



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

**DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA  
COLONIA PRIMERO DE MAYO Y SISTEMA DE DRENAJE  
SANITARIO PARA EL BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA  
COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE  
GUATEMALA**

**Edwin Josué Espina Sandoval**

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, enero de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA COLONIA  
PRIMERO DE MAYO Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL  
BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO,  
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

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

**EDWIN JOSUÉ ESPINA SANDOVAL**  
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ENERO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### **DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA COLONIA PRIMERO DE MAYO Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Tema asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 11 de enero de 2010.



Edwin Josué Espina Sandoval

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 21 de septiembre de 2010.

Ref.EPS.DOC.740.09.10.

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 **Edwin Josué Espina Sandoval** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200511975**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA COLONIA PRIMERO DE MAYO Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**.

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. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
LGAV/ra



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 21 de septiembre de 2010.  
Ref.EPS.D.626.09.10

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA COLONIA PRIMERO DE MAYO Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Edwin Josué Espina Sandoval**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz .

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 Zecena de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





Guatemala,  
4 de octubre de 2010

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA COLONIA PRIMERO DE MAYO Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edwin Josué Espina Sandoval, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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 ENSEÑAR A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua



PROGRAMA DE INGENIERÍA  
CIVIL ACREDITADO POR  
Agencia Centroamericana de  
Acreditación de Programas de  
Arquitectura e Ingeniería  
PERÍODO 2009 - 2012



Guatemala,  
29 de octubre 2010

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA COLONIA PRIMERO DE MAYO Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL BARRIO SAN ANTONIO ALDEA LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edwin Josué Espina Sandoval, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

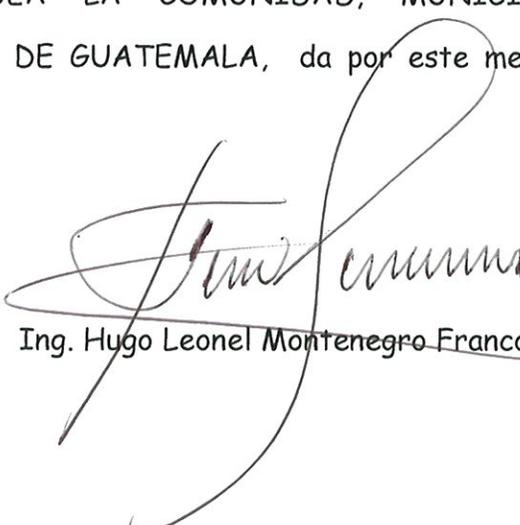
/bbdeb.



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



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Edwin Josué Espina Sandoval, titulado DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA COLONIA PRIMERO DE MAYO Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



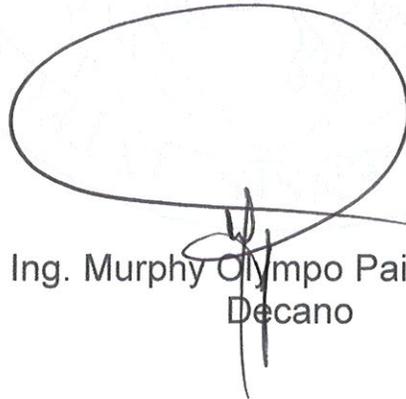
Guatemala, enero de 2011

/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 DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA COLONIA PRIMERO DE MAYO Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Edwin Josué Espina Sandoval**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, enero de 2011

/cc

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>DIOS</b>	Ser supremo que me bendice día a día, por guiarme y fortalecerme siempre.
<b>La municipalidad de Mixco</b>	Por todo el apoyo brindado.
<b>Mi asesor</b>	Ingeniero Luís Gregorio Alfaro Véliz, por el apoyo y la asesoría desinteresada a este trabajo de graduación.
<b>La Asociación Integral de Vecinos del Barrio San Antonio</b>	Por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS)
<b>La Facultad de Ingeniería</b>	Por formarme como profesional.
<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mis padres**

Edwin Romeo y Alba Corina.

Por sus sabios consejos, por su amor, paciencia y por ser siempre un ejemplo de lucha y perseverancia

### **Mis hermanos**

Alba Kristel y Kevin Alejandro.

Por apoyarme siempre y que mi triunfo sea un ejemplo.

### **Mi familia**

Por ser un motivo de inspiración.

### **Mis amigos**

Por su sincera amistad y compañía.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	VII
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b> .....	IX
<b>GLOSARIO</b> .....	XI
<b>RESUMEN</b> .....	XV
<b>OBJETIVOS</b> .....	XVII
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	XIX
<b>1. INVESTIGACIÓN</b> .....	1
1.1. Monografía del Barrio San Antonio .....	1
1.1.1. Características socioeconómicas de la comunidad....	1
1.1.1.1. Generalidades.....	1
1.1.1.1.1. Aspectos físicos.....	2
1.1.1.1.2. Ubicación y localización.....	2
1.1.1.1.3. Vías de comunicación.....	3
1.1.1.1.4. Colindancias.....	3
1.1.1.2. Condición económica.....	3
1.1.1.2.1. Vivienda.....	3
1.1.2. Aspectos socioculturales.....	3
1.1.2.1. Educación.....	3
1.1.2.2. Religión y costumbres.....	4
1.1.2.3. Cultura .....	4
1.1.2.4. Organización social .....	4
1.1.3. Aspectos demográficos.....	4
1.1.4. Aspectos topográficos .....	4
1.1.5. Aspectos climáticos .....	4

1.1.6.	Servicios y diversiones existentes en la comunidad ..	5
1.1.6.1.	Agua potable .....	5
1.1.6.2.	Disposición de aguas residuales .....	5
1.1.6.2.1.	Inadecuada disposición de aguas residuales .....	5
1.1.6.3.	Salud.....	5
1.1.6.4.	Desechos sólidos.....	5
1.1.6.5.	Transporte .....	5
1.1.6.6.	Energía eléctrica .....	6
1.1.6.7.	Teléfono .....	6
1.1.6.8.	Comercios .....	6
1.1.6.9.	Diversiones .....	6
<b>2.</b>	<b>DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA COLONIA PRIMERO DE MAYO, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA</b>	
2.1.	Descripción del proyecto.....	7
2.2.	Investigación preliminar de campo .....	7
2.2.1.	Terreno disponible .....	7
2.2.2.	Ensayo triaxial .....	8
2.3.	Diseño arquitectónico .....	10
2.3.1.	Ubicación del edificio en el terreno .....	11
2.3.2.	Distribución de ambientes .....	11
2.3.3.	Altura del edificio .....	12
2.3.4.	Selección del sistema estructural a utilizar .....	12
2.4.	Análisis estructural .....	12

2.4.1. Pre-dimensionamiento estructural .....	12
2.4.2. Modelos matemáticos de marcos rígidos .....	17
2.4.3. Cargas horizontales y verticales aplicadas a los marcos rígidos.....	35
2.4.4. Análisis de marcos rígidos utilizando un método de análisis estructural .....	45
2.4.5. Momentos últimos por envolvente de momentos.....	47
2.4.6. Diagrama de momentos y cortes.....	51
2.5. Diseño estructural .....	60
2.5.1. Losas .....	60
2.5.2. Vigas .....	70
2.5.3. Columnas .....	74
2.5.4. Cimientos .....	85
2.5.5. Zapatas .....	85
2.5.6. Modulo de gradas .....	91
2.6. Instalaciones eléctricas .....	95
2.7. Instalaciones hidráulicas .....	95
2.8. Planos constructivos .....	95
2.9. Presupuesto .....	96
2.9.1. Materiales .....	96
2.9.2. Mano de obra .....	96
2.9.3. Costo total del proyecto .....	97
2.9.4. Costo por metro cuadrado .....	97

### **3. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO EN EL BARRIO SAN ANTONIO, LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

3.1. Descripción del proyecto .....	99
3.2. Estudio topográfico .....	99
3.2.1. Altimetría .....	99
3.2.2. Planimetría .....	100
3.3. Población futura .....	100
3.4. Período de diseño .....	101
3.5. Cálculo de caudales .....	101
3.6. Aspectos generales .....	101
3.6.1. Caudal .....	102
3.6.2. Velocidad de flujo .....	102
3.6.3. Velocidad de arrastre .....	102
3.6.4. Factor de área .....	102
3.6.5. Densidad de población .....	103
3.6.6. Tirante .....	103
3.6.7. Caudal domiciliar .....	103
3.6.8. Caudal de conexiones ilícitas .....	103
3.6.9. Caudal de infiltración .....	104
3.6.10. Caudal comercial .....	104
3.6.11. Caudal industrial .....	104
3.6.12. Factor de Harmond .....	104
3.6.13. Factor de caudal medio .....	105
3.6.14. Caudal de diseño .....	105
3.6.15. Pendientes máximas y mínimas .....	105
3.7. Cálculo de cotas Invert .....	106
3.8. Tubería .....	108
3.8.1. Características .....	108

3.8.2.	Ventajas .....	109
3.8.3.	Normas .....	109
3.8.4.	Diámetros .....	110
3.8.5.	Factor de rugosidad .....	110
3.9.	Pozos de visita .....	110
3.9.1.	Especificaciones de colocación .....	110
3.9.2.	Especificaciones físicas .....	111
3.9.3.	Conexiones domiciliarias .....	111
3.9.4.	Profundidad de tubería .....	112
3.9.4.1.	Normas y recomendaciones .....	112
3.9.5.	Volumen de excavación .....	112
3.9.6.	Principios hidráulicos .....	114
3.9.6.1.	Ecuación de Manning para flujo en canales	114
3.9.6.2.	Ecuación a sección llena .....	114
3.9.6.3.	Ecuación a sección parcialmente llena .....	114
3.9.6.4.	Relaciones hidráulicas .....	115
3.9.7.	Propuesta de tratamiento de aguas residuales .....	117
3.9.7.1.	Descripción del sistema .....	117
3.9.7.2.	Importancia del tratamiento .....	117
3.9.7.3.	Proceso de tratamiento .....	117
3.9.7.4.	Planos constructivos .....	118
3.10.	Propuesta de tratamiento .....	118
3.10.1.1.	Diseño de fosa séptica .....	118
3.10.1.2.	Dimensionamiento de los pozos de absorción .....	120
3.11.	Cuantificación y presupuesto del proyecto .....	123
3.11.1.	Materiales .....	124
3.11.2.	Mano de obra .....	125

3.11.3. Presupuesto .....	128
3.12.    Vulnerabilidad del sistema de alcantarillado sanitario	135
3.12.1. Características de las amenazas, daños y riesgos para el sistema.....	135
3.12.1.1. Amenazas naturales .....	135
3.12.1.2. Efectos generales producidos por los terremotos .....	135
3.12.1.3. Daños producidos por los terremotos .....	135
3.12.2. Concepto de vulnerabilidad .....	136
3.12.2.1. Cuantificación de la vulnerabilidad .....	136
3.12.2.2. Estimación de la vulnerabilidad .....	137
3.12.2.3. Identificación de la vulnerabilidad .....	137
3.12.2.3.1. Vulnerabilidad administrativa	137
3.12.2.3.2. Vulnerabilidad operativa .....	138
3.12.2.3.3. Vulnerabilidad física .....	139
3.13.    Evaluación socioeconómica .....	140
3.13.1. Valor presente neto .....	140
3.13.2. Tasa interna de retorno .....	141
3.14.    Evaluación de impacto ambiental .....	145
3.14.1. En construcción .....	145
3.14.2. En operación .....	145
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>147</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>149</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>151</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>153</b>

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Mapa de localización .....	2
2	Planta del área tributaria de la columna crítica .....	14
3	Marco dúctil sección longitudinal.....	18
4	Marco dúctil sección transversal.....	18
5	Áreas tributarias.....	24
6	Cargas vivas y cargas muertas estructura sentido X-X .....	34
7	Cargas vivas y cargas muertas estructura sentido Y-Y .....	35
8	Localización del centro de masa y de rigidez.....	42
9	Cargas horizontales X-X.....	44
10	Cargas horizontales Y-Y.....	45
11	Momentos por carga muerta vigas, marco 1.....	48
12	Momentos por carga muerta columnas, marco 1.....	48
13	Momentos por carga viva vigas, marco 1.....	49
14	Momentos por carga viva columnas, marco 1.....	49
15	Momentos por sismo vigas, marco 1.....	50
16	Momentos por sismo columnas, marco 1 .....	50
17	Envolvente de momentos en vigas, marco 1.....	55
18	Envolvente de momentos en columnas, marco 1.....	56
19	Envolvente de corte en vigas, sentido Y.....	58
20	Envolvente de corte en columnas, sentido Y.....	59
21	Planta de distribución de losas.....	61
22	Losa 1.....	62
23	Losa 2.....	63

24	Losa 9.....	64
25	Losa 10.....	64
26	Diagrama de momentos actuantes en la losa .....	67
27	Corte simple en zapata.....	88
28	Corte punzonante en zapata.....	89
29	Esquema de un pozo de visita .....	111
30	Esquema de una conexión domiciliar .....	112
31	Esquema de zanja .....	113

## TABLAS

I	Valor soporte permisible, según el tipo de suelo.....	10
II	Integración de cargas sobre columna crítica.....	14
III	Alturas o espesores mínimos de vigas.....	16
IV	Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas.....	20
V	Áreas tributarias.....	25
VI	Cargas muertas y vivas por viga.....	34
VII	Fuerza por nivel.....	39
VIII	Cálculo del centro de rigidez, sentido X-X.....	41
IX	Cálculo del centro de rigidez, sentido Y-Y.....	41
X	Cálculo de fuerzas por marco, primer nivel, sentido X-X.....	43
XI	Cálculo de fuerzas por marco, primer nivel, sentido Y-Y.....	43
XII	Cálculo de fuerzas por marco, segundo nivel, sentido X-X.....	44
XIII	Cálculo de fuerzas por marco, segundo nivel, sentido Y-Y.....	44
XIV	Envolvente de momentos sentido X.....	52
XV	Envolvente de momentos sentido X.....	52
XVI	Envolvente de momentos sentido X.....	53
XVII	Cálculo de momentos positivos para envolvente de momentos.....	53
XVIII	Envolvente de momentos sentido Y.....	54
XIX	Envolvente de momentos sentido Y.....	54
XX	Envolvente de momentos sentido Y.....	54
XXI	Envolvente de momentos sentido Y.....	54
XXII	Cálculo de momentos positivos para envolvente de momentos.....	55
XXIII	Corte último en vigas sentido X.....	57
XXIV	Corte último en columnas sentido X.....	57
XXV	Corte último en vigas sentido Y.....	58
XXVI	Corte último en columnas sentido Y.....	58
XXVII	Presupuesto del proyecto de drenaje sanitario.....	123

XXVIII Cuantificación de materiales para el proyecto de drenaje sanitario..... 124

XXIX Cuadro de integración de precios unitarios para el proyecto de drenaje sanitario..... 125

XXX Análisis socio-económico..... 143

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>a/A</b>	Relación de áreas
<b>ACI</b>	American Concrete Institute
<b>ASTM</b>	American Society for Testing and Materials
<b>D</b>	Diámetro de la tubería a sección llena
<b>d/D</b>	Relación de tirantes
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>E</b>	Estación
<b>FHM</b>	Factor de hora máxima (adimensional)
<b>Gpm</b>	Galones por minuto
<b>H</b>	Altura
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>IVA</b>	Impuesto al valor agregado
<b>Km<sup>2</sup></b>	Kilómetro cuadrado
<b>L/s</b>	Litros por segundo
<b>Lts./hab./día</b>	Litros por habitante por día
<b>M</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>m/s</b>	Metro por segundo
<b>m<sup>3</sup>/seg</b>	Metro cúbico por segundo
<b>Mm</b>	Milímetros
<b>Msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>N</b>	Coeficiente de rugosidad de Manning
<b>PV</b>	Pozo de visita

<b>Q</b>	Caudal a sección llena
<b>Q</b>	Caudal de diseño
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>R</b>	Radio hidráulico
<b>s%</b>	Pendiente en porcentaje
<b>V</b>	Velocidad del flujo en la alcantarilla
<b>V</b>	Velocidad del flujo a sección llena
<b>v/V</b>	Relación de velocidades
<b>Y</b>	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla

## GLOSARIO

<b>Accesorios</b>	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como: codos, niples, tees, coplas, etc.
<b>Agregado</b>	Material granular, como arena, grava, piedra triturada y/o escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio aglomerante para formar hormigón o mortero.
<b>Agua potable</b>	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
<b>Agua residual</b>	Son los desperdicios líquidos provenientes de una vivienda, comercio o industria, después de haber sido utilizadas.
<b>Alcantarillado</b>	Conjunto de tuberías, accesorios, o conductos cerrados que trabajan normalmente como canales y que conducen aguas residuales o pluviales.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
<b>Bases de diseño</b>	Bases técnicas adoptadas para el diseño de un proyecto.
<b>Candela domiciliar</b>	Cuerpo receptor de las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al colector principal.
<b>Carga axial</b>	Carga aplicada en el eje longitudinal de un elemento.

<b>Carga muerta</b>	Cargas permanentes soportadas por un elemento, según se define en la ordenanza general de construcción.
<b>Carga viva</b>	Consiste, principalmente, en cargas de ocupación en edificios. Éstas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar su ubicación.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un área determinada.
<b>Colector</b>	Son los conductos que colectan las aguas residuales o pluviales y que las conducen a la planta de tratamiento o a su disposición final.
<b>Columna</b>	Elemento con una razón entre altura y dimensión lateral mayor que tres usado principalmente para resistir carga axial de compresión.
<b>Consumo</b>	Volumen de agua que es utilizado. Está en función de una serie de factores inherentes a la propia localidad que se abastece, por lo que varía de una población a otra.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
<b>Cota Invert</b>	Es la cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería.

<b>Deflexión</b>	Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje longitudinal, al ser cargados.
<b>Descarga</b>	Salida de agua residual o pluvial en un punto determinado.
<b>Dotación</b>	Estimación de la cantidad promedio de agua que consume cada habitante en un día.
<b>Estribo</b>	Armadura empleada para resistir esfuerzos de corte y de torsión en un elemento estructural; por lo general barras, alambres o malla electro soldada de alambre liso o estriado, ya sea sin dobleces o doblados en forma de L, de U o formas rectangulares, y situados perpendicularmente o en ángulo con respecto a la armadura longitudinal. El término <b>estribo</b> se aplica normalmente a la armadura transversal de elementos sujetos a flexión y el término <b>amarra</b> a los que están en elementos sujetos a compresión.
<b>Excentricidad</b>	Distancia comprendida entre el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura.
<b>Factor de rugosidad</b>	Factor que expresa el tipo de superficie de la tubería.

<b>Longitud de desarrollo</b>	Longitud mínima de acero dentro del concreto que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño de la armadura en una sección crítica.
<b>Módulo de elasticidad</b>	Razón entre la tensión normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión bajo el límite de proporcionalidad del material.
<b>Momento</b>	Producto de una fuerza por la distancia perpendicular a la línea de acción de la fuerza al eje de rotación.
<b>Monografía</b>	Breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región.
<b>Muro</b>	Elemento, generalmente vertical, empleado para encerrar o separar espacios.
<b>Pendiente</b>	Inclinación respecto de una línea horizontal.
<b>Período de diseño</b>	Tiempo durante el cual la obra diseñada prestará un servicio satisfactorio.
<b>Planimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a representar en una superficie plana una porción de la terrestre. Conjunto de las operaciones necesarias para obtener esta proyección horizontal.
<b>Pozos de visita</b>	Son estructuras construidas con el objeto de proporcionar acceso, tanto a los ramales principales como a los

colectores, con el propósito de inspeccionar y limpiarlos.

**Presión**

Es la fuerza ejercida sobre un área determinada.

**Topografía**

Parte de la geodesia que tiene por objeto representar el terreno sobre papel de la manera más exacta posible. Los dibujos que representan un terreno se llaman **planos topográficos**, y el conjunto de operaciones que hay que realizar para ejecutarlos **levantamientos topográficos o de planos**.

**Tratamiento**

Conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas o bacteriológicas, para obtener agua potable.

**Viga**

Miembro horizontal usado principalmente para soportar cargas.

**Zapata**

Tipo de cimentación superficial adecuado, cuando el terreno tiene propiedades de soporte adecuados.



## RESUMEN

El trabajo de graduación que se presenta a continuación contiene un informe completo sobre las características y necesidades de la colonia Primero de Mayo y el barrio San Antonio, aldea La Comunidad que se ubican en el municipio de Mixco, departamento de Guatemala; para el cual se elaboró una investigación de las necesidades de los pobladores del lugar, así como de la existencia y carencia de los servicios básicos.

Se desarrolló el diseño del instituto de educación básica en la colonia Primero de Mayo; como primer paso, se procedió a realizar el levantamiento topográfico, se hizo el diseño estructural tomándose como base las normas del ACI. Posteriormente, se elaboró el juego de planos correspondiente al diseño y el presupuesto. También se desarrolló la red de alcantarillado sanitario para el barrio San Antonio, aldea La Comunidad; como primer paso, se procedió a realizar el levantamiento topográfico cuando se obtuvo la información de campo, se hizo el diseño hidráulico tomando como base las normas generales más utilizadas en el campo de la ingeniería para el diseño de redes de alcantarillado sanitario y otros parámetros como período de diseño, caudal de diseño, comprobación de las relaciones hidráulicas  $d/D$ ,  $q/Q$  y  $v/V$ . Por último, se elaboró el juego de planos y el presupuesto del mismo.

Para el barrio San Antonio, se diseñó la red de drenaje sanitario con tubería PVC norma ASTM 3034, de 6 pulgadas de diámetro, con pozos de visita de mampostería (ladrillo tayuyo de barro cocido).



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el instituto de educación básica en la colonia Primero de Mayo y el sistema de alcantarillado sanitario para la recolección de aguas negras, para el barrio San Antonio, aldea La Comunidad, municipio de Mixco, departamento de Guatemala.

### **Específicos**

1. Desarrollar una investigación monográfica, así como un diagnóstico de las prioridades en cuanto a servicios básicos y de infraestructura de la colonia Primero de Mayo y del barrio San Antonio, aldea La Comunidad del municipio de Mixco, departamento de Guatemala.
2. Brindar a todos los miembros del comité de vecinos del barrio San Antonio una capacitación sobre el mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario.
3. Describir de manera clara los elementos que integran los costos unitarios, para lograr una buena planificación en el proceso de la compra de los materiales y el equipo para la ejecución del proyecto.



## INTRODUCCIÓN

El informe que a continuación se presenta, muestra la necesidad del diseño de la red de alcantarillado sanitario en las comunidades debido a la falta de condiciones de salubridad en que se encuentran. Por otro lado, se ve también la falta de estructura necesaria para la educación. Es por ello que se optó por el proyecto denominado **DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA COLONIA PRIMERO DE MAYO Y SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO EN EL BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, para poder evaluarlo y desarrollarlo en forma apropiada.

La aldea La Comunidad posee una población actual de 27,672 habitantes, de los cuales el barrio San Antonio cuenta con 5,265 habitantes, proyectándose un incremento de 10,476 habitantes en 20 años y 20,846 en 40 años, dicha aldea se encuentra en el área rural del municipio de Mixco. En la actualidad el barrio San Antonio no cuenta con un tratamiento adecuado de aguas negras, las cuales corren a flor de tierra en todo el lugar, causando enfermedades gastrointestinales, de la piel y de otros tipos, entre los pobladores del lugar.

Se debe considerar que en la colonia Primero de Mayo, viven alrededor de 4,500 niños, de los cuales el 75% no cuenta con la infraestructura necesaria para recibir educación; además de ser identificado el problema de la falta de infraestructura para ésta, se plantea desarrollar esta estructura para que sirva de albergue en casos de emergencia, debido a que en los últimos temporales, las inundaciones que se han dado en Guatemala, apuntan a que en este sitio que no tiene antecedentes de inundación, sea un buen centro de acopio para víveres de primera necesidad.

# **1. INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Monografía de Mixco**

### **1.1.1 Características socioeconómicas de la comunidad**

Conocida la antigua población como Santo Domingo Mixco, durante el periodo hispánico se le llamó Mixco, una de las divisiones naturales de las antiguas tierras jurisdiccionales del Corregimiento del Valle, cuya autoridad estaba reservada al alcalde ordinario de la Ciudad de Santiago, hoy Antigua Guatemala. El valle limitaba al norte con el de Sacatepéquez, al este con el de Las Vacas, al sur con el de Las Mesas y al oeste con el de Jilotepeque.

Destruído en 1525 el actual Mixco Viejo, algunos de sus habitantes fueron llevados a la nueva fundación, cercana al actual Mixco, mientras que otros se trasladaron a Chinautla. Conforme a la legislación vigente de la época, le fueron adjudicadas a Mixco tierras ejidales que posteriormente, en 1834, pidió el síndico procurador de la municipalidad de Mixco, fuesen medidas y acotadas.

Casi todos los indígenas que forman la mayoría de la población hablan español, usando entre ellos los idiomas cakchiquel y pocomam, conservando, algunos, sus prácticas y creencias heredadas. La fiesta titular, de Morenos, se celebra a mediados de enero. En lo religioso, Mixco se considera parroquia extraurbana de la arquidiócesis de Guatemala.

#### **1.1.1.1 Generalidades**

El barrio San Antonio se encuentra ubicado en la aldea La Comunidad, en las coordenadas geográficas 14°37'08.63"N, 90°35'03.92"O, a una

elevación de 1,582 msnm. Su clima va de cálido a templado y la temperatura se mantiene entre los rangos de 18 °C mínimo y 30 °C máximo, tiene sus estaciones climáticas bien definidas.

#### **1.1.1.1 Aspectos físicos**

La aldea La Comunidad posee una extensión territorial distribuida en un 30% para área de viviendas, un 40% corresponde a terrenos para uso agrícola y un 30% que es barranco.

#### **1.1.1.2 Ubicación y localización**

La aldea La Comunidad se encuentra ubicada sobre la carretera interamericana en el noroeste de la capital de Guatemala.

**Figura 1. Mapa de localización**



Fuente: Google earth.

#### **1.1.1.1.3 Vías de comunicación**

Para llegar a la aldea La Comunidad se pueden tomar dos rutas principales: la primera ruta es por la CA-01, ingresando por la 4ª. avenida pasando por las colonias Berlín, Lomas de San Jacinto y luego tomando la 1ª. avenida, siguiendo en línea recta por dicha carretera; este camino es asfaltado. La segunda ruta es partiendo de la colonia Mariscal, hacia la cabecera municipal.

#### **1.1.1.1.4 Colindancias**

El barrio San Antonio colinda al sureste con la colonia Pérez Guisasola, al norte con la colonia Mariscal, al sur con la colonia Lomas de San Jacinto.

#### **1.1.1.2 Condición económica**

En general, los habitantes de la comunidad son de escasos recursos económicos.

#### **1.1.1.2.1 Vivienda**

En cuanto a su infraestructura, éstas son de tipología mixta. Es decir, que el levantamiento es de mampostería de block y adobe. La cubierta de techos es de lámina de zinc.

#### **1.1.2 Aspectos socio culturales**

##### **1.1.2.1 Educación**

En la aldea La Comunidad funciona la Escuela Oficial Rural Mixta Víctor Nicolás Aguilar Vásquez, donde se imparte el nivel primario.

### **1.1.2.2 Religión y costumbres**

El 98% de la población pertenece a la religión católica y el 2% restante pertenece a la religión evangélica.

### **1.1.2.3 Cultura**

El 95% de los pobladores de la aldea La Comunidad, pertenece a la etnia indígena.

### **1.1.2.4 Organización social**

La aldea La Comunidad posee un Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), que está conformado por 7 personas quienes son las encargadas de velar por el bien de la comunidad.

## **1.1.3 Aspectos demográficos**

En la aldea existen 1000 viviendas, que en su mayoría están construidas de block con techo de lámina de zinc, aunque existen algunas construidas de adobe.

## **1.1.4 Aspectos topográficos**

En toda su extensión, el barrio es de topografía plana, con muchas montañas en sus alrededores, además está bordeada de barrancos.

## **1.1.5 Aspectos climáticos**

El clima en la aldea La Comunidad es cálido templado y la temperatura se mantiene entre los rangos de 18 °C mínimo y 30 °C máximo según la estación climatológica del INSIVUMEH. Por lo general, las precipitaciones son frecuentes

en la época lluviosa, por las tardes y en las noches, permitiendo durante esta época, que la temperatura disminuya y sea más fresco el ambiente.

## **1.1.6 Servicios y diversiones existentes en la comunidad**

### **1.1.6.1 Agua potable**

El barrio San Antonio ubicado posee red de distribución de agua potable, abastecida por la colonia Mariscal.

### **1.1.6.2 Disposición de aguas residuales**

El barrio San Antonio no posee un sistema de drenaje sanitario, lo que altera los diferentes sistemas ambientales.

#### **1.1.6.2.1 Inadecuada disposición de aguas residuales**

Para la evacuación de excretas se utiliza tasa lavable con pozo ciego, con un tubo de ventilación, dejando las aguas grises correr a flor de tierra.

### **1.1.6.3 Salud**

El barrio San Antonio posee un centro de salud.

### **1.1.6.4 Desechos sólidos**

La aldea no posee el servicio de recolección municipal de basura, por lo que los habitantes depositan sus desechos sólidos en basureros clandestinos.

### **1.1.6.5 Transporte**

El transporte más utilizado es el servicio de bus urbano, así como el de mototaxis (tuc-tuc).

#### **1.1.6.6 Energía eléctrica**

El 90% de los habitantes de la aldea posee el servicio de energía eléctrica.

#### **1.1.6.7 Teléfono**

Las distintas empresas de telefonía celular prestan su servicio a los habitantes del barrio.

#### **1.1.6.8 Comercios**

Algunas familias se dedican a la venta de productos básicos y artículos varios, por medio de pequeñas tiendas y abarroterías, las cuales generan ingresos para ayudar a la economía del hogar. Además existen comercios como: sastrerías, talleres, tortillerías, entre otros.

#### **1.1.6.9 Diversiones**

El barrio San Antonio posee un campo de fútbol, ubicado frente a la escuela en el cual se organizan torneos y campeonatos; este campo es el único centro de entretenimiento para los habitantes de la aldea.

## **2 DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA COLONIA PRIMERO DE MAYO**

### **2.1 Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en diseñar una edificación escolar de dos niveles, la cual contara con los servicios de energía eléctrica, agua potable y drenajes. Estará conformada por 8 aulas, distribuidas de la siguiente manera:

- **Nivel 1:** Secretaría, dirección y servicio sanitario para hombres y mujeres.
- **Nivel 2:** Aulas destinadas para clases.

La estructura de la edificación estará compuesta por marcos dúctiles con losas planas de concreto reforzado, cumpliendo el diseño de éstas con las especificaciones técnicas requeridas.

### **2.2 Investigación preliminar de campo**

#### **2.2.1 Terreno disponible**

El terreno se va a utilizar para la construcción de la edificación escolar, se encuentra en la colonia Primero de Mayo.

##### **2.2.1.1 Análisis de suelos**

La capacidad soporte de un suelo es la capacidad para soportar una carga sin que produzca fallas dentro de su masa. El suelo encontrado fue limo arenoso color café oscuro. El limo es un suelo de material fino de poca

plasticidad, este puede ser orgánico como el que se encuentra en los ríos, o inorgánico como el de las canteras. Los limos sueltos y saturados son totalmente inadecuados para soportar cargas de zapatas. La permeabilidad de los limos y su compresibilidad es muy baja. La arena se caracteriza por sus propiedades tales como extraordinaria dureza, y es un suelo bastante permeable.

### 2.2.2 Ensayo triaxial

Se excavó a una profundidad de 1.30 metros para encontrar el valor soporte del suelo, de donde se extrajo una muestra no alterada de 1 pie<sup>3</sup>, posteriormente se le practicó el ensayo de compresión triaxial, mediante la prueba de no consolidado y no drenado, el cual dio parámetros de corte, con un ángulo de fricción interna de  $\Phi = 30.67^\circ$  y una carga ultima  $C_u = 6.8 \text{ T/m}^2$ .

El método utilizado para el cálculo del valor soporte fue del Dr. Karl Terzagui, que ha demostrado ser lo suficientemente aproximado para todos los casos en el campo de su aplicación práctica, cuya fórmula es la siguiente:

$$q_d = 1.3 \cdot C_u \cdot N_c + \gamma \cdot Z \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_w$$

Donde:

- $q_d$  = Capacidad de carga límite en  $\text{T/m}^2$
- $C_u$  = Cohesión del suelo en  $\text{T/m}^2$
- $\gamma$  = Peso volumétrico del suelo en  $\text{T/m}^3$
- $Z$  = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
- $B$  = Ancho de la zapata cuadrada
- $N_c, N_q, N_w$  = Factores de carga

Cálculo:

Datos:

- peso específico del suelo =  $d_{\text{suelo}} = 1.30 \text{ T/m}^3$
- ángulo de fricción interna =  $\theta = 30.67^\circ$
- cohesión =  $6.8 \text{ T/m}^2$
- desplante =  $1 \text{ m}$

Factor de flujo de carga =  $N_q$

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - \theta\right) \cdot \tan(\theta)}}{2 \cdot \cos^2\left(45 + \frac{\theta}{2}\right)}$$
$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - 0.5353\right) \cdot \tan(30.67^\circ)}}{2 \cdot \cos^2(45 + 30.67^\circ/2)}$$
$$N_q = 24.3068 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Factor de flujo de carga última =  $N_c$

$$N_c = \cot(\theta) \cdot (N_q - 1)$$
$$N_c = \cot(30.67^\circ) \cdot \left(24.3068 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} - 1\right)$$
$$N_c = 39.30 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Factor de flujo de =  $N_w$

$$N_w = 1.8(N_q - 1) \cdot \tan(\theta)$$
$$N_w = 1.8(23.3068 - 1) \cdot \tan(30.67^\circ)$$
$$N_w = 24.88 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Valor soporte último =  $q_d$

$$q_d = 1.3C_u N_c + \gamma Z N_q + 0.4\gamma B N_w$$

El factor de seguridad varía entre  $1.50 \leq F. S. \leq 3.50$ , como es una estructura de primer orden, se utilizará un factor de seguridad de 3.50.

Valor soporte del suelo =  $q_0$

$$c' * N' c = 112.3$$

$$g * Df * N' q = 25.3$$

$$0.5 * g * B * N' g = 8.3$$

$$q_0 = 145.90 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_d = 41.70 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

El valor soporte de suelo se encuentra dentro del rango de soporte promedio según la siguiente tabla:

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

Valor soporte sugeridos para diferentes tipos de suelos		
Material del suelo	Ton/m <sup>2</sup>	Observaciones
Roca sana no intemperizada	645	No hay estructura de grietas
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
Suelos gravillosos	107	Compactados, buena granulometría
Suelos gravillosos	64	Flojos, mala granulometría
Suelos gravillosos	43	Flojos, con mucha arena
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: Jadenón Cabrera, Guía teórica para el curso de cimentaciones 1, Pág. 44

## 2.3 Diseño arquitectónico

Este se refiere a la distribución adecuada de los diferentes ambientes que componen el edificio. Los espacios educativos son los espacios destinados al ejercicio de la educación, el cual se desarrolla por medio de diferentes

actividades. Es por eso que las características de los espacios educativos varían de acuerdo con los requerimientos pedagógicos de las distintas asignaturas. Ésto se hace con la finalidad de tener un lugar cómodo y funcional para la población estudiantil, maestros y para las autoridades administrativas; se deben de tomar en cuenta los diferentes criterios tales como: número aproximado de personas que utilizarán la edificación, crecimiento poblacional, dimensiones del terreno, y financiamiento para la construcción.

Las relaciones de la edificación con su entorno (contactos visuales y auditivos) y las influencias del medio ambiente que repercuten alrededor de ella (sol, viento y ruido) tienen una importancia decisiva para la calidad de la edificación. Por ello, se debe prestar atención a estos elementos externos en la planificación, absorbiendo las influencias positivas y suprimiendo las negativas.

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

El área por utilizar para la construcción del nuevo edificio escolar, deberá contener 8 aulas, las cuales estarán distribuidas en dos niveles, una dirección, un salón para catedráticos, dos baterías de sanitarios (una para hombres y otra para mujeres), y dos módulos de gradas. Se construirá una cancha de papi fútbol para la recreación de los estudiantes.

### **2.3.2 Distribución de ambientes**

Los ambientes están distribuidos de acuerdo a las necesidades y al espacio disponible. Para la edificación escolar, se diseñó un bloque que comprende 4 aulas por nivel, dos bloques pequeños ubicados en el primer nivel que servirán para albergar a la dirección y secretaría, dos juegos de baños que constan de tres (3) inodoros cada uno y una cancha de usos múltiples.

### **2.3.3 Altura del edificio**

Debido a que el edificio escolar alojará una población estudiantil de nivel primario, se diseñó cada uno de sus niveles una altura de tres metros (3.00) para tener de esta manera buena ventilación para que los alumnos y maestros puedan desenvolverse en sus respectivas actividades con más confort.

### **2.3.4 Selección del sistema estructural por utilizar**

En la elección del sistema estructural influyen, en la toma de decisión los factores de resistencia, economía, funcionalidad, estética, los materiales disponibles en el lugar y la técnica para realizar la obra. El resultado debe comprender el tipo estructural, proceso de ejecución, formas y dimensiones.

Para este caso, se decidió utilizar un sistema estructural de marcos dúctiles hecho con marcos rígidos de concreto reforzado (vigas y columnas) y muros tabiques de mampostería de block.

## **2.4 Análisis estructural**

El estudio de las estructuras considera, principalmente, los efectos producidos por las fuerzas que actúan sobre un determinado sistema estructural y determina las condiciones que deben satisfacer las diferentes partes de este sistema, de manera que puedan soportar dichas fuerzas.

### **2.4.1 Pre-dimensionamiento estructural**

Predimensionar la estructura es dar las medidas preliminares a los elementos que la componen, que serán utilizados para soportar las cargas

aplicadas. Para esto se puede recurrir a la experiencia de obras similares y utilizar métodos analíticos.

- **Columnas (ACI318-05 – 318 10.3.6.2)**

$$P = 0.80\phi[0.85f'c(A_g - A_{st}) + fyA_{st}]$$

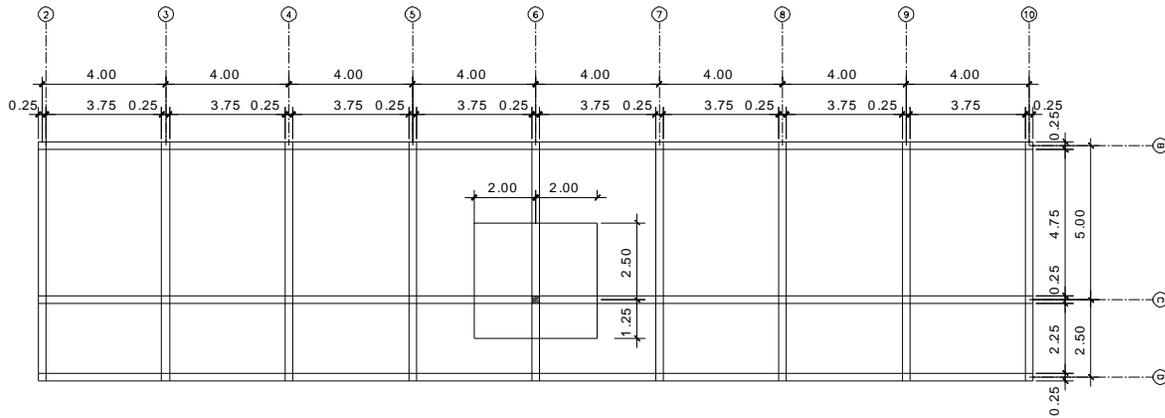
Según el código ACI – 318-05 10.3.6.3 para elementos no pre-esforzados, la resistencia axial de diseño,  $\phi P_n$ , no debe tomarse mayor que 0.80 (para elementos con estribos) de la carga axial de diseño con excentricidad nula. El código también sugiere en 10.9.1 que el área de refuerzo longitudinal,  $A_{st}$ , para elementos no compuestos a compresión no debe ser menor que  $0.01A_g$  ni mayor que  $0.08A_g$

$$A_s = 0.01A_g \leq A_g \leq 0.08A_g$$

Se comienza por delimitar el área tributaria de la columna crítica, ( $A_c$ ) ubicada entre los ejes C y 6 (ver figura I).

$$P_u = \sum (P_{cubierta} + P_{vigas} + P_{entrepiso} + P_{columna\ sup.})$$

**Figura 2. Planta del área tributaria de la columna crítica**



**Tabla II. Integración de cargas sobre columna crítica**

SEGUNDO NIVEL	peso (Kg/m <sup>2</sup> )	área (m <sup>2</sup> )	Pac. (Kg)
IMPERMEABILIZANTE	25.00	15.00	375.00
REPELLO + CERNIDO	35.00	15.00	525.00
LOSA	288.00	15.00	4320.00
VIGAS	600.00	3.88	2325.00
<b>PRIMER NIVEL</b>		<b>P ac1 =</b>	<b>7545.00</b>
PISO	150.00	15.00	2250.00
REPELLO + CERNIDO	35.00	15.00	525.00
LOSA	288.00	15.00	4320.00
VIGAS	600.00	3.88	2325.00
MAMPOSTERIA	130.00	46.50	6045.00
COLUMNA SEGUNDO NIVEL	7200.00	0.09	648.00
	9351.00	<b>P ac2 =</b>	<b>16113.00</b>
		<b>P ac1 + P ac2 =</b>	<b>23658.00</b>

**Entonces:**

$$P_u = 7,545.00 + 16,113.00 = 23,658.00 \text{ Kg}$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$23,658.00kg = 0.80 \left[ 0.225 * 210 \frac{kg}{cm^2} (A_g - 0.01A_g) + 2810 \frac{kg}{cm^2} * 0.01A_g \right]$$

$$A_g = 641.72cm^2$$

$$b = 25.33cm$$

Como el pre-dimensionamiento de las vigas es de 25.00 x 25.00 cm, se deduce que la sección de la columna será de 30.00 \* 30.00 cm.

- **Vigas**

Para predimensionar las vigas se utiliza el método recomendado en el ACI 318-05, sección 9.5.2.2 tabla 9.5 (a), en el cual calcula el peralte o altura de la viga en base a la luz que cubre la viga y de sus apoyos.

Por la simetría que se quiere obtener, se plantea que la base de la viga sea el ancho de la columna, por lo que se procede a encontrar la altura de la viga.

**Tabla III. Alturas o espesores mínimos de vigas**

**Alturas o espesores mínimos de vigas no pretensadas o losas armadas en una dirección a menos que se calculen las deformaciones\*.**

	Simplemente apoyados	Espesor mínimo, h		En voladizo
		Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse por grandes deformaciones.			
Losas macizas en una dirección	$l/21$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$l/16$	$l/18.5$	$l/21$	$l/8$

$$H_{viga} = luz/21$$

$$H_{viga} = \frac{5.0mts}{21} = 0.24 m$$

$$H_{viga} = 0.25 cms = 25.00cm$$

Por razones de armado la sección de la viga será de 25.00 cm \* 35.00 cm.

- **Losas**

Todas las losas están apoyadas en los extremos (4 lados) aunque se tiene diferentes medidas, se tomará la crítica y el peralte resultante se tomará para todas.

$$Sentido = \frac{Largo}{Ancho}$$

$$Sentido = \frac{4}{5}$$

$$Sentido = 0.8$$

Como es mayor que 0.5 entonces es de dos sentidos.

El espesor de losa está dada por:

$$t = \frac{\text{perímetro losa}}{180}$$
$$t = \frac{2(5 + 4)}{180}$$
$$t = \frac{18}{180}$$
$$t = 0.10m$$

Se propone una losa de 12.0cm de espesor.

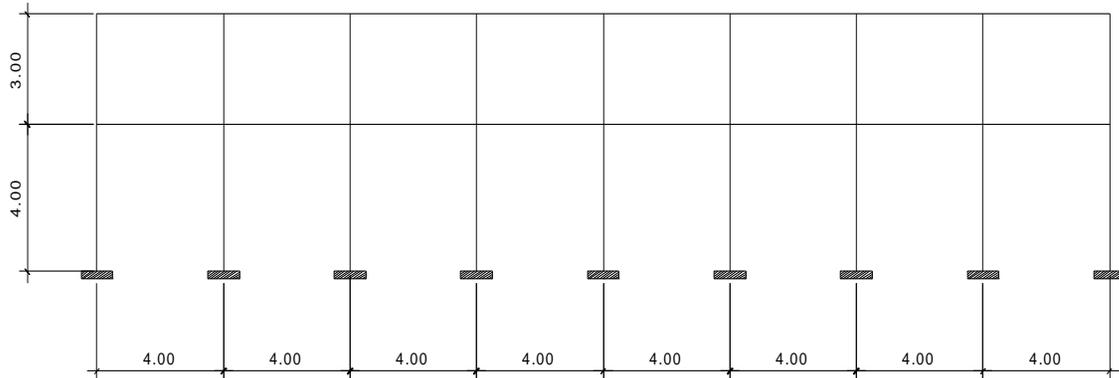
- **Cimientos**

Los cimientos se diseñarán con zapatas aisladas. Ver predimensionamiento de zapatas en la sección 2.5.4 Cimientos.

