



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

**DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO
PARA PROYECTO DE VIVIENDA, UBICADO EN ALDEA SUCHITÁN,
MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.**

Manuel Alberto Ramos González
Asesorado por el: Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO
PARA PROYECTO DE VIVIENDA, UBICADO EN ALDEA SUCHITÁN,
MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MANUEL ALBERTO RAMOS GONZÁLEZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Zelada
VOCAL IV	Br. Keneth Issur Estrada Ruíz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jeovany Rudaman Miranda Castañón
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO
PARA PROYECTO DE VIVIENDA, UBICADO EN ALDEA SUCHITÁN,
MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 25 de mayo de 2006.

Manuel Alberto Ramos González

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser mi fuente de paz y sabiduría, en quien he confiado en los momentos adversos y situaciones en las cuales, me he sentido desesperado y confundido, pero siempre me ha colmado de su magnificencia y bendición

Mis padres

Manuel Alberto Ramos Sarceño y Ana Basilia González Sarmiento. Porque a su lado me he sentido amado, protegido, lleno de alegría y con la suficiente entereza para resolver mis problemas de la manera la más sabia.

Mi abuelita

María Orbelina,

por tener el privilegio de palpar su amor, dulzura y ternura desde mi niñez hasta este momento. Y porque siempre llevaré sus consejos en mi corazón hasta el ocaso de mi vida.

Mi hermana

Ana Grecia,

por ser mi aliada número uno en los momentos de felicidad y adversidad. Gracias por darme tu amor y compañía.

Mis tíos

A todos ustedes que han sido cómplices de mis triunfos. Especialmente a mi Tía Aura

Violeta Ramos Sarceño, quien esta al lado de nuestro Señor Padre.

Primos

Amigos

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A:

Universidad de San Carlos de Guatemala, en especial a mis catedráticos de la Facultad de Ingeniería.

La Municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Mis Centros de Estudio

Colegio Católico Particular Mixto “San Miguel”

Instituto Experimental con Orientación Ocupacional “Mario Efraín Nájera Farfán”

Escuela Nacional de Ciencias Comerciales

Especialmente, a mis queridos maestros y amigos, quienes cultivaron en mí la semilla del saber, la cual, gracias a nuestro Señor Padre, estoy cosechando y viendo sus frutos florecer, al lado de mis seres amados.

Amigos compañeros de la Facultad

Luis Adolfo Ariza Hernández

Luis Carlos Mendez Barillas

Rolmy Orlando Salguero Ramírez

Rigoberto Pablo José Aguilar Salguero

Mario Alejandro Méndez

A mis dos tierras, Jutiapa y Quetzaltenango

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1	Monografía	
1.1.1	Ubicación	1
1.1.2	Límites y colindancias	1
1.1.3	Extensión territorial	1
1.1.4	Clima	4
1.1.5	Topografía	4
1.1.6	Suelo	4
1.1.7	Vías de comunicación	5
1.1.8	Idioma	6
1.1.9	Servicios públicos	6
1.2.0	Población	6
1.2.1	Orografía	7
1.2.2	Aspectos de salud	8
1.2.3	Actividades productivas	9
1.2.4	Datos de vivienda	10
1.2.5	Datos sobre el uso del agua	10
1.2.6	Canalización de aguas servidas	11
1.2.7	Necesidades prioritarias de la aldea	12

2. DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO

2.1	Descripción del proyecto	14
2.2	Condiciones generales	14
2.3	Métodos estadísticos para estimar la población futura	15
2.3.1	Método de incremento geométrico	15
2.4	Cálculo de la población futura	16
2.5	Desarrollo del proyecto	17
2.5.1	Levantamiento topográfico	17
2.5.1.1	Planimetría	17
2.5.1.2	Altimetría	17
2.5.2	Tipo de sistema a utilizar	18
2.5.3	Período de diseño	18
2.5.4	Fórmulas utilizadas para encontrar el caudal de diseño.	19
2.5.5	Diámetros mínimos	21
2.5.6	Velocidades máximas y mínimas	21
2.5.7	Dotación	22
2.5.8	Factor de retorno	23
2.5.9	Factor de flujo instantáneo	23
2.6.0	Caudal domiciliar	24
2.6.1	Caudal comercial	24
2.6.2	Caudal de infiltración	25
2.6.3	Caudal por conexiones ilícitas	25
2.6.4	Caudal industrial	26
2.6.5	Caudal sanitario	26
2.6.6	Factor de caudal medio	26
2.6.7	Caudal de diseño	27
2.6.8	Cálculo de cotas invert	28

2.6.9	Normas y recomendaciones	29
2.7.0	Obras accesorias	30
2.7.0.1	Conexiones domiciliarias	32
2.7.0.2	Caja o candela	33
2.7.0.3	Tubería secundaria	33
2.6	Diseño de drenaje sanitario del tramo PV-9 a PV-13	34
2.7	Propuesta de tratamiento de aguas servidas	38
2.8	Presupuesto	39
2.9	Evaluación socio económica	41
2.9.1	VPN (Valor presente neto)	41
2.9.2	TIR (Tasa interna de retorno)	43

3. DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR

3.1	Diseño del proyecto	46
3.2	Diseño arquitectónico	47
3.3	Ubicación del edificio en el terreno	47
3.4	Distribución de ambientes	48
3.5	Selección del sistema estructural a utilizar	48
3.6	Estudio de suelos	48
3.6.1	Cálculo del valor soporte	48
3.7	Análisis estructural	50
3.7.1	Predimensionamiento estructural	50
3.7.2	Cargas de diseño	50
3.8	Diseño estructural	51
3.8.1	Diseño del techo	51
3.8.2	Diseño de muro verticales en mampostería	68
3.8.3	Diseño de columnas	70
3.8.4	Diseño de cimentación	72

3.8.5	Presupuesto	78
3.9	Estudio de impacto ambiental	81
3.9.1	Importancia de un estudio de impacto ambiental	81
3.9.2	Plan de seguridad para la salud humana	89
	CONCLUSIONES	95
	RECOMENDACIONES	97
	BIBLIOGRAFÍA	99
	APÉNDICE	101
	ANEXOS	109

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de Santa Catarina Mita	2
2.	Ubicación geográfica de aldea Suchitán	3
3.	Ubicación geográfica del volcán Suchitán	8
4.	Diagrama para cálculo de cotas invert	29
5.	Detalle de cubierta en elevación	52
6.	Esquema para análisis de área tributaria de costanera	53
7.	Diagrama de carga, fuerza cortante y momento flexionante	55
8.	Curva elástica	59
9.	Esquema para análisis de área tributaria para tendales	61
10.	Esquema de cargas actuantes en nudos	63
11.	Diagrama de carga de tendal	64
12.	Diagrama de fuerza cortante de tendal	64
13.	Diagrama de momento flexionante de tendal	65
14.	Sección transversal de tendal	66
15.	Esquema de zapata	75
16.	Esquema de zapata	76

TABLAS

I.	Beneficiarios directos e indirectos de proyectos	6
II.	Tipificación de vivienda en aldea Suchitán	10
III.	Disposición de agua de uso doméstico	10
IV.	Formas de disposición de aguas residuales	11
V.	Formas de disposición de aguas residuales	12
VI.	Crecimiento poblacional	16
VII.	Ancho y profundidad de zanjas en función del diámetro de la tubería	29
VIII.	Profundidad mínima de la cota invert para evitar rupturas	30
IX.	Presupuesto drenaje sanitario	39
X.	Valor soporte permisible según el tipo de suelo	49
XI.	Propiedades de las costaneras	57
XII.	Cálculo de momento de inercia de tendal	67
XIII.	Presupuesto de materiales de edificio educativo	78
XIV.	Presupuesto de mano de obra de edificio educativo	80
XV.	Integración de costos de edificio educativo	81
XVI.	Matriz modificada de Leopold para proyecto de drenaje sanitario en aldea Suchitán	83
XVII.	Matriz modificada de Leopold para edificio educativo	86
XVIII.	Cálculo hidráulico	89

LISTA DE SÍMBOLOS

ACI	Instituto americano de Concreto
A_G	Área bruta de columna
A_{SMIN}	Área de acero mínimo
A_{SREQUERIDA}	Área de acero mínimo
A_{SV}	Área de acero mínimo vertical
A_{TRIBUTARIA}	Área tributaria
A_{TUBO}	Área de tubería
A_Z	Área de zapata
C	Distancia del eje neutro a la fibra más alejada del tendal.
C_{TOTAL}	Carga total
D_P	Deflexión permisible
D_R	Deflexión permisible
E	Módulo de elasticidad del concreto
F'_C	Resistencia del concreto
F_{CU}	Factor de carga última
F_Y	Esfuerzo de fluencia del acero
Ha	Hectáreas
Hab.	Habitantes
INE	Instituto Nacional de Estadística
I_X	Momento de inercia respecto el eje X
I_Y	Momento de inercia respecto el eje Y
kg./cm²	Kilogramo sobre centímetro cuadrado
L/seg.	Litro sobre segundo
lb./p²	Libra sobre pie cuadrado
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar

m/s	Metro sobre segundo
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
M_{FLEXIONANTE}	Momento flexionante
mm./h	Milímetro por hora
M_{ACT}	Momento actuante
M_R	Momento máximo resistente
No. Habitantes	Número de habitantes
plg.	Pulgadas
P_n	Población buscada
P_o	Población del último censo
P_{TRABAJO}	Carga de trabajo o servicio
P_U	Carga última
PV	Pozo de visita
PVC	Cloruro de polivinilo
Q_{CILICITAS}	Caudal de conexiones ilícitas
Q_{DIS}	Caudal de diseño
Q_{DOM}	Caudal domiciliar
Q_{INF}	Caudal de infiltración
Q_{MEDIO}	Caudal medio
Q_{SAN}	Caudal sanitario
R_H	Radio hidráulico
TON/m²	Tonelada por metro cuadrado
V_{ACT}	Fuerza de corte actuante
V_{RES}	Fuerza de corte resistente
V_{SECCLENA}	Velocidad a sección llena
U	Unidad

GLOSARIO

Aguas negras	Efluente que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce éstas mismas, al colector del sistema de drenaje.
Carga muerta	Son aquellas que se mantienen en constante magnitud y con una posición fija durante la vida útil de la estructura; generalmente la mayor parte de las cargas muertas es el peso propio de la estructura.
Carga última	Es la suma de las cargas afectadas por factores de amplificación según códigos de diseño.
Carga viva	Las cargas vivas son cargas no permanentes. Son producidas por el uso y ocupación de la edificación.
Caudal de diseño	Es la suma de los caudales que se utilizarán para establecer las propiedades cuantitativas de un tramo de alcantarillado.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta la candela.

Costanera	Cada una de las vigas menores o elemento secundarios de apoyo, las cuales sirven de sostén al peso de la cubierta de un edificio.
Dotación	Suministro promedio de agua que necesita un habitante diariamente para satisfacer sus necesidades.
Flexión	Deformación que sufre una viga cuando se la somete a dos momentos de sentidos opuestos, aplicados en sus extremos en un plano que contenga al eje de la misma.
Inercia	Propiedad general de la materia, por la cual todo cuerpo tiende a conservar su estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme, si sobre él no actúa ninguna fuerza externa.
Mampostería	Obra de fábrica hecha de mampuesto o piedras sin labrar, o labradas toscamente, unidas con mortero.
Momento	Magnitud resultante del producto del valor de una fuerza por su distancia a un punto de referencia.
Muro	Obra de albañilería construida de cualquier material con que se divide o cierra un espacio.
Punzonamiento	Efecto que producido por una fuerza que incide sobre una superficie de área pequeña.

Tendal	Elemento estructural principal de la cubierta, formada por una sección de dos costaneras, el cual soporta las cargas verticales inducidas.
TIR	Tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, es decir, el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.
VPN	Es el Valor Presente Neto. Se basa en la suposición de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), tiene como base primordial, identificar, analizar y proponer la solución más idónea a los problemas que se presenten, conforme a las necesidades de las diversas comunidades que conforman el territorio guatemalteco. El presente estudio técnico fue realizado en la aldea Suchitán, ubicada, en el municipio de Santa Catarina Mita del departamento de Jutiapa, el cual consta de las siguientes partes:

Primordialmente, y, tomando en cuenta, que para proponer una solución técnica eficiente y adecuada, es necesario conocer los factores ambientales, físicos, económicos, sociales y políticos en el que se desenvuelven los habitantes de la comunidad en estudio, en ese sentido, en el primer capítulo, se hace una descripción de la aldea, en la que se puede encontrar: clima, topografía, tipo de suelo, orografía, recursos hidrológicos, entre otros.

En el segundo capítulo, podemos encontrar el diseño del drenaje sanitario, basado en las Normas Generales de Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal, tablas de relaciones hidráulicas, formulas matemáticas. Además, se detallan los factores cualitativos y cuantitativos que se utilizaron para el respectivo diseño.

El tercer y último capítulo, comprende las normas, procedimientos matemáticos, códigos de diseño, valores teóricos, así como el procedimiento básico utilizado para el diseño arquitectónico y estructural de una escuela de mampostería reforzada con techo liviano.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de drenaje sanitario y la edificación escolar para el proyecto de vivienda, ubicado en aldea Suchitán, municipio de Santa Catarina Mita, departamento de Jutiapa.

Específicos

1. Elaborar una investigación de carácter monográfico, paralelo a un diagnóstico sobre las principales necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Suchitán del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa.
2. Establecer las bases técnicas y administrativas que sirvan de fundamento para desarrollar los proyectos de infraestructura mencionados.

INTRODUCCIÓN

Las políticas estratégicas que han adoptado los gobiernos de turno, han impedido que los servicios de infraestructura tengan una cobertura total en la república guatemalteca, principalmente en el área rural. No es necesario hacer un estudio concienzudo para determinar cuales son las principales deficiencias, que necesitan ser atendidas técnicamente, para lograr el bienestar de la población.

Santa Catarina Mita, cuenta con un gobierno local que se ha preocupado de sobremano por la frecuente promoción, fortalecimiento, mantenimiento e implementación de nuevos programas de desarrollo que tengan como objetivo mejorar las condiciones de vida de los pobladores del municipio. Sin embargo, a pesar de la ardua labor efectuada por las autoridades locales, aún existen comunidades que no cuentan con los servicios básicos, para el pleno goce y satisfacción de sus actividades y/o necesidades. Entre estos servicios podemos citar: sistemas de agua potable, drenaje sanitario, infraestructura para servicio social y educativo, entre otros.

En el proyecto de vivienda que se tiene planificado desarrollar con apoyo de la municipalidad de Santa Catarina Mita, el Fondo Guatemalteco para la Vivienda (FOGUAVI) y miembros del comité comunitario de desarrollo respectivo, ubicado en aldea Suchitán, del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa, se ha detectado la necesidad de participar en el diseño de los siguientes proyectos de infraestructura: uno, el cual contribuya a mejorar las condiciones de saneamiento ambiental; y, otro, encaminado al desarrollo de infraestructura educativa en las áreas rurales del municipio, por lo que se propone la implementación de un sistema de drenaje sanitario con tubería de

Cloruro de Polivinilo (PVC) y un edificio escolar con el sistema estructural de mampostería reforzada con cubierta de techo liviano, pretendiendo con ello, coadyuvar al mejoramiento de las condiciones sanitarias y educativas de la comunidad en estudio.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía

1.1.1 Ubicación

La comunidad de la aldea Suchitán esta ubicada en la región oriental de la república de Guatemala, en las faldas del Volcán que lleva el mismo nombre, perteneciente al municipio de Santa Catarina Mita, departamento de Jutiapa. Dicha cabecera cuenta con una extensión territorial de 132 kilómetros cuadrados, situado a una altura de 700 metros sobre el nivel del mar. La comunidad de interés posee una fracción territorial de 2.75 kilómetros cuadrados, ubicada a una distancia de 12 kilómetros de la cabecera municipal, sus colindancias son:

1.1.2 Límites y colindancias

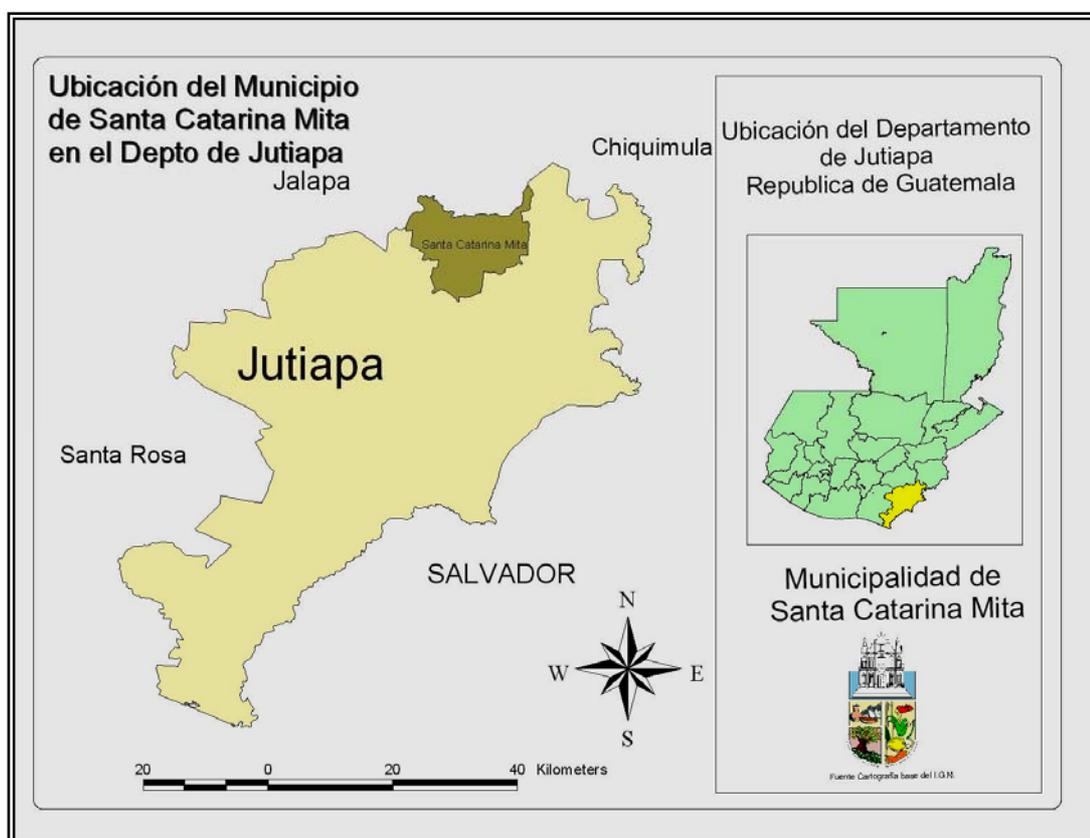
Al Norte:	Aldea Nueva
Al Sur:	Aldea Cuesta del Guayabo
Al Este:	Aldea Horcones
Al Oeste:	Laguna de Retana

1.1.3 Extensión territorial

La extensión territorial correspondiente a la aldea Suchitán es de 6531 hectáreas.

MAPA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA

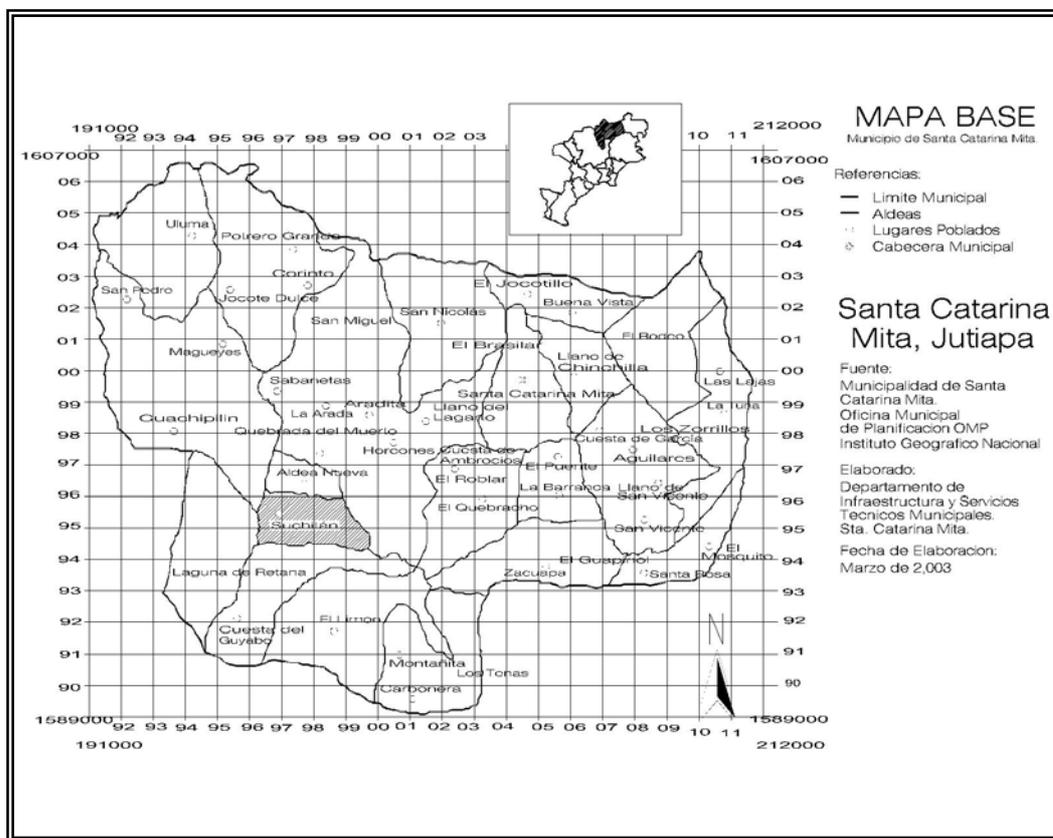
Figura 1. Ubicación del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa.



