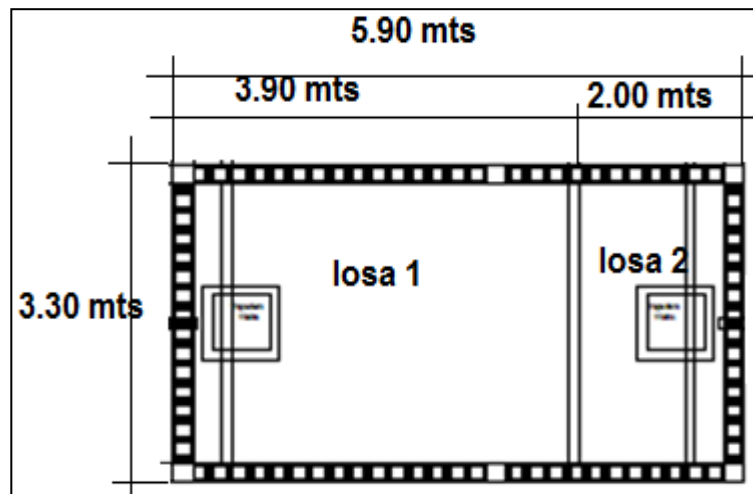
$$\text{Sobrecarga} = 90 \text{ kg/m}^2$$

$$C.M = 240 \text{ kg/m}^2 + 90 \text{ kg/m}^2 = 330 \text{ kg/m}^2$$

$$w = 1,4 \text{ c. m} + 1,7 \text{ c. v}$$

$$w = 1,4 (240 \text{ kg/m}^2) + 1,7 (150 \text{ kg/m}^2) = 591 \text{ kg/m}^2$$

Figura 22. Diseño con el método 3 del ACI



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Losa 1

$$m = \frac{l_c}{l_l} = \frac{3,30 \text{ mts}}{3,90 \text{ mts}} = 0.846$$

De las tablas 7.2, 7.3, 7.4 se tiene

Datos:

a = lado corto = 3,30 metros

b = lado largo = 3,90 metros

Tabla 7.2

$$M_{a_{neg}} = C_{a_{neg}} * w * a^2$$

$$M_{a_{neg}} = 0 * 591 \text{ kg/m}^2 * 3,30^2 = 0$$

$$M_{b_{neg}} = C_{b_{neg}} * w * b^2$$

$$M_{b_{neg}} = 0,057 * 591 \text{ kg/m}^2 * 3,90^2 = 48,89 \text{ kg-mts}$$

Tabla 7.3

$$M_{a_{posDL}} = C_{a_{DL}} * w * a^2$$

$$M_{a_{posDL}} = 0,040 * 591 \text{ kg/m}^2 * 3,30^2 = 257,44 \text{ kg-mts}$$

$$M_{b_{posDL}} = C_{b_{DL}} * w * b^2$$

$$M_{b_{posDL}} = 0,025 * 591 \text{ kg/m}^2 * 3,90^2 = 224,73 \text{ kg-mts}$$

Tabla 7.4

$$M_{a_{posll}} = C_{a_{ll}} * w * a^2$$

$$M_{a_{posll}} = 0,045 * 591 \text{ kg/m}^2 * 3,30^2 = 289,62 \text{ kg-mts}$$

$$Mb_{\text{posII}} = Cb_{\text{II}} * w * b^2$$

$$Mb_{\text{posII}} = 0,026 * 591 \text{ kg/m}^2 * 3,90^2 = 233,717 \text{ kg-mts}$$

Losa 2

Datos:

a = lado corto = 2,00 metros

b = lado largo = 3,30 metros

$$m = \frac{lc}{ll} = \frac{2,00 \text{ mts}}{3,30 \text{ mts}} = 0,60$$

Tabla 7.2

$$Ma_{\text{neg}} = Ca_{\text{neg}} * w * a^2$$

$$Ma_{\text{neg}} = 0 * 591 \text{ kg/m}^2 * 2,00^2 = 0$$

$$Mb_{\text{neg}} = Cb_{\text{neg}} * w * b^2$$

$$Mb_{\text{neg}} = 0,024 * 591 \text{ kg/m}^2 * 3,30^2 = 154,46 \text{ kg-mts}$$

Tabla 7.3

$$Ma_{\text{posDL}} = Ca_{\text{DL}} * w * a^2$$

$$Ma_{\text{posDL}} = 0,073 * 591 \text{ kg/m}^2 * 2,00^2 = 172,57 \text{ kg-mts}$$

$$Mb_{\text{posDL}} = Cb_{\text{DL}} * w * b^2$$

$$Mb_{\text{posDL}} = 0,012 * 591 \text{ kg/m}^2 * 3,30^2 = 77,23 \text{ kg-mts}$$

Tabla 7.4

$$Ma_{\text{posII}} = Ca_{\text{II}} * w * a^2$$



$$Ma_{\text{posll}} = 0,077 * 591 \text{ kg/m}^2 * 2,00^2 = 182,02 \text{ kg-mts}$$

$$Mb_{\text{posll}} = Cb_{\text{ll}} * w * b^2$$

$$Mb_{\text{posll}} = 0,011 * 591 \text{ kg/m}^2 * 3,30^2 = 70,79 \text{ kg-mts}$$

- Momentos nulos a las orillas

$$Mno = \frac{\text{momento s al centro}}{3}$$

quedan:

$$Mno = \frac{0}{3} = 0 \text{ kg} - \text{mts}$$

$$Mno = \frac{233,71}{3} = 77,90 \text{ kg} - \text{mts}$$

$$Mno = \frac{48,89}{3} = 16,29 \text{ kg} - \text{mts}$$

$$Mno = \frac{70,79}{3} = 23,59 \text{ kg} - \text{mts}$$

$$Mno = \frac{154,44}{3} = 51,48 \text{ kg} - \text{mts}$$

$$Mno = \frac{0}{3} = 0 \text{ kg} - \text{mts}$$

### 2.3.7.4.1. Balanceando momento al centro

Desarrollando los datos ya calculados se obtiene:

$$0,8 * 289,62 \text{ kg-mts} = 231,69 \text{ kg-mts}$$

- Balanceo por rigideces

$$K1 = \frac{1}{l1} = \frac{1}{3,9} = 0,26$$

$$K2 = \frac{1}{l2} = \frac{1}{2} = 0,50$$

$$D1 = \frac{0,26}{0,26 + 0,50} = 0,34$$

$$D2 = \frac{0,50}{0,26 + 0,50} = 0,66$$

$$289,62 \text{ kg-mts} - 182,02 \text{ kg-mts} = 107,6 \text{ kg-mts}$$

$$107,6 \text{ kg-mts} * 0,34 = 36,58 \text{ kg-mts}$$

$$107,6 \text{ kg-mts} * 0,66 = 71,02 \text{ kg-mts}$$

Tabla VII. **Balaceo por rigideces**

D1	D2
0,34	0,66
289,62	182,02
36,58	71,02
<b>253,04</b>	<b>253,04</b>

Fuente: elaboración propia.

Calculando de "d"

$$t = 10 \text{ cm}$$

$$\varnothing = 3/8 \Rightarrow d' = 0,95 \text{ cm}$$

$$d = 10 - 2 \cdot \frac{0,95}{2} = 7,53 \text{ cm}$$

Cálculo de  $A_{smin}$ :

$$A_{smin} = 0,40 * \frac{14,1}{2810} * 100 \text{ cm} * 7,53 \text{ cm} = 1,51 \text{ cm}^2$$

- Área de separación

$$\frac{1,53 \text{ cm}^3}{0,71 \text{ cm}^3} = \frac{1 \text{ mts}}{x}$$

$$x = 0,46 \text{ cms}$$

Usar Núm. 3 @ 0,46 mts

- Área de separación

$$\frac{A_{smin}}{0,71 \text{ cm}^2} = \frac{1 \text{ mts}}{0,46 \text{ cm}}$$

$$A_{smin} = 1,54 \text{ cm}^2/\text{mts}$$

Se calcula el momento que resiste el  $A_{smin}$

$$M_u = \phi \left[ A_s * f_y * \left( d - \left( \frac{A_s * f_y}{1,7 * f_c * b} \right) \right) \right]$$

$$M_u = 0,85 \left[ 1,53 * 2810 * \left( 7,53 - \left( \frac{1,53 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right) \right]$$

$$M_u = 27\,077,57 \text{ kg-cm}$$

$$M_u = 270,77 \text{ kg-mts}$$

Como no hay momento más grande que el momento último " $M_u$ " que sobrepasen este momento

Para todo los momentos el espaciamiento van ir con varillas Núm. 3 a cada 0,46 cm.

### 2.3.7.5. Diseño de muros

Datos:

Largo = 5,90 m

Ancho = 3,30 m

Altura = 3,40 m

Espesor de paredes y losa de piso: 0,20 m

Espesor de losa tapadera de concreto: 10 m  
 $R_c =$  peso volumétrico de concreto  $2,40 \text{ t/m}^3$   
 $R_s =$  peso volumétrico del suelo  $1,8 \text{ t/n}^3$   
 $K_a =$  constante Rankin  $= 0,33$   
 $C_m =$  coeficiente de empuje lateral del suelo  $1,40$   
 Resistencia del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 Resistencia del acero  $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$   
 Módulo de elasticidad de acero  $E_s = 2,10 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$   
 Valor soporte del suelo  $v_s = 16 \text{ T/m}^2$

### 2.3.7.5.1. Presión sobre el fondo de la fosa

$$P = (P_{\text{tanque}} + P_{\text{tapadera}} + P_{\text{agua}}) / A$$

Datos:

$P =$  peso propio de la estructura  
 $P_{\text{tanque}} =$  peso de las cuatro paredes + peso de losa de piso  
 $P_{\text{tapadera}} =$  peso de la tapadera  
 $P_{\text{agua}} =$  peso del agua  
 $A =$  área de contacto de la estructura con el suelo

$$P_{\text{tanque}} = (2,40 \text{ kg/m}^3 \cdot (5,9 \text{ m} \cdot 2) + (3,30 \text{ m} \cdot 2) + 3,4) + 2,40 (5,90 \text{ m} \cdot 3,30 \text{ m}) \cdot (0,20 \text{ m}) = 159,50 \text{ kg}$$

$$P_{\text{tapadera}} = (0,15 \text{ m} \cdot 5,90 \text{ m} \cdot 3,30 \text{ m}) \cdot 2,40 \text{ kg/m}^3 = 7,01 \text{ kg}$$

$$P_{\text{agua}} = (2 \text{ kg/m}^2 \cdot 5,9 \text{ m} \cdot 3,30 \text{ m}) = 38,94 \text{ kg}$$

$$P = \frac{159,50 \text{ kg} + 7,01 \text{ kg} + 38,94 \text{ kg}}{(5,90 \text{ m} \cdot 3,30 \text{ m})} = 10,55 \text{ T/m}^2$$

$$P = 10,55 \text{ T/m}^2 < 16 \text{ T/n}^2$$

Como la presión en el fondo es menor que el valor soporte del suelo, se Analiza, caso contrario se deberá aumentar el área de Contacto de la estructura con el suelo.

### 2.3.7.5.2. Análisis por medio del método Bandas

Donde

H = altura de tanque = 3,4 mts

Ll= longitud del tanque sentido largo = 5,9 m

Lc= longitud del tanque sentido corto= 3,30 m

Como ejemplo se analizaron la banda B4 sentido corto para refuerzo Horizontal en paredes.

Cálculo de cargas

$$X = HC = \frac{H}{4} = \frac{3,4\text{mts}}{4}$$

$$W = CM * K_A * XL * H/4$$

$$W = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 0,33 * \frac{3,4 \text{ m}}{4} * \frac{3,4 \text{ m}}{4} = 0,24 \text{ T/m}$$

Datos:

W= carga en la banda en dos sentidos

XL= longitud en centro corto

Rs= peso volumen del suelo

H= altura del tanque (luz interior)

Momentos fijos sentidos largo y corto

$$Mf = \frac{W * X^2 * (3 * L - 2 * X)}{6 * L}$$

$$MfL = \frac{0,24 * \left(\frac{3,4}{4}\right)^2 * (3 * 5,9 - 2 * \frac{3,4}{4})}{6 * 5,9} = 0,0922 T - m$$

$$MfL = \frac{0,24 * \left(\frac{3,4}{4}\right)^2 * (3 * 3,3 - 2 * \frac{3,4}{4})}{6 * 5,9} = 0,04725 T - m$$

### 2.3.7.5.3. Reacciones a los laterales

$$R = w * x$$

Donde:

$$5,9 \text{ m} * 365 \text{ kg/m} = 2 \text{ 153,5 kg}$$

$$Ra = (0) + 2 \text{ 153,5 kg}(2) - Bb (5,9 \text{ m})$$

$$Rb = 4 \text{ 307}/5,9 = 730 \text{ kg}$$

$$Ra + Rb = 2 \text{ 153,5 kg}$$

$$Ra = 2 \text{ 153,5 kg} - 7,30 \text{ kg} = 1 \text{ 423,5 kg}$$

$$Ra = 1 \text{ 423,5 kg} * (1 \text{ Ton}) / (1 \text{ 000 kg}) = 1,42 \text{ Ton}$$

$$Rb = 730 \text{ kg} * (1 \text{ Ton}) / (1 \text{ 000 kg}) = 0,73 \text{ Ton}$$

#### 2.3.7.5.4. Momento al centro

$$Ml = (W \cdot R_B^3) / (3 \cdot L)$$

$$Ml = (0,24 \cdot [0,73]^3) / (3 \cdot 5,9) = 0,005274 \text{ kg/m}$$

$$Mc = (0,24 \cdot [1,42]^3) / (3 \cdot 3,3) = 0,06941 \text{ kg/m}$$

#### 2.3.7.5.5. Momentos reales en los extremos

$$M (-) \text{ real} = MFL - MFC) \cdot LL \\ (LL + LC) + MFC$$

$$M (-) \text{ real} = (0,005274 \text{ kg/m} - 0,06941 \text{ kg/m}) \cdot 5,9 \text{ mts} \\ (5,9 \text{ m} + 3,33 \text{ m}) + 0,06941 \text{ kg/m}$$

$$M (-) \text{ real} = - 0,04082 \text{ kg/m}$$

#### 2.3.7.5.6. Momento real al centro (sentido largo)

$$M (+) \text{ real} = MFL - M (-) \text{ REAL} + M (+) \text{ Centro}$$

$$M (+) \text{ real} = 0,005279 \text{ kg/m} - (- 0,04082 \text{ kg/m}) + 0,0922 \text{ kg/m}$$

$$M (+) \text{ real} = 0,13829 \text{ kg m}$$

#### 2.3.7.5.7. Momentos reales al centro (sentido corto)

$$M (+) \text{ realc} = MFC - M (-) \text{ real} + M (+) \text{ Centro}$$

$$M (+) \text{ realc} = 0,04725 \text{ kg/m} - (- 0,04082 \text{ kg/m}) + (0,0694 \text{ kg/m})$$



M (+) real = 0,15748 kg/m

### 2.3.7.6. Diseño de losa inferior

A continuación se presenta el diseño de la losa inferior

### 2.3.7.7. Esfuerzo de corte

Donde:

Vu = esfuerzo de corte último

Fapoyo= reacciones

Ø= factor de corte

d= peralte efectivo – recubrimiento de varilla

b= longitud banda – recubrimiento

Vc = corte que soporta el concreto

$$Vu = \frac{f_{apoyo} = Ra}{\phi * b * d}$$

$$Vu = \frac{0,73 \text{ kg}}{0,85 * 10 \text{ cm} * 17,50 \text{ cm}} = 0,0049 \text{ kg/cm}^2$$

$$Vc = \frac{0,5 * \sqrt{fy}}{2} = \frac{0,5 * \sqrt{210}}{2} = 3,62 \text{ kg/cm}^2$$

Vc > Vu por lo que se chequea y no necesita refuerzo por esfuerzo por corte.

### 2.3.7.7.1. Área de acero por temporada

$A_{smin} = 0,002 * b * d$  (acero por temperatura)

$$A_{smin} = 0,002 * 10 \text{ cm} * 17,5 \text{ cm} = 0,35 \text{ cm}^2$$

$$S_{max} = 3 * 0,20 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

El espaciamiento máximo a usarse en el armado es de tres veces el espesor.

Este espaciamiento se usará en las paredes con block de 0,15 cm x 0,20 cm x 0,4 cm Pines @ 0,60 m y la losa inferior llevará un espesor de 0,20 cm y con Núm. Hierro 3 @ de 0,30 cm.

### 2.3.7.8. Diseño de viga

El diseño de viga de la losa se realizará siguiendo las recomendaciones y procedimientos del código ACI.

$$h = L/12 \text{ Y } h = 2b$$

Donde:

h= altura de viga

L= longitud de la viga

b= base de la viga

$$h = \frac{3,30 \text{ mts}}{12} = 0,275 \text{ mts} \equiv 0,30 \text{ mts}$$

$$b = \frac{h}{2} \Rightarrow \frac{0,30}{2} = 0,15 \text{ mts}$$

- Integración de carga

Datos:

Espesor de losa de 10 cms

Peso propio = 2 400 kg/m<sup>2</sup>

Peso acabado: 60 kg/m<sup>2</sup>

Carga viva: 200 kg/m<sup>2</sup>

- Se calcula la carga última total Wv

$$Wv = 1,7 C.M + 1.4 C.V$$

- Áreas tributarias

$$\text{Área } a = 1,95 * 3,30 = 6,44 \text{ mts}^2$$

$$\text{Área } a = 1,00 * 3,30 = 3,30 \text{ mts}^2$$

Suma de área = área a + área b

$$\text{Suma de área} = 6,44 \text{ mts}^2 + 3,30 \text{ mts}^2 = 9,74 \text{ mts}^2$$

- Carga muerta

$$C.M = (2\,400 \text{ kg/m}^3) * (0,10 \text{ m}) + 60 \text{ kg/m}^2$$

$$C.M = 300 \text{ kg/m}^3$$

$$C.U = 1,7 * 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} + 1,7 * 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 760 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- Peso de la losa wlosa

$$W_{losa} = \frac{\text{área total tributaria} * \text{carga última}}{\text{longitud de viga}}$$

$$W_{losa} = \frac{9,74 \text{ mts}^2 * 760 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{3,30 \text{ mts}} = 2\,243,15 \text{ kg/mts}$$

- Peso propio de la viga

$$W_{\text{peso propio}} = 0,15 \text{ mts} * 0,30 \text{ mts} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{mts}^3} * 1,4 = 100,8 \text{ kg/m}$$

- Peso total

$$W_{\text{total}} = 100,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 2\,243,15 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 2\,343,95 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Momento de extremos de la viga

$$M_{\text{der}} = M_{\text{izq}} = \frac{W * L^2}{24} = \frac{2\,343,95 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * (3,30 \text{ mts})^2}{24} = 1\,063,56 \text{ kg} * \text{m}$$

$$M_{\text{cent}} = \frac{W * L^2}{14} = \frac{2\,343,95 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * (3,30 \text{ mts})^2}{14} = 1\,823,25 \text{ kg} * \text{m}$$

- Área de acero

Área de acero para momentos:

$$A_sM = \left[ (b * d) - \left( \sqrt{\frac{(b * d)^2 - (M * b)}{0,003825 * f_c}} \right) \right] * 0,85 * \frac{f_c}{f_y}$$

Donde:

$$M_{der} = M_{izq} = 1\ 063,56 \text{ kg*m}$$

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

$$b = 30 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} = 27,5 \text{ cm}$$

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$$

$$f_y = 2\ 810 \text{ kg/cm}^3$$

$$A_sM = \left[ (27,5 * 15) - \left( \sqrt{\frac{(27,5 * 15)^2 - (1\ 063,56 * 27,5)}{0,003825 * 210}} \right) \right] * 0,85 * \frac{210}{2\ 810}$$

$$M_{der} = M_{izq} = -0,40 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{smin} = \frac{14,1}{2\ 810} * 27,5 * 15 = 2,07 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0,5 * \ell_{max}$$

$$\ell_b = \frac{0,85 * \beta_1 * f_c}{f_y} * \frac{6\ 090}{f_y + 6\ 090} \Rightarrow \ell_b = \frac{0,85 * 0,85 * 210}{2\ 810} * \frac{6\ 090}{2\ 810 + 6\ 090}$$

$$\ell b = 0,036946$$

$$\ell_{\max} = \ell b * b * d$$

$$\ell_{\max} = 0,036946 * 27,5 * 15 = 15,24 \text{ cm}^2$$

Como el Ascal es menor se usará el Asmin para el armado o se puede cambiar la sección de viga, en esta casa sigue con la sección propuesta.