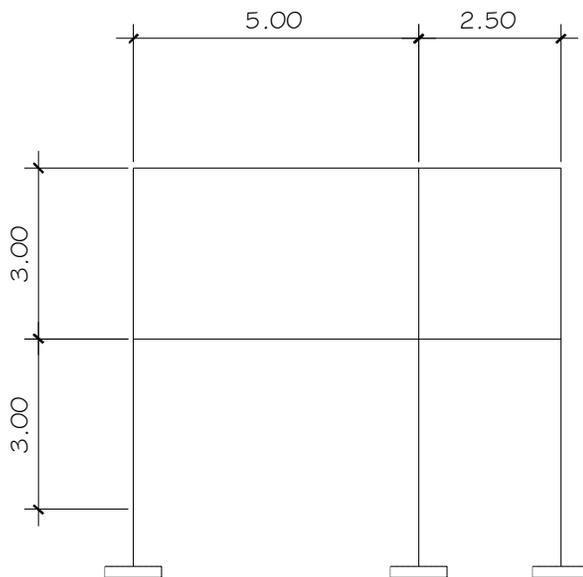
#### **2.4.2 Modelos matemáticos de marcos**

Es una gráfica que indica cómo el marco soporta las cargas y sirve para hacer el análisis estructural. Por similitud de los marcos en geometría y en cargas aplicadas, se analizan únicamente los críticos.

**Figura 3. Marco dúctil sección longitudinal**



**Figura 4. Marco dúctil sección transversal**



### **2.4.3 Cargas horizontales y verticales aplicadas a los marcos rígidos**

Las estructuras están sometidas a cargas de diferente índole, para clasificarlas existen varios criterios, aquí se hace una distinción de acuerdo con la dirección de su aplicación.

- Planta típica edificio escolar
- Elevación marco típico sentido x
- Elevación marco típico sentido y

#### **2.4.3.1 Cargas verticales en los marcos**

Las cargas muertas y vivas mínimas para diseñar el edificio escolar, son las siguientes:

#### **Cargas vivas**

La carga viva es la que se debe a la operación y uso de la edificación. Incluye por tanto todo aquello que no tiene una posición fija y definitiva dentro de la misma, como el peso y las cargas debidos a muebles, mercancías, equipos y personas. La carga viva es la principal acción variable que debe considerarse en el diseño.

La tabla II muestra los valores de carga viva para diferentes clasificaciones de ocupación.

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

<b>Tipo de ocupación o uso</b>	<b>(Kg / m<sup>2</sup>)</b>
Vivienda	200
Oficina	250
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de emergencia	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
Áreas de salida y/o emergencia	500
Vestíbulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Instalaciones deportivas públicas	500
Zonas de circulación	400
Zonas de asientos	Carga depende del tipo de
Canchas deportivas	cancha
Aulas y escuelas	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600

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

### **Cargas muertas**

Se llama carga muerta al conjunto de fuerzas que se producen por peso propio de la construcción. Incluye el peso de la estructura misma y el de los elementos no estructurales, como muros divisorios, revestimientos, pisos, fachadas, ventanería, instalaciones y todos aquellos elementos que conservan una posición fija en la construcción, de manera que gravitan en forma constante

sobre la estructura. Por tanto, la carga muerta es la principal acción permanente.

El cálculo de la carga muerta es en general sencillo, ya que sólo requiere la determinación de los volúmenes de los distintos componentes de la construcción multiplicados por los pesos volumétricos de los materiales constitutivos. En su mayoría las cargas son uniformemente distribuidas sobre las distintas áreas de la estructura, aunque hay casos de cargas lineales (muros divisorios) y cargas puntuales (equipos fijos).

Para un edificio, las cargas muertas las componen los pesos de las losas, vigas, columnas, muros, techos, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulicas, eléctricas, otras.), acabados y otros. De donde se tiene que el peso de la estructura está dado por:

$$W_{estructura} = W_{1er\ nivel} + W_{2do\ nivel}$$

### **Peso de la estructura**

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

En aulas = 300 kg/m<sup>2</sup>

En pasillos = 400 kg/m<sup>2</sup>

#### **Cargas muertas (CM)**

Concreto = 2,400 Kg/m<sup>3</sup>

Muros = 150 Kg/m<sup>2</sup>

Acabados = 100 Kg/m<sup>2</sup>

Piso + Mezclón = 120 Kg/m<sup>2</sup>

$$C_m = W_{losa} + W_{vigas} + W_{muros} + W_{acabados} + W_{piso+mezclón}$$

$$C_v = W_{aula} + W_{pasillo}$$

Cálculos: por la simetría de la estructura se calculará sólo el peso del segundo nivel, éste tendrá el mismo peso del primero.

### INTEGRACIÓN DE CARGAS PESO SEGUNDO NIVEL:

$$W_{losa} = 0.12m \cdot 7.50m \cdot 32.00m \cdot 2,400.00 \frac{kg}{m^3} + 100.00 \frac{kg}{m^2} \cdot 7.50m \cdot 32.00m$$

$$W_{losa} = 93,120.00kg$$

$$W_{vigas} = 3.00 \cdot 8.00 \cdot 4.00m \cdot 0.25m \cdot 0.23m \cdot 2,400.00 \frac{kg}{m^3} + 9.00 \cdot 2.50m \cdot 0.25m \cdot 0.23m$$

$$\cdot 2,400.00 \frac{kg}{m^3} + 9.00 \cdot 5.00m \cdot 0.25m \cdot 0.23m \cdot 2,400.00 \frac{kg}{m^3}$$

$$W_{vigas} = 22,563.00kg$$

$$W_{columnas} = 0.30m \cdot 0.30m \cdot 2,400.00 \frac{kg}{m^3} \cdot 9.00 \cdot 3.00 \cdot 3.00m$$

$$W_{columnas} = 17,496.00kg$$

$$W_{muros} = 136.67 \cdot 150.00 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_{muros} = 20,500.50kg$$

$$W_{acabados} = 32.00m \cdot 7.50m \cdot 100.00 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_{acabados} = 24,000.00kg$$

$$W_{techo} = 8.00m \cdot 4.00m \cdot 7.50m \cdot 100.00 \frac{kg}{m^2}$$

$$C_m = 177,679.50kg$$

$$C_v = 24,000.0kg$$

$$W_{total} = C_m + 0.25 \cdot C_v$$

$$W_{total} = 170,654.0kg + 0.25 \cdot 24,000kg$$

$$W_{total \ 2do \ nivel} = 183,679.50kg$$

## INTEGRACIÓN DE CARGAS PESO PRIMER NIVEL:

$$W_{losa} = 0.12m \cdot 7.50m \cdot 32.00m \cdot 2,400.00 \frac{kg}{m^3} + 120.00 \frac{kg}{m^2} \cdot 7.50m \cdot 32.00m + 150 \frac{kg}{m^2} \cdot 7.50m \cdot 32.00m$$

$$W_{losa} = 133,920.00kg$$

$$W_{vigas} = 3.00 \cdot 8.00 \cdot 4.00m \cdot 0.25m \cdot 0.23m \cdot 2,400.00 \frac{kg}{m^3} + 9.00 \cdot 2.50m \cdot 0.25m \cdot 0.23m \cdot 2,400.00 \frac{kg}{m^3} + 9.00 \cdot 5.00m \cdot 0.25m \cdot 0.23m \cdot 2,400.00 \frac{kg}{m^3}$$

$$W_{vigas} = 22,563.00kg$$

$$W_{columnas} = 0.30m \cdot 0.30m \cdot 2,400.00 \frac{kg}{m^3} \cdot 9.00 \cdot 3.00 \cdot 4.20m$$

$$W_{columnas} = 24,494.40kg$$

$$W_{acabados} = 32.00m \cdot 7.50m \cdot 100.00 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_{acabados} = 24,000.00kg$$

$$W_{sobrecarga} = 32.00m \cdot 7.50m \cdot 100.00 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_{sobrecarga} = 24,000.00kg$$

$$W_{aula} = 8.00 \cdot 4.00m \cdot 5.00m \cdot 300.00 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_{aula} = 48,000.00kg$$

$$W_{pasillo} = 32.00m \cdot 2.50m \cdot 400.00 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_{pasillo} = 32,000.00kg$$

$$C_m = 228,977.40kg$$

$$C_v = 80,000.0kg$$

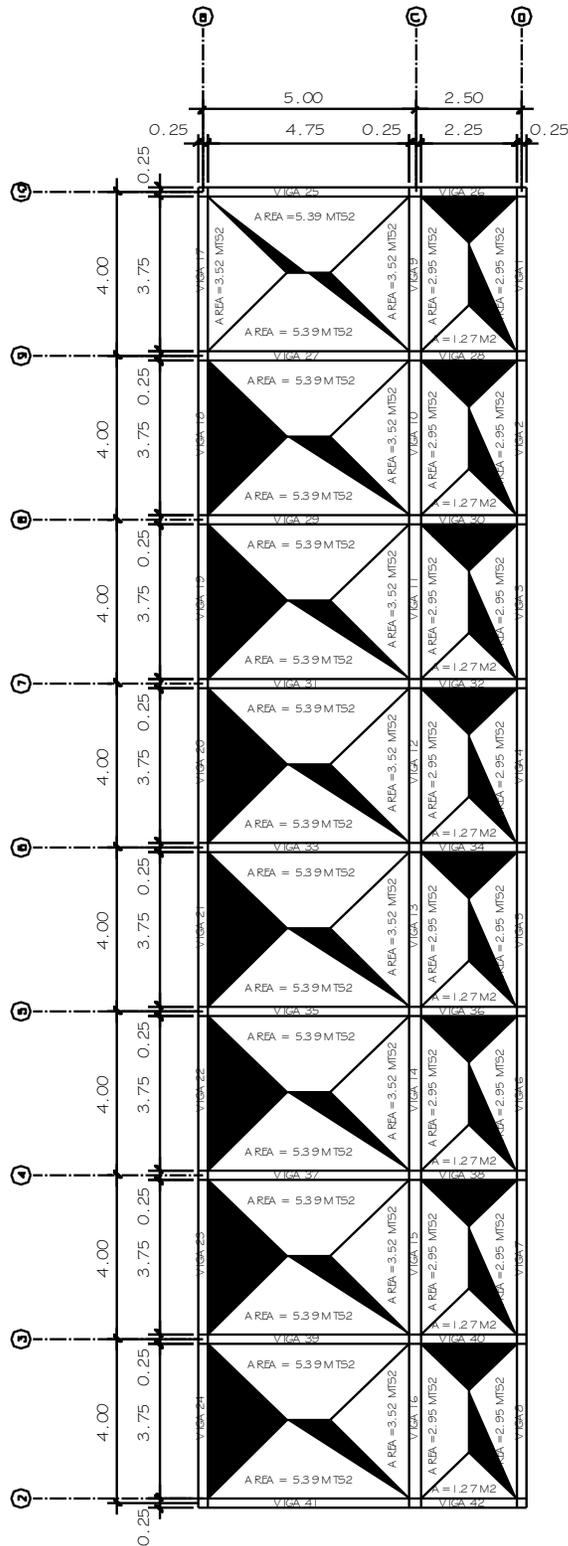
$$W_{total} = C_m + 0.25 \cdot C_v$$

$$W_{total} = 228,977.40kg + 0.25 \cdot 80,000.00kg$$

$$W_{total \ 1er \ nivel} = 248,977.40kg$$

$$W_{total \ edificio} = 248,977.40kg + 183,679.50kg = 432,656.90kg$$

Figura 5. Áreas tributarias



**Tabla V. Áreas tributarias**

No. Viga	Área tributaria
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	2.95
9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	6.47
17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24	3.52
25, 41	5.39
26, 42	1.27
27, 29, 31, 33, 35, 37, 39	10.78
28, 30, 32, 34, 36, 38, 40	2.54

**Viga No. 1, primer nivel**

Losa:  $(2400\text{Kg/m}^3)(0.12\text{m}) = 288 \text{ kg/m}^2$

Acabados =  $100 \text{ Kg/m}^2$

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

Peso propio de la viga =  $0.25\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 = 210 \text{ Kg/m}$

Carga viva aulas =  $300 \text{ Kg/ m}^2$

Carga viva pasillos =  $200\text{kg/m}^2$

$$C_M = \frac{(\text{losa} + \text{acabados} + \text{muros}) \cdot (\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{peso propio de viga}$$

$$C_M = \frac{(288\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 100\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 150\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}) \cdot 2.95\text{m}^2}{3.75\text{m}} + 210\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_M = 483.47\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_V = \frac{\text{carga viva aula} \cdot \text{área tributaria}}{\text{longitud de viga}}$$

$$C_V = \frac{300\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 2.95\text{m}^2}{3.75\text{m}}$$

$$C_V = 236.00\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

### Viga No. 9, primer nivel

$$\text{Losa: } (2400\text{Kg/m}^3)(0.12\text{m}) = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 100 \text{ Kg/m}^2$$

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

$$\text{Peso propio de la viga} = 0.25\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 = 210 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Carga viva aulas} = 300 \text{ Kg/ m}^2$$

$$\text{Carga viva pasillos} = 200\text{kg/m}^2$$

$$C_M = \frac{(\text{losa} + \text{acabados} + \text{muros}) \cdot (\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{peso propio de viga}$$

$$C_M = \frac{(288\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 100\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 150\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}) \cdot 6.47\text{m}^2}{3.75\text{m}} + 210\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_M = 1138.23\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_V = \frac{\text{carga viva aula} \cdot \text{área tributaria} + \text{carga viva pasillo} \cdot \text{área tributaria}}{\text{longitud de viga}}$$

$$C_V = \frac{300\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 6.47\text{m}^2 + 200\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 6.47\text{m}^2}{3.75\text{m}}$$

$$C_V = 862.67\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

### Viga No. 17, primer nivel

$$\text{Losa: } (2400\text{Kg/m}^3)(0.12\text{m}) = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 100 \text{ Kg/m}^2$$

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

$$\text{Peso propio de la viga} = 0.25\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 = 210 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Carga viva pasillos} = 300\text{kg/m}^2$$

$$C_M = \frac{(\text{losa} + \text{acabados} + \text{muros}) \cdot (\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{peso propio de viga}$$

$$C_M = \frac{(288\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 100\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 150\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}) \cdot 3.52\text{m}^2}{3.75\text{m}} + 210\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_M = 715.00 \frac{kg}{m}$$

$$C_V = \frac{\text{carga viva pasillo} \cdot \text{área tributaria}}{\text{longitud de viga}}$$

$$C_V = \frac{300 \frac{kg}{m^2} \cdot 3.52 m^2}{3.75 m}$$

$$C_V = 281.60 \frac{kg}{m}$$

### Viga No. 25, primer nivel

Losa:  $(2400 \text{Kg/m}^3)(0.12 \text{m}) = 288 \text{ kg/m}^2$

Acabados =  $100 \text{ Kg/m}^2$

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

Peso propio de la viga =  $0.25 \text{m} \cdot 0.35 \text{m} \cdot 2400 \text{kg/m}^3 = 210 \text{ Kg/m}$

Carga viva aulas =  $200 \text{ Kg/m}^2$

Carga viva pasillos =  $300 \text{kg/m}^2$

$$C_M = \frac{(\text{losa} + \text{acabados} + \text{muros}) \cdot (\text{área tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{peso propio de viga}$$

$$C_M = \frac{(288 \frac{kg}{m^2} + 100 \frac{kg}{m^2} + 150 \frac{kg}{m^2}) \cdot 5.39 m^2}{4.75 m} + 210 \frac{kg}{m}$$

$$C_M = 820.49 \frac{kg}{m}$$

$$C_V = \frac{\text{carga viva pasillo} \cdot \text{área tributaria}}{\text{longitud de viga}}$$

$$C_V = \frac{200 \frac{kg}{m^2} \cdot 5.39 m^2}{4.75 m}$$

$$C_V = 226.95 \frac{kg}{m}$$

### Viga No. 26, primer nivel

$$\text{Losa: } (2400\text{Kg/m}^3)(0.12\text{m}) = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 100 \text{ Kg/m}^2$$

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

$$\text{Peso propio de la viga} = 0.25\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 = 210 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Carga viva aulas} = 200 \text{ Kg/ m}^2$$

$$\text{Carga viva pasillos} = 300\text{kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva techo} = 100 \text{ Kg/ m}^2$$

$$C_M = \frac{(\text{losa} + \text{acabados} + \text{muros}) \cdot (\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{peso propio de viga}$$

$$C_M = \frac{(288\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 100\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 150\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}) \cdot 1.27\text{m}^2}{2.25\text{m}} + 210\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_M = 513.68 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_V = \frac{\text{carga viva aula} \cdot \text{área tributaria}}{\text{longitud de viga}}$$

$$C_V = \frac{300\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 1.27\text{m}^2}{2.25\text{m}}$$

$$C_V = 169.33 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

### Viga No. 27, primer nivel

$$\text{Losa: } (2400\text{Kg/m}^3)(0.12\text{m}) = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 100 \text{ Kg/m}^2$$

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

$$\text{Peso propio de la viga} = 0.25\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 = 210 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Carga viva aulas} = 200 \text{ Kg/ m}^2$$

$$\text{Carga viva pasillos} = 300\text{kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva techo} = 100 \text{ Kg/ m}^2$$

$$C_M = \frac{(losa + acabados + muros) \cdot (area\ tributaria)}{longitud\ de\ viga} + peso\ propio\ de\ viga$$

$$C_M = \frac{(288\frac{kg}{m^2} + 100\frac{kg}{m^2} + 150\frac{kg}{m^2}) \cdot 10.78m^2}{4.75m} + 210\frac{kg}{m}$$

$$C_M = 1430.98\frac{kg}{m}$$

$$C_V = \frac{carga\ viva\ pasillo \cdot \acute{a}rea\ tributaria}{longitud\ de\ viga}$$

$$C_V = \frac{200\frac{kg}{m^2} \cdot 10.78m^2}{4.75m}$$

$$C_V = 453.89\frac{kg}{m}$$

### Viga No. 28, primer nivel

$$\text{Losa: } (2400\text{Kg/m}^3)(0.12\text{m}) = 288\text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 100\text{ Kg/m}^2$$

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

$$\text{Peso propio de la viga} = 0.25\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 = 210\text{ Kg/m}$$

$$\text{Carga viva aulas} = 200\text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva pasillos} = 300\text{kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva techo} = 100\text{ Kg/m}^2$$

$$C_M = \frac{(losa + acabados + muros) \cdot (area\ tributaria)}{longitud\ de\ viga} + peso\ propio\ de\ viga$$

$$C_M = \frac{(288\frac{kg}{m^2} + 100\frac{kg}{m^2} + 150\frac{kg}{m^2}) \cdot 2.54m^2}{2.25m} + 210\frac{kg}{m}$$

$$C_M = 817.34\frac{kg}{m}$$

$$C_V = \frac{carga\ viva\ aula \cdot \acute{a}rea\ tributaria}{longitud\ de\ viga}$$

$$C_V = \frac{300\frac{kg}{m^2} \cdot 2.54}{2.25m}$$

$$C_V = 338.67\frac{kg}{m}$$

### Viga No. 1, segundo nivel

$$\text{Losa: } (2400\text{Kg/m}^3)(0.12\text{m}) = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Mezclón: } 100 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Peso propio de la viga} = 0.25\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 = 210 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Carga viva acceso} = 100 \text{ Kg/ m}^2$$

$$C_M = \frac{(\text{losa} + \text{mezclón}) \cdot (\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{peso propio de viga}$$

$$C_M = \frac{(288\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 100\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}) \cdot 2.95\text{m}^2}{3.75\text{m}} + 210\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_M = 515.23\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_V = \frac{\text{carga viva acceso} \cdot \text{área tributaria}}{\text{longitud de viga}}$$

$$C_V = \frac{100\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 2.95\text{m}^2}{3.75\text{m}}$$

$$C_V = 78.67\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

### Viga No. 9, segundo nivel

$$\text{Losa: } (2400\text{Kg/m}^3)(0.12\text{m}) = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Mezclón} = 100 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso propio de la viga} = 0.25\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 = 210 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Carga viva acceso} = 100 \text{ Kg/ m}^2$$

$$C_M = \frac{(\text{losa} + \text{mezclón}) \cdot (\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{peso propio de viga}$$

$$C_M = \frac{(288\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 100\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}) \cdot 6.47\text{m}^2}{3.75\text{m}} + 210\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_M = 879.43\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_V = \frac{\text{carga viva acceso} \cdot \text{área tributaria}}{\text{longitud de viga}}$$

$$C_V = \frac{100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 6.47 \text{m}^2}{3.75 \text{m}}$$

$$C_V = 172.53 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

### Viga No. 17, segundo nivel

Losa:  $(2400 \text{Kg/m}^3)(0.12 \text{m}) = 288 \text{ kg/m}^2$

Mezclón =  $100 \text{ Kg/m}^2$

Peso propio de la viga =  $0.25 \text{m} \cdot 0.35 \text{m} \cdot 2400 \text{kg/m}^3 = 210 \text{ Kg/m}$

Carga viva acceso =  $100 \text{kg/m}^2$

$$C_M = \frac{(\text{losa} + \text{mezclón}) \cdot (\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{peso propio de viga}$$

$$C_M = \frac{(288 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}) \cdot 3.52 \text{m}^2}{3.75 \text{m}} + 150 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_M = 574.20 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_V = \frac{\text{carga viva acceso} \cdot \text{área tributaria}}{\text{longitud de viga}}$$

$$C_V = \frac{100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 3.52 \text{m}^2}{3.75 \text{m}}$$

$$C_V = 93.87 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

### Viga No. 25, segundo nivel

Losa:  $(2400 \text{Kg/m}^3)(0.12 \text{m}) = 288 \text{ kg/m}^2$

Mezclón =  $100 \text{ Kg/m}^2$

Peso propio de la viga =  $0.25 \text{m} \cdot 0.25 \cdot 2400 \text{kg/m}^3 = 210 \text{ Kg/m}$

Carga viva acceso =  $100 \text{ Kg/ m}^2$

$$C_M = \frac{(losa + mezclón) \cdot (area tributaria)}{longitud de viga} + peso propio de viga$$

$$C_M = \frac{(288 \frac{kg}{m^2} + 100 \frac{kg}{m^2}) \cdot 5.39m^2}{4.75m} + 210 \frac{kg}{m}$$

$$C_M = 650.28 \frac{kg}{m}$$

$$C_V = \frac{carga viva acceso \cdot \acute{a}rea tributaria}{longitud de viga}$$

$$C_V = \frac{100 \frac{kg}{m^2} \cdot 5.39m^2}{4.75m}$$

$$C_V = 113.47 \frac{kg}{m}$$

### Viga No. 26, primer nivel

Losa:  $(2400Kg/m^3)(0.12m) = 288 \text{ kg/m}^2$

Mezclón =  $100 \text{ Kg/m}^2$

Peso propio de la viga =  $0.25m \cdot 0.35m \cdot 2400kg/m^3 = 210 \text{ Kg/m}$

Carga viva aulas =  $300 \text{ Kg/ m}^2$

Carga viva pasillos =  $200kg/m^2$

Carga viva acceso =  $100 \text{ Kg/ m}^2$

$$C_M = \frac{(losa + mezclón) \cdot (area tributaria)}{longitud de viga} + peso propio de viga$$

$$C_M = \frac{(288 \frac{kg}{m^2} + 100 \frac{kg}{m^2}) \cdot 1.27m^2}{2.25m} + 210 \frac{kg}{m}$$

$$C_M = 429.00 \frac{kg}{m}$$

$$C_V = \frac{carva viva acceso \cdot \acute{a}rea tributaria}{longitud de viga}$$

$$C_V = \frac{100 \frac{kg}{m^2} \cdot 1.27m^2}{2.25m}$$

$$C_V = 56.44 \frac{kg}{m}$$

### Viga No. 27, segundo nivel

$$\text{Losa: } (2400\text{Kg/m}^3)(0.12\text{m}) = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Mezclón} = 100 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso propio de la viga} = 0.25\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 = 210 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Carga viva acceso} = 100 \text{ Kg/ m}^2$$

$$C_M = \frac{(\text{losa} + \text{mezclón}) \cdot (\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{peso propio de viga}$$

$$C_M = \frac{(288\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 100\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}) \cdot 10.78\text{m}^2}{4.75\text{m}} + 210\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_M = 1090.55\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_V = \frac{\text{carga viva acceso} \cdot \text{área tributaria}}{\text{longitud de viga}}$$

$$C_V = \frac{100\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 10.78\text{m}^2}{4.75\text{m}}$$

$$C_V = 226.95\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

### Viga No. 28, segundo nivel

$$\text{Losa: } (2400\text{Kg/m}^3)(0.12\text{m}) = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Mezclón} = 100 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso propio de la viga} = 0.25\text{m} \cdot 0.35\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3 = 210 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Carga viva acceso} = 100 \text{ Kg/ m}^2$$

$$C_M = \frac{(\text{losa} + \text{mezclón}) \cdot (\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{peso propio de viga}$$

$$C_M = \frac{(288\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 100\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}) \cdot 2.54\text{m}^2}{2.25\text{m}} + 210\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_M = 648.00\frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$C_V = \frac{\text{carga viva acceso} \cdot \text{área tributaria}}{\text{longitud de viga}}$$

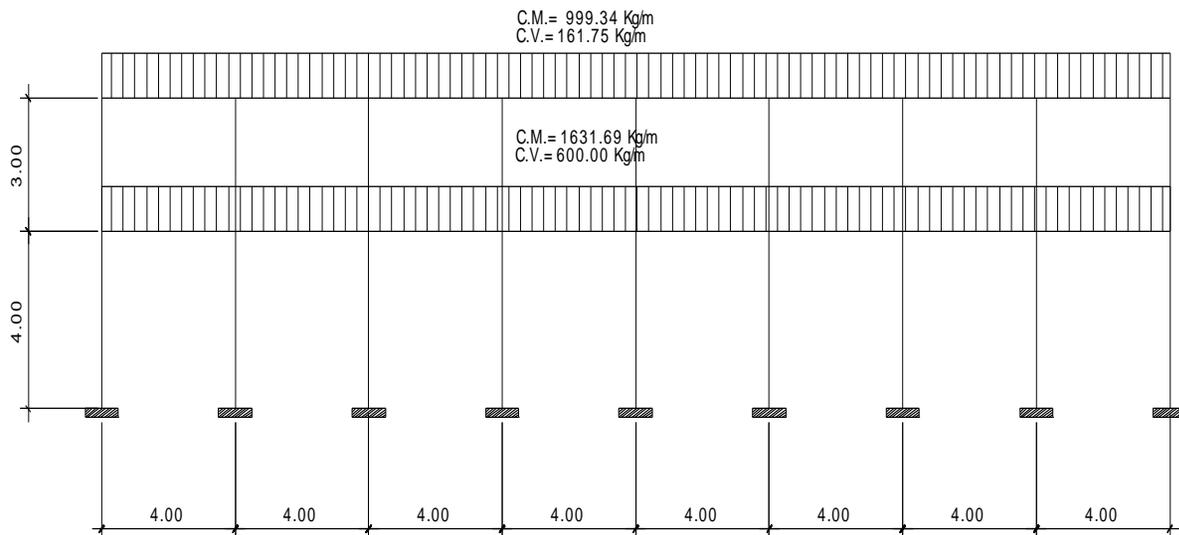
$$C_V = \frac{100 \frac{kg}{m^2} \cdot 2.54m^2}{2.25m}$$

$$C_V = 112.89 \frac{kg}{m}$$

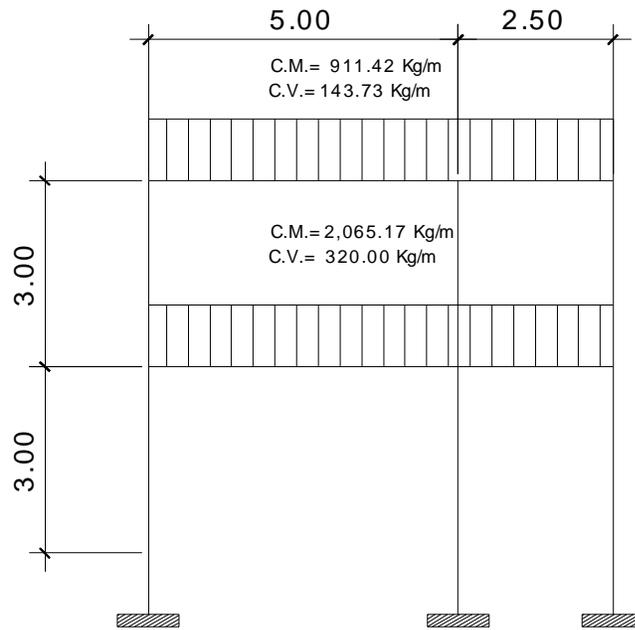
**Tabla VI. Cargas muertas y vivas por viga**

No. Viga	Área tributaria	C. M. 1 ni	C. V. 1 ni	C. M. 2 ni	C. V. 2 ni
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	2.95	483.47	236.00	515.23	78.67
9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	6.47	1138.23	862.67	879.43	172.53
17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24	3.52	715.00	281.60	574.20	93.87
25, 41	5.39	820.49	226.95	650.28	113.47
26, 42	1.27	513.68	169.33	429.00	56.44
27, 29, 31, 33, 35, 37, 39	10.78	1430.98	453.89	1090.55	226.95
28, 30, 32, 34, 36, 38, 40	2.54	817.34	338.67	648.00	112.89
	<b>TOTALES</b>	<b>5919.19</b>	<b>2569.11</b>	<b>4786.69</b>	<b>854.82</b>

**Figura 6. Cargas vivas y cargas muertas estructura sentido X-X**



**Figura 7. Cargas vivas y cargas muertas estructura sentido Y-Y**



#### **2.4.3.1.1 Cargas horizontales en marcos dúctiles**

Existen dos fuerzas, de viento y de sismo, a las que está expuesto usualmente un edificio. Desde el punto de vista de las estructuras, los sismos consisten en valores aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener la estructura en su sitio original, lo cual conlleva a la imposición de desplazamientos y de fuerzas que pueden tener resultados catastróficos. Por lo tanto, la respuesta asísmica depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, especialmente de su altura. Guatemala es un país de alto riesgo sísmico, por tal razón se dimensionan las estructuras de manera que, éstas puedan resistir los desplazamientos y las fuerzas inducidas por el movimiento del terreno. El análisis realizado para contrarrestar las fuerzas del

sismo, también prevee los efectos que podría causar la fuerza del viento si se presentara.

Para determinar las fuerzas sísmicas aplicadas a la edificación escolar, se utilizó el método SEAOC.

$$V = ZIKCSW$$

La formula de corte basal  $V=ZIKCSW$ ; está conformada por coeficientes que dependen del tipo de estructura, suelo, importancia de la estructura posterior al sismo, intensidad del sismo y zona sísmica, en donde:

- **V** = corte de basal o corte en la base.
- **Z** = coeficiente de riesgo sísmico que depende de la zona. El edificio se construirá en la Región 4.2, por lo que  $Z=1$ .
- **I** = 1.4; este coeficiente depende del uso que se le va a dar a la estructura después de que ocurra el evento, en este caso es para institución pública.
- **K**= Factor que refleja lo dúctil de la estructura. Con marcos dúctiles se usó 0.67.
- **C** =  $\frac{1}{15\sqrt{T}}$ ; se conoce también como el coeficiente sísmico.
- **T** = es el período fundamental de vibración de la estructura, en segundos; se obtiene  $T = 0.09 \frac{h}{\sqrt{b}}$ , donde h = es la altura de la base al del nivel más alto, b = la dimensión de entrepiso, en dirección paralela a las fuerzas aplicadas.

- **S** = Coeficiente que depende del tipo de suelo, si se desconoce usar 1.5, si  $C(S) \geq 0.14$ , se puede usar 0.11, como las anteriores  $\geq 0.14$ , se usó 0.14.
- **W** = peso propio de la estructura más el 25% de las cargas vivas.

El valor C debe ser menor que 0.12, si resulta mayor que 0.12 se debe usar 0.12. De igual manera el producto de C\*S no debe ser mayor que 0.14 o de lo contrario se usará este último.

### En sentido X-X

$$T_x = \frac{0.09 \cdot h}{\sqrt{b}}$$

$$T_x = \frac{0.09 \cdot 7.0m}{\sqrt{32m}}$$

$$T_x = 0.1114$$

$$C_x = \frac{1}{15 \cdot \sqrt{0.1114}}$$

$$C_x = 0.1997 \rightarrow 0.12$$

### En sentido Y-Y

$$T_y = \frac{0.09 \cdot h}{\sqrt{b}}$$

$$T_y = \frac{0.09 \cdot 7.0m}{\sqrt{7.5m}}$$

$$T_y = 0.2299$$

$$C_y = \frac{1}{15 \cdot \sqrt{0.2299}}$$

$$C_y = 0.1390 \rightarrow 0.12$$

### Corte basal: $V = Z \cdot I \cdot K \cdot C \cdot S \cdot W$

$$V_x = 1.00 \cdot 1.40 \cdot 0.67 \cdot 0.14 \cdot 432,656.90kg$$

$$V_x = 56,816.50kg \approx 56.82ton$$

$$V_Y = 1 \cdot 1.40 \cdot 0.67 \cdot 0.14 \cdot 432,656.90kg$$

$$V_Y = 56,816.50kg \approx 56.82ton$$

## Fuerzas por nivel

La fuerza total lateral V es distribuida en toda la altura de la estructura, de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$F_i = \frac{(V - F_t) \cdot W_i \cdot H_i}{\sum W_i \cdot H_i}$$

Donde:

- V = corte basal
- $W_i$  = peso de cada nivel
- $H_i$  = altura de cada nivel
- $F_t$  = fuerza en la cúspide
- $F_i$  = fuerza por nivel

La fuerza concentrada en la cúspide se calcula de la forma siguiente, de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Si  $T < 0.25$  segundos;  $F_t = 0$
- Si  $T > 0.25$  segundos;  $F_t = 0.07 \cdot T \cdot V$

Donde:

T = período fundamental de la estructura

De los cálculos anteriores se tiene  $T_x$  y  $T_y < 0.25$ , por lo que:

$$F_{tx} \text{ y } F_{ty} = 0$$

**Tabla VII: Fuerza por nivel**

NIVEL	W	hi	Wih <sub>i</sub>	V	F <sub>t</sub>	F <sub>n</sub>
1	248,977.40	4.20	1,045,705.08	56,816.50	0.00	25,087.99
2	183,679.50	7.20	1,322,492.40	56,816.50	0.00	31,728.52
		<b>Total</b>	2,368,197.48		<b>Total</b>	56,816.50

Como comprobación se tiene que  $F_1 + F_2 = V$ .

### Fuerzas por marco

En este sentido  $y - y'$  los marcos no tienen simetría, por lo que hay torsión en la estructura; en cambio en el sentido  $x - x'$  si hay simetría.

Un método simplificado de analizar la torsión en las estructuras, consiste en considerar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la traslación y rotación en cada piso, tomando en cuenta la rigidez de cada nivel. Estas fuerzas tendrán un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortantes por torsión proporcionalmente a su rigidez. Los momentos de entrepiso se distribuyen en los diversos marcos y muros del sistema, que resisten fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso.

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo, por lo tanto, la ecuación de la rigidez a usar es:

$$K = \frac{1}{\frac{P \cdot h^3}{12 \cdot E \cdot I} + \frac{1.2 \cdot P \cdot h}{A \cdot G}}$$

Donde:

P = carga asumida, generalmente 10,000 Kg.

h = altura del muro o columna analizada en centímetros

E = módulo de elasticidad del concreto = 15,100 f'c<sup>1/2</sup>

I = inercia del elemento, en cm<sup>4</sup>

A = sección transversal de la columna analizada

G = módulo de rigidez

Cuando el centro de rigidez CR no coincide con el centro de masa CM, se produce excentricidad en la estructura, esto debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura. La excentricidad se determina por medio de la diferencia que existe entre el valor del centro de masa y el valor del centro de rigidez.

### Fuerza del marco por torsión

El cálculo de la fuerza que llega a cada marco se realiza por medio de la suma algebraica de la fuerza de torsión F i'' (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos Fi' (fuerza traslacional).

$$F_m = F_i' \pm F_i''$$

F<sub>m</sub> = Fuerza por marco

Para esto se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_i' = \frac{K_m * F_n}{\sum K_m * (\#de\_Marcos)} \quad F_i'' = \frac{e * F_n * (\#de\_Marcos)}{E_i} \quad E_i = \frac{\sum K_m d_i^2}{K_m d_i}$$

Donde:

- K<sub>m</sub> = Rigidez del marco analizado.
- $\sum K_m$  = Sumatoria de las rigideces de los marcos paralelos a la carga.

- $F_n$  = Fuerza por nivel
- $E_i$  = Relación entre rigideces y brazo de palanca de cada marco
- $d_i$  = Distancia entre el CR y el eje de cada marco considerado
- $e$  = Excentricidad

**Tabla VIII. Cálculo del centro de rigidez, sentido X-X**

Marco	K	L	K*L
1	1.00	0.00	0.00
2	1.00	4.00	4.00
3	1.00	8.00	8.00
4	1.00	12.00	12.00
5	1.00	16.00	16.00
6	1.00	20.00	20.00
7	1.00	24.00	24.00
8	1.00	28.00	28.00
9	1.00	32.00	32.00
$\Sigma =$	9.00	$\Sigma =$	144.00
		<b>C.R.=</b>	16.00

De donde:

$$CR_x = 16.00$$

**Tabla IX. Cálculo del centro de rigidez, sentido Y-Y**

Marco	K	L	K*L
A	1.00	0.00	0.00
B	1.00	5.00	5.00
C	1.00	7.50	7.50
$\Sigma =$	3.00	$\Sigma =$	12.50
		<b>C.R.=</b>	4.17

De donde:

$$CR_y = 4.17$$

## Excentricidad

La excentricidad es la diferencia que hay entre el centro de rigidez y el centro de masa de la estructura, en los dos ejes.

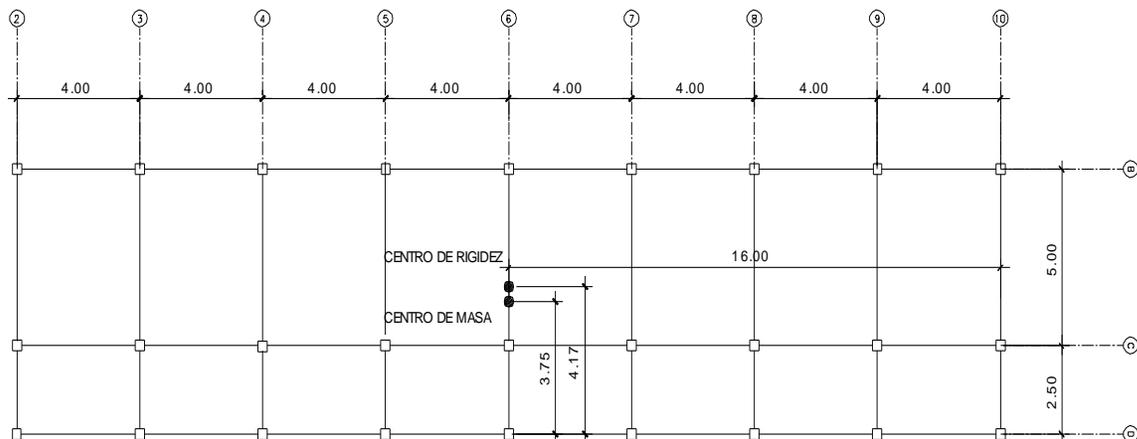
$$e_x = CR_x - CM_x$$
$$e_x = 16 - 16 \quad e_x = 0$$
$$e_{minX} = 0.05 \cdot b = 0.05 \cdot 32 = 1.6$$

Por lo tanto se toma 1.6 como la  $e_x$ .

$$e_y = CR_y - CM_y$$
$$e_y = 4.17 - 3.75 \quad e_y = 0.42$$
$$e_{minY} = 0.05 \cdot b = 0.05 \cdot 7.5 = 0.375$$

Por lo tanto se toma 0.42 como la  $e_y$

**Figura 8. Localización del centro de masa y de rigidez**



El valor de  $F_m$  debe ser el crítico, por lo que se toma el mayor de  $F'$ ,  $F''$  y  $F_m$ , en las tablas se colocan en negrilla los valores a utilizar.

**Tabla X. Cálculo de fuerzas por marco, primer nivel, sentido X-X**

F1	25087.99	e	1.6					
Marco	K	Di	K*Di	(K*Di) <sup>2</sup>	Fi'	Fi''	Fm	
1	1.00	-16.00	-16.00	256.00	2787.55	-669.01	2118.54	
2	1.00	-12.00	-12.00	144.00	2787.55	-501.76	2285.79	
3	1.00	-8.00	-8.00	64.00	2787.55	-334.51	2453.05	
4	1.00	-4.00	-4.00	16.00	2787.55	-167.25	2620.30	
5	1.00	0.00	0.00	0.00	2787.55	-167.25	2620.30	
6	1.00	4.00	4.00	16.00	2787.55	167.25	2954.81	
7	1.00	8.00	8.00	64.00	2787.55	334.51	3122.06	
8	1.00	12.00	12.00	144.00	2787.55	501.76	3289.31	
9	1.00	16.00	16.00	256.00	2787.55	669.01	<b>3456.57</b>	
	9.00		0.00	960.00				

**Tabla XI. Cálculo de fuerzas por marco, primer nivel, sentido Y-Y**

F1	25087.99	e	0.42					
Marco	K	Di	K*Di	(K*Di) <sup>2</sup>	Fi'	Fi''	Fm	
A	1.00	-4.17	-4.17	17.39	<b>8362.66</b>	-1505.62	6857.04	
B	1.00	0.84	0.84	0.71	8362.66	303.29	8665.95	
C	1.00	3.33	3.33	11.09	8362.66	1202.33	<b>9564.99</b>	
	3.00		0.00	29.18				

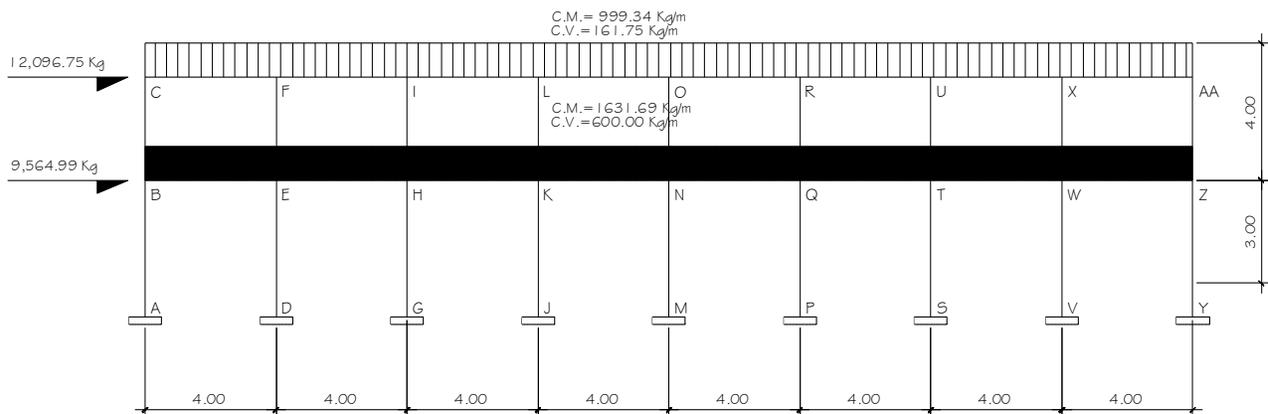
**Tabla XII. Cálculo de fuerzas por marco, segundo nivel, sentido X-X**

F1	31728.52	e	1.6				
Marco	K	Di	K*Di	(K*Di) <sup>2</sup>	Fi'	Fi''	Fm
1	1.00	-16.00	-16.00	256.00	3525.39	-846.09	2679.30
2	1.00	-12.00	-12.00	144.00	3525.39	-634.57	2890.82
3	1.00	-8.00	-8.00	64.00	3525.39	-423.05	3102.34
4	1.00	-4.00	-4.00	16.00	3525.39	-211.52	3313.87
5	1.00	0.00	0.00	0.00	3525.39	-211.52	3313.87
6	1.00	4.00	4.00	16.00	3525.39	211.52	3736.91
7	1.00	8.00	8.00	64.00	3525.39	423.05	3948.44
8	1.00	12.00	12.00	144.00	3525.39	634.57	4159.96
9	1.00	16.00	16.00	256.00	3525.39	846.09	<b>4371.48</b>
	9.00		0.00	960.00			

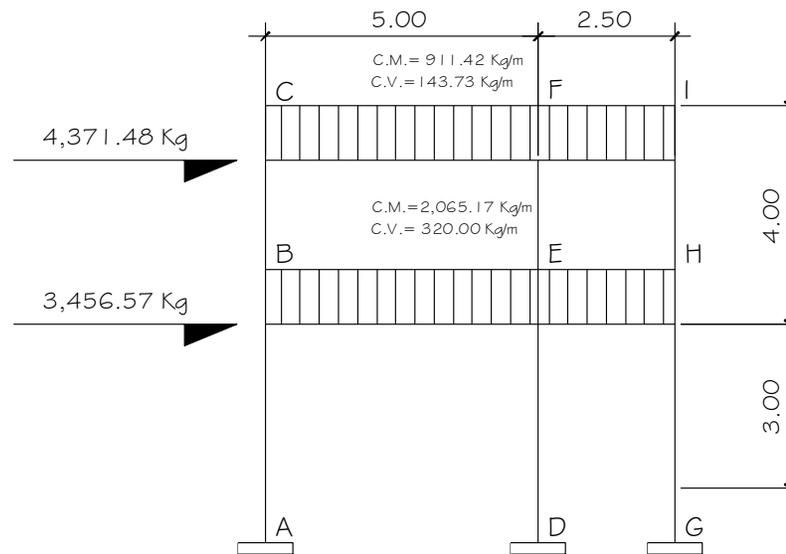
**Tabla XIII. Cálculo de fuerzas por marco, segundo nivel, sentido Y-Y**

F1	31728.52	e	0.42				
Marco	K	Di	K*Di	(K*Di) <sup>2</sup>	Fi'	Fi''	Fm
A	1.00	-4.17	-4.17	17.39	<b>10576.17</b>	-1904.14	8672.03
B	1.00	0.84	0.84	0.71	10576.17	383.57	10959.74
C	1.00	3.33	3.33	11.09	10576.17	1520.57	<b>12096.75</b>
	3.00		0.00	29.18			

**Figura 9. Cargas horizontales X-X**



**Figura 10. Cargas horizontales Y-Y**



#### **2.4.4 Análisis de marcos rígidos utilizando un método de análisis estructural**

El método de Kani es un método de distribución de momentos el cual se desarrolla a través de aproximaciones sucesivas, los datos obtenidos se corroboraron con el paquete de computación ETABS 8 Nonlinear, el cual consiste en un análisis finito de elementos estructurales, el cual genera como resultado la obtención de diagramas de momentos últimos según combinaciones del ACI 318 – 99 (carga viva, carga muerta y de sismo), que posteriormente serán básicos para el diseño estructural.