Fuente: OMP. Municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

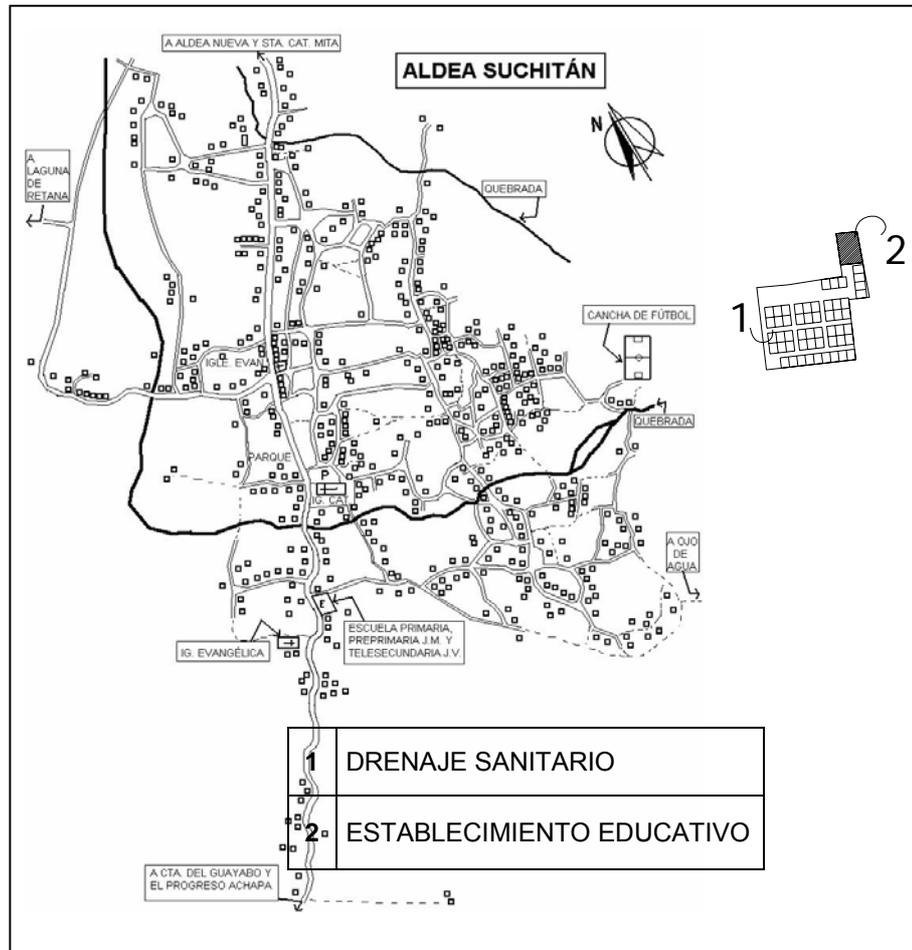
MAPA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA ALDEA SUCHITÁN, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

Figura 2. Ubicación geográfica de aldea Suchitán.



Fuente: OMP. Municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Figura 3. Croquis de Aldea Suchitán y localización de proyectos



Fuente: OMP. Municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

1.1.4 Clima

El clima que predomina en el municipio de Santa Catarina Mita entre los meses de octubre a mediados de febrero, es templado, y en los meses de marzo y abril, es cálido.

Debido a que la aldea Suchitán se encuentra localizada a una altura sobre el nivel del mar, más alta que el resto de los municipios, la biotemperatura promedio anual es menor que la del resto de todo el municipio. Es un clima muy agradable para la población, además favorece al cultivo de gran diversidad de especies forestales y hortalizas.

En base a los boletines históricos proporcionados por la estación número 12 del Instituto de Vulcanología, Meteorología, Sismología e Hidrología (INSIVUMEH), ubicada en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa, se pudo establecer la precipitación máxima en la región, la cual corresponde a 150mm/hora.

1.1.5 Topografía

Generalmente, el municipio, esta conformado por quebrados, con pendientes que oscilan entre 10 y 30%. Solamente se indican suelos regularmente planos en aldea Jocote Dulce y alrededores, una buena parte de Las Aradas, Jocotillo y en menos proporción en aldea El Rodeo. Sin embargo, la aldea Suchitán, como otras, las pendientes de sus terrenos, alcanzan hasta 60%.

1.1.6 Suelo

En aldea Suchitán, se observan, como en la mayoría de las aldeas, suelos arcillosos y algunas superficies calcáreas. Debido al nivel de pedregosidad, topografía o falta de agua para riego de los cultivos, muchos de los suelos se sitúan en clases agrológicas bajas, es decir, no son recomendables para la agricultura, sino, para usos forestales y/o agroforestales.

Las cumbres y hondonadas se encuentran cubiertas de corpulentos árboles, generalmente robles y encinos; pero no sucede lo mismo en sus faldas que, en su mayoría, están desprovistas de vegetación, debido a la cruel acción de las rozas que se verifican con el fin de cultivar, durante el invierno, regulares extensiones de maíz, frijol, maicillo, entre otros.

El material madre y las características del perfil del suelo de la aldea Suchitán, se describen a continuación:

- **CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Símbolo	Sui.
Material madre	Ceniza volcánica máfica suelta o escoria.
Relieve	Muy inclinado
Drenaje	Rápido

- **SUELO SUPERFICIAL**

Color	Gris muy oscuro
Textura y consistencia	Franco-arenosa; suelta.
Espesor aproximado	10-20cm.

- **SUBSUELO**

Color	Café
Consistencia	Suelta
Textura	Franco-arenosa
Espesor aproximado	20-40cm.

1.1.7 Vías de comunicación

El municipio de Santa Catarina Mita, tiene dos vías de acceso principales: una de 19 kilómetros por el Municipio de El Progreso, la cual se encuentra asfaltada en su totalidad; y otra de 10.5 kilómetros por el suroriente, vía la Arenera, la cual se localiza a la altura del kilómetro 138 de la ruta CA-1. Para poder acceder a la aldea existen dos rutas, las cuales son:

- Recorrer 8 kilómetros que separa la aldea Suchitán del municipio de El Progreso, Jutiapa, al sureste de dicha cabecera municipal.
- Recorrer 12 kilómetros que distan del municipio de Santa Catarina Mita a la Aldea Suchitán.

1.1.8 Idioma

A pesar del poco mestizaje que experimentó la comunidad en estudio, el idioma que predomina en su totalidad es el español, al igual que en todas las aldeas del municipio de Santa Catarina Mita.

1.1.9 Servicios Públicos

Los pobladores de la aldea, tienen acceso a educación pre-primaria, primaria; además, gracias a gestiones realizadas por gobiernos municipales actuales, se tiene acceso a tele-secundaria, impartida en diferentes horarios. Existe un centro de salud cercano, sin embargo este pertenece a aldea Nueva, la cual se encuentra ubicada a pocos kilómetros de distancia.

1.2.0 Población

Según datos actuales proporcionados por la Oficina Municipal de Planificación de la Municipalidad de Santa Catarina Mita, la población a beneficiar se comporta de la siguiente manera.

Tabla I. Beneficiarios directos e indirectos de proyectos

	TOTAL	BENEFICIARIOS DIRECTOS	BENEFICIARIOS INDIRECTOS
Mujeres	1331	981	350
Hombres	1508	865	643
Total	2839	1846	993

Fuente: OMP, Municipalidad Santa Catarina Mita.

1.2.1 Orografía

La aldea se encuentra en las faldas del volcán Suchitán, dicho accidente geográfico, esta en la jurisdicción de los municipios de Santa Catarina Mita y el Progreso, departamento de Jutiapa. Tiene una altura de 2,042.47msnm. Al norte tiene un pequeño cono conocido como Cerro Mataltepe con una altura de 1,845msnm.

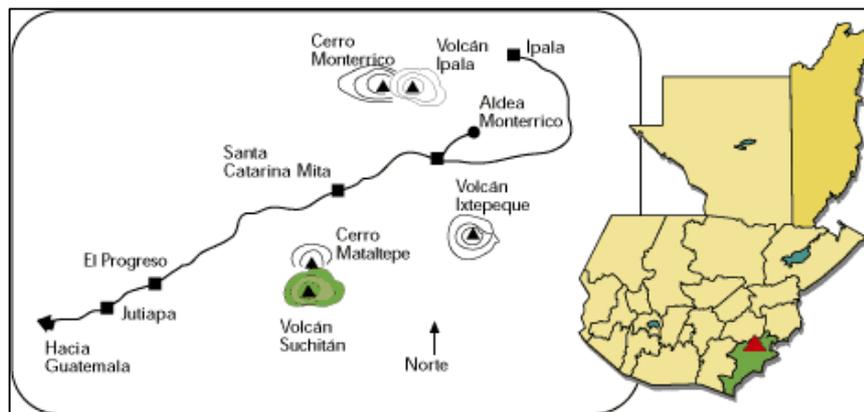
El nombre primitivo del volcán Suchitán, es *Suchitlantepetl*, palabra que viene de las voces mexicanas: xochitl = flor; tlan = sufijo que da idea de abundancia, y de teptl = cerro, conjunto de voces que quiere decir: “abundancia de flores entre las flores, o cerro de las abundantes flores entre las flores. Los conquistadores españoles lo llamaron con el nombre

castellanizado de Suchitlantepeque; pero finalmente se le ha venido llamando Suchitán, nombre con que se le conoce hasta la fecha.

La actual gestión edilicia declaró el volcán Suchitán como área protegida, se estableció una política ambientalista con la implementación de café en esta área. Paralelamente se trabaja el aspecto de educación ambiental y la implementación del ecoturismo.

El volcán Suchitán es el tercer volcán más alto del oriente de Guatemala y uno de los más vistosos. No tiene un cráter evidente, pero según las evidencias geológicas estuvo ubicado en una gran barranca que se extiende hacia su lado sureste. También cuenta con una serie de conos cineríticos. Esto quiere decir que están formados por escoria (roca negra porosa, como la que sale del volcán de Pacaya).

Figura 4. Ubicación geográfica del volcán Suchitán.



Fuente. www.viajeaguatemala.com

1.2.2 Aspectos de Salud

En la aldea Suchitán, como en la mayoría de municipios de Guatemala, las enfermedades más comunes, están asociadas al manejo inadecuado de los desechos sólidos y a la calidad del aire, entre las cuales podemos mencionar: infecciones respiratorias agudas, enfermedades gastrointestinales, malaria, desnutrición, tétanos, dengue, hepatitis A.

El manejo y disposición inadecuados de residuos, las aguas estancadas y otras situaciones de índole social, cultural y climática, han provocado en dicha aldea, la proliferación de insectos y roedores portadores de enfermedades, la cuales tienen incidencia principalmente en los niños.

1.2.3 Actividades productivas

Agricultura

Los principales productos agrícolas que se cosechan en la Aldea Suchitán son: Trigo, maíz, frijol, tomate, cebolla, papa, legumbres, durazno, aguacate en las variedades de Hass y Booth. Su fertilidad se debe al material depositado con las erupciones que ocurrieron en el año de 1469 aproximadamente.

Actualmente, la municipalidad esta fortaleciendo el cultivo de aguacate mexicano, Hass, el cual empezará a producir este año 2006; además el cultivo de 225 manzanas de café, no con el mero objetivo de obtener grandes beneficios lucrativos, por el bajo

precio en el mercado de dicho cultivo, sino con la finalidad de promover la cultura de reforestación.

Pecuarías

Crianza de animales de corral, ganado vacuno, caballar pero, principalmente ganado porcino.

Artesanías

Predomina entre los habitantes de la comunidad la elaboración de jarca.

Recursos hidrológicos

Se considera al volcán de Suchitán, como la zona de mayor recarga de agua del municipio, aunque también cabe mencionar las fuentes de agua: El cuje, el Chaparrón, Brasilar, entre otros.

1.2.4 Datos de vivienda

Tabla II. Tipificación de vivienda en aldea Suchitán

TECHO		PAREDES		PISO	
Concreto	1.71%	Ladrillo	37.37%	Ladrillo cerámico	5.80%
Lámina metálica	79.18%	Block	26.62%	Ladrillo cemento	42.32%
Teja	16.04%	Adobe	32.08%	Ladrillo de barro	0.34%
Asbesto cemento	0.68%	Madera	0.17%	Torta cemento	3.41%
Paja	2.05%	Lámina metálica	0.51%	Tierra	22.18%
Otros	0.34%	Bajareque	2.22%	Madera	0.17%
		Lepa o palo de caña	0.85%	No establecido	25.77%
		Otro	0.17%		
	100.00%		100%		100.00%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

1.2.5 Datos sobre el uso del agua

Tabla III. Disposición de agua de uso doméstico

Total hogares	HOGARES POR TIPO DE SERVICIO DE AGUA							Cuartos por hogar	Personas por dormitorio
	Chorro			Pozo	Camión o tonel	Río, lago o manantial	OTRO TIPO		
	Uso exclusivo	Varios hogares	Público						
455	373	35	7	2	-	-	38	2.33	3.21

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

1.2.6 Canalización de las aguas servidas

En la aldea Suchitán, como en casi la mayoría de aldeas que están en jurisdicción de las 332 municipalidades, presenta un manejo y disposición inadecuada de residuos, es decir que las aguas provenientes del uso doméstico, corren a flor de tierra en la comunidad, ocasionando proliferación de enfermedades transmitidas por vectores, malaria, gastrointestinales y otras que inciden principalmente en los niños.

La cultura de disposición de las aguas negras que prevalece en aldea Suchitán es el de fosa séptica, la cual es el método tradicional más antiguo y utilizado por la mayoría de aldeas del país. Este es un tratamiento anaeróbico, el cual, al ser utilizado desmedidamente, ocasiona daños al medio ambiente. Este sistema utilizado en dicha comunidad debe ser erradicado, ya que el volcán Suchitán es la mayor recarga hídrica con que cuenta el municipio de Santa Catarina Mita.

Tabla IV. Formas de disposición de aguas residuales

Total hogares	Hogares que disponen servicio	Uso exclusivo para hogar				
		Total	Inodoro conectado a		Excusado lavable	Letrina o pozo ciego
			Red drenaje	Fosa séptica		
455	270	244	9	71	52	112

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

Tabla V. Formas de disposición de aguas residuales

Compartido entre varios hogares					Hogares sin servicio sanitario
Total	Inodoro conectado a		Excusado lavable	Letrina o pozo ciego	
	Red de drenaje	Fosa séptica			
26	-	10	14	2	185

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

1.2.7 Necesidades prioritarias de la aldea

De infraestructura

- Establecimientos educativos
- Centro de Salud
- Salón para reuniones político-sociales

- Mejoramiento de caminos
- Sistemas de disposición de aguas residuales
- Mejoramiento de la calidad del agua de consumo

Sociales

Implementación de un comité encargado de velar por las condiciones de salubridad básicas de la aldea, ya que las condiciones urbanísticas y de saneamiento ambiental, que forman parte del entorno de la comunidad, se ven afectadas grandemente por la falta de cultura higiénica de dichos habitantes, por lo que, implementar un comité encargado de velar por la organización, conformación y cumplimiento de este problema, es una necesidad básica imperante en la aldea Suchitán.

3. DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO

2.1 Descripción del proyecto

La participación en este proyecto, surge con la necesidad que tiene la población de la aldea Suchitán, específicamente la que residirá en la urbanización que se llevará a cabo con la colaboración de la municipalidad y el fondo guatemalteco para la vivienda (FOGUAVI), de contar con un sistema de eliminación de las aguas servidas provenientes de la vida doméstica de dichos habitantes.

De acuerdo al diseño arquitectónico realizado, se determino factible establecer para cada lote, un área de 80m^2 , esto es, 8 metros de ancho por 10 metros de largo, distribuidos de la siguiente manera: 36m^2 de techo y 44m^2 de patio.

2.2 Condiciones generales

Para iniciar la planificación y diseño del presente proyecto, se realizó un estudio previo, respecto a las características específicas de la aldea Suchitán. A continuación se hará mención de las investigaciones preliminares que se consideraron para el respectivo proyecto.

a) Ubicación

- Ubicación geográfica
- Ubicación política
- Vías de comunicación

b) Clima

- Estaciones
- Precipitación pluvial

c) Características de la población

- Número de habitantes actuales
- Número de viviendas
- Actividades de la población
- Mano de obra disponible y salarios

d) Condiciones sanitarias

- Disposición de excretas
- Tipo y condiciones de vivienda

2.3 Métodos estadísticos para estimar la población futura

En sistemas de alcantarillados sanitarios y combinados, la población que tributará caudales al sistema, al final de período de diseño, se estimada utilizando alguno de los siguientes métodos.

- a)** Incremento aritmético
- b)** Incremento geométrico
- c)** Método gráfico

2.3.1 Método de incremento geométrico

En dicho método, el incremento de la población es constante en un factor de proporcionalidad respecto al tiempo. Su formula es:

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

Donde:

P_n = Población buscada

P_o = Población del último censo

r = Tasa de crecimiento

n = Diferencia en años

2.4 Cálculo de la población futura

En la siguiente tabla se encuentran los datos proyectados de población para la urbanización en aldea Suchitán, presentando resultados de crecimiento poblacional a cada cinco años, según la tasa de crecimiento encontrada, en base a datos estadísticos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y la Oficina Municipal de Planificación de la Municipalidad de Santa Catarina Mita.

Tabla VI. Crecimiento Poblacional

Año	Población Estimada
2011	372
2016	444
2021	529
2026	630
2031	752

Fuente: Municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

2.5 Desarrollo del proyecto

2.5.1 Levantamiento topográfico

Topografía

Es la ciencia y el arte de efectuar las mediciones necesarias para determinar las posiciones relativas de los puntos, ya sea arriba, sobre o debajo de la superficie de la tierra, o para establecer tales puntos.

El conjunto de operaciones necesarias para determinar dichas posiciones, y posteriormente su representación en un plano, es lo que comúnmente se llama levantamiento topográfico.

La topografía se divide en dos ramas:

2.5.1.1 Planimetría

Consiste en los procedimientos utilizados, para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones, con las distancias y direcciones obtenidas en campo.

2.5.1.2 Altimetría

Tiene por objeto determinar la diferencia de altura entre puntos del terreno. La altura de los puntos se toma sobre un plano de comparación, siendo el más común el nivel del mar. El instrumento utilizado para el desarrollo del trabajo depende de la precisión que se desee. Con los datos de campo, se obtienen las cotas y/o perfil del terreno.

Para tener puntos de referencia y control, se construyen puntos fijos conocidos como bancos de nivelación.

2.5.2 Tipo de sistema a utilizar

De acuerdo con su finalidad, existen tres tipos básicos de alcantarillado; la selección o adopción de cada uno, dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizá el más importante es el económico. Estos sistemas son:

- a) Sistema sanitario
- b) Sistema separativo
- c) Sistema combinado

Se utilizará sistema sanitario, ya que en poblaciones que nunca han contado con un sistema anterior al que se está diseñando, generalmente se proyecta uno de este tipo.

Consiste en una tubería para recolección y conducción de las aguas negras, quedando de esa forma excluida los caudales de aguas de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies.

2.5.3 Período de diseño

Cuando se elabore cualquier proyecto de alcantarillado, hay que tomar la decisión acerca del tiempo que la construcción servirá a la comunidad, antes de que deba abandonarse o ampliarse por resultar ya inadecuada. Es necesario, por tanto, estimar la población futura, así

como las áreas probables de anexión a la comunidad que requerirán de alcantarillado y su tipo probable de desarrollo.