Se utilizará:

$$\text{Núm. varillas a utilizar} = \frac{2,07 \text{ cm}^2}{0,71 \text{ cm}^2} = 2,91 \equiv 3 \text{ varillas}$$

Se propone un armado de 3 Núm. 3 = 2,13 cm<sup>2</sup>

- Área de acero para momento

$$AsM = \left[ (b * d) - \left( \sqrt{\frac{(b * d)^2 - (M * b)}{0,003825 * fc}} \right) \right] * 0,85 * \frac{fc}{fy}$$

Donde:

$$M_{cen} = 1\ 823,25 \text{ kg*m}$$

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

$$b = 30 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} = 27,5 \text{ cm}$$

$$fc = 210 \text{ kg/cm}^3$$

$$fy = 2\ 810 \text{ kg/cm}^3$$

$$A_s = \left[ (27,5 * 15) - \left( \sqrt{\frac{(27,5 * 15)^2 - (1\ 823,25 * 27,5)}{0,003825 * 210}} \right) \right] * 0,85 * \frac{210}{2\ 810}$$

$$A_{sM} = 1,65\text{cm}^2$$

$$A_{smin} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{smin} = \frac{14,1}{2\ 810} * 27,5 * 15 = 2,07\text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0,5 * \ell_{max}$$

$$\ell_b = \frac{0,85 * \beta_1 * f_c}{f_y} * \frac{6\ 090}{f_y + 6\ 090} \Rightarrow \ell_b = \frac{0,85 * 0,85 * 210}{2\ 810} * \frac{6\ 090}{2\ 810 + 6\ 090}$$

$$\ell_b = 0,036946$$

$$\ell_{max} = \ell_b * b * d$$

$$\ell_{max} = 0,036946 * 27,5 * 15 = 15,24\text{ cm}^2$$

Como el Ascal es menor se usará el Asmin para el armado o se puede cambiar la sección de viga, en esta casa sigue con la sección propuesta.

Se utilizará:

$$\text{Nùm varillas a utilizar} = \frac{2,07\text{ cm}^2}{0,71\text{ cm}^2} = 2,91 \equiv 3\text{ varillas}$$

Se propone un armado de 3 Núm. 3 = 2,13 cm<sup>2</sup>

Momento que resistirá este armado para los momentos:

Datos:

$$A_{scal} = 2,07 \text{ cm}^2$$

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

$$d = 27,5 \text{ cm}$$

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^3$$

$$f_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^3$$

$$M_u = \left( \phi * \left[ A_s * f_y * \left( d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f_c * b} \right) \right] \right) / 100$$

$$M_u = \left( 0,85 * \left[ 2,07 * 2\,810 * \left( 27,5 - \frac{2,07 * 2\,810}{1,7 * 210 * 15} \right) \right] \right) / 100 =$$

$$M_u = 1\,305,95 \text{ kg} - \text{m}$$

- Se calcula el momento que aún falta por reforzar

$$M_r = (1\,823,25 \text{ kg-m}) - (1\,305,95 \text{ kg-m}) = 517,30 \text{ kg-m}$$

- Se calcula el área de acero a compresión  $A_s'$

$$A_s'^{\wedge} = M_r / (\phi * f_y * (d - d'))$$

$$A_s'^{\wedge} = ((517,30 \text{ kg-m}) * 100 \text{ cm/m}) / (0,90 * 2\,810 * (27,5 - 5)) = 0,91 \text{ cm}^2$$

- Se incrementa  $A_s'$  en un 33 %

$$A_s'' = (A_s'^{\wedge}) / 0,75 = (0,91 \text{ cm}^2) / 0,75 = 1,21 \text{ cm}^2$$



- Se propone un armado mayor o igual a  $A_s''$  y se coloca a compresión

$$A_s'' = 2 \text{ Núm. 3} = 1,42 \text{ cm}^2$$

- Se propone un armado para  $A_s'$  y se le suma a  $A_s$  se coloca todo a tensión

$$A_s' = 0,91 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 2,07 \text{ cm}^2$$

Se usará:

$$5 \text{ Núm. 3} = 3,55 \text{ cm}^2 \text{ o}$$

$$2 \text{ Núm. 4} + 1 \text{ Núm. 3} = 3,25 \text{ cm}^2$$

$$2 \text{ Núm. 3} = 1,42 \text{ cm}^2$$

$$5 \text{ Núm. 3} = 3,55 \text{ cm}^2 \text{ o } 2 \text{ Núm. 4} + 1 \text{ Núm. 3} = 3,25 \text{ cm}^2$$

- Diseño de la viga a corte

$$3,3 \text{ mts} * 2 \text{ 343,95 kg/mts} = 7 \text{ 735,03 kg}$$

$$R * 0 + 7 \text{ 735,03 kg/mts} * 1,65 \text{ mts} - R_b * 3,3 \text{ mts} = 0$$

$$R_b = \frac{7 \text{ 735,03} \frac{\text{kg}}{\text{mts}} * 1,65 \text{ mts}}{3,30 \text{ mts}} = 3 \text{ 867,51 kg} = 3,87 \text{ T}$$

$$R_a = R_b = 3,87 \text{ T}$$

$$d = 30 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} = 27,5 \text{ cm}$$

$$f_c = 210 \text{ kg /cm}^2$$

$$f_y = 2 \text{ 810 kg /cm}^2$$

- El cortante que resiste el concreto es

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 15 \text{ cm} * 27,5 \text{ cm} * \frac{1 \text{ T}}{1000 \text{ kg}}$$

$$V_c = 2,69 \text{ T}$$

$$\frac{3,87 \text{ T}}{1,65 \text{ m}} = \frac{2,67 \text{ T}}{X}$$

$$x = 1,34 \text{ mts}$$

Para  $V = 3,87 \text{ T}$

$$V_a = \frac{3870 \text{ kg}}{15 \text{ cm} * 27,5 \text{ cm}} = 9,38 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$V_{cv} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} = 6,52 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Para el espaciamiento:

$$S = \frac{2 * A_v * f_y}{(v_a - v_c) * b}$$

$$S = \frac{2 * 0,71 \text{ cm}^2 * 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{\left(9,38 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} - 6,52 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) * 15} = 16,73 \text{ cm}$$

Usar Núm. 3 @ 0,17 mts

El estribo queda Núm. 3 @ 17 cm

### **2.3.7.9. Dimensionamiento de los pozos de absorción**

El primer paso en el diseño de sistemas subterráneos de eliminación de aguas negras, es determinar si el suelo es apropiado para la absorción del afluyente de la fosa séptica y, si tal es el caso, cuánta área se requiere. El suelo debe tener una velocidad de filtración aceptable, sin interferencia del agua freática o de estratos impermeables bajo el nivel del sistema de absorción.

### **2.3.7.10. Administración, operación y mantenimiento**

En este proyecto es necesario formar un comité en la comunidad, encargado de administrar correctamente las actividades de operación y mantenimiento del sistema, para poder así disminuir los costos de estas actividades. Este comité deberá ser electo anualmente, para así involucrar a toda la población en estas actividades. El sistema trabaja por gravedad y no requiere de una operación específica diaria; sin embargo, se debe contemplar limpieza y revisión anual, previa al invierno tanto de tubería y pozos de visita, porque a medida que se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario, el riesgo de deterioro, obstrucción y derrumbes se convierte en una consideración muy importante.

### **2.3.7.11. Elaboración de planos**

Se diseñó el juego de planos en AutoCAD 2013, para lo cual en el anexo se describen cada uno para el diseño del sistema de alcantarillado

### 2.3.7.11.1. Elaboración de presupuesto

Para la elaboración del presupuesto del diseño del sistema de alcantarillado se tomó en cuenta la mano de obra, materiales, transporte, impuestos ver tabla VII.

**Tabla VIII. Integración del presupuesto total**

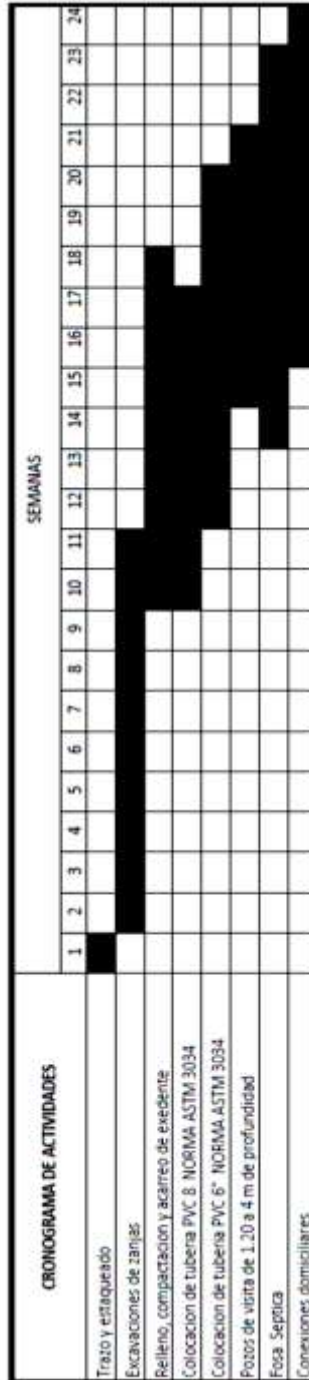
No.	REGLON	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
1	Trazo y estaqueado	ML	Q 11.47	1,914.00	Q 21,953.10
2	Excavaciones de zanjas	ml	Q 24.43	1,914.00	Q 46,750.60
3	Relleno, compactacion y acarreo de exedente	M3	Q 11.01	2,449.92	Q 26,974.48
4	Colocacion de tubería PVC 8" NORMA ASTM 3034	ML	Q 339.63	744.00	Q 252,687.50
5	Colocacion de tubería PVC 6" NORMA ASTM 3034	ML	Q 180.58	195.00	Q 35,213.75
6	Pozos de visita de 1.40 a 5 m de profundidad	UNIDAD	Q 6,505.20	33.00	Q 214,671.60
7	Fosa Septica	UNIDAD	Q 82,550.00	1.00	Q 82,550.00
8	Conexiones domiciliars	UNIDAD	Q 1,664.00	96.00	Q 159,744.00
<b>total</b>					<b>Q 840,545.03</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.7.11.2. Cronograma de actividades

Se realizará un cronograma de trabajo para la ejecución de la obra.

Figura 23. Cronograma



Fuente: elaboración propia.

### **2.3.7.12. Evaluación socioeconómica**

En su mayoría este tipo de proyectos no son un atractivo económico, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer viable el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, entre otros. Sin embargo, es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

#### **2.3.7.12.1. Valor presente neto**

Se realiza a partir de un flujo de efectivo, trasladando todo al presente. Es una forma fácil de visualizar si los ingresos son mayores que los egresos efectuados con el proyecto.

$$\text{VPN} = \text{VP beneficios} - \text{VP costos}$$

Para la anterior fórmula se tienen tres resultados posibles:

$$\text{VPN} > 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} < 0$$

- Cuando es mayor que cero, se recupera la inversión, se obtiene la rentabilidad además de una ganancia que es igual al valor presente.
- Cuando es igual a cero, se recupera la inversión y se obtiene la rentabilidad deseada.
- Cuando es menor que cero, se evalúa según la tasa de interés y el porcentaje de ganancia.

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto = Q 832 582,18

Período de diseño = 40 años

Se cobrará un costo simbólico por conexión domiciliar del 20 por ciento del costo total del proyecto distribuidos entre el total de los habitantes.

Por conexión domiciliar =  $0,20 \times Q\ 832\ 582,18 = Q\ 166\ 516,00$

Cuota por conexiones domiciliarias =  $Q\ 3\ 018,13 \approx Q\ 3\ 020,00$

El costo de mantenimiento incluirá 5 por ciento de materiales y operación de mantenimiento al año.

Mantenimiento =  $Q\ 1\ 500 \times 12 \times 1,05 = Q\ 18\ 900,00$

Cuota mensual = Q 153,70

El VPN del proyecto será Q 805 017,85, este es el costo del proyecto y se desembolsará en el período 0 debido a que es una inversión social no se está estipulando ningún ingreso ni rentabilidad del proyecto.

#### **2.3.7.12.2. Tasa interna de retorno**

Esta es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno (TIR) atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza para este tipo de inversión es de costo/beneficio.

## 2.4. Evaluación de impacto ambiental

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

El término impacto no implica negatividad, ya que este puede ser tanto positivo como negativo. La evaluación del impacto ambiental está destinada a predecir, identificar cuáles acciones pueden causar la calidad de vida del hombre y su entorno

- Amenazas potenciales
  - El suelo: se impactará negativamente si no se verifica en la etapa de compactación, pudiendo sufrir hundimientos y provocar fisuras o quebraduras, tanto en los caminos de acceso como en las tuberías.
  - Ruido: el aumento en la generación de concentraciones de contaminantes visuales y ruidos en el ambiente.

Para asegurar el bienestar físico y mental del trabajador en la fase de construcción del proyecto, se recomienda para todo el personal (ingeniero residente, peones, maestro de obras, operadores de maquinaria, entre otros.), no consumir bebidas alcohólicas durante el trabajo. Durante las actividades de riesgo deben utilizarse guantes, casco protector, en algunos casos mascarillas,



y si existiera la necesidad de trabajar a doble jornada, utilizar suficiente iluminación artificial, chalecos reflectivos.

La empresa promotora debe contar con botiquín de primeros auxilios, en caso de una emergencia o accidente, siendo conveniente que contenga cómo mínimo:

- Termómetro oral
- Gasas estériles
- Vendas elásticas
- Aspirinas y analgésicos
- Baja lenguas
- Alcohol
- Desinfectantes
- Curitas, esparadrapo
- Tijeras

Reglas generales en caso de accidentes:

- Mantener la calma
- Colocar al paciente en posición cómoda
- No dejar sólo al paciente
- Si no se tiene mayor conocimiento hay que llevarlo al médico

La población será afectada ligeramente por la contaminación en el aire, en la incomodidad de transitar en lugares donde se coloque la nueva tubería, proporcionando algún tipo de estrés.

Medidas de mitigación: es necesario tomar en cuenta todos los factores importantes en cuanto al control que se pueda brindar en todas las fases de

trabajo, ya sea preliminar, de campo o de ejecución, con la finalidad de disminuir cualquier tipo de riesgo.

Entre estos se pueden citar las medidas de mitigación para la seguridad personal (Habitantes y trabajadores).

- Suelo: los residuos sólidos deberán ser recolectados y reutilizados todas las veces que sea posible dentro del mismo proyecto, y si fuese posible, almacenados para trasladarlos a otros proyectos.
- Para realizar las operaciones de mantenimiento de la maquinaria pesada utilizada en el proyecto, se debe establecer un único lugar, evitándose al máximo los derrames de los lubricantes, tanto nuevos como usados.
- Hidrología e hidrogeología: los amortiguamientos sobre las aguas superficiales y subterráneas, serán inspeccionados mediante un control sobre los residuos líquidos que están formados por derrames de aguas contaminadas y/o concreto líquido; por lo que durante el manejo se deberán evitar derrames, sobre todo en aquellos lugares en donde se encuentren afluentes superficiales.
- Ruido: la maquinaria pesada debe contar con silenciadores adecuados para no provocar ruidos innecesarios para los trabajadores y la población del área.
- Calidad del aire: toda la maquinaria tendrá que proporcionar la mínima cantidad de contaminante de monóxido y dióxido de carbono producido por los motores. El polvo, en la fase de construcción, deberá ser tratado

de modo que no influya en la contaminación de aire, el cual es inhalado por la población.

- La flora y vegetación: el material proveniente de cortes será dispuesto en los botaderos de desperdicios para proteger la flora y vegetación. Los botaderos serán elegidos para evitar obstrucciones en los drenajes naturales del terreno.
- Efectos potenciales sobre la población: los impactos relevantes en la ejecución del proyecto se pueden mencionar el proporcionar una vida adecuada eliminando los contaminantes de aguas servidas a través del drenaje sanitario; en cuanto al puente vehicular, un paso seguro y eficiente para las poblaciones involucradas.



## CONCLUSIONES

1. La implementación del puente vehicular propuesto en este trabajo de graduación, contribuirá considerablemente al desarrollo económico y social de esta comunidad y su área de influencia, pues dará beneficio a los habitantes que circulan por esta área.
2. Para los proyectos de puentes es importante el mantenimiento de la subestructura y superestructura, evitando así socavaciones en las cimentaciones y daños en otros elementos del puente.
3. El diseño del sistema de alcantarillado sanitario en la aldea El Porvenir, municipio de El Progreso, Jutiapa, permitirá evacuar adecuadamente las aguas residuales provenientes de las viviendas y otras edificaciones, y así alcanzar condiciones de desarrollo y mejorar el nivel de vida de sus habitantes
4. La conducción y evacuación de aguas residuales de la colonia evitará la diseminación de enfermedades gastrointestinales e infectocontagiosas, y reducirá la contaminación de pozos existentes para el abastecimiento de agua en las viviendas.
5. Junto a la inclusión de un sistema de tratamiento, se evitará la destrucción o pérdida del cuerpo de agua que reciba la carga y se manejarán de mejor forma los desechos sólidos resultantes.