A continuación se presenta un resumen del procedimiento para el análisis estructural del método de Kani.

- Momentos fijos (MF<sub>ik</sub>)

$$MF_{ik} = \pm \frac{W \cdot L^2}{12}$$

- Rigideces de los elementos (K<sub>ik</sub>)

$$K_{ik} = \frac{I}{L_{ik}}$$

Donde: I = Inercia del elemento

L<sub>ik</sub> = Longitud del elemento

- Factores de giro (μ<sub>ik</sub>)

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} \left( \frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

- Momentos de sujeción (M<sub>s</sub>)

$$M_s = \sum MF_{ik}$$

- Factores de corrimiento (ü<sub>ik</sub>)

$$\ddot{u}_{ik} = -\frac{3}{2} \left( \frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

- Fuerzas de sujeción (H)

$$H = FM_{nivel\ n}$$

- Fuerza cortante en el piso (Q<sub>n</sub>)

$$Q_n = \sum H$$

- Momentos de piso (M<sub>n</sub>)

$$M_n = \frac{Q_n \cdot H_n}{3}$$

- Iteraciones, influencias de giro ( $M'_{ik}$ )

$$M'_{ik} = \mu_{ik} \left( M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{ni}) \right)$$

- Iteraciones, influencia de desplazamiento ( $M''_{ik}$ )

$$M''_{ik} = U_{ik} \left( M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right)$$

- Momentos finales en el extremo de la barra ( $M_{ik}$ )

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2 \cdot M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

- Momentos positivos en vigas ( $M_{ik(+)}$ )

$$M_{ik(+)} = \frac{W \cdot L^2}{8} - \frac{|M_{i(-)}| + |M_{k(-)}|}{2}$$

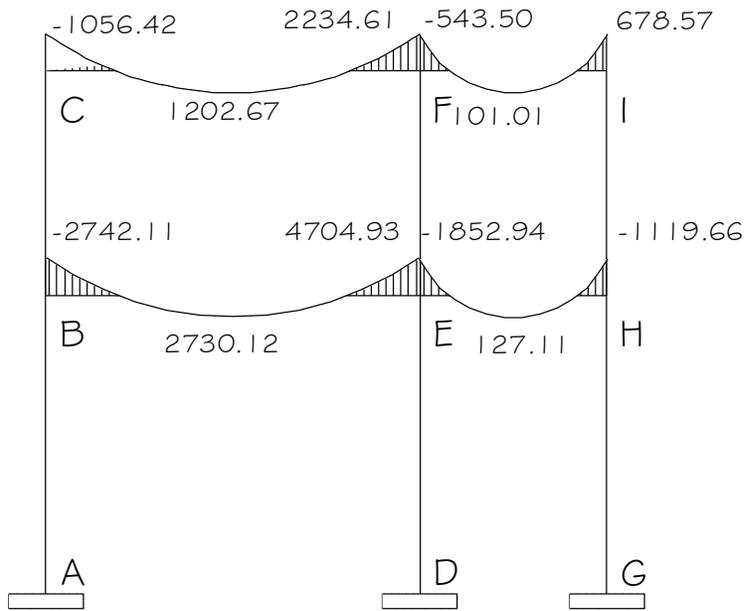
Donde:  $M_{i(-)}$  = momento negativo de la viga en el lado izquierdo

Donde:  $M_{k(-)}$  = momento negativo de la viga en el lado derecho

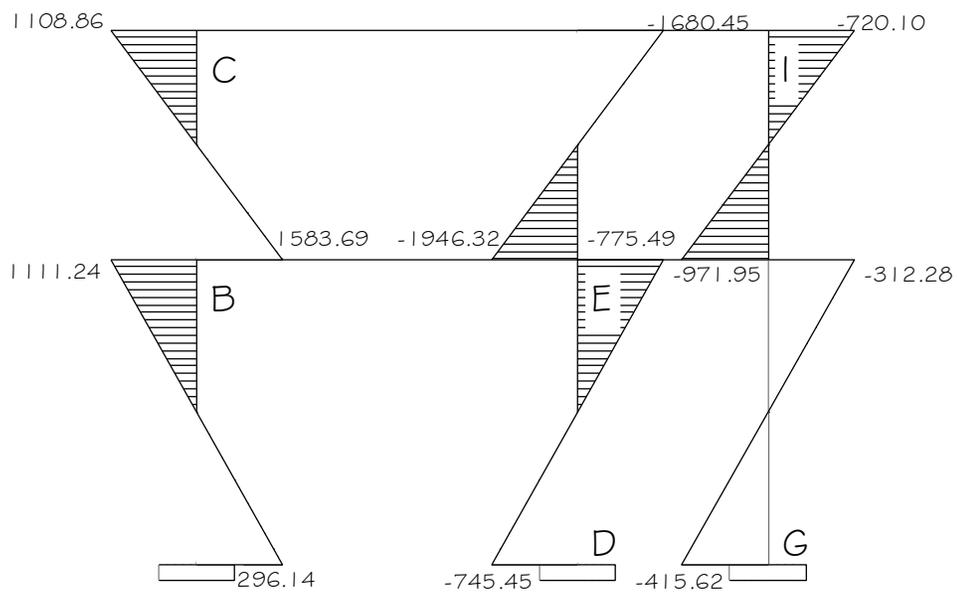
#### 2.4.5 Momentos últimos por envolvente de momentos

Por simetría de la estructura solo se mostrará la envolvente de momentos en el marco A.

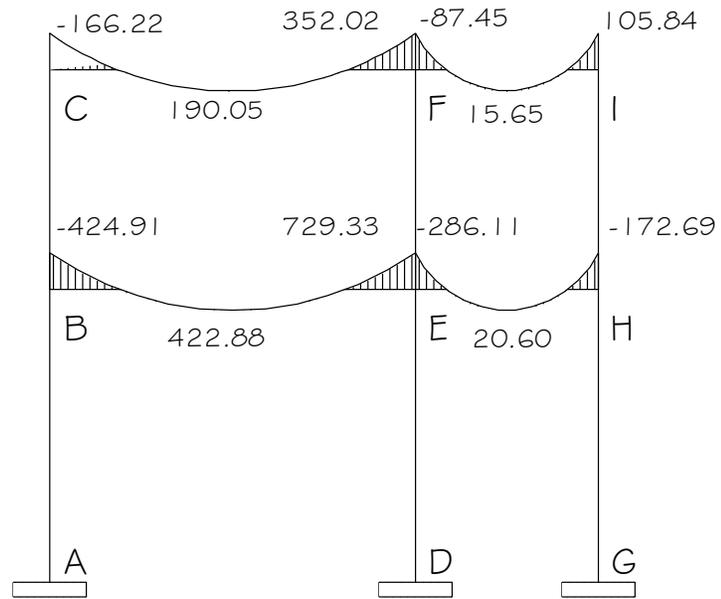
**Figura 11. Momentos por carga muerta vigas, marco 1**



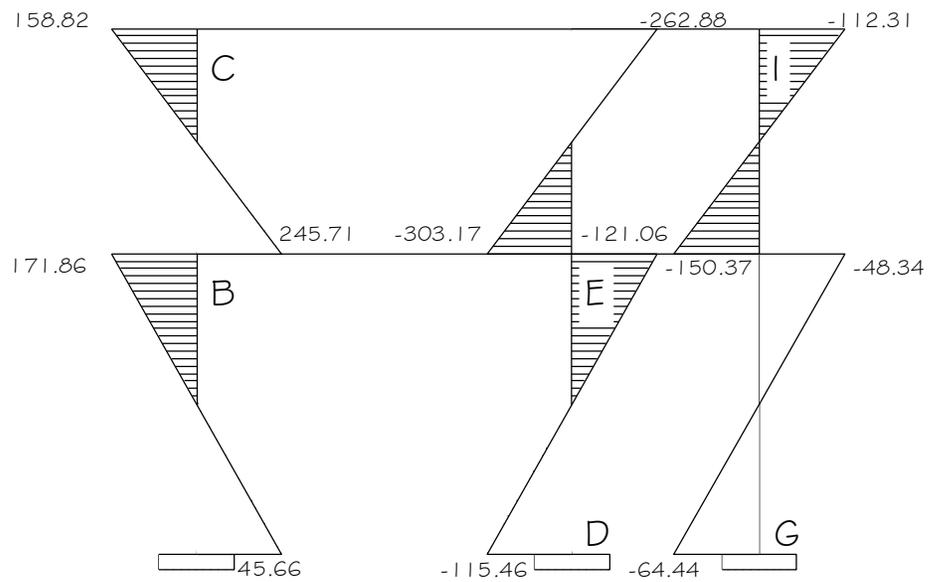
**Figura 12. Momentos por carga muerta columnas, marco 1**



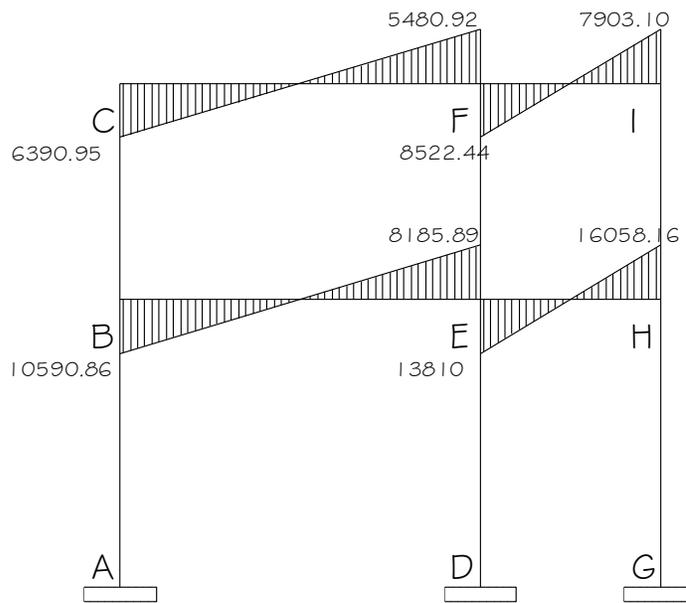
**Figura 13. Momentos por carga viva vigas, marco 1**



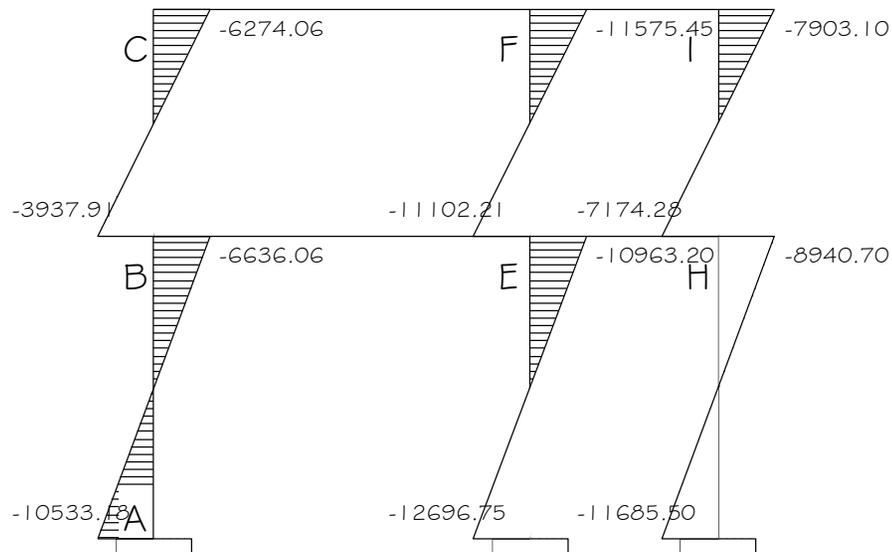
**Figura 14. Momentos por carga viva columnas, marco 1**



**Figura 15. Momentos por sismo vigas, marco 1**



**Figura 16. Momentos por sismo columnas, marco 1**



## 2.4.6 Diagrama de momentos y cortes

Con los momentos de las cargas separadas de los marcos, se calculan los momentos últimos que actúan sobre estos, aplicando la envolvente de momentos, que según ACI es la superposición de los momentos de carga muerta, viva y sísmica. Las diferentes combinaciones para la envolvente de momentos que recomienda ACI son:

- **Para los momentos últimos negativos en vigas:**

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

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

- **Para los momentos últimos de inversión en vigas:**

$$Mi = 0.90MCM + 1.43MS$$

$$Mi = 0.90MCM - 1.43MS$$

- **Para los momentos últimos positivos en vigas:**

$$M(+) = 1.4MCM + 1.7MCV$$

- **Para los momentos últimos en columnas:**

$$Mc = 0.75(1.4MCM + 1.7MCV + 1.87MS)$$

$$Mc = 0.75(1.4MCM + 1.7MCV - 1.87MS)$$

Debe usarse el más crítico de los casos, de todas las combinaciones, la crítica es cuando se agrega el momento de sismo.

**TABLAS XIV-XVI. Envolvente de momentos sentido X**

<b>1er. Nivel vigas</b>										
Vigas	Carga muerta	Carga viva	Carga sismo	0.75[1.4CM+1.7CV+1.87	1.4CM+1.7CV	0.9CM+1.43CS	0.9CM-1.43CS	0.75[1.4CM+1.7CV-	M (signo +) kg-m	M (-) kg-m
				M1	M2	M3	M4	M5		
Mbe =	-1,498.36	-525.61	6,365.63	6,684.37	-2,991.24	7,754.33	-10,451.38	-11,171.23	7,754.33	-11,171.23
Meh =	-2,259.02	-837.64	4,050.40	2,240.73	-4,586.61	3,758.96	-7,825.19	-9,120.64	3,758.96	-9,120.64
Mhk =	-2,165.49	-794.70	3,329.83	1,383.08	-4,382.67	2,812.71	-6,710.60	-7,957.09	2,812.71	-7,957.09
Mkn =	-2,176.83	-800.81	4,591.21	3,132.47	-4,408.94	4,606.28	-8,524.58	-9,745.88	4,606.28	-9,745.88
Mnq =	-2,174.97	-799.59	4,367.96	2,822.87	-4,404.27	4,288.72	-8,203.66	-9,429.27	4,288.72	-9,429.27
Mqt =	-2,179.71	-802.04	4,429.60	2,901.21	-4,415.07	4,372.59	-8,296.07	-9,523.81	4,372.59	-9,523.81
Mtw =	-2,141.91	-785.46	4,286.25	2,760.99	-4,333.96	4,201.62	-8,057.06	-9,261.94	4,201.62	-9,261.94
Mwz =	-2,447.61	-906.83	5,119.64	3,454.10	-4,968.27	5,118.24	-9,523.94	-10,906.50	5,118.24	-10,906.50
Meb =	2,447.61	906.83	5,108.84	10,891.35	4,968.26	9,508.49	-5,102.80	-3,438.96	10,891.35	-5,102.80
Mhe =	2,141.91	785.47	4,248.75	9,209.34	4,333.96	8,003.42	-4,147.99	-2,708.40	9,209.34	-4,147.99
Mkh =	2,179.70	802.04	4,020.29	8,949.74	4,415.05	7,710.74	-3,787.28	-2,327.16	8,949.74	-3,787.28
Mnk =	2,174.97	799.59	4,471.70	9,574.76	4,404.26	8,352.00	-4,437.07	-2,968.37	9,574.76	-4,437.07
Mnq =	2,176.82	800.81	4,383.79	9,454.96	4,408.93	8,227.96	-4,309.68	-2,841.56	9,454.96	-4,309.68
Mtq =	2,165.49	794.70	4,459.63	9,541.64	4,382.67	8,326.22	-4,428.34	-2,967.63	9,541.64	-4,428.34
Mwt =	2,259.01	837.64	4,082.89	9,166.20	4,586.60	7,871.64	-3,805.41	-2,286.30	9,166.20	-3,805.41
Mzw =	1,498.36	525.61	6,359.81	11,163.06	2,991.23	10,443.05	-7,746.01	-6,676.21	11,163.06	-7,746.01

<b>1er. Nivel columnas</b>									
Columnas	Carga muerta	Carga viva	Carga sismo	0.75[1.4CM+1.7CV+1.87	1.4CM+1.7CV	0.9CM+1.43CS	0.9CM-1.43CS	0.75[1.4CM+1.7CV-	M (signo +) kg-m
				M1	M2	M3	M4	M5	
Mba =	519.35	212.05	-4,733.54	-5,823.10	1,087.58	-6,301.54	7,236.38	7,454.47	7,454.47
Med =	-63.90	-29.14	-5,799.14	-8,237.55	-139.00	-8,350.28	8,235.26	8,029.04	8,350.28
Mhg =	7.71	4.11	-5,630.99	-7,884.12	17.78	-8,045.37	8,059.25	7,910.80	8,059.25
Mkj =	-0.89	-0.59	-5,556.46	-7,794.62	-2.25	-7,946.54	7,944.94	7,791.25	7,946.54
Mnm =	0.00	0.00	-5,657.81	-7,935.07	0.00	-8,090.66	8,090.66	7,935.07	8,090.66
Mqp =	0.89	0.58	-5,644.40	-7,914.59	2.24	-8,070.69	8,072.30	7,917.95	8,072.30
Mts =	-7.71	-4.11	-5,618.95	-7,893.91	-17.78	-8,042.04	8,028.16	7,867.24	8,042.04
Mvv =	63.90	29.14	-5,791.39	-8,018.18	139.00	-8,224.18	8,339.20	8,226.68	8,339.20
Mzy =	-519.35	-212.05	-4,739.88	-7,463.36	-1,087.58	-7,245.44	6,310.61	5,832.00	7,463.36
Mab =	259.68	106.03	-5,810.69	-7,741.65	543.79	-8,075.57	8,542.99	8,557.33	8,557.33
Mde =	-31.95	-14.57	-6,343.49	-8,948.87	-69.50	-9,099.94	9,042.43	8,844.62	9,099.94
Mgh =	3.86	2.06	-6,259.41	-8,772.16	8.89	-8,947.49	8,954.43	8,785.49	8,954.43
Mjk =	-0.45	-0.29	-6,222.15	-8,727.40	-1.12	-8,898.07	8,897.27	8,725.72	8,898.07
Mmn =	0.00	0.00	-6,272.82	-8,797.63	0.00	-8,970.13	8,970.13	8,797.63	8,970.13
Mpq =	0.45	0.29	-6,266.12	-8,787.39	1.12	-8,960.15	8,960.95	8,789.07	8,960.95
Mst =	-3.85	-2.05	-6,253.39	-8,777.05	-8.89	-8,945.82	8,938.88	8,763.72	8,945.82
Mwv =	31.95	14.57	-6,339.61	-8,839.18	69.50	-9,036.89	9,094.40	8,943.43	9,094.40
Myz =	-259.67	-106.03	-5,813.86	-8,561.77	-543.79	-8,547.52	8,080.11	7,746.09	8,561.77

2do. Nivel columnas									
Columnas	Carga muerta	Carga viva	Carga sismo	0.75[1.4CM+1.7CV+1.87	1.4CM+1.7CV	0.9CM+1.43CS	0.9CM-1.43CS	0.75[1.4CM+1.7CV-	M (signo +)
				M1	M2	M3	M4	M5	kg-m
Mcb =	867.38	181.81	-2,598.39	-2,501.69	1,523.40	-2,935.06	4,496.33	4,786.79	4,786.79
Mfe =	-115.19	-18.90	-3,817.17	-5,498.64	-193.41	-5,562.23	5,354.88	5,208.53	5,562.23
Mih =	15.55	1.61	-3,152.83	-4,403.47	24.50	-4,494.55	4,522.54	4,440.22	4,522.54
Mlk =	-2.10	-0.06	-3,078.39	-4,319.71	-3.03	-4,403.98	4,400.21	4,315.16	4,403.98
Mon =	-0.01	0.00	-3,167.74	-4,442.77	-0.02	-4,529.88	4,529.87	4,442.75	4,529.88
Mrq =	2.11	0.07	-3,163.74	-4,434.85	3.06	-4,522.25	4,526.05	4,439.44	4,526.05
Mut =	-15.56	-1.61	-3,120.86	-4,395.39	-24.51	-4,476.83	4,448.83	4,358.62	4,476.83
Mwx =	115.20	18.90	-3,409.83	-4,637.22	193.42	-4,772.38	4,979.73	4,927.35	4,979.73
Maaz =	-867.38	-181.81	-2,561.10	-4,734.49	-1,523.41	-4,443.01	2,881.73	2,449.39	4,734.49
Mbc =	979.01	313.56	-1,631.80	-860.85	1,903.66	-1,452.36	3,214.58	3,716.34	3,716.34
Mef =	-124.69	-40.05	-3,360.26	-4,894.76	-242.66	-4,917.40	4,692.95	4,530.78	4,917.40
Mhi =	15.87	5.12	-1,947.71	-2,708.48	30.92	-2,770.94	2,799.51	2,754.86	2,799.51
Mkl =	-1.99	-0.64	-1,778.69	-2,497.51	-3.87	-2,545.31	2,541.73	2,491.70	2,545.31
Mno =	0.00	0.00	-2,002.62	-2,808.68	-0.01	-2,863.75	2,863.75	2,808.68	2,863.75
Mqr =	1.99	0.65	-1,976.93	-2,769.73	3.88	-2,825.22	2,828.80	2,775.56	2,828.80
Mtu =	-15.87	-5.12	-1,910.44	-2,702.59	-30.93	-2,746.22	2,717.65	2,656.20	2,746.22
Mwx =	124.69	40.05	-2,360.02	-3,127.93	242.66	-3,262.60	3,487.05	3,491.92	3,491.92
Mzaa =	-979.01	-313.56	-1,620.03	-3,699.84	-1,903.66	-3,197.76	1,435.54	844.36	3,699.84

**TABLA XVII. Cálculo de momentos positivos para envolvente de momentos**

Cálculo de momentos positivos en vigas:			
MF =	$WL^2 / 8 - (MF_{cmij} + MF_{cmji}) / 2$	=	momento final
W = cargas verticales en los marcos en sentido X			
<b>Cu = 1.4CM + 1.7CV</b>			
Cu cf =	1,674.05	Cu be =	3,304.37
Cu fi =	1,674.05	Cu eh =	3,304.37
Cu il =	1,674.05	Cu hk =	3,304.37
Cu lo =	1,674.05	Cu kn =	3,304.37
Cu or =	1,674.05	Cu nq =	3,304.37
Cu ru =	1,674.05	Cu qt =	3,304.37
Cu ux =	1,674.05	Cu tw =	3,304.37
Cu xaa =	1,674.05	Cu wz =	3,304.37
<b>MOMENTOS FINALES POSITIVOS</b>			
MF cf =	4,975.28	MF be =	10,677.24
MF fi =	4,646.77	MF eh =	9,925.89
MF il =	4,552.70	MF hk =	9,544.82
MF lo =	4,572.82	MF kn =	10,154.47
MF or =	4,590.03	MF nq =	10,043.47
MF ru =	4,594.57	MF qt =	10,096.77
MF ux =	4,513.44	MF tw =	9,875.57
MF xaa =	5,227.81	MF wz =	11,271.86
<b>Máximo</b>	<b>5,227.81</b>	<b>Maximo</b>	<b>11,271.86</b>

**TABLAS XVIII-XXI. Envoltente de momentos sentido Y**

<b>1er. Nivel vigas</b>										
Vigas	Carga muerta	Carga viva	Carga sismo	0.75[1.4CM+1.7C V+1.87CS]	1.4CM+1.7 CV	0.9CM+1.43C S	0.9CM-1.43CS	0.75[1.4CM+1.7CV 1.87CS]	M (signo +) kg-m	M (signo -) kg-m
				M1	M2	M3	M4	M5		
Mbe =	-2,742.11	-424.91	10,590.86	11,432.70	-4,561.31	12,677.03	-17,612.82	-18,274.65	12,677.03	-18,274.65
Meh =	-1,852.94	-286.11	13,810.00	17,058.15	-3,080.51	18,080.65	-21,415.95	-21,678.91	18,080.65	-21,678.91
Meb =	4,704.93	729.33	8,185.89	17,350.78	7,826.76	15,940.26	-7,471.38	-5,610.64	17,350.78	-7,471.38
Mhe =	-1,119.66	-172.69	16,058.16	21,125.74	-1,861.10	21,955.47	-23,970.87	-23,917.40	21,955.47	-23,970.87

<b>1er. Nivel columnas</b>										
Columnas	Carga muerta	Carga viva	Carga sismo	0.75[1.4CM+1.7C V+1.87CS]	1.4CM+1.7 CV	0.9CM+1.43C S	0.9CM-1.43CS	0.75[1.4CM+1.7CV 1.87CS]	M (signo +) kg-m	M (signo -) kg-m
				M1	M2	M3	M4	M5		
Mba =	1,111.24	171.86	-6,636.06	-7,921.14	1,847.90	-8,489.44	10,489.68	10,693.00	10,693.00	-8,489.44
Med =	-971.95	-150.37	-10,963.20	-16,588.16	-1,616.37	-16,552.13	14,802.61	14,163.61	14,802.61	-16,588.16
Mhg =	-312.28	-48.34	-8,940.70	-12,928.84	-519.36	-13,066.24	12,504.15	12,149.81	12,504.15	-13,066.24
Mab =	296.14	45.66	-10,533.18	-14,403.62	492.22	-14,795.92	15,328.98	15,141.95	15,328.98	-14,795.92
Mde =	-745.45	-115.46	-12,696.75	-18,737.13	-1,239.91	-18,827.26	17,485.44	16,877.26	17,485.44	-18,827.26
Mgh =	-415.62	-64.44	-11,685.50	-16,907.47	-691.41	-17,084.32	16,336.21	15,870.36	16,336.21	-17,084.32

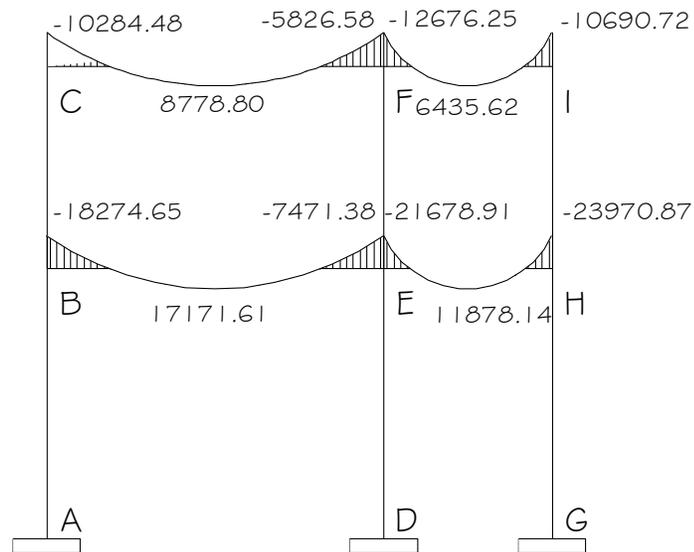
<b>2do. Nivel vigas</b>										
Vigas	Carga muerta	Carga viva	Carga sismo	0.75[1.4CM+1.7C V+1.87CS]	1.4CM+1.7 CV	0.9CM+1.43C S	0.9CM-1.43CS	0.75[1.4CM+1.7CV 1.87CS]	M (signo +) kg-m	M (signo -) kg-m
				M1	M2	M3	M4	M5		
Mcf =	-1,056.42	-166.22	6,390.95	7,642.14	-1,761.56	8,188.29	-10,089.84	-10,284.48	8,188.29	-10,284.48
Mfi =	-543.50	-87.45	8,522.44	11,270.55	-909.57	11,697.94	-12,676.25	-12,634.90	11,697.94	-12,676.25
Mfc =	2,234.61	352.02	5,480.92	10,482.15	3,726.88	9,848.87	-5,826.58	-4,891.84	10,482.15	-5,826.58
Mif =	678.57	105.84	7,903.10	11,931.53	1,129.92	11,912.14	-10,690.72	-10,236.65	11,931.53	-10,690.72

<b>2do. Nivel columnas</b>										
Columnas	Carga muerta	Carga viva	Carga sismo	0.75[1.4CM+1.7C V+1.87CS]	1.4CM+1.7 CV	0.9CM+1.43C S	0.9CM-1.43CS	0.75[1.4CM+1.7CV 1.87CS]	M (signo +) kg-m	M (signo -) kg-m
				M1	M2	M3	M4	M5		
Mcb =	1,008.86	158.82	-6,274.06	-7,537.58	1,682.39	-8,063.94	9,879.89	10,061.17	10,061.17	-8,063.94
Mfe =	-1,680.45	-262.88	-11,575.45	-18,334.21	-2,799.52	-18,065.30	15,040.49	14,134.93	15,040.49	-18,334.21
Mih =	-720.10	-112.31	-7,903.10	-11,983.39	-1,199.07	-11,949.52	10,653.34	10,184.79	10,653.34	-11,983.39
Mbc =	1,583.69	245.71	-3,937.91	-3,546.78	2,634.86	-4,205.90	7,056.53	7,499.07	7,499.07	-4,205.90
Mef =	-1,946.32	-303.17	-11,102.21	-18,001.03	-3,240.24	-17,627.85	14,124.47	13,140.67	14,124.47	-18,001.03
Mhi =	-775.49	-121.06	-7,174.28	-11,030.54	-1,291.49	-10,957.15	9,561.27	9,093.30	9,561.27	-11,030.54

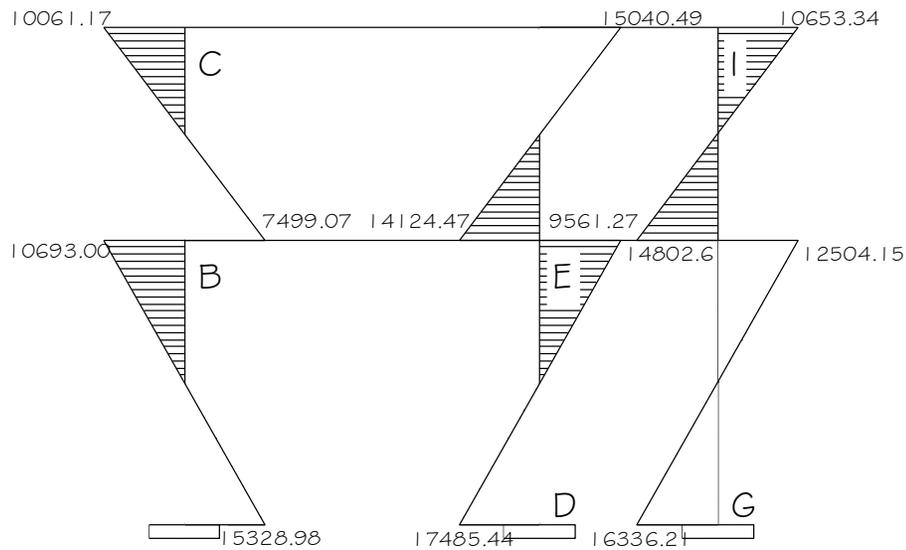
**TABLA XXII. Cálculo de momentos positivos para envoltente de momentos**

<b>Cálculo de momento positivo en vigas:</b>				
MF =	$WL^2 / 8 - (MF_{cmij} + MF_{cmji})/2$	=		momento final
W = cargas verticales en los marcos en sentido y				
<b>Cu = 1.4CM + 1.7CV</b>				
Cu cf =	1,520.33		Cu be =	3,435.23
Cu fi =	1,520.33		Cu eh =	3,435.23
<b>MOMENTOS FINALES POSITIVOS</b>				
MF cf =	8,778.80		MF be =	17,171.61
MF fi =	6,435.62		MF eh =	11,878.14
<b>Maximo</b>	8,778.80		<b>Maximo</b>	17,171.61

**Figura 17. Envoltente de momentos en vigas, marco 1**



**Figura 18. Envoltente de momentos en columnas, marco 1**



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

**Corte en vigas:**

$$V_{vig} = 0.75 \cdot \left( \frac{1.4(W_{CM} \cdot L)}{2} + \frac{1.7(W_{CV} \cdot L)}{2} + \frac{1.87(\sum M_S)}{2} \right)$$

**Corte en columnas:**

$$V_{cols} = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

Las siguientes tablas muestran los valores de corte último para las vigas y columnas de ambos marcos.

**Tabla XXIII. Corte último en vigas sentido X**

<b>CÁLCULO DE CORTES:</b>			
Rcb = (Mcb + Mbc) / Long		M = envolvente máxima	
B) En Vigas:			
R fc =	3864.72	R eb =	7633.53
R cf =	2161.86	R be =	4262.19
R if =	3831.92	R he =	7329.15
R fi =	2194.66	R eh =	4566.57
R li =	3803.17	R kh =	7106.14
R il =	2223.41	R hk =	4789.58
R ol =	3788.51	R nk =	7422.53
R lo =	2238.07	R kn =	4473.19
R ro =	3803.86	R qn =	7369.97
R or =	2222.73	R nq =	4525.75
R ur =	3793.16	R tq =	7363.27
R ru =	2233.43	R qt =	4532.45
R xu =	3822.88	R wt =	7463.56
R ux =	2203.71	R tw =	4432.16
R aax =	3500.90	R zw =	6825.77
R xaa =	2525.69	R wz =	5069.95

**Tabla XXIV. Corte último en columnas sentido X**

<b>CÁLCULO DE CORTES:</b>			
A) En Columnas:			
Rcb = (Mcb + Mbc) / Long		M = envolvente máxima	
R cb =	2,834.37	R ba =	3,812.33
R fe =	3,493.21	R ed =	4,154.82
R ih =	2,440.68	R hg =	4,050.88
R lk =	2,316.43	R kj =	4,010.62
R on =	2,464.54	R nm =	4,062.09
R rq =	2,451.61	R qp =	4,055.53
R ut =	2,407.68	R ts =	4,044.73
R xw =	2,823.88	R wv =	4,150.86
R aaz =	2,811.45	R zy =	3,815.51
<b>Máximo</b>	<b>3,493.21</b>	<b>Máximo</b>	<b>4,154.82</b>

**Tabla XXV. Corte último en vigas sentido Y**

B) En Vigas:			
R <sub>fc</sub> =	3766.47	R <sub>eb</sub> =	10748.73
R <sub>cf</sub> =	794.53	R <sub>be</sub> =	6427.42
R <sub>if</sub> =	2942.34	R <sub>he</sub> =	8129.69
R <sub>fi</sub> =	1618.66	R <sub>eh</sub> =	9046.47

**Tabla XXVI. Corte último en columnas sentido Y**

<b>CALCULO DE CORTES:</b>			
A) En Colúmnas:			
$R_{cb} = (M_{cb} + M_{bc}) / Long$		M = envolvente máxima	
R <sub>cb</sub> =	5,853.41	R <sub>ba</sub> =	6,195.71
R <sub>fe</sub> =	9,721.65	R <sub>ed</sub> =	7,687.63
R <sub>ih</sub> =	6,738.20	R <sub>hg</sub> =	6,866.75
Maximo	9,721.65	Maximo	7,687.63

**Figura 19. Envolvente de corte en vigas, sentido Y**

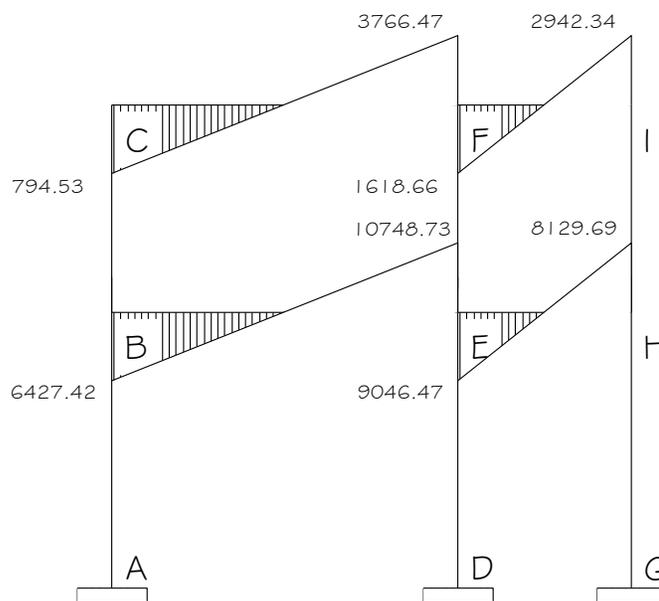
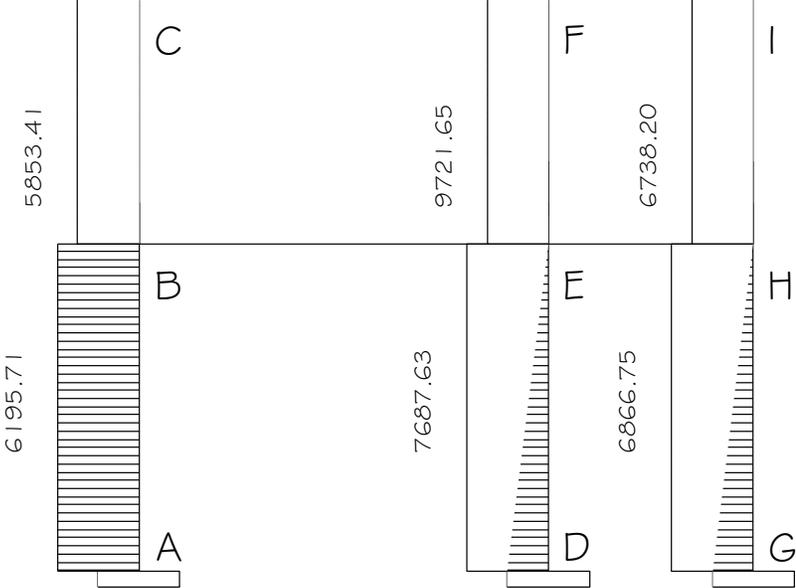


Figura 20. Envoltorio de corte en columnas, sentido Y



## **2.5 Diseño estructural**

Se realiza por medio de una serie de cálculos con el fin de definir características detalladas de los distintos elementos que componen una estructura. Esta parte es la que se destina para soportar las cargas que se presentan en la vida útil del edificio.

La característica particular más importante de cualquier elemento estructural, la cual debe ser elevada para resistir con algún margen de reserva todas las cargas posibles que puedan actuar sobre cualquier elemento durante la vida de la estructura, sin que se presente falla o cualquier otro inconveniente. El diseño estructural tiene la finalidad de dimensionar los elementos, tanto del concreto como de la cantidad de refuerzo, de manera que sus resistencias sean adecuadas para soportar las fuerzas resultantes de ciertos estados hipotéticos de sobrecarga.

Los recubrimientos descritos para los distintos elementos son requeridos según el reglamento ACI 318R – 99 sección 7.7.

### **2.5.1 Losas**

Son elementos estructurales que sirven como cubiertas para proteger de la intemperie, de las cuales se tienen las de entrepiso para transmitir cargas verticales, o las de tipo diafragma para transmitir cargas horizontales.

En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas. Una losa de concreto reforzado es una placa generalmente horizontal. Pueden estar apoyadas en vigas de concreto

reforzado, en muros de mampostería, en elementos de acero estructural, en forma directa en columnas o en el terreno en forma continua.

**Figura 21. Planta de distribución de losas**

Losa 1	Losa 2	Losa 3	Losa 4	Losa 5	Losa 6	Losa 7	Losa 8
Losa 9	Losa 10	Losa 11	Losa 12	Losa 13	Losa 14	Losa 15	Losa 16

Como se puede observar en la figura anterior, las losas 1 y 8 son simétricas, así como la 9 y 16, también la 2, 3, 4, 5, 5 y 7 así como las 10, 11, 12, 13, 14 y 15; por lo que se procederá a diseñar solo una.

Carga muerta:

$$\begin{aligned} \text{Losas: } (2400\text{Kg/m}^3)(0.12\text{m}) &= 288 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Acabados} &= 90 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Piso} &= 144 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Total} &= 522 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Carga viva

$$\text{Entrepiso} = 300 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Carga última} = 1.4 * \text{CM} + 1.7 * \text{CV}$$

$$C_U = 1.4 * 522 \text{ Kg/m}^2 + 1.7 * 300 \text{ Kg/m}^2$$

$$C_U = 730.8 \text{ Kg/m}^2 + 510 \text{ Kg/m}^2 = 1240.80 \text{ Kg/m}^2$$

## Cálculo de los momentos actuantes

Para los momentos se consideran franjas unitarias de un metro de ancho.

$$CUu = 1240.80 \text{ Kg/m}^2 * 1.00 \text{ m} = 1240.80 \text{ Kg/m}$$

**Momentos negativos:**

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

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

**Momentos positivos:**

$$Ma^+ = Ca^+(Cmu)(a)^2 + Ca^+(Cvu)(a)^2$$

$$Mb^+ = Cb^+(Cmu)(b)^2 + Cb^+(Cvu)(b)^2$$

Donde:

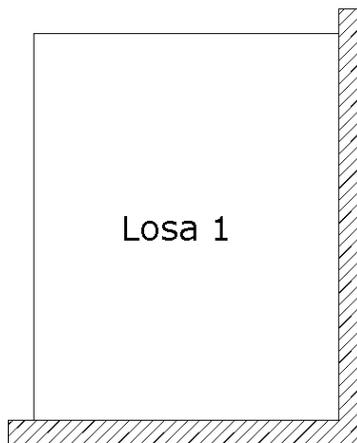
M = momento actuante

C = coeficiente de tablas de ACI 318-05

CVu, CMu = carga viva y muerta últimas

a, b = dimensión considerada en el análisis

**Figura 22. Losa 1**



La zona ashurada indica los apoyos de la losa. Las demás losas se calcularon de la misma forma, haciendo uso de factores encontrados en la tabla de losas que se encuentra en el código ACI 318 – 05.

