



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

**DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LLANO DE CHINCHILLA Y SALÓN
COMUNAL PARA LA ALDEA LA CARBONERA, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA,
DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**

Abner Izaí Monzón Pérez

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LLANO DE CHINCHILLA Y SALÓN
COMUNAL PARA LA ALDEA LA CARBONERA, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA,
DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ABNER IZAÍ MONZÓN PÉREZ

ASESORADO POR EL ING.MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LLANO DE CHINCHILLA Y SALÓN
COMUNAL PARA LA ALDEA LA CARBONERA, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA,
DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha mayo de 2010.


Abner Izai Monzón Pérez



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 18 de abril de 2012
Ref.EPS.DOC.588.04.12

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Abner Izaí Monzón Pérez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200412316**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LLANO DE CHINCHILLA Y SALÓN COMUNAL PARA LA ALDEA LA CARBONERA, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MAAO/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
17 de mayo de 2012

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LLANO DE CHINCHILLA Y SALÓN COMUNAL PARA LA ALDEA LA CARBONERA, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Abner Izaí Monzón Pérez, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
8 de agosto de 2012

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LLANO DE CHINCHILLA Y SALÓN COMUNAL PARA LA ALDEA LA CARBONERA, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Abner Izaí Monzón Pérez, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de octubre de 2012

Ref.EPS.D.844.10.12

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LLANO DE CHINCHILLA Y SALÓN COMUNAL PARA LA ALDEA LA CARBONERA, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Abner Izai Monzón Pérez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Alitza Corderón de León De de León
Directora Unidad de EPS

SACdL/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Abner Izaí Monzón Pérez, titulado **DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LLANO DE CHINCHILLA Y SALÓN COMUNAL PARA LA ALDEA LA CARBONERA, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2012

/bbdeb.



DTG. 627.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LLANO DE CHINCHILA Y SALÓN COMUNAL PARA LA ALDEA LA CARBONERA, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, presentado por el estudiante universitario **Abner Izaí Monzón Pérez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 26 de noviembre de 2012

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Carlos Enrique Monzón Rabanales (q.e.p.d.) y María Magdalena Carmelita Pérez. Con mucho amor y admiración por el esfuerzo que realizaron día a día desde mi nacimiento, por el ejemplo y buenos consejos que me han servido para ser una persona de bien.

Mi padre

Por enseñarme el camino de la construcción, enseñándome sus conocimientos empíricos de albañilería y que me sirvieron para alcanzar esta meta.

Mis hermanos

Mynor, Osberto, Carlos, Saraí, Yesenia y Carmen Monzón Pérez. Como muestra sincera del gran cariño fraternal que existe entre nosotros.

Mi abuela

Feliza Rabanales (q.e.p.d.), por sus consejos, apoyo incondicional, y por el gran cariño que me brindo.

Mi familia

Con mucho cariño y aprecio a todos.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por haberme dado la vida, sabiduría y las capacidades para permitirme alcanzar este anhelado triunfo.
Mis padres	Carlos Enrique Monzón Rabanales y Maria Magdalena Carmelita Pérez, por darme la oportunidad de ser un profesional, por creer en mí y por darme la mejor formación para enfrentar la vida.
Mis hermanos	Mynor, Osberto, Carlos, Saraí, Yesenia y Carmen Monzón Pérez. Por el apoyo económico y moral que me han brindado incondicionalmente y por ser parte activa de este sueño, en especial a Osberto Monzón, por la confianza, consejos y apoyo incondicional.
Mi familia	A mis abuelos, tíos y tías, primos y primas. Con todo cariño y aprecio.
Asesor	El Ing. Manuel Arrivillaga, por brindarme su asesoría y apoyo incondicional. Y especialmente por mostrarme sin egoísmo el camino hasta llegar aquí.

USAC	Especialmente a la Facultad de Ingeniería, por darme las herramientas necesarias y permitirme forjar en sus aulas uno de mis más grandes anhelos.
Mis amigos	Yenser Barrios y Mario Marroquín, por su amistad invaluable y apoyo incondicional en todo momento.
Municipalidad de Sta. Catarina Mita, Jutiapa	Por la oportunidad de realizar mi EPS en tan lindo lugar.
La OMP	Gracias por el apoyo absoluto y especialmente por su amistad. Especialmente a la Arq. Karen Espino.

A todas las personas que han confiado y creído en mí, e hicieron esto posible, agradezco a Dios hayan estado en los momentos importantes de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa.....	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.1.2. Localización del lugar	3
1.1.3. Ubicación geográfica	3
1.1.4. Aspectos topográficos	4
1.1.5. Vías de acceso	5
1.1.6. Clima	5
1.1.7. Colindancias.....	6
1.1.8. Turismo	6
1.1.9. Demografía.....	7
1.1.10. Actividades socioeconómicas	10
1.1.10.1. Breve descripción de las actividades productivas de la comunidad	10
1.1.11. Idioma	11
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa.	11

1.2.1.	Descripción de las necesidades	11
1.2.2.	Priorización de las necesidades	12
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	15
2.1.	Diseño del drenaje sanitario para la aldea Llano de Chinchilla de Santa Catarina Mita, Jutiapa	15
2.1.1.	Descripción del proyecto	15
2.1.2.	Investigación preliminar	16
2.1.3.	Levantamiento topográfico	17
2.1.4.	Diseño del sistema.....	18
2.1.4.1.	Descripción del sistema a utilizar.....	18
2.1.4.2.	Diseño hidráulico	19
2.1.4.2.1.	Período de diseño	19
2.1.4.2.2.	Población del sistema...	19
2.1.4.2.3.	Dotación	21
2.1.4.2.4.	Factor de retorno	22
2.1.4.2.5.	Factor de flujo instantáneo	22
2.1.4.2.6.	Caudal sanitario.....	23
2.1.4.2.7.	Factor de caudal medio	26
2.1.4.2.8.	Caudal de diseño.....	27
2.1.4.2.9.	Diseño de secciones y pendientes.....	28
2.1.4.2.10.	Velocidades máximas y mínimas.....	28
2.1.4.2.11.	Cotas invert	29
2.1.4.2.12.	Diámetros de tuberías ..	30

	2.1.4.2.13.	Profundidades de tuberías	31
		31
2.1.5.		Obras hidráulicas.....	31
	2.1.5.1.	Pozos de visita.....	32
	2.1.5.2.	Conexiones domiciliarias	33
	2.1.5.3.	Tubería a utilizar	34
	2.1.5.4.	Diseño de fosa séptica.....	41
	2.1.5.5.	Dimensionamiento de pozo de absorción	
		46
2.1.6.		Normas a utilizar.....	47
2.1.7.		Planos constructivos.....	47
2.1.8.		Presupuesto	48
2.1.9.		Análisis socioeconómico.....	50
	2.1.9.1.	Valor Presente Neto (VPN)	50
	2.1.9.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	51
2.1.10.		Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	53
2.2.		Diseño de salón comunal para la aldea La Carbonera, Santa	
		Catarina Mita, Jutiapa	58
2.2.1.		Descripción del proyecto	58
2.2.2.		Investigación preliminar	58
	2.2.2.1.	Terreno disponible	58
	2.2.2.2.	Análisis de suelos	59
2.2.3.		Diseño arquitectónico	62
	2.2.3.1.	Distribución de ambientes	63
	2.2.3.2.	Altura del edificio.....	63
	2.2.3.3.	Selección del sistema estructural a	
		utilizar	64
2.2.4.		Análisis estructural	68
	2.2.4.1.	Predimensionamiento estructural	69

2.2.4.2.	Cargas horizontales y verticales aplicadas a mampostería	69
2.2.4.3.	Método simplificado de diseño en muros de mampostería	75
2.2.5.	Diseño estructural	95
2.2.5.1.	Tipo de techo diseño de la cubierta con techo curvo (Curvotek)	95
2.2.5.2.	Muros de mampostería.....	99
2.2.5.3.	Columnas y soleras	106
2.2.6.	Normas a utilizar	123
2.2.7.	Instalaciones eléctricas	123
2.2.8.	Instalaciones hidráulicas	125
2.2.9.	Planos constructivos	125
2.2.10.	Presupuesto	126
2.2.11.	Cronograma de actividades	128
CONCLUSIONES		131
RECOMENDACIONES		133
BIBLIOGRAFÍA		135
APÉNDICES		137
ANEXOS		143

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de ubicación geográfica.....	1
2.	Ubicación de la aldea Llano de Chinchilla	4
3.	Ubicación del drenaje sanitario.....	16
4.	Localización del terreno disponible para desfogue	17
5.	Pozo de visita.....	33
6.	Conexión domiciliar	34
7.	Variación del VPN debido a la TIR	51
8.	Terreno disponible para salón comunal.....	59
9.	Detalle de relación flecha luz y cargas de diseño.	74
10.	Deflexión producida por una fuerza lateral en muro	77
11.	Dimensiones de salón comunal.....	79
12.	Fuerzas en un arco	96
13.	Detalle de la cubierta del techo	98
14.	Detalle de viga-canal y anclaje de techo	98
15.	Corte longitudinal de muro de mampostería.....	110
16.	Corte transversal de muro de mampostería	110
17.	Esquema de cimiento corrido	116
18.	Dimensiones iniciales del cimiento corrido	117
19.	Planta de cimiento corrido	122
20.	Corte de cimiento corrido	123

TABLAS

I.	Aldeas del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa.....	2
II.	Parámetros hidrológicos estación Asunción Mita	6
III.	Población total y su distribución porcentual.....	8
IV.	Datos de diseño	35
V.	Presupuesto drenaje sanitario.....	49
VI.	Matriz modificada de Leopold, para el drenaje sanitario de la aldea Llano de Chinchilla.....	56
VII.	Cronograma de ejecución físico-financiero drenaje sanitario	57
VIII.	Valor soporte permisible, según tipo de suelo	60
IX.	Cargas vivas mínimas distribuidas uniformemente	71
X.	Reacciones correspondiente a la acción de cargas, debidas a techo curvo de aluminio-zinc	75
XI.	Distancias de muros de carga de salón comunal	80
XII.	Rigideces en muros de carga.....	81
XIII.	Cálculo de centro de torsión de muros sentido X	82
XIV.	Cálculo de centro de torsión en muros sentido Y	82
XV.	Cálculo de centro de masas en muros de carga	83
XVI.	Cálculo de pesos de muros de carga	84
XVII.	Coeficiente de riesgo sísmico de la región analizada	86
XVIII.	Factores sísmicos en edificios	86
XIX.	Factores sísmicos en estructuras.....	86
XX.	Distribución de carga lateral sentido Y	92
XXI.	Distribución de carga lateral sentido X.....	93
XXII.	Distribución de momento de volteo sentido X	94
XXIII.	Distribución de momento de volteo sentido Y	94
XXIV.	Reacciones correspondiente a la acción de cargas debidas a techo curvo de aluminio-zinc	97

XXV.	Diseño de mampostería a flexión	101
XXVI.	Diseño de mampostería a corte.....	104
XXVII.	Cálculo de refuerzo vertical y horizontal de mampostería.....	105
XXVIII.	Colocación de tomacorrientes	125
XXIX.	Presupuesto salón comunal	127
XXX.	Cronograma de ejecución físico-financiero, salón comunal	129

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
As	Área de acero
As_{max}	Área de acero máxima
As_{min}	Área de acero mínima
As_{tem}	Área de acero por temperatura
Av	Área de la varilla
Vs	Capacidad soporte del suelo
CU	Carga última
Q	Caudal
Cm	Centímetro
pvc	Cloruro de polivinilo (material de tubo plástico)
Vb	Corte basal
dom	Domiciliar

dot	Dotación
S_{máx}	Espaciamiento máximo de estribos
FCU	Factor de carga última
S	Fuerza del sismo
hab	Habitante
h	Hora
I	Inercia
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
kg/m	kilogramo por metro
l	Litro
E_m	Módulo de elasticidad del block
S%	Pendiente en porcentaje
n	Período de diseño
Rec	Recubrimiento
f'c	Resistencia última del concreto

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica
Aguas residuales	Son los desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua procedentes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
Anaeróbico	Condición en la cual no se encuentra presencia de oxígeno.
Área de aceromínima	Cantidad de acero, determinado por la sección y límite de fluencia.
ASTM	American Society Testing Materials
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	Carga permanente en la estructura.

Carga última	Carga por su respectivo factor de incertidumbre.
Carga viva	Carga no permanente a través del tiempo, se estima que podrá trasladarse en el futuro de un lugar a otro, debe tomarse siempre en cuenta para que no ocasione cambios estructurales.
Caudal	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda, hasta la candela.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado.
Cotas Invert	Son las alturas o cotas de la parte inferior de una tubería ya instalada.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Desfogue	Salida del agua de desecho en un punto determinado.

Dotación	Es la cantidad de agua necesaria para consumo de una persona por día.
Especificaciones	Son normas generales y técnicas de construcción con disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto
Estribo	Elemento de una estructura que resiste el esfuerzo cortante.
Fuerza de sismo	Carga que es inducida por un sismo y que provoca esfuerzos en la subestructura.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
Mampostería	Material de construcción, en el que se utilizan bloques de piedra, ladrillo y otro material similar, juntados con un mortero, el que puede ser de cemento y arena o de cal y arena.
Perfil	Delineación de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a puntos de control.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.

SEAOC

Método para calcular fuerzas horizontales o corte basal en una estructura o edificio

Topografía

Es el arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado en el municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa; tiene como objetivo fundamental, proporcionar soluciones técnicas a los problemas que se presenten, de acuerdo a las diversas necesidades de la población.

Este trabajo de graduación está dividido en dos fases: en la primera fase de investigación, se hace una descripción del municipio, donde se puede encontrar: datos poblacionales, clima, topografía, tipo de suelo, recursos hidrológicos, entre otros datos. Además se realiza un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio.

En la segunda fase denominada Servicio Técnico Profesional, contiene el desarrollo del diseño del drenaje sanitario en la aldea Llano de Chinchilla y un salón comunal para la aldea La Carbonera de este municipio. Dichos proyectos fueron seleccionados con base al diagnóstico practicado conjuntamente con autoridades municipales, COCODE y población beneficiaria.

Para el diseño del drenaje sanitario, se partió del levantamiento topográfico, con esta información de campo se procedió al cálculo del caudal de diseño y posteriormente al diseño hidráulico, comprobando las relaciones hidráulicas d/D , q/Q y v/V , todos bajo las normas y parámetros que la rigen. Mientras que para el salón comunal, se necesitó la medición del área disponible por métodos topográficos, estudio de suelos, estimación de cargas. La estructura del salón comunal está diseñada con mampostería reforzada. Por último se presentan los planos y los presupuestos correspondientes.

OBJETIVOS

General

Ayudar a mejorar las condiciones de vida de la población diseñando el drenaje sanitario para la aldea Llano de Chinchilla y salón comunal para la aldea La Carbonera, municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Específicos

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico, sobre las necesidades prioritarias existentes en cuanto a servicios básicos e infraestructura en el municipio de Santa Catarina Mita, departamento de Jutiapa.
2. Aportar conocimientos para el desarrollo en infraestructura y servicios básicos para el beneficio de las comunidades y de esta forma tengan una mejor calidad de vida.

INTRODUCCIÓN

Las comunidades del interior del país, sufren de muchas necesidades debido a la falta de infraestructura, es por ello que la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, proporciona un gran apoyo a las municipalidades mediante la modalidad de EPS como proyecto de graduación, además es un medio que permite, dar ayuda a las poblaciones necesitadas, y al mismo tiempo, poner en contacto con la realidad actual del país, en donde no se cuentan con recursos para contratar servicios profesionales.

Este trabajo presenta los diseños de un drenaje sanitario, para la aldea Llano de Chinchilla y la edificación de un salón comunal para la aldea La Carbonera, municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa, los cuales fueron seleccionados con base a una evaluación y priorización de necesidades del municipio.

El primer proyecto pretende principalmente evitar enfermedades, dado a que en todo lugar o población dotados de agua potable, se requiere de un sistema de evacuación y tratado de aguas negras. El segundo pretende contribuir con el desarrollo físico y sociocultural de la población y comunidades aledañas.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

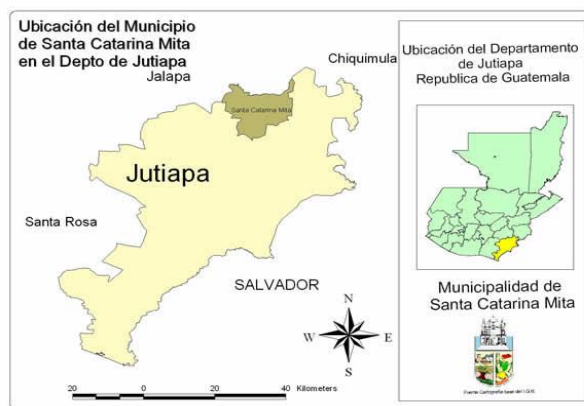
1.1. Monografía del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa

Una monografía es una reseña que trata un tema en particular, porque está dedicada a utilizar diversas fuentes compiladas y procesadas por uno, por varios o por muchísimos autores.

1.1.1. Aspectos generales

El municipio de Santa Catarina Mita se ubica en la parte norte y dentro de la cuenca del río Ostúa, del departamento de Jutiapa. La cabecera municipal está cercana a las faldas del volcán Suchitán, motivo por el cual el trazo de sus calles se inclina de sur a norte.

Figura 1. Mapa de ubicación geográfica



Fuente: Oficina de Planificación. Municipalidad Santa Catarina Mita, Jutiapa.

División territorial, administrativa e idioma

Como territorio principal se cuenta con la cabecera municipal, centro administrativo de la jurisdicción. El municipio está organizado territorialmente en 50 centros poblados que incluye la cabecera municipal, 20 aldeas, 26 caseríos y 3 fincas.

Las aldeas son las siguientes:

Tabla I. **Aldeas del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa**

1	Horcones	11	Lajas
2	Suchitán	12	Cuesta del Guayabo
3	El Quebracho	13	El Limón
4	Llano de Chinchilla	14	Magueyes
5	La Barranca	15	Santa Rosa
6	El Rodeo	16	Los Zorrillos
7	Sabanetas	17	Jocote Dulce
8	Buena Vista o Altillo	18	Carbonera
9	Brasilar	19	Zacuapa
10	Aldea Nueva	20	Uluma

Fuente: elaboración propia.

Descripción demográfica

- Etnias

El municipio no cuenta con grupos étnicos indígenas. Se tienen datos que 40 años atrás existían Pocomames y Xincas, los cuales emigraron.

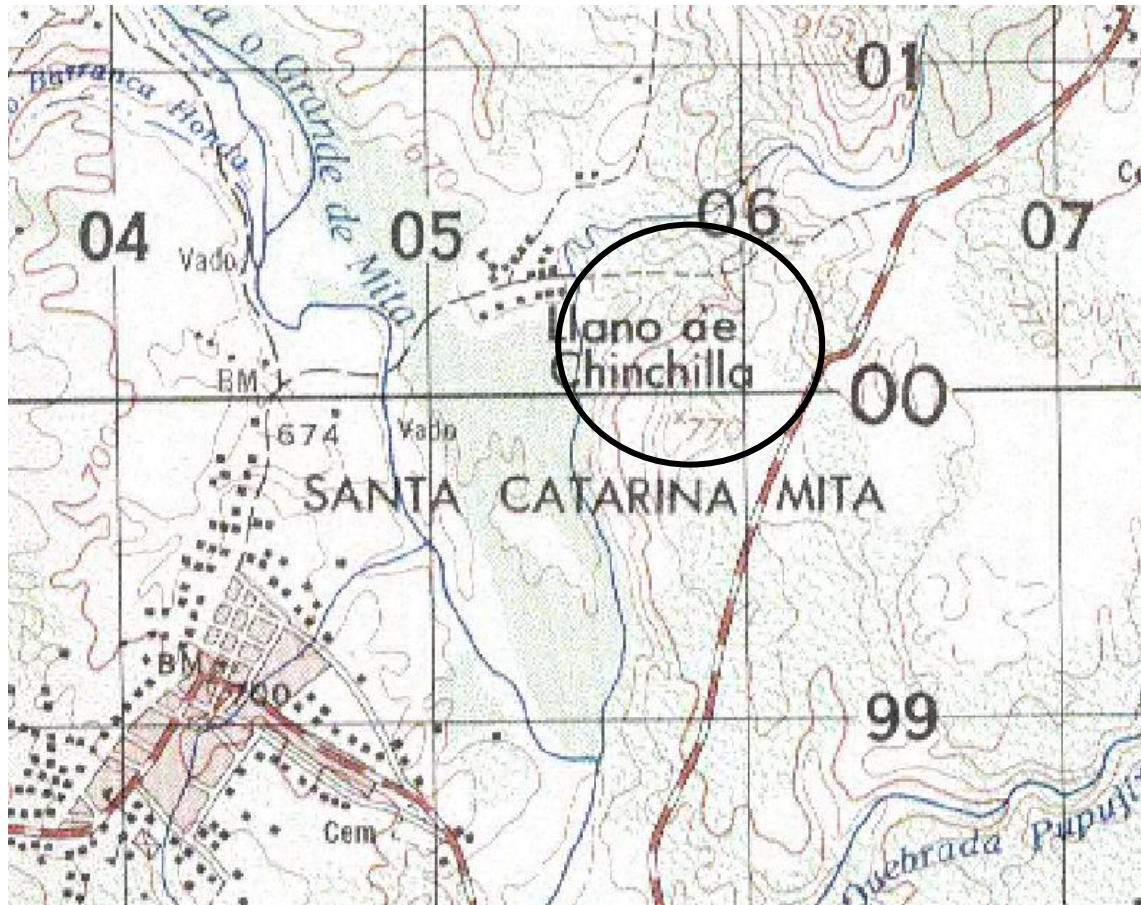
1.1.2. Localización del lugar

Santa Catarina Mita se localiza a 150 kilómetros de la ciudad capital y es uno de los 17 municipios del departamento de Jutiapa. Se divide en cuatro grandes áreas que son: Área río Ostúa, Área Suchitán, Área Ixtepeque y Área de Laguna de San Pedro. El municipio colinda con las siguientes poblaciones: al norte con San Manuel Chaparrón (Jalapa) y parte de Agua Blanca; al oriente con Agua Blanca (Jutiapa) y Asunción Mita (Jutiapa); al occidente con Monjas (Jalapa) y El Progreso (Jutiapa), y al sur con este último municipio, el de Asunción Mita y una franja de la cabecera departamental de Jutiapa.

1.1.3. Ubicación geográfica

El municipio cuenta con una extensión territorial de 132 kilómetros cuadrados y está ubicado a una altura de 700,02 metros sobre el nivel del mar, y sus coordenadas se localizan a 14° 27' 02" latitud norte y 89° 44' 34" longitud este del meridiano de Greenwich.

Figura 2. **Ubicación de la aldea Llano de Chinchilla**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN), mapa cartográfico escala 1:50,000 del departamento de Jutiapa.

1.1.4. Aspectos topográficos

La topografía del municipio es quebrada, con pendientes que oscilan desde 5 por ciento hasta 45 por ciento en terrenos montañosos, quebrados y pedregosos que en algunas partes conforman planadas en aldea Jocote Dulce y alrededores, una buena parte de Las Aradas, Jocotillo y en menos proporción en Rodeo que son utilizadas para diferentes propósitos productivos.

1.1.5. Vías de acceso

El municipio de Santa Catarina Mita se encuentra ubicado en el departamento de Jutiapa en la parte noroeste. Dista de la cabecera departamental 33 kilómetros y 150 kilómetros de la ciudad capital.

La arteria principal que conduce al municipio es la carretera Interamericana, ésta tiene dos ramales: el primer ramal es el que se desprende de la cabecera municipal de El Progreso, haciendo un recorrido de 16 kilómetros y pasando por las comunidades de Cuesta del Guayabo, Suchitán, Aldea Nueva, Horcones y algunos caseríos la cual se encuentra asfaltada en su totalidad, el segundo ramal, es por la carretera llamada comúnmente La Arenera forma parte de la CA-1 proveniente de la ciudad capital.

Las carreteras interiores del municipio a pesar de tener algunas aún de terracería, son de fácil acceso y transitables por toda clase de vehículos durante el verano. En época de invierno son pocas las transitables y en algunos casos sólo se puede tener acceso a las comunidades a pie, a caballo o en vehículos de doble transmisión. En general, el estado de las carreteras satisface las necesidades de transporte, lo cual permite el intercambio de productos que son objeto de comercialización.

1.1.6. Clima

El clima de Santa Catarina Mita, generalmente es cálido, pero se acentúa en los meses de marzo y abril, pero las aldeas y caseríos no experimentan dicha acentuación por el lugar geográfico que ocupan; durante los meses de noviembre, diciembre y enero la temperatura es baja por las montañas colindantes.

La estación meteorológica más cercana al municipio es la Estación Asunción Mita, la cual nos proporciona los siguientes parámetros del lugar.

Tabla II. Parámetros hidrológicos estación Asunción Mita

Temperatura Máxima (Promedio anual en grados centígrados)	33,92
Temperatura Media (Promedio anual en grados centígrados)	27,15
Temperatura Mínima (Promedio anual en grados centígrados)	20,20
Temperatura Máxima Absoluta (Promedio anual en grados centígrados)	38,98
Temperatura Mínima Absoluta (Promedio anual en grados centígrados)	14,29
Lluvia (Promedio anual en mm.)	1 425,25
Humedad Relativa Media (Promedio anual en porcentaje %)	67,10

Fuente: elaboración propia.

1.1.7. Colindancias

El municipio colinda con las siguientes poblaciones: al norte con San Manuel Chaparrón (Jalapa); y parte de Agua Blanca; al oriente misma Agua Blanca y Asunción Mita (Jutiapa); al occidente con Las Monjas o Monjas (Jalapa) y el Progreso o Achuapa (Jutiapa), y al sur con este último municipio, el de Asunción Mita y una franja de la cabecera departamental de Jutiapa.

1.1.8. Turismo

En cuanto al turismo en el municipio se encuentra gran variedad de centros turísticos distribuidos en todo el territorio municipal y principalmente en su cabecera, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

- Volcán Suchitán
- Iglesia Católica Colonial
- Polideportivo Municipal
- Balneario Brisas del Sunzo
- Balneario Las Vegas
- Volcán Ixtepeque
- Parque Municipal
- Río Ostúa
- Y gran variedad de lugares en el área urbana

1.1.9. Demografía

El municipio de Santa Catarina Mita cuenta con 27 529 habitantes, con factor de crecimiento poblacional 3,58 por ciento. Observándose que la población del municipio posee un alto promedio de menores de edad un total de 6 245, lo que quiere decir que el potencial infantil es bastante elevado y sobre la base de este deberá proyectarse el desarrollo del municipio; el total entre hombres y mujeres mayores de 18 años es de 5 366, según el último censo realizado en el 2004, por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

El núcleo familiar en el municipio es de 4 a 5 miembros por familia promedio, caracterizándose en el área rural un núcleo familiar de 6 a 8 miembros por familia. El número de familias aproximadamente en el área urbana es de 1706, extendiéndose a nivel de población un total de 5 479 familias.

El número de viviendas en el área urbana es de 2 107 mientras que el área rural, según datos del censo realizado por el centro de salud del municipio es de 3 102, haciendo un total de 5 209 viviendas. La mayoría de las viviendas

son casas formales, que poseen condiciones físicas favorables, por muy sencillas que estas sean. Antes construían de adobe y teja, poco a poco ha ido mejorando el tipo de construcción, actualmente utilizan materiales como: block, ladrillo, piso de cemento.

Tabla III. Población total y su distribución porcentual

LUGAR POBLADO	POBLACIÓN DEL LUGAR	PORCENTAJE
Casco urbano	8 883	32,27
Aldea Nueva	305	1,11
Buena Vista	292	1,06
El Jocotillo	73	0,27
La Barranca	283	1,03
El Puente	188	0,68
El Brazilar	35	0,13
San Nicolás	115	0,42
Carbonera	804	2,92
La Montañita	261	0,95
Los Tenas	74	0,27
Cuesta del Guayabo	1,959	7,12
Los Quintana	55	0,20
El Rodeo	754	2,74
Los Sandoval	115	0,42
El Coco	20	0,07
El Limón	1,675	6,08
El Quebracho	1,333	4,84
El Roblar	232	0,84
El Mezcal (Ya no existe)		0,00
Horcones	1,228	4,46
La Aradita	395	1,43
San Miguel	18	0,07
San Isidro	36	0,13
Jocote Dulce	536	1,95

Continuación de la tabla III.

Casas Viejas (ya no existe)		0,00
Uluma	84	0,31
El Pinal (ya no existe)		0,00
Corinto	102	0,37
Las Lajas	369	1,34
La Tuna (está en parte de Agua blanca)	80	0,29
Llano de Chinchilla	360	1,31
Valle Nuevo	331	1,20
Magueyes (R)	344	1,25
Santa Rosa	202	0,73
Suchitan	3.150	11,44
Laguna de Retana	69	0,25
Sabanetas	99	0,36
Zacuapa	174	0,63
El Guapinol (R)	93	0,34
Los Zorrillos	61	0,22
Cuesta de García	154	0,56
Llanos de San Vicente	31	0,11
Cuesta de los Ambrocios	97	0,35
La Arada	460	1,67
Los Aguilares	34	0,12
Llano de Lagarto	549	1,99
San Vicente	111	0,40
Laguna de San Pedro	272	0,99
San Jorge	103	0,37
Quebrada del Muerto (La Unión)	281	1,02
Los Gozales,Aguilares,Montoyas	250	0,91
TOTALES	27.529	100,00

Fuente: Oficina de Planificación. Municipalidad Santa Catarina Mita, Jutiapa.

1.1.10. Actividades socioeconómicas

Son aquellas que permiten la generación de riqueza dentro de una comunidad (ciudad, región, país) mediante la extracción, transformación y distribución de los recursos naturales o bien de algún servicio; teniendo como fin la satisfacción de las necesidades humanas.

1.1.10.1. Breve descripción de las actividades productivas de la comunidad

En el municipio de Santa Catarina Mita, entre las actividades que comprenden la economía, están: la industria, la agricultura y la artesanía, claro está que todas éstas a pequeña escala.

Algunos de los productos obtenidos de las actividades ya mencionadas, podemos citar: leche, crema, queso, requesón, suero, huevos, productos cárnicos, todo lo anterior, generalmente se comercializa en el mercado local, la explotación pecuaria es básicamente tradicional y artesanal, zapatería, elaboración de conservas, floristería artificial, fabricación de artículos de metal y de barro.

De los productos que se obtienen en cantidades comerciales tales como mango, tomate y sandía, no son explotados debido a que los precios del mercado son inadecuados para su comercialización en comparación con los costos de producción, de igual manera con lo que es la peletería.

1.1.11. Idioma

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

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa

A continuación se mencionan las necesidades de servicios básicos, además de la infraestructura para el municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa, con este proyecto se pretende mitigar estas necesidades.

1.2.1. Descripción de las necesidades

El municipio de Santa Catarina Mita, a pesar de encontrarse en un desarrollo constante, padece una serie de necesidades, tanto de servicios básicos como de infraestructura tales como:

Infraestructura:

- Establecimientos educativos
- Mejoramiento de caminos
- Salón para reuniones político-sociales
- Sistemas de disposición de aguas residuales
- Puentes para salvar obstáculos
- Mejoramiento de la calidad del agua de consumo
- Creación de espacios destinados para estacionamiento

Sociales

Ayuda a las comunidades para el re fortalecimiento de los COCODE, ayuda profesional a los agricultores de la localidad para mejorar la calidad de sus productos. Además de asesorías para el mejoramiento de la industria zapatera de la localidad.

1.2.2. Priorización de las necesidades

La razón por la cual se priorizaron dichos proyectos, es la siguiente:

Drenaje sanitario para la aldea Llano de Chinchilla:

- La aldea Llano de Chinchilla carece de un sistema de alcantarillado sanitario, por lo que los habitantes se ven obligados a utilizar una fosa séptica y perforar pozos de absorción para desfogar las aguas residuales.
- Así mismo este sector presenta un crecimiento poblacional aumentando el número de pozos de absorción, lo que provoca la contaminación de los mantos freáticos, afectando la calidad del agua que nuevamente llega a la población para su consumo, poniendo en riesgo la salud de los habitantes del lugar.
- Para brindar un ambiente saludable a esta comunidad es necesaria la introducción del sistema de alcantarillado sanitario, el cual brindará beneficios tanto al ambiente como a los pobladores de aldea Llano de Chinchilla Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Salón comunal para la aldea La Carbonera:

- Actualmente la aldea La Carbonera no cuenta con un lugar específico para realizar sus actividades socioculturales, las cuales son necesarias para la buena convivencia entre los habitantes del lugar, a este lugar se pueden incluir los pobladores de las aldeas aledañas que también se beneficiarán al construir este proyecto.
- De igual forma también puede servir de albergue para los pobladores aledaños al lugar, en un momento de algún desastre natural que se pueda ocasionar.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del drenaje sanitario para la aldea Llano de Chinchilla de Santa Catarina Mita, Jutiapa

Drenaje, cloacas o red de saneamiento, en ingeniería y urbanismo, es el sistema de tuberías, sumideros o trampas, con sus conexiones, que permite el desalojo e líquidos, generalmente pluviales, de una población.

2.1.1. Descripción del proyecto

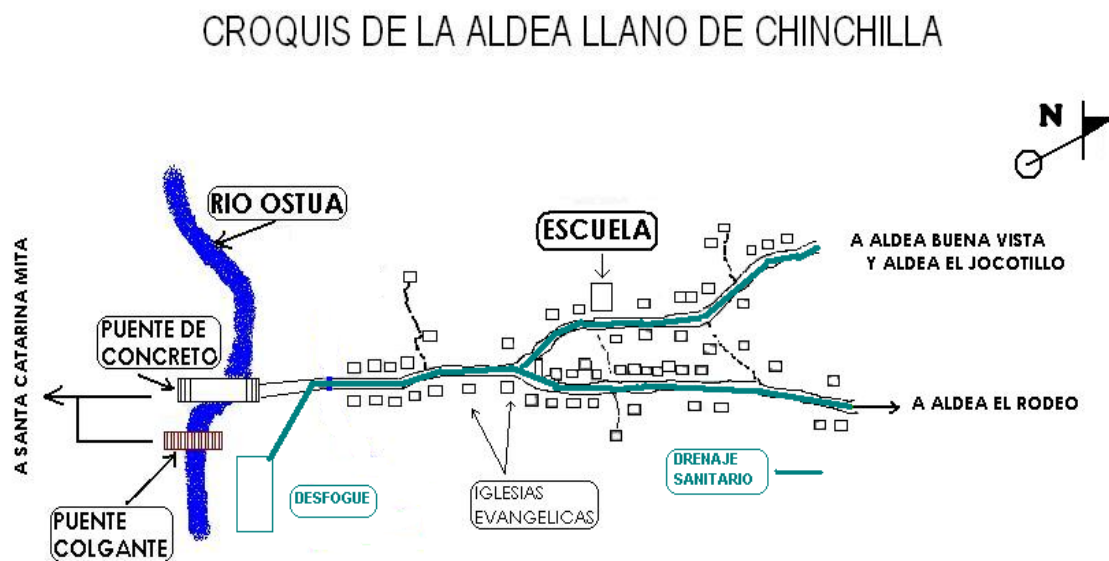
El presente trabajo de graduación, es el resultado final del estudio de factibilidad y diseño final para la introducción del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Llano de Chinchilla, del municipio de Santa Catarina Mita, departamento de Jutiapa.

El proyecto consistirá en el diseño del drenaje sanitario para una población de 417 habitantes actualmente y 1 005 habitantes a futuro.

Este drenaje se construirá de de PVC Norma ASTM D3034 de 6 pulgadas de diámetro con una longitud aproximada de 970 metros lineales, ubicándose al final del tramo una planta de tratamiento primario, previo al desfogue hacia el río Ostúa, en cuanto a las conexiones domiciliarias, estas serán de tubería de 4 pulgadas de diámetro y las candelas serán de 12 pulgadas de diámetro.

Se construirán 13 pozos de visita de ladrillo tayuyo, distribuidos estratégicamente en toda la longitud de la tubería, con una altura promedio de 3,86 metros.

Figura 3. **Ubicación del drenaje sanitario**



Fuente: Oficina de Planificación. Municipalidad Santa Catarina Mita, Jutiapa.

2.1.2. Investigación preliminar

Se ubicó el terreno disponible para la construcción de la planta de tratamiento primario con el comité de la aldea en donde se realizara el desfogue correspondiente, esto para satisfacer los acuerdos de medio ambiente, evitando la contaminación directa del río Ostúa.

Figura 4. **Localización del terreno disponible para desfogue**



Fuente: google earth. Consulta: 15 de abril de 2012.

2.1.3. **Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó para ubicar la red dentro de las calles, pozos de visita, y en general ubicar todos los puntos de importancia para el diseño del drenaje.

La topografía se divide en dos ramas:

- Planimetría

Es el conjunto de trabajos efectuados en el campo, para tomar los datos geométricos necesarios basados en un norte magnético, para su orientación y así proyectar una figura en un plano horizontal.