6. La determinación de los criterios de diseño y cálculo, así como los materiales a emplear, se eligen principalmente por normas de construcción y por los recursos locales disponibles que permitan el buen funcionamiento del sistema por más de 20 años.

## RECOMENDACIONES

1. Previo a la construcción del puente, deberá realizarse un estudio de suelos en el lugar donde se cimentará cada estribo y pila para garantizar que el dimensionamiento de la subestructura es el correcto. Preferiblemente a través del ensayo de penetración dinámica (SPT).
2. Cuando existe la probabilidad de socavaciones se deben realizar en tocamientos o algún otro tratamiento en el lecho del río, sobre todo cuando está empezando a bajar el desplante de los apoyos. Se puede completar utilizando gaviones que protegen la subestructura de deslaves, prolongando la vida útil del puente.
3. Garantizar la supervisión técnica, a través de un profesional de la Ingeniería Civil durante la ejecución del proyecto, para que se cumplan con todas las especificaciones y requerimientos contenidos en los planos.
4. No realizar extracciones de material cerca de las bases de la subestructura del puente, tampoco río abajo, ya que se modifica el cauce del río. Si se realizan excavaciones hacerlas como mínimo 100 metros antes y/o 50 metros después del puente.
5. Actualizar los presupuestos previo a la contratación de los proyectos, debido a que los precios están sujetos a cambios, principalmente por las circunstancias económicas que existan por alzas a los materiales y mano de obra.





## BIBLIOGRAFÍA

1. ARÉVALO AQUINO, Adán Enrique. *Diseño del drenaje sanitario sector La Laguneta aldea Don Justo y Pavimentación calle principal La Salvadora 1 del municipio de Santa Catarina Pinula*. Trabajo de graduación de Ing Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 147 p.
2. CAMEROS MARROQUÍN, Leonel Orlando. *Estudio para introducción de agua potable a las aldeas El Chile, La Laguna y Guaranjá, Gualán Zacapa*. Trabajo de Graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998. 53 p.
3. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*. Infraestructura y Vivienda. Guatemala: DGC, 2000. 189 p.
4. Instituto Nacional de Estadística. *Características Generales de Población y Habitación de Chiquimula*, julio 2001. Censo 2001, Guatemala: INE, 2002 125 p.
5. LARIOS, Carol Magdali. *Diseño, supervisión y ejecución del proyecto de introducción de agua por gravedad a la comunidad Xexecom, Santa María Nebaj*. Trabajo de Graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996. 38 p.
6. PÉREZ, Hamilton. *Diseño de puentes*. Grupo Cima, 2008. 254 p.



# ANEXOS



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



Nº 002470

O.T. No.: 24433

INFORME No. S.C. 100  
HOJA 1/1

INTERESADO: Mecanica De Suelos.

PROYECTO: \_\_\_\_\_

ASUNTO: Extraccion de Testigos ASTM C-42

FECHA: 12 de febrero de 2009

RESULTADOS:

### Resistencia a la Compresión, ASTM C-170

TESTIGO	Peso grs	Diámetro cm	Altura cm	Altura Nivelada	Carga lb.	Factor de Corrección	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo PSI
1	182	4.48	7.5	8.05	305	0.984	8,64	122,83

OBSERVACION:

- 1) Muestra Proporcionada por el Interesado.
- 2) Muestra de Suelo Inalterada

ATENTAMENTE,

Inga Dilma Yariel Mejicanos Jol  
Jefa Sección de Concretos



Vo. Bo.

Inga Teima Maricela Cano Morales  
Directora CII/USAC



E.M

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC  
Edificio 1-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo 2476-1992, Planta 2443-9998 Ext. 1542, FAX: 2476-9992  
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

**PROYECTO: CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALDEA EL PORVENIR**

**INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACIÓN:	ALDEA EL PORVENIR

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Trazo y replanteo	ML	1914	Q 11.47	Q 21,953.10

**MATERIAL Y HERRAMIENTA**

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Herramientas nivelación topografía.	ml	1914	Q 8.00	Q 15,312.00
				Q -
				Q -
				Q -
Total de materiales con IVA				Q 15,312.00
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 13,671.43

**EQUIPO Y MAQUINARIA**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Equipo y maquinaria con IVA					Q -
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA					Q -

**COMBUSTIBLES**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA					Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA					Q -

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ALBANIL	dia	5	Q 150.00	Q 750.00
AYUDANTE	dia	5	Q 75.00	Q 375.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 1,125.00
		AYUDANTE	%	Q 168.75
		PRESTACIONES	%	Q 112.50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1,406.25

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 15,077.68
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	%	Q 4,523.30
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 19,600.98

**PROYECTO: CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALDEA EL PORVENIR**

**INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACIÓN:	ALDEA EL PORVENIR

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavaciones de zanjas	ml	1914	Q 24.43	Q 46,750.60

**MATERIAL Y HERRAMIENTA**

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Herramientas nivelación	ml	1914	Q 8.00	Q 15,312.00
				Q -
				Q -
				Q -
Total de materiales con IVA				Q 15,312.00
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 13,671.43

**EQUIPO Y MAQUINARIA**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	retroexcavadora	hr	50	Q 350.00	Q 17,500.00
					Q -
Total de Equipo y maquinaria con IVA					Q 17,500.00
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA					Q 15,625.00

**COMBUSTIBLES**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA					Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA					Q -

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
ALBANIL	DIA	10	Q 150.00	Q 1,500.00	
AYUDANTE	DIA	10	Q 75.00	Q 750.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 2,250.00	
			AYUDANTE	%	Q 337.50
			PRESTACIONES	%	Q 225.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,812.50	

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 32,108.93
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	%	Q 9,632.68
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 41,741.61
IVA	12%	Q 5,008.99
TOTAL		Q 46,750.60

<b>PROYECTO: CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b> <b>ALDEA EL PORVENIR</b>
---

<b>INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS</b>
---

PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACIÓN:	ALDEA EL PORVENIR

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Relleno, compactacion y acarreo de material exedente	M3	2449.92	Q 11.01	Q 26,974.48

**MATERIAL Y HERRAMIENTA**

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIAL Y HERRAMIENTA	m3	2449.92	Q 5.00	Q 12,249.60
				Q -
				Q -
				Q -
Total de materiales con IVA				Q 12,249.60
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 10,937.14

**EQUIPO Y MAQUINARIA**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
retroexcavadora		hr	8	Q 300.00	Q 2,400.00
camion volteo		viajes	20	Q 200.00	Q 4,000.00
Total de Equipo y maquinaria con IVA					Q 6,400.00
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA					Q 5,714.29

**COMBUSTIBLES**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA					Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA					Q -

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
ALBANIL	DIA	5	Q 150.00	Q 750.00	
AYUDANTE	DIA	10	Q 75.00	Q 750.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 1,500.00	
			AYUDANTE	%	Q 225.00
			PRESTACIONES	%	Q 150.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1,875.00	

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 18,526.43
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	%	Q 5,557.93
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 24,084.36
IVA	12%	Q 2,890.12
<b>TOTAL</b>		<b>Q 26,974.48</b>

**PROYECTO: CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALDEA EL PORVENIR**

**INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACIÓN:	ALDEA EL PORVENIR

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocacion de tubería PVC 8 NORMA ASTM 3834	ML	744	Q 339.63	Q 252,687.50

**MATERIAL Y HERRAMIENTA**

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
				Q -
TUBERIA DE 8 PLG PARA DRENAJES	U	124	Q 1,500.00	Q 186,000.00
PEGAMENTO TANGIT	1/4 GL	10	Q 150.00	Q 1,500.00
CEMENTO	BOLSA	5	Q 75.00	Q 375.00
ARENA	M3	2	Q 100.00	Q 200.00
Total de materiales con IVA				Q 188,075.00
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 167,924.11

**EQUIPO Y MAQUINARIA**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Equipo y maquinaria con IVA					Q -
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA					Q -

**COMBUSTIBLES**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA					Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA					Q -

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
ALBAÑIL	DIA	20	Q 150.00	Q 3,000.00	
AYUDANTE	DIA	20	Q 75.00	Q 1,500.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 4,500.00	
			AYUDANTE	%	Q 675.00
			PRESTACIONES	%	Q 450.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 5,625.00	

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 173,549.11
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	%	Q 52,064.73
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 225,613.84
IVA	12%	Q 27,073.66
<b>TOTAL</b>		<b>Q 252,687.50</b>

**PROYECTO: CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALDEA EL PORVENIR**

**INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACIÓN:	ALDEA EL PORVENIR

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocacion de tuberia PVC 6" NORMA ASTM 3034	UNIDAD	1170	Q 180.58	Q 211,282.50

**MATERIAL Y HERRAMIENTA**

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TUBERIA DE 6 PLG PARA DRENAJES	U	195	Q 800.00	Q 156,000.00
PEGAMENTO TANGIT	1/4 GL	5	Q 150.00	Q 750.00
CEMENTO	BOLSA	5	Q 75.00	Q 375.00
ARENA	M3	5	Q 100.00	Q 500.00
				Q -
				Q -
Total de materiales con IVA				Q 157,625.00
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 140,736.61

**EQUIPO Y MAQUINARIA**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Equipo y maquinaria con IVA					Q -
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA					Q -

**COMBUSTIBLES**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA					Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA					Q -

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
				Q -
ALBANIL	DIA	20	Q 100.00	Q 2,000.00
AYUDANTE	DIA	20	Q 75.00	Q 1,500.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 3,500.00
		AYUDANTE	%	Q 525.00
		PRESTACIONES	%	Q 350.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4,375.00

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 145,111.61
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	%	Q 43,533.48
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 188,645.09
IVA	12%	Q 22,637.41
TOTAL		Q 211,282.50



**PROYECTO: CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALDEA EL PORVENIR**

**INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACIÓN:	ALDEA EL PORVENIR

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Pozos de visita de 1.20 a 4 m de profundidad	UNIDAD	33	Q 6,505.20	Q 214,671.60

**MATERIAL Y HERRAMIENTA**

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CEMENTO	SACO	20	Q 75.00	Q 1,500.00
ARENA	M3	1	Q 110.00	Q 110.00
CAL	SACOS	20	Q 22.00	Q 440.00
VARILLA No. 4	VARILLA	5	Q 45.00	Q 225.00
CLAVO	LIBRA	3	Q 8.00	Q 24.00
MADERA	PT	10	Q 8.00	Q 80.00
LADRILLO TAYUYO	UNIDAD	400	Q 3.50	Q 1,400.00
Total de materiales con IVA				Q 3,779.00
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 3,374.11

**EQUIPO Y MAQUINARIA**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Equipo y maquinaria con IVA					Q -
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA					Q -

**COMBUSTIBLES**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA					Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA					Q -

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ALBANIL	ALBANIL	5	Q 100.00	Q 500.00
AYUDANTE	DIA	5	Q 75.00	Q 375.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 875.00
			AYUDANTE %	Q 131.25
			PRESTACIONES %	Q 87.50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1,093.75

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 4,467.86
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	%	Q 1,340.36
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 5,808.21
IVA	12%	Q 696.99
TOTAL		Q 6,505.20

**PROYECTO: CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALDEA EL PORVENIR**

**INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACIÓN:	ALDEA EL PORVENIR

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fosa Septica	UNIDAD	1	Q 82,550.00	<b>Q 82,550.00</b>

**MATERIAL Y HERRAMIENTA**

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
cemento	saco	200	Q 75.00	Q 15,000.00
arena	m3	11	Q 110.00	Q 1,210.00
piedrín	m3	11	Q 200.00	Q 2,200.00
cal	saco	20	Q 22.00	Q 440.00
clavo	libra	25	Q 8.00	Q 200.00
madera	pt	100	Q 8.00	Q 800.00
block	unidad	5000	Q 4.00	Q 20,000.00
varilla No. 4	unidad	200	Q 45.00	Q 9,000.00
varilla No. 3	UNIDAD	100	Q28.00	Q 2,800.00
Total de materiales con IVA				<b>Q 51,650.00</b>
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				<b>Q 46,116.07</b>

**EQUIPO Y MAQUINARIA**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
RETROEXCAVADORA		HORA	8	Q 300.00	Q 2,400.00
Total de Equipo y maquinaria con IVA					<b>Q 2,400.00</b>
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA					<b>Q 2,142.86</b>

**COMBUSTIBLES**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA					<b>Q -</b>
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA					<b>Q -</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
				Q -
albañil	dia	30	Q 150.00	Q 4,500.00
ayudante	dia	30	Q 75.00	Q 2,250.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				<b>Q 6,750.00</b>
		AYUDANTE	%	Q 1,012.50
		PRESTACIONES	%	Q 675.00
TOTAL MANO DE OBRA				<b>Q 8,437.50</b>

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 56,696.43
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	%	Q 17,008.93
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):		<b>Q 73,705.36</b>
IVA	12%	Q 8,844.64
TOTAL		<b>Q 82,550.00</b>

<b>PROYECTO: CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL PORVENIR</b>
---

<b>INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS</b>
---

PROYECTO:	<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>
UBICACIÓN:	<b>ALDEA EL PORVENIR</b>

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Conexiones domiciliare	UNIDAD	96	Q 1,664.00	Q 159,744.00

**MATERIAL Y HERRAMIENTA**

DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TUBERIA DE 4 PLG DE DIAMETRO	UNIDAD	1	Q 125.00	Q 125.00
CANDELAS DE CONCRETO DE 12 PLG	UNIDAD	1	Q 125.00	Q 125.00
TAPADERA DE CONCRETO	UNIDAD	1	Q 25.00	Q 25.00
CEMENTO	BOLSA	1	Q 75.00	Q 75.00
ARENA	M3	0.1	Q 100.00	Q 10.00
CODO DE 90°	UNIDAD	1	Q 45.00	Q 45.00
CODO DE 45°	UNIDAD	1	Q 45.00	Q 45.00
YEE SXGXG-DIAM. COLECTOR	UNIDAD	1	Q320.00	Q 320.00
Total de materiales con IVA				Q 770.00
<b>TOTAL DE MATERIAL SIN IVA</b>				<b>Q 687.50</b>

**EQUIPO Y MAQUINARIA**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	RETRO EXCADORA	HORA	0.3	Q 300.00	Q 90.00
					Q -
Total de Equipo y maquinaria con IVA					Q 90.00
<b>TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA</b>					<b>Q 80.36</b>

**COMBUSTIBLES**

DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA					Q -
<b>TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA</b>					<b>Q -</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
				Q -	
ALBAÑIL	DIA	1	Q 200.00	Q 200.00	
AYUDANTE	DIA	1	Q 100.00	Q 100.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 300.00	
			AYUDANTE	%	Q 45.00
			PRESTACIONES	%	Q 30.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 375.00</b>	

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):		Q 1,142.86
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):	%	Q 342.86
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):		Q 1,485.71
IVA	12%	Q 178.29
<b>TOTAL</b>		<b>Q 1,664.00</b>

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR					
PARCELAMIENTO EL OVEJERO					
INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	PUENTE VEHICULAR DE 20 ML* 8.4 ML				
UBICACIÓN:	PARCELAMIENTO OVEJERO				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
<b>Trazo y replanteo</b>	global	1	Q 10,671.55	<b>Q</b>	<b>10,671.55</b>
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MADERA DE PINO RUSTICO PARA FORMALETA	pies	100	Q 8.00	Q	800.00
CLAVO DE 3", 4" Y 5"	lb.	25	Q 8.00	Q	200.00
CAL HIDRATADA EN BOLSA	bls.	2	Q 30.00	Q	60.00
Total de materiales con IVA				Q	<b>1,060.00</b>
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q	<b>946.43</b>
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
RETROEXCAVADORA 4 X 4 CON BRAZO EXTENDIBLE	hrs.	8	Q 300.00	Q	2,400.00
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q	<b>2,400.00</b>
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q	<b>2,142.86</b>
COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de Combustibles con IVA				Q	-
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q	-
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
albañil	día	5	Q 150.00	Q	750.00
ayudante	día	5	Q 75.00	Q	375.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q	<b>375.00</b>
			AYUDANTE	%	75.00
			PRESTACIONES	%	56.25
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>506.25</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q	3,595.54
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):			%	Q	1,438.21
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				<b>Q</b>	<b>5,033.75</b>
IVA			12%	Q	604.05
<b>TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>10,671.55</b>

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR					
PARCELAMIENTO EL OVEJERO					
INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	PUENTE VEHICULAR DE 20 ML* 8.4 ML				
UBICACIÓN:	PARCELAMIENTO OVEJERO				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavación	m³	103.83	Q 265.62	<b>Q 27,579.08</b>	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
				Q -	
				Q -	
Total de materiales con IVA				Q -	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q -	
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
RETROEXCAVADORA 4 X 4 CON BRAZO EXTENDIBLE	hrs.	16	Q 350.00	Q 5,600.00	
CAMION DE VOLTEO DOBLE EJE	víaje	13	Q 300.00	Q 3,900.00	
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 9,500.00	
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 8,482.14	
COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA				Q -	
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
albañil	día	3	Q 150.00	Q 450.00	
ayudante	día	2	Q 75.00	Q 150.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 600.00	
		AYUDANTE	%	Q 120.00	
		PRESTACIONES	%	Q 90.00	
TOTAL MANO DE OBRA				Q 810.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 9,292.14	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):			%	Q 3,716.86	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 13,009.00	
IVA			12%	Q 1,561.08	
TOTAL				Q 27,579.08	