**Losa 1 y 8:**                    coeficiente. 0.8 caso 4

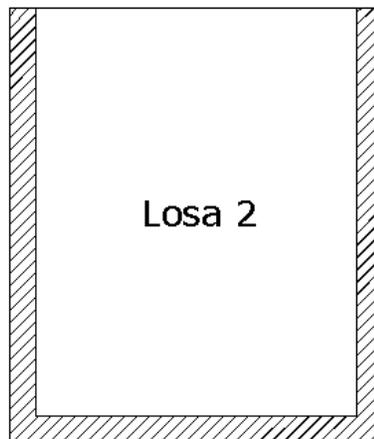
$$Ma^- = 0.071*(1240.80\text{kg/m})*(4\text{m})^2 = 1409.55\text{kg-m}$$

$$Mb^- = 0.029*(1240.80\text{kg/m})*(5\text{m})^2 = 899.58\text{kg-m}$$

$$Ma^+ = 0.039*(730.8\text{kg/m})*(4\text{m})^2 + 0.048*(510\text{kg/m})*(4\text{m})^2 = 847.70\text{kg-m}$$

$$Mb^+ = 0.016*(730.8\text{kg/m})*(5\text{m})^2 + 0.020*(510\text{kg/m})*(5\text{m})^2 = 547.32\text{kg-m}$$

**Figura 23. Losa 2**



**Losa 2 a 7:**                    Coeficiente 0.8 caso 9

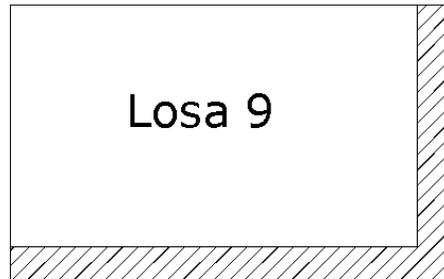
$$Ma^- = 0.075*(1240.80\text{kg/m})*(4\text{m})^2 = 1488.96\text{kg-m}$$

$$Mb^- = 0.017*(1240.80\text{kg/m})*(5\text{m})^2 = 527.34\text{kg-m}$$

$$Ma^+ = 0.029*(730.8\text{kg/m})*(4\text{m})^2 + 0.042*(510\text{kg/m})*(4\text{m})^2 = 681.81\text{kg-m}$$

$$Mb^+ = 0.01*(730.8\text{kg/m})*(5\text{m})^2 + 0.017*(510\text{kg/m})*(5\text{m})^2 = 399.45\text{kg-m}$$

**Figura 24. Losa 9**



**Losa 9 y 16:** coeficiente 0.6 caso 4

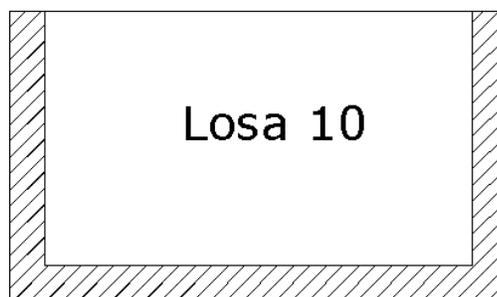
$$Ma^- = 0.089 \cdot (1240.80 \text{ kg/m}) \cdot (2.5 \text{ m})^2 = 690.20 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = 0.011 \cdot (1240.80 \text{ kg/m}) \cdot (4 \text{ m})^2 = 155.52 \text{ kg-m}$$

$$Ma^+ = 0.053 \cdot (730.8 \text{ kg/m}) \cdot (2.5 \text{ m})^2 + 0.067 \cdot (510 \text{ kg/m}) \cdot (2.5 \text{ m})^2 = 455.64 \text{ kg-m}$$

$$Mb^+ = 0.007 \cdot (730.8 \text{ kg/m}) \cdot (4)^2 + 0.009 \cdot (510 \text{ kg/m}) \cdot (4 \text{ m})^2 = 155.29 \text{ kg-m}$$

**Figura 25. Losa 10**



**Losa 10 a 15:** coeficiente 0.6 caso 8

$$Ma^- = 0.080 \cdot (1240.80 \text{ kg/m}) \cdot (2.5 \text{ m})^2 = 620.40 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = 0.018 \cdot (1240.80 \text{ kg/m}) \cdot (4 \text{ m})^2 = 357.35$$

$$Ma^+ = 0.048 \cdot (730.8 \text{ kg/m}) \cdot (2.5 \text{ m})^2 + 0.065 \cdot (510 \text{ kg/m}) \cdot (2.5 \text{ m})^2 = 426.43 \text{ kg/m}$$

$$Mb^+ = 0.007 \cdot (730.8 \text{ kg/m}) \cdot (4 \text{ m})^2 + 0.009 \cdot (510 \text{ kg/m}) \cdot (4 \text{ m})^2 = 155.29 \text{ kg/m}$$

### Balance de momentos:

Cuando dos losas tienen un lado en común y tienen momentos diferentes, se deben balancear dichos momentos antes de proceder a diseñar los refuerzos que requieren. Se procede de la siguiente manera:

$$\text{si } 0.8 \cdot M_{2\text{mayor}} \leq M_{1\text{menor}} \Rightarrow Mb = \frac{M_{2\text{mayor}} + M_{1\text{menor}}}{2}$$

si  $0.8 \cdot M_{2\text{mayor}} \geq M_{1\text{menor}} \Rightarrow$  se balancean proporcionalmente a su rigidez y se procede de la siguiente manera:

$$k_1 = \frac{1}{L_1}$$

$$k_2 = \frac{1}{L_2}$$

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

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

### Balance losa 1 y losa 2

$$M1 = 1488.96 \text{ kg-m}$$

$$M2 = 1409.55 \text{ kg-m}$$

$$0.8 \cdot 1488.96 \text{ kg} - m = 1191.17 \text{ kg} - m \leq 1409.55 \text{ kg} - m$$

$$MB = \frac{1488.96 \text{ kg} - m + 1409.55 \text{ kg} - m}{2}$$

$$MB = 1449.26 \text{ kg} - m$$

### Balance losa 1 y losa 9

$$M1 = 899.58\text{kg}\cdot\text{m}$$

$$M2 = 690.20\text{kg}\cdot\text{m}$$

$$0.8 \cdot 899.58\text{kg} - m = 719.66\text{kg} - m \geq 690.20\text{kg} - m$$

$$K1 = \frac{1}{L1} \quad K2 = \frac{1}{L2}$$

$$K1 = \frac{1}{2.5} = 0.40 \quad K2 = \frac{1}{5} = 0.20$$

$$D1 = \frac{K1}{K1 + K2} \quad D2 = \frac{K2}{K1 + K2}$$

$$D1 = \frac{0.4}{0.6} = 0.67 \quad D2 = \frac{0.2}{0.6} = 0.33$$

$$(M2 - M1) \cdot D1 + M1 \quad (M2 - M1) \cdot -D2 + M2$$

$$(899.58 - 690.2) \cdot 0.67 + 690.2 \quad (899.58 - 690.2) \cdot -0.33 + 899.58$$

$$MB = 830.48$$

### Balance losa 2 y losa 10

$$M1 = 527.34\text{kg}\cdot\text{m}$$

$$M2 = 620.40\text{kg}\cdot\text{m}$$

$$0.8 \cdot 620.40\text{kg} - m = 496.32\text{kg} - m \leq 527.34\text{kg} - m$$

$$MB = \frac{527.34\text{kg} - m + 620.40\text{kg} - m}{2}$$

$$MB = 573.87\text{kg} - m$$

### Balance losa 9 y losa 10

$$M1 = 155.52\text{kg}\cdot\text{m}$$

$$M2 = 357.35\text{kg}\cdot\text{m}$$

$$0.8 \cdot 357.35\text{kg} - m = 288.88\text{kg} - m \geq 155.52\text{kg} - m$$

$$K1 = \frac{1}{L1} \quad K2 = \frac{1}{L2}$$

$$K1 = \frac{1}{4} = 0.25 \quad K2 = \frac{1}{4} = 0.25$$

$$D1 = \frac{K1}{K1 + K2} \qquad D2 = \frac{K2}{K1 + K2}$$

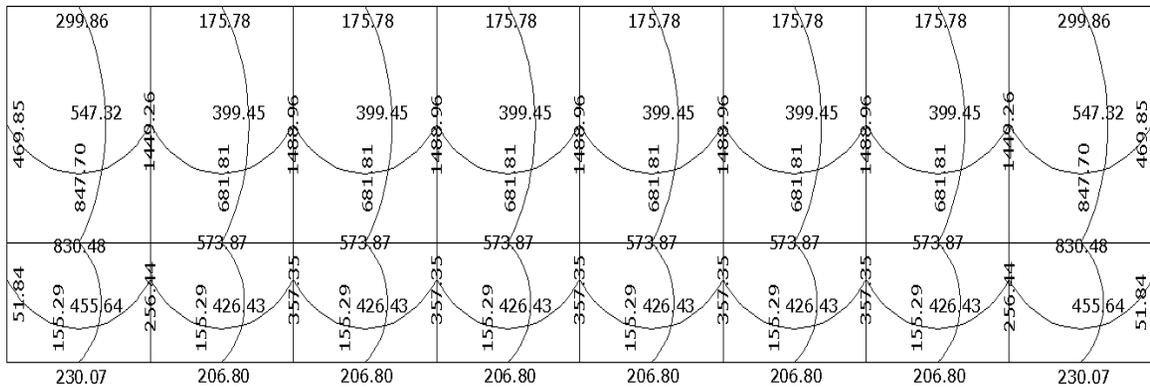
$$D1 = \frac{0.25}{0.5} = 0.5 \qquad D2 = \frac{0.25}{0.5} = 0.5$$

$$(M2 - M1) \cdot D1 + M1 \qquad (M2 - M1) \cdot -D2 + M2$$

$$(357.35 - 155.52) \cdot 0.5 + 357.35 \qquad (357.35 - 155.52) \cdot -0.5 + 357.35$$

$$MB = 256.44$$

**Figura 26. Diagrama de momentos actuantes en la losa**



### Diseño de acero de refuerzo

Datos:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

B = 100 cm (franja para un metro)

Para calcular del acero mínimo:

$$A_{smin} = \rho_{min} \cdot b \cdot d$$

$$\rho_{min} = \frac{14.1}{fy}$$

Donde:

b = Franja unitaria.

t = Espesor de la losa.

d = Peralte efectivo.

Entonces:

$$d = 12\text{cm} - 2.5\text{cm} = 9.5\text{cm}$$

$$A_{smin} = \frac{14.1}{2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \cdot 100\text{cm} \cdot 9.5\text{cm} = 4.77\text{cm}^2$$

Separación para Asmín con varillas No. 3 ( $A_s=0.71 \text{ cm}^2$ )

$$\frac{4.77\text{cm}^2}{0.71\text{cm}^2} \frac{\text{cm}}{100\text{cm}} = S$$

$$S = 14.89 \text{ cm}$$

Separación máxima

$$S_{max} = 2t$$

$$S_{max} = 2 (12\text{cm}) = 24 \text{ cm}$$

Cálculo del momento que resiste el Asmín =  $4.77\text{cm}^2$

$$M_{Asmin} = \phi \cdot \left( A_s \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{A_s \cdot f_y}{1.7 \cdot f'_c \cdot b} \right) \right)$$
$$M_{Asmin} = 0.9 \cdot 4.77\text{cm}^2 \cdot 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot \left( 9.5\text{cm} - \frac{4.77\text{cm}^2 \cdot 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1.7 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 100\text{cm}} \right)$$
$$M_{Asmin} = 110072.41\text{kg} - \text{cm} = 1100.72\text{kg} - \text{m}$$

Para los momentos menores que resiste el Asmin, se armarán a  $S_{max} = 14\text{cm}$ , para momentos mayores se armaran según indique el cálculo.

En el sentido largo, todos los momentos son resistidos por el  $S_{max}$ , mientras que para el sentido corto, se calcula con el momento mayor el espaciamiento que se necesita.

$$\frac{A_s^2 \cdot f_y^2}{1.7 \cdot f'_c \cdot b} - A_s \cdot f_y \cdot d + \frac{M_U}{\phi} = 0$$

$$\frac{A_s^2 \cdot (2810 \frac{kg}{cm})^2}{1.7 \cdot 210 \frac{kg}{cm^2} \cdot 100cm} - 4.77cm^2 \cdot 2810 \frac{kg}{cm} \cdot 9.5cm + \frac{1488.96}{0.9} = 0$$

$$A_s = 6.20cm$$

$$\begin{array}{r} 6.20cm^2 \text{ _____ } 100cm \\ 0.71cm^2 \text{ _____ } S \end{array}$$

$$S = 11.45 \text{ cm}$$

**Revisión 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

$$V_{max} = \frac{C_U \cdot L}{2}$$

$$V_{max} = \frac{1240.8 \frac{kg}{m} \cdot 4.0m}{2}$$

$$V_{max} = 2481.0kg$$

### Cálculo de corte máximo resistente

$$V_{res} = \phi \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$V_{res} = 0.85 \cdot \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} \cdot 100cm \cdot 9.5cm$$

$$V_{res} = 11701.79kg$$

Comparar Vr con Vmáx

Si Vr > Vmáx, el espesor es el adecuado, caso contrario aumentar t

Como Vr > Vmáx el espesor es adecuado.

## 2.5.2 Vigas

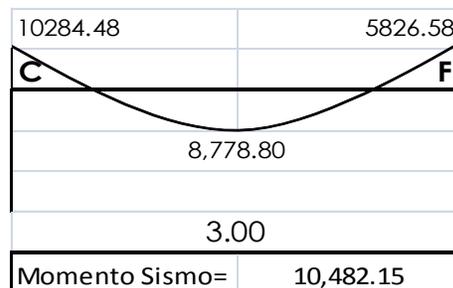
Son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Las de concreto simple son eficientes como elementos sometidos a flexión debido a que la resistencia a la tensión por flexión es una fracción de la resistencia a la compresión. Las vigas fallan en el lado sometido a la tensión a cargas bajas, mucho antes de que se desarrolle la resistencia completa del concreto en el lado de la compresión. Por esta razón se colocan barras de acero de refuerzo en el lado sometido a la tensión, conservando en una protección adecuada contra el fuego y la corrosión.

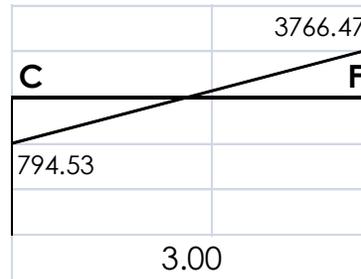
En una viga de concreto reforzada, el acero de refuerzo resiste la tensión causada por los momentos flectores, mientras que el concreto usualmente es capaz de resistir sólo a compresión.

Esta acción conjunta de los dos materiales impide el deslizamiento, lo que se logra con la utilización de barras corrugadas por la adherencia al concreto; pero, si es necesario hay que añadir anclajes especiales en los extremos de las barras.

Los datos necesarios para el diseño son: momentos últimos y cortes últimos actuantes, los que se toman del análisis estructural.

### VIGA TRAMO C-F





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

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

$$\text{Sección} = 25 \cdot 35 \text{ cm}$$

$$\text{Rec.} = 3 \text{ cm}$$

$$d = 35 - 3 = 32 \text{ cm}$$

$$E_s = 2.1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$M(-)1 = 10284.48 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(-)2 = 5826.58 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(+) = 8778.80 \text{ kg} - \text{m}$$

$$V_{\text{critico}} = 3766.47 \text{ kg}$$

### Límites de acero

$$A_{smin} = \frac{14.1}{f_y} \cdot b \cdot d$$

$$A_{smin} = \frac{14.1}{2810} \cdot 25\text{cm} \cdot 31\text{cm}$$

$$\mathbf{A_{smin} = 3.89\text{cm}^2}$$

$$A_{smax} = 0.5 \cdot \rho_{bal} \cdot b \cdot d$$

$$\rho_{bal} = \frac{\beta' \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{6115}{6115 + f_y}$$

$$\rho_{bal} = \frac{0.85 \cdot 0.85 \cdot 210}{2810} \cdot \frac{6115}{6115 + 2810}$$

$$\rho_{bal} = 0.0370$$

$$A_{smax} = 0.5 \cdot 0.05373 \cdot 25 \cdot 31$$

$$\mathbf{A_{smax} = 20.82cm^2}$$

### Refuerzo longitudinal

$$A_s = \left( b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M_U \cdot b}{0.003825 \cdot f'c}} \right) \cdot \frac{0.85 \cdot f'c}{f_y}$$

$$A_s = \left( 25 \cdot 32 - \sqrt{(25 \cdot 32)^2 - \frac{9997.17 \cdot 25}{0.003825 \cdot 210}} \right) \cdot \frac{0.85 \cdot 210}{2810}$$

$$\mathbf{A_s = 14.39cm^2}$$

El resultado para los momentos críticos es:

$$M_{(-)1} = 15.59cm^2$$

$$M_{(+)} = 12.88cm^2$$

$$M_{(-)2} = 8.10cm^2$$

Una vez calculada el área de acero requerida para cada momento actuante, se distribuyen las varillas de acero de tal forma que el área de éstas, supla lo solicitado en los cálculos de  $A_s$ . Se utilizan las siguientes fórmulas:

Para momento negativo:

$$A_{smin} = \begin{cases} 33\% \cdot A_s \text{ de } M_{(-)} \text{ mayor} \\ A_s \text{ minimo} \end{cases}$$

$$A_{smin} = \begin{cases} 0.33 \cdot 15.59 = 5.14cm^2 \\ 3.89cm^2 \end{cases}$$

Se diseñará con un  $A_s$  de  $5.14cm^2$

En la cama superior se agregarán 2 varillas No. 8 y 2 varillas No. 6

Para momento positivo:

$$A_{Smin} = \begin{cases} 50\% A_S \text{ del } M_{(-)} \\ 50\% A_S \text{ del } M_{(+)} \\ A_{Smin} \end{cases}$$
$$A_{Smin} = \begin{cases} 7.79cm^2 \\ 6.44cm^2 \\ 3.89cm^2 \end{cases}$$

Se diseñará con un área de  $7.79cm^2$ , y se propone 2 varillas No. 8 corridos y 1 varilla No. 5 como bastón.

- **Diseño de estribos para viga**

También se le llama refuerzo en el alma, en general este se suministra en forma de estribos espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga, según lo requerido. El diseño por cortante es importante en las estructuras de concreto debido a que la resistencia del concreto es bajo a la flexión. El objetivo de colocar el acero transversal es: por armado, para mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada y para contrarrestar los esfuerzos de corte.

Procedimiento:

$V_{cu}$  = corte de carga última

$$V_{Cu} = \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$$
$$V_{Cu} = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot 25 \cdot 31$$
$$V_{Cu} = 5059.48kg$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si  $V_r > V_u$  la viga necesita estribos sólo por armado, a  $S_{m\acute{a}x.} = d/2 < 30\text{cm}$ .

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

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

$S_{m\acute{a}x.} = d/2 = 23.5 \text{ cm} = 23 \text{ cm}$  usar como mínimo acero No. 3

En este caso,  $V_r = 5059.48 \text{ Kg} < V_u = 794.53 \text{ Kg}$ , entonces, no se necesita diseño de estribos por lo que solamente se colocarán estribos a  $d/2$ .

### **2.5.3 Columnas**

Son elementos estructurales, que sostienen principalmente cargas a compresión.

El refuerzo principal en las columnas, es longitudinal, paralelo a la dirección de la carga. Según el código ACI 318-99, sección 10.9.2, se requiere un mínimo de cuatro barras longitudinales, cuando éstas están encerradas por estribos regularmente espaciados y un mínimo de seis, cuando las barras longitudinales están encerradas por una espiral continua.

Para lograr incrementos en la capacidad de deformación en elementos sujetos a efectos principales de carga axial y flexión, se recomienda contemplar los siguientes aspectos para su diseño:

Para el diseño se deben considerar 3 aspectos:

- Efectos de esbeltez
- Diseño de refuerzo longitudinal (columnas con carga axial y un momento y columnas de carga axial y dos momentos).

- Diseño de refuerzo transversal

### Requisitos del ACI para columnas:

- Para el área de acero longitudinal máximo se establece un 6% en zonas sísmicas y 8% para zonas no sísmicas del área de la columna.
- El área de acero mínimo longitudinal de la sección de la columna es del 1%.  $A_{st(min)} = 0.01 A_g$  ;  $A_g$  = área de la columna
- La columna debe tener como mínimo 4 varillas de refuerzo longitudinal.
- El lado más pequeño de la columna estructural es de 30 cm.
- La sección mínima para columnas estructurales debe ser de  $900\text{cm}^2$  para marcos estructurales.
- El refuerzo transversal (estribos) no puede ser menor de 3/8" para barras longitudinales menores al No. 10. Para barras No. 11, 14, 18 y barras empacadas se debe usar estribo no menor de No. 4.
- El recubrimiento mínimo en condiciones normales es de 0.03m.
- La separación de estribos no debe ser superior a 16 diámetros de la barra longitudinal, ni a 48 diámetros del estribo, ni a la dimensión mínima de la columna.

### Sección de la columna crítica:

#### Datos:

Sección de columna = 30 cm \* 30 cm       $M_x = 8557.33 \text{ kg} - \text{m}$

Sección de viga 1 = 25 cm \* 35 cm       $M_y = 15328.98 \text{ kg} - \text{m}$

Sección de viga 2 = 25 cm \* 35 cm  $V_x = 3812.33 \text{ Kg}$

Longitud de columna = 3.00 m       $V_y = 7687.63 \text{ Kg}$

Longitud de vigas = 29.60 m

Área tributaria = 15.0 m<sup>2</sup>

Espesor de losa = 0.12 m

fy = 4200kg/cm<sup>2</sup>

La carga axial Pu que resiste la columna, es el peso de las columnas sobre la columna que se analizará, incluyendo el área tributaria de las columnas por encima de la que se está analizando.

$$C_U = 1.4 C_M + 1.7 C_V$$

$$C_{U2 \text{ nivel}} = 1.4 \cdot (388 \text{Kg/m}^2) + 1.7 \cdot (100 \text{Kg/m}^2) = 683.20 \text{Kg/m}^2$$

$$C_{U1 \text{ nivel}} = 1.4 \cdot (538 \text{Kg/m}^2) + 1.7 \cdot (700 \text{Kg/m}^2) = 1943.20 \text{Kg/m}^2$$

Cálculo del factor de carga última:

$$F_{Cu} = \frac{C_U}{C_M + C_V} = \frac{1943.20}{1238} = 1.5696$$

Cálculo de la carga axial:

$$P_U = A_T \cdot C_U + PP_{viga} \cdot F_{Cu} + PP_{col} \cdot F_{Cu}$$

$$P_{U2} = 15 \cdot 683.20 + (0.25 \cdot 0.35 \cdot 4 \cdot 2400) \cdot 1.57 + (0.3 \cdot 0.3 \cdot 3 \cdot 2400) \cdot 1.57$$

$$P_{U2} = 12584.16 \text{kg}$$

$$P_{U1} = 15 \cdot 1943.20 + (0.25 \cdot 0.35 \cdot 4 \cdot 2400) \cdot 1.57 + (0.3 \cdot 0.3 \cdot 3 \cdot 2400) \cdot 1.57$$

$$P_{U1} = 31484.16 \text{kg}$$

$$P_{UT} = 12584.16 + 31484.16 = 44068.32$$

### **Clasificar las columnas por su esbeltez (E):**

Por la relación de esbeltez, las columnas 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 de magnificar los momentos actuantes, y si son largas, no se construyen.

La esbeltez se calcula por la formula

$$E = \frac{k \cdot L_U}{R}$$

donde k = coeficiente de rigidez de la columna.

Lu = Longitud efectiva

R = radio de giro (0.3 h)

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

$$\psi = \frac{0.7 \cdot \sum k_{col}}{0.35 \cdot \sum k_{viga}}$$

$k_{(rigidez)} = I/L$ ; I = Inercia, L = Longitud del elemento

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

$$I_{viga} = \frac{25cm \cdot 35cm^3}{12} = 89322.92cm^4$$

$$I_{col} = \frac{30cm \cdot 30cm^3}{12} = 67500cm^4$$

Eje x:

$$k_{viga} = \frac{89322.92cm^4}{400cm} = 223.31cm^3$$

$$k_{col} = 2 \cdot \frac{67500cm^4}{300cm} = 450cm^3$$

$$\psi = \frac{0.7 \cdot 450cm^3}{0.35 \cdot 223.31cm^3} = 4.0303$$

Extremo inferior por estar empotrado  $\Psi = 0$

$$\psi_p = \frac{\psi_a + \psi_b}{2} = \frac{4.03 + 0}{2} = 2.02$$

Coeficiente K

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

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

$$K = 0.9 \cdot \sqrt{1 + 2.02} = 1.56$$

**Esbeltez de columna**

$$E = \frac{K \cdot L_U}{\sigma}$$

Donde  $\sigma = 0,3 \cdot \text{lado menor}$  para columnas rectangulares

$$E = \frac{1.56 \cdot 2.3}{0.3 \cdot 0.3} = 39.87 > 22 \text{ y } < 100$$

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

$$\Psi_p = 2.52$$

$$K = 1.69$$

$$E = 43.15 > 22 \text{ y } < 100$$

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

**Magnificación de momentos**

Utilizando el método ACI de magnificación de momentos.

## Sentido X

Cálculo del factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta d = \frac{CM_U}{CU} = \frac{1.4 \cdot 538 \frac{kg}{m^2}}{1943.20 \frac{kg}{m^2}} = 0.39$$

Cálculo del EI total del material

$$E_c = 15100 \sqrt{f'c} \quad I_g = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \quad EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2.5 \cdot (1 + \beta d)}$$
$$EI = \frac{15100 \cdot \sqrt{210} \cdot \frac{1}{12} \cdot 30 \cdot 30^3}{2.5 \cdot (1 + 0.39)}$$
$$EI = 425.05 \text{Ton} \cdot m^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(K \cdot L_U)^2}$$
$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 425.05}{(1.56 \cdot 2.3)^2} = 325.86 \text{Ton}$$

Cálculo del magnificador de momentos

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

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_U}{\phi \cdot P_{cr}}}$$
$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{44.068}{0.7 \cdot 325.86}} = 1.2395$$

Cálculo de momentos de diseño:

$$M_{dx} = \delta \cdot M_U$$

$$M_{dx} = 1.2395 \cdot 7199.10 = 8922.97 \text{kg} - \text{m}$$

### **Sentido Y**

$$\beta d = 0.61$$

$$EI = 366.42 \text{T} - \text{m}^2$$

$$P_{cr} = 239.36 \text{T}$$

$$\delta = 1.35$$

$$M_{dy} = 1.35 \cdot 7280.92 = 9879.29 \text{kg} - \text{m}$$

### **Cálculo del acero longitudinal por el método Bresler**

Este método consiste en una aproximación del perfil de la superficie de la falla, además, es uno de los métodos más utilizados porque su procedimiento es 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:

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

$$A_{s\text{mín}} = 0.01 (30 \cdot 30) = 9 \text{ cm}^2 \quad A_{s\text{máx}} = 0.06 (30 \cdot 30) = 54 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado, se aconseja iniciar con un valor cerca de Asmín; 3 varillas No. 6 con área de  $2.85 \text{ cm}^2 = 4 * (2.85 \text{ cm}^2) = 11.40 \text{ cm}^2$  y 4 varillas No. 4 con área de  $1.267 \text{ cm}^2 = 4 * (1.267 \text{ cm}^2) = 5.068 \text{ cm}^2$

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

$$Y = X = \frac{H_{nucleo}}{H_{columna}} = \frac{b - 2rec}{h} = \frac{0.30\text{cm} - 2 \cdot 0.03\text{cm}}{0.30\text{cm}} = 0.8$$

Valores de la curva:

$$\rho_{tu} = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot Ag}$$

$$\rho_{tu} = \frac{16.53 \cdot 4200}{0.85 \cdot 210 \cdot 900} = 0.4322$$

Excentricidades:

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_U} = \frac{8922.97}{44068.32} = 0.2025$$

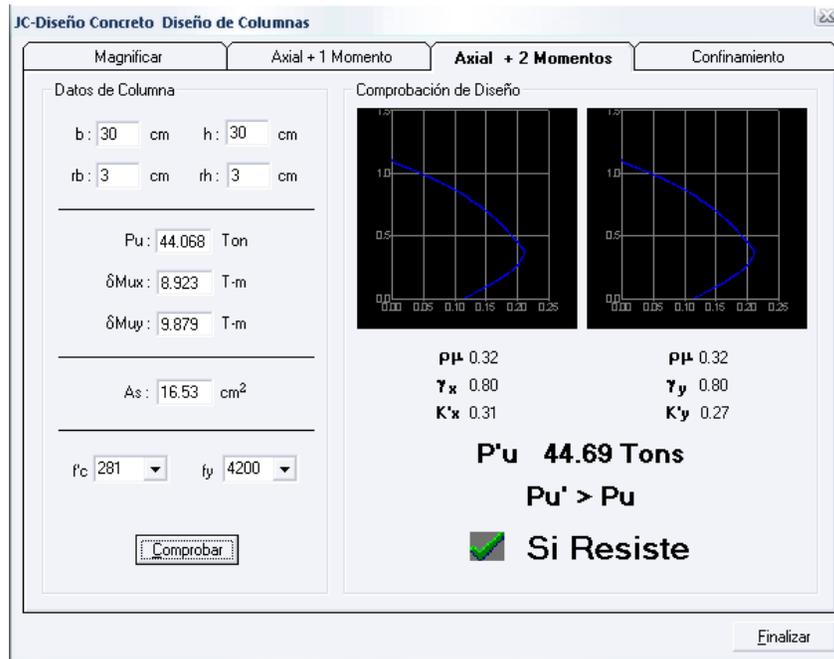
$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_U} = \frac{9879.29}{44068.32} = 0.2242$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales:

$$e_x/h_x = 0.2025/0.85 = 0.2382 \quad e_y/h_y = 0.22242/0.85 = 0.2637$$

Con los valores obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes  $K_x$  y  $K_y$ , en la gráfica de los diagramas de interacción.

A continuación se muestra la gráfica usando software.



### Cálculo de cargas

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_{UX} = K_X \cdot f'c \cdot b \cdot h$$

$$P'_{UX} = 0.31 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 30 = 58590kg$$

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ey:

$$P'_{UY} = K_Y \cdot f'c \cdot b \cdot h$$

$$P'_{UY} = 0.27 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 30 = 51030kg$$

Carga axial de resistencia de la columna

$$P'_o = \phi \cdot (0.85 \cdot f'c(Ag - As) + As \cdot fy)$$

$$P'_o = 0.70 \cdot (0.85 \cdot 210(900 - 16.53) + 16.53 \cdot 4200) = 158987.78kg$$

Carga de la resistencia de la columna:

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{UX}} + \frac{1}{P'_{UY}} - \frac{1}{P'_o}}$$

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{58590} + \frac{1}{51030} - \frac{1}{158987.78}} = 31922.59kg$$

El valor de  $P'_u/0.7$  debe ser mayor o igual a  $P_u$ .

$$\frac{31922.59}{0.7} = 45603.70 < 44068.43$$

Como  $P'_u/0.7 > P_u$  el armado propuesto 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

$$V_r = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$V_r = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot 30 \cdot 27 = 5287.98kg$$

$V_u = 4680.65 \text{ Kg}$   $V_r > V_u$ ; 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 número 3.

En este caso  $V_r > V_u$ , se colocan estribos a  $S = d / 2 = 27 / 2 = 13.50$

Los estribos se colocaran a cada 13 cm con varillas No. 3

### Refuerzo por confinamiento

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

$$Lo \left\{ \begin{array}{l} Lu / 6 = 2.30 / 6 = 0.38 \text{ m} \\ \text{Lado mayor de la columna} = 0.30 \text{ m} \\ 48\emptyset \text{ varilla transv.} = 0.46\text{m} \\ 16\emptyset \text{ varilla long.} = 0.31\text{m} \end{array} \right.$$

**Longitud de confinamiento: 0.45 m**

Cálculo de la relación volumétrica.

$$\rho_s = 0.45 \cdot \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \cdot \left( \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s = 0.45 \cdot \left( \frac{30^2}{24^2} - 1 \right) \cdot \left( \frac{0.85 \cdot 210}{4200} \right) = 0.0108$$

$$\rho_s \geq 0.12 \cdot \left( \frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s \geq 0.12 \cdot \left( \frac{210}{4200} \right) \quad \rho_s > 0.0060$$

Utilizando varillas número 3 para los estribos, el espaciamiento en la zona confinada es:

$$S_1 = \frac{2 \cdot A_V}{\rho_S \cdot L_e}$$
$$S_1 = \frac{2 \cdot 0.71}{0.0060 \cdot 24} = 9.86 \approx 9 \text{ cm}$$

#### 2.5.4 Cimientos

La subestructura o cimentación es parte de la estructura que se coloca por debajo de la superficie del terreno, para transmitir las cargas al suelo o a las rocas subyacentes. Todos los suelos se comprimen al someterlos a cargas, causando asentamientos en la estructura soportada.

Los dos requisitos esenciales en el diseño de cimentación son:

- Transmitir carga desde la estructura hasta un estrato del suelo que tenga la resistencia suficiente.
- Disminuir la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato, para minimizar las presiones de contacto.

Un suelo satisfactorio debajo de la estructura es suficiente para distribuir la carga mediante las zapatas.

#### 2.5.5 Zapatas

$M_x = 7.1991 \text{ Ton-m}$

$M_y = 7.2809 \text{ Ton-m}$

$P_u = 45.02736 \text{ Ton}$

$V_s = 35.015 \text{ Ton/m}^2$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 0.80 \text{ Ton/m}^3$$

$$P_{\text{concreto}} = 2.40 \text{ Ton/m}^3$$

$$F_{cu} = 1.57$$

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

$$\text{Desplante } D_f = 1.00\text{m}$$

$$F_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$$

La carga axial total viene dada por la carga axial que soporta la columna del primer nivel, más el peso de la columna:

$$P_u = 44068.32 + (0.3 \cdot 0.3 \cdot 3 \cdot 2400) \cdot 1.48 = 45027.36 \text{ kg}$$

Cálculo de las cargas de trabajo:

$$P'_t = \frac{P_u}{F_{cu}}$$

$$P'_t = \frac{45.02736}{1.57} = 28.6 \text{ Ton}$$

$$M_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}}$$

$$M_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}}$$

$$M_{tx} = \frac{7.1991}{1.57} = 4.5854 \text{ Ton}$$

$$M_{ty} = \frac{7.2809}{1.57} = 4.6375$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1.5 \cdot P'_t}{V_s}$$

$$A_z = \frac{1.5 \cdot 28.6}{35.015} = 1.23 \text{ m}^2$$

Se propone usar dimensiones aproximadas  $A_z = 1.70 \cdot 1.70 = 2.89 \text{ m}^2$ .

## Revisión de presión sobre el suelo

Se debe tomar en cuenta que  $q$  no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte ( $V_s$ ).

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} \cdot 1.7 \cdot 1.7^2 = 0.82$$

$$P = P' + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P = 28.6 + (0.30 \cdot 0.30 \cdot 3.0 \cdot 2.4) + (1.37 \cdot (1.00 - 0.40) \cdot (1.70^2 - 0.30^2)) + (2.4 \cdot 0.40 \cdot 1.70^2)$$

$$P = 34324 \text{ Kg.}$$

$$q = \frac{P_t}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y}$$

$$q = \frac{34.32}{1.7^2} \pm \frac{4.59}{0.82} \pm \frac{4.6375}{0.82}$$

$$q_{\max} = 23.1315 \quad q_{\min} = 0.5492$$

- $q_{\max} = 23.13 \text{ Ton/m}^2$  cumple, no excede el  $V_s$ .
- $q_{\min} = 0.55 \text{ Ton/m}^2$  cumple con ser mayor que cero, por lo que no hay empuje del suelo.

Presión última:

$$q_U = q_{\max} \cdot F_{CU} = 23.13 \cdot 1.57 = 36.3141 \text{ Ton/m}^2$$

Peralte efectivo

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

$$t \text{ asumido} = 0.40 \text{ m}$$

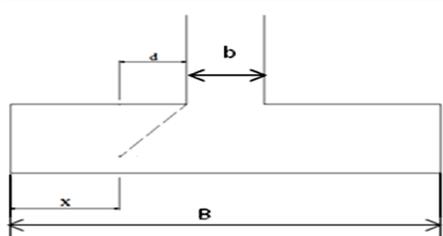
$$d = 0.40 - 0.075 - 0.0159/2$$

$$d = 30.91 \text{ cm}$$

### 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 22.

**Figura 27. Corte simple en zapata**



$t$  asumido = 0.45 m

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

$$x = 1.70/2 - 0.40/2 - 0.3091 = 0.3409 \text{ m}$$

$$V_{act} = \text{área} \cdot q_u = 1.70 \cdot 0.3409 \cdot 36.31 = 21.0427 \text{ Ton.}$$

$$V_r = \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot B \cdot d$$

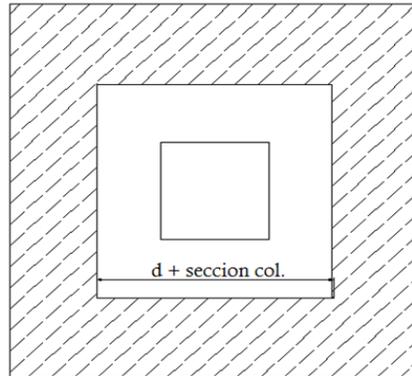
$$V_r = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot 170 \cdot 30.91 = 34.30 \text{ Ton}$$

$V_{act} < V_r$  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.

**Figura 28. Corte punzonante en zapata**



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

$d + \text{sección de columna} = 30.91 + 30.0 = 60.91 \text{ cm}$

$b_o = 4 \cdot 60.91 = 243.64 \text{ cm}$

$V_{act} = A \cdot q_u = (1.70^2 - 0.6091^2) \cdot 36.31$

$V_{act} = 91.47 \text{ Ton.}$

$$V_r = \phi \cdot 1.06 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$$

$$V_r = 0.85 \cdot 1.06 \cdot \sqrt{210} \cdot 243.61 \cdot 30.91 = 98.32 \text{ ton}$$

$V_{act} < V_r$  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:

$$M_U = \frac{q_U \cdot L^2}{2}$$
$$M_U = \frac{36.31 \cdot \left(\frac{1.70}{2} - \frac{0.3}{2}\right)^2}{2} = 8.90 \text{Ton} - m$$

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:

$$A_S = \left( (b \cdot d) - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M_U \cdot b}{0.003825 \cdot f'c}} \right) \cdot \frac{0.85 \cdot f'c}{f_y}$$
$$A_S = \left( (100 \cdot 30.91) - \sqrt{(100 \cdot 30.91)^2 - \frac{8900 \cdot 100}{0.003825 \cdot 210}} \right) \cdot \frac{0.85 \cdot 210}{2810} = 11.74 \text{cm}^2$$
$$A_{Smin} = \frac{14.1}{f_y} \cdot b \cdot d$$
$$A_{Smin} = \frac{14.1}{2810} \cdot 100 \cdot 30.91 = 15.51$$

$A_S < A_{Smin}$  por lo tanto se colocará  $A_{Smin}$

Por ser una masa de concreto grande, se agregará una cama superior de refuerzo.

Espaciamiento entre varillas.

Usando var # 5

$$15.51 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1.99 \text{ cm}^2 \longrightarrow S$$

$$S = 12.84 \text{cm}$$

$$S = 12 \text{ cm}$$

### Acero por temperatura

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

$$A_{st}=0.002*100*40 = 8 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento entre varillas con varilla No. 5

$$9.00 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1.98 \text{ cm}^2 \longrightarrow S$$

$$S = 22.0 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el armado de la zapata será var. No. 5 @ 20 cm en ambos sentidos.

### 2.5.6 Módulo de gradas

La forma y disposición que se le da al módulo de gradas depende principalmente de las dimensiones e importancia de la edificación, del espacio que el proyecto les otorgue y finalmente del material y tipo de construcción que se escogerá. En este caso existe un área considerable para la ubicación de las gradas, por lo que el espacio no es un inconveniente para diseñar un módulo de gradas de concreto reforzado.

El que un módulo de gradas sea cómodo y seguro, depende de su relación huella y contrahuella. Las siguientes relaciones nos garantizan la comodidad y funcionalidad de un módulo de gradas:

#### Relación huella – contrahuella

- Contrahuella:  $C \leq 20\text{cm}$
- Huella:  $H > C$
- $2C + H \leq 64\text{cm}$  (valor cercano)

- C + H: 45 a 48 cm
- C \* H: 450 a 500cm<sup>2</sup>

Datos:

Carga viva: 500kg/m<sup>2</sup>

f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

Fy = 2810 kg/cm<sup>2</sup>

h = 3.0m

Área disponible = 3.90 \* 4.0 m

Cálculo:

Asumiendo datos

Huella: 30cm

Contrahuella: 15cm

Número de huellas (descanso 1.20m):

$$H = (3.90 - 1.20)/0.3 = 9 \text{ huellas}$$

Número de contrahuellas:

$$C = H + 1$$

$$C = 9 + 1 = 10$$

Relación de comodidad

$$C = 15\text{cm} \leq 20 \text{ cm}$$

$$H = 30\text{cm} > C$$

$$2C + H = 2*15+30 = 60\text{cm} \leq 64\text{cm}$$

$$C + H = 15 + 30 = 45 \leq 45 \text{ a } 48\text{cm}$$

$$C * H = 15 * 30 = 450 \text{ cm}^2 \leq 450 \text{ a } 500\text{cm}^2$$

Chequeando altura total desarrollada:

$$h = 2(\text{No. } C * C)$$

$$h = 2(10 * 0.15) = 3.0\text{m} \quad \text{si chequea la altura}$$

### Integración de cargas

$$C_{Mu} = 1.4 \cdot W_C \cdot \left(t + \frac{C}{2}\right)$$

$$C_{Mu} = 1.4 \cdot 2400 \cdot \left(0.12 + \frac{0.15}{2}\right) = 655.20\text{kg}/\text{m}^2$$

$$C_{Vu} = 1.7 \cdot C_V$$

$$C_{Vu} = 1.7 \cdot 500 = 850\text{kg}/\text{m}^2$$

$$W_U = C_{Mu} + C_{Vu}$$

$$W_U = 655.20 + 850 = 1505.20\text{kg}/\text{m}^2$$

### Momentos actuantes

$$M_{(-)} = \frac{W_U \cdot l^2}{9}$$

$$M_{(-)} = \frac{1505.20 \cdot 1.2^2}{9} = 240.83\text{kg} - \text{m}$$

$$M_{(+)} = \frac{W_U \cdot l^2}{14}$$

$$M_{(+)} = \frac{1505.20 \cdot 1.2^2}{14} = 154.82\text{kg} - \text{m}$$

### Cálculo de refuerzo

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

$$d = 9.5 \text{ cm}$$

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

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

$$A_{Smin} = \frac{14.1}{F_y} \cdot b \cdot d$$

$$A_{Smin} = \frac{14.1}{2810} \cdot 100 \cdot 9.5 = 4.77\text{cm}^2$$

$$A_{SM(-)} = \left( b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M_U \cdot b}{0.003825 \cdot f'c}} \right) \cdot \frac{0.85 \cdot f'c}{f_y}$$

$$A_{SM(-)} = \left( 100 \cdot 9.5 - \sqrt{(100 \cdot 9.5)^2 - \frac{240.83 \cdot 100}{0.003825 \cdot 210}} \right) \cdot \frac{0.85 \cdot 210}{2810}$$

$$A_{SM(-)} = 1.01 \text{ cm}^2$$

$$A_{SM(+)} = \left( 100 \cdot 9.5 - \sqrt{(100 \cdot 9.5)^2 - \frac{154.82 \cdot 100}{0.003825 \cdot 210}} \right) \cdot \frac{0.85 \cdot 210}{2810}$$

$$A_{SM(+)} = 0.65 \text{ cm}^2$$

Se utilizara Asmin.

### Espaciamiento

$$S_{max} = 2t$$

$$S_{max} = 2(12) = 24 \text{ cm}$$

Utilizando varilla No. 3

$$\frac{4.77}{0.71} \frac{\text{cm}}{\text{cm}} \frac{100 \text{ cm}}{\text{S}}$$

$$S = 14.88 \text{ cm}$$

Se utilizará un espaciamento de 14 cm.

### Acero por temperatura

$$A_{S(t)} = 0.002 \cdot b \cdot t$$

$$A_{S(t)} = 0.002 \cdot 100 \cdot 12 = 2.4 \text{ cm}^2$$

Utilizando varilla No. 3

$$\frac{2.4}{0.71} \frac{\text{cm}}{\text{cm}} \frac{100 \text{ cm}}{\text{S}}$$

$$S = 29.58 \text{ cm}$$

$$S = 29.58 \text{ cm}$$

Se utilizará Smax = 24 cm

## **2.6 Instalaciones eléctricas**

Para las instalaciones de iluminación, se tendrán dos circuitos en cada nivel, cada uno tendrá un máximo de doce unidades. Las instalaciones de fuerza, también cuentan con dos circuitos en cada nivel, con un máximo de doce unidades.

## **2.7 Instalaciones hidráulicas**

Todo el sistema de agua potable será por medio de circuito cerrado para que la presión sea la misma en cada punto, con tubería PVC  $\varnothing \frac{3}{4}$ ", mientras los abastos por medio de tubería PVC  $\varnothing \frac{1}{2}$ ".

Las instalaciones de aguas negras y aguas pluviales se trabajaron en sistema combinado, y será por medio de tubería PVC de  $\varnothing 3$ " en todo el sistema.

## **2.8 Planos constructivos**

Para este proyecto se elaboraron 6 planos divididos en tres fases: arquitectura, estructuras e instalaciones.

Los planos están distribuidos así:

1. Planta arquitectónica y elevaciones
2. Planta de acabados y planta acotada
3. Planta de cimentación y columnas
4. Planta de vigas y armado de losas
5. Planta de instalación de drenajes
6. Planta de iluminación y fuerza e Instalación hidráulica.

