



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS
DEL MERCADO MUNICIPAL Y PUENTE VEHICULAR BARRIO
PEDREGAL, MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN.**

Henry Anibal Sarmiento Reyes

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL
MERCADO MUNICIPAL Y PUENTE VEHICULAR BARRIO PEDREGAL,
MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HENRY ANIBAL SARMIENTO REYES
ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL Y PUENTE VEHICULAR BARRIO PEDREGAL, MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN,

tema que se me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 6 de julio de 2007.

Henry Anibal Sarmiento Reyes



Guatemala, 18 de septiembre de 2007
Ref. EPS. C. 559.09.07

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **HENRY ANÍBAL SARMIENTO REYES**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL Y PUENTE VEHICULAR BARRIO PEDREGAL, MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN”**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **San Benito**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“*Se y Enseñad a Todos*”

Ing. Manuel Alfredo Arzavillaga Ochaeta
Asesor – Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



MAAO /jm



Guatemala,
21 de septiembre de 2007

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que habiendo revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL Y PUENTE VEHICULAR BARRIO PEDREGAL, MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Henry Anibal Sarmiento Reyes, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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 ENSEÑEDAD A TODOS


Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Jefe del Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC



Guatemala,
03 de octubre de 2007

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que habiendo revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL Y PUENTE VEHICULAR BARRIO PEDREGAL, MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Henry Anibal Sarmiento Reyes, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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 ENSEÑEDAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Garindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC



Guatemala, 18 de septiembre de 2007
Ref. EPS. C. 559.09.07

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

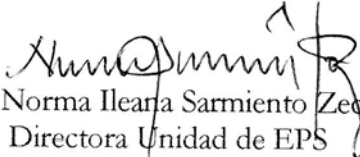
Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL Y PUENTE VEHICULAR BARRIO PEDREGAL, MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **HENRY ANÍBAL SARMIENTO REYES**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Sé y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Henry Anibal Sarmiento Reyes, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL Y PUENTE VEHICULAR BARRIO PEDREGAL, MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez



Guatemala, octubre 2007.

/bbdeb.

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Manuel Arrivillaga.

Por compartir conmigo sus conocimientos sin ningún interés, por ser un amigo y por el apoyo brindado en el trabajo de graduación.

Municipalidad de San Benito, Petén.

En especial al señor Javier López Marroquín y a todas las personas que la integran, en especial a la O.M.P.; gracias por permitirme su amistad y apoyo incondicional durante el tiempo compartido.

Universidad de San Carlos, a la facultad de Ingeniería y todos sus catedráticos, por hacer de mí un profesional competente.

ACTO QUE DEDICO A:

Mi Dios, gracias por cuidarme y guiarme durante el recorrido de mi vida.

Mis padres Henry Anibal Sarmiento Pinto y Carmen Alcira Reyes Cerón, por que son el apoyo que yo siempre necesito para seguir adelante y este logro es de ustedes, no fuera posible sin su amor y esfuerzo, muchas gracias.

Mis hermanos Evely y Héctor Manuel, por su apoyo y cariño en todo momento; gracias por ser mis amigos.

Mi familia en general, con los que comparto este triunfo y orgullo, especialmente, a mi abuelita Zoila Sarmiento (D.E.P.)

Mis amigos, por su apoyo incondicional y haberme acompañado y exhortado a salir adelante en mi carrera profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA EN ESTUDIO

1.1. Antecedentes históricos	1
1.2. Características geográficas	1
1.2.1. Localización y extensión territorial	1
1.2.2. Ubicación geográfica y colindancias	2
1.2.3. Vías de acceso	2
1.2.4. Clima e hidrografía	2
1.3. Características económicas	3
1.4. Características socioculturales	4
1.4.1. Población	4
1.4.2. Educación	4
1.4.3. Servicios básicos existentes	4

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL DE SAN BENITO, PETÉN

2.1	Descripción del proyecto	7
2.2	Levantamiento topográfico	7
2.2.1.	Altimetría	7
2.2.2.	Planimetría	8
2.3	Diseño del sistema	8
2.3.1	Descripción del sistema a utilizar	8
2.3.2	Período de diseño	9
2.3.3	Población de diseño	10
2.3.4	Dotación	11
2.3.5	Factor de retorno	11
2.3.6	Factor de Harmond	11
2.3.7	Caudal sanitario	12
2.3.7.1	Caudal comercial	12
2.3.7.2	Caudal de infiltración	12
2.3.7.3	Caudal de conexiones ilícitas	13
2.3.7.4	Factor de caudal medio	14
2.3.7.5	Caudal de diseño	14
2.3.8	Selección del tipo de tubería	16
2.3.9	Diseño de secciones y pendientes	16
2.3.9.1	Velocidades máximas y mínimas	17
2.3.9.2	Cálculo de cotas invert	18
2.3.10	Pozos de visita	18
2.3.11	Conexiones comerciales	20
2.3.12	Principios hidráulicos	22
2.3.12.1	Relaciones hidráulicas	23
2.3.13	Cálculo Hidráulico	25
2.3.13.1	Ejemplo del diseño de un tramo	25

2.3.14 Desfogue	28
2.3.15 Presupuesto	29
2.3.16 Cronograma de ejecución	30
2.3.17 Evaluación de impacto ambiental	31
2.3.17.1. Definición	31
2.3.17.2. Fines y aspectos para estudios de impacto ambiental	31
2.3.17.3. Evaluación ambiental de proyectos	32
2.3.17.4. Consideraciones técnicas	32
2.3.17.5. Etapa de operación	33
2.3.17.6. Etapa de construcción	34
2.3.17.7. Seguimiento ambiental	34
2.3.18 Evaluación socioeconómica	34
2.3.18.1 Valor presente neto	34
2.3.18.2 Tasa interna de retorno	37

3. DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR BARRIO PEDREGAL, SAN BENITO, PETÉN.

3.1	Descripción del proyecto	39
3.2	Estudio hidrológico	39
3.2.1	Cálculo de caudales máximos para el diseño del puente	39
3.2.1.1	Método racional	39
3.2.1.2	Método sección-pendiente	41
3.3	Levantamiento topográfico	42
3.4	Evaluación del tipo de suelo	43
3.5	Geometría	45
3.6	Datos y bases de diseño	45
3.7	Diseño de la superestructura	45
3.7.1.	Predeterminación de la sección de la viga	46
3.7.2.	Diseño de losa	46
3.7.2.1.	Cálculo del peralte	46
3.7.2.2.	Integración de cargas	47
3.7.2.3.	Cálculo de momentos	47
3.7.2.3.1	Momento debido a la carga muerta	47
3.7.2.3.2	Momento debido a la sobrecarga	48
3.7.2.3.3	Momento debido al impacto	48
3.7.2.3.4	Momento último	49
3.7.2.4.	Cálculo del peralte efectivo	49
3.7.2.5.	Cálculo de refuerzo transversal cama inferior	49
3.7.3.	Refuerzo de acero	51
3.7.4.	Diseño de vigas	51
3.7.4.1.	Cálculo del momento por carga muerta	51
3.7.4.2.	Cálculo del momento por sobrecarga	52
3.7.4.3.	Cálculo del momento debido al impacto	55
3.7.4.4.	Cálculo del momento total	56

3.7.4.5. Cálculo del refuerzo.....	56
3.7.4.6. Diseño a corte	57
3.7.4.6.1. Carga muerta	57
3.7.4.6.2. Sobrecarga	58
3.7.4.6.3. Esfuerzos cortantes totales	58
3.7.4.6.4. Refuerzo	58
3.7.4.6.5. Cálculo del espaciamiento	60
3.7.5. Diseño de Diafragma	60
3.8 Diseño de la subestructura	62
3.8.1 Diseño de la cortina	63
3.8.1.1 Empuje de la tierra	64
3.8.1.2 Fuerza longitudinal	64
3.8.1.3 Fuerza del sismo	64
3.8.1.4 Grupos de cargas	64
3.8.1.5 Cálculo del refuerzo	65
3.8.1.6 Refuerzo por corte	66
3.8.2 Diseño de la viga de apoyo	67
3.8.3 Diseño del Estribo	71
3.8.3.1 Cálculo del momento de volteo	73
3.8.3.2 Cálculo del momento estabilizante	73
3.8.3.3 Revisión del muro sin superestructura	74
3.8.3.4 Revisión del muro con superestructura y carga viva ..	76
3.9 Presupuesto	78
3.10 Cronograma de ejecución	79
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	85
ANEXOS	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Pozo de visita	19
2. Sección del río	41
3. Diagrama de carga muerta.....	52
4. Diagrama de carga para obtener momentos máximos	53
5. Diagrama de cuerpo libre para carga viva	54
6. Diagrama de carga para obtener momentos máximos	55
7. Detalle de elevación de la viga principal	57
8. Diagrama de posición de carga que producen corte máximo	58
9. Refuerzo de diafragma	62
10. Geometría de la cortina y de la viga de apoyo	63
11. Esquema de armado de la viga de apoyo	68
12. Geometría y diagramas de presiones del estribo	72
13. Relación de triángulos para obtener la presión de la cota de cimentación	72

TABLAS

I	Valores permitidos del factor de caudal medio	15
II	Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro	22
III	Resumen del presupuesto de el diseño del sistema de evacuación de aguas negras del mercado municipal de San Benito, Petén	29
IV	Cronograma de ejecución de el diseño del sistema de evacuación de aguas negras del mercado municipal de san benito, Petén	30
V	Cálculo del momento estabilzante	74
VI	Resumen del presupuesto del puente vehicular del barrio Pedregal, San Benito, Petén.....	78
VII	Cronograma de ejecución del puente vehicular del barrio Pedregal, San Benito, Petén.....	79

LISTA DE SÍMBOLOS

@	A cada cierta distancia
AT	Área total
AASHTO	Asociación Oficial de Carreteras y Transp.
ACI	Instituto Americano del Concreto
As	Área de acero
b	Base
Cl_i	Cota invert inicial
Cl_f	Cota invert final
CIE	Cota invert entrada de tubería
CIS	Cota invert salida de tubería
d	Peralte
<i>d</i>	Tirante de agua dentro del tubo
D	Diámetro del tubo
E	Empuje
Et	Espesor de tubería
e	Excentricidad
EQ	Fuerza del sismo
FH	Factor Harmon
\bar{F}_c	Resistencia nominal del concreto
FH	Fuerza horizontal
FL	Fuerza longitudinal
FQM	Factor de caudal medio
Fy	Resistencia del acero
h	Altura
H – 15-44	Sobrecarga camión Standard

I	Impacto
L	Luz entre vigas
lit/com/día	Litros por comercio al día
l/ seg	Litros por segundo
Mcm	Momento por carga muerta
Mcv	Momento por carga viva
m/seg	Metros por segundo
MT	Momento total
Mu	Momento último
P	Presión
Po	Población inicial
Pf	Población futura
PO	Punto observado
PV	Pozo de visita
q	Caudal real a sección parcialmente llena
Q	Caudal a sección llena
Q_{com}	Caudal comercial
Q_{inf}	Caudal de infiltración
q_{dis}	Caudal de distribución
Q_{med}	Caudal medio
R	Radio hidráulico
S	Luz eficaz entre vigas
s	Pendiente
t	Espesor de la losa
Φ	Cuantía de acero
V	Velocidad de sección llena
v	Velocidad de diseño a sección parcialmente llena
V_{max}	Velocidad máxima
V_{rc}	Corte nominal del concreto

Vs

Valor soporte del suelo

Wc

Peso del concreto armado

GLOSARIO

- Acero de refuerzo** Cantidad de acero requerido para un esfuerzo determinado.
- Alcantarillado Sanitario** Sistema que se utiliza para conducir únicamente aguas negras o servidas.
- Altimetría** Procedimiento utilizado para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos distintos de terreno o construcción.
- Caudal de aguas negras** Cantidad de aguas negras producto del uso humano, por unidad de tiempo.
- Caudal de Infiltración** Cantidad de volumen de agua subterránea que se infiltra dentro del sistema de drenajes debido al nivel de la capa freática.

Cota invert	La parte mas baja de un pozo de visita, en donde entran una o varias tuberías y sólo una de ellas es de seguimiento.
Deslizamiento	Fuerza que tiende a moverse horizontalmente el muro.
Diafragmas	Viga colocada entre vigas principales
Dotación	Cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades y que se expresa en litros por habitante por día.
Empuje	Fuerza ejercida por el suelo sobre la estructura.
Estribo	Muro que soporta la superestructura y transmite su peso al suelo.
Factor de retorno	Factor que indica la relación que existe entre la cantidad de agua que consume al día y la dotación destinada para cada persona, puede variar este factor en función del clima de la región en estudio.

Fosa séptica	Unidad destinada para el tratamiento primario de las aguas residuales; consiste en una o dos cámaras convenientemente construidas para detener las aguas servidas, por un período establecido.
Impacto	Carga provocada por el impacto del camión estandarizado sobre la superestructura.
Período de diseño	Tiempo durante el cual un sistema, dará un servicio satisfactorio a la población.
Pozo de absorción	Unidades para la filtración o absorción de agua; tienen la función de que el afluente líquido de las otras unidades sea absorbido por el suelo subterráneamente.
Pozo de visita	Una estructura que forma parte de un alcantarillado y tiene por objeto dar inspección, limpieza y ventilación al sistema.
Puente	Estructura que permite el tráfico de un punto a otro, a través de cualquier interrupción.

Relaciones hidráulicas	Relación que existe entre cada uno de los parámetros de diseño a sección llena y los parámetros de diseño a sección parcialmente llena, las cuales deben cumplir con ciertas condiciones para que las tuberías no trabajen a sección llena.
Sobrecarga	Carga adicional a la aplicada, que se toma como factor de seguridad.
Subestructura	Conjunto de elementos que fueron diseñados para soportar la superestructura de un puente y transmitir las cargas al suelo.
Superestructura	Conjunto de elementos diseñados para soportar las cargas del tráfico transmitirlas a la subestructura.
Volteo	Momento de la fuerza horizontal que tiende a voltear el estribo respecto al borde exterior.

RESUMEN

La necesidad de los habitantes de recibir los servicios básicos en el municipio de San Benito, Petén se hacen necesarios desde el momento de presentarse el deseo de superación por parte de la población, por lo que se realizó un estudio dirigido a el saneamiento, como el diseño del sistema de evacuación de aguas negras del mercado municipal y el diseño del puente vehicular barrio Pedregal del municipio de San Benito, Petén.

El presente trabajo de graduación, es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), desarrollado en San Benito, Peten. El cual se compone de los siguientes capítulos:

En el capítulo 1 se presenta un informe amplio sobre las características del área de estudio.

Dicha información permitió conocer las necesidades básicas del municipio con el objetivo de presentar posibles soluciones, así como también los aspectos socioeconómicos y culturales del lugar, lo cual permitió tomar las decisiones de optar por desarrollar dos proyectos, los cuales beneficiarán en forma significativa al municipio.

En el capítulo 2 y 3 se presenta el diseño del sistema de evacuación de aguas negras del mercado municipal de San Benito, y del puente vehicular para el barrio Pedregal del municipio de San Benito, Petén, conteniendo en cada caso la memoria de cálculo, así como también la metodología utilizada. Se presenta al final los cálculos y los planos.

OBJETIVOS

- **General**

Desarrollar el diseño del sistema de evacuación de aguas negras del mercado municipal y el diseño del puente vehicular barrio Pedregal del municipio de San Benito, Petén, solucionando técnicamente la prioridad como proyecto de infraestructura.

- **Específicos**

1. Aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería, desde el punto de vista teórico-práctico, para el beneficio de la población y del estudiante.
2. Llevar el desarrollo a las diferentes comunidades beneficiadas, por medio del diseño y construcción de infraestructura, que conlleva beneficio y salud a los pobladores.
3. Evitar la propagación de epidemias producidas por mala conducción de las aguas residuales.
4. Impulsar el desarrollo sociocultural y económico del municipio con este tipo de proyectos.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico, social y cultural de las comunidades, se ve afectada por uno de los derechos primordiales del ser humano, como la salud, la cual es quebrantada por enfermedades de diferente índole, entre las que se pueden mencionar las gastrointestinales y las infectocontagiosas, que son provocadas por la contaminación de de aguas subterráneas y superficiales por la mala disposición de aguas residuales, que provocan problemas serios y en algunos casos hasta la muerte. Teniendo el control del medio por el cual ocurre el contagio de estas enfermedades, como el alcantarillado sanitario, ven asegurada su salud y por ende, se promueve el desarrollo económico social y cultural de los pobladores.

Según estudio de necesidades y problemáticas, en coordinación con la Oficina Municipal de Planificación (O.M.P), del municipio de San Benito, departamento de Petén, se tomó como prioridad en proyectos de infraestructura: construcción de puente vehicular barrio Pedregal y diseño de sistema de evacuación de aguas negras del mercado municipal San Benito, Petén.

Es importante mencionar que se priorizaron estos proyectos debido a que éstos satisfacen las necesidades básicas que demanda la población del municipio, ya que la salubridad y las vías de comunicación son aspectos importantes para el desarrollo de las comunidades.

1 CARACTERÍSTICAS SOBRE LAS NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS BÁSICOS DEL MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN.

1.1 Antecedentes históricos

San Benito, Petén, se fundó el 3 de abril de 1805, pero por motivos económicos fue agregado como cantón al Municipio de Ciudad Flores, representado por un regidor de esa comuna, hasta el 26 de enero de 1873, fecha en que estableció definitivamente como municipio. Territorialmente es el municipio más pequeño. Dista a un kilómetro de la cabecera Departamental.

Se cree que los primeros habitantes descendían de los esclavos procedentes de Belice, quienes trajeron la imagen de San Benito de Palermo, proclamándolo patrono del lugar.

1.2 Características geográficas

1.2.1 Localización y extensión territorial

El Municipio de San Benito pertenece al departamento de Petén se encuentra a una distancia de 503 kilómetros de la ciudad de Guatemala.

Además, cuenta con una extensión territorial de 112 kilómetros cuadrados.

1.2.2 Ubicación geográfica y colindancias

El municipio de San Benito, Petén es el más inmediato a la cabecera Departamental, a tan solo medio kilómetro. Al norte: con el municipio de San Andrés, al Este con Flores y Santa Ana, al Sur con San Francisco, y al Oeste con el municipio de La Libertad.

El espacio geográfico se encuentra en las coordenadas 89°53`51" a 89°54`28" longitud oeste y 16°55`26" a 16°54`31" latitud norte, esta situada con una altitud de 174 msnm.

Se comunica con la ciudad capital por la ruta del Atlántico (CA-9) y la carretera de la ruidosa a Flores (CA13).

1.2.3 Vías de acceso

A la cabecera municipal de San Benito se puede acceder por vía terrestre y lacustre. Diariamente salen embarcaciones desde las playas de San Benito con destino a lugares turísticos en el lago Petén Itzá.

1.2.4 Clima e hidrografía

El clima guarda características netamente tropicales, cuya principal variable es la definición de la estación seca.

Su cabecera municipal esta situada en la margen Suroeste de la cuenca del Lago Petén Itzá, adornada de árboles frutales.

1.3 Características económicas

Es un Municipio eminentemente comercial, existe gran cantidad de abarroterías, tiendas, farmacias, barberías, zapaterías, librerías, ferreterías, 4 gasolineras, comedores, servicio de taxis, talleres mecánicos y de aparatos eléctricos, foto estudios, refresquerías, restaurantes, renta de autos, venta de armas, 1 laboratorio clínico, aceiteras, orfebrerías, sastrerías, bufetes profesionales, imprentas, venta de aparatos eléctricos, fábricas de jugos / agua purificada, empresa exportadora Follajes del Trópico, distribuidora de Cerveza Gallo, distribuidora de la Pepsi, funerarias, bodega de productos Diana, Además carnicerías. Asimismo cuenta con líneas de transporte urbano que recorren toda el área central. También cuenta con servicio de lanchas que comunican a los municipios de San Andrés, San José y Flores, también algunos puntos turísticos del lago como El Remate y Petencito.

En lo que a tenencia de la tierra se refiere en el municipio de San Benito existen tierras nacionales y municipales, las primeras en su mayoría han sido adjudicadas por el Estado a través del proyecto de regularización denominado Tayasal y las segundas son tierras adjudicadas por el FYDEP a la municipalidad, las cuales conforman un ejido de 250 caballerías.

Actualmente, el uso agrícola dentro del ejido municipal esta regulado por un contrato de arrendamiento extendido por la misma municipalidad a través de la sección de Ambiente y Recursos Naturales.

1.4 Características socioculturales

1.4.1 Población

La población, según el último censo, es de aproximadamente 25,974 habitantes distribuidos en la cabecera municipal y aldeas La Cobanerita, San Antonio y Belén.

1.4.2 Educación

Existen los servicios de educación, se prestan actualmente a través de centros educativos oficiales y privados. La educación en el municipio de San Benito, es bastante satisfactoria ya que cuenta con muchas escuelas, en donde se hace notar la falta de infraestructura y mobiliario y equipo para realizar las labores de enseñanza.