- **Altimetría**

Es la medición de las alturas de una superficie de la tierra, con el fin de representarlas gráficamente, para que conjuntamente con la planimetría, se defina la superficie en estudio, representada en tres dimensiones.

2.1.4. Diseño del sistema

Según la topografía del sector, para el diseño del sistema sanitario se realizó el cálculo hidráulico por el método de Manning para tuberías parcialmente llenas por gravedad, funcionando como canales.

2.1.4.1. Descripción del sistema a utilizar

Según la topografía del sector, para el diseño del sistema sanitario se realizó el cálculo hidráulico por el método de Manning para tuberías parcialmente llenas por gravedad, funcionando como canales.

El diseño del sistema sanitario está basado en las normas para alcantarillados del INFOM, capítulo 2.

Para la representación del sistema se realizaron planos generales de la red de colectores en planta-perfil donde se muestra la ubicación altimétrica de las cotas invert, diámetros, pendientes, longitud de tuberías y detalles de pozos de visita, conexiones domiciliarias, estructuras especiales, etc.

2.1.4.2. Diseño hidráulico

El drenaje funciona gracias a la gravedad. Las tuberías se conectan en ángulo descendente, desde el interior de los predios a la red municipal, desde el centro de la comunidad hacia el exterior de la misma. Cada cierta distancia se perfora pozos de registro verticales para permitir el acceso a la red con fines de mantenimiento.

2.1.4.2.1. Período de diseño

Se refiere al tiempo durante el cual el drenaje puede satisfacer la demanda de la población en un 100 por ciento debido a su crecimiento a lo largo de un tiempo establecido, basado en el cálculo de las depreciaciones que sufrirán las instalaciones y equipo. El período de diseño oscila entre 20 a 30 años y depende de la economía del lugar y de la vida útil de los materiales, lo cual se puede determinar por normas del INFOM. El período de diseño queda a criterio del diseñador por lo que en este caso se optó por un período de diseño de 25 años.

2.1.4.2.2. Población del sistema

La población de diseño del sistema se calcula utilizando métodos matemáticos conocidos el cual se realiza con el fin de conocer la cantidad de personas que aportará al caudal sanitario, para un período de diseño determinado.

El cálculo de la población futura se encuentra en función de una densidad de vivienda, la cual se tomó de 5 habitantes por vivienda para un total de 85 viviendas, con lo cual se obtiene una población actual de 425 habitantes; tasa

de crecimiento poblacional para el municipio de Santa Catarina Mita, el cual es de 3,58 por ciento y un período de diseño de 25 años.

Para conocer la población futura se utilizó la ecuación de crecimiento geométrico:

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

Donde:

P_f = Población futura

P_a = Población actual

r = Tasa de crecimiento

n = Período de diseño

Según el modelo geométrico, para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional:

P_a = 425 habitantes

n = 25 años

r = La población del 2004 era de 360 habitantes, la actual del 2009 de 425 habitantes, con la fórmula para tasa de crecimiento poblacional geométrico:

$$r = \left(\frac{N_f}{N_i} \right)^{\left(\frac{1}{n} \right)} - 1$$

Donde:

N_f = Población actual

N_i = Población anterior

r = Tasa de crecimiento

k = Diferencia entre años de poblaciones

$$r = \left(\frac{425}{360} \right)^{\left(\frac{1}{5} \right)} - 1 = 0,0337$$

Debido a que a más datos de población, la tasa de crecimiento es más acertada, por tal motivo se opta por utilizar la tasa de crecimiento que la municipalidad proporcione, que es de 3,58 por ciento.

$$P_f = P_a * (1 + r)^n = 425 * (1 + 0,0358)^{25} = 1\ 024 \text{ habitantes}$$

2.1.4.2.3. Dotación

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

Para determinar la dotación es importante tener en cuenta ciertos factores tales como nivel de vida, clima, servicios comunales existentes, comercios, fábricas, etc. Por lo general, la dotación viene dada por especificaciones y en Guatemala las más utilizadas son las del INFOM.

Para el diseño de este proyecto, se tomó una dotación de 100 l/hab/día.

2.1.4.2.4. Factor de retorno

Se define como el porcentaje de la dotación que indica la cantidad de agua que cada habitante retorna al drenaje sanitario, por lo general oscila entre el 75 y 90 por ciento de la dotación de agua potable. En el presente proyecto se utilizará un valor de 0,75.

2.1.4.2.5. Factor de flujo instantáneo

Este factor representa la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios se estén utilizando simultáneamente en una comunidad en las horas de máximo consumo. Se le conoce también como factor de Harmond, se calcula individualmente por tramo mediante la siguiente fórmula:

$$FH = \frac{\left(18 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}} \right)}{\left(4 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}} \right)}$$

Donde:

FH = factor de harmond

P = población

$$FH = \frac{\left(18 + \sqrt{\frac{1\,024}{1\,000}} \right)}{\left(4 + \sqrt{\frac{1\,024}{1\,000}} \right)} = 3,80$$

2.1.4.2.6. Caudal sanitario

El caudal sanitario está formado por las aguas servidas que provienen de: caudal domiciliar, caudal industrial, caudal comercial, caudal por conexiones ilícitas y caudal de infiltración. A continuación se describe el cálculo de cada uno de ellos.

- Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua evacuada por cada una de las viviendas, la cual es conducida hacia el colector principal, está relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar.

El caudal domiciliar se expresa en litros por segundo (l/s) y se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$Q_{dom} = \frac{Dot. * FR * Hab.}{86\,400}$$

Donde:

$Q_{dom.}$ = Caudal domiciliar (l/s)

$Dot.$ = Dotación (l/hab/día)

$F.R.$ = Factor de retorno

$Hab.$ = No. De habitantes futuros del tramo

86400 = Constante

Sustituyendo valores:

$$Q_{dom} = \frac{100 * 0,75 * 1024}{86\,400} = 0,889 \text{ l/s}$$

- Caudal industrial

Es la cantidad de agua proveniente del interior de las industrias existentes en el lugar. La dotación depende del tipo de industria y varía entre, 1 000 y 18 000 litros por industria al día. Debido a que en la aldea Llano de Chinchilla no existe ningún tipo de industria, no se contempló caudal industrial alguno.

$$Q_{ind} = \frac{\text{Dot.ind.} \cdot \text{No.industrias}}{86\,400}$$

$$Q_{ind} = 0,00 \quad (\text{no existen industrias})$$

- Caudal comercial

Este tipo de caudal se refiere a las aguas servidas, utilizadas en comercios tales como: comedores, hoteles, etc. La dotación comercial varía entre 600 y 3 000 litros por comercio al día, según el tipo de comercio.

El caudal comercial se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$Q_{com} = \frac{\text{Dot.com.} \cdot \text{No.comercios}}{86\,400}$$

Donde:

Q_{com} = Caudal comercial

Dot. com= Dotación comercial (l/comercio/día)

86 400 = Constante

En la aldea existen 2 iglesias y 1 escuela, las cuales se toman como comercios, dado esto se tiene 3 comercios, se tomó un caudal comercial de 1 000 litros por comercio al día.

Sustituyendo valores:

$$Q_{com} = \frac{1\,000 * 3}{86\,400} = 0,035 \text{ l/s}$$

- Caudal conexiones ilícitas

Es el caudal requerido por el agua de lluvia que llega a las tuberías del sistema como consecuencia de algunos habitantes que conectan las bajadas de aguas pluviales al mismo.

Se calcula como un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos y patios, así como de la intensidad de lluvia.

$$Q_{c\text{ilícitas}} = \frac{CIA}{360} = CI * \left(\frac{A * \%}{360} \right)$$

Donde:

$Q_c \text{ ilícitas}$ = Caudal conexiones ilícitas (m^3/s)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia (mm/hora)

A = Área que se conecta ilícitamente (hec.)

360 = Constante

El caudal de conexiones ilícitas también se puede calcular como un porcentaje del caudal domiciliar según el INFOM, el cual considera como mínimo el 10 por ciento. Para este diseño se tomara un porcentaje del 20 por ciento del caudal domiciliar.

$$Q_{cilicita} = 20\% \cdot Q_{dom} = 0,20 \cdot 0,889 = 0,178 \text{ l/s}$$

- Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en la tubería, el cual depende de la permeabilidad de la tubería, profundidad del nivel freático, transmisibilidad del suelo, longitud de la tubería y profundidad a la que se instala la tubería.

Para el diseño de este proyecto, no se tomó en cuenta este factor, debido a que se utilizara tubería pvc. Norma ASTM D 3034, y este material no permite infiltración de agua.

2.1.4.2.7. Factor de caudal medio

Este factor regula la aportación de caudal a la tubería, y no es más que el caudal sanitariodistribuido entre el número de habitantes de la comunidad, este factor varía entre 0,002 y 0,005

$$F_{qm} = \frac{Q_{sanitario}}{No.habitantes}$$

Donde:

F_{qm} =factor de caudal medio

$Q_{sanitario}$ =caudal sanitario

No. habitantes = número de habitantes

Caudal sanitario o caudal medio (Qmed):

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{ilícitas}} + Q_{\text{inf}}$$

$$Q_{\text{medio}} = 0,889 + 0,035 + 0,178 = 1,10 \text{ l/s}$$

$$F_{\text{qm}} = \frac{1,10}{1024} = 0,00107$$

Debido a que según norma de la Dirección General de Obras Públicas (DGOB), indica que el rango del factor de caudal medio es $0,002 \leq f_{\text{qm}} \leq 0,005$, para este diseño se tomó el F_{qm} mínimo, $F_{\text{qm}} = 0,002$.

2.1.4.2.8. Caudal de diseño

Es el caudal que se determina para establecer qué cantidad de agua puede transportar el sistema, con el cual se diseña cada tramo del drenaje, cumpliendo con los requerimientos de velocidades y tirantes.

$$Q_{\text{diseño}} = F_{\text{qm}} * FH * \text{No.habitantes}$$

Donde:

$Q_{\text{diseño}}$ = Caudal de diseño

F_{qm} = Factor de caudal medio

FH = Factor de Harmond

No. habitantes = Número de habitantes

$$Q_{\text{diseño}} = 0,002 * 3,8 * 1024 = 7,78 \text{ l/s}$$

2.1.4.2.9. Diseño de secciones y pendientes

Para el diseño del sistema se utilizara tubería de pvc funcionando a sección parcialmente llena con una relación de diámetros (d/D) entre el rango que debe ser mayor o igual a 0,10 y menor o igual a 0,75, el caudal de diseño tiene que ser menor al caudal a sección llena en el colector, con esto se garantiza que el sistema trabaje como un canal abierto y que el agua circule por gravedad.

Se recomienda que en lo posible la pendiente utilizada para el diseño sea la misma del terreno para evitar sobre costo por excavación, tomando en cuenta las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles. Para las conexiones domiciliarias se sugiere utilizar una pendiente mínima del 2 por ciento.

En este diseño la pendiente de la tubería se genera en contra de la pendiente del terreno, debido a la ubicación del área de desfogue, por lo que no queda otra alternativa más que realizar pozos de visita más profundos para que el diseño cumpla con las velocidades permisibles.

2.1.4.2.10. Velocidades máximas y mínimas

Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal y según las Normas ASTM D3034, establecen el rango de velocidades permisibles siguientes, para diseño de drenaje sanitario.

Tubería de concreto:

- Velocidad máxima con el caudal de diseño, 3,00metros por segundo
- Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0,60metros por segundo

Tubería de pvc:

- Velocidad máxima con el caudal de diseño, 4,00metros por segundo
- Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0,40metros por segundo

Cuando la velocidad no se encuentre dentro del rango deberá modificarse la pendiente para estar dentro de los límites anteriormente mencionados.

2.1.4.2.11. Cotas invert

Es la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería. Para el cálculo de las cotas invert se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre un pozo y otro.

$$CTf = CTi - (D.H * Sterreno\%)$$

$$Cle = CTi - (HTrafic + \emptyset)$$

$$Cls = Cle - 0,03 \text{ cm}$$

$$Cle = Cls - (D.H * Stubo\%)$$

Donde:

CTf =Cota del terreno final

CTi =Cota de terreno inicial

D.H =Distancia horizontal

S% =Pendiente

Cle=Cota Invert de entrada a pozo

Cls = Cota Invert de salida de pozo

Htrafic =Profundidad mínima, de acuerdo al tráfico del sector

Ø =Diámetro interior de la tubería

Para el cálculo de las cotas invert se deben tomar en cuenta las siguientes especificaciones:

- La cota invert de salida (Cls), se debe colocar al menos tres centímetros más baja que la cota invert de entrada (Cle) de la tubería más baja que llegue al mismo pozo.
- Cuando la tubería que sale del pozo tenga un mayor diámetro a la tubería que entra al pozo, la cota invert de salida (Cls) debe estar a una altura igual a la diferencia de diámetros más baja que la cota invert de entrada (Cle).

2.1.4.2.12. Diámetros de tuberías

Los diámetros de tubería es una de las partes del sistema a calcular, depende del caudal actual y futuro a diseñar, la mayor parte de las veces los colectores tienen diferentes diámetros, a medida que aumentan los caudales.

Los diámetros mínimos de tuberías sugeridos por el INFOM para sistemas sanitarios son de 8 pulgadas para tubería de concreto y de 6 pulgadas para tubería de PVC.

Para conexiones domiciliarias se puede utilizar tubería de diámetro de 6 pulgadas para tubería de concreto y de 4 pulgadas para tubería de PVC.

2.1.4.2.13. Profundidades de tuberías

La profundidad de la línea principal del sistema depende de la pendiente del terreno, del caudal transportado y tomando muy en cuenta la velocidad del flujo.

Existen profundidades mínimas para tuberías, que se deben tomar en cuenta para la protección del sistema de las cargas de tránsito, a continuación se indican algunas profundidades mínimas:

Tubo de concreto:

- Para tránsito liviano (menor a 200 quintales) = 1,00 metro
- Para tránsito pesado (mayor a 200 quintales) = 1,20 metros

Tubo de PVC:

- Para tránsito liviano (menor a 200 quintales) = 0,60 metros
- Para tránsito pesado (mayor a 200 quintales) = 0,90 metros

2.1.5. Obras hidráulicas

Se refiere a todas aquellas obras que se construyen a lo largo del sistema hidráulico, que permiten el funcionamiento de la infraestructura, entre las cuales se encuentran los pozos de visita, conexiones domiciliarias y otras.

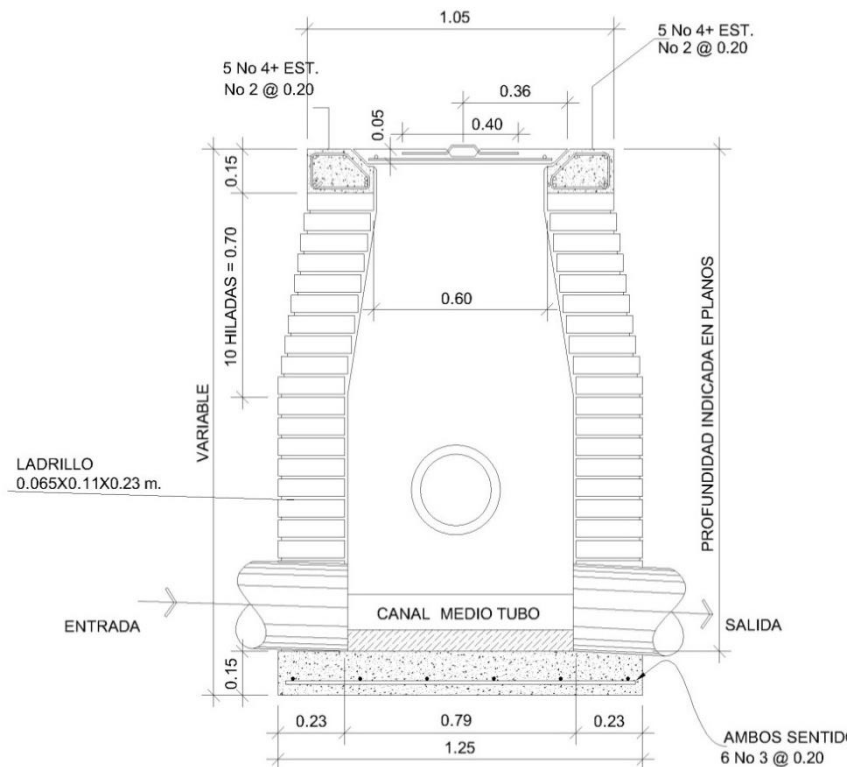
2.1.5.1. Pozos de visita

Son estructuras construidas para conectar los distintos ramales de un sistema de alcantarillado y son empleados como medio de inspección y limpieza del mismo. Las paredes se construyen de concreto o ladrillo, son de sección circular y con un diámetro mínimo de 1,20 metros, la profundidad es variable.

Según las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- Al inicio de todo colector
- En todo cambio de sección
- En todo cambio de diámetro
- En todo cambio de pendiente
- En todo cambio de dirección
- En los cruces de dos o más tuberías
- En tramos iniciales
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 metros para diámetros hasta de 24 pulgadas
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 300 metros para diámetros mayores de 24 pulgadas

Figura 5. Pozo de visita



Fuente: CARRILLO, Mario. Diseño del drenaje sanitario. p. 35.

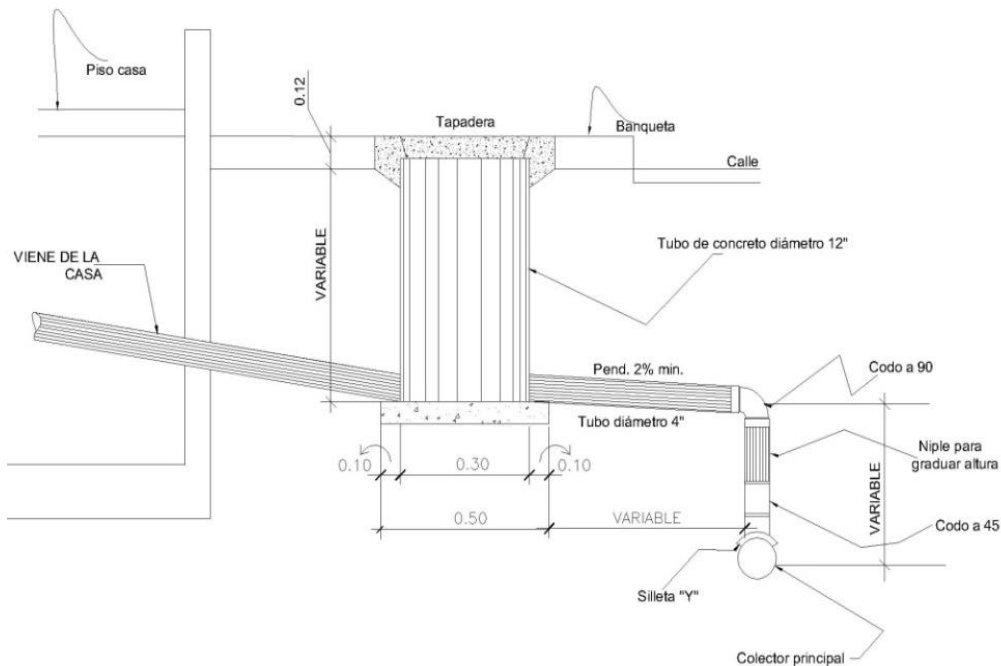
2.1.5.2. Conexiones domiciliarias

Son subestructuras que tienen como función principal evacuar las aguas servidas provenientes de las viviendas o edificaciones, y conducir las al colector principal.

Para estas conexiones se utilizaran tubos de concreto de 12 pulgadas instalados verticalmente, impermeabilizados en la parte de adentro, con sus tapaderas respectivas.

La tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal, la cual será tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro, deberá tener una pendiente mínima de 2 por ciento, para evacuar adecuadamente las aguas servidas.

Figura 6. Conexión domiciliar



Fuente: CARRILLO, Mario. Diseño del drenaje sanitario. p. 35.

2.1.5.3. Tubería a utilizar

La tubería que se utilizara en el colector principal será de PVC Norma ASTM D3034, de 6 pulgadas de diámetro, esta tubería se utilizara en todos los tramos del sistema debido a que los caudales de dichos tramos lo permiten.

En las conexiones domiciliarias tomadas como tuberías secundarias, se utilizara tubería de pvc de 4 pulgadas de diámetro.

Tabla IV. **Datos de diseño**

DATOS GENERALES	
Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	25 años
Viviendas actuales	85 viviendas
Densidad de habitantes	5 habitantes/vivienda
Población actual	425 habitantes
Tasa de crecimiento	3,58 %
Población futura	1 024 habitantes
Dotación	100 L/hab./día.
Factor de retorno	0,75
Velocidad de diseño	$0,40 < V \leq 4$ m/s (Tubería pvc)
Colector principal	
Tipo y diámetro de tubería	pvc ø 6"
Pendiente	Según diseño de cada tramo
Conexión domiciliar	
Tipo y diámetro de tubería	pvc ø 4"
Pendiente	2 % mínimo
Candela	TC ø 12"
Pozo de visita	
Altura promedio	3,86 metros
Diámetro superior mínimo	0,60 metros
Diámetro inferior mínimo	1,20 metros
Material	Ladrillo tayuyo

Fuente: elaboración propia.

- Ejemplo de diseño de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PVS-1 y PVS-2.

Datos:

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Tramo	De PVS-1 a PVS-2
Distancia	50 m
No. De casas del tramo	6
No. De casas acumulada	10
Densidad de vivienda	4,90 \approx 5 hab./vivienda
Habitantes actuales a servir	50
Habitantes futuros a servir	120
Cota inicial del terreno	101,95
Cota final del terreno	102,36

- Pendiente del terreno

$$\text{Sterreno} = \left(\frac{CT_{\text{inicial}} - CT_{\text{final}}}{\text{Distancia}} \right) * 100$$

$$\text{Sterreno} = \left(\frac{101,95 - 102,36}{50} \right) * 100 = -0,82 \%$$

- Caudal medio

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{cilicitas}} + Q_{\text{inf}}$$

$$Q_{\text{dom}} = \text{Dot.} * \text{FR} * \text{Hab} / 86\,400$$

$$Q_{\text{dom}} = 100 * 0,75 * 120 / 86\,400 = 0,104 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{cilicitas}} = 20\% * Q_{\text{dom}} = 0,20 * 0,104 = 0,178 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{medio}} = 0,104 + 0,021 = 0,125 \text{ l/s}$$

- Factor de caudal medio

$$F_{qm} = Q_{\text{medio}} / \text{NoHab.}$$

$$F_{qm} = 0,125 / 120 = 0,00104$$

Para este proyecto se tomó el valor mínimo 0,002, como factor de caudal medio.

- Factor de Harmond

$$FH = \frac{\left(18 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}} \right)}{\left(4 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}} \right)}$$

$$FH = \frac{\left(18 + \sqrt{\frac{120}{1\,000}} \right)}{\left(4 + \sqrt{\frac{120}{1\,000}} \right)} = 4,22$$

- Caudal de diseño

$$Q_{\text{diseño}} = F_{qm} * FH * \text{No.habitantes}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 0,002 * 4,22 * 120 = 1,017 \text{ l/s}$$

- Diámetro de tubería

D = 6" (Asumido debido a que según normas del INFOM el diámetro mínimo para tubería de pvc es de 6 pulgadas)

- Pendiente de tubería

$S_{\text{tubería}} = 0,50 \%$ (Es asumida para poder determinar la velocidad, tomando en cuenta los parámetros de velocidades que indica el INFOM para tubería de pvc)

- Velocidad a sección llena

$$V = \left(\frac{0,03429}{n} \right) * D^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) * 6^{2/3} * 0,007^{1/2}$$

$$V = 0,947 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q_{\text{sección llena}} = A * V$$

$$Q_{\text{sección llena}} = \pi/4 * (6 * 0,0254)^2 * 0,947 * 1000 \text{ l/m}^3$$

$$Q_{\text{sección llena}} = 17,27 \text{ l/s}$$

- Relación de caudales

$$\frac{q_{\text{dis}}}{Q_{\text{sección llena}}} = 1,017/17,27$$

$$\frac{q_{\text{dis}}}{Q_{\text{sección llena}}} = 0,059$$

Los siguientes datos se encuentran con la tabla de relaciones hidráulicas

- Relación de velocidad

$$v/V = 0,547$$

- Relación de tirante

$$d/D = 0,165$$

- Velocidad a sección parcial

$$v = V * v / V$$

$$v = 0,947 * 0,547$$

$$v = 0,518$$

- Revisión de especificaciones hidráulicas según normas

Para caudales $q_{dis} < Q_{secllena} 1,017 \text{ l/s} < \text{l/s}$ Cumple

Para velocidad $0,4 \leq v \leq 4.00 \text{ m/s}$ $0,4 \leq 0.518 \leq 4,00 \text{ m/s}$ Cumple

Para diámetros $0,1 \leq d/D \leq 0.75$ $0,1 \leq 0,165 \leq 0,75$ Cumple

- Cotas invert

Cota invert de salida del pozo 1:

$$C_{ls} = C_{lepozo1} - 0,03$$

$$C_{ls} = 98,46 - 0,03$$

$$C_{ls} = 98,43$$

Cota invert de entrada del pozo 2:

$$Cle = Cl_{\text{spozo1}} - (Stuberia \% DH)$$

$$Cle = 98,43 - (0,70 \% * 50)$$

$$Cl_s = 98,08$$

- Altura de pozos:

Altura del pozo 1:

$$HP1 = CT - Cl_{\text{spozo1}} + 0,15$$

$$HP1 = 101,95 - 98,43 + 0,15$$

$$HP1 = 3,67 \text{ m}$$

Altura del pozo 2:

$$HP2 = CT - Cl_{\text{spozo2}} + 0,15$$

$$HP1 = 102,36 - 98,05 + 0,15$$

$$HP1 = 4,46 \text{ m}$$

- Volumen de excavación de zanja

$$\text{Vol. Exc.} = \left(\frac{HP1 + HP2}{2} \right) * DH * \text{Ancho zanja}$$

$$\text{Vol. Exc.} = \left(\frac{3,67 + 4,46}{2} \right) * 50 * 0,65 = 132,11 \text{ m}^3$$

2.1.5.4. Diseño de fosa séptica

- **Ubicación**

La ubicación del desfogue del sistema de alcantarillado sanitario se encuentra en la parte sur este de la aldea Llano de Chinchilla, cerca del río Ostúa, río en el cual se desfoga las aguas servidas del casco urbano de Santa Catarina Mita.

- **Propuesta de tratamiento**

El tratamiento de aguas negras es el proceso mediante el cual, los sólidos contenidos son separados parcialmente en orgánicos e inorgánicos para poder mejorar la calidad de agua en el afluente, evitando de esta manera una contaminación mayor al río receptor, que es a donde irán las aguas tratadas.

Para este proyecto se recomienda la construcción de una planta de tratamiento primario, ya que tiene como finalidad la remoción de sólidos en suspensión, lo que se puede realizar por procesos físicos como la sedimentación. Este tipo de sistema de tratamiento de aguas negras tiene dos componentes que son: tanque séptico y sistema de pozo de absorción.

- **Diseño**

La fosa séptica es un contenedor hermético cerrado, que puede ser construido de ladrillo, concreto o cualquier otro material que se considere adecuado, en donde se acumulan las aguas negras y se les da un tratamiento primario, separando los sólidos de las aguas negras.

Estas pueden ser de uno o doble compartimento, en donde se eliminan los sólidos al acumular las aguas negras en el tanque y permitiendo que parte de éstos se asienten en el fondo del tanque mientras que los sólidos que flotan tales como: aceites y grasas, suben a la parte superior.

Para la funcionalidad de la fosa séptica, se debe diseñar para que mantenga el flujo de agua a una velocidad muy baja, esto para darles tiempo a los sólidos a asentarse, el tanque debe retener las aguas negras por lo menos 24 horas. Una parte de los sólidos que llegan a la fosa, entran en un proceso de digestión anaeróbica con disolución, licuación y volatización, algunos de los sólidos se eliminan del agua, algunos se digieren y otros se quedan en el tanque, que posteriormente son bombeados periódicamente del tanque.

Para el diseño de la fosa séptica debe tomarse en cuenta los siguientes parámetros.

- El período de retención es como mínimo de 24 horas.
- Relación largo-ancho de la fosa L/A; de 2/1 a 4/1.
- Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza, es de 30 a 60 litros por habitante al año.
- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional debe ser de 60 viviendas.

Fórmulas:

$$T=V/Q$$

$$V=QT$$

$$Q=\text{Dot.} \cdot \text{No.Hab.} \cdot \text{FR}$$

Donde:

T = Período de retención

Q = Caudal (m³/día)

Dot. = Dotación (l/hab./día)

No. Hab. = Número de habitantes

F.R. = Factor de retorno

V = Volumen (m³)

- Cálculo de volumen

El volumen total de la fosa séptica está dado por la sumatoria del volumen de líquidos más el volumen de sólidos. Para el cálculo del volumen se asume una altura (H), que es la altura útil, tomada del fondo de la fosa al nivel de agua, también se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados, quedando el volumen así:

$$V=A \cdot L \cdot H$$

Donde:

A = Ancho de fosa

L = Largo de la fosa

H = Altura útil

Conociendo la relación L/A, se sustituye una de las dos en la fórmula de V y se determina el valor de la otra magnitud.

Datos para cálculo de fosa séptica para el proyecto:

Período de retención	24 horas
Dotación	100 l/hab/día
No. Hab.	300 habitantes (60viviendas)
Lodos	40 l/hab/año
Relación largo/ancho	2/1
Período de limpieza	5 años
Factor de retorno (F.R.)	0,75

Volumen de líquidos

Cálculo de caudal

$$Q = \text{Dot.} \cdot \text{No.Hab.} \cdot \text{FR}$$

$$Q = 100 \cdot 300 \cdot 0,75$$

$$Q = 22\,500 \text{ l/día}$$

$$Q = 22,50 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen

$$V = 22,50 \cdot 24 \text{ hrs} \cdot 1 \text{ día} / 24 \text{ hrs}$$

$$V = 22,50 \text{ m}^3$$

Volumen de sólidos

$$V = \text{No. Hab.} \cdot \text{Dotación anual de lodos} \cdot T_{\text{limpieza}}$$

Donde:

No. Hab. = Número de habitantes

T_{limpieza} = Período de limpieza

Dado,

$$V = 300 \text{ Hab.} \cdot 40 \text{ l/hab./año} \cdot 5 \text{ años}$$

$$V = 60\,000 \text{ l}$$

$$V = 60 \text{ m}^3$$

Cálculo de volumen total:

$$\text{Vol. Total} = 22,50 + 60$$

$$\text{Vol. Total} = 82,50 \text{ m}^3$$

Dimensionamiento de fosa:

$$V = A \cdot L \cdot H$$

Como $L/A = 2$ entonces $L = 2 A$

Sustituyendo L en la ecuación de V

$$V = A \cdot 2A \cdot H$$

$$V = 2 \cdot A^2 \cdot H$$

Asumiendo $H=2,00$ m

$$A^2 = \frac{V}{2H}$$

$$A = \sqrt{\frac{V}{2H}}$$

$$A = \sqrt{\frac{82,50}{2 \cdot 2}}$$

$$A = 4,54 \approx 4,60 \text{ m}$$

Como $L = 2 A$

$$L = 2 \cdot 4,60$$

$$L = 9,20 \text{ m}$$

Entonces las dimensiones de la fosa séptica serán:

Ancho = 4,60 m

Largo = 9,20 m

Profundidad = 2,00 m

Se construirán 2 fosas sépticas debido a la cantidad de casas a servir.

2.1.5.5. Dimensionamiento de pozo de absorción

Son estructuras diseñadas con el fin de que las aguas negras se oxiden y sean eliminadas por infiltración en el suelo. El primer paso en el diseño de los pozos, es determinar si el suelo es el apropiado para la absorción del afluente de la fosa séptica.

Los pozos de absorción deberán estar a una distancia mínima de treinta metros de una afluyente de agua si es que esta existiera, y a tres pies por encima del nivel freático.

Para este proyecto se tomó la decisión de no construir pozos de absorción, ya que el desfogue se encuentra cercano al río Ostúa, río que ya viene contaminado por aguas residuales de todo el municipio, se consideró suficiente sólo la remoción de los cuerpos en suspensión.

2.1.6. Normas a utilizar

El diseño del drenaje sanitario se elabora de acuerdo a las Normas ASTM D3034 y las normas que establece el Instituto de Fomento Municipal (INFOM). En este proyecto se beneficiará el 100 por ciento de las viviendas actuales de la aldea, dada a las razones expuestas con anterioridad y con el objetivo de hacer más fácil el cálculo, se utilizó un programa realizado en una hoja electrónica, las cuales se presentan en apéndice.

2.1.7. Planos constructivos

El proyecto contiene un juego de planos A1 con un margen de 1 centímetro en sus bordes superior, inferior y derecho; y de 3 centímetros en su borde izquierdo. En la esquina inferior izquierda tendrán un cuadro de 16 por 9 centímetros.

Contendrá la información siguiente: identificación de la Universidad de San Carlos, población de que se trata, departamento a que se pertenece, descripción del contenido del plano, personal responsable de su diseño, dibujo, revisión, aprobación, escalas, fechas y número de hoja.

Todos los planos se imprimirán en papel que permita reproducirlos por método heliográfico y tendrán un número de identificación en forma de quebrado en el cual el numerador será el número de orden y el denominador el número total de planos de que consta el proyecto.

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario se presentan en el apéndice, y están conformados por:

- Planta topográfica
- Densidad de vivienda
- Planta general de la red de alcantarillado sanitario
- Plantas - perfiles
- Detalle de pozo de visita
- Conexión domiciliar
- Fosa séptica

2.1.8. Presupuesto

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, aplicando un 20 por ciento por costos indirectos. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región. El salario de mano de obra calificada y no calificada, se asignó de acuerdo a los que maneja la municipalidad en casos similares.

Tabla V. Presupuesto drenaje sanitario

<div>  <div> UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA E.P.S. EPESISTA: ABNER IZAI MONZON PERZ PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LLANO DE CHINCHILLA LOCALIZACIÓN: ALDEA LLANO DE CHINCHILLA, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA Fecha: marzo/2,012 </div> </div>						
PRESUPUESTO						
REGLON	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL PARCIAL	TOTAL
1	Zanjeado					249,385.46
1.01	Excavación de zanja	m ² .	2,768.13	30.00	83,043.75	
1.02	Relleno de zanja con material local	m ² .	2,596.12	54.00	140,190.28	
1.03	Relleno de zanja con material selecto	m ² .	31.53	121.00	3,814.53	
1.04	Relleno de zanja con material selecto+cemento	m ² .	140.48	159.00	22,336.90	
2	Tubería Drenaje					254,140.00
2.01	Tubería PVC ø 6" norma ASTM 3034	ml.	970.00	262.00	254,140.00	
3	Conexión Domiciliar					144,253.14
3.01	Candela domiciliar	u.	85.00	1,697	144,253.14	
4	Pozos de Visita					159,674.20
4.01	Pozo de visita h=2,00 m	0.00	2.00	6,304.00	12,608.00	
4.02	Pozo de visita h=3,00 m	u.	1.00	7,835.00	7,835.00	
4.03	Pozo de visita h=4,00 m	ml.	2.00	11,748.00	23,496.00	
4.04	Pozo de visita h=5,00 m	u.	8.00	14,466.90	115,735.20	
5	Tratamiento Primario					159,754.00
5.01	Fosa séptica	u.	2.00	77,394.00	154,788.00	
5.02	Caja derivadora de caudal	u.	1.00	4,966.00	4,966.00	
TOTAL						Q. 967,206.80

Fuente: elaboración propia.

2.1.9. Análisis socioeconómico

Es indispensable realizar un análisis financiero para poder determinar la viabilidad del proyecto a construir. Para esto se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

2.1.9.1. Valor Presente Neto (VPN)

El método del valor presente neto designa una cantidad presente o actual de dinero, este valor se encuentra al comienzo del período inicial. El VPN, es de gran utilidad para transformar todos los ingresos y egresos futuros al presente, esto para determinar fácilmente si los ingresos son mayores que los egresos.

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, está advirtiéndole que el proyecto no es rentable.

Cuando $\text{VPN} = 0$, 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 porcentaje de utilidad.

Para el caso de este proyecto:

$$\text{VPN} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$\text{VPN} = 0 - 967\,206,80$$

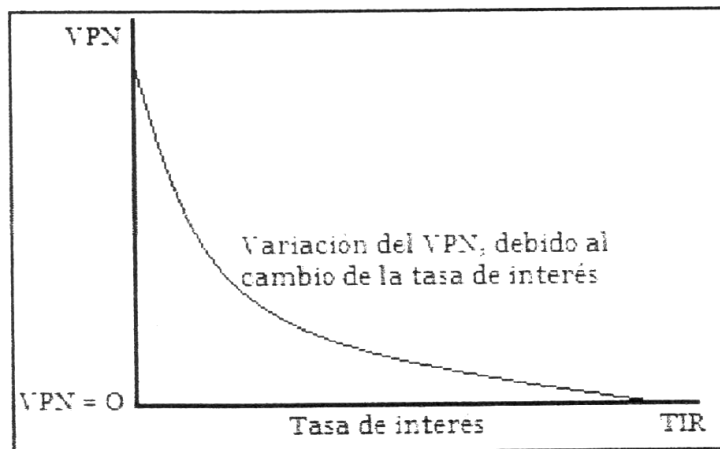
$$\text{VPN} = -967\,206,80$$

Como VPN es menor a 0 se asume que el proyecto no es rentable. Esto debido a que por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

2.1.9.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es el método más utilizado para comparar alternativas de inversión. Se define como la tasa de descuento que iguala al valor presente de los flujos de efectivo con la inversión inicial en un proyecto. La TIR, es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, o sea el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.

