



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

**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.**

**Mario Alejandro Carrillo Amaya**

**Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos**

**Guatemala, junio de 2009.**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**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

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR:

**MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA**

ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2009.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
<b>VOCAL I</b>	Inga. Glenda Patricia García Soria
<b>VOCAL II</b>	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
<b>VOCAL III</b>	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
<b>VOCAL IV</b>	Br. José Milton De León Bran
<b>VOCAL V</b>	Br. Isaac Sultán Mejía
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivónne Veliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Juan Merck Cos
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO 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,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 29 de julio de 2008.

Mario Alejandro Carrillo Amaya



Guatemala 21 de mayo de 2009.  
Ref.EPS.DOC.741.05.09.

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 **Mario Alejandro Carrillo Amaya** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200412665**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"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"**.

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. Juan Merck Cos  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
JMC/za



Guatemala, 21 de mayo de 2009.  
Ref.EPS.D.313.05.09

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson,

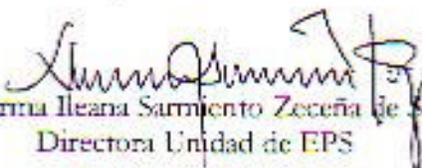
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL PUENTE, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Mario Alejandro Carrillo Amaya**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ing. Juan Merck Cos**.

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. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Ferrero  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ca





Guatemala,  
25 de mayo de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **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**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mario Alejandro Carrillo Amaya, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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.



Guatemala,  
2 de junio de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **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**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mario Alejandro Carrillo Amaya, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merk Cos.

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 ESEÑAD A TODOS

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Mario Alejandro Carrillo Amaya, titulado 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, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, junio 2009.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL PUENTE, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA,** presentado por el estudiante universitario **Mario Alejandro Carrillo Amaya,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, junio de 2009



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mis padres**

Mario Efraín Carrillo Mazariegos y Mayra Lucrecia  
Amaya de Carrillo

Con mucho amor y admiración por su esfuerzo y apoyo incondicional para la obtención de este triunfo.

### **Mis hermanos**

Karen Aimeé y Luis Emilio Carrillo Amaya

Como muestra sincera de amor y mi amistad, deseándoles de corazón lo mejor en todo lo que se propongan en la vida.

### **Mis abuelos**

Ángel Emilio Carrillo, Vilma Mazariegos de Carrillo y  
Marta Raquel García

Por sus consejos, apoyo incondicional, cariño hacia mi persona y por contribuir siempre en mi educación.

### **Mi familia**

Con cariño y aprecio a todos.

### **Amigos**

Por su amistad invaluable y consejos como futuros profesionales y colegas.

.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Dios** Por haberme dado la vida y la capacidad para permitirme alcanzar este anhelado triunfo.

**Mis padres** Mario Efraín Carrillo y Mayra Lucrecia Amaya, por darme la oportunidad de ser una persona mejor, por su paciencia, por su esmero y por el apoyo incondicional que siempre me han dado en la vida.

**Mis hermanos** Por el cariño y por el apoyo que me han brindado incondicionalmente y por formar parte del hogar al que pertenezco.

**Ing. Juan Merck** Por brindarme su asesoría y apoyo incondicional.

**Mis compañeros y amigos** Por compartir con todos ellos la factura, que nos presenta la vida paso a paso.

**A la familia Vega Donado** Por haberme hecho sentir parte de su familia, durante mi estadía en mi EPS, lejos de mi hogar.

La municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa, por permitir la realización del Ejercicio Profesional Supervisado de Ingeniería.

La Facultad de Ingeniería, por permitirme forjar en sus aulas uno de mis más grandes anhelos.

La Universidad de San Carlos de Guatemala



1.1.13.1	Condiciones sanitarias	9
1.1.13.2	Natalidad	9
1.1.13.3	Mortalidad	9
1.1.13.4	Morbilidad	10
1.2	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio y aldea El Puente.	10
1.2.1	Descripción de las necesidades	10
1.2.2	Priorización de las necesidades	11

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

2.1	Diseño de la edificación de dos niveles para mercado municipal en el casco urbano de Santa Catarina Mita, Jutiapa	13
2.1.1	Descripción del proyecto	13
2.1.2	Investigación preliminar	14
2.1.2.1	Terreno disponible	14
2.1.2.2	Análisis de suelos	15
2.1.2.2.1	Ensayo triaxial	15
2.1.3	Diseño arquitectónico	16
2.1.3.1	Ubicación del edificio en el terreno	17
2.1.3.2	Distribución de ambientes	17
2.1.3.3	Altura del edificio	18
2.1.3.4	Selección del sistema estructural a usar	18
2.1.4	Análisis estructural	19
2.1.4.1	Predimensionamiento estructural	19
2.1.4.2	Modelos matemáticos de marcos dúctiles	23
2.1.4.3	Cargas de diseño	25
2.1.4.3.1	Cargas horizontales y verticales aplicados a	

los marcos dúctiles	25
2.1.4.4    Análisis de marcos dúctiles utilizando un software y comprobación por un método numérico.	39
2.1.4.5    Momentos últimos por envolvente de momentos	46
2.1.4.6    Diagrama de cortes	49
2.1.5    Diseño estructural	52
2.1.5.1    Losas	52
2.1.5.2    Vigas	62
2.1.5.3    Columnas	67
2.1.5.4    Cimientos	78
2.1.6    Instalaciones eléctricas	84
2.1.7    Instalaciones hidráulicas y sanitarias	84
2.1.8    Planos constructivos	84
2.1.9    Presupuesto	85
2.1.9.1    Materiales	85
2.1.9.2    Mano de obra	85
2.1.9.3    Costo total del proyecto	85
2.1.9.4    Costo por metro cuadrado	87
2.2    Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea El Puente, Santa Catarina Mita, Jutiapa	88
2.2.1    Descripción del proyecto	88
2.2.2    Levantamiento topográfico	89
2.2.2.1    Planimetría	89
2.2.2.2    Altimetría	89
2.2.3    Descripción del sistema a utilizar	90
2.2.4    Partes de un alcantarillado	90
2.2.4.1    Colector	90
2.2.4.2    Pozos de visita	91

2.2.4.3	Conexiones domiciliarias	92
2.2.4.3.1	Caja o candela	93
2.2.4.3.2	Tubería secundaria	93
2.2.5	Período de diseño	94
2.2.6	Población futura	94
2.2.7	Determinación de caudales	96
2.2.7.1	Población tributaria	96
2.2.7.2	Dotación	96
2.2.7.3	Factor de retorno	97
2.2.7.4	Caudal sanitario	98
2.2.7.4.1	Caudal domiciliar	98
2.2.7.4.2	Caudal comercial	99
2.2.7.4.3	Caudal industrial	99
2.2.7.4.4	Caudal por conexiones ilícitas	100
2.2.7.4.5	Caudal de infiltración	101
2.2.7.5	Caudal medio	101
2.2.7.6	Factor de caudal medio	101
2.2.7.7	Factor de Harmond	102
2.2.7.8	Caudal de diseño	103
2.2.8	Fundamentos hidráulicos	104
2.2.8.1	Ecuación de Manning para flujo de canales	104
2.2.8.2	Relaciones de diámetro y caudales	106
2.2.8.3	Relaciones hidráulicas	106
2.2.9	Parámetros de diseño hidráulico	107
2.2.9.1	Coefficiente de rugosidad	107
2.2.9.2	Sección llena y parcialmente llena	107
2.2.9.3	Velocidades máximas y mínimas	108
2.2.9.4	Diámetro del colector	109
2.2.9.5	Profundidad del colector	109

2.2.9.5.1	Profundidad mínima del colector	110
2.2.9.5.2	Ancho de la zanja	110
2.2.9.5.3	Volumen de excavación	111
2.2.9.5.4	Cotas invert	112
2.2.10	Ubicación de los pozos de visita	113
2.2.11	Profundidad de los pozos de visita	113
2.2.12	Características de las conexiones domiciliarias	116
2.2.13	Diseño hidráulico	116
2.2.14	Ejemplo de diseño de un tramo	118
2.2.15	Desfogue	121
2.2.15.1	Ubicación	122
2.2.15.2	Propuesta de tratamiento	122
2.2.15.2.1	Diseño de fosas sépticas	124
2.2.15.3	Administración, operación y mantenimiento	128
2.2.16	Elaboración de planos	132
2.2.17	Elaboración de presupuestos	133
2.2.18	Evaluación socioeconómica	134
2.2.18.1	Valor presente neto	134
2.2.18.2	Tasa interna de retorno	136
2.2.19	Evaluación de impacto ambiental	137
2.2.19.1	Definición de “impacto ambiental” y de “evaluación de impacto ambiental, EIA”	137
2.2.19.2	EIA del proyecto de drenaje sanitario	140
2.2.19.3	Medidas de mitigación	141

<b>CONCLUSIONES</b>	145
<b>RECOMENDACIONES</b>	147
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	149
<b>ANEXOS</b>	151
<b>APÉNDICE</b>	155

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Ubicación del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa	3
2	Localización de aldea El Puente	4
3	Ubicación geográfica de aldea El Puente	5
4	Localización del terreno disponible	14
5	Áreas tributarias para predimensionamiento de columna	20
6	Elevación marco típico, en el eje X	24
7	Elevación marco típico, en el eje Y	24
8	Planta primer y segundo, marco analizado	30
9	Carga muerta y viva uniformemente distribuida, marco B	32
10	Carga muerta y viva uniformemente distribuida, marco 4	32
11	Planta típica nivel 1 y 2, distribución de marcos dúctiles	36
12	Modelo del marco 4 de carga por sismo	38
13	Modelo del marco B de carga por sismo	38
14	Momentos por carga muerta en vigas en kg-m, marco B	40
15	Momentos por carga muerta en columnas en kg-m, marco B	40
16	Momentos por carga viva en vigas en kg-m, marco B	41
17	Momentos por carga viva en columnas en kg-m, marco B	41
18	Momentos por carga de sismo en vigas en kg-m, marco B	42
19	Momentos por carga de sismo en columnas en kg-m, marco B	42
20	Momentos por carga muerta en vigas en kg-m, marco 4	43
21	Momentos por carga muerta en columnas en kg-m, marco 4	43
22	Momentos por carga viva en vigas en kg-m, marco 4	44
23	Momentos por carga viva en columnas en kg-m, marco 4	44

24	Momentos por carga de sismo en vigas en kg-m, marco 4	45
25	Momentos por carga de sismo en columnas en kg-m, marco 4	45
26	Envolvente de momentos en vigas en kg-m, marco B	47
27	Envolvente de momentos en columnas en kg-m, marco B	47
28	Envolvente de momentos en vigas en kg-m, marco 4	48
29	Envolvente de momentos en columnas en kg-m, marco 4	48
30	Envolvente de corte en vigas en kg-m, marco B	50
31	Envolvente de corte en columnas en kg-m, marco B	50
32	Envolvente de corte en vigas en kg-m, marco 4	51
33	Envolvente de corte en columnas en kg-m, marco 4	51
34	Planta típica de distribución de losas	52
35	Diagrama de momentos balanceados de losas	58
36	Relación de triángulos para cálculo de longitud de confinamiento	66
37	Detalle de viga	67
38	Detalle de columna	77
39	Corte simple en zapata	80
40	Corte punzonante en zapata	81
41	Detalle de zapata	83
42	Ubicación del drenaje	88
43	Pozo de visita	92
44	Conexión domiciliar	93
45	Relación de diámetros	108
46	Mapa de zonificación sísmica de Guatemala	151
47	Valor de $K_x$ y $K_y$ de columna	153

## TABLAS

I	Valor soporte permisible, según el tipo de suelo	16
II	Tabla 9.5(a) peraltes mínimos para predimensionamiento de vigas	22
III	Cargas vivas mínimas distribuidas uniformemente	25
IV	Cálculo de momentos en losa, para primer y segundo nivel	55
V	Armado de losas	60
VI	Cálculo del área de acero para la viga entre eje 1 y 2 del marco B	64
VII	Armado para la viga entre eje 1 y 2 del marco B	65
VIII	Presupuesto mercado municipal	86
IX	Factores de rugosidad	107
X	Anchos de zanja, según profundidad del colector	111
XI	Datos de diseño	117
XII	Presupuesto alcantarillado sanitario	133
XIII	Matriz modificada de Leopold, para el sistema de alcantarillado de la aldea el Puente	140
XIV	Método SEAOC, factor Z para sismos	151



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>ACI</b>	Instituto Americano del Concreto
<b>At</b>	Área tributaria
<b>Av</b>	Área de la varilla
<b>C</b>	Coefficiente de rugosidad
<b>cm</b>	Centímetro
<b>CM</b>	Centro de masa
<b>CR</b>	Centro de rigidez
<b>CU</b>	Carga última
<b>D</b>	Diámetro
<b>Dot</b>	Dotación
<b>e</b>	Excentricidad
<b>f'c</b>	Resistencia última del concreto
<b>Fcu</b>	Factor de carga última
<b>fy</b>	Esfuerzo de fluencia para el acero
<b>h</b>	Hora
<b>Hab</b>	Habitante
<b>I</b>	Inercia
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>km</b>	Kilómetro
<b>L</b>	Litros
<b>m</b>	Relación entre lado corto y lado largo en losas
<b>M</b>	Momento
<b>M(-)</b>	Momento negativo
<b>M(+)</b>	Momento positivo
<b>MB</b>	Momento balanceado

<b>MCM</b>	Momento de carga muerta
<b>MCV</b>	Momento por carga viva
<b>MSNM</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>Mu</b>	Momento último
<b>n</b>	Período de diseño
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo (material de tubo plástico)
<b>Rec</b>	Recubrimiento
<b>Q</b>	Caudal
<b>S</b>	Fuerza del sismo
<b>S%</b>	Pendiente en porcentaje

## GLOSARIO

<b>Aguas residuales</b>	Son los desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua procedentes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
<b>Área de acero mínima</b>	Cantidad de acero, determinado por la sección y límite de fluencia.
<b>Anaeróbico</b>	Condición en la cual no se encuentra presencia de oxígeno.
<b>Candela</b>	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce éstas mismas, al colector del sistema de drenaje.
<b>Caudal</b>	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado.
<b>Censo</b>	Es toda la información sobre la cantidad de población, en un período de tiempo determinado la cual brinda y facilita una descripción de los cambios que ocurren con el paso del tiempo.
<b>Colector</b>	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.

<b>Columna esbelta</b>	Es aquella en que la carga última también está influida por la esbeltez, lo que produce flexión adicional debido a las deformaciones transversales.
<b>Conexión domiciliar</b>	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda, hasta la candela.
<b>Confinamiento</b>	El concreto queda confinado cuando a esfuerzos que se aproximan a la resistencia uniaxial, las deformaciones transversales se hacen muy elevadas debido al agrietamiento interno progresivo y el concreto se apoya contra el refuerzo del mismo.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado.
<b>Cotas Invert</b>	Son las alturas o cotas de la parte inferior de una tubería ya instalada.
<b>Densidad de vivienda</b>	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
<b>Desfogue</b>	Salida del agua de desecho en un punto determinado.
<b>Dotación</b>	Es la cantidad de agua necesaria para consumo de una persona por día.

<b>Especificaciones</b>	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.
<b>Estribo</b>	Elemento de una estructura que resiste el esfuerzo cortante.
<b>Excentricidad</b>	Cuando el centro de rigidez no coincide con el centro de masa, se produce excentricidad, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.
<b>Perfil</b>	Delineación de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a puntos de control.
<b>Pozo de visita</b>	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
<b>Topografía</b>	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 realizado en la municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa; el cual tiene como objetivo fundamental, proporcionar soluciones técnicas a las necesidades reales de la población.

Este trabajo está dividido en dos fases: en la primera, fase de investigación, se detalla la monografía y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea El Puente; la segunda fase servicio técnico profesional, contiene el desarrollo del diseño del alcantarillado sanitario y de la edificación de dos niveles para mercado municipal, dichos proyectos fueron priorizados con base al diagnóstico practicado conjuntamente con autoridades municipales y pobladores beneficiarias.

Para el diseño del sistema de alcantarillado 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  $d/D$ ,  $q/Q$  y  $v/V$ , todos bajo las normas y parámetros que la rigen. Con este proyecto se espera beneficiar a 54 viviendas, con una vida útil de 25 años. Mientras que para la edificación de dos niveles para el mercado municipal, se necesitó la medición del área disponible y el requerimiento de espacios para comercios. La estructura del mercado está diseñada con marcos dúctiles de concreto reforzado. Por último se presentan los planos y los presupuestos correspondientes.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario de la aldea El Puente y edificación de dos niveles para mercado municipal en el casco urbano del municipio de Santa Catarina Mita, departamento de 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 la aldea El Puente y en el municipio de Santa Catarina Mita, departamento de Jutiapa.
2. Capacitar a los integrantes del COCODE de la aldea El Puente, sobre aspectos relacionados con la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.



## INTRODUCCIÓN

En todo desarrollo, se busca mejorar el nivel de vida de los habitantes de determinada región, por tal razón, juegan un papel importante las políticas de desarrollo, ya que tienen por objeto promover un cambio positivo en el modo de vida de los pueblos. Entre los proyectos que contribuyen a realizar dichos cambios en las comunidades, están aquellos destinados a satisfacer las necesidades básicas de cada uno de sus pobladores.

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

Dado a que en todo lugar o población dotados de agua potable, se requiere de un sistema de evacuación de aguas negras, ya que la falta de ésta produce una alteración en los sistemas ambientales, tanto al edáfico como al hídrico, siendo responsables de una serie de enfermedades parasitarias.

Este trabajo presenta los diseños de un sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea El Puente y la edificación de dos niveles para mercado municipal del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa, los cuales fueron seleccionados con base a una evaluación y priorización de necesidades del municipio.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Monografía de la aldea El Puente**

### **1.1.1 Aspectos generales**

Según los pobladores, el nombre se origina por estar ubicada a la vecindad del puente, que comunica a la carretera que va hacia Agua Blanca, Ipala, Chiquimula y Esquipulas. Dado que fue una obra de suma importancia, para acceder a estos lugares, también lo fue así, para conectar los dos extremos de territorio que separa el río Ostúa, por ello su nombre, aldea El Puente, además también influyó el hecho y la necesidad de identificar de manera popular dicha comunidad, por las cercanías de ésta a dicho puente.

### **1.1.2 Localización**

Se localiza en una de las cuatro grandes áreas en que se divide el municipio de Santa Catarina Mita, que son: área río Ostúa, área Suchitán, área Ixtepeque y área de Laguna de San Pedro, localizándose dicha población en el Área Ixtepeque, al norte del municipio, muy cerca de las afueras del mismo, aproximadamente a 148 km de la ciudad capital y a 2 km del municipio.

### **1.1.3 Ubicación Geográfica**

Está ubicada, en las orillas de la carretera que llega a la entrada de Santa Catarina Mita, departamento de Jutiapa, por vía La Arenera, en donde entronca con la Ruta Nacional número 19. Ésta comunidad posee una fracción territorial de 2.0 kilómetros cuadrados, situado en la latitud Norte 14°25'56.78" y longitud Oeste 89°43'44.22", a una altura de 655 metros sobre el nivel del mar.

### **1.1.4 Aspectos topográficos**

Generalmente, el municipio está conformado por quebradas, con pendientes que oscilan entre 10 y 30%. Solamente se indican suelos regularmente planos en aldea Jocote Dulce y alrededores, una buena parte de Las Aradas, Jocotillo y en menor proporción en aldea El Rodeo. Sin embargo, la aldea El Puente, como en otras, las pendientes de sus terrenos, alcanzan hasta 25%.

### **1.1.5 Vías de acceso**

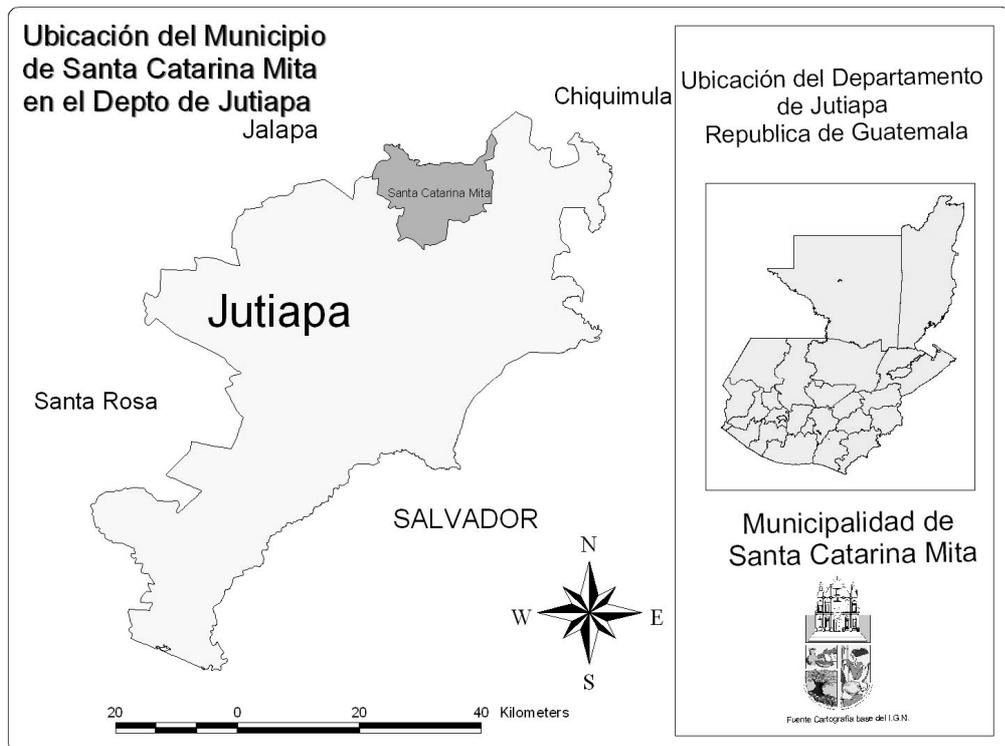
El municipio de Santa Catarina Mita, tiene dos vías de acceso principales: una de 19 kilómetros por el Municipio de El Progreso, la cual se encuentra asfaltada en su totalidad; y otra de 10.5 kilómetros por el sur-oriente, vía La Arenera, la cual se localiza a la altura del kilómetro 138 de la ruta CA-1.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

- Recorrer 21 kilómetros que separa la aldea El Puente del municipio de El Progreso, Jutiapa, al sur-oriente de dicha cabecera municipal.

- Recorrer 8 kilómetros que distan de La Arenera a la aldea El Puente.

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

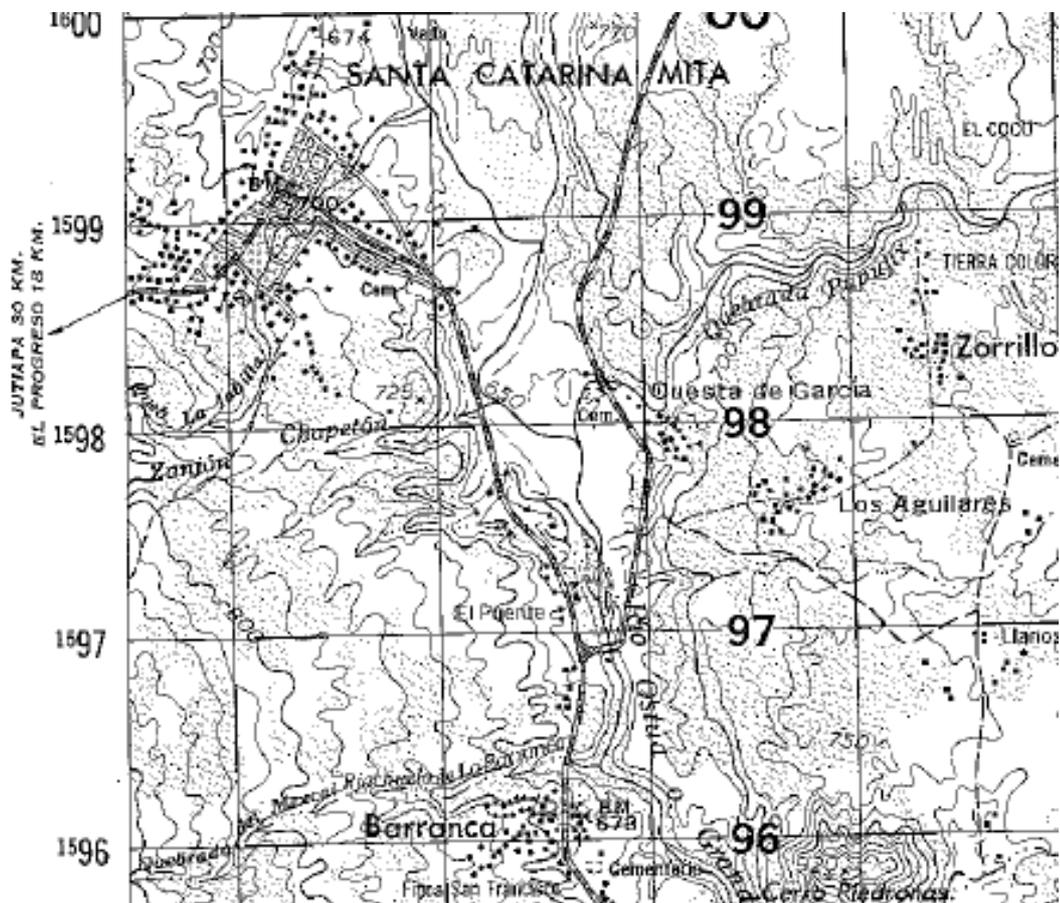
Figura 1. Ubicación del municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa.



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

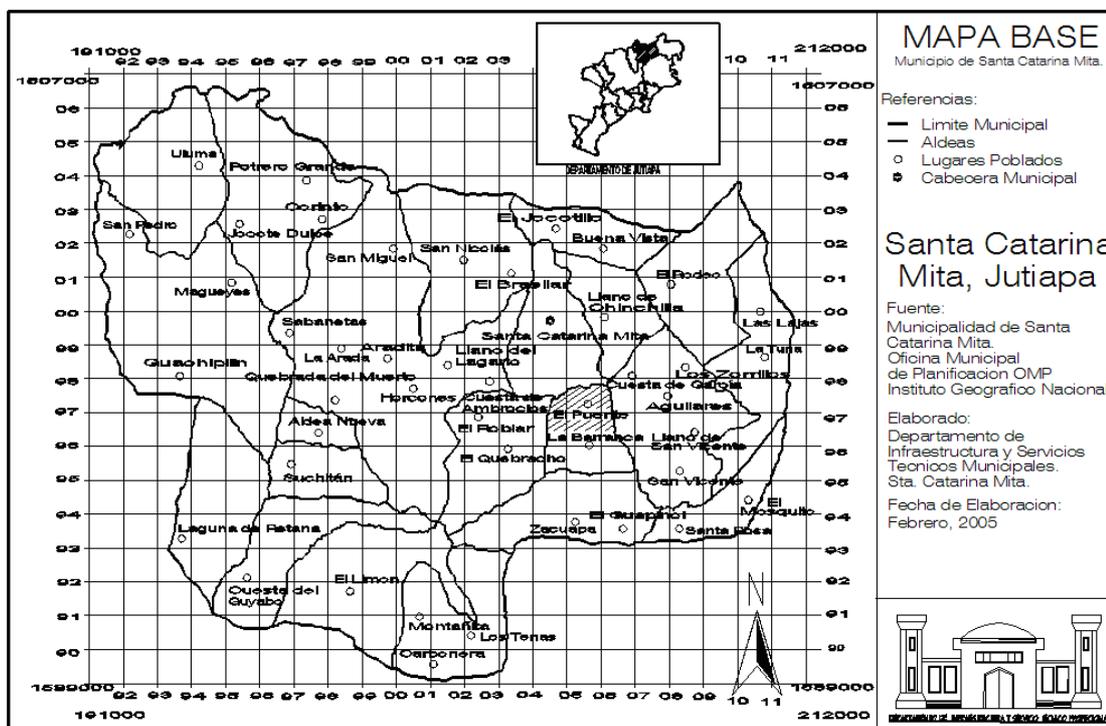
## MAPAS DE LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA ALDEA EL PUENTE, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

Figura 2. Localización de aldea El Puente.



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

Figura 3. Ubicación geográfica de aldea El Puente.



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

### 1.1.6 Clima

Semi-cálido: de octubre hasta mediados de febrero. Cálido: los meses de marzo y abril, especialmente. La época de lluvia corresponde a los meses de junio a octubre, con precipitaciones entre 500 y 1,000 mm. (Promedio de 800 mm.), con base a los boletines históricos proporcionados por la estación número 12 del Instituto de Vulcanología, Meteorología, Sismología e Hidrología (INSIVUMEH), ubicada en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa.

### **1.1.7 Colindancias**

**Al Norte:** cabecera municipal, Santa Catarina Mita

**Al Sur:** la aldea el Guapinol y cruce a Agua Blanca

**Al Este:** río Ostúa

**Al Oeste:** El Roblar

### **1.1.8 Turismo**

Las áreas turísticas en el municipio de Santa Catarina Mita están: turicentro Brisas del Sunzo, turicentro Las Vegas, turicentro Valle Escondido, centro polideportivo municipal y la iglesia católica colonial. En la aldea El Puente, no se ha desarrollado aún un área turística, puesto que es una pequeña comunidad.

### **1.1.9 Población**

La población del municipio de Santa Catarina Mita está distribuida en un promedio de 178 habitantes por kilómetro<sup>2</sup>, por lo que sólo en el casco urbano se encuentran 8,883 habitantes en 2,107 viviendas, mientras que en la aldea El Puente habitan: 106 hombres y 89 mujeres haciendo un total de 195 personas, distribuidas en 54 viviendas.

## **1.1.10 Actividades socio-económicas**

### **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 esta que todas éstas a pequeña escala.

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

De los productos que se obtienen en grandes cantidades tales como mango, tomate y sandía, no son debidamente comercializados ya que los precios del mercado son inadecuados para su mercadeo en comparación con los costos de producción, de igual manera con lo que es la peletería.

En la comunidad de la aldea El Puente, se encuentran como actividades pecuarias, crianza de aves de corral, y la ganadería, es decir venta de productos cárnicos y sus derivados, cultivo de algunos productos como el mango y tomate, sin embargo todo a pequeña escala, aún más reducido que en el propio municipio, y muy probable sólo comercializado en el mercado local.

### **1.1.11 Idioma**

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

### **1.1.12 Servicios existentes**

El municipio de Santa Catarina Mita cuenta con servicio de energía eléctrica, letrización, agua potable, academias de computación y mecanografía, escuelas pre-primaria, primaria, institutos y colegios de educación media y una extensión universitaria de la universidad Mariano Gálvez; además, existen en la localidad iglesias católicas y evangélicas, entre otras.

Los pobladores de la aldea tienen acceso a educación pre- primaria, primaria; además, gracias a gestiones realizadas por el gobierno municipal actual, se tiene acceso a tele-secundaria, en el municipio. Existe un centro de salud cercano, éste pertenece al casco urbano, el cual se encuentra ubicado a pocos kilómetros de distancia, así mismo también cuentan con servicio de energía eléctrica, agua potable y letrización.

### **1.1.13 Salud**

En la aldea El Puente, como en la mayoría de municipios de Guatemala, las enfermedades más comunes, están asociadas al manejo inadecuado de los desechos sólidos y a la calidad del aire, entre las que se mencionan: infecciones respiratorias agudas, enfermedades gastrointestinales, malaria, desnutrición, tétanos y dengue.

Ante esta situación, vecinos, líderes locales y autoridades municipales solicitan el entubamiento de las aguas residuales para lograr un mejor manejo de los desechos sólidos y así contribuir con el saneamiento de la comunidad; este proyecto tendrá resultados al reducir el índice de morbilidad, mortalidad y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

#### **1.1.13.1 Condiciones sanitarias**

Dado a la inexistencia de un sistema de alcantarillado adecuado, las aguas residuales, se disponen en fosas sépticas o quebradas cercanas a las viviendas, por lo que el manejo y disposición inadecuados de residuos, las aguas estancadas y otras situaciones de índole socio-cultural y climática, han provocado en la aldea, la propagación de insectos y roedores portadores de enfermedades, la cuales afectan de manera mas directa a los infantes.

#### **1.1.13.2 Natalidad**

El indicador de natalidad del municipio y de la aldea El Puente, es de 34.6 niños vivos por cada 1,000 que nacen.

#### **1.1.13.3 Mortalidad**

Las principales causas de mortalidad general están determinadas por accidentes cerebro vasculares e infarto agudo del miocardio, que conforman el 60.34% de casos que se presentaron en el año 2004.

La tasa de mortalidad infantil en el Municipio para el 2004, fue de 30.9/1000 niños vivos.

#### **1.1.13.4 Morbilidad**

Las principales causas de morbilidad en la comunidad se deben a las inadecuadas condiciones ambientales, higiénicas y nutricionales de la población.

### **1.2 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea El Puente.**

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

La aldea El Puente del municipio de Santa Catarina Mita, a pesar de encontrarse cerca de dicho municipio, padece una serie de necesidades, tanto de servicios básicos como de infraestructura tales como:

##### **Infraestructura:**

- Establecimientos educativos: no existen los suficientes establecimientos, principalmente en las aldeas.
- Mejoramiento de caminos: la mayoría de caminos o son de tierra o son rodadas en mal estado.
- Mercado municipal: las inadecuadas instalaciones para el comercio informal distorsiona el ordenamiento vial y el ornato en el centro del municipio
- Salón para reuniones político-sociales: la mayoría de reuniones de COCODES y autoridades de las aldeas se llevan a cabo en aulas de escuelas, si se cuentan con éstas.

- Sistemas de disposición de aguas residuales: las aguas residuales se depositan en fosas artesanales o corren a flor de tierra.
- Mejoramiento de la calidad del agua de consumo: el agua se obtiene de pozos perforados, los cuales carecen de un análisis bacteriológico adecuado.

### **Sociales:**

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

#### **1.2.2 Priorización de las necesidades**

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

Proyecto mercado municipal:

- El comercio informal ha tomado auge en el casco urbano, por lo que el área destinada a ello no está ordenadamente delimitada.
- El área destinada actualmente al mercado, no se da abasto ante el crecimiento de la cantidad de personas que conforman el comercio informal.

- La delimitación del área destinada a dicha actividad, se hace vital para un correcto tránsito vehicular, dado a que el lugar se ubica en las principales calles del casco urbano.

Proyecto sistema de alcantarillado sanitario:

- La aldea El Puente no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario completo.
- Las aguas servidas fluyen a flor de tierra por las calles de la aldea o son desechados en fosas sépticas.
- Existe un alto índice de enfermedades provenientes de la contaminación producida por las aguas residuales, especialmente en los niños que son el sector más vulnerable de la población.

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

### **2.1 Diseño de la edificación de dos niveles para mercado municipal en el casco urbano de Santa Catarina Mita, Jutiapa**

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

Muchos factores estuvieron vinculados con el proceso de planificación y diseño de la edificación, por lo que no se deben descuidar otros criterios, los cuales son fundamentales para la realización del proyecto, tales como iluminación, orientación con respecto al sol, atractivo visual, entre otros, ya que ayudarán a ajustar el diseño de manera que éste pueda ser más provechoso y funcional para el municipio.

Con base a un estudio de las necesidades de la población a servir, se logró determinar que es necesaria la construcción de un mercado municipal, dado a lo mucho que se ha ampliado el comercio informal actualmente, pues no se cuenta con infraestructura para dicho propósito.

La edificación consta de dos niveles, con un área aproximada de 300 metros cuadrados por nivel, que incluye un módulo de gradas para paso peatonal, se utilizará el sistema estructural de marcos dúctiles y losa tradicional, en el primer y segundo nivel, basando el diseño en el código ACI 318-99, normas AGIES y para distribución de áreas y ambientes el manual de NEUFERT, así también, los muros de división serán de mampostería de block pómez de un espesor de 0.15 metros. Además contará con dos servicios sanitarios, agua potable, servicio eléctrico, piso de granito y de cemento.

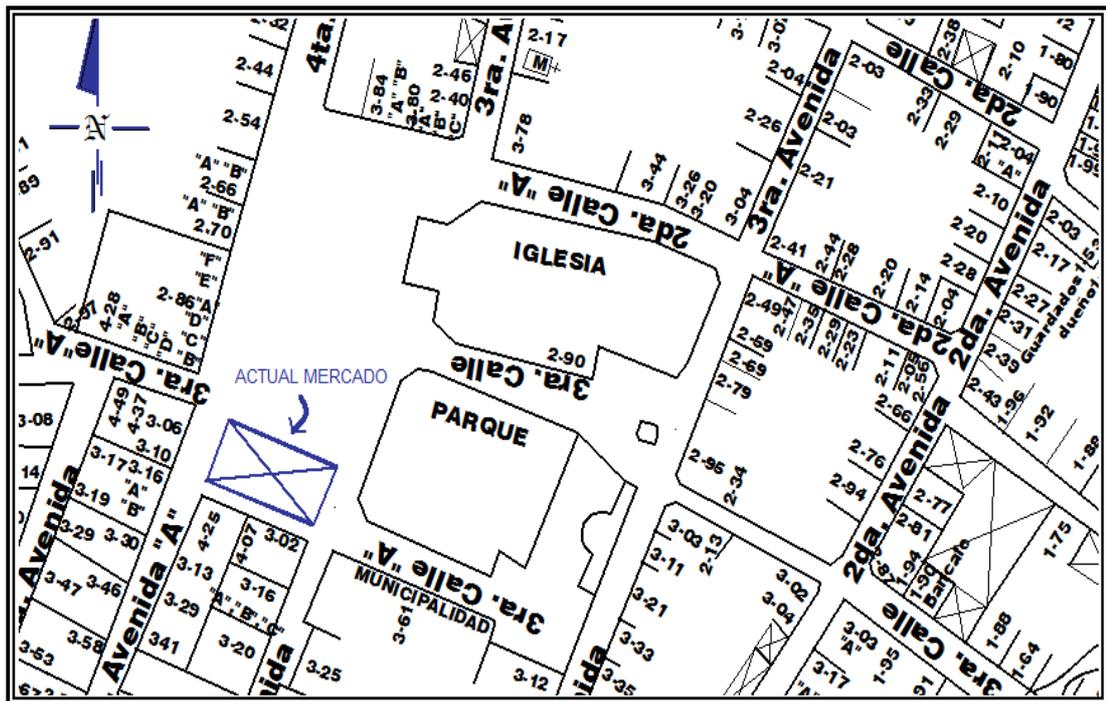
Nota: la edificación será diseñada y prevista para un tercer nivel.

## 2.1.2 Investigación preliminar

### 2.1.2.1 Terreno disponible

El terreno con el que se cuenta es el mismo en donde se localiza una galera improvisada, construida en el segundo semestre del 2007, dicho lugar está en el centro del municipio, contiguo al parque, municipalidad e iglesia.

Figura 4. Localización del terreno disponible.



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

## **2.1.2.2 Análisis de suelos**

### **2.1.2.2.1 Ensayo triaxial**

El valor soporte del suelo, también llamado capacidad de carga o apoyo de los cimientos, es una característica de cada sistema de suelo-cimentación, y no solo una cualidad intrínseca del suelo. Los distintos tipos de suelo difieren en capacidad de carga, pero también ocurre que en un suelo específico dicha capacidad varía con el tipo, forma, tamaño y profundidad del elemento de cimentación que aplica la presión.

La resistencia de los suelos a la deformación depende, sobre todo, de su resistencia a la fuerza cortante. Esta resistencia a la fuerza cortante equivale a su vez, a la suma de dos componentes fricción y cohesión.

Cuando se pretende calcular la capacidad soporte de cimentaciones, es necesario conocer la distribución de los esfuerzos dentro de los estratos del suelo por medio del ensayo triaxial. Sin embargo, cuando no es factible realizar un estudio de esta naturaleza, por causas económicas o como en éste caso que se trata de, arena limosa color café con demasiada grava y roca y bastante dura para sacar una muestra inalterada de 1 pie cúbico para dicho ensayo, es preferible realizar una inspección visual del suelo para lograr determinar la capacidad soporte del mismo, y acudir a una tabla de datos. Ver tabla I:

**Tabla I. Valor soporte permisible, según tipo de suelo.**

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

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

Basado en construcciones del mismo sector, al tipo de suelo que se trata, y según la tabla anterior, se determinó utilizar un valor de carga permisible entre el rango de 25 a 35 ton/m<sup>2</sup>. Por lo tanto, se usará un valor promedio entre estos, igual a 30 ton/m<sup>2</sup>.

### **2.1.3 Diseño arquitectónico**

Esta fase consiste en proporcionar una forma adecuada y distribuir a conveniencia los diferentes ambientes que formaran parte del sistema, de acuerdo a las necesidades y requerimientos de cada uno de ellos. Para esta etapa, en la planificación del mercado en el municipio, se tomaron en cuenta

varios factores, entre ellos, la coordinación modular; con base a que todo edificio de este tipo debe regirse por una relación dimensional.

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

### **2.1.3.1 Ubicación del edificio en el terreno**

El edificio está orientado de norte a sur, para un mejor aprovechamiento del sol, abarca todo el área disponible, con espacio para una evacuación segura.

### **2.1.3.2 Distribución de ambientes**

En este proyecto se tomaron en cuenta varios factores, para conceptualizar los diferentes espacios que conformaran el mercado municipal, pero principalmente la capacidad de personas, es la que demandará dicha instalación.

Atendiendo a esto, se diseñaron los ambientes que darán lugar al desarrollo del comercio informal, la cual se lleva a cabo todos los días a determinadas horas, y con algunos días de mayor afluencia de gente.

Se proyectan 60 espacios para ventas, de 3 metros cuadrados cada uno, servicios sanitarios para damas y caballeros, algunas piletas y jardineras para su ornato.

### **2.1.3.3 Altura del edificio**

Se escoge hacer el edificio de dos niveles por razón de espacio disponible.

La altura de todos los ambientes es la misma y se deja con estas medidas para dar confort, tanto en los ambientes como en los espacios de circulación, la altura de piso a cielo es de 3.10 m, por lo que su altura total será de 6.20 m, pudiendo variar ésta a 7.70 m para efectos del modelo matemático que servirá para el análisis estructural.

### **2.1.3.4 Selección del sistema estructural a usar**

Para elegir un sistema estructural, no requiere de operaciones matemáticas, sino que conlleva a muchas consideraciones, las cuales se determinan con objetivos importantes, tales como:

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

Existen sistemas que se desempeñan mejor que otros en las eventualidades sísmicas, por lo que se busca un equilibrio que favorezca todos los aspectos mencionados. Para este proyecto se decidió utilizar el sistema de marcos dúctiles, y losas planas de concreto reforzado, con muros de mampostería reforzada.

## **2.1.4 Análisis estructural**

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

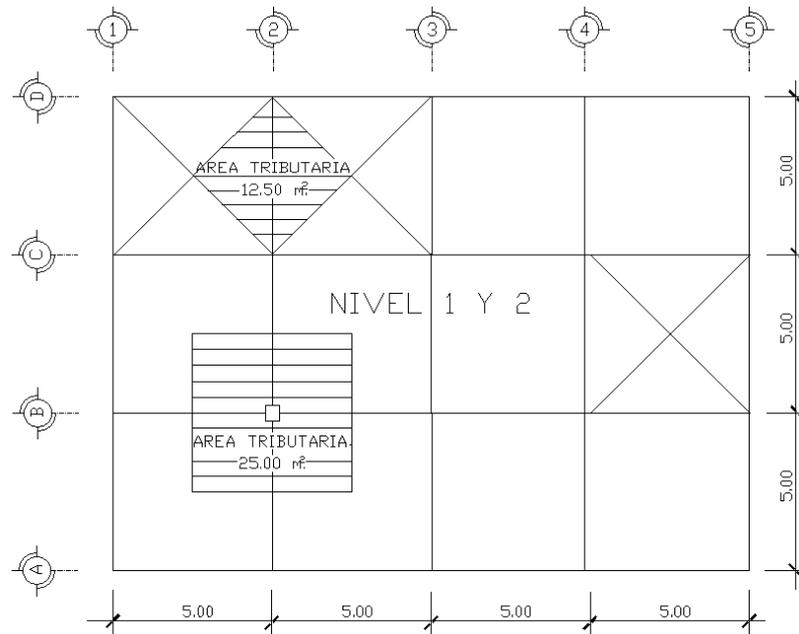
### **2.1.4.1 Predimensionamiento estructural**

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.

- **Predimensionamiento de columna**

Para predimensionar una columna se determina la sección y se basa en la carga aplicada a ésta, como lo considera el ACI 318-99, en el capítulo 10. En este caso se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas, por tal razón se toma la columna crítica o sea la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás.

Figura 5. Áreas tributarias para predimensionamiento de columna.



**Datos:**

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

$$F'y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Área tributaria} = 25 \text{ m}^2$$

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

$A_g$  = área gruesa de columna

$A_s$  = área de acero,  $1\%(A_g) \leq A_s \leq 6\%(A_g)$

Se sustituyen los datos en la fórmula de carga puntual,

$$P = \text{Peso esp.} \cdot A_t$$

$$P = 2400 \text{ kg/ m}^3 \cdot 25 \text{ m}^2 \cdot 0.35 \text{ m} = 21,000.00 \text{ kg}$$

El resultado se multiplica por los dos niveles que son,

$$P = 21,000.00 \text{ kg} * 2 = 42,000.00 \text{ kg}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de la carga puntual, se obtiene el área gruesa,

$$P = 0.8[0.85 * f'c(Ag - As) + fy * As]; \quad \text{donde: } As = \rho * Ag$$

$$Ag = \left[ \frac{P}{0.80[0.85 * f'c(1 - \rho) + fy * \rho]} \right]$$
$$Ag = \left[ \frac{42,000}{0.80[0.85 * 281(1 - 0.01) + 2,810 * 0.01]} \right]$$

Donde,  $\rho$  = cuantía de acero = 1%,

$$Ag = 198.44 \text{ cm}^2$$

**Se propone una sección de 25 cm. \* 25 cm. = 625 cm<sup>2</sup> > 198.44 cm<sup>2</sup>**

- **Predimensionamiento de viga**

Para predimensionar vigas, se puede calcular con los siguientes criterios, por cada metro lineal libre de luz, ocho centímetros de peralte y la base equivale ½ peralte o el código ACI 318-99 en el capítulo 9 tabla 9.5(a). Ver tabla II, da diferentes situaciones para predimensionamiento, en este caso se tomó cuando una viga es continua en ambos extremos.

