



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

**SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
MUNICIPIO DE SAN JOSÉ Y PUENTE VEHICULAR DEL
CASERÍO EL COROZAL, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, PETÉN.**

Wilder Ronaldo Guerra Villeda

Asesorado por Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, septiembre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE
SAN JOSÉ Y PUENTE VEHICULAR DEL CASERÍO EL COROZAL,
MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, PETÉN.**

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

**WILDER RONALDO GUERRA VILLEDA
ASESORADO POR ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ**

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Ing Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIO	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:

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ Y PUENTE VEHICULAR DEL CASERÍO EL COROZAL, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, PETÉN,

tema que se me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 6 de mayo de 2005.

Wilder Ronaldo Guerra Villeda

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Luis Alfaro.

Por compartir conmigo sus conocimientos sin ningún interés, por el apoyo brindado cada vez que lo necesite y por ser un gran amigo.

Ing. Angel Sic.

Por su amistad y por su apoyo.

Kenet Estrada.

Por ser un buen amigo y por su apoyo incondicional.

Municipalidad de San José, Petén.

En especial al Señor Julián Tesucún y a todas las personas que la integran, gracias por su apoyo y por su amistad.

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

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios gracias por darme la vida y la fortaleza para seguir adelante.

Mi madre Mirza Liliana Villeda Engletón por apoyarme incondicionalmente y darme los mejores consejos de la vida y gracias por ser la mejor de las madres.

Mi padre José Rodolfo Guerra Díaz por el apoyo, por creer en mí y por ser un ejemplo a seguir. A los dos les dedico este momento por que el amor que me han dado es mi fuerza y mi alegría , les debo más que tanto, todo.

Mis hermanitas Linda Rocío gracias por llenar de luz mi vida con tu alegría e inocencia. A Marla por ser nuestro ángel en el cielo.

Mis hermanos Sully, José y Gabriel por ser además mis amigos y por haber estado juntos en tantos momentos difíciles que unidos logramos superar.

Mi abuela Julia Engleton por ser mi segunda madre y por estar siempre en mi corazón y en mis pensamientos.

Lily Torres, por estar siempre a mi lado y por ser una persona tan importante en mi vida.

Mi familia en general, por apoyarme y por hacerme sentir que somos una gran familia, motivo para seguir adelante.

Mis amigos Deysi, Cintia, Carmen, Rosa María, Chiqui, Veraligia, Mónica, Cristabel, Zoyla, Astrid, Dina, Hamy, Gerber, Juan Carlos, Nancy, Flory, Carlos, Luis Ernesto, Carlos Manuel, Cristian, Luis Fernando, Geovany, Henry, Rodrigo, Pepe, Oto, Dany, Marvin, Víctor, Enrique, y Javier, por su apoyo cuando más lo necesitaba. A Maribel con especial cariño.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VI
LISTA DE SÍMBOLOS	VIII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	IX
1. CARACTERÍSTICAS SOBRE LAS NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS BÁSICOS DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, PETÉN.	
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	3
1.3 Características económicas	3
1.4 Características socioculturales	5
1.4.1 Población	5
1.4.2 Educación	5
1.4.3 Servicios básicos existentes	5

2. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

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	9
2.3.1 Descripción del sistema a utilizar	9
2.3.2 Período de diseño	11
2.3.3 Población de diseño	11
2.3.4 Dotación	12
2.3.5 Factor de retorno	13
2.3.6 Factor Harmond	13
2.3.7 Caudal sanitario	13
2.3.7.1 Caudal domiciliar	14
2.3.7.2 Caudal de infiltración	14
2.3.7.3 Caudal por conexiones ilícitas	15
2.3.7.4 Factor de caudal medio	16
2.3.7.5 Caudal de diseño	18
2.3.8 Selección del tipo de tubería	18
2.3.9 Diseño de sección de pendientes	19
2.3.9.1 Vel. máximas y mínimas de diseño.....	20
2.3.9.2 Cotas invert	20
2.3.10 Pozos de visita	21
2.3.11 Conexiones domiciliarias	23
2.3.12 Profundidad de tubería	24
2.3.13 Principios hidráulicos	26
2.3.13.1 Relaciones hidráulicas	27
2.3.14 Cálculo hidráulico	32

2.3.14.1	Especificaciones técnicas	32
2.3.14.2	Ejemplo del diseño de un tramo	33
2.4	Estudio de impacto ambiental	39
2.4.1	Definición	39
2.4.2	Fines y aspectos para estudios de impacto ambiental	39
2.4.3	Evaluación ambiental de proyectos	40
2.4.4	Consideraciones técnicas	40
2.4.5	Análisis de localización de sistemas de tratamiento	41
2.4.6	Definición de actividades relevantes en las distintas Etapas del proyecto	42
2.4.6.1	Buena operación	43
2.4.6.2	Mala operación	43
2.4.6.3	Etapas de operación	43
2.4.6.4	Etapas de construcción	44
2.4.7	Seguimiento ambiental	44
2.5	Desfogue	44
2.5.1	Tratamiento para aguas residuales	44
2.5.2	Etapas de tratamiento de aguas residuales	45
2.5.2.1	Tratamiento preliminar	46
2.5.2.2	Tratamiento primario	46
2.5.2.3	Tratamiento secundario	47
2.5.2.4	Tratamiento terciario	47
2.5.2.5	Desinfección	48
2.5.2.6	Disposición de lodos	48
2.5.3	Área de descarga	49
2.5.4	Propuesta de tratamiento	50
2.6	Presupuesto	52

3. DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO EL COROZAL

3.1 Descripción del proyecto	55
3.2 Estudio hidrológico	55
3.2.1 Crecientes	55
3.3 Levantamiento topográfico	56
3.4 Evaluación del tipo de suelo	56
3.5 Geometría	56
3.6 Datos y bases de diseño	57
3.7 Diseño de la superestructura	57
3.7.1 Predimensionamiento de la sección de la viga	57
3.7.2 Diseño de la losa	58
3.7.2.1 Cálculo del peralte	58
3.7.2.2 Integración de cargas	59
3.7.2.3 Cálculo de momentos	59
3.7.2.3.1 Momento debido a la carga muerta	59
3.7.2.3.2 Momento debido a la sobrecarga	60
3.7.2.3.3 Momento debido al impacto	60
3.7.2.3.4 Momento último	61
3.7.2.4 Cálculo del peralte efectivo	61
3.7.2.5 Cálculo de refuerzo transversal cama Inferior	61
3.7.3 Refuerzo de acero	63
3.7.4 Diseño de viga	63
3.7.4.1 Cálculo del momento por carga muerta	64
3.7.4.2 Cálculo del momento por sobrecarga	65
3.7.4.3 Cálculo del momento debido al impacto	68
3.7.4.4 Cálculo del momento total	68
3.7.4.5 Cálculo del refuerzo	69

3.7.4.6	Diseño a corte	70
3.7.4.6.1	Carga muerta	70
3.7.4.6.2	Sobrecarga	71
3.7.4.6.3	Esfuerzos cortantes totales	71
3.7.4.6.4	Refuerzo	72
3.7.4.6.5	Cálculo del espaciamiento	73
3.7.5	Diseño de diafragmas	74
3.8	Diseño de la subestructura	75
3.8.1	Diseño de la cortina	76
3.8.1.1	Empuje de la tierra	77
3.8.1.2	Fuerza longitudinal	77
3.8.1.3	Fuerza del sismo	77
3.8.1.4	Grupos de cargas	77
3.8.1.5	Cálculo del refuerzo	79
3.8.1.6	Refuerzo por corte	79
3.8.2	Diseño de la viga de apoyo	80
3.8.3	Diseño del estribo	81
3.8.3.1	Cálculo del momento de volteo	83
3.8.3.2	Cálculo del momento estabilizante	83
3.8.3.3	Revisión del muro sin superestructura	84
3.8.3.4	Revisión del muro con superestructura y carga viva	86
3.9	Presupuesto del puente El Cororal, San José, Petén	88
CONCLUSIONES		89
RECOMENDACIONES		91
BIBLIOGRAFÍA		93
ANEXOS		95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Pozo de visita	22
2. Diagrama de carga muerta.....	64
3. Diagrama de carga para obtener momentos máximos	65
4. Diagrama de cuerpo libre para carga viva	66
5. Diagrama de carga para obtener momentos máximos	68
6. Detalle de elevación de la viga principal	70
7. Diagrama de posición de carga que produce corte máximo	71
8. Refuerzo de diafragma	75
9. Geometría de la cortina y de la viga de apoyo	76
10. Esquema de armado de la viga de apoyo	81
11. Geometría y diagramas de presiones del estribo	82
12. Relación de triángulos para obtener la presión de la cota de cimentación	82
13. Densidad de vivienda de alcantarillado sanitario	99
14. Red general	101
15. Planta perfil	103
16. Planta perfil	105
17. Detalle de pozos de visita	107
18. Detalle de conexión domiciliar	109
19. Planta perfil puente El Corozal	111
20. Plano de detalles de puente El Corozal	113
21. Plano de detalles de puente El Corozal	115

TABLAS

I	Valores permitidos del factor de caudal medio	17
II	Profundidad mínima de la cota invert	25
III	Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro	26
IV	Relaciones hidráulicas para sección circular	29
V	Descarga	50
VI	Resumen del presupuesto del alcantarillado sanitario para el municipio de San José	52
VII	Cálculo del momento estabilizante	84
VIII	Resumen del presupuesto del puente vehicular del caserío El Corozal	88
IX	Diseño de la red de alcantarillado sanitario, municipio de San José, Petén.....	97

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
CP	Cota piezométrica
C.I.I.	Cota invert inicial
C.I.F.	Cota invert final
d	Peralte
<i>d</i>	Tirante de agua dentro del tubo
D	Diámetro del tubo
E	Empuje
e	Excentricidad
EQ	Fuerza del sismo
Fact. Hard.	Factor Harmon
\bar{f}_c	Resistencia nominal del concreto
FH	Fuerza horizontal
FL	Fuerza longitudinal
FI.	Factor de flujo instantáneo
Fact. Inf.	Factor de infiltración
Fqm	Factor de caudal medio
Fy	Resistencia del acero
h	Altura
Ha.	Hectáreas

Hab./Ha	Habitantes por hectárea
Hab./casa	Habitantes por casa
H – 15-44	Sobrecarga camión Standard
I	Impacto
L	Luz entre vigas
L/hab/día	Litros por habitante 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
Qdom.	Caudal domiciar
q inf.	Caudal de infiltración
Q.C.I	Caudal por conexiones ilícitas
q.dis.	Caudal de distribución
Qm	Caudal medio
Qmd	Caudal medio diario
QT	Caudal total
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
Vrc	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	Cantidad de agua que brota de un manantial o 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.
Caudal de diseño	Elevación de tramo por tramo del sistema sanitario, aplicado en un período de diseño determinado, el cual esta integrado por el caudal máximo de origen doméstico, el caudal de infiltración, conexiones ilícitas y aguas de origen comercial e industrial.

Cota de cimentación	Altura donde se construyen los cimientos referidos a un nivel determinado
Cota invert	La parte mas baja de un colector, en donde entran una o varias tuberías y solo una de ellas es de seguimiento.
Deslizamiento	Fuerza que tiende a deslizar 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 de tiempo 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 han sido 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

El Presente trabajo de graduación contiene el diseño del alcantarillado sanitario para el municipio de San José y del puente vehicular para el caserío El Corozal del municipio de San José, Petén y se estructura con 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 la decisión de optar por desarrollar dos proyectos, los cuales beneficiarán en forma significativa al municipio.

En los capítulos 2 y 3 se presenta el diseño del alcantarillado sanitario para el municipio de San José y del puente vehicular para el caserío El Corozal del municipio de San José, 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

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para el Municipio de San José y el puente vehicular para el Caserío El Corozal del municipio de San José, departamento de Petén.

Específicos

- Que los habitantes reciban el mejor servicio de alcantarillado sanitario.
- Que los proyectos de alcantarillado sanitario y del puente vehicular sean realizados.
- Mejorar la calidad de vida de los pobladores beneficiados en los dos proyectos.

INTRODUCCIÓN

Es obvio que Guatemala necesita de varias obras civiles que puedan mejorar la calidad de vida de sus habitantes, la Municipalidad de San José, Petén se caracteriza por ser una institución que siempre vela por el bienestar de sus pobladores.

El departamento de Petén, sufre, latentemente, por un problema, el cual radica en la falta de alcantarillados sanitarios, es por ello que la construcción de un alcantarillado sanitario es de vital importancia para el municipio de San José, ya que, la existencia de este mejoraría las condiciones de salud de sus habitantes, al igual que la construcción de un puente vehicular en el caserío el Corozal, el cual facilitaría el traslado de las personas aledañas al lugar.

Por lo que este trabajo de graduación está orientado a plantear las posibles soluciones a los problemas, anteriormente, descritos, desarrollando para el efecto, los siguientes proyectos:

— **Diseño de la red de alcantarillado para el casco urbano de San José Peten y el diseño de un puente vehicular para el caserío El Corozal.**

El trabajo está orientado, principalmente, a la solución de estas necesidades y esta conformado por tres capítulos, siendo los siguientes:

1. características sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos de municipio de San José, Petén;
2. consideraciones para el diseño del sistema de Alcantarillado Sanitario para el municipio de San José;
3. diseño del puente vehicular para el caserío El Corozal, Municipio de San José, Petén.