Las actividades de la Comisión Nacional de Alfabetización CONALFA han unido esfuerzos para contrarrestar el analfabetismo observándose menos personas analfabetas que en otros municipios del Petén.

1.4.3 Servicios básicos existentes

San Benito es un municipio en el que se observa que ha alcanzado un grado de desarrollo que mejorando la calidad de sus habitantes, cuenta con los siguientes servicios:

- Agua potable: tanto la cabecera municipal como su aldea y sus dos caseríos cuentan con su red de distribución de agua captada de pozos y almacenada para su distribución. Es de hacer notar cierta

actividad para mejorar el abastecimiento. Sin embargo, la mayoría de los programas no cuentan ni con instalaciones de potabilización (filtración y cloración), ni con sistemas de control de calidad.

- Salud: con respecto al acceso a servicios médicos el municipio cuenta con el Hospital Regional Prospero Penados del Barrio, el cual es un establecimiento de segundo nivel de atención, que desarrolla además de acciones de recuperación, acciones de promoción, prevención y rehabilitación de la salud, brinda atención médica especializada a la población.
- Energía Eléctrica: servicio prestado por DEORSA, regular las 24 horas.
- Policía Nacional Civil: existe una comisaría y una subestación.
- Teléfono: servicio prestado por TELGUA.
- Otros servicios de comunicación: disponibilidad de Fax e Internet.
- Recreativos: cuenta con un estadio de fútbol, canchas de baloncesto, conciertos dominicales de marimba al aire libre.
- Religiosos: iglesia Católica y Templos Evangélicos.
- Institucionales: en el municipio ejercen una serie de instituciones gubernamentales con sede en el municipio de San Benito tales como: Ministerio de Educación, Ministerio de Salud Pública, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Juzgado de Paz, subdelegación del Tribunal Supremo Electoral, IDEA, UTJ-PROTIERRA, otras instituciones no gubernamentales, Pro-Petén.

2 DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL DE SAN BENITO, PETÉN

2.1 Descripción del proyecto

Este proyecto consiste en el diseño del sistema de evacuación de aguas negras del mercado municipal del municipio de San Benito, Petén. Dicha necesidad se identificó investigando la problemática que viven los usuarios a raíz de la falta de este elemental servicio. La red a diseñar presenta una longitud de 1,193 metros, para los cuales se diseñaron 13 cajas iniciales y 19 pozos de visita, los cuales se construirán de acuerdo a las especificaciones del reglamento de construcción del municipio, tales como las alturas mínimas, cotas invert, etc. La tubería a utilizar será PVC N 3034 y tendrá un diámetro de 4,6 y 8 pulgadas. Las pendientes de la tubería se tomaron de acuerdo a las pendientes del terreno, evitando rebasar las velocidades y caudales permitidos. El desfogue se realizará en la red de drenaje existente, la cual desemboca a la planta de tratamiento municipal.

2.2 Levantamiento topográfico

2.2.1 Altimetría

Es la medición de las alturas de una superficie de la tierra, con el fin de representarlas gráficamente, para que junto con la planimetría, se defina la superficie en estudio, representada en tres dimensiones. Técnicamente se recomienda el nivel, por ser fabricado para tal fin, pero las medidas tomadas por el teodolito son correctas si se efectúa un buen levantamiento topográfico.

El levantamiento altimétrico debe ser preciso, y la nivelación debe ser realizada sobre el eje de las calles. Se toman elevaciones en las siguientes circunstancias:

1. En todos los cruces de las calles.
2. De todos los puntos en haya cambio de dirección.
3. De todos los puntos en que haya cambios de pendiente del terreno
4. A distancias no mayores de 20 metros
5. De las alturas máximas y mínimas del cuerpo receptor en el que se proyecta efectuar la descarga.

2.2.2 Planimetría

El levantamiento planimétrico, en el caso del diseño de drenajes, sirve para localizar la red dentro de las calles, indicar los pozos de visita y en general, para ubicar todos aquellos puntos de importancia.

2.3 Diseño del sistema

Para el diseño de sistemas de alcantarillado se deben conocer sus partes las que a continuación se presentan, las cuales servirán de ayuda para realizar un trabajo de acuerdo a las necesidades y condiciones que se presenten.

2.3.1 Descripción del sistema a utilizar

Se tienen tres tipos de sistemas de alcantarillado, cuya elección dependerá de los estudios que se realicen y las condiciones que se presenten, tanto económicas, como físicas y funcionales.

- **Sistema de alcantarillado sanitario**

Es el que conduce aguas negras únicamente. En el proyecto en estudio, es este tipo de alcantarillado el que se diseñará tomando en cuenta las necesidades y aspectos socioeconómicos de los beneficiarios, la necesidad primordial a sanar, como es el caso de la contaminación del ambiente, por la mala disposición de aguas negras.

- **Sistema de alcantarillado separativo**

Se diseñan dos redes independientes, una para que transporte las aguas negras y la otra, las aguas provenientes de las lluvias. Es importante que las casas y edificios cuenten con tuberías separadas y así se recolecten las aguas de la forma en que se espera funcione este sistema.

- **Sistema de alcantarillado combinado**

Se diseña para que transporte las aguas negras y las aguas provenientes de lluvia.

2.3.2 Período de diseño

Se tomará como tal el tiempo en el cual la obra funcionara satisfactoriamente, por lo tanto hay que tener en cuenta:

- Vida útil de las estructuras, tomando en cuenta: antigüedad, desgaste y daño en el sistema.
- Crecimiento poblacional.
- Desarrollo de la obra en sus primeros años.

Para el período de diseño del proyecto se tomaron en cuenta 31 años teniendo en cuenta un año para la aprobación de su ejecución y quedaran 30 años libres de período.

Recomendaciones:

Colector principal	30 - 40 años
Planta de tratamiento	20 - 30 años
Línea de descarga	10 -15 años
Equipo electro-mecánico	8 - 10 años

Se adoptó este período de tiempo, tomando en cuenta los recursos económicos con los que cuentan en el municipio, la vida útil de los materiales, las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

2.3.3 Población de diseño

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

El sistema de alcantarillado debe adecuarse a un funcionamiento eficiente durante un período determinado. En este caso se adoptó un período de diseño de 31 años. Para encontrar la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio en el período establecido, se utilizó el método de incremento geométrico.

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

P = Población buscada
Po = Población del último censo
r = Tasa de crecimiento
n = Período de diseño

2.3.4 Dotación

Como se trata de un lugar urbano, la municipalidad de San Benito tiene establecida una dotación de 120 lts/hab/día, por lo que esta dotación se adoptará para el diseño de este sistema.

2.3.5 Factor de Retorno

Se determina mediante la consideración que, del 100% de agua potable que ingresa a un domicilio, entre el 20% y el 30% se utilizan en actividades en las cuales se consume, se evapora o se desvía a otros puntos, distinta del 70% al 80% restante, que después de ser utilizada por las personas es desfogada al sistema de alcantarillado. Por ello, a este porcentaje que retorna se le denomina Factor de Retorno.

2.3.6 Factor de Harmond

Es el valor estadístico, que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio. Está dado de la siguiente manera:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde: P = Población futura acumulada en miles

2.3.7 Caudal Sanitario

Esta compuesto por la integración de los diferentes caudales que integran el sistema de evacuación de aguas negras del mercado municipal. Estos caudales son los siguientes:

2.3.7.1 Caudal Comercial

Es el agua desechada por las edificaciones comerciales como: comedores, restaurantes, hoteles, etc., por lo general la dotación comercial varía según el establecimiento a considerar, pero puede estimarse entre 600 y 3,000 lts/comercio/día.

$$Q_{\text{Com.}} = \frac{\text{No.Comercio} * \text{Dot.}}{86400}$$

Q_{com} = Caudal Comercial

2.3.7.2 Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de las profundidades del nivel freático del agua, y de la tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción. Puede calcularse de dos formas: en litros diarios por hectárea o litros diarios por kilómetro de tubería, se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias, asumiendo un valor de 6.00 m por cada casa; la dotación de infiltración varía entre 12000 u 18000 litros/km/día.

$$Q_{inf.} = \frac{Dot. * (mts.tubo + No.Casas * 6metros) * \frac{1}{1000}}{86,400}$$

Donde:

$Q_{inf.}$ = Caudal de infiltración

Dot. = Dotación (lts/kilómetro/día)

No. Casas = Número de casas

En este caso el caudal de infiltración se considera cero, ya que en el sistema de alcantarillado para el mercado municipal de San Benito se utilizara tubería PVC Norma ASTM – 3034.

2.3.7.3 Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Se estima un porcentaje de viviendas que pueden realizar conexiones ilícitas que varía de 0.5 a 2.5%.

Para el municipio de San Benito, no fue posible encontrar información para determinar un porcentaje de lluvia, por ello que se tomo en consideración el caudal propuesto por la Asociación colombiana de Ingeniería Sanitaria, el cual, para este efecto, propone una dotación que tributa al sistema de 50 lts/hab/dia.

$$Q_{CI} = \frac{(Dot * No.Hab)}{86400}$$

2.3.7.4 Factor de caudal medio

Una vez obtenido el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio (Q_{medio}) del área a drenar, que al ser distribuido entre el número de habitantes se obtiene un factor de caudal medio (f_{qm}), el cual varía entre el rango de 0.002 a 0.005. Si el cálculo del factor se encuentra entre esos dos límites, se utiliza el calculado; en cambio si es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano, según sea el caso.

$$Q_{medio} = Q_{Dom} + Q_{Com} + Q_{Ind} + Q_{Inf} + Q_{C.I.}$$

$$f_{qm} = \frac{Q_{medio}}{\#habit.}$$

$$0.002 < f_{qm} < 0.005$$

En el caso del mercado municipal de San Benito, no se tomó en cuenta el caudal doméstico, caudal industrial y el caudal de infiltración, ya que al sistema es únicamente comercial y la tubería a utilizar en su totalidad será PVC.

2.3.7.5 Caudal de diseño

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde aquella fluya, primero se tendrán que integrar los valores que se describen en la fórmula siguiente:

$$Q_{dis} = No.Hab. * F.H. * FQM$$

Donde:

No. Hab. = Número de habitantes futuros acumulados

FH = Factor de Hardmon
FQM = Factor de caudal medio

El valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$FQM = \frac{Q_{med}}{86,400}$$

Donde:

Q_{med} = Caudal medio
FQM = Factor de caudal medio

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio, las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario han establecido valores de este factor con base en la experiencia. Tales valores se presentan en la tabla I.

Tabla I. Valores permitidos de factor de caudal medio

FQM	INSTITUCIÓN
0.0046	INFOM
0.0030	Municipalidad de Guatemala
0.002 – 0.005	DGOP

2.3.8 Selección del tipo de tubería

La tubería a utilizar en este proyecto es seleccionada bajo las condiciones con que se pretende construir el sistema de alcantarillado, para lo cual influyen distintos aspectos tales como: eficiencia, economía, durabilidad, facilidad de manejo y colocación.

En este caso, la municipalidad de San Benito, Petén propuso utilizar tubería PVC norma 3034, la cual presenta facilidad de instalación y optimización de tiempo.

2.3.9 Diseño de secciones y pendientes

Se usaran en el diseño secciones circulares de PVC funcionando como canales abiertos.

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la fórmula de Manning, trasformada al sistema métrico para secciones circulares así.

$$V = \frac{1}{N} * R^{1/2}$$

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) * \left(D * \frac{0.0254}{4}\right)^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) * \left(D * \frac{0.0254}{4}\right)^{2/3} * S^{1/2} \quad (\text{sistema métrico})$$

En donde:

V = velocidad del flujo a sección llena (m/seg)

R = radio hidráulico igual a la sección del tubo entre el perímetro mojado

D = diámetro de la sección circular (metros)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

(n)= coeficiente de rugosidad de Manning 0.011 para tubos PVC

Q = Caudal

A = Área

V = Velocidad.

El tubo de la conexión domiciliar deberá ser de menor diámetro que el del tubo de la red principal, con el objeto de que sirva de obstrucción de algún objeto que pueda obstruir el colector principal.

En las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo será de 4", con una pendiente mínima de 2% y una máxima de 6% para formar un ángulo horizontal con respecto a la línea central de aproximadamente 45 grados, en el sentido de la corriente del mismo.

2.3.9.1 Velocidad máximas y mínimas de diseño

Los proyectos de alcantarillado de aguas negras deben diseñarse de modo que la velocidad mínima de flujo, trabajando a cualquier sección, sea 0.40 mts/seg. No siempre es posible mantener esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven a sólo unas cuantas casas y producen flujos bastante bajos; en tales casos, se proporcionará una pendiente que dé la velocidad mínima de 0.40 mts/seg., a la descarga máxima estimada.

Las velocidades mínimas fijadas no permiten la decantación de los sólidos pero también, las velocidades altas producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión hacen un efecto abrasivo a la tubería, por tal razón se recomienda que la velocidad máxima de el diseño sea de 4.00 mts/seg en tubería de P.V.C.

2.3.9.2 Cálculo de cotas invert

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

h_{min} = Altura mínima, que depende del tráfico que circule por las calles

Cl_i = Cota invert inicial

Cl_f = Cota invert final

CT_i = Cota del terreno inicial

CT_f = Cota del terreno final

CIS = Cota invert de la tubería de salida

CIE = Cota invert de la tubería de entrada

D = Distancia horizontal

S = Pendiente del terreno o tubería

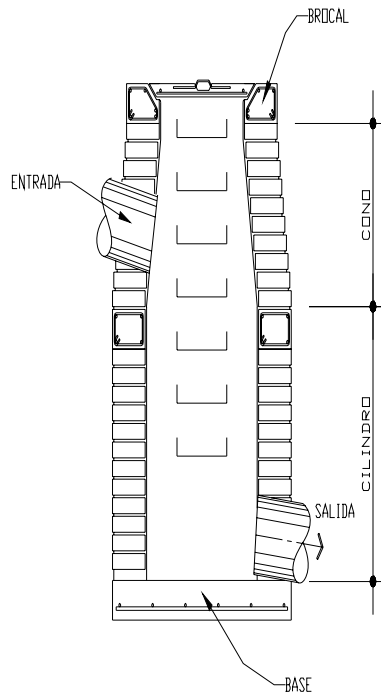
Et = Espesor de la tubería

2.3.10 Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleadas como medio de inspección y limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- a) En toda intercepción de colectores.
- b) Al comienzo de todo colector
- c) En todo cambio de sección o diámetro.
- d) En todo cambio de dirección o de pendiente
- e) En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 a 120 metros.
- f) En las curvas de colectores visitables, a no más de 30 metros.

Figura 1. Partes de un pozo de visita



- **Especificaciones físicas**

Al diseñar el sistema de alcantarillado sanitario se deben considerar aspectos referentes a las cotas invert de entrada y salida de las tuberías en los

pozos de visita, así como una serie de especificaciones que deben tomarse en consideración para que el sistema funcione adecuadamente.

2.3.11 Conexiones comerciales

Una conexión comercial es un tubo que lleva las aguas servidas desde un comercio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe. Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, se acostumbra establecer y dejar prevista una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe comercial. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. En colectores pequeños es más conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos que la que se conseguiría con una conexión en T.

Sin embargo, la conexión en T es más fácil de instalar en condiciones difíciles. Una conexión en T bien instalada es preferible a una conexión en Y mal establecida. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior para impedir que las aguas negras retornen por la conexión comercial cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad.

La conexión comercial se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de cemento colocados en forma vertical (candelas), en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir, con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector debe tener un diámetro no menor a 0.15 m (6") y debe colocarse con una pendiente del 2% como mínimo.

a. Candela domiciliar

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 centímetros. Si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas. Debe estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

b. Conexión Domiciliar

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima del 2%, a efecto de evacuar adecuadamente el agua. La conexión con la alcantarilla central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados aguas abajo.

Al realizar el diseño del alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a la alcantarilla central, a fin de no profundizar demasiado la conexión domiciliar, aunque en algunos casos esto resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerar otras formas de realizar dicha conexión.

La utilización de sistemas que permitan un mejor funcionamiento del alcantarillado se empleará en situaciones en las cuales el diseñador lo considere conveniente, derivado de las características del sistema que se diseñe y de las condiciones físicas donde se construirá. Algunos de estos

sistemas son: tubería de ventilación, tanques de lavado, sifones invertidos, disipadores de energía, pozos de luz, derivadores de caudal, etc.

Tabla II. Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro

Prof. de Zanja (cm.)	De 0.00 a 1.30	De 1.31 a 1.85	De 1.86 a 2.35	De 2.36 a 2.85	De 2.86 a 3.35	De 3.36 a 3.85	De 3.86 a 4.35	De 4.38 a 4.85	De 4.86 a 5.35	De 5.36 a 5.85	De 5.86 a 6.35
6"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
8"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
10"		70	70	70	70	70	75	75	75	80	80
12"		75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
15"		90	90	90	90	90	110	90	90	90	90
18"		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
21"		110	110	110	110	110	135	110	110	110	110
24"		135	135	135	135	135	155	135	135	135	135
30"		155	155	155	155	155	175	155	155	155	155
36"			175	175	175	175	180	175	175	175	175
42"				190	190	190	210	180	180	190	190
48"				210	210	210	245	210	210	210	210
60"				245	245	245	280	245	245	245	245

2.3.12 Principios hidráulicos

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

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

En el caso de los sistemas de alcantarillado se emplean canales cerrados circulares, en donde la superficie del agua está sometida a la presión atmosférica y, eventualmente, a presiones producidas por los gases que se forman en el canal.

2.3.12.1 Relaciones hidráulicas

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

Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena por medio de las ecuaciones ya establecidas. Se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q) y el caudal de diseño entre caudal de sección llena. El resultado obtenido se busca en la gráfica en el eje de las abscisas. Desde allí se levanta una vertical hasta la curva de relaciones de caudales. El valor de la relación (d/D) se obtiene en la intersección de la curva con la vertical, leyendo sobre el eje de las ordenadas. La profundidad del flujo (tirante) se obtiene multiplicando el valor por el diámetro de la tubería.

Para el valor de la relación (v/V), velocidad parcial entre velocidad a sección llena, se ubica el punto de intersección entre la vertical y la curva de relación de caudales que se estableció anteriormente; se traza una horizontal

hasta llegar a interceptar la gráfica de velocidades; en este nuevo punto se traza una vertical hacía el eje de las abcisas y se toma la lectura de la relación de velocidades, la cual se multiplica por la velocidad a sección llena y se obtiene la velocidad a sección parcial. De igual manera se calculan las otras características de la sección.

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación (q/Q). El valor se busca en las tablas. Si no está el valor exacto, se busca uno que sea aproximado. En la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V) y de la misma forma se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad a sección llena y se obtiene así la velocidad a sección parcial. En la tabla II se muestran las relaciones hidráulicas para una alcantarilla de sección circular.

Se deben considerar las siguientes especificaciones hidráulicas:

- Que $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{lleno}}$
- La velocidad debe estar comprendida entre:
 $0.4 \leq v \leq 5$ (m/seg)
 $0.40 \leq v$ Para que existan fuerzas de atracción y arrastre de los sólidos.
 $v \leq 5$ Para evitar deterioro de la tubería debido a la fricción producida por velocidad y la superficie de la tubería.
- El tirante debe estar entre:
 $0.10 \leq d/D \leq 0.75$
Con los anteriores parámetros se evita que la tubería trabaje a presión.

2.3.13 Cálculo Hidráulico

Para el diseño de sistemas de alcantarillado se debe considerar un aspecto importante, como lo es la pendiente del terreno, ya que de esta depende la pendiente que adoptará la tubería; así mismo, las cotas invert de entrada y salida, lo cual es básicamente lo que determina la profundidad de la localización de la tubería y la profundidad de los pozos de visita. Los detalles se presentan en el diseño mostrado en la hoja de cálculo que se presenta en los Anexos y se ejemplifican en el diseño de un tramo a continuación.