**Tabla II. Tabla 9.5(a) peraltes mínimos para predimensionamiento de vigas.**

Peralte mínimo ( h )				
Elemento	Simplemente apoyado	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
	Elementos que no soportan o están ligados a divisiones u otro tipo de construcción susceptibles de dañarse por grandes deflexiones.			
<b>Vigas</b>	L/16	L/18.5	L/21	L/8

**Fuente: ACI 318-99 capítulo 9.**

Longitud de viga mayor = 5.0 m.

$$h_{viga} = 8\% * \text{Longitud de viga mayor}$$

$$h_{viga} = 0.08 * 5.0 \text{ m.} = 0.40 \text{ m.} = 40 \text{ cm.}$$

O con el otro criterio,

$$h_{viga} = L/21 = 5.0/21 = 0.238 = 0.24 \text{ m.} = 24 \text{ cm.}$$

Para predimensionar la viga se usa un promedio de ambos métodos,

$$h_{viga \text{ promedio}} = (40 + 24)/2 = 32 \text{ cm.}$$

Se admite una altura de 40 cm y se calcula la base de la viga,

$$b = 40/2 = 20 \text{ cm.}$$

**Se propone una sección de viga de 20 cm. \* 35 cm.**

- **Predimensionamiento de losa**

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como para transmitir cargas verticales y horizontales. Por su espesor, pueden dividirse en cascarones ( $t < 0.09$ ), planas ( $0.09 \leq t \leq 0.12$ ) y nervadas ( $t > 0.12$ ).

Para losas en dos direcciones, ACI recomienda:

$$\text{Espesor de Losa} = \text{Perímetro} / 180$$

$$t = 2(5.0 + 5.0) / 180$$

$$t = 0.111\text{m.} = 0.12 \text{ m.}$$

$$\text{Espesor de Losa} = 12 \text{ cm.}$$

**Se propone losa tradicional con espesor de 12 cm.**

- **Predimensionamiento de zapatas**

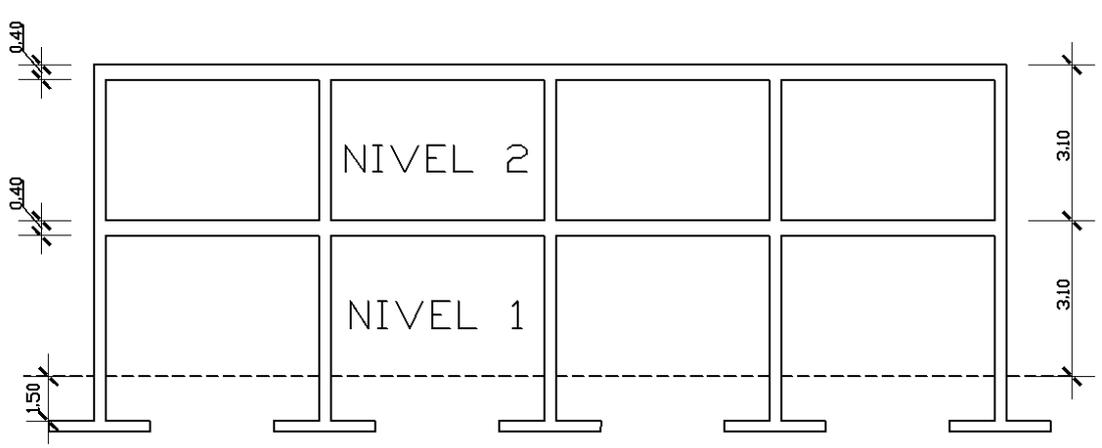
Para los cimientos se usaran zapatas aisladas, cuyo predimensionamiento se presenta en el diseño de zapatas.

#### **2.1.4.2 Modelos matemáticos de marcos dúctiles**

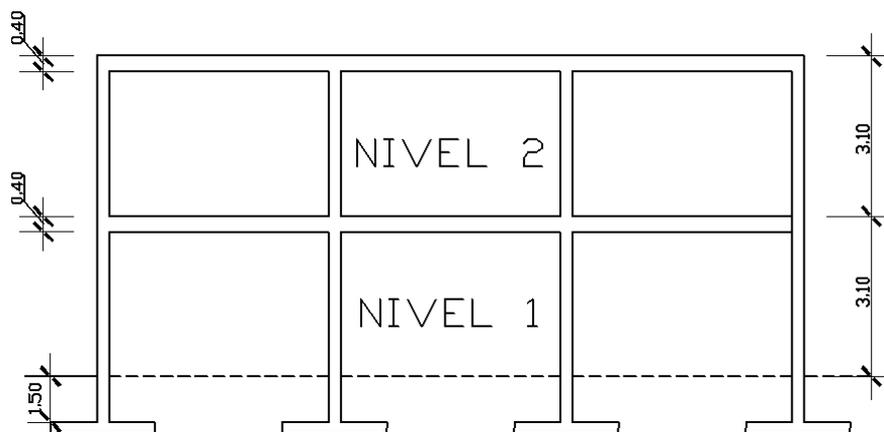
El modelo matemático de un marco dúctil, es la gráfica que representa tanto la forma, como las cargas que soporta el marco y que sirve para realizar el análisis estructural. Por su similitud en cargas y la geometría de la edificación, se analizan únicamente los aspectos críticos.

Las figuras 6 y 7 muestran los marcos dúctiles en el eje X y en el eje Y, respectivamente. La integración de cargas muertas y vivas se realizará junto con el modelo matemático a partir de los marcos ya mencionados.

**Figura 6. Elevación marco típico, en el eje X.**



**Figura 7. Elevación marco típico, en el eje Y.**



### 2.1.4.3 Cargas de diseño

Se llaman cargas de diseño a todas aquellas cargas que actuaran en la estructura a construir.

#### 2.1.4.3.1 Cargas horizontales y verticales aplicados a los marcos dúctiles

- **Cargas verticales**

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

#### ***Cargas vivas (CV)***

La carga viva son cargas ocasionales que pueden variar en magnitud y localización, tales como el peso de personas, muebles, etc.

Tabla III. Cargas vivas mínimas distribuidas uniformemente.

Tipo de ocupación o uso	$W_v$ (kg/m <sup>2</sup> )
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

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 <sup>(a)</sup>
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 <sup>(b)</sup>
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 <sup>(b)</sup>
Notas: <sup>(a)</sup> carga depende del tipo de cancha	
<sup>(b)</sup> sobre proyección horizontal	

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

Como la construcción se trata de un mercado municipal, se toma en cuenta que en la mayoría de los días del año se encuentra bastante concurrido, es decir que la carga viva a soportar debe ser grande también, por lo que se toma de la tabla el valor de carga viva de un almacén mayorista.

En primer y segundo nivel =  $500 \text{ kg/m}^2$

### ***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 integran la estructura, tales como vigas, columnas, techos, instalaciones (hidráulicas, eléctricas, otras), etc.

A continuación las fórmulas y datos para el cálculo del peso total de cada uno de los elementos constructivos:

$$\text{Peso de la estructura} = W_{\text{Nivel1}} + W_{\text{Nivel2}}$$

$$W_{\text{Nivel1}} = W_{\text{Losa}} + W_{\text{Vigas}} + W_{\text{Columnas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{Acabados}}$$

$$W_{\text{Losa}} = \text{Área tributaria} \cdot t \cdot (\text{Peso específico del concreto})$$

$$W_{\text{Vigas}} = h \cdot b \cdot L_{\text{total}} \cdot (\text{Peso específico del concreto})$$

$$W_{\text{Columnas}} = h \cdot b \cdot L_{\text{total}} \cdot (\text{Peso específico del concreto})$$

$$W_{\text{muro}} = C_{\text{muros}} \cdot L_{\text{total}}$$

### **Cálculo del peso de la estructura**

Peso específico del concreto = 2,400 kg/m<sup>3</sup>

Acabados = 60 kg/m<sup>2</sup>

Peso de piso = 144 kg/m<sup>2</sup>

Peso de muros = 150 kg/m<sup>2</sup>

### **NIVEL 2**

$W_{Losa} = (325 \text{ m}^2)(0.12 \text{ m})(2,400 \text{ Kg/m}^3) = 93,600 \text{ kg}$

$W_{Vigas} = (0.25 \text{ m})(0.35 \text{ m})(150 \text{ m})(2,400 \text{ Kg/m}^3) = 31,500 \text{ kg}$

$W_{Columnas} = (0.25 \text{ m})(0.25 \text{ m})(3.40 \text{ m})(26 \text{ col.})(2,400 \text{ Kg/m}^3) = 13,260 \text{ kg}$

$W_{Acabados} = (260 \text{ m}^2)(60 \text{ Kg/m}^2) = 15,600 \text{ kg}$

$W_{Piso} = (260 \text{ m}^2)(144 \text{ Kg/m}^2) = 37,440 \text{ kg}$

$W_{Muros} = (104 \text{ m}^2)(150 \text{ Kg/m}^2) = 15,600 \text{ kg}$

$W_{Parapeto} = (6 \text{ m}^3)(2,400 \text{ Kg/m}^3) = 14,400 \text{ kg}$

**Total de carga muerta ( $W_{CM}$ ) = 221,400 kg**

Carga viva ( $W_{CV}$ ) = (CV)(Área Tributaria)

**Carga viva = (500 kg/m<sup>2</sup>)(325 m<sup>2</sup>) = 162,500 kg**

Peso de la estructura =  $W_{Nivel 2}$

$W_{Nivel 2} = W_{CM} + 0.25 W_{CV}$

**$W_{Nivel 2} = 262,025 \text{ kg}$**

### **NIVEL 1**

$$W_{\text{Losas}} = (0.12 \text{ m})(2,400 \text{ kg/m}^3)(355 \text{ m}^2) + W_{\text{Muros Nivel 2}} + W_{\text{Piso Nivel 2}}$$
$$W_{\text{Losas}} = (0.12 \text{ m})(2,400 \text{ kg/m}^3)(355 \text{ m}^2) + 15,600 \text{ kg} + 31,200 \text{ kg} =$$
$$149,040 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Viga}} = 37,440 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Columna}} = 13,260 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Acabados}} = 15,600 \text{ kg}$$

$$\text{Total de carga muerta (} W_{\text{CM}} \text{)} = 215,340 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva (} W_{\text{CV}} \text{)} = (\text{CV})(\text{Área Tributaria})$$

$$\text{Carga viva} = (500 \text{ kg/m}^2)(355 \text{ m}^2) = 177,500 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de la estructura} = W_{\text{Nivel 1}}$$

$$W_{\text{Nivel 1}} = W_{\text{CM}} + 0.25 W_{\text{CV}}$$

$$W_{\text{Nivel 1}} = 259,715 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total de la estructura} = W_{\text{Total}}$$

$$W_{\text{Total}} = W_{\text{Nivel 1}} + W_{\text{Nivel 2}}$$

$$W_{\text{Total}} = 259,715 \text{ kg} + 262,025 \text{ kg} = 521,740 \text{ kg}$$

### ***Integración de cargas para el marco 4***

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

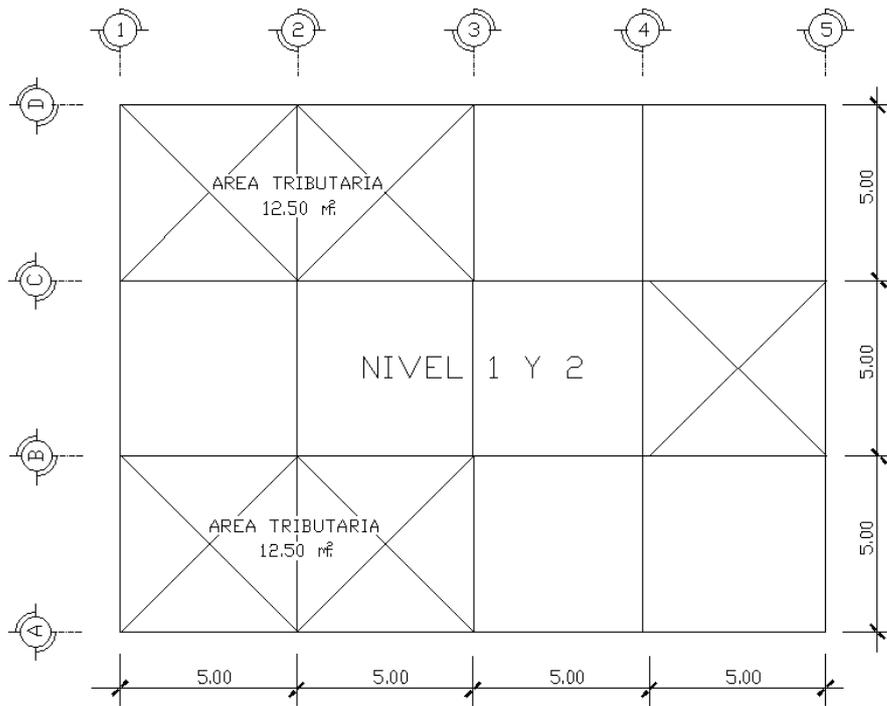
$$\text{Acabados} = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de piso} = 144 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Muros divisorios} = 150 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 500 \text{ kg/m}^2 \text{ en primer y segundo nivel}$$

**Figura 8. Planta primer y segundo nivel, marco analizado.**



### **NIVEL 2**

#### **Eje X**

$$CM = W_{Losa} + W_{Viga} + W_{Acabados}$$

$$CM = (\text{área tributaria} * \text{peso específico del concreto} * \text{espesor de losa}) + (\text{sección de viga} * \text{longitud de viga} * \text{peso específico del concreto})$$

$$CM = (12.5 \text{ m}^2 * 0.12 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3) + (0.20 \text{ m} * 0.40 \text{ m} * 5.00 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3) + (12.5 \text{ m}^2 * 60 \text{ kg/m}^2) = 5,310.00 \text{ kg}$$

$$CM_{Distribuida} = 5,310.00 \text{ kg} / 5.00 \text{ m} = 1,062 \text{ kg/m}$$

$$CV = \text{área tributaria} * CV_{Piso} = 12.5 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 = 6,250.0 \text{ kg}$$

$$CV_{Distribuida} = 6,250.00 \text{ kg} / 5.00 \text{ m} = 1,250 \text{ kg/m}$$

### **Eje Y**

$$CM = (12.5 \text{ m}^2 * 0.12 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3) + (0.20 \text{ m} * 0.40 \text{ m} * 5.00 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3) + (12.5 \text{ m}^2 * 60 \text{ kg/m}^2) = 5,310.00 \text{ kg}$$

$$CM_{\text{Distribuida}} = 5,310.00 \text{ kg}/5.00 \text{ m} = 1,062 \text{ kg/m}$$

$$CV = \text{área tributaria} * CV_{\text{Piso}} = 12.5 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 = 6,250.0 \text{ kg}$$

$$CV_{\text{Distribuida}} = 6,250.00 \text{ kg}/5.00 \text{ m} = 1,250 \text{ kg/m}$$

## **NIVEL 1**

### **Eje X**

$$CM = W_{\text{Losa}} + W_{\text{Viga}} + W_{\text{Acabados}} + W_{\text{Muros}}$$

$$CM = (\text{área tributaria} * \text{peso específico del concreto} * \text{espesor de losa}) + (\text{sección de viga} * \text{longitud de viga} * \text{peso específico del concreto}) + (\text{área del muro} * \text{peso del muro})$$

$$CM = (12.5 \text{ m}^2 * 0.12 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3) + (0.20 \text{ m} * 0.40 \text{ m} * 5.00 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3) + (12.5 \text{ m}^2 * 60 \text{ kg/m}^2) + (5 \text{ m} * 5 \text{ m} * 150 \text{ kg/m}^2) = 9,060.00 \text{ kg}$$

$$CM_{\text{Distribuida}} = 9,060.00 \text{ kg}/5.00 \text{ m} = 1,812 \text{ kg/m}$$

$$CV = \text{área tributaria} * CV_{\text{Piso}} = 12.5 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 = 6,250.0 \text{ kg}$$

$$CV_{\text{Distribuida}} = 6,250.00 \text{ kg}/5.00 \text{ m} = 1,250 \text{ kg/m}$$

### **Eje Y**

$$CM = (12.5 \text{ m}^2 * 0.12 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3) + (0.20 \text{ m} * 0.40 \text{ m} * 5.00 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3) + (12.5 \text{ m}^2 * 60 \text{ kg/m}^2) + (5 \text{ m} * 5 \text{ m} * 150 \text{ kg/m}^2) = 9,060.00 \text{ kg}$$

$$9,060.00 \text{ kg}$$

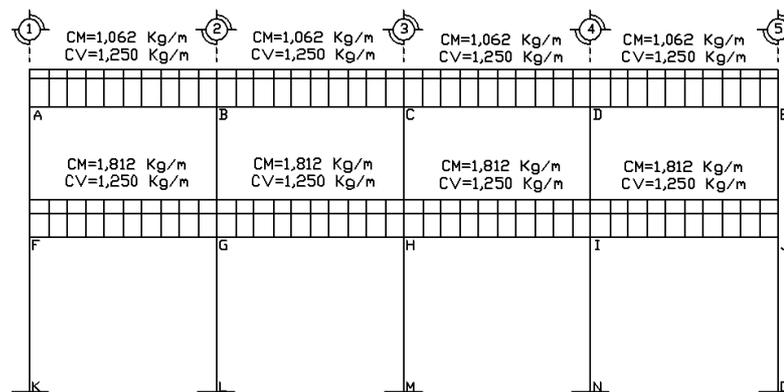
$$CM_{\text{Distribuida}} = 9,060.00 \text{ kg}/5.00 \text{ m} = 1,812 \text{ kg/m}$$

$$CV = \text{área tributaria} * CV_{\text{Piso}} = 12.5 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 = 6,250.0 \text{ kg}$$

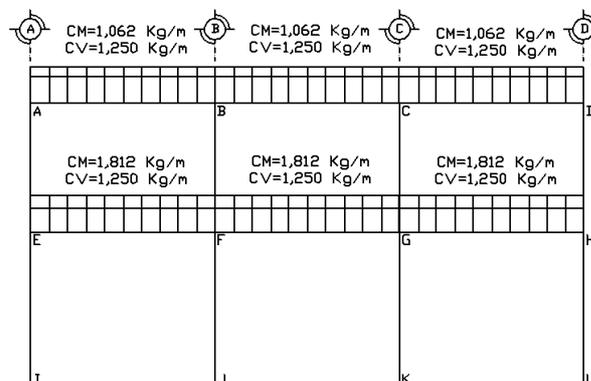
$$CV_{\text{Distribuida}} = 6,250.00 \text{ kg} / 5.00 \text{ m} = 1,250 \text{ kg/m}$$

Este procedimiento se aplicó a todos los marcos de la estructura para integrar las cargas, ya que todos son prácticamente iguales, en las figuras 9 y 10, se muestran los modelos que se obtienen de la carga muerta y carga viva.

**Figura 9. Carga muerta y viva uniformemente distribuida, marco B.**



**Figura 10. Carga muerta y viva uniformemente distribuida, marco 4.**



- **Cargas horizontales**

De este tipo de cargas existen dos fuerzas horizontales: viento y sismo, a las que está expuesto un edificio. Generalmente, se considera en el análisis estructural únicamente una de las dos, ya que los fenómenos naturales que las provocan no se presentan simultáneamente.

Guatemala claramente es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas en la edificación, se aplicó el método S.E.A.O.C. del reglamento UBC-85, de la manera siguiente:

*Corte basal (V)*: Es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. El corte basal está dado por la fórmula siguiente:

$$V = ZIKCSW$$

**Donde:**

- Z = Coeficiente de riesgo sísmico que depende de la zona, que en este caso es zona 3 Z = 1
- I = Coeficiente que depende de la importancia de la Estructura, después de un evento sísmico. I = 1.25
- K = Coeficiente para marco espacial dúctil 100% Resistente a carga sísmica. K = 0.67
- C = Coeficiente ligado al período de vibración de la estructura.
- S = Coeficiente que depende del suelo de cimentación S = 1.5
- W = Peso propio de la estructura + 25%WCV

NOTA: El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio.

Por tal razón se necesita evaluar el corte basal en las direcciones X e Y longitudinal y transversal respectivamente, con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

El factor C depende del período natural fundamental de vibración de la estructura T. El valor C debe ser menor que 0.12, si este valor da más que 0.12 se debe de usar 0.12. El valor C se determina, en el sentido X y en el sentido Y, de la manera siguiente:

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}} \quad ; \quad T = \frac{0.0906 * hn}{\sqrt{b}}$$

**Donde:**

hn = altura total del edificio

b = base del eje que se está analizando

$$T_x = \frac{0.0906 * 7.70}{\sqrt{20}} = 0.16s \quad C_x = \frac{1}{15\sqrt{0.16}} = 0.17$$

$$T_y = \frac{0.0906 * 7.70}{\sqrt{15}} = 0.18s \quad C_y = \frac{1}{15\sqrt{0.18}} = 0.16$$

Ya que  $C > 0.12$ , usaremos el valor  $C = 0.12$ , asimismo el producto de  $C*S$  no puede ser mayor a 0.14, de lo contrario se usará este último.

$$\begin{array}{l} C_x * S = 0.12 * 1.50 = 0.18 \\ C_y * S = 0.12 * 1.50 = 0.18 \end{array} \quad \Rightarrow \quad \begin{array}{l} CS = 0.14 \\ CS = 0.14 \end{array}$$

### ***Cálculo del corte basal***

$$V = ZIKCSW$$

$$V_x = (1) * (1.25) * (0.67) * (0.14) * (521,740 \text{ Kg}) = 61,174.02 \text{ kg} = 61.17 \text{ ton.}$$

$$V_y = (1) * (1.25) * (0.67) * (0.14) * (521,740 \text{ Kg}) = 61,174.02 \text{ kg} = 61.17 \text{ ton.}$$

Siendo el corte basal la fuerza total que actúa horizontalmente en el edificio, es necesario distribuirla uniformemente en cada piso y en los respectivos eje X y eje Y, con las siguientes fórmulas:

$$F_t = 0.07 * T * V \quad ; \quad F_{ni} = \frac{(V - F_t) * W_i * h_i}{\sum(W_i * h_i)}$$

#### **Donde:**

V = Corte basal

F<sub>t</sub> = Fuerza en la cúspide, si T (período natural de vibración) es menor que 0.25 seg, entonces, F<sub>t</sub> = 0, de lo contrario se debe calcular F<sub>t</sub>

F<sub>ni</sub> = Fuerza por nivel

W<sub>i</sub> = Peso de cada nivel

h<sub>i</sub> = altura de cada nivel

Según lo que se calculó anteriormente con el período T, se sabe que F<sub>t</sub> = 0, pues T<sub>x</sub> y T<sub>y</sub> < 0.25, por lo que se calcula solo la fuerza por nivel así:

$$W_{\text{Total}} = W_{\text{Nivel 1}} + W_{\text{Nivel 2}}$$

$$W_{\text{Total}} = 259,715 \text{ kg} + 262,025 \text{ kg} = 521,740 \text{ kg}$$

### Fuerza por nivel

$$F_{ny2} = F_{nx2} = \left[ \frac{(61,174.02 - 0) * 262,025 * 7.7}{(262,025 * 7.7 + 259,715 * 4.6)} \right] = 38,422.61 \text{ Kg}$$

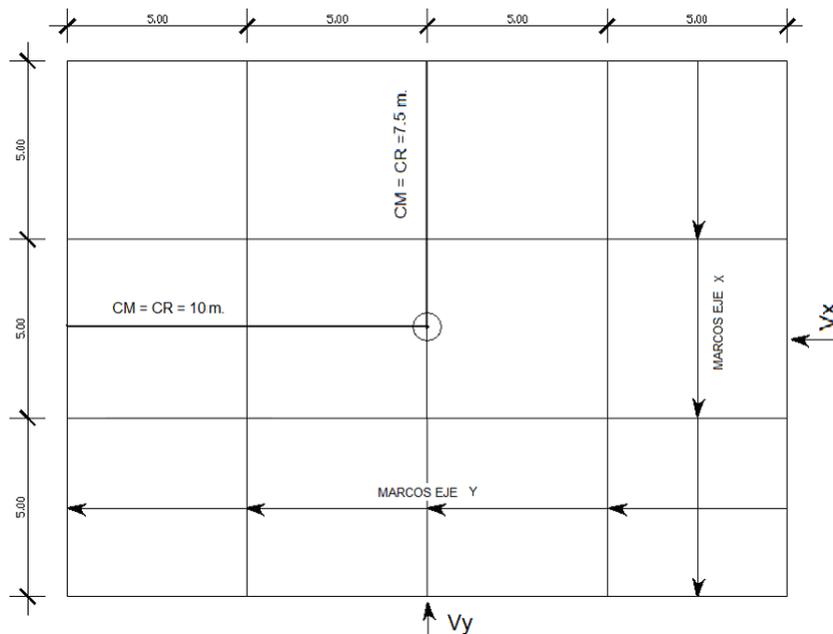
$$F_{ny2} = F_{nx2} = \left[ \frac{(61,174.02 - 0) * 259,715 * 4.6}{(262,025 * 7.7 + 259,715 * 4.6)} \right] = 22,751.41 \text{ Kg}$$

Como comprobación =  $F_t + F_1 + F_2 = 0 + 22,751.41 + 38,422.61 = 61,174.02 \text{ kg}$

### Fuerza por marco

Dado a que la distribución de carga sísmica depende de la simetría estructural del edificio, la estructura se calculará dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza, si los marcos espaciados, están simétricamente colocados. Si los marcos espaciados son asimétricos, se tendrá que dividir la fuerza de piso ( $F_i$ ) proporcional a la rigidez de los marcos.

Figura 11. Planta típica nivel 1 y 2, distribución de marcos dúctiles.



En la figura, se observa que no existe excentricidad tanto en X como en Y, dado a que la estructura es simétrica, ya que el centro de masa y el centro de rigidez de la estructura no difieren entre si en magnitud, por lo tanto en el eje X y en el eje Y no existirá torsión, por lo que al dividir el sismo por marcos quedaría de la siguiente manera:

### **Eje X**

La fuerza del segundo nivel debe incluir Ft,

$$F_{2x} = \left[ \frac{F_2 + Ft}{\#Marcos} \right] = \left[ \frac{38,422.61 + 0}{5} \right] = 7,684.52 \text{ Kg}$$

$$F_{1x} = \left[ \frac{F_1}{\#Marcos} \right] = \left[ \frac{22,751.41}{5} \right] = 4,550.28 \text{ Kg}$$

### **Eje Y**

La fuerza del segundo nivel debe incluir Ft,

$$F_{2y} = \left[ \frac{F_2 + Ft}{\#Marcos} \right] = \left[ \frac{38,422.61 + 0}{4} \right] = 9,605.65 \text{ Kg}$$

$$F_{1y} = \left[ \frac{F_1}{\#Marcos} \right] = \left[ \frac{22,751.41}{4} \right] = 5,687.85 \text{ Kg}$$

Figura 12. Modelo del marco 4 de carga por sismo.

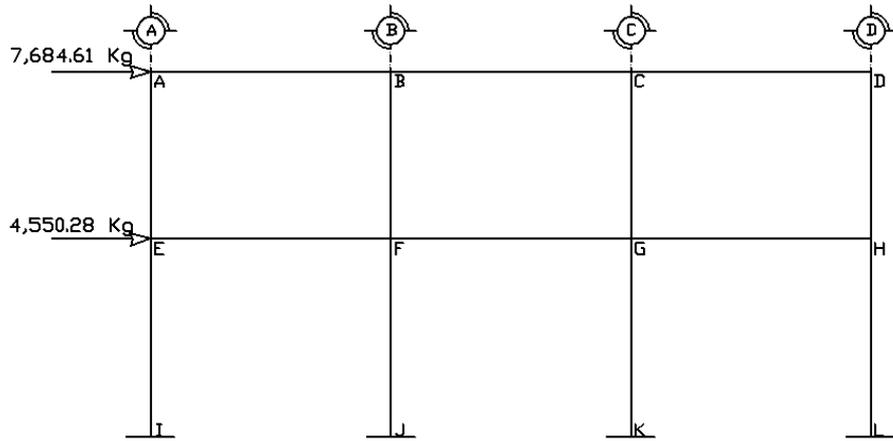
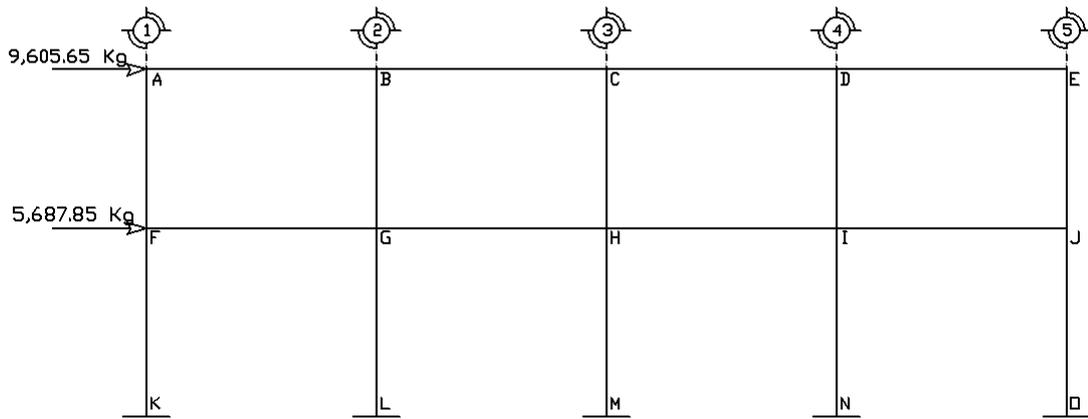


Figura 13. Modelo del marco B de carga por sismo.



#### 2.1.4.4 Análisis de marcos dúctiles utilizando un software y comprobación por un método numérico.

Habiendo ya propuesto un predimensionamiento en las secciones de columnas y vigas que se usarán en el análisis y diseño, se procede a la determinación de las cargas que actuarán sobre la estructura, pues éstas producen esfuerzos de corte, flexión, torsión, etc.

El software que se escogió para el análisis de marcos espaciales dúctiles resistentes a momentos, es ETABS V8, mientras que a manera de comprobación por un método numérico se analizó con el método de Cross, llegando a la conclusión de que los resultados entre ellos variaron en un rango de  $\pm 5\%$  en promedio, de un método a otro, pero para efectos de diseño se tomaron los valores obtenidos a través del método de Cross, por ser resultados más conservadores que ETABS, tomando los más críticos en cada sentido.

El análisis estructural se realizó para las diferentes cargas utilizadas: muerta, viva y sismo. Dado a que las cargas son las mismas en todos los marcos, tanto en "Y" como en "X", los siguientes modelos presentan los resultados del análisis para cada tipo de carga en marcos típicos.

En los diagramas se calculará el momento positivo de las vigas con la siguiente fórmula:

$$M(+)=\frac{wl^2}{8}-\frac{|MF_1+MF_2|}{2}$$

**Donde:**

w = cargas verticales en los marcos

$MF_1 + MF_2$  = corresponden a los momentos finales de los extremos de cada viga.

Figura 14. Momentos por carga muerta en vigas en kg-m, marco B.

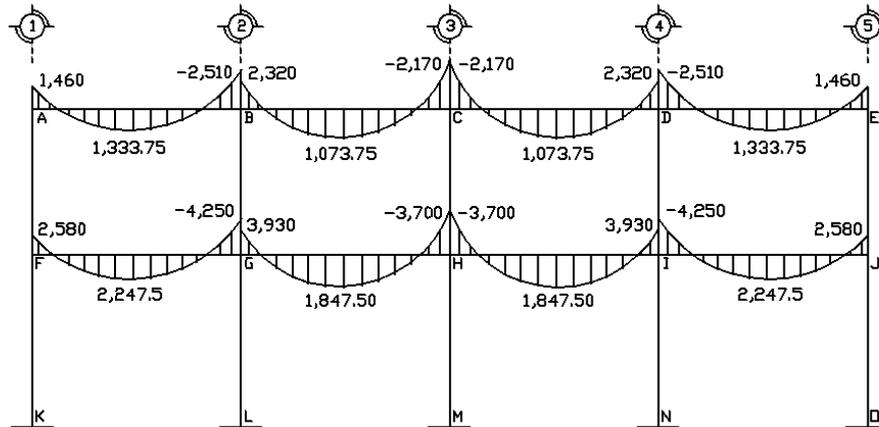


Figura 15. Momentos por carga muerta en columnas en kg-m, marco B.

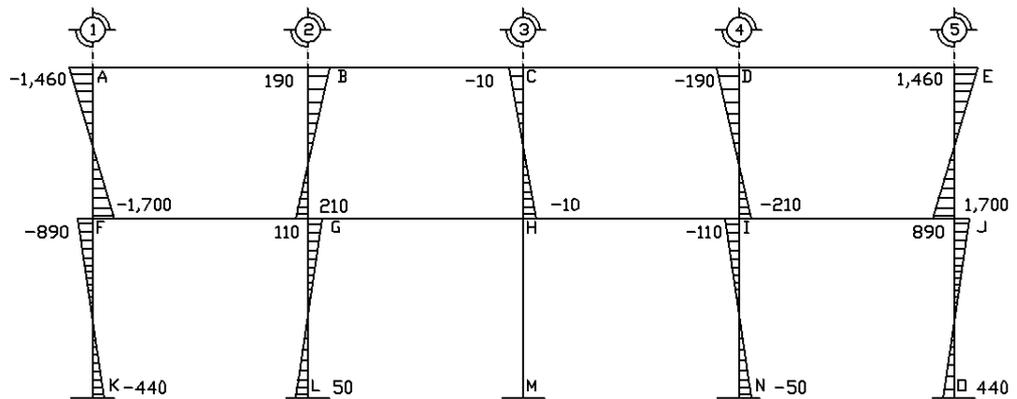


Figura 16. Momentos por carga viva en vigas en kg-m, marco B.

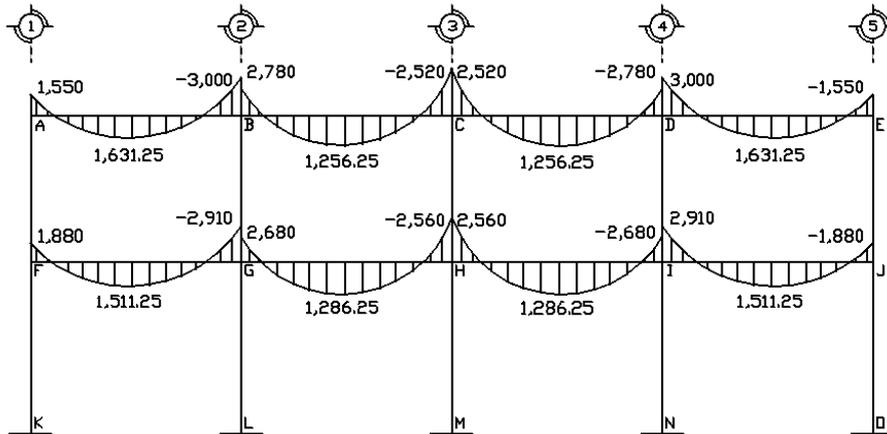


Figura 17. Momentos por carga viva en columnas en kg-m, marco B.

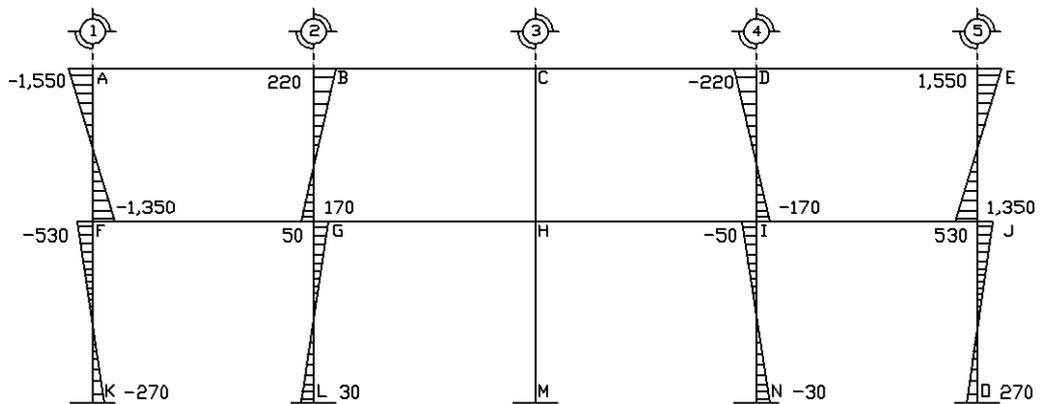


Figura 18. Momentos por carga de sismo en vigas en kg-m, marco B.

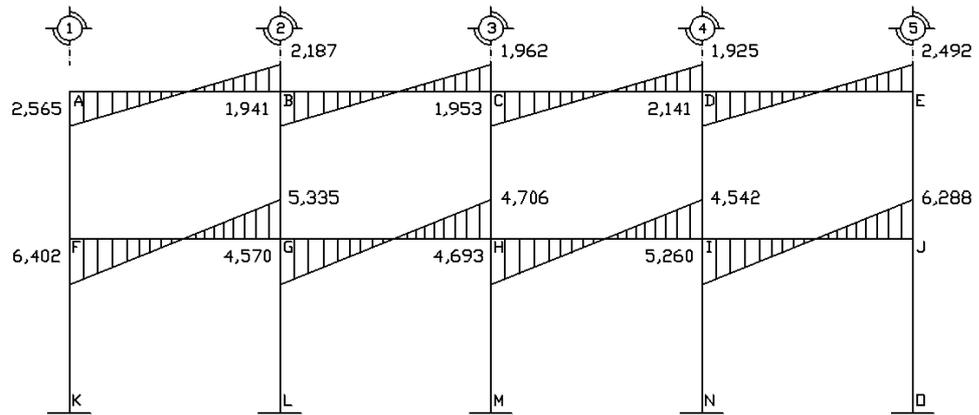


Figura 19. Momentos por carga de sismo en columnas en kg-m, marco B.

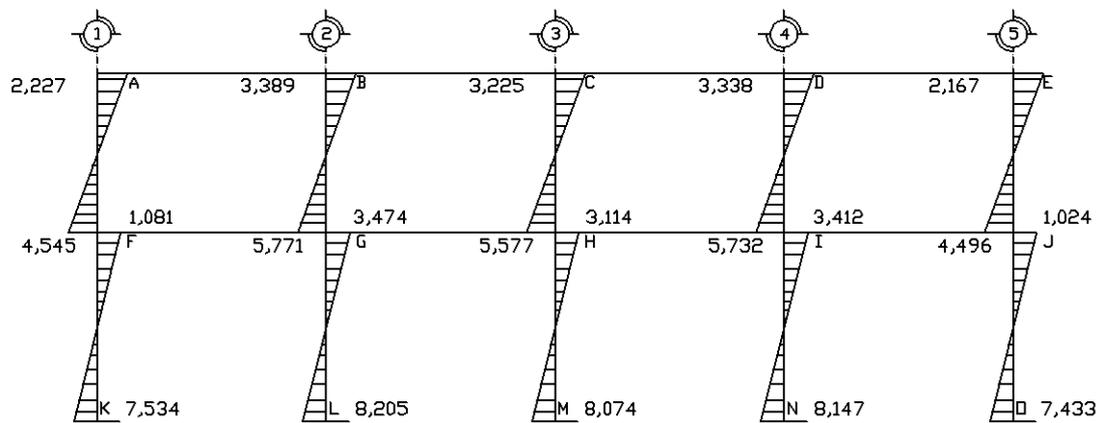


Figura 20. Momentos por carga muerta en vigas en kg-m, marco 4.

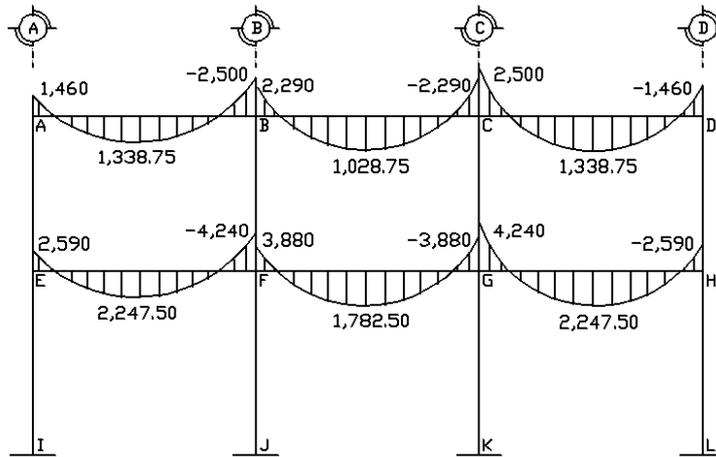


Figura 21. Momentos por carga muerta en columnas en kg-m, marco 4.

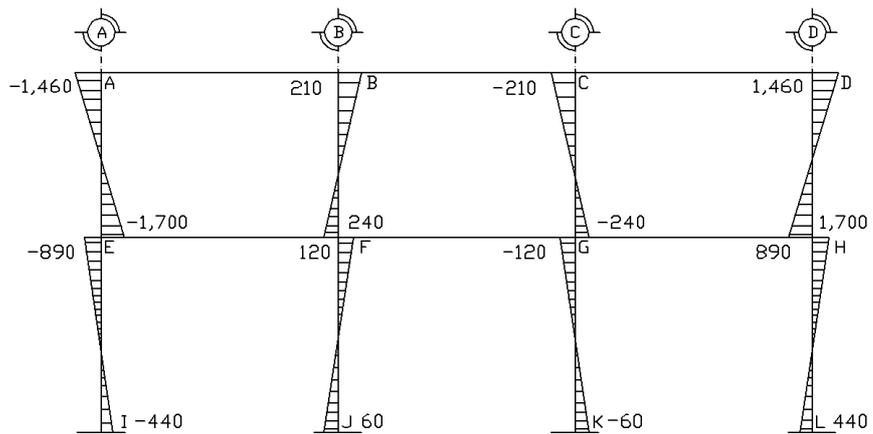


Figura 22. Momentos por carga viva en vigas en kg-m, marco 4.

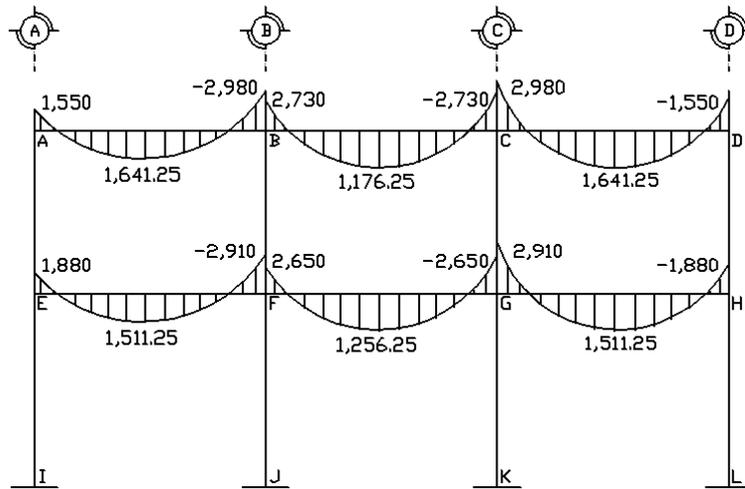


Figura 23. Momentos por carga viva en columnas en kg-m, marco 4.

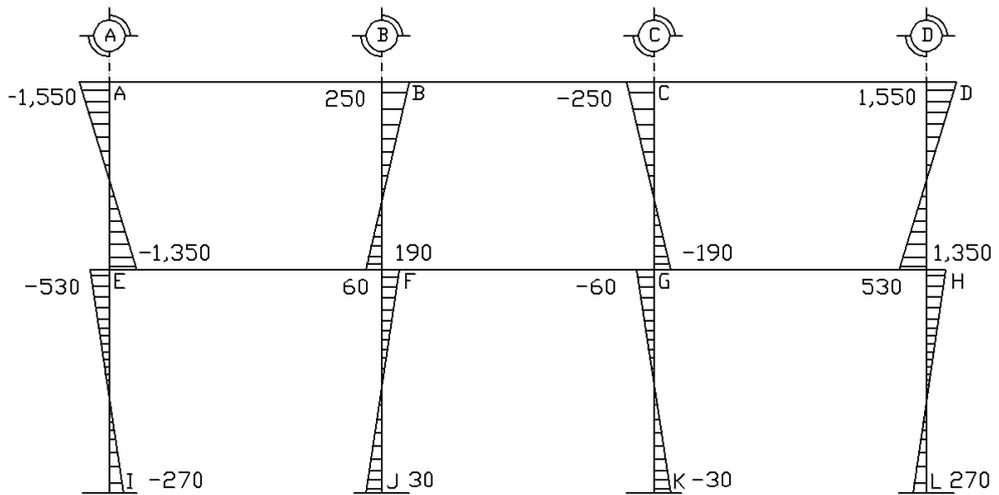


Figura 24. Momentos por carga de sismo en vigas en kg-m, marco 4.

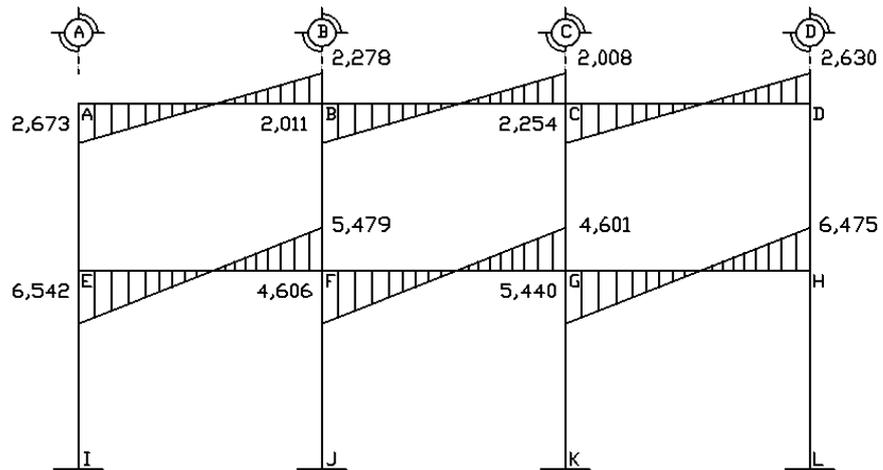
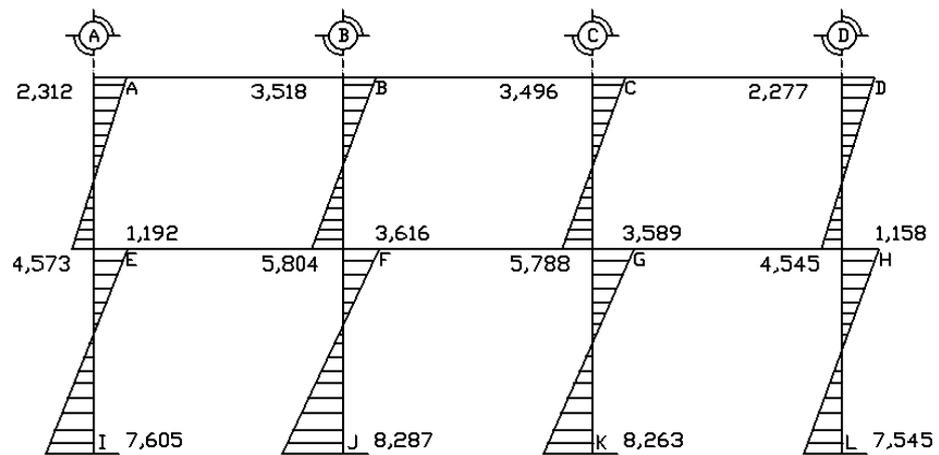


Figura 25. Momentos por carga de sismo en columnas en kg-m, marco 4.