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

1.1. Antecedentes históricos

La creación de San José como pueblo de Petén corresponde a 1851, es una de las dos comunidades que se caracteriza por guardar rasgos antropológicos y etnográficos de la civilización maya Itzá. Esto es fácil observar por los apellidos mayas que conservan orgullosamente sus habitantes. Sus límites han sufrido cambios a través de su historia por razones políticas y económicas.

1.2. Características geográficas

1.2.1. Localización y extensión territorial

El Municipio de San José pertenece al departamento de Petén se encuentra a una distancia de 524 kilómetros de la ciudad de Guatemala.

A demás cuenta con una extensión territorial de 2252 kilómetros cuadrados.

1.2.2. Ubicación geográfica y colindancias.

San José Peten se encuentra localizado a el Norte del departamento de Petén, su mayor extensión territorial se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Maya, colinda al Norte con México, al Este con el municipio de Flores, al Oeste con el municipio de San Andrés y al Sur con Flores con el lago Petén Itzá de por medio.

La cabecera municipal se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas, latitud 16 grados, 59 minutos y 1.43 segundos, longitud 89 grados, 54 minutos 16.5 segundos.

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 José se puede acceder por vía terrestre y lacustre. Por vía terrestre por medio de dos carreteras que se encuentran en regular estado, desde Flores pasando por San Benito y San Andrés lo cual toma para llegar 30 minutos en vehículo particular, la otra vía terrestre es dando la vuelta al lago por el lado este, se transitan aproximadamente 32 kilómetros por carretera asfaltada hasta el Remate luego por la orilla del lago del Remate a San José 18 kilómetros aproximadamente.

La otra ruta de acceso es por vía lacustre. Diariamente salen embarcaciones desde las playas de San Benito con destino a San José, el recorrido con buen tiempo dura 45 minutos.

1.2.4. Clima e hidrografía

El clima es cálido, cuya principal variable es la definición de la estación seca.

La estación meteorológica lleva por nombre Chachaclún en la Aldea San Pedro del municipio de San José, del departamento de Petén.

Su cabecera municipal esta situada en la margen Noroeste de la cuenca del Lago Petén Itzá, sobre una loma pedregosa, a 130 metros sobre el nivel del mar, adornada de árboles frutales.

1.3. Características económicas

Sin lugar a dudas la mayor oportunidad en desarrollo económico lo constituye el sector turismo para el cual cuenta con enorme potencial dado la calidez y amabilidad de los habitantes, sus características antropológicas y etnográficas, su ubicación geográfica en las márgenes del lago, como puerta de entrada a la Biosfera maya, constituye un atractivo para el turismo con fines científicos y culturales así como el recreativo y de aventura. En la actualidad la mayor restricción la constituyen la poca comodidad que ofrecen las vías de comunicación pero sobre todo la percepción de inseguridad existente debido a los asaltos que se han cometido en la ruta, otras debilidades son las carencia de hoteles, infraestructura de servicios turísticos y organización para poder manejar y o conducir turistas desde y hacia los variados centros de interés turístico.

La actividad económica de la población transcurre principalmente en: la agricultura, ganadería y asalariados. El pueblo cuenta con varias pequeñas tiendas a las cuales acuden diariamente los distribuidores llevando los productos de consumo que no se producen localmente, en lo referente a la agricultura los campesinos Maya Itzá practican una agricultura de manejo sostenible o de agroforestería, ya que además del maíz cultivan plátanos, macal, jícama, chico, coro, papayas aguacate, etc. También se practica una agricultura itinerante al aplicar la tala, roza y quema. Cultivan maíz, frijol, pepitoria y otros. Para sacar los productos de las de cultivo emplean bestias de carga en un 30%. Los ingresos de los agricultores son bajos con relación a los que se dedican a otras actividades.

En lo que a tenencia de la tierra se refiere en el municipio de San José 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. Dentro del ejido municipal existe una reserva protegida la cual es administrada por la comunidad Bío Itzá.

Es de reconocer la estrategia de desarrollo municipal de no permitir asentamientos humanos en otras áreas fuera de los núcleos de poblados existentes dentro y fuera del ejido municipal.

1.4. Características socioculturales

1.4.1. Población

La población, según el último censo, es de 1,803 habitantes distribuidos en la cabecera municipal y una aldea, Jobompiche y el caserío de San Pedro, El Corozal, El Arroyo. El Púcte, Romonal, La Lucha y Santa Cruz.

1.4.2. Educación

Existen los servicios de educación, se prestan actualmente a través de centros educativos oficiales. La primaria y pre-primaria son oficiales, el instituto Básico Municipal y el Instituto de Bachillerato en Ciencias y letras funciona por cooperativa. Existen también una academia de rescate del idioma Maya Itzá la cual es coordinada por vecinos del municipio. La comisión Nacional de Alfabetización CONALFA las actividades municipales han unido esfuerzos para contrarrestar el analfabetismo observándose menos personas analfabetas que en otros municipios de Petén.

1.4.3. Servicios básicos existentes

San José 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** proveniente de dos pozos mecánicos los cuales abastecen a los pobladores de San José, proyecto que actualmente fue realizado.

- **Salud:** desde 1972, San José cuenta con un centro de salud atendido por un médico y seis enfermeras.
- **Energía Eléctrica:** Servicio prestado por DEORSA, regular las 24 horas.
- **Existe un sistema de recolección de basura** de dos días por semana, hay un vehículo municipal que recolecta y transporta los desechos hacia el basurero municipal para darle un tratamiento para su descomposición frecuente. Así mismo se les da limpieza a las calles principales, por cuatro barrenderos Municipales que diariamente efectúan su labor, distribuidos cada uno por sectores.
- **Policía Nacional Civil:** Existe una subestación.
- **Teléfono:** Servicio prestado por TELGUA.
- **Transporte:** El pueblo de San José cuenta con dos tipos de transporte, terrestre y lacustre, los que prestan un servicio diario desde y hacia los municipios de San Andrés, San Benito y Flores.
- **Radio y Televisión:** Actualmente existen estaciones de radio comerciales y un servicio de televisión por cable.
- **Otros servicios de comunicación:** Disponibilidad de Fax e Internet.
- **Recreativos:** Cuenta con un campo de fútbol, canchas de baloncesto, conciertos dominicales de marimba al aire libre.
- **Religiosos:** iglesia Católica y Templos Evangélicos.
- **Comerciales:** tiendas, abarroterías restaurante y farmacia.
- **Turismo:** El municipio actualmente se caracteriza como un lugar de desarrollo turístico, debido a su ubicación a orillas del lago Petén Itza y a sus lugares paisajísticos así como también su cultura, religión, costumbres y tradiciones, es visitada por nacionales y extranjeros, hoy en día cuenta con modernos edificios públicos para darle mas atención a propios y visitantes.

2. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

2.1. Descripción del proyecto.

Este proyecto consiste en el diseño del alcantarillado sanitario para el municipio de San José, Petén. Dicha necesidad se identificó investigando la problemática que viven los pobladores a raíz de la falta de este elemental servicio. La red a diseñar presenta una longitud de 1991.44 metros, para los cuales se diseñaron 40 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 NOVAFORT y tendrá un diámetro de 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 una planta de tratamiento la cual estará a cargo de Amanco.

2.2. Levantamiento topográfico

2.2.1. Altimetría

El desarrollo del presente estudio requirió de un levantamiento topográfico del perfil del terreno, para determinar las diferentes elevaciones y pendientes del mismo. Con los datos del levantamiento topográfico se calculan y trazan las curvas de nivel. El levantamiento que se realizó en este caso fue de primer orden, por tratarse de un proyecto de drenajes, en el que la precisión de los datos es muy importante. Se realizó una nivelación compuesta partiendo de una referencia (Banco de marca).

Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:

- Nivel de precisión marca Sookia C – 300
- Un estadal
- Una cinta métrica de 50 metros
- Trompos de madera.

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

- En todos los cruces de las calles.
- De todos los puntos en haya cambio de dirección.
- De todos los puntos en que haya cambios de pendiente del terreno
- De todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.
- A distancias no mayores de 20 metros
- De las alturas máximas y mínimas del cuerpo receptor en el que se proyecta efectuar la descarga.

2.2.2. Planimetría

Sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y en general ubicar todos aquellos puntos de importancia. Para este levantamiento se utilizó el método de conservación de azimut, por tener la ventaja de que permite conocer el error de cierre.

Para este levantamiento se utilizó el siguiente equipo:

- Un teodolito mecánico marca Wild T-1
- Un estadal
- Una cinta métrica de 50 metros
- Dos plomadas
- Trompos de madera
- Clavos

El tipo de suelo que se tiene en el municipio de San José, del departamento de Petén, según estudios de suelos realizados, es arcilla bastante plástica con muy poca arena de color gris.

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 las aguas que llevan los residuos provenientes de las casas; se pueden recolectar algunos desechos industriales, pero no está diseñado para las aguas provenientes de las lluvias. 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, como la vías de acceso al municipio, las posibilidades de mejoramiento de las vías de acceso, 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 como se espera funcione este sistema.

- **Sistema de alcantarillado combinado**

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

El municipio de San José no cuenta con estos tipos de sistemas de alcantarillado, por lo que se decidió realizar un alcantarillado sanitario, del cual estarán excluidas las aguas de lluvia, provenientes de las calles y otras superficies.

2.3.2. Período de diseño

El período de diseño, es de 21 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).

Para seleccionar el período de diseño de una obra de ingeniería, deben considerarse factores como la vida útil de las estructuras y el equipo competente, tomando en cuenta el desgaste y el año, así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planificadas, y la relación anticipada del crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacente durante 21 años.

2.3.3. Población de diseño

El sistema de alcantarillado debe adecuarse a un funcionamiento eficiente durante un período determinado. En este caso se adoptó un período de diseño de 20 años. Para encontrar la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio en el período establecido, se utilizó el método de incremento geométrico.

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

En donde:

P = Población buscada

Po = Población del último censo

r = Tasa de crecimiento

n = Período de diseño

Utilizando el método geométrico se evaluó el crecimiento de la población a servir, y se encontraron los porcentajes de las tasas de crecimiento a nivel departamental y municipal, que según el Instituto Nacional de Estadística (INE), es de 3.10 % anual.

Por medio de la ecuación de crecimiento geométrico se determinó la cantidad de población futura a servir.

2.3.4. Dotación

Como se trata de un lugar urbano, la municipalidad de San José tiene establecida una dotación de 150 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 de 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 al 70% ú 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.

Se aplicará un factor de retorno del 85%.

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:

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

En donde: P = Población futura acumulada en miles

2.3.7. Caudal Sanitario

Esta compuesto por la integración de los diferentes caudales que integran a un mismo sistema. Estos caudales son los siguientes:

2.3.7.1. Caudal domiciliar

Es el agua que habiendo sido utilizada para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida a la red de alcantarillado. El agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable.

Una parte de esta no será llevada al alcantarillado, como la de los jardines y lavado de vehículos, de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor que varía entre 0.70 a 0.80, el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No.Hab.} * \text{F.R.}}{86,400}$$

En donde;

Dot	= Dotación (lts/hab/día)
No.Hab.	= Número de habitantes
Q_{dom}	= Caudal domiciliar (lts/seg)
F.R.	= Factor de retorno

2.3.7.2. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en la alcantarilla, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad y tipo de tubería y de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas y la calidad de mano de obra utilizada y la supervisión técnica.

Puede calcularse de dos formas: en litros por hectárea o en litros diarios por kilómetro de tubería. Se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias aceptando un valor de 6.00 m por cada casa, la dotación de infiltración varía entre 12,000 y 18,000 litros/km/día.

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

En donde:

- $Q_{\text{infil.}}$ = 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 Municipio de San José se utilizara tubería PVC NOVAFORT.

2.2.8.3. 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%.

$$QCI = (\text{dot} * \text{No. de hab.}) / 86,400$$

2.3.7.4. Factor de caudal medio

Este factor se determina por medio de la suma de los caudales que contribuyen al sistema, dividida entre el tiempo total en un día, y se expresa en litros/habitante/segundo; estos caudales son:

- a. Caudal domiciliar
- b. Caudal comercial
- c. Caudal industrial
- d. Caudal de infiltración
- e. Caudal de conexiones ilícitas

Este factor debe estar entre los rangos de 0.002 a 0.005. si da un valor menor se tomará 0.002, y si fuera mayor se tomará 0.005, considerando siempre que este factor no esté demasiado distante de los rangos máximo y mínimo establecidos, ya que podría quedar subdiseñado o sobre diseñado el sistema, según sea el caso.

Fqm = Q medio / No. De habitantes futuro.

Al realizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriormente descritos, se procede a obtener el valor del caudal medio, que está dado de la siguiente expresión:

$$Q_{med.} = Q_{dom.} + Q_{com} + Q_{ind.} + Q_{inf.} + Q_{con. ilic.}$$

En el caso del Municipio de San José, no se tomó en cuenta el caudal industrial, caudal comercial y el caudal de infiltración, ya que al sistema no se conectará industria y comercio alguno y la tubería a utilizar en su totalidad será PVC. 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

2.3.7.5. 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:

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

En donde:

No. Hab. = Número de habitantes futuros acumulados

FH = Factor de Hardmon

FQM = Factor de caudal medio

2.3.8. Selección del tipo de tubería

La tubería a utilizar en este proyecto es seleccionada bajo las condiciones con 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 José, Petén propuso utilizar tubería PVC NOVAFORT, 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.

$$V = 1 / N * R ^ (1/2)$$

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

En donde:

V = vel. 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 = Area

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 retenedor de algún objeto que pueda obstruir el colector principal.