2.3.13.1 Ejemplo del diseño de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV 1 y PV 2; los datos necesarios para calcularlo son los siguientes:

- **Características**

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Tramo	De P.V. 1 a P.V. 2
Distancia	87.12 m
- **Cotas del terreno**

Inicial	98.60
Final	98.36
- **Pendiente del terreno**
$$P = \frac{(CT_{inicial} - CT_{final})}{Dis\ tan\ cia} * 100$$
$$P = \frac{(98.60 - 98.36)}{87.12} * 100$$
$$P = 0.28\%$$
- **Caudal medio**
$$Q_{med} = Q_{com} + Q_{inf}$$

$$Q_{com} = \frac{No.Com * Dot}{86,400}$$

$$Q_{com} = \frac{28 * 1300}{86,400}$$

$$Q_{com} = 0.42lt / s$$

$$Q_{inf} = 0.00lt / s$$

$$Q_{med} = 0.42lt / s + 0.00lt / s$$

$$Q_{med} = 0.42lt / s$$

- **Factor de caudal medio** $FQM = \frac{Q_{med}}{No.Habitantes}$

$$FQM = \frac{0.42}{84}$$

$$FQM = 0.005$$

- **Factor de Harmond** $FH = \frac{(18 + P^{1/2})}{(4 + P^{1/2})}$

$$FH = \frac{(18 + 0.084^{1/2})}{(4 + 0.084^{1/2})}$$

$$FH = 4.26$$

- **Caudal de diseño** $q_{dis} = (No.Hab. * FQM * F.H.)$

$$q_{dis} = (84 * 0.005 * 4.26)$$

$$q_{dis} = 1.79lt / s$$

- **Diámetro de tubería** 6"

- **Pendiente de tubería** 1%

- Velocidad a sección llena** $V = \frac{0.03429(D^{2/3})(S^{1/2})}{n}$

$$V = \frac{0.03429(6^{2/3})(0.01^{1/2})}{0.010}$$

$$V = 1.13m/s$$
- Caudal a sección llena** $Q_{sec.llena} = (A * V)$

$$Q_{sec.llena} = \left[\left(\frac{\pi}{4} \right) (6 * 0.0254)^2 (1) (1000lt / m^3) \right]$$

$$Q_{sec.llena} = 20.54lt/s$$
- Relación de caudales** $\frac{q_{dis}}{Q_{sec.llena}} = \frac{1.79lt/s}{20.54lt/s}$

$$\frac{q_{dis}}{Q_{sec.llena}} = 0.0871lt/s$$
- Relación de velocidad** $\frac{v}{V} = 0.6150$
- Relación de tirantes** $\frac{d}{D} = 0.20$
- Velocidad a sección parcial** $V = V_{sec.llena} * \left(\frac{v}{V} \right)$

$$V = 1.13 * 0.6150$$

$$V = 0.69m/s$$

- **Chequeo**

Caudal	$1.79 < 20.54$	q_{dis} sí cumple
Velocidad	$0.40 < 0.69 < 5.00$	v sí cumple
Tirante	$0.10 < 0.20 < 0.75$	d sí cumple

Nota: Se utilizó una pendiente de tubería de 1% debido a la topografía de el terreno y el punto de descarga previsto.

2.3.14 Desfogue

El desfogue del sistema de evacuación de aguas negras del mercado municipal se realizara a un pozo de visita existente, por medio del cual se conecta a el colector municipal, el cual conduce las aguas residuales municipales hacia la planta de tratamiento municipal.

2.3.15 Presupuesto

Tabla IV. Resumen del presupuesto del diseño de evacuación de aguas negras del mercado municipal, San Benito, Petén.

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL SAN BENITO, PETÉN.

REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL(Q)	TOTAL (\$)
1 TRABAJOS PRELIMINARES					
RÓTULO DE IDENTIFICACIÓN	1.00	GLOBAL	Q4,040.82	Q4,040.82	\$531.69
BODEGA	40.00	m ²	Q316.86	Q9,505.94	\$1,250.78
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	1193.00	ml	Q1.20	Q1,431.60	\$188.37
TRAZO	1193.00	ml	Q2.98	Q3,550.58	\$467.18
2 EXCAVACIÓN					
CORTE DE TERRENO	968.62	m ³	Q66.33	Q64,247.66	\$8,453.64
3 COLECTOR					
DRENAJE	1193.00	ml	Q197.76	Q235,926.32	\$31,042.94
4 POZOS DE VISITA					
POZOS	19.00	UNIDAD	Q6,987.39	Q132,760.40	\$17,468.47
5 CONEXIONES DOMICILIARES					
COMERCIO	263.00	UNIDAD	Q1,335.01	Q351,108.14	\$46,198.44
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q802,571.46	\$105,601.51

Nota: Se aplicó una tasa de cambio de Q7.60 por \$1.00 EE.UU.

2.3.17 Evaluación de impacto ambiental

2.3.17.1 Definición

Un estudio de evaluación de impacto ambiental es un documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutara para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

2.3.17.2 Fines y aspectos cubiertos por estudios de impacto ambiental.

1. Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
2. Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
3. Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
4. Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
5. Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

2.3.17.3 Evaluación ambiental de proyectos

La Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, dictada en 1994, establece exigencias ambientales para los proyectos de inversión y determina cuáles de ellos deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Esta decisión es responsabilidad final de la Comisión Regional o Nacional del Medio Ambiente, según corresponda, así como también la administración del sistema y la coordinación de los organismos del Estado involucrados para los efectos de obtener los permisos o pronunciamientos requeridos.

2.3.17.4 Consideraciones técnicas

Desde un punto de vista global, las componentes unitarias de cualquier sistema de tratamiento que potencialmente pudieran provocar en mayor medida la generación de algún tipo de impacto sobre el medio ambiente, corresponden a una de las siguientes:

- Tratamiento Preliminar
- Tratamiento Primario y/o Secundario
- Desinfección final
- Tratamiento y Disposición final de Lodos

El dimensionamiento de las alternativas deberá considerar las medidas de mitigación que permitan eliminar o reducir el impacto que generen dichas componentes unitarias en el medio ambiente. Adicionalmente, se deberán contemplar todas aquellas consideraciones de tipo técnico que permitan prevenir riesgos y sus consecuentes impactos negativos tanto en el entorno

como el sistema de tratamiento propiamente tal, cualquiera que sean las alternativas analizadas. Así por ejemplo, se deben considerar los aspectos técnicos que permitan prevenir riesgos de inundación, riesgos de desperfectos de la planta, etc.

2.3.17.5 Etapa de operación

Los potenciales impactos que pudieran afectar el área de influencia directa del proyecto (el área de influencia indirecta no presentaría impactos negativos al medio ambiente con el proyecto en operación), son los siguientes:

- Cuerpo receptor
- Calidad de las aguas
- Usos
- Calidad del aire
- Creación de problemas sanitarios
- Olores
- Aerosoles
- Moscas y vectores
- Generación de subproductos y residuos
- Ruidos

Se debe destacar que los potenciales impactos arriba detallados generan consecuencias en la población circundante en la medida que la planta no sea bien operada.

2.3.17.6 Etapa de construcción

El impacto ambiental generado por la construcción del sistema de tratamiento como por ejemplo generación de polvo, aumento de la congestión

vehicular, ruidos, etc., es en algún sentido inevitable. En general, el análisis de las alternativas deberá considerar las medidas de mitigación que minimicen la alteración de las condiciones medioambientales en la zona de ubicación de la obra y sectores aledaños.

2.3.17.7 Seguimiento ambiental.

Es de suma importancia seguir con las condiciones propuestas por el estudio de impacto ambiental, ya que al darle continuidad obtendremos mejor resultados día con día, así como también evitaríamos situaciones que nos podrían provocar problemas en futuros cercanos. Es por ello que el seguimiento de este estudio es de vital importancia en proyectos de tratamientos de aguas negras.

2.3.18 Evaluación socioeconómica

2.3.18.1 Valor presente neto (VPN)

Este es una alternativa para toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de ante mano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en un futuro perdidas.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

$$\text{VPN} < 0 ; \quad \text{VPN} = 0 ; \quad \text{VPN} > 0$$

Cuando el $VPN < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está alertando que el proyecto no es rentable. Cuando el $VPN = 0$ nos está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $VPN > 0$, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad.

Las fórmulas del VPN son:

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

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

P = Valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente.

F = Valor de pago único al final del período de la operación, o valor de pago futuro.

A = Valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso o egreso.

i = Tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de utilidad por la inversión a una solución.

n = Período de tiempo que pretende durar la operación.

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto = Q 802,571.47

Costo total del mantenimiento = Q 14,500.00

Como es un proyecto de tipo social, la municipalidad absorberá el 50% del costo total y la comunidad pagara el otro 50% en un periodo de 5 años por derecho de conexiones domiciliarias. Pagando Q 800.00 anuales más una cuota de mantenimiento de Q 240.00/anual por comercio.

Datos:

$$A_1 = 80,257.15$$

$$A_2 = 14,500.00$$

$$n = 5 \text{ años}$$

$$i = 10\%$$

$$VPN = -401,285.74 + 80,257.15 \left[\frac{(1+0.1)^5 - 1}{0.1(1+0.1)^5} \right] - 14,500 \left[\frac{(1+0.1)^5 - 1}{0.1(1+0.1)^5} \right]$$

$$VPN = -152,066.14$$

$$i = -10\%$$

$$VPN = -401,285.74 + 80,257.15 \left[\frac{(1-0.1)^5 - 1}{-0.1(1-0.1)^5} \right] - 14,500 \left[\frac{(1-0.1)^5 - 1}{-0.1(1-0.1)^5} \right]$$

$$VPN = 55,068.88$$

2.3.18.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

Lo que se busca es un dato que sea menor al dato buscado y otro que sea mayor y así poder interpolar de la manera siguiente:

Tasa 1	VPN (+)
TIR	VPN = 0

Tasa 2

VPN (-)

$$TIR = \left[\frac{(Tasa1 - Tasa2)(0 - VPN(-))}{(VPN(+)) - (VPN(-))} \right] + Tasa2$$

$$TIR = \left[\frac{(-10 - 10)(0 - (-152,066.14))}{(55,068.88) - (-152,066.14)} \right] + 10 = -4.68\%$$

La tasa interna de retorno es -4.68% anual, lo cual nos indica que el proyecto no es rentable debido a la tasa negativa.

3 DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR BARRIO PEDREGAL, SAN BENITO, PETÉN.

3.1 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.

El puente a diseñar contará con una vía, de 12mts de largo por 3.8 mts de ancho y banquetas laterales de 0.60mts. Contará con los elementos estructurales siguientes: estribos de mampostería de piedra, viga de apoyo, corona, vigas principales, diafragmas externos, losa de rodadura, drenajes y banquetas de concreto armado. Los barandales serán de metal.

3.2 Estudio hidrológico

3.2.1 Cálculo de caudales máximos para el diseño del puente

En el diseño del puente se considera la creciente máxima, determinada por el Método Racional que se presenta a continuación.

3.2.1.1 Método Racional

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde " Q " es el caudal pico de la esorrentía 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 esorrentía; su valor está comprendido entre cero y uno, y depende de la morfometría de la cuenca y de su cobertura.

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

Datos:

$$A = 12 \text{ Km}^2$$

$$C = 0.3 \text{ (según características generales de la cuenca)}$$

Tiempo de Concentración (T_c)

$$T_c = \frac{L^{1.2}}{45H^{0.2}A^{0.1}}$$

$$T_c = \frac{7214.3^{1.2}}{45 \times 38^{0.2} \times 12^{0.1}} = 357.05 \text{ min}$$

Intensidad de Lluvia (i)

Para $T_r = 10$ años

$$i_{10} = \frac{1280}{(T_c + 6)^{0.721}}$$

$$i_{10} = \frac{1280}{(357.05 + 6)^{0.721}} = 18.26 \text{ mm/h}$$

Para $T_r = 25$ años

$$i_{25} = \frac{1225}{(T_c + 6)^{0.696}}$$

$$i_{25} = \frac{1225}{(357.05 + 6)^{0.696}} = 20.25 \text{ mm/h}$$

Para $T_r = 100$ años

$$i_{100} = \frac{1205}{(T_c + 6)^{0.686}}$$

$$i_{100} = \frac{1205}{(357.05 + 6)^{0.686}} = 21.13 \text{ mm/h}$$

Tomamos el valor de 21.13 mm/h para calcular el Caudal de Crecida Máxima.

Calculo de Caudal Q

$$Q = \frac{0.3 \times 21.13 \text{ mm/h} \times 12 \text{ km}^2}{3.6} = 21.12 \text{ m}^3 / \text{s}$$

3.2.1.2 Método sección - pendiente

Para obtener la crecida máxima se consultó a los habitantes del lugar, y se buscaron señales de crecidas anteriores.

Figura 2. Sección del río



Los datos obtenidos en campo dieron como resultado:

Pendiente para el caudal máximo = 0.6%

Área de desalojo = 17.01 m²

Coefficiente de rugosidad = 0.04

Perímetro mojado = 21.12 m

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

Donde:

V = velocidad (m/s)

R = radio hidráulico

n = coeficiente de rugosidad

Cálculos:

$$R = \frac{A}{PM} = \frac{17.01}{21.12} = 0.805m$$

$$V = \frac{1}{0.04} x (0.805)^{2/3} x (0.006)^{1/2} = 1.675m/s$$

$$Q = VxA = 1.675x17.01 = 28.50m^3/s$$

Por lo tanto, la altura mínima del puente es de 2.00 m

3.3 Levantamiento topográfico

Este constituye uno de los elementos básicos para realizar el diseño de un puente ya que permite representar gráficamente los posibles puntos de ubicación de la obra y la geometría de las partes del puente.

Para el presente estudio se realizó un levantamiento de planimetría, por el método de conservación de azimut, para determinar el área, y luego

se realizó un levantamiento de altimetría , 100 metros antes y 100 metros después del corte del río, para determinar los diferentes desniveles.

3.4 Evaluación del tipo de suelo

El suelo encontrado en esta área es arcilla con presencia de grava color gris, para evaluar la calidad y el valor soporte del suelo, se realizó una excavación a 2.00 metros de profundidad, donde se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie³ que se sometió al ensayo de compresión triaxial; mediante al prueba de no consolidado y no drenado, para obtener los parámetros de corte, siendo éstos:

Ángulo de fricción interna $\phi = 5.94^\circ$

Carga última CU= 3.6 ton/m²

Descripción del suelo= Arcilla con presencia de grava color gris.

Densidad seca= 1.65 ton/m³

Para el cálculo del valor soporte del suelo se utilizó el método propuesto por el Dr. Karl Terzaghi.

Datos: Base B= 1.00mts

Peso específico del suelo $\gamma_{\text{suelo}}=1.65 \text{ ton/m}^3$

Ángulo de fricción interna $\phi = 5.94^\circ = 0.1037\text{rad}$

Carga última CU= 3.6 ton/m²

Factor de flujo de carga (H_q)

$$H_q = \frac{e^{((3\pi/2)-(\theta \text{ rad} \tan \theta))}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\theta}{2} \right)}$$

$$H_q = \frac{e^{\left(\frac{3\pi}{2} - 0.1037\right) \tan 5.24}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{5.94}{2}\right)}$$

$$H_q = 1.8017 \text{Ton} / \text{m}^2$$

Factor de flujo de carga última N_c

$$N_c = \text{Cot}(\theta) * (H_q - 1)$$

$$N_c = \text{Cot}(5.94) * (1.8017 - 1)$$

$$N_c = 7.705 \text{Ton} / \text{m}^2$$

Factor de flujo del suelo N_δ

$$N_\delta = 2 * (H_q + 1) * \tan \theta$$

$$N_\delta = 2 * (1.8017 + 1) * \tan 5.94$$

$$N_\delta = 0.5830 \text{Ton} / \text{m}^2$$

Valor soporte último q_o

$$q_o = 0.4 \delta_{\text{suelo}} * B * N_\delta + 1.3 * C_u * N_c + \delta_{\text{suelo}} * D * H_q$$

$$q_o = 0.4 * 1.65 * 1 * 0.5830 + 1.3 * 3.6 * 7.705 + 1.65 * 2 * 1.8017$$

$$q_o = 42.38 \text{Ton} / \text{m}^2$$

Valor soporte neto último q_u

$$q_u = q_o - \delta * D$$

$$q_u = 42.38 - 1.65 * 2$$

$$q_u = 39.08 \text{Ton} / \text{m}^2$$

Valor soporte de diseño q_d

$$q_d = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_d = \frac{39.08}{2}$$

$q_d = 19.54 \text{ Ton} / \text{m}^2$, Por lo tanto, se diseñará utilizando un valor soporte de $20 \text{ ton} / \text{m}^2$

3.5 Geometría

El puente estará conformado por un 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, en conjunto conformará una estructura de 12 metros de largo y 5 metros de ancho.

3.6 Datos y bases de diseño

Para el diseño de los diferentes elementos se utilizaron las normas AASHTO y del ACI, empleando teoría de esfuerzo último. Tomando en cuenta que el ancho del camino es de aproximadamente 5m, la accesibilidad al sitio no es buena, por lo que tipo de carga esperada será de un camión doble eje.

Los datos son los siguientes:

Sobrecarga	12,000 libras
Ancho útil	3.80 metros
Luz útil	12 metros
Resistencia del concreto	210 Kg/cm ²
Resistencia del acero	2810 kg/cm ²
Capacidad soporte del suelo	20,000 kg/m ²

3.7 Diseño de la superestructura

La superestructura estará compuesta por losa de rodadura, 2 vigas principales, 2 diafragmas, banquetas laterales y barandales.

3.7.1 Predimensionamiento de la sección de la viga

La sección de las vigas principales se determinó basándose en la luz de las mismas, se recomienda un peralte no menor que $L/16$ y la base no deberá ser menor que el peralte sobre 3.5.

Se propone:

Altura = 0.90m

Base = 0.40m

La luz eficaz entre vigas será de 1.6mts.

3.7.2 Diseño de losa

3.7.2.1 Cálculo del peralte

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

$$T = \frac{1.2(L + 3.05)}{30} \geq 0.17m$$

Donde: T = espesor

L = luz libre entre vigas

$$T = \frac{1.2(1.6 + 3.05)}{30} = 0.19m$$

Se utilizará un espesor de 20 cm.

3.7.2.2 Integración de cargas

Carga muerta

W losa	= 0.2*2400*1	= 480 kg/m
W barandal		= 40 kg/m
		<hr/>
	Wcm	= 520 kg/m

Sobrecarga

$$P = 12000 \text{ lbs } \acute{o} \text{ 5454 kg.}$$

3.7.2.3 Cálculo de momentos

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

3.7.2.3.1 Momento debido a la carga muerta

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

Donde:

W_{cmu} = carga muerta última

S = luz libre entre vigas

L = luz del voladizo

$$M_{cm} = \frac{WS^2}{10} = \frac{520 \text{ kg/m} * 1.6^2}{10} = 133 \text{ kg} - m$$

$$M_{cm} = \frac{WL^2}{2} = \frac{520kg/m * 1.4^2}{2} = 509.6kg - m$$

3.7.2.3.2 Momento debido a la sobrecarga

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

$$M_{cv} = \left[\frac{0.8 * (S + 2)}{32} \right] * P$$

Siendo: S = luz libre entre vigas(pies) = 5.25 pies

P = eje mas pesado (lb) = 12000 lbs.

$$M_{cv} = \left(\frac{0.8 * (5.25 + 2)}{32} \right) * 1200 = 2175lb - pie = 301.41kg - m$$

3.7.2.3.3 Momento debido al impacto

Esta especificado como una fracción de la carga viva y puede ser menor o igual al 30% de la misma, según AASHTO 3.8.2.1

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

Donde

I = fracción de impacto

S = 1.6 mt.

$$I = \frac{15}{(1.6 + 38)} = 0.38$$

Como = 38% > I max, se utilizará I_{max} = 30%

3.7.2.3.4 Momento último

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

$$Mu = 1.3 \left(M_{cm} + \frac{5}{3} (M_{cv} * I) \right)$$
$$Mu = 1.3 \left(509.6 + \frac{5}{3} (301.41 * 1.3) \right) = 1511.45 \text{ kg} - \text{m}$$

3.7.2.4 Cálculo del peralte efectivo

El peralte efectivo se determina así:

$D = t - \text{recubrimiento} - \frac{1}{2} \text{ diámetro (varilla No.5)}$

$$D = \left[20 - 2.5 - \left(\frac{1.59}{2} \right) \right]$$
$$D = 16.70 \text{ cm}$$

3.7.2.5 Cálculo de refuerzo transversal 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:

$$\Phi = 0.85$$

$$Mu = 1511.45 \text{ kg} - \text{m}$$

$$D = 16.70 \text{ cm}$$

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

$$F_c = 210 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

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

$$A_s = 3.64 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \min} = \phi_{\min} * b * d \qquad \phi_{\min} = \frac{14.1}{f}$$

$$A_{s \max} = (0.5 \phi_{bal} * b * d * \phi_{bal}) = \left[\left(B1 * \left(0.85 * \frac{f_c}{f_y} \right) \right) * \left(\frac{6120}{6120 + f_y} \right) \right]$$

$$A_{s \max} = 30.85 \text{ cm}^2$$

Se utilizará = 8.38 cm²

Varilla No. 4 el armado será

No. 4 @ 15 cm perpendicular al tránsito.

- **Refuerzo longitudinal de la cama superior e inferior**

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

$$FL = \frac{2.2}{\sqrt{S}}$$

Donde $S = 1.6 \leq 0.67$

$$FL = \frac{2.2}{\sqrt{1.06}} = 1.73 > 0.67$$

$$A_s = 0.67 * A_{s \text{trans}} = 0.67 * 8.37 = 5.61 \text{ cm}^2$$

Proponiendo un armado No. 4 @ 20 cm

- **Cálculo del refuerzo transversal cama superior**

Se calcula refuerzo por temperatura

$$A_{s,temp} = 0.002 * b * t$$

$$A_{s,temp} = 0.002 * 100 * 20 = 4cm^2$$

Utilizando refuerzo No. 3 @ 17 cm. Colocado en la cama superior perpendicular al tráfico.