El período de diseño del sistema de drenaje sanitario es de 25 años, según normas de instituciones como la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS) y la Oficina Panamericana de la Salud (OPS).

2.5.4 Fórmulas utilizadas para encontrar el caudal de diseño

Fórmula de Chezy

Fórmula utilizada para encontrar la velocidad:

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

Donde:

V = velocidad en m/s

R_H = radio hidráulico

S = pendiente en %

C = coeficiente

Fórmula de Manning

Mediante experimentos, Manning llegó a la conclusión de que el coeficiente "C", en la fórmula de Chezy, debería variar como R_H^{1/6}. Donde C es el coeficiente de velocidad que depende del radio hidráulico.

$$C = \frac{R_H^{\frac{1}{6}}}{N}$$

Al sustituir en la formula de Chezy el coeficiente de Manning, queda así:

$$V = \frac{1}{n} * R_H^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

El radio hidráulico R_H , en una sección circular equivale a $D/4$, por lo que al sustituir en la expresión anterior, nos queda así:

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

Fórmula de continuidad

Para efecto de cálculo, se considera el régimen permanente uniforme, esto es, flujo permanente en el cual la velocidad media permanece constante, en cualquier sección, por el efecto de la gravedad y con una velocidad tal que la carga disponible, compense el rozamiento. La ecuación de continuidad se expresa de la siguiente forma.

$$Q = V * A$$

Donde:

Q = caudal en m^3/s

V = velocidad en m/s

A = área en m^2

El área de una tubería circular es:

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

Donde:

A = área en m²

D = diámetro de la tubería en metros

El valor del coeficiente “n” depende del material de la tubería. Para drenajes se utilizan los siguientes valores:

n = 0.013 tubo de cemento diámetro mayor de 24”

n = 0.015 tubo de cemento diámetro menor de 24”

n = 0.010 tubo PVC

2.5.5 Diámetros mínimos

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8” para tubos de concreto o de 6” para tubos de PVC

En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 6” en concreto y de 4” en PVC, usando en este último caso un reductor de 4”X3”, como protección de obstrucciones, a la entrada de la conexión, en la candela de registro domiciliario, la cual tendrá un diámetro mínimo de 12”.

2.5.6 Velocidades máximas y mínimas

Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal establecen el rango de velocidades permisibles siguientes, para diseño de drenaje sanitario.

- Velocidad máxima con el caudal de diseño, 3.00m/s.
- Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0.60m/s.

Las velocidades mínimas fijadas, son con el objetivo de que impedir que ocurra la decantación de los sólidos, pero también las velocidades altas producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión (arena, cascajo, piedras, entre otros), hacen un efecto abrasivo a la tubería, por lo que se recomienda una velocidad máxima de 3.00m/s.

2.5.7 Dotación

La dotación esta relacionada íntimamente con la demanda que necesita una población específica, para satisfacer sus necesidades primarias. Esto significa que dotación, es la cantidad de agua que necesita un habitante en un día, para satisfacer sus demandas biológicas.

Es por esta razón que la dimensional de la dotación viene dada en Litros/habitante/día.

La dotación está en función de la categoría de la población que será servida, y varía de 50 a 300L/hab./día.

- Municipalidades de 3^a. a 4^a. categoría
50L/hab./día
- Municipalidades de 2^a. categoría
90L/hab./día
- Municipalidades de 1^a. categoría
250-300L/hab./día

Para el diseño del este proyecto, se tomará una dotación de 150L/hab./día. En base a un estudio realizado en las diferentes aldeas jurisdiccionales de la Municipalidad de Santa Catarina Mita.

2.5.8 Factor de retorno

Este factor, sirve para afectar el valor de caudal domiciliar, en virtud de que no toda el agua de consumo humano va a ser utilizada para ciertas actividades específicas, ya que existe una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras domiciliar, como los jardines y lavado de vehículos. Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por dicho factor, que puede variar entre 0.70 y 0.80. Para efectos del presente diseño se tomará un valor de 0.75.

2.5.9 Factor de flujo instantáneo

Para calcular el caudal máximo que fluye por las tuberías, en un momento dado, es necesario afectar el caudal medio por un factor conocido como factor de flujo o factor de Harmon, el cual suele variar entre 1.5 a 4.5, de acuerdo al tamaño de la población. El cómputo de dicho factor se puede efectuar por diversas formas, pero la más usada es el valor obtenido por la fórmula de Harmon:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde P, es la población en miles

2.6.0 Caudal domiciliar

Es el agua que una vez ha sido usada por los humanos, para limpieza o producción de alimentos. Está relacionada con la dotación del suministro de agua potable, menos una porción que no será vertida en el drenaje, como los jardines y lavado de vehículos.

$$Q_{DOM} = \frac{No.Habitantes * Dotación * F.R.}{86400}$$

Donde:

Q_{DOM} =	caudal domiciliar en L/seg.
Dotación =	de agua en L/hab./día
No. Habitantes =	número de habitantes
FR =	Factor de retorno

2.6.1 Caudal comercial

Como su nombre indica, es el agua de desecho de las edificaciones comerciales. Comedores, restaurantes, hoteles, etc. La dotación comercial varía entre 600 y 3000L/comercio/día, dependiendo el tipo de comercio.

$$Q_{COM} = Dotación * No.comercios$$

Donde:

Q_{COM} =	caudal comercial
Dotación =	en L/comercio/día
No. comercios =	número de comercios

En vista que existirá un centro educativo en la urbanización, se tomará un valor de caudal comercial de 1000L/comercio/día.

2.6.2. Caudal de infiltración

Para calcular este caudal, se toma en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas usadas en las tuberías y la calidad de mano de obra y supervisión con que se cuenta durante la construcción. En base que, el sistema de drenaje será de tubería PVC, no se considera caudal de infiltración, ya que este material, proporciona una alta impermeabilidad en las juntas y el tubo mismo, por lo que previene la infiltración del agua subterránea.

2.6.3 Caudal por conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. El porcentaje de viviendas por conexiones ilícitas puede asumirse entre 0.50 a 2.50 por ciento.

$$Q_{CILICITAS} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI(A * \%)}{360}$$

Donde:

- Q = Caudal (m³/s)
- C = Coeficiente de escorrentía
- i = Intensidad de lluvia (mm/hora)
- A = Área que es factible conectar ilícitamente

2.6.4 Caudal industrial

Como su nombre lo dice, es el agua de desecho de las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, refrescos, alimentos, entre otros. Si no se cuenta con el dato de la dotación de agua suministrada, se puede computar dependiendo el tipo de industria, entre 1000 y 18000L/industria/día.

En el presente diseño, no se toma en cuenta, ya que no existe ningún tipo de industria que pueda afectar directamente al sistema de drenaje.

2.6.5 Caudal sanitario

El caudal sanitario está formado por las aguas servidas producto de: Caudal domiciliar, comercial, industrial, por infiltración y conexiones ilícitas.

$$Q_{SAN} = Q_{DOM} + Q_{COM} + Q_{IND} + Q_{INF} + Q_{CILICITAS}$$

No se tomará en cuenta para efectos de diseño el caudal industrial, ya que no existen edificaciones de esta categoría en el lugar. De la misma manera se elimina el caudal por infiltración, ya que se utilizará tubería cloruro de polivinilo (PVC). El caudal sanitario se reduce a la siguiente expresión:

$$Q_{SAN} = Q_{DOM} + Q_{COM} + Q_{CILICITAS}$$

2.6.5 Factor de caudal medio

Una vez obtenido el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio del área a drenar, que a su vez, al ser

distribuido entre el número de habitantes, se obtiene un factor de caudal medio, el cual varía entre 0.002 y 0.005.

$$f_{Q_{meido}} = \frac{Q_{SAN}}{No.habitantes}$$

Donde:

F_{QMEDIO} = factor de caudal medio

No. habitantes = número de habitantes

El valor de caudal medio, es aceptable en nuestro medio, obtenerlo de las formas siguientes.

a) Según Dirección general de Obras Públicas, (DGOB):

$$f_{QMEDIO} = \frac{Q_{MEDIO}}{No.Hab.}$$

$$0.002 \leq f_{QMEDIO} \leq 0.005$$

b) Según Municipalidad de Guatemala

$$f_{QMEDIO} = 0.003$$

b) Según Instituto de Fomento Municipal, (INFOM):

$$f_{QMEDIO} = 0.0046$$

2.6.7. Caudal de diseño

El caudal de diseño se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{DIS} = f_{QMEDIO} * FH * No.habitantes$$

Donde:

Q_{DIS} =	caudal de diseño en L/seg.
f_{QMEDIO} =	factor de caudal medio
FH =	factor de armon
No. habitantes =	número de habitantes

2.6.8 Cálculo de cotas invert:

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

Ecuaciones para calcular cotas invert:

$$CI = CT_i - (H_{MIN} + E_t + DiámetroTubo)$$

$$CT_f = CT_i - (D_o * S\% terreno)$$

$$S\% = \frac{(CT_i - CT_f)}{100} * D_o$$

$$CIE = CI - D_o * S\%$$

$$CIS = CIE - 5\% \Phi_{TUBO}$$

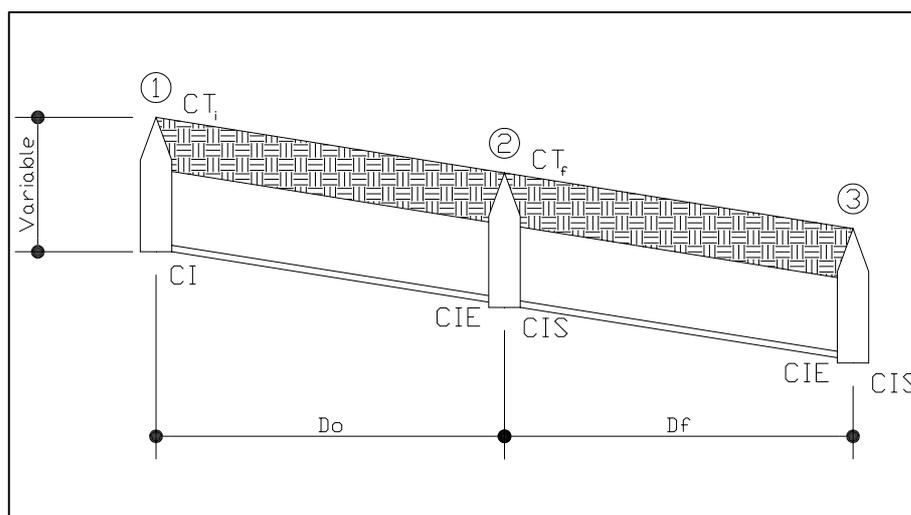
Donde:

CI=	Cota invert inicial
CT_i =	Cota de terreno inicial
CT_f =	Cota de terreno final
H_{MIN} =	Altura mínima que depende del tráfico de calle
E_t =	Espesor de tubería
Φ_{TUBO} =	Diámetro de tubo
S%=	Pendiente expresada en porcentaje
D_o =	Distancia horizontal

CIE= Cota invert de entrada

CIS= Cota invert de salida

Figura 5. Diagrama para cálculo de cotas invert.



2.6.9 Normas y recomendaciones

En la siguiente tabla se presentan los valores de ancho y profundidad de la zanja, los cuales están en función del diámetro de la tubería, además la profundidad mínima de la cota invert para evitar rupturas.

Tabla VII. Ancho y profundidad de zanjas en función del diámetro de tubería

ANCHO LIBRE DE ZANJAS SEGÚN SU PROFUNDIDAD Y EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA A INSTALAR											
DIÁMETRO NOMINAL											
PULGADAS	HASTA	De: 1.31	De: 1.86	De: 2.36	De: 2.86	De: 3.36	De: 3.86	De: 4.38	De: 4.86	De: 5.36	De: 5.86

	Continuación										
	1.30m	A: 1.85m	A: 2.35m	A: 2.85m	A: 3.35m	A: 3.85m	A: 4.35m	A: 4.85m	A: 5.35m	A: 5.85m	A: 6.35m
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	90	90	90	90	90
18		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
21		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
24		135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
30		155	155	155	155	155	155	155	155	155	155
36			175	175	175	175	175	175	175	175	175
42				190	190	190	190	190	190	190	190
48				210	210	210	210	210	210	210	210
60				245	245	245	245	245	245	245	245
72					280	280	280	280	280	280	280
84					320	320	320	320	320	320	320

Fuente: Cabrera Ricardo. Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2. Pág. 37.

Tabla VIII. Profundidad mínima de la cota invert para evitar rupturas

DIÁMETRO (cm.)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	TRÁFICO NORMAL	122	128	38	141	150	158	166	184	199	214	225
TRÁFICO PESADO	142	148	158	151	170	178	186	204	219	234	245	275

Fuente: Cabrera Ricardo. Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2. Pág. 37.

2.7.0 Obras accesorias

Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleadas como medio de inspección y limpieza. Según las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillado del Instituto de fomento Municipal, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En cambio de diámetro.
- En cambio de pendiente.
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”.
- En las intersecciones de tuberías colectoras.
- En los extremos superiores de ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24”.
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24”.

La forma constructiva de los pozos de visita se ha normalizado considerablemente y se han establecido diseños que se adoptan de un modo general.

Los pozos tienen en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundida o concreto, con una abertura neta de 0.50 a 0.60m. El marco descansa sobre las paredes que se ensanchan con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla, su profundidad es variable y sus paredes suelen ser

construidas de ladrillo, de barro cocido, cuando son pequeños; y de hormigón cuando son muy grandes.

El fondo de los pozos de visita se hace regularmente de hormigón, dándole a la cara superior una ligera pendiente hacia el canal abierto o a los canales que forman la continuación de los tubos de la alcantarilla.

Los canales se recubren, a veces con tubos partidos o seccionados por su diámetro. Los cambios de dirección se hacen en los canales. Hay que hacer notar que el pozo de visita tiene un fondo plano sólo en los casos en que todos los tramos arranquen de él y que cuando el pozo sea usado a la vez para tuberías que pasan a través y otras de arranque, la diferencia de cotas invert entre el tubo de arranque y el que pasa tiene que ser como mínimo el diámetro de la tubería mayor.

2.7.1 Conexiones domiciliarias

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

Sin embargo, la conexión en T es más fácil de instalar en condiciones difíciles. Una conexión en T bien instalada es preferible a una conexión

en Y mal establecida. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad.

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

2.7.2 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 será de 45 centímetros. Y si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de doce pulgadas; en ambos casos deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado central. La altura mínima de la candela será de un metro.

2.7.3 Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tendrá un diámetro mínimo de 6 pulgadas, en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima de 2%.

Al realizar el diseño de alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a la alcantarilla central, y con esto no profundizar demasiado la conexión domiciliar, aunque en algunos casos ésta 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 emplearán en situaciones en las cuales el diseñador lo considere conveniente, derivando de las características del sistema que se diseñe y 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, etc.

2.8 Diseño de drenaje sanitario del tramo PV-9 a PV-13

Datos de diseño:

- Período de diseño = 25años
- Dotación de agua potable = 150L/hab./día
- Factor de retorno = 0.75
- Intensidad de precipitación = 150mm/hora
- Área de techos mas patios = $80\text{m}^2 = 0.008\text{Ha}$

- Coeficiente de escorrentía = 0.44
- Porcentaje de conexiones ilícitas = 1%
- Número de casas actual = 52
- Número de casas futuro = 63
- Número de habitantes futuro = 378

Caudal domiciliar

$$Q_{DOM} = \frac{No.Habitantes * Dotación * F.R.}{86400}$$

$$Q_{DOM} = \frac{378 * 150L / hab / día * 0.75}{86400} = 0.4922 L/seg$$

Caudal comercial

$$Q_{DOM} = \frac{No.Comercios * Dotación}{86400}$$

$$Q_{DOM} = \frac{1 * 1000L / hab / día}{86400} = 0.0116L / seg$$

Caudal por conexiones ilícitas

$$Q_{CILICITAS} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI(A * \%)}{360} * 1000$$

$$Q_{CILICITAS} = \frac{(0.44) * (150mm / hora) * (0.008Ha * 63 * 0.01)}{360} * 1000$$

$$Q_{CILICITAS} = 0.9240 L/seg$$

Caudal sanitario

$$Q_{SAN} = Q_{DOM} + Q_{COM} + Q_{CILICITAS}$$

$$Q_{SAN} = 0.4922 L/seg + 0.0116 L/seg + 0.9240 L/seg = 1.43 L/seg$$

Factor Harmon

$$FH = \frac{18 + \sqrt{378Hab/1000}}{4 + \sqrt{378Hab/1000}} = 4.03$$

Factor de caudal medio

$$f_{Q_{medio}} = \frac{Q_{SAN}}{No.habitantes} = \frac{1.43 L/seg}{378Hab}$$
$$f_{Q_{medio}} = 0.0037$$

Para el respectivo diseño, se utilizará un factor de caudal medio de 0.003, en virtud de que es el recomendado por la Municipalidad de Guatemala, y además, tomando como referencia proyectos similares realizados en áreas circunvecinas.

Caudal de diseño

$$Q_{DIS} = f_{Q_{medio}} * FH * No.habitantes$$

$$Q_{DIS} = 0.003 * 4.03 * 378 = 4.57 L/seg$$

Parámetros para diseño de tramos

Diámetro de tubería =	6 pulgadas
Pendiente de tubería =	2.32%
Caudal de diseño =	4.57L/seg.
Tipo de tubería =	PVC
Coficiente "n" =	0.010

Área de tubo

$$A_{TUBO} = \frac{\Pi}{4} * D^2 = \frac{\Pi}{4} * (6 * 0.0254)^2 = 0.0182m^2$$

Velocidad a sección llena

$$V_{SECLLENA} = \frac{1}{n} * R_H^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V_{SECLLENA} = \frac{1}{0.010} * \left(\frac{6}{4} * 0.0254^{2/3}\right) * \left(\frac{2.32}{100}\right)^{1/2} = 1.7243 m/s$$

Caudal a sección llena

$$Q = V * A$$

$$Q = 1.7243 m/seg * 0.0182m^2 * 1000 = 31.45 L/seg$$

Relaciones hidráulicas

- **Relación de caudales**

$$\frac{Q_{DIS}}{Q_{SECLLENA}} = \frac{4.57 \frac{L}{seg}}{31.45 \frac{L}{seg}} = 0.1453$$

- **Relación de velocidades**

La relación de caudales obtenida anteriormente, la buscamos en la tabla de relaciones hidráulicas, con el objetivo de encontrar su respectiva relación de velocidades, de la cual encontramos que:

$$\frac{v}{V_{SECLLENA}} = 0.7119$$

$$v = 0.7119 * 1.7243 = 1.23 \text{ m/seg}$$

La velocidad es correcta, ya que esta en el rango permisible, [0.60m/seg. – 3.00m/seg.], según las normas generales para diseño de alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

Relación de tirantes

De las relaciones hidráulicas tabuladas obtenemos:

$$d/D = 0.2570$$

Lo cual nos indica que es correcto, ya que se encuentra entre el rango permisible, [0.1 – 0.75]. Debido a que la velocidad máxima ocurre cuando la profundidad del flujo es aproximadamente 0.75D, por lo que generalmente los tubos en alcantarillados son diseñados para el que el flujo máximo alcance una altura de 0.75 a 0.80D.

2.9 Propuesta de tratamiento de aguas servidas

El propósito del tratamiento de aguas negras, previo a su eliminación por dilución, consiste en separar los sólidos orgánicos e inorgánicos y mejorar la calidad de agua en el efluente. Deberán tomarse en cuenta los factores siguientes para la selección del tipo de tratamiento.

- **Eficiencia del tipo de tratamiento**

Es muy importante que el tipo de tratamiento que se escoja tenga una eficiencia adecuada y con alto porcentaje de rendimiento, ya que, de

lo contrario no se estará cumpliendo con el objetivo básico, que es la de tener un efluente de buena calidad.

- **Costo del tipo de tratamiento**

El costo del tipo de tratamiento debe ir íntimamente relacionado con las posibilidades de la Municipalidad respectiva, debido a que de nada servirá realizar un diseño de una planta de tratamiento de un costo alto, si no es posible su construcción. Además la planta debe tener un mantenimiento sencillo y no demasiado técnico, ya que el costo de operación y mantenimiento saldrá oneroso.

- **Caudal**

Es importante conocer las características y volumen del agua que se va a someter al sistema de tratamiento para poder hacer la elección, cuando más se adapta a la topografía del lugar, más económico saldrá el proceso de tratamiento.