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

La profundidad mínima de coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.2 metros, mas el diámetro del tubo.

2.3.9.1. Velocidad máximas y mínimas de diseño

La velocidad a la que se diseñarán los sistemas de alcantarillado deberá estar dentro del rango siguiente:

$$0.4 \text{ m/seg} < v < 5 \text{ m/seg}$$

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

CI = Cota invert inicial

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

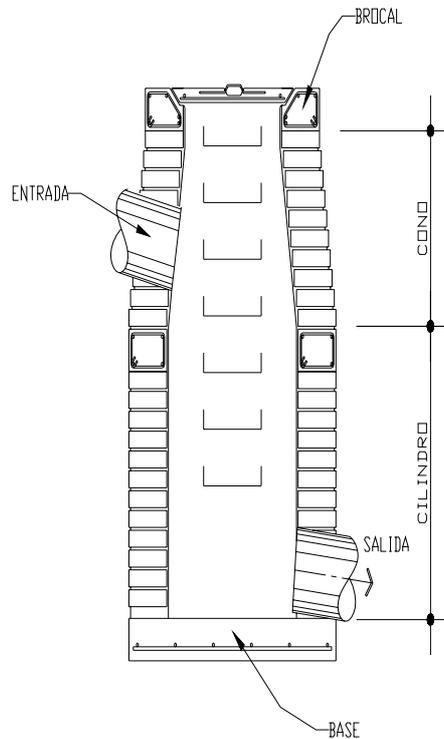
2.3.10. Pozos de visita

Forman parte del sistema de alcantarillado, y proporcionan acceso a este, con el fin de realizar trabajos de inspección y limpieza. Están contruidos de concreto o mampostería.

La forma en la cual se construyen está establecida por algunas instituciones que tienen a su cargo las construcciones de sistemas de alcantarillas. Un pozo de visita está constituido por las siguientes partes:

El ingreso es circular; tiene un diámetro entre 0.60 a 0.75 metros; la tapadera descansa sobre un brocal, ambos contruidos de concreto reforzado; el cono tiene una altura de 1.20 metros, el cual termina en la parte cilíndrica del pozo con un diámetro de 1.20 metros. La altura del cilindro dependerá de la profundidad en la que se encuentre la alcantarilla. Las paredes del pozo están impermeabilizadas por repello y por un cernido liso. El fondo está conformado de concreto, dejándole la pendiente necesaria para que corra el agua. La dirección en la cual se dirigirá estará determinada por medio de canales que son contruidos por tubería cortada transversalmente. Para realizar la inspección o limpieza de pozos profundos se deben dejar escalones, los cuales serán de hierro y estarán empotrados a las paredes del pozo. Es necesario aclarar que hay pozos de visitas concéntricos que se construirán en alturas menores y pozos excéntricos en alturas mayores.

Fig. 1. Partes de un pozo de visita



NOTA:

Ver detalle de pozos de visita en los anexos, plano 5/6.

Especificaciones de colocación

Se colocarán pozos de visita en los siguientes puntos:

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

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 domiciliarias

Tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado central.

Consta de las siguientes partes:

- Caja de registro (candela domiciliar o acometida domiciliar)
- Tubería secundaria

a. Caja o candela

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. Tubería secundaria

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.

2.3.12. Profundidad de tubería

La colocación de la tubería debe hacerse a una profundidad en la cual no sea afectada por las inclemencias del tiempo y principalmente por las cargas transmitidas por el tráfico y evitar con esto rupturas en los tubos.

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

Para tráfico normal (menor a 200 quintales) = 1.00 metros

Para tráfico pesado (mayor a 200 quintales) = 1.20 metros

La cota invert mínima se calcula sumando la profundidad por tráfico + espesor del tubo + diámetro del tubo

$$\text{Invert mínima} = h \text{ tráfico} + t + D$$

En donde.

t = espesor del tubo

D = diámetro del tubo

Normas y recomendaciones

En las tablas II y III se presentan los valores de profundidad de tubería y ancho de la zanja, la que depende del diámetro de tubería y de la profundidad.

Tabla II. Profundidad mínima de la cota invert (m)

Diámetro	4"	6"	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"
Tráfico Normal	1.11	1.17	1.22	1.28	1.38	1.41	1.50	1.58	1.66	1.84	1.99	2.14
Tráfico Pesado	1.31	1.37	1.42	1.48	1.58	1.51	1.70	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34

Tabla III. 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

2.3.13. 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.

La sección del canal, como se muestra en la siguiente figura, puede ser abierta o cerrada. 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.

2.3.13.1. 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 intersectar la gráfica de velocidades; en este nuevo punto se traza una vertical hacia el eje de las abscisas 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:

- $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{lleno}}$
- La velocidad debe estar comprendida entre:
 $0.4 \leq v \leq 5$ (m/seg)
 $0.40 \leq v$ Para que exista 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:
 $0.10 \leq d/D \leq 0.75$
 d/D = relación de tirantes.
Con los anteriores parámetros se evita que la tubería trabaje a presión.

Tabla IV 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	0.8262	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

2.3.14. 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

2.3.14.1. Especificaciones técnicas

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se tomaron como base las normas ASTM F-949 y las normas que establece La Dirección General de Obras Públicas (Normas utilizadas por el Instituto de Fomento Municipal – INFOM).

Tipo de sistema:	Alcantarillado sanitario.
Período de diseño:	21 años
Población actual:	798 habitantes
Tasa de crecimiento:	3.1 % anual
Población de diseño:	1,515 habitantes
Forma de evacuación:	Gravedad
Tipo y diámetro de tubería:	Tubería NOVAFORT PVC de 4", 6" y 8"
Conexión domiciliar:	Tubería NOVAFORT PVC 4" Pendiente 2 %

Pozos de visita:	Construcción en las intersecciones de calle
	Altura cono: 0.6 m
	Diámetro superior mínimo: 0.75 m
	Diámetro inferior mínimo: 1.20 m
Altura:	variable
Dotación:	150 litros/habitante/día
Factor de retorno:	85 %
Velocidad mínima:	0.40 m/s
Velocidad máxima:	5.00 m/s

2.3.14.2. Ejemplo del diseño de un tramo

Se diseñara el tramo comprendido entre el pozo de visita PV 15 y PV 16 del ramal II; los datos son los siguientes:

- **Cotas del terreno:**

Cota inicial:	84.83 m
Cota final:	82.25 m

- **Distancia entre pozos:**

Distancia entre PV 15 y PV 16 = 40.00 m.

- **Pendiente del terreno:**

$$P = \left(\frac{\text{cota inicial} - \text{cota final}}{\text{distancia}} \right) \times 100$$

$$P = \left(\frac{84.83 \text{ m} - 82.25 \text{ m}}{40.00 \text{ m}} \right) \times 100$$

$$P = 6.45\%$$

- **Longitud que se va a servir**

$$\text{Local} = 40.00 \text{ m}$$

$$\text{Acumulada} = 95.89 \text{ m}$$

- **Población de diseño**

Esta se obtiene del total de metros que están comprendidos entre el PV 15 y PV 16, ya que se trabaja con longitudes acumuladas.

$$\text{Población futura} = \text{longitud acumulada} \times \text{densidad por metro lineal}$$

$$\text{Densidad por metro lineal} = \frac{\text{población futura}}{\text{longitud total tubería}}$$

$$\text{Densidad por metro lineal} = \frac{1,515 \text{ hab}}{1,991.44 \text{ ml}}$$

$$\text{Densidad por metro lineal} = 0.7607 \text{ hab/ml}$$

Este es el factor que se utiliza para el tramo en diseño de igual manera se encuentra el factor para los demás tramos.

$$Población\ futura = longitud\ acumulada \times Densidad\ por\ metro\ lineal$$

$$Población\ futura = 95.89\ ml \times 0.7607\ hab/ml$$

$$Población\ futura = 73\ hab$$

- **Caudal medio:** $Q_{domestico} + Q_{industrial} + Q_{conexiones\ ilicitas}$

$$Caudal_{domestico} = \frac{dotación \times F.R. \times No.\ hab}{86,400}$$

$$Caudal_{domestico} = \frac{150\ l/hab/día \times 0.85 \times 1515\ hab}{86,400}$$

$$Caudal_{domestico} = 2.23\ l/s$$

$$Caudal_{conexiones\ ilicitas} = \frac{Dot\ ilicitas \times No.\ hab}{86,400}$$

$$Caudal_{conexiones\ ilicitas} = \frac{120\ l/hab/día \times 1515\ hab}{86,400}$$

$$Caudal_{conexiones\ ilicitas} = 2.10\ l/s$$

$$Caudal_{medio} = 2.23 \text{ l/s} + 2.10 \text{ l/s}$$

$$Caudal_{medio} = 4.33 \text{ l/s}$$

- **Factor de caudal medio:**

$$F.Q.M. = \frac{Q_{medio} \text{ l/s}}{No. \text{ hab. acum.}}$$

$$F.Q.M. = \frac{4.33 \text{ l/s}}{1515 \text{ hab.}}$$

$$F.Q.M. = 0.002858 \text{ l/hab./s}$$

- **Factor de Harmond:**

$$F.H. = \left(\frac{18 + \sqrt{\left(\frac{Pob. \text{ fut.}}{1000} \right)}}{4 + \sqrt{\left(\frac{Pob. \text{ fut.}}{1000} \right)}} \right)$$

$$F.H. = \left(\frac{18 + \sqrt{\left(\frac{73}{1000} \right)}}{4 + \sqrt{\left(\frac{73}{1000} \right)}} \right)$$

$$F.H. = 4.28$$

- **Caudal de diseño:**

$$q_{dis.} = F.Q.M. \times F.H. \times Pob. \text{ fut. acum.}$$

$$q_{dis} = 0.002 \text{ l / hab / s} \times 4.28 \times 73 \text{ hab.}$$

$$q_{dis} = 0.62 \text{ l / s}$$

- **Diseño hidráulico:**

Diámetro de tubería: 6"

Pendiente de tubería: 1.5% (se diseña con una pendiente que se pueda trabajar en campo)

Pendiente Terreno: 6.45%

- **Velocidad a sección llena:**

$$V = \frac{0.03429 \times D^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$V = \frac{0.03429 \times (6'')^{\frac{2}{3}} \times (0.015)^{\frac{1}{2}}}{0.01}$$

$$V = 1.54 \text{ m / s}$$

- **Caudal a sección llena:**

Continuidad:

$$Q = A \times V$$

$$Q = \left(\left(\frac{\pi}{4} \right) \times (D^2) \right) \times V$$

$$Q = \left(\left(\frac{\pi}{4} \right) \times ((6'' \times 0.0254)^2) \right) \times (1.54 \text{ m/s})(1000 \text{ l/m}^3)$$

$$Q = 28.11 \text{ l/s}$$

- **Relaciones hidráulicas:**

$$q / Q = \frac{q_{\text{diseño}}}{Q_{\text{sección llena}}}$$

$$q / Q = \frac{0.62 \text{ l/s}}{28.11 \text{ l/s}}$$

$$q / Q = 0.022$$

De la tabla de relaciones hidráulicas se obtienen los siguientes resultados:

Relación de velocidades: $v / V = 0.4080$

Relación de tirantes: $d / D = 0.1025$

Velocidad sección no llena:

$$\begin{aligned}v &= v/V \times V \\v &= 0.4080 \times 1.54 \\v &= 0.6283 \text{ m / s}\end{aligned}$$

- **Verificando relaciones hidráulicas:**

$q < Q$	$0.62 < 28.11$	Si cumple.
$0.60 < v < 3.00$	$v = 0.6283 \text{ m / s}$	Si cumple.
$0.10 < d / D < 0.75$	$d / D = 0.1025$	Si cumple.

2.4. IMPACTO AMBIENTAL

2.4.1. Definición

Un estudio 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.

2.4.2. 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.

2.4.3. 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.

2.4.4. 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.

2.4.5. Análisis de localización de sistemas de tratamiento

Las alternativas de terrenos en que se pueda localizar el sistema de tratamiento, deben mostrar condiciones adecuadas para la ejecución del proyecto y cumplir con los requerimientos legales establecidos, destacando al menos los siguientes alcances:

- No estar definido como patrimonio de la humanidad, santuario de la naturaleza, área protegida, sitio arqueológico, etc.
- Cumplir con los ordenamientos estipulados en los planes de desarrollo regional, inter-comunales, reguladores comunales, etc.

- No estar definido por los planos reguladores comunales o inter-comunales como zona de alto riesgo.
- Compatibilidad de usos del suelo

En cuanto a las condiciones adecuadas para la localización del sistema de tratamiento, deben considerarse todas aquellas que tengan incidencia directa en el entorno, entre las que cabe destacar las siguientes:

- Alejada de frentes con población cercana y en lo posible en algún extremo de la localidad.
- Vientos imperantes hacia zonas no pobladas.
- Topografía y niveles freáticos que no encarezcan el costo de construcción o entorpezcan una adecuada operación del sistema.
- Exenta de inundaciones por crecida del cuerpo receptor u otros.
- Ausencia de flora y fauna (especies) nativa o que se desee proteger que se vea afectada directamente por el proyecto.

2.4.6. Definición de actividades relevantes en las distintas etapas del proyecto.

Las actividades relevantes a considerar para la determinación de los impactos ambientales de las alternativas de tratamiento a analizar, deben ser establecidas tanto para la etapa de habilitación y construcción como de operación de la planta de tratamiento. En forma global, se deberán considerar al menos las siguientes variables:

2.4.6.1. Buena operación

- Descarga de aguas tratadas al cuerpo receptor sin alterar su calidad.
- Disposición final de lodos

2.4.6.2. Mala operación

Alteración negativa en el entorno y componentes del área de influencia.