3.7.3 Refuerzo de acero

En el refuerzo de acero, se tomará el mismo que el de la losa tanto transversal como longitudinal.

En cama inferior No. 4 @ 15 cm transversal

En cama superior No.3 @ 17 cm transversal

En ambas camas No. 4 @ 20 cm longitudinal

3.7.4 Diseño de vigas

Según el procedimiento de la sección de viga, se tiene:

Base = 0.40 m

Altura = 0.90 m

3.7.4.1 Cálculo del momento por carga muerta

Este momento es la sumatoria de los momentos que actúan en la viga.

$$W_{viga + diafragmas} = b * h * W_c + P$$

Donde P = peso diafragma / No. De vigas

$$W_{\text{viga} + \text{diafragmas}} = (0.40 * 0.90 * 2400) + \left(\frac{(0.30 * 0.50 * 2400)}{2} \right)$$

$$W_{\text{viga} + \text{diafragmas}} = 1044 \text{ kg / m}$$

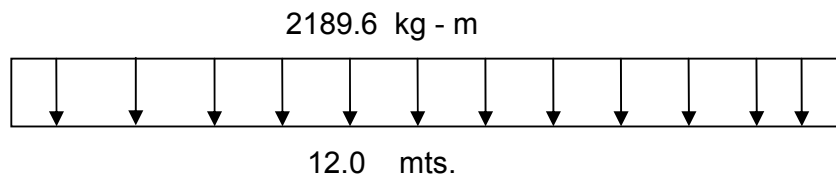
$$W_{\text{losa}} = \underline{520 \text{ kg / m}}$$

$$C_m = 1564 \text{ kg/m}$$

$$W_{cm} = 1.4 * 1564 = 2189.6 \text{ kg - m}$$

El momento máximo se calcula respecto al siguiente diagrama.

Figura 3. Diagrama de carga muerta



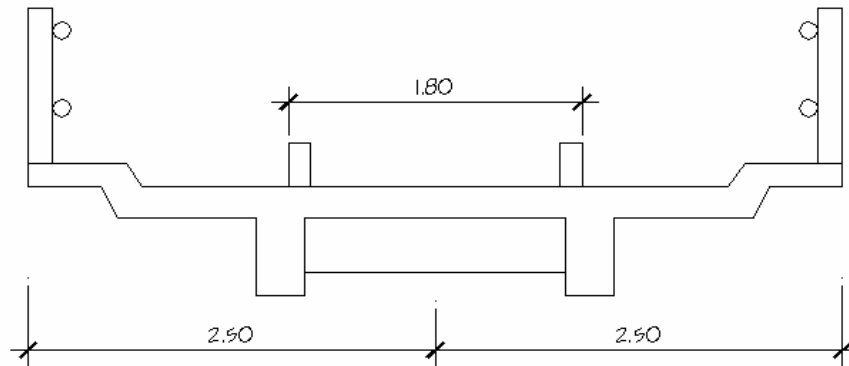
$$M_{\text{max}} = W_{cm} * \frac{L^2}{8}$$

$$M_{\text{max}} = 2189.6 * \frac{12^2}{8} = 39412.8 \text{ kg - m}$$

3.7.4.2 Cálculo del momento por sobrecarga

Según especificación AASHTO, puesto que la separación entre ejes de vigas es: $S = 2 \text{ m} > 1.80$, entonces la carga sobre cada viga será la reacción de la cargas por rueda.

Figura 4. Diagrama de carga para obtener momentos máximos



- **Reacción de la carga que absorbe la viga**

La fracción de la carga de la rueda que absorbe cada viga es:

$$\frac{S}{1.75}$$

Donde:

S es la separación máxima entre vigas.

$$\text{Fracción de carga} = \frac{1.6}{1.75} = 0.914$$

La carga por rueda se obtiene así:

Carga rueda trasera = P * fracción de carga * factor de carga última

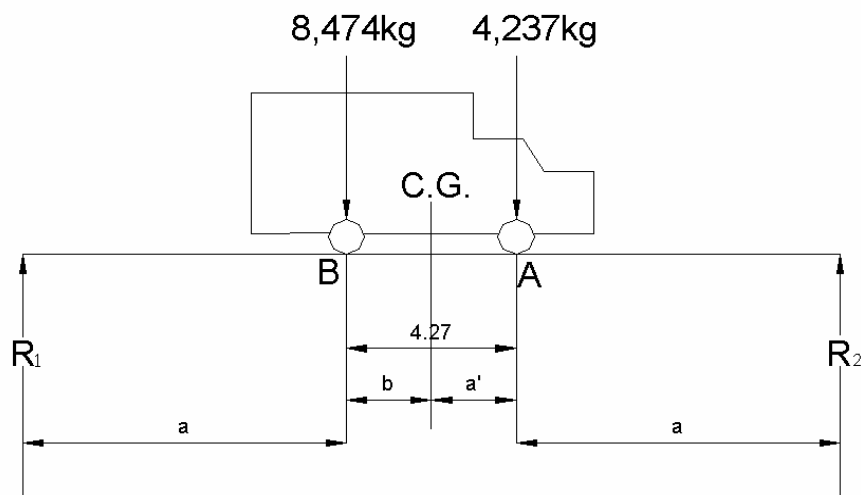
$$\text{Carga rueda trasera} = 5454 * 0.914 * 1.7 = 8474 \text{kg}$$

Carga rueda delantera = P * fracción de carga * factor de carga última

$$\text{Carga rueda delantera} = 2727 * 0.914 * 1.7 = 4237\text{kg}$$

Los momentos máximos debido a la sobrecarga se calculan respecto al siguiente diagrama de carga.

Figura 5. Diagrama de cuerpo libre para carga viva.



$$\begin{aligned} M_{cg} &= 0 \\ 8474X &= 4237 * (4.27 - X) \\ X &= 1.42\text{mt} \end{aligned}$$

Se determina "a", despejando la siguiente igualdad:

$$\begin{aligned} 2a + X &= 12 \\ 2a + 1.42 &= 12 \\ a &= 5.29 \end{aligned}$$

Con las distancias, se analiza por estática el diagrama de cargas anterior, se obtiene la reacción que existe en el apoyo 2

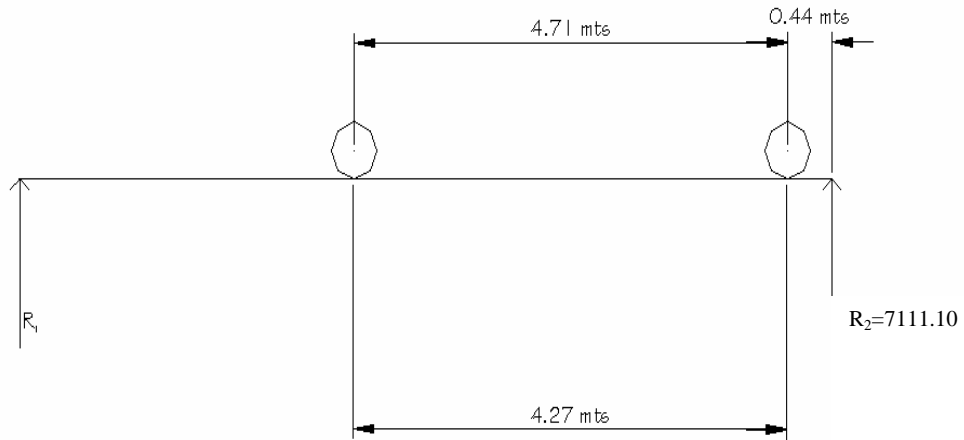
$$MR_2 = 0$$

$$12R_2 = 5.29 * 8474 + 9.56 * 4237$$

$$R_2 = 7111.098kg$$

$$R_1 = 5120kg$$

Figura 6. Diagrama de carga para obtener momentos máximos



$$M \text{ max} = 7111.09 * 4.71 - 4237 * 4.27 = 15401.29kg - m$$

3.7.4.3 Cálculo del momento debido al impacto

$$I = \frac{15}{L + 38}$$

$$I = \frac{15}{12 + 38} = 0.3$$

3.7.4.4 Cálculo del momento total

$$M_1 \max = 1.3 \left(M_{cm} + \frac{5}{3} (M_{cv} * I * Fd) \right)$$

Fd = fracción de carga = 0.914

$$M_1 \max = 1.3 \left(39412.8 + \frac{5}{3} (15401.29 * 1.030 * 0.914) \right)$$

$$M_1 \max = 82651.32 \text{ kg} - \text{m}$$

3.7.4.5 Cálculo del refuerzo

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

$$M = 82651.32 \text{ vkg-m}$$

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

$$D = 85 \text{ cm}$$

$$F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

Obteniendo:

$$A_{smin} = 17.06 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 42.35 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 44.36 \text{ cm}^2$$

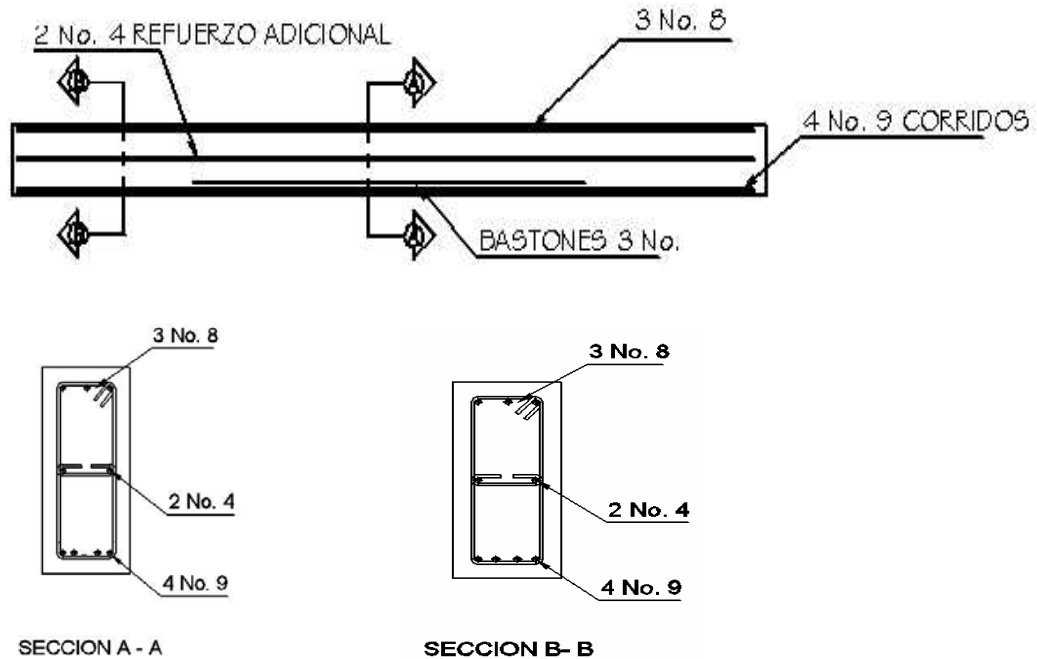
El armado quedará así:

$$\text{Cama superior: } 33\% (A_s) = 0.33 * 42.35 = 14 \text{ cm}^2 = 3 \# 8$$

$$\text{Refuerzo adicional: } 0.25 \text{ pulg}^2 * \text{cada pie de peralte de la viga} = 2 \# 4$$

Cama inferior: 50% As 21.18 cm² = 4 # 9

Figura 7. Detalle de elevación de la viga principal



3.7.4.6 Diseño a corte

3.7.4.6.1 Carga muerta

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

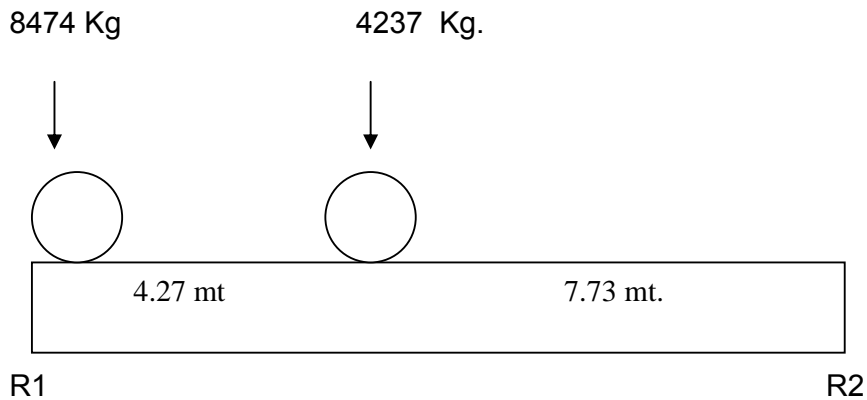
$$V_{\max} = W * \frac{L}{2} + P$$

$$V_{\max} = 2189.6 * \frac{12}{2} + 360 = 13497.6kg$$

3.7.4.6.2 Sobrecarga

Este se calcula por medio de la reacción que la estructura tiene cuando el camión está ingresando al puente.

Figura 8. Diagrama de posición de carga que producen corte máximo



$$R_1 * 12 = 8474 * 12 + 4327 * 7.73$$

$$R_1 = 11203.33 \text{ kg} = V \text{ max}$$

3.7.4.6.3 Esfuerzos cortantes totales

$$V_{total \text{ max}} = 1.3 \left(V_{cm} + \frac{5}{3} (V_{cv} * I) \right)$$

$$V_{total \text{ max}} = 1.3 \left(13497.6 + \frac{5}{3} (11203.33 * 1.3) \right)$$

$$V_{total \text{ max}} = 49102.93 \text{ kg}$$

3.7.4.6.4 Refuerzo

Para calcular la fuerza última de resistencia del concreto a corte se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_{rc} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * (b * d)$$

$$V_{rc} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * (40 * 85)$$

$$V_{rc} = 22196.44kg$$

Con base al diagrama de corte se obtiene el corte máximo (V_{max}). Al determinar estos esfuerzos V_{rc} y V_{mas} . Se calcula el esfuerzo cortante que será absorbido por el acero, el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$V_s = V_{max} - V_{rc}$$

$$V_s = 49102.93 - 22196.44$$

$$V_s = 26909.49kg$$

Para comprobar límites de espaciamiento:

$$Si \phi * 1.1 * \sqrt{f_c} * b * d < V_s < 2.1 * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$S_{max} = \frac{d}{4}$$

$$Si V_s < \phi * 1.1 * f_c * b * d$$

Calculando:

$$0.85 * 1.1 * \sqrt{210} * 40 * 85 = 46068.09kg$$

$$0.85 * 2.1 * \sqrt{210} * 40 * 85 = 87948.16kg$$

$$\text{entonces } S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$\frac{85}{2} = 42.5cm = S_{max}$$

3.7.4.6.5 Cálculo del espaciamiento

$$S = \left(\frac{A_v * f_y * D}{V_s} \right)$$

Utilizando refuerzo # 3

$$S = \left(\frac{2 * 0.71 * 2810 * 85}{26906.49} \right) = 12.61 \text{ cm}$$

$$S = 13 \text{ cm}$$

Para determinar la longitud que cubre el espaciamiento en los extremos se realiza de la siguiente manera:

$$\frac{V_{\max}}{4} = \frac{V_{rc}}{X}$$

Donde:

X = longitud en los extremos donde el espaciamiento será de 13 cm

$$\frac{49102.93}{4} = \frac{22196.44}{X}$$
$$X = 1.814 \text{ mt}$$

14 estribos @ 13 cm y 5 estribos @ 42 cm

3.7.5 Diseño de Diafragmas

La especificación AASHTO 8.12.1 indica que deben colocarse diafragmas en los extremos de las vigas T y de las vigas rectangulares, a

menos que otros medios sean suministrados, para resistir cargas laterales y mantener la geometría de la sección.

AASHTO 8.12.2. dice que, en construcción, un diafragma intermedio es recomendado en el punto de máximo momento positivo para luces mayores de 40 pies.

En este caso la luz del puente es de 12mt, por lo cual no se utilizará diafragma intermedio por lo especificado en la norma.

Según AASHTO, el predimensionamiento de la sección de los diafragmas se hará de la siguiente manera:

Diafragmas exteriores:

$$h = 0.5 * h_{viga}$$

$$h = 0.5 * 0.9 = 0.45m$$

$$b = 0.5 * b_{viga}$$

$$b = 0.5 * 0.40 = 0.20m$$

Se utilizará:

Altura de 50cm

Base de 30cm

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

Según especificación ACI:

$$A_s \text{ min} = \frac{14.1}{f_y * b * d}$$

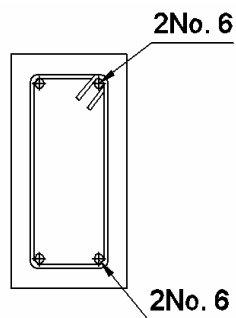
$$A_s \text{ min} = \frac{14.1}{2810 * 30 * 50} = 7.53 \text{ cm}^2$$

El espaciamiento entre estribos (S). es de $\frac{1}{2}d$

$$S = 0.5 * 50 = 25 \text{ cm}$$

Armado: 4 # 6 + estribos # 3 @ .020 m

Figura 9. Refuerzo de diafragmas



3.8 Diseño de la subestructura

Estará compuesta por los elementos siguientes: cortina, viga de apoyo y estribos.

3.8.1 Diseño de la cortina

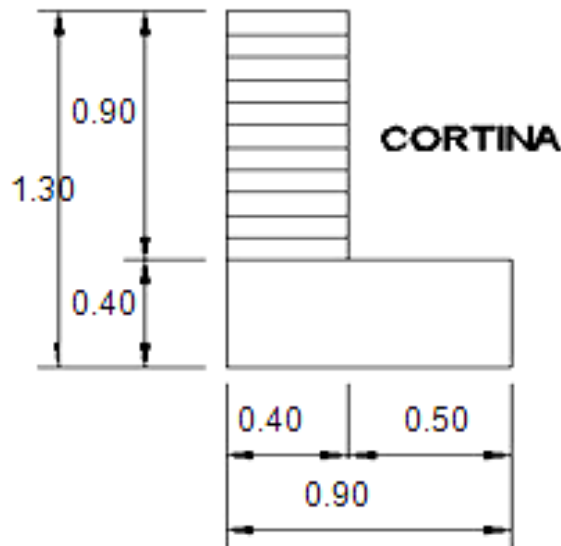
Sirve para detener el relleno en sentido longitudinal, se considera empotrado a la viga de apoyo y el alto depende de la viga principal del puente.

La cortina de apoyo esta empotrada sobre la viga de apoyo, actuando en ellas las fuerzas de: empuje de la tierra (E), fuerza longitudinal (FL), y la fuerza de sismo (EQ), según AASTHO 1.2.22.

La estructura no debe diseñarse para menos de un equivalente líquido a 480 Kg/m^3 , según lo estipula AASTHO 1.1.19.

La geometría de las cortinas se tomó en cuenta el espesor de la losa, la pendiente y el espesor del apoyo de la superestructura.

Figura 10. Geometría de la cortina y de la viga de apoyo.



3.8.1.1 Empuje de la tierra (E)

Este se debe incrementar la altura del relleno en 0.61mt.

$$E = 292.8 + 336 * \frac{0.90}{2} = 444 = 151.2 = 595.2 \text{ kg / m}$$

3.8.1.2 Fuerza longitudinal (FL)

Según AASTHO 1.2.13, la fuerza longitudinal será el 5% de la carga viva y su centro de gravedad a 1.8 sobre la superficie de la rodadura.

$$C_v = 0.05 * 15000$$

$$C_v = 750kg$$

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

$$FL = \frac{750}{1.8} = 417kg$$

$$B = 0.90m$$

3.8.1.3 Fuerza del sismo (EQ)

Según criterio de la sección de puentes de la Dirección General de Caminos de Guatemala, se utiliza el 8%. El punto de aplicación se localiza en el centro de gravedad , actuando horizontalmente.

3.8.1.4 Grupos de cargas

$$W_{propio} = 2400 * 0.40 * 0.90 = 864kg$$

$$EQ = 0.08 * 864 = 69.12kg$$

El punto de aplicación se localiza en

$$b = \frac{1}{2} * 0.9 = 0.45m \text{ al centro de gravedad.}$$

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

Grupo III: esfuerzo 125% $M = E * b * FL * b$

Grupo VII: esfuerzo 133% $M = E * b + EQ * b$

$$\text{Grupo III} = 1.3(E * FL)$$

$$E = 189.2 \text{ kg} - m$$

$$FL = 417 * 0.90 = 375.3 \text{ kg} - m$$

$$M_{III} = 1.3(189.2 + 375.3) = 733.85 \text{ kg} - m$$

Grupo VII

$$M_{VII} = 1.3(E + EQ * B)$$

$$M_{VII} = 1.3(189.2 + 69.12 + 0.45)$$

$$M_{VII} = 286.4 \text{ kg} - m$$

El grupo III es el momento máximo $M_{max} = 733.85 \text{ Kg} - m$

3.8.1.5 Calculando el refuerzo

Datos:

$$M = 733.85 \text{ Kg} - m$$

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

$$D = 87.5 \text{ cm}$$

$$F_c = 210 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

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

$$A_s = 5.22 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 17.56 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ max}} = 43.05 \text{ cm}^2$$

Como $A_s < A_{s \text{ min}}$,

Se utilizará $A_{s \text{ min}} = 17.56 \text{ cm}^2$

Proponiendo armado 6 varillas # 6.