## 2.9 Presupuesto

<b>INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>PROYECTO:</b>	Diseño del instituto de educación básica en la colonia Primero					
<b>MUNICIPIO</b>	Mixco					
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala					
<b>RENGLÓN</b>	1	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b>	unidad	
<b>CONCEPTO</b>	Presupuesto					
<b>FECHA</b>	Julio de 2010					
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>		
<b>A.COSTO DIRECTO</b>						
<b>1. Preliminares</b>				<b>Q2,760.28</b>		
Limpieza	M <sup>2</sup>	1125	Q1.56	Q1,755.00		
Trazo y estaqueado	ML	244.00	Q4.12	Q1,005.28		
<b>2. Movimiento de tierra</b>				<b>Q1,050.06</b>		
Relleno con material selecto (t=0.10)	M <sup>3</sup>	47.30	Q22.20	Q1,050.06		
<b>3. Cimentacion</b>				<b>Q80,720.00</b>		
Zapatatas (1.70*1.1.70*0.40)	Unidad	31	Q2,050.00	Q63,550.00		
Zapatatas (1.00*1.00*0.30)	Unidad	12	Q660.00	Q7,920.00		
Zapatatas (0.60*0.60*0.20)	Unidad	37	Q250.00	Q9,250.00		
<b>4. Levantado de muros</b>				<b>Q300,283.50</b>		
Levantado muro block (t=15cms)	M <sup>2</sup>	780	Q190.00	Q148,200.00		
Columnas (30cms*30cms)	ml	220	Q271.95	Q59,829.00		
Columnas (20cms*20cms)	ml	48	Q240.77	Q11,556.96		
Columnas (15cms*15cms)	ml	108	Q94.71	Q10,228.68		
Columnas (15cms*10cms)	ml	30	Q39.99	Q1,199.70		
Solera de humedad (15cms*15cms)	ml	244	Q94.63	Q23,089.72		
Solera intermedia (15cms*15cms)	ml	488	Q94.63	Q46,179.44		
<b>5. Losas y vigas</b>				<b>Q350,828.68</b>		
Vigas (35cms*25cms)	ml	160	Q313.41	Q50,145.60		
Vigas (35cms*25cms)	ml	83.5	Q325.98	Q27,219.33		
Vigas (30cms*20cms)	ml	187	Q210.18	Q39,303.66		
Losa de entepiso de concreto (t=12cms)	M <sup>2</sup>	250	Q390.22	Q97,555.00		
Losa de techo de concreto (t=12cms)	M <sup>2</sup>	336	Q390.22	Q131,113.92		
Techo de lamina sobre artesón de metal	M <sup>2</sup>	153	Q35.89	Q5,491.17		
<b>6. Detalles varios</b>				<b>Q17,273.14</b>		
Gradas principales	M <sup>2</sup>	9.68	Q855.74	Q8,283.56		
Muro exterior (muro perimetral)	M <sup>2</sup>	64.17	Q140.09	Q8,989.58		
<b>7. Acabados finales</b>				<b>Q25,235.04</b>		
<b>Acabados en pisos</b>				<b>Q25,235.04</b>		
Piso de torta de concreto (t=10 cms)	M <sup>2</sup>	304	Q83.01	Q25,235.04		
<b>Acabados en cielos</b>				<b>Q26,622.72</b>		
Repello de cielo	M <sup>2</sup>	576	Q22.81	Q13,138.56		
Cernido remolineado en cielo	M <sup>2</sup>	576	Q23.41	Q13,484.16		

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño del instituto de educación básica en la colonia Primero de Mayo, municipio de Mixco, departamento de Guatemala			
<b>MUNICIPIO</b>	Mixco			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala			
<b>REGLÓN</b>	1	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> unidad
<b>CONCEPTO</b>	Presupuesto			
<b>FECHA</b>	Julio de 2010			
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>Acabados cerámicos en paredes y pisos</b>				<b>Q6,320.45</b>
Azulejo en muros de servicios sanitarios	M <sup>2</sup>	44	Q125.78	Q5,534.32
Azulejo en pila	M <sup>2</sup>	6.25	Q125.78	Q786.13
<b>Puertas</b>				<b>Q8,691.80</b>
Puerta ingreso pcpal. (H=2.50mts)	Unidad	1	Q2,109.80	Q2,109.80
Puertas de metal (H=2.50mts)	Unidad	12	Q548.50	Q6,582.00
<b>Ventanería</b>				<b>Q23,653.62</b>
Ventanería de metal	M <sup>2</sup>	97.34	Q243.00	Q23,653.62
<b>Varios</b>				<b>Q2,976.65</b>
Acabados en juntas de construcción	ml	25.52	Q116.64	Q2,976.65
<b>8. Instalaciones hidráulicas y sanitarias</b>				
<b>Instalaciones hidráulicas</b>				<b>Q38,557.64</b>
Red agua fría (PVC 250PSI)	ml	33	Q144.00	Q4,752.00
Red drenaje de aguas servidas (PVC 160PSI)	ml	13	Q2,101.28	Q27,316.64
Red drenaje de aguas pluviales (PVC 125PSI)	ml	9	Q721.00	Q6,489.00
<b>Artefactos y accesorios sanitarios</b>				<b>Q8,921.05</b>
Instalación Lavamanos	Unidad	6	Q356.81	Q2,140.86
Instalación Retretes	Unidad	6	Q591.91	Q3,551.46
Instalación mingitorios	Unidad	2	Q1,427.56	Q2,855.12
Instalación Pila	Unidad	1	Q373.61	Q373.61
<b>9. Instalaciones eléctricas y especiales</b>				
<b>Fuerza</b>				<b>Q3,360.48</b>
Tomacorrientes 110v monofásico	Unidad	40	Q60.75	Q2,430.00
Tableros de distribución	Unidad	2	Q465.24	Q930.48
<b>Iluminación</b>				<b>Q6,453.00</b>
Lamparas tipo gas-neon con interruptor	Unidad	56	Q108.00	Q6,048.00
Plafoneras con bombillo e interruptor	Unidad	4	Q101.25	Q405.00
<b>Conexiones especiales</b>				<b>Q17,662.05</b>
Conexiones de telefono	ml	20	Q229.50	Q4,590.00
Salidas internet	ml	49.9	Q229.50	Q11,452.05
Timbre	Unidad	1	Q1,620.00	Q1,620.00
<b>Acometidas</b>				<b>Q9,922.50</b>
Acometidas 110/220V	Global	1	Q8,100.00	Q8,100.00
Acometida teléfono	Global	1	Q945.00	Q945.00
Acometida internet	Global	1	Q877.50	Q877.50
<b>Total Costo Directo</b>				<b>Q997,087.98</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>				
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	5.00		Q49,854.40
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q169,504.96
<b>TOTAL</b>				<b>Q1,216,447.34</b>
<b>COSTO POR METRO CUADRADO</b>				<b>Q3,041.12</b>



### **3 DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

#### **3.1 Descripción del proyecto**

El diseño del sistema de drenaje sanitario para el barrio San Antonio, se realizó mediante una investigación tipo monográfica, para establecer todos los factores que intervinieron en el diseño del sistema. Luego se realizó un levantamiento topográfico, parte de mucha importancia, ya que de esta forma se conoce la localización del sistema, así como las diferencias de altura del terreno, posteriormente se procede a realizar el diseño hidráulico. Por último se elaboró el juego de planos, los cuales tienen que tener toda la información necesaria para su fácil lectura; por último presupuesto y cronograma del proyecto.

La planificación y el diseño del alcantarillado consta de tubería principal y secundaria, así como pozos de visita, conexiones domiciliarias y una propuesta de tratamiento primario.

#### **3.2 Estudio topográfico**

##### **3.2.1 Altimetría**

La fórmula utilizada para la cota de cada estación es:

$$CT = Cant + AI - HM + \left(\frac{1}{2} K\right) * (HS - HI) * (SEN^2 Z)$$

Donde: C ant = cota anterior  
AI = altura de instrumento  
HS = hilo superior  
HM = hilo medio  
HI = hilo inferior  
K = constante del aparato = 100  
Z = ángulo cenital

### 3.2.2 Planimetría

Es la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario.

El equipo utilizado para realizar el levantamiento topográfico fue:

- Estadal
- Cinta métrica de 50 metros
- Plomada de centro
- Estacas
- Pintura

### 3.3 Población futura

Para determinar la población futura de diseño Pf, se utilizó el método geométrico y la fórmula correspondiente se presenta a continuación:

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

$$Pf = 3,231 \text{ habitantes}$$

Pf = Población futura (habitantes)

Pa = Población actual (habitantes)

r= Tasa de crecimiento (según I. N. E. = 3.5 %)

n = Período de diseño (años)

Pa = 5,265 habitantes                      r = 0.035

Pf = 20,846 habitantes                      n = 40 años

### **3.4 Período de diseño**

El período utilizado en el diseño de la red de alcantarillado sanitario, para el barrio San Antonio será de 40 años.

### **3.5 Cálculo de caudales**

Para determinar el caudal de diseño  $Q_{\text{diseño}}$ , se utilizó la fórmula que se presenta a continuación:

$$Q_{\text{diseño}} = (\text{Población}) * (\text{Factor de Harmond}) * (Fqm)$$

$$Q_{\text{diseño}} = (71 \text{ habitantes}) * (4.28) * (0.003) = 0.9116 \text{ L/s}$$

El caudal de diseño  $Q_{\text{diseño}}$  es de 0.9116 L/s.

### **3.6 Aspectos generales**

Para el diseño del sistema de drenaje sanitario para el barrio San Antonio se utilizarán las fórmulas generalmente utilizadas en el campo de la ingeniería, utilizando los factores necesarios para garantizar un perfecto funcionamiento de dicha red.

### **3.6.1 Caudal**

La determinación del caudal se hará en función de la densidad de población y el caudal por habitante, tomando en cuenta otros aspectos tales como el clima y el período de diseño, que pueden ser fundamentales para el correcto funcionamiento del sistema.

### **3.6.2 Velocidad de flujo**

La velocidad del flujo o caudal negro está determinada por la pendiente del terreno, así como por el diámetro y el tipo de tubería que se utiliza. La velocidad del flujo debe ser mayor de 0.30 metros por segundo, para que no exista sedimentación en la tubería, además para evitar taponamientos en las tuberías y menor o igual a 6.0 metros por segundo, para que no exista erosión o desgaste; estos datos son aplicables para tubería de PVC.

### **3.6.3 Velocidad de arrastre**

Es la velocidad que se debe cumplir para evitar que los sólidos se sedimenten en las tuberías, para este diseño utilizaremos 0.30 m/s.

### **3.6.4 Factor de área**

Se estimó que cada vivienda tiene en promedio un área de 400 metros cuadrados; de los cuales se considera que 180 corresponden al área de techos y 220 al área de patio.

### **3.6.5 Densidad de población**

Para obtener los datos de densidad de vivienda, se recorrió el área de trabajo considerando todas las viviendas. De la encuesta sanitaria se obtuvo un factor de 6 habitantes por vivienda, del cual, con la información de densidad de vivienda, se obtiene un dato de población actual cercano a la realidad, comparado con los datos estimados con base en el último censo existente.

### **3.6.6 Tirante**

La altura del tirante o profundidad del flujo deberá ser mayor del 10% del diámetro de la tubería y menor del 75% de la misma; estos parámetros aseguran su funcionamiento como canal abierto, así como la funcionalidad en el arrastre de los sedimentos.

### **3.6.7 Caudal domiciliar**

Es el agua que una vez ha sido usada por los humanos, para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hasta la red de alcantarillado. El caudal domiciliar se calculó utilizando factores tales como dotación, población, factor de retorno, etc.

### **3.6.8 Caudal de conexiones ilícitas**

Son las aguas producidas por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario, ilícitamente. Para el diseño, se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas, este porcentaje puede variar de 0.5% a 2.5%.

### **3.6.9 Caudal de infiltración**

Son las aguas subterráneas que se infiltran entre las tuberías de drenaje. Para la estimación del caudal de infiltración que entra a la tubería, se toma en cuenta el nivel freático del agua subterránea en relación con la profundidad de las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas usadas en las tuberías y la calidad de mano de obra con que se cuenta durante la construcción.

### **3.6.10 Caudal comercial**

Es el agua evacuada de los comercios, tales como comedores, hoteles, etc. En el barrio San Antonio no existen comercios, por lo que se despreció el cálculo de este caudal.

### **3.6.11 Caudal industrial**

Se denomina caudal industrial, a los desperdicios líquidos y sólidos transportables por el agua, provenientes de plantas industriales, fábricas, etc.

En el barrio San Antonio no existen industrias por lo que no se tomó en cuenta el cálculo de este caudal.

### **3.6.12 Factor de Harmond**

Para el cálculo del factor de Harmond se utilizó la siguiente fórmula:

$$FH = [18 + \sqrt{(P / 1000)}] / [4 + \sqrt{(P / 1000)}]$$

Donde P es la población tanto actual como futura.

### **3.6.13 Factor de caudal medio**

El factor de caudal medio se obtiene por la sumatoria de los caudales descritos anteriormente, luego se divide entre el número de habitantes. Este factor debe de estar comprendido en el rango de 0.002 a 0.005; si el cálculo del factor está en esos límites, se utiliza el calculado; si es inferior o superior, se utilizará el límite más cercano, según sea el caso.

### **3.6.14 Caudal de diseño**

Este caudal será el utilizado en el diseño del alcantarillado sanitario. Para calcular el caudal de diseño hay que multiplicar el caudal medio por el factor de flujo (Factor de Harmond), el cual puede variar entre 1.5 a 4.5 de acuerdo con el tamaño de la población.

### **3.6.15 Pendientes máximas y mínimas**

Para reducir costos por excavación, la pendiente de la tubería deberá adaptarse en lo posible a la pendiente del terreno. Sin embargo, en todos los casos se tiene que cumplir las siguientes especificaciones hidráulicas, las que determinan la pendiente apropiada de la tubería:

a.  **$q < Q$**

Donde  $Q$  = Caudal a sección llena y  $q$  = Caudal de diseño

b.  **$0.40 \text{ m/s} < v < 4.00 \text{ m/s}$**

Donde  $v$  = velocidad del caudal de diseño

c.  **$0.10 < d/D < 0.75$**

Donde  $d$  = Tirante y  $D$  = Diámetro interno de la tubería

### 3.7 Cálculo de cotas Invert

Se procederá a diseñar un tramo comprendido entre los pozos de visita PV1 hacia PV2

- Dotación = 100 L/hab/día (se asumió tomando en cuenta el clima y las costumbres de la población)
- Periodo de diseño: 40 años
- Población de diseño (actual) = 300 habitantes
- Densidad de vivienda = 6 habitantes por vivienda
- Factor de retorno  $FR = 0.80$

- **Cotas del terreno**

Cota inicial: 100.00

Cota final: 100.01

- **Distancia horizontal**

DH entre los pozos: 31.12 metros

- **Pendiente del terreno**

$$P = [(100.01 - 100.00) / 31.12] * 100 = 0.03 \%$$

- **Población futura**

71 habitantes

- **Factor de flujo (Factor de Harmond)**

$$FH = [18 + \sqrt{(71 / 1000)}] / [4 + \sqrt{(71 / 1000)}] = 4.28$$

- **Caudal de diseño**

$$Q_{\text{diseño}} = [(71 \text{ habitantes}) * (4.28) * (0.003)] = 0.9116 \text{ L/s}$$

**Diseño hidráulico**

Diámetro del tubo: 6"

Pendiente del terreno: 0.03%

Pendiente de la tubería: 1.20 %

- **Velocidad a sección llena**

Utilizando la fórmula de Manning, se tiene:

$$V = [0.03429 * 6^{2/3} * 0.012^{1/2}] / 0.01 = 1.24 \text{ m/seg}$$

- **Capacidad a sección llena**

$$A = [\pi/4 * (6 * 0.0254)^2] = 0.01824 \text{ m}^2$$

$$Q = (1.24 \text{ m/s} * 0.01824 \text{ m}^2) * 1000 \text{ L/m}^3 = 22.62 \text{ L/s}$$

- **Relaciones hidráulicas**

$$q/Q = (0.9116 \text{ L/s}) / (22.62 \text{ L/s}) = 0.040$$

Cumple la condición q/Q de la tabla de relaciones hidráulicas y se obtienen los siguientes valores:

$$v/V = 0.484 \rightarrow v = (0.484 * 1.24 \text{ m/s}) = 0.60 \text{ m/s}$$

$$d/D = 0.14$$

- **Revisando especificaciones hidráulicas**

$$0.9116 \text{ lt/s} < 22.62 \text{ L/s}$$

$$q < Q$$

$$0.4 \text{ m/s} < v < 4 \text{ m/s}$$

$$0.4 \text{ m/s} < \mathbf{0.6 \text{ m/s}} < 4 \text{ m/s}$$

$$0.1 < d/D < 0.75$$

$$0.1 < \mathbf{0.14} < 0.75$$

- **Cota Invert de salida del pozo 1**

Cota final del pozo 1 – 1.00 = cota Invert inicial

$$100.00 - 1.00 = 99.00$$

- **Cota Invert de entrada del pozo 2**

$$99.00 - [1.20\% * 31.12] = 98.63$$

- **Altura del pozo 1**

Cota del terreno – cota Invert de salida = altura del pozo 1

$$100.00 - 99.00 = 1.00 \text{ metros}$$

- **Altura del pozo 2**

Cota del terreno – cota Invert de salida = altura del pozo 2

$$100.01 - 98.63 = 1.38 \text{ metros}$$

- **Volumen de excavación**

$$\text{Vol. Exc.} = ([1.00 + 1.38]/2) * 31.12 * 0.60 = 22.22 \text{ m}^3$$

### 3.8 Tuberías

#### 3.8.1 Características

Las tuberías a utilizar en el diseño están formadas por el enrollamiento de una banda fabricada con resinas de PVC; este tipo de tuberías puede

emplearse en la mayoría de las conducciones de agua cuando éstas funcionen como un canal abierto o a baja presión.

### **3.8.2 Ventajas**

Entre las ventajas de utilizar tubería de tipo PVC corrugado se puede mencionar las siguientes:

- Se utiliza menos tiempo para su instalación.
- Requiere menor cantidad de personal para su instalación.
- Mayor capacidad de resistencia a diferenciales de presión.
- Implica mejor capacidad de conducción de aguas residuales.

### **3.8.3 Normas**

La colocación de la tubería de PVC corrugado debe hacerse a una profundidad tal, que no sea afectada por las inclemencias del tiempo, principalmente por las cargas transmitidas por el tránsito, que puedan romperla.

La profundidad mínima de colocado, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la tubería, en cualquier punto de su extensión, deberá cumplir con lo estipulado en la tabla II.

La cota invert mínima, se calcula sumando la profundidad por tráfico, con el espesor del tubo, más el diámetro interior de éste.

### **3.8.4 Diámetros**

Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario del barrio San Antonio se propone un diámetro de 6 pulgadas, con una longitud de tubo de 20 pies, con tuberías PVC corrugado.

### **3.8.5 Factor de rugosidad**

El factor de rugosidad  $n$  de Manning recomendado para el diseño de drenajes con tuberías de PVC corrugado es de 0.01, por lo tanto, el que se aplicará para el diseño de la red de alcantarillado sanitario para el barrio San Antonio.

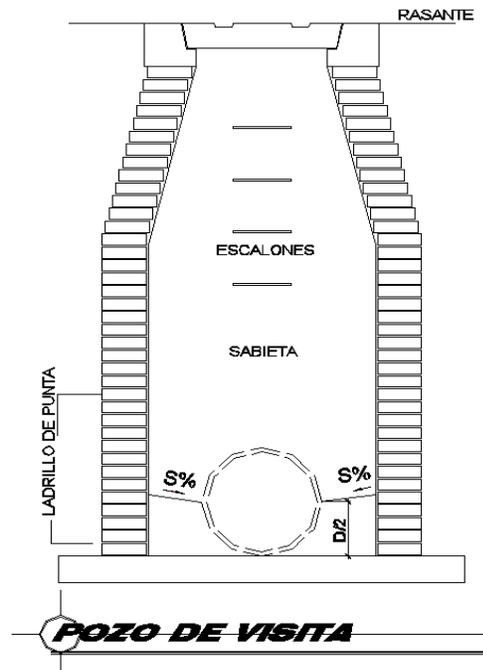
## **3.9 Pozos de visita**

### **3.9.1 Especificaciones de colocación**

Los pozos de visita son parte de las obras de un alcantarillado y se utilizan tanto para inspeccionar como para limpiar las tuberías. Los pozos de visita serán colocados en los siguientes casos:

- Al comienzo de todo colector.
- En todas las intersecciones de tuberías.
- En todo cambio de sección o diámetro.
- En todo cambio de dirección de las tuberías.
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 metros.

**Figura 29. Esquema de un pozo de visita**



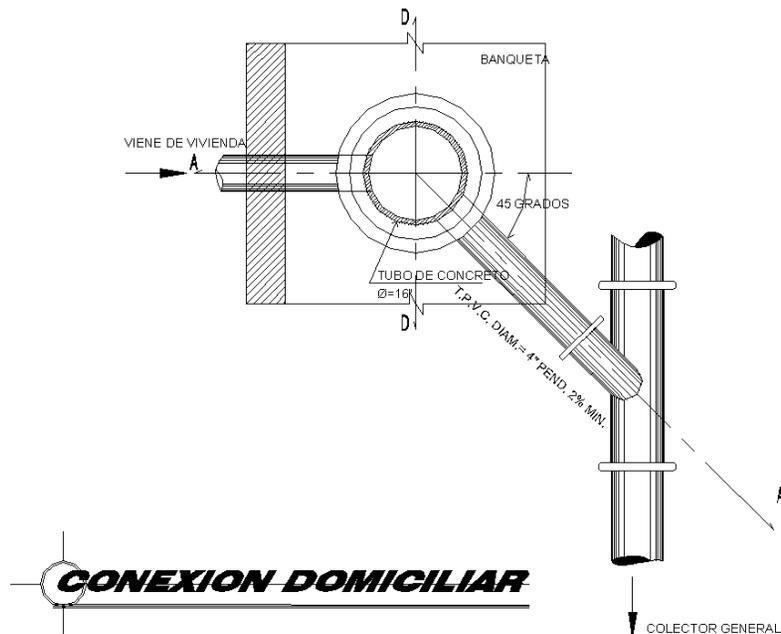
### **3.9.2 Especificaciones físicas**

La base y la tapa de los pozos de visita serán construidos de hormigón armado, el cuerpo de los pozos de visita será construido de ladrillo tayuyo de barro cocido tal y como se indica en los planos.

### **3.9.3 Conexiones domiciliarias**

Se construirá una conexión domiciliar por cada vivienda, se hará por medio de una caja de registro construida con tubos de cemento de 16 pulgadas de diámetro colocados en forma vertical, a la cual llega la tubería proveniente del drenaje de la vivienda a servir; luego de la caja de registro sale una tubería de 4 pulgadas de diámetro que llega al colector principal.

**Figura 30. Esquema de una conexión domiciliar**



### **3.9.4 Profundidad de tubería**

#### **3.9.4.1 Normas y recomendaciones**

Según las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM, la profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de un metro.

### **3.9.5 Volumen de excavación**

La cantidad de tierra o volumen de excavación que se removerá para colocar la tubería, será determinada a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de la zanja, (que depende del diámetro de la tubería a instalar

que para este caso será de 6 pulgadas) y la longitud entre pozos. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = \left[ \left( \frac{H_1 + H_2}{2} \right) * d * h \right]$$

Donde:  $V$  = volumen de excavación, en metros cúbicos ( $m^3$ )

$h_1$  = profundidad del primer pozo, en metros (m)

$h_2$  = profundidad del segundo pozo, en metros (m)

$d$  = distancia entre pozos, en metros (m)

$a$  = ancho de la zanja, en metros (m)

**Figura 31. Esquema de zanja**



### **3.9.6 Principios hidráulicos**

#### **3.9.6.1 Ecuación de Manning para flujo en canales**

La fórmula de Manning es una de las fórmulas más utilizadas en el cálculo de alcantarillas y con ella se podrá calcular la velocidad del flujo; dicha fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$V = (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

**Donde:**

**n** = Coeficiente adimensional de rugosidad de Manning

**R** = Radio hidráulico expresado en metros.

**S** = Pendiente de la tubería en mm/mm (milímetro sobre milímetro)

#### **3.9.6.2 Ecuación a sección llena**

Esta fórmula es utilizada para el cálculo del caudal a sección llena y se representa de la siguiente forma:

$$Q = V * A$$

**Donde:**

**Q** = caudal a tubo a sección llena en m<sup>3</sup>/s

**A** = área de la tubería en m<sup>2</sup>

**V** = velocidad a sección llena en m/s

#### **3.9.6.3 Ecuación a sección parcialmente llena**

Los ramales de los sistemas sanitarios nunca se diseñan para fluir a sección llena, por lo que se analizarán los elementos hidráulicos de la sección

parcialmente llena (indicados por una letra minúscula) y su relación con el elemento correspondiente de la sección totalmente llena (indicados por una letra mayúscula).

**Elementos hidráulicos:**

Altura de tirante d: 
$$d = \frac{D}{2} * \left( 1 - \cos \frac{\theta}{2} \right)$$

Área a: 
$$a = \frac{D^2}{4} * \left( \frac{\pi * \theta}{360} - \frac{\sin \theta}{2} \right)$$

Perímetro mojado p: 
$$p = \frac{\pi * D * \theta}{360}$$

Radio hidráulico r: 
$$r = \frac{\pi * D * \theta}{360}$$

Velocidad v: 
$$v = \frac{1}{n} * r^{2/3} * s^{1/2}$$

Caudal de diseño: 
$$Q_{\text{diseño}} = a * v$$

**3.9.6.4 Relaciones hidráulicas**

Los sistemas de alcantarillado circular trabajan, comúnmente, a sección parcialmente llena, ya que el caudal nunca es constante, con lo cual se provoca una variación en el flujo, que a su vez hace variar el área transversal del líquido y la velocidad de éste.

Para el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena, se han relacionado los términos de la sección totalmente llena, con los de la sección parcialmente llena, con el fin de facilitar y agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico. De los resultados obtenidos, se construyó el gráfico y las tablas de relaciones hidráulicas.

Primeramente, hay que determinar la velocidad y el caudal del tubo a sección llena por medio de las ecuaciones ya conocidas; con estos datos, se obtiene la relación de caudales ( $q/Q$ ) (caudal de diseño entre caudal a sección llena); este valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca uno que sea aproximado. En la columna de la izquierda, se ubica la relación ( $v/V$ ); ese resultado se multiplica por el valor de la velocidad a sección llena; para encontrar la velocidad de la sección parcial, se deben considerar las siguientes especificaciones:

a)  $Q_{dis} \leq Q_{secc. Llena}$

b) La velocidad debe de estar comprendida entre:

$$0.40 \text{ m/s} \leq v \leq 4.00 \text{ m/s}$$

c) El tirante debe estar entre:

$$0.10 \leq \frac{d}{D} \leq 0.75$$

### **3.9.7 Propuesta de tratamiento de aguas residuales**

#### **3.9.7.1 Descripción del sistema**

El sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto en el diseño de la red de alcantarillado sanitario será un tratamiento primario, por medio del cual se separan o eliminan aproximadamente de un 40% a un 60% de los sólidos suspendidos en las aguas negras, mediante el proceso físico de asentamiento en el tanque de sedimentación. Este porcentaje se puede mejorar agregando ciertos productos químicos, obteniendo la separación de hasta un 90% de los sólidos suspendidos.

#### **3.9.7.2 Importancia del tratamiento**

El uso de sistemas de tratamiento de aguas residuales es de suma importancia, ya que por este medio se dispondrá de manera adecuada el efluente proveniente del sistema de alcantarillado. De esta forma se evitará la contaminación del medio ambiente y con ello también mejorará la salud y la calidad de vida de los habitantes del sector.

#### **3.9.7.3 Proceso del tratamiento**

El proceso propuesto se describe de la siguiente manera:

El efluente proveniente del sistema de alcantarillado se conectará a un desarenador como primer paso, luego el efluente llegará al tanque Imhoff para sedimentar y separar los sólidos que serán depositados en el patio de secado de lodos, para finalmente llegar a los pozos de absorción.

#### **3.9.7.4 Planos constructivos**

Después de realizar los procedimientos descritos en las secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados en planos. Estos son las representaciones gráficas que detallan y especifican todas las partes y los trabajos a realizar en el proyecto, los que sirven para presupuestar, contratar y construir los diferentes trabajos del mismo.

### **3.10 Propuesta de tratamiento**

Cada etapa en el tratamiento tiene una función específica que contribuye, en forma secuencial, al mejoramiento de la calidad del efluente respecto a su condición inicial al ingresar al ciclo de depuración, y va desde el proceso más simple, hasta el proceso más complejo. El presente diseño conlleva una planta de tratamiento al final del desfogue la cual se encuentra en fase de estudio.

#### **3.10.1 Diseño de fosa séptica**

Se propone utilizar las siguientes unidades. A la vez, se recalca que es importante mencionar que éstas, deben ser basadas en un estudio mucho más dedicado y específico; por lo tanto, lo siguiente es a manera de una propuesta de tratamiento, por lo que no se entrará en mayores detalles acerca del diseño de la planta. Las unidades principales para el tratamiento son:

- Canal de rejas
- Fosa séptica
- Pozos de absorción

a) Canal de rejas

En el sistema se debe contemplar un tratamiento preliminar, por medio de un canal de rejas, antes de la entrada a la fosa séptica, con el objeto de sustraer los sólidos mayores que provengan de las aguas del colector y así evitar problemas a las siguientes unidades de tratamiento.

b) Fosa séptica

La fosa séptica es una unidad de tratamiento primario, consistente en una o varias cámaras convenientemente construidas, para detener las aguas residuales. Cumple con la función de sedimentar y digerir los lodos, y permite la retención del material graso contenido en éstas, transformándolos anaeróticamente en sustancias y compuestos más simples y estables. El periodo de retención de las aguas residuales en esta unidad varía de 12 a 24 horas. Dependiendo del caudal a tratar. Para este estudio, se recomiendan 24 horas, para dar suficiente tiempo a la sedimentación.

Para definir las dimensiones de la fosa séptica, se recomienda el tamaño que se describe a continuación:

$$q = 0.9116 \text{ L/s (caudal en la descarga)}$$

$$0.9116 \frac{\text{L}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} * \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ día}} = 78.76 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

Colocando 4 fosas sépticas, tomando como parámetro el volumen máximo por fosa que es de 55-60 vivienda/fosa y el parámetro de lodos acumulados por habitante y por periodo de limpieza, es de 30 a 60 L/hab/año, para el mantenimiento se recomienda, tener en cuenta los tiempos para las acciones

de limpieza depende de la intensidad de su uso; hacer una inspección cada seis meses y si es necesario limpieza cada año extrayendo el 90% de los lodos existentes, el 10% deberá permanecer en la fosa ya que servirá para inocular las futuras aguas residuales. se estableció cada fosa con un volumen = 36.05 mts<sup>3</sup> se tiene:

La longitud debe ser  $L = 2 * \text{Ancho}$

Asumiendo una altura  $h = 2$

Volumen  $V = L * \text{Ancho} * h$

$36.05 \text{ mts}^3 = 2 (\text{Ancho})^2 * h$

$$\text{Ancho}^2 = \frac{36.05 \text{ m}^3}{2(2 \text{ m})} = 9.01^{1/2}$$

Ancho = 3.00 m

Sabiendo que  $L = 2 \text{ Ancho} = 2 (3.0 \text{ m}) = 6 \text{ m}$

Las dimensiones recomendadas para cada fosa séptica son:

Ancho = 3 m

Largo = 6 m

Altura = 2 m

### **3.10.2 Dimensionamiento de los pozos de absorción**

Como última unidad de tratamiento, deben construirse los pozos de absorción, estos deben evitar contaminar las aguas subterráneas, cuando deban usarse pozos de absorción, la excavación del pozo debe terminar 1.2

metros arriba del nivel del agua freática y de formaciones rocosas u otros estratos impermeables.

## **DISEÑO DE POZOS DE ABSORCIÓN**

El primer paso en el diseño es determinar la permeabilidad del suelo, para lo cual se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

1. Dos pruebas espaciadas uniformemente en un estrato de suelo similar al sitio propuesto para el campo de absorción.
2. Se excavó un área de 10 centímetros por lado hasta encontrar el estrato de suelo propuesto.
3. Se removió la superficie de suelo remoldeado de las paredes del agujero.
4. Colocación de una capa de grava de 5 centímetros en el fondo del agujero.
5. Saturación del suelo con agua durante 24 horas.
6. Finalmente se llevó a cabo la medición de la tasa de filtración, la cual consiste en verificar en cuánto tiempo el agua descendía 2.5 centímetros. Para este caso en particular, debido a que es un suelo arenoso, se estableció en 5 minutos, ésta se encuentra dentro del rango definido que es  $1 \leq t_f \leq 30$ .

### **• Ejemplo de cálculo**

Considérese un pozo de absorción para viviendas de dos dormitorios, sobre un suelo con tasa de filtración de 2.5 centímetros en 5 minutos. El nivel freático del agua se encuentra aproximadamente a 6 metros bajo el nivel del suelo.

De acuerdo a la siguiente fórmula se establecen las dimensiones del pozo.

$$Q * D * d = \text{Áabs.}$$

- Sea d = profundidad del pozo en metros
- D = diámetro del pozo = 1.5 metros, propuesto
- Aabs. = Área de absorción = 9.2 (calculado de figura de área de absorción necesarias para residencias particulares, manual de diseño de fosas sépticas) \* 2 ( número de habitaciones por vivienda) = 18.4 metros<sup>2</sup>

$$3.14 * 1.5 \text{ mts.} * d = 18.4 \text{ mts.}^2$$

$$d = 3.91 \text{ mts.}$$

Las dimensiones del pozo son las siguientes:

- a) Diámetro = 1.5 metros
- b) Altura = 4 metros.

### 3.11 Cuantificación y presupuesto del proyecto

Tabla XXVII. Presupuesto del proyecto de drenaje sanitario

#### PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE DRENAJE SANITARIO

PROYECTO:

*DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA*

*FECHA: JULIO DE 2010*

*LONGITUD 2,909.71 m*

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	Topografía para trazo y nivelación	día	30.00	Q1,452.56	Q43,576.80
2	Excavación de zanja utilizando maquinaria	m <sup>3</sup>	3,465.00	Q54.81	Q189,916.65
3	Instalación de tubería de 150 mm tipo PVC corrugado	m	2,228.51	Q271.31	Q604,617.05
4	Construcción de pozos de visita altura promedio 1.99 m	unidad	47.00	Q10,642.59	Q500,201.73
5	Relleno estructural de zanja con maquinaria utilizando material de excavación	m <sup>3</sup>	3,465.00	Q84.36	Q292,307.40
6	Construcción de conexiones domiciliarias	unidad	100.00	Q2,993.90	Q299,390.00
				<b>TOTAL</b>	<b>Q1,930,009.63</b>

**Tabla XXVIII. Cuantificación de materiales para el proyecto de drenaje sanitario**

**PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE DRENAJE SANITARIO**

PROYECTO:

*DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA*

FECHA: JULIO DE 2010

LISTADO DE MATERIALES A UTILIZAR

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	SUB TOTAL
<b>1</b>	<b>Topografía para trazo y nivelación</b>					<b>Q0.00</b>
<b>2</b>	<b>Excavación de zanja utilizando maquinaria</b>					<b>Q0.00</b>
<b>3</b>	<b>Instalación de tubería de 150 mm tipo PVC corrugado</b>					<b>Q259,786.80</b>
3.2	Tubería pvc Ø 150 mm (6") de 20' de longitud	tubos	372.00	Q410.65	Q152,761.80	
3.3	Pegamento para tubería tipo pvc corrugado	galón	0.00	Q350.00	Q0.00	
3.4	Resina para pegamento para pvc	libra	45.00	Q520.00	Q23,400.00	
3.5	Selecto	m³	1115.00	Q75.00	Q83,625.00	
<b>4</b>	<b>Construcción de pozos de visita altura promedio 1.99 m</b>					<b>Q101,835.72</b>
4.1	Cemento 4000 psi	sacos	737.00	Q55.00	Q40,535.00	
4.2	Arena de río	m³	80.00	Q94.50	Q7,560.00	
4.3	Piedrín de 1/2"	m³	39.00	Q240.50	Q9,379.50	
4.4	Acero de refuerzo de 5/8"	varilla	125.00	Q140.00	Q17,500.00	
4.5	Acero de refuerzo de 3/8"	varilla	545.00	Q43.07	Q23,473.15	
4.6	Acero de refuerzo de 1/4"	varilla	71.00	Q18.67	Q1,325.57	
4.7	Alambre de amarre	libra	275.00	Q7.50	Q2,062.50	
4.8	Ladrillo tayuyo de 0.065 X 0.11 X 0.23 m	unidad	0.00	Q3.00	Q0.00	
<b>5</b>	<b>Relleno estructural de zanja con maquinaria utilizando material de excavación</b>					<b>Q0.00</b>
<b>6</b>	<b>Construcción de conexiones domiciliars</b>					<b>Q84,986.66</b>
6.1	Cemento 4000 psi	saco	188.00	Q55.00	Q10,340.00	
6.2	Arena de río	m³	12.00	Q94.50	Q1,134.00	
6.3	Piedrín de 1/2"	m³	11.00	Q240.50	Q2,645.50	
6.4	Selecto	m³	473.00	Q75.00	Q35,475.00	
6.5	Tubo de concreto de 16" de diámetro	unidad	150.00	Q100.00	Q15,000.00	
6.6	Alambre de amarre	libra	75.00	Q7.50	Q562.50	
6.7	Acero de refuerzo de 1/2"	varilla	225.00	Q80.00	Q18,000.00	
6.8	Acero de refuerzo de 1/4"	varilla	98.00	Q18.67	Q1,829.66	
6.9	Tubería pvc de 4"	unidad	150.00	Q674.50	Q101,175.00	
6.10	Silleta de pvc de 6" X 4"	unidad	150.00	Q320.00	Q48,000.00	
6.11	Pegamento para PVC	galón	0.00	Q731.96	Q0.00	
					<b>TOTAL</b>	<b>Q446,609.18</b>

**Tabla XXIX. Cuadro de integración de precios unitarios para el proyecto de drenaje sanitario**

<b>INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el barrio San Antonio, aldea La Comunidad, municipio de Mixco, departamento de Guatemala			
<b>MUNICIPIO</b>	Mixco			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala			
<b>REGLON</b>	1	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> m <sup>3</sup>
<b>CONCEPTO</b>	Topografía para trazo y nivelación			
<b>FECHA</b>	Julio de 2010			
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>A.COSTO DIRECTO</b>				
<b>1. MANO OBRA</b>				
Trazo de línea y niveles en zanja y pozos de visita	dia	1	Q955.00	Q955.00
prestaciones	%	89.37		
<b>2.MATERIALES</b>				
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
				Q0.00
<b>4. HERRAMIENTA</b>				
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>				
<b>6. TRANSPORTE</b>				
<b>SUBTOTAL</b>				<b>Q955.00</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>				
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	30.00		Q286.50
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q211.06
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q1,452.56</b>

Continúa

<b>INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el barrio San Antonio, aldea La Comunidad, municipio de Mixco, departamento de Guatemala			
<b>MUNICIPIO</b>	Mixco			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala			
<b>REGLÓN</b>	2	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> m <sup>3</sup>
<b>CONCEPTO</b>	Excavación de zanja utilizando maquinaria			
<b>FECHA</b>	Julio de 2010			
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>A.COSTO DIRECTO</b>				
<b>1. MANO OBRA</b>				
Ayudante para trabajos varios	dia	0.01	Q75.00	Q0.75
Prestaciones	%	89.37		Q0.67
<b>2.MATERIALES</b>				
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
Retroexcavadora	dia	0.01	Q3,400.00	Q34.00
<b>4. HERRAMIENTA</b>				
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>				
Diesel	galon	0.02	Q31.00	Q0.62
<b>6. TRANSPORTE</b>				
<b>SUBTOTAL</b>				<b>Q36.04</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>				
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	30.00		Q10.81
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q7.96
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q54.81</b>

Continúa

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el barrio San Antonio, aldea La Comunidad, municipio de Mixco, departamento de Guatemala				
<b>MUNICIPIO</b>	Mixco				
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala				
<b>REGLON</b>	3	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> m	
<b>CONCEPTO</b>	Instalación de tubería de 150 mm tipo PVC corrugado de 20 pies de longitud				
<b>FECHA</b>	Julio de 2010				
CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
<b>A.COSTO DIRECTO</b>					
<b>1. MANO OBRA</b>					
Nivelación de base	m <sup>2</sup>	0.60	Q15.00	Q9.00	
Instalación de tubería	m	1.00	Q0.00	Q0.00	
Relleno y compactación manual	m <sup>3</sup>	0.25	Q18.00	Q4.50	
Acarreo de material	m <sup>3</sup>	0.25	Q15.00	Q3.75	
Ayudante	%	0.00		Q0.00	
Prestaciones	%	89.37		Q15.42	
<b>2. MATERIALES</b>					
Tubería pvc Ø 150 mm (6" )	tubo	0.17	Q410.65	Q69.81	
Pegamento para pvc corrugado	galón	0.080	Q350.00	Q28.00	
Resina para pegamento de pvc	libra	0.020	Q520.00	Q10.40	
Selecto	m <sup>3</sup>	0.50	Q75.00	Q37.50	
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
<b>4. HERRAMIENTA</b>					
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>					
<b>6. TRANSPORTE</b>					
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q178.38</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>					
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	30.00		Q53.51	
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q39.42	
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q271.31</b>



Continúa

<b>INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el barrio San Antonio, aldea La Comunidad, municipio de Mixco, departamento de Guatemala			
<b>MUNICIPIO</b>	Mixco			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala			
<b>REGLON</b>	4.1	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> m <sup>3</sup>
<b>CONCEPTO</b>	Excavación de pozos de visita			
<b>FECHA</b>	Julio de 2010			
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>A.COSTO DIRECTO</b>				
<b>1. MANO OBRA</b>				
Ayudante para trabajos varios	día	0.1	Q75.00	Q7.50
Prestaciones	%	89.37		Q6.70
<b>2.MATERIALES</b>				
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
Retroexcavadora	día	0.01	Q3,400.00	Q34.00
<b>4. HERRAMIENTA</b>				
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>				
Diesel	galon	0.02	Q31.00	Q0.62
<b>6. TRANSPORTE</b>				
<b>SUBTOTAL</b>				<b>Q48.82</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>				
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	30.00		Q14.65
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q10.79
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q74.26</b>

Continúa

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el barrio San Antonio, aldea La Comunidad, municipio de Mixco, departamento de Guatemala				
<b>MUNICIPIO</b>	Mixco				
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala				
<b>REGLÓN</b>	4.2	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> unidad	
<b>CONCEPTO</b>	Base de concreto de 2.11 x 2.11 m armadura No 3 @ 0.10 ambos sentidos de 0.15 m de espesor				
<b>FECHA</b>	Julio de 2010				
CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
<b>A.COSTO DIRECTO</b>					
<b>1. MANO OBRA</b>					
Armado	m <sup>2</sup>	1.00	Q25.50	Q25.50	
Fundición (incluye elaboración de concreto + colocación)	m <sup>3</sup>	0.15	Q102.25	Q15.34	
Elaboración tacos	unidad	4.00	Q1.96	Q7.82	
Ayudante	%	50.00		Q24.33	
Prestaciones	%	89.37		Q65.23	
<b>2. MATERIALES</b>					
Cemento 4000psi	saco	1.800	Q55.00	Q99.00	
Arena de río	m <sup>3</sup>	0.093	Q94.50	Q8.79	
Piedrín de 1/2"	m <sup>3</sup>	0.093	Q240.50	Q22.37	
Acero de refuerzo de 3/8"	varilla	2.220	Q43.07	Q95.62	
Alambre de amarre	libra	0.800	Q7.50	Q6.00	
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
<b>4. HERRAMIENTA</b>					
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>					
<b>6. TRANSPORTE</b>					
<b>Total Costo Directo</b>					<b>Q370.00</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>					
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)		%	30.00		Q111.00
IMPUESTOS (IVA + ISR)		%	17.00		Q81.77
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q562.77</b>

Continúa

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el barrio San Antonio, aldea La Comunidad, municipio de Mixco, departamento de Guatemala			
<b>MUNICIPIO</b>	Mixco			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala			
<b>RENGLÓN</b>	4.3	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> m <sup>2</sup>
<b>CONCEPTO</b>	Levantado ladrillo tayuyo de punta de 0.065 x 0.11 x 0.23 m de 2 m de altura promedio			
<b>FECHA</b>	Julio de 2010			
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>A. COSTO DIRECTO</b>				
<b>1. MANO OBRA</b>				
Colocado de ladrillo	m <sup>2</sup>	1.00	Q22.50	Q22.50
Ayudante	%	50.00		Q11.25
Prestaciones	%	89.37		Q30.16
<b>2. MATERIALES</b>				
Cemento 4000 psi	saco	1.00	Q55.00	Q55.00
Arena de río	m <sup>3</sup>	0.07	Q94.50	Q6.62
Ladrillo tayuyo 0.065 m x 0.11 m x 0.23 m	unidad	111.00	Q3.00	Q333.00
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
<b>4. HERRAMIENTA</b>				
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>				
<b>6. TRANSPORTE</b>				
<b>Total Costo Directo</b>				<b>Q458.53</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>				
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	30.00		Q137.56
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q101.34
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q697.43</b>

Continúa

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el barrio San Antonio, aldea La Comunidad, municipio de Mixco, departamento de Guatemala					
<b>MUNICIPIO</b>	Mixco					
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala					
<b>REGLÓN</b>	4.4	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b>	unidad	
<b>CONCEPTO</b>	Elaboración de tapadera y brocal					
<b>FECHA</b>	Julio de 2010					
<b>CONCEPTO</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>	
<b>A. COSTO DIRECTO</b>						
<b>1. MANO OBRA</b>						
Hacer brocal		unidad	1.00	Q85.00	Q85.00	
Hacer tapadera		unidad	1.00	Q70.00	Q70.00	
Ayudante		%	50.00		Q77.50	
Prestaciones		%	89.37		Q207.79	
<b>2. MATERIALES</b>						
Cemento 4000 psi		saco	3.77	Q55.00	Q207.35	
Arena de río		m <sup>3</sup>	0.27	Q94.50	Q25.52	
Piedrin de 1/2"		m <sup>3</sup>	0.27	Q240.50	Q64.94	
Acero de refuerzo de 5/8"		varilla	2.64	Q140.00	Q369.60	
Alambre de amarre		libra	1.00	Q7.50	Q7.50	
Acero de refuerzo de 3/8"		varilla	2.25	Q43.07	Q96.91	
Acero de refuerzo de 1/4"		varilla	1.50	Q18.67	Q28.01	
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>						
<b>4. HERRAMIENTA</b>						
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>						
<b>6. TRANSPORTE</b>						
<b>Total Costo Directo</b>					<b>Q1,240.12</b>	
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>						
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)		%	30.00		Q372.04	
IMPUESTOS (IVA + ISR)		%	17.00		Q274.07	
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q1,886.23</b>	

Continúa

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el barrio San Antonio, aldea La Comunidad, municipio de Mixco, departamento de Guatemala				
<b>MUNICIPIO</b>	Mixco				
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala				
<b>REGLÓN</b>	4.5	<b>CANTIDAD</b>	3.77	<b>UNIDAD</b> m <sup>2</sup>	
<b>CONCEPTO</b>	Alisado de paredes				
<b>FECHA</b>	Julio de 2010				
CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
<b>A.COSTO DIRECTO</b>					
<b>1. MANO OBRA</b>					
Alisado de paredes	m <sup>2</sup>	1.00	Q15.00	Q15.00	
Ayudante	%	50.00			Q7.50
Prestaciones	%	89.37			Q20.11
<b>2.MATERIALES</b>					
Cemento 4000 psi	saco	0.12	Q55.00	Q6.60	
Arena de río	m <sup>3</sup>	0.01	Q94.50	Q1.23	
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
<b>4. HERRAMIENTA</b>					
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>					
<b>6. TRANSPORTE</b>					
<b>Total Costo Directo</b>					<b>Q50.44</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>					
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)		%	30.00		Q15.13
IMPUESTOS (IVA + ISR)		%	17.00		Q11.15
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<b>Q76.72</b>

Continúa

<b>FACTOR DE PRESTACIONES</b>		
<b>PERÍODO</b>	2010	
<b>Dias calendario</b>	365	
<b>ASUETOS</b>		
01-ene	1	dia
miercoles santo	0.5	dia
jueves santo	1	dia
viernes santo	1	dia
sabado santo	0.5	dia
01-may	1	dia
30-jun	1	dia
15-sep	1	dia
20-oct	1	dia
01-nov	0.5	dia
24-dic	0.5	dia
25-dic	1	dia
31-dic	0.5	dia
<b>total asuetos</b>	<b>10.5</b>	
feriado	1	
cumpleaños	1	
permisos	2	
sabados	26	
domingos	52	
vacaciones	15	
<b>dias no laborados</b>	<b>107.5</b>	
<b>dias efectivos de trabajo</b>	<b>257.5</b>	
rel % trabajo	41.75%	
<b>indemnizacion</b>	<b>11.65%</b>	
<b>bono 14</b>	<b>11.65%</b>	
<b>aginaldo</b>	<b>11.65%</b>	
I.G.S.S.	10.67%	
INTECAP	1.00%	
IRTRA	1.00%	
<b>FACTOR (%)</b>	<b>89.37</b>	

## **3.12 Vulnerabilidad del sistema de alcantarillado sanitario**

### **3.12.1 Características de las amenazas, daños y riesgos para el sistema de alcantarillado**

#### **3.12.1.1 Amenazas naturales**

Son fenómenos potenciales de origen natural, que cuando se producen en determinado tiempo y lugar provocan daños en las poblaciones y en todos sus servicios tales como las tuberías de alcantarillado, el servicio de agua potable, etc.