2.4.6.3. 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.

2.4.6.4. 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.

2.4.7. 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.

2.5. Desfogue

2.5.1. Tratamiento para aguas residuales

Entre la problemática de una región existe un aspecto muy importante si no se tratan las aguas residuales, y es la salud, de la cual depende el bienestar de una población.

Es importante que, antes de disponer las aguas servidas en ríos, lagos o mares, estas reciban previamente algún tipo de tratamiento que permita la remoción de parásitos, bacterias y virus patógenos, que son los males endémicos que afectan al país.

La importancia del tratamiento de las aguas residuales radica en que debe evitarse, en lo posible, la contaminación de ríos, lagos y mares.

2.5.2. Etapas del tratamiento de aguas residuales

Cada etapa en el tratamiento tiene una función específica que contribuye, en forma secuencial, al mejoramiento de la calidad del afluente respecto a su condición inicial al ingresar al ciclo de depuración, que va desde el proceso más simple, hasta el proceso más complejo. Esto permite separar las etapas, por lo tanto, el análisis de cada una en forma individual, existiendo siempre una interrelación entre cada una. Así mismo, el criterio a utilizar para la selección y diseño de las respectivas unidades que se proponen dependen de la etapa de tratamiento.

Todo proceso de tratamiento contiene varias etapas que son:

- Tratamiento preliminar
- Tratamiento primario
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario
- Desinfección
- Disposición de lodos

2.5.2.1. Tratamiento preliminar

Los dispositivos para el tratamiento preliminar están destinados a eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites o grasas. Para lograr estos objetivos se utilizan diversas unidades, entre las que se pueden mencionar:

- Rejillas
- Desarenadores

2.5.2.2. Tratamiento primario

Los dispositivos que se usan en el tratamiento primario están diseñados para retirar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables que se encuentran suspendidos, mediante el proceso físico de sedimentación. La actividad biológica en esta etapa tiene poca importancia.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir lo suficiente la velocidad de las aguas, para que puedan sedimentarse los sólidos que representan la materia tanto orgánica como inorgánica susceptible de degradación.

Las unidades de tratamiento más utilizadas en esta etapa son:

- Tanques Imhoff
- Sedimentadores simples o primarios

2.5.2.3. Tratamiento secundario

Este término comúnmente se utiliza para los sistemas de tratamiento del tipo biológico, en los cuales se aprovecha la acción de microorganismos presentes en las aguas residuales. La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica: proceso aerobio (en presencia de oxígeno) y proceso anaerobio (en ausencia de oxígeno).

Los dispositivos que se usan en esta etapa pueden ser:

- Filtro goteador con tanques de sedimentación secundario
- Tanques de aireación
- Filtro percolador (goteador, biofiltro o biológico)
- Filtros de arena
- Lechos de contacto
- Lagunas de estabilización

2.5.2.4. Tratamiento terciario

Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad físico-química-biológica adecuada para el uso al que se destina el agua residual, sin riesgo alguno. En este proceso se le da un pulimento al agua de acuerdo al rehúso que se le pretenda dar a las aguas residuales renovadas.

2.5.2.5. Desinfección

Existen dos procesos para efectuar la desinfección:

- Físicos: filtración, ebullición, rayos ultravioleta
- Químicos: aplicación de cloro, bromo, yodo, ozono, iones, plata, etc.

El cloro y sus derivados son indudablemente los compuestos más usuales accesibles, de fácil manejo y aplicación para la desinfección del agua clara y de la residual. Ya que su uso es amplio, también se utiliza para:

- Eliminar olor y sabor
- Decoloración
- Ayuda a evitar la formación de algas
- Ayuda a la oxidación de la materia orgánica
- Ayuda a mejorar la eficiencia de la sedimentación primaria
- Ayuda a eliminar las espumas en los sedimentadores
- Favorece el decaimiento y mortandad de microorganismos.

2.5.2.6. Disposición de lodos

Los lodos de las aguas residuales están constituidos por los sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario, junto con el agua que se adhiere a ellos.

Los diversos procesos de tratamiento tienen dos objetivos fundamentales:

- Disminuir el volumen del material manejado por la eliminación de parte o toda la porción líquida.
- Descomponer la materia orgánica desagradable a compuestos orgánicos o inorgánicos relativamente estables o inertes, de los cuales, puede separarse el agua con mayor facilidad. A este proceso se le denomina “digestión”, y con el se disminuye el total de sólidos presentes.

2.5.3. Área de descarga

Luego de realizar un estudio en el municipio, se propone que el alcantarillado sanitario puede descargar en los lugares indicados en la tabla V.

Tabla V. Descarga

Lugar de descarga	Ventajas	Desventajas
Planta de tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Se conservan las fuentes de agua para uso doméstico, industrial, agrícola y para la supervivencia de peces - Se evitan enfermedades - Se evitan malos olores 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo elevado
Pozo de visita existente	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo 	<ul style="list-style-type: none"> - Se disminuye el período de diseño de la tubería - No se evita la contaminación del ambiente, solo se traslada a otro lugar

El lugar que se recomienda para la descarga es en una planta de tratamiento que se puede construir en un terreno municipal cercano y, luego, finalizar su recorrido para llegar a desfogar en el lago Petén Itzá. Sin embargo, la decisión final corresponderá a las autoridades municipales.

2.5.4. Propuesta de tratamiento

Para el municipio de San José, se propone la construcción de una planta de tratamiento, con un sistema biológico, aeróbico de aireación extendida de lodos activados. Dicha planta sería diseñada por AMANCO, empresa de conocido prestigio a nivel latinoamericano, y requiere un terreno de 12 m * 12 m. para el desfogue respectivo, con una eficiencia del 85% en remoción de materia orgánica y sólidos suspendidos.

Con esta modalidad de aireación extendida, se lograrán afluentes de calidad, con baja producción de lodos y alto grado de oxidación y estabilización de la materia, adicionándole un sistema de cloración para la seguridad en el nuevo uso del líquido en irrigación de jardines, redes independientes de abastecimiento de inodoros, riego de áreas de terracería, etc. Este proceso involucra básicamente las siguientes etapas:

- Una primera acción en un tanque de aireación, donde se suministra aire por difusión en el fondo, lo que permite crecimiento de microorganismos que requieren de oxígeno para vivir; la materia presente servirá para alimentar las bacterias aeróbicas que transforman los contaminantes en materia celular y energía para crecer y reproducirse, lo que originara los flóculos, que son conocidos como lodos activados. El elemento básico en este proceso es el SOPLADOR.

- El segundo compartimiento es un complemento de aireación al proceso con los fines anunciados en la etapa anterior, y que complementa el oxígeno necesario para el volumen a tratar.
- Los flóculos pasarán al tanque de clarificación secundaria, donde sedimentan por gravedad los lodos; el sobrenadante es vertido al área de cloración y los lodos depositados se recirculan para retroalimentar el sistema; el exceso de lodos se depositará en un tanque de lodos para su estabilización; una vez estabilizado se saca al área de secado de lodos, que consiste en un pequeño patio.
- El agua clarificada es tratada para su desinfección por medio de un sistema de cloración a base de tabletas de hipoclorito de calcio, cuando se descarga directamente a un cuerpo de agua, previa reacción del cloro en un depósito, que variará de acuerdo al volumen tratado.
- El agua tratada puede almacenarse o verseterse al acuífero, previo análisis de la capacidad de absorción del suelo; se deberá contar con la seguridad de que sus características son adecuadas para esta disposición. Si se almacenan, su función sería reutilizarlas adecuadamente. Donde el acuífero es muy alto, la descarga puede hacerse por medio de zanjas de absorción de 0.80 metros de profundidad o descargarse a un drenaje pluvial

TABLA VI. Resumen del presupuestos de alcantarillado sanitario para el municipio de San José.

SUB-TOTAL			
MATERIALES			
Descripción	Unidad	Costo	Total
Conexiones domiciliare	Global	Q77,619.48	Q77,619.48
Línea Central	Global	Q146,853.48	Q146,853.48
Pozos de Visita	Global	Q318,788.00	Q318,788.00
Total			Q543,260.96
MANO DE OBRA			
Descripción	Unidad	Costo	P.U.
Conexiones domiciliare	Global	Q92,556.00	Q92,556.00
Línea Central	Global	Q186,663.00	Q186,663.00
Pozos de Visita	Global	Q42,059.00	Q42,059.00
Total			Q321,278.00
TOTALES			
Descripción	Unidad	Costo	Total
Conexiones domiciliare	Global	Q170,175.48	Q170,175.48
Línea Central	Global	Q333,516.48	Q333,516.48
Pozos de Visita	Global	Q360,847.00	Q360,847.00
Total			Q864,538.96

OBRAS ACCESORIAS				
PLANTA DE TRATAMIENTO				
Descripción	Cantidad	Unidad	P. U.	Sub- Total
Obra civil	1	global	Q100,000.00	Q100,000.00
Equipamiento	1	global	Q100,000.00	Q100,000.00
Sub-Total				Q200,000.00
TOTAL				Q200,000.00

COSTO TOTAL DEL PROYECTO			
REGLÓN		COSTO	
		TOTAL QUETZALES	TOTAL DOLARES
Materiales de construcción		Q543,260.96	\$70,553.37
Mano de obra		Q321,278.00	\$41,724.42
Obras accesorias		Q200,000.00	\$25,974.03
Sub-total		Q1,064,538.96	\$138,251.81
Herramienta	2%	Q21,290.78	\$2,765.04
Transporte	5%	Q53,226.95	\$6,912.59
Imprevistos	10%	Q106,453.90	\$13,825.18
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q1,245,510.58	\$161,754.62

3. DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR DEL CASERIO EL COROZAL, SAN JOSÉ, 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 12 mts de largo por 3.8 mts de ancho y banquetas laterales de 0.60 mts. 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 Crecientes

Crecida Normal: el río lo mantiene la mayor parte del año, varía muy poco.

Crecida Máxima: es aquel nivel al que el río llega anualmente durante el invierno, variando muy poco año con año.

Crecidas extraordinarias: estas se dan por lluvias muy intensas durante largo tiempo, este nivel se observa en casos especiales.

Para el este diseño se toma en cuenta la crecida histórica, consultando con los pobladores del lugar, de avanzada edad, y se tomó 1.7 metros arriba de la crecida máxima.

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

Se realizó un estudio de suelos, el cual dio como resultado que el valor soporte del suelo es de 20,000 Kg/m²., y el tipo de suelo es arcilla bastante plástica con muy poca arena color gris.

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 de 12,000 libras,(sobrecarga H – 15-44)

Los datos son los siguientes:

Sobrecarga	H – 15-44 = 12,000 libras
Ancho útil	3.80 metros
Luz útil	12 metros
Resistencia del concreto ($f'c$)	210 Kg/cm ²
Resistencia del acero ($f'y$)	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 sera de 1.6 mts.

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.

$$T = 1.2(L+3.05)/30 \geq 0.17m$$

En donde: T = espesor

L = luz libre entre vigas

$$T = 1.2(1.6+3.05) / 30 = 0.19m$$

Se utilizará un espesor de 20 cm.

3.7.2.2. Integración de cargas

Carga muerta

$$W \text{ losa} = 0.2 \cdot 2400 \cdot 1 = 480 \text{ kg/m}$$

$$W \text{ barandal} = 40 \text{ kg/m}$$

$$W_{cm} = 520 \text{ kg/m}$$

Sobrecarga

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

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.

$$M_{cm} = W_{cmu} \cdot S/10 \quad \text{ó} \quad W_{cmu} \cdot L/2$$

En donde:

W_{cmu} = carga muerta última

S = luz libre entre vigas

L = luz del voladizo

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

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

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:

$$M_{cv} = [0.8*(S+2)/32]*P$$

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

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

$$M_{cv} = \{0.8+(5.25+2)/32\} * 12000 = 2175 \text{ lb - pie} = 301.41 \text{ kg-m}$$

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

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

En donde:

I = fracción de impacto

S = 1.6 mt.

$$I = 15/(1.6+38) = 0.38$$

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:

$$M_u = 1.3 \{M_{cm} + 5/3(M_{cv} * l)\}$$

$$M_u = 1.3(509.6 + 5/3 (301.41 * 1.3)) = 1511.45 \text{ Kg} - \text{m}$$

3.7.2.4. Cálculo del peralte efectivo

El peralte efectivo se determina así:

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

$$d = 20 - 2.5 \cdot 1.59/2 = 16.70 \text{ cm}$$

3.7.2.5 Cálculo de refuerzo transversal cama inferior

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

$$A_s = [b * d - \sqrt{(b * d)^2 - (M_u * b) / (0.003825 * f'c)}] * 0.85 * f'c / f_y$$

Donde:

Mu = Momento

$$\Phi = 0.85$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\Phi_{min} = 14.1 / F_y$$

$$A_{smax} = 0.5 \Phi_{bal} * b * d \quad \Phi_{bal} = B1 * ((0.85 * f_c / f_y) * (6120 / (6120 + F_y)))$$

$$A_{smax} = 30.85 \text{ cm}^2$$

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:

$$FL = 2.2 / \sqrt{S},$$

$$\text{Donde } S = 1.6 \leq 0.67$$

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

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

Proponiendo un armado No. 4 @ 20 cm

- Cálculo del refuerzo transversal cama superior

Se calcula refuerzo por temperatura

$$A_s \text{ temp} = 0.002 b * t$$

$$A_s \text{ temp.} = 0.002 * 100 * 20 = 4 \text{ cm}^2$$

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.

$$W \text{ viga} + \text{ diafragmas} = b * h * Wc + P$$

Donde P = peso diafragma / No. De vigas

$$W \text{ viga} + \text{ diafragmas} = 0.40 + 0.90 * 2400 + (0.30 * 0.50 * 2400) / 2$$

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

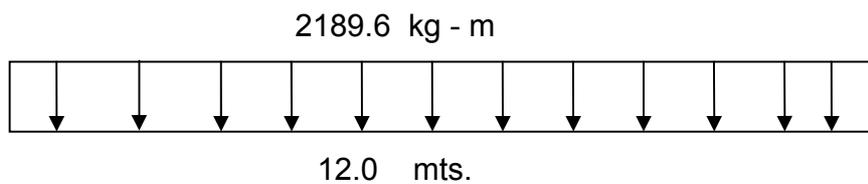
$$W \text{ losa} = 520 \text{ kg / m}$$

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

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

El momento máximo se calcula respecto al siguiente diagrama.