En base a lo anterior y atendiendo principalmente a la conservación del manto freático de la aldea Suchitán y evitar el uso de una fosa séptica, evitando así una descomposición anaeróbica, en la que se elimina una gran cantidad de sólidos sedimentables en el fondo del tanque, los cuales se descomponen produciendo gases que arrastran a los sólidos y los obliga a subir a la superficie y eventualmente estos son arrastrados por la corriente de aguas negras hasta la salida, frustrando así parcialmente el propósito del tanque. Se propone la implementación de una planta de tratamiento, dando lugar a la adopción de un sistema que se adapta mejor al tratado de residuos sólidos, ya que este tipo de sistema, afecta en medida al medio ambiente.

2.10 Presupuesto

Tabla IX. Presupuesto Drenaje Sanitario

PRESUPUESTO					
PROYECTO: Drenaje Urbanización Suchitán					
UBICACIÓN: Aldea Suchitán, Santa Catarina Mita, Jutiapa					
MATERIALES					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU	TOTAL
1	Preliminares				
	Material y equipo	1	global	Q2,000.00	Q2,000.00
2	Excavación				
	Maquinaria	80	hora	Q450.00	Q36,000.00
	Herramientas	1	global	Q4,500.00	Q4,500.00
3	Pozos de visita				
	Ladrillo de barro cocido				
	de 6.5X11X23cm	11649	unidad	Q1.50	Q17,473.99
	Cemento	63	sacos	Q42.00	Q2,661.36
	Cal	28	sacos	Q35.00	Q980.00
	Arena de río	10	m3	Q150.00	Q1,453.94
	Hierro No. 3	5	quintal	Q240.00	Q1,209.02
	Hierro No. 2	1	quintal	Q270.00	Q266.42
	Alambre de amarre calibre 18	20	libra	Q4.00	Q80.00
	Madera	10	pie-tabla	Q4.50	Q45.00
4	Tubería de la red				
	Tubería PVC de 6" junta rápida	70	unidad	Q410.00	Q28,700.00
	Empaque e 6"	70	unidad	Q17.00	Q1,190.00
	Lubricante	1	global	Q2,000.00	Q2,000.00
5	Planta de tratamiento				
	PT. para 144 casas	1	unidad	Q240,000.00	Q240,000.00
6	Conexiones domiciliarias				
	Tubos de concreto de 12"	52	unidad	Q55.00	Q2,860.00
	Cemento	15	sacos	Q42.00	Q630.00
	Cal	6	bolsas	Q35.00	Q210.00
	Arena de río	2	m3	Q150.00	Q300.00
	Tubos PVC de 4"	52	unidad	Q700.00	Q36,400.00
	Yee PVC de 6"	52	unidad	Q30.00	Q1,560.00
	Reductor PVC de 6" a 4"	52	unidad	Q35.00	Q1,820.00
	SUBTOTAL				Q382,339.73
	MANO DE OBRA				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU	TOTAL
7	Preliminares				
	Trazo y estaqueado	395	ml	Q1.00	Q395.00
8	Excavación				
	Zanjeo	485	m3	Q20.00	Q9,700.00

Continuación					
9	Pozos de visita				
	Construcción de pozos	13	unidad	Q1,000.00	Q13,000.00
10	Tubería de la red				
	Tubería PVC de 6"	395	unidad	Q15.00	Q5,925.00
	Tubería PVC de 4"	310	unidad	Q10.00	Q3,100.00
	Relleno por capas a mano	485	m3	Q15.00	
11	Conexiones domiciliarias				
	Instalación de domiciliarias	52	unidad	Q500.00	Q26,000.00
	SUBTOTAL				Q58,120.00
	TOTAL (COSTO DIRECTO)				Q440,459.73
	GASTOS INDIRECTOS				
	Gastos administrativos, 10%				Q44,045.97
	Utilidades, 15%				Q66,068.96
	Gastos legales, financieros, 5%				Q22,022.99
	Imprevistos, 5%				Q22,022.99
	SUBTOTAL				Q154,160.91
	RESUMEN				
	COSTO DIRECTO				Q440,459.73
	COSTO INDIRECTO				Q154,160.91
	TOTAL DE LA OBRA				Q594,620.63

2.11 Evaluación socio económica

2.11.1 VPN (Valor presente neto)

Valor actual neto o **Valor presente neto** son términos que proceden de la expresión inglesa *Net present value*. El acrónimo es NPV en inglés y VAN en español. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente, de ahí su nombre, de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La obtención del VAN constituye una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, así como para la administración financiera.

El Valor Presente Neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales son:

$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

Cuando el $\text{VPN} < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está advirtiendo que el proyecto no es rentable. Cuando $\text{VPN} = 0$, nos indica que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $\text{VPN} > 0$, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad. Las expresiones para el cálculo del valor presente son:

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

Donde:

- P Valor de pago único en el inicio de la operación o valor presente.
- F Valor de pago único al final del período de la operación o valor de pago futuro.
- A Valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta de ingreso.
- I Tasa de interés de cobro por la operación o tasa de unidad por la inversión a una solución.
- N Período que se pretende dure la operación.

Como es un proyecto de inversión social, la municipalidad absorberá el 50% del costo total del proyecto y la comunidad pagará el otro 50% en un período de 5 años en cuotas anuales de Q. 1143.50/anuales por derecho de conexiones domiciliarias. La cuota de mantenimiento es de Q. 580.00/mensuales.

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto = Q. 594,620.63

$A_1 = Q. 59,462.06$

$A_2 = Q. 30160.00$

$n = 5$ años

Valor Presente Neto para un interés del 10% anual en un período de 5 años.

$$VPN = -297,310.31 + 59,462.06 \left(\frac{(1 + 0.10)^5 - 1}{0.10(1 + 0.10)^5} \right) - 30,160 \left(\frac{(1 + 0.10)^5 - 1}{0.10(1 + 0.10)^5} \right)$$

$VPN = -186,232.45$

Valor Presente Neto para un interés del 2% anual en un período de 5 años.

$$VPN = -297,310.31 + 59,462.06 \left(\frac{(1 + 0.02)^5 - 1}{0.02(1 + 0.02)^5} \right) - 30,160 \left(\frac{(1 + 0.02)^5 - 1}{0.02(1 + 0.02)^5} \right)$$

$VPN = Q. -159,196.24$

2.11.2 TIR (Tasa Interna de Retorno)

La Tasa Interna de Retorno o Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o

VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. La tasa interna de retorno es el tipo de descuento que hace igual a cero el VAN. La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. Generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida.

Si la TIR es mayor o igual al costo de capital, se acepta el proyecto, de no ser este el caso entonces se rechaza. La expresión que se utiliza es la siguiente:

$$TIR = VPN_{\text{BENEFICIO}} - VPN_{\text{GASTOS}} = 0$$

Para calcular la tasa interna de retorno, se procede por el método de prueba y error, este consiste en delimitar un rango, el cual, debe existir un VPN negativo y un VPN positivo, para luego interpolar, y así, encontrar la tasa de retorno requerida, la cual nos sirve de guía para determinar la tasa de rendimiento que genera una rentabilidad neutral.

Tasa 1	VPN (+)
TIR	VPN = 0
Tasa 2	VPN (-)

Para calcular la tasa interna de retorno se utiliza la siguiente expresión:

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

$$TIR = \left[\frac{[(-0.20) - (-0.19)] * [0 - (-9229.12)]}{[3293.34 - (-9229.11)]} \right] + (-0.19)$$

$$TIR = -19.74\%$$

Para obtener un análisis más certero a cerca del beneficio y costo del presente proyecto se utilizará la siguiente fórmula:

$\frac{B}{C} > 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es mayor que el costo. Por lo que existe rentabilidad en la propuesta del proyecto.

$\frac{B}{C} < 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es menor que el costo. Por lo que no es rentable la propuesta del proyecto.

Datos:

$$B = Q. 186,232.45$$

$$C = Q. 594,620.63$$

$$\frac{B}{C} = \frac{186,232.45}{594,620.63} = 0.31 < 1$$

La propuesta de disposición y tratamiento de aguas no es rentable para la municipalidad, ya que el índice, beneficio costo, es menor que uno, lo que nos indica que el costo de la obra supera a los ingresos que generará el mismo, sin embargo, el no ser rentable no significa que no sea necesario para la comunidad. Éste proyecto traerá consigo beneficios tales como: Eliminación de vectores productores de enfermedades

gastrointestinales, confort ambiental para los residentes de la urbanización, protección del medio ambiente, entre otros. Por lo tanto la inversión que hará la municipalidad, estará respaldada, por una inversión de utilidad para los habitantes de la aldea Suchitán.

3. DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR

3.1 Diseño del proyecto

La programación, funcionalidad, flexibilidad, simplicidad y economía son los criterios conceptuales que se usaron para diseñar el edificio educativo correspondiente a la aldea Suchitán. Es necesario que todos estos factores estén vinculados estrictamente con el proceso de planificación y diseño del proyecto, además, no se debe descuidar otros criterios, los cuales son fundamentales para la realización del proyecto, ya que nos ayudarán a adecuar la construcción, no sólo a las condiciones climáticas de la región en la que se localiza, sino también a factores tanto externos como internos que determinan el confort necesario para el normal desarrollo de la actividad escolar, entre estos podemos mencionar: Confort visual, confort térmico, confort acústico.

En base a un estudio de las necesidades de población a servir, se logró determinar que es necesaria la construcción de un edificio educativo de un nivel. Se utilizará el sistema estructural de mampostería reforzada con techo de lámina, combinando el sistema de costaneras longitudinales tipo perfil "C" con tendales transversales tipo perfil "2C". Se diseñaron tres salones de clase con una dimensiones siguientes: 7.80 metros longitudinales y 7.20 metros transversales, lo que nos arroja un área de 56.16m². Todos los muros tienen un espesor de 0.15 metros. Además cuenta con dos servicios sanitarios, secretaria, dirección, archivo y bodega.

3.2 Diseño arquitectónico

Esta fase consiste en proporcionar una forma adecuada y distribuir a conveniencia los diferentes ambientes que formaran parte del sistema, de acuerdo a las necesidades y requerimientos de cada uno de ellos. Para esta etapa, en la planificación del establecimiento el Aldea Suchitán, se tomaron en cuenta varios factores, entre ellos, la coordinación modular; en base a que todo edificio de este tipo debe regirse por una relación dimensional basada en un módulo de medida, cuya repetición, permita reducir al máximo la cantidad de unidades diferentes necesarias para su construcción, facilitando su obtención o producción y evitando recortes y desperdicios no aprovechables.

Además, un buen diseño arquitectónico debe presentar flexibilidad, en cuanto a la adaptación del edificio escolar a cambios tanto en sentido cuantitativo como cualitativo, buscando de esta forma versatilidad y adaptabilidad a las distintas condiciones de capacidad, según sea el número de alumnos.

3.3 Ubicación del edificio en el terreno

La edificación escolar, formará parte del proyecto de urbanización que se llevará a cabo, gracias a las gestiones realizadas por parte de la Municipalidad de Santa Catarina Mita y el Fondo guatemalteco para la Vivienda (FOGUAVI). El proyecto de vivienda, conjuntamente con el centro educativo se encuentra ubicados al este de la iglesia católica de dicha comunidad. El área destinada para el dicho proyecto es de 82577 metros cuadrados, correspondiendo al área escolar una fracción de 644 metros cuadrados y para la estructura una superficie de 177 metros cuadrados.

3.4 Distribución de ambientes

En este proyecto se tomaron en cuenta varios factores, para conceptualizar los diferentes espacios que conformaran el centro educativo, pero principalmente la capacidad de alumnos que demandará dicha instalación. Atendiendo a esto, se diseñaron los ambientes que darán lugar al desarrollo de la acción educativa, la cual se desarrollara en forma gradual e integrada por medio de actividades tendientes al desarrollo psicomotor, social y emocional.

Dos salones de clase, servicios sanitarios para damas y caballeros, secretaria, dirección, archivo y bodega, formarán parte del sistema estructural a edificar.

3.5 Selección del sistema estructural a utilizar

Por su consistencia y resistencia, el sistema de mampostería estructural tienen un menor desperdicio que cualquiera de los otros elementos utilizados para el levante convencional, constituyendo otro de los factores económicos ventajosos en los proyectos de construcción de centros educativos, y en general, en la mayoría de edificios públicos y residenciales en nuestro medio. Esta es la razón principal, por la cual se utilizará este sistema estructural en la construcción del centro educativo ubicado en aldea Suchitán.

3.6 Estudio de suelos

3.6.1 Cálculo del valor soporte

El valor soporte del suelo, también llamado capacidad de carga o apoyo de los cimientos es una característica de cada sistema de suelo-

cimentación, y no solo una cualidad intrínseca del suelo. Los distintos tipos de suelo difieren en capacidad de carga, pero también ocurre que en un suelo específico dicha capacidad varía con el tipo, forma, tamaño y profundidad del elemento de cimentación que aplica la presión.

Cuando se pretende calcular la capacidad soporte de cimentaciones, es necesario conocer la distribución de los esfuerzos dentro de los estratos del suelo por medio del ensayo triaxial. Sin embargo, cuando no se es factible realizar un estudio de esta naturaleza, por causas económicas, se sugiere realizar una inspección visual del suelo para lograr determinar la capacidad soporte del mismo. Ver tabla siguiente.

Tabla X. Valor soporte permisible, según tipo de suelo

MATERIAL DEL SUELO	TON/M ²	OBSERVACIONES
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
Suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. Página 193.

En base a la tabla anterior y en la experiencia que se tiene en construcción de edificaciones públicas realizadas en área circunvecinas al terreno del proyecto, se tomará un valor soporte igual a $20T/m^2$. Además, este valor, se encuentra por encima del valor mínimo que estable el manual de USIPE, el cual es de $10T/m^2$, utilizado por el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, en la construcción de centros educativos.

3.7 Análisis estructural

3.7.1. Predimensionamiento estructural

Esta etapa comprende la propuesta inicial de las dimensiones preliminares de los elementos verticales y horizontales que conforman el sistema. Dichos elementos deberán ser capaces de soportar las cargas muertas y vivas que ocurrirán durante el período de diseño. Se propone utilizar para la cubierta los siguientes elementos con sus respectivas dimensiones: Para los elementos longitudinales, las costaneras, se propone utilizar vigas metálicas tipo "C" de 4 pulgadas de peralte por 2 pulgadas de base y para los elementos transversales, tendales tipo "2C", se utilizarán perfiles de 2"X6"X1/8". 20cm por 20cm es la sección que se propone para los elementos que sufrirán las cargas verticales en la estructura, las columnas.

Debido a que es una estructura de un solo nivel con cubierta de lámina, se propone utilizar cimiento corrido con 60 centímetros de desplante, 40 centímetros de base y 20 centímetros de peralte.

3.7.2. Cargas de diseño

Para realizar el diseño de los elementos estructurales se analizan conjuntamente la carga viva y la carga muerta.

CARGA PARA COSTANERAS

Carga muerta

Peso de lámina galvanizada, corrugada calibre 28 1.09lb/p²

Carga viva

Carga por un obrero 8.00lb/p²

Carga total 9.09lb/p²

CARGA PARA TENDALES

Carga muerta

Peso de lámina galvanizada, corrugada calibre 28 1.09lb/p²

Peso propio de la armadura 2.00lb/p²

Carga viva

Carga vertical equivalente para viento 18.00lb/p²

CARGA TOTAL 21.09lb/p²

3.8 Diseño estructural

3.8.1 Diseño del techo

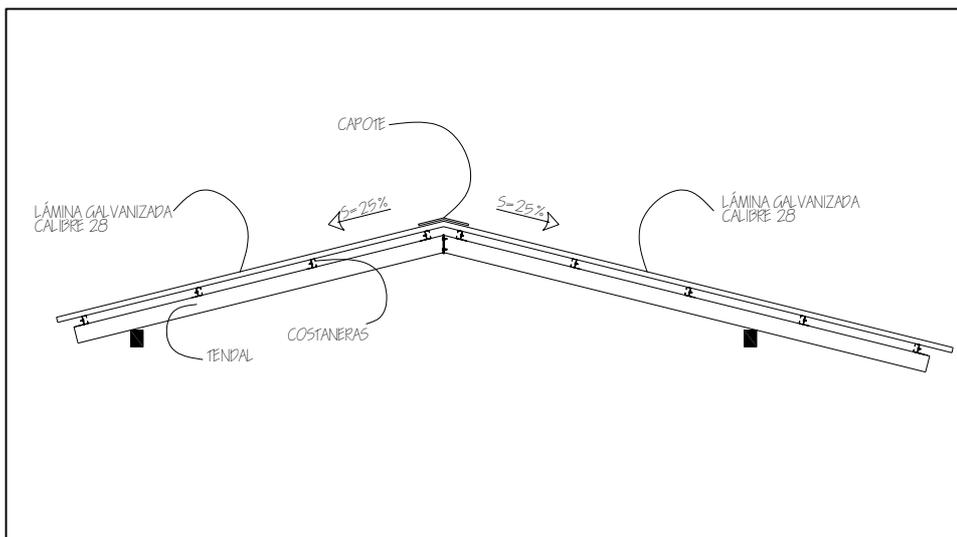
El techo o cubierta es el elemento constructivo de cerramiento, situado sobre el interior de un edificio para protegerlo de las inclemencias atmosféricas. Su principal función es evitar la entrada de agua al espacio

habitabile, pero también desempeña un papel importante en la protección térmica.

En efecto, una de las soluciones más lógicas consiste en proyectar el agua hacia el exterior mediante planos inclinados, conocidos con el nombre de vertientes, faldones o aguas. En los climas tropicales, como en nuestro medio, es tradicional utilizar la cubierta inclinada, que evacua las lluvias abundantes y compone una especie de sombrilla para protegerse de las radiaciones solares.

En el respectivo centro educativo, se propone la utilización de lámina galvanizada corrugada calibre 28 (su peso es de 1.09lb/p^2 y su ancho de 2.74 pie). Este sistema de cubierta estará conformado por elementos longitudinales, costaneras, y elementos transversales, tendales. Este sistema se ilustra en la figura siguiente.

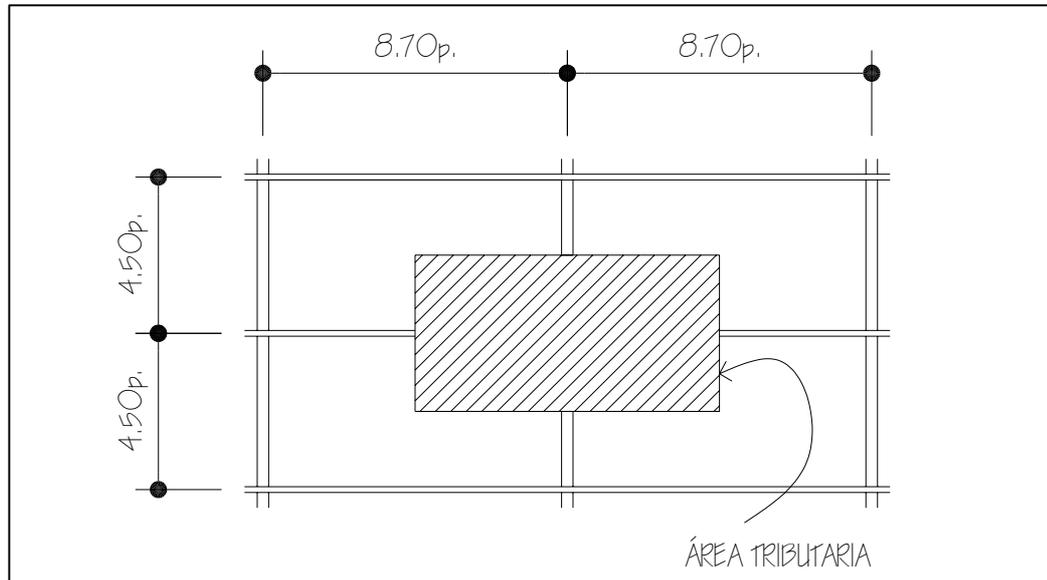
Figura 6. Detalle de cubierta en elevación



Cálculo de carga uniformemente distribuida

Para calcular este parámetro, el cual actúa sobre cada costanera, es necesario determinar el área tributaria y las cargas por unidad de superficie del techo. Para obtener el valor de dicha área tributaria, con la cual obtendremos el dimensionamiento adecuado de las costaneras, el cual será capaz de soportar las cargas inducidas a la cubierta, es necesario analizar el espaciamiento propuesto para las costaneras y tendales, siendo este, 1.36m y 2.65m respectivamente. Analizando la siguiente figura, se puede obtener el área tributaria que afecta a la costanera.