Figura 7. Variación del VPN debido a la TIR



Fuente: SAMAYOA, Carlos. Administración y control del costo en la construcción. p. 20.

La tasa interna de retorno puede calcularse mediante las ecuaciones siguientes:

$$I = \left[(P-L) \left(\frac{R}{P}, i\%, n \right) \right] + (L*i) + D$$

Donde:

I = Ingresos anuales

P = Inversión inicial

L = Valor de rescate

D = Serie uniforme de todos los costos

R/P = Valor presente dada una anualidad

- Valor Presente de Costos = Valor Presente de Ingresos
- Costo anual = Ingreso anual

Como se puede observar en las tres fórmulas anteriores, todas requieren de un valor de ingreso, el cual no existe para este proyecto, por ser de carácter social, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso de las fórmulas. Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4,5 por ciento, la cual simboliza el costo que el estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala, que corresponde a la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

2.1.10. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al 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 del Medio Ambiente.

El funcionario que omitiere exigir el Estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q.5 000,00 a Q.100 000,00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

Entre los factores negativos durante el proceso de construcción se pueden mencionar:

- Disposiciones inadecuadas de materiales de desperdicio.
- Contaminación de cuerpos de agua por causa de insumos utilizados durante la construcción.
- Contaminación del aire por polvo producido en la construcción.
- Alteración del paisaje como consecuencia de los cortes.

Entre los factores positivos se pueden mencionar los siguientes:

- Con la disposición adecuada de las aguas residuales, se mejorarán las condiciones sanitarias de la comunidad de la aldea Loma Larga.
- Con el tratamiento primario que se dará a las aguas residuales se evitará la contaminación de cuerpos superficiales de agua, además de reducir en un gran porcentaje los focos de contaminación.
- Con la construcción del drenaje sanitario, se evitará la alteración del agua subterránea al quedar eliminados los pozos ciegos.

Existen 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,) etc. 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.

- Impacto de las aguas residuales

El término aguas residuales comprende numerosos tipos de desechos líquidos, desde las aguas de drenaje doméstico y de servicios, hasta los subproductos industriales y las aguas pluviales colectadas en la red municipal.

Cuando estas aguas no reciben tratamiento alguno y son conducidas y arrojadas fuera de la mancha urbana, representan un problema a las áreas silvestres y a la calidad de vida de las comunidades rurales. Se estima que

alrededor del 70 por ciento del agua descargada a la red de drenaje proviene del consumo doméstico; además, la calidad de esas aguas está en relación a los diferentes elementos desechado, como excretas, aguas de aseo, de lavado de cocina, de lavado de ropa, descargas de sustancias químicas, etcétera. Los contaminantes de las aguas residuales regularmente están constituidos de materia orgánica e inorgánica (a manera de sólidos disueltos y suspendidos), nutrientes, grasas o aceites, sustancias tóxicas y microorganismos patógenos.

- Nomenclatura para la matriz de Leopold

++ Impacto positivo grande

+ Impacto positivo pequeño

* Neutro

- Impacto negativo pequeño

-- Impacto negativo grande

A adverso

B benéfico

N neutro

Tabla VI. **Matriz modificada de Leopold, para el drenaje sanitario de la aldea Llano de Chinchilla**

ELEMENTOS 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	-			-		
-Cultivos	-			-		
b. Fauna						
-Mamíferos y aves			*			*
-Peces organismos acuáticos			*			*
c. Biodiversidad						
-Peligro de extinción			*			*
-Especies migratorias			*			*
5. Desastres naturales			*			*
II. MEDIO 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			*	--		

Fuente: CARRILLO, Mario. Diseño del drenaje sanitario. p. 71.

- Tabla VII. Cronograma de ejecución físico-financiero drenaje sanitario**

Fuente: elaboración propia.

2.2. Diseño de salón comunal para la aldea La Carbonera, Santa Catarina Mita, Jutiapa

El proyecto consistirá en el diseño de un edificio que tendrá capacidad para realizar actividades de carácter social, cultural, religioso, etc., el edificio contará con servicios generales y básicos debido a que es un salón dedicado a la población en general

2.2.1. Descripción del proyecto

El salón presentará servicios tales como: acabados de la mejor calidad, contará con los servicios de agua potable, drenajes sanitarios y pluviales e instalaciones eléctricas. Este proyecto vendrá a beneficiar a 800 personas en forma directa y en forma indirecta a vecinos de comunidades cercanas.

2.2.2. Investigación preliminar

A continuación se menciona algunos datos recabados en la investigación preliminar, se buscó un terreno accesible y de tamaño aceptable para dicho proyecto adema de costo bajo.

2.2.2.1. Terreno disponible

El terreno con el que se cuenta es un área ubicada a un costado de la iglesia de la aldea, el cual se encuentra en un estado óptimo para la construcción de un proyecto de este tipo, debido a que su extensión y topografía son las adecuadas.

Además está ubicado a la orilla de calle, esto facilitará el acceso para las personas a dicho salón comunal.

Figura 8. **Terreno disponible para salón comunal**



Fuente: Google Earth. Consulta: 16 de abril de 2012.

2.2.2.2. Análisis de suelos

Para el diseño de edificaciones es indispensable estudiar el tipo de suelo que se encuentra en el lugar destinado para dicha edificación, para ello se deben realizar ensayos a una porción de este tipo de suelo para poder determinar sus propiedades y características.

El valor soporte del suelo, es una característica de cada sistema de suelo-cimentación. 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.

Para poder 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, el cual se realiza extrayendo una muestra inalterada de suelo de 1 pie cúbico de volumen y luego se envía a un laboratorio de suelos acreditado, para que por medio de los resultados dado en el laboratorio, se pueda establecer las propiedades del suelo y por medio de ello su relación con la cimentación del edificio.

Tabla VIII. **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: VILLALAZ,Crespo. Mecánica de suelos y cimentaciones.p. 80.

Los resultados del ensayo de laboratorio para la muestra de suelo extraída en el lugar destinado para la construcción de este proyecto indican que el ángulo de fricción interna es de $\phi = 21,93^\circ$ y la cohesión es de $C_u = 22,3$ toneladas por metro cuadrado, dicho informe se muestra en el anexo 2 del presente documento, se utilizara un factor de 1,5 por compensación en el tipo de suelo en ϕ y C_u .

- Cálculo del valor soporte de suelo

Datos:

Ángulo de fricción interna $\phi = 21,93^\circ / 1,5 = 14,62^\circ$

Cohesión de suelo $C_u = (22,3 \text{ ton/ m}^2) / 1,5 = 14,87 \text{ ton/ m}^2$

Peso específico del suelo $\gamma_{\text{suelo}} = 1 \text{ 360,00 kg/ m}^3$

Utilizando la ecuación general de Terzaghi

$$q_u = (C_u * N_c) + (D_f * \gamma_{\text{suelo}} * N_q) + ((B/2) * \gamma_{\text{suelo}} * N_\gamma)$$

Donde:

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga a dimensionales que están únicamente en función del ángulo de fricción interna del suelo.

$$N_c = 11,00$$

$$N_q = 4,00$$

$$N_\gamma = 1,25$$

C_u = Cohesión del suelo.

D_f = Desplante de cimentación = 1,5 m

B = Base del cimiento (asumido) = 1,00 m

Calculando la carga última que soporta el suelo:

$$q_u = (C_u * N_c) + (D_f * \gamma_{\text{suelo}} * N_q) + ((B/2) * \gamma_{\text{suelo}} * N_\gamma)$$

$$q_u = (14,87 * 11) + (1,50 * 1,36 * 4,00) + ((1,00/2) * 1,36 * 1,25)$$

$$q_u = 172,58 \text{ ton/m}^2$$

Calculando valor soporte:

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

Donde:

FS Factor de seguridad, el cual depende del tipo de edificación

Para este proyecto se utilizará un $FS = 5$, debido a que este salón puede utilizarse como albergue en caso de alguna catástrofe.

$$q_s = \frac{172,58 \text{ ton/m}^2}{5}$$

$$q_s = 34.50 \text{ ton/m}^2$$

2.2.3. Diseño arquitectónico

Ubicación del edificio en el terreno

El salón comunal estará ubicado dentro del terreno disponible con una orientación noroeste, quedando la entrada principal a orilla de calle existente. También con esta ubicación será mejor el aprovechamiento de la luz solar.

2.2.3.1. Distribución de ambientes

Para la distribución de ambientes, se tomaron en cuenta varios factores, tales como: capacidad de albergue, servicios básicos, comodidad para los asistentes, para lo cual es necesario ubicar diversos ambientes e instalaciones propias de un edificio de este tipo.

- La distribución de ambientes quedará de la siguiente manera:
 - Escenario
 - Área social
 - Baño de caballeros
 - Bodega
 - Baño de damas
 - Taquilla

2.2.3.2. Altura del edificio

Este salón no podrá ser utilizado para actividades deportivas, debido a que estas actividades requieren de espacios más amplios. Para la altura se consideró el clima de la región así como el mayor número de usuarios que albergará el edificio, siendo estos 800 asistentes.

Según el diseño adoptado para este proyecto, se tiene una altura de 3,00metros en todo el perímetro del edificio y en la parte central de la cubierta tendrá 8,00metros, a partir del nivel de piso.

2.2.3.3. Selección del sistema estructural a utilizar

Para poder elegir un sistema estructural, se deben tomar varias consideraciones y requisitos, las cuales son de mucha importancia, tales como:

- Cumplir los requisitos de funcionalidad de la edificación
- La estructura debe de soportar las cargas
- Ser una estructura segura y económica

Para este proyecto se decidió utilizar el sistema de mampostería reforzada, específicamente muros confinados, esto debido a que en la región es común trabajar con este tipo de estructuras, las cuales además cumplen con los requisitos técnicos aplicados a las estructuras según normas.

Para el techo del salón, se decidió utilizar una cubierta curva de aluminio y zinc.

- Mampostería reforzada

La mampostería es un sistema de construcción muy usado, que aprovecha la fuerza de gravedad para garantizar la estabilidad de las paredes, arcos, muros de contención y otros elementos estructurales.

Su alta resistencia a la tensión y a la compresión acomoda formas estructurales únicas, aumentando la capacidad de amortiguamiento y ductilidad. Por su resistencia al corte es efectiva para resistir esfuerzos laterales incluyendo sismos, viento, cargas pesadas y empuje de tierras.

Los elementos de la mampostería reforzada son: block y ladrillo, fabricados de diferentes dimensiones, formas y tipo de material, acero de refuerzo y mortero para el levantado.

- Suposición básica

La mampostería reforzada ha utilizado los principios generales del concreto reforzado. Los supuestos para el diseño de tensión elástica de trabajo del concreto reforzado se aplican a la mampostería reforzada, ya que ambos materiales utilizan acero para resistir las fuerzas tensionales y concreto o mampostería para resistir las fuerzas de compresión.

Los supuestos clásicos para el diseño de un material heterogéneo como la mampostería o concreto reforzado son:

- Las secciones planas permanecen planas.
- El refuerzo es proporcional a la deformación, el cual es proporcional a la distancia desde el eje neutral.
- El módulo de elasticidad es constante a través del miembro.
- La mampostería no resiste las fuerzas de tensión.
- Las unidades de mampostería, el mortero y la lechada de concreto se combinan para formar un material homogéneo e isotrópico.
- El largo del elemento es grande comparado con su profundidad.

- El elemento estructural es recto y de sección transversal uniforme.
- La tensión en el acero es homogénea alrededor del centro de gravedad de las varillas.
- Los elementos y las fuerzas, externas e internas, están en equilibrio.

La pared está sujeta a un momento de flexión, es decir, un muro de contención en voladizo, pondrá a la mampostería en compresión y al acero en tensión.

En el diseño por flexión para mampostería reforzada es necesaria su verificación para asegurarse que estos supuestos están dentro de límites satisfactorios. La estructura que se analiza es de un nivel, de mampostería de block, con cubierta curva de aluminio-zinc.

Para el diseño de los muros se utilizará el método simplificado de diseño en muros de mampostería. Este asume que solo los muros paralelos a la dirección del sismo contribuyen a la resistencia, despreciando a la contribución de los muros transversales a la dirección de la fuerza aplicada.

- Para este método es necesario calcular lo siguiente
 - La rigidez de cada muro en la dirección del sismo
 - El centro de corte de muros
 - Centro de masa
 - La carga lateral y su distribución
 - La distribución del momento de volteo

- Rigideces

Para el cálculo de rigideces hay que tomar en cuenta el tipo de techo, ya que existen diferentes fórmulas para hacerlo.

Para calcular las rigideces en un techo de losa se consideran las paredes doblemente empotradas y para techo de lámina se consideran en voladizo.

- Centro de corte de los muros

Teniendo el valor de la rigidez de cada uno de los muros se procede a calcular el centro de corte de muros, tomando como referencia un eje de coordenadas cartesianas previamente establecido. Las fórmulas para calcularlo son las siguientes:

$$X_{cc} = \frac{\sum X_i * R}{R * E} \quad Y_{cc} = \frac{\sum Y_i * R}{R * E}$$

Nota: Las sumatorias se efectúan tomando en cuenta los muros correspondientes a cada sentido.

- Centro de masa

Este se calcula para todos los muros y sirve para calcular la excentricidad de las fuerzas que actúan en la estructura.

- Carga lateral y su distribución

Las cargas laterales son las que corren en el sentido paralelo a la superficie terrestre y pueden ser de dos tipos:

- Por sismo
- Por viento

Las cargas por sismo son las que se integran para edificios de concreto y/o mampostería reforzada. La integración y su distribución pueden hacerse por el método de Stanford para Guatemala, por el SEAOC o cualquier otro método conocido.

- Momento de volteo

Con el valor de la carga total de la estructura y su altura (o una altura promedio) se calcula el momento de volteo total (M_v), luego se distribuye éste momento en cada muro.

2.2.4. Análisis estructural

Llamamos análisis estructural a la determinación de las fuerzas y deformaciones que se producen en una estructura debido a la aplicación de cargas.

2.2.4.1. Predimensionamiento estructural

Esta acción, consiste en estimar secciones preliminares, para lo cual el proyectista puede basarse en la experiencia, en ayudas de diseño, a través de tablas, gráficas, etc.

En este caso nos basaremos a lo indicado en AGIES.

- Los muros deberán tener un espesor nominal mínimo de 14 centímetros
- La relación entre la distancia sin apoyos, ya sea horizontal o vertical, y el espesor del muro, deberá ser tal que atienda adecuadamente el pandeo tanto horizontal como vertical.
- El ancho mínimo de las soleras y columnas de los muros estructurales deberá ser el espesor del muro y el área de su sección no deberá ser menor que 200 centímetros cuadrados
- Las soleras y las columnas tendrán el mismo espesor y la altura no será menor de 15 centímetros.

2.2.4.2. Cargas horizontales y verticales aplicadas a mampostería

Cargas verticales

Conocidas también como cargas por gravedad, se divide en carga viva y carga muerta.

- Cargas vivas (CV)

Son cargas que pueden cambiar en magnitud y posición, entre estas se tienen las que se mueven con su propia fuente de energía que son las móviles y las que pueden ser movidas que son las movibles, otras cargas vivas pueden ser causadas por las operaciones de la construcción, el viento, la lluvia, los sismos, las explosiones y los cambios de temperatura. La determinación de la carga viva apropiada, para un sistema estructural es complicada, debido a la incertidumbre de la magnitud en sí misma y el lugar sobre el que actúa la carga en cualquier instante dado.

- Cargas de impacto

Son causadas por las vibraciones de las cargas móviles y por lo general se presentan súbitamente.

- Cargas por temperatura

Se presenta cuando varía la temperatura de una estructura o de alguno de sus miembros, el material tendera a expandirse en una forma ocasionando esfuerzos a la estructura.

- Carga por viento

El viento puede actuar en cualquier dirección y debe investigarse cual es la dirección que produce efectos desfavorables en la estructura; estas cargas laterales varían en magnitud según la localidad geográfica, la altura sobre el terreno, el tipo de terreno que rodea al edificio, etc. Las presiones de viento se suponen en general uniformemente aplicadas a la superficie de barlovento de

los edificios, en Guatemala las velocidades mínimas de diseño para cargas de viento son de 90km/h.

- Cargas por sismo

Un sismo ocasiona aceleración en la superficie del terreno y puede provocar daños a las estructuras, de acuerdo a la magnitud con que actúa en un momento dado.

- Otras cargas

Entre otras cargas vivas que pueden en algún momento afectar a la estructura están las ocasionadas por la presión de la tierra y las ocasionadas por la presencia de agua. Para anticipar las diferentes clases de cargas y fuerzas que puedan llegar a actuar en la estructura que se está diseñando, el ingeniero cuenta con la ayuda de los códigos de diseño en donde se especifican, en general, las cargas más usuales para las estructuras, sin embargo, en ocasiones se tiene que acudir al criterio u otros métodos para la determinación de los valores.

Tabla IX. **Cargas vivas mínimas distribuidas uniformemente**

Tipo de ocupación o uso	W_v (kg/m²)
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales - encamamiento y habitaciones	200
Hospitales - servicios médicos y laboratorio	350
Hoteles - alas de habitaciones	200
Hoteles - servicios y áreas públicas	500

Continuación de la tabla IX.

Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
Áreas de salida y/o escape	500
Vestíbulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión	
Con asientos fijos	300
Sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Canchas deportivas	ver nota ^(a)
Aulas y escuelas	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600
Almacenes	
Minoristas	350
Mayoristas	500
Estacionamientos y garages	
Automóviles	250
Vehículos pesados	según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación	500
Servicio y reparación	500
Bodegas	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1200
Fábricas	
Cargas livianas	400
Cargas pesadas	600
Cubiertas pesadas (inciso 8.3.3(f))	
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas más de 20°	75 ^(b)
Cubiertas livianas (inciso 8.3.3(g))	
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50 ^(b)
Notas: ^(a) carga depende del tipo de cancha	
^(b) sobre proyección horizontal	

Fuente: Normas AGIES NR – 2:200. p. 28.

- Cargas muertas (CM)

La carga muerta, es aquella que permanece constante, inamovible y permanente dentro de una estructura, generalmente está constituida por el peso propio de los elementos que integra la estructura, tales como vigas, columnas, techos, instalaciones (hidráulicas, eléctricas, otras), etc.

Aplicar las cargas de diseño a una estructura, es considerar los efectos críticos en sus diferentes combinaciones de las cargas, que pueden afectar a esta, las cargas aplicadas según recomendación del fabricante del techo, deben considerarse de acuerdo al uso y efectos posibles en la estructura y son la carga muerta, la carga viva y la velocidad del viento, aplicándose valores a cada una de ellas.

Para efectos de este proyecto se tomaran las siguientes cargas:

Carga viva (CV)

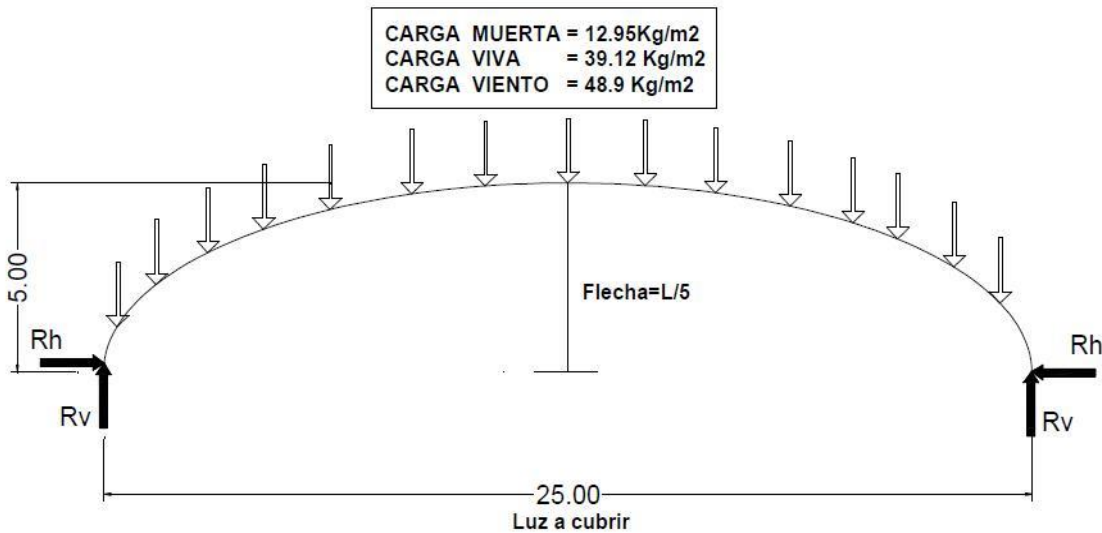
- Cubierta auto soportable = 39,12 kg/m²

Carga muerta (CM)

- Cubierta auto soportable = 12,96 kg/m²
- Mampostería reforzada 14 cm = 250 kg/m²
- Acabados (repello + cernido) = 30 kg/m²

- Cargas debidas al techo

Figura 9. **Detalle de relación flecha luz y cargas de diseño**



Fuente: Fuente: CURVOTEK S. A. Guatemala.

A continuación se muestran en la tabla, los valores de las reacciones en Lb/pie y kilogramos por metro respectivamente, producidas por las cargas consideradas por el fabricante.

Tabla X. **Reacciones correspondiente a la acción de cargas, debidas a techo curvo de aluminio-zinc**

			EXTREMO IZQUIERDO				EXTREMO DERECHO			
			Reacción Vertical		Reacción Horizontal		Reacción Vertical		Reacción Horizontal	
Carga muerta	2,65	lb/pie ²	119,72	lb/pie	141,70	lb/pie	119,72	lb/pie	141,70	lb/pie
	12,96	kKg/m ²	178,38	kg/m	211,13	kg/m	178,38	kg/m	211,13	kg/m
Carga viva	8,00	lb/pie ²	328,10	lb/pie	400,47	lb/pie	488,87	lb/pie	400,47	lb/pie
	39,12	kg/m ²	488,87	kg/m	596,70	kg/m	728,42	kg/m	596,70	kg/m
Carga de viento	10,00	lb/pie ²	16,41	lb/pie	115,35	lb/pie	16,41	lb/pie	48,70	lb/pie
	48,90	kg/m ²	24,45	kg/m	171,87	kg/m	24,45	kg/m	72,56	kg/m

Fuente: CURVOTEK S. A.

2.2.4.3. Método simplificado de diseño en muros de mampostería

El método simplificado se basa en suponer que la fuerza que se genera por efecto del sismo, en cada entrepiso y en cada dirección, se distribuye entre los muros alineados en dicha dirección, en forma proporcional al área de cada muro, despreciado a la contribución de los muros transversales a la dirección de la fuerza aplicada.

Para este método es necesario calcular:

- La rigidez de cada muro en la dirección del sismo
- El centro de corte de muros
- Centro de masa
- La carga lateral y su distribución
- La distribución del momento de volteo

Integración de cargas:

- Carga muerta

$W_{cm} = \text{Pesotecho} + \text{Pesomuromamposterá}(15\text{cm}) + \text{Pesoacabadosenmuros}$

$W_{cm} = (178,38 \cdot 70) + (250 \cdot 3 \cdot 149,30) + (30 \cdot 3 \cdot 120 \cdot 2 \text{ lados})$

$W_{cm} = 146\,061,60 \text{ kg}$

- Carga viva

$W_{cv} = \text{Cargaviva entecho}$

$W_{cv} = 48887 \text{ kg/m} \cdot 70 \text{ m}$

$W_{cv} = 34\,220,90 \text{ kg}$

- Peso total

$W_t = W_{cm} + 25\% W_{cv}$

$W_t = 146\,061,60 \text{ kg} + (0,25 \cdot 34\,220,90 \text{ kg})$

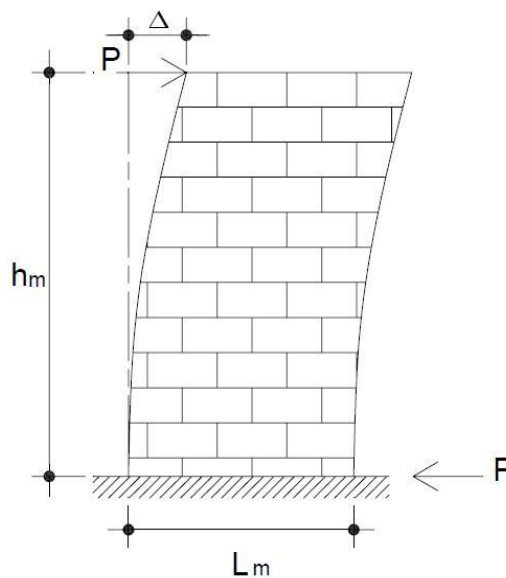
$W_t = 154\,616,83 \text{ kg}$

El porcentaje (%) de carga viva adoptado se debe a la probabilidad de ocupación del edificio al momento de un sismo, por lo que al referirse a una estructura de carácter social y cultural, solo estará ocupado cuando existan actividades de este tipo.

- Cálculo de rigideces en muros

Debido a que la cubierta es curva de aluminio-zinc y simplemente apoyada, los muros se consideran en voladizo, calculándose las rigideces de la siguiente manera.

Figura 10. **Deflexión producida por una fuerza lateral en muro**



Fuente: elaboración propia.

Fórmulas:

$$\Delta = \frac{[P \times (4a^3 + 3a)]}{E \times t_m}$$

$$R = \frac{t_m}{(4a^3 + 3a)}$$

$$a = \frac{h_m}{L_m}$$

Donde:

Δ = Deflexión permisible entre soportes adyacentes de muros.

P = Carga lateral

R= Rigidez

a= Relación altura / longitud

t_m = Espesor del muro

h_m = Altura de las paredes entre soportes horizontales

L_m = Largo de las paredes entre soportes verticales

E_m =Módulo de elasticidad de la mampostería ($0,10 \times 10^5 \approx 0,622 \times 10^5$
kg/m²)

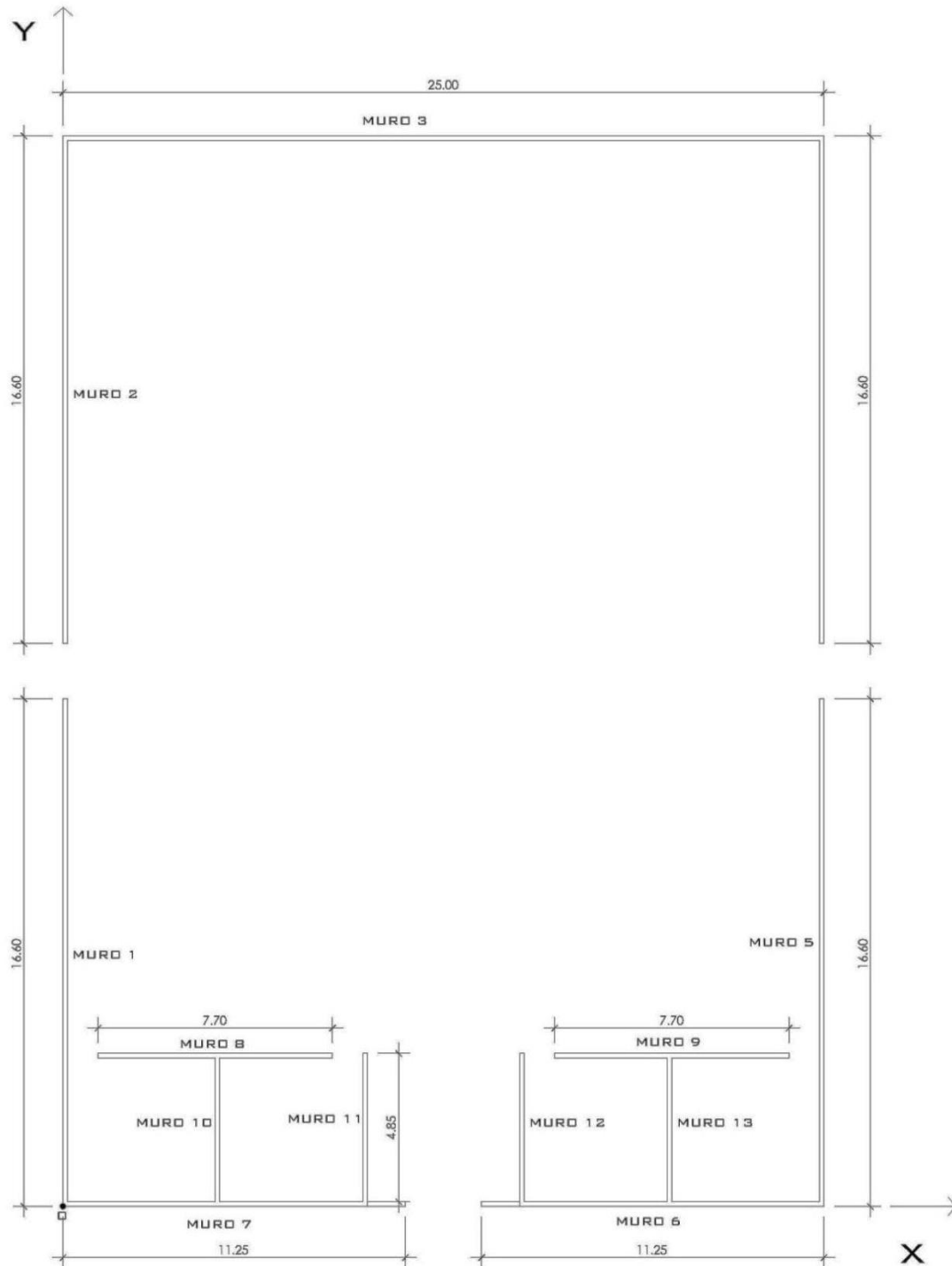
E_v =Módulo de elasticidad en corte ($0.40 E_m$)

F_b = Esfuerzo permisible de la mampostería por flexión, donde $0,33f'_m$.

I =momento de inercia ($I = \frac{1}{12} tL^3$)

- Dimensiones de muros de carga

Figura 11. Dimensiones de salón comunal



Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Distancias de muros de carga de salón comunal

Muro	Lm	hm	tm
1	16,60	3,00	0,15
2	16,60	3,00	0,15
3	25,00	3,00	0,15
4	16,60	3,00	0,15
5	16,60	3,00	0,15
6	11,25	3,00	0,15
7	11,25	3,00	0,15
8	7,70	3,00	0,15
9	7,70	3,00	0,15
10	5,00	3,00	0,15
11	5,00	3,00	0,15
12	5,00	3,00	0,15
13	5,00	3,00	0,15

Fuente: elaboración propia.

Todas las distancias están dadas en metros.

- Rigideces en muros:

Tabla XII. **Rigideces en muros de carga**

Muro	Lm	hm	a	tm	R x E
1	16,60	3,00	0,181	0,15	0,265
2	16,60	3,00	0,181	0,15	0,265
3	25,00	3,00	0,120	0,15	0,409
4	16,60	3,00	0,181	0,15	0,265
5	16,60	3,00	0,181	0,15	0,265
6	11,25	3,00	0,267	0,15	0,171
7	11,25	3,00	0,267	0,15	0,171
8	7,70	3,00	0,390	0,15	0,107
9	7,70	3,00	0,390	0,15	0,107
10	5,00	3,00	0,600	0,15	0,056
11	5,00	3,00	0,600	0,15	0,056
12	5,00	3,00	0,600	0,15	0,056
13	5,00	3,00	0,600	0,15	0,056

Fuente: elaboración propia.

La rigidez se deja en función de E para trabajar con valores pequeños para simplificar el cálculo, ya que no afecta el análisis.

- Cálculo de centro de torsión de muros:

Tabla XIII. **Cálculo de centro de torsión de muros sentido X**

Muro	R x E	Yi	Yi x R
3	0,409	35,00	14,309
6	0,171	0,00	0,000
7	0,171	0,00	0,000
8	0,107	5,00	0,534
9	0,107	5,00	0,534

$$\Sigma = 0,965$$

$$\Sigma = 15,376$$

Fuente: elaboración propia.

$$Y_T = \frac{\Sigma Y_i * R}{\Sigma R * E} = \frac{15,376}{0,965} = 15,93 \text{ m}$$

Tabla XIV. **Cálculo de centro de torsión en muros sentido Y**

Muro	R x E	Xi	Xi x R
1	0,265	0,00	0,000
2	0,265	0,00	0,000
4	0,265	25,00	6,628
5	0,265	25,00	6,628
10	0,056	5,00	0,282
11	0,056	10,00	0,563
12	0,056	15,00	0,845
13	0,056	20,00	1,126

$$\Sigma = 1,286$$

$$\Sigma = 16,071$$

Fuente: elaboración propia.

$$X_T = \frac{\sum X_i * R}{\sum R * E} = \frac{16.071}{1.286} = 12,496 \text{ m}$$

- Cálculo de centro de masa de muros

Tabla XV. **Cálculo de centro de masas en muros de carga**

Muro	Lm	Xi	Yi	Xi x Lm	Yi x Lm
1	16,60	0,00	8,30	0,00	137,780
2	16,60	0,00	26,70	0,00	443,220
3	25,00	12,50	35,00	312,50	875,000
4	16,60	25,00	26,70	415,00	443,220
5	16,60	25,00	8,30	415,00	137,780
6	11,25	19,38	0,000	218,03	0,000
7	11,25	5,63	0,000	63,34	0,000
8	7,70	5,00	5,000	38,50	38,500
9	7,70	20,00	5,000	154,00	38,500
10	5,00	5,00	2,500	25,00	12,500
11	5,00	10,00	2,500	50,00	12,500
12	5,00	15,00	2,500	75,00	12,500
13	5,00	20,00	2,500	100,00	12,500
$\Sigma = 149,30$			$\Sigma = 1\ 866,36$	$\Sigma = 2\ 164,00$	

Fuente: elaboración propia.

$$Y_{cm} = \frac{(\sum Y_i * L_m)}{\sum L_m} = \frac{2\ 164,00}{149,30} = 14,49 \text{ m}$$

$$X_{cm} = \frac{(\sum X_i * L_m)}{\sum L_m} = \frac{1\ 866,36}{149\ 30} = 12,50 \text{ m}$$

- Cálculo de pesos de los muros

Utilizando las mismas longitudes (Lm), tomadas en el cálculo de rigideces con módulos de mampostería para block = 250 kilogramos por metro cuadrado se procederá a calcular el peso de los muros con la siguiente fórmula:

$$Pm=(250Kg/m^2)*(hm)*(Lm)$$

Tabla XVI. **Cálculo de pesos de muros de carga**

Muro	Lm	hm	Mampostería para block 250 kg/m²	Pm (kg/m)
1	16,60	3,00	250,000	12 450,00
2	16,60	3,00	250,000	12 450,00
3	25,00	3,00	250,000	18 750,00
4	16,60	3,00	250,000	12 450,00
5	16,60	3,00	250,000	12 450,00
6	11,25	3,00	250,000	8 437,50
7	11,25	3,00	250,000	8 437,50
8	7,70	3,00	250,000	5 775,00
9	7,70	3,00	250,000	5 775,00
10	5,00	3,00	250,000	3 750,00
11	5,00	3,00	250,000	3 750,00
12	5,00	3,00	250,000	3 750,00
13	5,00	3,00	250,000	3 750,00

$\Sigma = 149,30$

$\Sigma = 111\,975,00$

Fuente: elaboración propia.

- Carga lateral

Sismo:

Todo edificio debe ser diseñado y construido para resistir un mínimo de fuerza sísmica lateral, que pueda ser resistida por marcos estructurales o por muros. Para este caso se diseñara para que esta fuerza sea resistida por muros de mampostería de block pómez.

Para evaluar la fuerza sísmica mínima de corte en la base se determinará por SEAOC, el cual utiliza la fórmula:

$$V=ZIKCSW$$

Donde:

Z = Factor que depende de zona sísmica donde se construye el edificio

I = Factor que depende de la importancia del edificio

K = Factor que depende del tipo de estructura

C = Factor que depende del período de vibración del edificio (t)

S =Factor que depende del tipo de suelo en donde se cimienta el edificio,
si no se conoce el tipo de suelo, tomar $S=1,5$, donde $C \times S \leq 0,14$

W =Peso total de la carga muerta del edificio + 25% de la carga viva

Tabla XVII. Coeficiente de riesgo sísmico de la región analizada

FACTOR Z	
0,00	Ausencia de sismo
0,25	Daño menor
0,50	Daño moderado
1,00	Daño mayor

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Factores sísmicos en edificios

FACTOR I	
1,00	Para viviendas unifamiliares
1,20	Para viviendas multifamiliares, oficios de oficina
1,30	Escuelas, universidades
1,40	Policía, cuarteles
1,50	Hospitales, estaciones de bomberos, unidades de socorro

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Factores sísmicos en estructuras

FACTOR K	
0,67	Para fuerzas de sismo con marcos dúctiles, vigas y columnas en los dos lados ortogonales
0,80	Cuando la estructura dúctil no absorba más del 25% del sismo
1,00	Cualquier sistema que no se mencionó sistemas híbridos
1,33	Cuando el 80% de la estructura este localizada en los muros (sistemas tipo caja)
2,00	Estructuras con grandes masas en sus puntas

Fuente: elaboración propia.