Figura 2. Diagrama de carga muerta



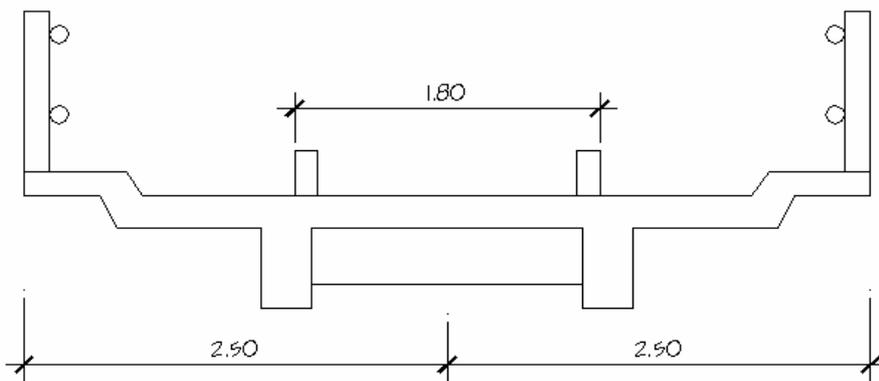
$$M_{max.} = Wcm * L^2 / 8$$

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

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 3. Diagrama de posición de cargas 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:

$$S / 1.75$$

Donde

S es la separación máxima entre vigas.

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

La carga por rueda se obtiene así:

Carga rueda trasera = $P * \text{fraccion de carga} * \text{factor de carga última}$

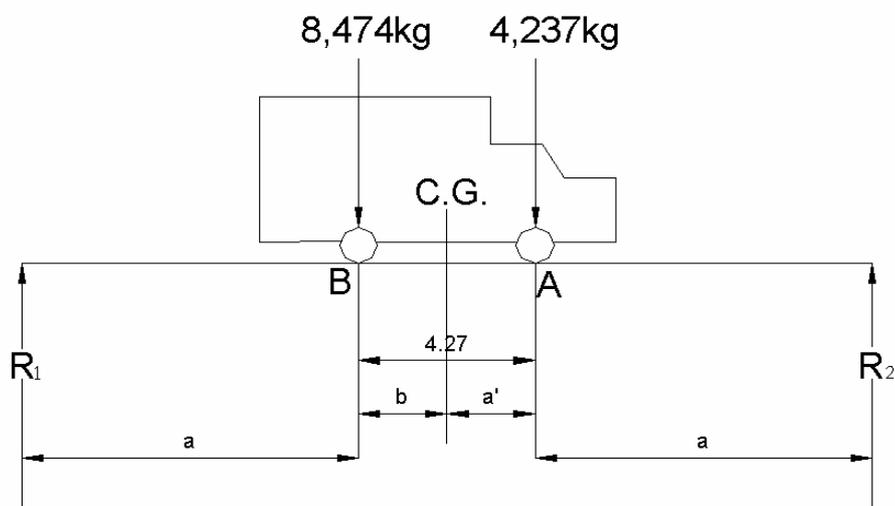
Carga rueda trasera = $5454 * 0.914 * 1.7 = 8474 \text{ kg.}$

Carga rueda delantera = $P * \text{fraccion de carga} * \text{factor de carga última}$

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 4. Diagrama de cuerpo libre para carga viva.



$$M_{cg} = 0$$

$$8474 X = 4237 * (4.27 - X)$$

$$X = 1.42 \text{ m}$$

Se determina "a", despejando la siguiente igualdad:

$$2a + x = 12$$

$$2a + 1.42 = 12$$

$$a = 5.29$$

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

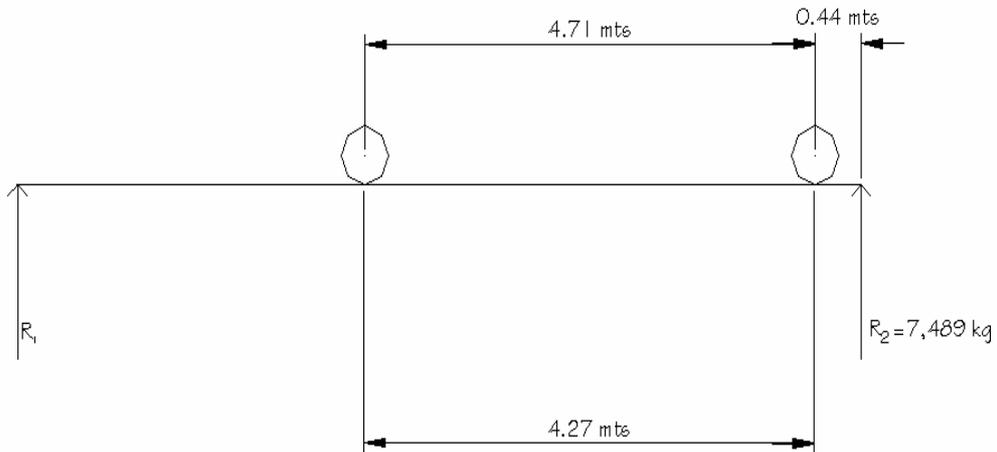
$$M_{r2} = 0$$

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

$$R_2 = 7111.098 \text{ kg}$$

$$R_1 = 5120 \text{ kg}$$

Figura 5. Diagrama de carga para obtener momentos máximos



$$M_{\max} = 7111.09 \cdot 4.71 - 4237 \cdot 4.27 = 15401.29 \text{ Kg} - \text{m}$$

3.7.4.3 Cálculo del momento debido al impacto

$$I = 15 / (l + 38), \quad L = 12 \text{ mt}$$

$$I = 15 / (12 + 38) = 0.30$$

3.7.4.4. Cálculo del momento total

$$M1 \text{ max} = 1.3 \{ M_{cm} + 5/3 (m_{cv} \cdot I \cdot F_d) \}$$

$$F_d = \text{fracción de carga} = 0.914$$

$$M_{1\max} = 1.3 \{39412.8 + 5/3 (15401.29 * 1.030 * 0.914)\}$$

$$M_{1\max} = 82651.32 \text{ kg} - \text{m}$$

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:

$$A_{s\min} = 17.06 \text{ cm}^2$$

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

$$A_{s\max} = 44.36 \text{ cm}^2$$

El armado quedará así:

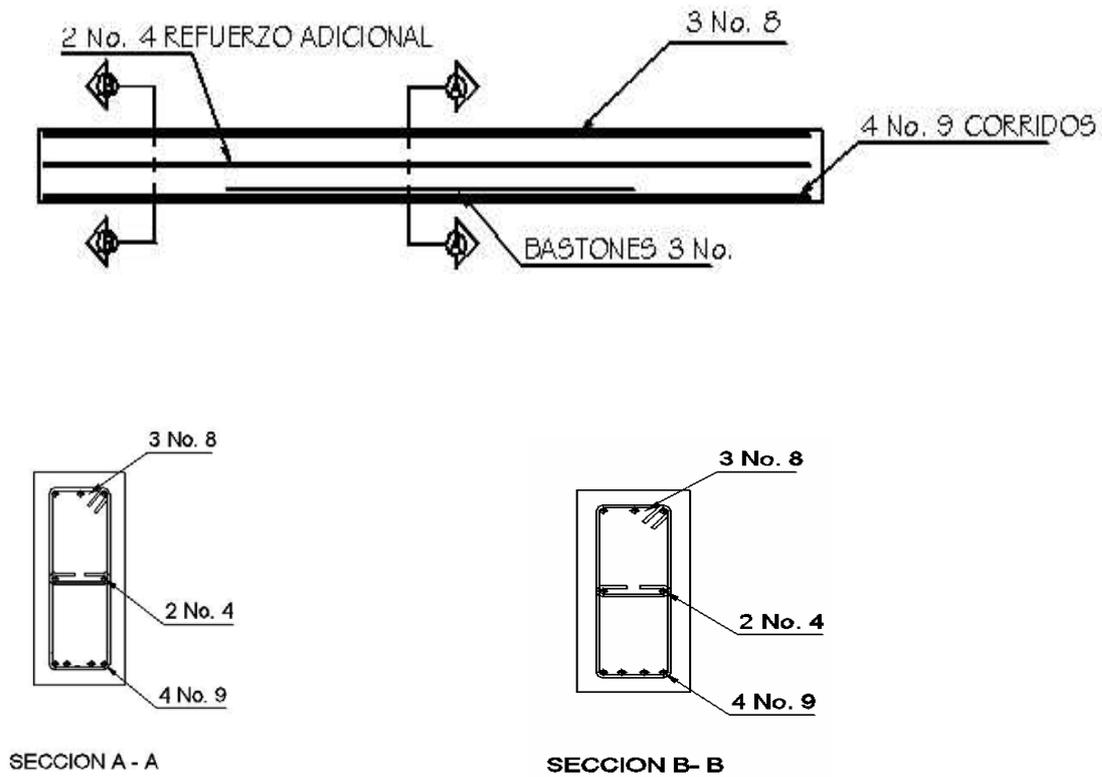
Cama inferior centro: 7 # 9

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

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

Cama inferior: 50% A_s $21.18 \text{ cm}^2 = 4 \# 9$

FIGURA 6. Detalle de elevación de la viga principal



Ver detalle en anexo 115, hoja 2/3.

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 calcule por medio de la siguiente fórmula:

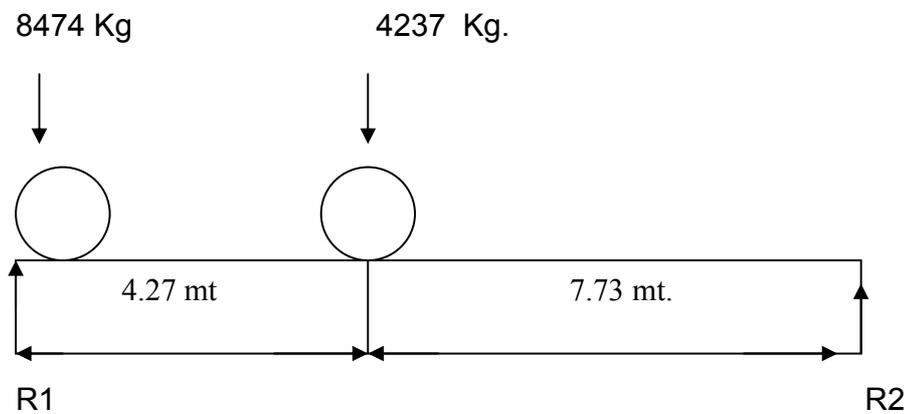
$$V_{\max} = W * L/2 + P =$$

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

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 7. Diagrama de posición de carga que producen corte máximo



$$R1 * 12 = 8474 * 12 + 4327 * 7.73$$

$$R1 = 11203.33 \text{ kg} = V \text{ max}$$

3.7.4.6.3. Esfuerzos cortantes totales.

$$V_{\text{total max}} = 1.3\{V_{\text{cm}} + 5/3(V_{\text{cv}} * l)\}$$

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

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

3.7.4.6.4. Refuerzo

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

$$V_{cr} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{F_c} (b*d)$$

$$V_{cr} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} (40*85) = 22196.44 \text{ kg}$$

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:

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

$$V_s = 49102.93 - 22196.44 = 26906.49 \text{ Kg}$$

Para comprobar límites de espaciamiento:

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

$$S_{max} = d/4$$

$$\text{Si } V_s < \Phi * 1.1 * f_c * b * d$$

$$\text{Entonces } S_{max} = d/2$$

Calculando:

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

$$0.85 * 2.1 * \sqrt{210} * 40 * 85 = 103468.43 \text{ kg}$$

entonces $S_{max} = d/2$

$$85/2 = 42.5 \text{ cm} = S_{max}$$

3.7.4.6.5. Cálculo del espaciamiento

$$S = A_v * f_y * D / V_s$$

Utilizando refuerzo # 3

$$S = 2 * 0.71 * 2810 * 85 / 26906.49 = 12.61 \text{ cm}$$

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

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

$$V_{max}/4 = V_{rc} / X$$

En donde:

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

$$49102.93 / 4 = 22196.44 / X$$

$$X = 1.814 \text{ mt.}$$

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 12 mt, por lo cual no se utilizará diafragma intermedio por lo especificado en la norma.