3.8.1.6 Refuerzo por corte

Grupo III

$$V = 1.3(E + FL)$$

$$V = 1.3(595.2 + 417) = 1315.86kg$$

Grupo VII

$$V = 1.3(595.2 + 69.12) = 863.62kg$$

La mayor de las cargas corresponde al grupo III.

$$V_{\max} = 1315.86kg$$

$$V_{rc} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 40 * 87.5$$

$$V_{rc} = 22849.28kg$$

Debido a que $V_{rc} > V_{\max}$, el concreto resiste.

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{87.5}{2} = 43.75$$

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

Utilizar varilla # 3 @ 25 cm.

3.8.2 Diseño de la viga de apoyo

Esta se diseñará por aplastamiento y el refuerzo longitudinal es por temperatura.

$$A_{s_{temp}} = 0.002 * b * h$$

$$A_{s_{temp}} = 0.002 * 90 * 40$$

$$A_{s_{temp}} = 7.2cm$$

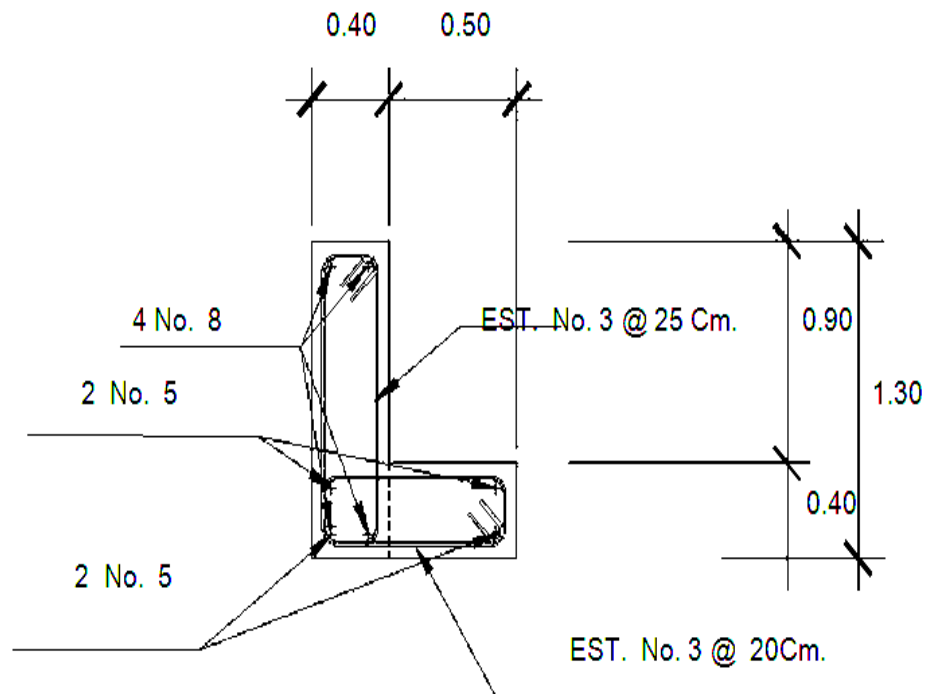
Utilizar armado 4 # 5

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

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

Proponiendo armado No. 3 @ 20 cm

Figura 11. Esquema de armado de la viga de apoyo



- **Diseño de apoyos de neopreno**

Los apoyos del puente serán de neopreno de dureza shore 60 reforzados con placas metálicas. El esfuerzo máximo permisible por compresión se obtiene mediante la expresión:

$$\sigma_r = \left(\frac{8 * a * b}{t(a + b)} \right)$$

$$\sigma_a = \left(\frac{P}{a * b} \right)$$

$$\frac{\Delta L}{T} \leq 0.5 \text{ apoyos móviles o libremente apoyados}$$

Dónde:

ΔL = máximo desplazamiento horizontal

a,b = dimensiones del apoyo

σ_r = esfuerzo máximo permisible a compresión del apoyo

σ_f = esfuerzo admisible del acero. (Esfuerzos de trabajo)

σ_a = esfuerzo a compresión del apoyo

t = espesor de una lámina de 1.3 cm.

T = espesor total del elastómero

Datos:

$$L = 12 \text{ m}$$

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

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

$$P = 34,621.44 \text{ [lb]} = 15,704.02 \text{ [kg]}$$

$$CM = 1,146.40 \text{ [lb/pie]} = 520 \text{ [kg/m]}$$

$$CV+I = 7,805.10 \text{ [lb/pie]} = 3,538.02 \text{ [kg/m]}$$

T = 6.5mm

- **Revisando el esfuerzo por compresión**

$$\sigma_r = \frac{8 * 50 * 40}{1.3(50 * 40)} = 136.75 \text{kg} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_a = \left(\frac{15704.02}{(50 * 40)} \right) = 7.85 \text{kg} / \text{cm}^2$$

El esfuerzo es $\sigma_r > \sigma_a$

- **Cálculo del desplazamiento horizontal (L=12 m)**

Deformación total por esfuerzo, se utiliza la ley de hooke $\sigma_f = 1700 \text{kg} / \text{cm}^2$

$$\Delta eT = \frac{\sigma_f}{E} * L$$

$$\Delta eT = \left(\frac{1700}{2.1 * 10^6} \right) 1200 = 0.97 \text{cm}$$

Deformación por carga muerta:

$$\Delta eCM = \frac{T * CM}{CM + (CV + I)}$$

$$\Delta eCM = \frac{1.31 * 520}{520 + 3538.02} = 0.42 \text{cm}$$

Deformación por contracción de fraguado y contracción diferida:

$$\Delta c = 0.000165 * L = 0.20 \text{cm}$$

Deformación por temperatura:

$$\Delta t = 0.000011 * D^{\circ} * L$$

$$\Delta t = 0.000011 * 10 * 1200 = 0.13cm$$

- **Deformaciones máximas**

$$\text{Contracción} = \Delta e_{CM} - (\Delta c + \Delta t) = 0.42 - (0.20 + 0.13) = 0.2068cm$$

$$\text{Dilatación} = (\Delta e_T + \Delta t) - \Delta c = (0.97 + 0.13) - 0.20 = 0.78cm$$

Máximo desplazamiento horizontal del apoyo $\Delta L = 1.51cm$

- **Espesor de apoyos**

Se usan 2 placas de elastómero de 13 mm + dos placas de acero de 2 mm + un placa de acero en medio de 3 mm = 33 mm = 3.3 cm.

$$\frac{\Delta L}{T} = \frac{1.51}{3.3} = 0.46 \leq 0.5 \text{ apoyos móviles o libremente apoyados}$$

3.8.3 Diseño del Estribo

El estribo a diseñar será de mampostería de piedra, obteniendo un diseño más simple y más económico, consistiendo en asumir su sección y después verificar tres condiciones: deslizamiento, volteo y presiones.

Figura 12. Geometría y diagramas de presiones del estribo

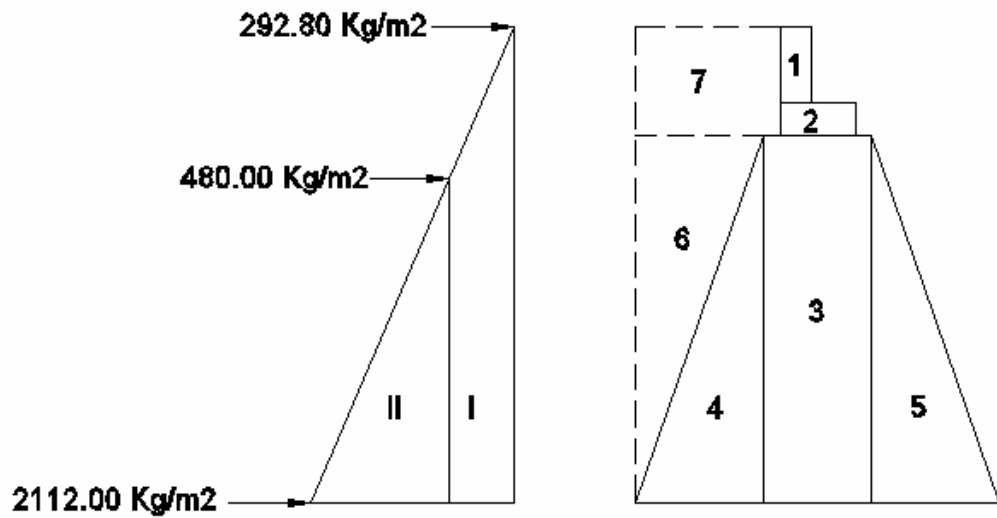
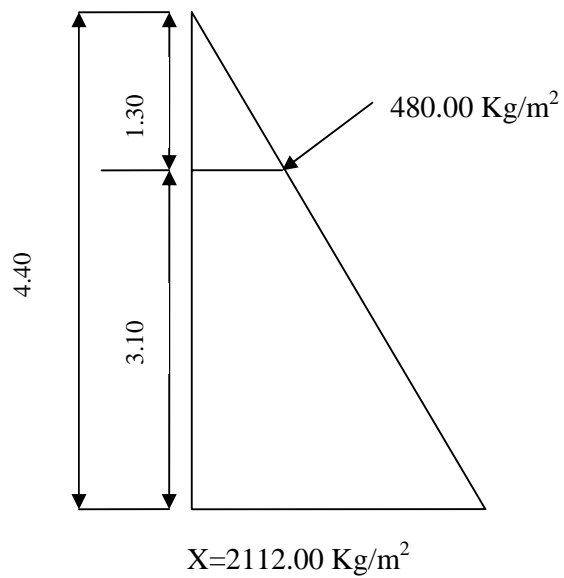


Figura 13. Relación de triángulos para obtener la presión de la cota de cimentación



3.8.3.1 Cálculo del momento de volteo

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

Sección I:

$$\text{Empuje} = \text{presión} * \text{altura}$$

$$\text{Empuje} = 292.8 * 4.40 = 1288.32kg$$

$$B : P := \frac{4.40}{2} = 2.2m$$

$$\text{Momento} = E * B : P :$$

$$M = 1288.32 * 2.20 = 2834.3kg - m$$

Para la sección II se tiene:

$$E = 2112 * 2.2 = 4646.4kg$$

$$B.P = 4646.4 * 1.467 = 6814.72$$

$$1288.32 + 4646.4 = 5934.72kg$$

$$\text{Empuje total} = 1288.32 + 4646.4 = 5934.72kg$$

$$Mv = 2834.3 + 6814.72 = 9649.02kg - m$$

3.8.3.2 Cálculo del momento estabilizante

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

Sección I

$$\text{Area I} = 0.40 * 0.90 = 0.36m^2$$

$$\text{Peso I} = 0.4 * 0.90 * 2400 * 1 = 864kg$$

$$\text{B: P : I} = 1.30 + 0.10 + 0.50 + 0.25 = 2.20m$$

$$\text{Momento} = 864 * 2.20 = 1900.80kg - m$$

Para las secciones sobrantes se tiene:

Tabla VI. Cálculo del momento estabilizante

Seccion	Area (m ²)	W (kg/m ³)	WE (kg)	B:P (m)	M (kg – m)
1	0.36	2400	864	2.20	1900.80
2	0.36	2400	864	1.95	1684.80
3	4.03	2700	10881	1.95	21217.95
4	2.015	2700	5440.50	3.46	18824.13
5	2.015	2700	5440.50	0.87	4733.235
6	2.015	1700	3425.50	3.03	10379.27
7	1.95	1700	3315	3.15	10442.25

$$WE = 30230.50$$

$$ME = 69182.43$$

3.8.3.3 Revisión del muro sin superestructura

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

$$\frac{W}{E} > 1.5$$

$$\text{VOLTEO} = \frac{ME}{MV} > 1.5$$

$$\text{DESLIZAMIENTO} = \frac{W}{E} > 1.5$$

$$\text{PRESIONES} = P = \frac{W}{A} * \left\{ 1 \pm \left(6 * \frac{E}{B} \right) \right\} > 0 < 20,000kg / m^2$$

En donde:

MV = momento de volteo

Me = momento estabilizante

W = peso propio de la estructura

E = empuje

A = área

E = excentricidad = $\left(\frac{b}{2}\right) - a$

A = $\frac{(ME - MV)}{W}$

B = base

- **Revisión de volteo**

$$\frac{ME}{MV} = \frac{69182.43}{9649.02} = 7.17 > 1.5$$

- **Revisión de deslizamiento**

$$D = \frac{0.5 * W}{E} = \frac{0.5 * 30230.50}{5934.72} = 2.54 > 1.5$$

La estructura resistirá por si sola el volteo y el deslizamiento ya que ambos chequeos son mayores a 1.5

- **Revisión de presiones**

$$a = \frac{(ME - MV)}{W} = \frac{(69182.43 - 9649.02)}{30230.50} = 1.64m$$

$$3a > b$$

$$3a = 4.92 \text{ m} > 3.90 \text{ OK}$$

$$e = \frac{b}{2} - a = \frac{3.90}{2} - 1.64 = 0.31$$

$$P_{\max} = \left(\frac{30230.50}{3.90 * 1} \right) \left(\frac{1 + (6 * 0.31)}{3.90} \right)$$

$$P_{\max} = 5237.44 \text{ kg} / \text{m}^2 < 20,000 \text{ kg} / \text{m}^2 \text{ OK}$$

$$P_{\min} = \left(\frac{30230.50}{3.90 * 1} \right) \left(\frac{1 - (6 * 0.31)}{3.90} \right)$$

$$P_{\min} = 14818.87 \text{ kg} / \text{m}^2 > 0 \text{ OK}$$

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.

3.8.3.4 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.

- **Carga muerta y viva**

La carga muerta y viva es la misma que se calculó para la viga de apoyo:

$$CM = 6864.40 * 1.40 = 9595.60 \text{ kg}$$

$$CV = 5987.50 * 1.7 = 10178.75 \text{ kg}$$

$$CM + CV = 19766.35 \text{ kg}$$

Brazo = 1.95 m (punto medio de la base)

$$ME_1 = (CM + CV) * brazo$$

$$ME_1 = (19766.35)(1.95) = 38544.38kg - m$$

$$ME_T = ME_1 + ME$$

$$ME_T = 38544.38 + 69182.43 = 107726.81kg - m$$

Revisión de presiones:

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

$$a = \frac{(107726.81 - 9649.02)}{(19766.35 + 36212)} = 1.75m$$

$$e = \frac{3.90}{2} - 1.75 = 0.20$$

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

$$P_{\max} = \left[\frac{(31230.50 + 19766.35)}{3.90} \right] * 1 + \left(\frac{6 * 0.20}{3.90} \right)$$

$$P_{\max} = 16764.24kg / m^2 < 20,000kg / m^2 \quad \text{OK}$$

$$P_{\min} = \left[\frac{30230.50 + 19766.35}{3.90} \right] * 1 - \left(\frac{6 * 0.20}{3.90} \right)$$

$$P_{\min} = 8875.08kg / m^2 > 0.00 \quad \text{OK}$$

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.

3.9 Presupuesto

Tabla VII. Resumen del presupuesto del puente vehicular Barrio Pedregal, municipio de San Benito, Petén.

PROYECTO: PUENTE VEHICULAR BARRIO PEDREGAL, SAN BENITO PETÉN.						
REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (Q)	TOTAL (\$)	
1 PRELIMINARES	90.00	m ²	Q34.10	Q4,596.65	\$604.82	
2 EXCAVACIÓN	50.54	m ³	Q158.75	Q8,023.24	\$1,055.69	
3 LEVANTADO DE ESTRIBOS	265.00	m ³	Q734.30	Q242,320.00	\$31,884.21	
4 RELLENO ESTRUCTURAL DE APROCHES	240.00	m ³	Q48.10	Q14,430.00	\$1,898.68	
5 FORMALETA	800.00	m ²	Q67.52	Q81,022.50	\$10,660.86	
6 ARMADO DE VIGA DE APOYO Y CORONA	80.00	ml	Q103.76	Q12,450.75	\$1,638.26	
7 FUNDICIÓN DE VIGA DE APOYO Y CORONA	4.00	m ³	Q990.17	Q5,941.00	\$781.71	
8 ARMADO DE VIGAS PRINCIPALES, DIAFRAGMAS Y LOSA DE RODADURA	360.00	ml	Q114.35	Q57,177.25	\$7,523.32	
9 FUNDICIÓN DE VIGAS PRINCIPALES, DIAFRAGMAS Y LOSA DE RODADURA	12.00	m ³	Q962.36	Q17,322.50	\$2,279.28	
10 ARMADO Y FUNDICIÓN DE BANQUETA	8.00	m ³	Q1,283.29	Q17,966.00	\$2,363.95	
11 ARMADO Y FUNDICIÓN DE BARANDAL	2.00	m ³	Q313.05	Q8,139.30	\$1,070.96	
12 TALLADO DEL PUENTE	175.00	m ²	Q62.07	Q16,138.20	\$2,123.45	
13 JUNTAS ESTRUCTURALES Y UNIONES MECÁNICAS PARA APOYOS	4.00	UNIDAD	Q2,184.43	Q13,106.60	\$1,724.55	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q498,633.99	\$65,609.74	

Nota: Se aplicó una tasa de cambio de Q7.60 por \$1.00 EE.UU.

CONCLUSIONES

1. Los diseños del sistema de evacuación de aguas negras del mercado municipal y del puente vehicular barrio Pedregal, San Benito cumplen con las expectativas planteadas por el municipio, por lo que las soluciones propuestas son factibles, de acuerdo con sus necesidades.
2. Con la construcción del sistema de evacuación de aguas negras del mercado municipal de San Benito, se evitará la contaminación ambiental ocasionada por las aguas residuales, y así se dará una solución técnica a este problema.
3. La existencia del puente vehicular del barrio Pedregal, brindaría una vía de comunicación accesible y mas corta a los vecinos, con el fin de beneficiarlos y brindarles mejores servicios de infraestructura.
4. El costo de ejecución de cada proyecto es: Para el puente vehicular Q.498,633.99 y para el sistema de evacuación de aguas negras del mercado municipal Q.802,571.47. Estos costos son afectados por la distancia en que se encuentra el departamento, respecto al lugar de producción de los materiales a utilizar.
5. Se realizó el estudio económico para ambos proyectos, y este mostró resultados negativos, lo que los hacen no viables. Debido a que son proyectos para la comunidad, en los cuales el estado absorbe un porcentaje del costo del proyecto. Durante la construcción de los proyectos, no causará impacto negativo en la flora, fauna y bosque, del lugar, cumpliendo así con las normas del Ministerio de Ambiente para la ejecución de proyectos de infraestructura.

RECOMENDACIONES

1. Garantizar la supervisión técnica profesional durante la ejecución de los proyectos para que se cumplan con todas las especificaciones y requerimientos contenidos en los planos, asimismo es aconsejable verificar que los materiales a utilizar sean de calidad.
2. Dar el mantenimiento respectivo al sistema de evacuación de aguas negras, una vez construido, para que no se acumulen materiales que puedan obstruir el colector y los de visita.
3. Tomar en cuenta que si la obra no es construida en corto plazo, se deberán actualizar los precios de los materiales, pues en el mercado actual se dan fluctuaciones constantemente; de modo que deben estimarse correctamente, los fondos necesarios para la construcción de los puentes.
4. Al constructor y supervisor de las obras se sugiere respetar las condicionantes del diseño de los proyectos, con el único objetivo del buen funcionamiento, ya que todo el diseño tiene una razón científica y técnica.

BIBLIOGRAFÍA

1. MORALES SOTO, Jorge Enrique, Estudio y diseño de la red de alcantarillado sanitario del cantón el Copado, municipio de Santo Domingo, departamento de Suchitepequez. Trabajo de graduación de ingeniería civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de ingeniería, Guatemala 2004.
2. HERNÁNDEZ VÉLIZ, Amilcar Rafael, Diseño y planificación del sistema de abastecimiento de agua potable para el municipio de San José y puente vehicular en la comunidad de Corozal, San José, Petén. Trabajo de graduación de ingeniería civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de ingeniería, Guatemala 2003.
3. GONZÁLES DÁVILA , Rossnnhi Dereckh, Diseño de puente vehicular para la aldea Los Cerritos y sistema de abastecimiento de agua para la aldea Tres Puentes, del municipio de Sansare, El Progreso. Trabajo de graduación de ingeniería civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de ingeniería, Guatemala 2003.
4. NILSON, Arthur h. y Goerge Winter. **Diseño de estructuras de concreto**. 12 edición México: Editorial McGraw Hill, 1991.
5. WEISSIG, Dirk, **Fundamentos sobre la compactación de suelos**. WACKER, 1995.