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR					
PARCELAMIENTO EL OVEJERO					
INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	PUENTE VEHICULAR DE 20 ML* 8.4 ML				
UBICACIÓN:	PARCELAMIENTO OVEJERO				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
<b>LOSA</b>	m2	168	Q 1,209.06	<b>Q 203,122.50</b>	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
hierro No. 4	varías	106	Q 45.00	Q 4,770.00	
hierro No.5	varías	80	Q 75.00	Q 6,000.00	
cemento	sacos	300	Q 75.00	Q 22,500.00	
formaleta	PT	1500	Q 8.00	Q 12,000.00	
adictivo	gls.	9	Q 200.00	Q 1,800.00	
arena	m3	25	Q 150.00	Q 3,750.00	
pedrín	m3	25	Q 210.00	Q 5,250.00	
clavo de diferente medida	lb.	25	Q 8.00	Q 200.00	
alambre	lb.	500	Q 5.00	Q 2,500.00	
Total de materiales con IVA				<b>Q 58,770.00</b>	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				<b>Q 52,473.21</b>	
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
concretera		día	1	Q 300.00	Q 300.00
vibrador de concreto		día	1	Q 250.00	Q 250.00
Total de Equipo y maquinaria con IVA				<b>Q 550.00</b>	
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				<b>Q 491.07</b>	
COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Gasolina	gl.	8	Q 40.00	Q 320.00	
Total de Combustibles con IVA				<b>Q 320.00</b>	
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				<b>Q 285.71</b>	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
albañil	día	50	Q 150.00	Q 7,500.00	
ayudante	día	50	Q 75.00	Q 3,750.00	
				Q -	
				Q -	
				Q -	
				Q -	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				<b>Q 11,250.00</b>	
			AYUDANTE	%	Q 2,250.00
			PRESTACIONES	%	Q 1,687.50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 15,187.50</b>	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 68,437.50	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				%	Q 27,375.00
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				<b>Q 95,812.50</b>	
IVA				12%	Q 11,497.50
<b>TOTAL</b>				<b>Q 203,122.50</b>	

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR					
PARCELAMIENTO EL OVEJERO					
INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	PUENTE VEHICULAR DE 20 ML* 8.4 ML				
UBICACIÓN:	PARCELAMIENTO OVEJERO				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
VIGA PRINCIPAL	U	4	Q 165,519.00	Q 662,076.00	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
cemento	sacos	192	Q 75.00	Q 14,400.00	
arena	m3	12	Q 150.00	Q 1,800.00	
pedrín	m3	12	Q 210.00	Q 2,520.00	
adictivo	gls.	6	Q 500.00	Q 3,000.00	
hierro No. 9	varilla	64	Q 120.00	Q 7,680.00	
hierro No. 5	varilla	24	Q 75.00	Q 1,800.00	
hierro No. 3	varilla	50	Q 24.00	Q 1,200.00	
formaleta	pt	1200	Q 8.00	Q 9,600.00	
clavo de diferente medida	lb	50	Q 8.00	Q 400.00	
alambre	lb	500	Q 5.00	Q 2,500.00	
Total de materiales con IVA				Q 44,900.00	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 40,089.29	
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
mescladora		día	1	Q 300.00	Q 300.00
vibrador de concreto		día	1	Q 250.00	Q 250.00
Total de Equipo y maquinaria con IVA					Q 550.00
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA					Q 491.07
COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA					Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA					Q -
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
ALBAÑILES	día	50	Q 150.00	Q 7,500.00	
AYUDANTE	día	50	Q 75.00	Q 3,750.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 11,250.00	
			AYUDANTE	%	Q 2,250.00
			PRESTACIONES	%	Q 1,687.50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 15,187.50	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 55,767.86	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				% Q 22,307.14	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 78,075.00	
IVA				12% Q 9,369.00	
TOTAL				Q 165,519.00	

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR					
PARCELAMIENTO EL OVEJERO					
INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	PUENTE VEHICULAR DE 20 ML* 8.4 ML				
UBICACIÓN:	PARCELAMIENTO OVEJERO				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
<b>DIAFRAGMAS</b>	unidad	4	Q 46,030.60	<b>Q</b>	<b>184,122.40</b>
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
cemento	sacos	85	Q 75.00	Q	6,375.00
arena	m3	6	Q 150.00	Q	900.00
pedrín	m3	6	Q 210.00	Q	1,260.00
adictivo	galones	8	Q 500.00	Q	4,000.00
hierro No. 8	varilla	6	Q 75.00	Q	450.00
hierro No. 4	varilla	4	Q 45.00	Q	180.00
hierro No. 3	varilla	200	Q 24.00	Q	4,800.00
formaleta	pt	800	Q 8.00	Q	6,400.00
clavo de diferente medida	lb	20	Q 8.00	Q	160.00
alambre	lb	200	Q 5.00	Q	1,000.00
Total de materiales con IVA				<b>Q</b>	<b>25,525.00</b>
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				<b>Q</b>	<b>22,790.18</b>
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
mescladora		día	1	Q 300.00	Q 300.00
vibrador de concreto		día	1	Q 250.00	Q 250.00
Total de Equipo y maquinaria con IVA				<b>Q</b>	<b>550.00</b>
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				<b>Q</b>	<b>491.07</b>
COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA				<b>Q</b>	<b>-</b>
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				<b>Q</b>	<b>-</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
ALBAÑILES	día	20	Q 150.00	Q	3,000.00
AYUDANTE	día	20	Q 75.00	Q	1,500.00
				Q	-
				Q	-
				Q	-
				Q	-
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				<b>Q</b>	<b>4,500.00</b>
			AYUDANTE	%	Q 900.00
			PRESTACIONES	%	Q 675.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>6,075.00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):					Q 29,356.25
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				%	Q 11,742.50
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				<b>Q</b>	<b>41,098.75</b>
IVA				12%	Q 4,931.85
<b>TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>46,030.60</b>



PROYECTO: CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR					
PARCELAMIENTO EL OVEJERO					
INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	PUENTE VEHICULAR DE 20 ML* 8.4 ML				
UBICACIÓN:	PARCELAMIENTO OVEJERO				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
<b>ESTRIBO</b>	unidad	2	Q 143,126.50	<b>Q 286,253.00</b>	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
pedrín	M3	16	Q 250.00	Q 4,000.00	
cemento	sacos	190	Q 75.00	Q 14,250.00	
arena	m3	16	Q 150.00	Q 2,400.00	
pedra bola	3	32	Q 100.00	Q 3,200.00	
adictivo	gls	4	Q 500.00	Q 2,000.00	
formaleta	pt	1200	Q 8.00	Q 9,600.00	
clavo de diferente medida	lb	25	Q 8.00	Q 200.00	
alambre	lb	20	Q 5.00	Q 100.00	
Total de materiales con IVA				<b>Q 35,750.00</b>	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				<b>Q 31,919.64</b>	
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
mescladora		día	5	Q 250.00	Q 1,250.00
					Q -
Total de Equipo y maquinaria con IVA					<b>Q 1,250.00</b>
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA					<b>Q 1,116.07</b>
COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA					<b>Q -</b>
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA					<b>Q -</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
ALBAÑILES	día	50	Q 150.00	Q 7,500.00	
AYUDANTE	día	50	Q 75.00	Q 3,750.00	
				Q -	
				Q -	
				Q -	
				Q -	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				<b>Q 11,250.00</b>	
			AYUDANTE	%	Q 2,250.00
			PRESTACIONES	%	Q 1,687.50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 15,187.50</b>	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 48,223.21	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):			%	Q 19,289.29	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				<b>Q 67,512.50</b>	
IVA			12%	Q 8,101.50	
<b>TOTAL</b>				<b>Q 143,126.50</b>	

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR PARCELAMIENTO EL OVEJERO					
INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	PUENTE VEHICULAR DE 20 ML* 8.4 ML				
UBICACIÓN:	PARCELAMIENTO OVEJERO				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
<b>VIGA DE APOYO + CORTINA</b>	unidad	2	Q 71,295.60	<b>Q 142,591.20</b>	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
cemento	sacos	84	Q 75.00	Q 6,300.00	
arena	m3	6	Q 150.00	Q 900.00	
pedrín	m3	6	Q 210.00	Q 1,260.00	
adictivo	galones	5	Q 500.00	Q 2,500.00	
hierro No. 8	varilla	10	Q 110.00	Q 1,100.00	
hierro No. 5	varilla	6	Q 75.00	Q 450.00	
hierro No. 3	varilla	20	Q 24.00	Q 480.00	
formaleta	pt	200	Q 8.00	Q 1,600.00	
clavo de diferente medida	lb	20	Q 8.00	Q 160.00	
alambre	lb	50	Q 5.00	Q 250.00	
junta sísmica	global	1	Q 4,500.00	Q 4,500.00	
Total de materiales con IVA				<b>Q 19,500.00</b>	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				<b>Q 17,410.71</b>	
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
mescladora		día	2	Q 300.00	Q 600.00
					Q -
Total de Equipo y maquinaria con IVA					<b>Q 600.00</b>
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA					<b>Q 535.71</b>
COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA					<b>Q -</b>
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA					<b>Q -</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
ALBAÑILES	día	20	Q 150.00	Q 3,000.00	
AYUDANTE	día	20	Q 75.00	Q 1,500.00	
					Q -
					Q -
					Q -
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					<b>Q 4,500.00</b>
			AYUDANTE	%	Q 900.00
			PRESTACIONES	%	Q 675.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 6,075.00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q	24,021.43
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				%	9,608.57
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				<b>Q</b>	<b>33,630.00</b>
IVA				12%	Q 4,035.60
<b>TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>71,295.60</b>

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR					
PARCELAMIENTO EL OVEJERO					
INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	PUENTE VEHICULAR DE 20 ML* 2.4 ML				
UBICACIÓN:	PARCELAMIENTO OVEJERO				
DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Barandal y acera	global	2	Q 320,888.50	Q 641,777.00	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
cemento	equipo	52	Q 800.00	Q 41,600.00	
arena	equipo	8	Q 3,000.00	Q 24,000.00	
pedrín	equipo	8	Q 3,500.00	Q 28,000.00	
adición	pl	10	Q 100.00	Q 1,000.00	
hierro No. 5	pl	80	Q 85.00	Q 6,800.00	
hierro No. 3	pl	80	Q 85.00	Q 6,800.00	
formalita	pl	450	Q 8.00	Q 3,600.00	
clavo de diferente medida	lb	40	Q 8.00	Q 320.00	
alambre	lb	100	Q 5.00	Q 500.00	
tubo galvanizado 2"	unidad	13	Q 320.00	Q 4,160.00	
pintura	pl.	10	Q 200.00	Q 2,000.00	
Total de materiales con IVA				Q 104,080.00	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 92,928.57	
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q -	
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q -	
COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
Total de Combustibles con IVA				Q -	
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
albañil	día	50	Q 150.00	Q 7,500.00	
ayudante	día	50	Q 75.00	Q 3,750.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 11,250.00	
			AYUDANTE	%	Q 2,250.00
			PRESTACIONES	%	Q 1,887.50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 15,187.50	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 108,118.07	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				Q 43,248.43	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 151,362.50	
IVA				12% Q 18,163.50	
TOTAL				Q 320,888.50	

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR					
PARCELAMIENTO EL OVEJERO					
INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	PUENTE VEHICULAR DE 20 ML* 8.4 ML				
UBICACIÓN:	PARCELAMIENTO OVEJERO				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
<b>Aproches</b>	global	1	Q 199,094.50	<b>Q 199,094.50</b>	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
selecto	m3	924	Q 60.00	Q 55,440.00	
Total de materiales con IVA				<b>Q 55,440.00</b>	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				<b>Q 49,500.00</b>	
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
RETROEXCAVADORA 4 X 4 CON BRAZO EXTENDIBLE		hrs	8	Q 300.00	Q 2,400.00
CAMION DE VOLTEO DOBLE EJE		viaje	77	Q 200.00	Q 15,400.00
Total de Equipo y maquinaria con IVA				<b>Q 17,800.00</b>	
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				<b>Q 15,892.86</b>	
COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA				<b>Q -</b>	
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				<b>Q -</b>	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
albañil	día	5	Q 175.00	Q 875.00	
ayudante	día	5	Q 75.00	Q 375.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				<b>Q 1,250.00</b>	
			AYUDANTE	%	Q 250.00
			PRESTACIONES	%	Q 187.50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 1,687.50</b>	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 67,080.36	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				% Q 26,832.14	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				<b>Q 93,912.50</b>	
IVA				12% Q 11,269.50	
<b>TOTAL</b>				<b>Q 199,094.50</b>	

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR					
PARCELAMIENTO EL OVEJERO					
INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	PUENTE VEHICULAR DE 20 ML* 8.4 ML				
UBICACIÓN:	PARCELAMIENTO OVEJERO				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
<b>hule neopreno</b>	UNIDAD	8	Q 2,603.44	<b>Q 20,827.52</b>	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
neopreno @ compresion de 2000 psi de 40*50 cm * 1/8 plg	UNIDAD	1	Q 905.00	Q 905.00	
				Q -	
selecto	m3			Q -	
Total de materiales con IVA				<b>Q 905.00</b>	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				<b>Q 808.04</b>	
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Equipo y maquinaria con IVA				<b>Q -</b>	
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				<b>Q -</b>	
COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
					Q -
					Q -
Total de Combustibles con IVA				<b>Q -</b>	
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				<b>Q -</b>	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
albañil	día	2	Q 150.00	Q 300.00	
ayudante	día	2	Q 60.00	Q 120.00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				<b>Q 420.00</b>	
			AYUDANTE	%	Q -
			PRESTACIONES	%	Q -
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 420.00</b>	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 1,228.04	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):			%	Q -	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				<b>Q 1,228.04</b>	
IVA			12%	Q 147.36	
<b>TOTAL</b>				<b>Q 2,603.44</b>	





MEMORIA DE CÁLCULO ALCANTARILLADO SANITARIO

De P.V.	A.P.V.	Cotas Terreno		D.H.	Terreno B %	No. Casas Local	Acum.	Habitantes a Servir		F.H.	Fqjm l/inhab	Q Diseño (litros/seg)		Díametro (pulgadas)	% Tubo	Vol. (m³)	Sec. Línea Q (l/s)	Ret q/Q		Ret v/v		Vel		Ret d/D		Cota Invert		Profundidad del Pozo			
		Inicio	Final					Actual	Futuro			Actual	Futuro					Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Inicio	Final	Inicio	Final				
RAMAL 1																															
8	8	116.85	116.84	36.00	1.97	1	1	5	8	4.44	4.42	0.07	0.11	6	2.00	1.80	29.21	0.019721	0.037088	0.375	0.38	0.80	0.80	0.043	0.043	115.25	114.53	1.40	1.41		
9	7	116.84	114.44	35.70	4.20	0	1	5	8	4.44	4.42	0.07	0.11	6	4.00	2.28	41.31	0.01612	0.026862	0.164	0.292	0.89	0.89	0.038	0.038	114.50	113.07	1.44	1.37		
7	6	114.44	110.09	56.40	7.71	1	2	10	17	4.41	4.39	0.13	0.22	6	8.00	3.01	58.42	0.022872	0.037719	0.203	0.23	0.80	0.80	0.043	0.043	113.04	108.53	1.40	1.38		
6	5	110.09	106.91	76.45	4.21	2	4	20	33	4.38	4.35	0.13	0.44	6	4.00	2.28	41.31	0.005629	0.010563	0.32	0.32	0.78	0.78	0.070	0.070	108.50	105.45	1.59	1.43		
5	4	106.91	105.80	34.40	3.81	2	6	30	50	4.35	4.31	0.09	0.36	6	3.50	2.12	38.64	0.010434	0.0168116	0.32	0.375	0.78	0.78	0.090	0.090	105.45	104.25	1.46	1.35		
4	3	105.80	104.78	33.50	11.43	2	8	40	67	4.33	4.29	0.09	0.36	6	11.50	3.96	70.04	0.0274245	0.0122888	0.283	0.341	1.10	1.10	0.078	0.078	104.25	100.37	1.38	1.41		
3	2	104.78	100.15	18.50	8.81	3	11	55	92	4.31	4.26	0.11	1.17	6	9.00	3.02	61.56	0.011674	0.0185453	0.331	0.388	1.14	1.14	0.075	0.075	103.34	98.87	1.44	1.47		
2	1	100.15	98.56	36.00	1.30	3	14	70	117	4.28	4.22	0.09	1.48	6	1.50	1.39	25.29	0.0356595	0.0586875	0.493	0.538	0.89	0.89	0.100	0.100	98.54	96.10	1.50	1.35		
RAMAL 2																															
9	10	116.85	116.80	63.55	1.21	5	5	25	42	4.37	4.33	0.33	0.54	8	1.50	1.39	25.29	0.012948	0.0214785	0.432	0.401	0.80	0.80	0.100	0.100	115.25	114.30	1.40	1.59		
10	11	116.80	114.68	83.95	1.88	6	11	55	82	4.31	4.26	0.11	1.17	8	1.50	1.39	25.29	0.028982	0.0464337	0.433	0.507	0.89	0.89	0.115	0.115	114.27	113.32	1.62	1.38		
11	12	114.68	114.28	73.80	0.58	8	38	160	301	4.16	4.08	2.25	3.88	8	0.30	1.37	44.48	0.05857	0.092519	0.522	0.716	0.78	0.78	0.160	0.160	110.27	108.53	4.42	4.73		
12	13	114.28	113.84	73.80	0.57	6	42	210	351	4.14	4.05	2.61	4.27	8	0.40	1.37	44.48	0.058542	0.092624	0.533	0.401	0.78	0.78	0.160	0.160	108.50	108.76	4.76	5.08		
13	14	113.84	113.32	39.90	1.30	5	47	235	363	4.12	4.03	2.91	4.75	8	0.50	1.37	44.48	0.058329	0.100744	0.56	0.507	0.78	0.78	0.170	0.170	108.73	108.34	5.11	4.99		
14	15	113.32	112.55	35.90	2.15	3	61	295	510	4.08	3.97	3.73	6.08	8	2.00	1.37	44.48	0.058336	0.138912	0.605	0.598	0.80	0.80	0.245	0.245	108.73	107.95	5.02	4.81		
15	16	112.55	108.51	75.20	5.37	3	64	320	535	4.07	3.96	3.90	6.38	8	5.20	1.84	62.90	0.06059	0.101072	0.549	0.682	0.89	0.89	0.210	0.210	107.92	106.41	4.64	2.10		
16	17	108.51	104.46	102.60	3.95	1	65	325	544	4.06	3.96	3.68	6.45	8	4.00	2.57	69.21	0.04761	0.077528	0.511	0.633	1.31	1.31	0.148	0.148	107.05	102.79	2.13	1.67		
17	18	104.46	100.45	102.60	3.91	1	66	330	552	4.06	3.95	4.02	6.54	8	3.80	2.74	68.96	0.049188	0.073571	0.501	0.587	1.34	1.34	0.143	0.143	106.38	98.66	1.70	1.79		
18	19	100.45	97.14	100.35	3.30	4	70	350	568	4.05	3.94	4.25	6.92	8	3.30	2.38	71.04	0.050183	0.080787	0.633	0.615	1.26	1.26	0.163	0.163	102.76	95.62	1.82	1.32		
19	20	97.14	96.23	61.30	1.48	4	74	370	619	4.04	3.92	4.48	7.29	8	1.50	1.84	62.90	0.07225	0.11886	0.577	0.698	1.19	1.19	0.225	0.225	98.63	94.36	1.55	1.87		
20	21	96.23	93.58	97.40	2.74	5	79	395	681	4.02	3.91	4.77	7.75	8	2.80	2.17	70.33	0.07818	0.110182	0.588	0.651	1.22	1.22	0.179	0.179	94.33	91.50	1.90	1.67		
21	22	93.58	92.57	84.05	1.18	3	82	410	688	4.02	3.90	4.94	8.02	8	4.20	1.37	44.48	0.111084	0.180403	0.659	0.747	0.804	0.804	0.225	0.225	91.87	91.03	1.70	1.55		
RAMAL 3																															
28	27	115.15	115.88	80.00	-0.80	9	9	45	75	4.32	4.28	0.58	0.97	6	0.30	1.13	20.65	0.028282	0.046751	0.433	0.511	0.80	0.80	0.115	0.115	113.75	113.15	1.40	2.54		
27	26	115.88	115.48	20.00	1.04	0	9	45	76	4.32	4.28	0.58	0.97	6	0.50	1.13	20.65	0.028282	0.046751	0.433	0.511	0.89	0.89	0.115	0.115	112.82	112.82	2.57	2.58		
26	25	115.48	115.28	82.40	0.38	3	12	60	100	4.30	4.24	0.77	1.28	6	0.30	1.13	20.65	0.037489	0.051865	0.473	0.548	0.80	0.80	0.130	0.130	112.89	112.37	2.59	2.92		
25	24	115.28	115.32	56.70	-0.07	3	15	75	125	4.28	4.22	0.66	1.59	6	0.30	1.13	20.65	0.04693	0.076823	0.507	0.587	0.89	0.89	0.145	0.145	112.34	111.77	2.95	3.55		
24	23	115.32	114.79	70.00	0.76	2	17	85	142	4.26	4.20	1.09	1.79	6	0.30	1.13	20.65	0.05825	0.088719	0.528	0.605	0.89	0.89	0.165	0.165	111.74	111.04	3.58	3.75		
23	22	114.79	114.89	70.90	0.14	0	17	85	142	4.26	4.20	1.09	1.79	6	0.30	1.13	20.65	0.05825	0.088719	0.529	0.605	0.89	0.89	0.165	0.165	111.01	110.30	3.78	4.39		
RAMAL 4																															
33	32	120.84	118.00	100.00	2.64	4	4	20	33	4.38	4.35	0.26	0.44	6	2.70	1.86	38.77	0.07347	0.012187	0.283	0.341	0.89	0.89	0.078	0.078	118.24	116.24	1.40	1.78		
32	31	118.00	117.43	82.16	1.09	1	5	25	42	4.37	4.33	0.33	0.54	6	1.00	1.13	20.65	0.015859	0.028303	0.493	0.425	0.89	0.89	0.110	0.110	116.21	115.69	1.79	1.73		
31	30	117.43	114.84	78.30	3.66	0	5	25	42	4.37	4.33	0.33	0.54	6	3.50	2.12	38.94	0.08478	0.01406	0.505	0.395	0.98	0.98	0.083	0.083	115.96	112.92	1.78	1.73		
30	29	114.84	113.88	46.80	1.63	1	6	30	50	4.35	4.31	0.39	0.85	6	1.50	1.39	25.29	0.0154942	0.026802	0.361	0.426	0.901	0.901	0.085	0.085	113.19	112.19	1.76	1.70		
29	28	113.88	113.32	94.90	0.59	5	11	55	92	4.31	4.25	0.71	1.17	6	0.60	1.13	20.65	0.034402	0.056646	0.463	0.538	0.924	0.924	0.125	0.125	112.46	111.21	1.73	2.11		