Figura 7. Esquema para análisis de área tributaria de costanera



Cálculo de área tributaria

$$\text{Área tributaria} = \left[\frac{8.70 p}{2} * \frac{4.50 p}{2} \right] * 4$$

$$\text{Área tributaria} = 39.15 p^2$$

Carga muerta

Peso de lámina galvanizada calibre 28mm	1.09 lb/p ²
---	------------------------

Carga viva

Carga por obrero	<u>8.00 lb/p²</u>
------------------	------------------------------

Carga total

	9.09 lb/p ²
--	------------------------

Con los datos anteriormente obtenidos, se procede al cálculo de la carga uniformemente distribuida W.

Datos:

$$\text{Carga total} = 9.09 \text{ lb/p}^2$$

$$\text{Área tributaria} = 39.15 p^2$$

$$\text{Longitud de costanera} = 2.60 \text{ m} = 8.53 p$$

$$W = \frac{C_{TOTAL} * A_{TRIBUTARIA}}{L_{COSTANERA}}$$

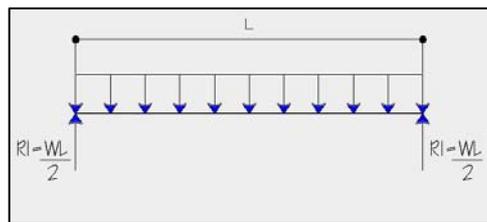
$$W = \frac{9.09 \text{ lb/p}^2 * 39.15 p^2}{8.53 p}$$

$$W = 41.72 \text{ lb/p}$$

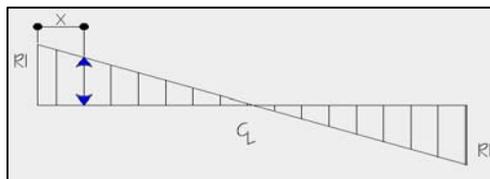
Cálculo del momento flexionante

Se analiza la costanera como una viga simplemente apoyada en sus extremos. Para una viga simplemente apoyada con carga uniforme, el diagrama de momento flexionante es una parábola. El momento flexionante máximo se presenta en el centro del claro y es igual a $\frac{WL^2}{8}$.

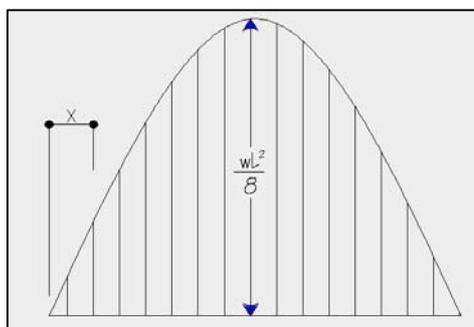
Figura 8. Diagrama de fuerza carga, fuerza cortante y momento flexionante para una viga con carga uniforme.



(a) Diagrama de carga



(b) Diagrama de fuerza cortante



(c) Diagrama de momento flexionante

Donde:

M_F = Momento flexionante

W = Carga uniformemente distribuida

L = longitud de costanera en pies

$$M_F = \frac{WL^2}{8}$$

$$M_F = \frac{41.72 \text{ lb/pie} * (8.53 \text{ pie})^2}{8}$$

$$M_F = 379.45 \text{ lb-pie} = 4553.38 \text{ lb-p1g}$$

Diseño de costanera

La costanera debe diseñarse para soportar esfuerzos flexionantes, cortantes y deflexión, de tal manera que se comporte en el rango elástico de la curva esfuerzo deformación del acero.

Chequeo por flexión

La flexión se refiere a la deformación que sufre el eje neutro de la costanera debido a la carga que soporta. Para el diseño correspondiente, se requiere que los esfuerzos de flexión reales en la viga no excedan los valores permisibles correspondientes para el material.

Un diseño por flexión requiere la determinación del módulo de sección, que resulta de dividir el momento flexionante entre el esfuerzo permisible. Una viga soportará la flexión inducida, si el módulo de sección de la viga calculado, es menor que el módulo de sección de la costanera de acero. Ver tabla X:

Cálculo del módulo de sección

Para calcular el módulo de sección "S", se divide el momento actuante entre el esfuerzo permisible del acero "f". Se tomará un esfuerzo permisible para el acero de 24000lb/plg².

$$S = \frac{M_F}{f}$$

Donde:

S = Módulo de sección

M_F = Momento flexionante

f = esfuerzo permisible del acero = 24000lb/plg²

$$S = \frac{455338lb - plg}{24000lb / plg^2}$$

$$S = 0.19plg^3$$

Tabla XI. Propiedades de las costaneras

COSTANERA TIPO C	ÁREA PLG²	IX PLG⁴	IY PLG⁴	SX PLG³	SY PLG³
4X2X1/16plg.	0.44	1.79	0.0001	0.51	0.00
5X2X1/16plg.	0.5	2.67	0.0002	0.67	0.01
6X2X1/16plg.	0.56	3.8	0.0002	0.84	0.01
7X2X1/16plg.	0.63	5.21	0.0002	1.04	0.01
8X2X1/16plg.	0.69	6.93	0.0002	1.26	0.01
9X2X1/16plg.	0.75	9	0.0002	1.5	0.01
10X2X1/16plg.	0.81	11.44	0.0003	1.76	0.01

Fuente: Mario Rolando Luis López. Diseño de dos salones de usos múltiples. Tesis de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala.

El módulo de sección encontrado $S = 0.19\text{plg}^3$ es mucho menor que el módulo de sección para una costanera de $4'' \times 2'' \frac{1}{2}''$, que tiene un módulo de sección $S_x = 0.51\text{plg}^3$, por lo que se selecciona una costanera con estas medidas, la cual será capaz de resistir los esfuerzos flexionantes.

Chequeo por cortante

La fuerza cortante es perpendicular al eje longitudinal de la costanera. En una viga simplemente apoyada, las relaciones en los apoyos de la misma se encuentran como se indica a continuación.

$$R_1 = R_2 = \frac{WL}{2}$$

Donde:

R_1 = Reacción uno (lb.)

R_2 = Reacción dos (lb.)

W = Carga uniformemente distribuida (lb. / p)

L = Longitud de costanera (p)

De cálculos anteriores, sabemos que la carga uniformemente distribuida sobre la costanera equivale a 40.91lb/p y la luz "L" de la misma es de 8.53p .

$$R_1 = R_2 = \frac{WL}{2}$$

$$R_1 = R_2 = \frac{41.72 \text{ Lb/pie} * 8.53 \text{ pie}}{2} = 177.94 \text{ lb}$$

Existe una condicionante respecto al esfuerzo cortante promedio, la cual dice que éste no debe exceder a 14500 lb/plg^2 . El esfuerzo cortante promedio para la costanera es igual a:

$$T = \frac{V}{A}$$

Donde:

T = esfuerzo cortante

V = corte máximo actuante

A = área de la sección

$$T = \frac{177.94 \text{ lb/plg}^2}{0.44 \text{ plg}^2} = 404.41 \text{ lb} < 14500 \text{ psi}$$

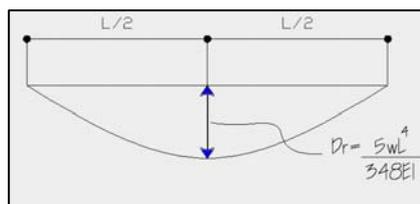
Chequeo por deflexión

La distancia perpendicular del eje neutro de la costanera hasta el punto más lejano de la elástica, se conoce como deflexión. La deflexión real debe ser menor que la deflexión permisible. Los valores de éstas se calculan de la forma siguiente:

Deflexión real

$$D_R = \frac{5WL^3}{348EI}$$

Figura 9. Curva Elástica



Donde:

D_R = deflexión real en pulgadas.

W = carga uniforme distribuida el lb/plg.

L = longitud de costanera, plg.

E = módulo de elasticidad del acero, 29000klb/plg²

I = inercia de la costanera, plg⁴

Datos:

$$W = 40.91b/p = 3.41b/plg$$

$$L = 8.70p = 104.40plg$$

$$E = 29,000,000lb/plg^2$$

$$I = 1.79plg^4$$

$$D_R = \frac{(5)(3.41lb / plg.)(104.40plg)^3}{(384)(29000000lb / plg^2)(1.79plg^4)}$$

$$D_R = 0.000973plg$$

Deflexión permisible:

El código ACI recomienda, que el límite de deflexión, D_P , inmediato, con carga viva para edificios con pisos que no soportan paredes divisorias o cancelería o que no están sujetos a elementos no estructurales, no debe exceder de $L/360$.

$$D_P = \frac{L}{360}$$

L = Longitud de costanera = 104.40plg

$$D_P = \frac{104.40plg}{360}$$

$$D_P = 0.29plg$$

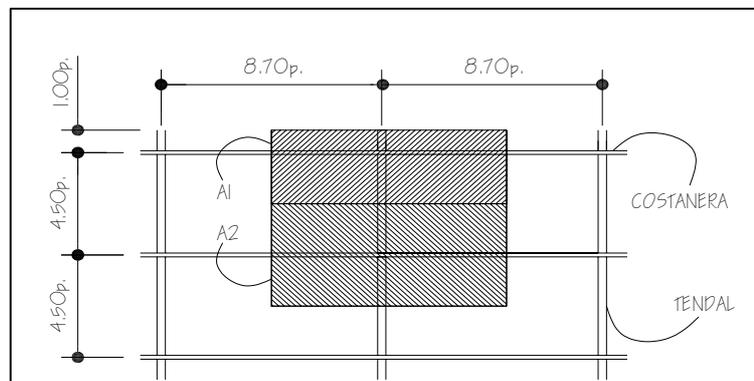
$$D_R < D_P$$

La deflexión permisible, D_P , es mayor que la deflexión real, D_R , $0.28plg \gg 0.000973plg$, por lo que la sección propuesta de la costanera es apropiada para resistir eficazmente la carga inducida.

Diseño de tendales

El tipo de cubierta utilizado en este proyecto, esta conformado por elementos transversales denominados tendales o cuerdas superiores. Se diseñarán como vigas simplemente apoyadas con una sección cerrada tipo "2C".

Figura 10. Esquema para análisis de área tributaria de costanera



Área tributaria 1

$$A_1 = \left[\frac{8.70p}{2} * 2 \right] * \left[\frac{4.50p}{2} + 1.00p \right]$$

$$A_1 = 28.28p^2$$

Área tributaria 2

$$A_2 = \left[\frac{8.70p}{2} * 2 \right] * \left[\frac{4.50p}{2} * 2 \right]$$

$$A_2 = 39.15p^2$$

Estimación de cargas

Se considerarán las siguientes cargas en el diseño de tendales:

Carga muerta

Peso de lámina galvanizada corrugada calibre 28mm	1.09lb/p ²
Peso propio de armadura	<u>2.00lb/p²</u>
Total carga muerta	3.09lb/p ²

Carga viva

Carga por viento	<u>18.00lb/p²</u>
------------------	------------------------------

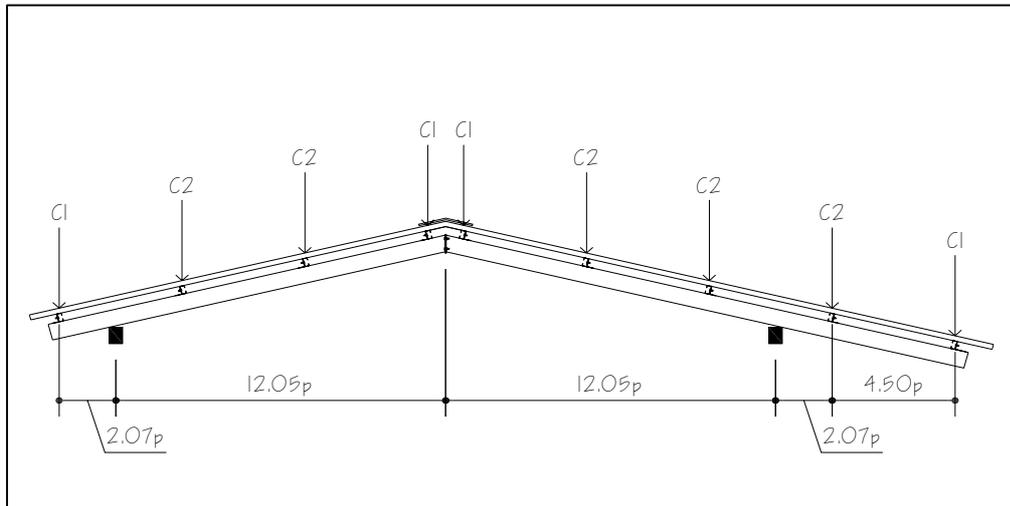
Carga total

21.09lb/p²

Análisis de cargas

En la figura siguiente se puede observar, como cada costanera ejerce una fuerza puntual sobre los tendales tipo "2C", dicho elemento será analizado como una viga simplemente apoyada en sus extremos.

Figura 11. Esquema de cargas actuantes en nudos



Los tendales del techo se analizarán como una viga simplemente apoyada con cargas puntuales, que corresponden a las cargas ejercidas, según el área tributaria correspondiente y la carga integrada anteriormente. Se determinará el corte y momento flexionante máximo que actúa en el tendal para conocer el modulo de sección y determinar la capacidad resistente del elemento.

La carga en cada nudo de la armadura es igual al área tributaria por la carga total.

Carga tipo 1

$$C_1 = A_1 * C \text{ arg atotal}$$

$$C_1 = 28.08p^2 * 21.09 \frac{lb}{p^2}$$

$$C_1 = 596.34lb$$

Carga tipo 2

$$C_2 = A_2 * C \text{ arg atotal}$$

$$C_2 = 39.15p^2 * 21.09 \frac{lb}{p^2}$$

$$C_1 = 825.67lb$$

Figura 12. Diagrama de carga de tendal.

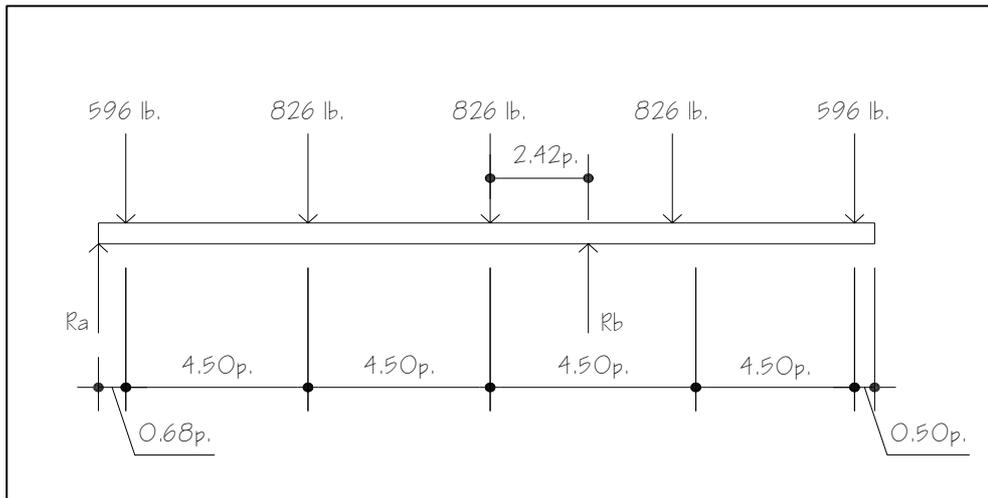


Figura 13. Diagrama de fuerza cortante de tendal.

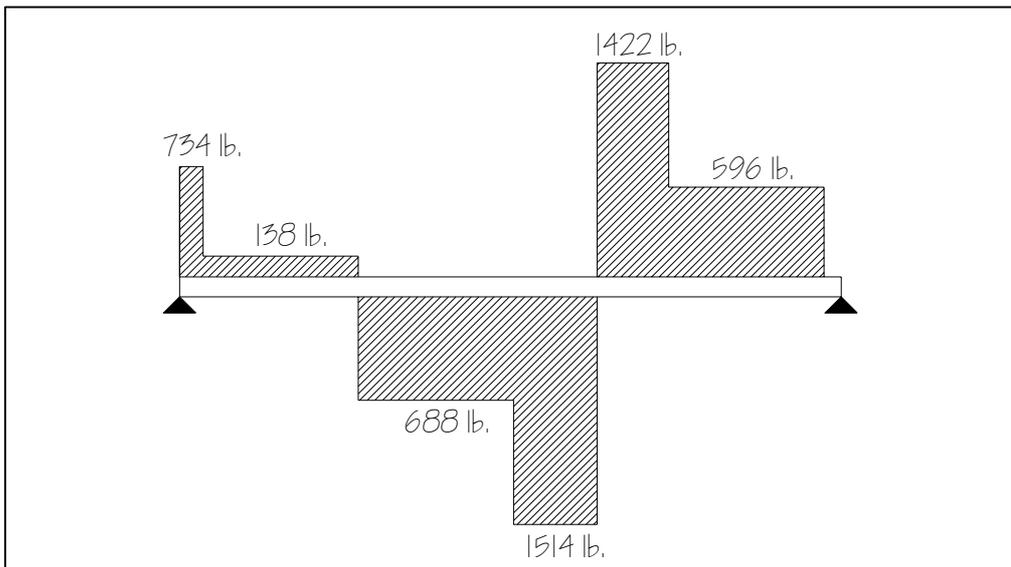
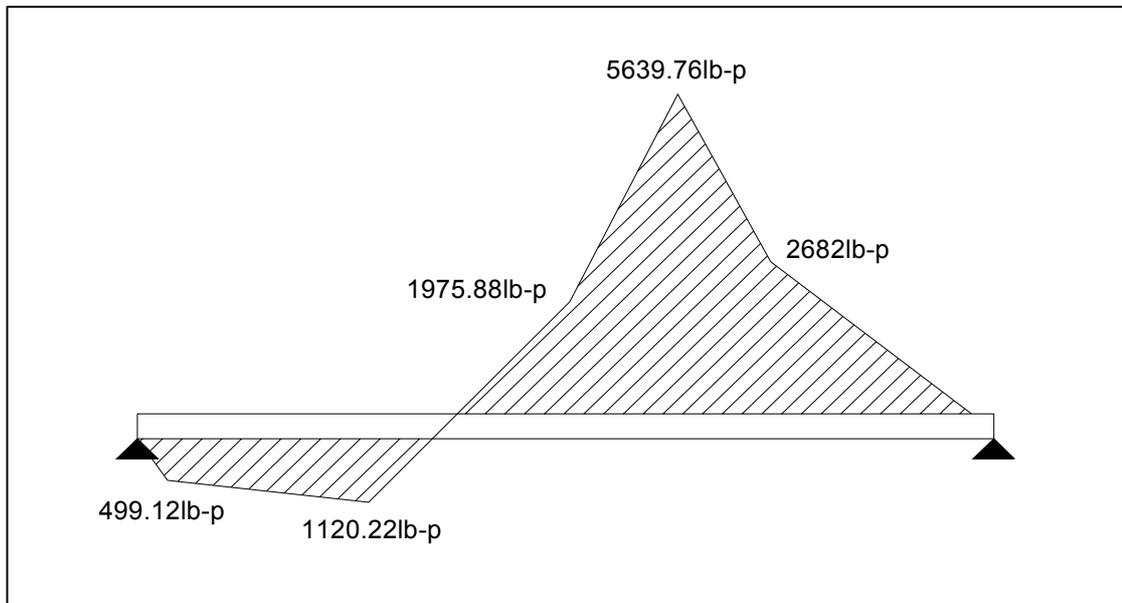


Figura 14. Diagrama de momento flexionante de tendal.



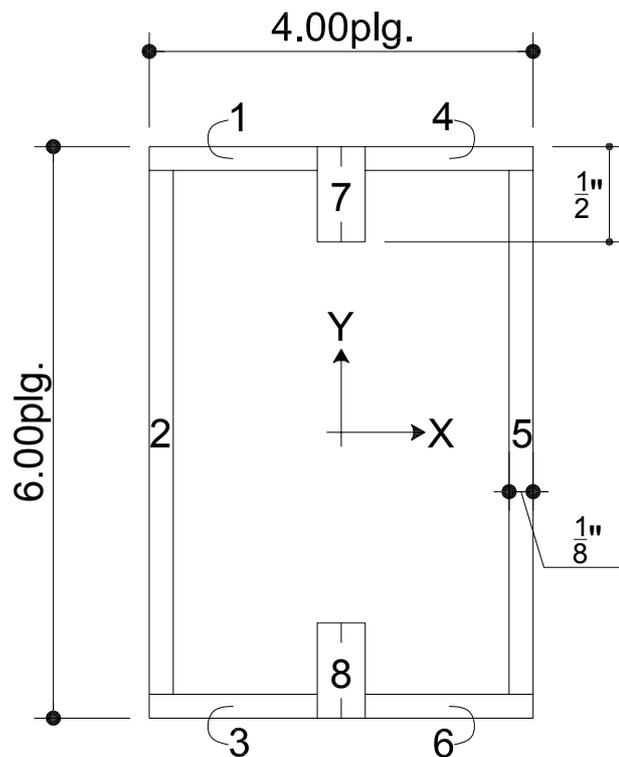
Gráficamente podemos observar que el momento máximo flexionante es de $5639.76 \text{ lb-p} = 67677.12 \text{ lb-p} \cdot \text{plg}$.