ANEXOS

Anexo I. Relaciones hidráulicas sección circular

D/D	A/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.088	0.00015	0.1025	0.05396	0.408	0.02202
0.0125	0.0237	0.103	0.00024	0.1050	0.05584	0.414	0.02312
0.0150	0.0031	0.116	0.00036	0.1075	0.05783	0.420	0.02429
0.0175	0.0039	0.129	0.00050	0.1100	0.05986	0.426	0.02550
0.0200	0.0048	0.141	0.00067	0.1125	0.06186	0.432	0.02672
0.0225	0.0057	0.152	0.00087	0.1150	0.06388	0.439	0.02804
0.0250	0.0067	0.163	0.00108	0.1175	0.06591	0.444	0.02926
0.0275	0.0077	0.174	0.00134	0.1200	0.06797	0.450	0.03059
0.0300	0.0087	0.184	0.00161	0.1225	0.07005	0.456	0.03194
0.0325	0.0099	0.194	0.00191	0.1250	0.07214	0.463	0.03340
0.0350	0.0110	0.203	0.00223	0.1275	0.07426	0.468	0.03475
0.0375	0.0122	0.212	0.00258	0.1300	0.07640	0.473	0.03614
0.0400	0.0134	0.221	0.00223	0.1325	0.07855	0.479	0.03763
0.0425	0.0147	0.230	0.00338	0.1350	0.08071	0.484	0.03906
0.0450	0.0160	0.239	0.00382	0.1375	0.08289	0.490	0.04062
0.0475	0.0173	0.248	0.00430	0.1400	0.08509	0.495	0.04212
0.0500	0.0187	0.256	0.00479	0.1425	0.08732	0.501	0.04375
0.0525	0.0201	0.264	0.00531	0.1450	0.08954	0.507	0.04570
0.0550	0.0215	0.273	0.00588	0.1475	0.09129	0.511	0.04665
0.0575	0.0230	0.271	0.00646	0.1500	0.09406	0.517	0.04863
0.0600	0.0245	0.289	0.00708	0.1525	0.09638	0.522	0.05031
0.0625	0.0260	0.297	0.00773	0.1550	0.09864	0.528	0.05208
0.0650	0.0276	0.305	0.00841	0.1575	0.10095	0.533	0.05381
0.0675	0.0292	0.312	0.00910	0.1600	0.10328	0.538	0.05556
0.0700	0.0308	0.320	0.00985	0.1650	0.10796	0.548	0.05916
0.0725	0.0323	0.327	0.01057	0.1700	0.11356	0.560	0.06359
0.0750	0.0341	0.334	0.01138	0.1750	0.11754	0.568	0.06677
0.0775	0.0358	0.341	0.01219	0.1800	0.12241	0.577	0.07063

d/D	A/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0800	0.0375	0.348	0.01304	0.1850	0.12733	0.587	0.07474
0.0825	0.0392	0.355	0.01392	0.1900	0.13229	0.696	0.07885
0.0850	0.0410	0.361	0.01479	0.1950	0.13725	0.605	0.08304
0.0875	0.0428	0.368	0.01574	0.2000	0.14238	0.615	0.08756
0.0900	0.0446	0.375	0.01672	0.2050	0.14750	0.624	0.09104
0.0925	0.0464	0.381	0.01792	0.2100	0.15266	0.633	0.09663
0.2200	0.1631	0.651	0.10619	0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.2250	0.1684	0.659	0.11098	0.6000	0.6265	1.07	0.64157
0.2200	0.1631	0.651	0.10619	0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.2300	0.1436	0.669	0.11611	0.6100	0.6389	1.08	0.68876
0.2350	0.1791	0.676	0.12109	0.6200	0.6513	1.08	0.70537
0.2400	0.1846	0.684	0.12623	0.6300	0.6636	1.09	0.72269
0.2450	0.1900	0.692	0.13148	0.6400	0.6759	1.09	0.73947
0.2500	0.1955	0.702	0.13726	0.6500	0.6877	1.10	0.75510
0.2600	0.2066	0.716	0.14793	0.6600	0.7005	1.10	0.77339
0.2700	0.2178	0.730	0.15902	0.6700	0.7122	1.11	0.78913
0.3000	0.2523	0.776	0.19580	0.7000	0.7477	1.12	0.85376
0.3100	0.2640	0.790	0.20858	0.7100	0.7596	1.12	0.86791
0.3200	0.2459	0.804	0.22180	0.7200	0.7708	1.13	0.88384
0.3300	0.2879	0.817	0.23516	0.7300	0.7822	1.13	0.89734
0.3400	0.2998	0.830	0.24882	0.7400	0.7934	1.13	0.91230
0.3500	0.3123	0.843	0.26327	0.7500	0.8045	1.13	0.92634
0.3600	0.3241	0.856	0.27744	0.7600	0.8154	1.14	0.93942
0.3700	0.3364	0.868	0.29197	0.7700	0.5262	1.14	0.95321
0.3800	0.3483	0.879	0.30649	0.7800	0.8369	1.39	0.97015
0.3900	0.3611	0.891	0.32172	0.7900	0.8510	1.14	0.98906
0.4000	0.3435	0.902	0.33693	0.8000	0.8676	1.14	1.00045
0.4100	0.3860	0.913	0.35246	0.8100	0.8778	1.14	1.00045
0.4200	0.3986	0.921	0.36709	0.8200	0.8776	1.14	1.00965

D/D	a/A	v/V	q/Q		d/D	a/A	v/V	q/Q
0.4400	0.4238	0.943	0.39963		0.8400	0.8967	1.14	1.03100
0.4500	0.4365	0.955	0.41681		0.8500	0.9059	1.14	1.04740
0.4600	0.4491	0.964	0.43296		0.8600	0.9149	1.14	1.04740
0.4800	0.4745	0.983	0.46647		0.8800	0.9320	1.13	1.06030
0.4900	0.4874	0.991	0.48303		0.8900	0.9401	1.13	1.06550
0.5000	0.5000	1.000	0.50000		0.9000	0.9480	1.12	1.07010
0.5100	0.5126	1.009	0.51719		0.9100	0.9554	1.12	1.07420
0.5200	0.5255	1.016	0.53870		0.9200	0.9625	1.12	1.07490
0.5300	0.5382	1.023	0.55060		0.9300	0.9692	1.11	1.07410
0.5400	0.5509	1.029	0.56685		0.9400	0.9755	1.10	1.07935
0.5500	0.5636	1.033	0.58215		0.9500	0.9813	1.09	1.07140

Fuente: Apuntes del curso Ingeniería Sanitaria 2.

APÉNDICE A

Diseño del sistema de evacuación de aguas negras del mercado municipal, San Benito, Petén.

Tramo No.	De P.V.	A P.V.	Terreno			
			Inicio	Final	D.H.	Pendiente
1	1	2	98.60	98.36	87.12	0.28
2	2	3	98.36	98.30	97.45	0.06
3	3	4	98.30	98.77	60.60	-0.78
4	5	6	98.00	98.08	24	-0.33
5	6	8	98.08	97.99	9.5	0.95
6	7	8	98.00	97.99	24	0.04
7	8	4	97.99	98.77	14.5	-5.38
8	9	10	99.06	99.22	74.75	-0.21
9	10	4	99.22	98.77	48.84	0.92
10	4	12	98.77	98.67	10.12	0.99
11	11	12	99.58	98.67	61.9	1.47
12	12	14	98.67	98.65	10.12	0.20
13	13	14	98.48	98.65	62	-0.27
14	14	16	98.65	98.46	10.12	1.88
15	15	16	98.62	98.46	58.5	0.27
16	16	29	98.46	98.38	10.12	0.81
17	17	18	98.20	98.16	26	0.15
18	18	20	98.16	98.24	13.54	-0.59
19	19	20	98.10	98.24	38	-0.37
20	20	22	98.24	98.15	12.74	0.71
21	21	22	98.14	98.15	44	-0.02
22	22	25	98.15	98.10	19.1	0.26
23	23	24	98.12	98.40	12	-2.33
24	24	25	98.40	98.10	37	0.81
25	26	27	97.95	98.02	12.75	-0.57
26	27	28	98.02	98.40	24.5	-1.55
27	28	25	98.40	98.10	20.8	1.44
28	25	29	98.10	98.38	55.3	-0.50
29	29	32	98.38	98.85	41.7	-1.13
30	30	31	98.39	98.50	68	-0.17
31	31	32	98.50	98.85	81.44	-0.43
32	32	PV	98.85	97.60	22.5	5.58

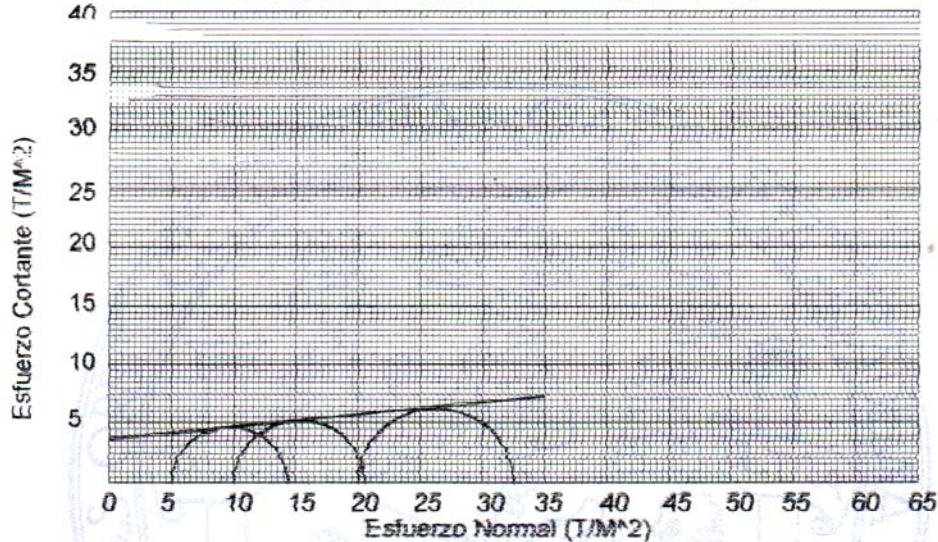
Longitud		Diametro tubería	Cotas Invert		Pendiente tubería	Velocidad a Sec no llena
Local	Acumulada		Inicio	Final		
87.12	87.12	6.00	98.40	97.53	1.00	0.68
97.45	184.57	6.00	97.50	96.47	1.06	0.85
60.6	245.17	6.00	96.50	95.87	1.04	0.91
24	24	4.00	97.80	97.56	1.00	0.46
9.5	33.5	4.00	97.53	97.43	1.05	0.52
24	24	4.00	97.80	97.40	1.67	0.53
14.5	72	6.00	97.43	96.70	5.03	1.04
74.75	74.75	6.00	98.86	97.03	2.45	0.75
48.84	123.59	6.00	97.06	95.60	2.99	0.98
10.12	450.88	8.00	95.90	95.81	0.89	0.94
61.9	61.9	6.00	99.38	97.50	3.04	0.81
10.12	522.9	8.00	95.78	95.69	0.89	1.00
62	62	6.00	99.28	97.40	3.03	0.80
10.12	595.02	8.00	95.66	95.57	0.89	1.02
58.5	58.5	6.00	98.42	97.30	1.91	0.68
10.12	663.64	8.00	95.54	95.45	0.89	1.06
26	26	6.00	98.00	97.51	1.88	0.64
13.54	39.54	6.00	97.54	97.33	1.59	0.67
38	38	6.00	97.90	97.33	1.51	0.63
12.74	90.28	6.00	97.30	97.09	1.58	0.82
44	44	6.00	97.94	97.09	1.92	0.73
19.1	153.38	6.00	97.06	96.75	1.65	0.97
12	12	4.00	97.92	97.66	2.20	0.58
37	49	6.00	97.63	96.75	2.37	0.78
12.75	12.75	4.00	97.75	97.55	1.55	0.45
24.5	37.25	4.00	97.52	97.12	1.64	0.59
20.8	58.05	6.00	97.09	96.75	1.63	0.63
55.3	315.73	6.00	96.72	95.55	2.11	1.20
41.7	1021.07	8.00	95.42	95.24	0.43	0.91
68	68	6.00	98.19	96.93	1.85	0.69
81.44	149.44	6.00	96.96	95.50	1.79	0.83
22.5	1193.01	8.00	95.21	95.15	0.27	0.77

APÉNDICE B



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL. DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 0164 S.S. O.T.No.: 21.512
 INTERESADO: Henry Anibal Gaitanero Reyes
 PROYECTO: Trabajo De Graduación - EPS
 UBICACION:
 pozo: 1 Profundidad: 2,00 m Muestra: 1



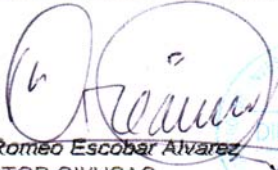
PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 5,94^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 3,6 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arcilla con presencia de grava color gris.
 DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESIÓN LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	9,35	10,56	11,95
PRESIÓN INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	4,5	6,0	8,0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1,65	1,65	1,65
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	2,10	2,10	2,10
HUMEDAD (%H)	26,5	26,5	26,5

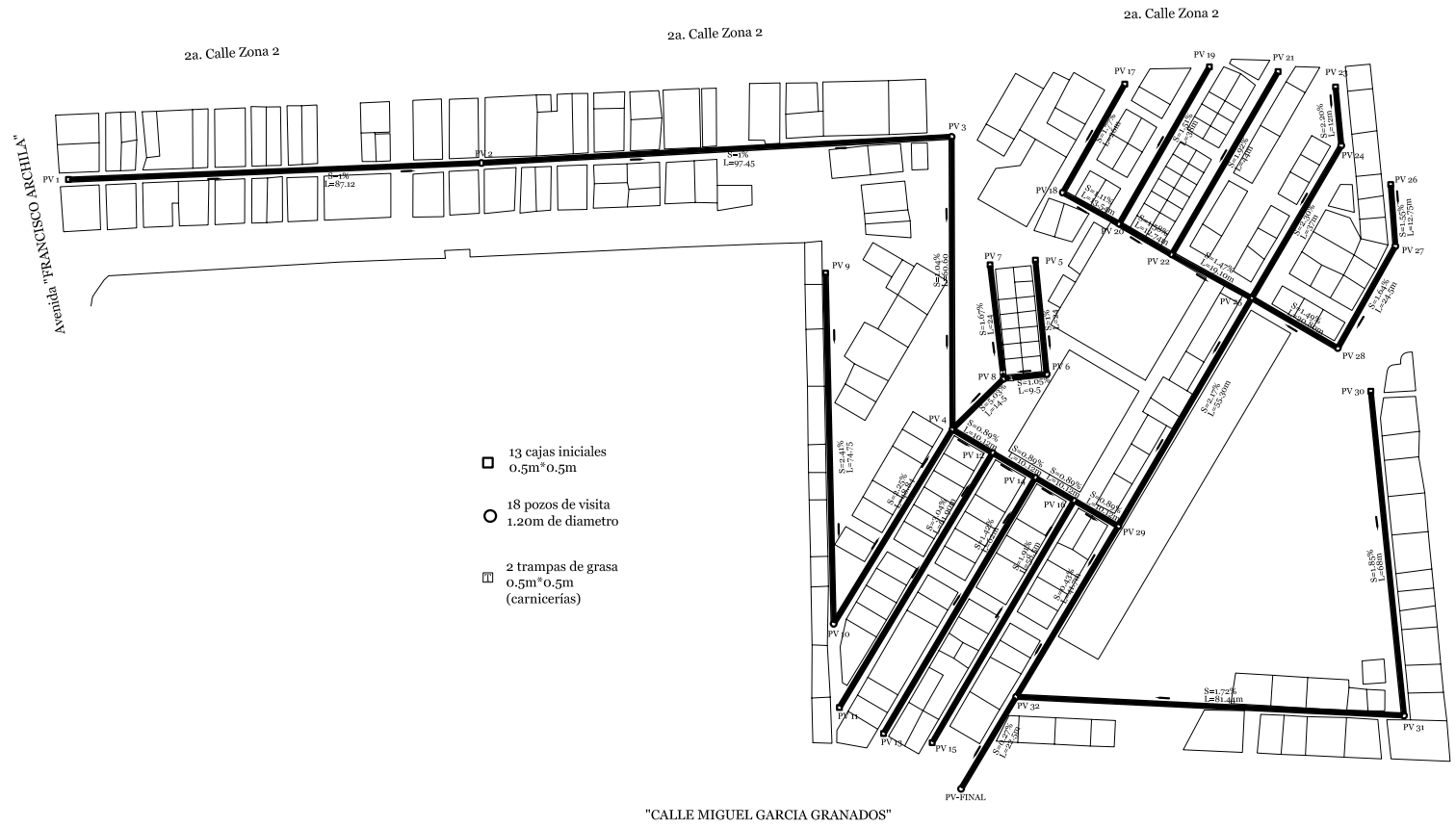
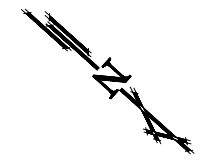


Vo. Bo. 
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
 DIRECTOR CII/USAC

Atentamente,

 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

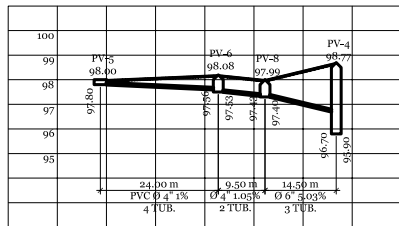
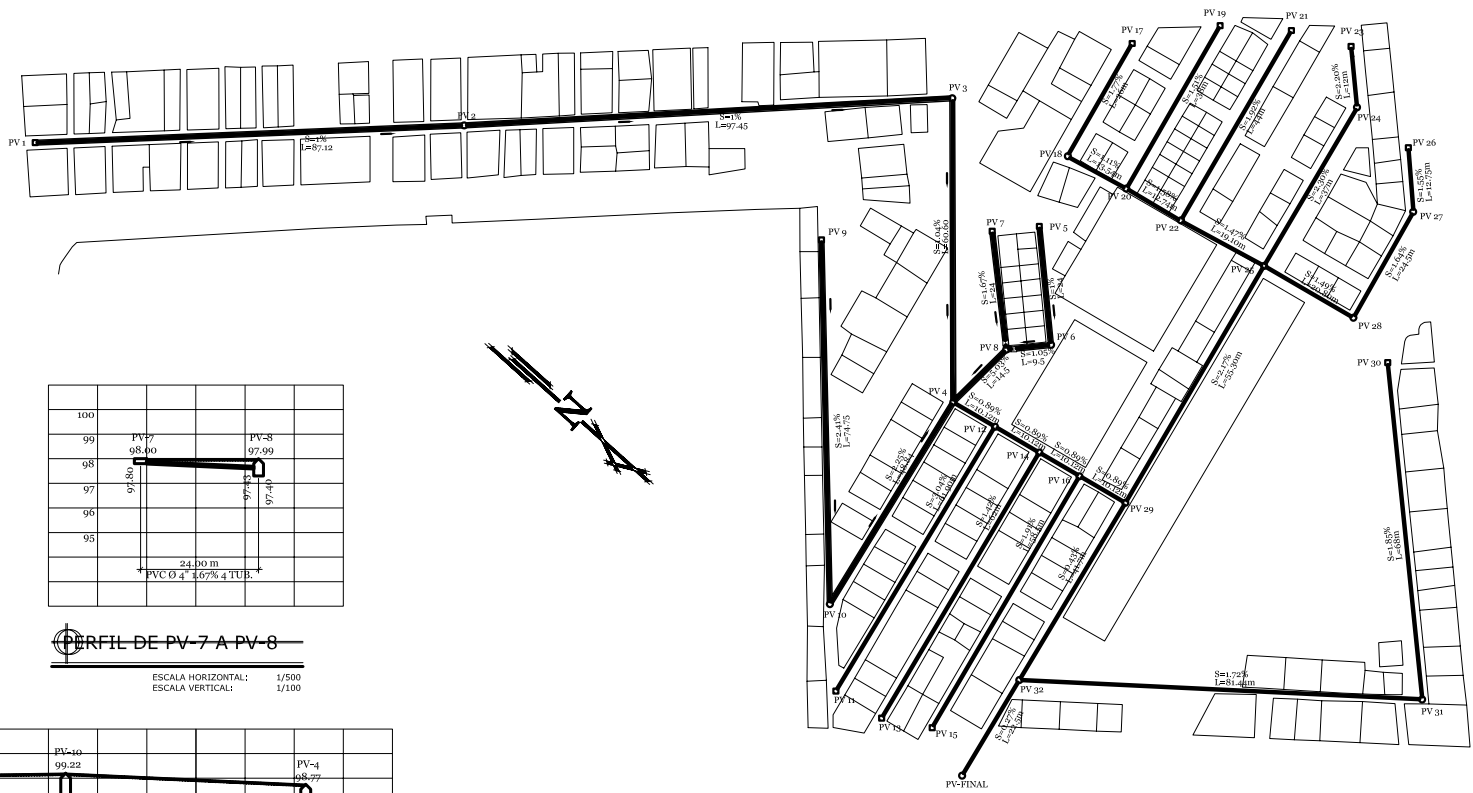
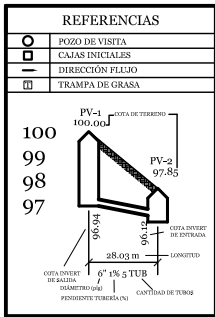
APÉNDICE C