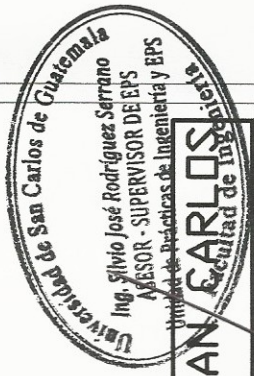
l	0.0173
N	30
n	0.01

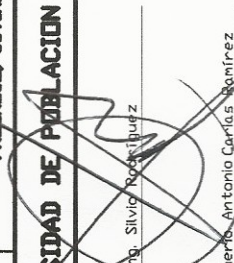
Tubería PVC

El crecimiento inter-censal para el municipio, es a una tasa geométrica anual de 1.73%  
Fuentes: INE, Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación 2002



NO.	PLANO
1	PLANO DE DENSIDAD DE POBLACION
2	PLANTA PERFIL RAMAL 3 Y 4
3	PLANTA PERFIL RAMAL 2
4	PLANTA RAMAL 2
5	PLANTA PERFIL PV1 AL PV 9
6	DETALLE DE POZOS



<b>UNIVERSIDAD DE GUATEMALA</b>		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
DISEÑO ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES		EL PORVENIR PROGRESO, JUTUPA	
<b>plano de PLANO DE DENSIDAD DE POBLACION</b>			
CALCULO	Emilio Antonio Carías Ramírez		HOJA
DISEÑO	Emilio Antonio Carías Ramírez		1
REVISION	Emilio Antonio Carías Ramírez		7
EDICION	1	Emilio Antonio Carías Ramírez	ESCALA
FECHA			

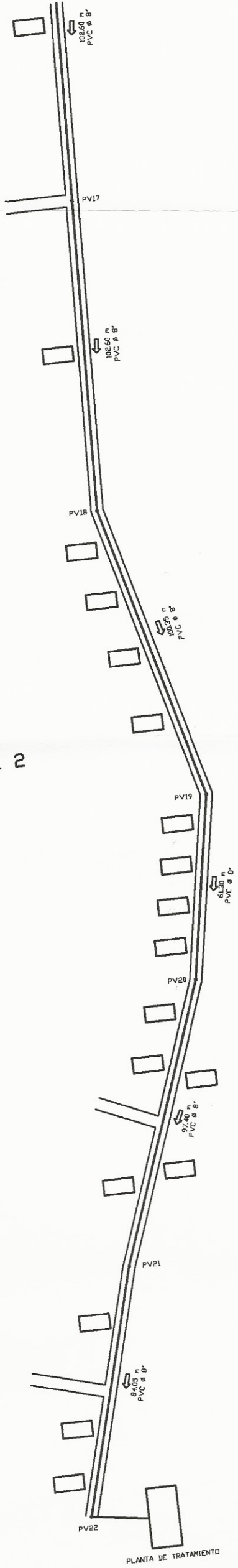




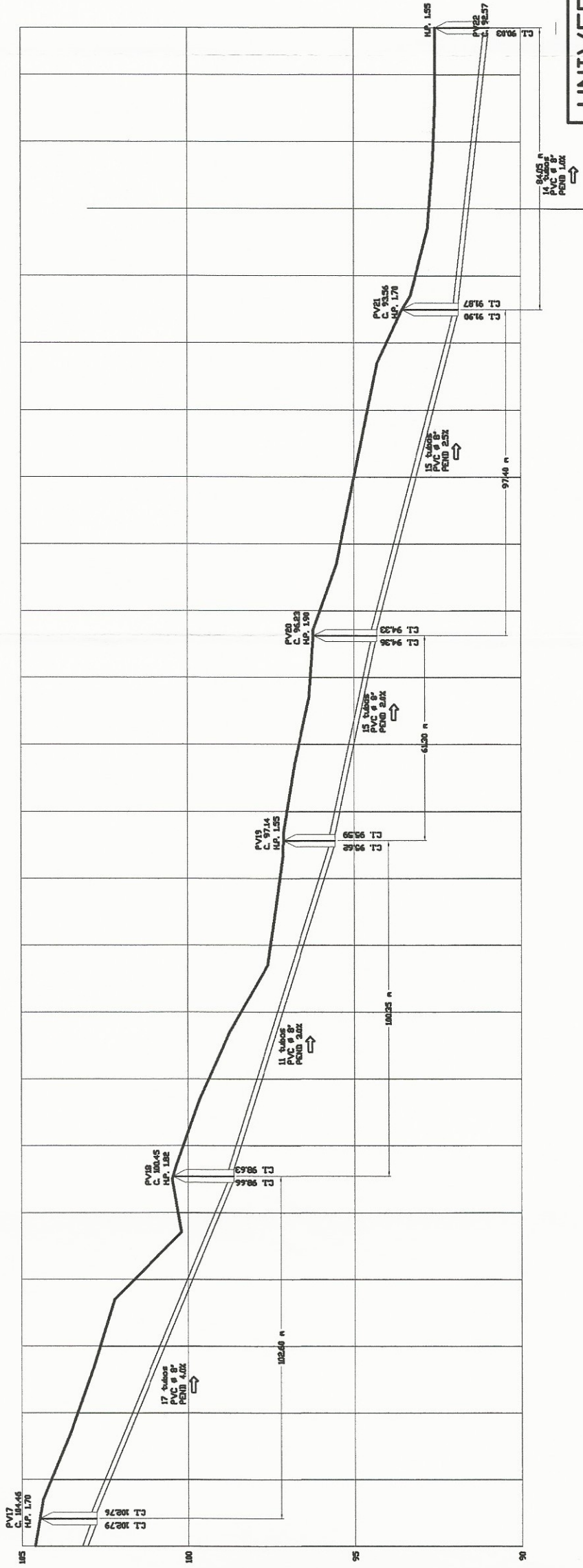




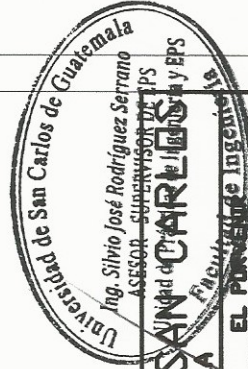
RAMAL 2



PLANTA DE POZOS, RAMAL 2 DEL PV17 AL PV22



PERFIL POZOS PV17 AL PV22



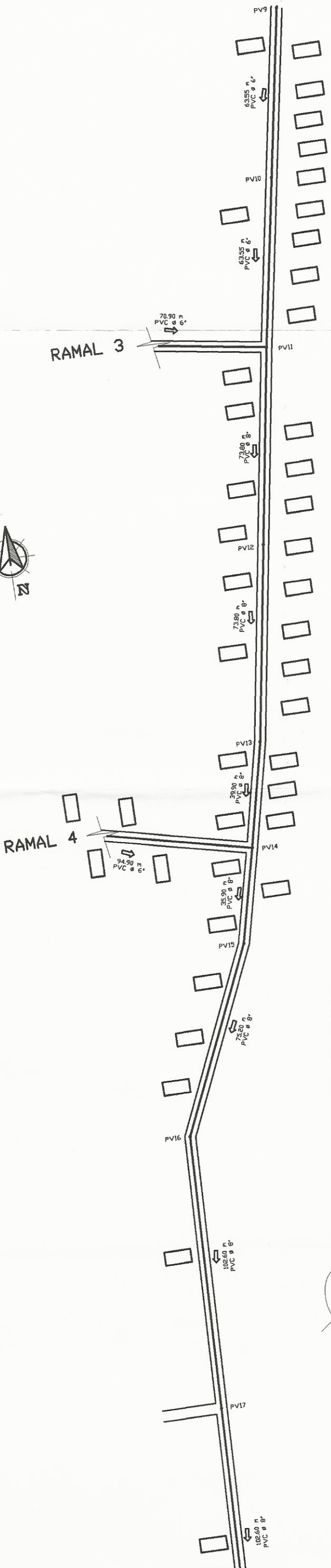
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA  
 PROYECTO DISEÑO ALICANTARILLADO DRENAJE SANITARIO

EL PLAN DE INGENIERIA  
 PROGRESO, JUTIAPA

PLANTA PERFIL RAMAL 2

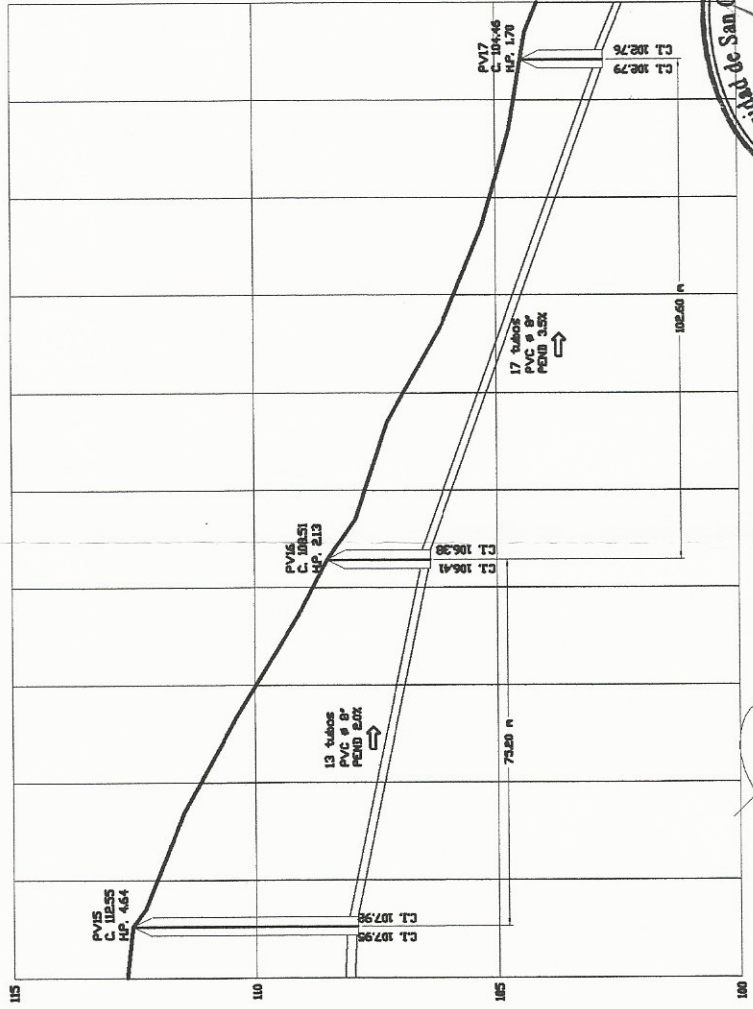
CALCULO	DISEÑO	Emilio Antonio Carlos Ramírez
DIBUJO	REVISIÓN	Emilio Antonio Carlos Ramírez
EDICIÓN	REVISO	Emilio Antonio Carlos Ramírez
FECHA	1	
HOJA	3	7
ESCALA	TÉRMINATA	Emilio Antonio Carlos Ramírez





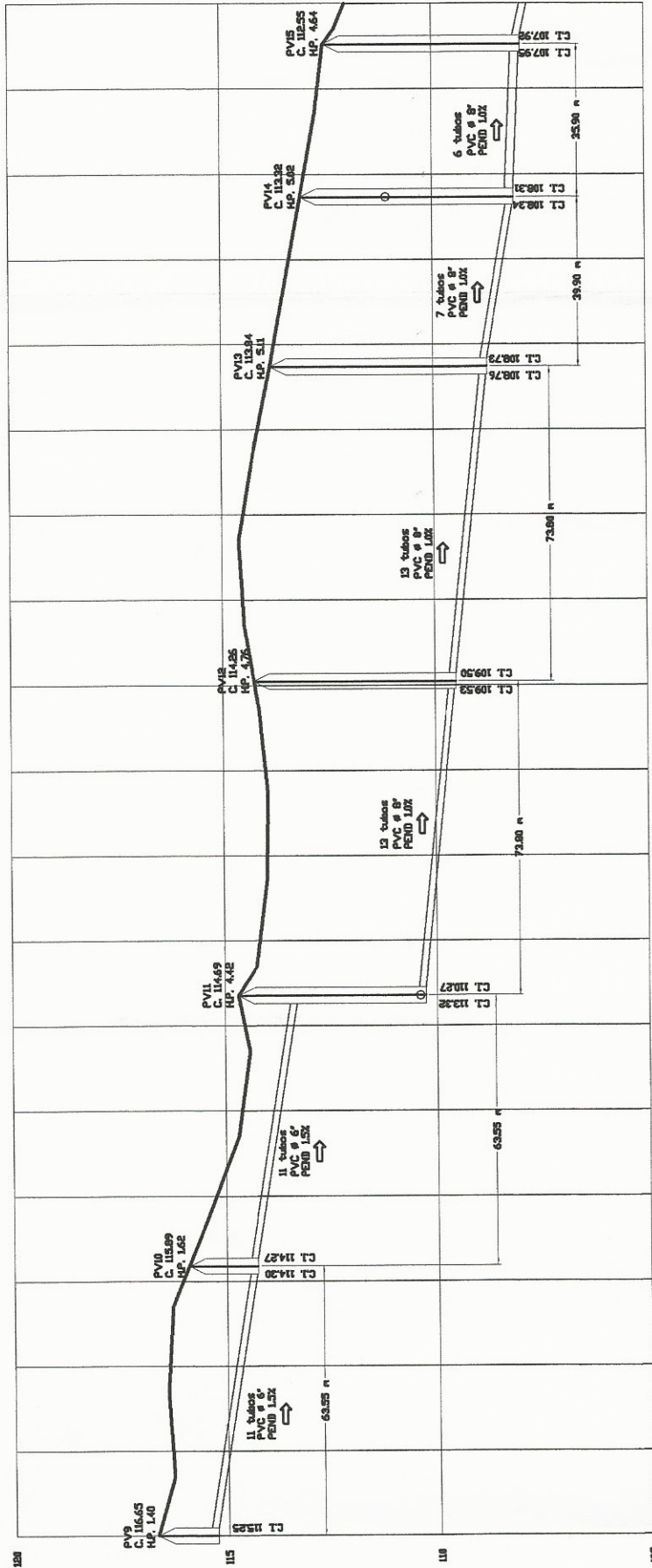
PLANTA DE POZOS, RAMAL 2 DEL PV9 AL PV17