Cálculo de módulo de sección de costaneras

La razón $S=I/c$, que relaciona el momento flexionante con los esfuerzos de flexión máximos dentro del rango elástico en una viga, se llama módulo de sección. I es el momento de inercia de la sección transversal respecto a eje neutro y C es la distancia del eje neutro a la fibra más alejada.

$$S = I/C$$

Figura 15. Sección transversal de tendal.



La figura anteriormente ilustrada nos sirve de guía visual, para poder calcular el momento de inercia "I" del tendal doble C. Para dicho fin se ha dividido la sección transversal del tendal en figuras geométricas conocidas, rectángulos. Se utilizará el teorema de ejes paralelos para calcular dicha inercia; para dicho efecto se encuentran las distancias del eje x al centroide de cada figura.

Tabla XII. Cálculo de momento de inercia de tendal

Figura	Área(plg ²)	Yc	Yc ²	AYc ²	Io	Io + AYc ²
1	0.2344	2.8750	8.2656	1.9375	0.0003	1.9378
2	0.7187	0.0000	0.0000	0.0000	1.9803	1.9803
3	0.2344	2.8750	8.2656	1.9375	0.0003	1.9378
4	0.2344	2.8750	8.2656	1.9375	0.0003	1.9378
5	0.7187	0.0000	0.0000	0.0000	1.9803	1.9803
6	0.2344	-2.8750	8.2656	1.9375	0.0003	1.9378
7	0.1250	2.7500	7.5625	0.9453	0.0026	0.9479
8	0.1250	-2.7500	7.5625	0.9453	0.0026	0.9479
						13.6075

Fuente: Raúl Samuel Lemus Colocho. Diseño Salón Municipal Aldea Nueva Libertad y Diseño de Pavimento Rígido de la Calle al Regargar al Municipio del Adelanto Jutiapa.

Conociendo el momento de inercia, se procede a calcular el módulo de sección, de la manera siguiente:

$$S = I/C$$

$$S = 13.6075 \text{ plg}^4 / 3.00 \text{ plg}$$

$$S = 4.54 \text{ plg}^3$$

Cálculo del momento resistente

El momento máximo que resiste el tendal, conformado por la unión de dos costaneras de 6" x 2", se calcula de la siguiente forma:

$$M_R = S \times F$$

Donde:

M_R = momento máximo resistente

S = módulo de sección

$F = 0.6F_y$

$$M_R = 4.54 \text{plg}^3 \times 0.6 \times 32000 \text{lb/plg}^2$$

$$M_R = 87168.00 \text{lb} - \text{plg.}$$

$$M_{ACT} < M_{RES}$$

$$67677.12 \text{lb-plg.} < 87168.00 \text{lb-plg.}$$

Dado que la condición anterior se cumple, momento máximo actuante menor que momento resistente, la sección propuesta para el tendal es la adecuada para soportar los esfuerzos inducidos por las cargas.

3.8.2 Diseño de muros verticales en mampostería

Los muros de mampostería del establecimiento educativo se diseñarán en base a las normas del Fomento de Hipotecas Aseguradas, FHA, el cual establece las siguientes condiciones mínimas para diseño de refuerzo vertical y horizontal:

Acero mínimo vertical

$$A_{SV} = 0.0007 \times b \times t$$

Acero mínimo horizontal

$$A_{SH} = 0.0013 \times b \times t$$

Cálculo de acero vertical

SENDITO X

$$b = 8.10\text{m} = 810\text{cm}$$

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

$$A_{SV} = 0.0007 \times 810\text{cm} \times 15\text{cm} = 8.51\text{cm}^2$$

Se propone utilizar cuatro columnas con armadura de 4 varillas No. 4, lo que nos proporciona un área transversal equivalente a 20.32cm^2 , que es superior al área mínima requerida, 8.51cm^2 .

SENDITO Y

$$b = 7.50\text{m} = 750\text{cm}$$

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

$$A_{SV} = 0.0007 \times 750\text{cm} \times 15\text{cm} = 7.88\text{cm}^2$$

Se propone utilizar cuatro columnas con armadura de 4 varillas No. 4, lo que nos proporciona un área transversal equivalente a 11.36cm^2 , que es superior al área mínima requerida, 7.88cm^2 .

Cálculo de acero horizontal

SENDITO X

$$b = 8.10\text{m} = 810\text{cm}$$

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

$$A_{SH} = 0.0013 \times 810\text{cm} \times 15\text{cm} = 15.80\text{cm}^2$$

El refuerzo horizontal que se propone para la edificación escolar, se muestra en los planos, el cual proporciona un área de acero equivalente a 17.78cm^2 , que es mayor a 15.80cm^2 .

SENDITO Y

$$b = 7.50\text{m} = 750\text{cm}$$

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

$$A_{SH} = 0.0013 \times 750\text{cm} \times 15\text{cm} = 14.63\text{cm}^2$$

El refuerzo horizontal que se propone para la edificación escolar, se muestra en los planos, el cual proporciona un área de acero equivalente a 15.24cm^2 , que es mayor a 14.63cm^2 .

3.8.3 Diseño de columnas

Para el diseño de columnas, el código ACI establece los requisitos siguientes:

- El área mínima de la sección de la columna deber ser como mínimo de 400cm^2 .
- La columna debe tener como mínimo 4 varillas de acero longitudinales.
- El recubrimiento mínimo es de 2.50cm
- La separación entre varillas debe ser mayor o igual a diámetro de las barras principales.
- El área de acero longitudinal mínima debe estar comprendida entre el 1-8% del área bruta A_g de la columna.
- El área máxima de acero para zonas sísmicas es de $0.06A_g$.

- El refuerzo transversal (estribos) nunca podrá ser menor al número 3.

Cálculo de la carga que llega a cada columna

1.	Carga de la cubierta	1350.00kg
2.	Carga viga	350.00kg
3.	Carga columna	400.00kg
	Total	2100.00kg

Cálculo de acero mínimo

Se propone una sección de columna de 20x20cm, por lo que el área de acero mínima es:

$$A_{SMIN} = 0.01 A_g$$

A_g = área bruta de la sección transversal

$$A_{SMIN} = 0.01 \times 20\text{cm} \times 20\text{cm}$$

$$A_{SMIN} = 4.00\text{cm}^2$$

Se propone un armado longitudinal con 4 varillas No. 4, para proporcionar un área de acero equivalente a 5.08cm².

Cálculo de carga última

La carga última que resiste la columna se calcula con la siguiente expresión:

$$P_u = 0.70[0.85 * F'_c * A_g + A_s * F_y]$$

Donde:

P_U = carga última

F'_C = resistencia del concreto

A_S = área de acero

F_y = límite de fluencia del acero

$$P_u = 0.70 * [0.85 * 210 \frac{kg}{cm^2} * 20cm * 20cm + 5.08cm^2 * 2810 \frac{kg}{cm^2}]$$

$$P_U = 59972.36kg$$

La carga última que resiste la columna, 59972.36kg, es muy mayor que la carga actuante en la misma, 2100kg.

Para el armado transversal el código ACI establece los siguientes requisitos:

- El tamaño del estribo no debe ser menor que una varilla No. 3.
- La separación vertical de los estribos no debe exceder a:
 - Cuarenta y ocho veces el diámetro del estribo
 - Dieciséis veces el diámetro de la varilla longitudinal
 - La menor dimensión lateral de la columna

3.8.4 Diseño de cimentación (zapatas)

Las zapatas se diseñarán como zapatas aisladas concéntricas o individuales, las cuales se definen como estructuras de concreto reforzado que transiten la carga de la columna al suelo. Soportan una sola columna.

Pueden ser cuadradas o rectangulares. Las cargas a soportan son: carga de armadura de techo, peso propio de vigas y columnas. Por

ser cargas axiales no hay momentos actuantes. La carga axial se determinó anteriormente.

Datos:

$F'_C =$	210kg/cm ²
$F_Y =$	2810kg/cm ²
$V_S =$	valor soporte del suelo = 20Ton/m ²
$\lambda_S =$	densidad del suelo = 1.4Ton/m ³
$\lambda_C =$	densidad del concreto = 2.4Ton/m ³
$F_{CU} =$	factor de carga última = 1.49
Sección de columna =	20cm X 20cm
$P_U =$	carga última = 2.10Ton
$P_{TRABAJO} =$	2.10Ton / 1.5 = 1.40Ton

Área de zapatas

Para estimar el área que resistirá la carga última se utilizará la siguiente expresión:

$$A = \frac{1.5 * P_{TRABAJO}}{V_S}$$
$$A = \frac{1.5 * 1.40Ton}{15Ton/m^2}$$
$$A = 0.14m^2$$

Se colocarán zapatas de 80 x 80cm, lo que nos proporciona un área efectiva equivalente a 0.64m².

Chequeo por presión

Se debe tomar en cuenta, para el cálculo de este parámetro, la presión de trabajo, el peso de relleno, peso propio de columna y el peso propio de la zapata.

Carga de trabajo =	1400.00kg
Peso del suelo =	900.00kg
Peso columna =	400.00kg
Peso zapata =	400.00kg
Peso total =	3100.00kg

Presión del suelo

$$Q = \frac{P}{A_z} = \frac{3100.00kg}{0.64m^2}$$

$$Q = 4843.75kg / m^2$$

La presión de diseño última, Q_{DISU} , se obtiene multiplicando la presión del suelo por el factor de carga última.

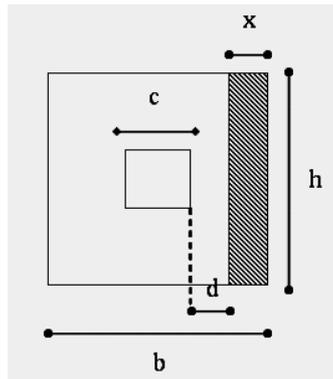
$$Q_{DISU} = F_{CU} * 4843.75kg / m^2 = 1.49 * 4843.75kg / m^2$$

$$Q_{DISU} = 7217.19kg / m^2$$

El valor soporte del suelo es mucho mayor que la presión existente en la zapata aislada. Por lo que la sección es adecuada.

Chequeo a corte simple

Figura 16. Esquema de zapata



Donde:

X = distancia de chequeo por corte simple

h = base de la zapata

c = ancho de columna

Q = Presión del suelo

$$d = \text{Espesor}_{\text{ZAPATA}} - \text{Recubrimiento} - \frac{\Phi_{\text{refuerzo}}}{2}$$

$$d = 25.00\text{cm} - 7.5\text{cm} - \frac{0.95}{2}\text{m} = 17.03\text{cm}$$

$$x = \frac{b}{2} - \frac{c}{2} - d = \frac{80\text{cm}}{2} - \frac{20\text{cm}}{2} - 17.03\text{cm}$$

$$x = 12.97\text{cm}$$

Corte resistente

$$V_{RES} = 0.85 * 0.53 * (bd) * \sqrt{F'c}$$

$$V_{RES} = 0.85 * 0.53 * (80\text{cm} * 17.03\text{cm}) * \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$V_{RES} = 8894.24\text{kg}$$

Corte actuante

$$V_{ACT} = xhQ$$

$$V_{ACT} = 0.13cm * 0.80cm * 7217.19 \frac{kg}{cm^2}$$

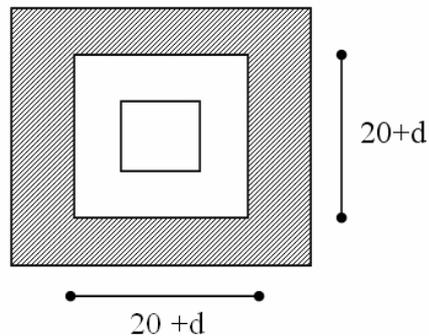
$$V_{ACT} = 750.59kg$$

$$V_{ACT} \ll V_{RES}$$

Las dimensiones de la zapata cumplen con la condición de corte simple, ya que el corte actuante es mucho menor que el corte resistente.

Chequeo a corte punzante

Figura 17. Esquema de zapata



Corte resistente

$$V_{RES} = 0.85 * 1.06 * \sqrt{F'c} * b_o * d$$

Donde:

b_o = perímetro de punzonamiento

$$b_o = 4 * (20 + d) = 4 * (20cm + 17.03cm)$$

$$b_o = 148.12cm$$

$$V_{RES} = 0.85 * 1.06 * \sqrt{210kg / cm^2} * 148.12cm * 17.03cm$$

$$V_{RES} = 32935.39kg$$

Corte actuante

$$V_{ACT} = A_{ASHURADA} * Q_{DISU} = [(0.80m)^2 - (0.5029m)^2] * 7217.19kg / m^2$$

$$V_{ACT} = 2793.71kg$$

$$V_{RES} \gg V_{ACT}$$

El corte resistente del concreto es mayor que el corte actuante, por lo que el peralte de la zapata, 25cm, es adecuado.

Chequeo a flexión

El diseño del refuerzo por flexión en ambos sentidos, x-x & y-y, se efectuará, respetando los siguientes parámetros:

Calculo del acero de refuerzo:

$$As = \left[bd - \sqrt{\left((bd)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 F'c} \right)} \right] * 0.85 * \frac{F'c}{Fy}$$

Donde:

$$F'c = 210kg/cm^2$$

$$Fy = 2810kg/cm^2$$

$$Mu = \text{momento último}$$

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

$$d = \text{peralte efectivo} = 17.03cm$$

$$M_U = \frac{W * L^2}{2} = \frac{7217.19 \frac{kg}{m^2} * (0.30m)^2}{2}$$

$$M_U = 324.77 \frac{kg - m}{m}$$

$$A_{SREQUERIDA} = 0.76cm^2$$

$$A_{SMIN} = 0.002 * b * d = 0.002 * 100cm * 17.03cm = 3.41cm^2$$

Se diseñará con el área mínima de 3.41cm². Se propone utilizar 5 varillas No. 4 a cada 16cm en ambos sentidos. Esto nos proporciona un área de acero mucho mayor que el área de acero mínimo requerida.

3.8.5 Presupuesto

Tabla XIII. Presupuesto de materiales de edificio educativo

PRESUPUESTO DE MATERIALES					
PROYECTO: Escuela Aldea Suchitán					
UBICACIÓN: Aldea Suchitán, Santa Catarina Mita, Jutiapa					
No.	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	PU	TOTAL
1	Cemento	735	sacos	Q42.00	Q30,882.56
2	Arena de río	52	m ³	Q150.00	Q7,742.91
3	Piedrín	46	m ³	Q175.00	Q8,117.37
4	Hierro No. 2 (1/4")	16	quintal	Q240.00	Q3,745.52
5	Hierro No. 3 (1/2")	79	quintal	Q270.00	Q21,456.62
6	Alambre de amarre	202	libra	Q4.00	Q806.57
7	Block de 15 X 20 X 40cm	4388	unidad	Q3.00	Q13,163.83
8	Tablas de 8 pies	80	unidad	Q15.00	Q1,200.00
9	Costanera de 4" X 2" X 1/16" de 20'	45	unidad	Q175.00	Q7,875.00
10	Costanera de 6" X 2" X 1/8" de 20'	24	unidad	Q250.00	Q6,000.00
11	Lámina de 6 pie calibre 28	52	unidad	Q68.00	Q3,536.00
12	Lámina de 8 pie calibre 28	52	unidad	Q75.00	Q3,900.00
13	Lámina de 10 pie calibre 28	52	unidad	Q82.00	Q4,264.00
14	Lámina de 14 pie calibre 28	52	unidad	Q100.00	Q5,200.00
15	Pernos de 3/16" X 1 1/2"	1456	unidad	Q0.75	Q1,092.00
16	Pernos de 1/2" X 12"	48	unidad	Q0.75	Q36.00
17	Capote metálico para cumbrera	36	ml	Q20.00	Q720.00
18	Pintura de aceite para estructura	7	galón	Q120.00	Q840.00
19	Lámpara fluorescente de 2 tubos de 40watts	17	unidad	Q300.00	Q5,100.00
20	Lámpara fluorescente de 1 tubo de 40 watts	10	unidad	Q250.00	Q2,500.00

Continuación					
21	Lámpara incandescente de 100 watts	4	unidad	Q5.00	Q20.00
22	Plafoneras	4	unidad	Q5.00	Q20.00
23	Tableros de distribución 8 polos	1	unidad	Q200.00	Q200.00
24	Tableros de distribución 4 polos	1	unidad	Q150.00	Q150.00
25	Placa simple	8	unidad	Q30.00	Q240.00
26	Placa doble	12	unidad	Q40.00	Q480.00
27	Placa triple	2	unidad	Q50.00	Q100.00
28	Dados para tomacorriente	24	unidad	Q5.00	Q120.00
29	Dados simples para interruptor	18	unidad	Q6.00	Q108.00
30	Flipones de 20 ^a	8	unidad	Q40.00	Q320.00
31	Flipones de 40 ^a	1	unidad	Q50.00	Q50.00
32	Alambre calibre 4 rojo	8	ml	Q3.00	Q24.00
33	Alambre calibre 8	1	rollo	Q200.00	Q200.00
34	Alambre calibre 12 rojo	2	rollo	Q250.00	Q500.00
35	Alambre calibre 12 blanco	2	rollo	Q250.00	Q500.00
36	Alambre calibre 14 azul	1	rollo	Q275.00	Q275.00
37	Tubería PVC eléctrico No. 3/4"	1	rollo	Q100.00	Q100.00
38	Tubería PVC eléctrico No. 1"	1	rollo	Q100.00	Q100.00
39	Cajas de registro rectangulares	24	unidad	Q4.50	Q108.00
40	Cajas de registro ortogonales	4	unidad	Q7.50	Q30.00
41	Solicitud de acometida	1	unidad	Q60.00	Q60.00
42	Tubería PVC 4"	3	unidad	Q125.00	Q375.00
43	Tubería PVC 3"	2	unidad	Q85.00	Q170.00
44	Tubería PVC 2"	1	unidad	Q50.00	Q50.00
45	Tee de PVC 4"	12	unidad	Q20.00	Q240.00
46	Codo 45° de 4"	3	unidad	Q20.00	Q60.00
47	Codo 90° de 4"	24	unidad	Q20.00	Q480.00
48	Reductor de 4" a 2"	15	unidad	Q28.00	Q420.00
49	Tubería PVC 3/4"	5	unidad	Q30.00	Q150.00
50	Tubería PVC 1/2"	4	unidad	Q25.00	Q100.00
51	Tee de PVC de 3/4"	14	unidad	Q5.00	Q70.00
52	Codo PVC 90° de 3/4"	4	unidad	Q6.00	Q24.00
53	Codo PVC 90° de 1/2"	28	unidad	Q6.00	Q168.00
54	Reductor PVC de 3/4" a 1/2"	14	unidad	Q15.00	Q210.00
55	Puerta de una hoja tipo 1	5	unidad	Q1,500.00	Q7,500.00
56	Puerta de una hoja tipo 2	2	unidad	Q1,500.00	Q3,000.00
57	Puerta de una hoja tipo 3	2	unidad	Q1,200.00	Q2,400.00
58	Puerta de una hoja tipo 4	6	unidad	Q1,000.00	Q6,000.00
59	Ventana tipo 1	2	unidad	Q500.00	Q1,000.00
60	Ventana tipo 2	3	unidad	Q600.00	Q1,800.00
61	Ventana tipo 3	6	unidad	Q900.00	Q5,400.00
62	Ventana tipo 4	1	unidad	Q900.00	Q900.00
63	Ventana tipo 5	2	unidad	Q900.00	Q1,800.00
64	Ventana tipo 6	9	unidad	Q1,000.00	Q9,000.00
65	Ventana tipo 7	2	unidad	Q850.00	Q1,700.00
	Total de Materiales				Q174,900.38