- 13 cajas iniciales
0.5m*0.5m
- 18 pozos de visita
1.20m de diametro
- ▣ 2 trampas de grasa
0.5m*0.5m
(carnicerías)

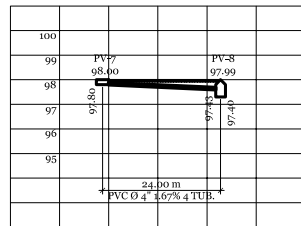
PLANTA GENERAL
 ESCALA: 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN		
CONTENIDO: PLANTA GENERAL		1/500
DISEÑADO POR: ING. MANUEL ABRVILLAGA	SUPERVISADO POR: HENRY ANIBAL SAMBIENTO	AGOSTO 2007
DISEÑADO POR: ING. MANUEL ABRVILLAGA	SUPERVISADO POR: JAYNER LÓPEZ, ALCALDE MUNICIPAL	01 06



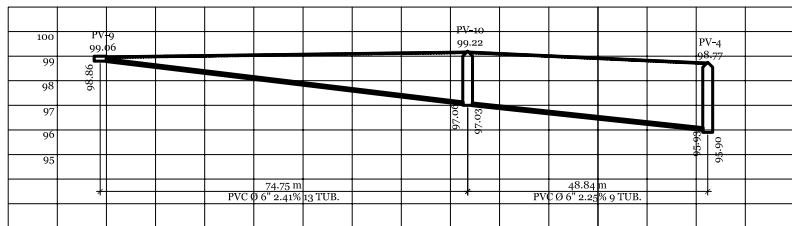
PERFIL DE PV-5 A PV-4

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100



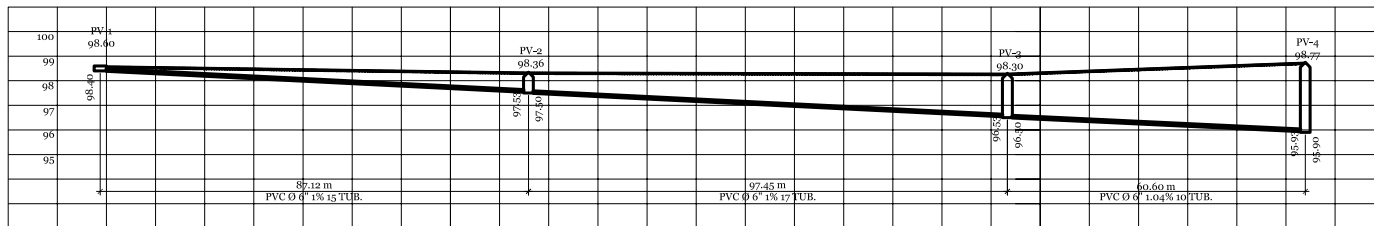
PERFIL DE PV-7 A PV-8

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100



PERFIL DE PV-9 A PV-4

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100

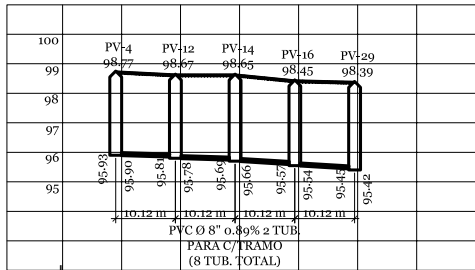
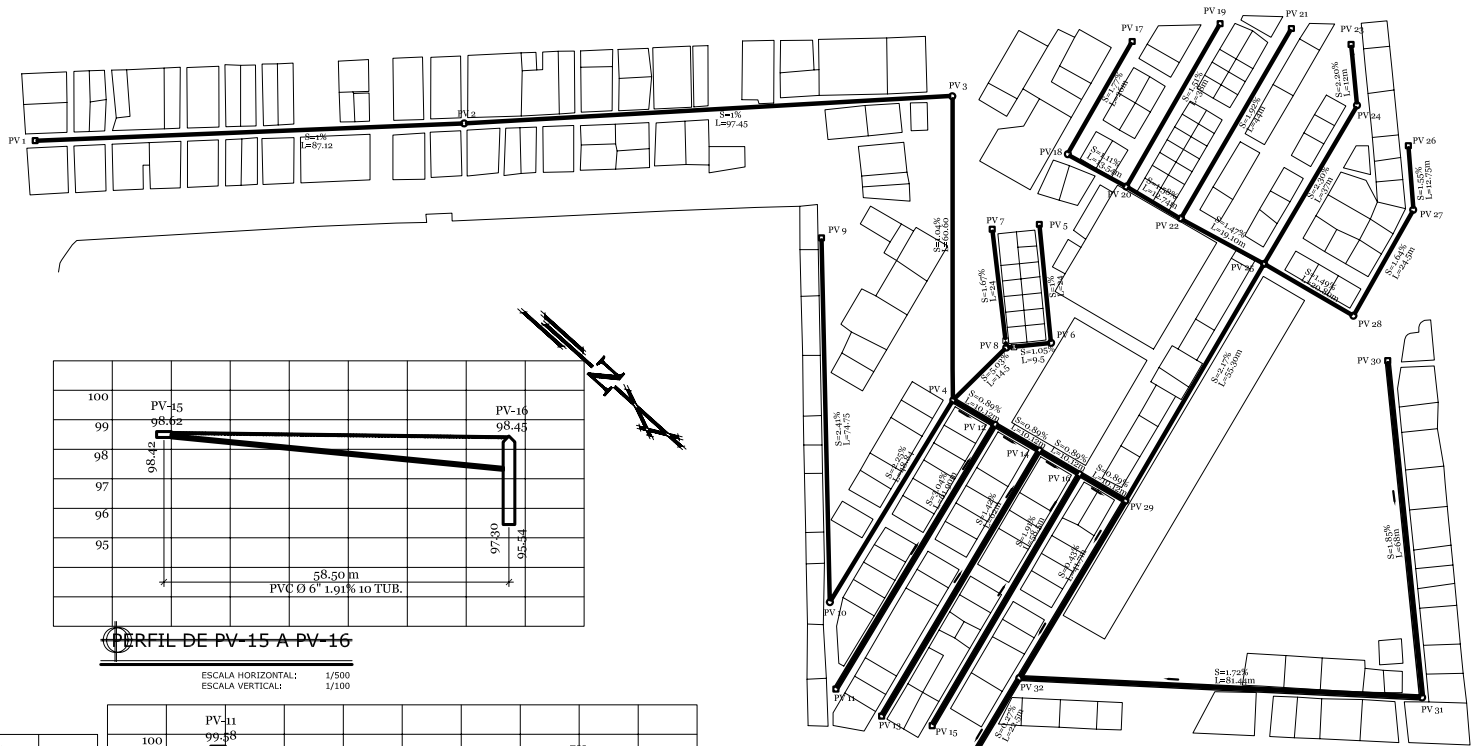
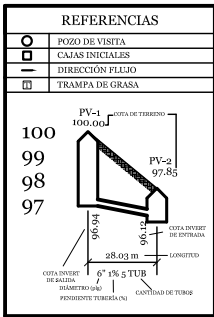


PERFIL DE PV-1 A PV-4

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100

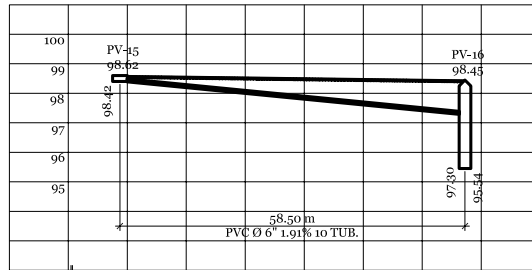
PLANTA
ESCALA: 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN		
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL SECTOR No. 1		INDICADA
ING. MANUEL ARRIVILLAGA	HENRY ANIBAL SAMBIENTO	AGOSTO 2007
C) ING. MANUEL ARRIVILLAGA		JANIER LÓPEZ, ALCALDE MUNICIPAL
		02 06



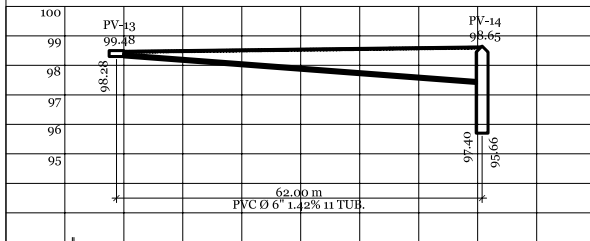
PERFIL DE PV-4 A PV-29

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100



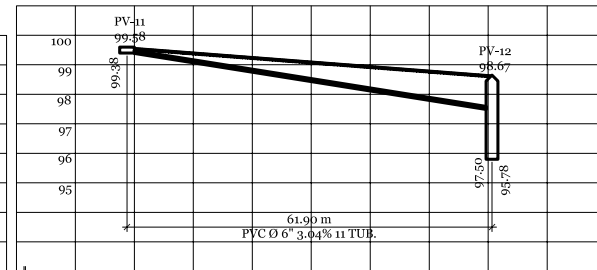
PERFIL DE PV-15 A PV-16

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100



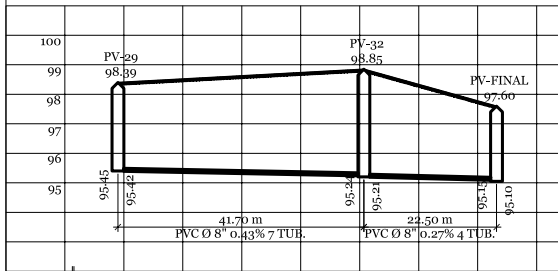
PERFIL DE PV-13 A PV-14

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100



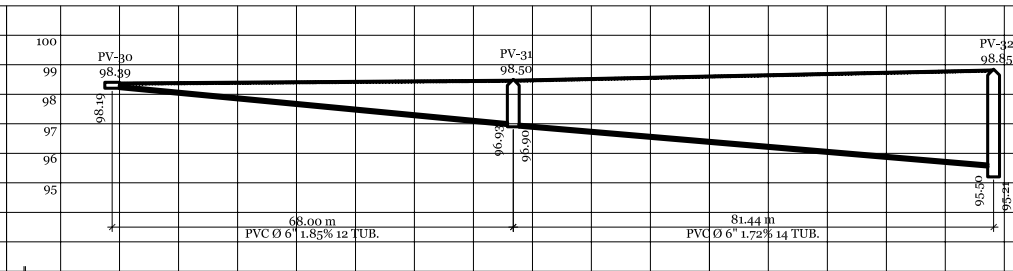
PERFIL DE PV-11 A PV-12

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100



PERFIL DE PV-29 A PV-FINAL

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100



PERFIL DE PV-30 A PV-32

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100

PLANTA

ESCALA: 1/500

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

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN

CONTENIDO: PLANTA-PERFIL SECTOR No. 2

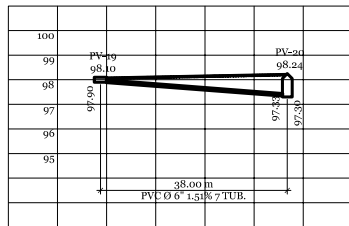
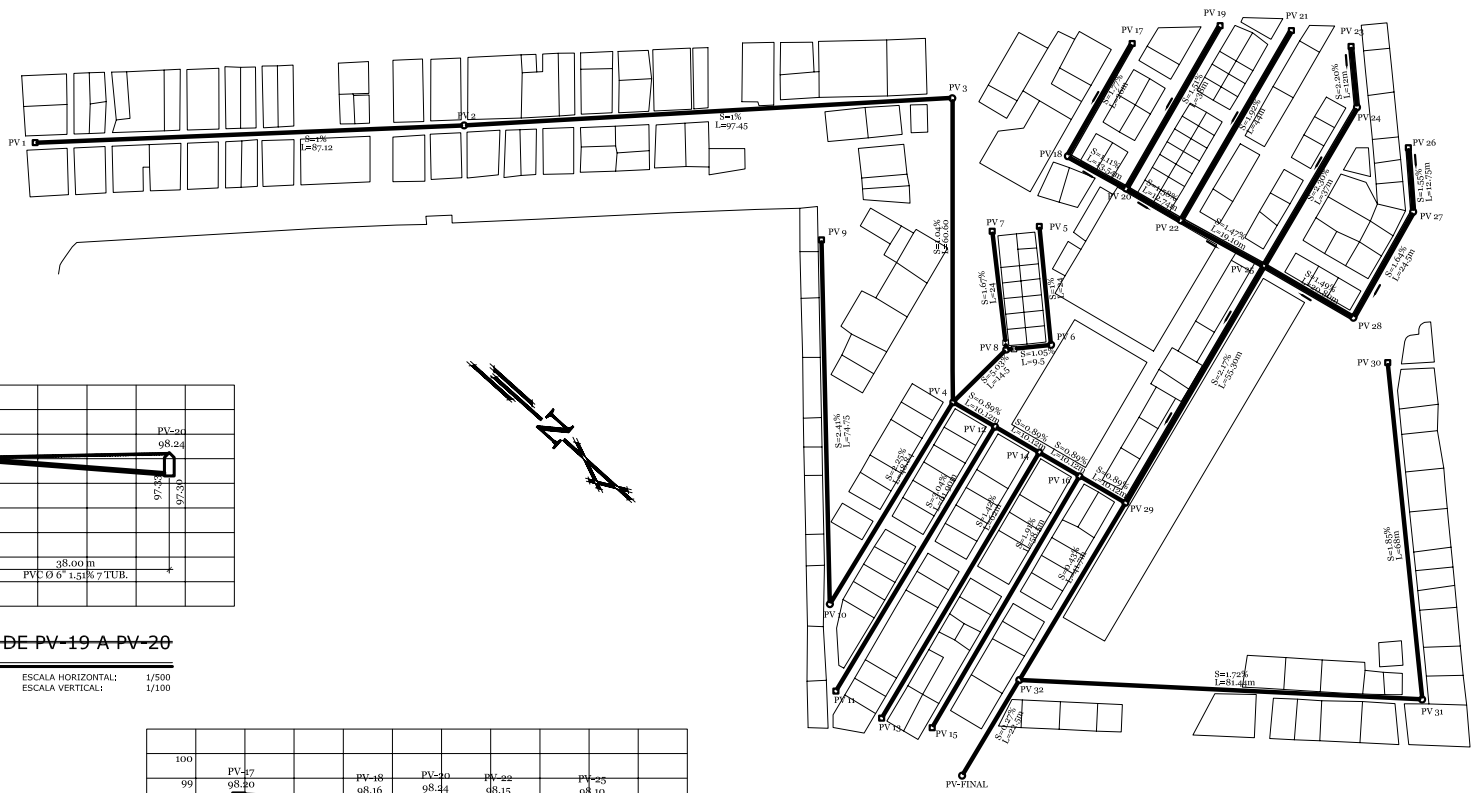
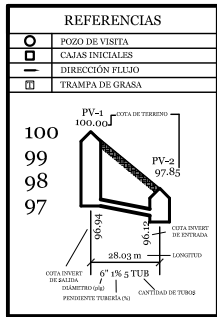
INDICADA

ING. MANUEL ARRIVILLAGA HENRY ANIBAL SAMBIENTO

AGOSTO 2007

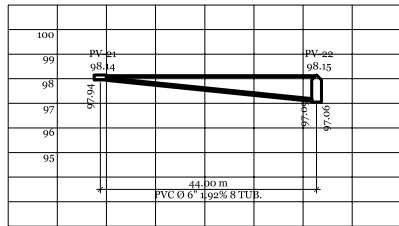
03/06

ING. MANUEL ARRIVILLAGA JAYNER LÓPEZ, ALCALDE MUNICIPAL



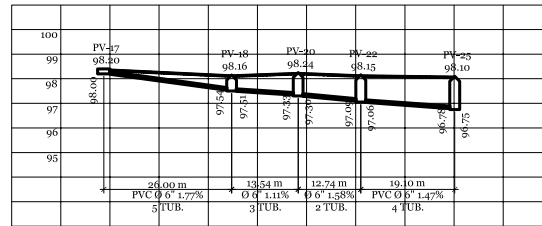
PERFIL DE PV-19 A PV-20

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100



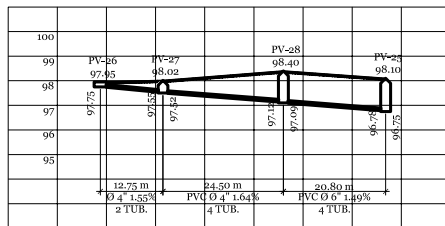
PERFIL DE PV-21 A PV-22

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100



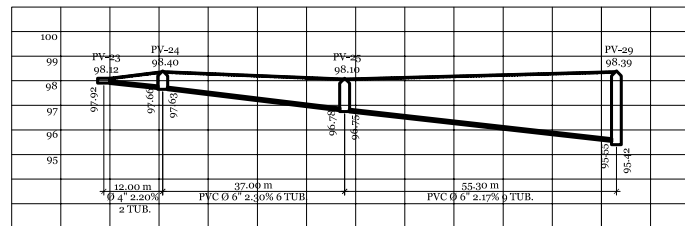
PERFIL DE PV-17 A PV-25

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100



PERFIL DE PV-26 A PV-25

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100



PERFIL DE PV-23 A PV-29

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/100

PLANTA
ESCALA: 1/500

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

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SAN BENTO, PETÉN

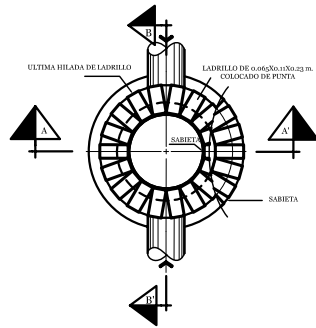
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL SECTOR No. 3

INDICADA: AGOSTO 2007

ING. MANUEL ABRVILLAGA HENRY ANIBAL SARRIENTO

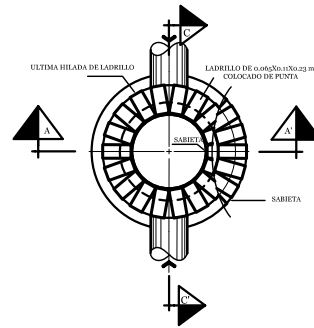
ING. MANUEL ABRVILLAGA JAYNER LÓPEZ, ALCALDE MUNICIPAL

04/06



PLANTA DE POZO DE VISITA

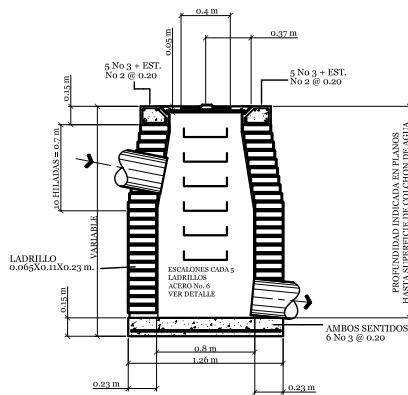
ESCALA: 1/20



PLANTA DE POZO DE VISITA

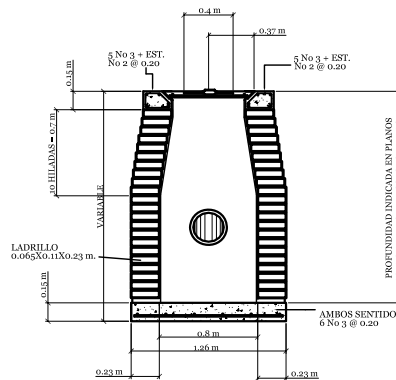
ESCALA: 1/20

- ### ESPECIFICACIONES
1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
 2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN $f'c = 217 \text{ Kg/cm}^2$ PROPORCIÓN 1:2:2. (10 SACOS DE CEMENTO 5.5 CARRETELLAS DE ARENA DE RÍO, 5.5 CARRETELLAS DE PIEDRÍN DE 1/2 P.L.G. Y 12 CUBETAS DE 5 GALONES DE AGUA)
 3. LA SABIETA DEBERÁ SER DE CAL Y ARENA DE RÍO CON PROPORCIÓN 1:2. (7 SACOS DE CAL x 6.5 CARRETELLAS DE ARENA DE RÍO)
 4. LA MEZCLA PARA EL PEGADO DE LADRILLOS DEBERÁ SER DE CAL Y ARENA DE RÍO PROPORCIÓN 1:3. (7 SACOS DE CAL x 10 CARRETELLAS DE ARENA DE RÍO)
 5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ $f_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$.