ESCALA VERTICAL 1/750



PERFIL POZOS PV15 AL PV17

ESCALA HORIZONTAL 1/750  
ESCALA VERTICAL 1/750



PERFIL POZOS PV9 AL PV 15

ESCALA HORIZONTAL 1/750  
ESCALA VERTICAL 1/750



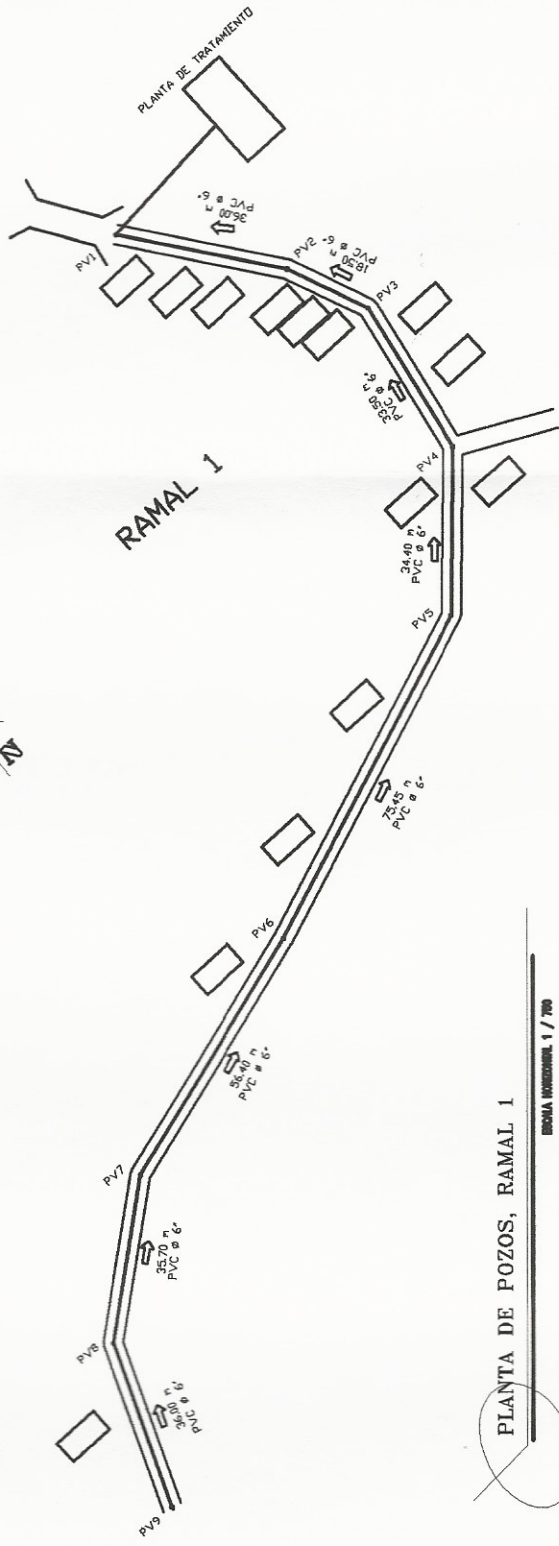
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DISEÑO ALCANTARILLADO  
DRENAJE SANITARIO

PLANTA RAMAL 2

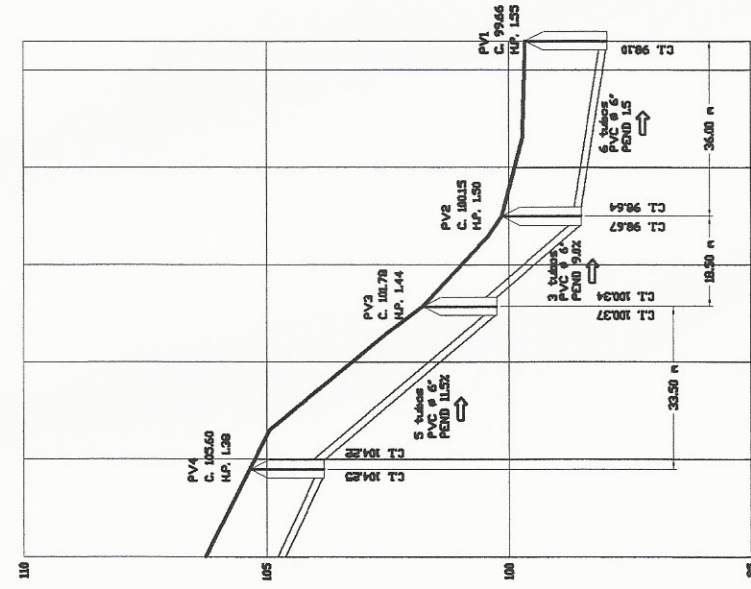
HOJA	4	7
DISEÑO	Antonio Carías Ramírez	
DIBUJO	REVISIÓN	Antonio Carías Ramírez
EDICIÓN	REVISIÓN	Antonio Carías Ramírez
FECHA	4 de mayo de 2013	
ESCALA	INDICADA	





PLANTA DE POZOS, RAMAL 1

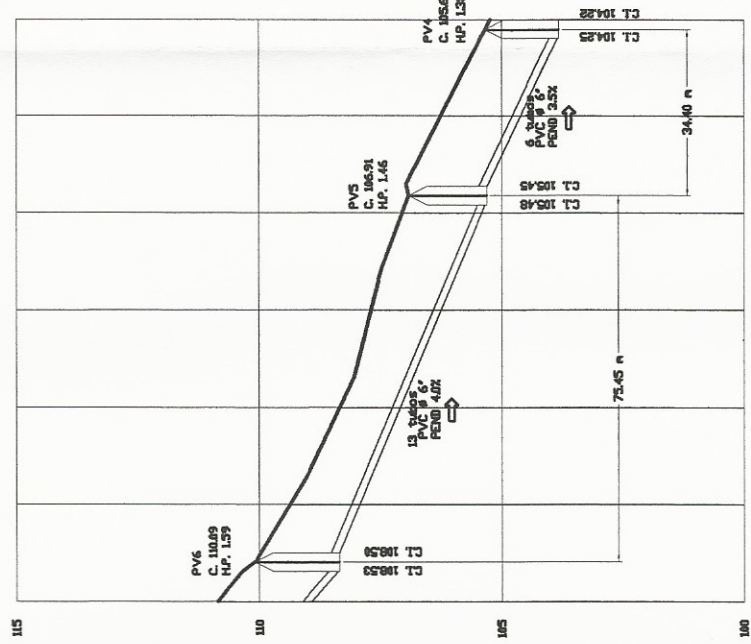
ESCALA HORIZONTAL 1 / 750



PERFIL POZOS PV4-PV3-PV2-PV1

ESCALA HORIZONTAL 1 / 750

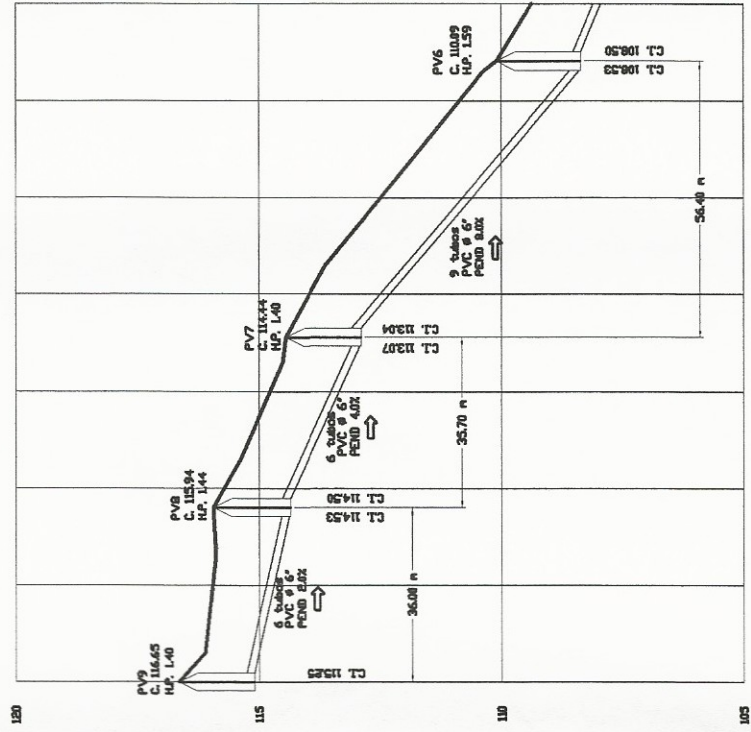
ESCALA VERTICAL 1/75



PERFIL POZOS PV6-PV5-PV4

ESCALA HORIZONTAL 1 / 750

ESCALA VERTICAL 1/75



PERFIL POZOS PV9-PV8-PV7-PV6

ESCALA HORIZONTAL 1 / 750

ESCALA VERTICAL 1/75

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 PROYECTO DISEÑO ALICANTARILLADO  
 IRENEA E. SANTARIBO

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 INGENIERO EN INGENIERIA Y EPS  
 PROFESOR JUTIPA

**PLANTA PERFIL PV-1 AL PV-9**

CALCULO	DISEÑO Enerio Antonio Carlos Ramirez	HOJA	5
DIBUJO	REVISION Enerio Antonio Carlos Ramirez		7
EDICION	REVISION Enerio Antonio Carlos Ramirez		
1			
FECHA	ESCALA		
	INSTRUMENTO		
	Empresa: Antonio Carlos Ramirez		



REFERENCIAS:  
 PARA COLECTOR CON PROFUNDIDAD MAYOR DE  
 3.00 METROS A LA COTA DE CORDONAMIENTO

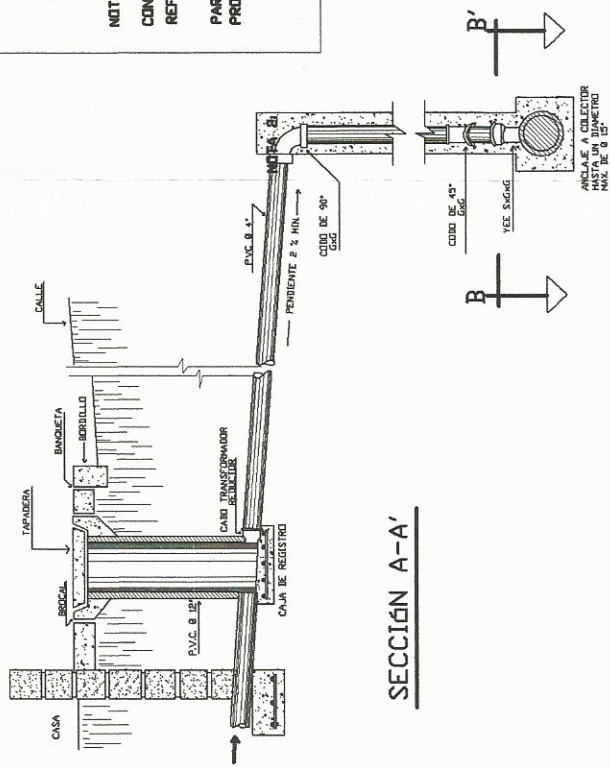
ACCESORIOS:

- A.\_ CABO TRANSFORMADOR / REDUCTOR
- B.\_ TUBERIA P.V.C. Ø 4"
- C.\_ CODDO DE 90
- D.\_ CODDO DE 45
- E.\_ YEE SxGxG Ø COLECTOR x 8"

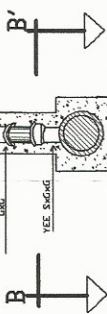
NOTA 1:

CONCRETO: RESISTENCIA A COMPRESION F'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 REFUERZO fy: 2810 kg/cm<sup>2</sup>

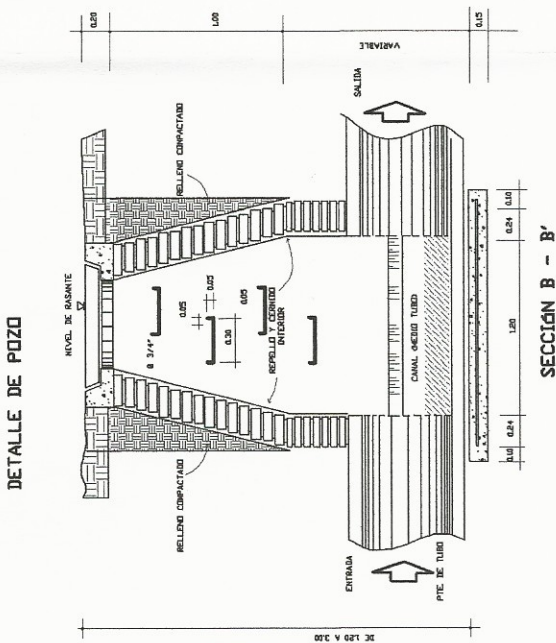
PARA EL ALISADO SE UTILIZARA UNA MEZCLA CON  
 PROPORCIONES DE 1:2



SECCIÓN A-A'

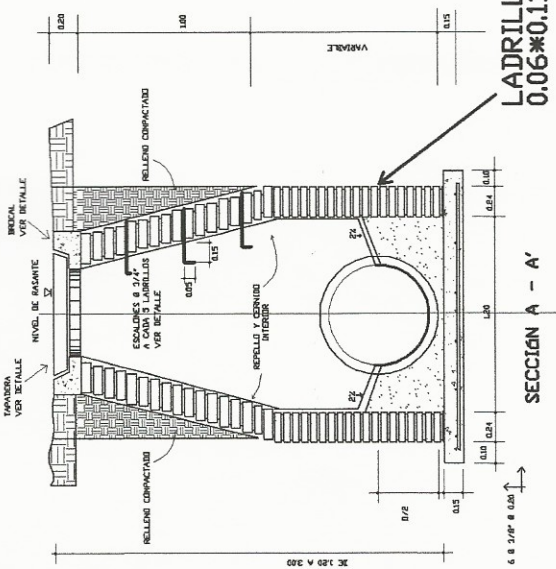


SECCIÓN B-B'



SECCIÓN B - B'

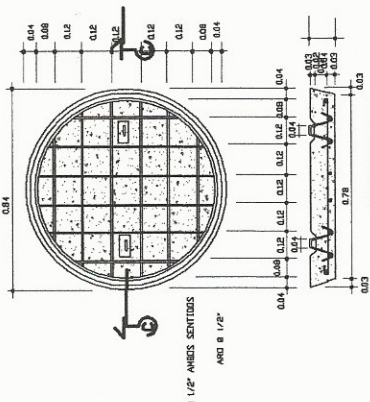
DETALLE DE POZO



SECCIÓN A - A'

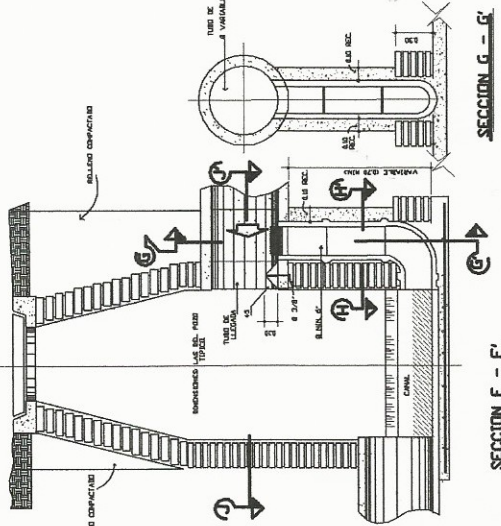
LADRILLO TAYUO  
 0.06\*0.11\*0.23 M

TAPADERA



SECCIÓN C-C'

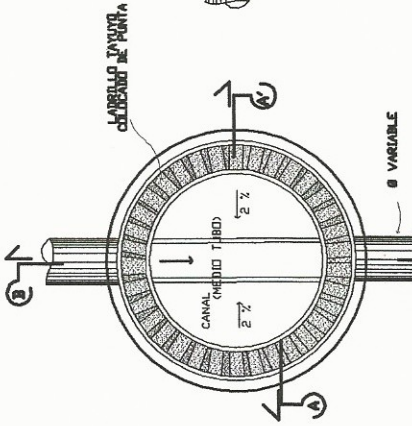
DETALLE DE POZO CON CAIDA MAYOR DE 0.70 MTS.



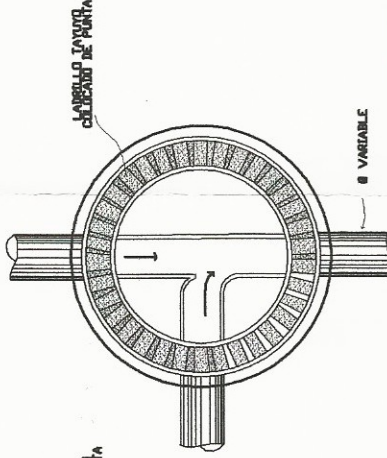
SECCIÓN F - F'

SECCIÓN G - G'

SECCIÓN B-B'



PLANTA



PLANTA

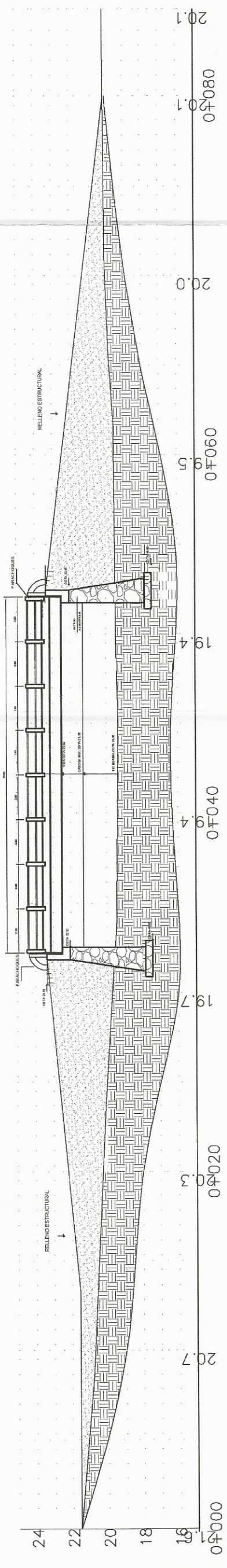


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		HOJA	7
PROYECTO: SERVICIO ALIMENTARIO ESCOLAR		FECHA	1
DISEÑO: Antonio Carlos Ramirez		REVISIÓN	1
CALCULO: Antonio Carlos Ramirez		REVISIÓN	1
DIBUJO: Antonio Carlos Ramirez		REVISIÓN	1
EDICION: Antonio Carlos Ramirez		REVISIÓN	1
ESCALA:		FECHA:	1