Según AASHTO 8.12.3, el predimensionamiento de la sección de los diafragmas se hará de la siguiente manera:

Diafragmas exteriores:

$$h = 0.5 * h \text{ viga}$$

$$h = 0.5 * 0.9 = 0.45 \text{ mt}$$

$$b = 0.5 * b \text{ viga}$$

$$b = 0.5 * 0.40 = 0.20$$

Se utilizará:

Altura de 50 cm

Base de 40 cm

De acuerdo a AASHTO 8.12.4, el refuerzo será el equivalente al acero mínimo requerido por la sección.

Según especificación ACI:

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

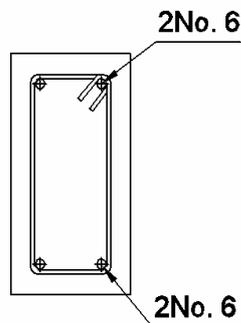
$$A_s \text{ min} = 14.1 / 2810 * 30 * 50 = 7.53 \text{ cm}^2$$

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

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

Armado: 4 # 6 + estribos # 3 @ .025 m

Figura 8. 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

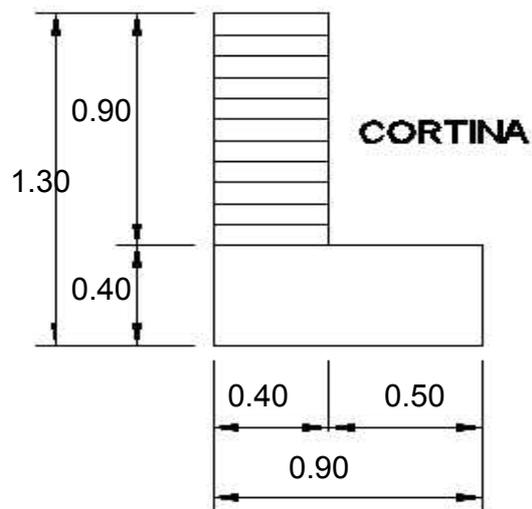
Sirve para detener el relleno en sentido longitudinal, se considera empotrado a la viga de apoyo y el alto depende de la viga principal del puente.

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/m³, 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 9. 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 0.61 mt.

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

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.

$$Cv = 0.05 * 15000$$

$$Cv = 750 \text{ Kg}$$

$$FL = Cv / L$$

$$FL = 750 / 1.8 = 417 \text{ Kg}$$

$$B = 0.90\text{m}$$

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

$$W \text{ propio} = 2400 * 0.40 * 0.90 = 864 \text{ Kg}$$

$$EQ = 0.08 * 864 = 69.12 \text{ kg}$$

El punto de aplicación se localiza en $b = \frac{1}{2} * 0.9 = 0.45$ m 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% $M = E * b + EQ * b$

Grupo III = $1.3 (E*FL)$

$E = 189.2$ kg-m

$FL = 417 * .090 = 375.3$ kg-m

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

Grupo VII

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

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

$M_{VII} = 286.4$ kg-m

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

3.8.1.5 Calculando el refuerzo

Datos:

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

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

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

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

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

$$A_s = 0.35 \text{ cm}^2$$

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

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

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

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

$$V = 1.3 (595.2 + 417) = 1315.86 \text{ Kg}$$

Grupo VII

$$V = 1.3 (595.2 + 69.12) = 863.62 \text{ kg}$$

La mayor de las cargas corresponde al grupo III.

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

$$V_{rc} = 0.85 * .053 * \sqrt{210} * 40 * 87.5$$

$$V_{rc} = 22849.28 \text{ Kg}$$

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

$$S_{\max} =) d/2 = 87.5 / 2 = 43.75$$

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

Utilizar varilla # 3 @ 40 cm.

3.8.2 Diseño de la viga de apoyo

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

$$A_{s \text{ temp}} = 0.002 * b * h$$

$$A_{s \text{ temp}} = 0.002 * 90 * 40$$

$$A_{s \text{ temp}} = 7.2 \text{ cm}$$

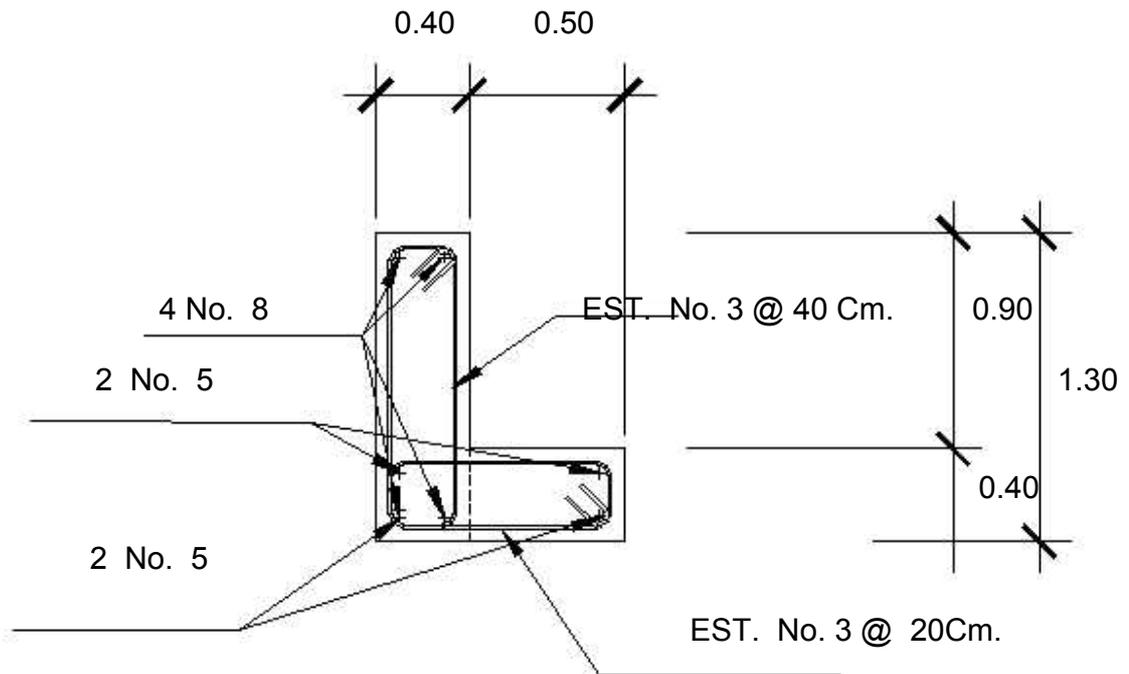
Utilizar armado 4 # 5

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

$$S = h/2 = 40 / 2 = 20 \text{ cm}$$

Proponiendo armado No. 3 @ 20 cm

Figura 10. Esquema de armado de la viga de apoyo



3.8.3 Diseño del Estribo

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

Figura 11. Geometría y diagramas de presiones del estribo

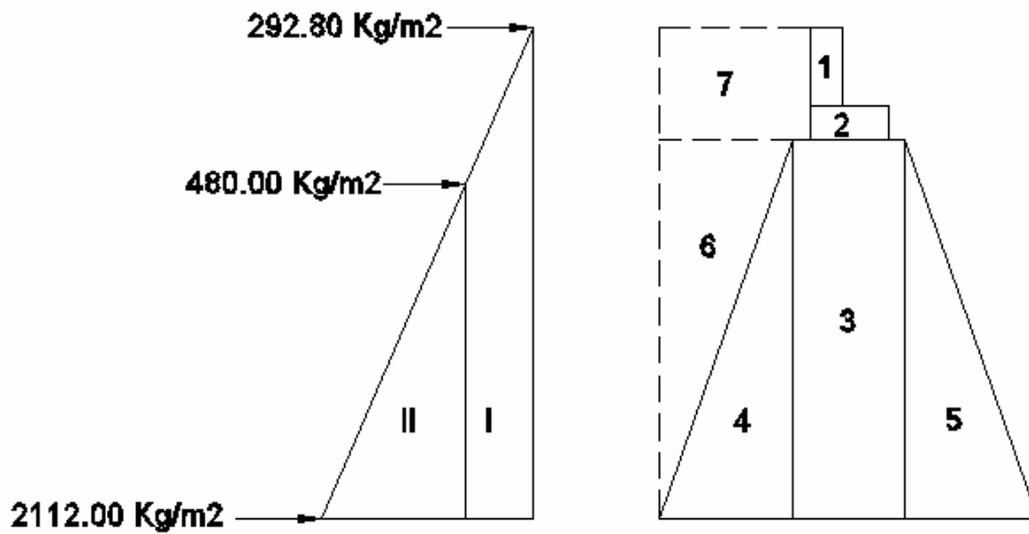
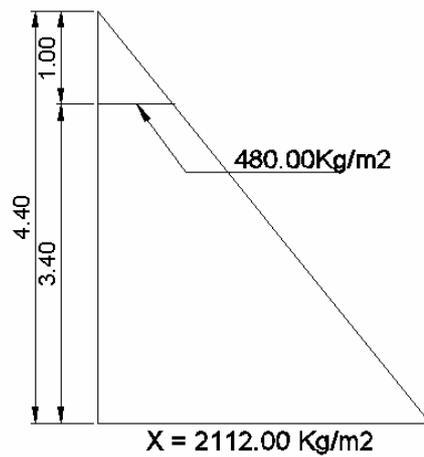


Figura 12. Relación de triángulos para obtener la presión de la cota de cimentación



3.8.3.1 Cálculo del momento de volteo.

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

Sección I:

Empuje = presión * altura

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

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

Momento = E * B : P .

$$M = 1288.32 * 2.20 = 2834.3 \text{ Kg - m}$$

Para la sección II se tiene:

$$E = 2112 * 2.2 = 4646.4 \text{ Kg}$$

$$\text{B.P} = 4646.4 * 1.467 = 6814.72$$

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

$$Mv = 2834.3 + 6814.72 = 9649.02 \text{ Kg - m}$$

3.8.3.2 Cálculo del momento estabilizante.

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

Sección I

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

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

$$\text{B: P : I} = 1.20 + 0.10 + 0.50 + 0.15 = 1.95 \text{ m}$$

$$\text{Momento} = 864 * 1.95 = 1684.80 \text{ kg - m}$$

Para las secciones sobrantes se tiene:

Tabla VII. 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	1.95	1684.80
2	0.36	2400	864	1.75	1512.00
3	5.04	2700	13608	1.70	23133.60
4	2.52	2700	6804	1.90	12927.60
5	2.52	2700	6804	2.50	17010
6	2.52	1700	4284	2.90	12423.60
7	1.75	1700	2984	2.80	8355.20

$$\text{WE} = 36212 \qquad \text{ME} = 77046.80$$

3.8.3.3 Revisión del muro sin superestructura

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

$$\text{VOLTEO} = D = \text{ME} / \text{MV} > 1.5$$

$$\text{DESIZAMIENTO} = D = W / E > 1.5$$

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

En donde:

MV = momento de volteo

Me = momento estabilizante

W = peso propio de la estructura

E = empuje

A = área

E = excentricidad = $b / 2 - a$

A = $(ME - MV) / W$

B = base

- **Revisión de volteo**

$$ME / MV = 77046.80 / 9649.02 = 7.99 > 1.5$$

- **Revisión de deslizamiento**

$$D = 0.5 * w / E = 0.5 * 36212 / 5934.72 = 3.05 > 1.5$$

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

- **Revisión de presiones**

$$a = (ME - MV) / W = (77046.80 - 9649.02) / 36212 = 1.87 \text{ m}$$

$$3a > b$$

$$3a = 5.61 \text{ m} > 3.60 \text{ OK}$$

$$e = b / 2 - a = 3.60 / 2 - 1.87 = 0.07$$

$$P \text{ máxima} = 36212 / (3.60 * 1) * [1 + (6 * 0.07) / 3.60]$$

$$P \text{ máxima} = 8851.82 \text{ kg/m}^2 < 20,000 \text{ kg / m}^2 \quad \text{OK}$$

$$P \text{ mínima} = 36212 / (3.60 * 1) * [1 - (6 * 0.07) / 3.60]$$

$$P \text{ mínima} = 11232.4 \text{ kg / m}^2 > 0 \quad \text{OK.}$$

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:

$$CM = 6,864.40 * 1.4 = 9,595.60 \text{ kg}$$

$$CV = 5,987.50 * 1.7 = 10,178.75 \text{ kg}$$

$$CM + CV = 19,766.35 \text{ kg}$$

Brazo = 1.6 m (punto medio de la base)

$ME1 = (CM + CV) * \text{brazo}$

$ME1 = 19,766.35 * 1.6 = 31,626.16 \text{ kg} - \text{m}$

$MET = ME1 + ME$

$MET = 31,626.16 + 77046.8 = 108672.96 \text{ kg-m}$

Revisión de presiones:

$a = (MET - MV) / [(CM + CV) + We]$

$a = (108672.96 - 9649.02) / (19,766.35 + 36212) = 1.768 \text{ m}$

$e = 3.60 / 2 - 1.768 = 0.032$

$P \text{ máxima} = [(W + CM + CV) / A] * [1 + (6 * e) / b]$

$P \text{ máxima} = [(36212 + 19,766.35) / 3.60] * [1 + (6 * 0.03) / 3.60]$

$P \text{ máxima} = 16327 \text{ kg} / \text{m}^2 < 20,000 \text{ kg} / \text{m}^2 \text{ OK.}$

$P \text{ mínima} = [(36212 + 19,766.35) / 3.60] * [1 - (6 * 0.03) / 3.60]$

$P \text{ mínima} = 14772.06 \text{ kg} / \text{m}^2 > 0.00 \text{ OK.}$

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.

TABLA VIII. Resumen del presupuesto del puente vehicular El Corozal, del municipio de San José, Petén.