#### 2.1.4.5 Momentos últimos por envolvente de momentos

Es la representación de los esfuerzos máximos que pueden ocurrir al superponer los efectos de las cargas muerta, viva y sismo, tanto en vigas como en columnas, las combinaciones que se usan son del código ACI para concreto reforzado:

$$M = 1.4MCM + 1.7MCV$$

$$M = 0.75 (1.4 MCM + 1.7 MCV \pm 1.87 MS)$$

$$M = 0.9MCM \pm 1.43MS$$

Es por ello que se tomaran aquellas cuyos valores sean los máximos, y se comprobó que los valores críticos se encuentran en las combinaciones de las ecuaciones 1 y 2, ya que para el momento positivo en los marcos solo influyen dos cargas las cuales son carga muerta y carga viva, se utiliza para encontrar el momento mayor la ecuación 1 y para los momentos de empotramiento influyen las tres cargas analizadas: carga viva, carga muerta y carga de sismo, por lo que se utiliza la ecuación 2. Ambas ecuaciones dan los mayores momentos en los marcos.

A continuación se presentan los diagramas de envolventes de momentos en vigas y columnas, para ambos sentidos, "X" y "Y".

Figura 26. Envolvente de momentos en vigas en kg-m, marco B.

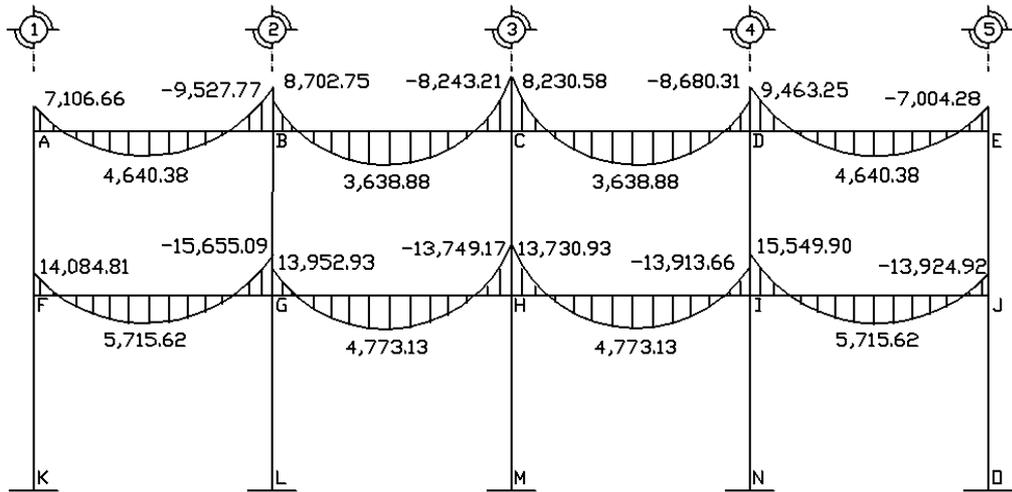


Figura 27. Envolvente de momentos en columnas en kg-m, marco B.

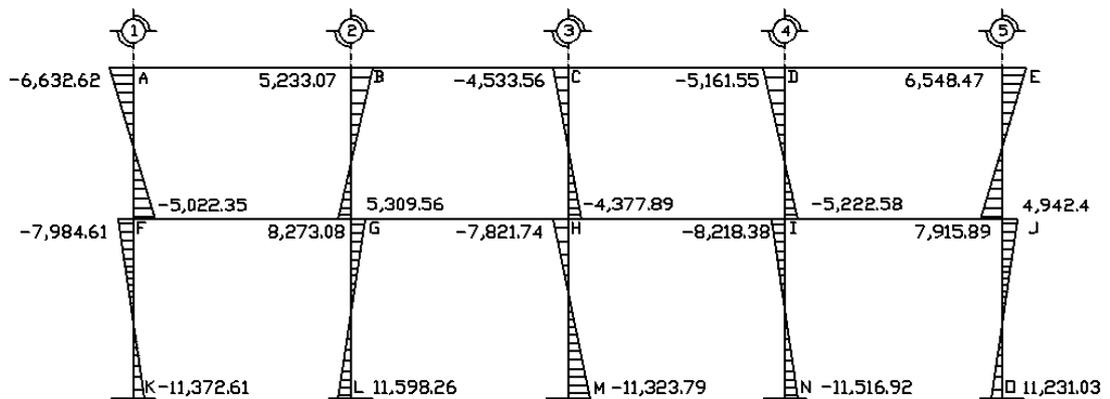


Figura 28. Envolvente de momentos en vigas en kg-m, marco 4.

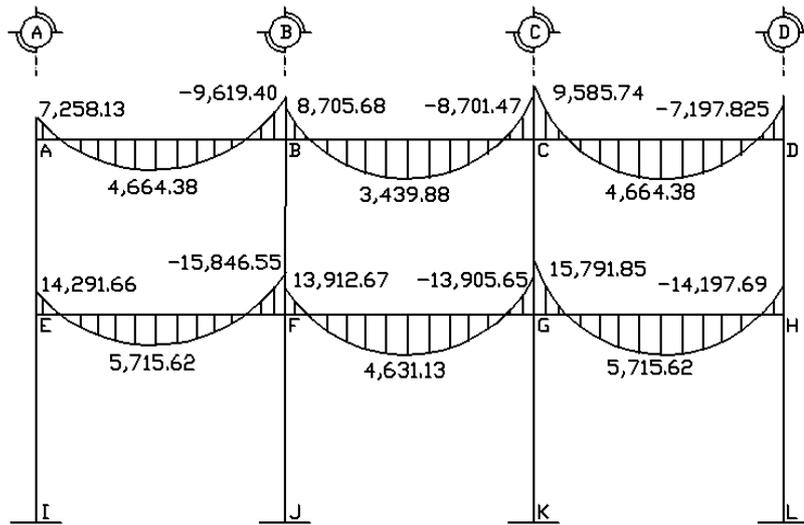
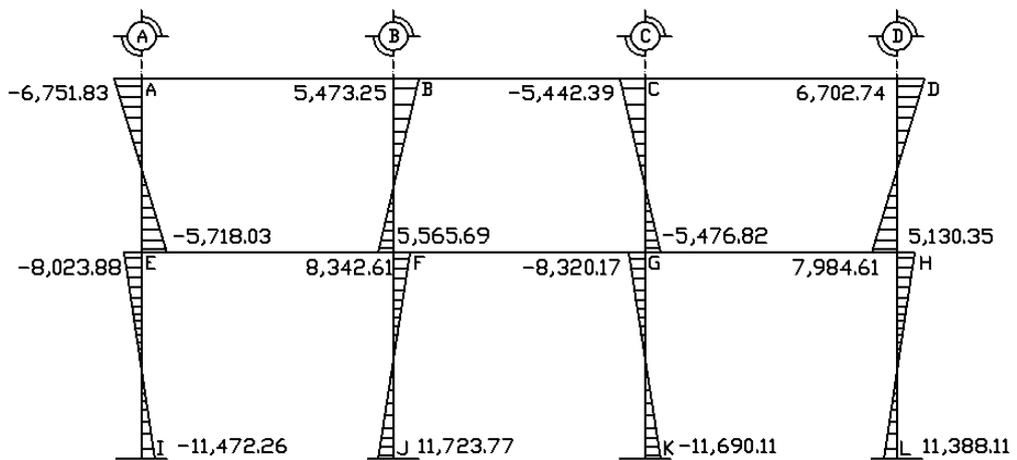


Figura 29. Envolvente de momentos en columnas en kg-m, marco 4.



#### 2.1.4.6 Diagrama de cortes

Los cortes en los marcos, se calculan con las fórmulas siguientes:

##### **Corte en vigas**

$$V_v = 0.75 * \left[ \frac{1.4(W_{cm} * L)}{2} + \frac{1.7(W_{cv} * L)}{2} + \frac{1.87(\sum Ms)}{L} \right]$$

##### **Corte en columnas**

$$V_c = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

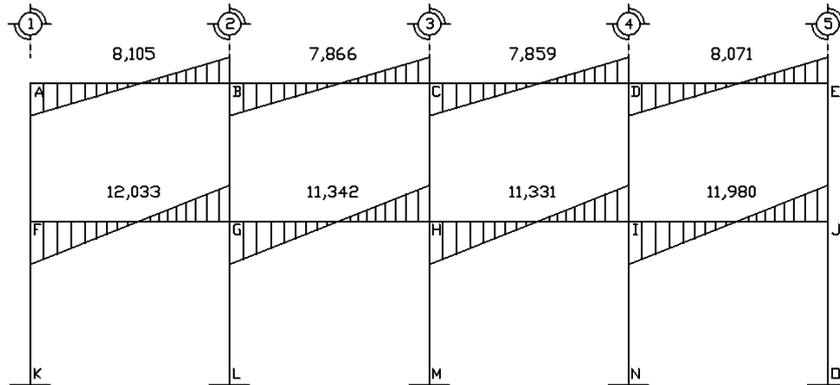
Ejemplo de corte en marco B, segundo nivel:

$$V_{A-B} = 0.75 * \left[ \frac{1.4(1,062 * 5.0)}{2} + \frac{1.7(1,250 * 5.0)}{2} + \frac{1.87(2,565 + 2,187)}{5.0} \right] = 8,105.Kg.$$

$$V_{A-F} = \frac{2,227 + 1,081}{3.10} = 1,067 Kg$$

Resultados ver figuras de la 30 a la 33.

**Figura 30. Envolvente de corte en vigas en kg-m, marco B.**



**Figura 31. Envolvente de corte en columnas en kg-m, marco B.**

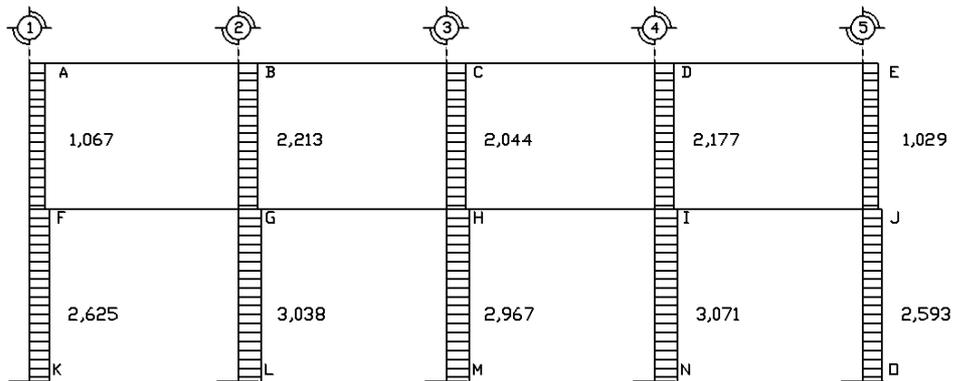


Figura 32. Envolvente de corte en vigas en kg-m, marco 4.

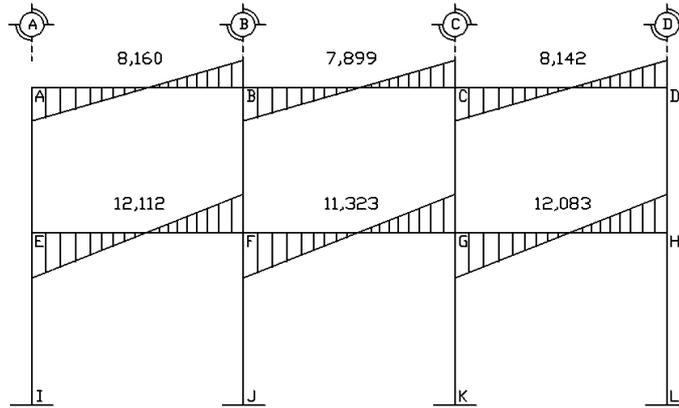
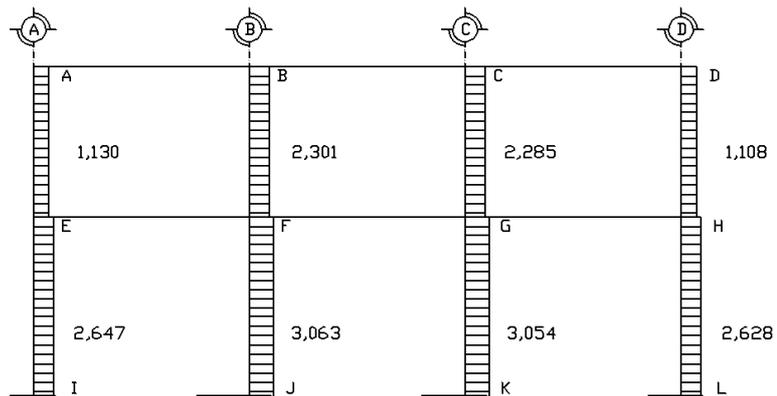


Figura 33. Envolvente de corte en columnas en kg-m, marco 4.



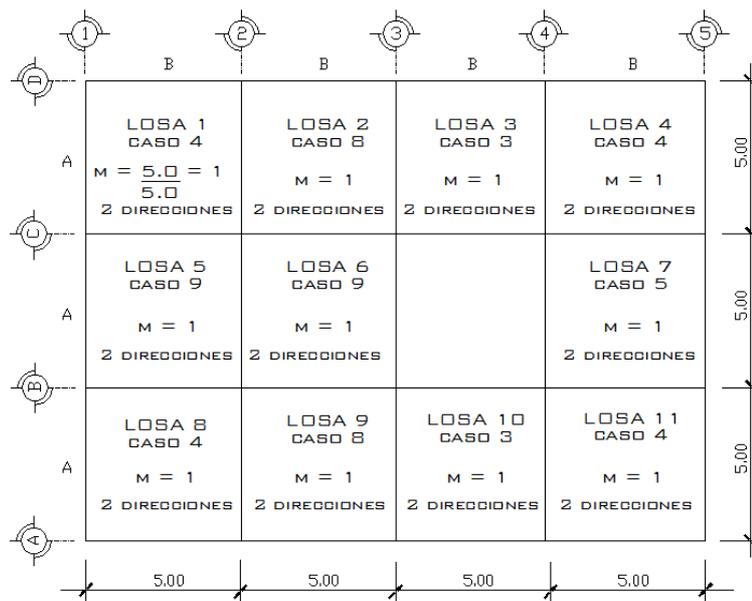
## 2.1.5 Diseño estructural

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 se procede a realizar los cálculos necesarios para armados de losas, vigas, columnas y zapatas de la estructura, el diseño de elementos de concreto armado se ha hecho con base al Código ACI 318-99.

### 2.1.5.1 Losas

Es la encargada de proporcionar una superficie plana útil para su uso, trasladando cargas vivas al resto de los elementos. Para el cálculo de las losas se aplicó el Método 3 del ACI, como se ejemplifica a continuación:

Figura 34. Planta típica de distribución de losas



**Datos:**

Peso específico de concreto	= 2,400 kg/m <sup>3</sup>
Acabados	= 60 kg/m <sup>2</sup>
Peso de piso	= 144 kg/m <sup>2</sup>
Muros divisorios	= 150 kg/m <sup>2</sup>
f'c	= 281 kg/cm <sup>2</sup>
fy	= 2,810 kg/cm <sup>2</sup>

*Cargas vivas*

En primer y segundo nivel	= 500 kg/m <sup>2</sup>
---------------------------	-------------------------

El cálculo del espesor de losa se realizó en el inciso 2.1.5.1 y se determinó un  $t = 0.12$  m.

**Cálculo de la carga última o carga de diseño****Nivel 1**

*Losas 1 – 11*

$$CM = t * W_c + W_{Acabados} + W_{Muros} + W_{Piso}$$

$$CM = 0.12 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3 + 60 \text{ kg/m}^2 + 150 \text{ kg/m}^2 + 144 \text{ kg/m}^2 =$$

$$CM = 642 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1.4 (642) + 1.7 (500) = 1,748.80 \text{ kg/m}^2$$

Se diseñara con base a una franja unitaria de 1.00 m de ancho, así:

$$CUT = 1,748.80 \text{ kg/m}^2 * 1.00 \text{ m} = 1,748.80 \text{ kg/m}$$

**Cálculo de momentos**

$$Ma^- = Ca^-(CUT)(a)^2$$

$$Ma^+ = Ca^+CM*(CMU)(a)^2 + Ca^+CV*(CVU)(a)^2$$

$$Mb^- = Cb^-(CUT)(b)^2$$

$$Mb^+ = Cb^+CM*(CMU)(b)^2 + Cb^+CV*(CVU)(b)^2$$

**Donde:**

Ca (-) y Cb (-)	coeficientes para momentos negativos
Ca (+) CV y Cb (+) CV	coeficientes para momentos por carga viva
Ca (+) CM y Cb (+) CM	coeficientes para momentos por carga muerta
CU	carga última
CVU	carga viva última
CMU	carga muerta última
a	lado corto de la losa
b	lado largo de la losa

En losas sin continuidad el momento negativo es igual:

$$Ma^- = 1/3 * Ma^+$$

$$Mb^- = 1/3 * Mb^+$$

**Losa 1, m = 1.00, caso 4**

**a**

$$Ma (-) = Ca (-) * CUT * a^2$$

$$Ma (-) = 0.05 * 1,748.80 * 5.0^2 = \mathbf{2,186 \text{ kg-m}}$$

$$Ma (+) = Ca (+) CV * CVU * a^2 + Ca (+) CM * CMU * a^2$$

$$Ma (+) = 0.032 * 850 * 5.0^2 + 0.027 * 898.80 * 5.0^2 = \mathbf{1,286.69 \text{ kg-m}}$$

**b**

$$Mb (-) = Cb (-) * CUT * b^2$$

$$Mb (-) = 0.05 * 1,748.80 * 5.0^2 = \mathbf{2,186 \text{ kg-m}}$$

$$Mb (+) = Cb (+) CV * CVU * b^2 + Cb (+) CM * CMU * b^2$$

$$Mb (+) = 0.032 * 850 * 5.0^2 + 0.027 * 898.80 * 5.0^2 = \mathbf{1,286.69 \text{ kg-m}}$$

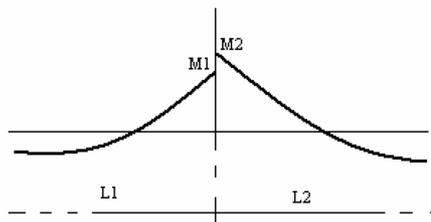
Siguiendo el procedimiento anterior, se calculan los momentos en todas las losas, dando como resultado los datos de la tabla IV.

Tabla IV. Cálculo de momentos en losa, para primer y segundo nivel.

LOSA	LADO A	LADO B	M = A/B	CASO	COEFICIENTES DE LA TABLA DEL MÉTODO 3 DEL ACI						MOMENTO CV	MOMENTOS+ EN LOSAS		MOMENTOS- EN LOSAS	MOMENTOS+ EN LOSAS				
					MOMENTO NEGATIVO		MOMENTO POSITIVO CM		MOMENTO CV	A		B	M <sub>s</sub> = Ca(CU)/a <sup>2</sup>		M <sub>b</sub> = Ca(CU)/a <sup>2</sup>	M <sub>s</sub> = Ca(CU)/a <sup>2</sup>	M <sub>b</sub> = Ca(CU)/a <sup>2</sup>	M <sub>s</sub> = Ca(CU)/a <sup>2</sup>	M <sub>b</sub> = Ca(CU)/a <sup>2</sup>
					CA-	CB-	CA+	CB+											
	m	m																	
1	5.0	5.0	1	4	0.050	0.050	0.027	0.027	0.032	0.032	0.032	2186	2186	2186	2186	1287	1287		
2	5.0	5.0	1	8	0.033	0.061	0.020	0.023	0.028	0.030	0.030	1443	2667	2667	1044	1154	1154		
3	5.0	5.0	1	3	0.000	0.076	0.018	0.027	0.027	0.032	0.032	0	3323	3323	978	1287	1287		
4	5.0	5.0	1	4	0.050	0.050	0.027	0.027	0.032	0.032	0.032	2186	2186	2186	1287	1287	1287		
5	5.0	5.0	1	9	0.061	0.033	0.023	0.020	0.030	0.028	0.028	2667	1443	1443	1154	1044	1044		
6	5.0	5.0	1	9	0.061	0.033	0.023	0.020	0.030	0.028	0.028	2667	1443	1443	1154	1044	1044		
7	5.0	5.0	1	5	0.075	0.000	0.027	0.018	0.032	0.027	0.027	3279	0	0	1287	978	978		
8	5.0	5.0	1	4	0.050	0.050	0.027	0.027	0.032	0.032	0.032	2186	2186	2186	1287	1287	1287		
9	5.0	5.0	1	8	0.033	0.061	0.020	0.023	0.028	0.030	0.030	1443	2667	2667	1044	1154	1154		
10	5.0	5.0	1	3	0.000	0.076	0.018	0.027	0.027	0.032	0.032	0	3323	3323	978	1287	1287		
11	5.0	5.0	1	4	0.050	0.050	0.027	0.027	0.032	0.032	0.032	2186	2186	2186	1287	1287	1287		

### ***Balance de momentos***

Cuando el momento negativo en un lado de un apoyo es menor que el del otro lado, su diferencia se distribuye en proporción a su rigidez; esto se hace para determinar el valor del momento balanceado (MB), para el cual el código ACI recomienda el procedimiento siguiente:



Sí  $M_2 > M_1$ :

- Si  $M_1 > 0.8 * M_2$ ; entonces,  $MB = (M_1 + M_2) / 2$
- Sí  $M_1 < 0.8 * M_2$ ; esto implica que se toma una distribución proporcional de los momentos, según la rigidez de las losas como:

$$K_1 = \frac{1}{L_1} \quad K_2 = \frac{1}{L_2}$$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} \quad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$

**Donde:**

- $K_1, K_2$  = las rigideces de las losas a y b
- $L_1, L_2$  = longitudes de losa consideradas
- $D_1, D_2$  = los factores de distribución de las losas a y b.

Para realizar la distribución se efectúa según el cálculo de la tabla siguiente:

D1	D2
M1	M2
$(M2 - M1) * D1 + M1$	$(M2 - M1) * - D2 + M2$
MB	MB

**Balance de momentos**

Losa 1 y 2:

$M2 = 2,186 \text{ kg-m}$

$M1 = 1,443 \text{ kg-m}$

$0.80 * 2,186 = 1,748 \text{ kg-m}$

$1,443 \text{ Kg-m} < 1,748 \text{ kg-m}$ , esto implica que se toma una distribución proporcional de momentos según las rigideces:

$$K_1 = \frac{1}{5.0} = 0.20$$

$$K_2 = \frac{1}{5.0} = 0.20$$

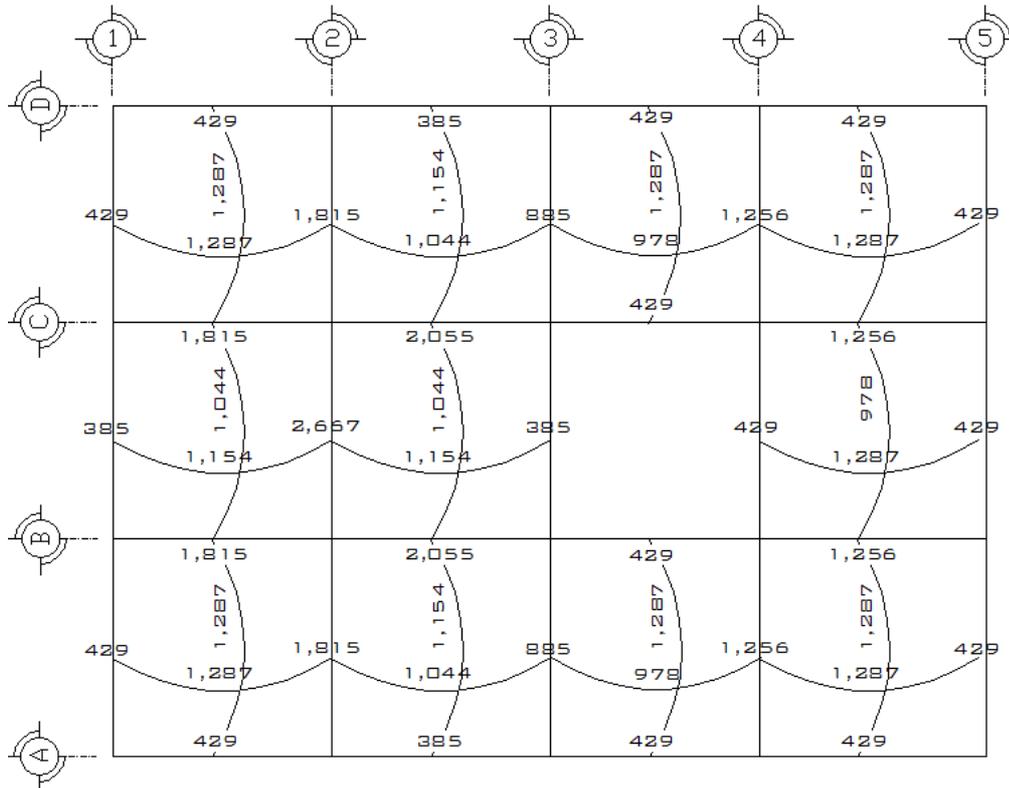
$$D1 = \frac{0.20}{0.20 + 0.20} = 0.50$$

$$D2 = \frac{0.20}{0.20 + 0.20} = 0.50$$

0.50	0.50
1,443	2,186
$(2,186 - 1,443) * 0.50 + 1,443$	$(2,186 - 1,443) * - 0.50 + 2,186$
1,815 Kg-m	1,815 Kg-m

El procedimiento anterior se aplica para todas las demás losas de la estructura, en la figura 35 se muestran los momentos balanceados.

Figura 35. Diagrama de momentos balanceados de losas.



Con los momentos balanceados de la figura anterior, se procede al cálculo del acero de refuerzo que se necesita en las losas.

El peralte (d) se calcula de la siguiente manera:

$$d = t - \text{Rec.} - \frac{\varnothing}{2}$$

$$d = 12 - 2 - 0.5 = 9.5 \text{ cm.}$$

El área de acero mínimo ( $A_{s_{\min}}$ ), se calcula usando un ancho unitario de 1.00 m.

$$A_{s_{\min}} = \left( \frac{14.1}{f_y} \right) * b * d = \left( \frac{14.1}{2,810} \right) * 100 * 9.5 = 4.80 \text{ cm}^2$$

Con el área de acero mínimo, se calcula un espaciamiento (S), usando una varilla No.3 que tiene un área de 0.71 cm<sup>2</sup>. El espaciamiento se calcula por medio de una regla de 3:

$$\begin{array}{l} 4.80 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \longrightarrow S \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 4.80 \text{ cm}^2 \\ 0.71 \text{ cm}^2 \end{array}} \right\} \mathbf{S = 14 \text{ cm}}$$

El espaciamiento máximo (S<sub>máx</sub>) en una losa está dado por:

$$S_{\text{máx.}} = 2 * t = 2 * 12 = 24 \text{ cm}$$

### **Cálculo de momento soportado usando $A_{s_{\text{min}}}$**

$$\begin{aligned} M_{AS \text{ min}} &= 0.90 \left[ A_s * f_y \left[ d - \frac{A_{s_{\text{min}}} f_y}{1.7 f' c * b} \right] \right] = 0.90 \left[ (4.8)(2,810) \left[ 9.50 - \frac{(4.8)(2,810)}{1.7(281)(100)} \right] \right] = \\ &= 111,894 \text{ kg-cm} * (1.0 \text{ m} / 100 \text{ cm}) = \mathbf{1,119 \text{ kg-m}} \end{aligned}$$

Para los momentos menores al que resiste  $A_{s_{\text{min}}}$ , se armarán con el  $S_{\text{máx}} = 14 \text{ cm}$  y para momentos mayores se armaran según indique el cálculo.

El resumen de los cálculos de cada momento para las losas se encuentra en la tabla V:

**Tabla V. Armado de losas.**

<b>LOSA No.</b>	<b>LADO</b>	<b>MOMENTO Kg-m</b>	<b>As req. (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>S req. (cm)</b>	<b>ARMADO</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
	Ma(+)	1,287	5.61	12.65	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Mb(+)	1,287	5.61	12.65	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
1,8	Ma(-)	1,815	8.10	8.76	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Mb(-)	1,815	8.10	8.76	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Ma(-)dis	429	1.81	39.22	#3@14 cm	
	Mb(-)dis	429	1.81	39.22	#3@14 cm	
	Ma(+)	1,044	4.51	15.74	#3@14 cm	
	Mb(+)	1,154	5.01	14.17	#3@14 cm	
2,9	Ma(-)1	1,815	8.10	8.76	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Mb(-)	2,055	9.26	7.67	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Ma(-)2	885	3.80	18.68	#3@14 cm	
	Mb(-)dis	385	1.62	43.83	#3@14 cm	
	Ma(+)	978	4.22	16.82	#3@14 cm	
	Mb(+)	1,287	5.61	12.65	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
3,10	Ma(-)1	885	3.80	18.68	#3@14 cm	
	Mb(-)dis	429	1.81	39.22	#3@14 cm	
	Ma(-)2	1,256	5.47	12.98	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Mb(-)dis	429	1.81	39.22	#3@14 cm	
	Ma(+)	1,287	5.61	12.65	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Mb(+)	1,287	5.61	12.65	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
4,11	Ma(-)	1,256	5.47	12.98	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Mb(-)	1,256	5.47	12.98	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Ma(-)dis	429	1.81	39.22	#3@14 cm	
	Mb(-)dis	429	1.81	39.22	#3@14 cm	
<b>Continúa.....</b>						

Continuación.....						
	Ma(+)	1,154	5.01	14.17	#3@14 cm	
	Mb(+)	1,044	4.51	15.74	#3@14 cm	
5	Ma(-)	2,667	12.37	5.74	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Mb(-)1	1,815	8.10	8.76	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Ma(-)dis	385	1.62	43.83	#3@14 cm	
	Mb(-)2	1,815	8.10	8.76	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Ma(+)	1,154	5.01	14.17	#3@14 cm	
	Mb(+)	1,044	4.51	15.74	#3@14 cm	
6	Ma(-)	2,667	12.37	5.74	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Mb(-)1	2,055	9.26	7.67	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Ma(-)dis	385	1.62	43.83	#3@14 cm	
	Mb(-)2	2,055	9.26	7.67	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Ma(+)	1,287	5.61	12.65	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Mb(+)	978	4.22	16.82	#3@14 cm	
7	Ma(-)dis	429	1.81	39.22	#3@14 cm	
	Mb(-)1	1,256	5.47	12.98	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón
	Ma(-)dis	429	1.81	39.22	#3@14 cm	
	Mb(-)2	1,256	5.47	12.98	#3@14 cm	Intercalar un bastón entre tensión y bastón

### **Chequeo por corte**

El corte debe ser resistido únicamente por el concreto; por tal razón, se debe verificar si el espesor de losa es el adecuado. El procedimiento es el siguiente:

### **Cálculo del corte máximo actuante**

$$V_{\text{máx}} = \frac{C_u * L}{2} = \frac{1,748.80 * 5.0}{2} = 4,372 \text{ Kg}$$

### ***Cálculo de corte máximo resistente***

$$V_{res} = \phi \sqrt{f'c} * b * d = 0.85 * \sqrt{281} * 100 * 9.5 = 13,536.17 \text{ Kg}$$

#### **Donde:**

L = lado corto, de los lados cortos de losas se toma el mayor

B = base, franja unitaria = 100 cm

Comparar  $V_{res}$  con  $V_{m\acute{a}x}$

Si,  $V_{res} > V_{m\acute{a}x}$ , el espesor es el adecuado, caso contrario aumentar “t”

Como  $V_{res} > V_{m\acute{a}x}$ , el espesor es el adecuado.

### ***Losas del segundo nivel***

El procedimiento es similar al anterior, variando el cálculo de carga viva y carga muerta, el armado final se presentan en planos ver Anexos.

#### **2.1.5.2 Vigas**

Son elementos estructurales que transmiten cargas externas de manera transversal, las cuales provocan momentos flexionantes y fuerzas cortantes en su longitud. Son los elementos que soportan el peso de la losa y lo transmiten a las columnas y muros si es el caso.

El procedimiento seguido para diseñar vigas, se describe a continuación, aplicado a la viga entre eje 1 y 2 del marco B. Los datos se obtienen del análisis estructural.

**Datos:**

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

$$d = 36 \text{ cm}$$

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

$$\text{Sección} = 20 * 40 \text{ cm}$$

$$\text{Rec.} = 4 \text{ cm}$$

$$M(-)1 = 7,106.66 \text{ kg - m}$$

$$M(-)2 = -9,527.77 \text{ kg - m}$$

$$M(+) = 4,640.38 \text{ kg - m}$$

$$V_{\text{crítico}} = 8,105 \text{ kg}$$

**Límites de acero**

$$A_{s_{\min}} = \frac{14.1}{f_y} b * d \qquad A_{s_{\max}} = 0.50 * \rho_{bal} * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14.1}{2,810} * 20 * 36 = 3.61 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{bal} = \frac{\beta_1 * 0.85 * f'_c}{f_y} * \frac{6,115}{6,115 + f_y} = \frac{0.85 * 0.85 * 281}{2,810} * \frac{6,115}{6,115 + 2,810} = 0.05$$

$$A_{s_{\max}} = 0.50 * 0.05 * 20 * 36 = 17.82 \text{ cm}^2$$

**Refuerzo longitudinal**

$$A_s = (b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * f'_c}}) * \left( \frac{0.85 * f'_c}{f_y} \right)$$

$$A_s = \left( 20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{7,106.66 * 20}{0.003825 * 281}} \right) \left( \frac{0.85 * 281}{2,810} \right) = 8.38 \text{ cm}^2$$

Tabla VI. Cálculo del área de acero para la viga entre eje 1 y 2 del marco B.

	<b>MOMENTO</b>	<b>As<sub>req</sub></b>	<b>As<sub>min</sub></b>	<b>As<sub>máx</sub></b>
M(-)1	7,106.66 kg-m	8.38 cm <sup>2</sup>	3.61 cm <sup>2</sup>	17.82 cm <sup>2</sup>
M(+)	4,640.38 kg-m	5.33 cm <sup>2</sup>	3.61 cm <sup>2</sup>	17.82 cm <sup>2</sup>
M(-)2	9,527.77 kg-m	11.56 cm <sup>2</sup>	3.61 cm <sup>2</sup>	17.82 cm <sup>2</sup>

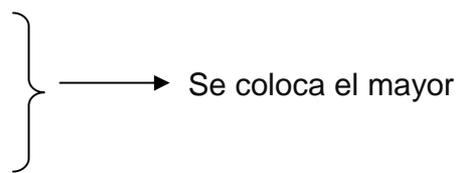
Para calcular el armado de la viga, se deben cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI-318 Cáp. 21:

- Cama superior al centro:

Colocar 2 varillas como mínimo

As<sub>min</sub>                      3.61 cm<sup>2</sup>

33% As(-) mayor        3.81 cm<sup>2</sup>



**Se coloca el 33% As(-) = 3.81 cm<sup>2</sup>**

**Armado propuesto 2 varillas corridas No. 6 = 5.7 cm<sup>2</sup>**

**si cumple**

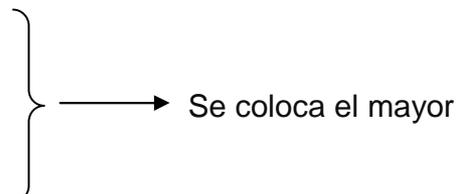
- Cama inferior en apoyos:

Colocar 2 varillas como mínimo

As<sub>min</sub>                      3.61 cm<sup>2</sup>

50% As(+)                2.67 cm<sup>2</sup>

33% As(-) mayor        3.81 cm<sup>2</sup>



**Se coloca el 33% As(-) = 3.81 cm<sup>2</sup>**

**Armado propuesto 2 varillas corridas No. 6 = 5.7 cm<sup>2</sup>**

**si cumple**

Tabla VII. Armado para la viga entre eje 1 y 2 del marco B.

MOMENTO		$A_{s_{req}}$ $cm^2$	Armado de la viga	Chequeo	Ver figura
M(-)1	7,106.66 kg-m	8.38	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 5 = 9.66 $cm^2$	Si cumple	Sección A
M(+)	4,640.38 kg-m	5.33	2 corridas No. 6 = 5.7 $cm^2$	Si cumple	Sección B
M(-)2	9,527.77 kg-m	11.56	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 6 + 1 No. 4 = 12.67 $cm^2$	Si cumple	Sección C

### **Cálculo de corte resistente**

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 20 * 36 = 5,437.26 \text{ kg}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si  $V_c > V_u$  la viga necesita estribos solo por armado

$$S_{m\acute{a}x.} = d/2 < 30 \text{ cm.}$$

Si  $V_c < V_u$  se diseñan estribos por corte, por medio de las expresiones

$$S = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_u}$$

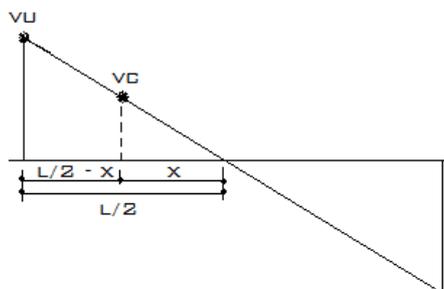
$$S_{m\acute{a}x.} = d/2 = 18 \text{ cm usar m\acute{in}imo acero No. 3}$$

En este caso,  $V_c = 4,700.42 \text{ Kg} < V_u = 8,105 \text{ kg}$ , entonces se utiliza la ecuación anterior:

$$S = \frac{2 * 0.71 * 2,810 * 36}{8,105} = 17.00 \text{ cm}$$

Ya que el espaciamiento requerido es menor que el máximo, se usará el de  $S = 17 \text{ cm}$ .

Figura 36. Relación de triángulos para cálculo de longitud de confinamiento.



$$\frac{V_u}{L/2} = \frac{V_c}{X} \Rightarrow X = \frac{V_c * L/2}{V_u} \Rightarrow \frac{5,437.26 * 2.5}{8,105} = 1.68 \text{ m.}$$

$$L/2 - X = 2.5 - 1.68 = 0.82 \text{ m.} \Rightarrow \text{Longitud en zona de confinamiento}$$

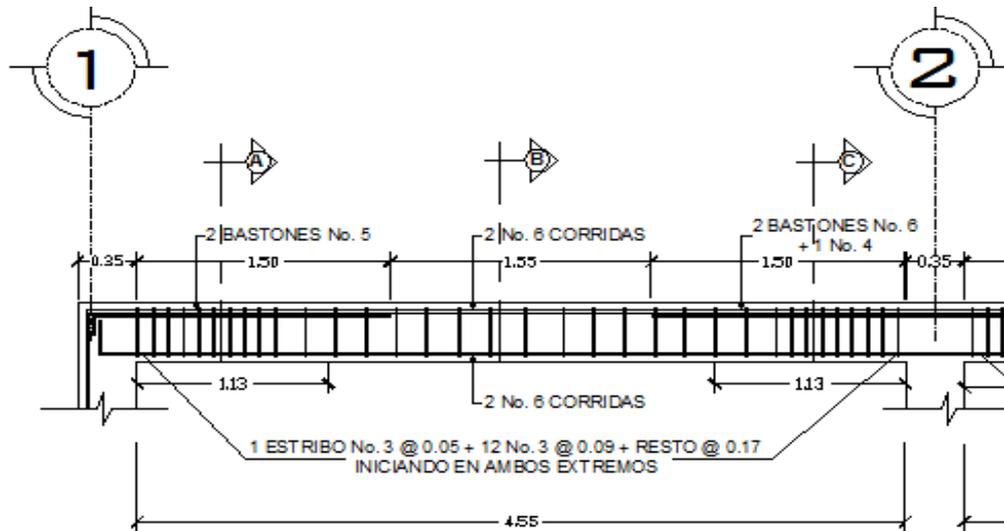
Requisitos mínimos para corte en zona de confinamiento, según el código ACI -318 en el artículo 21.3.3.2:

- $2d$  en ambos extremos =  $2 * 36 = 72 \text{ cm}$
  - Primer estribo a no más de  $5 \text{ cm}$
  - $S$  no debe ser mayor que:
    - $d/4 = 36/4 = 9 \text{ cm}$
    - $8db$  longitudinal menor diámetro =  $8 * 1.27 = 10.16 \text{ cm}$
    - $24db$  estribo =  $24 * 0.95 = 22.8 \text{ cm}$
    - No mayor de  $30 \text{ cm}$
- } usar el menor de todos

*S en zona confinada es de 9 cm*

El armado de estribos final para la viga del primer nivel es el siguiente: el primer estribo No. 3 @ 0.05 m + 12 estribos No. 3 a 0.09 m en zona confinada en ambos extremos y el resto @ 0.17 en zona no confinada. Ver figura 37.

Figura 37. Detalle de viga.



### 2.1.5.3 Columnas

Son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para su diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por el área tributaria. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural. Para diseñar la columna, se toma el mayor de los dos momentos a los que está sometida.

Por lo tanto, se diseñaran por cada nivel únicamente las columnas críticas, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo.

**Datos:**

Datos de columna del primer nivel en el eje 4.

Sección de columna = 30 cm \* 30 cm      Sección de viga = 20 cm\*40 cm

Longitud de columnas = 3.10 m              Longitud de vigas = 9.4 m

Espesor de losa = 0.12 m                  Área tributaria = 25.0 m<sup>2</sup>

Mx = 11,599 kg – m                          My = 11,724 kg – m

Vx = 3,038 kg                                  Vy = 3,063 kg

Carga Axial: CU = 1.4 CM + 1.7 CV

$$CU_2 = 1.4 (348) + 1.7 (500) = 1,337.20 \text{ kg/m}^2$$

$$CU_1 = 1.4 (642) + 1.7 (500) = 1,748.80 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1,337.2 + 1,748.80 = 3,086 \text{ kg/m}^2$$

**Cálculo del factor de carga última**

$$F_{cu} = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{3,086}{1,990} = 1.55$$

Cálculo de la carga axial: Pu = (A<sub>T</sub> \* CU) + (PP vigas \* Fcu) =

$$Pu = (25.0 * 3,086) + (0.20 * 0.40 * 2,400 * 9.40) * 1.55$$

$$Pu = 79,947.44 \text{ kg.}$$

**Clasificación de columnas por su esbeltez (E)**

Se clasifican en cortas ( $E < 22$ ), intermedias ( $22 > E > 100$ ) y largas ( $E > 100$ ). El objetivo de clasificar las columnas es ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del diseño estructural, si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes y, si son largas no, se construyen.

Cálculo de coeficiente que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas ( $\Psi$ ):

$$\psi = \frac{(\sum K_{col})}{(\sum k_{viga.})}$$

$$K_{(rigidez)} = I/L;$$

$I$  = Inercia

$L$  = Longitud del elemento

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$

$$I_{viga} = \frac{20 * 40^3}{12} = 106,666.67 \text{ cm}^4$$

$$I_{col} = \frac{30 * 30^3}{12} = 67,500 \text{ cm}^4$$

$$K_{viga} = \frac{106,666.67}{4.70} + \frac{106,666.67}{4.70} = 45,390$$

$$K_{col} = \frac{67,500}{2.70} = 25,000$$

$$\psi = \frac{25,000}{45,390} = 0.55$$

Extremo inferior

$$\psi_p = \frac{\psi_a + \psi_b}{2} = 0.23$$

Coeficiente K

$$K = \frac{20 + \psi_p}{20} * \sqrt{1 + \psi_p} \quad \text{para } \psi_p \leq 2$$

$$K = 0.9 * \sqrt{1 + \psi_p} \quad \text{para } \psi_p \geq 2$$

$$K = \frac{20 + 0.23}{20} * \sqrt{1 + 0.23} = 1.12$$

Esbeltez de columna

$$E = \frac{k * Lu}{\sigma} \quad \text{donde } \sigma = 0.3 * \text{lado menor para columnas rectangulares}$$

$$E = \frac{1.12 * 2.70}{0.30 * 0.30} = 33.6 > 22 \text{ y } < 100$$

*Por lo tanto es una columna intermedia*

El cálculo de la esbeltez de esta columna, en el sentido Y, se resume a continuación:

$$\Psi_p = 0.23$$

$$K = 1.12$$

$$E = 38.4 > 22 \text{ y } < 100$$

Por los valores obtenidos de E, tanto en el sentido X como en Y, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por tanto se deben magnificar los momentos actuantes.

### ***Magnificación de momentos***

Cuando se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamientos lateral de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI de magnificación de momentos.

## Eje X

Cálculo del factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta d = \frac{CMu}{CU} = \frac{1.4 * 990}{3,086} = 0.45$$

Cálculo del EI total del material

$$Ec = 15,100\sqrt{f'c} \qquad Ig = \frac{1}{12} * bh^3$$

$$EI = \frac{Ec * Ig}{2.5 * (1 + \beta d)}$$

$$EI = \frac{15,100\sqrt{210} * \frac{1}{12}(30 * 30^3)}{2.5 * (1 + 0.45)} = 4.07 * 10^9 \text{ kg} - \text{cm}^2 = 407.45 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(K * Lu)^2} = \frac{\pi^2 * 407.45}{(1.12 * 2.70)^2} = 439.75 \text{ Ton}$$

Cálculo del magnificador de momentos

$\delta > 1$  y  $\phi = 0.70$  si se usan estribos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{Pu}{\phi P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{79.95}{0.70 * 439.75}} = 1.35$$

### **Cálculo de momentos de diseño**

$$Mdx = \delta * Mu = 1.35 * 11,599 = 15,659 \text{ kg} - m$$

### **Eje Y**

$$\beta d = 0.45 \qquad EI = 407.4 \text{ 5T-m}^2$$

$$Pcr = 439.75 \text{ Ton} \qquad \delta = 1.35$$

$$Mdy = \delta * Mu = 1.35 * 11,724 = 15,827 \text{ kg} - m$$

### **Cálculo del acero longitudinal por el Método BRESLER**

Consiste en una aproximación del perfil de la superficie de la falla, además, es uno de los métodos más utilizados porque su procedimiento es tan sencillo y produce resultados satisfactorios.

La idea fundamental es aproximar el valor  $1/P'u$ . Este valor se aproxima por un punto del plano determinado por tres valores: carga axial pura ( $P'o$ ), carga de falla para una excentricidad  $e_x$  ( $P'ox$ ) y carga de falla para una excentricidad  $e_y$  ( $P'oy$ ).

El procedimiento a seguir es el siguiente:

Cálculo de límites de acero, según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites  $1\% Ag < As < 6\% Ag$  en zona sísmica.

$$As_{\min} = 0.01 (30 * 30) = 9.0 \text{ cm}^2 \qquad As_{\max} = 0.06 (30 * 30) = 54.0 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado, se aconseja iniciar con un valor cerca de Asmín.  
Armado propuesto 8 No. 8 = 8 (5.07) = 40.56 cm<sup>2</sup>

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas. Los valores a utilizar en los diagramas son:

Valor de la gráfica

$$Y = X = \frac{H_{nucleo}}{H_{columna}} = \frac{b - 2rec}{h} = \frac{0.30 - 2 * 0.035}{0.30} = 0.70$$

Valores de la curva

$$\rho_{m} = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * Ag} = \frac{22.80 * 2,810}{0.85 * 281 * 900} = 0.30$$

Excentricidades

$$e_x = \frac{Mdx}{Pu} = \frac{15,659}{79,947.44} = 0.196 \text{ m} \quad e_y = \frac{Mdy}{Pu} = \frac{15,827}{79,947.44} = 0.198 \text{ m}$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$ex/hx = 0.196/0.30 = 0.65 \quad ey/hy = 0.198/0.30 = 0.66$$

Con los valores obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes Kx y Ky, para el efecto se utilizó el programa de JC Diseño.