Tabla XIV. Presupuesto de mano de obra de edificio educativo

PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA PROYECTO: Escuela Aldea Suchitán UBICACIÓN: Aldea Suchitán, Santa Catarina Mita, Jutiapa					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU	TOTAL
1	Limpieza del terreno	644	m2	Q5.00	Q3,220.00
2	Nivelación del terreno	250	m2	Q10.00	Q2,500.00
3	Trazo y estaqueado	134	ml	Q7.00	Q935.20
4	Zanjeo	43	m3	Q25.00	Q1,075.00
5	Relleno y compactación	20	m3	Q20.00	Q400.00
6	Armadura de zapatas	235	ml	Q3.00	Q705.00
7	Fundición de zapatas	5	m3	Q15.00	Q76.80
8	Armadura cimiento corrido	134	ml	Q15.00	Q2,004.00
9	Fundición cimiento corrido	134	ml	Q18.00	Q2,404.80
10	Armado de columnas	240	ml	Q22.50	Q5,400.00
11	Formaleteado de columnas	240	ml	Q20.00	Q4,800.00
12	Fundición de columnas	240	ml	Q35.00	Q8,400.00
13	Desencofrado de columnas	240	ml	Q20.00	Q4,800.00
14	Levantado de muro	338	m2	Q35.00	Q11,830.00
15	Hacer y colocar andamio	50	ml	Q10.00	Q500.00
16	Deshacer andamio	50	ml	Q5.00	Q250.00
17	Armadura solera de humedad	134	ml	Q25.00	Q3,340.00
18	Formaleteado de humedad	134	ml	Q27.50	Q3,674.00
19	Fundición de humedad	134	ml	Q45.00	Q6,012.00
20	Desencofrado solera de humedad	134	ml	Q20.00	Q2,672.00
21	Armadura solera intermedia	149	ml	Q22.00	Q3,272.72
22	Formaleteado solera intermedia	149	ml	Q25.00	Q3,719.00
23	Fundición solera intermedia	149	ml	Q40.00	Q5,950.40
24	Desencofrado solera intermedia	149	ml	Q15.00	Q2,231.40
25	Armadura solera final (sillar1)	53	ml	Q22.00	Q1,172.38
26	Formaleteado solera final (sillar 1)	53	ml	Q25.00	Q1,332.25
27	Fundición solera intermedia (sillar 1)	53	ml	Q40.00	Q2,131.60
28	Desencofrado solera intermedia (sillar 1)	53	ml	Q15.00	Q799.35
29	Armadura solera de corona	96	ml	Q25.00	Q2,391.50
30	Formaleteado solera de corona	96	ml	Q27.50	Q2,630.65
31	Fundición solera de corona	96	ml	Q45.00	Q4,304.70
32	Desencofrado solera de corona	96	ml	Q20.00	Q1,913.20
33	Armadura solera de mojinete	76	ml	Q350.00	Q26,439.00
34	Formaleteado solera de mojinete	76	ml	Q30.00	Q2,266.20
35	Fundición solera de mojinete	76	ml	Q50.00	Q3,777.00
36	Desencofrado solera de mojinete	76	ml	Q22.50	Q1,699.65
37	Nivelación de piso	228	m2	Q25.00	Q5,700.00
38	Fundición de piso de cemento alisado	228	m2	Q45.00	Q10,260.00
39	Fundición de acera	157	ml	Q25.00	Q3,925.00
40	Instalación eléctrica	1	global	Q10,000.00	Q10,000.00
41	Instalación de drenaje	1	global	Q7,500.00	Q7,500.00
42	Instalación de agua potable	1	global	Q8,500.00	Q8,500.00
43	Colocación de cubierta (Incluye armadura)	1	global	Q25,000.00	Q25,000.00

Continuación					
44	Colocación de puertas	1	global	Q2,000.00	Q2,000.00
45	Colocación de ventanas	1	global	Q2,000.00	Q2,000.00
	Total de Mano de Obra				Q205,914.80

Tabla XV. Integración de costos de Edificio Educativo

GASTOS INDIRECTOS	
Gastos administrativos, 10%	Q38,081.52
Utilidades, 15%	Q57,122.28
Gastos legales, financieros, 5%	Q19,040.76
Imprevistos, 5%	Q19,040.76
SUBTOTAL	Q133,285.31
RESUMEN	
Costo directo	Q380,815.18
Costo indirecto	Q133,285.31
TOTAL DE OBRA	Q514,100.50

3.9 Estudio de Impacto Ambiental

3.9.1 Importancia de una evaluación de impacto ambiental:

Toda obra civil trae consigo implícitamente una variedad de factores que pueden afectar, distorsionar, degradar o producir deterioro a los recursos naturales renovables, no renovables, ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión de medio ambiente respectiva.

Definición de estudio de impacto ambiental

Es un proceso de análisis que pronostica los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas permitiendo seleccionar las alternativas que maximicen los beneficios y minimicen los impactos adversos. Tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta para que quienes toman decisiones cuenten con elementos científico-técnicos que les apoyen para determinar la mejor opción.

De los proyectos o actividades que ingresan al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, si generaran o presentaran a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos;
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteraciones significativas de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;
- Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona;

- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Hay diversos formatos para elaborar informes de impacto ambiental; sin embargo, en nuestra legislación es muy común utilizar la matriz modificada de Leopold, la cual analiza los diversos elementos (medio ambiente, sociales, económicos) que interactúan en la obra civil. Dichos elementos se encuentran estratégicamente clasificados, para que, el profesional que haga el estudio, sepa identificar el impacto que tendrá la obra, así como la magnitud de la misma. A continuación, se procede a proponer las medidas de mitigación que se adoptarán para desaparecer o reducir el impacto adverso que ocasionará el proyecto civil respectivo.

Tabla XVI. Matriz modificada de Leopold para proyecto de drenaje en aldea Suchitán.

ELEMENTO AMBIENTALES	Etapa de Construcción			Etapa de Funcionamiento		
	A	B	N	A	B	N
I. MEDIO AMBIENTE						
1. Tierras						
a. Topografía			*			*
b. Suelo	-			-		
c. Erosión y sedimentación			*			*
2. Microclima			*			*
3. Aguas						
a. Ríos			*			*
b. Aguas subterráneas			*			*
c. Calidad de aguas			*			*
4. Ecosistema						
a. Flora						
-Vegetación natural	-			-		

Continuación						
-Cultivos	-			-		
b. Fauna						
-Mamíferos y aves			*			*
-Peces organismos acuáticos			*			*
c. Biodiversidad						
-Peligro de extinción			*			*
-Especies migratorias			*			*
5. Desastres naturales						
II. MEDI AMBIENTE SOCIO-ECONÓMICO						
1. Población						
a. Población en peligro			*			*
b. Re-asentamiento			*			*
c. Poblaciones migratorias			*			*
2. Uso de la tierra	-			-		
3. Uso del agua			*			*
4. Actividades productivas						
a. Agricultura			*			*
b. Pecuaria			*			*
c. Pesca			*			*
d. Agroindustria			*			*
e. Mercado y comercio		+				*
5. Empleo		+				*
6. Aspectos culturales			*		+	
7. Historia y arqueología			*			*
8. Turismo			*			*
III. PROBLEMAS AMBIENTALES						
1. Contaminación del aire			*	++		
2. Contaminación del agua			*	++		
3. Contaminación del suelo	-					*
4. Ruido y vibración	-					*
5. Hundimiento del suelo			*			*
6. Mal olor			*	++		

Nomenclatura:

- ++ Impacto positivo grande
- + Impacto positivo pequeño
- * Neutro
- Impacto negativo pequeño
- Impacto negativo grande
- A adverso

B	benéfico
N	neutro

A continuación se presentan las variables que influyen de manera adversa en el proyecto de infraestructura escolar, además, se presenta las medidas de mitigación aplicables, para lograr un impacto ambiental negativo mínimo.

1. Medio ambiente

Tierras:

- El suelo será afectado negativamente en la etapa de construcción debido a excavación de zanja.
- La erosión y sedimentación serán afectadas negativamente durante la fase de construcción por las zanjas para instalación de tuberías.

Mitigación

- El suelo extraído debido la excavación por zanjeo, se incorporará de nuevo a las mismas y el sobrante se esparcirá al terreno.

2. Aguas

Aguas subterráneas:

Estas se verán afectadas debido la colocación de tubería y construcción de pozos de visita.

Mitigación:

La colocación de tubería se realizará siguiendo las instrucciones de encargado de la obra, ya que de no efectuarse con las normas de calidad exigidas, existe la posibilidad de ruptura de la tubería y filtración en los puntos de unión de la misma, ocasionando de esta manera, contaminación del manto freático.

3. Ecosistema

Vegetación natural y cultivos

La vegetación propia del lugar tendrá un impacto negativo pequeño, ya que la cualquier tipo de vegetación o cultivo existente, será desaparecerá en la fase de excavación.

Medidas de mitigación

Se propone la forestación y jardinería de áreas circunvecinas con especies propias de la región.

Tabla XVII. Matriz modificada de Leopold para proyecto de drenaje el aldea Suchitán.

ELEMENTO AMBIENTALES	Etapa de Construcción			Etapa de Funcionamiento		
	A	B	N	A	B	N
I. MEDIO AMBIENTE						
1. Tierras			*			*
a. Topografía	-			-		
b. Suelo			*			*
c. Erosión y sedimentación						
2. Microclima			*			*
3. Aguas						
a. Ríos			*			*
b. Aguas subterráneas			*			*
c. Calidad de aguas			*			*

Continuación						
4. Ecosistema						
a. Flora						
-Vegetación natural	-			-		
-Cultivos	-			-		
b. Fauna						
-Mamíferos y aves			*			*
-Peces organismos acuáticos			*			*
c. Biodiversidad						
-Peligro de extinción			*			*
-Especies migratorias			*			*
5. Desastres naturales						
II. MEDI AMBIENTE SOCIO-ECONÓMICO						
1. Población						
a. Población en peligro			*			*
b. Re-asentamiento			*			*
c. Poblaciones migratorias			*			*
2. Uso de la tierra	-			-		
3. Uso del agua			*			*
4. Actividades productivas						
a. Agricultura			*			*
b. Pecuaria			*			*
c. Pesca			*			*
d. Agroindustria			*			*
e. Mercado y comercio		+			+	
5. Empleo		+				*
6. Aspectos culturales			*		+	
7. Historia y arqueología			*			*
Continuación						
8. Turismo			*			*
III. PROBLEMAS AMBIENTALES						
1. Contaminación del aire			*			*
2. Contaminación del agua			*			*
3. Contaminación del suelo	-					*
4. Ruido y vibración	-					*
5. Hundimiento del suelo			*			*
6. Mal olor			*			*

A continuación se presentan las variables que influyen de manera adversa en el proyecto de infraestructura escolar, además, se presenta las medidas de mitigación aplicables, para lograr un impacto ambiental negativo mínimo.

1. Medio ambiente

Tierras:

Este factor tendrá un impacto negativo pequeño en la fase de funcionamiento, debido a que la edificación escolar existente, impermeabilizará la superficie donde se encontrará dicha construcción, lo que incide perjudicialmente en el ciclo hidrológico natural del agua, evitando así, que la escorrentía superficial fluya de manera natural por la superficie terrestre.

Mitigación

Planear construcción de jardines en el área escolar así como la siembra de árboles en áreas circunvecinas.

2. Ecosistema

Vegetación natural y cultivos

La vegetación propia del lugar tendrá un impacto negativo pequeño, ya que, cualquier tipo de vegetación o cultivo existente, tendrá que ser eliminado.

Medidas de mitigación

Se propone la forestación y jardinería de áreas circunvecinas con especies propias de la región.

3. Problemas ambientales

Contaminación del suelo, ruido y vibración

En las diferentes fases de construcción de la edificación escolar, se utilizarán herramientas, manuales, eléctricas y de otro tipo, las cuales pueden influir directamente en el bienestar de los habitantes de la aldea, ya que este tipo de herramienta, produce ruidos y vibraciones de magnitud considerable, que ocasionarán un ambiente de confort auditivo desfavorable.

El concreto, es una mezcla de diferentes componentes químicos, los cuales puede afectar los estratos superficiales del subsuelo, incorporando componentes ajenos a los nutrientes benéficos de las especies forestales y agroforestales propias de la región, evitando de esta manera, la reproducción y crecimiento de los distintos tipos de especies que forman parte de la flora de la aldea Suchitán.

Mitigación

- Restringir uso de maquinaria pesada en horas nocturnas, para fomentar el confort auditivo de los habitantes de la Aldea.
- Después de cada jornada de trabajo, limpiar el área (recoger madera, clavos, restos de mezcla, etc.).
- En el momento de iniciar la construcción, señalar el área de trabajo.

3.9.2 Plan de seguridad para la salud humana

Para asegurar el bienestar físico y mental del trabajador en la fase de construcción del proyecto, se recomienda para todo el personal (ingeniero residente, peones, maestro de obra, operadores de maquinaria, entre otros.) no consumir bebidas alcohólicas durante la jornada laboral. Durante las actividades de riesgo deben utilizarse equipo para prevenir accidentes, como: Guates, casco, mascarillas y además se recomienda, en caso de laborar jornada doble, utilizar suficiente iluminación artificial y chalecos reflectivos.

La empresa promotora debe contar con botiquín de primeros auxilios, en caso de una emergencia o accidente, siendo conveniente que contenga cómo mínimo, lo siguiente:

- Termómetro oral,
- Gasas estériles
- Vendas elásticas,
- Aspirinas y analgésicos,
- Alcohol,
- Desinfectantes,
- Esparadrapo,
- Tijeras,
- Algodón y torniquete.

CONCLUSIONES

1. La propuesta de diseño del sistema de drenaje sanitario en el proyecto de urbanización en aldea Suchitán, es de suma importancia para la salud física de los habitantes de dicha aldea, ya que, contribuirá a la eliminación y correcta disposición de las aguas servidas provenientes del uso doméstico, por lo que se controlará en gran medida la proliferación de vectores causantes de enfermedades gastrointestinales; además del significado estético y urbanístico que genera un proyecto de este tipo.
2. El implemento de tubería fabricada con cloruro de polivinilo (PVC) fabricado bajo control de la norma 3034, se propuso por las siguientes razones: alta impermeabilidad en las juntas, lo cual previene la infiltración del agua subterránea; fácil manipuleo y trato, debido a su peso ligero, lo que reduce el costo de mano de obra; no se necesita maquinaria especial para la colocación de la tubería.
3. El sistema constructivo utilizado en el edificio escolar, es de mampostería reforzada, éste diseño realiza un análisis de techos, muros, columnas y cimentación, todos estos elementos son afectados directamente por las cargas aplicadas a la estructura.
4. Es necesario realizar un estudio previo del número probable de alumnos que albergará la escuela y del entorno en el que se desarrollará el proceso educativo, dichas variables son indispensables para el diseño arquitectónico y estructural del

establecimiento escolar, puesto que, se conocerán de antemano factores funcionales y criterios generales para la correcta adopción de espacios y sistemas constructivos factibles para apegarlos al proyecto respectivo.

5. De acuerdo a los índices y valores encontrados en el estudio de factibilidad económica, podemos notar que el proyecto no es rentable desde el punto de vista financiero, pues, los costos de construcción superan el beneficio que podría recibir la municipalidad. Sin embargo, éste no debe ser un obstáculo para llevar a cabo dicho proyecto, ya que, desde el punto de vista social, es fructífero, porque se estará ampliando la cobertura en el servicio de drenaje en el área rural y, a la vez, los habitantes gozarán de un mayor confort visual y ambiental, además de mejorar las condiciones de salubridad.

RECOMENDACIONES

- 1.** Que la comunidad beneficiaria del proyecto de drenaje sanitario, conforme un comité encargado de aplicar técnicas que permitan conservar el alcantarillado en buenas condiciones físicas y de funcionamiento, con el propósito de alcanzar la duración esperada de acuerdo a la vida útil para la que fue diseñada. Entre estas actividades se pueden mencionar: inspecciones cada 4 meses en línea central o secundaria, pozos de visita o conexiones domiciliarias, con la finalidad de encontrar problemas tales como: taponamiento parcial o total en la tubería, acumulación de residuos en los pozos de visita y revisar el estado físico de las candelas domiciliarias.
- 2.** Que la municipalidad de Santa Catarina Mita, a través de la oficina municipal de planificación, localice las comunidades con falta de infraestructura escolar, así como los radios de influencias de las ya existentes, con la finalidad de expandir la cobertura educativa en las comunidades donde el acceso a la centros de estudio es muy difícil por la magnitud de las distancias o por falta de las mismas.
- 3** Fomentar una cultura de implementación de sistemas de disposición de aguas servidas en la municipalidad de Santa Catarina Mita, ya que, actualmente, la cobertura de este tipo de sistema es muy baja en el área rural.

4. Que el Departamento de Infraestructura y Servicios Técnicos Municipales, elabore un diagnóstico a cerca del mantenimiento y remodelación de edificios educativos existentes en el área urbana y rural, con la finalidad de proponer la solución más adecuada a los problemas funcionales y estructurales que se presenten, tomando en cuenta el sistema constructivo de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arana Aguirre, Bamner Enoc. Diseño de: Carretera hacia aldea Palo Blanco y edificaciones escolares de nivel primario en los caseríos Briotis y Tres Ceibas, municipio de Conguaco, Jutiapa. Tesis Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2005. 45pp.
2. Ortiz Mendoza, Jorge Luis. Diseño de un edificio de mampostería reforzada. Tesis Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1998. 32pp.
3. Calderón Rosales, Carlos Enrique. Diseño de muros esbeltos de mampostería reforzada. Tesis Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1995. 75pp.
4. Trejo García, Luis Fernando. Diseño de una escuela de cuatro aulas el caserío El Tablón, cantón San Antonio y diseño de drenaje sanitario en la aldea Barreal, Jutiapa, Jutiapa. Tesis Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2006. 46pp.
5. Lemus Colocho, Raúl Samuel. Diseño de salón comunal aldea Nueva Libertad y diseño de pavimento rígido de la calle al Recargar del municipio de El Adelanto, Jutiapa. Tesis Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2006. 56pp.

6. Merrit Frederick S. Manual del Ingeniero Civil. 3ª edición. México:Editorial Mc. Graw Hill. 1995. 740pp.
7. Nawy, Edgar G. **Concreto reforzado, un enfoque básico.** 2ª edición. México: Editorial Prentice Hall. 1988. 740pp.
8. Vides Tobar, Armando. **Análisis y control de costos de ingeniería.** 2ª edición (volumen 1 y 2). Guatemala, Editorial Piedra Santa. 1996. 1350pp.
9. Charles S Simmons. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. 1ª edición, Guatemala. Editorial del Ministerio de Educación Pública.