#### **3.12.1.2 Efectos generales producidos por los terremotos**

Según su magnitud, los terremotos pueden producir fallas en las rocas, en el subsuelo, hundimientos de la superficie del terreno, derrumbes, deslizamientos de tierras y avalanchas de lodo, pueden asimismo reblandecer suelos saturados (debido a la vibración), reduciendo la capacidad de sustentación de las estructuras que, combinadas con la ondulación del suelo, pueden producir destrucción y otros daños directos en cualquier parte de los sistemas de abastecimiento de agua, alcantarillado sanitario o desagües de aguas lluvias, ubicados dentro del área afectada por el sismo.

#### **3.12.1.3 Daños producidos por los terremotos**

Las tuberías de las alcantarillas presentan daños más significativos ya que la mayor parte no está a la vista; por lo que la mayoría de los daños directos no serán visibles. Ello hará que la determinación real de los daños causados por los terremotos sea usualmente más lenta y laboriosa. Los terremotos actúan

con fuerzas de inercia sobre las construcciones que se levantan sobre el nivel del suelo; en cambio, las estructuras enterradas (como las tuberías, por ejemplo) se mueven con el suelo, experimentando deformaciones que pueden provocar daños en este tipo de componentes. Los terremotos ocasionan daños en las tuberías y/o en sus uniones rígidas. Esto implica que se puede esperar menores daños en las cañerías relativamente más flexibles (de PVC o acero soldado, por ejemplo) y mayores en las cañerías más rígidas de, por ejemplo, hormigón, hierro fundido y asbesto cemento, especialmente si tienen uniones rígidas.

### **3.12.2 Concepto de vulnerabilidad**

#### **3.12.2.1 Cuantificación de la vulnerabilidad**

La vulnerabilidad de un componente o sistema, se expresa como probabilidad de alcanzar un determinado estado  $E_j$  cuando ocurra un fenómeno  $A_i$ , se expresa como:

$$P = (E_j/A_i)$$

Los estados  $E_j$  son previamente definidos a conveniencia y descritos en forma sucinta. En lo que se refiere a daños y operatividad de equipos, es frecuente adoptar los cuatro estados de daño siguientes:

E1 = no daños

E2 = daños leves; equipo operativo

E3 = daños reparables; equipo no operativo

E4 = daños graves o ruina; equipo fuera de servicio

Obsérvese que, ocurrido un determinado fenómeno natural (sismo, huracán, inundación u otro), el componente o sistema ha de quedar en uno, y sólo uno de los cuatro estados adoptados.

### **3.12.2.2 Estimación de la vulnerabilidad**

En diversos trabajos, la vulnerabilidad de sistemas de tuberías a las acciones sísmicas viene expresada por el número esperado de fallas por kilómetro de longitud. Tomando en consideración las estadísticas disponibles, resulta ventajoso emplear como referencia el número de fallas por sismo en tuberías de cloruro de polivinilo (PVC), para diferentes grados de la Intensidad de Mercalli.

### **3.12.2.3 Identificación de la vulnerabilidad**

#### **3.12.2.3.1 Vulnerabilidad administrativa**

Para evaluar las debilidades y limitaciones de los sistemas analizados, es preciso conocer sus normas de funcionamiento y los recursos disponibles que pudieran ser usados para la evacuación de aguas residuales en situaciones de emergencia, así como en la fase de rehabilitación.

La capacidad de respuesta para atender los efectos de un determinado desastre, quedará establecida por la consideración de aspectos de prevención, mitigación y preparativos, frente a desastres en la organización institucional, en la operación y mantenimiento del sistema y el apoyo administrativo.

Dentro de los aspectos administrativos y capacidad de respuesta se deben documentar aspectos relativos a la organización institucional tales como:

- a) Existencia de planes de mitigación y de emergencia.
- b) Constitución y funcionamiento del comité de emergencia.
- c) Existencia de una comisión encargada de la formulación del plan de mitigación.
- d) Evaluación del sistema de información y alerta.
- e) Coordinación interinstitucional con empresas tales como de energía, comunicación, municipios, defensa civil y otras instituciones.

Los aspectos de operación y mantenimiento del sistema también inciden directamente en la vulnerabilidad administrativa del sistema y sus componentes. Deben ser considerados:

- a) Existencia de programas idóneos de planificación, operación y mantenimiento que incorporen los conceptos de prevención y mitigación de desastres.
- b) Existencia de personal capacitado en prevención y atención de desastres.
- c) Disponibilidad de equipo, repuestos y maquinarias.

Las facilidades existentes en el apoyo administrativo de las empresas permitirán dar una pronta y eficaz respuesta en la rehabilitación de los posibles daños que puedan sufrirse en un terremoto.

#### **3.12.2.3.2 Vulnerabilidad operativa**

La vulnerabilidad operativa hace referencia a los aspectos relacionados con el funcionamiento del sistema, para lo cual es necesario contar con datos

relevantes de cada componente: flujos, niveles, presiones y calidad del servicio. Para el caso de alcantarillado sanitario es necesario conocer la cobertura, capacidad de evacuación y calidad de efluentes.

La descripción del sistema debe estar acompañada de esquemas que faciliten el entendimiento del funcionamiento del mismo. Deberán considerarse además las variaciones de las épocas de verano e invierno que pudieran presentar diferentes modalidades de operación y de condición de los servicios.

Para sistemas de alcantarillado sanitario, la información que debe tomarse en cuenta es similar a la de los sistemas de abastecimiento de agua potable; pero los componentes serán la conducción, planta de tratamiento y disposición final.

### **3.12.2.3.3 Vulnerabilidad física**

La mayoría de veces la vulnerabilidad de los sistemas de alcantarillado sanitario frente a desastres, se relaciona estrechamente con las debilidades en sus componentes físicos. Es por ello fundamental, identificar el tipo de amenazas que puede producirse y estimar los daños posibles.

Hay varios factores que deben considerarse. Por un lado, la infraestructura de los sistemas de alcantarillado sanitario se encuentra dispersa en grandes áreas de terreno y, por tanto, expuesta a diferentes tipos de amenazas. En su construcción se utiliza una gran variedad de materiales que hace más complejo el problema. Deben por tanto, tomarse en cuenta los diferentes tipos de amenazas para cada componente, dependiendo de su ubicación dentro del sistema y de los riesgos presentes en la zona.

Asimismo, se debe priorizar cada amenaza de acuerdo con su posible impacto en el sistema; para este fin y el de identificar las áreas de impacto, se recomienda superponer los planos de los sistemas con los mapas de las amenazas presentes.

El fin de las empresas que prestan los servicios de alcantarillado sanitario es entregar un servicio de calidad a sus usuarios, es importante entonces conocer el tiempo que tomará reparar los posibles daños sufridos a causa de un desastre, cuál será la capacidad remanente del sistema con posterioridad al desastre y cómo se verá afectado el sistema en lo que se refiere a la calidad y continuidad del servicio prestado.

### **3.13 Evaluación socio-económica**

#### **3.13.1 Valor presente neto**

Es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar, de antemano, si una inversión vale o no la pena realizarla, para no hacer así malas inversiones que provoquen una pérdida futura.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas:

$VPN < 0$

$VPN = 0$

$VPN > 0$

Cuando el  $VPN < 0$ , y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable.

Cuando el VPN=0 está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad deseada, y cuando el VPN>0, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad.

Se calcula mediante la fórmula:

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

Donde:

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

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

A=Valor de pago uniforme en un periodo 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 de tiempo que se pretende dure la operación.

### **3.13.2 Tasa interna de retorno**

Conceptualmente puede decirse que la tasa de retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

$$\text{TIR} = \text{VPB Beneficio} - \text{VPN Gastos} = 0$$

Se busca un dato que sea menor y otro que sea mayor y así poder interpolar de la manera siguiente:

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

### **Criterios para el análisis socio-económico**

- La población contribuirá con la mano de obra para la construcción de los pozos de visita y las conexiones domiciliarias por un valor de Q446,134.50
- Los costos por mantenimiento y operación es de Q500.00/mes = Q6000.00/año y los imprevistos Q150.00/mes = Q1800.00/año. Se incrementará un 2.5% al año debido a la inflación.
- La cuota por mantenimiento será de Q30.00 anuales y se prevé un incremento de 2 viviendas anuales.
- De 10-19 años se considera que aumente la cuota por mantenimiento a Q35.00.
- De 20-29 años se considera que la aumente la cuota por mantenimiento a Q40.00.
- De 30-40 años se considera que aumente la cuota por mantenimiento a Q45.00.

**Tabla XXX. Análisis socio-económico**

<b>EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA</b>							
<b>PROYECTO:</b>							
<b>DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MUNICIPIO DE MIXCO DEPARTAMENTO DE GUATEMALA</b>							
AÑO	INGRESOS	EGRESOS	TASA DE DESCUENTO 12%	VALOR PRESENTE		FLUJO DE FONDOS NETOS	TIR
				INGRESOS	EGRESOS		
0	Q446,134.50	Q1,884,785.85	1.0000	Q446,134.50	-Q1,884,785.85	-Q1,438,651.35	11%
1	Q3,000.00	Q7,800.00	0.8929	Q2,678.70	-Q6,964.62	-Q4,285.92	8%
2	Q3,060.00	Q7,995.00	0.7972	Q2,439.43	-Q6,373.61	-Q3,934.18	8%
3	Q3,120.00	Q8,194.88	0.7118	Q2,220.82	-Q5,833.11	-Q3,612.29	8%
4	Q3,180.00	Q8,399.75	0.6355	Q2,020.89	-Q5,338.04	-Q3,317.15	8%
5	Q3,240.00	Q8,609.74	0.5674	Q1,838.38	-Q4,885.17	-Q3,046.79	8%
6	Q3,300.00	Q8,824.98	0.5066	Q1,671.78	-Q4,470.74	-Q2,798.96	8%
7	Q3,360.00	Q9,045.61	0.4523	Q1,519.73	-Q4,091.33	-Q2,571.60	8%
8	Q3,420.00	Q9,271.75	0.4038	Q1,381.00	-Q3,743.93	-Q2,362.93	8%
9	Q3,480.00	Q9,503.54	0.3605	Q1,254.54	-Q3,426.03	-Q2,171.49	8%
10	Q4,130.00	Q9,741.13	0.3219	Q1,329.45	-Q3,135.67	-Q1,806.22	8%
11	Q4,200.00	Q9,984.66	0.2874	Q1,207.08	-Q2,869.59	-Q1,662.51	8%
12	Q4,270.00	Q10,234.28	0.2566	Q1,095.68	-Q2,626.12	-Q1,530.44	8%
13	Q4,340.00	Q10,490.13	0.2291	Q994.29	-Q2,403.29	-Q1,409.00	8%
14	Q4,410.00	Q10,752.39	0.2046	Q902.29	-Q2,199.94	-Q1,297.65	8%
15	Q4,480.00	Q11,021.20	0.1827	Q818.50	-Q2,013.57	-Q1,195.07	8%
16	Q4,550.00	Q11,296.73	0.1631	Q742.11	-Q1,842.50	-Q1,100.39	8%
17	Q4,620.00	Q11,579.14	0.1456	Q672.67	-Q1,685.92	-Q1,013.25	8%
18	Q4,690.00	Q11,868.62	0.1300	Q609.70	-Q1,542.92	-Q933.22	8%
19	Q4,760.00	Q12,165.34	0.1161	Q552.64	-Q1,412.40	-Q859.76	8%
20	Q5,520.00	Q12,469.47	0.1037	Q572.42	-Q1,293.08	-Q720.66	8%
21	Q5,600.00	Q12,781.21	0.0926	Q518.56	-Q1,183.54	-Q664.98	8%
22	Q5,680.00	Q13,100.74	0.0827	Q469.74	-Q1,083.43	-Q613.69	8%
23	Q5,760.00	Q13,428.26	0.0738	Q425.09	-Q991.01	-Q565.92	8%
24	Q5,840.00	Q13,763.96	0.0659	Q384.86	-Q907.05	-Q522.19	8%
25	Q5,920.00	Q14,108.06	0.0588	Q348.10	-Q829.55	-Q481.45	8%
26	Q6,000.00	Q14,460.76	0.0525	Q315.00	-Q759.19	-Q444.19	8%
27	Q6,080.00	Q14,822.28	0.0469	Q285.15	-Q695.17	-Q410.02	8%
28	Q6,160.00	Q15,192.84	0.0419	Q258.10	-Q636.58	-Q378.48	8%
29	Q6,240.00	Q15,572.66	0.0374	Q233.38	-Q582.42	-Q349.04	8%
30	Q7,110.00	Q15,961.98	0.0334	Q237.47	-Q533.13	-Q295.66	8%
31	Q7,200.00	Q16,361.03	0.0298	Q214.56	-Q487.56	-Q273.00	8%
32	Q7,290.00	Q16,770.05	0.0266	Q193.91	-Q446.08	-Q252.17	8%
33	Q7,380.00	Q17,189.30	0.0238	Q175.64	-Q409.11	-Q233.47	8%
34	Q7,470.00	Q17,619.04	0.0213	Q159.11	-Q375.29	-Q216.18	8%
35	Q7,560.00	Q18,059.51	0.0190	Q143.64	-Q343.13	-Q199.49	8%
36	Q7,650.00	Q18,511.00	0.0170	Q130.05	-Q314.69	-Q184.64	8%
37	Q7,740.00	Q18,973.78	0.0152	Q117.65	-Q288.40	-Q170.75	8%
38	Q7,830.00	Q19,448.12	0.0136	Q106.49	-Q264.49	-Q158.00	8%
39	Q7,920.00	Q19,934.32	0.0121	Q95.83	-Q241.21	-Q145.38	8%
40	Q8,010.00	Q20,432.68	0.0108	Q86.51	-Q220.67	-Q134.16	8%
<b>SUMATORIA</b>				Q477,555.44	-Q1,964,529.13	-Q1,486,973.69	
<b>SUMA VALOR PRESENTE BENEFICIOS</b>				Q477,555.44			
<b>SUMA VALOR PRESENTE COSTOS</b>				-Q1,964,529.13			
<b>VALOR PRESENTE NETO</b>				-Q1,486,973.69			
<b>RELACIÓN BENEFICIO COSTO B/C</b>				-0.24			

La población contribuirá con la mano de obra para la construcción de los pozos de visita y la construcción de conexiones domiciliarias.

Costos por mantenimiento y operación =  $500 \times 12 = 6000$

Imprevistos =  $150 \times 12 = 1800$

Se incrementa 2.5% al año debido a la inflación

Cuota por mantenimiento Q.30.00 anuales x 100 viviendas

Se prevé un incremento de 2 viviendas anuales

- De 10-19 años se considera un incremento a la tarifa anual a Q.35.00.
- De 20-29 años se considera un incremento a la tarifa anual a Q.40.00.
- De 30-40 años se considera un incremento a la tarifa anual a Q.45.00.

### **Conclusiones:**

El proyecto de drenaje sanitario no es rentable pero es indispensable para la población, ya que este proyecto es de tipo social; con la construcción del mismo se contrarrestarán enfermedades de tipo gastrointestinal y de otros tipos.

### **3.14 Evaluación de impacto ambiental**

#### **3.15 En construcción**

El elemento más afectado será el suelo, debido a que en la etapa de zanjeo se hará movimiento de tierras, lo que provocará que las partículas de polvo queden suspendidas en el aire. Este se dará únicamente en la etapa de construcción y sus efectos no son significativos, además se contará con medidas de mitigación tales como el riego constante, para minimizar los efectos.

Se dará un impacto positivo, ya que la construcción del sistema proporcionará empleo a las familias del lugar, situación que se verá reflejada en sus ingresos.

#### **3.16 En operación**

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, ya que sólo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio al ser removido por la excavación y provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento, un día soleado, etc.

Como impacto ambiental positivo se podría mencionar la eliminación de aguas servidas que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar y la eliminación de fuentes de mosquitos y zancudos, pues se evitarán enfermedades que éstos puedan transmitir a los habitantes del lugar.

Otro impacto positivo, que este proyecto generará, es que el lugar mejorará visualmente; es decir, que el panorama general del lugar será más agradable, limpio y conjugará más con el entorno natural que rodea a la localidad.

## CONCLUSIONES

1. La edificación escolar fue diseñada para cumplir con los parámetros arquitectónicos mínimos necesarios, tiene un costo directo total de Q.1,216,447.34 y un costo directo unitario de Q.3,041.12/m<sup>2</sup>, beneficiando a una población estudiantil de 400 alumnos. Este proyecto aporta una solución disminuyendo la tasa de analfabetismo y desarrollando el nivel cultural de los vecinos de la colonia Primero de Mayo y comunidades aledañas.
2. El edificio escolar se diseñó sísmicamente de acuerdo con la zona en la que se encuentra situada, por lo que se utilizaron los criterios necesarios para que responda adecuadamente a un desastre natural de este tipo.
3. El diseño de la red de alcantarillado sanitario para el barrio San Antonio tiene una longitud total de 2,200.00 metros con un costo de ejecución de Q.1,930,009.63 y beneficia inicialmente a cinco mil (5,000) habitantes en el lugar.
4. La realización del proyecto de drenaje sanitario traerá múltiples beneficios para los habitantes del barrio San Antonio, entre los que se puede mencionar: la eliminación de focos de contaminación y de la proliferación de enfermedades y la provisión de un servicio básico; beneficios que, indudablemente, contribuirán a mejorar la calidad de vida de los habitantes, considerablemente; además de mejorar la plusvalía del sector.



## RECOMENDACIONES

1. Los materiales de construcción deberán ser sometidos a pruebas de laboratorio, para garantizar la calidad y condiciones óptimas de éstos. Por tanto, deberá considerarse la supervisión técnica de la obra por medio de profesionales de la Ingeniería Civil y cumplir con lo establecido en los planos.
2. Involucrar a los habitantes en todo el proceso constructivo de los proyectos, a través del comité de vecinos. Esta participación comunitaria permitirá que los miembros de la aldea conozcan el proyecto y se apropien de él desde su inicio.
3. Las entidades que apoyarán económicamente los proyectos, deberán orientar de una manera adecuada a los habitantes sobre el uso y cuidado del sistema, para que su funcionamiento sea adecuado.
4. Que las instituciones que intervengan en la construcción de la red de alcantarillado sanitario reconozcan que ésta debe ir ligada a la definición del proceso de la planta de tratamiento. Por tanto, constituye una necesidad la adquisición o construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, para realizar un proyecto integral que incluya el saneamiento ambiental.
5. La fase de ejecución de los proyectos deberá ser efectuada por obreros calificados; así como los materiales que se utilicen deberán ser de primera calidad y de marcas reconocidas, para garantizar el buen funcionamiento del mismo.
6. Durante la fase de ejecución de los trabajos, se recomienda regar periódicamente con agua los lugares de trabajo para reducir el polvo producido

por estos. Esta medida preventiva reducirá el riesgo de enfermedades respiratorias en los habitantes del lugar.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ACI Committee 318. *Building Code Requirements for Reinforced Concrete*. ACI Standard 318-05. Detroit: American Concrete Institute, 2005.
2. Hardenbergh, W.A. y Edward B. Rodie; *Ingeniería Sanitaria*. 6ta. Reimpresión: México; C.E.C.S.A. 1979.
3. Hsieh, Yuan-Yu. *Teoría elemental de estructuras*. México: Prentice Hall. 1970.
4. Instituto de Fomento Municipal. INFOM. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala.
5. López Cualla, Ricardo Alfredo. *Diseño de acueductos y alcantarillados*. 2 ed. Colombia. Alfaomega. 2000.
6. MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, EMPAGUA. *Reglamento para diseño y construcción de drenajes*. Dirección de aguas y drenajes. Guatemala.
7. Parker, Harry. *Diseño simplificado de concreto reforzado*. México: Limusa. 1973. precoz

# **ANEXOS**



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

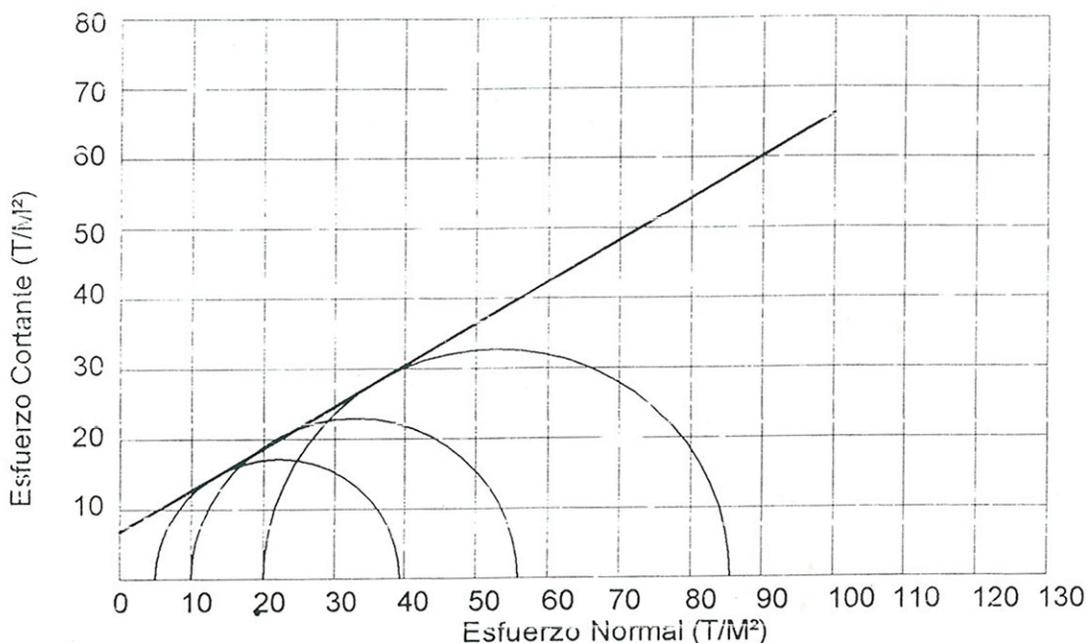


Nº 003497

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 491 S.S. O.T.No.: 26,421

INTERESADO: Edwin Josue Espina Sandoval  
PROYECTO: Diseño del Instituto de Educacion Basica EPS  
UBICACIÓN: Primero de Mayo, Municipio de Mixco, Guatemala  
pozo: 1 Profundidad: 1.5 m Muestra: 1  
Fecha: 25 de Noviembre de 2009



PARAMETROS DE CORTE:

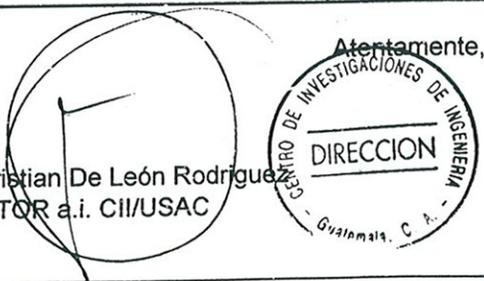
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 30.67^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 6.8 \text{ T/m}^2$
---	-------------------------------------

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

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m <sup>2</sup> )	34.32	45.87	65.56
PRESION INTERSTICIAL u(T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	4.5	8.5
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1.30	1.30	1.30
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1.60	1.60	1.60
HUMEDAD (%H)	20.9	20.9	20.9

Vo. Bo.

Ing. Pablo Christian De León Rodríguez  
DIRECTOR a.i. CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



# 1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA COLONIA PRIMERO DE MAYO

## SENTIDO X

### ANALIZANDO LA CARGA MUERTA

a) Cálculo de momentos fijos:  $MF = +/- W \cdot L^2 / 12$

MF be =	-2175.59 Kg . M
MF eb =	2175.59 Kg . M
MF cf =	-1332.45 Kg . M
MF fc =	1332.45 Kg . M
MF eh =	-2175.59 Kg . M
MF he =	2175.59 Kg . M
MF fi =	-1332.45 Kg . M
MF if =	1332.45 Kg . M
MF w-z =	-2175.59 Kg . M
MF z-w=	2175.59 Kg . M
MF x-aa =	-1332.45 Kg . M
MF aa-x=	1332.45 Kg . M

$$MF_{eh} = MF_{hk} = MF_{kn} = MF_{nq} = MF_{qt} = MF_{tw} = MF_{tw} = MF_{wz} = MF_{zac}$$

$$MF_{fi} = MF_{il} = MF_{lo} = MF_{or} = MF_{ru} = MF_{ux} = MF_{xAA} = MF_{AAAD}$$

Todos son iguales por la simetría de los ejes.

**b) Cálculo de momentos de sujeción:  $MS = \text{Sumatoria } (MF_{ik})$**

Se suman los momentos fijos que llegan a cada nudo en sentido horizontal.

Ejemplo: Nudo E:  $MF_{eb} + MF_{eh} = 0.00$

**c) Cálculo de rigidez de los elementos:  $K_{ik} = I / L_{ik}$**

$$I_{cols.} = b * h^3 / 12$$

$$I_{vigas} = b * h^3 / 12$$

$$I_{viga} = 89323 \text{ cm}^4$$

25.00 base vigas

$$I_{cols} = 67500 \text{ cm}^4$$

35.00 h vigas

Inercia relativa:  $I_{cols} = 1.00$

30.00 base cols

$$I_{viga} = 1.32$$

30.00 h cols

Rigideces:

Los elementos con las mismas características tienen la misma rigidez.

$$K_{ab} = K_{ba} = K_{de} = K_{ed} = K_{gh} = K_{hg} = K_{jk} = K_{kj} = \text{otros elementos} = 0.238$$

$$K_{bc} = K_{cb} = K_{ef} = K_{fe} = K_{hi} = K_{ih} = K_{kl} = K_{lk} = \text{otros elementos} = 0.333$$

$$K_{be} = K_{eb} = K_{cf} = K_{fc} = K_{eh} = K_{he} = K_{fi} = K_{if} = K_{hk} = K_{kh} = K_{il} = K_{li} = 0.331$$

$$K_{kn} = K_{nk} = K_{lo} = K_{ol} = K_{nq} = K_{qn} = K_{or} = K_{ro} = K_{qt} = K_{tq} = K_{ru} = K_{ur} = 0.331$$

$$K_{tw} = K_{wt} = K_{ux} = K_{xu} = K_{wz} = K_{zw} = K_{xaa} = K_{aax} = 0.33$$

**d) Cálculo de factores de giro:  $u_{ik} = -1/2 (K_{ik} / \text{sumatoria } K_{in})$**

Los nudos A, D, G, J, M, P, S, V, Y, son = 0

Nudo B:  $U_{ba} = -1/2 (K_{ba} / (k_{ba} + k_{be} + k_{bc}))$

$$U_{ba} = -0.13$$

$$U_{be} = -0.18$$

$$U_{bc} = -0.18 \quad -0.50$$

Nudo C:  $U_{cb} = -1/2 (K_{cb} / (K_{cb} + K_{cf}))$

$$U_{cb} = -0.25$$

$$U_{cf} = -0.25 \quad -0.50$$

Nudo E:  $U_{eb} = -0.13$

$$U_{ed} = -0.10$$

$$U_{eh} = -0.13$$

$$U_{ef} = -0.14 \quad -0.50$$

Nudo F:  $U_{fc} = -0.17$

$$U_{fe} = -0.17$$

$$U_{fi} = -0.17 \quad -0.50$$

Nudo H:  $U_{he} = -0.13$

$$U_{hg} = -0.10$$

$$U_{hk} = -0.13$$

$$U_{hi} = -0.14 \quad -0.50$$

Nudo I:  $U_{if} = -0.17$

$$U_{ih} = -0.17$$

$$U_{il} = -0.17 \quad -0.50$$

Nudo K:  $U_{kh} = -0.13$  Nudo N, Q, T y W

$$U_{kj} = -0.10$$

$$U_{kn} = -0.13$$

$$U_{kl} = -0.14 \quad -0.50$$

Nudo L:  $U_{li} = -0.17$  Nudo O, R, U y X

$$U_{lk} = -0.17$$

$$U_{lo} = -0.17 \quad -0.50$$

Nudo Z:  $U_{zw} = -0.18$

$$U_{zy} = -0.13$$

$$U_{zaa} = -0.18 \quad -0.50$$

Nudo AA:  $U_{aax} = -0.25$

$$U_{aaz} = -0.25 \quad -0.50$$

**e) Cálculo de factores de corrimiento:  $V = -3/2 (K_{ik} / \text{sumatoria } k_{in})$  de cada nivel**

$$\text{Nivel 1} \quad V_{ab} = V_{de} = V_{gh} = V_{jk} = V_{mn} = V_{pq} = V_{st} = V_{vw} = V_{yz} =$$

$$V_{ab} = -3/2 (K_{ab} / (K_{ab} + K_{de} + K_{jk} + \dots + K_{vw}))$$

$$V_{ab} = -0.17$$

**f) Cálculo de momentos finales de carga**

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

\* Columnas primer nivel

Mab =	259.68	Mba =	519.35
Mde =	-31.95	Med =	-63.90
Mgh =	3.86	Mhg =	7.71
Mjk =	-0.45	Mkj =	-0.89
Mmn =	0.00	Mnm =	0.00
Mpq =	0.45	Mqp =	0.89
Mst =	-3.85	Mts =	-7.71
Mvw =	31.95	Mwv =	63.90
Mzy =	-259.67	Mzy =	-519.35

\* Columnas segundo nivel

Mbc =	979.01	Mcb =	867.38
Mef =	-124.69	Mfe =	-115.19
Mhi =	15.87	Mih =	15.55
Mkl =	-1.99	Mlk =	-2.10
Mno =	0.00	Mon =	-0.01
Mqr =	1.99	Mrq =	2.11
Mtu =	-15.87	Mut =	-15.56
Mwx =	124.69	Mwx =	115.20
Mzaa =	-979.01	Maaz =	-867.38

\* Vigas primer nivel

Mbe =	-1498.36	Meb =	2447.61
Meh =	-2259.02	Mhe =	2141.91

Mhk =	-2165.49		Mkh =	2179.70
Mkn =	-2176.83		Mnk =	2174.97
Mnq =	-2174.97		Mqn =	2176.82
Mqt =	-2179.71		Mtq =	2165.49
Mtw =	-2141.91		Mwt =	2259.01
Mwz =	-2447.61		Mzw =	1498.36

M(+) BE =	1290.40
M(+) EH =	1062.92
M(+) HK =	1090.78
M(+) KN =	1087.48
M(+) NQ =	1087.48
M(+) QT =	1090.78
M(+) TW =	1062.92
M(+) WZ =	1290.39

\* Vigas segundo nivel

Mcf =	-867.38		Mfc =	1512.54
Mfi =	-1397.35		Mif =	1307.56
Mil =	-1323.11		Mli =	1336.03
Mlo =	-1333.92		Mol =	1331.71
Mor =	-1331.72		Mro =	1333.92
Mru =	-1336.02		Mur =	1323.11
Mux =	-1307.57		Mxu =	1327.41
Mxaa =	-1512.54		Maax =	867.38

M(+) CF =	808.72
M(+) FI =	646.22
M(+) IL =	669.11
M(+) LO =	665.86
M(+) OR =	665.86
M(+) RU =	669.12
M(+) UX =	681.19
M(+) XAA =	808.72

## ANALIZANDO LA CARGA VIVA

a) Cálculo de momentos fijos:  $MF = +/- W \cdot L^2 / 12$

MF be =	-800.00	Kg . M
MF eb =	800.00	Kg . M
MF cf =	-215.67	Kg . M
MF fc =	215.67	Kg . M
MF eh =	-800.00	Kg . M
MF he =	800.00	Kg . M
MF fi =	-215.67	Kg . M
MF if =	215.67	Kg . M
MF w-z =	-800.00	Kg . M
MF z-w =	800.00	Kg . M
MF x-aa =	-215.67	Kg . M
MF aa-x =	215.67	Kg . M

MF eh = MF hk = MF kn = MF nq = MF qt = MF tw = MF tw = MF wz = MF zac  
-800.00

MF fi = MF il = MF lo = MF or = MF ru = MF ux = MF xAA = MF AAAD  
-215.67

Todos son iguales por la simetría en sus ejes

b) Cálculo de momentos de sujeción:  $MS = \text{Sumatoria (MF ik)}$

Se suman los momentos fijos que llegan a cada nudo en sentido horizontal.

Ejemplo: Nudo E:  $MF_{eb} + MF_{eh} = 0.00$

c) Cálculo de rigidez de los elementos:  $K_{ik} = I / L_{ik}$  25.00 base vigas

$I_{cols.} = b * h^3 / 12$   $I_{vigas} = b * h^3 / 12$  35.00 h vigas

$I_{viga} = 89323 \text{ cm}^4$  30.00 base cols

$I_{cols} = 67500 \text{ cm}^4$  30.00 h cols

Inercia relativa:  $I_{cols} = 1.00$

$I_{viga} = 1.32$

Rigideces:

Los elementos con las mismas características tienen la misma rigidez.

$K_{ab} = K_{ba} = K_{de} = K_{ed} = K_{gh} = K_{hg} = K_{jk} = K_{kj} = \text{otros elementos} = 0.24$

$K_{bc} = K_{cb} = K_{ef} = K_{fe} = K_{hi} = K_{ih} = K_{kl} = K_{lk} = \text{otros elementos} = 0.33$

$K_{be} = K_{eb} = K_{cf} = K_{fc} = K_{eh} = K_{he} = K_{fi} = K_{if} = K_{hk} = K_{kh} = K_{il} = K_{li} = 0.33$

$K_{kn} = K_{nk} = K_{lo} = K_{ol} = K_{nq} = K_{qn} = K_{or} = K_{ro} = K_{qt} = K_{tq} = K_{ru} = K_{ur} = 0.33$

$K_{tw} = k_{wt} = K_{ux} = K_{xu} = K_{wz} = K_{zw} = K_{xaa} = K_{aax} = 0.33$

d) Cálculo de factores de giro:  $u_{ik} = -1/2 (K_{ik} / \text{sumatoria } K_{in})$

Los nudos A, D, G, J, M, P, S, V, Y, son = 0

		$U_{cb} = -1/2 (K_{cb} / (K_{cb} +$
Nudo B:	$U_{ba} = -1/2 (K_{ba} / (k_{ba} + k_{be} + k_{bc}))$	Nudo C: $K_{cf}))$
	$U_{ba} = -0.13$	$U_{cb} = -0.25$
	$U_{be} = -0.18$	$U_{cf} = -0.25 \quad -0.50$

	$U_{bc} =$	-0.18	<u>-0.50</u>		
Nudo E:	$U_{eb} =$	-0.13		Nudo F:	$U_{fc} =$ -0.17
	$U_{ed} =$	-0.10			$U_{fe} =$ -0.17
	$U_{eh} =$	-0.13			$U_{fi} =$ -0.17 -0.50
	$U_{ef} =$	-0.14	<u>-0.50</u>		
Nudo H:	$U_{he} =$	-0.13		Nudo I:	$U_{if} =$ -0.17
	$U_{hg} =$	-0.10			$U_{ih} =$ -0.17
	$U_{hk} =$	-0.13			$U_{il} =$ -0.17 -0.50
	$U_{hi} =$	-0.14	<u>-0.50</u>		
Nudo K:	$U_{kh} =$	-0.13		Nudo L:	$U_{li} =$ -0.17
	$U_{kj} =$	-0.10			$U_{lk} =$ -0.17
	$U_{kn} =$	-0.13			$U_{lo} =$ -0.17 -0.50
	$U_{kl} =$	-0.14	<u>-0.50</u>		
Nudo Z:	$U_{zw} =$	-0.18		Nudo AA:	$U_{aax} =$ -0.25
	$U_{zy} =$	-0.13			$U_{aaz} =$ -0.25 -0.50
	$U_{zaa} =$	-0.18	<u>-0.50</u>		

e) Cálculo de factores de corrimiento:  $V = -3/2 (K_{ik} / \text{sumatoria } k_{in})$  de cada nivel

Nivel 1  $V_{ab} = V_{de} = V_{gh} = V_{jk} = V_{mn} = V_{pq} = V_{st} = V_{vw} = V_{yz} =$   
 $V_{ab} = -3/2 (K_{ab} / (K_{ab} + K_{de} + K_{jk} + \dots + K_{vw}))$   
 $V_{ab} = -0.17$

f) Cálculo de momentos finales de carga

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

\* Columnas primer nivel

Mab =	106.03		Mba =	212.05
Mde =	-14.57		Med =	-29.14
Mgh =	2.06		Mhg =	4.11
Mjk =	-0.29		Mkj =	-0.59
Mmn =	0.00		Mnm =	0.00
Mpq =	0.29		Mqp =	0.58
Mst =	-2.05		Mts =	-4.11
Mvw =	14.57		Mwv =	29.14
Myz =	-106.03		Myz =	-212.05

\* Columnas segundo nivel

Mbc =	313.56		Mcb =	181.81
Mef =	-40.05		Mfe =	-18.90
Mhi =	5.12		Mih =	1.61
Mkl =	-0.64		Mlk =	-0.06
Mno =	0.00		Mon =	0.00
Mqr =	0.65		Mrq =	0.07
Mtu =	-5.12		Mut =	-1.61
Mwx =	40.05		Mxw =	18.90
Mzaa =	-313.56		Mzaa =	-181.81

Vigas primer nivel

Mbe =	-525.61		Meb =	906.83
Meh =	-837.64		Mhe =	785.47
Mhk =	-794.70		Mkh =	802.04
Mkn =	-800.81		Mnk =	799.59

Mnq =	-799.59		Mqn =	800.81
Mqt =	-802.04		Mtq =	794.70
Mtw =	-785.46		Mwt =	837.64
Mwz =	-906.83		Mzw =	525.61

M(+) BE =	483.78
M(+) EH =	388.45
M(+) HK =	401.63
M(+) KN =	399.80
M(+) NQ =	399.80
M(+) QT =	401.63
M(+) TW =	388.45
M(+) WZ =	483.78

### Vigas segundo nivel

Mcf =	-181.80		Mfc =	233.71
Mfi =	-214.81		Mif =	215.15
Mil =	-216.75		Mli =	215.38
Mlo =	-215.32		Mol =	215.84
Mor =	-215.84		Mro =	215.32
Mru =	-215.38		Mur =	216.75
Mux =	-215.15		Mxu =	216.30
Mxaa =	-233.71		Maax =	181.80

M(+) CF =	115.74
M(+) FI =	108.52
M(+) IL =	107.43
M(+) LO =	107.92
M(+) OR =	107.92
M(+) RU =	107.43
M(+) UX =	107.78
M(+) XAA =	115.74

## ANALIZANDO LA CARGA DE SISMO

Nivel 2 : Fuerza x marco x torsión = 4,371.48

Nivel 1: Fuerza x marco x torsión = 3,456.57

Cálculo de la fuerza cortante en el piso:  $Q_n = \sum H$

$Q_{n-2} = 4371.48 \text{ kg}$

$Q_{n-1} = 7828.05 \text{ kg}$

Cálculo de los momentos de piso:  $M_n = (Q_n * h_n / 3)$

$M_{n-2} = 4371.48 \text{ Kg} \cdot \text{M} \quad 4.20 \text{ hn1}$

$M_{n-1} = 10959.27 \text{ Kg} \cdot \text{M} \quad 3.00 \text{ hn2}$

Cálculo de la influencia de desplazamiento:  $M''_{ik} = V_n * \sum (M'_{ik} + M'_{ki})$

N2  $M'' = -819.65 \text{ Kg} \cdot \text{M}$

N1  $M'' = -2054.86 \text{ Kg} \cdot \text{M}$

Cálculo de rigidez de los elementos:  $K_{ik} = I / L_{ik}$  25.00 base vigas

$I_{cols.} = \pi * D^4 / 64$   $I_{vigas} = b * h^3 / 12$  35.00 h vigas

$I_{viga} = 89323 \text{ cm}^4$  30.00 cols

$I_{cols} = 39761 \text{ cm}^4$

Inercia relativa:  $I_{cols} = 1.00$

$I_{viga} = 2.25$

### Rigideces:

Los elementos con las mismas características tienen la misma rigidez.