REGLÓN	CANT.	UNID.	P.U.	TOTAL
PRELIMINARES	135.00	M2	Q28.33	Q.3,824.45
EXCAVACION	50.54	M3	Q158.75	Q.8,023.24
LEVANTADO DE ESTRIBOS	330.00	M3	Q734.30	Q.242,320.00
RELLENO ESTRUCTURAL DE APROCHES	300.00	M3	Q48.10	Q.14,430.00
FORMALETA	1200.00	M2	Q56.69	Q.68,022.50
ARMADO DE VIGA DE APOYO Y CORONA	120.00	ML	Q84.61	Q.10,153.00
FUNDICION DE VIGA DE APOYO Y CORONA	6.00	M3	Q990.17	Q.5,941.00
ARMADO DE VIGAS PRINCIPALES, DIAFRAGMAS Y LOSA DE RODADORA	500.00	ML	Q91.86	Q.45,929.00
FUNDICION DE VIGAS PRINCIPALES, DIAFRAGMAS Y LOSA DE RODADURA	18.00	M3	Q962.36	Q.17,322.50
ARMADO Y FUNDICION DE BANQUETA	14.00	M2	Q1,205.29	Q.16,874.00
BARANDAL	1.00	GLOBAL	Q7,975.00	Q.7,975.00
TALLADO DEL PUENTE	260.00	M2	Q61.62	Q.16,021.20
JUNTAS ESTRUCTURALES Y UNIONES MECANICAS PARA APOYOS	6.00	UNID.	Q2,184.43	Q.13,106.60
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q.469,942.49

\$. 61,031.49

PRECIO UNITARIO POR METRO LINEAL = Q. 39,161.47

CONCLUSIONES

1. Los proyectos que en el presente informe se presentan, deberán construirse bajo las normas de construcción y supervisión estipuladas por dichas normas con el objeto que los proyectos sean realizados a satisfacción y con el fin de beneficiar a las personas, brindándoles un buen servicio.
2. Las personas a beneficiar en estos proyectos es numerosa, motivo por el cual, la realización de los mismos es de suma importancia, debido a las necesidades que tienen los pobladores del municipio.
3. La construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para el municipio de San José, es de suma importancia, pues la existencia de este, mejoraría la calidad de vida de los pobladores.
4. La existencia del puente vehicular del caserío El Corozal, brindaría una vía de comunicación accesible y mas corta a los vecinos con el fin de beneficiarlos y brindarles mejores servicios de infraestructura.

RECOMENDACIONES

1. Es importante concientizar a los pobladores sobre el adecuado uso del sistema de alcantarillado sanitario, con el fin que cumpla con el período de diseño estipulado.
2. Que los proyectos de E.P.S sean realizables, para contribuir con el mejoramiento de las comunidades de las áreas que mas los necesitan.
3. Es necesario organizar a las comunidades, para que contribuyan con el buen funcionamiento de los proyectos.
4. Que estos proyectos sean llevados a la realidad en la mayor brevedad posible, debido a la necesidad que existe por la falta de estos proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

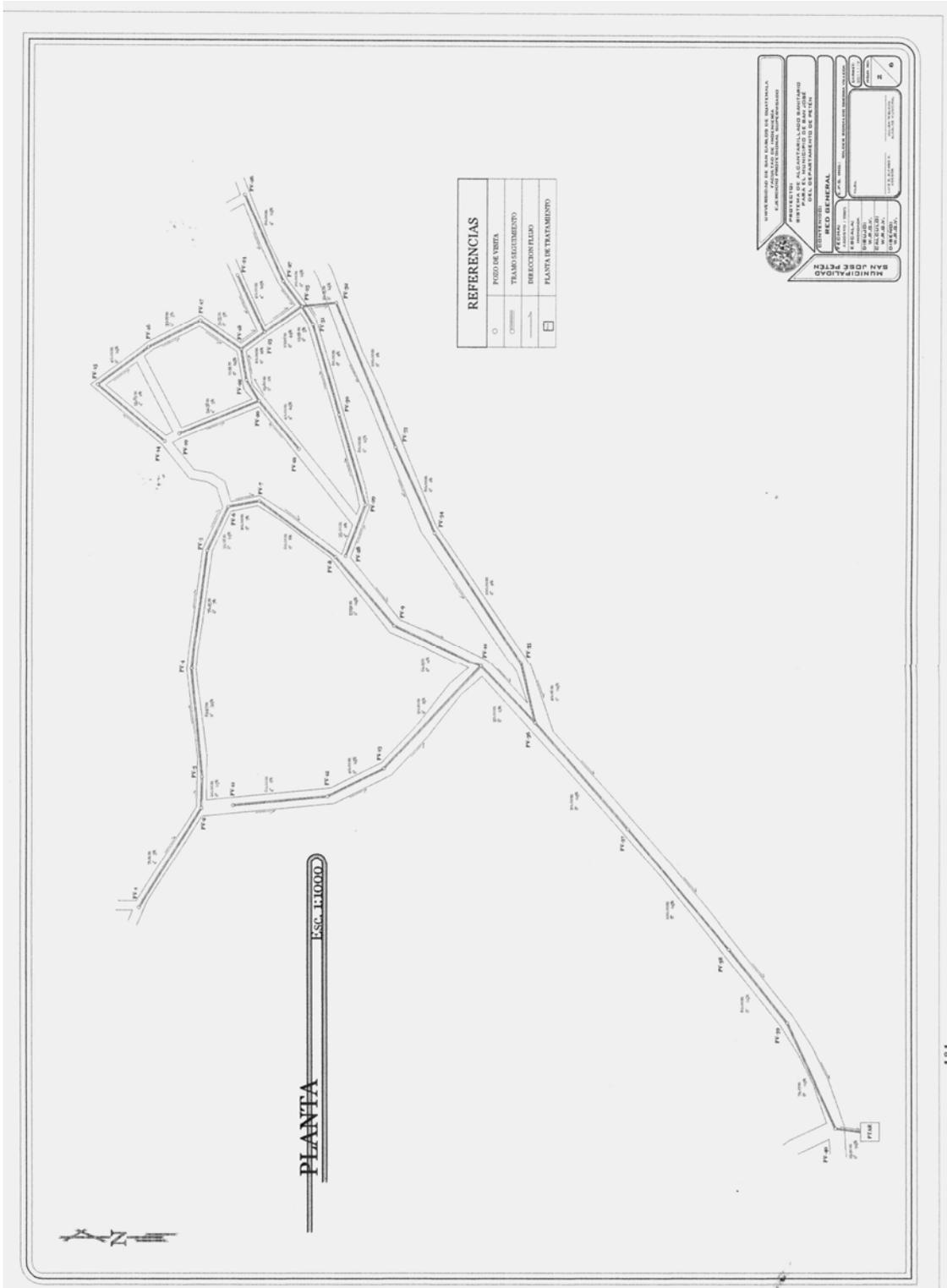
1. MORALES SOTO, Jorge Enrique, **Estudio y diseño de la red de alcantarillado sanitario del cantón el Copado, municipio de Santo Domingo, departamento de Suchitepequez.** Tesis de ingeniería civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de ingeniería, Guatemala 2004.
2. HERNÁNDEZ VÉLIZ, Amilcar 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.**
3. NILSON, Arthur h. y Goerge Winter. **Diseño de estructuras de concreto.** 12 edición México: Editorial McGraw Hill, 1991.
4. INSIVUME

ANEXOS

Tabla IX. Diseño de la red de alcantarillado sanitario municipio San José.

De P.V.	A P.V.	TERRENO				LONGITUD		No. HABITANTES		FACTOR DE FLUJO	
		COTA INICIO	COTA FINAL	D. H. (m)	PEND. (%)	LOCAL	ACUM.	LOCA	ACUM.	LOCA	ACUM.
1	2	100.0	97.75	71.21	3.16	71.21	71.21	54.18	54.18	4.31	4.31
2	3	97.75	97.19	20.00	2.80	20.00	91.21	15.22	69.39	4.40	4.28
3	4	97.19	94.60	69.97	3.70	69.97	161.18	53.23	122.62	4.31	4.22
4	5	94.6	89.05	76.45	7.26	76.45	237.63	58.16	180.79	4.30	4.16
5	6	89.05	86.00	31.06	9.82	31.06	268.69	23.63	204.42	4.37	4.14
6	7	86.00	84.55	20.00	7.25	20.00	288.69	15.22	219.63	4.40	4.13
7	8	84.55	79.76	60.00	7.98	60.00	348.69	45.65	265.28	4.32	4.10
8	9	79.76	81.35	57.52	-2.76	57.52	406.21	43.76	309.04	4.33	4.07
9	10	81.35	71.00	61.09	16.94	61.09	467.30	46.48	355.52	4.32	4.05
11	12	96.15	92.15	60.00	6.67	60.00	60.00	45.65	45.65	4.32	4.32
12	13	92.15	90.00	40.00	5.38	40.00	100.00	30.43	76.08	4.35	4.27
13	10	90.00	71.00	90.20	21.06	90.20	190.20	68.62	144.70	4.28	4.20
14	15	86.05	84.83	55.89	2.18	55.89	55.89	42.52	42.52	4.33	4.33
15	16	84.83	82.25	40.00	6.45	40.00	95.89	30.43	72.95	4.35	4.28
16	17	82.25	78.65	37.07	9.71	37.07	132.96	28.20	101.16	4.36	4.24
17	18	78.65	73.18	31.55	17.34	31.55	164.51	24.00	125.16	4.37	4.22
19	20	85.05	75.18	54.58	18.08	54.58	54.58	41.52	41.52	4.33	4.33
21	20	77.20	75.18	40.00	5.05	40.00	40.00	30.43	30.43	4.35	4.35
20	22	75.18	74.18	15.60	6.41	15.60	110.18	11.87	83.82	4.41	4.26
22	18	74.18	73.18	11.55	8.66	11.55	121.73	8.79	92.61	4.42	4.25
18	23	73.18	69.35	20.00	19.15	20.00	306.24	15.22	232.99	4.40	4.12
24	23	67.98	69.35	40.00	-3.42	40.00	40.00	30.43	30.43	4.35	4.35
23	25	69.35	66.35	27.26	11.01	27.26	373.50	20.74	284.16	4.38	4.09
26	27	65.75	66.80	60.00	-1.75	60.00	60.00	45.65	45.65	4.32	4.32
27	25	66.80	66.35	20.00	2.25	20.00	80.00	15.22	60.86	4.40	4.30
28	29	78.95	77.85	35.00	3.14	35.00	35.00	26.63	26.63	4.36	4.36
29	30	77.85	74.00	60.00	6.42	60.00	95.00	45.65	72.28	4.32	4.28
30	31	74.00	68.75	60.00	8.75	60.00	155.00	45.65	117.92	4.32	4.22
31	25	68.75	66.35	13.56	17.70	13.56	168.56	10.32	128.24	4.41	4.21
25	32	66.35	64.85	21.75	6.90	21.75	643.81	16.55	489.81	4.39	3.98
32	33	64.85	63.60	100.00	1.25	100.00	743.81	76.08	565.89	4.27	3.95
33	34	63.60	62.60	60.00	1.67	60.00	803.81	45.65	611.53	4.32	3.93
34	35	62.60	60.75	100.00	1.85	100.00	903.81	76.08	687.61	4.27	3.90
35	36	60.75	60.45	40.06	0.75	40.06	943.87	30.48	718.09	4.35	3.89
10	36	71.00	60.45	50.00	21.10	50.00	707.50	38.04	538.26	4.34	3.96
36	37	60.45	59.95	90.00	0.56	90.00	1741.37	68.47	1324.83	4.29	3.72
37	38	59.95	59.75	100.00	0.20	100.00	1841.37	76.08	1400.91	4.27	3.70
38	39	59.75	60.05	60.00	-0.50	60.00	1901.37	45.65	1446.55	4.32	3.69
39	40	60.05	59.98	74.17	0.09	74.17	1975.54	56.43	1502.98	4.30	3.68
40	PTAR	59.98	57.10	15.90	18.11	15.90	1991.44	12.10	1515.08	4.41	3.68