### **Corrección de datos**

En este punto ya que se tiene  $K_x$  y  $K_y$ , se pudo verificar que las columnas no resisten ni los momentos, ni la carga, por lo tanto es preciso hacer la siguiente corrección:

$$\underline{\text{Sección de columna} = 35 \text{ cm} * 35 \text{ m}}$$

Con estas correcciones, se toman los valores de  $K_x$  y  $K_y$ , que son:  $K_x = 0.42$  y  $K_y = 0.41$  (Ver anexo figura 47).

### **Cálculo de cargas**

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad  $e_x$ :

$$P'_{ux} = K_x * f'_c * b * h = (0.42)(281)(35 * 35) = 144,574.50 \text{ Kg.}$$

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad  $e_y$ :

$$P'_{uy} = K_y * f'_c * b * h = (0.41)(281)(35 * 35) = 141,132.25 \text{ Kg.}$$

Carga axial de resistencia de la columna

$$P'_o = \phi(0.85 * f'_c(A_g - A_s) + A_s * f_y)$$

$$P'_o = 0.70 * (0.85 * 281 * (1,225 - 40.56) + 40.56 * 2,810)$$

$$P'_o = 277,814 \text{ Kg.}$$

Carga de la resistencia de la columna

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{144,574.50} + \frac{1}{141,132.25} - \frac{1}{277,814}} = 96,127 \text{ Kg}$$

Como  $P'u = 96,127 \text{ kg} > P_u = 79,947.44 \text{ kg}$ , el armado propuesto sí resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

### **Refuerzo transversal**

Además de diseñar las columnas para resistir flexocompresión, es necesario dotarlas con suficiente ductilidad, para que absorban parte de la energía del sismo, esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos. Se ha determinado que si las columnas se confinan, su capacidad de carga es mucho mayor y mejora notablemente la ductilidad de la columna.

Se debe chequear  $V_r$  con  $V_u$  con los siguientes criterios:

Si  $V_r > V_u$  se colocan estribos a  $S = d / 2$

Si  $V_r < V_u$  se diseñan los estribos por corte

Se calcula el corte resistente

$$V_r = 0.85 * 0.53 \sqrt{f'c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 35 * 32.5 = 8,590 \text{ Kg}$$

### **Corte actuante**

$V_u = 3,063 \text{ Kg}$ ;  $V_r > V_u$ ; los estribos se colocaran en zona no confinada a  $d/2$ .

Para ambas opciones debe considerarse que la varilla utilizada en este diseño será la No. 3. En este caso  $V_r > V_u$ , se colocan estribos a:

$$S = d / 2 = 32.5 / 2 = 16.25$$

Los estribos se colocaran a cada 16 cm con varillas No. 3

### **Refuerzo por confinamiento**

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones:

$$Lo \left\{ \begin{array}{l} Lu / 6 = 3.10 / 6 = 0.52 \text{ m} \\ \text{Lado mayor de la columna} = 0.35 \text{ m} \\ 48\emptyset \text{ varilla transv.} = 48 * 0.95 = 0.456 \text{ m} \\ 16\emptyset \text{ varilla long.} = 0.406 \text{ m} \end{array} \right.$$

*Longitud de confinamiento: 0.52 m*

### **Cálculo de la relación volumétrica**

$$\rho_s = 0.45 * \left( \left( \frac{Ag}{Ach} \right) - 1 \right) \left( \frac{0.85 * f'c}{fy} \right); \text{ pero debe cumplir con } \rho_s \geq 0.12 * \left( \frac{f'c}{fy} \right)$$

$$\rho_s = 0.45 * \left( \left( \frac{35^2}{29^2} \right) - 1 \right) \left( \frac{0.85 * 281}{2,810} \right) = 0.017$$

$$0.12 * \left( \frac{f'c}{fy} \right) = 0.12 * \left( \frac{281}{2,810} \right) = 0.012$$

$0.017 \geq 0.012$ , por lo que se utiliza  $\rho_s$

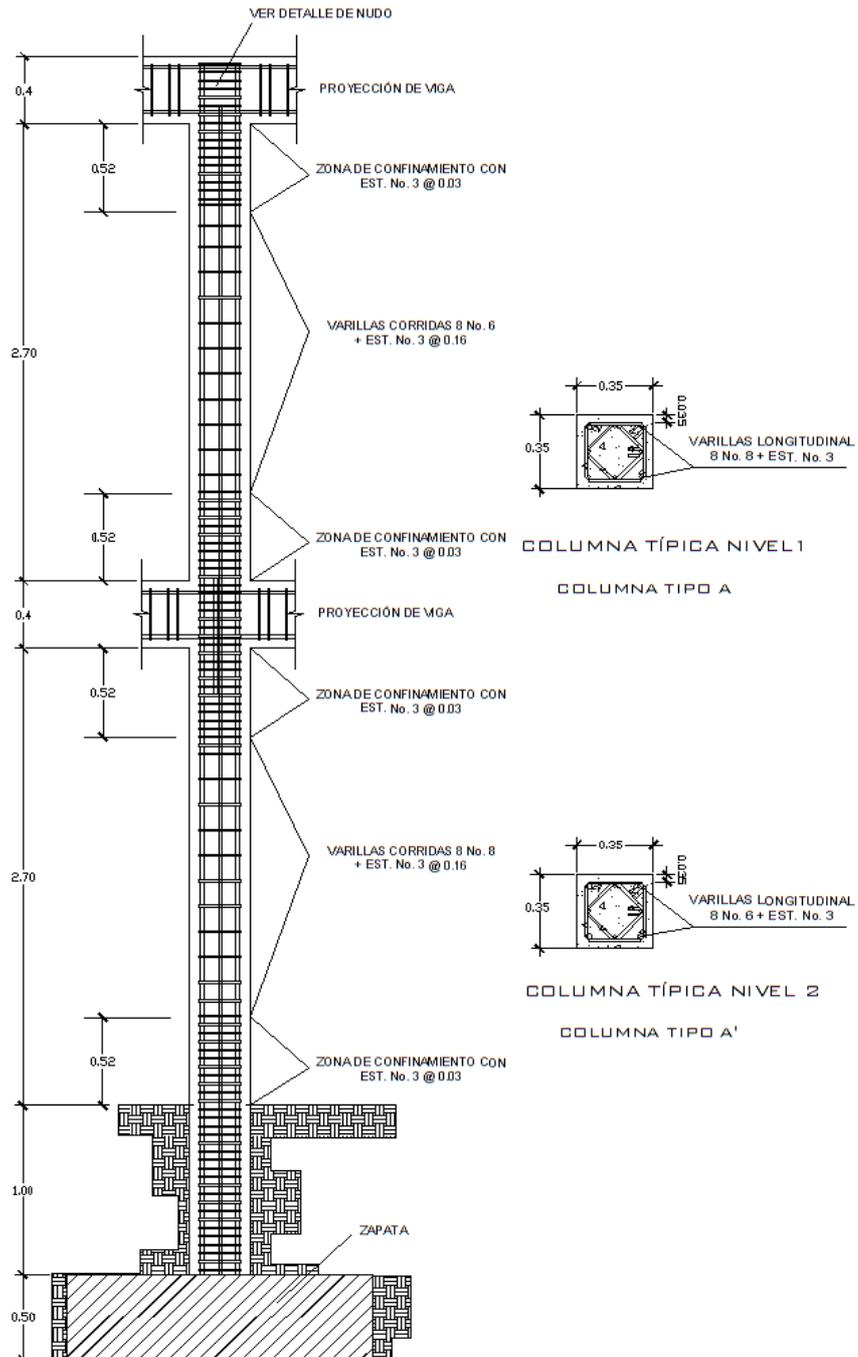
Utilizando varillas No. 3 para los estribos, el espaciamiento en la zona confinada es:

$$S_1 = \frac{2Av}{\rho_s Ln} = \frac{2 * 0.71}{0.017 * 29} = 2.88 \text{ cm.} \approx 3 \text{ cm}$$

Por tener varillas en las caras de la columna se colocará estribos rotados a 45° alternados, según el código ACI 318, artículo 7.10.5.3

*Nota: Este procedimiento se aplicó a la columna del segundo nivel, dando los siguientes resultados:*

**Figura 38. Detalle de columna.**



#### 2.1.5.4 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 1 zapata típica y el cimiento corrido bajo los muros de mampostería.

#### Zapata típica

##### Datos:

$M_x = 11.60 \text{ ton-m}$	$M_y = 11.72 \text{ ton-m}$
$P_u = 79.95 \text{ ton}$	$V_s = 30 \text{ ton/m}^2$
$P_{\text{concreto}} = 2.40 \text{ ton/m}^3$	$\gamma_{\text{suelo}} = 1.40 \text{ ton/m}^3$
$F_{cu} = 1.55$	$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$
Desplante $D_f = 1.50 \text{ m}$	$f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$

##### ***Cálculo de las cargas de trabajo***

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{79.95}{1.55} = 51.58 \text{ ton}$$

$$M_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{11.60}{1.55} = 7.48 \text{ ton-m} \quad M_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{11.72}{1.55} = 7.56 \text{ ton-m}$$

##### ***Predimensionamiento del área de la zapata***

$$A_z = \frac{1.5P't}{V_s} = \frac{1.5 * 51.58}{30} = 2.58 \text{ m}^2. \text{ Se propone usar dimensiones aproximadas}$$

$$A_z = 2.0 * 2.0 = 4.0 \text{ m}^2 > 2.58 \text{ m}^2$$

### **Revisión de presión sobre el suelo**

$$q = P/Az \pm Mtx/Sx \pm Mty/Sy$$

Se debe tomar en cuenta que **q** no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte (Vs), para la zapata se tiene:

$$Sx = Sy = \frac{2.0 * 2.0^2}{6} = 1.33 \text{ m}^3$$

$$P = P't + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P = 51.58 + (0.35 * 0.35 * 7.7 * 2.4) + (1.4 * 1.5 * 2.0^2) + (2.4 * 0.50 * 2.0^2)$$

$$P = 67.04 \text{ Ton.}$$

$$q = \frac{67.04}{4.0} \pm \frac{7.48}{1.33} \pm \frac{7.56}{1.33}$$

$$q_{\text{máx}} = 28.07 \text{ ton/m}^2 \text{ cumple, no excede el Vs}$$

$$q_{\text{mín}} = 5.45 \text{ ton/m}^2 \text{ cumple, sólo compresiones}$$

*Por lo que las dimensiones de la zapata son correctas.*

### **Presión última**

$$q_u = q_{\text{máx}} * Fcu = 28.07 * 1.55 = 43.51 \text{ ton/m}^2$$

Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec.} - \varnothing \text{ var}/2$$

$$t \text{ asumido} = 0.50 \text{ m}$$

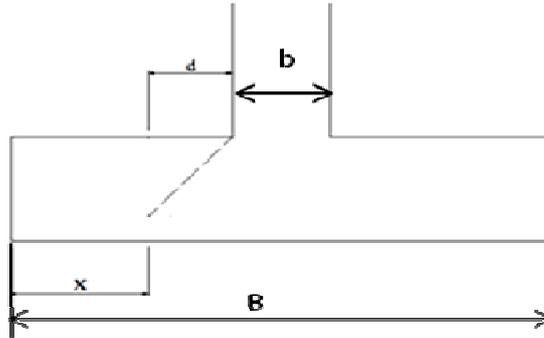
$$d = 50 - 7.5 - 2.54/2$$

$$d = 41 \text{ cm}$$

### **Chequeo por corte simple**

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante, ocurre a una distancia igual a *d* (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante, ver figura 39.

Figura 39. Corte simple en zapata.



$$x = B/2 - b/2 - d$$

$$x = 2/2 - 0.35/2 - 0.41 = 0.42 \text{ m}$$

$$V_{act} = \text{área} * q_u = 2.0 * 0.42 * 43.51 = 36.54 \text{ Ton.}$$

$$V_r = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 0.85 * 0.53 * \sqrt{281} * 200 * 41$$

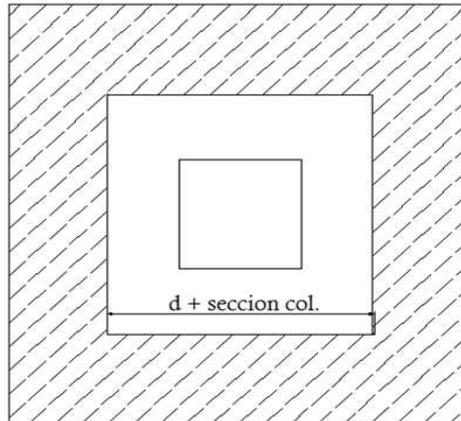
$$V_r = 61.92 \text{ ton}$$

$V_{act} < V_r$  si cumple; el peralte propuesto resiste al corte simple

### **Revisión de corte punzonante**

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a  $d/2$  del perímetro de la columna. Ver figura 40.

**Figura 40. Corte punzonante en zapata.**



La revisión que se realiza es

$$b_o = 4 * \text{perímetro de adentro} = 4 * (d + \text{sección de columna})$$

$$d + \text{sección de columna} = 41 + 35 = 76.0 \text{ cm}$$

$$b_o = 4 * 76.0 = 304.0 \text{ cm}$$

$$V_{act} = A * q_u = (2.0 * 2.0 - 0.76 * 0.76) * 43.51$$

$$V_{act} = 148.91 \text{ ton.}$$

$$V_r = \phi * 1.06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d = 0.85 * 1.06 * \sqrt{281} * 304 * 41$$

$$V_r = 188.25 \text{ ton.}$$

$V_{act} < V_r$  cumple; el peralte propuesto resiste el corte punzonante,

### ***Diseño del refuerzo***

El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos.

*Momento último:* Se define tomando la losa en voladizo con la fórmula:

$$Mu = \frac{qu * L^2}{2} = \frac{43.51 * (2.0/2 - 0.35/2)^2}{2} = 14.81 \text{ Ton-m}$$

Donde L es la distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata.

Área de acero: el área de acero se define por la ecuación:

$$As = (b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}}) * \frac{0.85 * f'c}{fy}$$

$$As = (200 * 41.00 - \sqrt{(200 * 41.00)^2 - \frac{14,810 * 200}{0.003825 * 281}}) * \left(\frac{0.85 * 281}{2,810}\right)$$

$$As = 14.48 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = \frac{14.1}{fy} * b * d = \frac{14.1}{2,810} * 200 * 41.00 = 41.15 \text{ cm}^2$$

Dado a que  $As < As_{\min}$ , se usará  $As_{\min}$ .

Por ser una masa de concreto grande se colocará el acero por temperatura en la cama superior.

Espaciamiento entre varillas.

Usando varilla No. 6

$$41.15 \text{ cm}^2 \longrightarrow 200 \text{ cm}$$

$$2.85 \text{ cm}^2 \longrightarrow S$$

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

### ***Cama Superior***

Acero por Temperatura

$$A_{st}=0.002*b*t$$

$$A_{st}=0.002*200*50 = 20 \text{ cm}^2$$

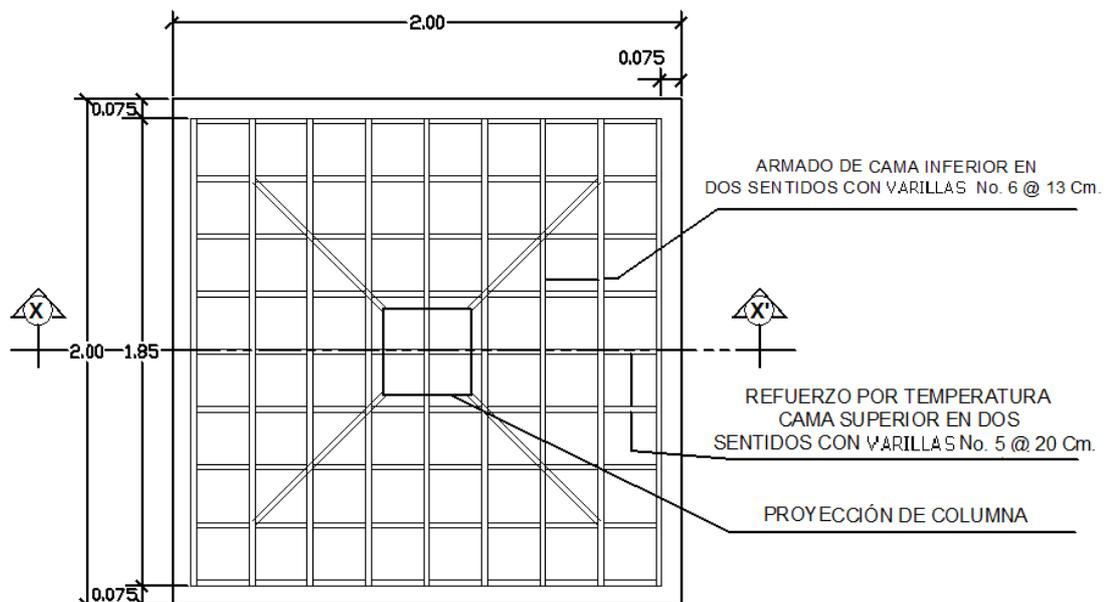
Usando varilla No. 5

$$\begin{array}{l} 20.00 \text{ cm}^2 \longrightarrow 200 \text{ cm} \\ 2.00 \text{ cm}^2 \longrightarrow S \end{array}$$

$$S = 20 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el armado de la zapata será var. No. 6 @ 13 cm en ambos sentidos en cama inferior, en la cama superior var. No. 5 @ 20 cm en ambos sentidos. Ver figura 41.

**Figura 41. Detalle de zapata.**



### **2.1.6 Instalaciones eléctricas**

La iluminación se distribuyó en dos circuitos en el primer nivel y uno en el segundo, cada circuito tendrá un máximo de diez unidades (lámparas 2x40 tipo industrial). Las instalaciones de fuerza cuenta con dos circuitos en el primer nivel y dos en el segundo nivel, con un máximo de ocho unidades por circuito.

### **2.1.7 Instalaciones hidráulicas y sanitarias**

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  $\varnothing$   $\frac{3}{4}$ ", y los abastos por medio de tubería PVC  $\varnothing$   $\frac{1}{2}$ ".

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

### **2.1.8 Planos constructivos**

Para este proyecto se elaboró un juego de planos divididos en tres fases: arquitectura, estructuras e instalaciones

Los planos son:

- Plano de localización
- Planta de entorno inmediato
- Planta arquitectónica y elevaciones
- Planta acotada y cortes
- Planta de acabados
- Planta de cimentación y columnas

- Planta de losas y vigas
- Armado de vigas y secciones
- Detalles de gradas y muros
- Planta de instalación hidráulica
- Planta de drenajes
- Planta de iluminación y fuerza

## **2.1.9 Presupuesto**

### **2.1.9.1 Materiales**

Los precios de los materiales para la elaboración del presupuesto se obtuvieron, mediante cotizaciones en centros de distribución de la región.

### **2.1.9.2 Mano de obra**

Los salarios de mano de obra calificada y no calificada, se asignaron de acuerdo a los que la municipalidad maneja para casos similares.

### **2.1.9.3 Costo total del proyecto**

El presupuesto se realizó a base de precios unitarios, a éste se le aplicó un factor de indirectos del 20%. Ver tabla VIII:

**Tabla VIII. Presupuesto mercado municipal.**

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA E.P.S. EPESISTA: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA UBICACIÓN: CASCO URBANO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL, CASCO URBANO <b>PRESUPUESTO</b>					
No.	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>Q6,900.00</b>
	Limpieza y nivelación	m2	300	Q8.00	Q2,400.00
	Trazo y estaqueado	m2	300	Q15.00	Q4,500.00
<b>2</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				<b>Q87,702.28</b>
	Zapata tipo Z-1	unidad	20	Q2,806.67	Q56,133.40
	Cimiento corrido tipo C.C.	ml	138	Q228.76	Q31,568.88
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>Q280,948.54</b>
	<b>COLUMNAS</b>				<b>Q139,712.44</b>
	Columna tipo A	ml	62	Q731.23	Q45,336.26
	Columna tipo A'	ml	62	Q572.05	Q35,467.10
	Columna tipo B	ml	330	Q140.47	Q46,355.10
	Columna tipo C	ml	111	Q102.08	Q11,330.88
	Columna tipo D	ml	54	Q22.65	Q1,223.10
	<b>VIGAS</b>				<b>Q141,236.10</b>
	Vigas segundo nivel	ml	138	Q434.56	Q59,969.28
	Vigas primer nivel	ml	138	Q588.89	Q81,266.82
<b>4</b>	<b>MUROS</b>				<b>Q90,461.88</b>
	Muro de 0.15 x 0.20 x 0.40 m.	m2	264	Q159.06	Q41,991.84
	Muro de 0.10 x 0.20 x 0.40 m.	m2	12	Q81.13	Q973.56
	<b>SOLERAS</b>				<b>Q47,496.48</b>
	Solera hidrófuga 0.15 x 0.20 m.	ml	146	Q149.36	Q21,806.56
	Solera intermedia 0.15 x 0.20 m.	ml	86	Q149.36	Q12,844.96
	Solera de corona 0.15 x 0.20 m.	ml	86	Q149.36	Q12,844.96
<b>5</b>	<b>LOSAS</b>				<b>Q592,815.00</b>
	Losa tradicional primer nivel	m2	324	Q860.00	Q278,640.00
	Losa tradicional segundo nivel	m2	355	Q885.00	Q314,175.00
<b>6</b>	<b>GRADAS</b>				<b>Q12,000.00</b>
	Módulo de Gradadas	global	1	Q12,000.00	Q12,000.00
<b>7</b>	<b>ACABADOS</b>				<b>Q86,399.60</b>
	<b>ACABADOS DE PISO</b>				<b>Q41,519.60</b>
	Piso de concreto	m2	600	Q30.34	Q18,204.00
	Piso cerámico	m2	140	Q166.54	Q23,315.60
	<b>ACABADOS DE MUROS</b>				<b>Q44,880.00</b>
	Repello	m2	528	Q47.00	Q24,816.00
	Cernido vertical	m2	528	Q38.00	Q20,064.00
<b>8</b>	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>				<b>Q11,944.88</b>
	Agua Potable	global	1	Q11,944.88	Q11,944.88
<b>9</b>	<b>SISTEMA DE DRENAJE Y AGUA PLUVIAL</b>				<b>Q8,526.52</b>
	Drenaje sanitario y drenaje pluvial	global	1	Q8,526.52	Q8,526.52
<b>10</b>	<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>				<b>Q12,778.56</b>
	Sistema de Iluminación y Fuerza	global	1	Q12,778.56	Q12,778.56
<b>11</b>	<b>PUERTAS Y VENTANAS</b>				<b>Q12,036.00</b>
	Puertas y ventanas	global	1	Q12,036.00	Q12,036.00
<b>12</b>	<b>ARTEFACTOS SANITARIOS</b>				<b>Q3,977.82</b>
	Lavamanos	unidad	2	Q385.56	Q771.12
	Mingitorios	unidad	1	Q1,077.00	Q1,077.00
	Inodoro	unidad	3	Q709.90	Q2,129.70
<b>13</b>	<b>OTROS</b>				<b>Q24,480.00</b>
	Barandas	ml	60	Q408.00	Q24,480.00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q1,230,971.08</b>
<b>INDIRECTOS 20%</b>					<b>Q246,194.22</b>
<b>IVA 12%</b>					<b>Q177,259.84</b>
<b>TOTAL</b>					<b>Q1,654,425.13</b>

#### **2.1.9.4 Costo por metro cuadrado**

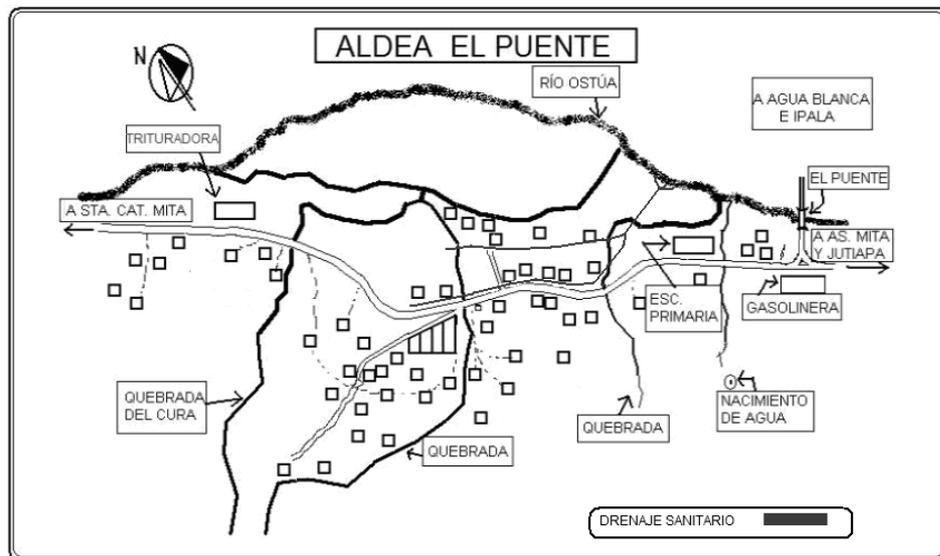
El costo por metro cuadrado para este proyecto es de Q. 2,757.38/m<sup>2</sup>.

## 2.2 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea El Puente, Santa Catarina Mita, Jutiapa

### 2.2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en el diseño de sistema de alcantarillado sanitario para una población de 195 habitantes actualmente y 470 habitantes a futuro. Éste drenaje sanitario, será un complemento al drenaje actual existente, se construirá de P.V.C. de 6" de diámetro, con una longitud aproximada de 800 metros lineales, ubicándose al final de dicho drenaje una planta de tratamiento primario, previo al desfogue hacia el río Ostúa. En toda la longitud del drenaje se realizarán 17 pozos de visita de ladrillo tayuyo, con una altura aproximada de 2.50 metros, algunos de ellos con disipadores de energía.

Figura 42. Ubicación del drenaje.



Fuente: OMP. Municipalidad de Santa Catarina Mita, Jutiapa y censo realizado con el comité de la aldea.

## **2.2.2 Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red dentro de las calles, pozos de visita, y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia.

La topografía se divide en dos ramas:

### **2.2.1.1 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.

Para el levantamiento planimétrico, se aplicó el método de conservación del azimut; el equipo utilizado fue: un teodolito marca KERN SWISS modelo k1-m, con una precisión de 6 segundos, un estadal, plomada y cinta métrica.

### **2.2.1.2 Altimetría**

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción; para este caso se aplicó el método taquimétrico, y el equipo utilizado fue: un teodolito marca KERN SWISS modelo k1-m, con una precisión de 6 segundos, un estadal, plomada y cinta métrica.

### **2.2.3 Descripción del sistema a utilizar**

De acuerdo con su finalidad, existen tres tipos de alcantarillado; la selección o adopción de cada uno, dependerá de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizá el más importante es el económico, dado al lugar donde se quiere construir. Estos sistemas son:

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

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

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

### **2.2.4 Partes de un alcantarillado**

#### **2.2.4.1 Colector**

Es el conducto principal. Se ubica generalmente en el centro de las calles. Transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta su disposición final, ya sea hacia una planta de tratamiento, o a un cuerpo receptor. Generalmente son secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño, de PVC o concreto. El trayecto, comúnmente obligatorio, es subterráneo.

#### **2.2.4.2 Pozos de visita**

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleadas como medio de inspección y limpieza.

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

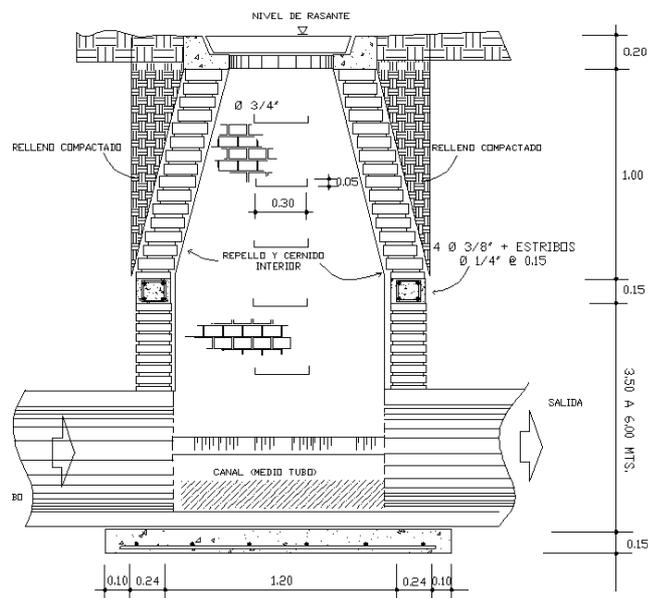
- En cambio de diámetro.
- En cambio de pendiente.
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”.
- En las intersecciones de tuberías colectoras.
- En los extremos superiores de ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24”.
-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

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

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

Hay que hacer notar que el pozo de visita tiene un fondo plano, sólo en los casos en que todos los tramos arranquen de él, y que cuando el pozo sea usado a la vez para tuberías que pasan a través y otras de arranque, la diferencia de cotas invert entre el tubo de arranque y el que pasa, tiene que ser como mínimo el diámetro de la tubería mayor.

**Figura 43. Pozo de visita.**



### 2.2.4.3 Conexiones domiciliarias

Son subestructuras que tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las viviendas o edificaciones, y conducir las al colector o alcantarillado central o a un punto de desagüe. Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, es recomendable dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse, para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. Consta de las siguientes partes:

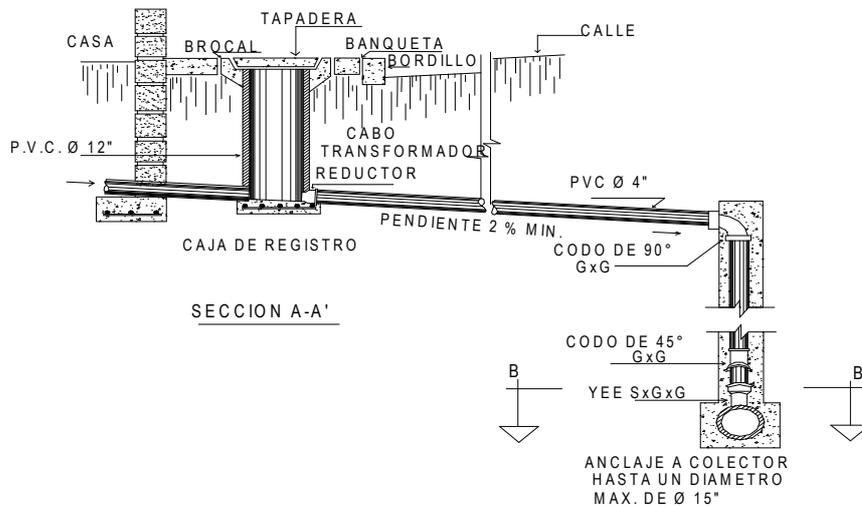
### 2.2.4.3.1 Caja o candela

Es una estructura que permite la recolección de las aguas provenientes del interior de las edificaciones. Pueden construirse de diferentes formas, tales como: un tubo de concreto vertical no menor de 12 pulgadas de diámetro o una caja de mampostería de lado no menor de 45 centímetros, impermeabilizado por dentro. Deben de tener una tapadera que permita inspeccionar y controlar el caudal; el fondo debe estar fundido y con un desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan ser transportada al colector, con altura mínima de la candela de 1.00 metro.

### 2.2.4.3.2 Tubería secundaria

Es la tubería que permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Deberá utilizarse tubo PVC de 4" o tubo de concreto de 6", con pendiente mínima de 2%, considerando las profundidades de instalación.

Figura 44. Conexión domiciliar.



### **2.2.5 Período de diseño**

El período de diseño de un sistema de alcantarillado, es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable, pudiendo proyectarlo para realizar su función en un período de 20 a 40 años, a partir de la fecha que se realice el diseño, y tomando en cuenta las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales, lo cual se puede determinar por normas del INFOM.

Aunque generalmente, el período de diseño es un criterio que se adopta, según sea la conveniencia del proyecto, se da un margen de 1 año adicional por motivo de gestión, para obtener el financiamiento e iniciar la construcción del mismo.

Por lo tanto, el período de diseño que se adoptó para este proyecto es de 25 años.

### **2.2.6 Población futura**

El diseño de una red de alcantarillado sanitario, se debe adecuar a un funcionamiento eficaz, durante un período de diseño, realizando una proyección de la población futura que determina el aporte de caudales al sistema al final del período de diseño. Es por ello que se utilizó el método geométrico, para cálculo de población futura, se aplica la siguiente fórmula:

$$P_f = P_o * (1 + r)^n$$

**Donde:**

$P_f$  = Población buscada

$P_o$  = Población del último censo

$r$  = Tasa de crecimiento

$n$  = Diferencia en años

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

$P_o = 195$  habitantes

$n = 25$  años

$r$  = la población del 2,005 era de 178 hab, la actual del 2,008 de 195 hab. (censo realizado por el E.P.S), con la fórmula para tasa de crecimiento poblacional geométrico:

$$r = \left( \frac{N^f}{N^i} \right)^{\frac{1}{k}} - 1 \quad \Longrightarrow \quad r = \left( \frac{195}{178} \right)^{\frac{1}{3}} - 1 = 0.0309$$

Dado a que a más datos de población, más acertada es la tasa de crecimiento, se optó por usar la tasa de crecimiento que la municipalidad tiene, que es de 3.58%.

**Donde:**

$N^f$  = Población actual

$N^i$  = Población anterior

$r$  = Tasa de crecimiento

$k$  = Diferencia en años

Dado,

$$P_n = P_0 * (1 + r)^n = 195 * (1 + 0.0358)^{25} = 470 \text{ habitantes}$$

### **2.2.7 Determinación de caudales**

Para determinar el caudal de aguas negras del colector principal, se realizan diferentes cálculos de caudales, aplicando diferentes factores, como dotación, estimación de conexiones ilícitas, caudal domiciliario, caudal de infiltración, caudal comercial y principalmente las condiciones socioeconómicas de los pobladores del lugar, para determinar el factor de retorno del sistema.

#### **2.2.7.1 Población Tributaria**

En sistemas de alcantarillados sanitarios y combinados, la población que tributaría caudales al sistema, se calcula con los métodos de estimación de población futura generalmente empleados en Ingeniería Sanitaria. La población tributaria por casa se calcula con base al número de habitantes dividido entre el número total de casas a servir actualmente.

Habitantes por vivienda = número de habitantes / número de viviendas

Habitantes por vivienda =  $195/54 = 3.6$  aprox. = 4.

#### **2.2.7.2 Dotación**

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

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

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

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

Para el diseño de este proyecto, se tomó una dotación de 100 L/hab./día que es lo que tiene la aldea asignado para su consumo, por la municipalidad.

### **2.2.7.3 Factor de retorno**

En las viviendas el agua tiene diferentes usos. Todos esos usos han sido cuantificados por diferentes instituciones, como la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Sanitarios y Ambientales y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, las cuales han establecido datos en lo referente a factores de consumo de agua como: lavado de utensilios, baños, preparación de alimentos, lavado de ropa, bebidas, que se dirige directamente al sistema de alcantarillado.

Gracias a esto, se ha podido estimar que, del total de agua que se consume dentro de las viviendas, aproximadamente un 70 - 90 por ciento se

descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar. En el presente proyecto se utilizará un valor de 0.75.

## **2.2.7.4 Caudal sanitario**

### **2.2.7.4.1 Caudal domiciliar**

Es la cantidad de agua que se desecha de las viviendas, por consumo interno, hacia el colector principal, está relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar.

El caudal domiciliar está afectado por el factor de retorno de 0.75 para el presente proyecto, el caudal total se integra de la siguiente manera:

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

#### **Donde:**

- Qdom = Caudal domiciliar
- Hab. = Número de habitantes futuras del tramo
- Dot. = Dotación (L/hab./día)
- F. R. = Factor de retorno
- 86,400 = Constante

Sustituyendo valores:

$$Q_{dom} = \frac{100 * 0.75 * 470}{86,400} = 0.41 \text{ l/s}$$

#### 2.2.7.4.2 Caudal comercial

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

$$Q_{com} = \frac{\text{Dotación} * \text{No. comercios}}{86,400}$$

**Donde:**

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

En la aldea existe un centro educativo, se tomó un caudal comercial de 1000 L/comercio/día.

$$Q_{com} = \frac{1000 \text{ L/comercio/día} * 1 \text{ comercio o escuela}}{86,400} = 0.0116 \text{ l/s}$$

#### 2.2.7.4.3 Caudal industrial

Es el agua proveniente del interior de todas las industrias existentes en el lugar, como procesadores de alimentos, fábrica de textiles, licoreras, etc. Si no se cuenta con el dato de la dotación de agua suministrada, se puede computar dependiendo del tipo de industria, entre 1,000 y 18,000 L/industria/día. Dado a que la aldea carece de ellos, no se contempla caudal industrial alguno.

#### 2.2.7.4.4 Caudal por conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Se calcula como un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos y patios, y de su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia.

$$Q_{cilicitas} = \frac{CIA}{360} = Ci * \left( \frac{A * \%}{360} \right)$$

**Donde:**

- $Q_{cilicitas}$  = caudal por conexiones ilícitas ( $m^3/s$ )
- C = coeficiente de escorrentía
- I = intensidad de lluvia (mm/hora)
- A = área que es factible conectar ilícitamente (hec.)

Claro está que para un área con un diferente factor de escorrentía, habrá un diferente caudal, el caudal de conexiones ilícitas puede ser calculado de otras formas, tales como estimando un porcentaje del caudal doméstico, como un porcentaje de la precipitación, etc.

En este caso se tomó como base el método dado por el INFOM, el cual especifica que se tomará el 10%, como mínimo, del caudal domiciliar. El valor utilizado para el diseño fue de 25%, quedando el caudal por conexiones ilícitas total integrada a la siguiente manera:

$$Q_{cilicitas} = 25\% * Q_{Dom} = 0.25 * 0.41 = 0.1025 \text{ l/s}$$

#### **2.2.7.4.5 Caudal de infiltración**

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual dependerá del nivel freático del agua, de la profundidad y tipo de la tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas y la calidad de mano de obra.

Para este estudio no se tomará en cuenta, ya que en el diseño se utilizará tubería de PVC, y este material no permite infiltración de agua.

#### **2.2.7.5 Caudal medio**

Es la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas e infiltración, descartando todo aquel caudal que no contribuya al sistema; se obtiene su valor de la siguiente ecuación:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{cilicitas} + Q_{inf}$$

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{cilicitas}$$

$$Q_{med} = 0.41 + 0.0116 + 0.1025 = 0.52 \text{ l/s.}$$

#### **2.2.7.6 Factor de caudal medio**

Una vez que se calcula el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio del área a drenar, que a su vez, al ser distribuido entre el número de habitantes, se obtiene un factor de caudal medio, el cual varía entre 0.002 y 0.005.

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{No.habitantes}$$

**Donde:**

$f_{qm}$  = factor de caudal medio

No. habitantes = número de habitantes

El valor del factor de caudal medio, es aceptable obtenerlo de las siguientes formas:

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

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{No.hab.} ; \quad 0.002 \leq f_{qm} \leq 0.005$$

b) Según Municipalidad de Guatemala:

$$f_{qm} = 0.003$$

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

$$f_{qm} = 0.0046$$

Dado,

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{No.habitantes} \implies f_{qm} = \frac{0.52}{470} = 0.0011$$

Para efectos de este proyecto se tomará un valor entero intermedio al intervalo ya mencionado, o bien el valor mínimo, ya que el valor real de  $f_{qm}$  es más pequeño que éste, por lo que se usará,  $f_{qm} = 0.002$ .

### **2.2.7.7 Factor de Harmond**

Conocido también como factor de flujo instantáneo, este factor es el que se encarga de regular un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico,

determinando la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio, o la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas, se estén usando simultáneamente. Estará siempre en función del número de habitantes localizados en el tramo de aporte y su cálculo se determina mediante la fórmula de Harmond:

$$FH = \left[ \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} \right]$$

Donde P es la población, expresada en miles.

El factor de Harmond es adimensional y se encuentra entre el rango de valores de 1.5 a 4.5.

Dado,

$$FH = \left[ \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} \right] = \left[ \frac{18 + \sqrt{470/1000}}{4 + \sqrt{470/1000}} \right] = 4.00$$

#### **2.2.7.8 Caudal de diseño**

Es el que se determina para establecer qué cantidad de caudal puede transportar el sistema, en cualquier punto de la red, siendo éste el que establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillo.

Debe calcularse para cada tramo del sistema, calculado con la ecuación:

$$Q_{\text{DISEÑO}} = f_{qm} * FH * \text{No.habitantes}$$

**Donde:**

$Q_{\text{DISEÑO}}$	= Caudal de diseño (l/s.)
fqm	= Factor de caudal medio
FH	= Factor de Harmond
No. Habitantes	= Número de habitantes contribuyentes a la tubería

Dado,

$$Q_{\text{DISEÑO}} = \text{fqm} * \text{FH} * \text{No.habitantes} = 0.002 * 4.00 * 470 = 3.76 \text{ l/s}$$

## **2.2.8 Fundamentos hidráulicos**

El principio básico para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, es transportar las aguas negras por la tubería como si fuese un canal abierto, funcionando por gravedad, cuyo flujo está determinado por la rugosidad del material y por la pendiente del canal.

Particularmente para sistemas de alcantarillado sanitarios, se emplean canales circulares cerrados, para no provocar ninguna molestia se construyen subterráneos, estando la superficie del agua afectada solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición, que dichos caudales transportan.

### **2.2.8.1 Ecuación de Manning para flujo de canales**

Para encontrar valores que determinen la velocidad y caudal que se conducen en un canal, desde hace años se han propuesto fórmulas

experimentales, en las cuales se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas en el conducto. Se encontraron fórmulas según las cuales existía un coeficiente C, el cual era tomado como una constante, pero se comprobó que es una variable que dependía de la rugosidad del material usado, de la velocidad y del radio medio hidráulico y por lo tanto no se definía con exactitud la ley de la fricción de los fluidos.

Por consiguiente, se buscaron diferentes formas para calcular la velocidad en el conducto, donde se reduzcan las variaciones del coeficiente C, que dependa directamente de la rugosidad del material de transporte, y sea independiente del radio hidráulico y la pendiente.

Como una fórmula ideal de conseguir tales condiciones, fue presentada al Instituto de Ingenieros Civiles de Irlanda, en 1,890, un procedimiento llamado fórmula de Manning, cuyo uso es bastante extenso por llenar condiciones factibles de trabajo en el cálculo de velocidades para flujo en canales:

$$V = \frac{R^{2/3} * \sqrt{S}}{n} ; \text{ y para conductos circulares:}$$

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

**Donde:**

V = Velocidad m/s

R = Radio hidráulico, en metros

S = Pendiente del canal

n = Coeficiente de rugosidad, propiedad del canal

D = Diámetro en pulgadas

### 2.2.8.2 Relaciones de diámetro y caudales

Las relaciones de diámetros y caudales que se deben tomar en cuenta en el diseño de la red de alcantarillado sanitario son: la relación  $d/D$  debe de 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, tomando en cuenta que estas relaciones se aplicarán solo para sistemas de alcantarillado sanitario. Esto es:

$$\text{Relación de diámetro: } 0.1 \leq \frac{d}{D} \leq 0.75$$

$$\text{Relación de caudal: } q_{\text{dis}} < Q_{\text{sec llena}}$$

### 2.2.8.3 Relaciones hidráulicas

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

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación  $(q/Q)$ , dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se aproxima al valor más próximo. En la columna de la izquierda se ubica la relación  $(v/V)$ , con este valor se multiplica por el obtenido por la velocidad a sección llena y se logra saber así la velocidad a sección parcial. Sucesivamente se obtiene los demás valores por chequeo.

## 2.2.9 Parámetros de diseño hidráulico

### 2.2.9.1 Coeficiente de rugosidad

La fabricación de tuberías para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, cada vez es realizada por más y más empresas, teniendo que realizar pruebas actualmente que determinen un factor para establecer cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería. Manejando parámetros de rugosidad para diferentes materiales y diámetros, ya estipulados por instituciones que regula la construcción de alcantarillados sanitarios y entre ellos se puede mencionar:

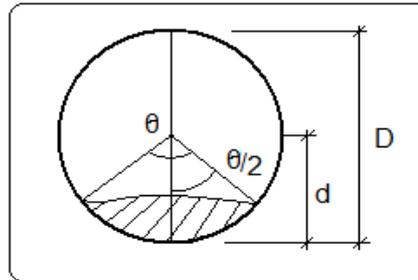
Tabla IX. Factores de rugosidad.

MATERIAL	FACTOR DE RUGOSIDAD
Superficie de mortero de cemento	0,011-0,013
Mampostería	0,017-0,030
Tubo de concreto diámetro menor de 24"	0,011-0,016
Tubo de concreto diámetro mayor de 24"	0,013-0,018
Tubo de asbesto cemento	0,009-0,011
Tubería de PVC	0,006-0,011
Tubería de hierro galvanizado	0,013-0,015

### 2.2.9.2 Sección llena y parcialmente llena

El principio fundamental de un sistema de alcantarillado sanitario como se ha mencionado con anterioridad, es que funcionan como canales abiertos (sección parcial) y nunca funcionan a sección llena. En consecuencia el caudal de diseño jamás será mayor que el caudal a sección llena.

Figura 45. Relación de diámetros.



El caudal que transportará el tubo a sección llena, se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = A * V$$

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

**Donde:**

Q = Caudal a sección llena (m/s)

A = Área de la tubería (m<sup>2</sup>)

V = Velocidad a sección llena (m/s)

$\pi$  = Constante Pi

D = Diámetro del tubo en metros

### 2.2.9.2 Velocidades máximas y mínimas

Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal y según las normas ASTM 3034, establecen el rango de velocidades permisibles siguientes, para diseño de drenaje sanitario.

*Tubería de Concreto:*

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

*Tubería de PVC:*

- Velocidad máxima con el caudal de diseño, 4.00m/s.
- Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0.40m/s.

#### **2.2.9.4 Diámetro del colector**

El diámetro de la tubería es una de las partes a calcular, se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Las Normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal INFOM, indican que el diámetro mínimo a colocar para sistemas sanitarios será de 8" en el caso de tubería de concreto y de 6" para tubería de PVC.

Para conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6" para tubería de concreto y 4" para tubería de PVC, formando ángulo de 45° en el sentido de la corriente del colector principal.

#### **2.2.9.5 Profundidad del colector**

La profundidad de la línea principal o colector se dará en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico. Así mismo, se debe tomar en cuenta que se debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo, de accidentes fortuitos.