FACTOR C

$$t = \frac{0,05 \times h}{\sqrt{L}}, \text{ en segundos, donde h y L están en pies}$$

$$t = \frac{0,0906 \times h}{\sqrt{L}}, \text{ en segundos, donde h y L están en metros}$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}} \leq 0,12 \text{ Donde } C \times S \leq 0,14$$

- Determinación de la fuerza de sismo:

Por SEAOOC para estructuras de un nivel, se calcula el corte basal.

$$V_b = 0,10 \times W_t$$

$$W_t = W_{cm} + 0,25 CV$$

Donde:

W_t = Peso total

W_{cm} = Peso total carga muerta

CV = Carga viva

Según lo calculado en integración de cargas, tenemos que:

$$W_t = 154\,616,83 \text{ kg}$$

- Entonces corte basal

$$V_b = 0,10 \cdot W_t$$

$$V_b = 0,10 \cdot 154\,616,83 \text{ kg}$$

$$V_b = 15\,461,68 \text{ kg}$$

$$V_x = V_y = V = 15\,461,68 \text{ kg}$$

Fuerza acumulada en la parte superior de la estructura:

Esta fuerza es ejercida por la vibración de la base, es tomada en cuenta solamente si el período natural de vibración es $> 0,25$ de lo contrario no se toma en cuenta.

$$F_t = 0,07 \cdot t \cdot V_b$$

Donde:

t = Períodos naturales de vibración de la base analizada en segundos

V_b = Corte basal

Periodo de la base

$$t = \frac{0,05 \times h}{\sqrt{L}} \text{ (Sistema inglés)}$$

Donde:

t = Períodos naturales de vibración de la base analizada en segundos

h = Altura critica del muro en pies

L = Longitud de la base del eje analizado en pies

$$t_x = \frac{0,05 \times 9,84}{\sqrt{82}} = 0,05 \text{ s} < 0,25 \Rightarrow F_t = 0$$

$$t_y = \frac{0,05 \times 9,84}{\sqrt{114,80}} = 0,04 \text{ s} < 0,25 \Rightarrow F_t = 0$$

- Cálculo de momento de volteo

$$V_x = V_y = V = 15\,461,68 \text{ kg}$$

Momento de volteo (M_v)

$$M_v = V \cdot h_m$$

Donde:

h_m = altura critica del muro

M_v = Momento de volteo

$$M_v = 15\,461,68 \text{ kg} \cdot 3,00 \text{ m}$$

$$M_v = 46\,385,05 \text{ kg/m}$$

Cálculo de excentricidades de la carga lateral

Con sismo en X: $e_y = Y_{CM} - Y_T$

Con sismo en Y: $e_x = X_{CM} - X_T$

Donde:

e_x, e_y = Excentricidad en el eje X o Y

X_{CM}, Y_{CM} =Eje del centro de masa en el sentido X o Y

X_T, Y_T =Eje del centro de torsión en el sentido X o Y

Cálculo de excentricidades:

$$e_y = Y_{CM} - Y_T = 14,49 - 15,93 = 1,44 \text{ m}$$

$$e_x = X_{CM} - X_T = 12,50 - 12,50 = 0,00 \text{ m}$$

Cálculo de momento torsionante:

$$M_{TX} = V_x \times e_y = 15\,461,68 \text{ kg} \times 1,44 \text{ m} = 22\,264,82 \text{ kg/m}$$

$$M_{TY} = V_y \times e_x = 13\,264,18 \text{ kg} \times 0,00 \text{ m} = 0,00 \text{ kg/m}$$

Distribución de carga lateral

Fórmula a utilizar

$$V_s = V_D + V_T$$

Donde:

V_s =Corte total distribuido en cada muro (kg)

V_T = Cortante por torsión producido por la excentricidad

V_D = Cortante directo que depende de las rigideces de los muros

$$V_{Tx} = Y_{iT} * \left(\frac{R_x}{J} \right) * M_{Tx}$$

$$V_{Ty} = X_{iT} * \left(\frac{R_y}{J} \right) * M_{Ty}$$

$$J = \sum (R_x * Y_{iT}^2) + \sum (R_y * X_{iT}^2)$$

Donde:

Y_{iT} , X_{iT} = Distancia desde el centro del muro hacia el centro de torsión

R_x , R_y = Rigidez de cada muro según el sentido en que se esté calculando el corte

J = Rigidez rotacional

M_{Tx} , M_{Ty} = Momento torsionante (calculado anteriormente)

$$X_{iT} = X_i - X_T$$

$$Y_{iT} = Y_i - Y_T$$

Donde:

Y_i , X_i = Distancia desde el punto de referencia (o), hacia el centro de los muros, respectivamente

Y_T , X_T = Eje del centro de torsión en el sentido X o Y. (Calculadas anteriormente)

$$V_{Dx} = \left(\frac{R_x}{\sum R_x} \right) * V_x$$

$$V_{Dy} = \left(\frac{R_y}{\sum R_y} \right) * V_y$$

Donde:

V_D = Cortante directo (distancia desde el centro del muro hacia el centro de torsión)

R_x, R_y = Rigidez de cada muro según el sentido en que se esté calculando el corte

J = Rigidez rotacional

M_{Tx}, M_{Ty} = Momento torsionante (calculado anteriormente)

V_x, V_y = Cortante por sismo (calculado anteriormente)

Distribución de carga lateral:

Tabla XX. **Distribución de carga lateral sentido Y**

Muro	R_x	Y_i	Y_T	$Y_i T$	$(R_x) \times (Y_i T)^2$	V_D	J	V_T	V_s
3	0,409	35,00	15,93	19,07	148,673	6551,59	433,833	400,107	6951,70
6	0,171	0,00	15,93	-15,93	43,460	2744,59	433,833	-140,014	2604,58
7	0,171	0,00	15,93	-15,93	43,460	2744,59	433,833	-140,014	2604,58
8	0,107	5,00	15,93	-10,93	12,751	1710,45	433,833	-59,8699	1650,58
9	0,107	5,00	15,93	-10,93	12,751	1710,45	433,833	-59,8699	1650,58

$\Sigma = 0,96$

$\Sigma = 261,094$

$\Sigma = 15\,462,02$

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Distribución de carga lateral sentido X

Muro	Ry	Xi	XT	XiT	(Ry) x (XiT) ²	VD	J	VT	Vs
1	0,265	0,00	12,50	-12,50	41,425	3188,29	433,833	0,00	3188,29
2	0,265	0,00	12,50	-12,50	41,425	3188,29	433,833	0,00	3188,29
4	0,265	25,00	12,50	12,50	41,425	3188,29	433,833	0,00	3188,29
5	0,265	25,00	12,50	12,50	41,425	3188,29	433,833	0,00	3188,29
10	0,056	5,00	12,50	-7,50	3,167	677,13	433,833	0,00	677,13
11	0,056	10,00	12,50	-2,50	0,352	677,13	433,833	0,00	677,13
12	0,056	15,00	12,50	2,50	0,352	677,13	433,833	0,00	677,13
13	0,056	20,00	12,50	7,50	3,167	677,13	433,833	0,00	677,13
$\Sigma = 1,29$					$\Sigma = 172,739$			$\Sigma = 15\,461,68$	

Fuente: elaboración propia.

Distribución del momento de volteo

Fórmula a utilizar

$$M_{vi} = \left(\frac{R}{\Sigma R} \right) * M_v$$

Donde:

M_{vi} =Momento de volteo distribuido en cada muro (kg -m)

R =Rigideces en muros

M_v = Momento de volteo (calculado anteriormente)

Tabla XXII. **Distribución de momento de volteo sentido X**

Muro	Rx	Mvix
3	0,409	19654,786
6	0,171	8233,786
7	0,171	8233,786
8	0,107	5131,346
9	0,107	5131,346
$\Sigma = 0,965$		$\Sigma = 46\ 385,05$

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Distribución de momento de volteo sentido Y**

Muro	Ry	Mviy
1	0,265	9564,879
2	0,265	9564,879
4	0,265	9564,879
5	0,265	9564,879
10	0,056	2031,384
11	0,056	2031,384
12	0,056	2031,384
13	0,056	2031,384
$\Sigma = 1,286$		$\Sigma = 46\ 385,05$

Fuente: elaboración propia.

2.2.5. Diseño estructural

En esta parte se cuenta ya con todos los resultados del análisis estructural, por lo que se tiene la libertad de acción y las soluciones pueden variar según el criterio o los reglamentos que se usen. Es así como procedemos a realizar los cálculos necesarios para armados de soleras, columnas, cimientos y zapatas de la estructura, el diseño de elementos de concreto armado se ha hecho en base al Código ACI 318-99.

2.2.5.1. Tipo de techo diseño de la cubierta con techo curvo (Curvotek)

Las fuerzas en un arco se deben a las siguientes consideraciones:

- Las cargas en un arco inducen esfuerzos de flexión y de compresión directa.
- Las reacciones en un arco tienen componentes horizontales aunque todas las cargas sean verticales.
- Las deflexiones tienen componentes tanto verticales como horizontales.

Cuando un arco tiene articulaciones solo en los soportes, es estáticamente indeterminado; se tiene una componente de reacción desconocida más que pueden determinarse con las 3 ecuaciones de equilibrio.

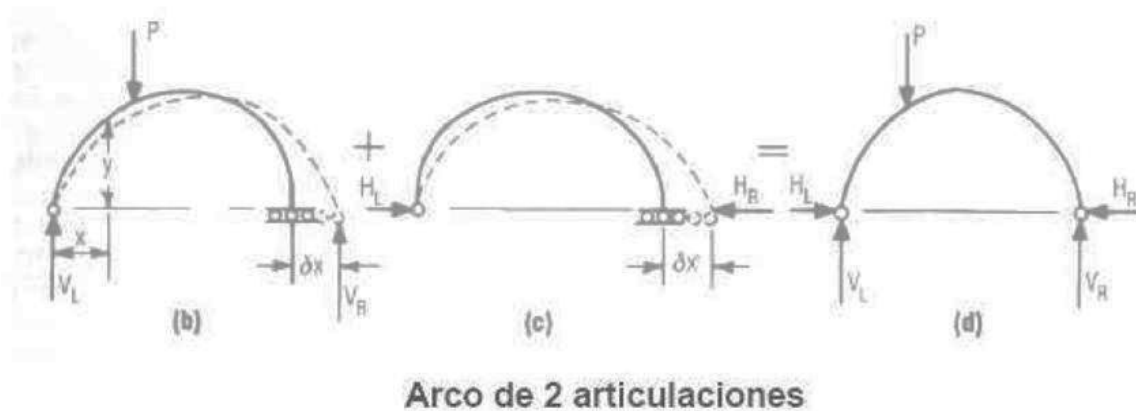
Otra ecuación puede escribirse en función del comportamiento elástico del arco. Un procedimiento consiste en suponer que uno de los soportes es deslizable (figura 12b).

El arco es entonces estáticamente determinado y la reacción y movimiento horizontal del soporte pueden calcularse para esta condición (figura 12c).

A continuación, puede calcularse la fuerza horizontal requerida para regresar el soporte móvil a su posición original (figura 12d).

Finalmente, se obtiene las reacciones para el arco biarticulado, sobreponiendo el primer conjunto de reacciones sobre el segundo.

Figura 12. **Fuerzas en un arco**



Fuente: Orozco, Juan. Diseño de drenaje sanitario de aldea San Pedro Petz, municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos p. 58.

Tabla XXIV. **Reacciones correspondiente a la acción de cargas debidas a techo curvo de aluminio-zinc**

			EXTREMO IZQUIERDO				EXTREMO DERECHO			
			Reacción Vertical		Reacción Horizontal		Reacción Vertical		Reacción Horizontal	
CARGA MUERTA	2,65	lb/pie ²	119,72	lb/pie	141,70	lb/pie	119,72	lb/pie	141,70	lb/pie
	12,96	kg/m ²	178,38	kg/m	211,13	kg/m	178,38	kg/m	211,13	kg/m
CARGA VIVA	8,00	lb/pie ²	328,10	lb/pie	400,47	lb/pie	488,87	lb/pie	400,47	lb/pie
	39,12	kg/m ²	488,87	kg/m	596,70	kg/m	728,42	kg/m	596,70	kg/m

Fuente: CURVOTEK S. A.

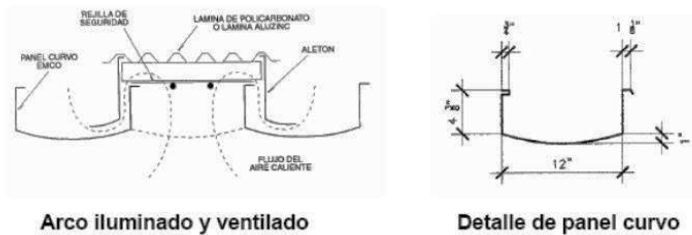
- Material y accesorios de la cubierta

La materia prima consiste en rollos de lámina de acero, de calidad estructural, recubierta con aluzinc (una aleación de aluminio y zinc; en su mayoría aluminio), que es extremadamente resistente a la corrosión, lo que da como resultado un techo de mayor duración.

El ancho a cubrir y las cargas a las que esta será sometida definen los espesores de la lámina que se utilizará en cada caso, los cuales equivalen aproximadamente a lo que comercialmente se conoce como calibres 22, 24 y 26. Las cubiertas en ningún calibre exceden 2,8 libras por pie cuadrado de peso propio.

Los accesorios son totalmente opcionales y están destinados básicamente a optimizar la ventilación e iluminación, la separación recomendada es de 6 metros, los tipos de paneles se ven en la figura 14.

Figura 13. **Detalle de la cubierta del techo**

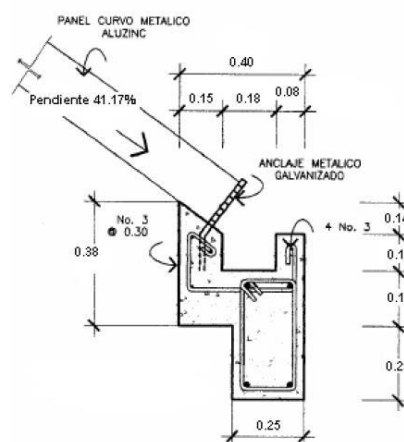


Fuente: Orozco, Juan. Diseño de drenaje sanitario de aldea San Pedro Petz, municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos p. 63.

- Detalle de apoyos

El apoyo consiste en una viga de tipo canal de concreto reforzado, y los paneles rolados estarán sujetos mediante anclajes metálicos como se observa en la figura 15.

Figura 14. **Detalle de viga-canal y anclaje de techo**



Fuente: Orozco, Juan. Diseño de drenaje sanitario de aldea San Pedro Petz, municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos p. 75.

2.2.5.2. Muros de mampostería

Los muros se construirán de block pómez de 0,40 x 0,20 x 0,15 m, ligados con mortero 1:3, el espesor de las juntas será de 1 cm, los muros están reforzados por elementos horizontales (soleras) y elementos verticales (columnas), de concreto reforzado.

Características necesarias de los materiales que serán empleados en la construcción de este proyecto:

- Esfuerzo de ruptura del block $f'_m = 20 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad del block $E_m = 0,10 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
- Esfuerzo del acero en tensión $f_s = 0,50 f_y \text{ kg/cm}^2$
- Esfuerzo de fluencia del acero $F_y = 2\ 810 \text{ kg/cm}^2$
- Block pómez de 0,40 x 0,20 x 0,15 m
- Mortero de cemento – arena, proporción 1:3

Especificaciones y recomendaciones para construcciones de mampostería:

- El espesor mínimo para muros será de 14 centímetros (AGIES 6.2).
- El ancho mínimo de soleras y columnas será igual al espesor del muro (AGIES 6.5.1.2).
- Las soleras y las columnas tendrán el mismo espesor y la altura no será menor de 15 centímetros (AGIES 6.5.1.2).

- La separación máxima entre soleras será de 2,50 metros y la separación máxima entre columnas será de 3,00 metros (AGIES 6.3).
- La resistencia mínima del concreto debe ser al menos de 140 kilogramos por centímetro cuadrado (AGIES 6.5.1.1).
- El diámetro mínimo de acero de refuerzo será de No. 3 (3/8 pulgadas), debido a que es el acero de menor diámetro corrugado (AGIES 6.5.1.3)
- Para estribos se utilizará No. 2 (1/4 pulgadas), como mínimo y en elementos estructurales No. 3
- El esfuerzo de acero generalmente usado en mampostería reforzada es grado 40, con un esfuerzo permisible de trabajo de 20 000 libras por pulgada cuadrada
- Diseño a flexión

Para el diseño a flexión se debe calcular lo siguiente:

F_m = Esfuerzo permisible de la mampostería a flexión

f_m = Esfuerzo producido por las cargas

$$f_m = \frac{M}{S_m}$$

Donde:

$$f'_m = 20 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_m = (1/6) \times t_m \times L_m^2$$

$$F_m = 0,33 f'_m = 6,60 \text{ kg/cm}^2$$

M = Momento en cada muro

Tabla XXV. **Diseño de mampostería a flexión**

Muro	Momento	Lm	tm	Sm	fm	Fm
1	956487,88	1660,00	15,00	6889000,00	0,13884	6,600
2	956487,88	1660,00	15,00	6889000,00	0,13884	6,600
3	19654,79	2500,00	15,00	1562500,00	0,00126	6,600
4	9564,88	1660,00	15,00	6889000,00	0,00139	6,600
5	9564,88	1660,00	15,00	6889000,00	0,00139	6,600
6	8233,79	1125,00	15,00	3164062,50	0,00260	6,600
7	8233,79	1125,00	15,00	3164062,50	0,00260	6,600
8	5131,35	770,00	15,00	1482250,00	0,00346	6,600
9	5131,35	770,00	15,00	1482250,00	0,00346	6,600
10	2031,38	500,00	15,00	625000,00	0,00325	6,600
11	2031,38	500,00	15,00	625000,00	0,00325	6,600
12	2031,38	500,00	15,00	625000,00	0,00325	6,600
13	2031,38	500,00	15,00	625000,00	0,00325	6,600

*Largo y ancho en cm, Momento en Kg-cm

Fuente: elaboración propia.

Dado que todos los f_m son menores que F_m , se diseñara con el refuerzo mínimo.

- Diseño a corte

El refuerzo a corte lo constituyen las soleras o refuerzo horizontal, cumpliendo con las siguientes condiciones:

Si $f_v < F_v \Rightarrow$ Se utilizará refuerzo mínimo

$f_v > F_v \Rightarrow$ Se calculará el refuerzo

$$f_v = \frac{V_d}{(100 \times L_m \times t_m)}$$

$$F_v = K \times \sqrt{f_m}$$

Donde:

$V_d =$ Corte de diseño $= 1,5 V_s$

$f_m = 20 \text{ kg/cm}^2$ (para este diseño)

$K =$ Constante que depende del material

Valores de K:

$K = 0,30$ (para block)

$K = 0,40$ (para ladrillo)

$K = 0,10$ (para adobes)

Para este diseño $K=0,30$

A continuación se muestra el procedimiento para el cálculo del refuerzo para el muro 1.

Datos:

$f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$

$d = 1,50$ (igual en todos los muros)

$t_m = 15 \text{ cm}$ (igual en todos los muros)

$L_m = 1,660 \text{ cm}$

$V_s = 3\,188,29 \text{ Kg}$

Calculando

$$F_v = 0,30 \times \sqrt{20} = 1,34 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_v = \frac{(1,5 \times 3\,188,29)}{(100 \times 1\,660,00 \times 15,00)} = 0,00192 \text{ Kg/cm}^2$$

Cumple con la condición de $f_v < F_v$, entonces se procede a diseñar con refuerzo mínimo.

Si no cumpliera con tal condición puesto que $f_v > F_v$, entonces se calcula el refuerzo de la siguiente manera.

- Diseño del refuerzo

Fórmula a utilizar:

$$A_v = \frac{(A_s \times S)}{(f_s \times d)}$$

$$V = V_s = \frac{(A_v \times f_s \times d)}{S}$$

Donde:

A_v =Área de acero en la solera

S =Separación entre soleras

d =Peralte efectivo

$f_s=0,5 f_y$

En la siguiente tabla se muestran, los resultados obtenidos para el resto de muros.

Tabla XXVI. **Diseño de mampostería a corte**

Muro	Vs	Lm	tm	Fv	fv	Refuerzo
1	3188,29	1660,00	15,00	1,34	0,00192	Refuerzo mínimo
2	3188,29	1660,00	15,00	1,34	0,00192	Refuerzo mínimo
3	6951,70	2500,00	15,00	1,34	0,00278	Refuerzo mínimo
4	3188,29	1660,00	15,00	1,34	0,00192	Refuerzo mínimo
5	3188,29	1660,00	15,00	1,34	0,00192	Refuerzo mínimo
6	2604,58	1125,00	15,00	1,34	0,00232	Refuerzo mínimo
7	2604,58	1125,00	15,00	1,34	0,00232	Refuerzo mínimo
8	1650,58	770,00	15,00	1,34	0,00214	Refuerzo mínimo
9	1650,58	770,00	15,00	1,34	0,00214	Refuerzo mínimo
10	677,13	500,00	15,00	1,34	0,00135	Refuerzo mínimo
11	677,13	500,00	15,00	1,34	0,00135	Refuerzo mínimo
12	677,13	500,00	15,00	1,34	0,00135	Refuerzo mínimo
13	677,13	500,00	15,00	1,34	0,00135	Refuerzo mínimo

*Todos los valores cumplen con la condición $f_v < F_v$, por lo tanto los muros serán diseñados con el refuerzo mínimo.

Fuente: elaboración propia.

Refuerzos mínimos vertical y horizontal por muro

Según ACI

$$A_{s_{\min v}} = 0,0007t_m \times L_m$$

$$A_{s_{\min h}} = 0,0013t_m \times h_m$$

Según FHA

$$A_{s_{\min v}} = 0,0008t_m \times L_m$$

$$A_{s_{\min h}} = 0,0015t_m \times h_m$$

Para este diseño se utilizará el criterio de ACI, con $t = 15$ centímetros (para todos los muros).

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los refuerzos mínimos calculados horizontal y verticalmente.

Tabla XXVII. Cálculo de refuerzo vertical y horizontal de mampostería

Muro	hm (cm)	tm (cm)	Lm (cm)	Refuerzo vertical (cm ²)	Refuerzo horizontal (cm ²)
1	300,00	15,00	1660,00	17,43	5,85
2	300,00	15,00	1660,00	17,43	5,85
3	300,00	15,00	2500,00	26,25	5,85
4	300,00	15,00	1660,00	17,43	5,85
5	300,00	15,00	1660,00	17,43	5,85
6	300,00	15,00	1125,00	11,81	5,85
7	30000	15,00	1125,00	11,81	5,85
8	300,00	15,00	770,00	8,09	5,85
9	300,00	15,00	770,00	8,09	5,85
10	300,00	15,00	500,00	5,25	5,85
11	300,00	15,00	500,00	5,25	5,85
12	300,00	15,00	500,00	5,25	5,85
13	300,00	15,00	500,00	5,25	5,85

Fuente: elaboración propia.

Al obtener el dato de A_s en cm (horizontal y vertical), se distribuye el acero en la cantidad de columnas y soleras definidas respectivamente, tomando en cuenta las especificaciones de separaciones mínimas y refuerzos mínimos que establecen las normas reconocidas de construcción.

2.2.5.3. Columnas y soleras

Columnas

Son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. El refuerzo principal es longitudinal, paralelo a la dirección de la carga axial.

Las columnas suelen dividirse en dos grupos: largas e intermedias. A veces, los elementos cortos a compresión se consideran como un tercer grupo de columnas. Las diferencias entre los tres grupos vienen determinadas por su comportamiento. Las columnas largas se rompen por pandeo o flexión lateral; las intermedias, por combinación de esfuerzos, aplastamiento y pandeo, y los postes cortos, por aplastamiento.

- Distribución de acero en columnas

Muros 1, 2, 4 y 5:

Estos muros tienen la misma longitud la cual es de 16,60 metros. los cuales constan de 7 columnas cada uno, en la que el área de acero quedara de la siguiente manera:

$$A_s = 17,43 \text{ cm}^2 / 7 \text{ col} = 2,49 \text{ cm}^2 \text{ para cada columna}$$

Asumiendo varilla No. 3 (0,71 cm), se tiene:

$$\left. \begin{array}{l} 0,71 \text{ cm}^2 \text{-----} 1 \text{ var} \\ 2,49 \text{ cm}^2 \text{-----} X \end{array} \right\} X=3,51 \approx 4 \text{ var No.3 G 40}$$

Muro 3:

Este es el muro de 25,00 metros el cual consta de 10 columnas, en la que el área de acero quedara de la siguiente manera:

$$As = 26,25 \text{ cm}^2 / 10 \text{ col} = 2,63 \text{ cm}^2 \text{ para cada columna}$$

Asumiendo varilla No. 3 (0,71 cm), se tiene:

$$\left. \begin{array}{l} 0,71 \text{ cm}^2 \text{-----} 1 \text{ var} \\ 2,63 \text{ cm}^2 \text{-----} X \end{array} \right\} X=3,70 \approx 4 \text{ var No.3 G 40}$$

Muros 6 y 7:

Estos muros también tienen la misma longitud la cual es de 11,25 metros, los cuales constan de 5 columnas cada uno, en la que el área de acero quedara de la siguiente manera:

$$As = 11,81 \text{ cm}^2 / 5 \text{ col} = 2,36 \text{ cm}^2 \text{ para cada columna}$$

Asumiendo varilla No. 3 (0,71 cm), se tiene:

$$\left. \begin{array}{l} 0,71 \text{ cm}^2 \text{-----} 1 \text{ var} \\ 2,36 \text{ cm}^2 \text{-----} X \end{array} \right\} X=3,33 \approx 4 \text{ var No.3 G 40}$$

Muros 8 y 9:

Estos muros tienen una longitud de 10,00 metros los cuales constan de 4 columnas cada uno, en la que el área de acero quedara de la siguiente manera:

$$As = 8,09 \text{ cm}^2 / 4 \text{ col} = 2,02 \text{ cm}^2 \text{ para cada columna}$$

Asumiendo varilla No. 3 (0,71 cm), se tiene:

$$\left. \begin{array}{l} 0,71 \text{ cm}^2 \text{-----} 1 \text{ var} \\ 2,02 \text{ cm}^2 \text{-----} X \end{array} \right\} X = 2,85 \approx 4 \text{ var No.3 G 40}$$

Muros 10, 11, 12 y 13:

Estos muros también tienen la misma longitud la cual es de 5,00 metros los cuales constan de 2 columnas cada uno, en la que el área de acero quedara de la siguiente manera:

$$As = 5,25 \text{ cm}^2 / 2 \text{ col} = 2,63 \text{ cm}^2 \text{ para cada columna.}$$

Asumiendo varilla No. 3 (0,71 cm), se tiene:

$$\left. \begin{array}{l} 0,71 \text{ cm}^2 \text{-----} 1 \text{ var} \\ 2,63 \text{ cm}^2 \text{-----} X \end{array} \right\} X = 3,70 \approx 4 \text{ var No.3 G 40}$$

- Soleras

Lassoleras(vigas) son elementos estructurales que están sometidas a cargas cortantes que ayudan a repartir mejor dicha fuerza evitando su

concentración en los extremos y evita que al presentarse las grietas en los muros éstas se abran ya que soporta parte de esta fuerza.

Las soleras son como barras horizontales de concreto con estructura interna de acero de refuerzo, se encuentran por la parte inferior, intermedia y superior de los muros a lo largo de su extensión donde distribuye hacia las columnas.

- Distribución de acero en soleras

Muro 1:

Este muro tiene una longitud de 16,60 metros y una altura de 3,00 metros el cual consta de 3 soleras, en la que el área de acero quedara de la siguiente manera:

$$A_s = 5,85 \text{ cm}^2 / 3 \text{ sol} = 1,95 \text{ cm}^2 \text{ para cada solera}$$

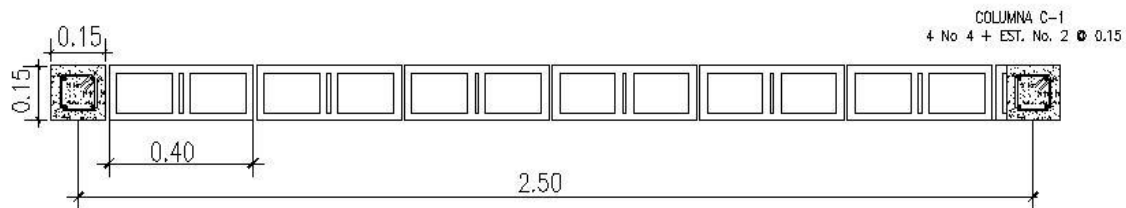
Asumiendo varilla No. 3 (0,71 cm), se tiene:

$$\left. \begin{array}{l} 0,71 \text{ cm}^2 \text{-----} 1 \text{ var} \\ 1,95 \text{ cm}^2 \text{-----} X \end{array} \right\} X = 2,74 \approx 4 \text{ var No. 3 G 40}$$

Debido a que todos los muros tienen la misma altura, la distribución de acero será la misma en las soleras de todos los muros.

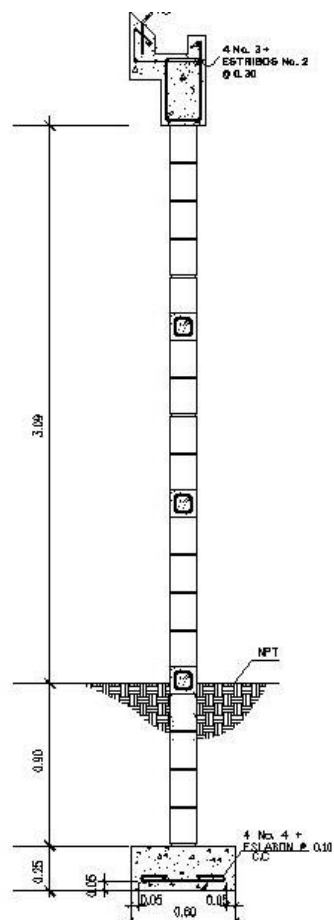
Además se consideran estribos No. 2 @ 15,00 centímetros tanto para columnas como para soleras.

Figura 15. **Corte longitudinal de muro de mampostería**



Fuente: ARREAGA, Elfego. Diseño de: salón comunal para aldea San Antonio. p. 65.

Figura 16. **Corte transversal de muro de mampostería**



Fuente: ARREAGA, Elfego. Diseño de: salón comunal para aldea San Antonio. p. 67.

- Cimientos

Los cimientos son elementos estructurales destinados a recibir las cargas propias y las aplicaciones exteriores a la misma; estos a su vez transmiten la acción de las cargas sobre el suelo. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de estructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma.

Para el presente proyecto se utilizará cimiento corrido bajo los muros de mampostería ya que las cargas se distribuyen uniformemente en este tipo de cimentación.

Integración de cargas distribuidas en muros

- Carga muerta

Se calculara la carga muerta distribuida de cada muro para el diseño respectivo de la cimentación, con las siguientes fórmulas.

$$W_{\text{techo}} = \frac{\text{Carga de techo kg/m} \times L_m}{1\ 000}$$

$$W_{\text{columna}} = \text{No.columnas} \times \text{Vol.columna} \times \text{Peso específico concreto}$$

$$W_{\text{solera}} = \text{No.soleras} \times \text{Vol.solera} \times \text{Peso específico concreto}$$

$$W_{\text{block}} = \frac{\text{Area Block} \times 120 \text{ kg/cm}^2}{1\ 000}$$

$$W_{\text{muro}} = \frac{W_{\text{techo}} + W_{\text{col}} + W_{\text{sol}} + W_{\text{block}}}{\text{Longitud de muro}}$$

Calculando carga distribuida en muro 1, el cual tiene una longitud de 35,00 metros.

Datos:

No. Columnas = 14

No. Soleras = 4

Volumen columna = $0,15 \times 0,15 \times 4,50 = 0,101 \text{ m}^3$

Volumen solera = $0,15 \times 0,15 \times 35,00 = 0,7875 \text{ m}^3$

Área de block = $35,00 \times 4,50 = 157,50 \text{ m}^2$

Peso específico del concreto = $2,40 \text{ Ton/m}^3$

$$W_{\text{techo}} = \frac{178,38 \text{ kg/m} \times 35,00 \text{ m}}{1\,000} = 6,243 \text{ ton}$$

$$W_{\text{columna}} = 14 \times 0,101 \text{ m}^3 \times 2,40 \text{ ton/m}^3 = 3,40 \text{ ton}$$

$$W_{\text{solera}} = 4 \times 0,7875 \text{ m}^3 \times 2,40 \text{ ton/m}^3 = 7,56 \text{ ton}$$

$$W_{\text{block}} = \frac{157,50 \text{ m}^2 \times 280 \text{ kg/m}^2}{1\,000} = 44,10 \text{ ton}$$

$$W_{\text{muro}} = \frac{6,243 + 3,40 + 7,56 + 44,10}{35,00} = 1,75 \text{ ton/m}$$

Calculando carga distribuida en muro 2, el cual tiene una longitud de 25,00 metros.

Datos:

No. Columnas = 10

No. Soleras = 4

Volumen columna = $0,15 \times 0,15 \times 4,50 = 0,101 \text{ m}^3$

Volumen solera = $0,15 \times 0,15 \times 25,00 = 0,5625 \text{ m}^3$

Área de block = $25,00 \times 4,50 = 112,50 \text{ m}^2$

Peso específico del concreto = $2,40 \text{ Ton/m}^3$

$$W_{\text{techo}} = \frac{0 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 35,00 \text{ m}}{1\,000} = 0,00 \text{ ton}$$

Debido a que el peso del techo es soportado solamente por las paredes con mayor longitud:

$$W_{\text{columna}} = 10 \times 0,101 \text{ m}^3 \times 2,40 \text{ ton/m}^3 = 2\,424 \text{ ton}$$

$$W_{\text{solera}} = 4 \times 0,5625 \text{ m}^3 \times 2,40 \text{ ton/m}^3 = 5,40 \text{ ton}$$

$$W_{\text{block}} = \frac{112,50 \text{ m}^2 \times 280 \text{ kg/m}^2}{1\,000} = 31,50 \text{ ton}$$

$$W_{\text{muro}} = \frac{0 + 2,424 + 5,40 + 31,50}{25,00} = 1,57 \text{ ton/m}$$

Para el diseño del cimiento se utilizará una carga muerta de 2,40 toneladas por metro, ya que es la carga más crítica.

- Carga viva

Para la carga viva, se tomara la obtenida en la tabla de distribución de carga del techo curvo, proporcionada por Curvotek S. A., la cual es la siguiente.

Para muro 1:

$$W_{viva} = 488,87 \text{ kg/m} + 24,45 \text{ kg/m} = 0,51 \text{ ton/m}$$

Para muro 3:

$$W_{viva} = 728,42 \text{ kg/m} + 24,45 \text{ kg/m} = 0,75 \text{ ton/m}$$

Para el diseño del cimiento se utilizará una carga viva de 0,75 tonelada por metro, ya que es la carga más crítica.

- Integración de Cargas

$$W_u = 1,4 W_{muro} + 1,70 W_{viva}$$

$$W_u = (1,40 \cdot 2,40) + (1,70 \cdot 0,75)$$

$$W_u = 4,64 \text{ ton/m}$$

- Factor de carga última

$$FCU = \frac{1,40 W_{muro} + 1,70 W_{viva}}{W_{muro} + W_{viva}} = \frac{1,40 (2,40) + 1,70 (0,75)}{2,40 + 0,75} = 1.47$$

- Diseño del cimiento corrido para muros de mampostería

Para el proyecto del salón comunal se realizara el siguiente chequeo para el cimiento corrido del muro de mampostería.