De P.V.	A P.V.	Q DISEÑO SANITARIO		TUBERÍA			SECCIÓN LLENA			COTAS INVERT		POZOS DE VISITA	
		LOCAL	ACUM	Ø (plg)	PEND. (%)	LONG. (m)	Vel. (m/s)	Q (l/s)	d/D	INICIO	FINAL	H. PV	H. PV
												INICIAL	FINAL
1	2	0.47	0.47	4	3.0	71.21	1.66	13.48	0.13	98.88	96.74	1.27	1.48
2	3	0.13	0.59	6	1.5	20.00	1.54	28.11	0.10	96.42	96.12	1.48	1.36
3	4	0.46	1.03	6	3.5	69.97	2.35	42.93	0.11	95.98	93.53	1.36	1.42
4	5	0.50	1.51	6	7.0	76.45	3.33	60.72	0.11	93.33	87.98	1.42	1.32
5	6	0.21	1.69	6	9.5	31.06	3.88	70.73	0.11	87.88	84.93	1.32	1.27
6	7	0.13	1.82	6	7.0	20.00	3.33	60.72	0.12	84.88	83.48	1.27	1.25
7	8	0.39	2.18	6	8.0	60.00	3.56	64.91	0.13	83.45	78.65	1.25	1.29
8	9	0.38	2.52	6	0.5	57.52	0.89	16.23	0.27	78.62	78.33	1.29	3.30
9	10	0.40	2.88	6	14.0	61.09	4.71	85.87	0.13	78.30	69.75	3.30	3.39
11	12	0.39	0.39	4	6.0	60.00	2.35	19.07	0.10	94.74	91.14	1.56	2.87
12	13	0.26	0.65	6	1.5	40.00	1.54	28.11	0.11	89.53	88.93	2.87	6.79
13	10	0.59	1.21	6	15.0	90.20	4.87	88.88	0.10	83.46	69.93	6.79	3.39
14	15	0.37	0.37	4	2.0	55.89	1.36	11.01	0.13	84.94	83.82	1.26	3.30
15	16	0.26	0.62	6	1.5	40.00	1.54	28.11	0.10	81.78	81.18	3.30	3.81
16	17	0.25	0.86	6	3.0	37.07	2.18	39.75	0.10	78.69	77.58	3.81	5.21
17	18	0.21	1.06	6	5.0	31.55	2.81	51.31	0.10	73.69	72.11	5.21	1.85
19	20	0.36	0.36	4	5.0	54.58	2.15	17.40	0.10	76.90	74.17	8.40	1.91
21	20	0.26	0.26	4	2.5	40.00	1.52	12.31	0.10	75.17	74.17	2.28	1.91
20	22	0.10	0.71	6	2.00	15.60	1.78	32.45	0.10	73.42	73.11	1.91	1.93
22	18	0.08	0.79	6	2.50	11.55	1.99	36.28	0.10	72.40	72.11	1.93	1.85
18	23	0.13	1.92	6	16.00	20.00	5.03	91.79	0.10	71.48	68.28	1.85	3.75
24	23	0.26	0.26	4	2.50	40.00	1.52	12.31	0.10	66.88	65.88	1.25	3.75
23	25	0.18	2.32	6	4.50	27.26	2.67	48.68	0.15	65.85	64.62	3.75	2.54
26	27	0.39	0.39	4	0.50	60.00	0.68	5.50	0.18	64.74	64.44	1.16	2.66
27	25	0.13	0.52	6	1.50	20.00	1.54	28.11	0.10	64.39	64.09	2.66	2.54
28	29	0.23	0.23	4	2.00	35.00	1.36	11.01	0.10	77.54	76.84	1.56	4.27
29	30	0.39	0.62	6	1.50	60.00	1.54	28.11	0.10	73.83	72.93	4.27	4.17
30	31	0.39	1.00	6	4.00	60.00	2.52	45.90	0.10	70.08	67.68	4.17	3.04
31	25	0.09	1.08	6	5.00	13.56	2.81	51.31	0.10	65.96	65.28	3.04	2.54
25	32	0.15	3.90	6	1.50	21.75	1.54	28.11	0.25	64.06	63.73	2.54	1.47
32	33	0.65	4.47	6	1.00	100.00	1.26	22.95	0.30	63.53	62.53	1.47	1.62
33	34	0.39	4.80	6	1.00	60.00	1.26	22.95	0.31	62.13	61.53	1.62	1.25
34	35	0.65	5.36	6	2.00	100.00	1.78	32.45	0.27	61.50	59.50	1.25	1.43
35	36	0.27	5.58	6	0.50	40.06	0.89	16.23	0.40	59.47	59.27	1.43	1.36
10	36	0.33	4.26	8	17.00	50.00	6.28	203.77	0.10	67.86	59.36	3.39	1.36
36	37	0.59	9.85	8	0.50	90.00	1.08	34.95	0.36	59.24	58.79	1.36	1.34
37	38	0.65	10.37	8	0.50	100.00	1.08	34.95	0.37	58.76	58.26	1.34	1.67
38	39	0.39	10.68	8	0.50	60.00	1.08	34.95	0.38	58.23	57.93	1.67	2.40
39	40	0.49	11.06	8	0.50	74.17	1.08	34.95	0.39	57.90	57.53	2.40	2.73
40	PTAR	0.11	11.14	8	9.50	15.90	4.70	152.33	0.18	57.50	55.99	2.73	0.15



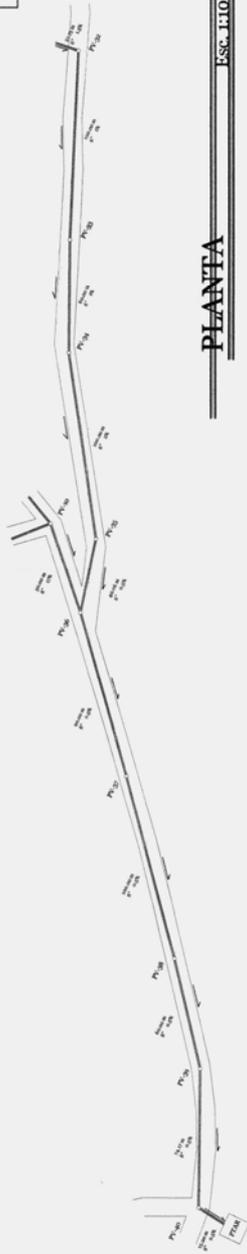
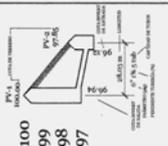
REFERENCIAS

○	POZO DE VISITA
—	TRAMO SEGMENTADO
→	DIRECCION FLUJO
□	PLANTA DE TATAMIENTO

UNIVERSIDAD DE LA CAJAMA, FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 OFICINA DE INGENIERIA CIVIL
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE PERÚ

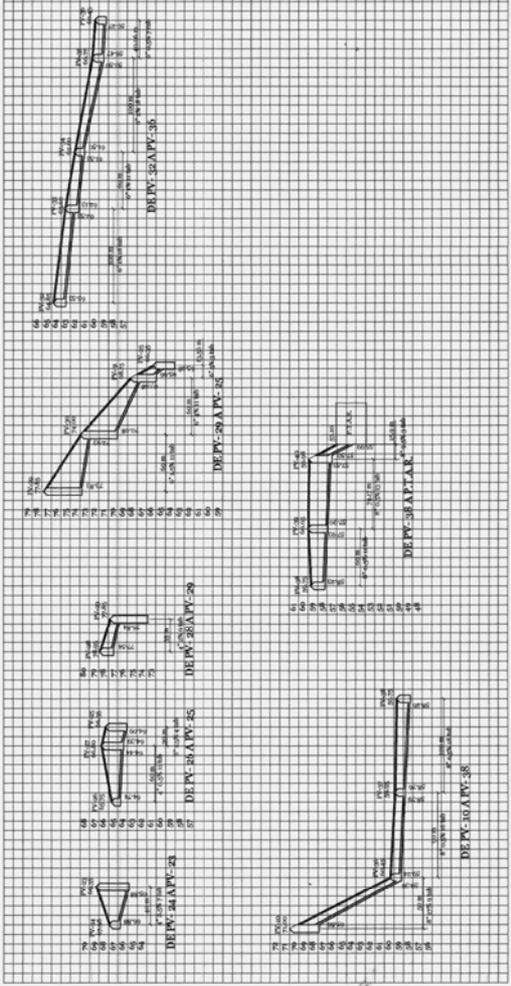
RED DE BARRIALES
 MUNICIPIO DE SAN JOSE PETER
 INGENIERO CIVIL
 SAN JOSE PETER

REFERENCIAS	
1	PUNTO DE VISTA
2	TRAMO DOCUMENTADO
3	SECCIONES DE TALLAS

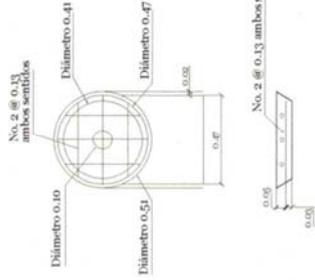


PLANTA
ESC. 1:1000

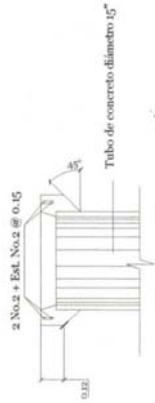
ESCALA HORIZONTAL : 1/2000
ESCALA VERTICAL : 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL CARRERAS DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL	
PLANTA - PERFIL	
TÍTULO: AUTOR: FECHA: ESCALA: HOJA: DE: PARA:	NOMBRE: CARRERA: GRUPO: TÍTULO: FECHA: ESCALA: HOJA: DE: PARA:
MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PÉTEN	
4 6	



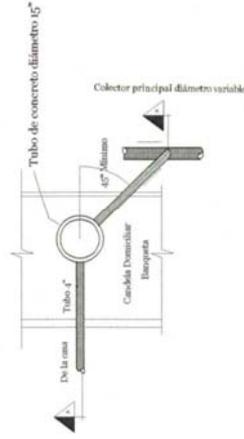
DETALLE DE TAPADERA ESC. 1:10



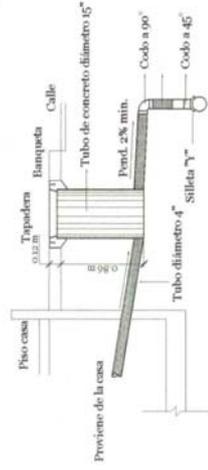
CANDELA DOMICILIAR ESC. 1:10

ESPECIFICACIONES

1. LA TUBERÍA PARA LA CONEXIÓN DOMICILIAR DEBE SER DE PVC RIGIDO AUTOCOMBUSTIBLE Y SU DIAMETRO DEBE SER DE 150 MM.
2. EL CONCRETO DEBE SER TIPO M-2000. PROPORCIÓN: 1:2.5:3.5 (C/FA/AG) EN VOLUMEN.
3. LA CALA DE REFORZO DEBE SER DE TIPO DE CONCRETO DE ALTO DENSIDAD Y DE DIAMETRO NO MENOR A 10 MM. LA TUBERÍA DEBE SER DE TIPO RIGIDO AUTOCOMBUSTIBLE.
4. EL CUBRILLO DEBE SER DE TIPO RIGIDO AUTOCOMBUSTIBLE.



PLANTA DE CANDELA DOMICILIAR ESC. 1:25



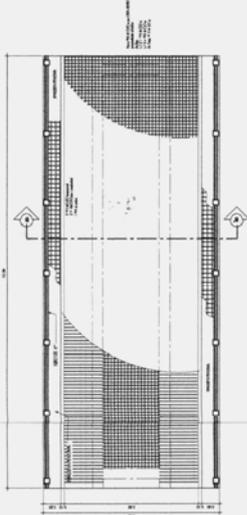
SECCIÓN A-A ESC. 1:20

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSE PTECH
 DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS
 SUBDIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS
 DIVISIÓN DE OBRAS PÚBLICAS
 SECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS
 PROYECTO: ...
 PLAN: ...
 ESCALA: ...
 FECHA: ...
 DISEÑADOR: ...
 APROBADO: ...



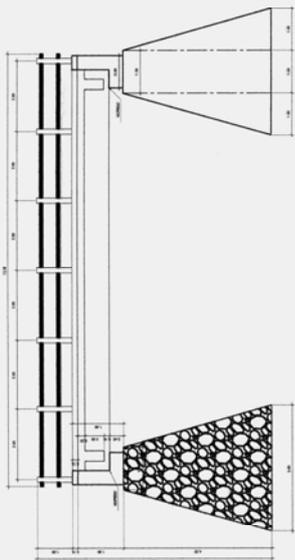
PLANTA DE PLENTE

ESCALA 1/50



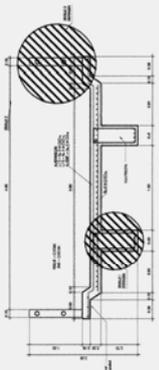
PLANTA DE BANTE CON REPEROS

ESCALA 1/50



SECCION A-A

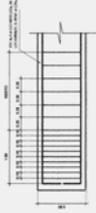
ESCALA 1/50



SECCION B-B

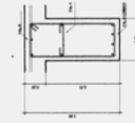
ESCALA 1/50

GEOMETRIA DE LA SUPERFICIE



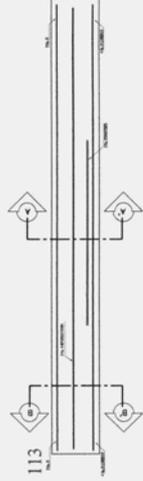
PERFILES TRANSVERSALES DE LA VIGA PRINCIPAL

ESCALA 1/50



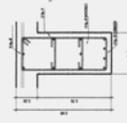
CORTE B-B

ESCALA 1/50



REFLEJO LONGITUDINAL DE LA VIGA PRINCIPAL

ESCALA 1/50



CORTE A-A

ESCALA 1/50



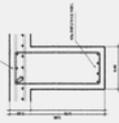
REFLEJO DEL DAPARAMA

ESCALA 1/50



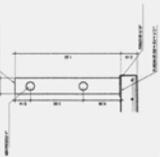
SECCION A-A

ESCALA 1/50



DETALLE No. 1

ESCALA 1/50



DETALLE No. 2

ESCALA 1/50

<p>INSTITUCIÓN DE FOMENTO DE LA ZONA DE LA SIERRA DE SAN JOSÉ PEÑÓN MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PEÑÓN MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PEÑÓN MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PEÑÓN</p>	
<p>PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE PARA VEHICULOS DEL CAMINO AL CENTRO DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PEÑÓN OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE PARA VEHICULOS DEL CAMINO AL CENTRO DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PEÑÓN</p>	
<p>DETALLE DE PUENTE</p>	
<p>PROYECTADO POR: [] DISEÑADO POR: [] ELABORADO POR: [] APROBADO POR: []</p>	<p>FECHA: [] ESCALA: [] HOJA: []</p>