### **2.2.9.5.1 Profundidad mínima del colector**

Como se vió anteriormente, la profundidad mínima de los colectores dependen de los aspectos ya mencionados, además se debe considerar el tipo de tránsito, ya sea liviano o pesado, al cual se podría someter dicho colector. A continuación, algunas profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior extrema de la tubería, en cualquier punto de su extensión:

*Tubo de concreto:*

- Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 1.00 m
- Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 1.20 m

*Tubo de PVC:*

- Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 0.60 m
- Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 0.90 m

### **2.2.9.5.2 Ancho de la zanja**

Para alcanzar la profundidad donde se encuentra el colector, se deben hacer excavaciones, en la dirección que se determinó en la topografía de la red general; la profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y profundidad requerida por la tubería que se va a usar. Se presenta a continuación una tabla que muestra anchos de zanjas aconsejables, en función del diámetro y de las alturas a excavar.

Tabla X. Anchos de zanja, según profundidad del colector.

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanja		
	Para profundidades hasta 2.00 m	Para profundidades de 2.00 a 4.00 m	Para profundidades de 4.00 a 6.00 m
4	0.50	0.60	0.70
6	0.55	0.65	0.75
8	0.60	0.70	0.80
10	0.70	0.80	0.80
12	0.80	0.80	0.80
15	0.90	0.90	0.90
18	1.00	1.00	1.10
24	1.10	1.10	1.35

### 2.2.9.5.3 Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar y la longitud entre pozos, siendo sus dimensionales  $m^3$ .

$$V = \left( \frac{\{H1 + H2\}}{2} * d * Z \right)$$

**Donde:**

- V = Volumen de excavación ( $m^3$ )
- H1 = Profundidad del primer pozo (m)
- H2 = Profundidad del segundo pozo (m)
- d = Distancia entre pozos (m)
- Z = Ancho de la zanja (m)

#### 2.2.9.5.4 Cotas invert

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

$$CT_f = CT_i - (D.H * S_{terreno}\%)$$

$$S_{terreno}\% = \frac{CT_i - CT_f}{D.H} * 100$$

$$CII = CT_i - (H_{trafic} + E_{tubo} + \phi)$$

$$CII = CIF - 0.03cm$$

$$CIF = CII - D.H * S_{tubo}\%$$

$$H_{pozo} = CT_i - CII + 0.15$$

$$H_{pozo} = CT_f - CIF + 0.15$$

#### Donde:

CT<sub>f</sub> = Cota del terreno final

CT<sub>i</sub> = Cota de terreno inicial

D.H = Distancia horizontal

S% = Pendiente

CII = Cota Invert de inicio

CIF = Cota Invert de final

H<sub>trafic</sub> = Profundidad mínima, de acuerdo al tráfico del sector

E<sub>tubo</sub> = Espesor de la tubería

Φ = Diámetro interior de la tubería

H<sub>pozo</sub> = Altura del pozo

### 2.2.10 Ubicación de los pozos de visita

Ya que se tiene delimitado y determinado donde se ubicará el alcantarillado, se tomará en cuenta colocar pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

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

### 2.2.11 Profundidad de los pozos de visita

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

$$H_{P.V} = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota invert de salida del tramo} - 0.15 \text{ de base}$$

Al realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para determinar las alturas de los pozos de visita, si hubiera inconvenientes se deben tomar en cuenta las consideraciones que a continuación se mencionan:

- Cuando a un pozo de visita, entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo 3 cm debajo de la cota invert de entrada.

$$\phi_A = \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - 0.03$$

- Cuando a un pozo de visita, entre una tubería de diámetro y salga otro de diferente diámetro, la cota invert de salida estará situada como mínimo a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada.

$$\phi_A > \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada}} - ((\phi_B > \phi_A) * 0.0254)$$

- Cuando en un pozo de visita, la tubería de salida es del mismo diámetro que las que ingresen a él, la cota invert de salida estará 3cm debajo de la cota más baja que entre y se tomará el valor menor de los dos resultados.

$$\phi_A = \phi_B = \phi_C$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - 0.03$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - 0.03$$

- Cuando en un pozo de visita, la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresen en él, la cota Invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor, presentando diferentes casos.

1. Ingresa más de una tubería de igual diámetro y sale una de diferente diámetro: la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se toma el valor menor.

$$\phi_A = \phi_B \quad \phi_C > \phi_A; \quad \phi_C > \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\phi_C - \phi_A) * 0.0254)$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - ((\phi_C - \phi_B) * 0.0254)$$

2. Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro y sale una de diámetro distinto: la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se tomará el valor menor.

$$\phi_A \neq \phi_B \quad \phi_C > \phi_A; \quad \phi_C > \phi_B$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\phi_C - \phi_A) * 0.0254)$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - ((\phi_C - \phi_B) * 0.0254)$$

3. Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro, siendo una de ellas del diámetro de la tubería de salida: la cota invert de salida será, para cada una de ellas, la diferencia de los diámetros, y la otra tendrá como mínimo 3 cm. Se tomará el valor menor

$$\phi_C = \phi_B \quad \phi_A \neq \phi_B; \quad \phi_C > \phi_A$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "B"}} - 0.03$$

$$C_{\text{Invert de salida}} = C_{\text{Invert de entrada "A"}} - ((\phi_C - \phi_A) * 0.0254)$$

4. Cuando solo una tubería de las que sale es de seguimiento, las demás que salga del pozo de visita deberá ser iniciales.

- La cota invert de salida de la tubería inicial deberá estar como mínimo a la profundidad del tránsito liviano o pesado, según se considere oportuno.
- La cota invert de salida de la tubería de seguimiento deberá cumplir con las especificaciones anteriormente descritas.

### **2.2.12 Características de las conexiones domiciliarias**

La tubería para éstas conexiones es de 4 pulgadas de si es PVC, o de 6" si es de concreto, con una pendiente que varía del 2% al 6%, que saldrán de la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a esta en un ángulo de 45 grados a favor de la corriente del caudal interno del colector, es decir con las características que ya se han planteado anteriormente.

Las cajas domiciliarias generalmente se construyen con tubería de concreto de diámetro mínimo de 12 pulgadas, o de mampostería de lado menor de 45 centímetros, ambos a una altura mínima de 1 m del nivel del suelo.

Por lo tanto en este proyecto se utilizará tubo PVC de 4", NORMA ASTM 3034, para la silleta Y o T, 6" x 4", para la candela se utilizó un tubo de concreto de 12" de diámetro.

### **2.2.13 Diseño hidráulico**

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se elabora de acuerdo a las normas ASTM 3034 y las normas que establece el Instituto de Fomento Municipal – INFOM -. En este proyecto se beneficiará el 100% 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 bases generales de diseño son:

**Tabla XI. Datos de diseño.**

<b>Datos Generales</b>	
Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	25 años
Viviendas actuales	54 viviendas
Viviendas futuras	130 viviendas
Densidad de habitantes	4 habitantes/vivienda
Población actual	195 habitantes
Tasa de crecimiento	3.58 %
Población futura	470 habitantes
Dotación	100 L/hab./día.
Factor de retorno	0.75
Velocidad de diseño	0.40 < V ≤ 4 m/s. (Tubería P.V.C.)
Forma de evacuación	Por gravedad
<b>Colector Principal</b>	
Tipo y diámetro de tubería	P.V.C. de 6"
Pendiente	Según diseño
<b>Conexión domiciliar</b>	
Tipo y diámetro de tubería	P.V.C. de 4"
Pendiente	2%
Candela	12" de diámetro
<b>Pozo de visita</b>	
Altura promedio	2.15 metros
Diámetro superior mínimo	0.60 metros
Diámetro inferior mínimo	1.20 metros
Material	Ladrillo Tayuyo

### 2.2.14 Ejemplo de diseño de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PVS-2 y PVS-3; los datos necesarios para calcularlo son los siguientes:

- **Características**

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Tramo	De PVS-2 a PVS-3
Distancia	100.00 m
Número de casas del tramo: 2	Casas acumuladas: 29
Densidad de vivienda:	3.6 = 4 hab./vivienda
Total de habitantes a servir:	actuales: 104      Futuros: 252

- **Cotas del terreno**

Inicial: 655.838 m.

Final: 656.476 m.

- **Pendiente del terreno**

$$P = \frac{(CT_{Inicial} - CT_{Final})}{Distancia} * 100$$
$$P = \frac{(655.838 - 656.476)}{100} * 100 = -0.638\%$$

- **Caudal medio**

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{C.I} + Q_{inf.}$$

$$Q_{dom} = No.Hab. * Dotación * F.R. / 86400$$

$$Q_{dom} = 252 * 100 * 0.75 / 86400 = 0.22 \text{ l/s}$$

$$Q_{C.I} = 25\% Q_{dom} = 0.25 * 0.26 = 0.055 \text{ l/s}$$

$$Q_{inf} = 0 \text{ (Tubería PVC)}$$

$$Q_{med} = 0.22 + 0.055 = 0.275 \text{ l/s}$$

- **Factor de caudal medio**  $f_{qm} = Q_{med} / No.Hab.$   
 $f_{qm} = 0.275 / 252 = 0.0011$

Para este proyecto se tomó el valor mínimo 0.002, como factor de caudal medio.

- **Factor de Harmond**  $FH = (18 + P^{1/2}) / (4 + P^{1/2})$  y  $P = 252 / 1000$   
 $FH = (18 + 0.252^{1/2}) / (4 + 0.252^{1/2})$   
 $FH = 4.11$
- **Caudal de diseño**  $Q_{dis} = No.Hab. * f_{qm} * F.H$   
 $Q_{dis} = 252 * 0.002 * 4.11$   
 $Q_{dis} = 2.0711 / s$
- **Diámetro de tubería** 6" (Tuvo PVC)
- **Pendiente de tubería** 0.50 %
- **Velocidad a sección llena**  $V = 0.03429 / n * (D)^{2/3} * S^{1/2}$   
 $V = 0.03429 / 0.010 * (6)^{2/3} * 0.005^{1/2}$   
 $V = 0.80 \text{ m/s}$
- **Caudal a sección llena**  $Q_{sec\ llena} = A * V$   
 $Q_{sec\ llena} = \pi / 4 * (6 * 0.0254)^2 * 0.80 * 1000l / m^3$   
 $Q_{sec\ llena} = 14.60 \text{ l/s}$
- **Relación de caudales**  $Q_{dis} / Q_{sec\ llena} = 2.07 / 14.60$

$$Q_{dis} / Q_{sec\ llena} = 0.142$$

Con la tabla de relaciones hidráulicas

- **Relación de velocidad**  $v/V = 0.7086$
- **Relación de tirante**  $d/D = 0.255$
- **Velocidad a sección parcial**  $v = V * v/V$   
 $v = 0.80 * 0.7086 = 0.57 \text{ m/s}$

- **Revisión de especificaciones hidráulicas:**

Para caudales	$Q_{dis} < Q_{sec\ llena}$	$2.07 \text{ l/s} < 14.60 \text{ l/s}$	<i>Cumple</i>
Para velocidad	$0.4 \leq v \leq 4.00 \text{ m/s}$	$0.4 \leq 0.57 \leq 4.00 \text{ m/s}$	<i>Cumple</i>
Para diámetros	$0.1 \leq d/D \leq 0.75$	$0.1 \leq 0.255 \leq 0.75$	<i>Cumple</i>

- **Distancia horizontal efectiva**

Diámetro de pozo: 1.20 m

Grosor de paredes: Ladrillo tayuyo 23\*12.5\*6.0

$DH_{efec} = \text{distancia entre pozos} - ((\emptyset 1 \text{ pvs1} + \text{grosor paredes pvs1})/2 + - (\emptyset 2 \text{ pvs2} + \text{grosor paredes pvs2})/2).$

$$DH_{efec} = 100.0 - ((1.20 + 0.46)/2 + (1.20 + 0.46)/2) = 98.34 \text{ m.}$$

- **Cota invert de salida del pozo 2 (C<sub>is</sub>)**

$$C_{is} = \text{cota invert entrada del pozo 2} - 0.03$$

$$C_{is} = 653.518 - 0.03 = 653.488$$

- **Cota invert de entrada al pozo 3 (C<sub>ie</sub>)**

$$C_{ie} = \text{cota invert de salida del pozo 2 (C}_{is}) - (0.5 \% * \text{distancia efectiva})$$

$$C_{ie} = 653.488 - (0.005 * 98.34) = 652.996$$

- **Profundidad del pozo 2**

Alt. Pvs2 = cota del terreno – cota invert de salida  
del pozo 2 + 0.15

$$\text{Alt. Pvs2} = 655.838 - 653.488 + 0.15 = 2.50$$

- **Profundidad del pozo 3**

Alt. Pvs3 = cota del terreno – cota invert de salida  
del pozo 3 + 0.15

$$\text{Alt. Pvs3} = 656.476 - 652.966 + 0.15 = 3.66$$

- **Volumen de excavación de zanja**

$$\text{Vol. Exc.} = \left[ \left( \frac{H1 + H2}{2} \right) * d * Z \right]$$

$$\text{Vol. Exc.} = \left[ \left( \frac{2.50 + 3.66}{2} \right) * 98.34 * 0.65 \right] = 196.88 \text{m}^3$$

Los datos y resultados del cálculo hidráulico para todos los ramales, se presentan en la tabla, diseño hidráulico, del apéndice.

### **2.2.15 Desfogue**

Los sistemas de alcantarillado sanitario deben tener el método de desfogue hacia un medio hídrico, luego de ser tratado lo que proviene del colector, respetando las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente, para lograr mitigar daños a la naturaleza.

Luego de realizar el estudio y diseño de este proyecto, se plantea la propuesta de un tratamiento primario de las aguas resultantes de dicho sistema, para proceder a su depuración o desfogue al medio ambiente, sin provocar daños significativos al descargarlo en el mismo.

### **2.2.15.1 Ubicación**

El desfogue de este sistema de alcantarillado sanitario se ubican en la parte sur-este de la aldea El Puente, cerca del río Ostúa, que dicho sea de paso, está contaminado por las aguas servidas del municipio de Santa Catarina Mita y lugares aledaños.

### **2.2.15.2 Propuesta de tratamiento**

El propósito del tratamiento de aguas negras, previo a su eliminación por dilución, consiste en separar los sólidos orgánicos e inorgánicos y mejorar la calidad de agua en el efluente, es por ello que de esto se desprende la necesidad de reducir la descarga de aguas negras en las corrientes naturales, y no afectar los límites de auto purificación de las aguas receptoras.

La autopurificación es el lineamiento principal para determinar los procesos de tratamiento, el grado de tratamiento dependerá de un lugar a otro, pero existen tres factores que determinan éste:

- Las características y la cantidad de sólidos acarreados por las aguas negras.
- Los objetivos que se propongan en el tratamiento.
- La capacidad o aptitud del terreno, cuando se dispongan las aguas para irrigación o superficialmente, o la capacidad del agua receptora, para verificar la auto purificación o dilución necesaria de los sólidos de las aguas negras, sin excederse a los objetivos propuestos.

En esta oportunidad se recomienda la construcción de una planta de tratamiento primario, ya que el objetivo de éstas unidades es la remoción de sólidos en suspensión, lo que se puede realizar por procesos físicos como la sedimentación (asentamiento), en los que se logra eliminar en un 40% a un 60% de sólidos, al agregar agentes químicos (coagulación y floculación) se eliminan entre un 80% a un 90% del total de los sólidos. Otro proceso es la filtración. Las unidades empleadas tratan de disminuir la velocidad de las aguas negras para que se sedimenten los sólidos, los dispositivos más utilizados son:

- Tanques sépticos o Fosas sépticas
- Tanques Imhoff
- Tanques de sedimentación simple con eliminación de los lodos
- Reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA).

Para un tratamiento adecuado previo a la disposición de las aguas negras, hay que tener en cuenta factores como: espacio disponible para las instalaciones, topografía del terreno, costo de la construcción y mantenimiento requerido, para seleccionar las unidades adecuadas a la población.

Para éste proyecto se propone la construcción de tanques sépticos o fosas sépticas, ya que el terreno disponible dentro de la aldea El Puente, presenta las condiciones adecuadas tales como: extensión y ubicación, y su relativo bajo costo.

### **2.2.15.2.1      Diseño de fosas sépticas**

Las fosas sépticas están diseñadas para retirar de las aguas servidas, los sólidos en suspensión orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico de la sedimentación. Las fosas sépticas están diseñadas para mantener el flujo de aguas negras a una velocidad muy baja y bajo condiciones anaeróbicas, por un período de 12 a 24 horas, llamado período de retención.

El proceso de sedimentación se logra cuando el líquido está en reposo o fluye a una velocidad relativamente baja, durante el tiempo suficiente, que permita que se depositen en el fondo la mayor parte de los sólidos sedimentables, que son principalmente sólidos orgánicos, logrando así su separación de la corriente de aguas servidas.

De los sólidos suspendidos que llegan a la fosa, se decanta la mayor parte de la materia sedimentable, la cual entra en un proceso de digestión anaeróbica con disolución, licuación y volatilización de la materia orgánica, previamente a su estabilización. Por esta razón es que la cantidad de lodo que se acumula en el estanque es pequeña, pero que con el tiempo constituye una cantidad que hace disminuir el volumen efectivo de la fosa y por consiguiente el período de retención.

- **Diseño**

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

Las fosas pueden ser de uno o doble compartimiento. Investigaciones realizadas en fosas con uno y con dos compartimientos, han demostrado que

las de dos compartimientos proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo que es beneficio para una mayor protección del sistema de absorción.

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

- El período de retención es como mínimo de 12 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 l/hab/año
- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional debe ser de 60 viviendas.

- **Nomenclatura y fórmulas**

$$T = V/Q \Rightarrow V=QT \quad \text{y} \quad Q = q*N$$

**Donde:**

T = Período de retención

Q = Caudal L/día

Q = Gasto de aguas negras L/hab/día

V = Volumen en litros

N = Número de personas servidas

q = Caudal domiciliar

- **Cálculo de volumen**

Para el cálculo del volumen se asume una altura (H), que es la altura útil, es decir, el fondo de la fosa al nivel de agua se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados, queda el volumen como:

$$V = A * L * H$$

**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.

Por ejemplo:

Si L/A es igual a 2, entonces  $L = 2A$ , al sustituir L en la fórmula se tiene:

$$V = 2 * A^2 * H \text{ de donde se obtiene el valor del ancho de la fosa}$$

- **Cálculo de las fosas para el proyecto:**

Período de retención	24 horas
Gasto	100 L/hab/día
Número de habitantes	240 habitantes (60 viviendas)
Lodos	40 L/hab/año
Relación largo / ancho	2/1
Período de limpieza	5 años

- **Volumen para el líquido**

*Cálculo del caudal*

$$Q = q \cdot N = 100 \text{ L/hab/día} \times 0.75 \times 240 \text{ hab.}$$

$$Q = 18,000 \text{ L/día}$$

$$Q = 18.00 \text{ m}^3/\text{día}$$

*Volumen*

$$V = QT = 18,000 \text{ L/día} \times 24 \text{ horas (período de retención)} \times 1 \text{ día}/24 \text{ horas}$$

$$V = 18,000 \text{ litros}$$

$$V = 18.00 \text{ m}^3$$

- **Volumen de lodos**

$$V = N \text{ gasto de lodos}$$

$$V = 240 \text{ hab} \times 40 \text{ l/hab/año}$$

$$V = 9,600 \text{ l/año}$$

$$V = 9.60 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$V = 9.60 \text{ m}^3/\text{año} \times 5 \text{ años (período de limpieza)}$$

$$V = 48 \text{ m}^3 \text{ (para período de limpieza de 5 años)}$$

$$\text{Volumen total} = 18.00 \text{ m}^3 + 48.00 \text{ m}^3 = 66.00 \text{ m}^3$$

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

Como  $L/A = 2$  entonces  $L = 2A$  al sustituir  $L$  en la ecuación de  $V$ ,

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

Se asume  $H = 1.90$

$$A^2 = V/2H$$

$$A^2 = 66.00 \text{ m}^3 / (2 \cdot 1.90 \text{ m}) = 17.37 \text{ m}^2$$

$$A = 4.18 \text{ m} = 4.20 \text{ m.}$$

$$\text{Como } L = 2A = 2(4.18) = 8.40 \text{ m}$$

Entonces las dimensiones de la fosa séptica serán:

$$\text{Ancho} = 4.20 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 8.40 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad} = 1.90 \text{ m}$$

- **Pozos de absorción**

Para éste proyecto se tomó la decisión de no construir pozos de absorción, ya que el cuerpo receptor es una quebrada, que dependiendo el clima alcanza a llenarse de agua del río que pasa paralelo a dicha quebrada, pero como este río ya viene contaminado por aguas residuales de todo el municipio, se consideró suficiente sólo la remoción de los cuerpos en suspensión.

### **2.2.15.3 Administración, operación y mantenimiento**

Para éste sistema de alcantarillado, es necesario formar un comité en la aldea, encargado de administrar correctamente las actividades de administración, operación y mantenimiento del mismo, para poder así disminuir los costos de estas actividades. Este comité deberá ser electo anualmente al igual que el COCODE o como la población lo decida, para así involucrar a toda la población en esta diligencia.

A medida que se produce el desgaste del sistema de alcantarillado sanitario, el riesgo de deterioro, obstrucción y derrumbes se convierte en una consideración muy importante. Por tal razón las municipalidades del país, están

haciendo esfuerzos para mejorar de antemano el nivel de desempeño de sus sistemas de alcantarillado. La limpieza y la inspección de los colectores de agua residual como también el de la fosa séptica, son fundamentales para el mantenimiento y funcionamiento correcto del sistema, y además extienden la inversión de la comunidad en su infraestructura de alcantarillado.

Como plan de administración, operación y mantenimiento, es necesario atender a lo siguiente:

- Divulgar los informes detallados de cada supervisión del sistema de alcantarillado por el comité encargado de su administración, para conocimiento público y del COCODE de la aldea.
- Hacer un recorrido periódico a los pozos de visita, para observar que el sistema esté funcionando adecuadamente.
- Limpiar periódicamente los pozos de visita, de cualquier elemento fuera de lo normal, que pueda impedir el buen funcionamiento del mismo.
- Verificar que el flujo de agua servida que entre a un pozo, se esté conduciendo con normalidad.
- Verificar que la tubería que entre a un pozo no esté quebrada, pues podría ocasionar erosión en los alrededores de la mismo.
- Reparar cualquier daño que se observe en los pozos de visita y prestar la atención debida a las tapaderas, pues se puede colar material ajeno al de aguas servidas y ocasionar taponamiento en el sistema.

- Concientizar a la población, de no conectar tuberías de agua pluvial a su conexión domiciliar, pues podría sobrecargar el sistema y por consiguiente hacer fallar el mismo.
- Cuidar que en época de invierno, las tapaderas de los pozos de visita estén debidamente puestas en los mismos, para evitar que la escorrentía de la calle, se cuele al sistema de alcantarillado sanitario.
- Cuidar que las candelas domiciliarias estén en buen estado en todos sus elementos, para evitar taponamientos por objetos ajenos al agua residual.
- Localizar el lugar donde se encuentra la fosa séptica, la que podrá realizarse por medio de los planos de construcción.
- Una vez identificado el lugar, se procederá a excavar (preferiblemente por medio de un pala, evitando el uso de piochas, que puede dañar la cubierta de la fosa), tomando en cuenta que estos dispositivos hidráulicos suelen encontrarse a poca profundidad del nivel del suelo. Resulta innecesario descubrir toda la superficie de la fosa, por lo que se deberá hacer en lugares donde se localizan las tapas de registro.
- Descubiertas las tapas de registro, se pueden golpear suave pero firmemente en los bordes con el cabo de la pala, a fin de que se aflojen; así podrán levantarse más fácilmente. Primero se levanta la que se encuentra sobre el deflector de salida, cuidando a la vez de no aspirar los gases que puedan emanar de las fosas, ya que pueden ser tóxicos.

- Levantadas las tapas de registro, es conveniente dejar que la fosa séptica se ventile previamente durante unos cinco minutos, a fin de que escapen los gases tóxicos e inflamables que se generan en su interior, que puedan ser peligrosos.
  
- Si se cuenta con equipos especiales como bomba de succión y camión cisterna, se introduce la manguera de la bomba en la superficie en donde están las natas, con el fin de ir las extrayendo y depositándolas en la cisterna.
  
- Si no se cuenta con el equipo mencionado, el contenido de la fosa puede extraerse por medio de cubetas provistas de mangos largos. Al llegar a los lodos, deberá recordarse que se ha de dejar un pequeño residuo de éstos, para propósito de inoculación de bacterias.
  
- Las fosas sépticas NO deben lavarse ni desinfectarse después de su limpieza.
  
- Una vez vaciada la fosa séptica, deberán colocarse nuevamente las tapas de registro, cuidando de que queden bien aisladas, para evitar posibles fugas de olores o gases. Se procederá entonces a rellenar las tapas, y de ser posible se debe colocar una marca sobre ésta, con el fin de facilitar la localización en futuras operaciones.
  
- El material retirado de una fosa puede enterrarse en lugares deshabitados (preferiblemente fuera del perímetro urbano), en zanjas que tengan un mínimo de 60 cms de profundidad. Las natas, líquidos y lodos extraídos de una fosa suelen contener partes sin digerir, que siguen siendo nocivas, pudiendo ser peligrosas para su salud. Por tanto,

estos fangos, si se desearán usar como fertilizantes, no se podrían aprovechar de inmediato, por lo que se deberán mezclar convenientemente con otros residuos orgánicos. El material líquido retirado, no deberán vaciarse en sistemas de aguas pluviales o en corrientes de aguas (ríos), por el evidente peligro de contaminación.

Si bien todos estos métodos han sido eficaces en el mantenimiento de sistemas de alcantarillado, el método ideal para reducir y controlar los materiales que se encuentran en las líneas de alcantarillado son los programas de educación y prevención de la contaminación. El usuario debe ser informado de que sustancias comunes de uso doméstico, como las grasas y aceites deben desecharse en la basura usando recipientes cerrados, no en el alcantarillado. Este método no sólo ayudaría a minimizar problemas de plomería a los dueños de viviendas sino que también ayudaría a mantener limpios los colectores del alcantarillado.

### **2.2.18 Elaboración de planos**

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

## 2.2.18 Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, aplicando un 20% 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 XII. Presupuesto alcantarillado sanitario.**

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA E.P.S. EPESISTA: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA UBICACIÓN: ALDEA EL PUENTE, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO ALDE EL PUENTE				
	<b>PRESUPUESTO</b>				

No.	RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Replanteo topográfico	ml	786	Q4.07	Q3,201.01
2	Excavación	m3	1,048	Q40.29	Q42,219.99
3	Pozo de visita				
	Pozo de visita 1.00 a 2.00	unidad	10	Q3,461.12	Q34,611.15
	Pozo de visita 2.00 a 3.00	unidad	3	Q5,255.33	Q15,765.98
	Pozo de visita 3.00 a 4.00	unidad	2	Q6,496.46	Q12,992.91
	Pozo de visita 4.00 a 5.00	unidad	3	Q7,211.90	Q21,635.69
4	Tubería P.V.C. de 6" ASTM 3034	unidad	135	Q405.80	Q54,782.80
5	Relleno y compactación	global	1	Q16,494.00	Q16,494.00
6	Tratamiento primario				
	Fosa séptica	unidad	2	Q95,651.66	Q191,303.32
	Caja derivadora de caudal	unidad	1	Q13,443.52	Q13,443.52
7	Conexiones domiciliarias	unidad	18	Q1,422.94	Q25,612.87

<b>SUBTOTAL</b>					Q432,063.22
<b>INDIRECTOS 20%</b>					Q86,412.64
<b>IVA 12%</b>					Q62,217.10
<b>TOTAL</b>					<b>Q580,692.96</b>

## **2.2.18 Evaluación socioeconómica**

En su mayoría, este tipo de proyectos son un tanto costosos, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer factible el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, etcétera. Sin embargo es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

### **2.2.18.1 Valor presente neto**

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

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

$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

Cuando el  $\text{VPN} < 0$ , y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, 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.

Las expresiones para el cálculo del valor presente son:

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

**Donde:**

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

Como es un proyecto de inversión social, la municipalidad absorberá el 50% de su costo total y la comunidad pagará el otro 50% en un período de 5 años, en cuotas anuales de Q. 3,240.00 por derecho de conexiones domiciliarias; mientras habrá un gasto anual de Q. 2,000.00, para remoción de lodos y mantenimiento, todo esto con una tasa del 10% anual, que es la tasa que más se apega a la tasa real actual.

**Datos del proyecto:**

Costo total del proyecto = Q. 580,692.96

A<sub>1</sub> = Q. 58,069.20

A<sub>2</sub> = Q. 3,240.00

A<sub>3</sub> = Q. 2,000.00

n = 5 años

*Valor presente neto para un interés del 10% anual en un período de 5 años.*

$$VPN = -290,346.98 + 58,069.20 * \left[ \frac{(1 + 0.10)^5 - 1}{0.10(1 + 0.10)^5} \right] + 3,240 * \left[ \frac{(1 + 0.10)^5 - 1}{0.10(1 + 0.10)^5} \right] - 2,000 * \left[ \frac{(1 + 0.10)^5 - 1}{0.10(1 + 0.10)^5} \right]$$

$$VPN = -65,518.45$$

### **2.2.18.2 Tasa interna de retorno**

Ésta es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Costo} &= \text{Inversión inicial} - \text{VPN} \\ &= \text{Q. } 580,692.96 - \text{Q. } 65,518.45 = \text{Q. } 515,174.51 \end{aligned}$$

Beneficio = No. de habitantes beneficiados (a futuro)

$$\begin{aligned} \text{Costo/beneficio} &= \frac{\text{Q. } 515,174.51}{470 \text{ Hab}} \\ &= \text{Q. } 1,096.12 / \text{Hab} \end{aligned}$$

Las instituciones de inversión social, toman las decisiones con base al valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean. Según las expectativas de las entidades que colaboran con la municipalidad de Santa Catarina Mita, se tiene un rango aproximado de hasta Q.1,500.00 por habitante.

De lo anterior se concluye que el proyecto, podría ser considerado favorablemente por cualquiera de las instituciones que trabajan actualmente con la municipalidad.

## **2.2.19 Evaluación de impacto ambiental**

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

### **2.2.19.1 Definición de “impacto ambiental” y de “evaluación de impacto ambiental, EIA”**

- **Impacto ambiental**

Es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

- **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

“Instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrollada. Los resultados deberán ser presentados a los tomadores de decisión para su consideración”.

Una evaluación de Impacto Ambiental es hacer un diagnóstico del área en donde se realizará o realizó la construcción de un proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactada directamente por la obra.

La importancia de ésta, radica en permitir analizar cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área impactada y el efecto o impacto para cada uno de los factores ambientales. El estudio de impacto ambiental da a conocer o identificar los impactos al ambiente producidos por la obra.

Entre las actividades que ingresan al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, se presentarán a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.

- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteraciones significativas de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
- Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.
- 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. A continuación, se proponen las medidas de mitigación que se adoptarán para desaparecer o reducir el impacto adverso que ocasionará el proyecto civil respectivo.

## 2.2.19.2 EIA del proyecto de drenaje sanitario

Tabla XIII. Matriz modificada de Leopold, para el sistema de alcantarillado de la aldea el Puente.

ELEMENTOS AMBIENTALES	Etapa de construcción			Etapa de funcionamiento		
	A	B	N	A	B	N
<b>I. MEDIO AMBIENTE</b>						
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			*			*
<b>II. MEDIO AMBIENTE SOCIO-ECONÓMICO</b>						
1. Población						
a. Población en peligro			*			*
b. Re-aseguramiento			*			*
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			*			*
<b>III. PROBLEMAS AMBIENTALES</b>						
1. Contaminación del aire			*	-		
2. Contaminación del agua			*	--		
3. Contaminación del suelo	-					*
4. Ruido y vibración	-					*
5. Hundimiento del suelo			*			*
6. Mal olor			*	--		

Nomenclatura:

- ++ Impacto positivo grande
- + Impacto positivo pequeño
- \* Neutro
- Impacto negativo pequeño
- Impacto negativo grande
- A adverso
- B benéfico
- N neutro

### **2.2.19.3 Medidas de mitigación**

A continuación, se proponen las medidas de mitigación que se adoptarán para desaparecer o minimizar el impacto negativo que ocasionará el proyecto civil respectivo.

#### **1. Medio ambiente**

##### **Tierras:**

- El suelo será afectado negativamente en la etapa de construcción debido a excavación de zanja, pozos de visita y fosas sépticas.
- La erosión y sedimentación serán aspectos afectados negativamente durante la fase de construcción, por las zanjas excavadas para la instalación de tuberías.

**Medidas de mitigación:**

- El suelo extraído debido a la excavación por zanjeo, se incorporará de nuevo a las mismas, debidamente compactado y el sobrante se esparcirá al terreno.
- El material de excavación, deberá analizarse si puede ser reciclado para una pronta reincorporación, ya que disminuirá la explotación de canteras y se evitará la utilización de áreas para su disposición.

**2. Aguas****Aguas subterráneas:**

Éstas se verán afectadas debido a la colocación de tubería y construcción de pozos de visita, con materiales como el P.V.C. y el ladrillo.

**Medidas de mitigación:**

La colocación de tubería se realizará siguiendo las instrucciones del encargado de la obra con las normas de calidad exigidas, y así minimizar la posibilidad de ruptura de la tubería y filtración en los puntos de unión de la misma, ocasionando de esta manera, contaminación del manto freático.

**3. Ecosistema****Vegetación natural y cultivos:**

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

**Medidas de mitigación:**

- Se deberá evitar la intervención en las áreas cercanas al área boscosa principalmente con actividades como: la explotación de bancos de material y sitios para el depósito de desperdicio, además deberá evitarse la utilización de dinamita para labores de construcción ya que podría afectar a la fauna existente en el lugar.
- Es conveniente que las medidas de mitigación propuestas en el estudio sean compatibles con el área en mención, como la reforestación, ya que se deberán sembrar árboles nativos para no introducir especies exóticas al área.



## CONCLUSIONES

1. En la aldea el El Puente, 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 alcantarillado sanitario, por lo que es urgente que las autoridades municipales gestionen el financiamiento para su construcción.
2. El área de comercio informal, en el centro del municipio de Santa Catarina Mita, no brinda un servicio eficiente a los vecinos del municipio, razón por la que se tomó la decisión de realizar la planificación y diseño del mercado municipal considerando las necesidades actuales y futuras de la población.
3. En los diseños del sistema de alcantarillado sanitario y la edificación de dos niveles para mercado municipal, 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 A.C.I., AGIES, SEAOC y otros, con el propósito de garantizar resultados satisfactorios para el usuario.
4. En la realización del diagnóstico participativo de la aldea El Puente, se contó con el apoyo de los COCODES, COMUDE y ONG´S que trabajan en el área, establecimientos educativos y las autoridades municipales, para determinar los problemas y necesidades más prioritarios. Como resultado de este

diagnóstico, se determinó que la aldea necesita mayor cobertura en infraestructura, sistemas de agua potable y saneamiento, entre otros.

5. El implemento de tubería fabricada con cloruro de polivinilo (PVC) fabricado bajo control de la norma 3034, se propuso por las siguientes razones: alta impermeabilidad en las juntas, lo cual previene la infiltración del agua subterránea; fácil manipuleo y trato, debido a su peso ligero, lo que reduce el costo de mano de obra; no se necesita maquinaria especial para la colocación de la tubería.

## **RECOMENDACIONES**

### **A la municipalidad de Santa Catarina Mita**

1. Utilizar mano de obra local para la ejecución de los proyectos, ya que con ello se crean fuentes de trabajo en el municipio, así como la compra de materiales se haga localmente, con el fin estará beneficiar a distintos sectores del lugar.
2. Contratar a un profesional de la Ingeniería Civil para que, a través de él, se garantice la supervisión técnica y el control de calidad de los materiales, durante la construcción del edificio.
3. Actualizar los presupuestos de los proyectos antes de su cotización o contratación, ya que tanto materiales como salarios están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
4. Implementar el plan de mantenimiento para los proyectos de infraestructura, de esta manera la vida útil, tanto del mercado municipal como la del drenaje sanitario, permanecerá y trabajará en buenas condiciones.
5. Aplicar medidas de mitigación alternas, que ayuden a mejorar el impacto ambiental que generen la construcción de los proyectos nuevos en el área.

6. Para el adecuado tratamiento de las aguas residuales del drenaje sanitario en la aldea El Puente, se recomienda la implementación de una planta de tratamiento completa, para reducir el margen de contaminación al cuerpo receptor, que en este caso es el río Ostúa. Por las características del terreno cercano al río y las pendientes con las que éste cuenta, se sugiere la construcción de reactores anaeróbicos de flujo ascendente, para el tratamiento de las aguas residuales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Acajabón Hernández, Ever Alexander. Diseño del edificio para el mercado municipal y reubicación del desfogue de aguas negras, de la cabecera municipal de San Raymundo, Guatemala. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 2002.
2. Ariza Hernández, Luis Adolfo. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del cantón San Antonio, municipio de Jutiapa, Jutiapa. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 2007.
3. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). **Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala.** Guatemala 2002.
4. Código ACI – 318-99. American Concrete Institute. **Código de diseño de hormigón armado y comentarios.** Chile 2000.
5. Crespo Villalaz, Carlos. **Mecánica de suelos y cimentaciones.** 4ª edición; México: Editorial Limusa, 1999.
6. Instituto de Fomento Municipal. **Normas generales para el diseño de alcantarillado sanitario.** Guatemala 2001.
7. Nilson, Arthur H. **Diseño de estructuras de concreto.** 13ª edición; Colombia: Editorial McGraw-Hill, 2001.
8. Ochoa Franco, Nelson Estuardo. Diseño de la edificación de dos niveles para el centro de capacitación de la mujer, Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 2008.



## ANEXO 1

Figura 46. Mapa de zonificación sísmica de Guatemala.



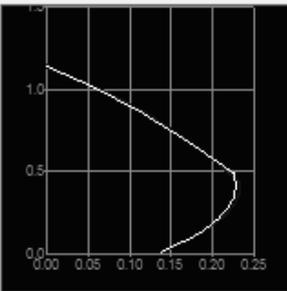
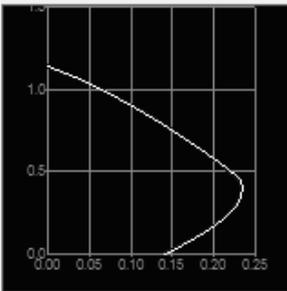
Tabla XIV. Método SEAOC, factor Z para sismos.

RIESGO	ZONA	COEFICIENTE Z
Ausencia de daño sísmico	0	0.00
Daño menor (intensidades de 5 y 6 EMM)	1	0.25
Daño moderado (intensidad 7 EMM)	2	0.50
Daño mayor (intensidad 8 y más EMM)	3	1.00



## ANEXO 2

Figura 47. Valor de  $K_x$  y  $K_y$  de columna.

Magnificar	Axial + 1 Momento	<b>Axial + 2 Momentos</b>	Confinamiento
<b>Datos de Columna</b>			
b: 35 cm	h: 35 cm		
rb: 3.5 cm	rh: 3.5 cm		
<hr/>			
Pu: 79.94 Ton			
$\delta M_{ux}$ : 15.6 T-m			
$\delta M_{uy}$ : 15.8 T-m			
<hr/>			
As: 40.56 cm <sup>2</sup>			
<hr/>			
f'c: 281	fy: 2810		
<hr/>			
<input type="button" value="Comprobar"/>			
<b>Comprobación de Diseño</b>			
			
$P\mu$ 0.39	$P\mu$ 0.39		
$\gamma_x$ 0.80	$\gamma_y$ 0.80		
$K_x$ 0.42	$K_y$ 0.41		
<hr/>			
<b>P'u 95.34 Tons</b>			
<b>Pu' &gt; Pu</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Si Resiste</b>			
<hr/>			
<input type="button" value="Finalizar"/>			

Fuente: Corado Franco, Julio. Programa para el diseño completo de marcos de concreto reforzado, Jc Diseño Concreto. Facultad de Ingeniería USAC 1998.



# APÉNDICE 1

## Diseño hidráulico del drenaje en la aldea El Puente

De	A	Cotas terreno		DH	S (%)	Cajas		Hab. a servir		Fact Harmon		Fqm	qdts. (L/s)		DIAM.
PV	PV	Inicio	Final	(M)	TERR.	LOC	ACU	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	/s/hab	ACT.	FUT.	(Pig)
PVS-0		655.000	655.411	9.20	-4.487	24	24	86	209	4.26	4.14	0.002	0.74	1.73	6
PVS-1		655.411	655.638	100.00	-0.427	3	27	97	235	4.25	4.12	0.002	0.83	1.94	6
PVS-2		655.638	656.476	100.00	-0.638	2	29	104	262	4.24	4.11	0.002	0.88	2.07	6
PVS-3		656.476	656.709	96.00	-0.647	1	30	108	261	4.23	4.10	0.002	0.91	2.14	6
PVS-4		656.709	656.782	50.80	-0.163	1	31	112	270	4.23	4.10	0.002	0.94	2.21	6
PVS-5		656.782	656.782	17.37	-0.069	13	44	158	383	4.18	4.03	0.002	1.33	3.09	6
PVS-6		656.782	652.177	20.22	22.824	4	48	173	418	4.17	4.01	0.002	1.44	3.35	6
PVS-7		652.177	651.117	33.25	3.188	0	48	173	418	4.17	4.01	0.002	1.44	3.35	6
PVS-8		651.117	647.347	36.86	10.513	0	48	173	418	4.17	4.01	0.002	1.44	3.35	6
PVS-9		647.347	645.727	30.00	5.400	0	48	173	418	4.17	4.01	0.002	1.44	3.35	6
PVS-10	DESFOGUE	645.727	646.880	50.00	-2.266	0	54	194	470	4.15	3.99	0.002	1.61	3.75	6
PVS-11		652.339	649.309	82.50	3.673	4	4	14	36	4.40	4.34	0.002	0.13	0.30	6
PVS-12		649.309	647.719	26.20	5.938	1	5	18	44	4.38	4.33	0.002	0.16	0.38	6
PVS-13		647.719	646.689	43.70	2.746	0	5	18	44	4.39	4.33	0.002	0.16	0.38	6
PVS-14		646.689	646.519	33.30	-0.611	1	6	22	52	4.38	4.31	0.002	0.19	0.45	6
PVS-15		646.519	646.809	57.75	-0.208	0	6	22	52	4.38	4.31	0.002	0.19	0.45	6
PVS-16		646.809	646.857	39.60	-0.121	0	6	22	52	4.38	4.31	0.002	0.19	0.45	6
PVS-17		646.857	647.347	18.00	-2.722	0	6	22	52	4.38	4.31	0.002	0.19	0.45	6

S (%)	Sección Llena		Rel. q/Q		Rel. v/V (ver tabla)		Rel. d/D (ver tabla)		v=0.4-4.0		Cota Invert		Prof. de PV		Excavacion
TUBO	Vel. (m/s)	Q. (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	INICIAL	FINAL	m3
0.65	0.79	14.39	0.051	0.120	0.525	0.574	0.194	0.234	0.41	0.53	654.138	654.089	1.01	1.47	5.21
0.55	0.73	13.24	0.062	0.148	0.566	0.713	0.169	0.258	0.40	0.52	654.059	653.518	1.50	2.47	108.25
0.50	0.69	12.62	0.070	0.164	0.577	0.738	0.180	0.274	0.40	0.51	653.488	652.996	2.50	3.63	196.88
0.50	0.69	12.62	0.072	0.170	0.581	0.746	0.182	0.279	0.40	0.52	652.966	652.794	3.06	4.06	86.65
0.50	0.69	12.62	0.075	0.175	0.587	0.752	0.185	0.283	0.41	0.52	652.764	652.519	4.09	4.42	136.56
1.00	0.98	17.85	0.074	0.173	0.585	0.750	0.184	0.282	0.57	0.73	655.918	652.549	1.01	4.38	27.60
10.00	3.09	55.44	0.026	0.059	0.428	0.548	0.111	0.165	1.32	1.70	652.489	650.633	4.46	1.69	37.26
3.00	1.69	30.91	0.047	0.108	0.654	0.822	0.148	0.222	0.87	1.11	650.603	649.655	1.72	1.61	34.66
9.00	2.94	53.54	0.027	0.083	0.433	0.568	0.113	0.170	1.27	1.64	649.625	648.547	1.64	0.95	56.38
0.50	0.69	12.62	0.114	0.266	0.845	0.945	0.228	0.362	0.46	0.58	643.144	643.003	4.36	2.87	41.03
0.50	0.69	12.62	0.128	0.297	0.698	0.972	0.242	0.374	0.48	0.60	642.973	642.731	2.90	-----	48.47
3.50	1.83	33.39	0.004	0.009	0.243	0.311	0.046	0.067	0.44	0.57	651.577	648.747	0.91	0.71	36.77
5.50	2.29	41.85	0.004	0.009	0.243	0.311	0.046	0.067	0.66	0.71	648.717	647.268	0.74	0.61	10.10
2.60	1.58	28.78	0.005	0.013	0.260	0.348	0.051	0.080	0.41	0.55	647.228	646.134	0.64	0.63	13.94
2.00	1.38	25.24	0.007	0.018	0.289	0.383	0.060	0.093	0.40	0.53	646.104	645.472	0.56	1.37	17.07
2.00	1.38	25.24	0.007	0.018	0.289	0.383	0.060	0.093	0.40	0.53	645.442	644.320	1.40	2.64	74.13
2.00	1.38	25.24	0.007	0.018	0.289	0.383	0.060	0.093	0.40	0.53	644.290	643.531	2.67	3.48	76.14
2.00	1.38	25.24	0.007	0.018	0.289	0.383	0.060	0.093	0.40	0.53	643.501	643.174	3.51	4.32	41.57
															1047.49

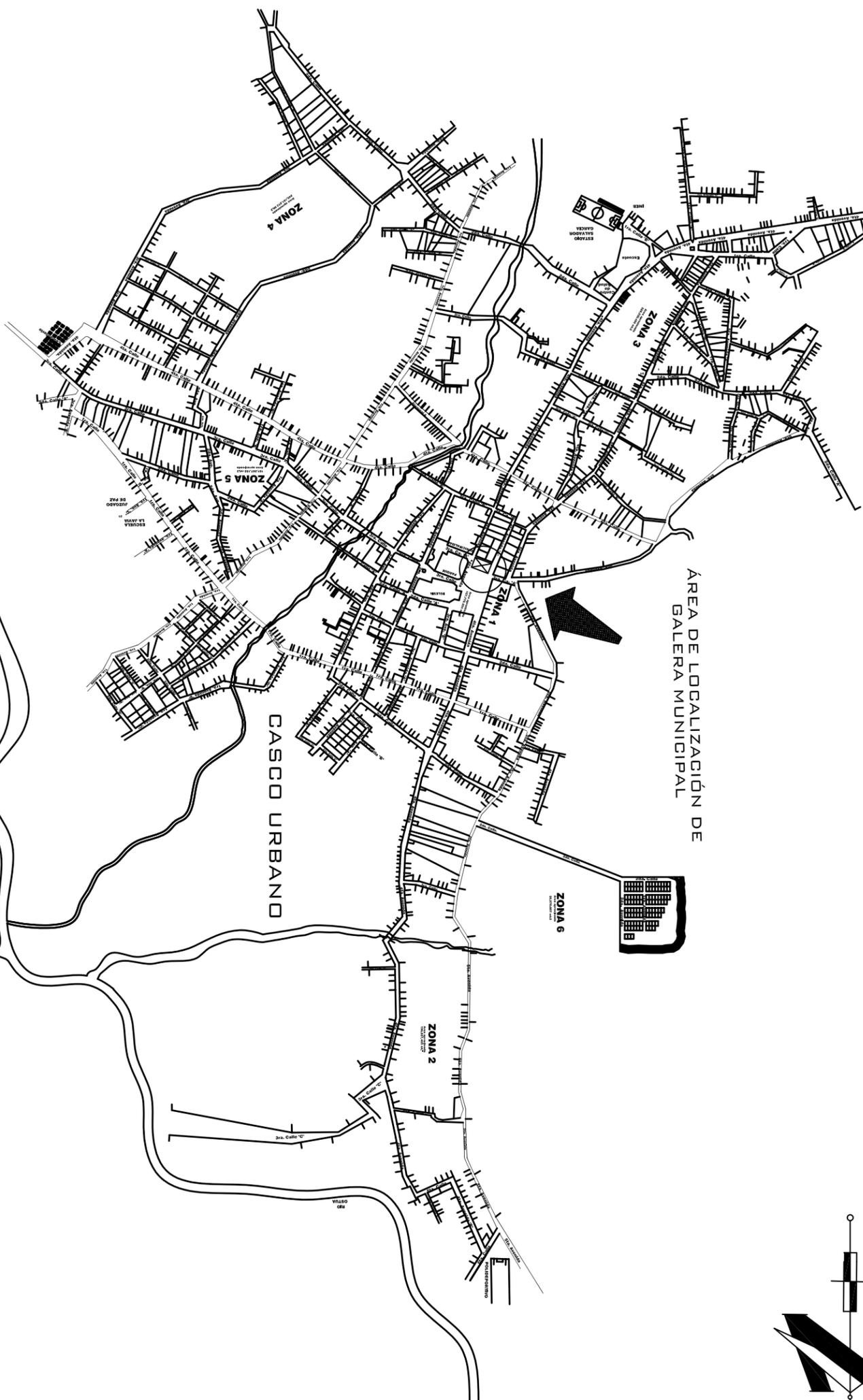


## **APÉNDICE 2**

### **Planos constructivos, mercado municipal y drenaje sanitario**

(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.)