Datos:

$$W_u = 3,70 \text{ Ton/m}$$

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

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

$$q_s = 34,50 \text{ Ton/m}^2$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,36 \text{ Ton/m}^2 \text{ (Peso específico del suelo)}$$

$$\gamma_c = 2,40 \text{ Ton/m}^2 \text{ (Peso específico del concreto)}$$

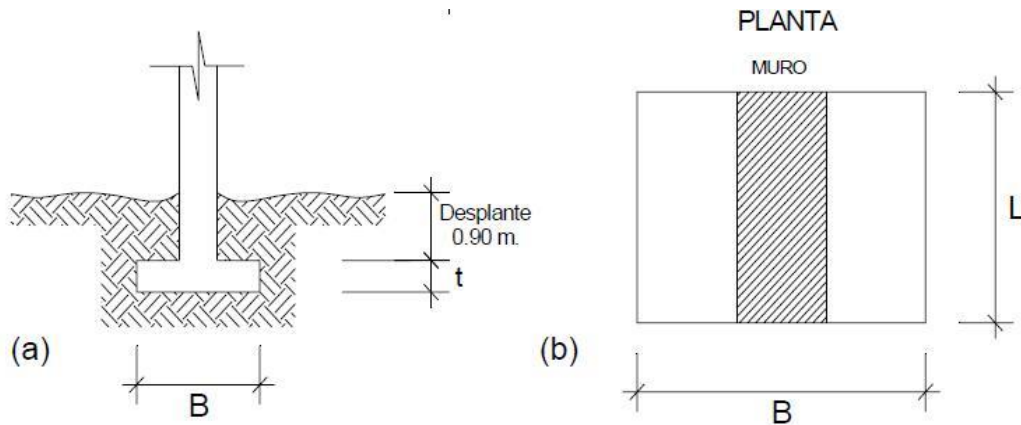
$$FCU = 1,49 \text{ (Factor de carga última)}$$

Datos iniciales del cimiento:

Ancho de columna $b = 15$ centímetros

Longitud $L = 1,00$ metro

Figura 17. Esquema de cimiento corrido



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del área del cimiento

Carga de trabajo

$$W' = \frac{W_u}{FCU} = \frac{4,64 \text{ ton/m}}{1,47} = 3,16 \text{ ton/m}$$

Área de cimiento corrido

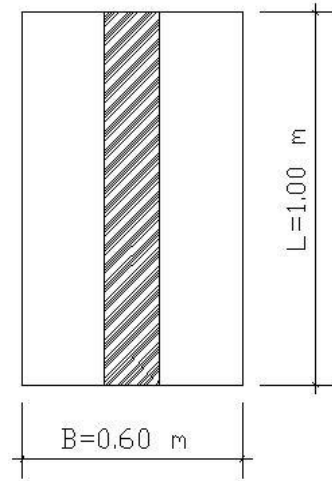
$$Acc = \frac{1,50 W'}{V_s} = \frac{1,50 \times 3,16}{34,50} = 0,14 \text{ m}^2$$

Base del cimiento

$$Acc = B \times L \Rightarrow B = \frac{Acc}{L} = \frac{0,14 \text{ m}^2}{1,00 \text{ m}} = 0,14 \text{ m}$$

Tomando en cuenta que $B_{\text{mínimo}} = 2t$, para este proyecto tomamos $B=0,60$

Figura 18. **Dimensiones iniciales del cimiento corrido**



Fuente: ARREAGA, Elfego. Diseño de: salón comunal para aldea San Antonio. p. 70.

- Cálculo del espesor

$$t_{\text{min}} = (15 + \varnothing + \text{Recubrimiento})$$

Se asume varilla No. 4 ($\varnothing = 1,27 \text{ cm}$)

$$t_{\text{min}} = (15 + 1,27 + 5) = 21,27 \text{ cm} \approx 25,00 \text{ centímetros}$$

Chequeo de la presión sobre el suelo

Integración de cargas:

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{muro}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}} + W''$$

Nota: calculada para una longitud unitaria $Lu = 1.00 \text{ m}$

$$P_{\text{muro}} = h_{\text{muro}} \times Lu \times \gamma_{\text{block}}$$

$$P_{\text{muro}} = 4,5\text{m} \times 1,00\text{m} \times 0,28 \text{ Ton/m}^2 = 1,26 \text{ ton}$$

$$P_{\text{suelo}} = \text{Desplante} \times \text{Acc} \times \gamma_{\text{suelo}}$$

$$P_{\text{suelo}} = 1,50 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 1,36 \text{ Ton/m}^2 = 1,224 \text{ Ton}$$

$$P_{\text{cimiento}} = \text{Acc} \times t \times \gamma_c$$

$$P_{\text{cimiento}} = 0,60 \text{ m}^2 \times 0,25\text{m} \times 2,40 \text{ Ton/m}^3 = 0,36 \text{ Ton}$$

$$W'' = W' \times L_u = 3,16 \text{ Ton/m} \times 1,00\text{m} = 3,16 \text{ Ton}$$

$$P_{\text{tot}} = 1,26 + 1,224 + 0,36 + 3,16 = 6,24 \text{ Ton}$$

La presión sobre el suelo será:

$$q_{\text{max}} = \frac{P_{\text{tot}}}{A_z} = \frac{6,24 \text{ ton}}{0,60 \text{ m}^2} = 10,40 \text{ Ton/m}^2$$

$q_{\text{max}} < q_s$, no excede el valor soporte del suelo, por lo que el ancho del cimiento es adecuado.

Siendo la distribución de presión uniforme, no existen presiones de tensión en el suelo. Debido a que la presión es constante se hace que:

$$q_{\text{dis}} = q_{\text{max}} \times \text{FCU}$$

Entonces:

$$q_{\text{dis}} = 10,40 \text{ Ton/m}^2 \times 1,47$$

$$q_{\text{dis}} = 15,29 \text{ Ton/m}^2$$

- Chequeo por corte simple

Datos:

$$t = 25,00 \text{ cm}$$

$$\text{Recubrimiento} = 5,00 \text{ cm}$$

$$\text{Varillas} = \text{de } \frac{1}{2}''$$

Peralte efectivo

$$d = t - \text{Recubrimiento} - \phi/2$$

$$d = 25 - 5 - (1,27/2) = 19,37 \text{ cm}$$

Calculando corte actuante (V_{act})

Área de presión

$$A_p = [a-d] * Lu \quad a = \frac{(B - t_{muro})}{2}$$

$$A_p = \left[\left(\frac{(B - t_{muro})}{2} \right) - d \right] * Lu$$

$$A_p = \left[\left(\frac{(0,60 - 0,15)}{2} \right) - 0,1937 \right] * 1,00 = 0,0313 \text{ m}^2$$

Corte actuante

$$V_{act} = A_p \times q_{dis}$$

$$V_{act} = 0,0313 \text{ m}^2 * 15,29 \text{ Ton/m}^2 = 0,48 \text{ Ton}$$

Calculando corte resistente (V_{rs})

$$V_{res} = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d$$

$$V_{res} = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{281} \times 100 \times 19,37$$

$$V_{res} = 14\,627,75 \text{ Kg} = 14,63 \text{ ton}$$

$V_{act} < V_{res}$, por lo que el espesor del cimiento asumido de 0,25 metros si soporta el corte simple.

- Chequeo por flexión

Calculando el momento actuante (M_{act})

$$M_{act} = \frac{q_{dis} \times a^2 \times L_u}{2}$$

$$M_{act} = \frac{15,29 \times 0,23^2 \times 1,00}{2}$$

$$M_{act} = 0,40 \text{ Ton-m} = 400,00 \text{ kg-m}$$

Cálculo del acero de refuerzo

$$A_s = \left[(b \cdot d) - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M_{act} \cdot b}{0,003825 \cdot f'_c}} \right] \cdot \left[\frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \right]$$

$$A_{s_{min}} = \left(\frac{14,10}{F_y} \right) \cdot b \cdot d$$

$$A_{s_{max}} = \rho_{max} \cdot b \cdot d$$

Calculando acero de refuerzo transversal

Datos:

$$M_{act} = 40\,000,00 \text{ kg-cm}$$

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

$$d = 19.37 \text{ cm}$$

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

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

$$A_{s_{req}} = \left[(100 \cdot 19.37) - \sqrt{(100 \cdot 19.37)^2 - \frac{400.00 \cdot 100}{0.003825 \cdot 281}} \right] \cdot \left[\frac{0.85 \cdot 281}{2810} \right]$$

$$A_{s_{req}} = 0.82 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \left(\frac{14.10}{2810} \right) \cdot 100 \cdot 19.37$$

$$A_{s_{min}} = 9.72 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{max}} = (0.50 \cdot 0.05) \cdot 100 \cdot 19.37$$

$$A_{s_{max}} = 48.43 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el $A_{s_{min}} = 9.72 \text{ cm}^2$, para el refuerzo transversal

Distribución del acero transversal en el cimiento

Asumiendo varilla No. 4 (1.27 cm^2), se tiene:

$$\left. \begin{array}{l} 1.27 \text{ cm}^2 \text{-----} X \\ 9.72 \text{ cm}^2 \text{-----} 1\text{m} \end{array} \right\} X=0.13$$

⇒ Var. No. 4 G40 @ 10 cm

Calculando acero de refuerzo longitudinal

Debido a que en este sentido no existe flexión se coloca $A_{s_{temp}}$.

$$A_{s_{temp}} = 0,002 \times b \times t$$

$$A_{s_{temp}} = 0,002 \times 100,00 \times 25,00$$

$$A_{s_{temp}} = 5,00 \text{ cm}^2$$

Distribución del acero transversal en el cimiento

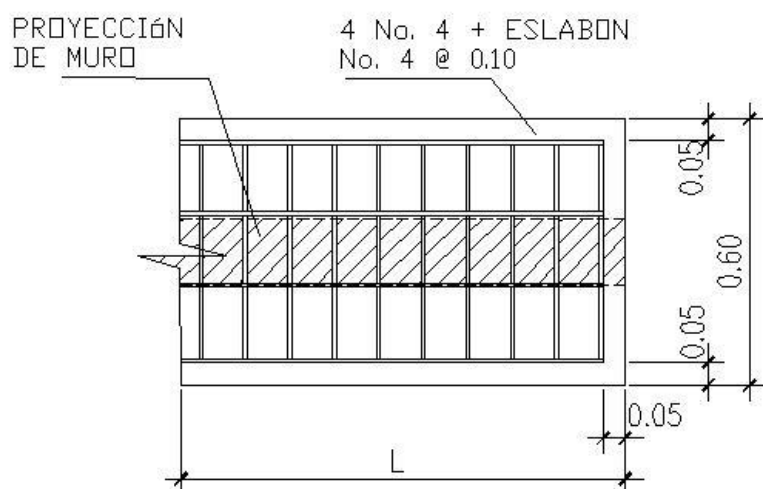
Asumiendo varilla No. 4 ($1,27 \text{ cm}^2$), se tiene:

$$\left. \begin{array}{l} 1,27 \text{ cm}^2 \text{-----} X \\ 5,00 \text{ cm}^2 \text{-----} 0,60\text{m} \end{array} \right\} X=0,152$$

$$\Rightarrow 4 \text{ Var. No. 4 G40 @ } 15 \text{ cm}$$

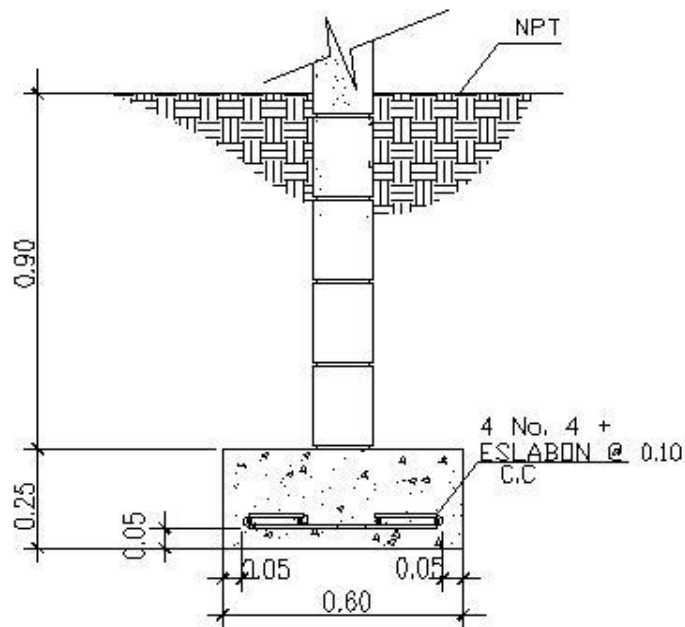
- Armado final del cimiento corrido

Figura 19. **Planta de cimiento corrido**



Fuente: ARREAGA, Elfego. Diseño de: salón comunal para aldea San Antonio. p. 75.

Figura 20. **Corte de cimiento corrido**



Fuente: ARREAGA, Elfego. Diseño de: salón comunal para aldea San Antonio. p. 79.

2.2.6. **Normas a utilizar**

El diseño del salón comunal se elabora de acuerdo a las Normas AGIES y Normas ACI, así como también las Normas ASTM para materiales de construcción.

2.2.7. **Instalaciones eléctricas**

Todo el edificio se dotará de instalaciones eléctricas que cubran las necesidades en cuanto a iluminación artificial y otros usos de la corriente. Las instalaciones deberán llevarse a cabo en base al Reglamento de la Empresa Eléctrica de Guatemala.

Localización de salidas para iluminación

En las áreas interiores se ubicarán en cualquier lugar considerado, con el fin de producir el efecto de iluminación que se desee.

Localización de interruptores

Serán colocados dentro del ambiente útil, del lado opuesto al que se abran las puertas y lo más cercano posible a ellas, a una altura recomendable de 1,20 metros. Los interruptores de luces exteriores se ubicarán en puntos funcionales dentro del edificio.

Circuitos

Para las salidas de iluminación y tomacorrientes de uso general, excluyendo los correspondientes a estufas, calentadores, etc., deberá proveerse un circuito de 15 ó 20 amperios por cada 12 unidades como máximo, debiendo estar distribuido el total de salidas en forma equitativa entre los circuitos que se instalen.

El calibre de los conductores está de acuerdo al cálculo respectivo, pero en ningún caso será menor que el No. 12 AWG, aceptándose el No. 14 únicamente para regreso de interruptores.

Localización de tomacorrientes

En la siguiente tabla se especifica el número mínimo aceptable de tomacorrientes y las alturas recomendables de colocación.

Tabla XXVIII. **Colocación de tomacorrientes**

AMBIENTES	No. MÍNIMO UNIDADES	H. RECOMENDABLE
Vestíbulos en edificio	1 por cada 12 m ²	0,30 m
Cocina	1 para mesa de trabajo	1,20 m
Bar y cafetería	1 para refrigerador	1,20 m
Vestidores	1 por cada 6 m de perímetro	0,30 m
Escenario	1 por cada 12 m ²	0,30 m

Fuente: elaboración propia.

2.2.8. Instalaciones hidráulicas

Todo el sistema de agua potable será por medio de circuito cerrado para que la presión sea la misma en cada punto, con tubería pvc Ø ¾", y los abastos por medio de tubería pvc Ø ½".

Las instalaciones de aguas negras y aguas pluviales se trabajaron en sistemas separativos, será por medio de tubería pvc de Ø 4", 3" y 2". En la descarga del drenaje a la red municipal se utilizará tubería pvc de Ø 6".

2.2.9. Planos constructivos

Para este proyecto se elaboró un juego de planos divididos en tres fases: Arquitectura, Estructuras e Instalaciones

Los siguientes planos son:

- Planta topográfica
- Planta amueblada


- Planta acotada
- Secciones y elevaciones
- Planta de cimentación + columnas
- Planta de techos
- Planta de acabados puertas y ventanas
- Planta de instalación hidráulica
- Planta de drenajes.
- Planta de fuerza e iluminación

2.2.10. Presupuesto

Se le llama presupuesto al cálculo anticipado de los ingresos y gastos de una actividad económica (personal, familiar, un negocio, una empresa, una oficina, un gobierno) durante un período, por lo general en forma anual. Es un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista, expresada en valores y términos financieros que, debe cumplirse en determinado tiempo y bajo ciertas condiciones previstas, este concepto se aplica a cada centro de responsabilidad de la organización. El presupuesto es el instrumento de desarrollo anual de las empresas o instituciones cuyos planes y programas se formulan por término de un año.

Elaborar un presupuesto permite a las empresas, los gobiernos, las organizaciones privadas o las familias establecer prioridades y evaluar la consecución de sus objetivos. Para alcanzar estos fines, puede ser necesario incurrir en déficit (que los gastos superen a los ingresos) o, por el contrario, puede ser posible ahorrar, en cuyo caso el presupuesto presentará un superávit (los ingresos superan a los gastos).

Tabla XXIX. Presupuesto salón comunal

<div>  <div> <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>E.P.S.</p> <p>EPESISTA: ABNER IZAÍ MONZÓN PÉREZ</p> <p>PROYECTO: SALON COMUNAL PARA LA ALDEA LA CARBONERA</p> <p>LOCALIZACIÓN: ALDEA LA CARBONERA, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA</p> <p>Fecha: Marzo 2, 012</p> </div> </div>						
PRESUPUESTO						
REGLON	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL PARCIAL	TOTAL
1	Trabajos Preliminares					9,525.00
1.01	Limpieza y chapeo	m².	875.00	2.00	1,750.00	
1.02	Nivelacion del terreno	m².	875.00	7.00	6,125.00	
1.03	Trazo y estaqueado	m².	165.00	10.00	1,650.00	
2	Cimentación					93,522.00
2.01	Excavación de zanja	m³.	99.00	23.00	2,277.00	
2.02	Cimiento corrido (0,60 x 0,20 mts.)	ml	165.00	553.00	91,245.00	
3	Columnas, soleras y muros					294,456.00
3.01	Columna C-1 (0,15 x 0,15 mts.)	ml	252.00	135.00	34,020.00	
3.02	Columna C-2 (0,10 x 0,15 mts.)	ml	48.00	98.00	4,704.00	
3.03	Solera de humedad e intermedia (0,15 x 0,15 mts.)	ml	372.00	186.00	69,192.00	
3.04	Solera canal (solera de corona)	ml	70.00	336.00	23,520.00	
3.05	Levantado de muros e=0,15 m	m³	660.00	247.00	163,020.00	
4	Estructura de techos					363,260.00
4.01	Canal de techo curvo	ml	70.00	268.00	18,760.00	
4.02	Techo de lamina galvanizada en baños, bodega y taquilla	m²	100.00	85.00	8,500.00	
4.03	Cubierta autosoportable curva	m²	875.00	384.00	336,000.00	
5	Acabados					405,085.00
5.01	Piso ceramico de 0,60 x 0,60 mts	m²	875.00	383.00	335,125.00	
5.02	Cernido vertical	m².	1,320.00	53.00	69,960.00	
6	Instalaciones					36,029.54
6.01	Agua potable	Global	1.00	3,177.74	3,177.74	
6.02	Drenaje sanitario	Global	1.00	13,581.15	13,581.15	
6.03	Instalacion electrica (Iluminacion y fuerza)	Global	1.00	19,270.65	19,270.65	
TOTAL						Q. 1,201,877.54

Fuente: elaboración propia.

2.2.11. Cronograma de actividades

Un cronograma es, en gestión de proyectos, en una lista de todos los elementos terminales de un proyecto con sus fechas previstas de comienzo y final. Un diagrama de Gantt que puede proporcionar una representación es el software Primavera. Hay también herramientas libres y de código abierto para la generación de cronogramas de proyecto disponibles para la mayoría de plataformas, ofreciendo oportunidades para la creación de listas de tareas, la asignación de recursos, precedencias y diagramas de Gantt. y nos ayuda a ver desde un punto diferente.

El diagrama de Gantt, gráfica de Gantt o carta Gantt es una popular herramienta gráfica cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado. A pesar de que, en principio, el diagrama de Gantt no indica las relaciones existentes entre actividades.

Desde su introducción los diagramas de Gantt se han convertido en una herramienta básica en la gestión de proyectos de todo tipo, con la finalidad de representar las diferentes fases, tareas y actividades programadas como parte de un proyecto o para mostrar una línea de tiempo en las diferentes actividades haciendo el método más eficiente.

Básicamente el diagrama está compuesto por un eje vertical donde se establecen las actividades que constituyen el trabajo que se va a ejecutar, y un eje horizontal que muestra en un calendario la duración de cada una de ellas.

Tabla XXX.

Cronograma de ejecución físico-financiero, salón comunal

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICO-FINANCIERO																									
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA																									
FACULTAD DE INGENIERIA E.P.S.																									
EPESISTA: ABNER IZAI MONZON PEREZ																									
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LLANO DE CHINCHILLA																									
LOCALIZACION: ALDEA LLANO DE CHINCHILLA, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA																									
FECHA: MARZO 2012																									
REGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				TOTAL				
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16					
1	Trabajos Preliminares																								
1.01	Limpieza y chapeo	m²	875.00	2.00																					Q1,750.00
1.02	Nivelación del terreno	m²	875.00	7.00																					Q6,125.00
1.03	Trazo y estaqueado	m²	165.00	10.00																					Q1,650.00
2	Cimentación																								
2.01	Excavación de zanja	m²	99.00	23.00																					Q2,277.00
2.02	Cimiento corrido (0.60 x 0.20 mts.)	ml	165.00	553.00																					Q91,245.00
3	Columnas, soleras y muros																								
3.01	Columna C-1 (0.15 x 0.15 mts.)	ml	252.00	135.00																					Q34,020.00
3.02	Columna C-2 (0.10 x 0.15 mts.)	ml	48.00	98.00																					Q4,704.00
3.03	Solera de humedad e intermedia (0.15 x 0.15 mts.)	ml	372.00	186.00																					Q69,192.00
3.04	Solera canal (solera de corona)	ml	70.00	336.00																					Q23,520.00
3.05	Levantado de muros e-0.15 m	m²	660.00	247.00																					Q163,020.00
4	Estructura de techos																								
4.01	Canal de techo curvo	ml	70.00	268.00																					Q18,760.00
4.02	Techo de lamina galvanizada en baños, bodega y	m²	100.00	85.00																					Q8,500.00
4.03	Cubierta autoportable curva	m²	875.00	384.00																					Q336,000.00
5	Acabados																								
5.01	Piso cerámico de 0.60 x 0.60 mts	m²	875.00	383.00																					Q335,125.00
5.02	Cerido vertical	m²	1,320.00	53.00																					Q69,960.00
6	Instalaciones																								
6.01	Agua potable	Global	1.00	3,177.74																					Q3,177.74
6.02	Drenaje sanitario	Global	1.00	13,581.15																					Q13,581.15
6.03	Instalacion electrica (Iluminacion y fuerza)	Global	1.00	19,270.65																					Q19,270.65
TOTAL																									Q1,201,877.54

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. En la aldea Llano de Chinchilla, como en muchas aldeas, la forma de evacuación de las aguas residuales, no es la más apropiada, en cuanto a la salud humana y condiciones sanitarias se refiere, ya que éstas corren a flor de tierra, generando contaminación al medio ambiente y provocando enfermedades de tipo gastrointestinal, entre otros efectos negativos, esta situación mejorará con la implementación del proyecto de drenaje sanitario, por lo que es urgente que las autoridades municipales gestionen el financiamiento para su construcción.
2. En los diseños del drenaje sanitario y la edificación del salón comunal, se aplicaron diferentes criterios, tanto técnicos como económicos, en lo particular se le dio más importancia a los criterios que establece el reglamento del INFOM y los códigos ACI, AGIES, SEAOC y otros, con el propósito de garantizar resultados satisfactorios para el usuario.
3. El costo total del drenaje sanitario asciende a la cantidad de novecientos sesenta y siete mil doscientos seis quetzales con ochenta centavos(Q. 967 206,80). Para una longitud de 970 metros lineales, el costo promedio por metro lineal es de novecientos noventa y siete quetzales con doce centavos. (Q. 997,12/metro), este costo está un poco arriba del promedio que se maneja en la comunidad el cual está comprendido entre (Q. 800,00/metro), debido a que se tuvo que diseñar en contra pendiente en algunos tramos, esto causa un sobre costo en la excavación y altura de pozos de visita.

4. El método utilizado para el diseño del salón comunal es el método simplificado de diseño de muros de mampostería, para el diseño del muro de un nivel.
5. La estructura del salón comunal fue calculada para una zona de alto riesgo sísmico, por lo que puede usarse como albergue en cualquier emergencia que se presente.
6. El costo total del salón comunal asciende a la cantidad de un millón doscientos un mil ochocientos setenta y siete quetzales con cincuenta y cuatro centavos. (Q. 1 201 877,54). Para un área de construcción de 875 m², el costo promedio por metro cuadrado de construcción es de: un mil trescientos setenta y tres quetzales con cincuenta y siete centavos. (Q. 1 373,57 / m²), este costo está relativamente barato debido a que se consideró en el diseño techo curvo el cual es más barato que la losa.
7. El implemento de tubería fabricada con cloruro de polivinilo (PVC) fabricado bajo control de la Norma ASTM D3034, 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.
8. Para garantizar la durabilidad y el buen funcionamiento de los proyectos, se deberá respetar las dimensiones, materiales, especificaciones y recomendaciones de cada diseño.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Santa Catarina Mita

1. Garantizar una supervisión técnica en la construcción de los proyectos de infraestructura, respetando las dimensiones de los elementos, combinaciones de carga, espesores mínimos de recubrimiento, y resistencia del concreto a elaborar, para que se cumplan con las especificaciones y recomendaciones contenidas en este proyecto.
2. Utilizar mano de obra local para la ejecución del proyecto, ya que esto crea fuentes de trabajo en el municipio, así como también la compra de materiales de construcción a los distribuidores locales, beneficiando así a distintos sectores del mismo.
3. Tomar en cuenta la actualización de precios de materiales y mano de obra al momento de ejecutar el proyecto, con las respectivas cantidades de trabajo, haciendo énfasis a la fluctuación de precios que se da en el mercado, esto para estimar correctamente los fondos necesarios para la ejecución del proyecto.
4. Realizar mantenimiento necesario al sistema de drenaje sanitario, tales como: limpieza completa de la fosa séptica, inspección en pozos de visita, etc. considerando un período de limpieza de 5 años como máximo, de esta manera la vida útil permanecerá y trabajará en buenas condiciones.

5. Realizar mantenimiento periódicamente a la estructura del salón comunal, tales como: revisión del sistema de agua potable (accesorios), drenaje sanitario (accesorios), instalaciones eléctricas (accesorios), pintura, etc., considerando un período de 1 año como máximo, esto para garantizar el buen funcionamiento y la vida útil de la estructura.
6. En lo referente al impacto ambiental generado por la construcción de ambos proyectos, debido a que se dan factores positivos y negativos se deben tomar en cuenta medidas de mitigación para causar el menor daño a nuestro medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Código de diseño de hormigón armado y comentarios: Código ACI – 318-99*. Chile, ACI, 2000. 400 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica *Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES 2002. 300 p.
3. CABRERA MÉNDEZ, Walter José. *Diseño de un salón municipal para la aldea el Rodeo y diseño de puente vehicular para la cabecera municipal de Santa Catarina Mita, Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2007. 125 p.
4. CARRILLO AMAYA, Mario Alejandro. *Diseño de la edificación de dos niveles para mercado municipal y sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Puente, municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2009. 130 p.
5. Instituto de Fomento Municipal. *Normas para el diseño de alcantarillados sanitarios y pluviales del instituto de Fomento Municipal*. Guatemala: INFOM, 1992 300 p.

6. MONZÓN SAMAYOA, Carlos Alberto. *Planificación y diseño del drenaje sanitario de la aldea Loma Larga, Amatitlán, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2009. 130 p.
7. OROZCO VILLATORO, Juan Roberto. *Diseño y planificación de salón de usos múltiples del municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2009. 125 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Diseño hidráulico del drenaje sanitario en la aldea Llano de Chinchilla**

TRAMOS		COTAS DEL TERRENO		D.H (m)	PENDIENTE DEL TERRENO (%)	No. DE CASAS		Hab. A Servir		Qmedio	
DE PV #	A PV #	INICIO	FINAL			LOC	ACU	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
TRAMO No. 1 EJE No. 1						TRAMO No. 1 EJE No. 1					
PVS-0	PVS-1	100,21	101,95	50,00	-3,48	4	4	20	48	0,021	0,050
PVS-1	PVS-2	101,95	102,36	50,00	-0,82	6	10	50	120	0,052	0,125
PVS-2	PVS-3	102,36	102,41	50,00	-0,10	9	19	95	229	0,099	0,238
PVS-3	PVS-4	102,41	102,47	50,00	-0,12	7	26	130	313	0,135	0,326
PVS-4	PVS-5	102,47	101,84	100,00	0,63	14	40	200	482	0,220	0,514
TRAMO No. 2 EJE No. 2						TRAMO No. 2 EJE No. 2					
PVS-10	PVS-9	101,32	101,55	100,00	-0,23	5	5	25	60	0,026	0,063
PVS-9	PVS-8	101,55	101,81	100,00	-0,26	9	14	70	169	0,073	0,176
PVS-8	PVS-7	101,81	102,03	100,00	-0,22	6	20	100	241	0,116	0,263
PVS-7	PVS-6	102,03	102,16	100,00	-0,13	8	28	140	337	0,146	0,351
PVS-6	PVS-5	102,16	101,84	100,00	0,32	7	35	175	422	0,182	0,439
TRAMO No. 3 EJE No. 2						TRAMO No. 3 EJE No. 2					
PVS-5	PVS-11	101,84	101,01	60,00	1,38	6	81	405	976	0,433	1,028
PVS-11	PVS-12	101,01	100,66	60,00	0,58	4	85	425	1024	0,443	1,067
PVS-12	ESFOGU	100,66	100,28	50,00	0,76	0	85	425	1024	0,454	1,078

fqm	Fact. Harmond		qdis. (L/s)		DIAM.	S (%)	Seccion Llena		Rel. q/Q	
(lts/hab)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	(Plg)	TUBO	Vel. (m/s)	Q (l/s)	ACT.	FUT.
TRAMO No. 1 EJE No. 1						TRAMO No. 1 EJE No. 1				
0,002	4,380	4,318	0,175	0,416	6	1,50	1,387	25,295	0,007	0,016
0,002	4,315	4,221	0,431	1,017	6	0,70	0,947	17,280	0,025	0,059
0,002	4,250	4,126	0,807	1,889	6	0,50	0,801	14,604	0,055	0,129
0,002	4,211	4,070	1,095	2,550	6	0,50	0,801	14,604	0,075	0,175
0,002	4,148	3,982	1,659	3,838	6	0,50	0,801	14,604	0,114	0,263
TRAMO No. 2 EJE No. 2						TRAMO No. 2 EJE No. 2				
0,002	4,367	4,298	0,218	0,518	6	1,30	1,291	23,549	0,009	0,022
0,002	4,283	4,174	0,600	1,408	6	0,55	0,840	15,317	0,039	0,092
0,002	4,244	4,117	0,849	1,984	6	0,50	0,801	14,604	0,058	0,136
0,002	4,201	4,056	1,176	2,736	6	0,50	0,801	14,604	0,081	0,187
0,002	4,169	4,011	1,459	3,383	6	0,50	0,801	14,604	0,100	0,232
TRAMO No. 3 EJE No. 2						TRAMO No. 3 EJE No. 2				
0,002	4,020	3,807	3,256	7,429	6	0,50	0,801	14,604	0,223	0,509
0,002	4,010	3,793	3,408	7,769	6	0,50	0,801	14,604	0,233	0,532
0,002	4,010	3,793	3,408	7,769	6	0,50	0,801	14,604	0,233	0,532

Rel. v/V (ver tabla)		Rel. d/D (ver tabla)		v= (0,40 - 4,0) (m/s)		Cota Invert		Prof. De PV		EXCAVACION
ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	INICIAL	FINAL	(m³)
TRAMO No. 1 EJE No. 1						TRAMO No. 1 EJE No. 1				
0,289	0,372	0,05	0,089	0,401	0,516	99,21	98,46	1	3,64	75,4
0,423	0,547	0,109	0,165	0,401	0,518	98,43	98,08	3,67	4,43	131,625
0,537	0,689	0,160	0,243	0,430	0,552	98,05	97,8	4,46	4,76	172,875
0,589	0,751	0,186	0,283	0,472	0,601	97,77	97,52	4,79	5,1	185,4375
0,705	0,843	0,253	0,350	0,564	0,675	97,49	96,99	5,13	5	379,875
TRAMO No. 2 EJE No. 2						TRAMO No. 2 EJE No. 2				
0,313	0,408	0,068	0,103	0,404	0,527	100,32	99,02	1,15	2,68	124,475
0,484	0,624	0,135	0,205	0,406	0,524	98,99	98,44	2,71	3,52	202,475
0,545	0,701	0,164	0,250	0,436	0,561	98,41	97,91	3,55	4,27	254,15
0,602	0,764	0,193	0,293	0,482	0,612	97,88	97,38	4,3	4,93	346,125
0,64	0,814	0,214	0,328	0,512	0,652	97,35	96,85	4,96	5,14	378,75
TRAMO No. 3 EJE No. 2						TRAMO No. 3 EJE No. 2				
0,805	1	0,321	0,505	0,644	0,801	96,82	96,52	5,17	4,64	220,725
0,815	1,015	0,329	0,519	0,652	0,813	96,49	96,19	4,67	4,62	209,025
0,815	1,015	0,329	0,519	0,652	0,813	96,16	95,91	4,65	0	87,1875

50,21

2768,125

Apéndice 2. **Planos constructivos**

“DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA LLANO DE CHINCHILLA Y SALÓN COMUNAL PARA LA ALDEA LA CARBONERA, municipio de Santa Catarina Mita, DEPARTAMENTO DE Jutiapa”

Nota: La escala indicada en los planos son originales para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos, no corresponden a la escala indicada. Se han tenido que reducir para poder incorporarlos en el presente trabajo de graduación.

ANEXOS

Anexo 1. Ensayo de límites de Atterberg



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 12823

INFORME No. 126 S. S. O.T.: 26,835

Interesado: Abner Izal Monzón Pérez
Proyecto: EPS-Salón Comunal de Aldea La Carbonera.

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Santa Catarina Mita, Jutiapa.

FECHA: 19 de marzo de 2010

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	28.41	3.02	SM	Limo arenoso color café.

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. César Alfonso García Guerra
DIRECTOR a.i. CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Anexo 2. Ensayo de compresión triaxial no consolidado y no drenado



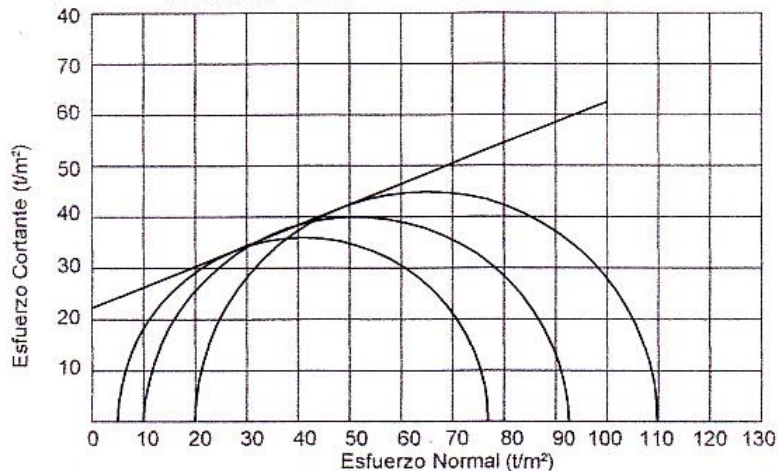
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 12825

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 124 S.S. O.T.: 26,835
INTERESADO: Abner Izai Monzón Pérez
PROYECTO: EPS-Salón Comunal de Aldea La Carbonera.
UBICACIÓN: Santa Catarina Mita, Jutiapa.
Fecha: 19 de marzo de 2010.
pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 21.93^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 22.3 \text{ t/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCION DEL SUELO: Limo arenoso color café.
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (t/m^2)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA $q(\text{t/m}^2)$	71.92	82.64	89.91
PRESION INTERSTICIAL $u(\text{t/m}^2)$	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA $E_r(\%)$	1.5	3.5	5.5
DENSIDAD SECA (t/m^3)	1.36	1.36	1.36
DENSIDAD HUMEDA (t/m^3)	1.79	1.79	1.79
HUMEDAD (%)	32.2	32.2	32.2

Atentamente,

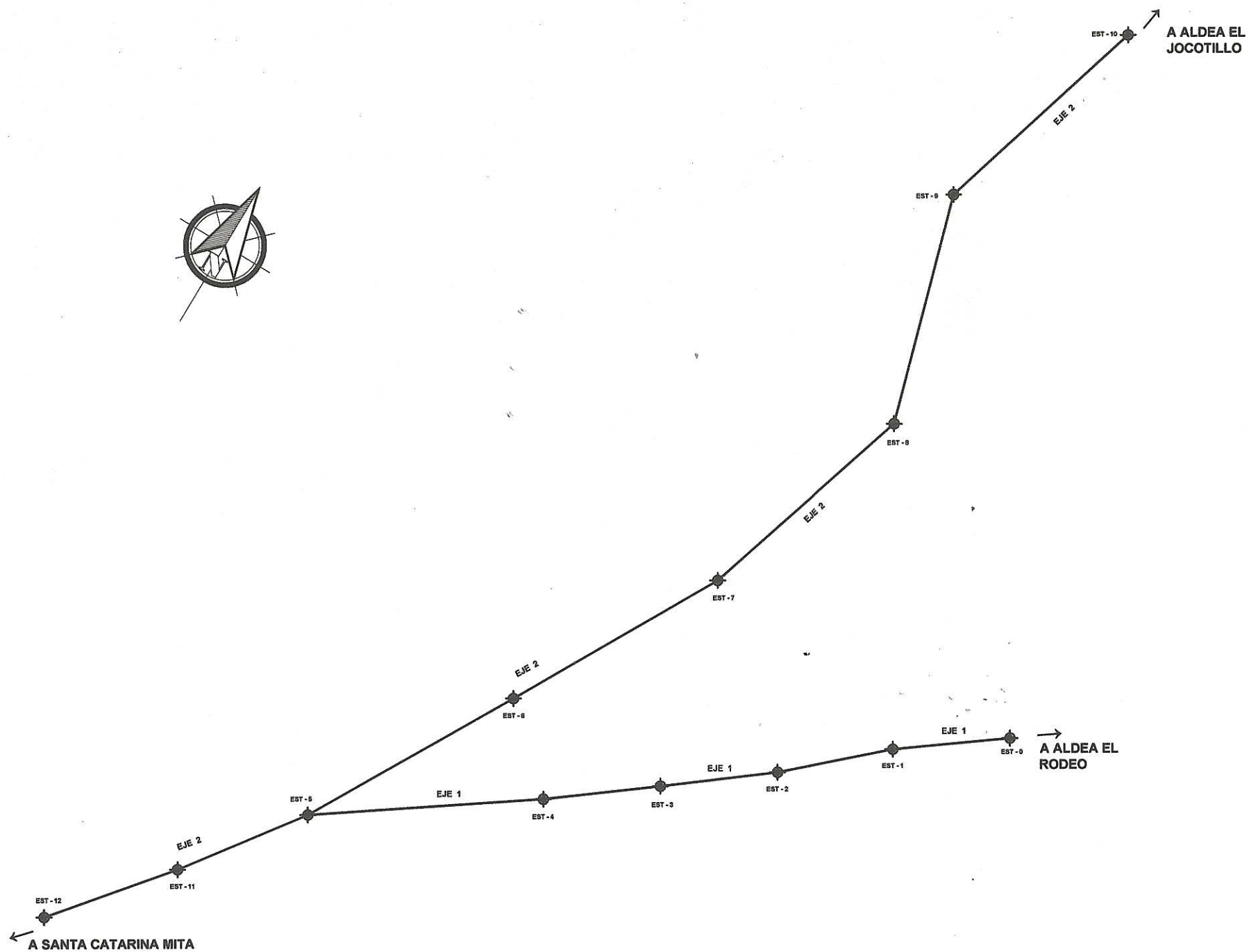
Vo. Bo.