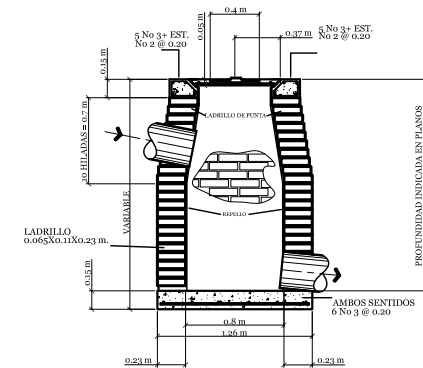
SECCION C-C

ESCALA: 1/20



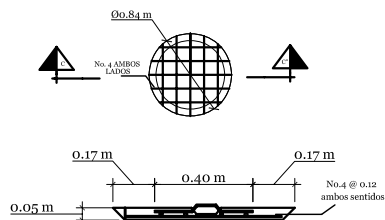
SECCION A-A

ESCALA: 1/20



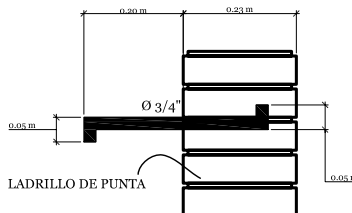
SECCION B-B

ESCALA: 1/20



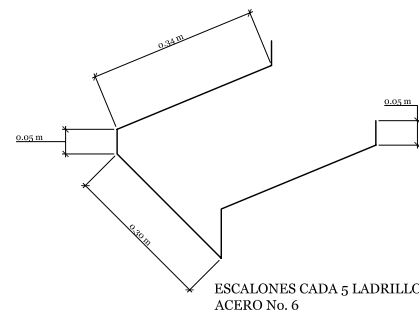
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA: 1/20

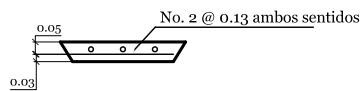
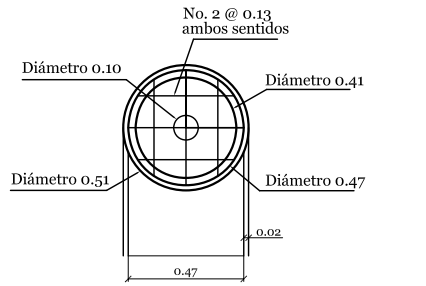


DETALLE DE ESCALONES

ESCALA: 1/05

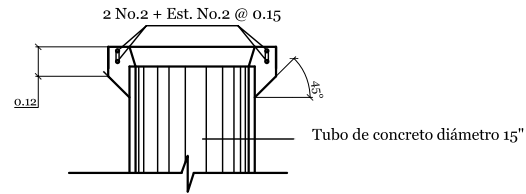


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN		
CONTENIDO: DETALLES POZOS DE VISITA		INDICADA
ING. MANUEL ARRIVILLAGA	HENRY ANIBAL SAMBIENTO	AGOSTO 2007
ING. MANUEL ARRIVILLAGA		JANIER LÓPEZ, ALCALDE MUNICIPAL
		05/06



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA: 1/10

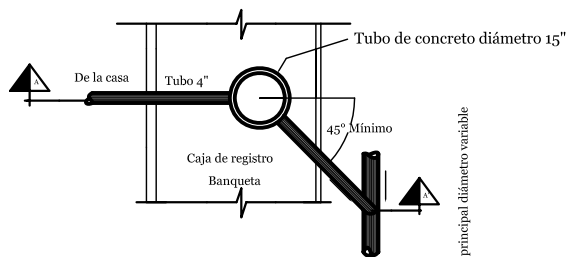


CAJA DE REGISTRO

ESCALA: 1/10

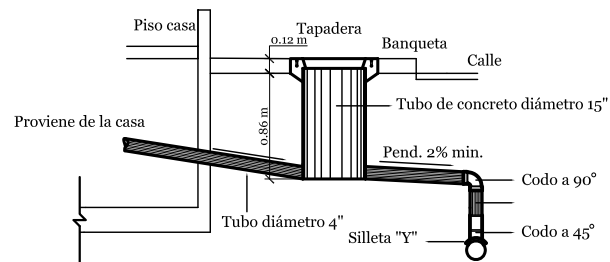
ESPECIFICACIONES

1. LA TUBERÍA PARA LA CONEXIÓN DOMICILIAR DEBE SER DE 4" PVC PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SEGÚN NORMA F-949.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN $f'c = 217 \text{ Kg/cm}^2$ PROPORCIÓN 1:2:2. (10 SACOS DE CEMENTO 5.5 CARRETIILLAS DE ARENA DE RÍO, 5.5 CARRETIILLAS DE PIEDRÍN DE 1/2 PLG. Y 12 CUBETAS DE 2 GALONES DE AGUA).
3. LA CAJA DE REGISTRO SERÁ UN TUBO DE CONCRETO DE 12" DE DIÁMETRO CON SU RESPECTIVA BASE, BRICOL Y TAPADERA.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ $Fy = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.



PLANTA

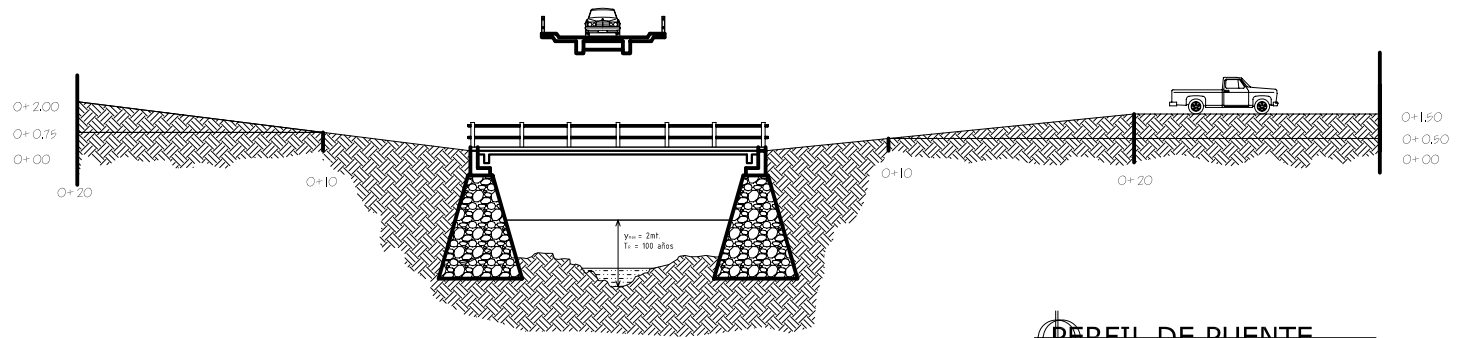
ESCALA: 1/25



SECCIÓN A-A

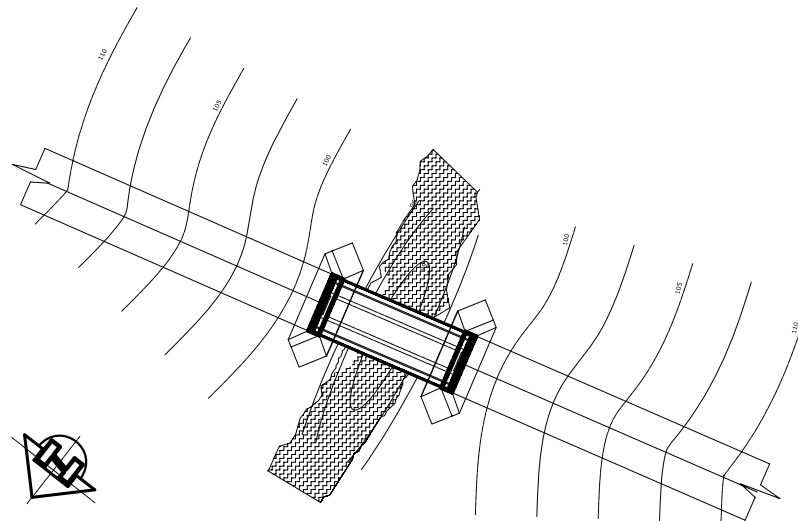
ESCALA: 1/20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS NEGRAS DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SAN BENITO, PETÉN		
CONTENIDO: DETALLES CONEXIÓN DOMICILIAR		INDICADA
ING. MANUEL ABRVILLAGA	HENRY ANIBAL SAMBIENTO	AGOSTO 2007
06		06
ING. MANUEL ABRVILLAGA		JANIER LÓPEZ, ALCALDE MUNICIPAL



PERFIL DE PUENTE

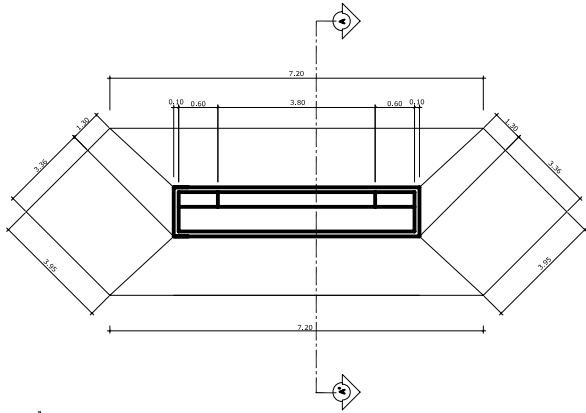
ESCALA: 1/100



PLANTA DE PUENTE VEHICULAR

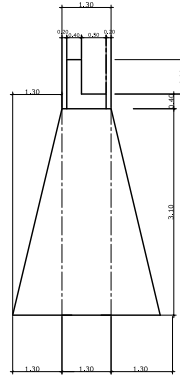
ESCALA: 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO PUENTE VEHICULAR BARRIO PEDREGAL, SAN BENITO, PETÉN		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL		INSTRUMENTO
DISEÑADO POR: DR. MANUEL ARROYAVEGA REVISADO POR: DR. MANUEL ARROYAVEGA	DISEÑADO POR: JAVIER LÓPEZ ALCALDÍ REVISADO POR: JAVIER LÓPEZ ALCALDÍ	REGISTRO 2017 01 03



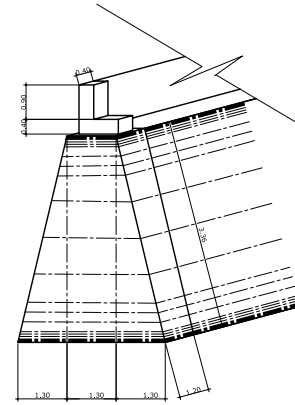
PLANTA DE ESTRIBOS

ESCALA: 1/50



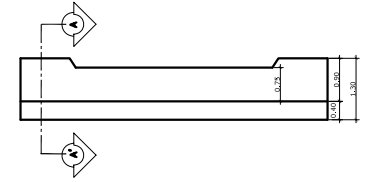
SECCIÓN A-A' DE ESTRIBOS

ESCALA: 1/50



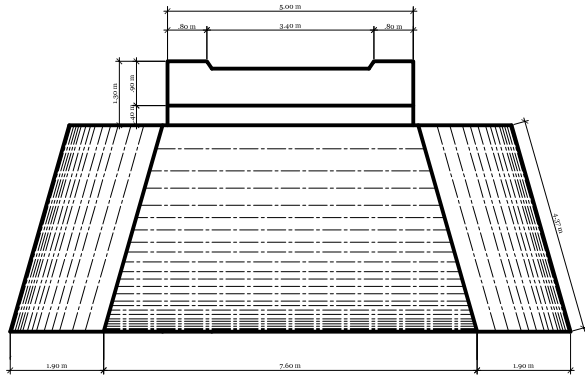
ISOMÉTRICO DE ESTRIBOS

ESCALA: 1/50



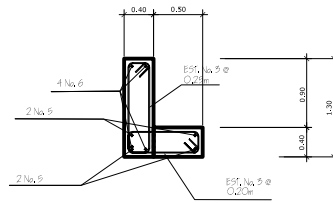
DETALLE DE CORONA Y VIGA DE APOYO

ESCALA: 1/50



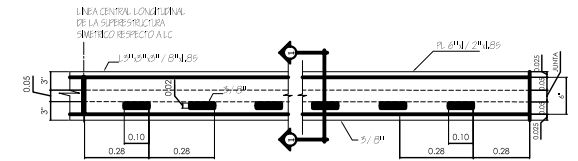
SECCIÓN FRONTAL DE ESTRIBOS

ESCALA: 1/50



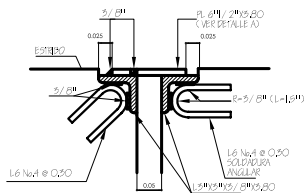
SECCIÓN A-A'

ESCALA: 1/25



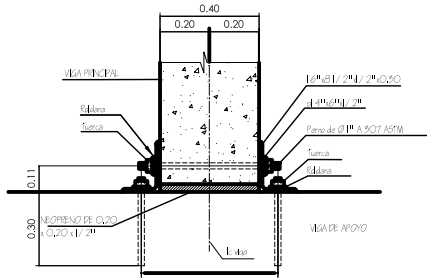
DISTRIBUCIÓN DE AGUJEROS SOLDADURA

ESCALA: 1/10



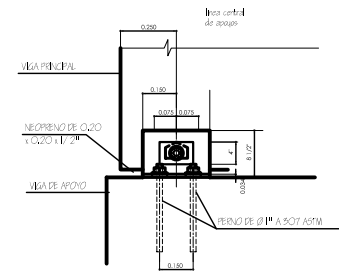
SECCIÓN 1-1

ESCALA: 1/05



PERFIL DE JUNTA

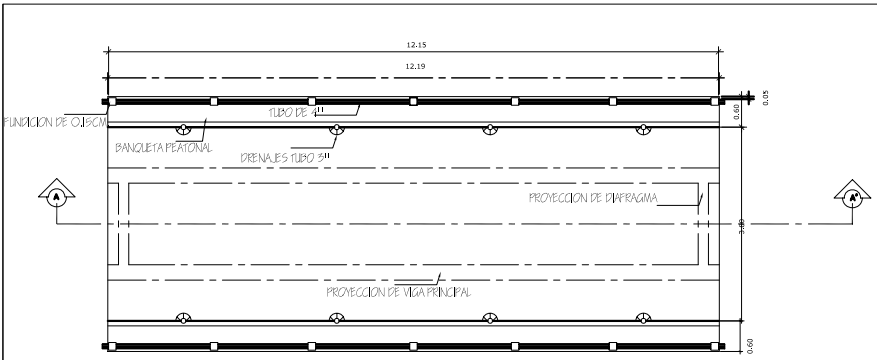
ESCALA: 1/10



ELEVACIÓN DE JUNTA

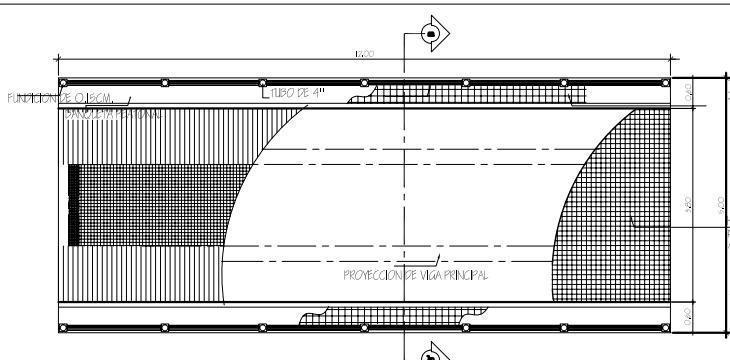
ESCALA: 1/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO PUENTE VEHICULAR BARRIO PEDREGAL, SAN BENITO, PETÉN		
CONTENIDO: SECCIÓN Y DETALLES		INDICADA
ING. MANUEL ABRVILLAGA	HENRY ANIBAL SARRIENTO	AGOSTO 2007
ING. MANUEL ABRVILLAGA	JANIER LÓPEZ, ALCALDE MUNICIPAL	02/03



PLANTA DE PUENTE

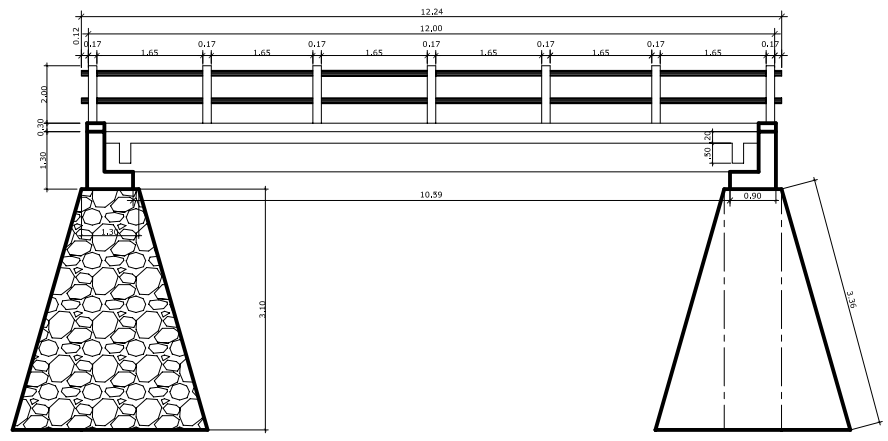
ESCALA: 1/50



PLANTA DE PUENTE CON REFUERZOS

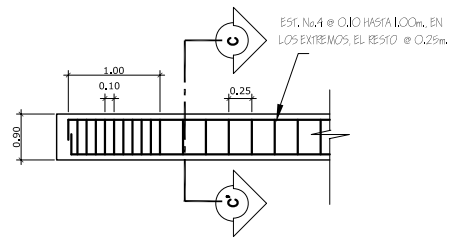
ESCALA: 1/50

4 #4 @ 0.20 transversal
 2 #4 @ 0.20 longitud, 1 #5 al centro
 Hierro #4 @ 0.15 m por mt. perpendicular al eje del As Rap
 L/2 = #4 @ 0.15 m
 L/4 = #4 @ 0.20 m
 As Temp. #3 @ 0.17 m



SECCION A-A'

ESCALA: 1/50

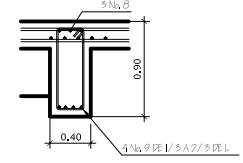


REFUERZO DEL DIAFRAGMA

ESCALA: 1/50

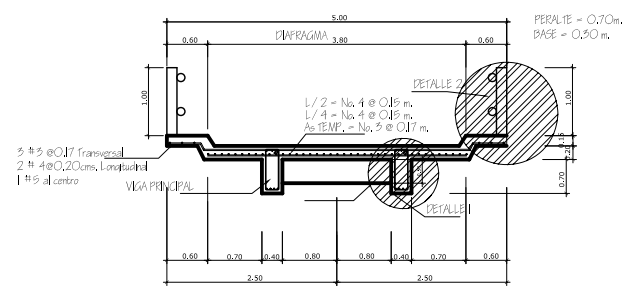
SECCION C-C'

ESCALA: 1/20



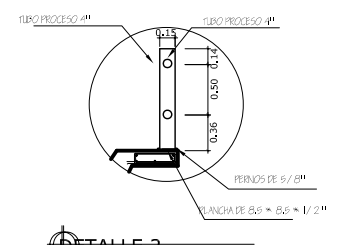
DETALLE 1

ESCALA: 1/25



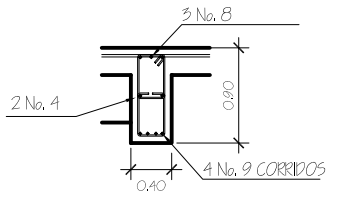
SECCION B-B'

ESCALA: 1/50



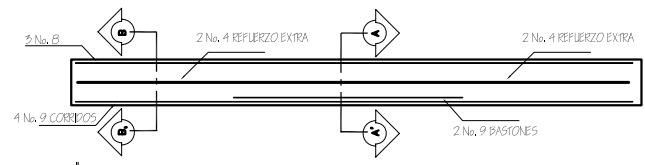
DETALLE 2

ESCALA: 1/25



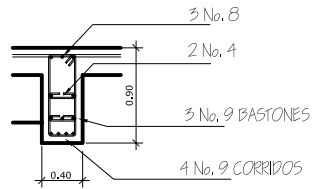
SECCION B-B'

ESCALA: 1/25



REFUERZO LONGITUDINAL DE LA VIGA PRINCIPAL

ESCALA: 1/50



SECCION A-A'

ESCALA: 1/25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO PUENTE VEHICULAR BARRIO PEDREGAL, SAN BENITO, PETEN		
CONTENIDO: SECCION Y DETALLES		ENDICADA
Autor: ING. MANUEL ARRIVILLAGA	Supervisor: HENRY ANIBAL SARMIENTO	FECHA: AGOSTO 2007
C/ ING. MANUEL ARRIVILLAGA	JAVIER LOPEZ, ALCALDE MUNICIPAL	03 03