**ALDEA  
HORCONES**



ÁREA DE LOCALIZACIÓN DE  
GALERA MUNICIPAL

CASCO URBANO

RIO  
OSTUA

**PLANO DE LOCALIZACIÓN**

SIN ESCALA



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA  
MERCADO MUNICIPAL EN SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CONTENIDO: PLANO DE LOCALIZACIÓN

ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA

CARNET: 2004-12665

DISEÑO: M.A.C.A. ESCALA: INDICADA

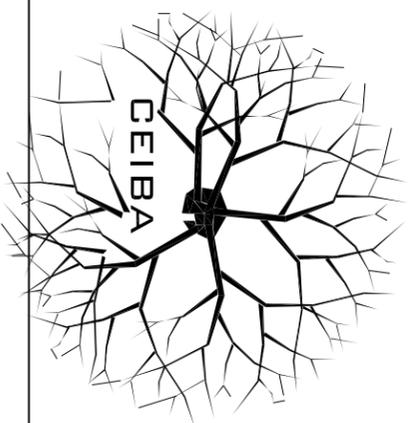
CÁLCULO: M.A.C.A. FECHA: MARZO 2009

DIBUJO: M.A.C.A. V.G.B.D. ING. JUAN MERCK  
ASBON

HOLLA 1/12

CENTRO  
COMERCIAL

PLAZA



4ta. AVENIDA "A"

MERCADO MUNICIPAL

CASETA

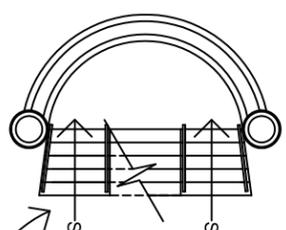
CASETA

CASETA

CASETA

PROYECCIÓN DE CASETA EXISTENTES

PROYECCIÓN DEL TECHO



INGRESO POR MEDIO DE  
PASARELA A LA MUNICIPALIDAD

MUNICIPALIDAD

ABARROTERIA

LIBRERIA

JOYERIA

CLINICA  
MEDICA

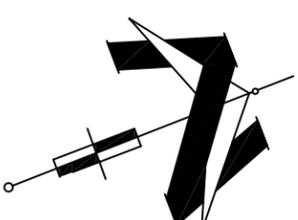
CAFE  
LA PLAZZA

BANQUETA

BANQUETA

PLANO DE ENTORNO INMEDIATO

SIN ESCALA



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA  
MERCADO MUNICIPAL EN SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CONTENIDO: PLANO DE ENTORNO INMEDIATO

ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA

CARNET: 2004-12665

DISEÑO: M.A.C.A.

CÁLCULO: M.A.C.A.

DIBUJO: M.A.C.A.

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2009

ING. JUAN MERCK  
ASesor

VG. BO.

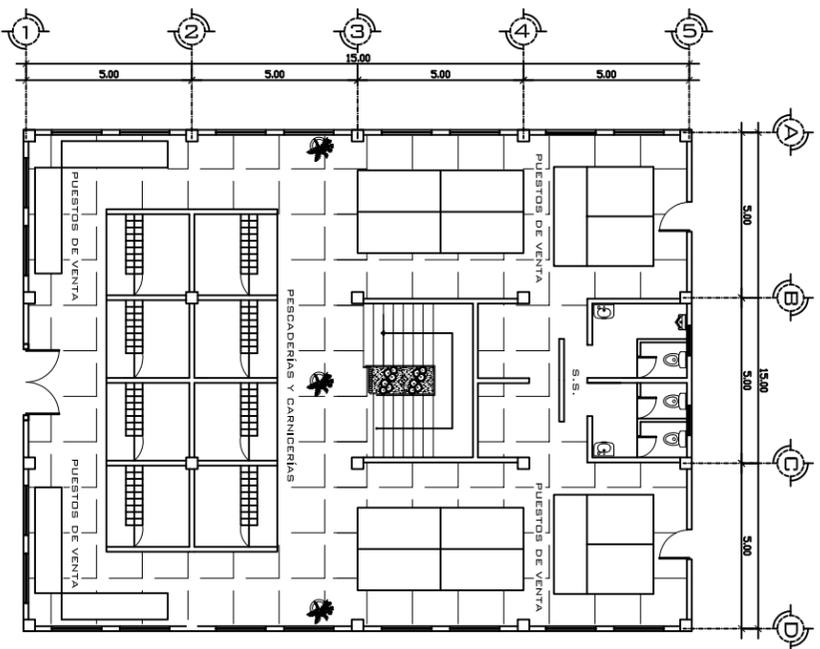
ING. JUAN MERCK  
ASesor

ING. JUAN MERCK  
ASesor

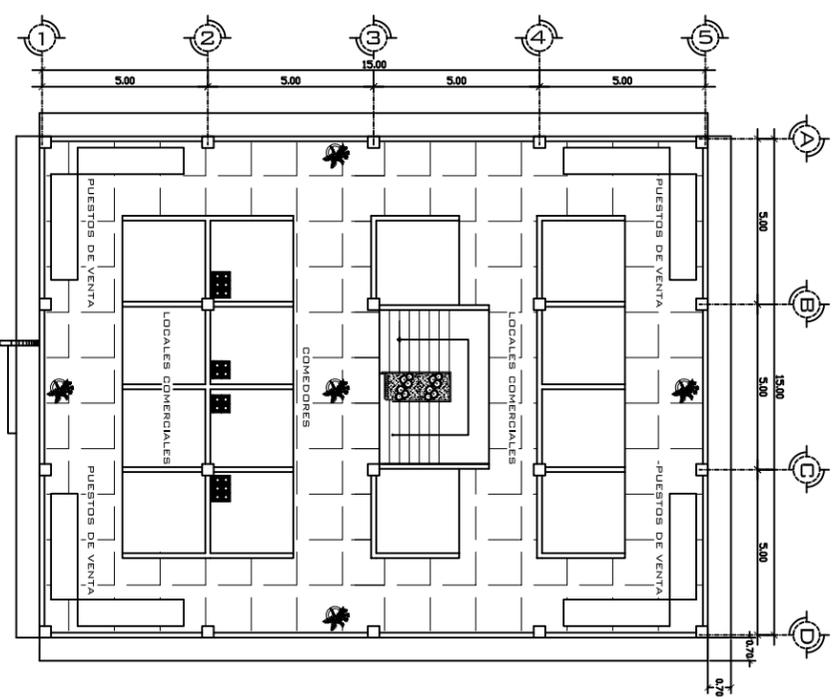
HQJA

2

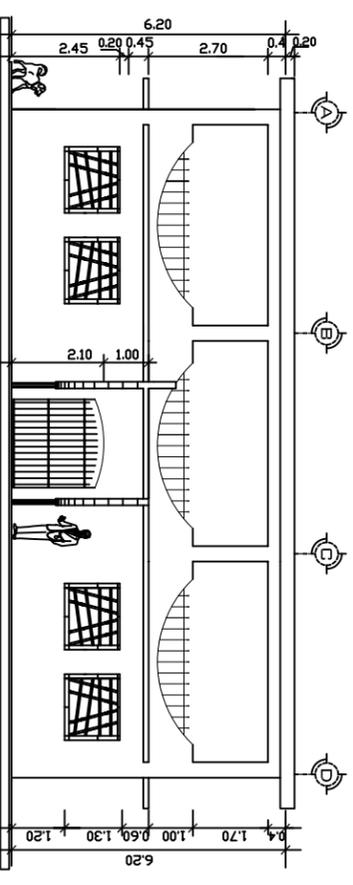
12



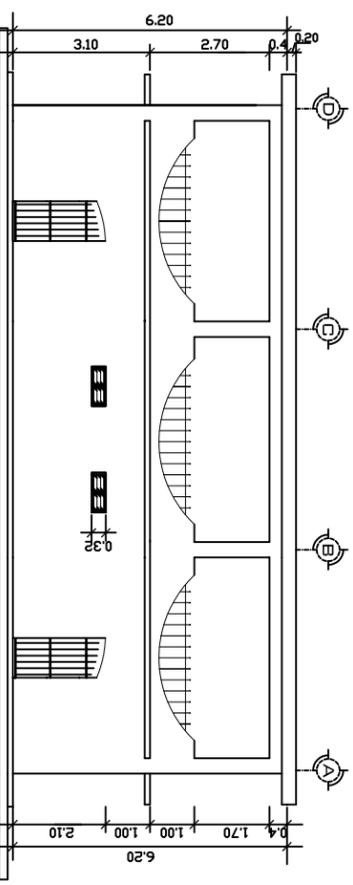
PLANTA PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



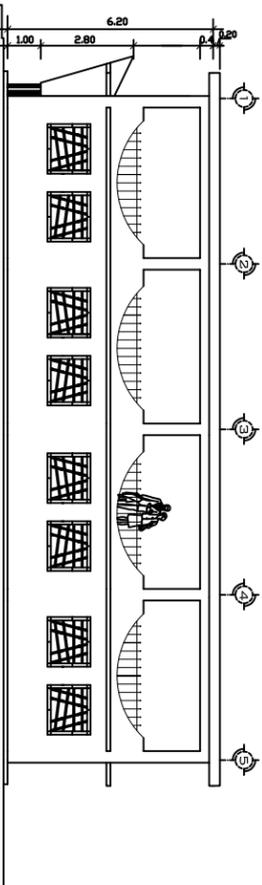
PLANTA SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100



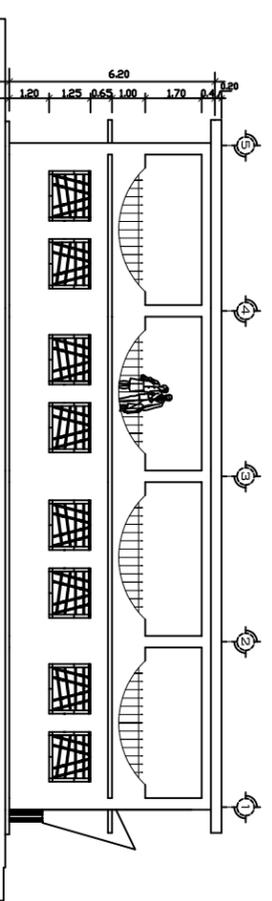
ELEVACION FRONTAL  
ESCALA 1:75



ELEVACION POSTERIOR  
ESCALA 1:75



ELEVACION LATERAL NORTE  
ESCALA 1:100



ELEVACION LATERAL SUR  
ESCALA 1:100

PLANTA ARQUITECTÓNICA Y ELEVACIONES  
ESCALA 1:100



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA  
MERCADO MUNICIPAL EN SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CONTENIDO: PLANTA ARQUITECTÓNICA Y ELEVACIONES

ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA

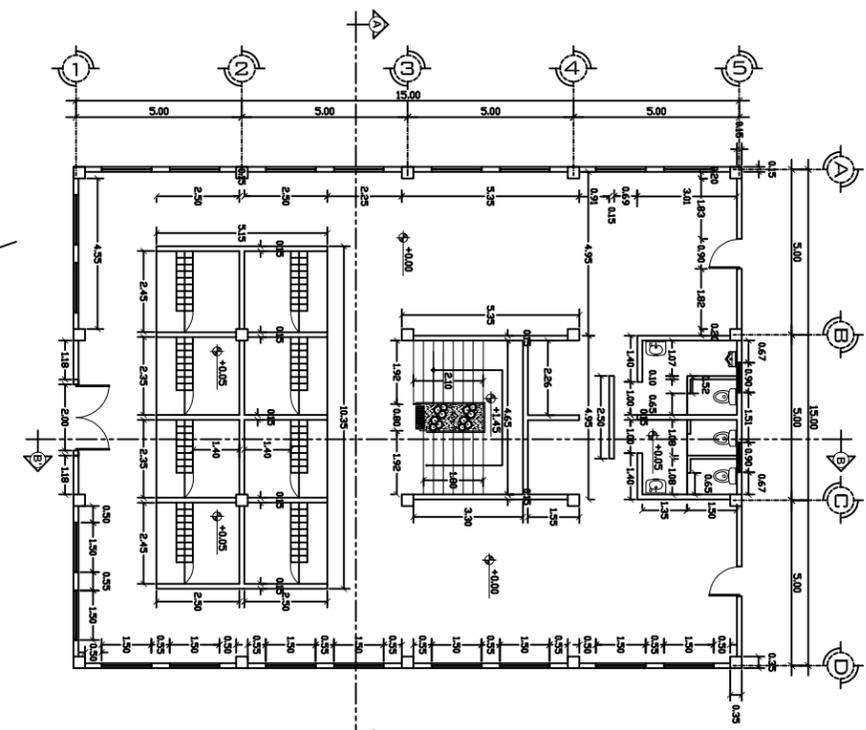
CARNET: 2004-12665

DISEÑO: M.A.C.A. ESCALA: INDICADA

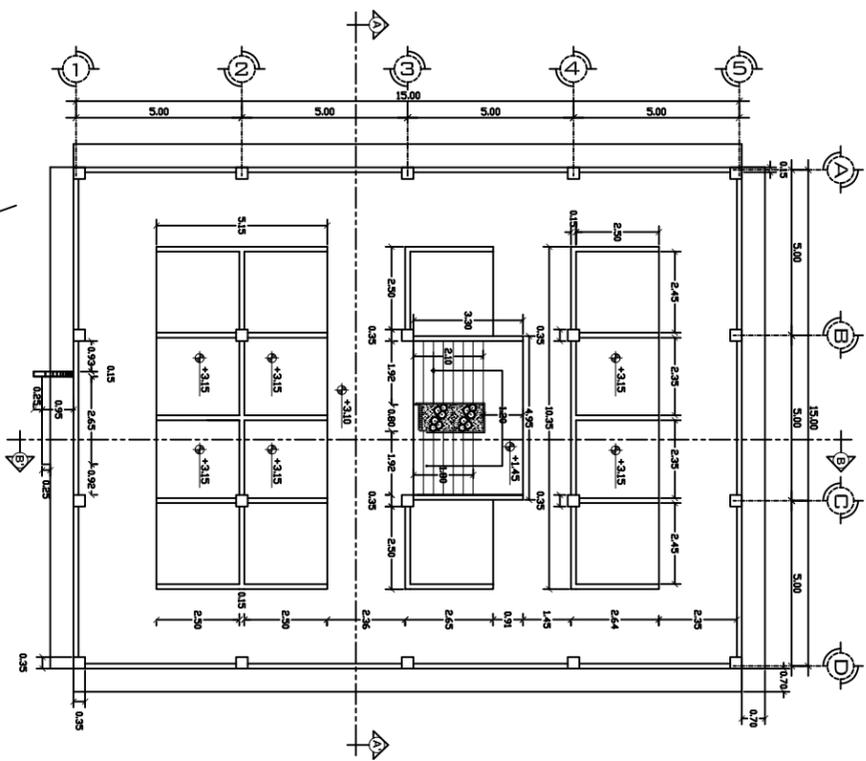
CÁLCULO: M.A.C.A. FECHA: MARZO 2009

DIBUJO: M.A.C.A. V.G.B.O. ING. JUAN KERRIC ABRON

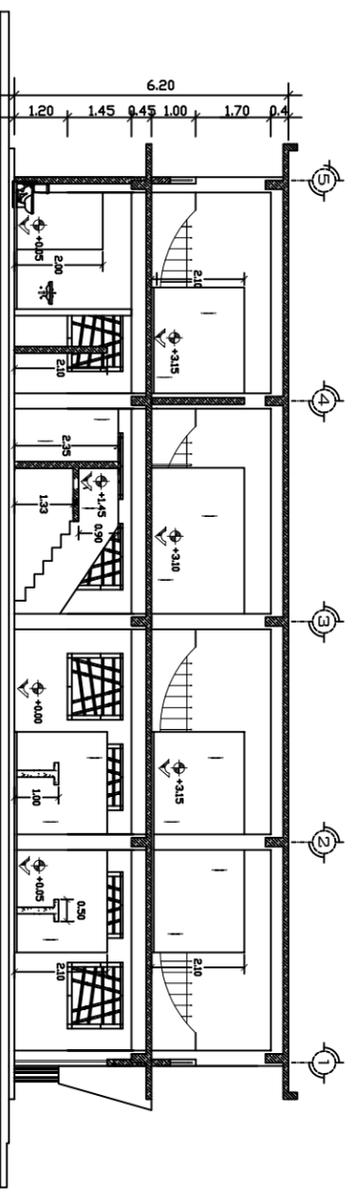
HOUA 3/12



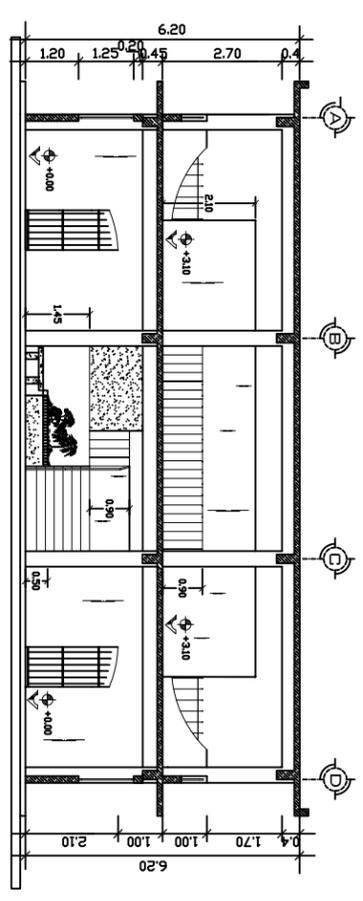
PLANTA PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



PLANTA SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100



CORTE LONGITUDINAL B - B'  
ESCALA 1:75



CORTE TRANSVERSAL A - A'  
ESCALA 1:75

PLANTA ACOTADA Y CORTES  
ESCALA INDICADA



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: EDIFICACION DE DOS NIVELES PARA  
MERCADO MUNICIPAL EN SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CONTENIDO: PLANTA ACOTADA Y CORTES

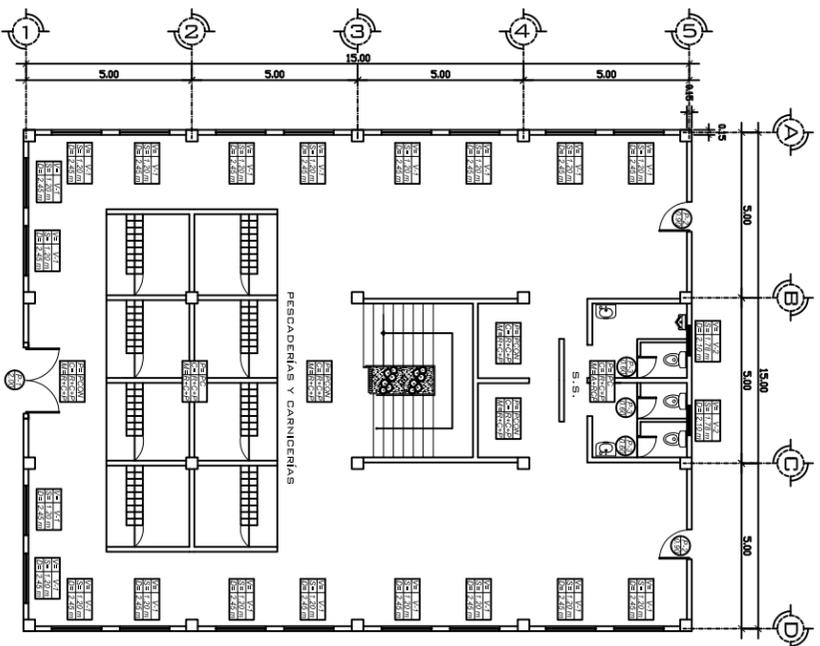
ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA  
CARNET: 2004-12665

DISEÑO: M.A.C.A.  
CALCULO: M.A.C.A.  
DIBUJO: M.A.C.A.

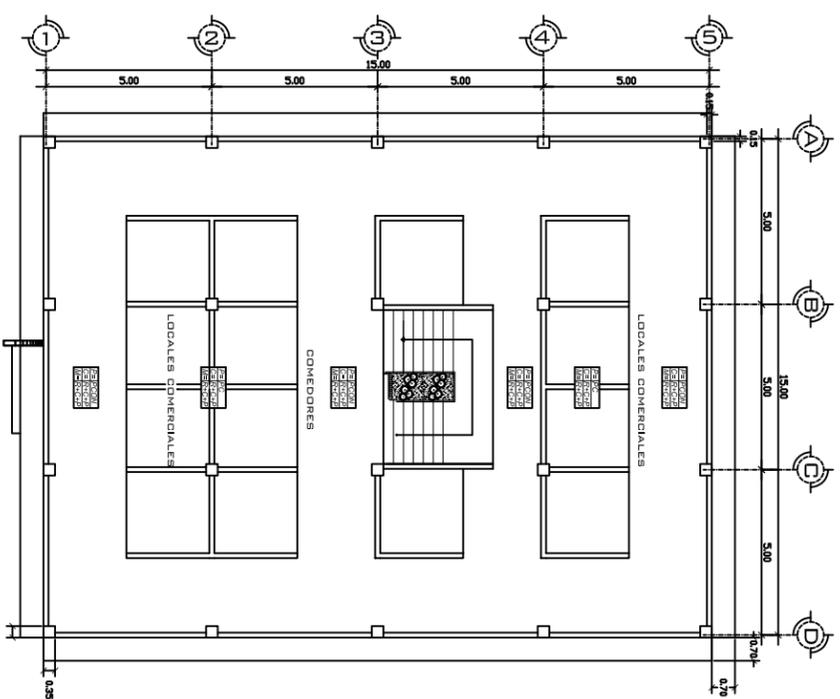
ESCALA: INDICADA  
FECHA: MARZO 2009

VG. BO. ING. JUAN KERRIC ARSERR

HOLLA  
4  
12



PLANTA PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



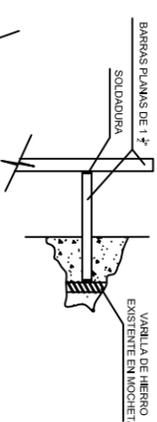
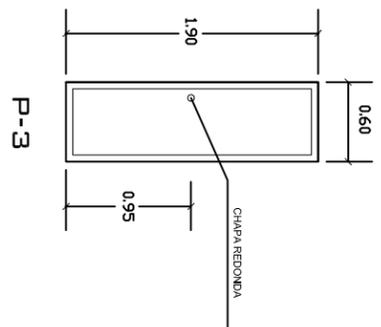
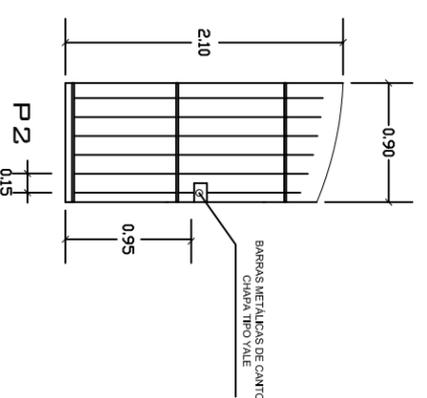
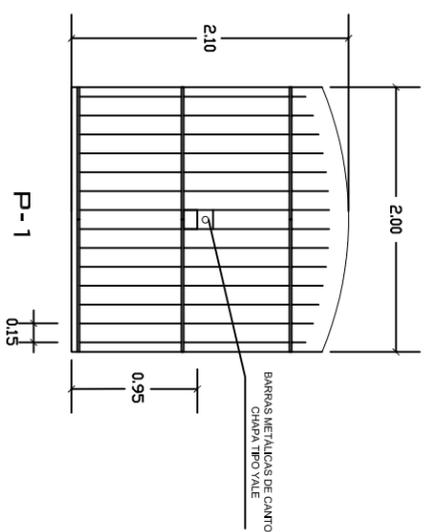
PLANTA SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100



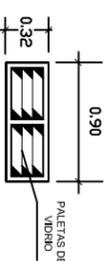
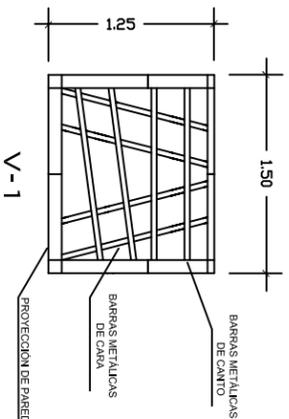
SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA	
	Indica acabado en piso, cielo y muros.
	Indica tipo de puerta y ancho de vano.
	Indica tipo de ventana, sillar y dintel.
PC	Piso Cerámico
PCON	Piso de concreto con acabado final.
R+C+P	Repello + Cemento + Pintura Latex
A+RCP	Azulejo cerámico de 0.20 x 0.20 m, hasta una altura de 1.20 m. + Repello + cemento + pintura.

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	SILLAR	DINTEL	ANCHO	ALTO	UNIDAD	MATERIALES
V-1	1.20 m	2.45 m	1.50 m	1.50 m	20	Barra planas de metal de 1/2"
V-2	1.78 m	2.10 m	0.90 m	0.32 m	2	Estimaciones de Aluminio, Acabado de 2" + Vidrio laminado de 3.0mm

PLANILLA DE PUERTAS					
TIPO	DINTEL	ANCHO	UNIDAD	MATERIALES	
P-1	2.10 m	2.00 m	1	Metalica, barra planas 1/2"	
P-2	2.10 m	0.90 m	2	Metalica, barra planas 1/2"	
P-3	2.00 m	0.60 m	3	Madera con cubierta MDF	



DETALLE ANCLAJE V-1  
SIN ESCALA



DETALLES  
ESCALA 1:25

PLANTA DE ACABADOS  
ESCALA INDICADA



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA  
MERCADO MUNICIPAL EN SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS

ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA

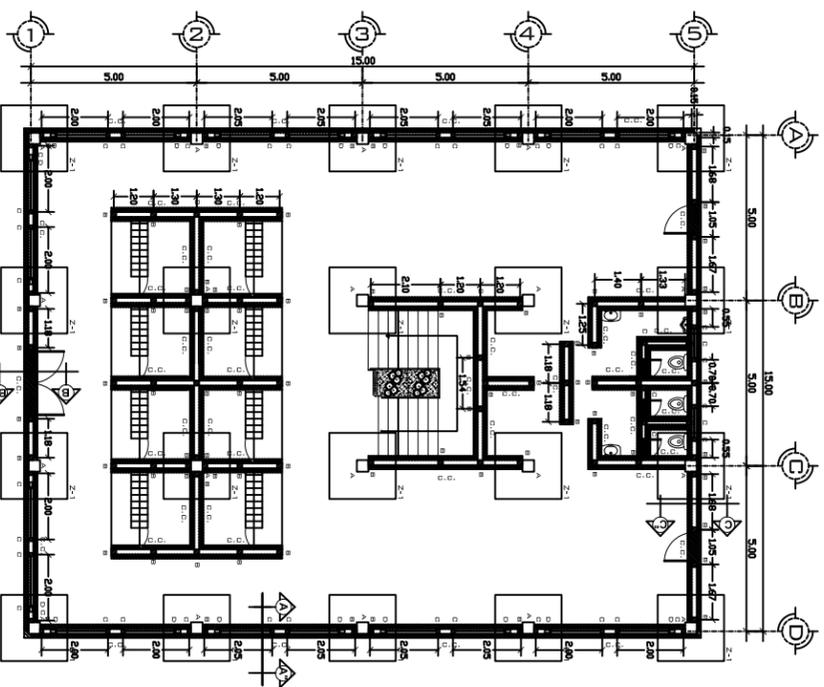
CARNET: 2004-12665

DISEÑO: M.A.C.A. ESCALA: INDICADA

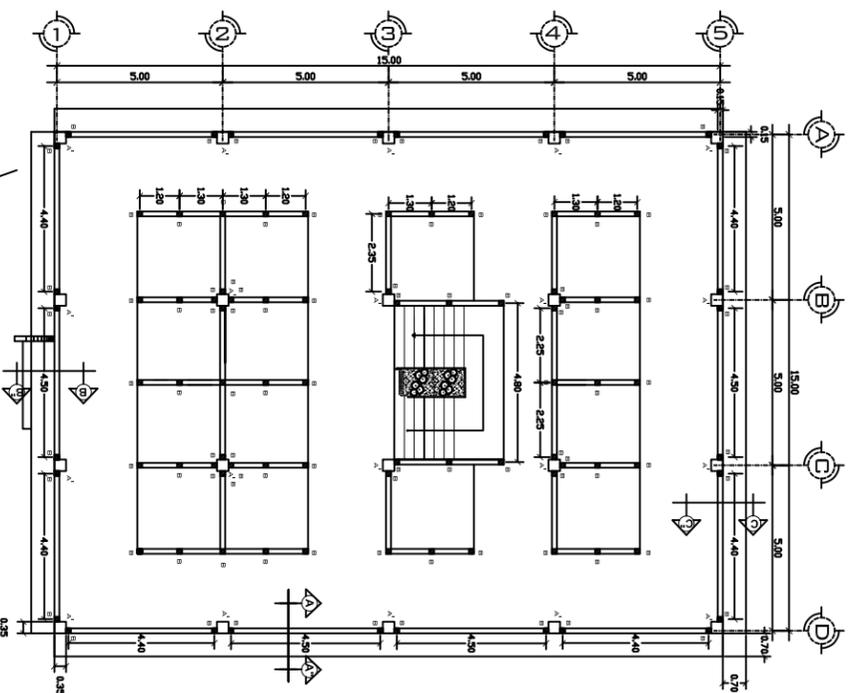
CÁLCULO: M.A.C.A. FECHA: MARZO 2009

DIBUJO: M.A.C.A. V.G.B.O. ING. JUAN MERCK

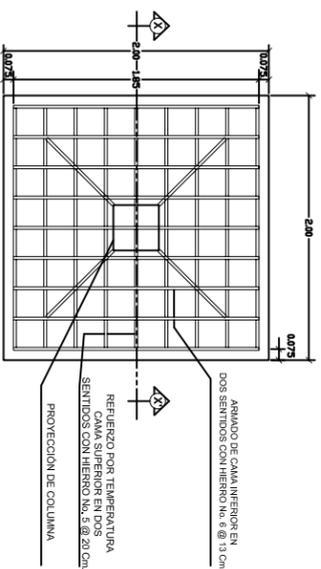
HQJA 5/12



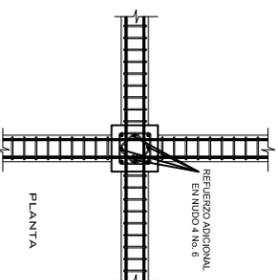
PLANTA PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



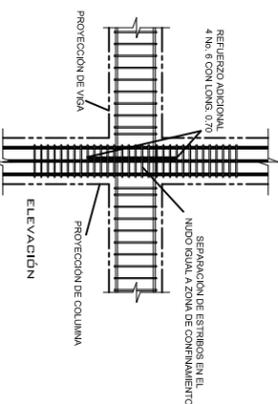
PLANTA SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100



ZAPATA TIPO Z-1  
ESCALA 1:25

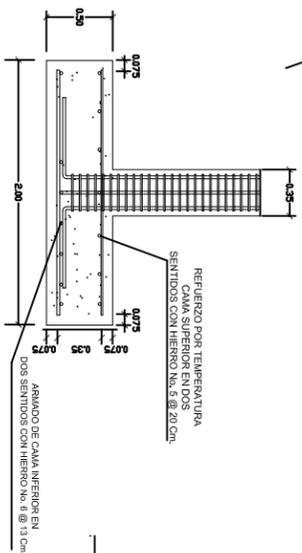


DETALLE VIGA-COLUMNA  
ESCALA 1:25

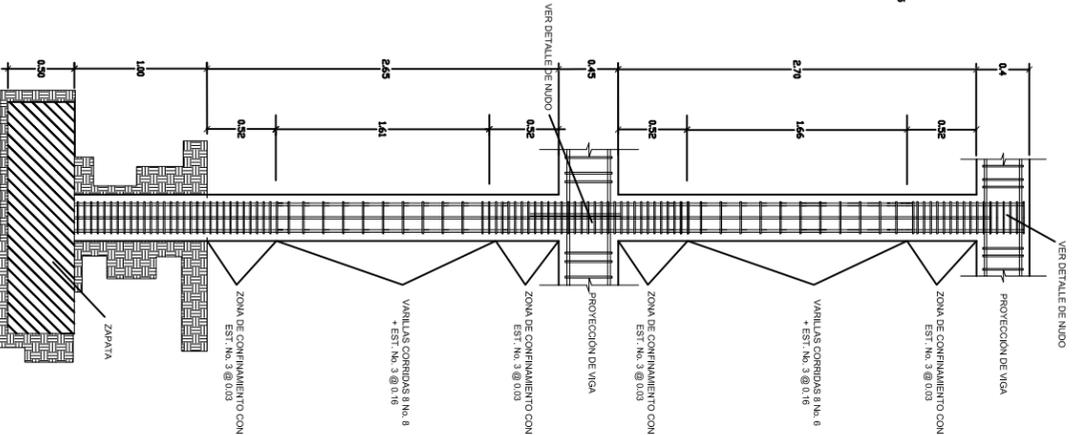


ESCALA 1:25

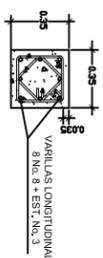
PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS  
ESCALA INDICADA



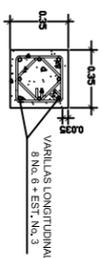
SECCIÓN X-X  
ESCALA 1:25



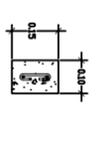
DETALLE DE COLUMNA  
ESCALA 1:25



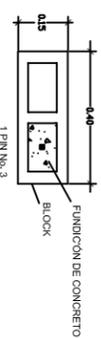
COLUMNA TIPO A  
ESCALA 1:20



COLUMNA TIPO B  
ESCALA 1:20



COLUMNA TIPO C  
ESCALA 1:10



COLUMNA TIPO D  
ESCALA 1:10



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

$f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$  o  $4000 \text{ psi}$   
 $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$  o  $40000 \text{ psi}$   
 Block Pomez de  $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$   
 Agregado Grueso = 12"  
 Valor Soporte Considerado = 20 Ton/m<sup>2</sup> (ASUMIDO)  
 CARGAS VIVAS UTILIZADAS  
 PRIMERA Y SEGUNDO NIVEL = 500 kg/cm<sup>2</sup>

NOTAS:  
 RECUBRIMIENTO EN ACERO  
 - Lateral 0.035 m para columnas.  
 - Inferior 0.075 m para cimentación.

GANCHO STANDARD A 135°  
 El doblez del gancho será 4 veces el diámetro de la varilla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10 cm.

TRASLAPES MÍNIMOS  
 No 3 = 0.35 m  
 No 4 = 0.50 m  
 No 5 = 0.60 m  
 No 6 = 0.75 m

Especificaciones de acuerdo al Código ACI - 318-99 y las normas Guatemaltecas AGIES.

VARIABLE NO.	LONGITUD DE DESARROLLO (CM.)
1	LDH + 1
2	2.5 X LDH + 3.5 X LDH + 3
3	11
4	14
5	18
6	22
	54
	75

1. Cimentos, Vigas, Losas y Columnas
  2. Cimentos, Vigas, Losas y Columnas
  3. Barras rectas de el espesor del concreto es < 0.30 m.
- Columnas:  
 VERIFICAR VALOR SOPORTE DEL SUELO A TRAVES DE UN ENSAYO DINAMICO (S.P.T.)



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

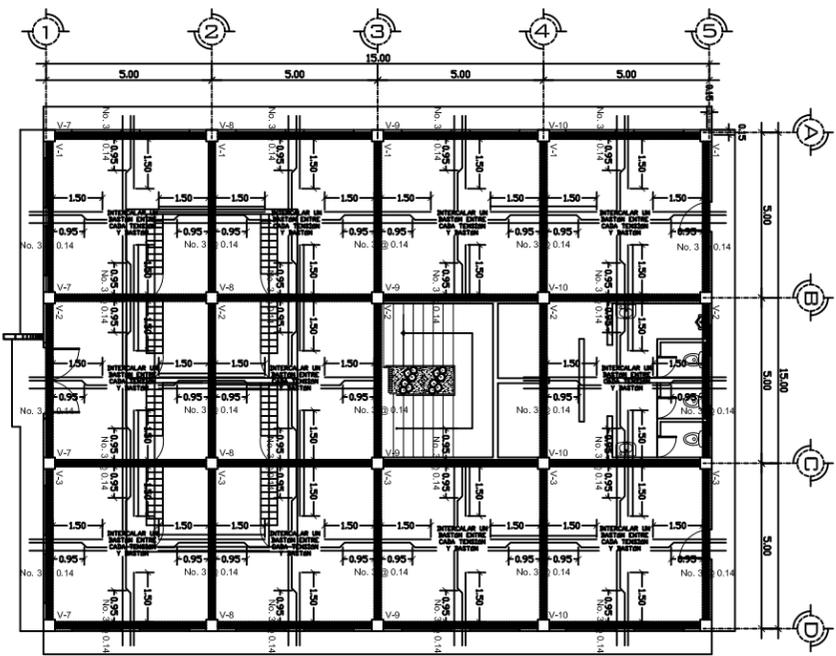
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS

ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA  
 CARNET: 2004-12665

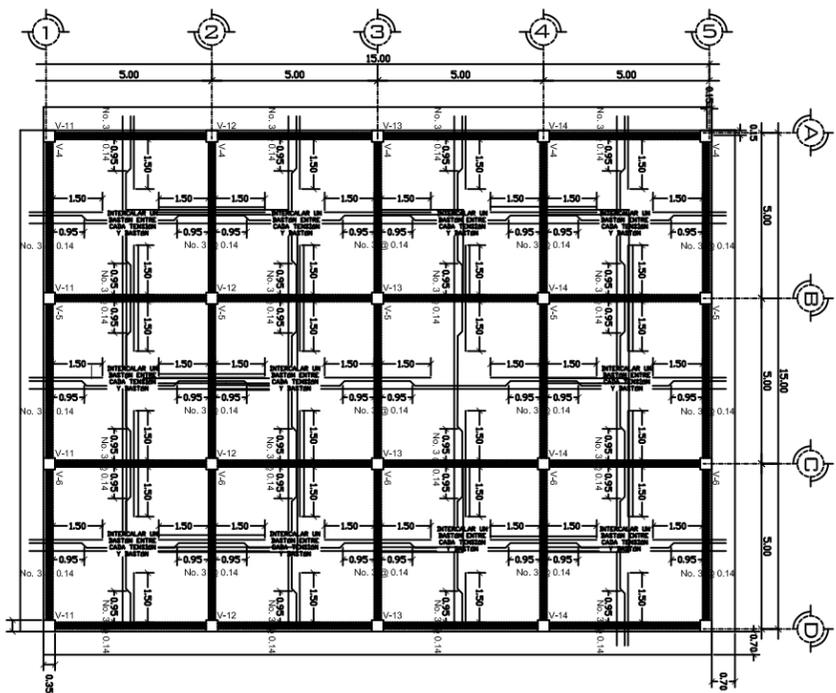
DISEÑO: M.A.C.A.  
 CÁLCULO: M.A.C.A.  
 FECHA: MARZO 2009

VO. BO. INGENIERO  
 ING. JUAN MERCK  
 MARZO 2009

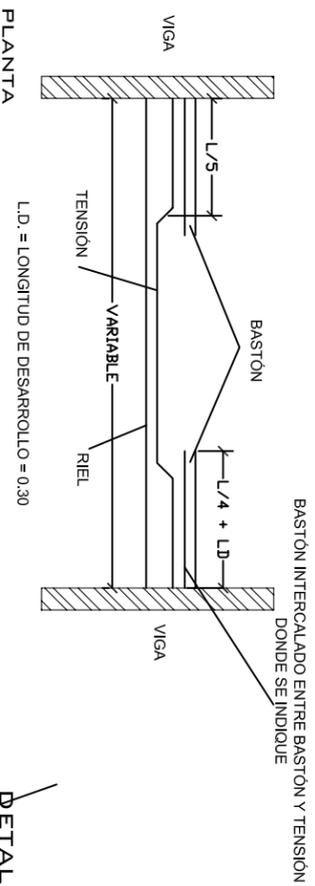
HOLLA  
 6  
 12



PLANTA PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



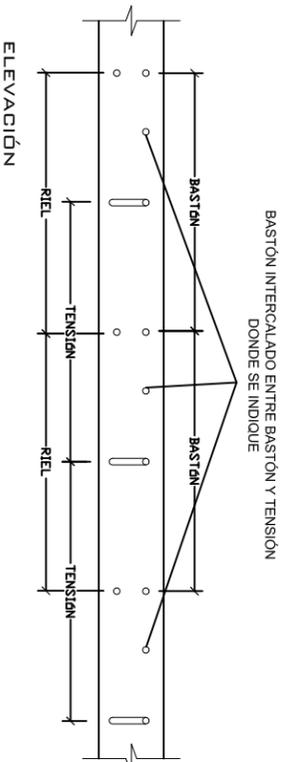
PLANTA SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100



PLANTA

L.D. = LONGITUD DE DESARROLLO = 0.30

DETALLE DE LOSA  
SIN ESCALA



ELEVACION

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

$f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$  o  $4,000 \text{ psi}$ ;  
 $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$  o  $40,000 \text{ psi}$ ;  
 Block Pomez de  $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$ ;  
 Agregado Grueso =  $1/2''$ ;  
 Valor Soporte Considerado =  $30 \text{ Ton/m}^2$ ;

CARGAS VIVAS UTILIZADAS  
 PRIMER Y SEGUNDO NIVEL =  $500 \text{ kg/cm}^2$

NOTAS:

GANCHO STANDARD A  $135^\circ$ ;  
 El doblar del gancho será 4 veces el diámetro de la varilla,  
 no menor de  $6.5 \text{ cm}$ , ni mayor de  $10 \text{ cm}$ .

TRASLAPES MILIMOS

No 3 =  $0.35 \text{ m}$ ;  
 No 4 =  $0.50 \text{ m}$ ;  
 No 5 =  $0.60 \text{ m}$ ;  
 No 6 =  $0.75 \text{ m}$ .

Especificaciones de acuerdo al Código ACI - 318-99 y las normas Guatemaltecas AGIES.

VARILLA No.	LONGITUD DE DESARROLLO (CM.)
3	$2.5 \times L_{DH} + 3 \times L_{DH} + 3$
4	$11$
5	$14$
6	$18$
	$22$
	$54$
	$75$

Obs. 21-318-99

1. Chumbeos, Vigas, Losas y Columnas.
2. Barras rectas si el espesor del concreto es  $> 0.30 \text{ m}$ .
3. Ganchos, Vigas, Losas y Columnas.
4. Ganchos rectos si el espesor del concreto es  $< 0.30 \text{ m}$ .
5. Columnas.