Ing. Cesar Alfonso García Guerra
DIRECTOR a.i. CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





LIBRETA TOPOGRÁFICA				
ESTACIÓN	P.O.	AZIMUT	D.H. (MT.)	COTA
E - 0	E - 1	264°46'20"	50.00	100.21
E - 1	E - 2	258°58'40"	50.00	101.95
E - 2	E - 3	263°26'00"	50.00	102.36
E - 3	E - 4	263°51'40"	50.00	102.41
E - 4	E - 5	266°21'41"	50.00	102.47
E - 5	E - 6	60°39'00"	100.00	101.84
E - 6	E - 7	60°12'40"	100.00	102.16
E - 7	E - 8	48°41'20"	100.00	102.03
E - 8	E - 9	14°49'07"	100.00	101.81
E - 9	E - 10	47°52'57"	100.00	101.55
E - 5	E - 11	247°25'40"	60.00	101.01
E - 11	E - 12	250°26'20"	60.00	100.66

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
EST	ESTACIÓN
—	LÍNEA PRINCIPAL

PLANTA TOPOGRÁFICA
ESCALA 1:1000

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

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA LLANO DE CHINCHILLA

UBICACION: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CONTENIDO: PLANTA TOPOGRÁFICA

PROFESISTA: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ

CAR: 004-12316

FECHA: 10/10

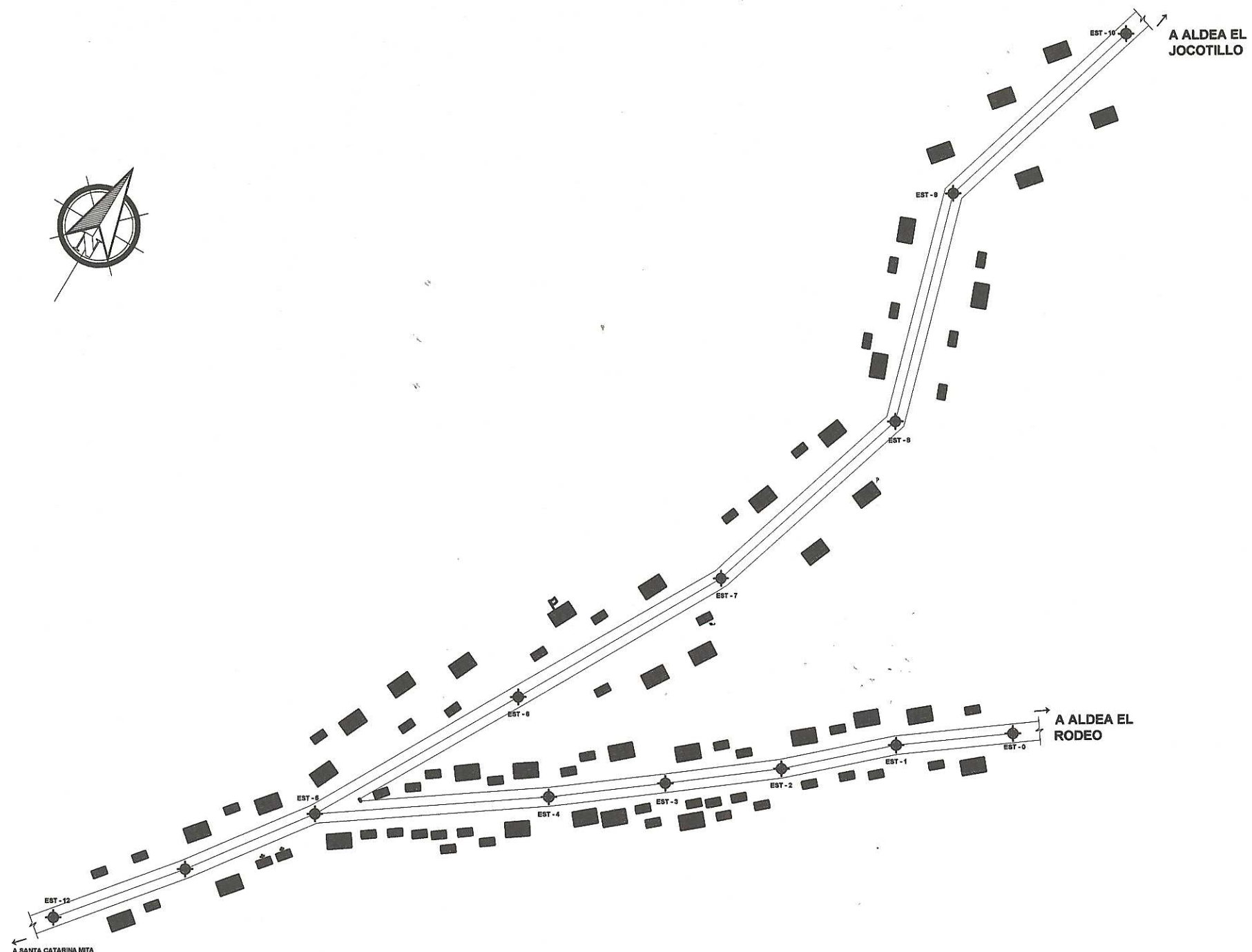
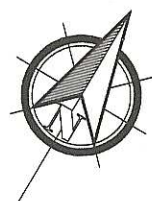
AGENTE: ABNER I. MONZÓN P.

ALCALDE: ABNER I. MONZÓN P.

PROYECTO: ABNER I. MONZÓN P.

ESCALA: MODIFICADA

FECHA: AGOSTO / 2010

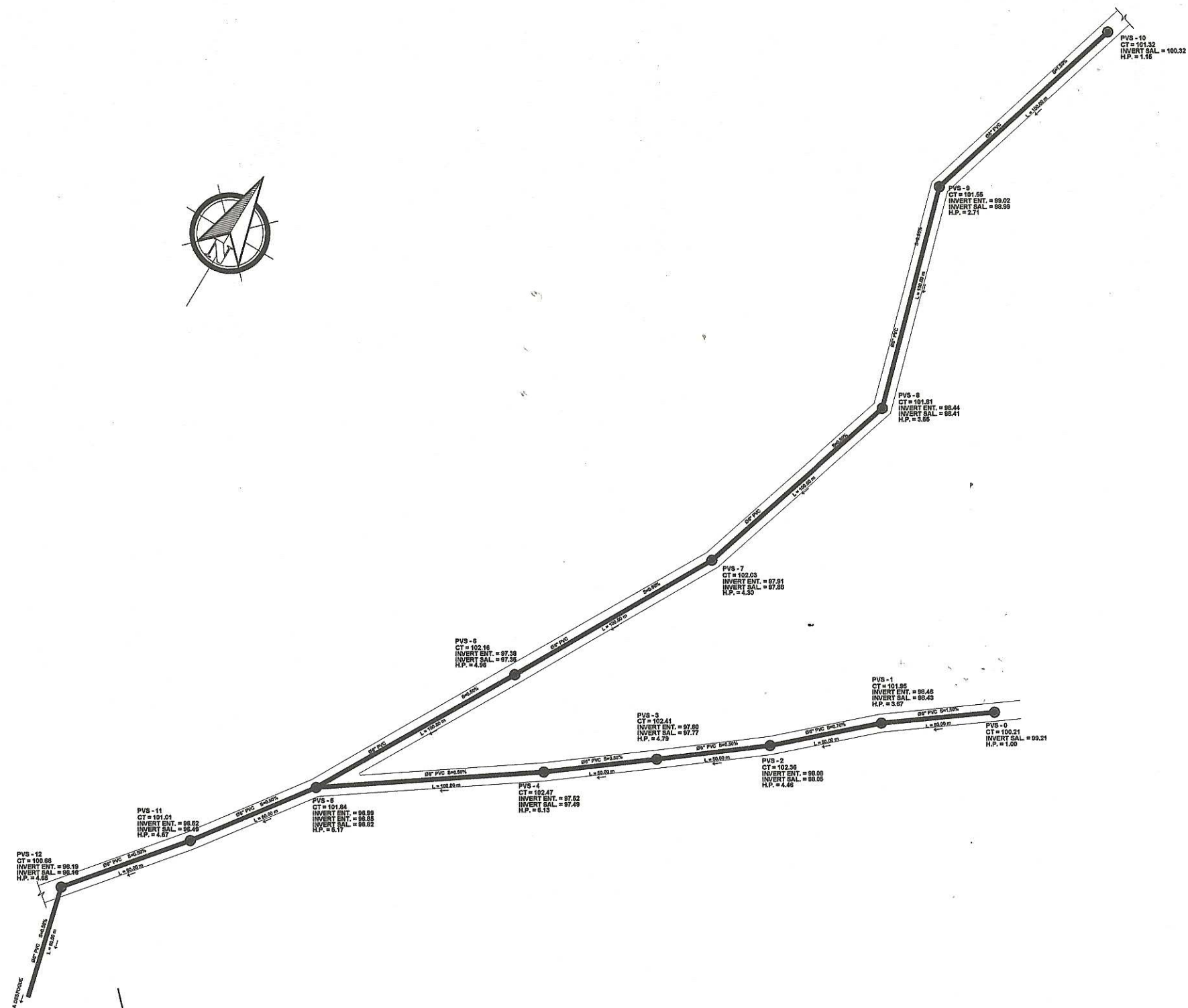


NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
EST ◆	ESTACIÓN
—	LÍNEA PRINCIPAL
—	CARRETERA EXISTENTE
■	VIVIENDAS
■	ESCUELA
■	IGLESIA

PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA 1:1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA LLANO DE CHINCHILLA			
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA			
CONTENIDO: PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA			
PROYECTISTA: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ	FECHA: 2004-12316	DISEÑO: ABNER I. MONZÓN P.	
VOL.:	2	DISEÑO: ABNER I. MONZÓN P.	
ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ ING. EN INGENIERIA CIVIL		ING. MANUEL ALFREDO ARELLANO DOMESTICA ING. EN INGENIERIA CIVIL	
FECHA: AGOSTO / 2010		FECHA: AGOSTO / 2010	

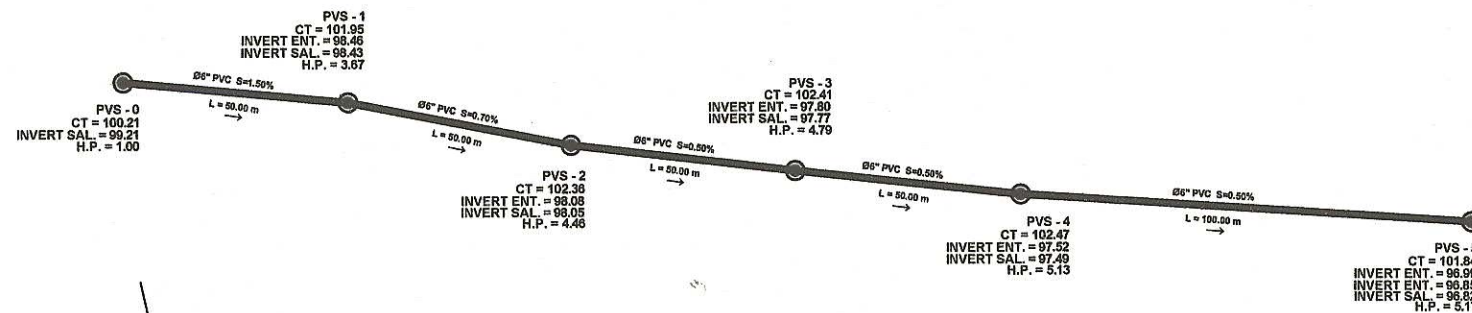


NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	POZO DE VISITA EN PLANTA
	COLECTOR PRINCIPAL
L =	LONGITUD DE COLECTOR
Ø =	DIAMETRO DE COLECTOR
S =	PENDIENTE DE COLECTOR
PVS =	POZO DE VISITA
CT =	COTA DE TERRENO
INVERT ENT. =	COTA INVERT DE ENTRADA
INVERT SAL. =	COTA INVERT DE SALIDA
HP =	ALTURA DE POZO
	DIRECCION DE FLUJO

PLANTA GENERAL DE DRENAJE SANITARIO

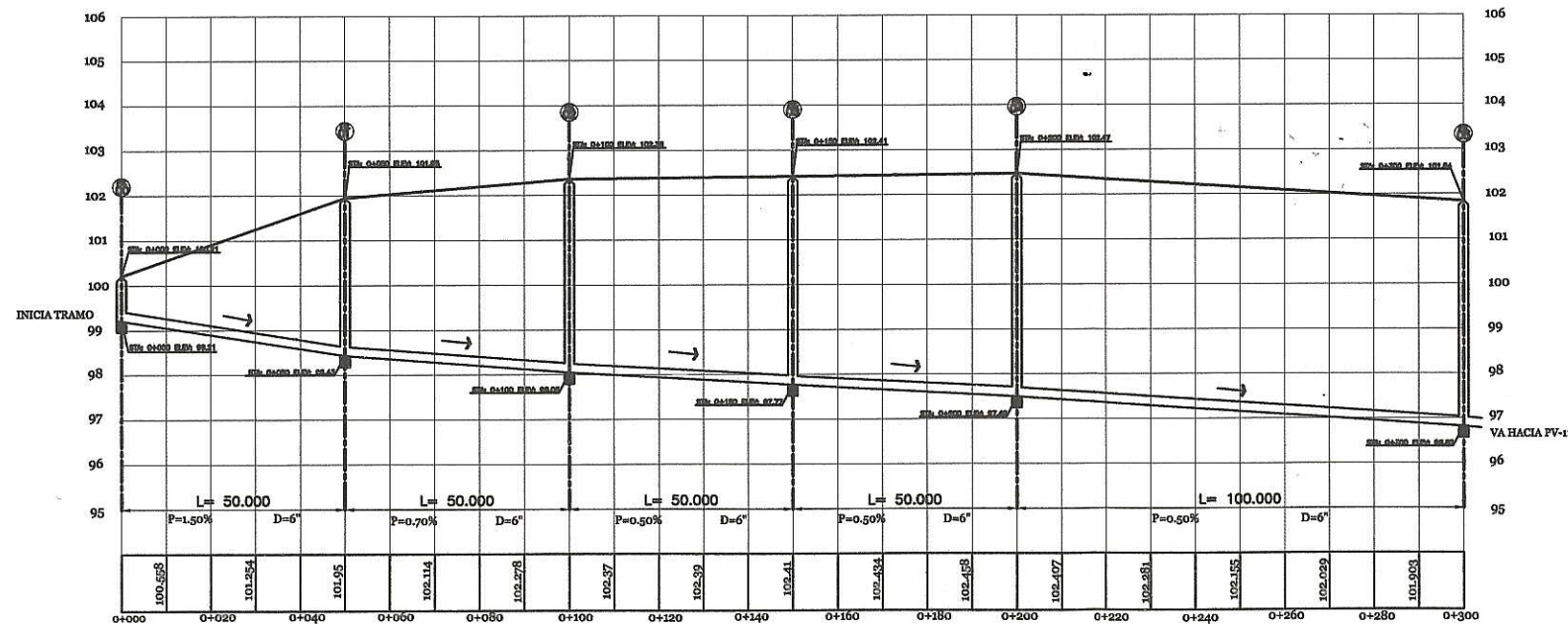
ESCALA 1:1000

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA LLANO DE CHINCHILLA		UBICACION: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA		CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE DRENAJE SANITARIO	
DISEÑISTA: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ		CARGO: 2004-12316		FECHA: 3/10	
Visto:		Ing. MANUEL ALBERTO ARRIAGA DOMESTICA		AGOSTO / 2010	



PLANTA

ESCALA 1:750



PERFIL DE DRENAJE SANITARIO DE PVS-0 A PVS-5

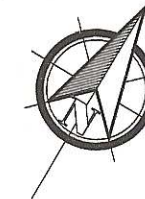
ESCALA HORIZONTAL 1:750
ESCALA VERTICAL 1:75



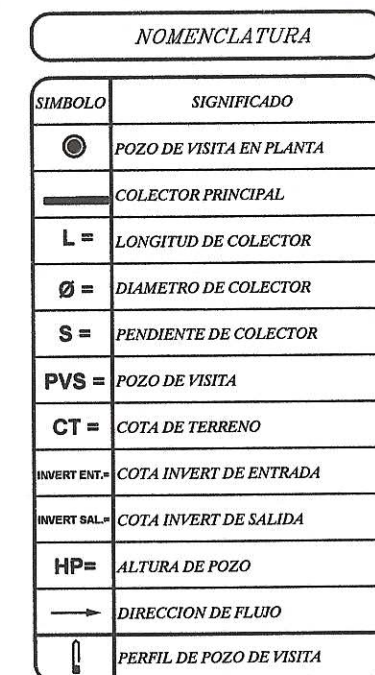
NOMENCLATURA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
●	POZO DE VISITA EN PLANTA
—	COLECTOR PRINCIPAL
L =	LONGITUD DE COLECTOR
Ø =	DIAMETRO DE COLECTOR
S =	PENDIENTE DE COLECTOR
PVS =	POZO DE VISITA
CT =	COTA DE TERRENO
INVERT ENT. =	COTA INVERT DE ENTRADA
INVERT SAL. =	COTA INVERT DE SALIDA
HP =	ALTURA DE POZO
→	DIRECCION DE FLUJO
⌋	PERFIL DE POZO DE VISITA




		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA LLANO DE CHINCHILLA UBICACION: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA		CONTENIDO: PLANTA PERFIL	
DISEÑO: ABNER I. MONZÓN P.	REVISADO: ABNER I. MONZÓN P.	APROBADO: ABNER I. MONZÓN P.	FECHA: AGOSTO / 2010
ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ INGENIERO CIVIL		2014-12316 10	

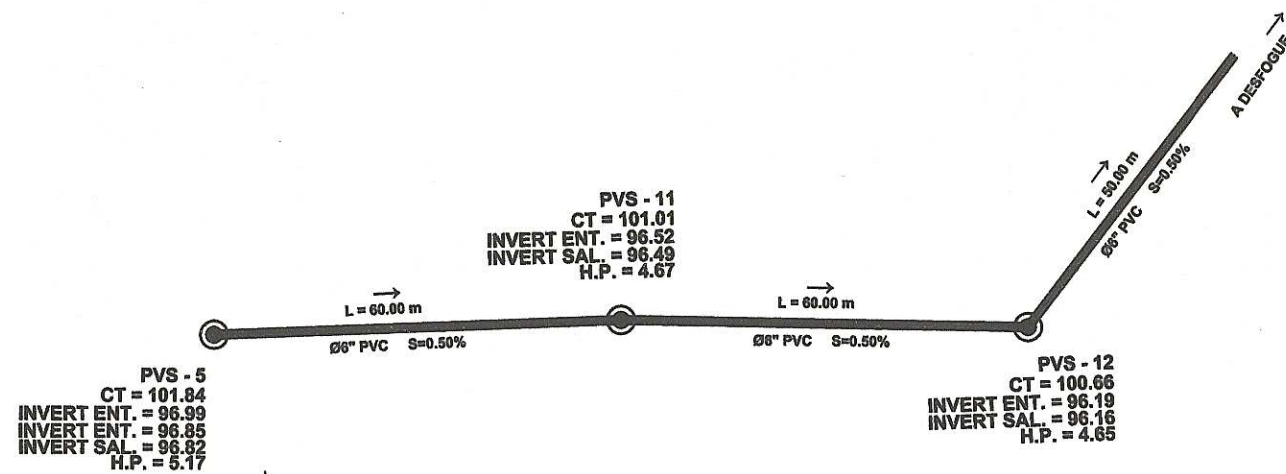


ESCALA 1:1000



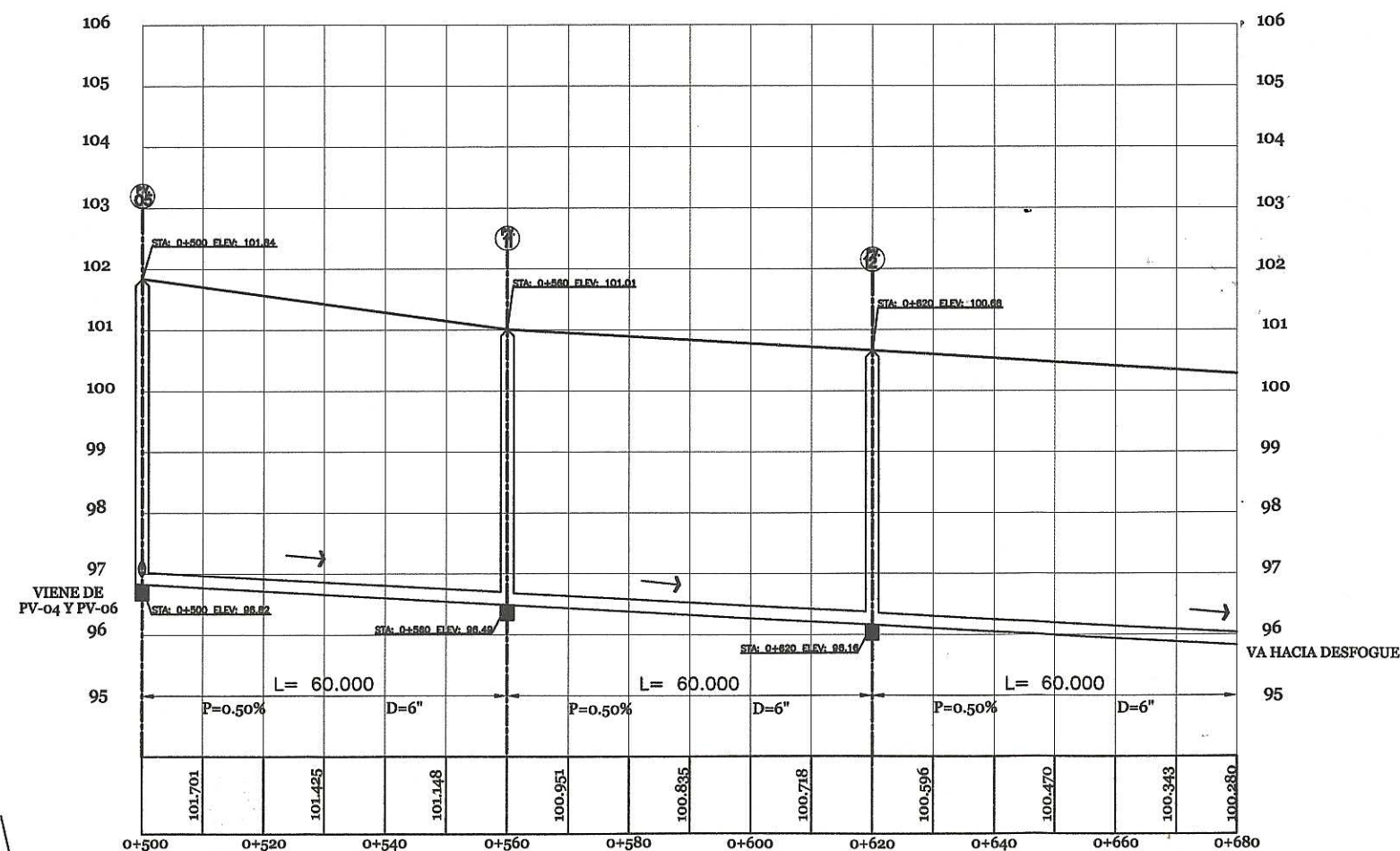
ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA LLANO DE CHINCHILLA	
UBICACION: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA		
CONTENIDO: <div style="text-align: center; font-size: 2em;">PLANTA PERFIL</div>		
EDIFICIO: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ	CARNE: 2004-12316	PROYECTO: ABNER I. MONZÓN P.
VO. BO.		CALECULO: ABNER I. MONZÓN P.
Ing. MANUEL ALFREDO ANTONIOLLA OCHOA Y ASENCIOS		REVISADO: ABNER I. MONZÓN P.
EPS DE INGENIERIA CIVIL		FECHA: AGOSTO / 2010



PLANTA

ESCALA 1:500



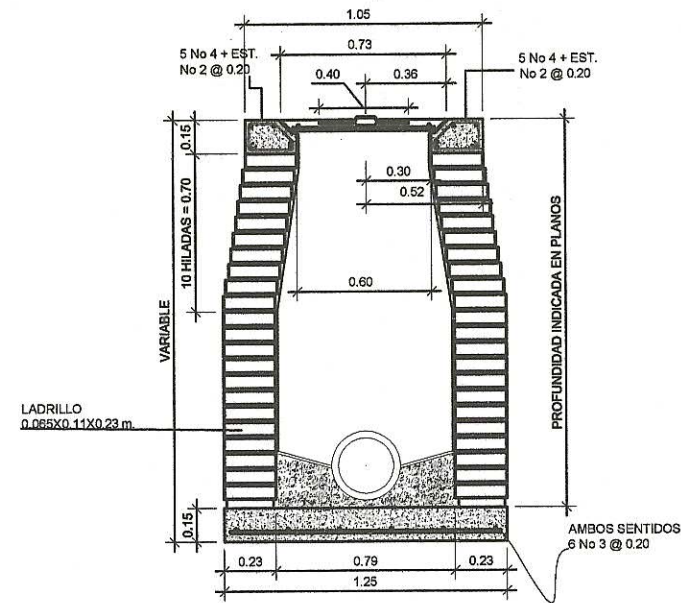
PERFIL DE DRENAJE SANITARIO DE PVS-5 A DESFOQUE

ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:50

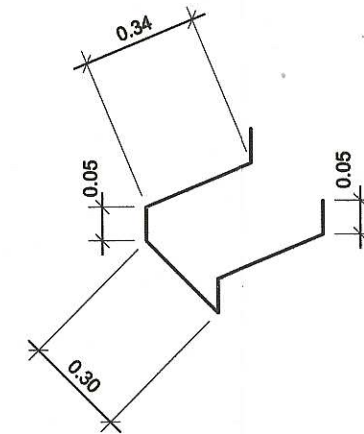
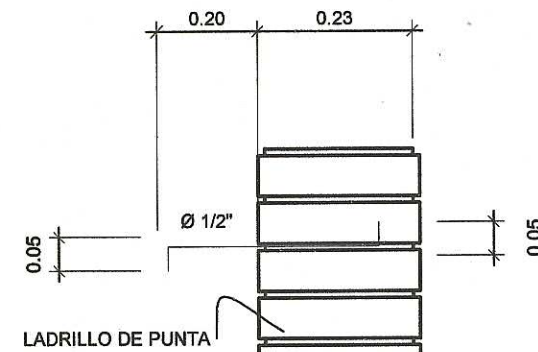
NOMENCLATURA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	POZO DE VISITA EN PLANTA
	COLECTOR PRINCIPAL
L =	LONGITUD DE COLECTOR
Ø =	DIAMETRO DE COLECTOR
S =	PENDIENTE DE COLECTOR
PVS =	POZO DE VISITA
CT =	COTA DE TERRENO
INVERT ENT. =	COTA INVERT DE ENTRADA
INVERT SAL. =	COTA INVERT DE SALIDA
HP =	ALTURA DE POZO
	DIRECCION DE FLUJO
	PERFIL DE POZO DE VISITA

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA LLANO DE CHINCHILLA		UBICACION: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
CONTENIDO: PLANTA PERFIL		FECHA: 2004/12/31	
DISEÑISTA: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ		TITULO: 6	
Visto por:		INGENIERO:	
ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ		ABNER IZAI MONZÓN P.	
INGENIERO:		INGENIERO:	
INGENIERO:		INGENIERO:	
INGENIERO:		INGENIERO:	

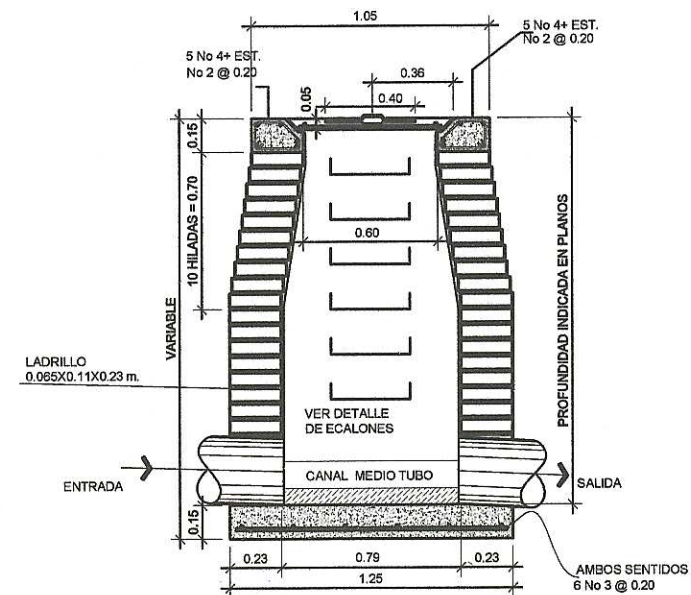


SECCIÓN A-A' POZO DE VISITA
ESCALA 1:15

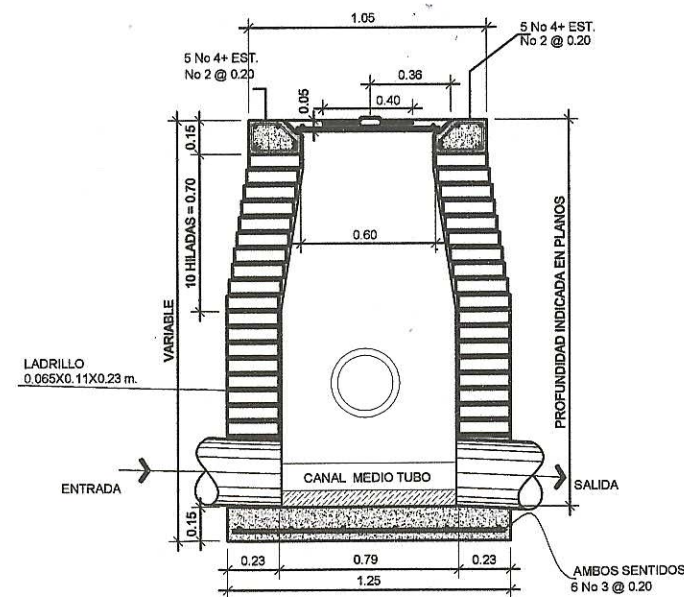


ESCALONES CADA 5
LADRILLOS
ACERO No. 4

DETALLE DE ESCALÓN
SIN ESCALA



SECCIÓN B-B' POZO DE VISITA
ESCALA 1:15

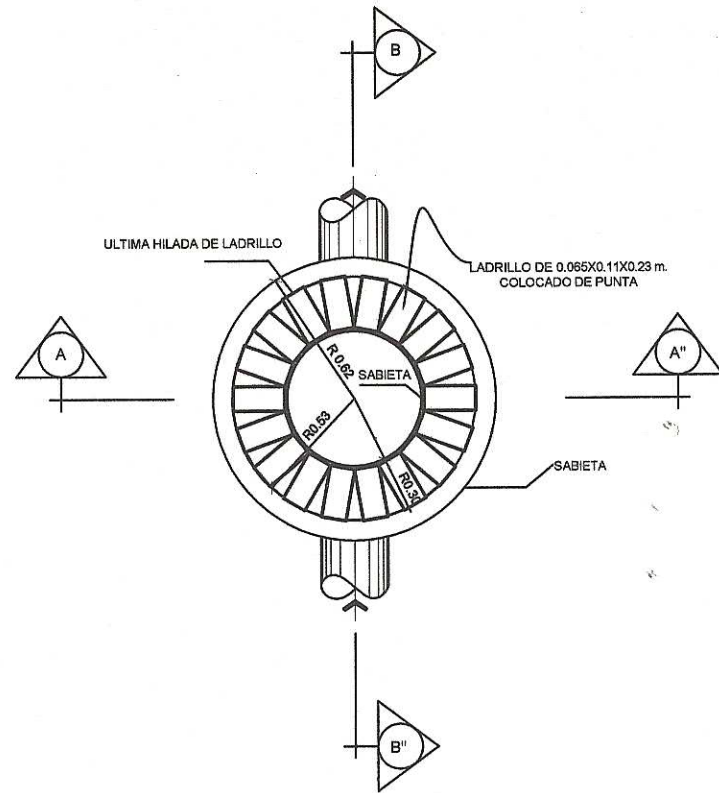


SECCIÓN D-D' POZO DE VISITA
ESCALA 1:15

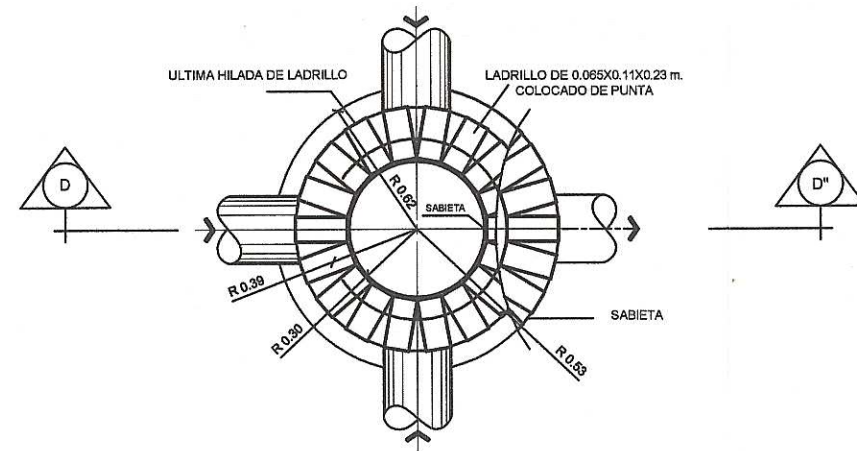
ESPECIFICACIONES

1. SE USARÁ LADRILLO TAYUYO DE 0.08 X 0.11 X 0.23 M.
2. LA MEZCLA PARA PEGADO DE LADRILLO DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON UNA PROPORCION EN VOLUMEN DE 1:3 (UNA DE CEMENTO POR TRES DE ARENA).
3. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
4. EL RECUBRIMIENTO MINIMO PARA LA BASE SERA DE 7 CM Y 3 CM PARA LA TAPADERA.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
6. LOS POZOS DEBEN REPELLARSE INTERIORMENTE, CON UN ESPESOR MINIMO DE 1 CM.
7. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.