$K_{ab} = K_{ba} = K_{de} = K_{ed} = K_{gh} = K_{hg} = K_{jk} = K_{kj} = \text{otros elementos} = 0.24 \text{ col. 1 nivel}$

$K_{bc} = K_{cb} = K_{ef} = K_{fe} = K_{hi} = K_{ih} = K_{kl} = K_{lk} = \text{otros elementos} = 0.33 \text{ col. 2 nivel}$

$K_{be} = K_{eb} = K_{cf} = K_{fc} = 0.56 \text{ viga 1 nivel}$

$K_{eh} = K_{he} = K_{fi} = K_{if} = K_{hk} = K_{kh} = K_{il} = K_{li} = K_{kn} = K_{nk} = K_{lo} = K_{ol} = K_{nq} = K_{qn} = 0.62 \text{ viga 2 nivel}$

$$K_{or} = K_{ro} = K_{qt} = K_{tq} = K_{ru} = K_{ur} \quad K_{tw} = k_{wt} = K_{ux} = K_{xu}$$

d) Cálculo de factores de giro:  $\mu_{ik} = -1/2 (K_{ik} / \text{sumatoria } k_{in})$

Los nudos A, D, G, J, M, P, S, V, Y son = 0

Nudo B:	$U_{ba} = -1/2 (K_{ba} / (k_{ba} + k_{be} + k_{bc}))$	Nudo C:	$U_{cb} = -1/2 (K_{cb} / (K_{cb} + K_{cf}))$
	$U_{ba} = -0.11$		$U_{cb} = -0.17$
	$U_{be} = -0.25$		$U_{cf} = -0.33 \quad -0.50$
	$U_{bc} = -0.15 \quad \underline{-0.50}$		
Nudo E:	$U_{eb} = -0.17$	Nudo F:	$U_{fc} = -0.20$
	$U_{ed} = -0.07$		$U_{fe} = -0.11$
	$U_{eh} = -0.17$		$U_{fi} = -0.20 \quad -0.50$
	$U_{ef} = -0.10 \quad \underline{-0.50}$		
Nudo H:	$U_{he} = -0.17$	Nudo I:	$U_{if} = -0.20$
	$U_{hg} = -0.07$		$U_{ih} = -0.11$
	$U_{hk} = -0.17$		$U_{il} = -0.20 \quad -0.50$
	$U_{hi} = -0.10 \quad \underline{-0.50}$		
Nudo K:	$U_{kh} = -0.17$	Nudo L:	$U_{li} = -0.20$
	$U_{kj} = -0.07$		$U_{lk} = -0.11$
	$U_{kn} = -0.17$		$U_{lo} = -0.20 \quad -0.50$
	$U_{kl} = -0.10 \quad \underline{-0.50}$		
Nudo T:	$U_{tq} = -0.17$	Nudo U:	$U_{ur} = -0.20$
	$U_{ts} = -0.07$		$U_{ut} = -0.11$
	$U_{tw} = -0.17$		$U_{ux} = -0.20 \quad -0.50$
	$U_{tu} = -0.10 \quad \underline{-0.50}$		
Nudo W:	$U_{wt} = -0.17$	Nudo X:	$U_{xu} = -0.20$
	$U_{wv} = -0.07$		$U_{xw} = -0.11$
	$U_{wz} = -0.17$		$U_{xaa} = -0.20 \quad -0.50$

$$U_{wx} = -0.10 \quad \underline{-0.50}$$

Nudo Z:  $U_{zw} = -0.25$

$$U_{zy} = -0.11$$

$$U_{zaa} = -0.15 \quad \underline{-0.50}$$

Nudo AA:  $U_{aax} = -0.33$

$$U_{aaz} = -0.17 \quad -0.50$$

e) Cálculo de factores de corrimiento:  $V = -3/2$  (Kik / sumatoria kin) de cada nivel

Nivel 1  $V_{ab} = V_{de} = V_{gh} = V_{jk} = V_{mn} = V_{pq} = V_{st} = V_{vw}$

$$V_{ab} = -3/2 (K_{ab} / (K_{ab} + K_{de} + K_{jk} + \dots + K_{vw}))$$

$$V_{ab} = -0.19$$

Columnas primer nivel

Mab =	-2,099.85	Mba =	-1,710.59
Mde =	-2,292.39	Med =	-2,095.68
Mgh =	-2,262.01	Mhg =	-2,034.91
Mjk =	-2,248.54	Mkj =	-2,007.98
Mmn =	-2,266.85	Mnm =	-2,044.60
Mpq =	-2,264.43	Mqp =	-2,039.76
Mst =	-2,259.83	Mts =	-2,030.56
Mvw =	-2,290.99	Mwv =	-2,092.87
Myz =	-2,100.99	Myz =	-1,712.88

Columnas segundo nivel

Mbc =	-589.69	Mcb =	-939.00
-------	---------	-------	---------

Mef =	-1,214.32		Mfe =	-1,379.44
Mhi =	-703.86		Mih =	-1,139.36
Mkl =	-642.78		Mlk =	-1,112.46
Mno =	-723.70		Mon =	-1,144.75
Mqr =	-714.42		Mrq =	-1,143.30
Mtu =	-690.39		Mut =	-1,127.80
Mwx =	-852.85		Mxw =	-1,232.23
Mzaa =	-585.44		Mzaa =	-925.52

Vigas primer nivel

Mbe =	2,300.39		Meb =	1,846.22
Meh =	1,463.72		Mhe =	1,535.40
Mhk =	1,203.32		Mkh =	1,452.84
Mkn =	1,659.16		Mnk =	1,615.97
Mnq =	1,578.48		Mqn =	1,584.20
Mqt =	1,600.75		Mtq =	1,611.61
Mtw =	1,548.95		Mwt =	1,475.46
Mwz =	1,850.12		Mzw =	2,298.29

Vigas segundo nivel

Mcf =	939.03		Mfc =	779.12
Mfi =	600.30		Mif =	581.39
Mil =	557.94		Mli =	553.39

Mlo =	559.05		Mol =	569.25
Mor =	575.46		Mro =	571.47
Mru =	571.83		Mur =	576.18
Mux =	551.58		Mxu =	522.63
Mxaa =	708.83		Maax =	925.52

**Cálculo de momento positivo en vigas:**

$$MF = WL^2 / 8 - (MF_{cmij} + MF_{cmji}) / 2 = \text{momento final}$$

W = cargas verticales en los marcos en sentido X

$$Cu = 1.4CM + 1.7CV$$

Cu cf =	1,674.05	Cu be =	3,304.37
Cu fi =	1,674.05	Cu eh =	3,304.37
Cu il =	1,674.05	Cu hk =	3,304.37
Cu lo =	1,674.05	Cu kn =	3,304.37
Cu or =	1,674.05	Cu nq =	3,304.37
Cu ru =	1,674.05	Cu qt =	3,304.37
Cu ux =	1,674.05	Cu tw =	3,304.37
Cu xaa =	1,674.05	Cu wz =	3,304.37

**MOMENTOS FINALES POSITIVOS**

MF cf =	3,901.20	MF be =	8,085.47
MF fi =	3,907.50	MF eh =	8,048.91
MF il =	3,857.37	MF hk =	7,881.35

MF lo =	3,866.78	MF kn =	8,105.49
MF or =	3,872.42	MF nq =	8,064.55
MF ru =	3,876.24	MF qt =	8,086.74
MF ux =	3,841.49	MF tw =	7,983.65
MF xaa =	4,203.89	MF wz =	8,673.49

### CÁLCULO DE CORTES:

A) En columnas:

$$R_{cb} = (M_{cb} + M_{bc}) / Long$$

M = envolvente máxima

R cb =	1571.43	R ba =	1563.73
R fe =	1321.60	R ed =	1514.57
R ih =	888.03	R hg =	1465.48
R lk =	837.89	R kj =	1449.53
R on =	890.63	R nm =	1467.95
R rq =	886.74	R qp =	1465.76
R ut =	876.10	R ts =	1463.25
R xw =	1083.80	R wv =	1513.14
R aaz =	1563.14	R zy =	1564.88

B) En vigas:

R fc =	3765.15	R eb =	7345.77
R cf =	2261.44	R be =	4549.95
R if =	3826.75	R he =	7399.23
R fi =	2199.84	R eh =	4496.49
R li =	3807.52	R kh =	7297.54
R il =	2219.07	R hk =	4598.18
R ol =	3803.22	R nk =	7414.61
R lo =	2223.37	R kn =	4481.11
R ro =	3808.82	R qn =	7395.29
R or =	2217.76	R nq =	4500.43
R ur =	3803.93	R tq =	7392.50

R ru =	2222.66		R qt =	4503.22
R xu =	3810.00		R wt =	7432.88
R ux =	2216.58		R tw =	4462.84
R aax =	3662.58		R zw =	7165.35
R xaa =	2364.01		R wz =	4730.37

## SENTIDO Y

## ANALIZANDO LA CARGA MUERTA

### a) Cálculo de momentos fijos: $MF = +/- W \cdot L^2 / 12$

$$MF_{be} = -4302.43 \text{ Kg} \cdot \text{M}$$

$$MF_{eb} = 4302.43 \text{ Kg} \cdot \text{M}$$

$$MF_{cf} = -1898.79 \text{ Kg} \cdot \text{M}$$

$$MF_{fc} = 1898.79 \text{ Kg} \cdot \text{M}$$

$$MF_{eh} = -1075.61 \text{ Kg} \cdot \text{M}$$

$$MF_{he} = 1075.61 \text{ Kg} \cdot \text{M}$$

$$MF_{fi} = -474.70 \text{ Kg} \cdot \text{M}$$

$$MF_{if} = 474.70 \text{ Kg} \cdot \text{M}$$

### b) Cálculo de momentos de sujeción: $MS = \text{Sumatoria } (MF_{ik})$

Se suman los momentos fijos que llegan a cada nudo en sentido horizontal.

Ejemplo:                      Nudo E:                       $MF_{eb} + MF_{eh} = 3226.82$

### c) Cálculo de rigidez de los elementos: $K_{ik} = I / L_{ik}$

$$I_{cols.} = b \cdot h^3 / 12$$

$$I_{vigas} = b \cdot h^3 / 12$$

25.00 base vigas

I viga =	89323 cm <sup>4</sup>		35.00 h vigas
I cols =	67500 cm <sup>4</sup>		30.00 base cols
Inercia relativa:	I cols =	1.00	30.00 h cols
	I viga =	1.32	

Rigideces:

Los elementos con las mismas características tienen la misma rigidez.

Kab = Kba = Kde = Ked = Kgh =	col	0.24
Kbc = Kcb = Kef = Kfe = Khi = Kih =	col	0.33
Kbe = Keb = Kcf = Kfc =	viga de 3	0.26
Keh = khe = Kfi = Kig =	viga de 5	0.53

**d) Cálculo de factores de giro:  $u_{ik} = -1/2 (K_{ik} / \text{sumatoria } K_{in})$**

Los nudos A, D, G, J, M, P, S, V, Y, son = 0

Nudo B:	$U_{ba} = -1/2 (K_{ba} / (k_{ba} + k_{be} + k_{bc}))$	Nudo C:	$U_{cb} = -1/2 (K_{cb} / (K_{cb} + K_{cf}))$
	U ba = -0.14		U cb = -0.28
	U be = -0.16		U cf = -0.22      -0.50
	U bc = -0.20 <u>-0.50</u>		
Nudo E:	U eb = -0.10	Nudo F:	U fc = -0.12
	U ed = -0.09		U fe = -0.15
	U eh = -0.19		U fi = -0.23      -0.50
	U ef = -0.12 <u>-0.50</u>		
Nudo H:	U he = -0.24	Nudo I:	U if = -0.22
	U hg = -0.11		U ih = -0.28      -0.50
	U hi = -0.15 <u>-0.50</u>		

e) Cálculo de factores de corrimiento:  $V = -3/2 (K_{ik} / \text{sumatoria } k_{in})$  de cada nivel

Nivel 1  $V_{ab} = V_{de} = V_{gh} = V_{jk} = V_{mn} = V_{pq} = V_{st} = V_{vw} = V_{yz} =$   
 $V_{ab} = -3/2 (K_{ab} / (K_{ab} + K_{de} + K_{jk} + \dots + K_{vw}))$   
 $V_{ab} = -0.75$

f) Cálculo de momentos finales de carga

$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$

\* Columnas primer nivel

Mab =	296.14		Mba =	1111.24
Mde =	-745.45		Med =	-971.95
Mgh =	-415.62		Mhg =	-312.28

\* Columnas segundo nivel

Mbc =	1583.69		Mcb =	1008.86
Mef =	-1946.32		Mfe =	-1680.45
Mhi =	-775.49		Mih =	-720.10

\* Vigas primer nivel

Mbe =	-2742.11		Meb =	4704.93
Meh =	-1,852.94		Mhe =	-1,119.66

Mbe(+)	2730.12
Meh(+)	127.11

**\* Vigas segundo nivel**

Mcf =	-1056.42		Mfc =	2234.61
Mfi =	-543.50		Mif =	678.57

Mcf(+)	1202.67
Mfi(+)	101.01

**SENTIDO Y**

**ANALIZANDO LA CARGA**

**a) Cálculo de momentos fijos:  $MF = +/- W \cdot L^2 / 12$**

MF be =	-666.67 Kg . M
MF eb =	666.67 Kg . M
MF cf =	-299.44 Kg . M
MF fc =	299.44 Kg . M
MF eh =	-166.67 Kg . M
MF he =	166.67 Kg . M
MF fi =	-74.86 Kg . M
MF if=	74.86 Kg . M

**b) Cálculo de momentos de sujeción:  $MS = Sumatoria (MF ik)$**

Se suman los momentos fijos que llegan a cada nudo en sentido horizontal.

Ejemplo: Nudo E: MF eb + MF eh = 500.00

**c) Cálculo de rigidez de los elementos:  $K_{ik} = I / L_{ik}$**

$I_{cols.} = b * h^3 / 12$		$I_{vigas} = b * h^3 / 12$	
I viga = 89323 cm <sup>4</sup>		25.00 base vigas	
I cols = 67500 cm <sup>4</sup>		35.00 h vigas	
Inercia relativa:	I cols = 1.00	30.00 base cols	
	I viga = 1.32	30.00 h cols	

**Rigideces:**

Los elementos con las mismas características tienen la misma rigidez.

$K_{ab} = K_{ba} = K_{de} = K_{ed} = K_{gh} =$	col	0.24
$K_{bc} = K_{cb} = K_{ef} = K_{fe} = K_{hi} = K_{ih} =$	col	0.33
$K_{be} = K_{eb} = K_{cf} = K_{fc} =$	viga de 3	0.26
$K_{eh} = k_{he} = K_{fi} = K_{ig} =$	viga de 5	0.53

**d) Cálculo de factores de giro:  $u_{ik} = -1/2 (K_{ik} / \text{sumatoria } K_{in})$**

Los nudos A, D, G, J, M, P, S, V, Y, son = 0

Nudo B:	$U_{ba} = -1/2 (K_{ba} / (k_{ba} + k_{be} + k_{bc}))$	Nudo C:	$U_{cb} = -1/2 (K_{cb} / (K_{cb} + K_{cf}))$
	$U_{ba} = -0.14$		$U_{cb} = -0.28$
	$U_{be} = -0.16$		$U_{cf} = -0.22 \quad -0.50$
	$U_{bc} = -0.20 \quad -0.50$		
Nudo E:	$U_{eb} = -0.10$	Nudo F:	$U_{fc} = -0.12$
	$U_{ed} = -0.09$		$U_{fe} = -0.15$
	$U_{eh} = -0.19$		$U_{fi} = -0.23 \quad -0.50$
	$U_{ef} = -0.12 \quad -0.50$		
Nudo H:	$U_{he} = -0.24$	Nudo I:	$U_{if} = -0.22$
	$U_{hg} = -0.11$		$U_{ih} = -0.28 \quad -0.50$
	$U_{hi} = -0.15 \quad -0.50$		

e) Cálculo de factores de corrimiento:  $V = -3/2 (K_{ik} / \text{sumatoria } k_{in})$  de cada nivel

Nivel 1  $V_{ab} = V_{de} = V_{gh} = V_{jk} = V_{mn} = V_{pq} = V_{st} = V_{vw} = V_{yz} =$   
 $V_{ab} = -3/2 (K_{ab} / (K_{ab} + K_{de} + K_{jk} + \dots + K_{vw}))$   
 $V_{ab} = -0.75$

f) Cálculo de momentos finales de carga

$M_{ik} = M_{F ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$

\* Columnas primer nivel

Mab =	45.66		Mba =	171.86
Mde =	-115.46		Med =	-150.37
Mgh =	-64.44		Mhg =	-48.34

Columnas segundo nivel

Mbc =	245.71		Mcb =	158.82
Mef =	-303.17		Mfe =	-262.88
Mhi =	-121.06		Mih =	-112.31

Vigas primer nivel

Mbe =	-424.91		Meb =	729.33
Meh =	-286.11		Mhe =	-172.69

Mbe(+)	422.88
Meh(+)	20.60

Vigas segundo nivel

Mcf =	-166.22		Mfc =	352.02
Mfi =	-87.45		Mif =	105.84

Mcf(+)	190.05
Mfi(+)	15.65

### ANALIZANDO LA CARGA DE SISMO

Nivel 2 : Fuerza y marco x torsión = 12,096.75

Nivel 1: Fuerza y marco x torsión = 9,564.99

Cálculo de la fuerza cortante en el piso:  $Q_n = \sum H$

$Q_{n-2} = 12096.75 \text{ kg}$

$Q_{n-1} = 21661.74 \text{ kg}$

Cálculo de los momentos de piso:  $M_n = (Q_n * h_n / 3)$

$M_{n-2} = 12096.75 \text{ Kg} \cdot \text{M} \quad 4.20 \text{ hn1}$

$M_{n-1} = 30326.44 \text{ Kg} \cdot \text{M} \quad 3.00 \text{ hn2}$

Cálculo de la influencia de desplazamiento:  $M''_{ik} = V_n * \sum (M'_{ik} + M'_{ki})$

N2  $M'' = -9072.56 \text{ Kg} \cdot \text{M}$

N1  $M'' = -22744.83 \text{ Kg} \cdot \text{M}$

c) Cálculo de rigidez de los elementos:  $K_{ik} = I / L_{ik}$

$I_{cols.} = \pi * D^4 / 64$   $I_{vigas} = b * h^3 / 12$  25.00 base vigas

$I_{viga} = 89323 \text{ cm}^4$  35.00 h vigas

$I_{cols} = 67500 \text{ cm}^4$  30.00 cols

Inercia relativa:  $I_{cols} = 1.00$

$I_{viga} = 1.32$

Rigideces:

Los elementos con las mismas características tienen la misma rigidez.

$$K_{ab} = K_{ba} = K_{de} = K_{ed} = K_{gh} = 0.24 \text{ col. 1 nivel}$$

$$K_{bc} = K_{cb} = K_{ef} = K_{fe} = K_{hi} = K_{ih} = 0.33 \text{ col. 2 nivel}$$

$$K_{be} = K_{eb} = K_{cf} = K_{fc} = 0.33 \text{ viga 1 nive}$$

$$K_{eh} = K_{he} = K_{fi} = K_{ig} = 0.37 \text{ viga 2 nive}$$

d) Cálculo de factores de giro:  $\mu_{ik} = -1/2 (K_{ik} / \text{sumatoria } k_{in})$

Los nudos A, D, G, J, M, P, S, V, Y son = 0

Nudo B:	$U_{ba} = -1/2 (K_{ba} / (k_{ba} + k_{be} + k_{bc}))$	Nudo C:	$U_{cb} = -1/2 (K_{cb} / (K_{cb} + K_{cf}))$
	$U_{ba} = -0.14$		$U_{cb} = -0.28$
	$U_{be} = -0.16$		$U_{cf} = -0.22 \quad -0.50$
	$U_{bc} = -0.20 \quad \underline{-0.50}$		

Nudo E:	$U_{eb} = -0.10$	Nudo F:	$U_{fc} = -0.12$
	$U_{ed} = -0.09$		$U_{fe} = -0.15$
	$U_{eh} = -0.19$		$U_{fi} = -0.23 \quad -0.50$
	$U_{ef} = -0.12 \quad \underline{-0.50}$		

Nudo H:	$U_{he} = -0.24$	Nudo I:	$U_{if} = -0.22$
	$U_{hg} = -0.11$		$U_{ih} = -0.28 \quad -0.50$
	$U_{hi} = -0.15 \quad \underline{-0.50}$		

e) Cálculo de factores de corrimiento:  $V = -3/2 (K_{ik} / \text{sumatoria } k_{in})$  de cada nivel

$$\text{Nivel 1} \quad V_{ab} = V_{de} = V_{gh} = V_{jk} = V_{mn} = V_{pq} = V_{st} = V_{vw}$$

$$V_{ab} = -3/2 (K_{ab} / (K_{ab} + K_{de} + K_{jk} + \dots + K_{vw}))$$

$$V_{ab} = -0.75$$

Cálculo de momentos finales de carga de sismo

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

Columnas primer nivel

Mab =	-29,147.37		Mba =	-18,363.26
Mde =	-35,134.39		Med =	-30,337.31
Mgh =	-32,336.06		Mhg =	-24,740.65

Columnas segundo nivel

Mbc =	-10,896.99		Mcb =	-17,361.57
Mef =	-30,722.00		Mfe =	-32,031.55
Mhi =	-19,852.63		Mih =	-21,869.42

Vigas primer nivel

Mbe =	29,306.97		Meb =	22,651.96
Meh =	38,214.98		Mhe =	44,436.07

Vigas segundo nivel

Mcf =	17,685.03		Mfc =	15,166.79
Mfi =	23,583.28		Mif =	21,869.42

## MEMORIA DE CÁLCULO ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MIXCO.

De P.V.	A P.V.	Cotas Terreno		D.H.	Terreno S %	No. Casas		Habitantes a Servir		F.H.		Fqm l/s/hab	Q Diseño (lit/seg)		Diametro (pulgadas)	S% Tubo
		Inicio	Final			Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro		
1	2	100.00	100.01	31.12	-0.03	3	3	18	18	4.39	4.39	0.003	0.24	0.24	6	1.2
6	5	102.22	102.24	20.30	-0.10	2	2	12	12	4.41	4.41	0.003	0.16	0.16	6	1.7
5	4	102.24	102.00	68.33	0.35	7	9	54	54	4.31	4.31	0.003	0.70	0.70	6	0.5
4	2	102.00	100.01	39.91	4.99	4	13	78	78	4.27	4.27	0.003	1.00	1.00	6	4
2	3	100.01	99.81	46.02	0.43	5	18	108	108	4.23	4.23	0.003	1.37	1.37	6	0.3
7	3	102.24	99.81	93.84	2.59	9	9	54	54	4.31	4.31	0.003	0.70	0.70	6	2.6
3	8	99.81	99.59	44.91	0.49	4	13	78	78	4.27	4.27	0.003	1.00	1.00	6	0.4
9	8	102.24	99.59	57.51	4.61	6	6	36	36	4.34	4.34	0.003	0.47	0.47	6	4.7
8	10	99.59	100.29	47.73	-1.47	5	11	66	66	4.29	4.29	0.003	0.85	0.85	6	0.5
12	11	101.98	102.24	44.53	-0.58	4	4	24	24	4.37	4.37	0.003	0.31	0.31	6	1
11	10	102.24	100.29	55.00	3.55	6	10	60	60	4.30	4.30	0.003	0.77	0.77	6	2.3
10	13	100.29	100.30	46.81	-0.02	5	15	90	90	4.26	4.26	0.003	1.15	1.15	6	0.33
14	13A	101.77	99.20	62.21	4.13	6	6	36	36	4.34	4.34	0.003	0.47	0.47	6	4.2
13A	13	99.20	100.30	56.54	-1.95	6	12	72	72	4.28	4.28	0.003	0.92	0.92	6	0.41
13	15	100.30	99.12	52.69	2.24	5	17	102	102	4.24	4.24	0.003	1.30	1.30	6	0.3
15	16	99.12	100.55	15.47	-9.24	2	19	114	114	4.23	4.23	0.003	1.45	1.45	6	0.25
16	17	100.55	99.85	41.62	1.68	4	23	138	138	4.20	4.20	0.003	1.74	1.74	6	0.3
21	19	101.20	99.95	17.57	7.11	2	2	12	12	4.41	4.41	0.003	0.16	0.16	6	7.5
20	19	102.25	99.95	41.64	5.52	4	6	36	36	4.34	4.34	0.003	0.47	0.47	6	6
19	18	99.95	100.25	49.22	-0.61	5	11	66	66	4.29	4.29	0.003	0.85	0.85	6	0.3
18A	18	102.50	100.25	49.09	4.58	5	5	30	30	4.35	4.35	0.003	0.39	0.39	6	5
18	17	100.25	102.06	49.61	-3.65	5	10	60	60	4.30	4.30	0.003	0.77	0.77	6	0.5
17	22	99.85	100.91	19.77	-5.36	2	12	72	72	4.28	4.28	0.003	0.92	0.92	6	0.3
22	23	100.91	98.36	48.53	5.25	5	17	102	102	4.24	4.24	0.003	1.30	1.30	6	1
24	23	98.15	98.36	29.68	-0.71	3	3	18	18	4.39	4.39	0.003	0.24	0.24	6	1
23	25	98.36	97.47	17.45	5.10	2	5	30	30	4.35	4.35	0.003	0.39	2.60	6	4.7
26	25	97.30	97.47	31.96	-0.53	3	3	18	18	4.39	4.39	0.003	0.24	0.24	6	1
25	27	97.47	97.24	11.48	2.00	1	4	24	24	4.37	4.37	0.003	0.31	0.31	6	1
28	27	96.94	97.24	40.62	-0.74	4	4	24	24	4.37	4.37	0.003	0.31	0.31	6	1
27	29	97.24	96.53	27.72	2.56	3	7	42	42	4.33	4.33	0.003	0.55	0.55	6	1
30	29	97.24	96.53	35.25	2.01	4	4	24	24	4.37	4.37	0.003	0.31	0.31	6	2
29	31	96.53	91.20	82.59	6.45	8	12	72	72	4.28	4.28	0.003	0.92	0.92	6	6.45
32	31	92.33	91.20	64.23	1.76	6	6	36	36	4.34	4.34	0.003	0.47	0.47	6	2

## MEMORIA DE CÁLCULO ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MIXCO.

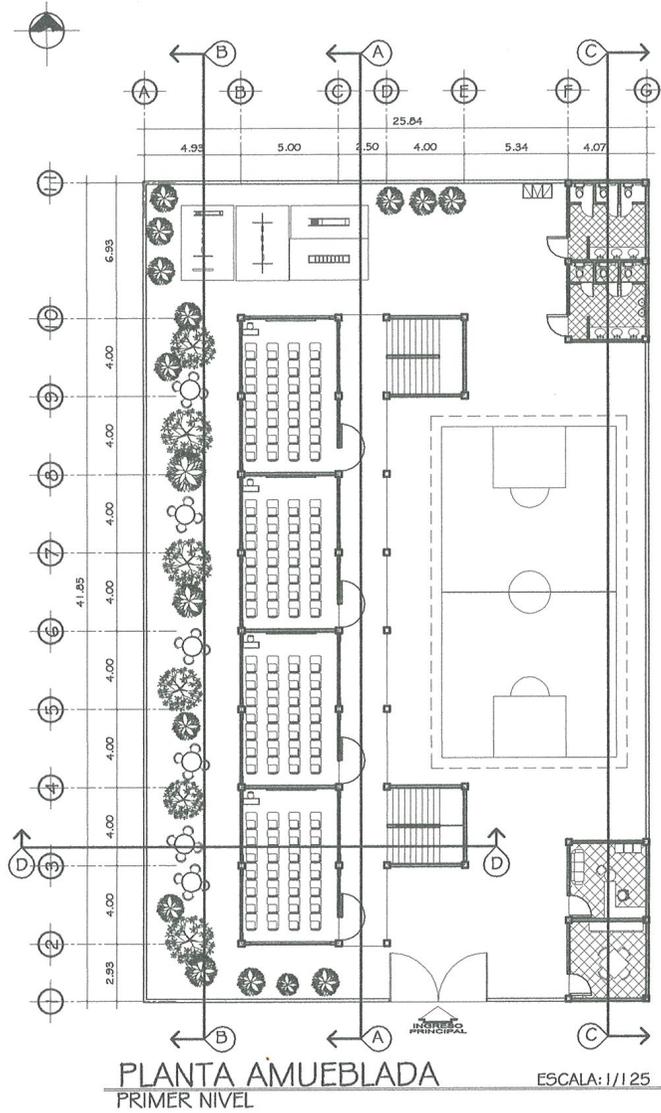
De P.V.	A P.V.	Cotas Terreno		D.H.	Terreno S %	No. Casas		Habitantes a Servir		F.H.		Fqm l/s/hab	Q Diseño (lit/seg)		Diametro (pulgadas)	S% Tubo
		Inicio	Final			Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro		
31	33	91.20	86.10	60.19	8.47	6	6	36	36	4.34	4.34	0.003	0.47	0.47	6	8
34	33	83.90	86.10	65.76	-3.35	7	7	42	42	4.33	4.33	0.003	0.55	0.55	6	0.6
33	35	86.10	82.24	74.46	5.18	7	14	84	84	4.26	4.26	0.003	1.07	1.07	6	4
36	35	82.99	82.24	57.86	1.30	6	6	36	36	4.34	4.34	0.003	0.47	0.47	6	1.3
35	35A	82.24	81.47	56.77	1.36	6	12	72	72	4.28	4.28	0.003	0.92	0.92	6	2
35A	37	81.47	80.70	74.98	1.03	7	19	114	114	4.23	4.23	0.003	1.45	1.45	6	1
38	37	79.88	80.70	42.30	-1.94	4	4	24	24	4.37	4.37	0.003	0.31	0.31	6	1.59
39	37	78.23	80.70	76.69	-3.22	8	8	48	48	4.32	4.32	0.003	0.62	0.62	6	0.5
37	40	80.70	76.26	81.72	5.43	8	16	96	96	4.25	4.25	0.003	1.22	1.22	6	3.6
40	41	76.26	73.24	57.05	5.29	6	22	132	132	4.21	4.21	0.003	1.67	1.67	6	5.5
41	42	73.24	72.40	13.48	6.23	1	23	138	138	4.20	4.20	0.003	1.74	1.74	6	5.5
42	43	72.40	72.24	29.19	0.55	3	26	156	156	4.19	4.19	0.003	1.96	1.96	6	3
43	45	72.24	72.24	8.61	0.00	1	27	162	162	4.18	4.18	0.003	2.03	2.03	6	0.75
46	45	73.25	72.24	45.89	2.20	5	5	30	30	4.35	4.35	0.003	0.39	0.39	6	2.5
45	47	72.24	72.09	54.64	0.27	5	10	60	60	4.30	4.30	0.003	0.77	0.77	6	1
47	48	72.09	71.80	9.17	3.16	1	15	90	90	4.26	4.26	0.003	1.15	1.15	6	0.9
48	49	71.80	71.35	7.86	5.73	1	16	96	96	4.25	4.25	0.003	1.22	1.22	6	0.9
49	50	71.35	65.98	71.42	7.52	7	23	138	138	4.20	4.20	0.003	1.74	1.74	6	7.5
51	50	64.70	65.98	66.67	-1.92	7	7	42	42	4.33	4.33	0.003	0.55	0.55	6	0.7
50	52	65.98	64.95	37.69	2.73	4	11	66	66	4.29	4.29	0.003	0.85	0.85	6	0.5
54	53	62.00	62.24	29.24	-0.82	3	14	84	84	4.26	4.26	0.003	1.07	1.07	6	1
53	52	62.24	62.24	84.77	0.00	8	22	132	132	4.21	4.21	0.003	1.67	1.67	6	0.3
52	55	64.95	62.67	38.74	5.89	4	26	156	156	4.19	4.19	0.003	1.96	1.96	6	6
58	57	59.58	60.52	33.75	-2.79	3	3	18	18	4.39	4.39	0.003	0.24	2.60	6	1
57	56	60.52	60.36	38.79	0.41	4	7	42	42	4.33	4.33	0.003	0.55	0.55	6	1
56	55	60.36	60.67	50.81	-0.61	5	12	72	72	4.28	4.28	0.003	0.92	0.92	6	0.3
55	59	60.67	57.05	54.70	6.62	5	17	102	102	4.24	4.24	0.003	1.30	1.30	6	3.5
60	59	56.43	57.05	23.76	-2.61	2	2	12	12	4.41	4.41	0.003	0.16	0.16	6	1.5
59	61	57.05	57.91	9.70	-8.87	1	3	18	18	4.39	4.39	0.003	0.24	0.24	6	1
62	61	56.34	57.91	53.43	-2.94	5	5	30	30	4.35	4.35	0.003	0.39	0.39	6	1.5
61	63	55.75	53.00	30.29	9.08	3	8	48	48	4.32	4.32	0.003	0.62	0.62	6	9
63	64	53.00	52.24	28.38	2.68	3	11	66	66	4.29	4.29	0.003	0.85	0.85	6	2.6

# MEMORIA DE CÁLCULO ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MIXCO.

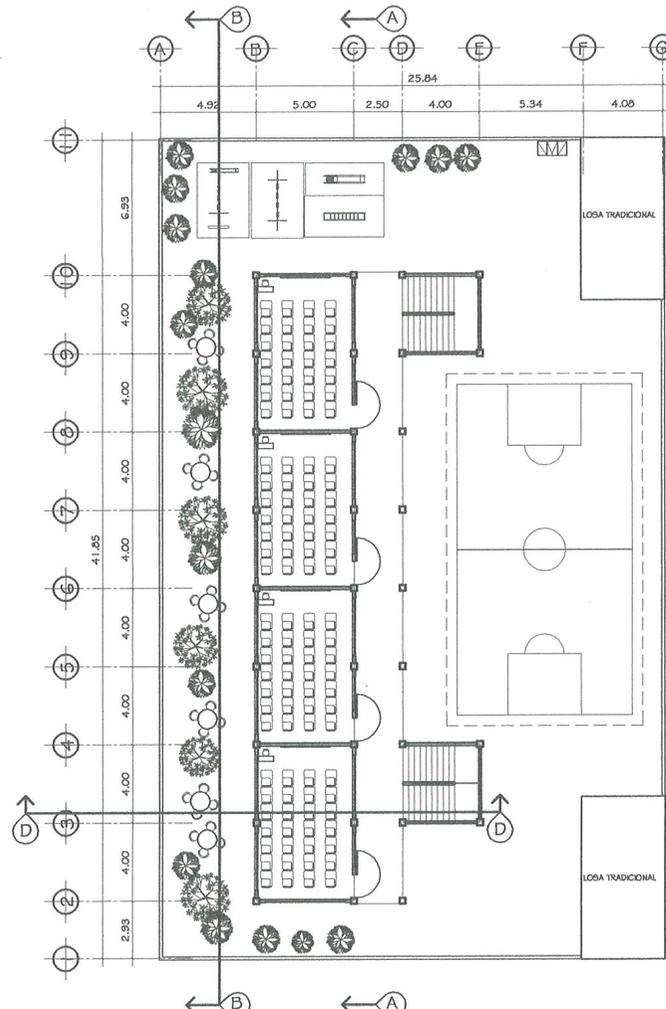
De P.V.	A P.V.	Sec. Llena		Rel q/Q		Rel v/V		Vel		Rel d/D		Cota Invert		Profundidad del Pozo	
		Vel. (m/s)	Q (l/s)	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Inicio	Final	Inicio	Final
1	2	1.24	22.62	0.010469467	0.040455408	0.32	0.484	0.40	0.6	0.07	0.1	99.00	98.63	1.00	1.38
6	5	1.48	26.93	0.005891196	0.022861257	0.273	0.408	0.40	0.6	0.06	0.1	101.22	100.87	1.00	1.37
5	4	0.80	14.60	0.047785971	0.181708971	0.511	0.747	0.41	0.6	0.15	0.3	100.84	100.50	1.40	1.50
4	2	2.26	41.31	0.024198335	0.091355018	0.414	0.624	0.94	1.4	0.11	0.2	100.47	98.88	1.53	1.13
2	3	0.62	11.31	0.121276111	0.454529198	0.676	0.973	0.42	0.6	0.24	0.5	98.60	98.46	1.41	1.35
7	3	1.83	33.30	0.020955534	0.079684655	0.401	0.596	0.73	1.1	0.10	0.2	101.24	98.80	1.00	1.01
3	8	0.72	13.06	0.076521853	0.288889933	0.587	0.856	0.42	0.6	0.19	0.4	98.43	98.25	1.38	1.34
9	8	2.45	44.78	0.010471915	0.040092025	0.32	0.484	0.79	1.2	0.07	0.1	101.24	98.54	1.00	1.05
8	10	0.80	14.60	0.058146693	0.22026693	0.538	0.79	0.43	0.6	0.16	0.3	98.22	97.98	1.37	2.31
12	11	1.13	20.65	0.015232663	0.058654794	0.361	0.538	0.41	0.6	0.09	0.2	100.98	100.53	1.00	1.71
11	10	1.72	31.32	0.024699626	0.093737956	0.42	0.624	0.72	1.1	0.11	0.2	100.50	99.24	1.74	1.06
10	13	0.65	11.86	0.096850315	0.364506509	0.633	0.913	0.41	0.6	0.21	0.4	97.95	97.80	2.34	2.50
14	13A	2.32	42.33	0.011077721	0.042411367	0.327	0.495	0.76	1.1	0.07	0.1	100.77	98.16	1.00	1.04
13A	13	0.72	13.22	0.069905997	0.264351097	0.568	0.843	0.41	0.6	0.18	0.4	98.13	97.90	1.07	2.40
13	15	0.62	11.31	0.114726091	0.430558074	0.659	0.955	0.41	0.6	0.23	0.5	97.77	97.61	2.53	1.51
15	16	0.57	10.33	0.140009575	0.524060653	0.702	1.009	0.40	0.6	0.25	0.5	97.58	97.54	1.54	3.01
16	17	0.62	11.31	0.153803673	0.572945247	0.716	1.029	0.4	0.6	0.3	0.5	97.51	97.39	3.04	2.46
21	19	3.10	56.56	0.00280477	0.010884135	0.212	0.327	0.7	1.0	0.0	0.1	100.20	98.88	1.00	1.07
20	19	2.77	50.59	0.009268286	0.035483896	0.312	0.468	0.9	1.3	0.1	0.1	101.25	98.75	1.00	1.20
19	18	0.62	11.31	0.075067058	0.284363384	0.587	0.856	0.4	0.5	0.2	0.4	98.72	98.57	1.23	1.68
18A	18	2.53	46.18	0.008486545	0.032579048	0.305	0.456	0.8	1.2	0.1	0.1	101.50	99.05	1.00	1.20
18	17	0.80	14.60	0.052974796	0.201045519	0.528	0.776	0.4	0.6	0.2	0.3	98.54	98.30	1.71	3.76
17	22	0.62	11.31	0.08172327	0.30903838	0.596	0.879	0.4	0.5	0.2	0.4	97.36	97.30	2.49	3.61
22	23	1.13	20.65	0.062838068	0.235826369	0.548	0.817	0.6	0.9	0.2	0.3	97.27	96.78	3.64	1.58
24	23	1.13	20.65	0.011468727	0.044316679	0.334	0.501	0.4	0.6	0.1	0.1	97.15	96.85	1.00	1.51
23	25	2.45	44.78	0.008753203	0.058067888	0.305	0.538	0.7	1.3	0.1	0.2	96.75	95.93	1.61	1.54
26	25	1.13	20.65	0.011468727	0.044316679	0.334	0.501	0.4	0.6	0.1	0.1	96.30	95.98	1.00	1.49
25	27	1.13	20.65	0.015232663	0.058654794	0.361	0.538	0.4	0.6	0.1	0.2	95.90	95.79	1.57	1.45
28	27	1.13	20.65	0.015232663	0.058654794	0.361	0.538	0.4	0.6	0.1	0.2	95.94	95.53	1.00	1.71
27	29	1.13	20.65	0.026412632	0.100873537	0.426	0.633	0.5	0.7	0.1	0.2	95.49	95.21	1.75	1.32
30	29	1.60	29.21	0.010771119	0.041475203	0.327	0.49	0.5	0.8	0.1	0.1	96.24	95.54	1.00	1.00
29	31	2.88	52.45	0.017624894	0.066648931	0.375	0.56	1.1	1.6	0.1	0.2	95.18	89.86	1.35	1.34
32	31	1.60	29.21	0.016053142	0.06145991	0.368	0.548	0.6	0.9	0.1	0.2	91.33	90.05	1.00	1.15

## MEMORIA DE CÁLCULO ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MIXCO.

De P.V.	A P.V.	Sec. Llena		Rel q/Q		Rel v/V		Vel		Rel d/D		Cota Invert		Profundidad del Pozo	
		Vel. (m/s)	Q (l/s)	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Inicio	Final	Inicio	Final
31	33														
34	33	0.88	16.00	0.0341	0.1302	0.463	0.684	0.41	0.6	0.13	0.2	82.90	82.51	1.00	3.59
33	35	2.26	41.31	0.0260	0.0980	0.426	0.633	0.96	1.4	0.11	0.2	84.22	81.24	1.88	1.00
36	35	1.29	23.55	0.0199	0.0762	0.393	0.587	0.51	0.8	0.10	0.2	81.99	81.24	1.00	1.00
35	35A	1.60	29.21	0.0317	0.1197	0.45	0.669	0.72	1.1	0.12	0.2	81.21	80.08	1.03	1.39
35A	37	1.13	20.65	0.0700	0.2620	0.568	0.83	0.64	0.9	0.18	0.3	80.05	79.30	1.42	1.40
38	37	1.43	26.04	0.0121	0.0465	0.334	0.507	0.48	0.7	0.08	0.1	78.88	78.21	1.00	2.49
39	37	0.80	14.60	0.0426	0.1622	0.495	0.73	0.40	0.6	0.14	0.3	77.23	76.85	1.00	3.85
37	40	2.15	39.19	0.0312	0.1173	0.45	0.669	0.97	1.4	0.12	0.2	78.18	75.24	2.52	1.02
40	41	2.66	48.44	0.0344	0.1283	0.463	0.684	1.23	1.8	0.13	0.2	75.21	72.07	1.05	1.17
41	42	2.66	48.44	0.0359	0.1338	0.468	0.692	1.24	1.8	0.13	0.2	72.04	71.30	1.20	1.10
42	43	1.96	35.77	0.0548	0.2033	0.533	0.776	1.05	1.5	0.16	0.3	71.27	70.39	1.13	1.85
43	45	0.98	17.89	0.1136	0.4213	0.659	0.955	0.65	0.9	0.23	0.5	70.36	70.30	1.88	1.94
46	45	1.79	32.66	0.0120	0.0461	0.334	0.507	0.60	0.9	0.08	0.1	72.25	71.10	1.00	1.14
45	47	1.13	20.65	0.0375	0.1422	0.473	0.702	0.5	0.8	0.1	0.3	70.27	69.72	1.97	2.37
47	48	1.07	19.59	0.0586	0.2207	0.538	0.79	0.6	0.8	0.2	0.3	69.69	69.61	2.40	2.19
48	49	1.07	19.59	0.0624	0.2347	0.548	0.804	0.6	0.9	0.2	0.3	69.58	69.51	2.22	1.84
49	50	3.10	56.56	0.0308	0.1146	0.45	0.659	1.4	2.0	0.1	0.2	69.48	64.12	1.87	1.86
51	50	0.95	17.28	0.0316	0.1206	0.45	0.669	0.4	0.6	0.1	0.2	63.70	63.23	1.00	2.75
50	52	0.80	14.60	0.0581	0.2203	0.538	0.79	0.4	0.6	0.2	0.3	63.20	63.01	2.78	1.94
54	53	1.13	20.65	0.0520	0.1961	0.522	0.776	0.6	0.9	0.2	0.3	61.00	60.71	1.00	1.53
53	52	0.62	11.31	0.1473	0.5494	0.702	1.016	0.4	0.6	0.3	0.5	60.68	60.42	1.56	1.82
52	55	2.77	50.59	0.0387	0.1438	0.479	0.702	1.3	1.9	0.1	0.3	62.98	60.66	1.97	2.01
58	57	1.13	20.65	0.0115	0.1259	0.334	0.676	0.4	0.8	0.1	0.2	58.58	58.24	1.00	2.28
57	56	1.13	20.65	0.0264	0.1009	0.426	0.633	0.5	0.7	0.1	0.2	58.21	57.82	2.31	2.54
56	55	0.62	11.31	0.0817	0.3090	0.596	0.879	0.4	0.5	0.2	0.4	57.79	57.64	2.57	3.03
55	59	2.12	38.64	0.0336	0.1261	0.463	0.676	1.0	1.4	0.1	0.2	57.61	55.70	3.06	1.35
60	59	1.39	25.29	0.0063	0.0243	0.273	0.42	0.4	0.6	0.1	0.1	55.43	55.07	1.00	1.98
59	61	1.13	20.65	0.0115	0.0443	0.334	0.501	0.4	0.6	0.1	0.1	55.04	54.95	2.01	2.96
62	61	1.39	25.29	0.0155	0.0595	0.361	0.548	0.5	0.8	0.1	0.2	55.34	54.54	1.00	3.37
61	63	3.40	61.96	0.0100	0.0382	0.32	0.479	1.1	1.6	0.1	0.1	54.50	51.77	1.25	1.23
63	64	1.83	33.30	0.0255	0.0966	0.42	0.624	0.8	1.1	0.1	0.2	51.74	51.01	1.26	1.23