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CONTENIDO: PLANTA DE LOSAS Y VIGAS

ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA

CARNET: 2004-12665

ESCALA: INDICADA

FECHA: MARZO 2009

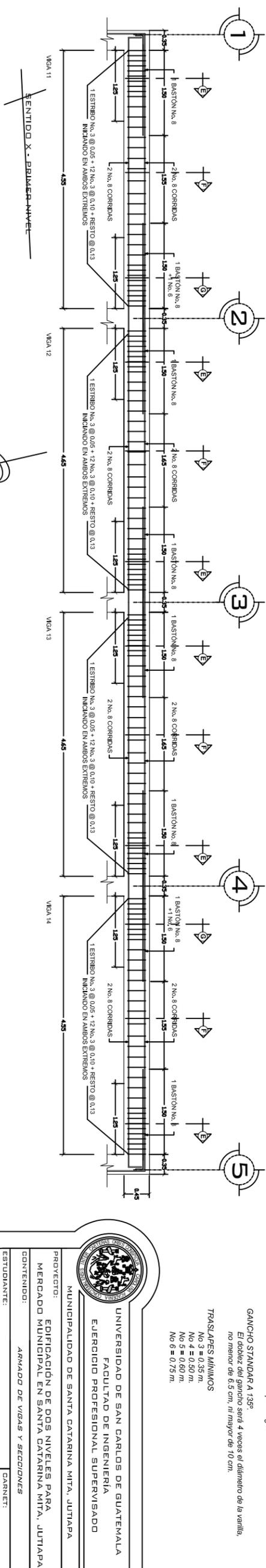
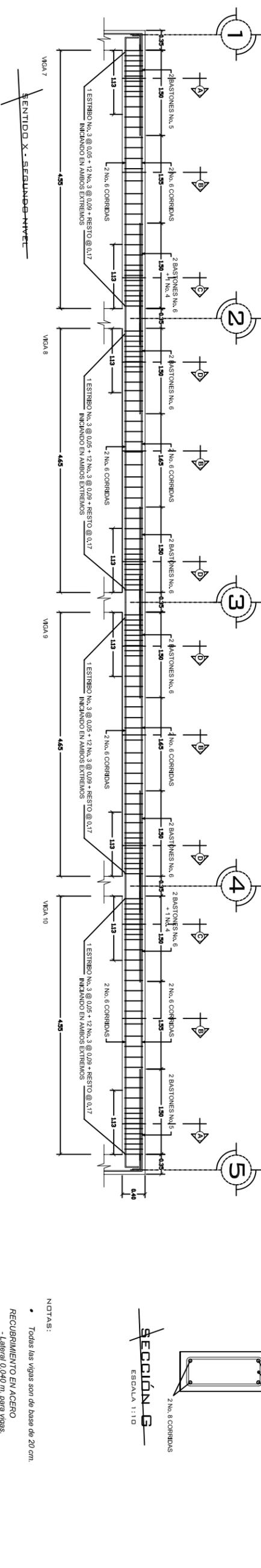
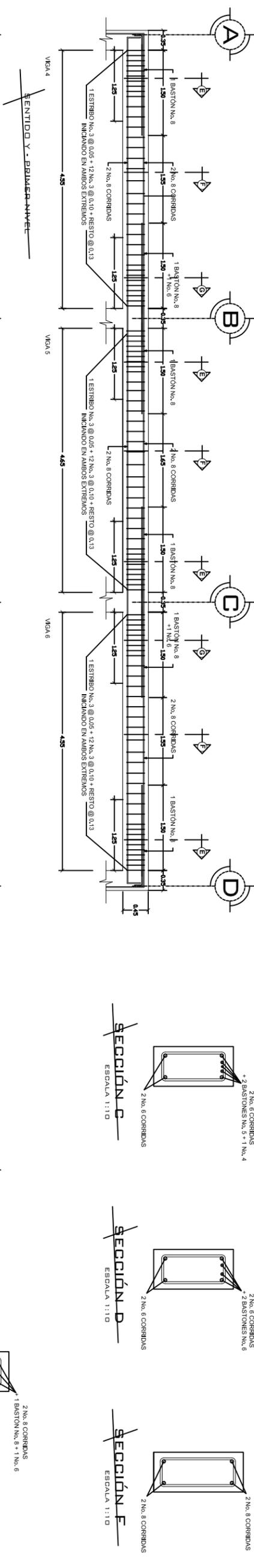
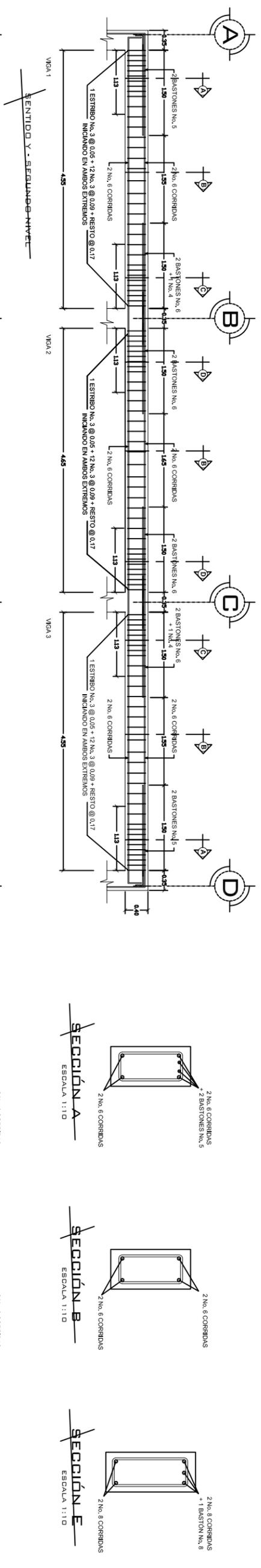
ING. JUAN KERRK ABERN

HOJA 7/12

PLANTA DE LOSAS Y VIGAS

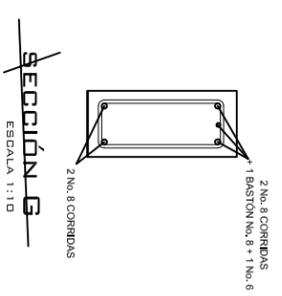
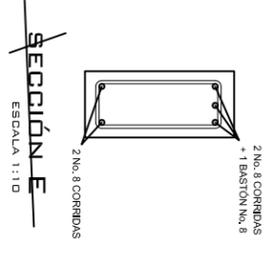
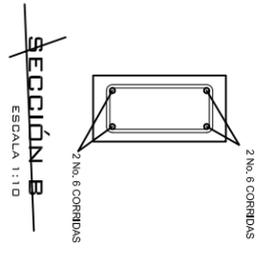
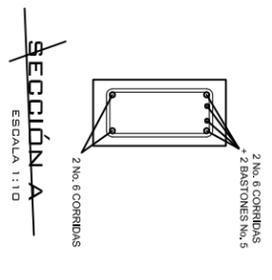
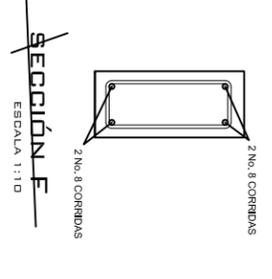
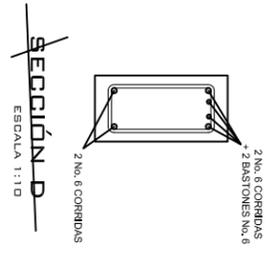
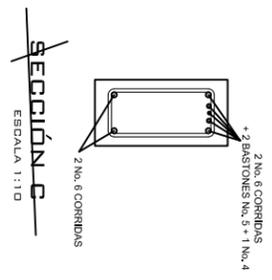
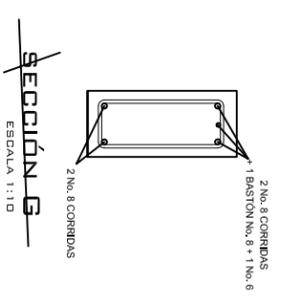
ESCALA INDICADA





**ARMADO DE VIGAS Y SECCIONES**

ESCALA 1:35



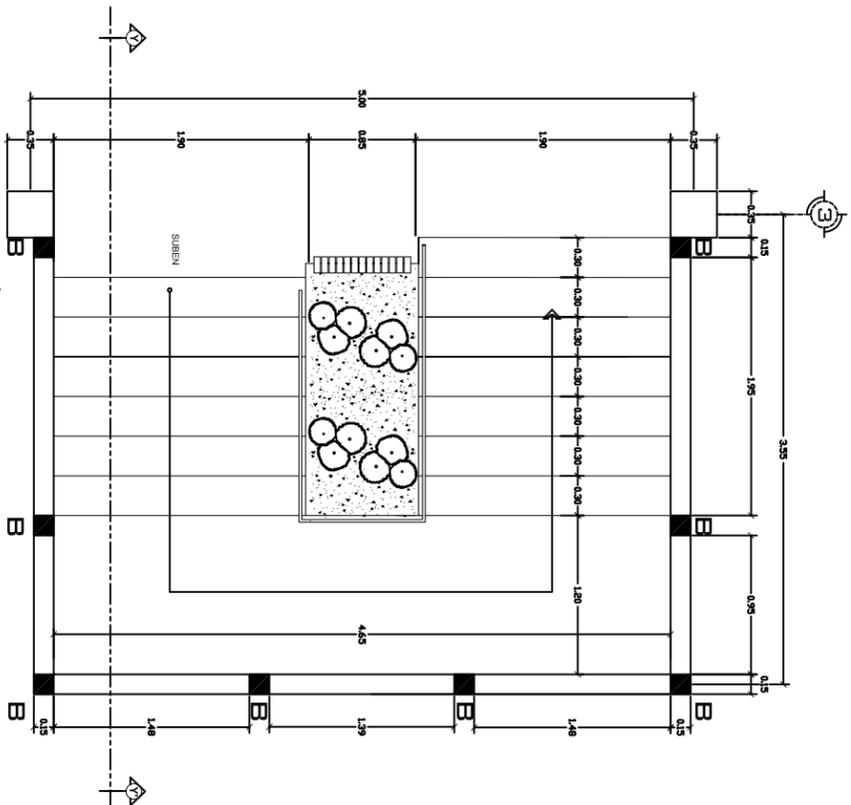
**NOTAS:**

- Todas las vigas son de base de 20 cm.
- RECUBRIMIENTO EN ACERO
  - Lateral 0.040 m. para vigas.
- GANCHO STANDARD A 135°
  - El doblez del gancho será 4 veces el diámetro de la varilla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10 cm.
- TRASLAPES MINIMOS
  - No. 3 = 0.35 m.
  - No. 4 = 0.50 m.
  - No. 5 = 0.60 m.
  - No. 6 = 0.75 m.

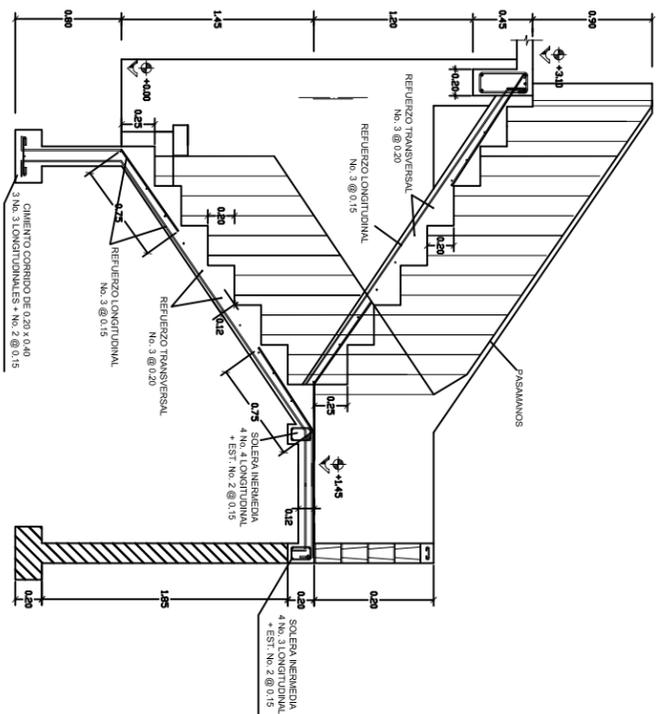

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA  
 PROYECTO: EDIFICACION DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA  
 CONTENIDO: ARMADO DE VIGAS Y SECCIONES  
 ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA  
 CARNET: 2004-12665

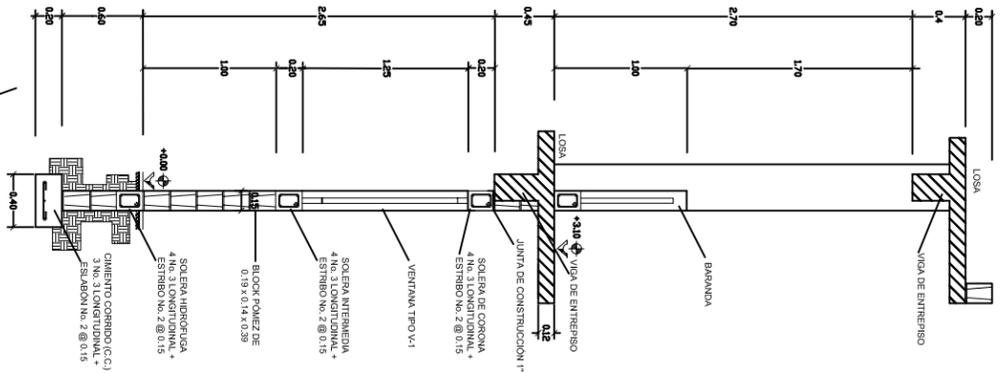
DISEÑO: M.A.C.A. CÁLCULO: M.A.C.A. DIBUJO: M.A.C.A.	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2009	VG. BO. ING. JUAN MERIK ASesor	HOJA <b>8</b> 12
---	---------------------------------------	--------------------------------------	------------------------



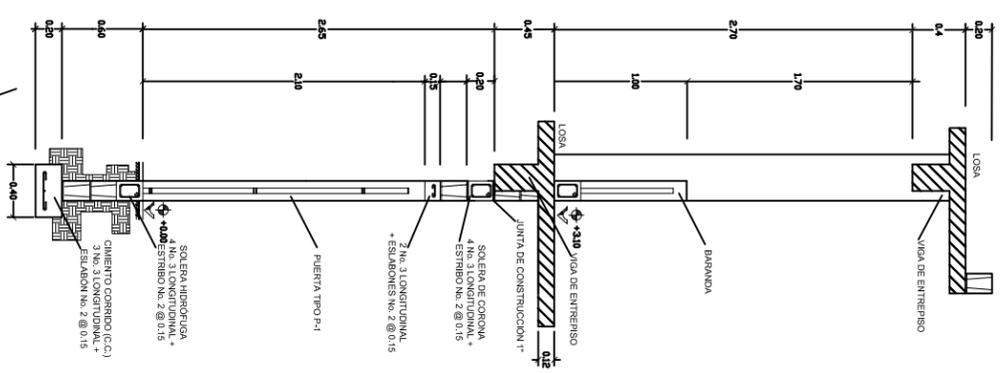
PLANTA DE GRADAS  
ESCALA 1:25



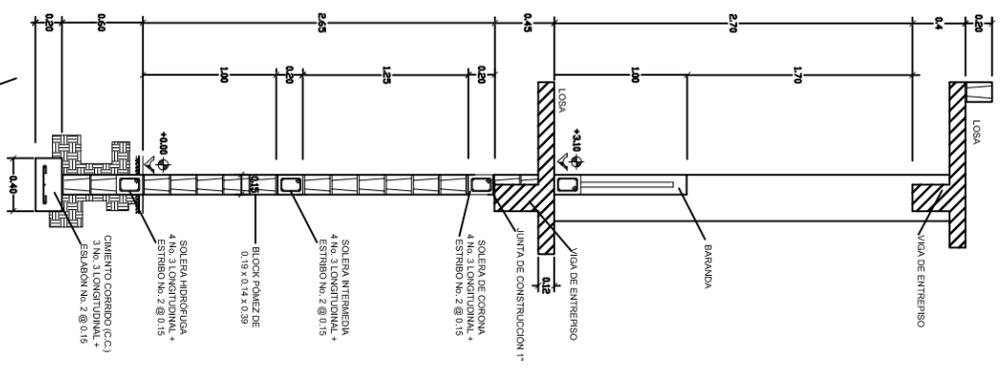
CORTE Y - Y II  
ESCALA 1:25



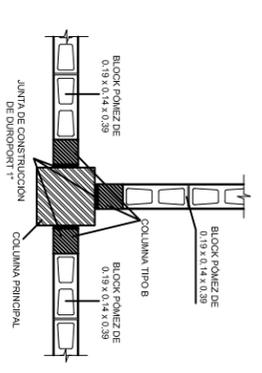
CORTE A - A II  
ESCALA 1:25



CORTE B - B II  
ESCALA 1:25



CORTE C - C II  
ESCALA 1:25



DETALLE DE JUNTA MURO COLUMNA  
ESCALA 1:25

DETALLE DE GRADAS Y MUROS  
ESCALA INDICADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

$f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$  o  $4,000 \text{ psi}$ .  
 $f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$  o  $40,000 \text{ psi}$ .  
 Block Pomez de  $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$ .  
 Agregado Grueso =  $1/2"$ .  
 Valor Soporte Considerado =  $30 \text{ Ton/m}^2$ .

CARGAS VIVAS UTILIZADAS  
 PRIMERO Y SEGUNDO NIVEL =  $500 \text{ kg/cm}^2$

NOTAS:  
 RECUBRIMIENTO EN ACERO  
 - Lateral  $0.035 \text{ m}$ , para columnas.  
 - Interior  $0.075 \text{ m}$ , para cimentación.

GANCHO STANDARD A  $135^\circ$   
 El doblaje del gancho será 4 veces el diámetro de la varilla, no menor de  $6.5 \text{ cm}$ , ni mayor de  $10 \text{ cm}$ .

TRASLAPES MÍNIMOS  
 No 3 =  $0.35 \text{ m}$   
 No 4 =  $0.50 \text{ m}$   
 No 5 =  $0.60 \text{ m}$   
 No 6 =  $0.75 \text{ m}$ .

- Los muros de división no tienen función estructural.
  - Los muros no deben estar conectados a los elementos estructurales (columnas, vigas, losas, zapatas), se utilizará la junta de construcción.
- Especificaciones de acuerdo al Código ACI - 318-99 y las normas Guatemaltecas AGES.

LONGITUD DE DESARROLLO (CM.)	
Varilla No.	$1.5 \times L_{DH} + 1.5 \times L_{DB} + 1.5 \times L_{DH} + 1.5 \times L_{DB}$
3	27
4	36
5	45
6	54
	75

Cap. 213/18-99  
 1. Cimentación, Vigas, Losas y Columnas.  
 2. Barras rectas si el espesor del concreto es  $> 0.30 \text{ m}$ .  
 3. Barras rectas si el espesor del concreto es  $< 0.30 \text{ m}$ .  
 Columnas.



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CONTENIDO: DETALLE DE GRADAS Y MUROS

ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA

CARNET: 2004-12665

ESCALA: INDICADA

VO. BO. INGENIERO

ING. JUAN MERCK

ASesor

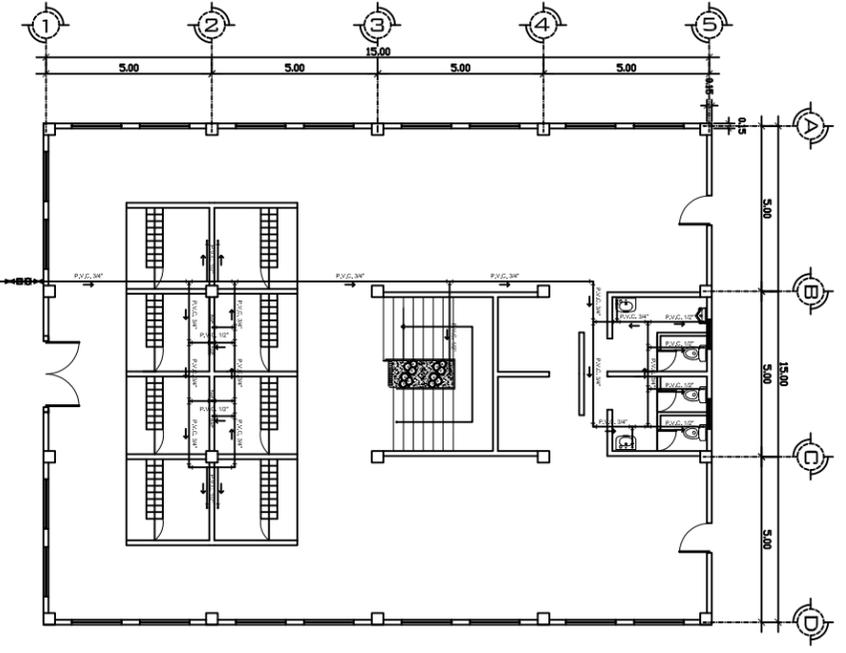
9/12

FECHA: MARZO 2009

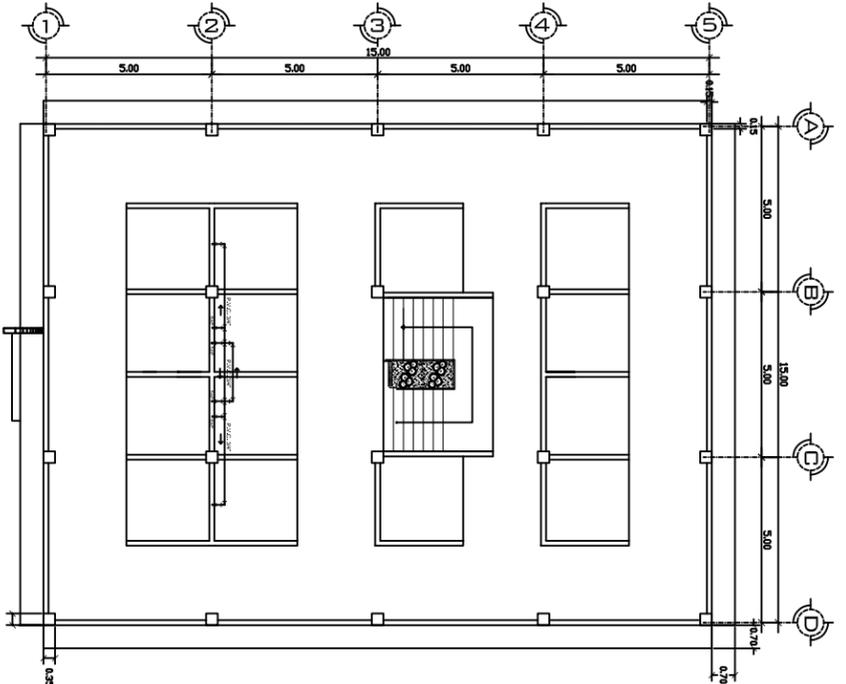
DIBUJO: M.A.C.A.

CÁLCULO: M.A.C.A.

DISEÑO: M.A.C.A.



PLANTA PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



PLANTA SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
⊕	CRUZ DE PVC
⊞	TEE DE 90° PVC HORIZONTAL
⌞	CODO PVC 90°
⊞	CONVATOR DE AGUA DE 03/4" A 01/2"
⊞	VÁLVULA DE GLOBO
⊞	VÁLVULA DE COMPURTERIA
⊞	VÁLVULA DE CHEQUE
—	TUBO PVC CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN
D	REDUCTOR PVC DE 03/4" A 01/2"
⌞	INDICA UBICACIÓN DE GIRRO
BAP	BAJADA AGUA POTABLE
SAP	SUBIDA AGUA POTABLE

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PARA UNIR LA TUBERÍA Y ACCESORIOS DE PVC SE USARÁ PEGAMENTO MARCA TANGIT.

- Antes de la desinfección de la tubería, esta deberá llenarse para eliminar bolsas de aire y servir de lavado inicial, con la tubería ya vacía deberá aplicarse lentamente el agua con el desinfectante, con una mezcla de cloro y agua no menor de 50 PPM o por otro método equivalente, dejándose llena con esta mezcla de red por un periodo de 8 horas mínimo.
- Al finalizar el periodo de 8 horas se drenará la tubería y el dorso residual no será menor de 0.5 PPM. En caso contrario deberá repetirse la operación hasta lograrse el resultado deseado.
- La tubería de PVC, debe cumplir con la norma comercial norteamericana CS 25663 y la especificación D-179460 y de la ASTM, debido a la facilidad de su obtención, así como su facilidad de instalación. La superficie lisa interna permite una mayor capacidad hidráulica. Su coeficiente de fricción es de 0.009, evitando la aparición de incrustaciones y tuberización. La tubería tiene resistencia al impacto por lo que evita que sufran daños al momento de transportar, almacenar y/o instalar la tubería. Tiene alta resistencia al ataque de sustancias químicas y a la corrosión química. La fisura en sus paredes internas y el espesor de las mismas permiten que tenga resistencia a la abrasión o desgaste producido por los sólidos en suspensión contenidos en los fluidos transportados en la misma.

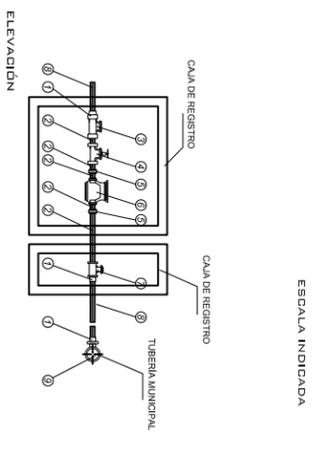
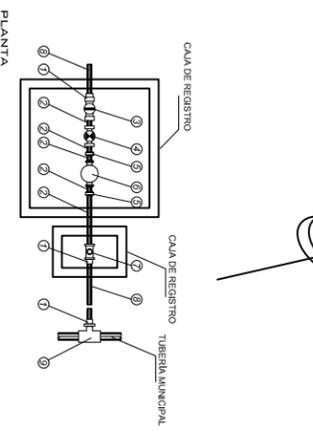
NOTAS:

La tubería de la instalación hidráulica:

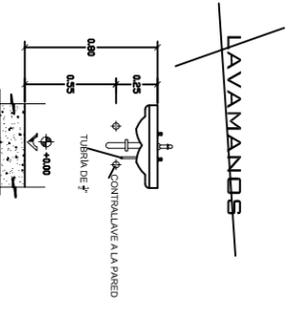
- Se encimentará a 0.30m, por debajo de nivel 0.00.
- El diámetro de la tubería del circuito principal de distribución es de 3/4" y todas las espigas para aparatos de PVC, se harán con cemento solvente de secado rápido, siguiendo las instrucciones del fabricante del producto.
- En las uniones de rosca se utilizará cinta teflón.

- NOMENCLATURA
- Adaptador Macho PVC.
  - Niple Galvanizado.
  - Cheque Horizontal.
  - Válvula de Compuerta.
  - Union Universal.
  - Contador.
  - Llave de Paso.
  - Tubería PVC.
  - Abrazadera reductora de Bronce empaque.

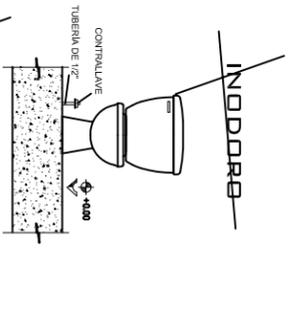
PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA  
ESCALA INDICADA



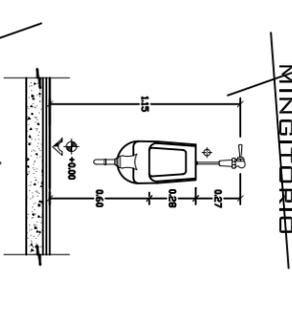
ACOMETIDA DE AGUA POTABLE  
SIN ESCALA



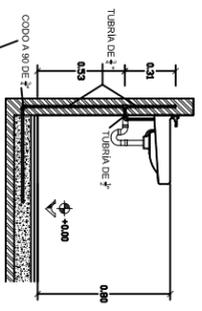
ELEVACIÓN FRONTAL  
ESCALA 1:20



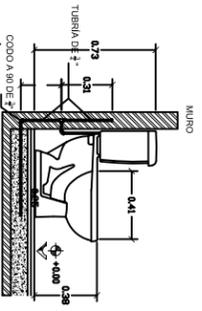
ELEVACIÓN FRONTAL  
ESCALA 1:20



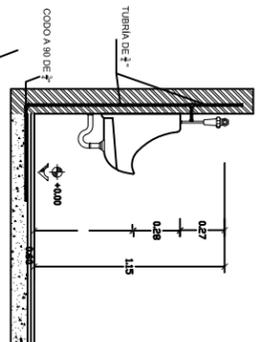
ELEVACIÓN FRONTAL  
ESCALA 1:20



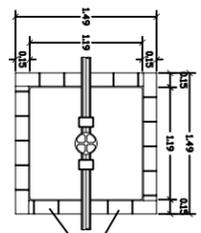
ELEVACIÓN LATERAL  
ESCALA 1:20



ELEVACIÓN LATERAL  
ESCALA 1:20

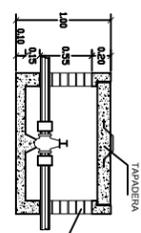


ELEVACIÓN LATERAL  
ESCALA 1:20



PLANTA

CAJA DE VÁLVULAS  
SIN ESCALA



ELEVACIÓN



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA

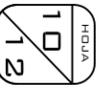
ESTUDIANTE: MANABO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA

CABINET: 2004-12665

DISEÑO: M.A.C.A. ESCALA: INDICADA

CÁLCULO: M.A.C.A. FECHA: MARZO 2009

DIBUJO: M.A.C.A. ING. JUAN MEREC



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



Para red general de Drenajes (Aguas Servidas y Pluviales) se utiliza tubería de cloruro de polivinilo (PVC).

PENDIENTE TUBERÍA AGUAS NEGRAS: 2%  
PENDIENTE TUBERÍA AGUAS PLUVIALES: 1%

TUBERÍAS PVC:

La tubería de PVC a utilizar en red de drenajes debe estar de acuerdo con la norma comercial norteamericana CS 206-63-SDR 26.

La presión de trabajo debe de ser de 160 libras sobre pulgada cuadrada para drenajes. Los accesorios serán del mismo material (PVC). Para las uniones utilizar cemento solvente de preferencia de secado lento, siguiendo las instrucciones del fabricante. Antes de aplicar el solvente a la junta, ésta se limpiará y ligará hasta tener una superficie apropiada, luego se cubrirán ambos extremos con el solvente. Las uniones deberán hacerse con el tipo de cemento solvente requerido, dependiendo del diámetro. Para la utilización del cemento solvente deben seguirse las instrucciones del fabricante, utilizando solvente de secado lento manteniendo presión manual en la junta durante 30 segundos.

Las cajas de conexión serán hechas de tubos de concreto de diámetro de 12" y base de concreto simple fundida en obra, de la forma y dimensiones que indican los planos. Las paredes serán repelidas y armadas en su interior, el respo se colocará en una relación de una parte de cemento por tres partes de arena y el almidón será con una parte de cemento por una parte de arena.

Las cajas reposadera serán hechas de paredes de ladrillo de obra y fondo de concreto simple de la forma y dimensiones que indican los planos. Las paredes serán repelidas y armadas en su interior.

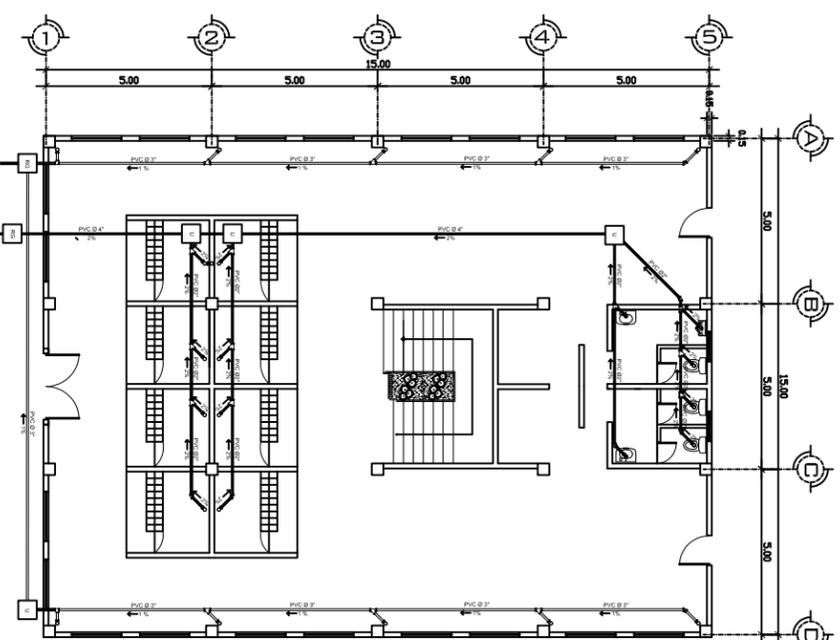
NOTAS:

Las Bajadas de agua pluvial o aguas negras, se dejarán cubiertas con relleno, la cual deberá estar cubiertas con un mínimo de 40 mm.

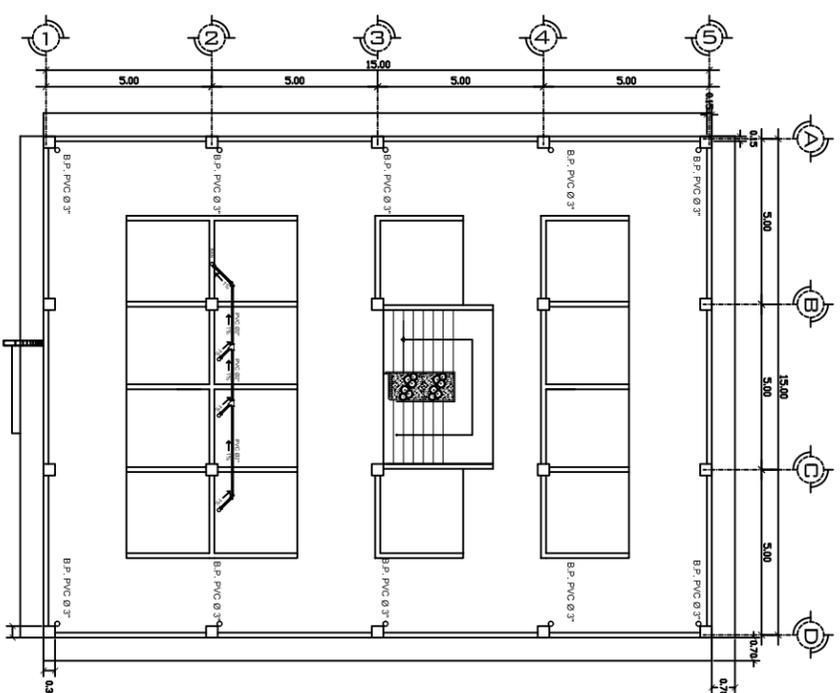
En algunos casos se colocaran abrazaderas para sostener las bajadas de aguas pluviales y se colocara al exterior del edificio.

Las tuberías no deberán colocarse dentro de alguna columna estructural, ni atravesar sobre vigas.

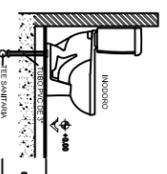
Todas las tuberías se deberán colocar a un lado de las marcas estructurales.



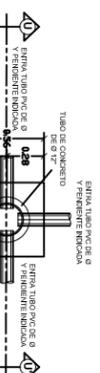
PLANTA PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



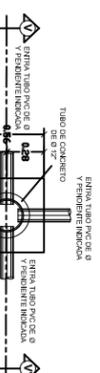
PLANTA SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100



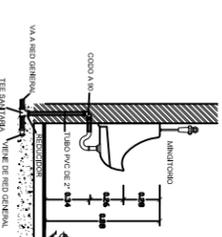
ESPERA DE INODORO  
ESCALA 1:25



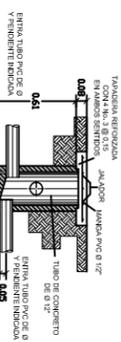
CAJA DE REGISTRO  
ESCALA 1:25



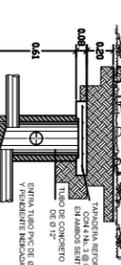
CAJA UNIÓN  
ESCALA 1:25



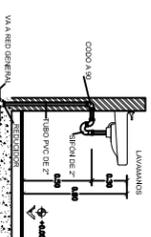
ESPERA DE MINGITORIO  
ESCALA 1:25



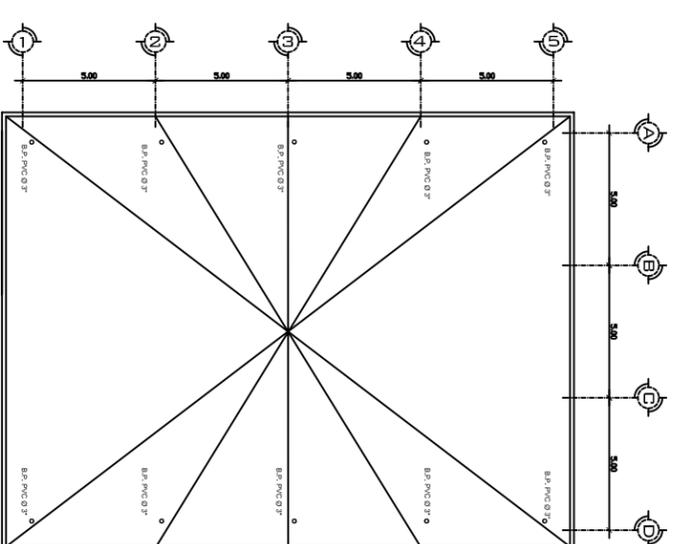
SECCIÓN U-U'  
ESCALA 1:25



SECCIÓN V-V'  
ESCALA 1:25



ESPERA DE LAVAMANOS  
ESCALA 1:25



PLANTA TECHO DE LOSA  
ESCALA 1:125

SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA	DESCRIPCION.
□	INDICA UBICACION DE CAJA
R	CAJA REPOSADERA
U	CAJA UNION
RG	CAJA DE REGISTRO
BAN	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
Pend %	PENDIENTE DE TUBERIA
▬	TUBO DE DRENAJE DE AGUAS NEGRAS
▬	TUBERIA AGUAS PLUVIALES
▬	REDUCTOR PVC
└┘	TEE PERFIL
└┘	TEE PLANTA
└┘	YEE
└┘	CODO 90° HORIZONTAL
└┘	CODO 90° VERTICAL
└┘	CODO 45° HORIZONTAL
▲	BAJADA DE AGUA PLUVIAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJES

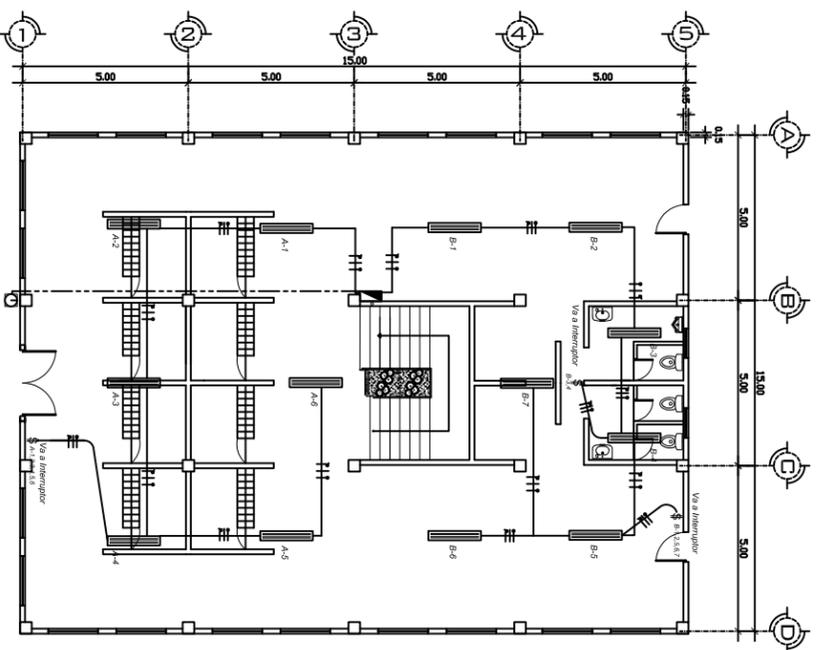
ESTUDIANTE: MANO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA  
CARNET: 2004-12665

DISENÑO: M.A.C.A.  
CÁLCULO: M.A.C.A.  
DIBUJO: M.A.C.A.

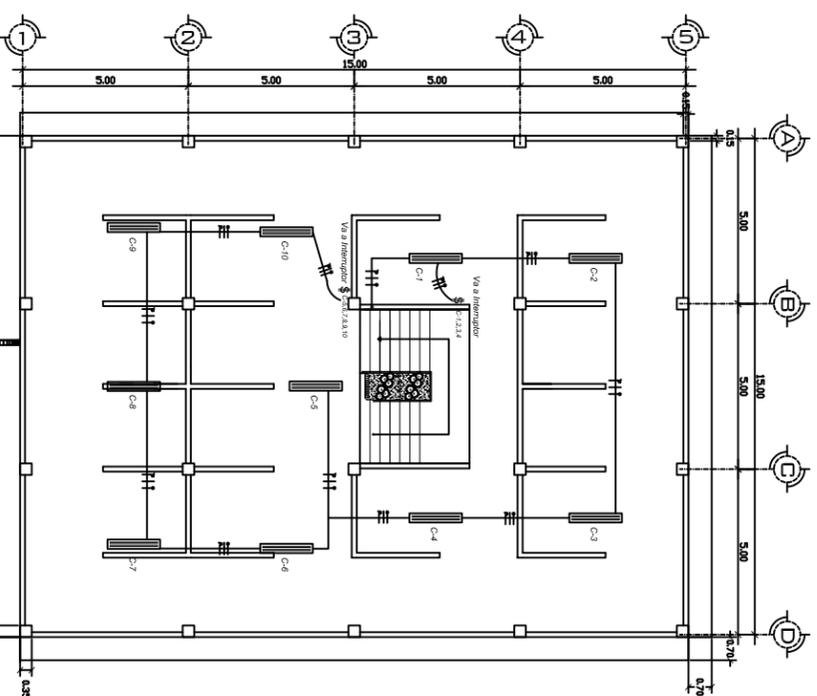
ESCALA: INDICADA  
FECHA: MARZO 2009

VO. BO. ING. JUAN MERCK ASESOR

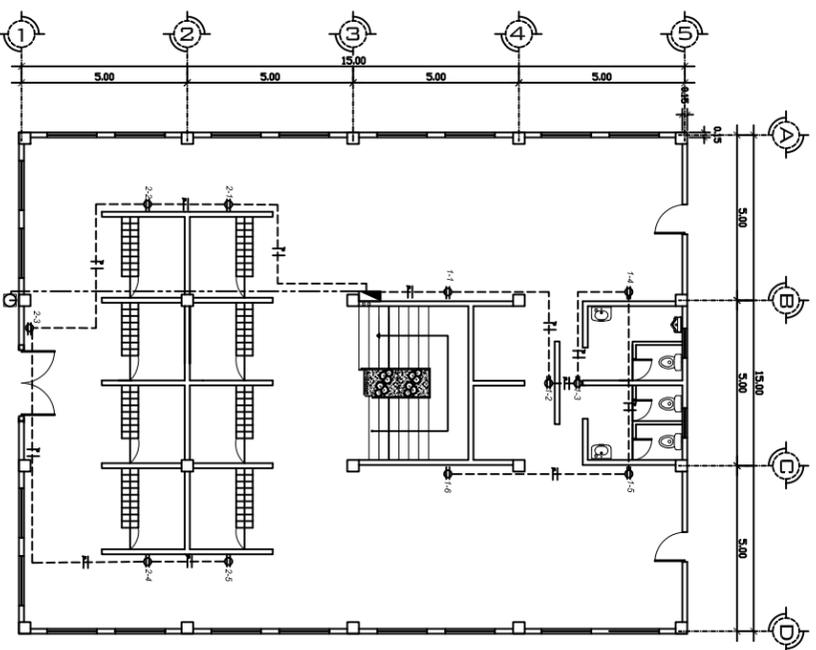
HQ. 11/12



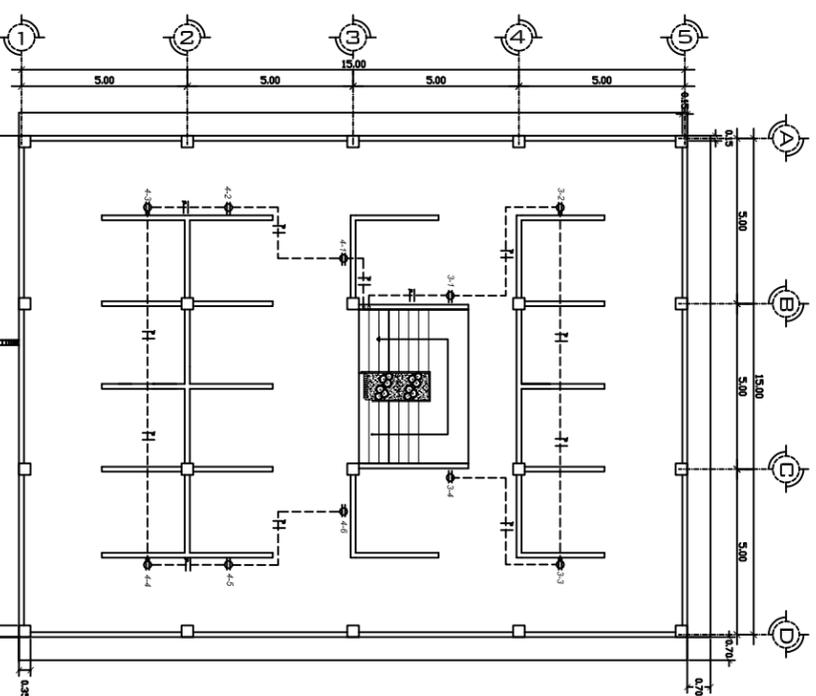
PLANTA DE ILUMINACIÓN PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



PLANTA DE ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100



PLANTA DE FUERZA PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



PLANTA DE FUERZA SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN:
—W	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW 6 INDIC.
—+—	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW 6 INDICADO
—o—	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW
— —	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" 6 INDIC. EMPOTRADO EN LOSA 6 EST. METÁLICA
— —	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" 6 INDIC. EMPOTRADO EN PISO
— —	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" 6 INDIC. EMPOTRADO EN PARED
— —	INTERRUPTOR DOBLE 1/1=1.20m.
— —	INTERRUPTOR SIMPLE 1/1=1.20m.
— —	LAMPARA FLUORESCENTE EN CIELO
— —	LAMPARA INCANDESCENTE EN CIELO
— —	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1/1=1.70m.
— —	CONTADOR

SIMBOLOGÍA DE FUERZA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN:
—W	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW 6 INDIC.
—+—	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW 6 INDICADO
—o—	LÍNEA DE RETORNO
— —	CONDUCTOR PUENTE THREE WAY
— —	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" 6 INDIC. EMPOTRADO EN LOSA 6 EST. METÁLICA
— —	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" 6 INDIC. EMPOTRADO EN PISO
— —	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" 6 INDIC. EMPOTRADO EN PARED
— —	TOMACORRIENTE DOBLE 120V. 1/1=0.30m.
— —	TOMACORRIENTE TRIPLE 120V. 1/1=0.30m.
— —	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1/1=1.70m.
— —	CONTADOR

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

1. Tablero de distribución de 4 circuitos 120/240 Voltios 60 ciclos c.a. carga normal de 3,060 W, barras 50 amperos, fipones de 20 A.  
Color para alambrar:  
Positivo = Rojo  
Negativo = Negro  
Retorno = Blanco
2. Tubería de acometida HG Ø 1-1/2", long. L=4m. + codo 1-1/2" 90° accesorios de entrada.
3. Toda la tubería de iluminación será PVC eléctrico de 3/4".
4. El calibre de los conductores será THW No. 12 AWG.
5. Toda la tubería de fuerza será calibre de 3/4".
6. Toda la tubería Blanca será calibre de 3/4".
7. No colocar cajas de PVC para componentes.
8. La tubería eléctrica deberá quedar fuera de las columnas.