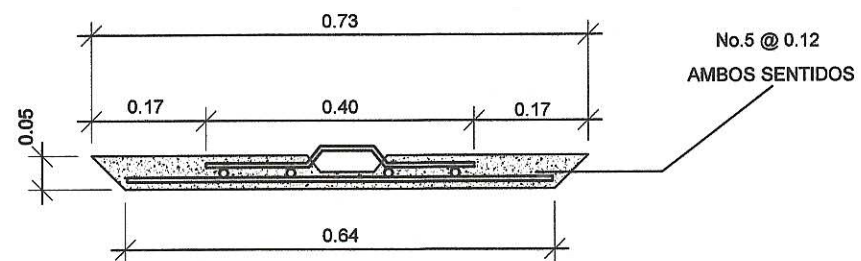
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA LLANO DE CHINCHILLA		UBICACION: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
CONTENIDO: DETALLE DE POZOS DE VISITA			
DISEÑADO: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ	CÁLCULO: ABNER I. MONZÓN P.	FECHA: 2024/12316	HOJA: 1/10
APROBADO: ABNER I. MONZÓN P.			
FECHA: AGOSTO / 2010			



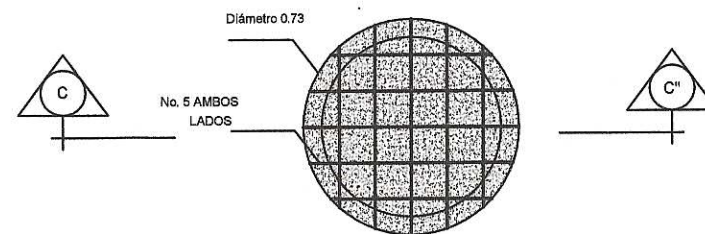
PLANTA POZO DE VISITA
ESCALA 1:15



PLANTA POZO DE VISITA
ESCALA 1:15

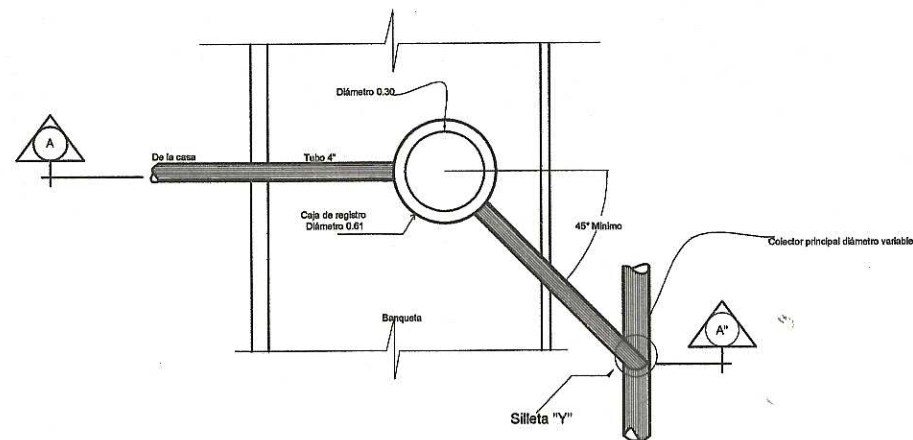


SECCIÓN C-C' TAPADERA POZO DE VISITA
ESCALA 1:05

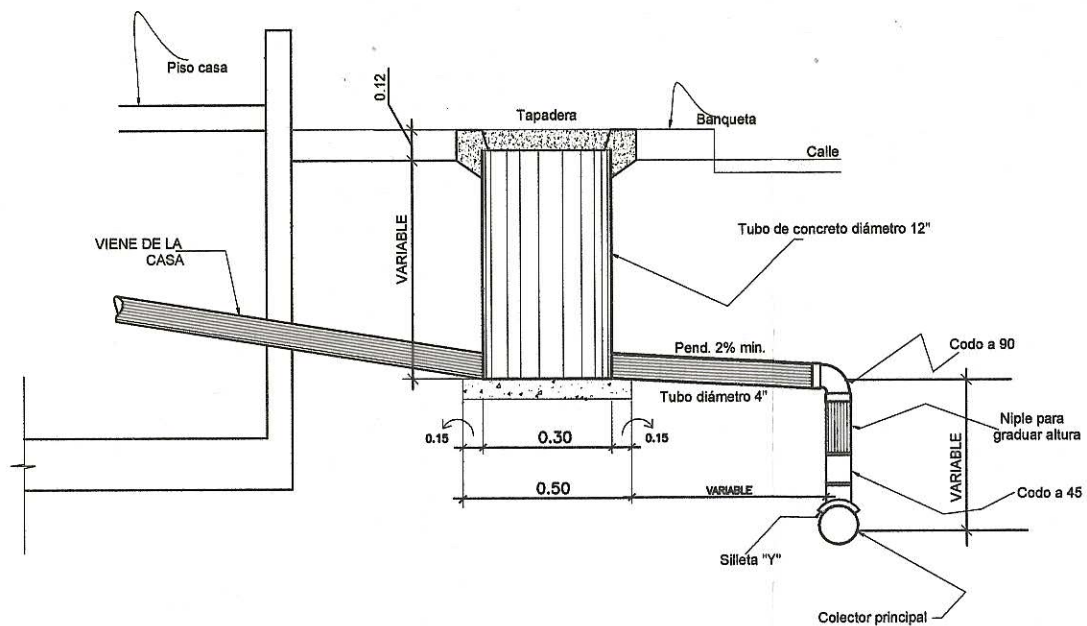


PLANTA TAPADERA POZO DE VISITA
ESCALA 1:15

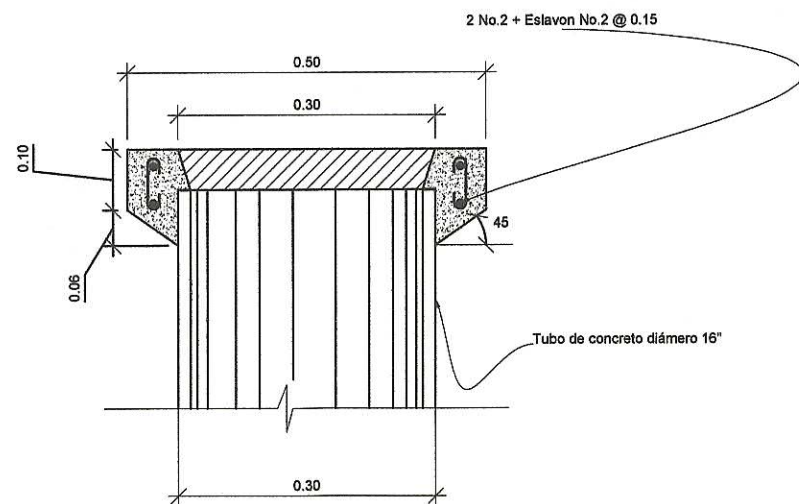
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA LLANO DE CHINCHILLA		DISEÑO: ABNER I. MONZÓN P.	
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA		CALCULO: ABNER I. MONZÓN P.	
CONTENIDO:		DISEÑO: ABNER I. MONZÓN P.	
DETALLE DE POZOS DE VISITA		CALCULO: ABNER I. MONZÓN P.	
DISEÑISTA: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ	FECHA: 2004/12/16	REVISOR: 8	INDICADA: 10
INGENIERO ALFREDO ARRIOLA OCHOA		AGOSTO / 2010	



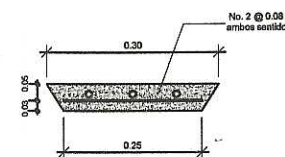
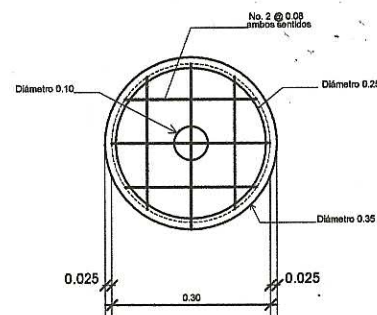
PLANTA CONEXION DOMICILIAR
SIN ESCALA



SECCIÓN A-A' CONEXION DOMICILIAR
SIN ESCALA



CAJA DE REGISTRO
SIN ESCALA

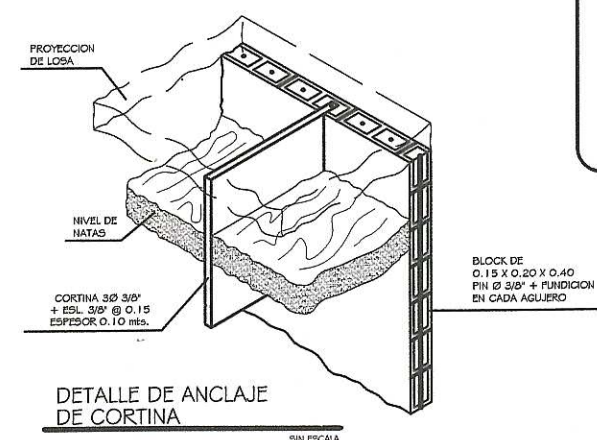
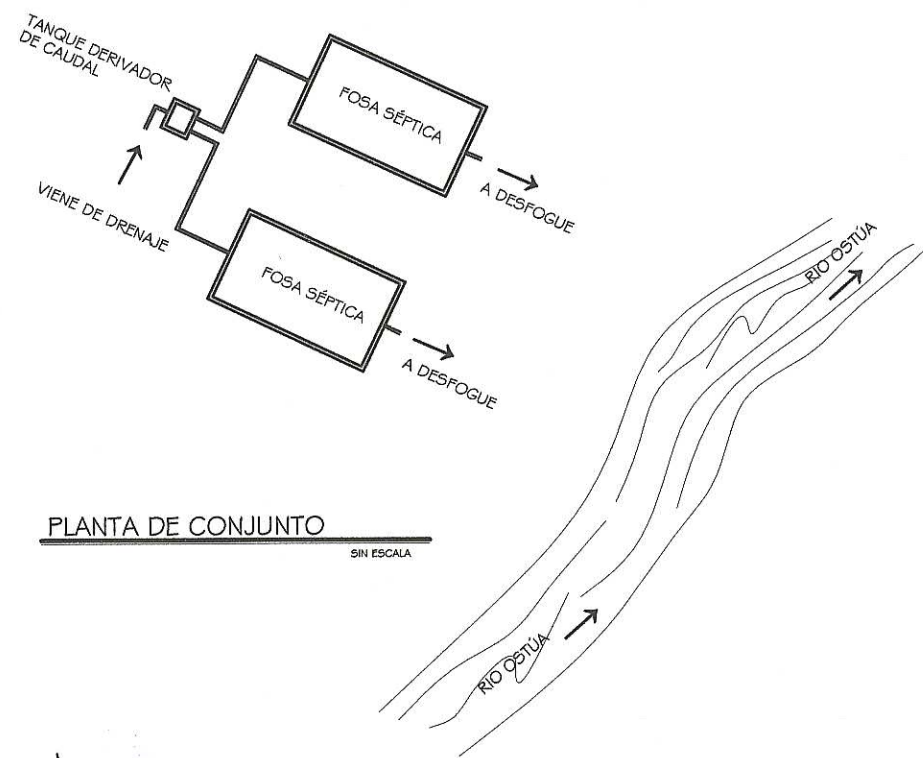
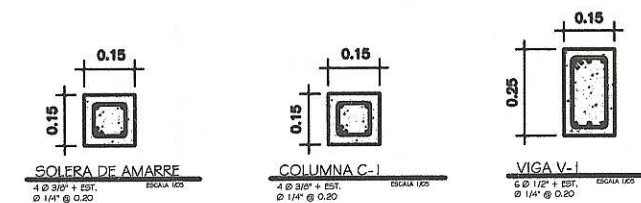
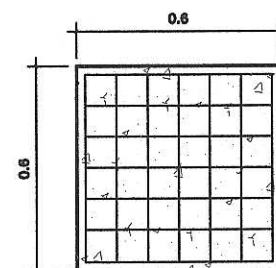
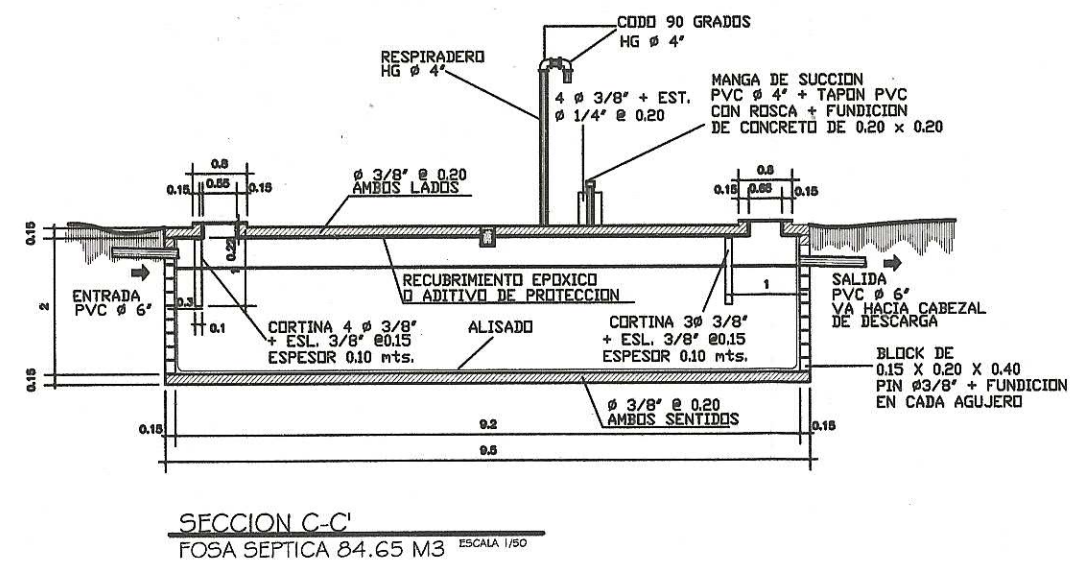
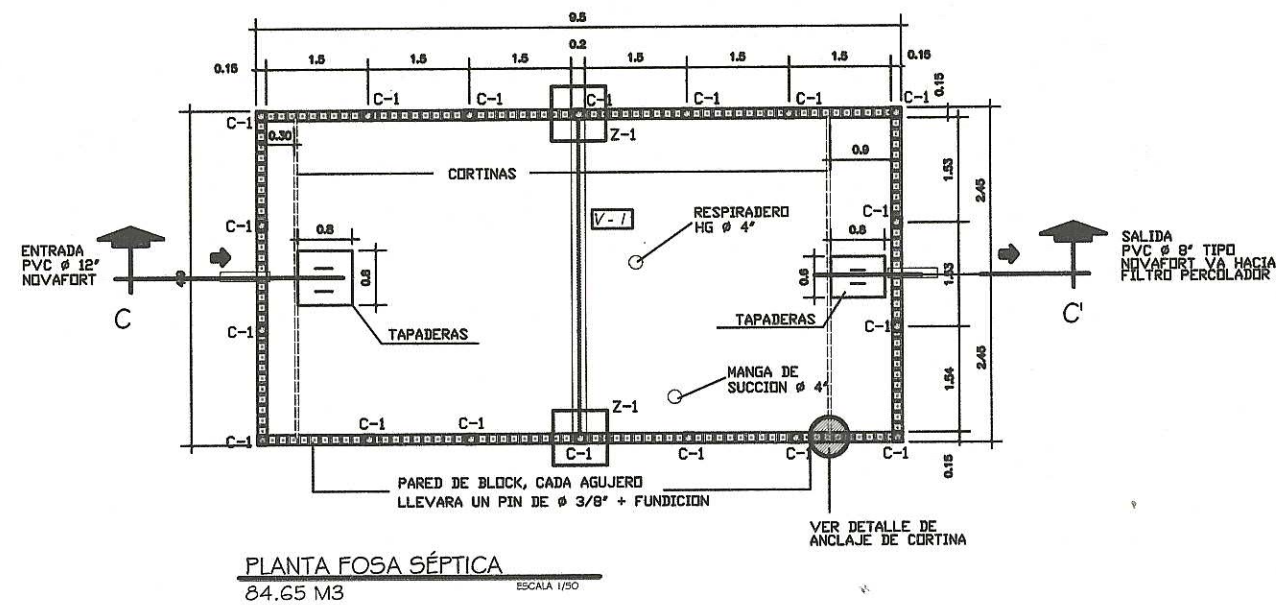


DETALLE DE TAPADERA
SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES

1. SE UTILIZARÁ TUBERIA PVC NORMA ASTM 3034 ϕ 4" PARA CONEXIONES DOMICILIARES
2. LAS CAJAS DE REGISTRO DEBERAN SER DE TUBO DE CONCRETO PREFABRICADO DE ϕ 12", CON SU RESPECTIVA BASE, BROCAL Y TAPADERA, LA CUAL DEBERA TENER UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.90 m MINIMO.
3. EL CONCRETO A UTILIZAR EN BASES, BROCALES Y TAPADERAS DEBERAN TENER UN $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
4. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
5. LOS BROCALES Y TAPADERAS DEBEN CURARSE SEGÚN ESPECIFICACIONES DE ACI.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA LLANO DE CHINCHILLA UBICACION: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA		
CONTENIDO: DETALLES CONEXION DOMICILIAR		
DISEÑADO: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ	CÁLCULO: ABNER I. MONZÓN P.	FECHA: AGOSTO / 2010
Visto: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ	Visto: ABNER I. MONZÓN P.	
ASISTENTE: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ		ASISTENTE: ABNER I. MONZÓN P.
REVISOR: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ		REVISOR: ABNER I. MONZÓN P.
APROBADO: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ		APROBADO: ABNER I. MONZÓN P.



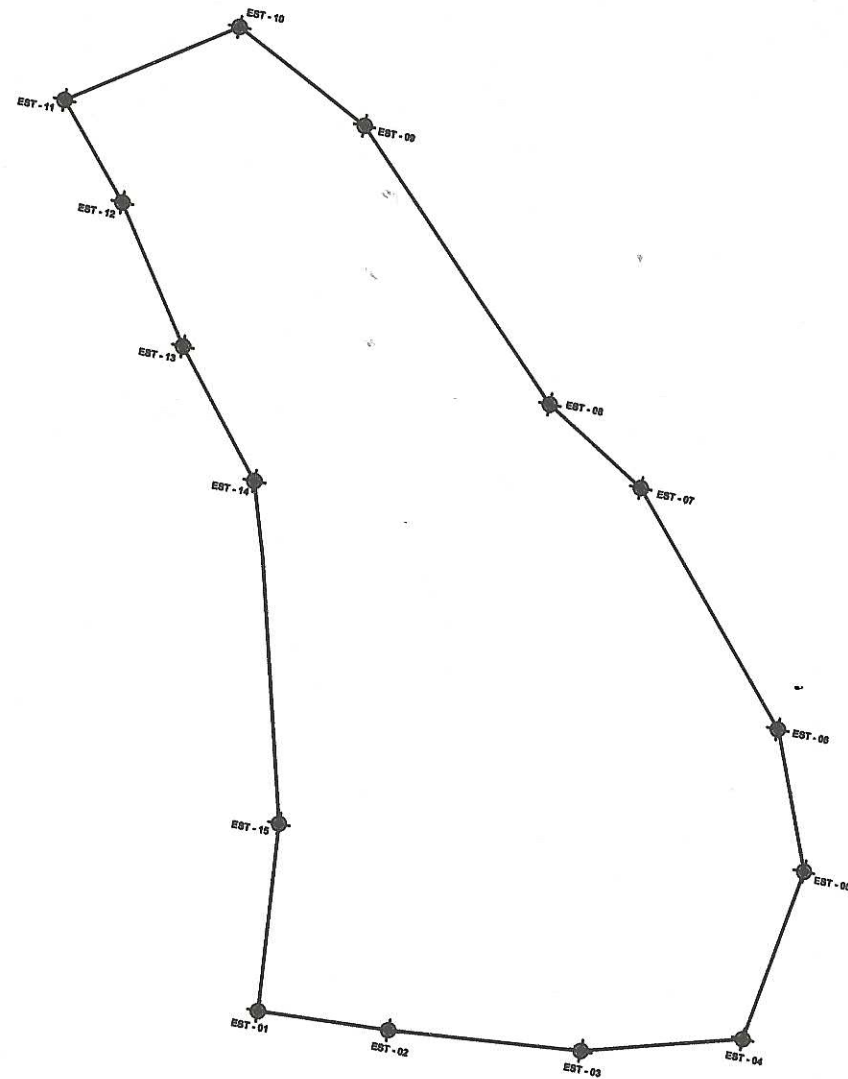
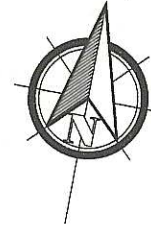
ESPECIFICACIONES

1. EL CONCRETO DEBE TENER UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 210 Kg/cm².
2. PARA MORTERO SE UTILIZARÁ UNA PROPORCIÓN DE 1:3 (UNA DE CEMENTO POR TRES DE ARENA).
3. TODA LA TUBERÍA Y ACCESORIOS SERÁN DE PVC, Ø 6" BASADO EN LA NORMA ASTM 3034.
4. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
5. SE CONSTRUIRÁN DOS FOSAS SÉPTICAS CON LAS MISMAS DIMENSIONES, LAS CUALES SE INDICAN EN PLANOS.

DETALLES FOSA SÉPTICA

ESKALA INDICADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA LLANO DE CHINCHILLA UBICACIÓN: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA		
CONTENIDO: DETALLES FOSA SÉPTICA		
DISEÑISTA: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ	CÁLCULO: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ	FECHA: AGOSTO 2010

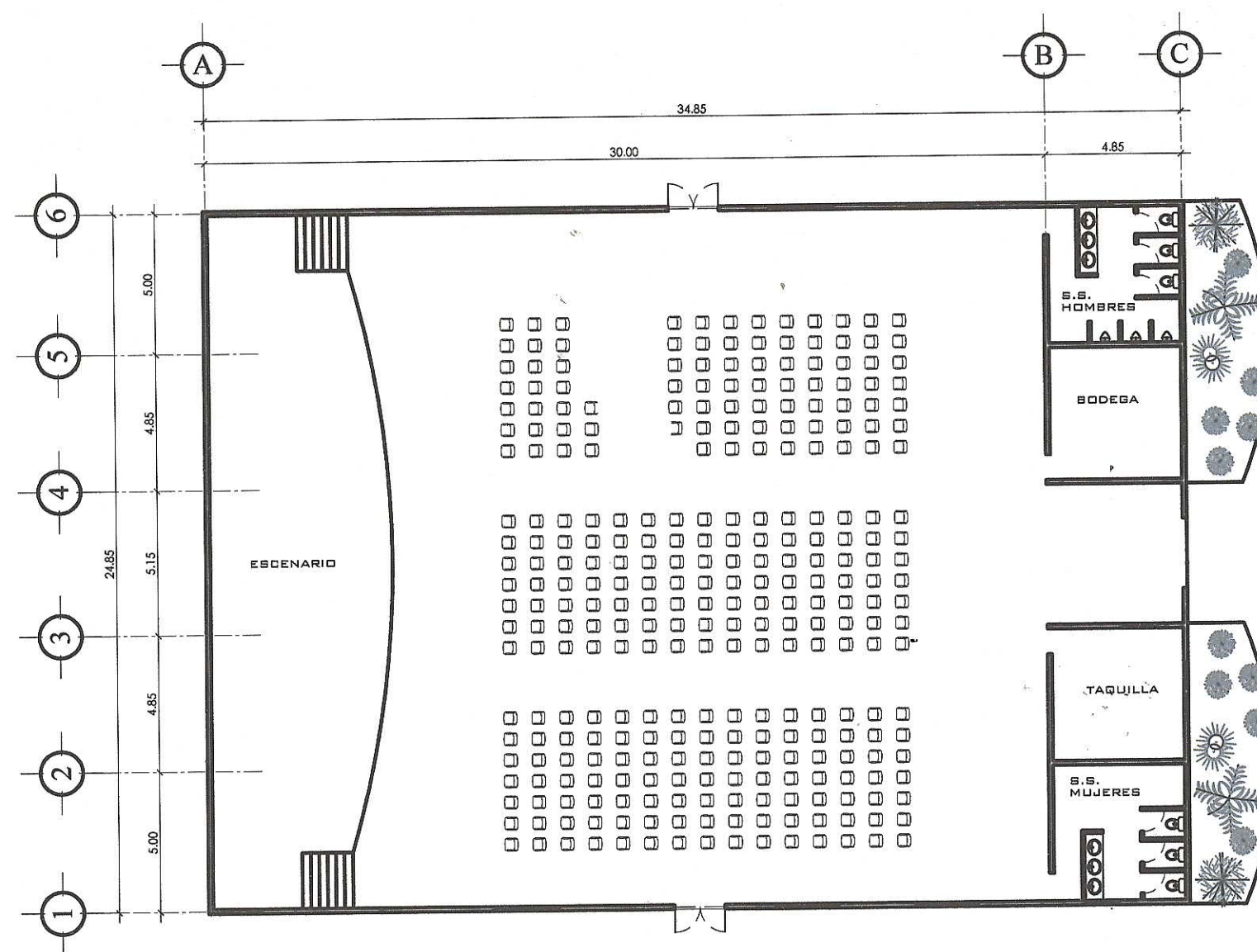


LIBRETA TOPOGRÁFICA			
ESTACIÓN	P.O.	AZIMUTH	D.H. (MT.)
E - 01	E - 02	87°04'20"	19.40
E - 02	E - 03	84°52'55"	28.50
E - 03	E - 04	74°42'16"	23.90
E - 04	E - 05	8°52'14"	26.20
E - 05	E - 06	338°14'52"	21.30
E - 06	E - 07	319°07'13"	40.80
E - 07	E - 08	301°12'27"	18.20
E - 08	E - 09	315°04'00"	49.20
E - 09	E - 10	297°02'05"	23.40
E - 10	E - 11	236°18'02"	27.90
E - 11	E - 12	139°16'12"	17.30
E - 12	E - 13	145°55'39"	23.00
E - 13	E - 14	140°53'30"	22.40
E - 14	E - 15	164°37'13"	50.50
E - 15	E - 01	175°03'18"	27.70

POLIGONO SALÓN COMUNAL

ESCALA 1:500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	SALÓN COMUNAL ALDEA LA CARBONERA	
UBICACIÓN:	MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
CONTENIDO:	PLANTA TOPOGRÁFICA	
ELABORADO POR:	ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ	
FECHA:	2004-12316	
PROFESOR:	ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ	
FECHA:	AGOSTO / 2010	



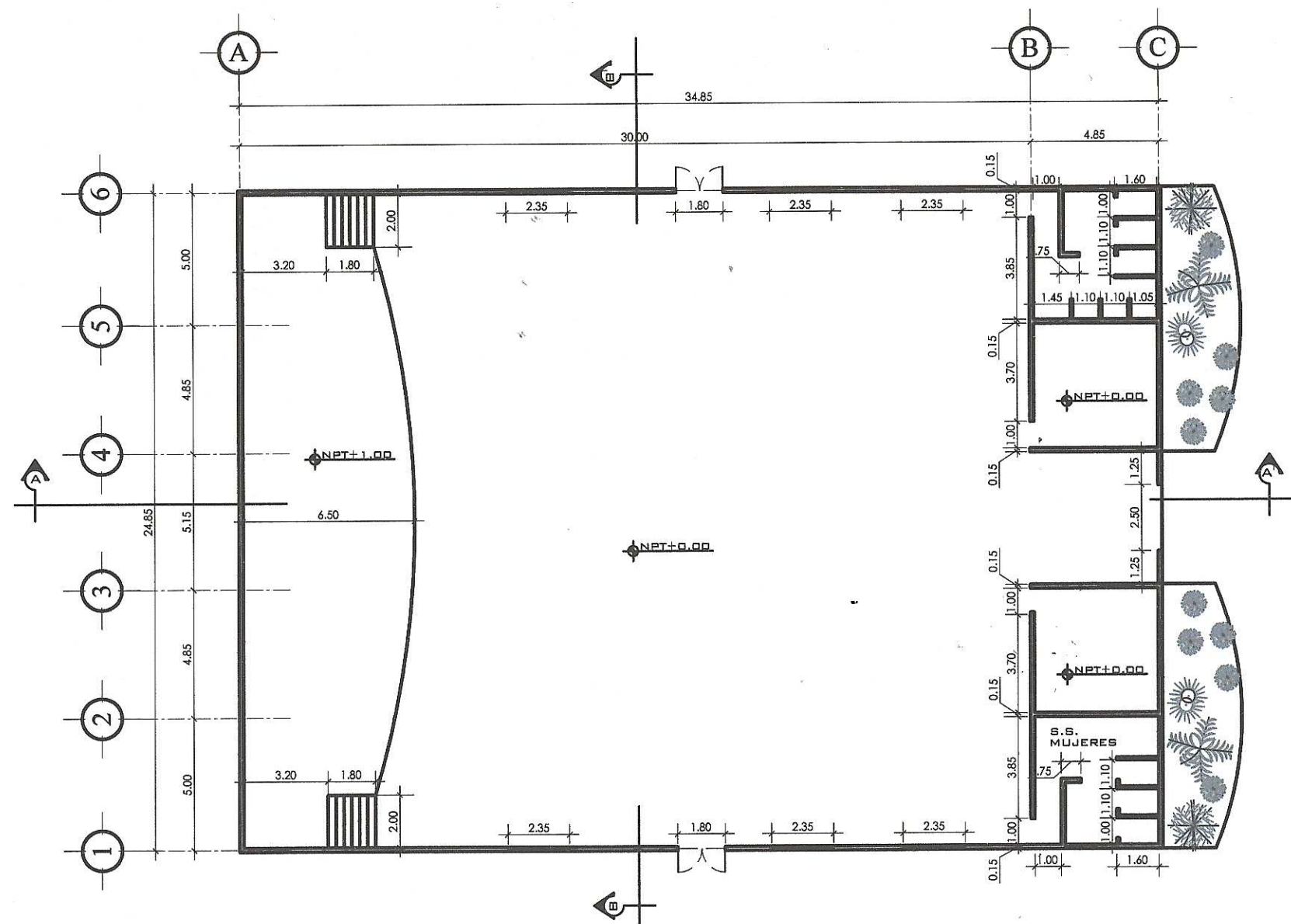
PLANTA AMUEBLADA

ESCALA 1:100

ESPECIFICACIONES

- MATERIALES**
- EL ESFUERZO DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS DEBERÁ SER DE $f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$
 - EL ESFUERZO A LA CEDENCIA EN EL ACERO DE REFUERZO DEBERÁ SER $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 - EL ESFUERZO ÚLTIMO A LA COMPRESIÓN DE LA MAMPOSTERÍA DEBERÁ SER $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$
 - LAS DIMENSIONES DEL BLOCK SERÁN $0.14 \times 0.19 \times 0.39$
 - SE UTILIZARÁ CEMENTO DE TIPO PORTLAND QUE SATISFACE LA NORMA ASTM C150
 - EL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO NO SERÁ SUPERIOR A:
 - A.- $1/5$ DE LA SEPARACIÓN MENOR ENTRE LOS LADOS DE LA FORMALETA
 - B.- $3/4$ DEL ESPACIAMIENTO MÍNIMO LIBRE ENTRE VARILLAS DE REFUERZO
 - C.- AGREGADO DE $1/2"$ O AGREGADO $3/4"$ PARA CIMENTACIÓN
 - DEBERÁ UTILIZARSE AGUA LIMPIA EN LA MEZCLA DEL CONCRETO
 - LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN NINGUN CASO EXCEDERÁ DE:
 - A.- PARA CONCRETO EXPUESTO AL AIRE, A LA INTERPERIE, SEMI ARIDO POR DEBAJO DE 0.53
 - B.- FUNDICIONES DE CONCRETO Y OTRAS ESTRUCTURAS ENTERRADAS POR DEBAJO DE 0.50
 - EL ACERO SERÁ CALIDAD ASTM A-615 CON UN LÍMITE DE FLUENCIA CARACTERÍSTICO $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ DE CONFORMACIÓN SUPERFICIAL CORRUGADA, GRADO 40 O 60
 - $3/4$ DEL ESPACIAMIENTO MÍNIMO LIBRE ENTRE VARILLAS DE REFUERZO
- COLOCACIÓN DE LAS ARMADURAS**
- ANTES DE LA COLOCACIÓN DE LAS ARMADURAS ESTAS SE LIMPIARÁN CUIDADOSAMENTE PARA QUE SE ENCUENTREN LIBRES DE POLVO, BARRO, ESCAMAS DE HERRUMBRE SUELTAS, GRASAS, ACEITES, PINTURA Y CUALQUIER TIPO DE SUSTANCIA CAPAZ DE REDUCIR LA ADHERENCIA CON EL CONCRETO.
- TODOS LOS CRUCES DE BARRAS DEBERÁN ATARSE O ASEGURARSE EN FORMA ADECUADA, SE CUIDARÁ ESPECIALMENTE QUE TODAS LAS ARMADURAS Y SUS ATADURAS DE ALAMBRE QUEDEN PROTEGIDAS MEDIANTE LOS RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS DE CONCRETO.
- PARA SOSTENER O SEPARAR LAS ARMADURAS EN LOS LUGARES CORRESPONDIENTES SE EMPLEARÁN SOPORTES O ESPACIADORES METÁLICOS Y ATADURAS METÁLICAS, ASÍ COMO TACOS DE CONCRETO COMO SEPARADORES, ESPACIADORES, ETC. NO PODRÁN EMPLEARSE TROZOS DE LADRILLO O PARTICULAS DE AGREGADO.
- RECUBRIMIENTOS DE LAS ARMADURAS**
- SE ENTIENDE POR RECUBRIMIENTO A LA DISTANCIA MÍNIMA COMPENDIDA ENTRE EL PUNTO MÁS SALIENTE DE CUALQUIER ARMADURA Y LA SUPERFICIE EXTERNA DEL CONCRETO MÁS PRÓXIMA, EXCLUYENDO REVOQUES Y TODO OTRO MATERIAL DE ACABADO.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO: SALÓN COMUNAL ALDEA LA CARBONERA		DISEÑO: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA		CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA	
DISEÑISTA: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ		NÚMERO: 2004-12316		FECHA: 2/10	
VERIFICADO:		APROBADO:		ESCALA: INDICADA	
ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ DISEÑISTA		MANUEL ALBERTO ANSALAGA GONNETA APROBADO		FECHA: AGOSTO / 2010	



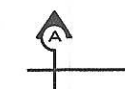
PLANTA ACOTADA

ESCALA 1:100

NOMENCLATURA

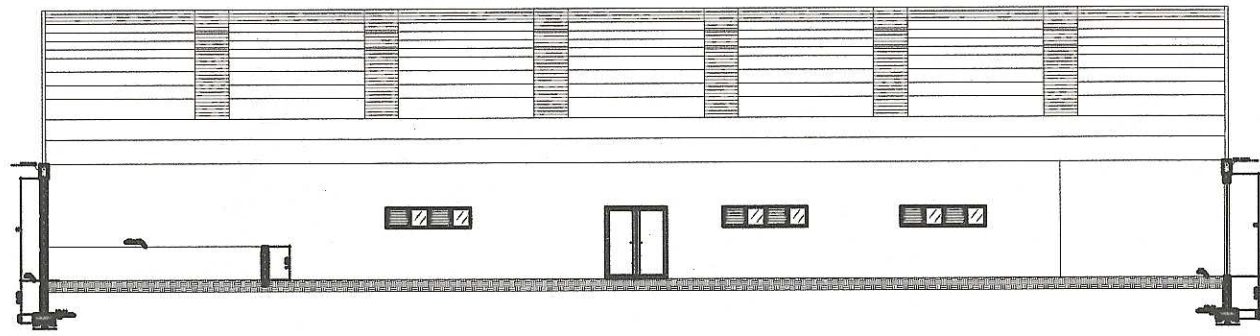


INDICA NIVEL DE PISO TERMINADO



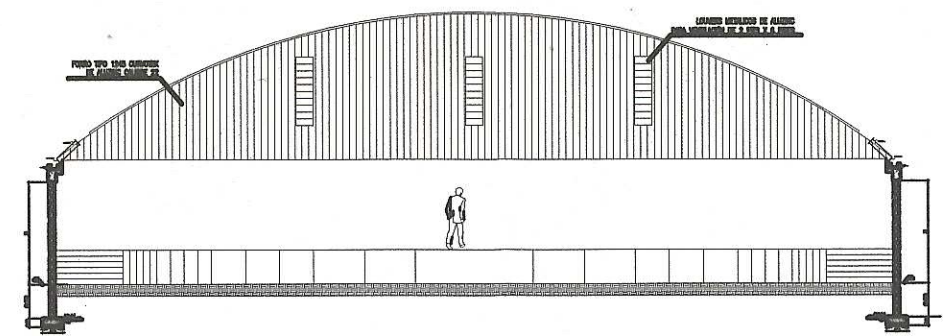
INDICA CORTE O SECCIÓN A

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: SALÓN COMUNAL ALDEA LA CARBONERA UBICACIÓN: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA		
CONTENIDO:		
PLANTA ACOTADA		
DISEÑISTA: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ	CARGO: 2004-12316	HOJA: 3
VOTO: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ INGENIERO CIVIL		FECHA: AGOSTO / 2010



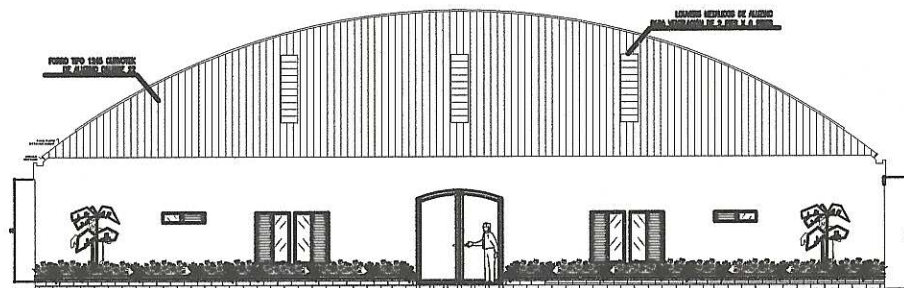
SECCIÓN LONGITUDINAL A-A'