APÉNDICE

De	PV	A	Cota Terreno		Longitud m.	Pendiente Terreno (%)	Número de casas		Población		Factor Caudal de diseño
			Inicial	Final			Actual	Futuro	Actual	Futuro	
1		2	999.79	999.64	24.99	0.6	4	7.42	24	44.49	0.003
2		3	999.64	994.68	30.11	16.47	6	11.12	36	66.74	0.003
3		4	994.68	992.27	28.66	8.41	3	5.56	18	33.37	0.003
4		5	992.27	989.43	28.83	9.85	3	5.56	18	33.37	0.003
6		7	998.03	994.24	26.33	14.39	6	11.12	36	66.74	0.003
7		8	994.24	991.95	28.66	7.99	6	11.12	36	66.74	0.003
8		9	991.95	989.82	28.83	7.39	6	11.12	36	66.74	0.003
10		11	997.17	993.42	26.33	14.24	6	11.12	36	66.74	0.003
11		12	993.42	992.13	28.66	4.5	7	12.98	42	77.87	0.003
12		13	992.13	989.86	28.83	7.87	5	9.27	30	55.62	0.003
5		9	989.43	989.82	27.82	-1.4	16	29.66	96	177.98	0.003
9		13	989.82	989.86	25.01	-0.16	34	63.03	204	378.2	0.003

Continuación

Factor Harmon		Caudal de diseño (L/s)		Díámetro (plg)	Pendiente tub %	Área tubo m ²	Sección llena	
Actual	Futuro	Actual	Futuro				Velocidad (m/s)	Caudal (L/s)
4.37	4.32	0.31	0.58	6	7.6	0.01824	3.12	56.95
4.34	4.29	0.78	1.44	6	10.56	0.01824	3.68	67.12
4.39	4.35	1.01	1.87	6	10.05	0.01824	3.59	65.48
4.39	4.35	1.25	2.31	6	5.93	0.01824	2.76	50.3
4.34	4.29	0.47	0.86	6	8.7	0.01824	3.34	60.91
4.34	4.29	0.94	1.72	6	10.5	0.01824	3.67	66.94
4.34	4.29	1.41	2.58	6	5.03	0.01824	2.54	46.32
4.34	4.29	0.47	0.86	6	10.44	0.01824	3.66	66.75
4.33	4.27	1.01	1.86	6	7.36	0.01824	3.07	56.04
4.35	4.31	1.41	2.57	6	7.77	0.01824	3.16	57.57
4.25	4.17	1.22	2.22	6	1.11	0.01824	1.2	21.8
4.14	4.03	2.54	4.58	6	2.32	0.01824	1.72	31.45

Continuación

		Relaciones Hidráulicas				Vel. Diseño (m/s)		Altura de pozo		Cota Invert		Excavación
q/Q		v/v		d/D		Actual	Futuro	Agua arriba	Agua abajo	Agua arriba	Agua abajo	(m ³)
Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Agua arriba	Agua abajo	Agua arriba	Agua abajo	
0.0055	0.0101	0.2668	0.3223	0.053	0.071	0.833	1.0064	2	3.75	997.79	995.89	43.11
0.0116	0.0214	0.3339	0.4037	0.075	0.101	1.2286	1.4855	3.75	2	995.86	992.68	51.94
0.0155	0.0286	0.3645	0.4405	0.086	0.116	1.3082	1.5811	2	2.5	992.65	989.77	38.69
0.0248	0.0458	0.4211	0.5061	0.108	0.145	1.1613	1.3957	2.5	1.4	989.74	988.03	33.73
0.0077	0.0141	0.2954	0.3536	0.062	0.082	0.9863	1.1806	3.5	2	994.53	992.24	43.44
0.014	0.0257	0.3536	0.426	0.082	0.11	1.2973	1.5633	2	2.75	992.21	989.2	40.84
0.0304	0.0556	0.4476	0.5376	0.119	0.16	1.1366	1.3652	2.75	2.1	989.17	987.72	41.95
0.007	0.0129	0.286	0.3452	0.059	0.079	1.0466	1.2632	2.9	1.9	994.27	991.52	37.92
0.0181	0.0331	0.3831	0.4593	0.093	0.124	1.177	1.411	1.9	2.75	991.49	989.38	39.98
0.0244	0.0447	0.4187	0.504	0.107	0.144	1.3214	1.5906	2.75	2.75	989.35	987.11	47.57
0.0561	0.102	0.5376	0.642	0.16	0.215	0.6426	0.7673	1.4	2.1	988.03	987.72	29.21
0.0806	0.1455	0.6003	0.7119	0.192	0.257	1.035	1.2274	2.1	2.75	987.69	987.11	36.39

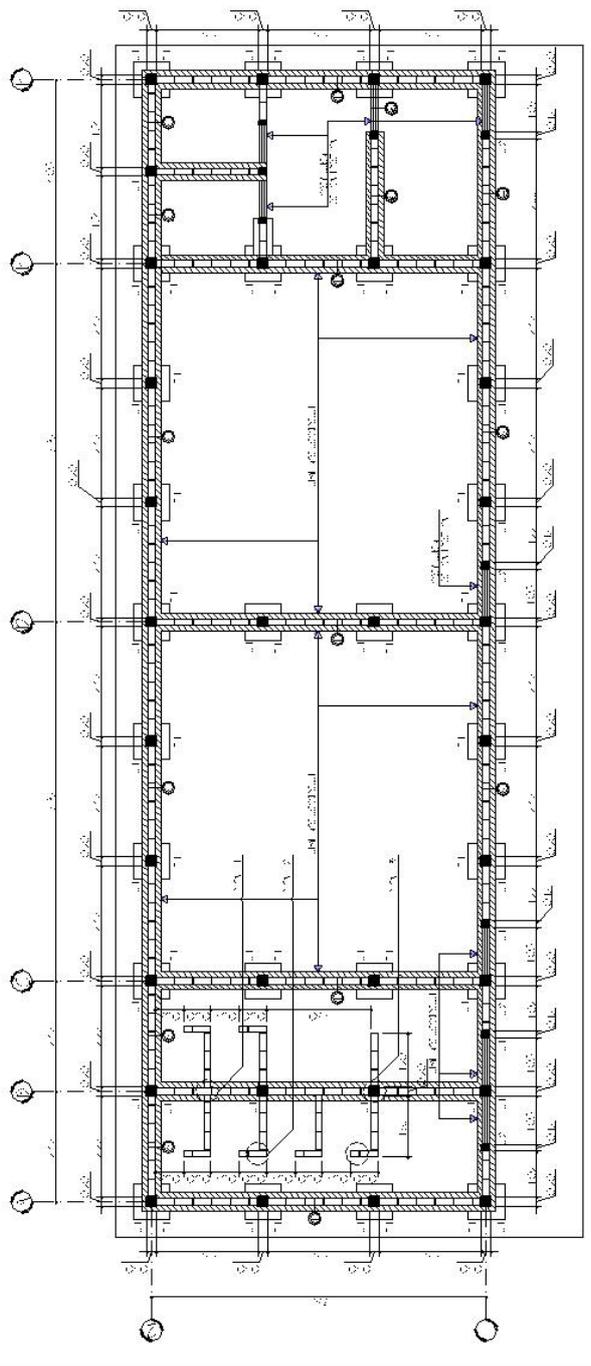
ANEXOS

ELEMENTOS HIDRÁULICOS DE UNA ALCANTARILLA DE SECCIÓN TRANSVERSAL CIRCULAR

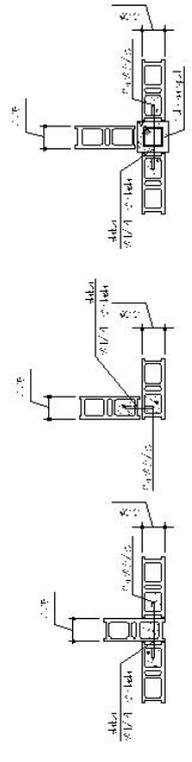
q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.00501	0.05100	0.26022	0.01925	0.07149	0.18100	0.59395	0.12338	0.21232	0.31200	0.79291	0.26623
0.00522	0.05200	0.26353	0.01981	0.07230	0.18200	0.58132	0.12436	0.21254	0.31300	0.79428	0.26739
0.00544	0.05300	0.26681	0.02038	0.07311	0.18300	0.58324	0.12535	0.21384	0.31400	0.79565	0.26855
0.00566	0.05400	0.27007	0.02095	0.07392	0.18400	0.58515	0.12633	0.21515	0.31500	0.79702	0.26972
0.00589	0.05500	0.27330	0.02153	0.07475	0.18500	0.58706	0.12732	0.21647	0.31600	0.79839	0.27088
0.00612	0.05600	0.27652	0.02212	0.07557	0.18600	0.58897	0.12831	0.21779	0.31700	0.79977	0.27204
0.00635	0.05700	0.27971	0.02270	0.07640	0.18700	0.59086	0.12930	0.21911	0.31800	0.80114	0.27320
0.00659	0.05800	0.28288	0.02330	0.07723	0.18800	0.59276	0.13030	0.22043	0.31900	0.80251	0.27436
0.00683	0.05900	0.28603	0.02389	0.07807	0.18900	0.59464	0.13129	0.22176	0.32000	0.80388	0.27552
0.00708	0.06000	0.28916	0.02450	0.07891	0.19000	0.59653	0.13229	0.22308	0.32100	0.80519	0.27668
0.00734	0.06100	0.29227	0.02510	0.07976	0.19100	0.59840	0.13329	0.22442	0.32200	0.80653	0.27784
0.00760	0.06200	0.29536	0.02572	0.08061	0.19200	0.60027	0.13429	0.22575	0.32300	0.80786	0.27900
0.00786	0.06300	0.29843	0.02633	0.08147	0.19300	0.60214	0.13530	0.22709	0.32400	0.80920	0.28016
0.00813	0.06400	0.30148	0.02695	0.08233	0.19400	0.60400	0.13630	0.22843	0.32500	0.81053	0.28133
0.00840	0.06500	0.30451	0.02758	0.08319	0.19500	0.60586	0.13731	0.22978	0.32600	0.81186	0.28249
0.00868	0.06600	0.30753	0.02821	0.08401	0.19600	0.60771	0.13832	0.23113	0.32700	0.81320	0.28365
0.00896	0.06700	0.31052	0.02884	0.08493	0.19700	0.60955	0.13933	0.23248	0.32800	0.81453	0.28481
0.00924	0.06800	0.31350	0.02948	0.08581	0.19800	0.61139	0.14035	0.23383	0.32900	0.81587	0.28597
0.00953	0.06900	0.31647	0.03013	0.08669	0.19900	0.61323	0.14136	0.23519	0.33000	0.81720	0.28713
0.00983	0.07000	0.31941	0.03077	0.08757	0.20000	0.61506	0.14238	0.23655	0.33100	0.81852	0.28829
0.01013	0.07100	0.32234	0.03142	0.08846	0.20100	0.61689	0.14340	0.23791	0.33200	0.81982	0.28945
0.01043	0.07200	0.32526	0.03208	0.08935	0.20200	0.61872	0.14442	0.23928	0.33300	0.82113	0.29061
0.01074	0.07300	0.32815	0.03274	0.09025	0.20300	0.62055	0.14544	0.24064	0.33400	0.82243	0.29177
0.01106	0.07400	0.33103	0.03341	0.09115	0.20400	0.62238	0.14647	0.24202	0.33500	0.82373	0.29294
0.01138	0.07500	0.33390	0.03407	0.09206	0.20500	0.62421	0.14750	0.24339	0.33600	0.82503	0.29410
0.01170	0.07600	0.33651	0.03475	0.09297	0.20600	0.62604	0.14852	0.24477	0.33700	0.82633	0.29526
0.01203	0.07700	0.33958	0.03542	0.09388	0.20700	0.62787	0.14956	0.24615	0.33800	0.82763	0.29642
0.01236	0.07800	0.34241	0.03610	0.09480	0.20800	0.62970	0.15059	0.24753	0.33900	0.82894	0.29758
0.01270	0.07900	0.34522	0.03679	0.09572	0.20900	0.63153	0.15162	0.24892	0.34000	0.83024	0.29874
0.01304	0.08000	0.34801	0.03748	0.09665	0.21000	0.63336	0.15266	0.25031	0.34100	0.83153	0.29990
0.01339	0.08100	0.35079	0.03817	0.09758	0.21100	0.63487	0.15370	0.25170	0.34200	0.83280	0.30106
0.01374	0.08200	0.35355	0.03887	0.09851	0.21200	0.63664	0.15474	0.25310	0.34300	0.83407	0.30222
0.01410	0.08300	0.35630	0.03957	0.09945	0.21300	0.63842	0.15578	0.25449	0.34400	0.83534	0.30338
0.01446	0.08400	0.35904	0.04027	0.10039	0.21400	0.64019	0.15682	0.25589	0.34500	0.83662	0.30455
0.01483	0.08500	0.36176	0.04098	0.10134	0.21500	0.64196	0.15787	0.25730	0.34600	0.83789	0.30571
0.01520	0.08600	0.36448	0.04169	0.10229	0.21600	0.64373	0.15891	0.25870	0.34700	0.83916	0.30687
0.01557	0.08700	0.36717	0.04241	0.10325	0.21700	0.64550	0.15996	0.26011	0.34800	0.84043	0.30803
0.01595	0.08800	0.36986	0.04313	0.10420	0.21800	0.64728	0.16101	0.26153	0.34900	0.84170	0.30919
0.01634	0.08900	0.37253	0.04385	0.10517	0.21900	0.64905	0.16207	0.26294	0.35000	0.84297	0.31192
0.01673	0.09000	0.37519	0.04458	0.10613	0.22000	0.65082	0.16312	0.26436	0.35100	0.84423	0.31313
0.01712	0.09100	0.37842	0.04531	0.10711	0.22100	0.65238	0.16418	0.26578	0.35200	0.84547	0.31435
0.01752	0.09200	0.38048	0.04604	0.10808	0.22200	0.65411	0.16523	0.26720	0.35300	0.84671	0.31556
0.01792	0.09300	0.38310	0.04678	0.10906	0.22300	0.65583	0.16629	0.26863	0.35400	0.84795	0.31678
0.01833	0.09400	0.38572	0.04752	0.11004	0.22400	0.65756	0.16735	0.27006	0.35500	0.84919	0.31799

ACERCIAMIENTO	
	Planta de losa de concreto
	Planta de muros de concreto
	Planta de columnas de concreto
	Planta de vigas de concreto
	Planta de acero de refuerzo

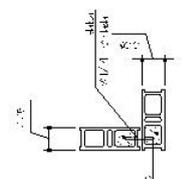
	Planta de losa de concreto
	Planta de muros de concreto
	Planta de columnas de concreto
	Planta de vigas de concreto
	Planta de acero de refuerzo



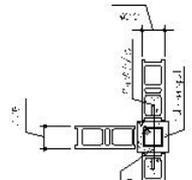
PLANTA DE EMPLANTILLO + CIMENTACIÓN
ESCALA: 1:50



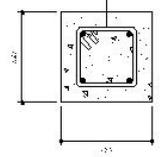
DETALLE 1
ESCALA: 1:15



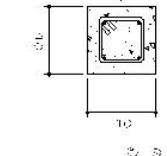
DETALLE 2
ESCALA: 1:15



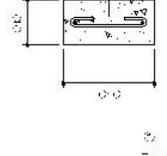
DETALLE 3
ESCALA: 1:15



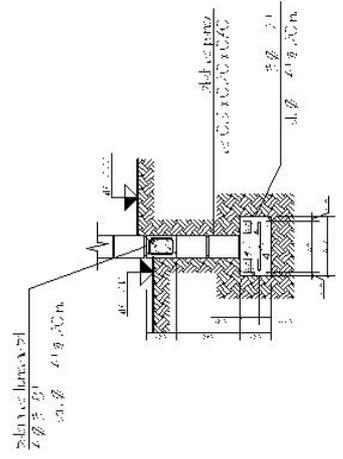
COLUMNA TIPO 1
ESCALA: 1:5



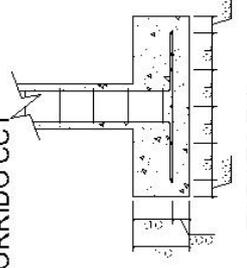
COLUMNA TIPO 2
ESCALA: 1:5



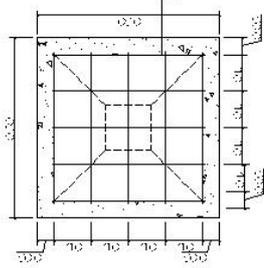
COLUMNA TIPO 3
ESCALA: 1:5



CIMENTO CORRIDO CC1
ESCALA: 1:15



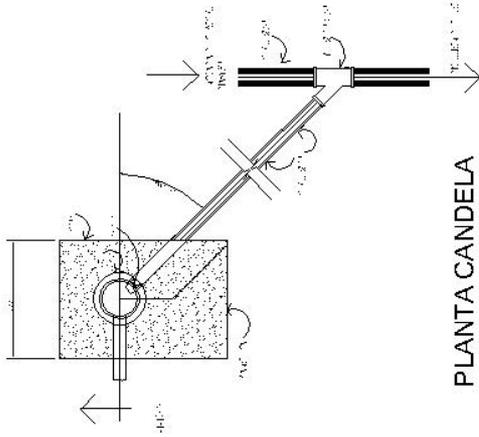
ZAPATA Z-1
ESCALA: 1:10



ZAPATA Z-1
ESCALA: 1:10

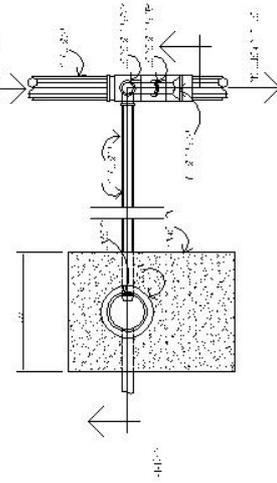
EPS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
CONTENIDO	OBJETO	NOMBRE MATERIA
PLANO DE EMPLANTILLO Y CIMENTACIÓN	PROYECTO	PROYECTO DE CIMENTACIÓN
PROFESOR	ALUMNO	FECHA
DR. JUAN JOSÉ	ESTUDIANTE	2023
DR. JUAN JOSÉ	ESTUDIANTE	2023
DR. JUAN JOSÉ	ESTUDIANTE	2023
DR. JUAN JOSÉ	ESTUDIANTE	2023
DR. JUAN JOSÉ	ESTUDIANTE	2023

AREA DE COBERTURA DE
SEÑALAMIENTO MAYOR A 2.50m²
CANTIDAD DE CABLES 4-6-8-10-12

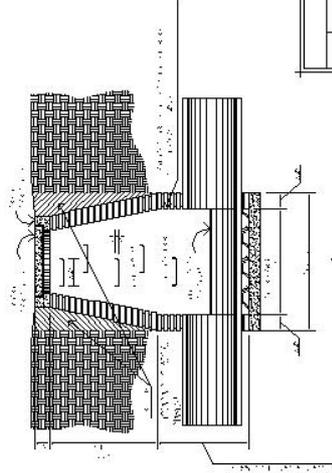


PLANTA CANDELA
ESCALA: 1:20

AREA DE COBERTURA DE
SEÑALAMIENTO MAYOR A 2.50m²
CANTIDAD DE CABLES 4-6-8-10-12

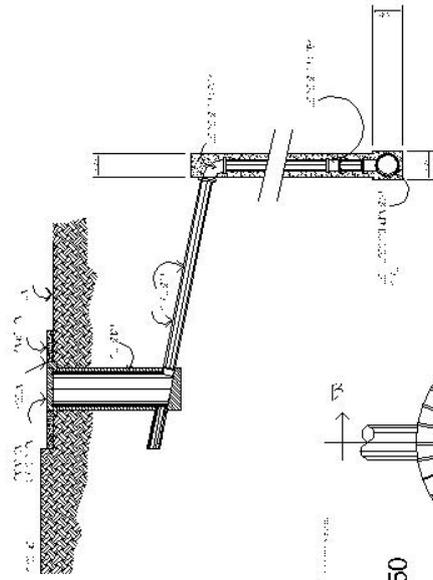


PLANTA CANDELA
ESCALA: 1:20

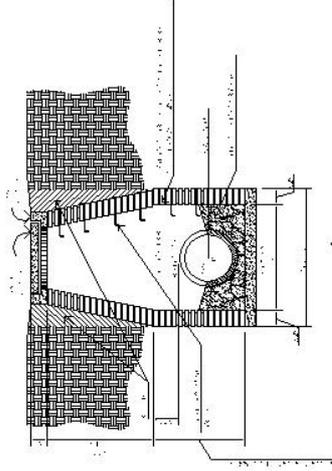


SECCIÓN B-B'
ESCALA: 1: SIN ESCALA

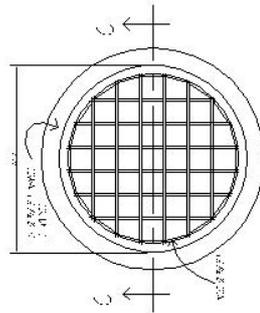
1.	Área de cobertura de señalamiento mayor a 2.50m ²
2.	Área de cobertura de señalamiento mayor a 2.50m ²
3.	Área de cobertura de señalamiento mayor a 2.50m ²
4.	Área de cobertura de señalamiento mayor a 2.50m ²
5.	Área de cobertura de señalamiento mayor a 2.50m ²
6.	Área de cobertura de señalamiento mayor a 2.50m ²
7.	Área de cobertura de señalamiento mayor a 2.50m ²
8.	Área de cobertura de señalamiento mayor a 2.50m ²



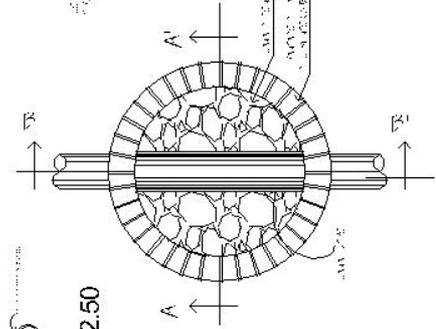
SECCIÓN CANDELA ALTA HASTA 2.50
ESCALA: 1:20



SECCIÓN A-A'
ESCALA: 1: SIN ESCALA

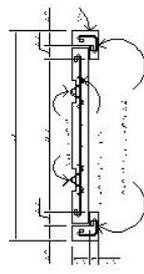


PLANTA POZO VISITA
ESCALA: 1: SIN ESCALA



PLANTA POZO VISITA
ESCALA: 1: SIN ESCALA

SECCIÓN CANDELA ALTA MAYOR 2.50
ESCALA: 1:20



SECCIÓN C-C' POZO VISITA
ESCALA: 1:20

EPS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
CONTENIDO	2.1/200.25	FECHA: MAR/2008
PROYECTO	MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE SEÑALAMIENTO	FECHA: 09/08
PROFESOR	ING. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ GONZÁLEZ	FECHA: 09/08
ESTUDIANTE	ING. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ GONZÁLEZ	FECHA: 09/08
ING. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ GONZÁLEZ		FECHA: 09/08