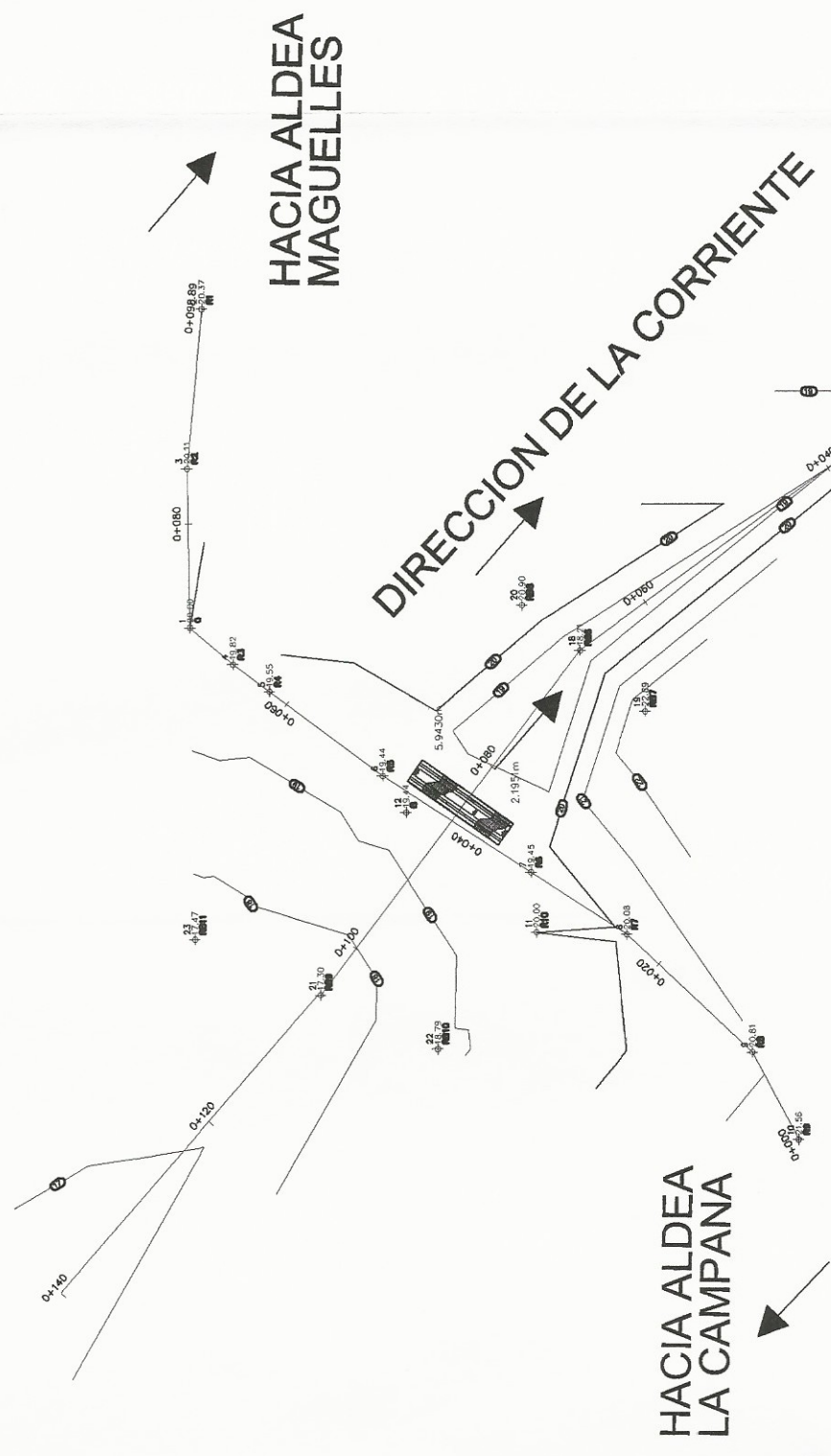




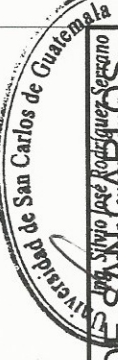


PERFIL LONGITUDINAL DEL PUENTE  
ESCALA 1:30

Nº PLANO	DESCRIPCIÓN
1	PLANTA DE PERFIL Y UBICACION DEL PUENTE
2	ELEVACION Y PLANTA DE ARMADO Y LOSA
3	VIGAS Y DIAFRAGMAS
4	PLANO DE ELEVACIONES DE ESTRIBOS Y SECCIONES TRANSVERSALES



PLANTA DE UBICACION DEL PUENTE  
ESCALA 1:75

  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 DE GUATEMALA

**PROYECTO DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR**  
 EL PARQUELAMIENTO, OVEJERO  
 PARRAL, QUETZaltenango

plano de		PLANTA TOPOGRAFICA Y ELEVACION	
CALCULO	Emeterio Antonio Carreras Ramirez	DISEÑO	Emeterio Antonio Carreras Ramirez
DIBUJO	Emeterio Antonio Carreras Ramirez	REVISION	Emeterio Antonio Carreras Ramirez
EDICION	1	REVISO	Emeterio Antonio Carreras Ramirez
FECHA		ESCALA	

HOJA 1 / 4  
 Inj. Silvio Rodríguez  
 Emeterio Antonio Carreras Ramirez



ESPECIFICACIONES TECNICAS  
 Fy= 4210 KG/CM2  
 F'c= 281 KG/CM2

VARRILLA	LONGITUD DE DESARROLLO
No. 3	0.30
No. 4	0.40
No. 5	0.50
No. 6	0.60
No. 7	0.70
No. 8	0.80
No. 9	0.90
No. 10	1.00
No. 11	1.10

**ESPECIFICACIONES**

**CONSTRUCCION**  
 Libro anal, especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes de la Dirección General de Caminos, vigente en Guatemala (DGC 2001).

**ACERO DE REFUERZO**  
 Se usará exclusivamente acero de refuerzo de grado 60 Fy=4000kg/cm<sup>2</sup> en forma de barras corrugadas con una longitud mínima de 20 veces de acuerdo a las especificaciones y normas internacionales de la ASTM, el ACI y ASNTA.

**RECLUBRIMIENTOS MÍNIMOS**

1. Para losa en la cama superior, 5cm y en la cama inferior 3cm.
2. Para vigas el recubrimiento será de 5cm.
3. Para diafragmas será de 5cm.
4. Para postes será de 2.5cm.

**GANCHOS**

Se deberá en frío, de acuerdo a especificaciones del ACI y el Libro Azul de la D.G.C.

**FUNDICIÓN DEL CONCRETO**

La mezcla deberá mezclarse en una concretora mecánica, según capacidad y potencia de la misma bajo ningún punto de vista deberá utilizarse otro método manual. Los materiales deberán colocarse en el lugar, libre de contaminación orgánica. El agua deberá estar libre de impurezas.

**PREPARACIÓN DE LA MEZCLA**

Toda la mezcla deberá mezclarse en una concretora mecánica, según capacidad y potencia de la misma bajo ningún punto de vista deberá utilizarse otro método manual. Los materiales deberán colocarse en el lugar, libre de contaminación orgánica. El agua deberá estar libre de impurezas.

**CARPETA DE RODADURA DEL PUENTE**

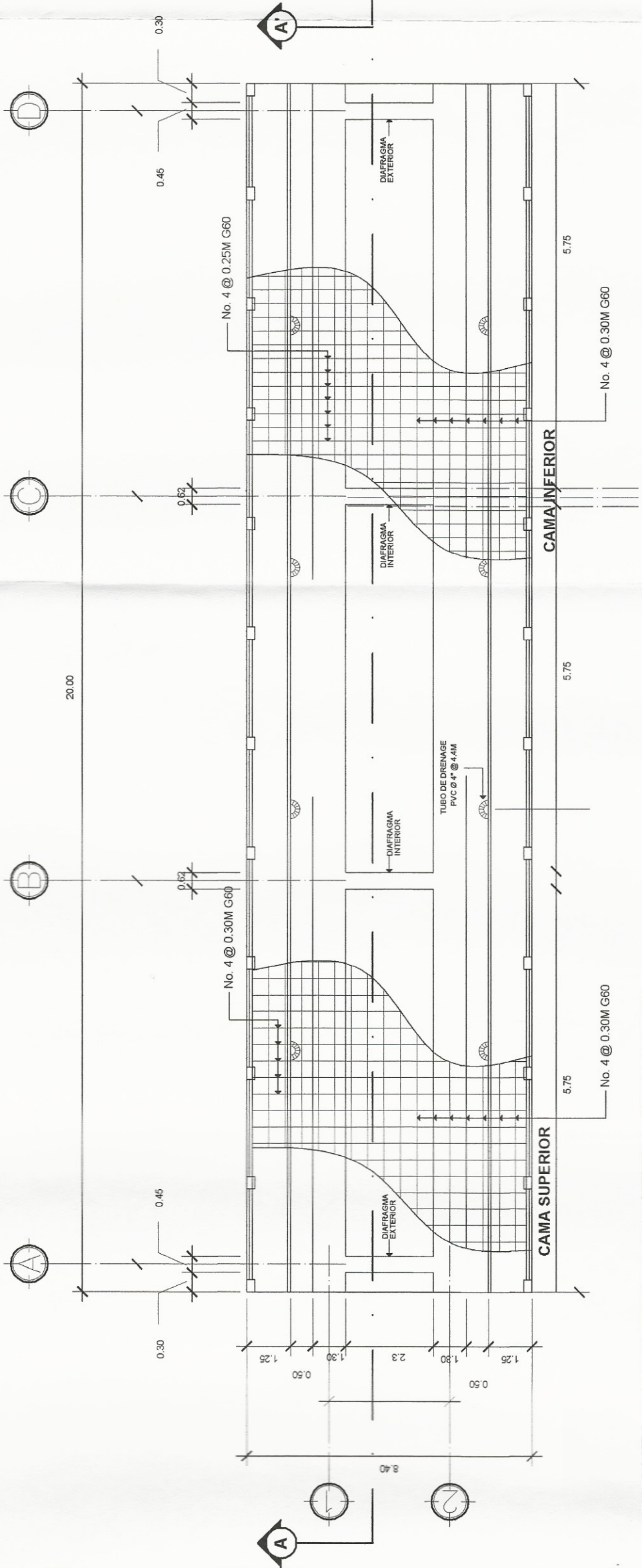
Tendrá un espesor de 5cm. Será de mezcla asfáltica tipo MC y su preparación, tendido, colocación, aplicación y de material bituminoso y compactación de mezcla asfáltica, deberá cumplir con excepción alguna, las especificaciones y normas internacionales del ASTM y el Libro Azul de la D.G.C.

**ACABADOS FINALES**

Todas las aristas expuestas deberán ser biseladas con un diámetro no menor a 3cm. En postes, banquetes y otros elementos secundarios podrá aplicarse respolvo y alisado en proporción 1:4, proporción en peso y con un espesor no menor a 3cm. Después de aplicar los acabados finales, los elementos de concreto deberán estar protegidos con otros materiales constructivos deberán ser protegidos adecuadamente, aplicando capas de grama u otro material protector.

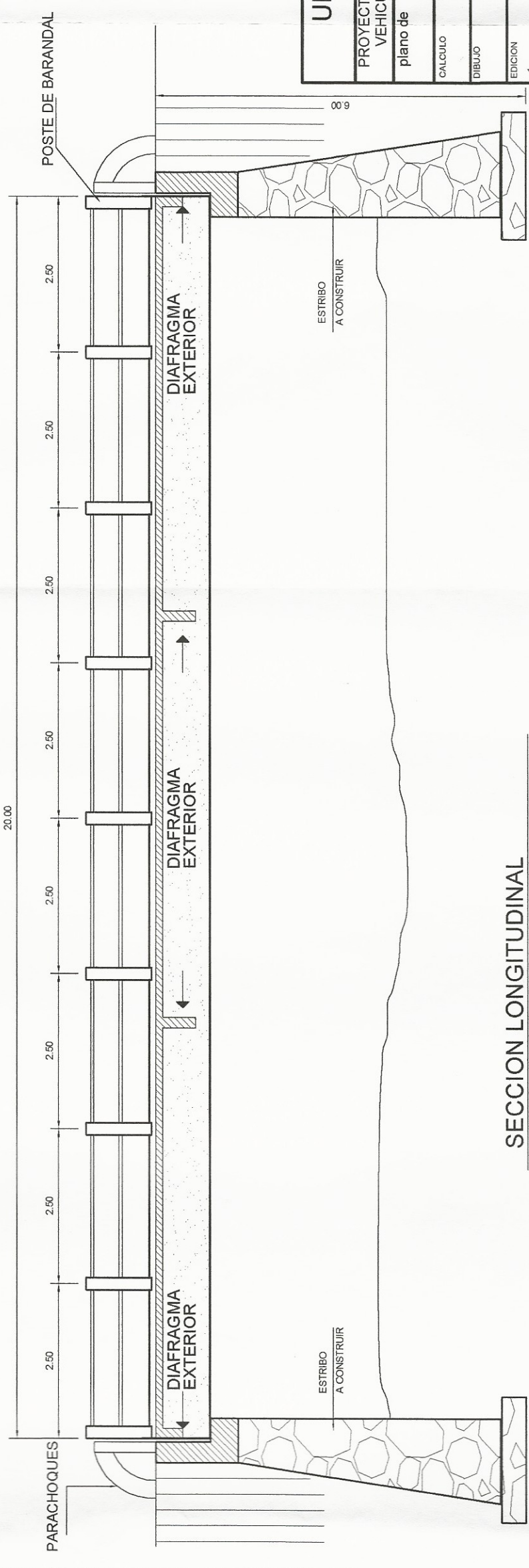
**NOTAS**

- La excavación de los estribos está en la cota indicada en los planos.
- El terreno en los estribos deberá ser perfectamente compactado a 90% del proctor modificado.
- Agregados  
La arena deberá estar libre de materia orgánica y de arcillas.  
El piedrín será de roca triturada.
- Deberá evitarse la explotación de bancos de materiales circundantes a las riveras del río para evitar posibles socavaciones en el futuro.
- Deberán proporcionarse adecuados drenajes a los estribos para evitar presiones nocivas a la estructura.
- Todas las dimensiones están dadas en metros.



**PLANTA DE SUPERESTRUCTURA-REFUERZO**

ESCALA 1:50



**SECCION LONGITUDINAL**

ESCALA 1:75

**UNIVERSIDAD DE GUATEMALA**  
 Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

**PROYECTO DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR**  
 EL PARQUEAMIENTO, OVEJERO Y PASADIZO DE LA CARRETERA DE LA SIERRA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

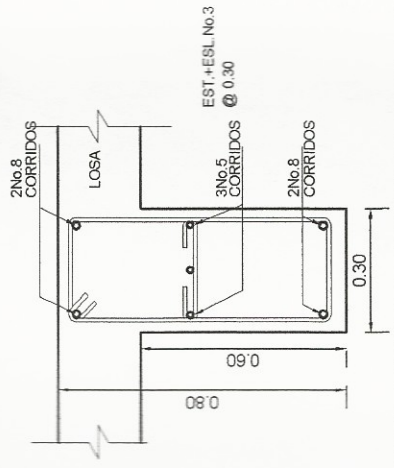
Ing. Silvio Rodríguez

DESIGNO	Enferio Antonio	Carriá Ramírez
DIBUJO	Enferio Antonio	Carriá Ramírez
EDICION	1	
FECHA		