ESCALA 1:100



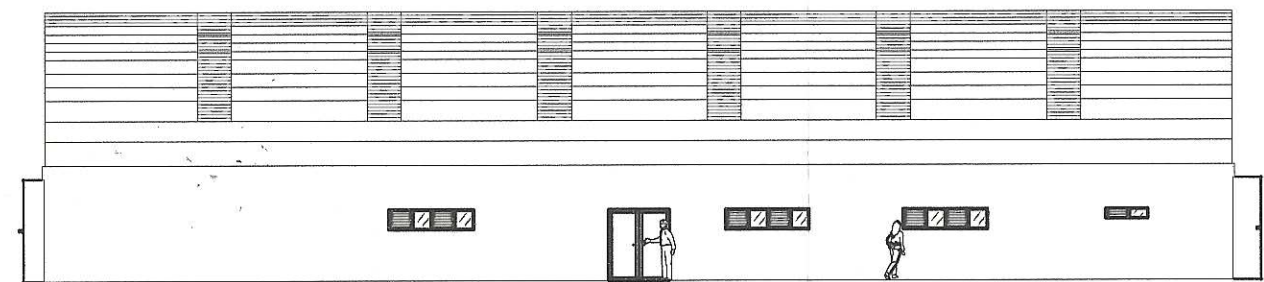
SECCIÓN TRANSVERSAL B-B'

ESCALA 1:100



ELEVACIÓN FRONTAL

ESCALA 1:100





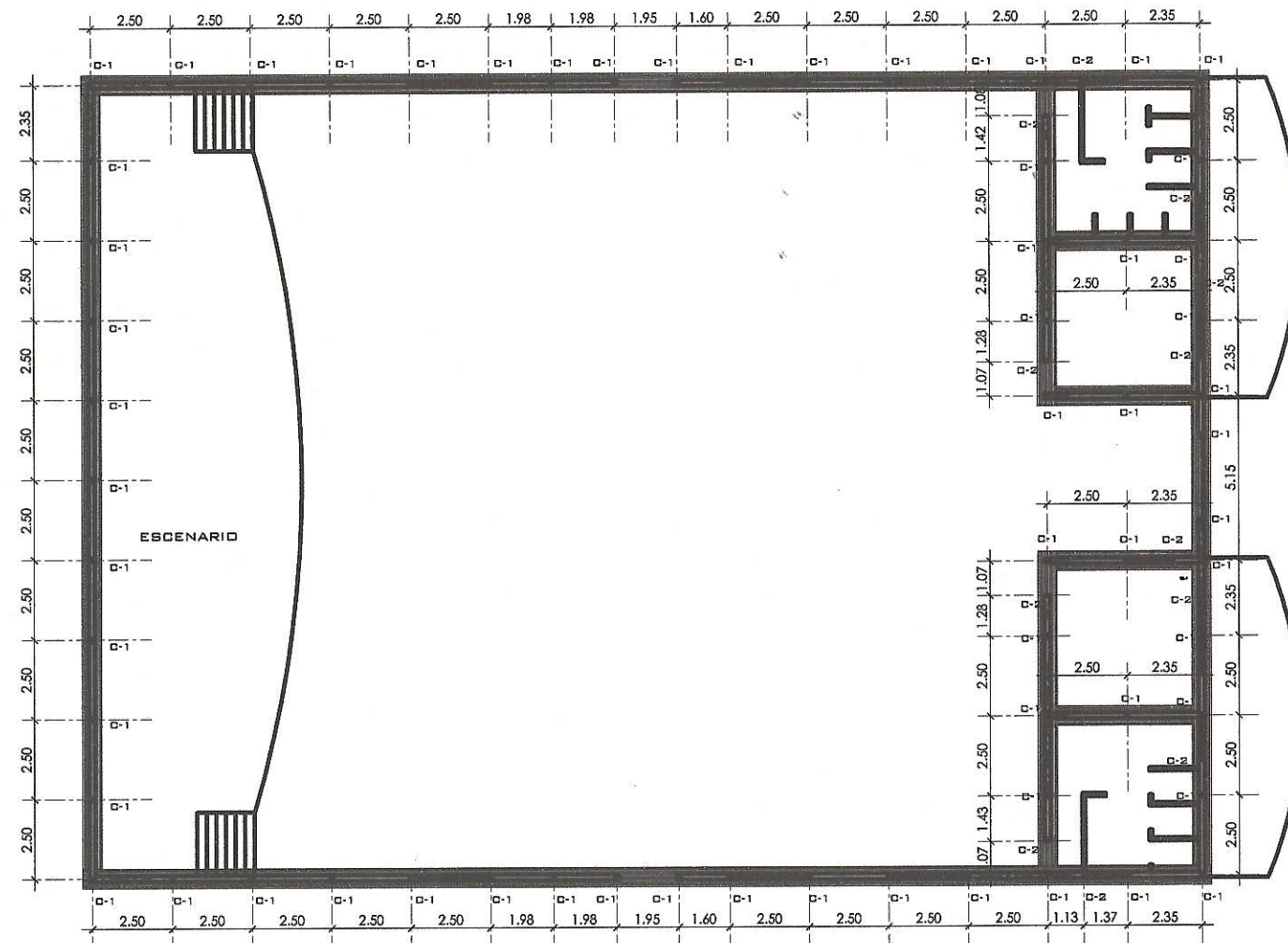
ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA

ESCALA 1:100

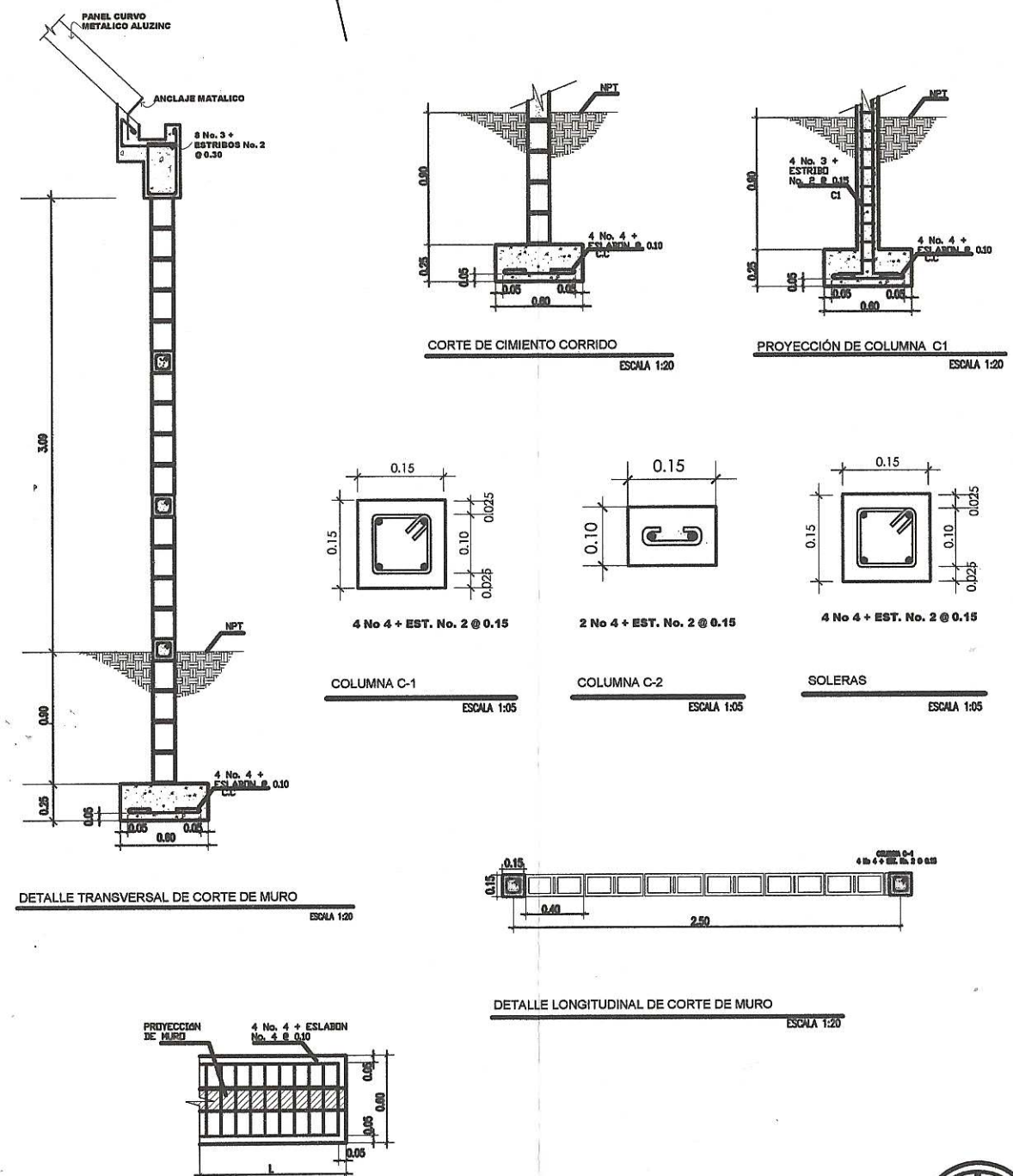
SECCIONES Y ELEVACIONES

ESCALA 1:100

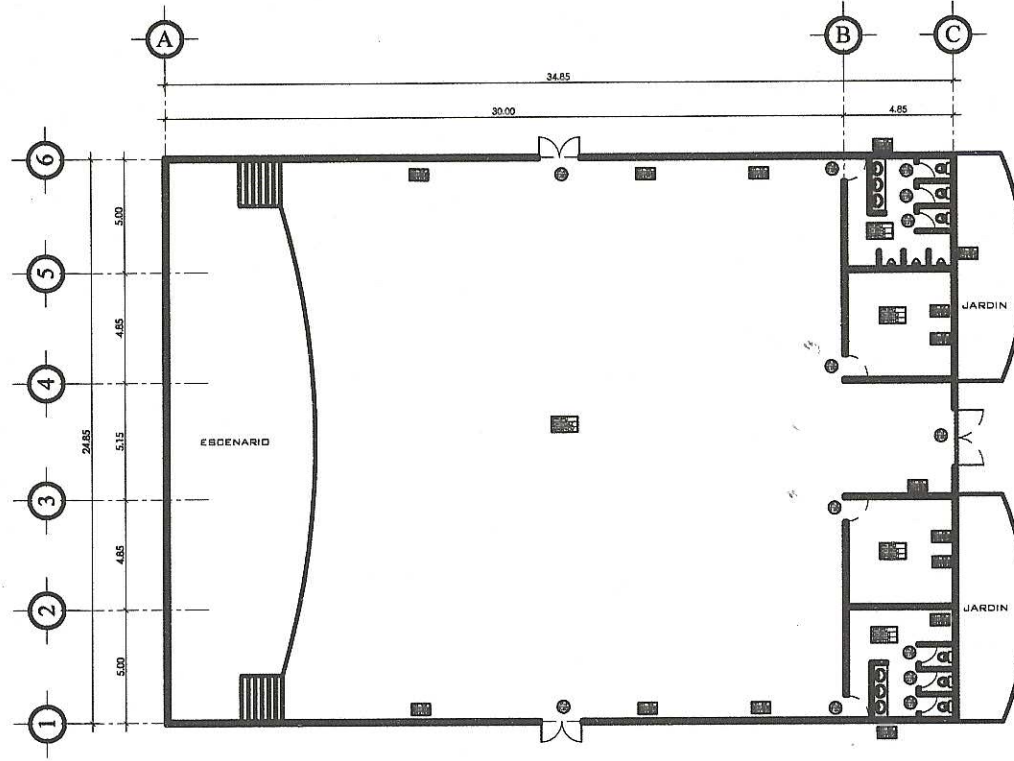
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO: SALÓN COMUNAL ALDEA LA CARBONERA UBICACIÓN: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA			
CONTENIDO: SECCIONES Y ELEVACIONES			
DISEÑO: ABNER I. MONZÓN P.	CARRERA: 2004-12316	PLAN: 4	HOJA: 10
REVISADO: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ INGENIERO CIVIL		FECHA: AGOSTO / 2010	



DETALLES DE CIMENTACIÓN



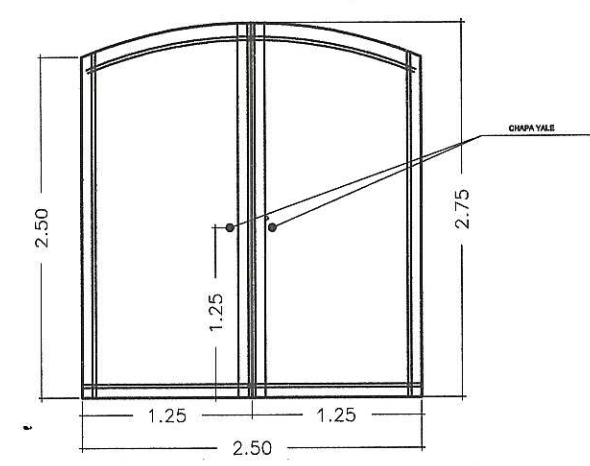
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO: SALÓN COMUNAL ALDEA LA CARBONERA UBICACIÓN: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA		CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIÓN + COLUMNAS		ASISTENTE: ABNER I. MONZÓN P. CALIFICADO: ABNER I. MONZÓN P. DISEÑADO: ABNER I. MONZÓN P. REVISADO: ABNER I. MONZÓN P. FECHA: AGOSTO / 2010	
EPÍGRAFE: ABNER IZAÍ MONZÓN PÉREZ Vº Bº:		CARTEL: 2003-12316 NOVA: 5/10		INGENIERO: ABNER IZAÍ MONZÓN PÉREZ INGENIERO EN CARGA: ING. MARCELO ALBERTO ARRIAGA DOMÍNGUEZ	



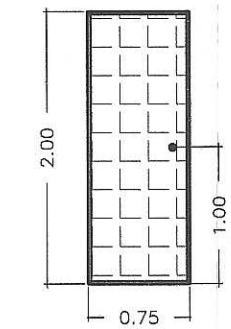
SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA	
$\frac{P=PC}{C=R+C}$	Indica acabado en piso, cielo y muros.
$\frac{P-2}{2.50}$	Indica tipo de puerta y ancho de vano.
$\frac{V=V-1}{S=0.80m}{D=2.10m}$	Indica tipo de ventana, sillar y dintel.
PC	Piso Cerámico
TCAZ	Techo curvo aluminio-zin.
R+C	Repello + Cerrido

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	DINTEL	ANCHO	UNIDAD	MATERIALES
P-1	2.75 m	2.50 m	1	Metálica, de dos hojas
P-2	2.00 m	0.75 m	6	Madera, de una hoja
P-3	2.10 m	1.00 m	4	Metálica, de una hoja
P-4	2.10 m	1.80 m	2	Metálica, de dos hojas

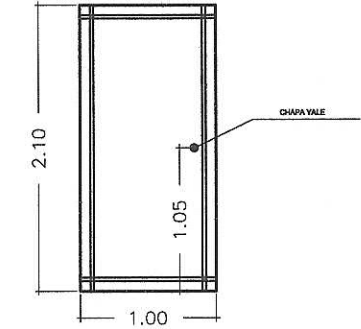
PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	SILLAR	DINTEL	ANCHO	ALTO	UNIDAD	MATERIALES
V-1	0.80 m	2.10 m	1.30 m	1.30 m	1	Extrusiones de Aluminio lacado de 3" + Vidrio Laminado de 3 mm.
V-2	0.60 m	2.10 m	1.00 m	1.50 m	4	Extrusiones de Aluminio lacado de 3" + Vidrio Laminado de 3 mm.
V-3	1.80 m	2.10 m	1.25 m	0.30 m	4	Extrusiones de Aluminio lacado de 3" + Vidrio Laminado de 3 mm.
V-4	1.50 m	2.10 m	2.35 m	0.60 m	6	Extrusiones de Aluminio lacado de 3" + Vidrio Laminado de 3 mm.



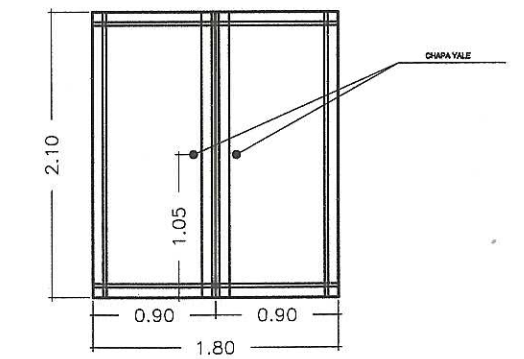
PUERTA TIPO P-1
ESCALA 1:25



PUERTA TIPO P-2
ESCALA 1:25



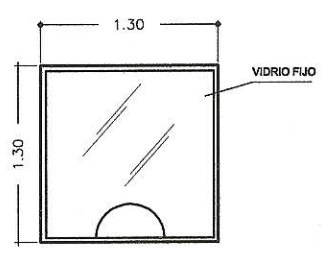
PUERTA TIPO P-3
ESCALA 1:25



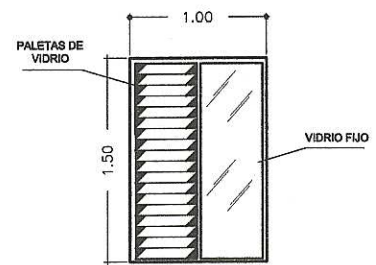
PUERTA TIPO P-4
ESCALA 1:25

PLANTA DE ACABADOS PUERTAS Y VENTANAS

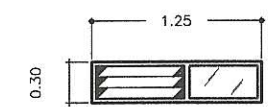
ESCALA 1:150



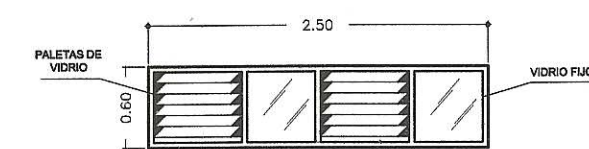
VENTANA V-1
ESCALA 1:25



VENTANA V-2
ESCALA 1:25

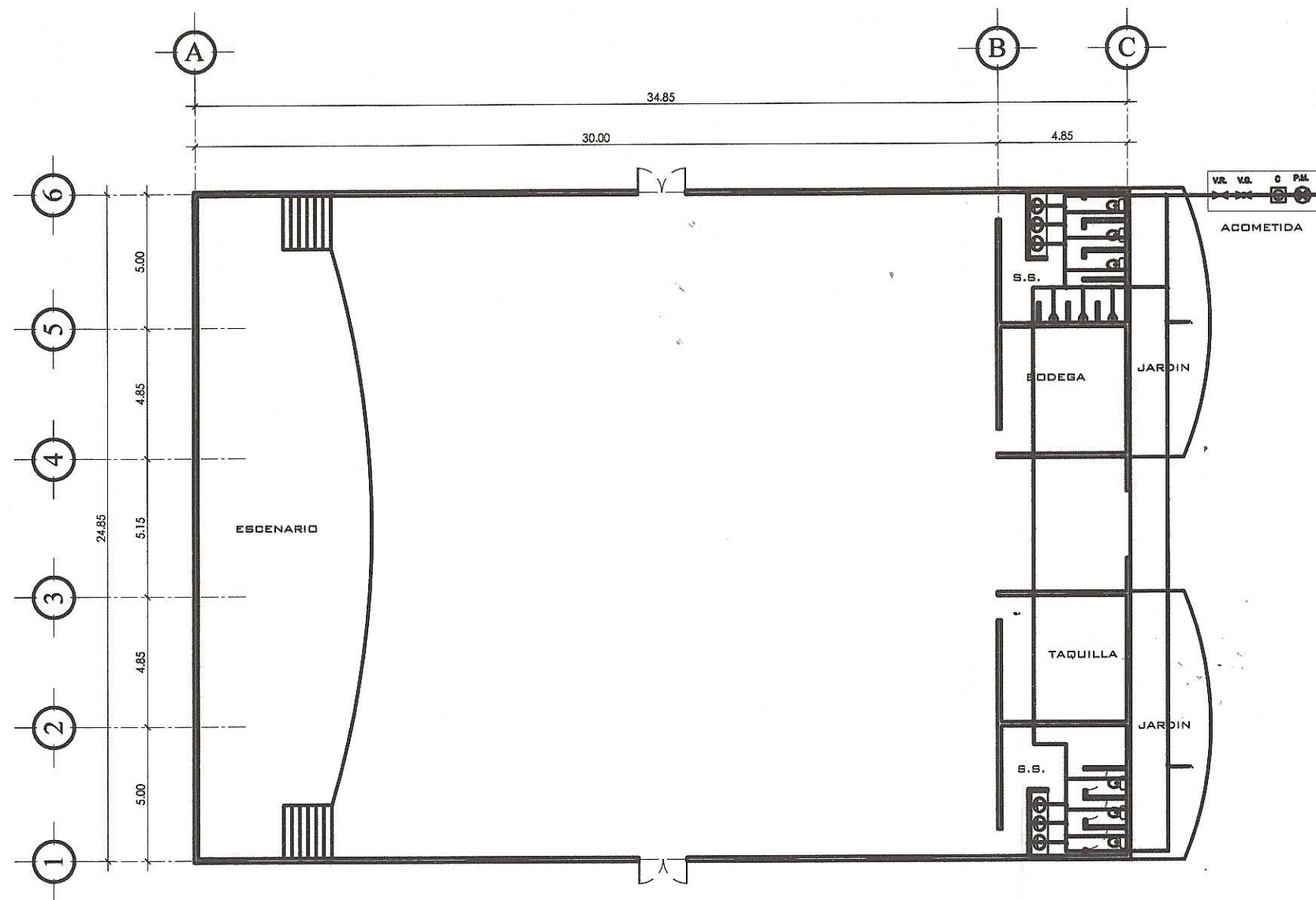


VENTANA V-3
ESCALA 1:25



VENTANA V-4
ESCALA 1:25

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SALÓN COMUNAL ALDEA LA CARBONERA		UBICACION: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA	
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS PUERTAS Y VENTANAS			
DISEÑISTA: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ	CANTIDAD: 2024-12316	HOJA: 7 / 10	FECHA: AGOSTO 12 2010
INGENIERO ALFREDO ARRIAGA GONZALEZ INGENIERO EN CIVIL		INGENIERO ALFREDO ARRIAGA GONZALEZ INGENIERO EN CIVIL	

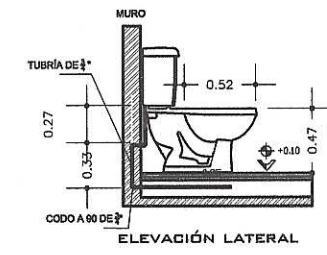
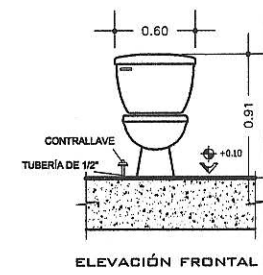


SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO PARA CIRCUITO DE AGUA FRÍA
+	TEE (HORIZONTAL)
+	TEE (VERTICAL)
90°	CODO A 90 GRADOS (VERTICAL)
90°	CODO A 90 GRADOS (HORIZONTAL)
+	GRIFO HQ CON ROSCA PARA MANGUERA PARA CIRCUITO DE AGUA FRÍA
+	VALVULA DE GLOBO DE BRONCE DIÁMETRO 3/4"
+	REDUCIDOR DE 3/4" A 1/2"
+	VALVULA DE CHEQUE DIÁMETRO 3/4"
+	CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA DIÁMETRO 3/4"
+	VALVULA DE PASO CIRCUITO DE AGUA FRÍA

NOTAS:

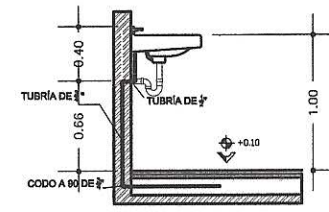
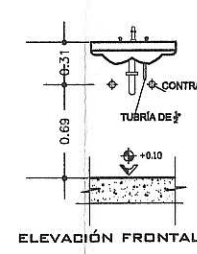
- TUBERÍA PVC CLASE 250 PSI AGUA FRÍA
- ACOMETIDAS A ARTIFACTOS TUBERÍA 1/2" PVC CLASE 315 PSI Y 1/2" CPVC
- TODA LA RED PRINCIPAL ES DE 3/4" PVC Y TODOS LOS RAMALES SON DE 1/2", PARA AGUA FRÍA (PVC)
- VER DETALLES

DETALLES DE ESPERAS AGUA POTABLE



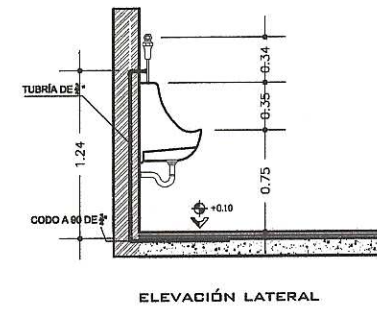
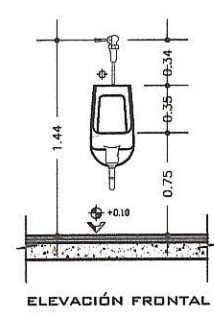
DETALLE DE INODORO

ESCALA 1:25



DETALLE DE LAVAMANOS

ESCALA 1:25



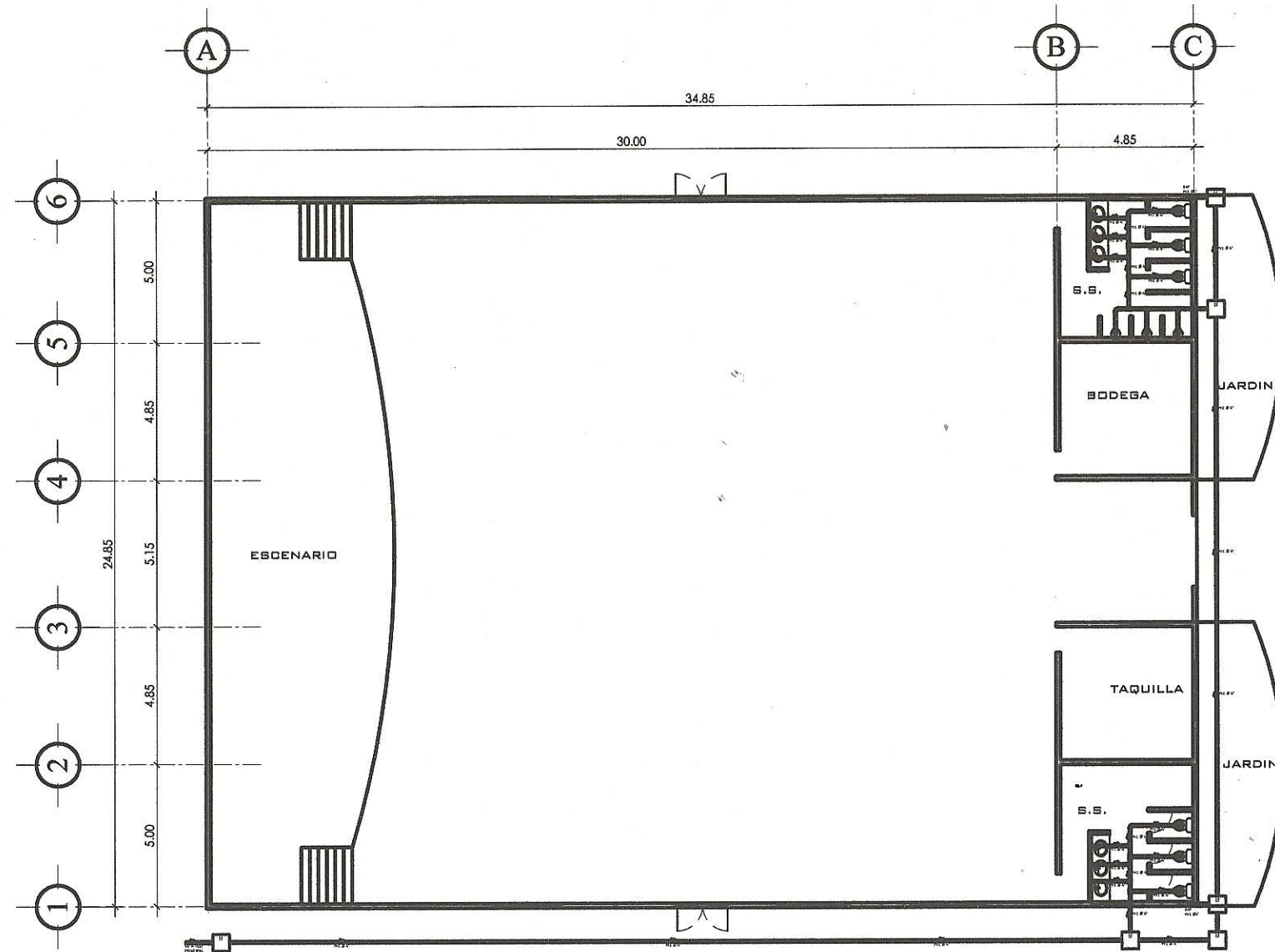
DETALLE DE MIBITORIO

ESCALA 1:25

PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA

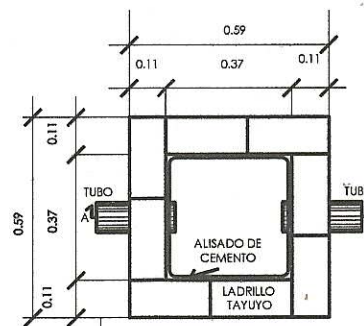
ESCALA 1:100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO: SALÓN COMUNAL ALDEA LA CARBONERA			
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA			
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA			
ELABORADO: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ	FECHA: 2004/12/31	HOJA: 10	ESCALA: INDICADA
ANEXO AL PROYECTO DE LA OBRERA		AGOSTO 2010	



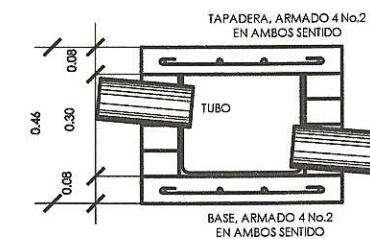
PLANTA DE DRENAJES

ESCALA 1:100



PLANTA CAJA TIPO B

ESCALA 1:10

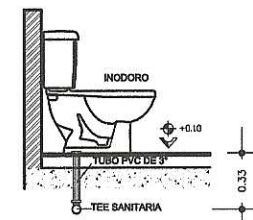


CORTE A-A' CAJA TIPO B

ESCALA 1:10

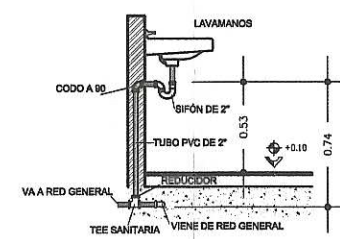
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	TIPO DE CAJA
	TUBO DE DRENAJE AGUAS NEGRAS
	TUBO DE DRENAJE AGUAS PLUVIALES
	PENDIENTE DE TUBERIA MINIMO 1.5
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	CODO 45°
	CODO 90°
	TEE SANITARIA VERTICAL
	SIFON
PVC	TUBO DE POLIVINIL
BAP	BAJADA DE AGUA PLUVIAL
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA

DETALLES DE DRENAJE



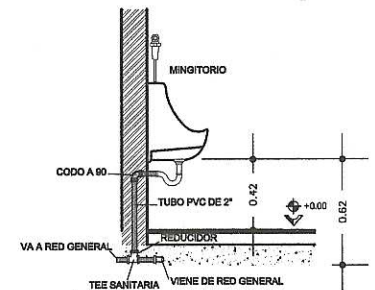
DETALLE DE INODORO

ESCALA 1:20



DETALLE DE LAVAMANOS

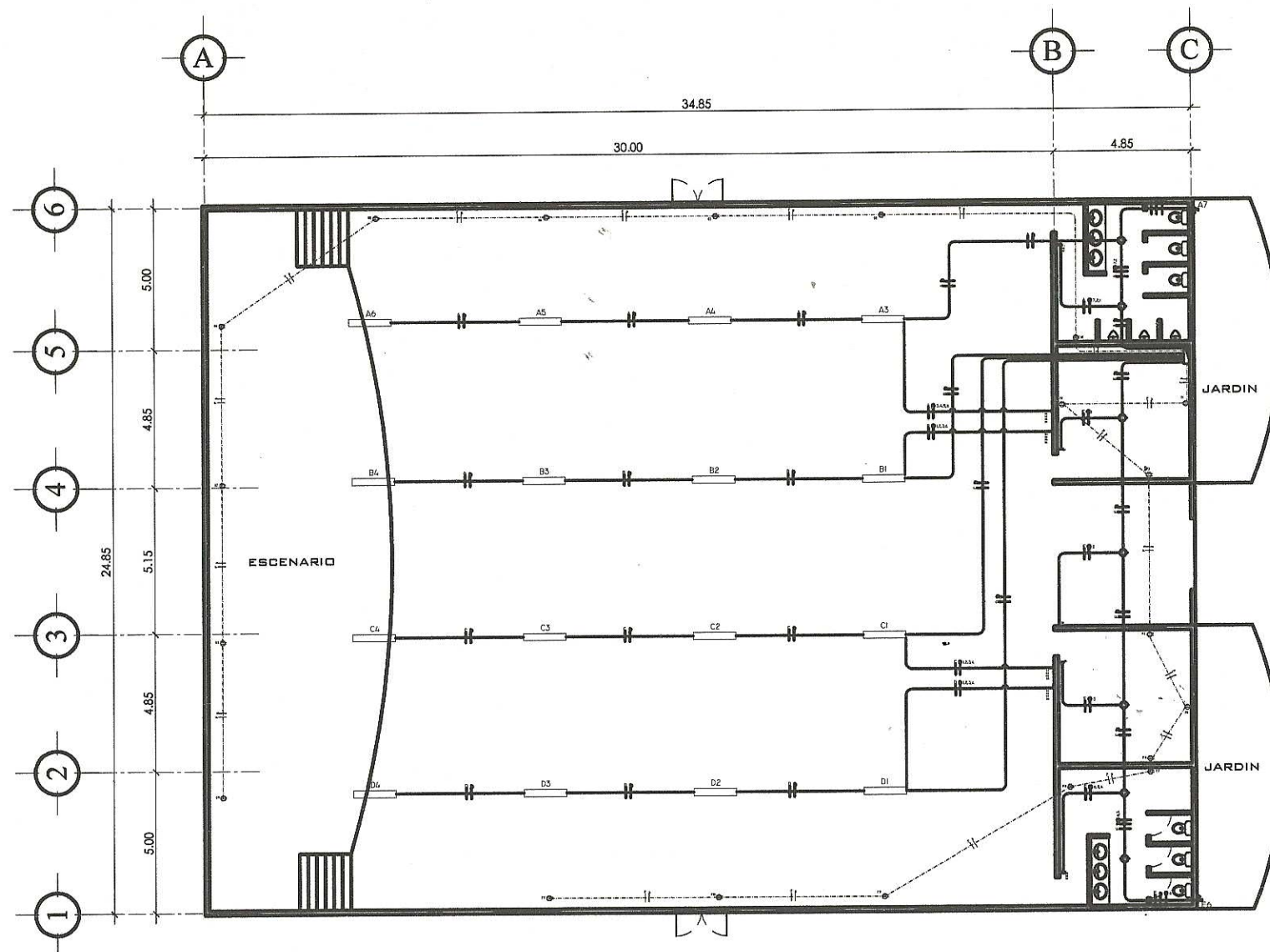
ESCALA 1:20



DETALLE DE MIJITORIO

ESCALA 1:20

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SALÓN COMUNAL ALDEA LA CARBONERA UBICACIÓN: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA		CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJES	
DISEÑO: ABNER I. MONZÓN P. REVISADO: ABNER I. MONZÓN P. APROBADO: ABNER I. MONZÓN P. INGENIERO CIVIL		FECHA: 10 AGOSTO 2010	



SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO FUPONES (10 UNIDADES) EMPOTRADO EN MURO, ALTURA + 1.80 AL ROSTRO INFERIOR
	ILUMINACIÓN EN CIELO
	INTERRUPTOR SIMPLE ALTURA +0.40 DEL NIVEL DE PISO
	REFLECTOR DOBLE PARA INTemperIE
	INTERRUPTOR SIMPLE, DOBLE, TRIPLE ALTURA +1.20 DEL NIVEL DE PISO
	CONDUCTOR VIVO
	CONDUCTOR NEUTRO
	RETORNO
A, B, C, ...	IDENTIFICACIÓN DE CIRCUITOS
1, 2, 3, ...	NÚMERO DE UNIDADES POR CIRCUITO
DUCTO EN PISO O PARED	
DUCTO EN CIELO	

NOTA:
 ALAMBRE PARA CIRCUITO DE ILUMINACIÓN CALIBRE 12 AWG
 ALAMBRE PARA APAGADORES CALIBRE 14 AWG
 ALAMBRE PARA CIRCUITO DE FUERZA CALIBRE 12 AWG
 DUCTO PARA ILUMINACIÓN Y FUERZA Ø 3/4"

PLANTA DE FUERZA E ILUMINZCIÓN

ESCALA 1:100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: SALÓN COMUNAL ALDEA LA CARBONERA UBICACIÓN: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA		
CONTENIDO:		
PLANTA DE FUERZA E ILUMINACIÓN		
REPRESENTA: ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ V.B.O.	CARRILLO: 200712316 V.B.O.	FECHA: 10/08/2010
ABNER IZAI MONZÓN PÉREZ INGENIERO CIVIL		FECHA: AGOSTO / 2010