**PLANTA DE ILUMINACIÓN Y FUERZA**

ESCALA INDICADA



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACIÓN Y FUERZA

ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA

CARNET: 2004-12665

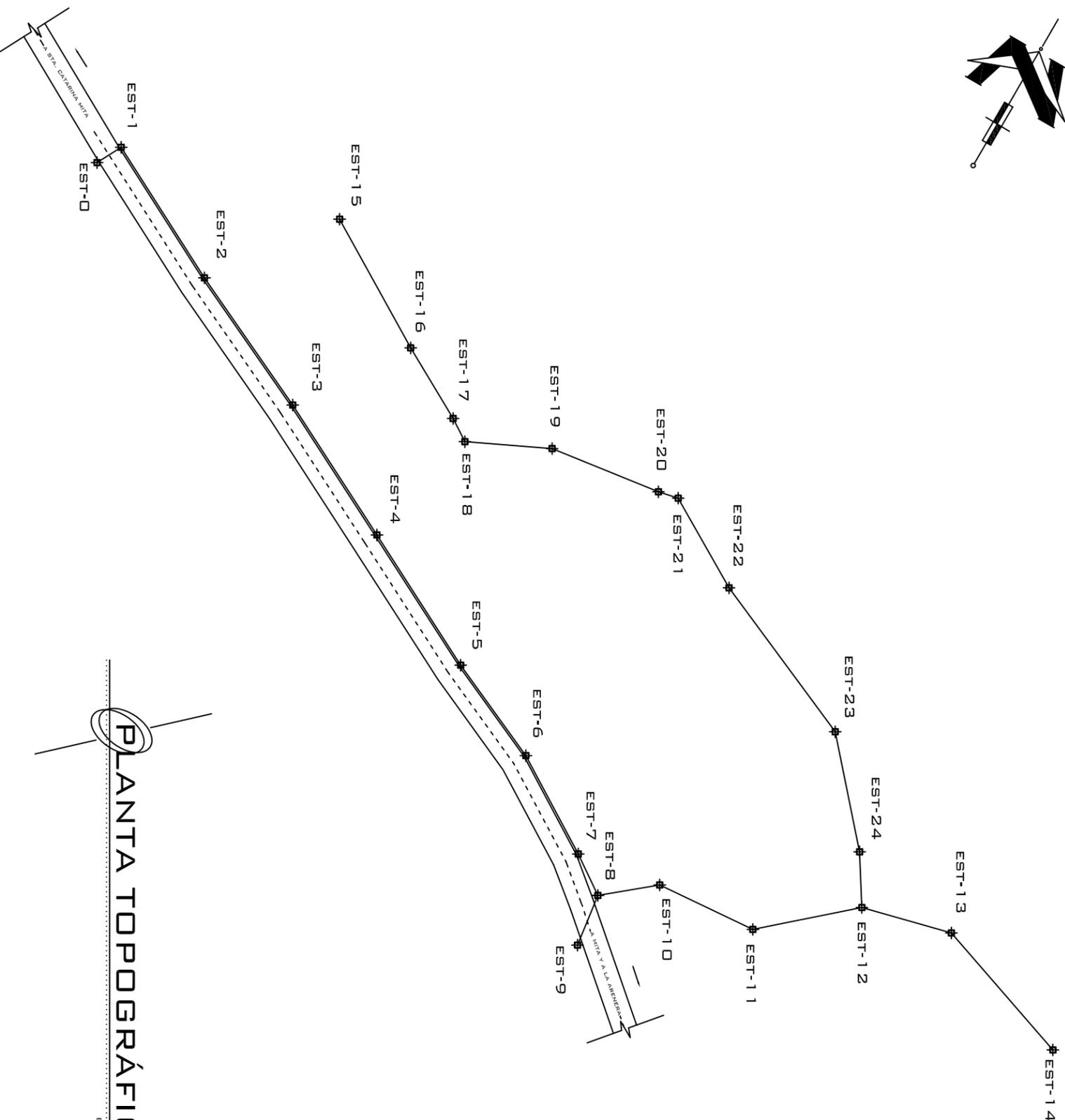
ESCALA: INDICADA

MA.C.A. MARZO 2009

ING. JUAN KERRIK ASBSON

12/12





# PLANTA TOPOGRÁFICA

ESCALA 1:750

## LIBRETA TOPOGRÁFICA

ESTACIÓN	P.O.	AZIMUT	D.H. (MT.)	COTA	CAMINAMIENTO
	NORTE	0°0'0"			
E-0	E-1	150°57'18"	9.20	655.000	9.20
E-1	E-2	118°57'18"	50.00	655.411	59.20
E-2	E-3	116°43'12"	50.00	655.823	109.20
E-3	E-4	118°32'42"	50.00	655.838	159.20
E-4	E-5	118°44'18"	50.00	656.046	209.20
E-5	E-6	115°42'18"	36.00	656.476	245.20
E-6	E-7	123°27'06"	36.00	656.709	281.20
E-7	E-8	126°05'24"	14.80	656.909	296.00
E-8	E-9	173°48'36"	17.37	656.792	313.37
E-9	E-10	51°48'36"	20.22	656.792	333.59
E-10	E-11	87°44'12"	33.25	652.177	368.84
E-11	E-12	50°00'48"	35.86	651.117	402.70
E-12	E-13	77°21'48"	29.90	647.347	432.60
E-13	E-14	110°31'36"	50.00	645.727	482.60
E-14	E-15	122°20'18"	47.50	652.339	530.10
E-15	E-16	120°13'54"	26.60	651.489	556.70
E-16	E-17	124°23'48"	8.40	649.459	565.10
E-17	E-18	65°43'48"	28.20	649.309	593.30
E-18	E-19	83°21'48"	37.00	647.719	630.30
E-19	E-20	78°58'30"	6.70	647.049	637.00
E-20	E-21	121°43'54"	33.30	646.519	670.30
E-21	E-22	114°50'12"	57.75	646.689	728.05
E-22	E-23	139°43'12"	39.58	646.809	767.63
E-23	E-24	148°52'42"	18.00	646.857	785.63

### NOMENCLATURA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
EST	ESTACIÓN
---	LÍNEA PRINCIPAL
----	CARRETERA VÍA ARENERA

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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO:  
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL PUENTE, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.

CONTENIDO:  
PLANTA TOPOGRÁFICA

ESTUDIANTE:  
MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA

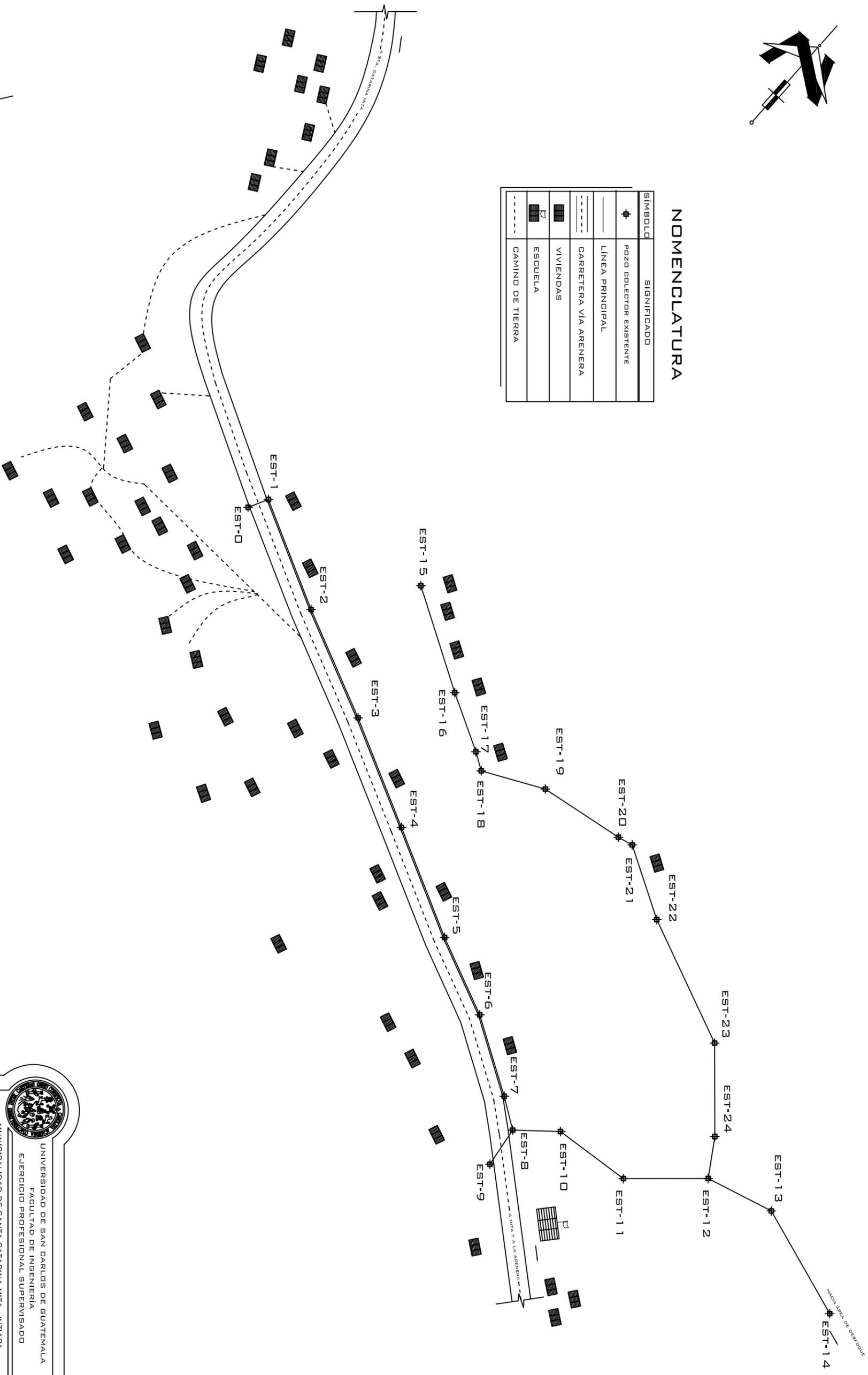
CARNET:  
2004-12665

DISEÑO: M.A.C.A.	ESCALA: INDICADA	VG. BO.
CÁLCULO: M.A.C.A.	FECHA: NOV. 2008	ING. JUAN MERCK ASBSON
DIBUJO: M.A.C.A.		HQJA 1 9



### NOMENCLATURA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
⊕	POZO COLECTOR EXISTENTE
—	LÍNEA PRINCIPAL
- - - -	CARRETERA VIA ARENERA
▣	VIVIENDAS
▢	ESCUELA
- - - -	CAMINO DE TIERRA



## PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA 1:750



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL PUENTE, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.

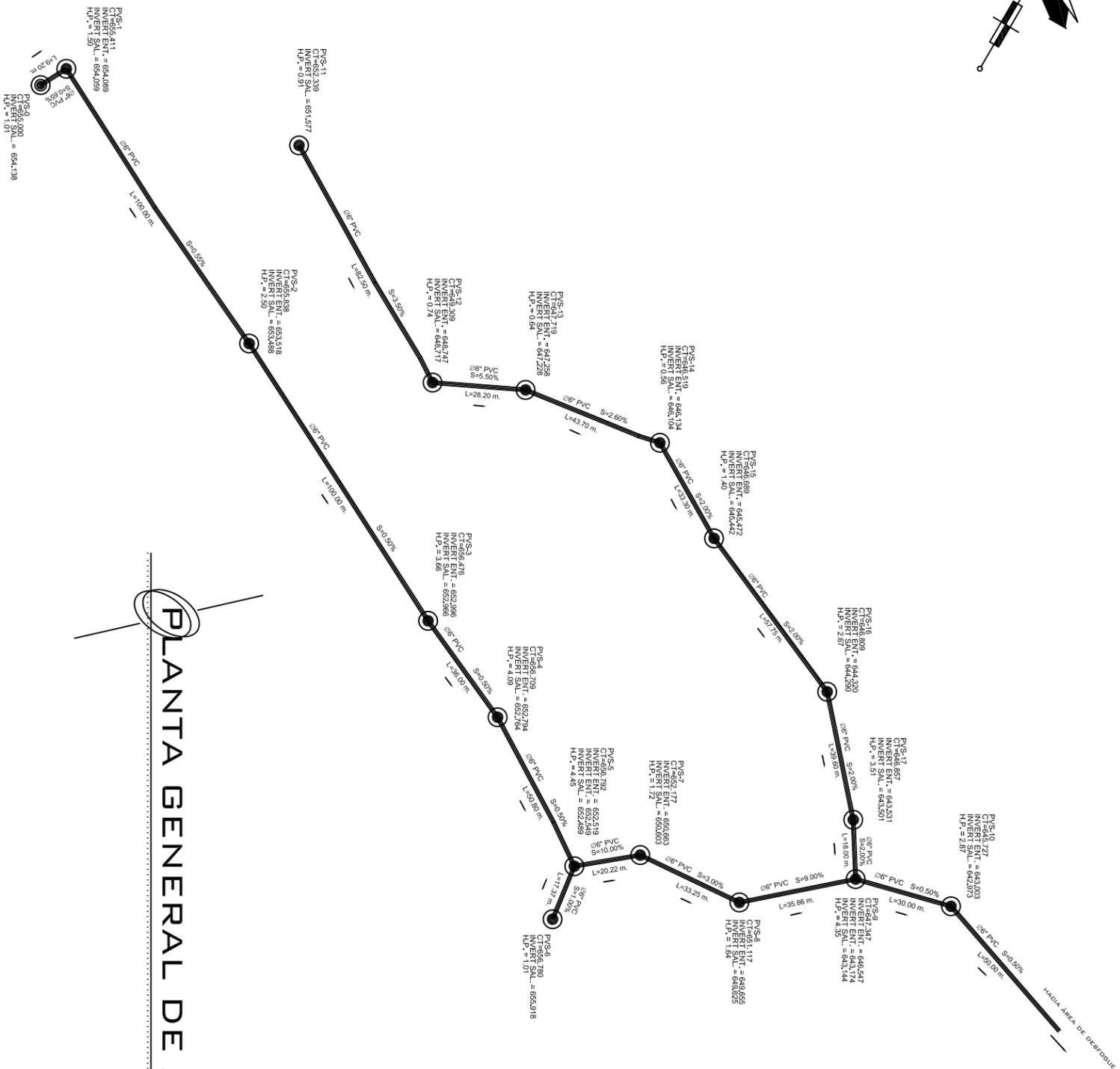
CONTENIDO: PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA

ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA      CARNET: 2004-12665

DISEÑO: M.A.C.A.      ESCALA: INDICADA

CÁLCULO: M.A.C.A.      FECHA: NOV. 2008

DIBUJO: M.A.C.A.      V.G.B.D.      INQ. JUAN KERR      HOJA 2/9



# PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO

ESCALA 1:750

## NOMENGLATURA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	POZO DE VISITA EN PLANTA
	COLECTOR PRINCIPAL
<b>S=</b>	PENDIENTE DE COLECTOR
<b>L=</b>	LONGITUD DEL TRAMO
$\varnothing$	DIÁMETRO DE COLECTOR
<b>CT=</b>	COTA DE TERRENO
<b>INVER SAL =</b>	COTA INVERT DE SALIDA
<b>INVER ENT =</b>	COTA INVERT DE ENTRADA
<b>HP =</b>	ALTURA DE POZO
<b>PVS</b>	POZO DE VISITA
	DIRECCION DEL FLUJO



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA  
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL  
PUENTE, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.

CONTENIDO: PLANTA GENERAL  
ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA  
CARNET: 2004-12665

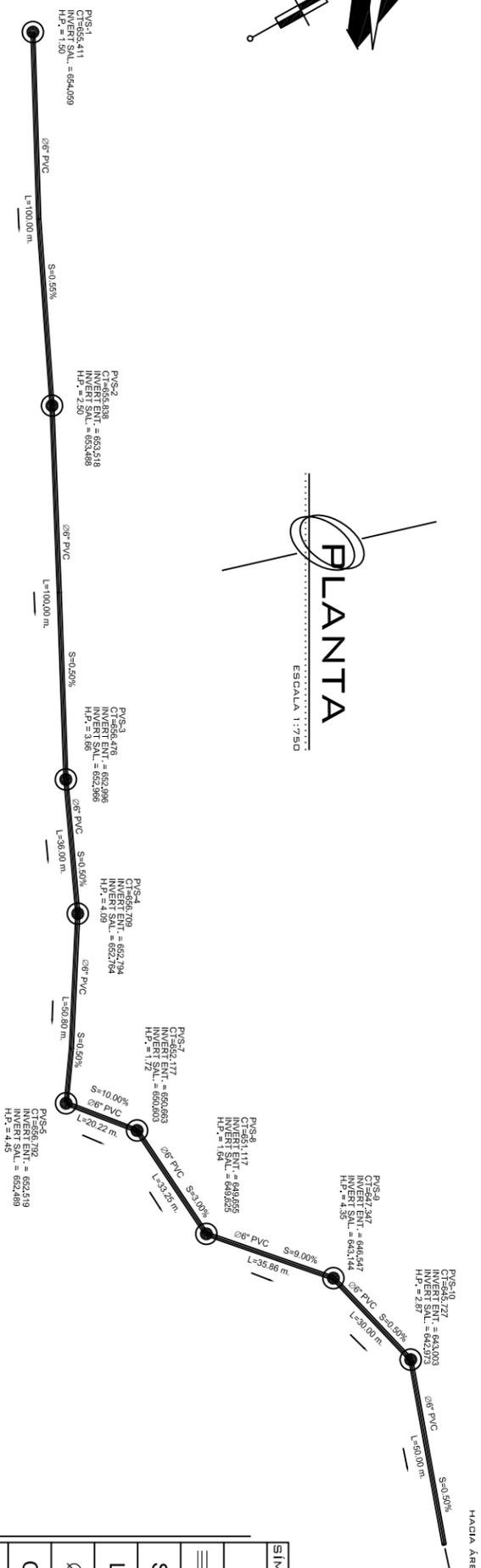
DISEÑO: M.A.C.A. ESCALA: INDICADA  
CÁLCULO: M.A.C.A. FECHA: NOV. 2008  
DIBUJO: M.A.C.A. V.G.B. ING. JUAN MEROZ ASBON

HQJA  
3  
9



# PLANTA

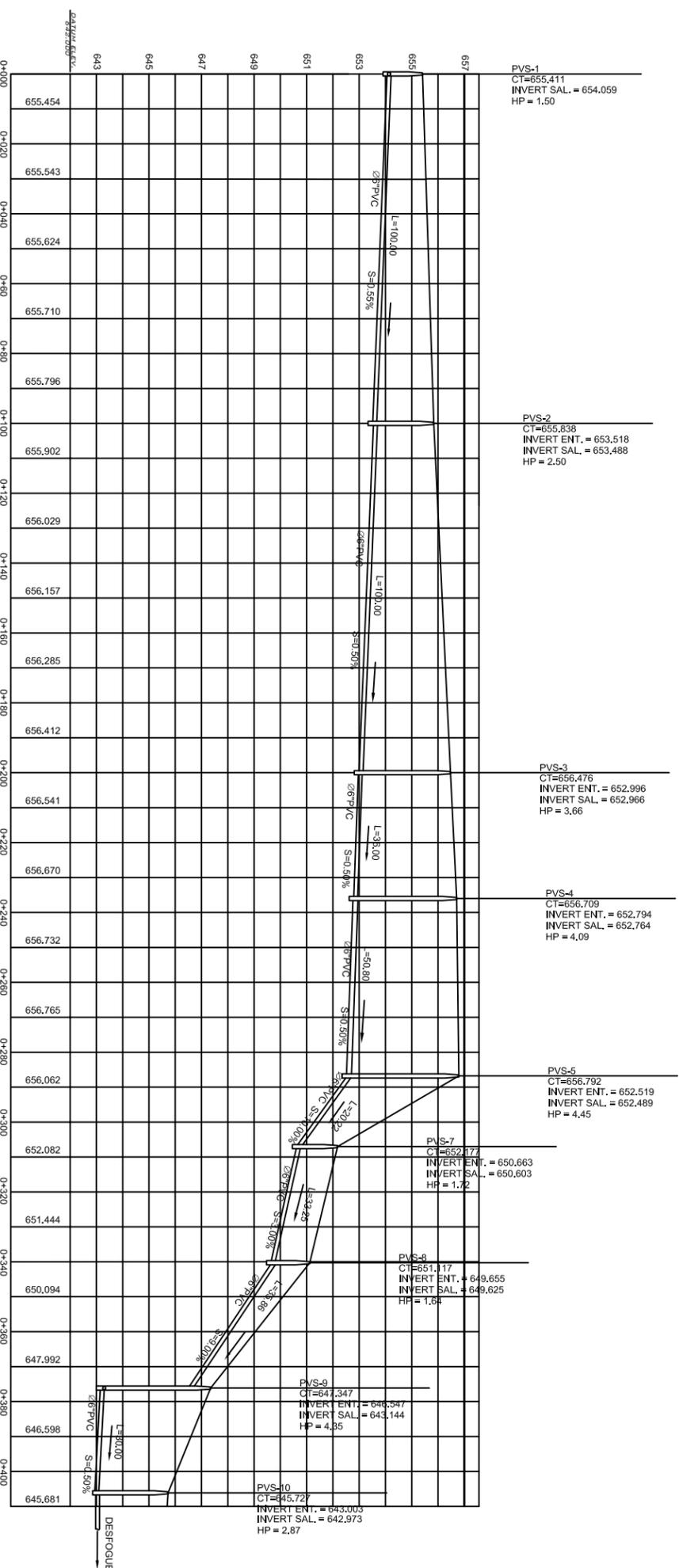
ESCALA 1:750



HACIA ÁREA DE DESFOQUE

## NOMENCLATURA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	POZO DE VISITA EN PLANTA
	COLECTOR PRINCIPAL
	PENDIENTE DE COLECTOR
	LONGITUD DEL TRAMO
	PENDIENTE DE COLECTOR
	DIÁMETRO DE COLECTOR
	DOTA DE TERRENO
	DOTA INVERT DE SALIDA
	DOTA INVERT DE ENTRADA
	ALTURA DE POZO
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PERFIL DEL POZO DE VISITA



# PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO

ESCALA HORIZONTAL 1:750  
ESCALA VERTICAL 1:100



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL PUENTE, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.

CONTENIDO: PLANTA PERFIL

ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA CARNET: 2004-12665

ESCALA: INDICADA

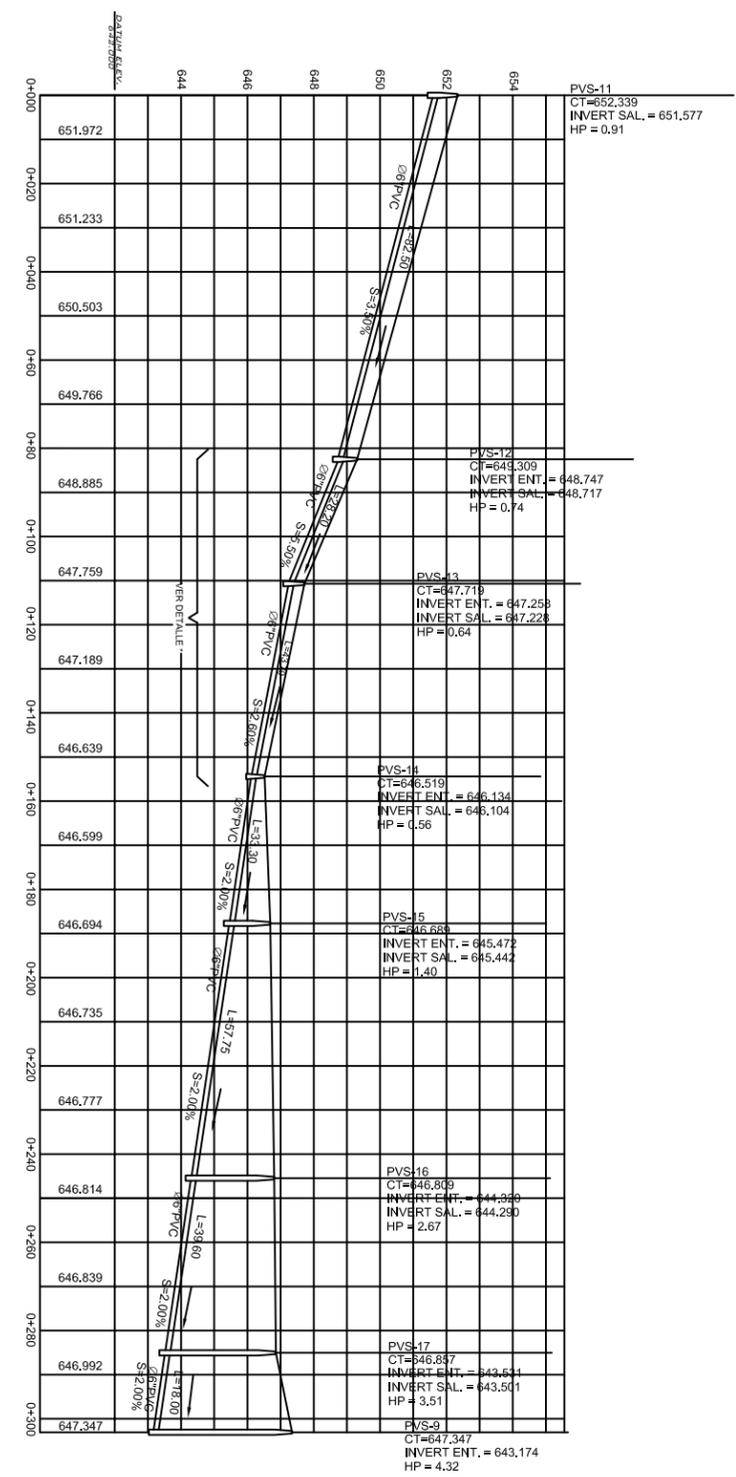
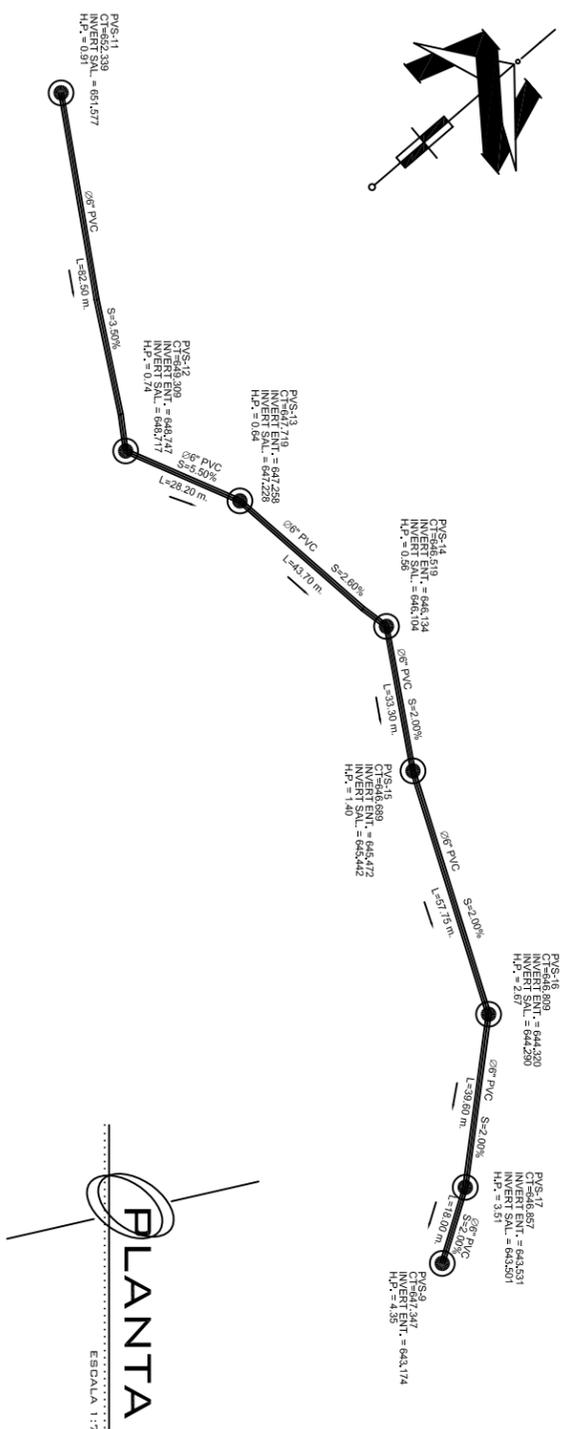
FECHA: NOV. 2008

ING. JUAN MEROZ

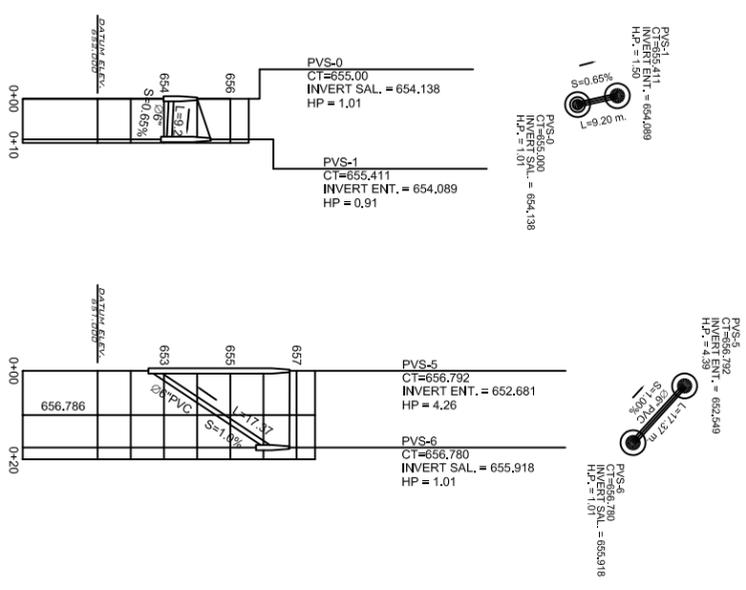
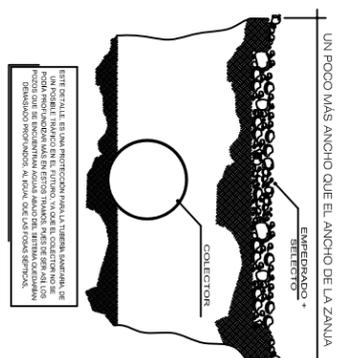
4/9

### NOMENCLATURA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	POZO DE VISITA EN PLANTA
	COLECTOR PRINCIPAL
$S =$	PENDIENTE DE COLECTOR
$L =$	LONGITUD DEL TRAMO
$\varnothing =$	DIÁMETRO DE COLECTOR
$CT =$	COTA DE TERRENO
$INVERT SAL =$	COTA INVERT DE SALIDA
$INVERT ENT =$	COTA INVERT DE ENTRADA
$HP =$	ALTURA DE POZO
$PVS$	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	PERFIL DEL POZO DE VISITA



### \* DETALLE SIN ESCALA



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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL PUENTE, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.

CONTENIDO: PLANTA PERFIL

ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA  
CARNET: 2004-12665

DISEÑO: M.A.C.A.  
CÁLCULO: M.A.C.A.  
FECHA: NOV. 2008

ESCALA: INDICADA

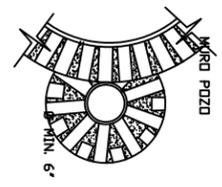
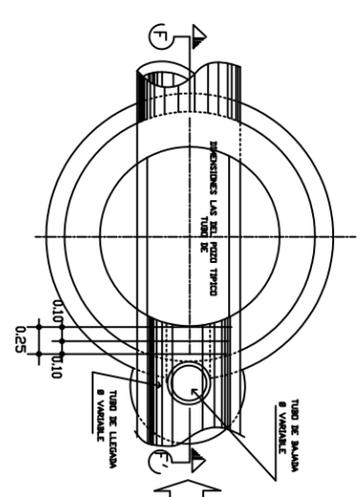
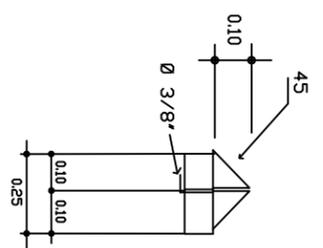
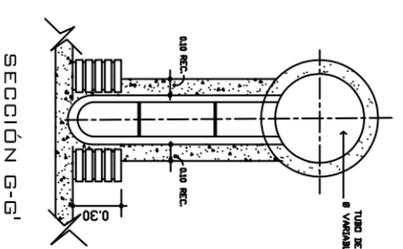
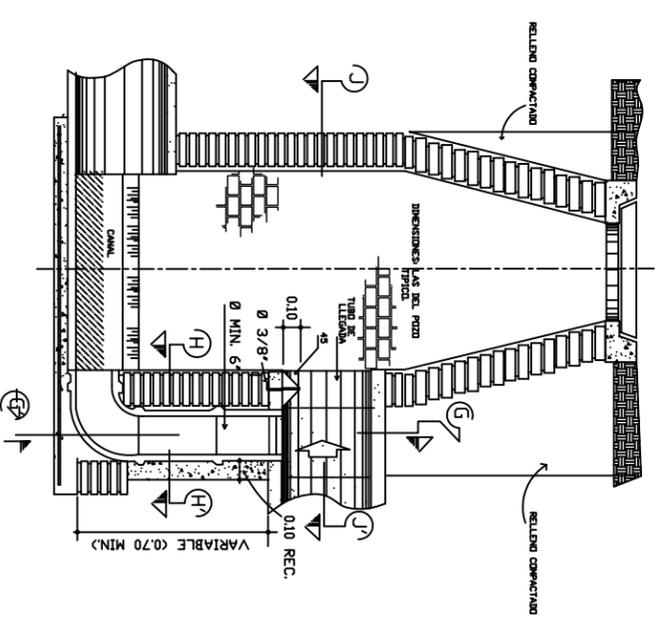
VO. BO. INGENIERO

ING. JUAN MEREC  
ASesor

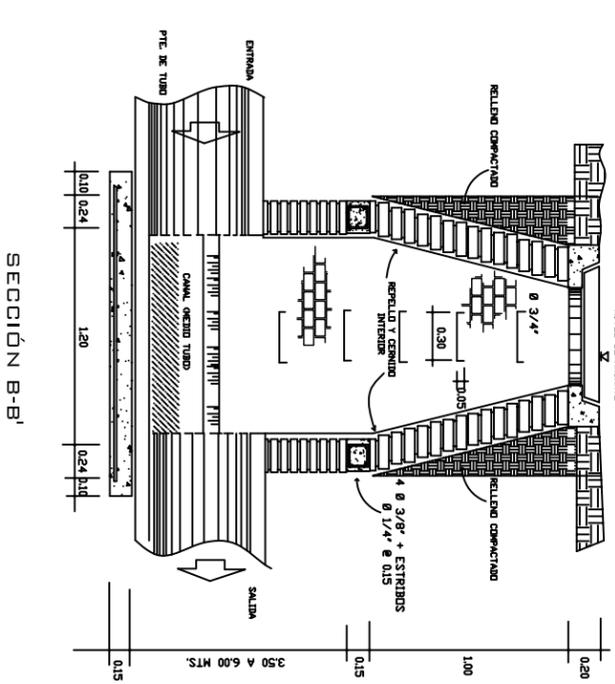
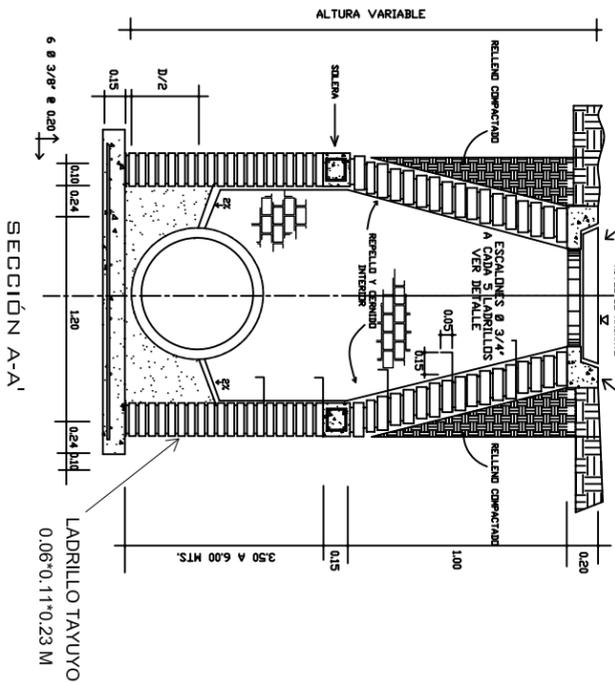
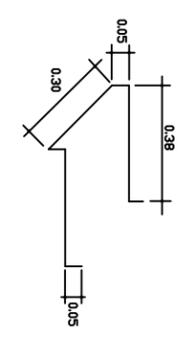
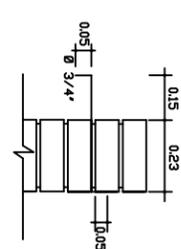
HQ. 5/9



DETALLE DISIPADOR DE ENERGÍA  
CAÍDA MAYOR DE 0.7 MTS.



DETALLE ESCALÓN



POZO DE VISITA DE 4 MT. DE PROF. EN ADELANTE

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

<p><b>CONCRETO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EL CONCRETO DEBE TENER UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE 210 KG/CM<sup>2</sup>.</li> <li>EL AGREGADO GRISES DEBE TENER UN DIAMETRO MINIMO DE 1/2".</li> <li>EL RECUBRIMIENTO MINIMO PARA LA BASE SERA DE 7 CM Y DE 3 A 5 CM PARA LA TAPADERA.</li> </ul> <p><b>ACERO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EL ACERO DEBE TENER UN FY = 2810 KG/CM<sup>2</sup>.</li> </ul> <p><b>MAMPONERIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SE UTILIZARA LADRILLO TAYUYO DE 0.08 X 0.11 X 0.23 M.</li> <li>LA MAMPONERIA SERA CONFORME A LA NORMA ASTM C-202.</li> <li>EL LADRILLO TAYUYO TENDRA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION MINIMA DE 84 KG/CM<sup>2</sup>.</li> </ul>	<p><b>MORTERO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>PROPORCION 1:3. UNA DE CEMENTO POR TRES DE ARENA.</li> <li>EL CEMENTO A UTILIZAR ES PORTLAND TIPO 1, ASTM C-150.</li> <li>SE UTILIZARA ARENA DE RIO SECA, ASTM C-144C.</li> </ul> <p><b>TUBERIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>NO DEBE UTILIZARSE TUBERIA DE DIAMETRO MENOR A LO ESPECIFICADO EN PLANOS.</li> <li>LAS UNIONES REALIZADAS ENTRE TRAMOS DE TUBERIA, ASI COMO ENTRE TUBOS CONEXIONES, CUMPLEN CON LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS EN LA NORMA ASTM D-3212.</li> </ul> <p><b>NOTA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>LAS TAPADERAS Y BROCALLES DEBERAN GIRARSE SEGUN LAS ESPECIFICACIONES DEL ACI 318, ANTES DE SU COLOCACION.</li> <li>LOS POZOS DEBERAN IDENTIFICARSE DE ACUERDO AL PLANO DE RED GENERAL.</li> </ul>
---	--



MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA  
 PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL PUENTE, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.

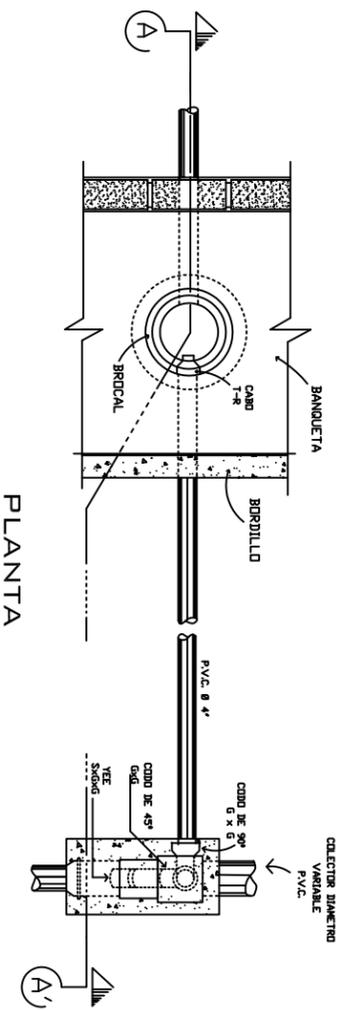
CONTENIDO: **DETALLE DE POZOS DE VISITA**  
 ESTUDIANTE: MARIO ALEJANDRO CARRILLO AMAYA  
 CARNET: 2004-12665

DISEÑO: M.A.C.A.  
 CÁLCULO: M.A.C.A.  
 DIBUJO: M.A.C.A.

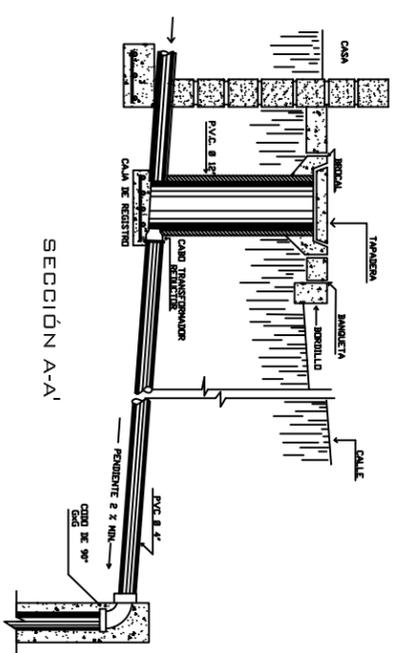
ESCALA: INDICADA  
 FECHA: NOV. 2008  
 V.G. BO. ING. JUAN MERCK ASESOR

HOLA 7 9

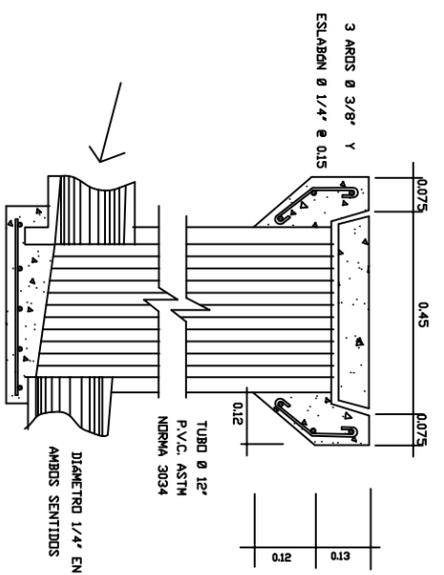
SIN ESCALA



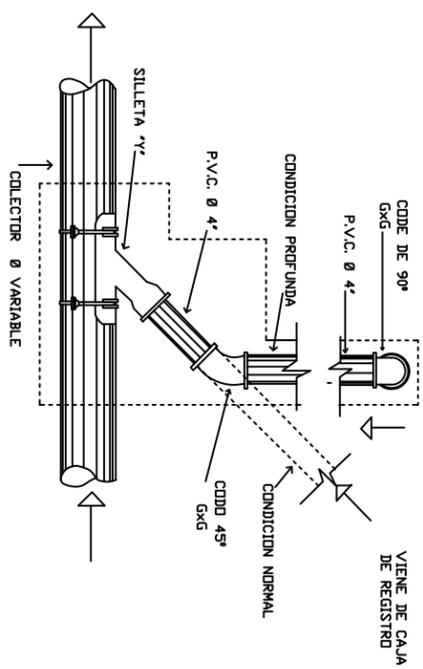
PLANTA



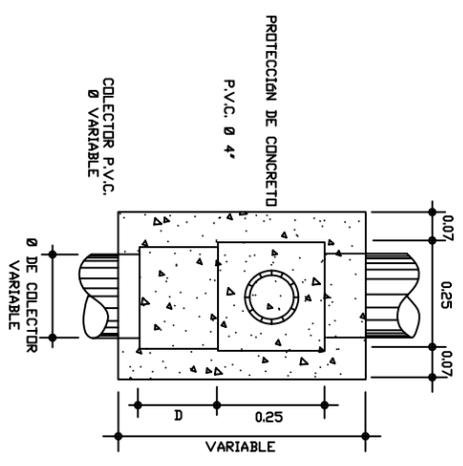
SECCIÓN A-A'



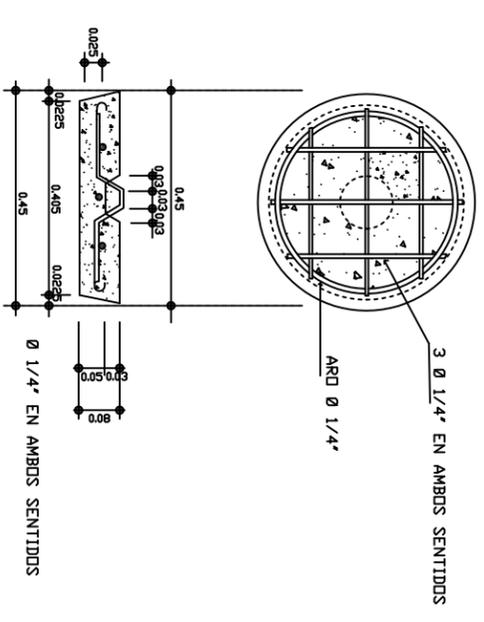
DETAILLE DE CANDELA DOMICILIAR



PARA COLECTOR EXISTENTE  
COLUCCACION DE SILETA 1/2\"/>



SECCIÓN B-B'



DETAILLE DE TAPADERA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

<p><b>CONCRETO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EL CONCRETO DEBE TENER UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE 210</li> <li>EL COGREGADO GUESO DEBE TENER UN DIAMETRO MINIMO DE 1/2"</li> <li>EL RECURBIMIENTO MINIMO PARA LA BASE SERA DE 7 CM Y DE 3 A 5 CM PARA LA TAPADERA.</li> </ul> <p><b>ACERD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EL ACERO DEBE TENER UN FY = 2810 KG/CM<sup>2</sup>.</li> </ul> <p><b>MAMPONERIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SE UTILIZARA LADRILLO TAVUJO DE 0.08 X 0.11 X 0.21 M.</li> <li>EL LADRILLO TAVUJO DEBE TENER UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION MINIMA DE 84 KG/CM<sup>2</sup>.</li> <li>EL LADRILLO TAVUJO TENDRA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION MINIMA DE 84 KG/CM<sup>2</sup>.</li> </ul>	<p><b>MORTERO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>PROPORCION 1:3 UNA DE CEMENTO POR TRES DE ARENA.</li> <li>EL CEMENTO A UTILIZARSE PORTLAND TIPO I ASTM C-150.</li> <li>SE UTILIZARA ARENA DE RIO SECA ASTM C-144.</li> </ul> <p><b>TUBERIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>NO DEBE UTILIZARSE TUBERIA DE DIAMETRO MENOR A LO ESPECIFICADO EN ESTAS ESPECIFICACIONES.</li> <li>LAS UNIONES REALIZADAS ENTRE TRAMOS DE TUBERIA, ASI COMO ENTRE TUBOS CONEXIONES CUMPLEN CON LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS EN LA NORMA ASTM D 3212.</li> </ul> <p><b>NOTA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>LAS TAPADERAS Y BROCALES DEBERAN CLASIFICARSE SEGUN LAS ESPECIFICACIONES DEL ACI 318 ANTES DE SU COLOCACION.</li> <li>LOS POZOS DEBERAN IDENTIFICARSE DE ACUERDO AL PLANO DE RED GENERAL.</li> </ul>
--	---

CONEXIÓN DOMICILIAR

SIN ESCALA



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

PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA  
CONTENIDO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL PUENTE, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.

ESTUDIANTE: MAIBD ALEJANDRO CARRILLO AMAYA  
CARNET: 2004-12865

<p>DISENÑO: M.A.C.A. CÁLCULO: M.A.C.A. DIBUJO: M.A.C.A.</p>	<p>ESCALA: INDICADA FECHA: NOV. 2008</p>	<p>VG. 80 ING. JUAN KERRIC ASBON</p>	<p>HOJA 8 9</p>
---	--	--	---------------------