plano de ELEVACION Y PLANTA DE ARMADO Y LOSA

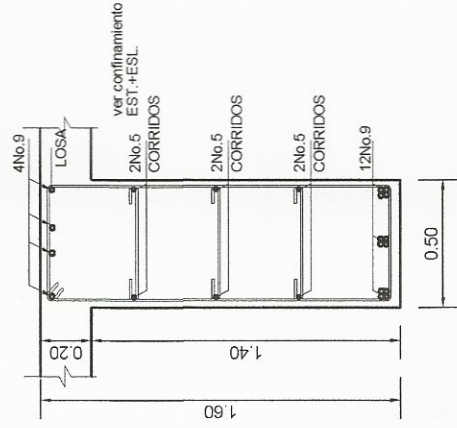
HOJA	2	4
------	---	---





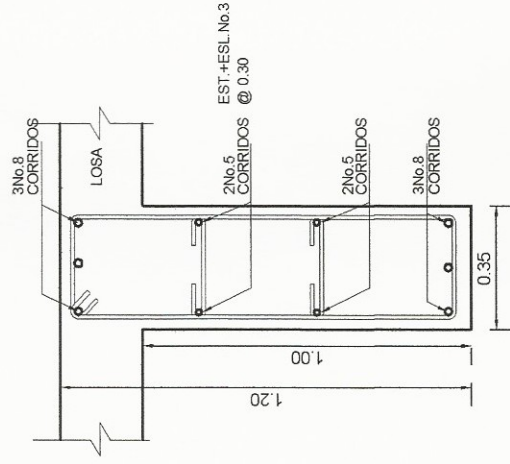
**DIAFRAGMAS EXTREMOS (A-A)**

ESCALA 1:300



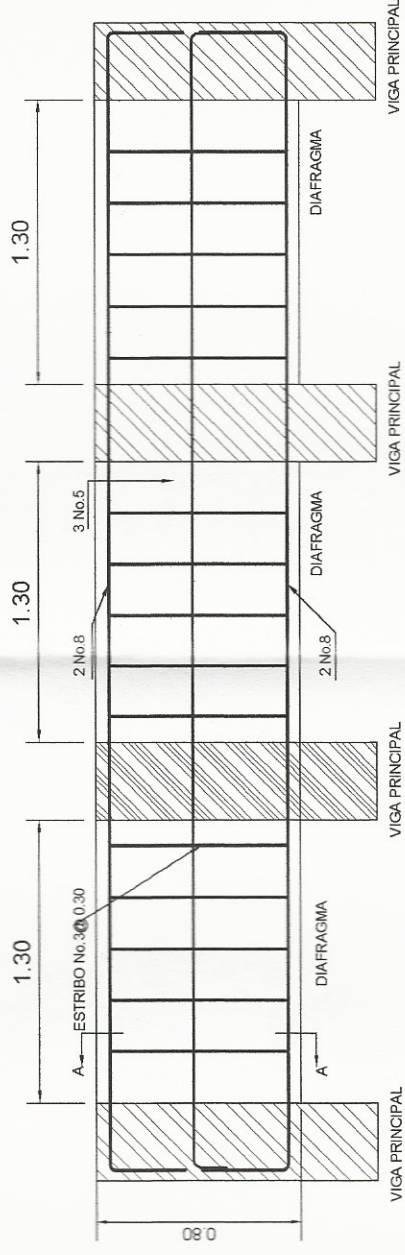
**SECCION DE VIGA PRINCIPAL (B-B)**

ESCALA 1:300



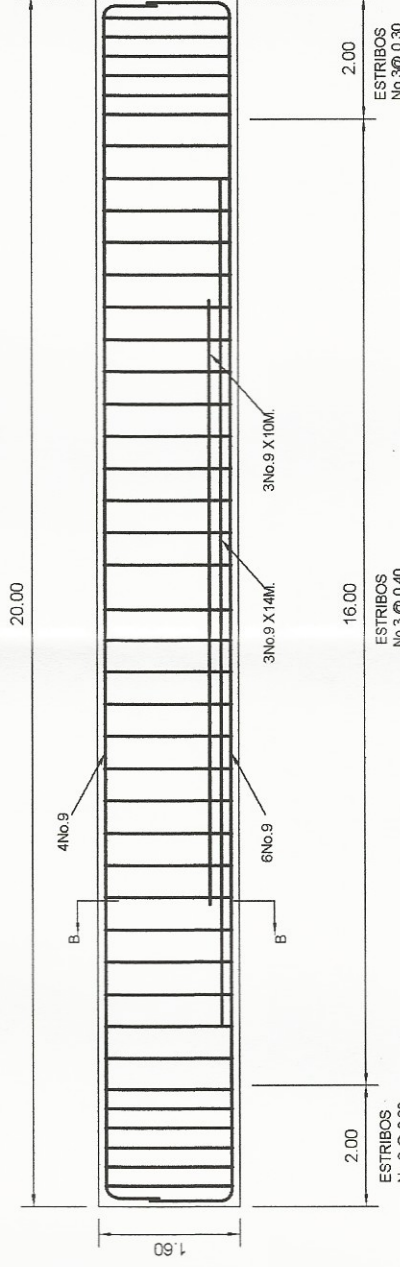
**DIAFRAGMAS INTERNOS (C-C)**

ESCALA 1:300



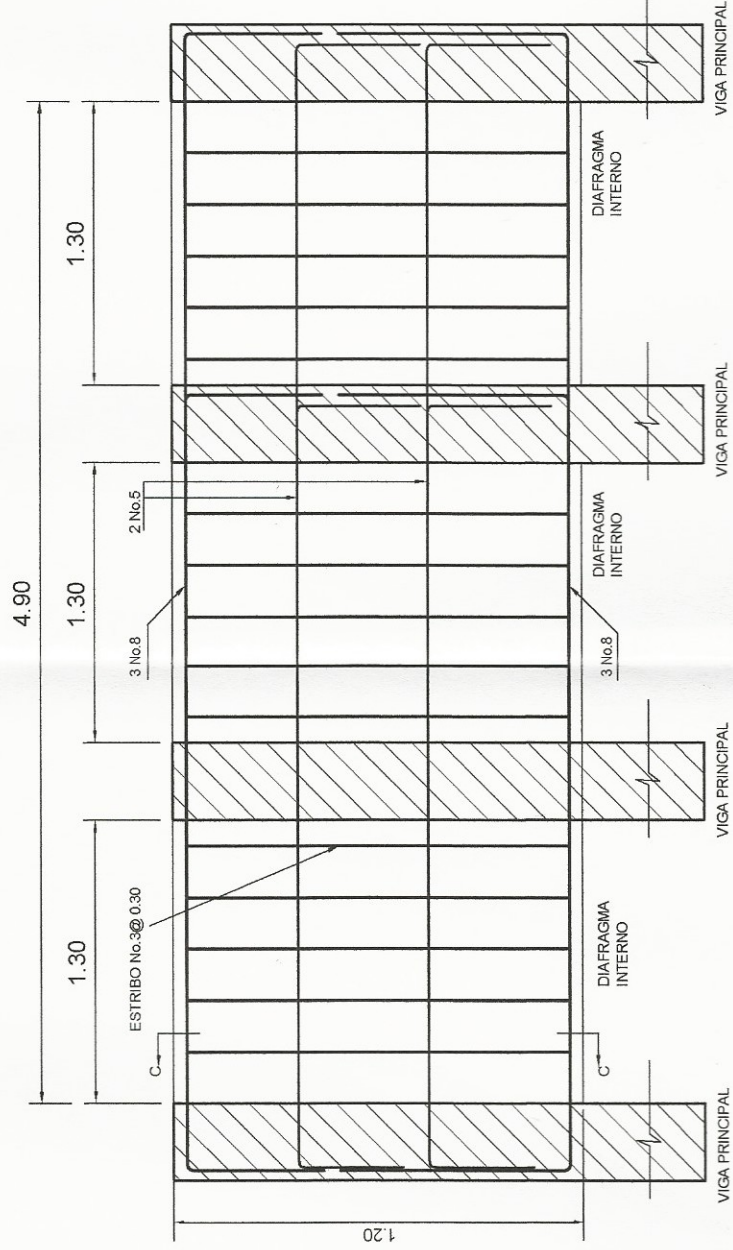
**DETALLE DE DIAFRAGMA EXTREMO**

ESCALA 1:200



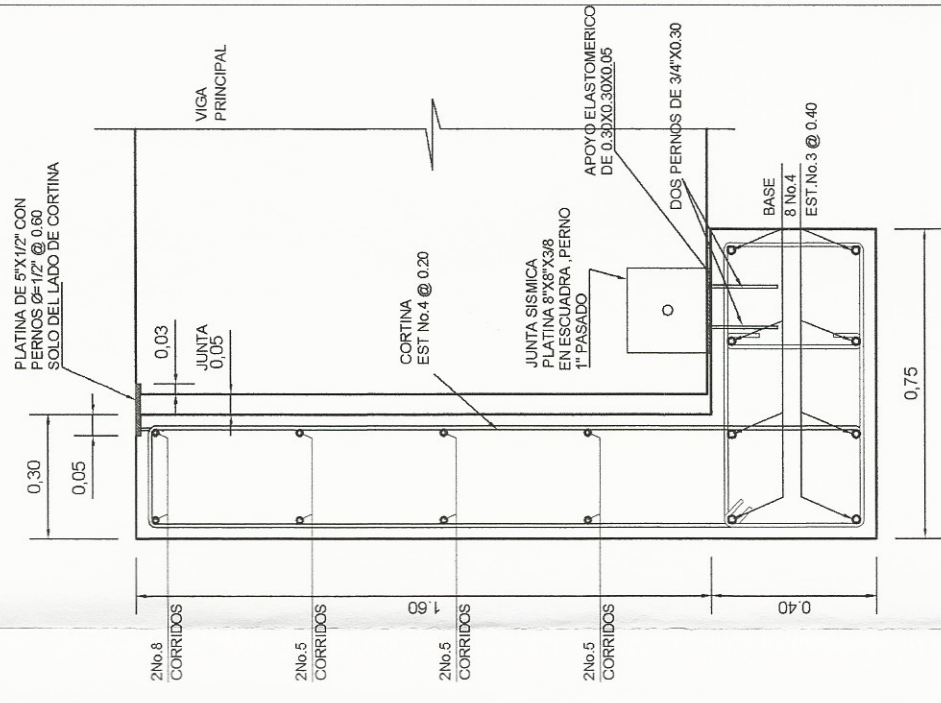
**VIGA PRINCIPAL**

ESCALA 1:50



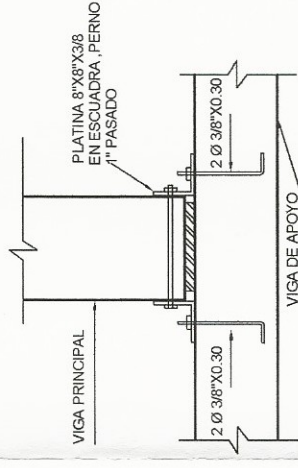
**DETALLE DE DIAFRAGMA INTERNO**

ESCALA 1:200



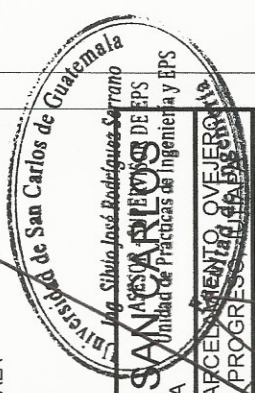
**VIGA DE APOYO**

ESCALA 1:400



**DETALLE JUNTA SISMICA**

SIN ESCALA



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

PROYECTO DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR

EL PARCELAMIENTO OVEJERO

VIGAS Y DIAFRAGMAS

PROFESOR Ing. Silvio Rodríguez Serrano

DISEÑO Emerio Antonio Carras Ramirez

REVISIÓN Emerio Antonio Carras Ramirez

EDICIÓN 1

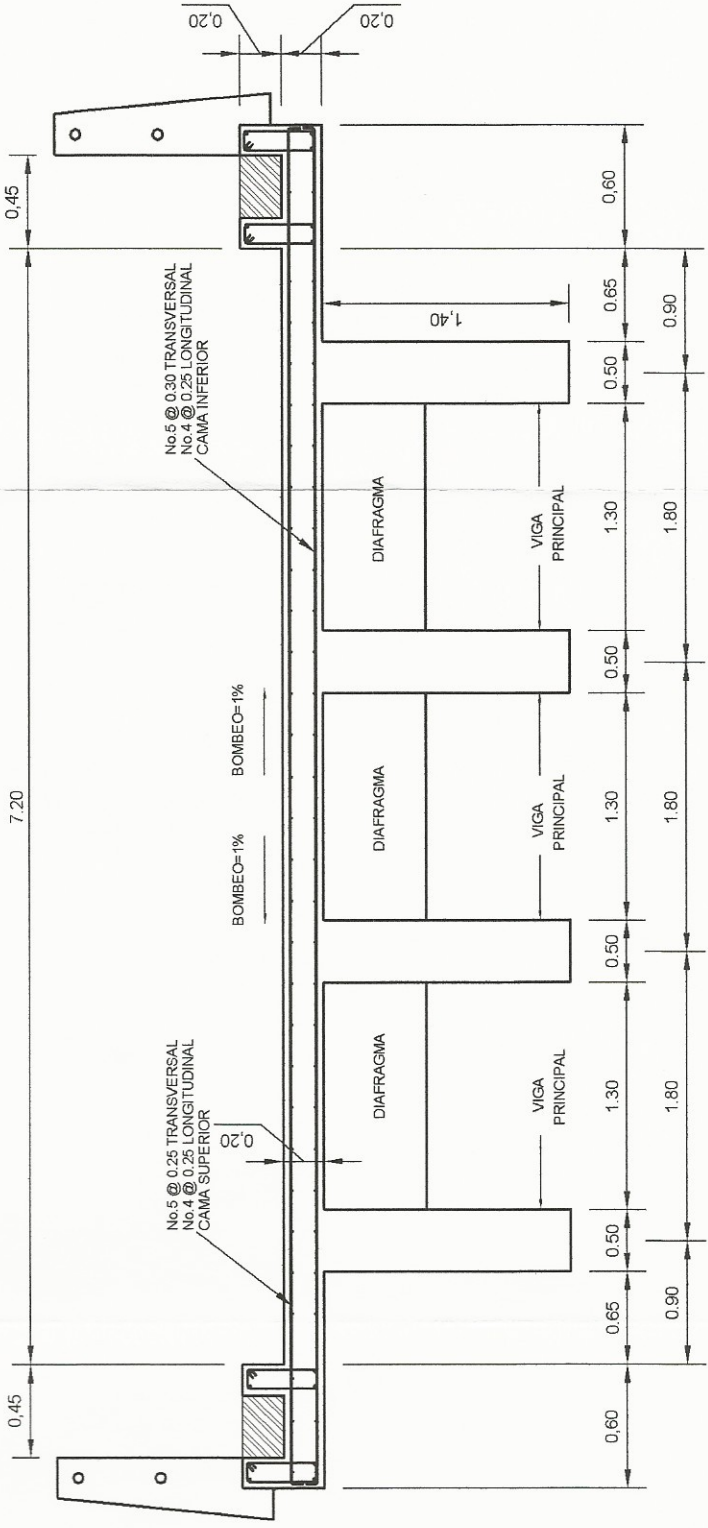
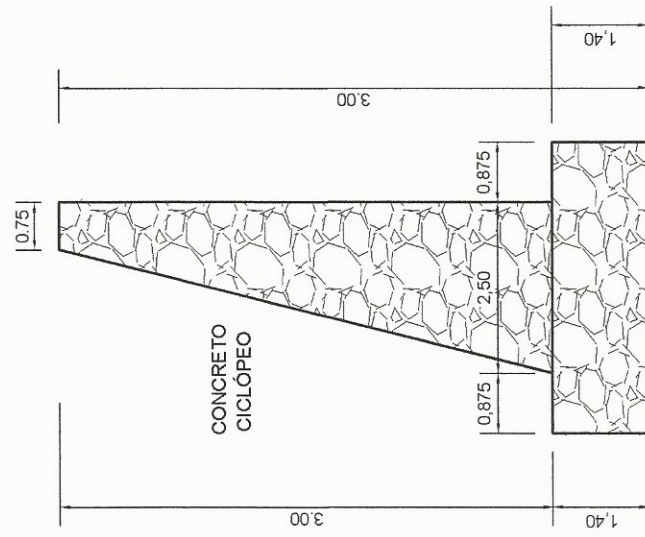
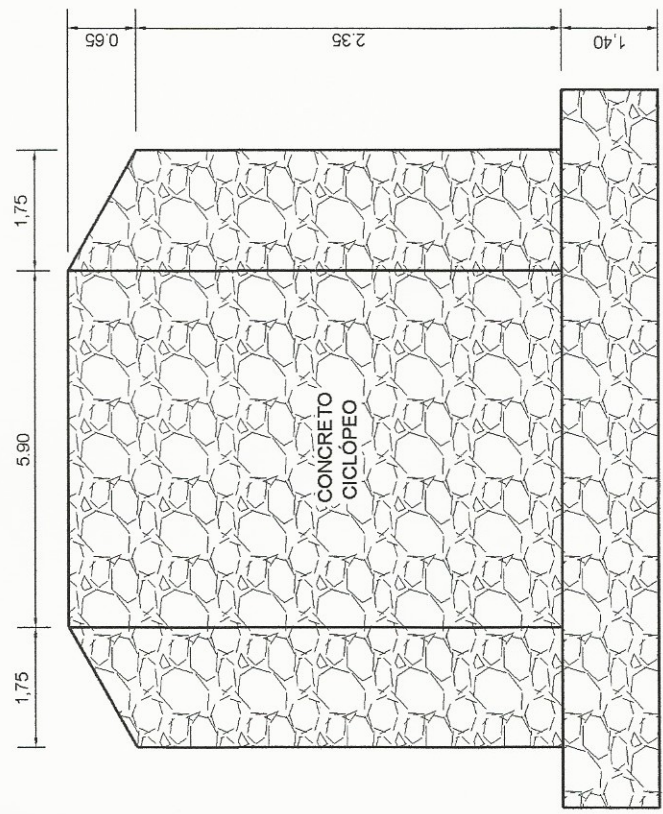
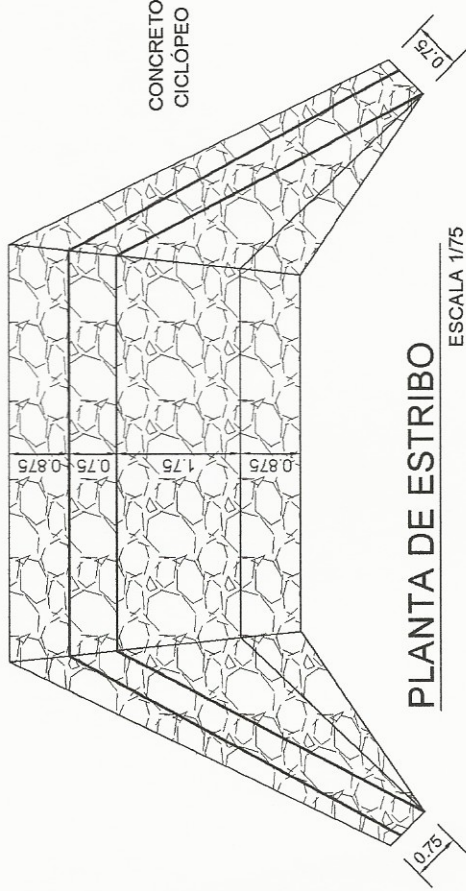
FECHA ESCALA

HOJA

3

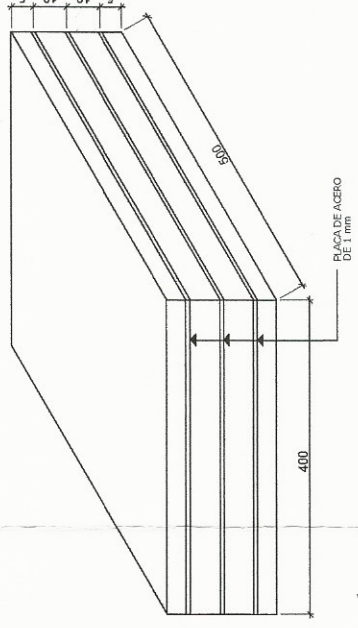
4





SECCION TRANSVERSAL

ESCALA 1:175

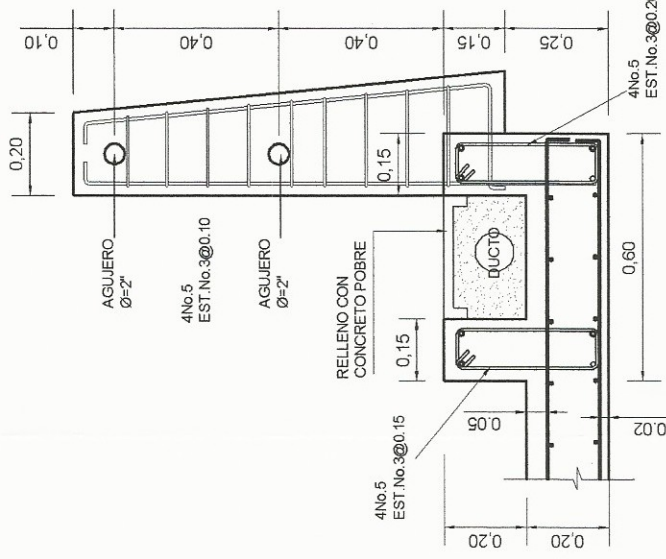


DETALLE NEOPRENO REFORZADO

SIN ESCALA

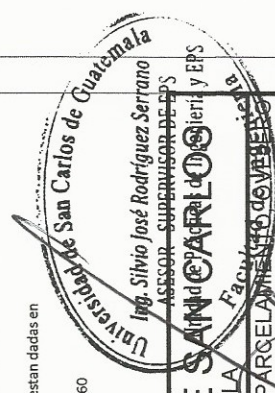
NOTA:

- El tamaño del apoyo de neopreno es de 50 cm x 40 cm.
- El espesor total del apoyo sera de 4.4 cm, el cual lo constituiran 2 capas de neopreno de 10 mm, 2 capas de neopreno de 5 mm y 4 laminas de acero de 1 mm de espesor.
- Las medidas en el detalle del apoyo estan dadas en mm.
- El neopreno sera puro de dureza "A" 60



DETALLE DE POSTE DE BARANDAL Y ACERA

ESCALA 1/125



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		HOJA 4	
PROYECTO DISEÑO DE PUENTE EL PARCELAMIENTO DE VIVERES PROGRESO, JUTIAPA VEHICULAR			
PLANO DE ELEVACIONES DE ESTRIBOS Y SECCIONES TRANSVERSALES			
CALCULO	DISEÑO	FECHA	ESCALA
Emerio Antonio Carías Ramírez	Emerio Antonio Carías Ramírez	1	
DIBUJO	REVISION		
Emerio Antonio Carías Ramírez	Emerio Antonio Carías Ramírez		
EDICION	REVISO		
1			
	Emerio Antonio		