PLANTA AMUEBLADA  
PRIMER NIVEL  
ESCALA: 1/125



PLANTA AMUEBLADA  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA: 1/125

ESPECIFICACIONES GENERALES:

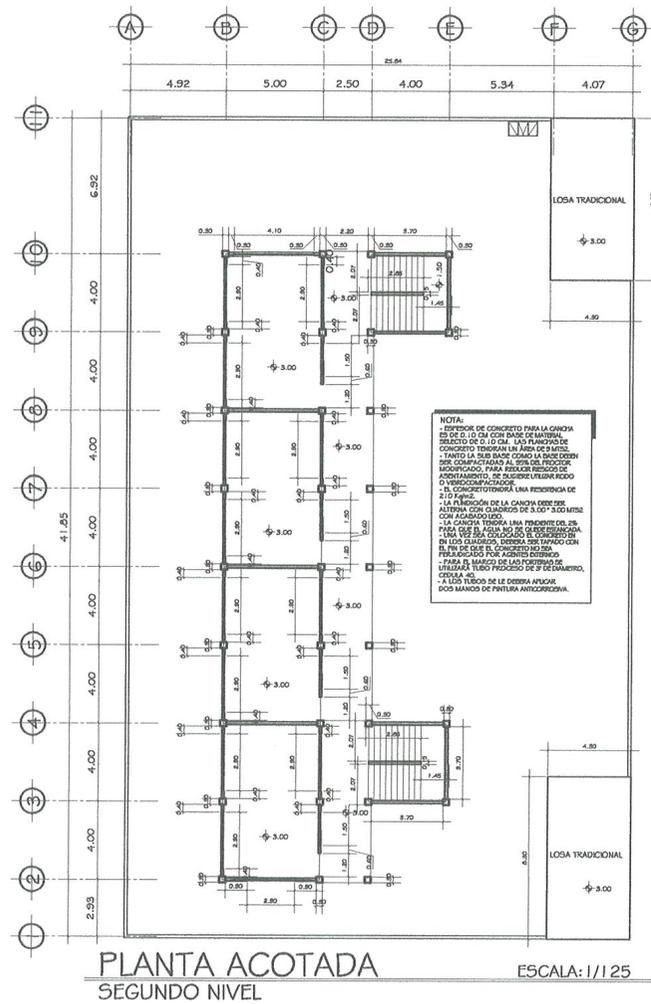
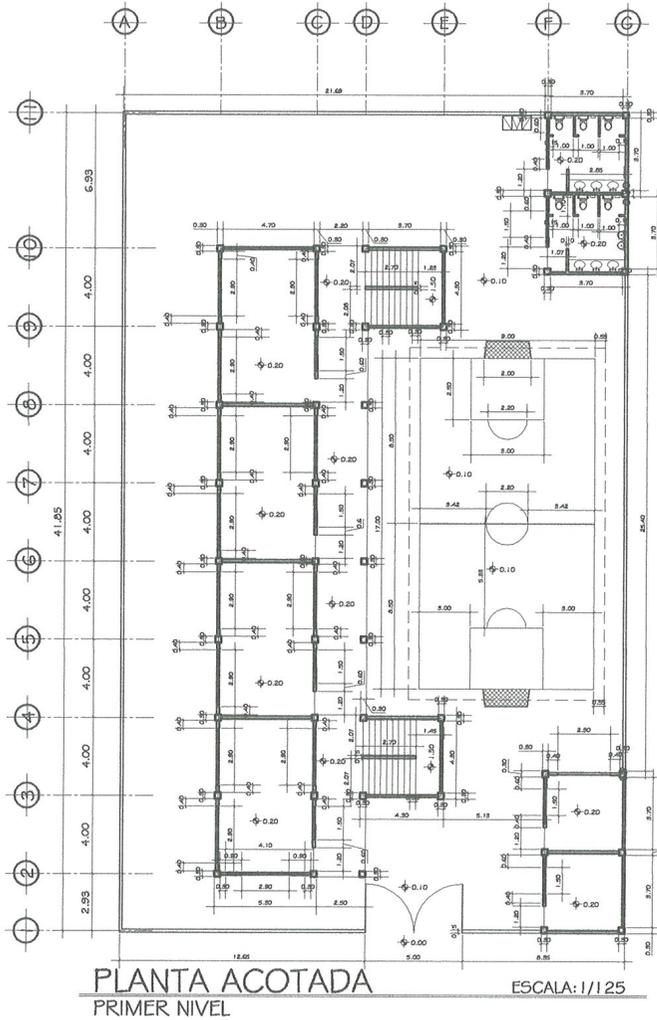
1. El acero deberá tener un fy = 2800 Kg/cm<sup>2</sup> grado 40
2. El concreto deberá tener un f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>
3. Relación de agua / cemento máxima permisible 29.3 Lts. / saco de cemento
4. El agregado grueso, (piedrín) deberá tener diámetro mínimo de 1/2" y un máximo de 1 1/2"
5. Proportcionamiento por M<sup>3</sup>, de concreto = 0.44 M<sup>3</sup> de arena de río 0.88 M<sup>3</sup> piedrín (3000 psi)
6. La tubería para agua pluvial es de 125 PSI con Ø 4"
7. Proporción 1:2 (1 de cemento, + 2 de arena de río)
8. El agua a usarse será libre de acides
9. El cemento a usarse será tipo portland, conforme a la norma C - 159 de la norma ASTM
10. El arena a usarse sera de río
11. El valor soporte del suelo es de 30Ton/m<sup>3</sup>
12. el peso específico del suelo es de 1.4 Ton/m<sup>3</sup>
13. El peso del concreto es de 2400 Kg/m<sup>2</sup>
14. El recubrimiento para vigas es de 0.04Mts
15. El recubrimiento para columnas es de 0.03Mts
16. El recubrimiento para losas es de 0.025Mts
17. El recubrimiento para ciñentos es de 0.075Mts
18. El block a usar sera de 35Kg
19. La lamina para puertas es calibre 1/16"
20. La tubería para agua potable es de 250 Psi con Ø 3/4"
21. La tubería de drenaje tendrá como mínimo 2% de pendiente
22. La tubería de drenaje es de 160 PSI con Ø 3"



Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROYECTO: DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA  
COLONIA PRIMERO DE MAYO, MIXCO, GUATEMALA

TOPOGRAFIA	DESCRIPCION:	HOJA
ARREGLAMIENTO DE MIXCO	PLANTA AMUEBLADA	1
DISEÑO Y CALCULO	PRIMER NIVEL, Y SEGUNDO NIVEL	
EDWIN JOSE ESPINA SANDOVAL		
DIBUJO:		
EDWIN JOSE ESPINA SANDOVAL		
FECHA:		
JULIO, 2010		
ESCALA:		
INDICADA	Espeleto EDWIN JOSE ESPINA S. Asesor Ing. LUIS ALBERTO ALFARO V.	



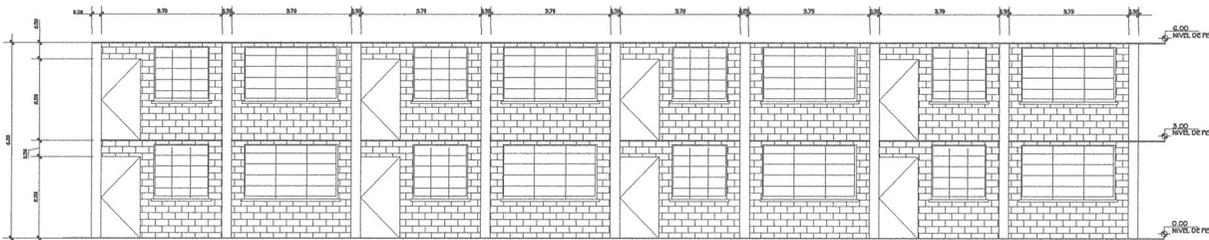


Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROYECTO: DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA  
COLONIA PRIMERO DE MAYO, MIXCO, GUATEMALA.

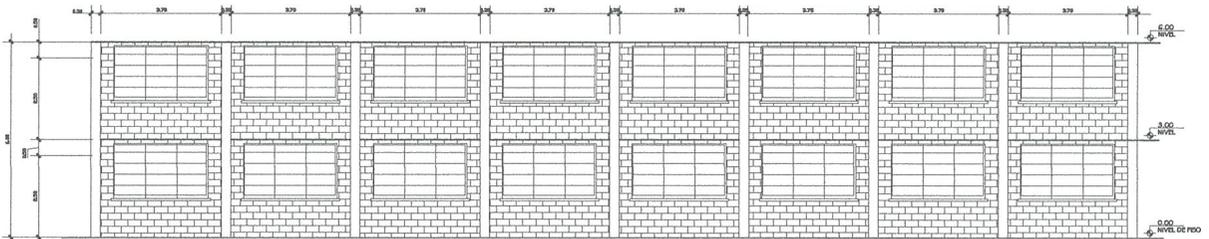
TOPOGRAFIA: MICO.  
DISEÑO Y CALCULO: EDWIN JOSUE ESPINA SANDOVAL.  
DISEÑO: EDWIN JOSUE ESPINA SANDOVAL.  
FECHA: JUNIO, 2010.  
ESCALA: INDICADA.

CONTIENE:  
**PLANTA ACOTADA**  
**PRIMER NIVEL, Y SEGUNDO NIVEL**  
Español EDWIN JOSUE ESPINA S.  
Español LUIS GREGORIO ALVARO V.

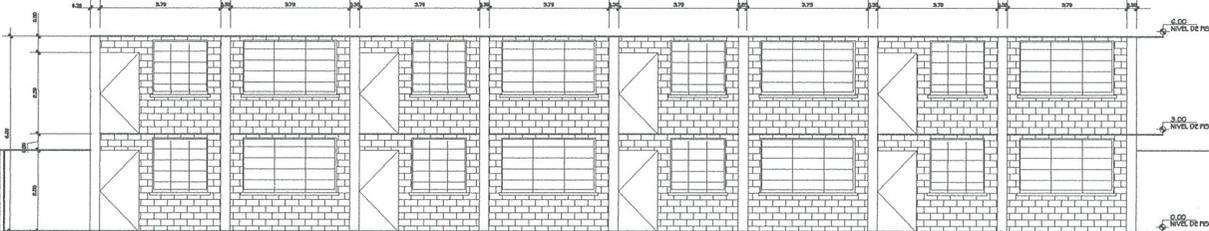




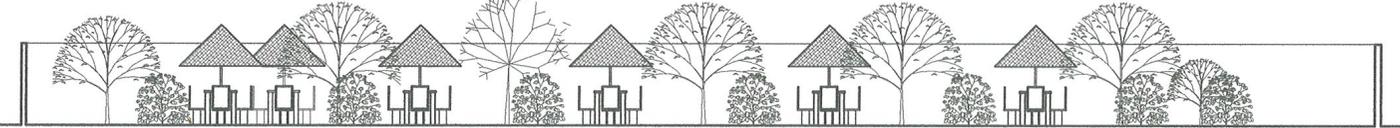
FACHADA FRONTAL  
PRIMER NIVEL ESCALA: 1/75



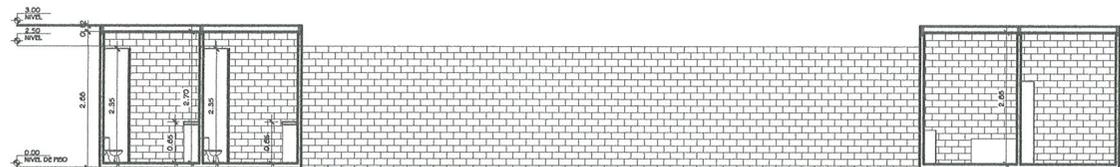
FACHADA POSTERIOR  
PRIMER NIVEL ESCALA: 1/75



SECCION A-A  
PRIMER NIVEL ESCALA: 1/75



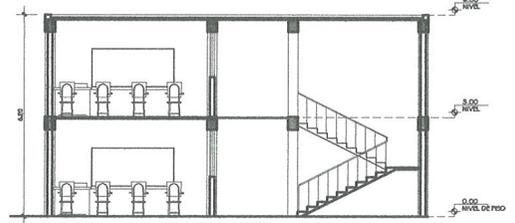
CORTE SECCIÓN B-B  
PRIMER NIVEL ESCALA: 1/75



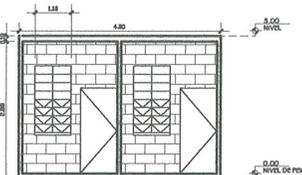
CORTE SECCIÓN C-C ESCALA: 1/50



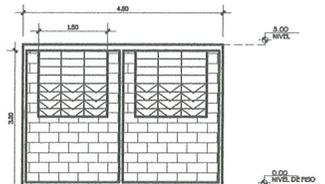
FACHADA FRONTAL ESCALA: 1/75



CORTE SECCIÓN D-D  
PRIMER NIVEL ESCALA: 1/75



FACHADA FRONTAL  
ESCALA: 1/50



FACHADA LATERAL  
ESCALA: 1/50

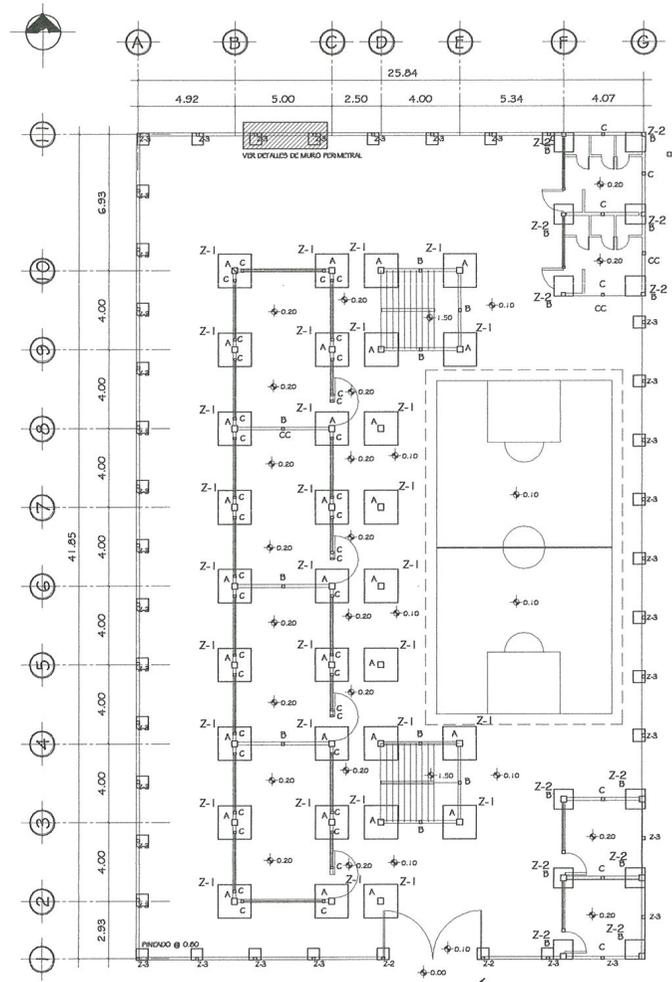


Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROYECTO: DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA  
COLONIA PRIMERO DE MAIO, MICO, GUATEMALA

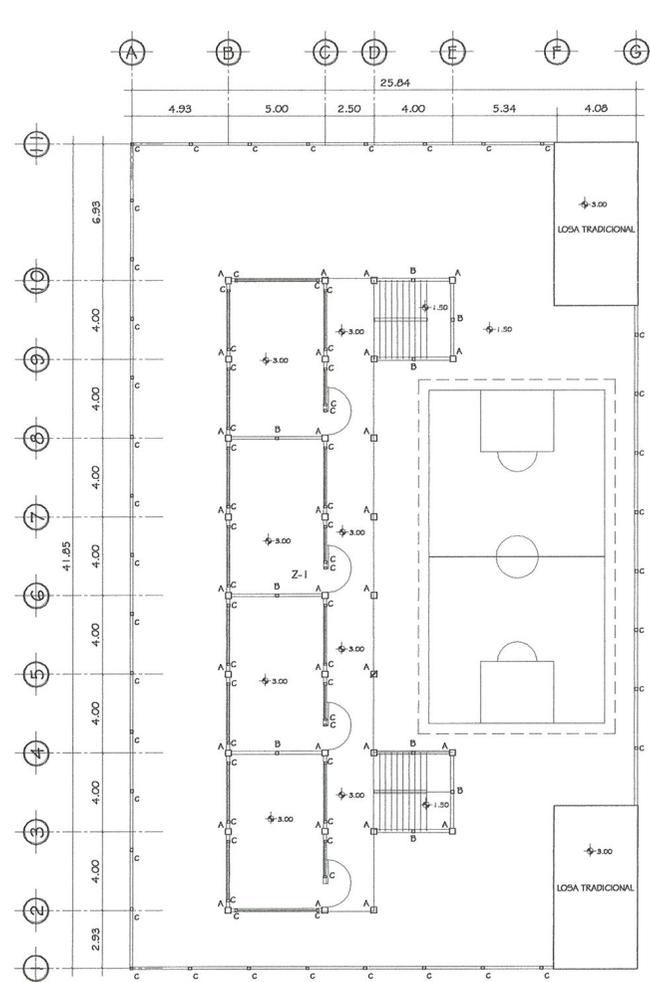
TOPOGRAFIA  
RECONOCIMIENTO DE MICO.  
DISEÑO Y CALCULO  
EDWIN JOSUE ESPINA SANDOVAL  
DIBUJO:  
EDWIN JOSUE ESPINA SANDOVAL  
FECHA:  
JULIO, 2010  
ESCALA:  
INDICADA

CONTIENE:  
FACHADAS + CORTES  
ASESORIA SUPERVISOR  
Unidad de Proyecto de Edificación  
3  
Especialista EDWIN JOSUE ESPINA S.  
Autor Ing. LOPE ALEJANDRO ALVARO V.

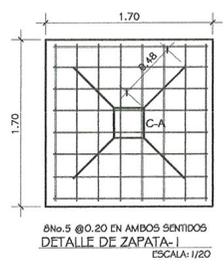




PLANTA DE CIMENTACIÓN PRIMER NIVEL ESCALA: 1/125



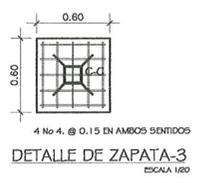
PLANTA DE CIMENTACIÓN SEGUNDO NIVEL ESCALA: 1/125



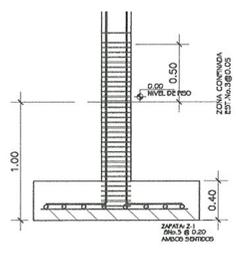
8 No. 5 @ 0.20 EN AMBOS SENTIDOS  
DETALLE DE ZAPATA-1  
ESCALA: 1/20



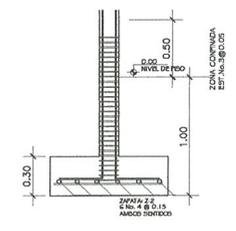
8 No. 4 @ 0.20 EN AMBOS SENTIDOS  
DETALLE DE ZAPATA-2  
ESCALA: 1/20



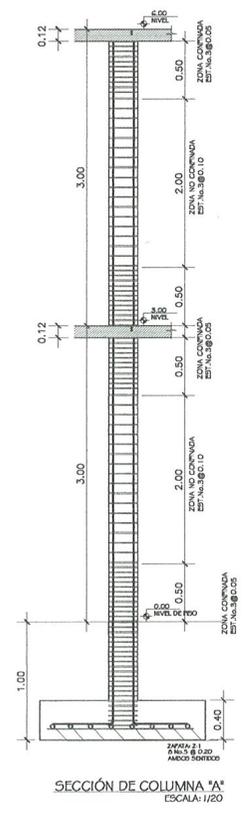
4 No. 4 @ 0.15 EN AMBOS SENTIDOS  
DETALLE DE ZAPATA-3  
ESCALA: 1/20



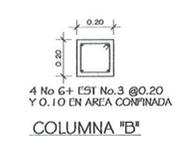
SECCIÓN DE ZAPATA TIPO "Z-1"  
ESCALA: 1/20



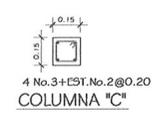
SECCIÓN DE ZAPATA TIPO "Z-2"  
ESCALA: 1/20



SECCIÓN DE COLUMNA "A"  
ESCALA: 1/20



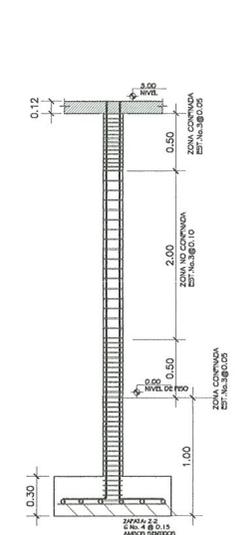
COLUMNA "B"



COLUMNA "C"



COLUMNA "D"



SECCIÓN DE COLUMNA "B"  
ESCALA: 1/20

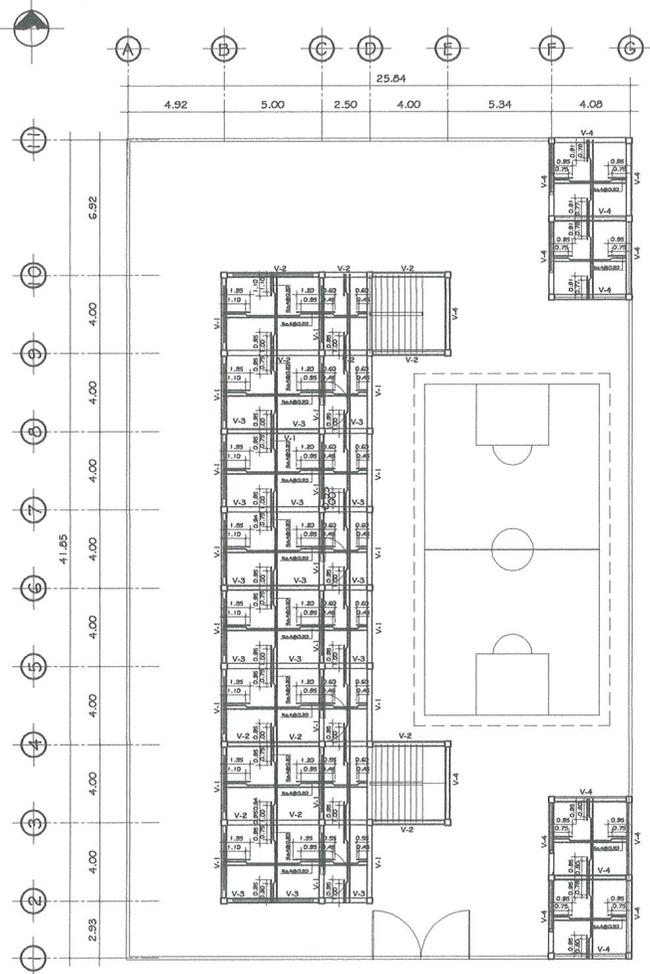
DETALLE DE COLUMNAS ESCALA: 1/20



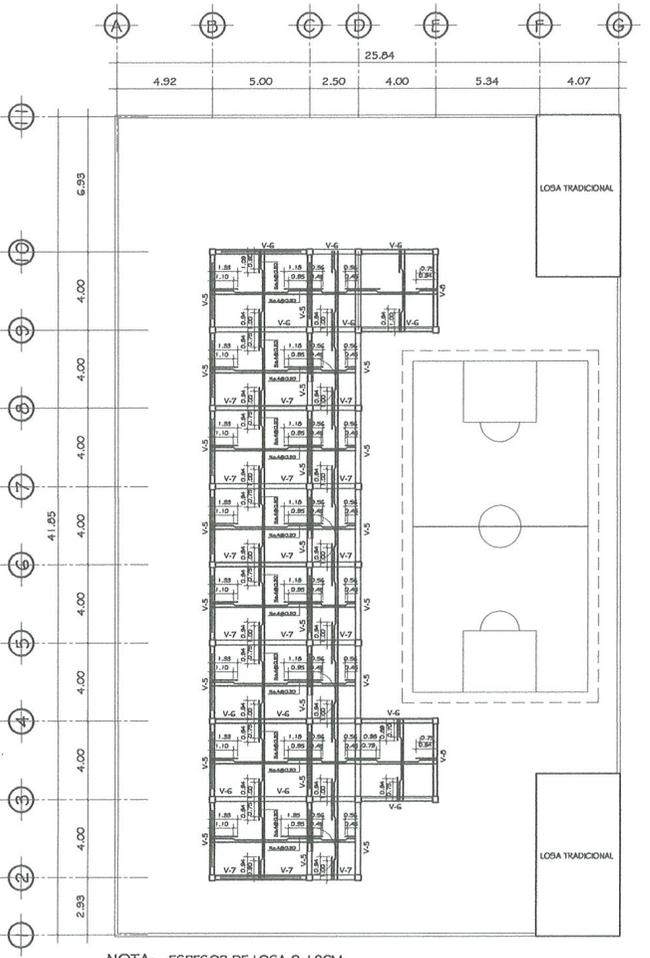
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROYECTO: DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA  
COLONIA PRIMERO DE MAYO, MIXCO, GUATEMALA

TOPOGRAFIA  
MANIFIESTACION DE MIEDO  
DISEÑO Y CALCULO  
DISEÑO: EDWIN JOSE ESPINA SANDOVAL  
DISEÑO: EDWIN JOSE ESPINA SANDOVAL  
FECHA: JULIO, 2010  
ESCALA: INDICADA

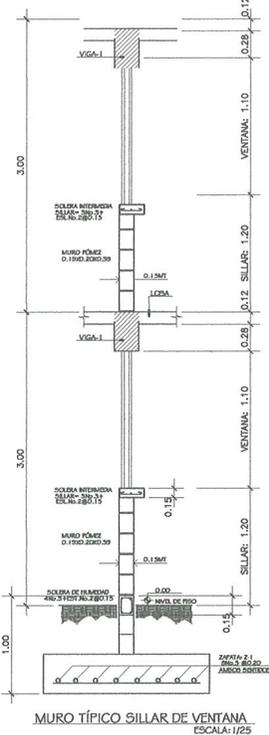
CONTIENE:  
PLANTA DE CIMENTACIÓN Y  
COLUMNAS, PRIMER NIVEL Y  
SEGUNDO NIVEL  
ASESOR(A)-SUPERVISOR(AS)  
Unidad de Prácticas de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil  
Asesor Ing. LUIS GREGORIO ALFARO V.



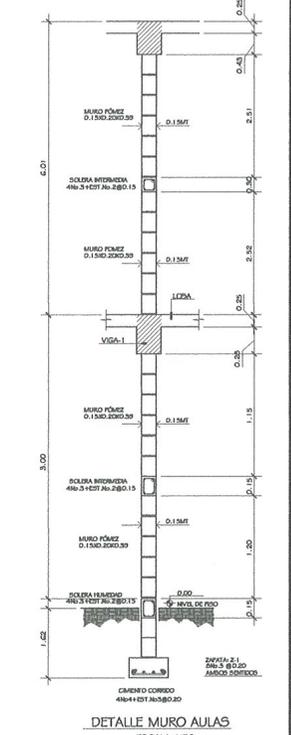
PLANTA ARMADO DE LOSA PRIMER NIVEL ESCALA: 1/125



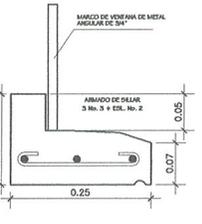
PLANTA ARMADO DE LOSA SEGUNDO NIVEL ESCALA: 1/125



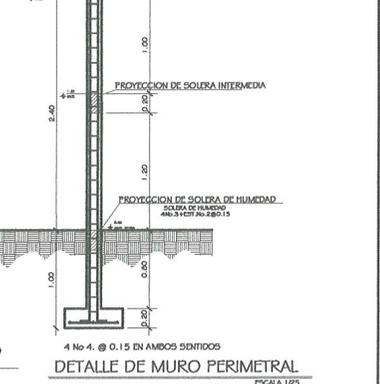
MURO TÍPICO SILLAR DE VENTANA ESCALA: 1/25



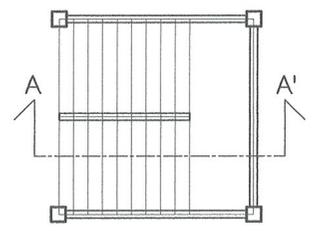
DETALLE MURO AULAS ESCALA: 1/50



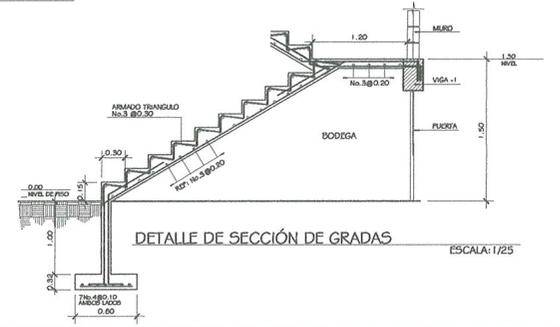
DETALLE SILLAR ESCALA: 1/50



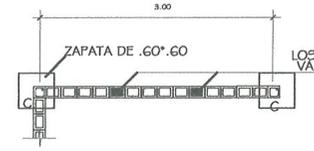
DETALLE DE MURO PERIMETRAL ESCALA: 1/25



SECCIÓN DE GRADAS ESCALA: 1/50



DETALLE DE SECCIÓN DE GRADAS ESCALA: 1/25



DETALLE DE MURO PERIMETRAL ESCALA: 1/50

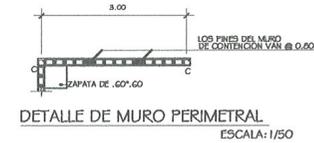
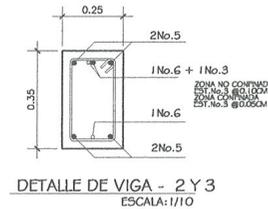
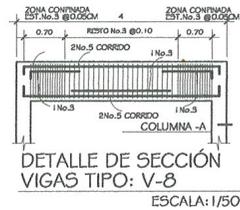
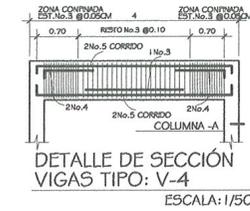
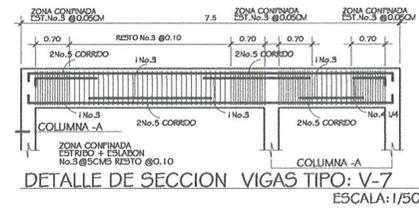
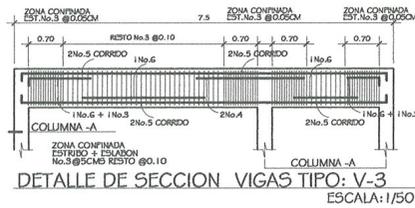
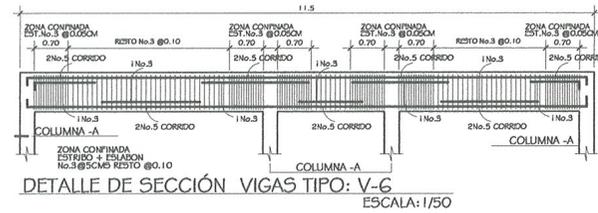
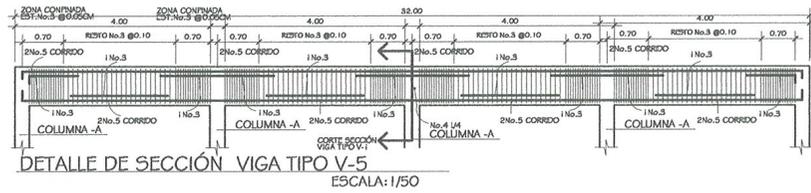
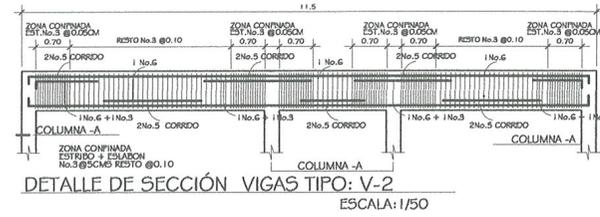
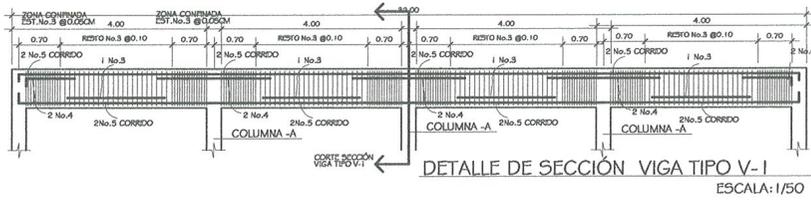


Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROYECTO: DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA  
COLONIA PRIMERO DE MAYO, MIXCO, GUATEMALA.

TOPOGRAFIA  
INGENIERIA DE MINAS  
DISEÑO Y CALCULO  
EDWIN JOSUE ESPINA SANDOVAL  
DIBUJO:  
EDWIN JOSUE ESPINA SANDOVAL  
FECHA:  
JULIO, 2010  
ESCALA:  
INEXCADADA

CONTIENE:  
PLANTA DE ARMADO DE LOSA  
PRIMER NIVEL Y SEGUNDO NIVEL  
Especialista EDWIN JOSUE ESPINA S.



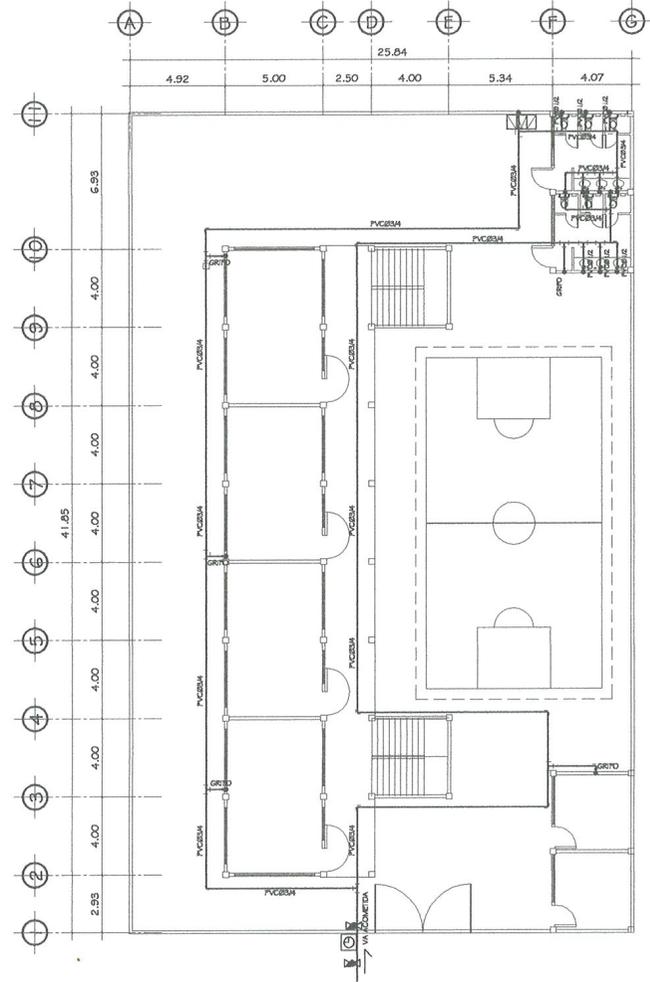


Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROYECTO: DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA COLONIA PRIMERO DE MAYO, MIXCO, GUATEMALA.

TOPOGRAFIA  
MUNICIPALIDAD DE MIXCO.  
DISEÑO Y CALCULO  
EDWIN JOSUE ESPINA BIVENDON.  
DIBUJO:  
EDWIN JOSUE ESPINA BIVENDON.  
FECHA:  
JULIO, 2010  
ESCALA:  
INDICADA

CONTIENE:  
DETALLE DE VIGAS  
PRIMER NIVEL Y SEGUNDO NIVEL





**PLANTA DE AGUA POTABLE** ESCALA: 1/125  
PRIMER NIVEL

**SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS**

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TEE DE PVC		CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA DE $\phi$ 3/4" A $\phi$ 1/2"
	CODO PVC 90° PLANTA		VÁLVULA DE RETENCIÓN O CHEQUE
	CODO PVC 90° PERFIL		VÁLVULA DE GLOBO
	GRIFO		TUBO PVC $\phi$ 3/4" O INDICADO
	REDUCTOR PVC DE $\phi$ 3/4" A $\phi$ 1/2"		TUBO PVC $\phi$ 3/4" O INDICADO
	VÁLVULA DE PASO		

**LISTADO DE MATERIALES**

1. 1 contador
2. 1 válvula de chequeas 3/4"
3. 1 válvula de globo
4. 14 grifos 1/2"
5. 6 levanamos
6. 1 miltlorio
7. 6 rotulas
8. 20 TEE PVC 3/4"
9. 15 codos PVC a 90 grados
10. 20 replicadores PVC de 3/4 a 1/2"
11. 30 tubos PVC 250 Pol 3/4"
12. 8 contrallaves

**NOTA:**  
TODOS LOS ARTEFACTOS SANITARIOS DEBEN TENER CONTRALLAVE PARA MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA.



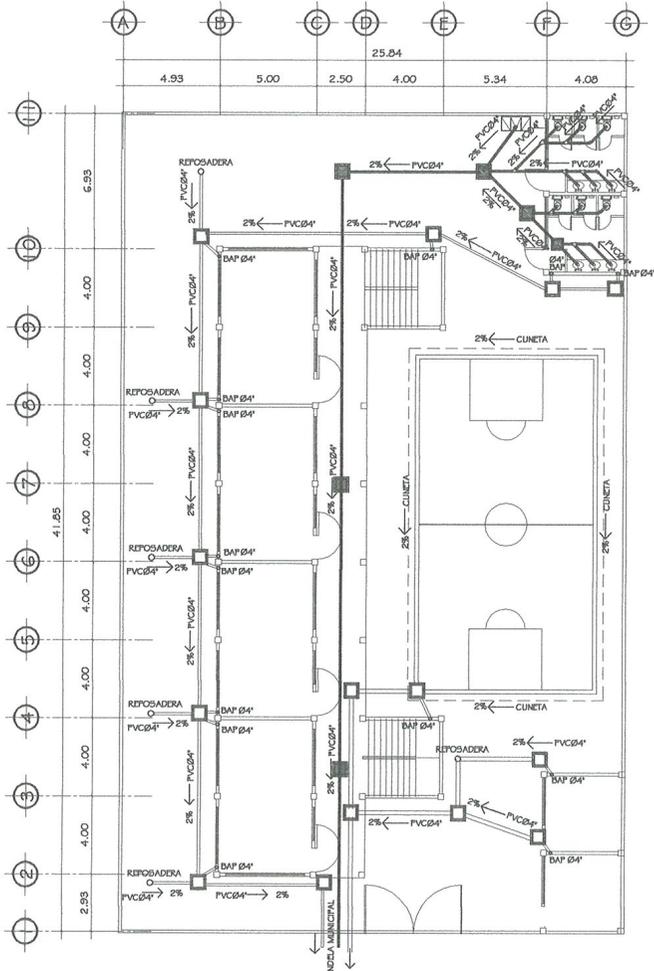
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA COLONIA PRIMERO DE MAYO, MIXCO, QUATEMALA.

TOPOGRAFIA: MUNICIPALIDAD DE MIXCO  
DISEÑO Y CALCULO: EDWIN JOSUE ESPINA SANDOVAL  
DIBUJO: EDWIN JOSUE ESPINA SANDOVAL  
FECHA: JULIO, 2010  
ESCALA: INDICADA

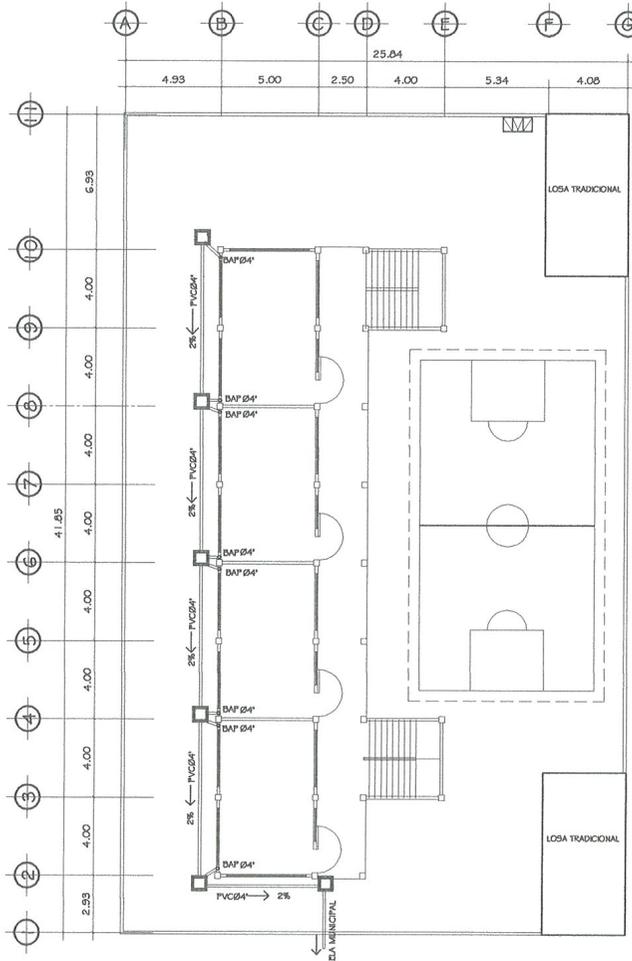
CONTIENE:  
**PLANTA DE AGUA POTABLE**

Asesorado por: **ING. LUIS GREGORIO ALFARO V.**  
Asesorado por: **ING. LUIS GREGORIO ALFARO V.**



**PLANTA DE DRENAJES**  
PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/125



**PLANTA DE DRENAJES**  
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/125

SIMBOLOGÍA DE DRENAJES			
	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE		PENDIENTE DE TECHOS AGUA PLUVIAL
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		TUBO DE DRENAJE AGUA PLUVIAL
	TUBO DE DRENAJE AGUAS NEGRAS		INDICACIÓN DE CONTINUIDAD DE LA TUBERÍA
	CODO 90° ELEVACION		TEE
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL		BAJADA DE AGUA PLUVIAL

### LISTADO DE MATERIALES

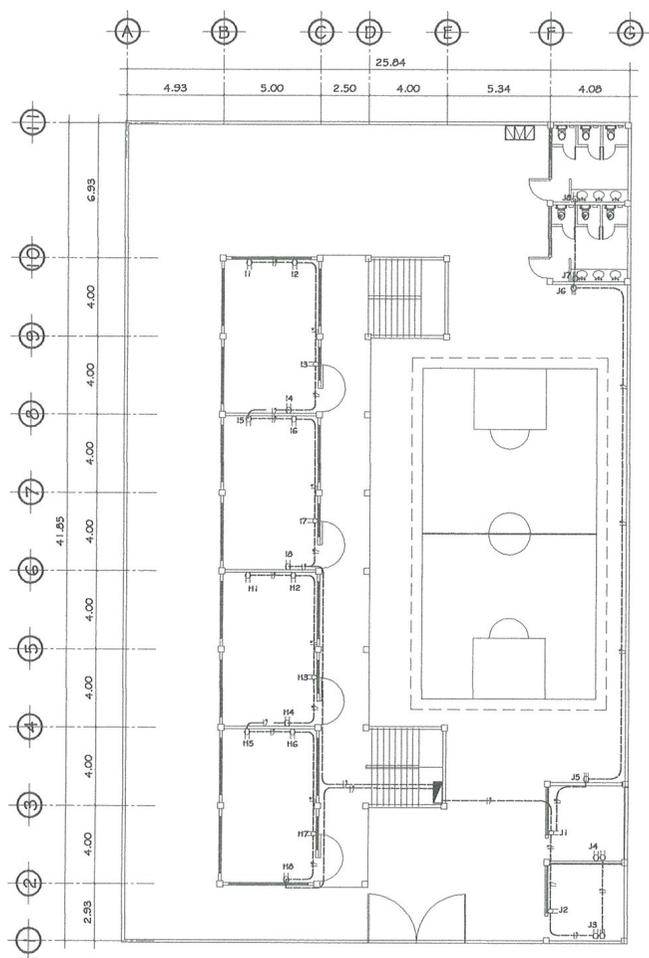
- 5 codos PVC ø 60 grados para drenaje
- 15 cajas agua pluvial
- 6 cajas drenaje
- 7 reposaderas concreto prefabricadas 30 cms de diametro
- 225 ml de tubería PVC de 200 Psi Ø 4"
- 10 Yeo PVC para drenaje



Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROYECTO: DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA  
COLONIA PRIMERO DE MAYO, MIXCO, QUATELANA.

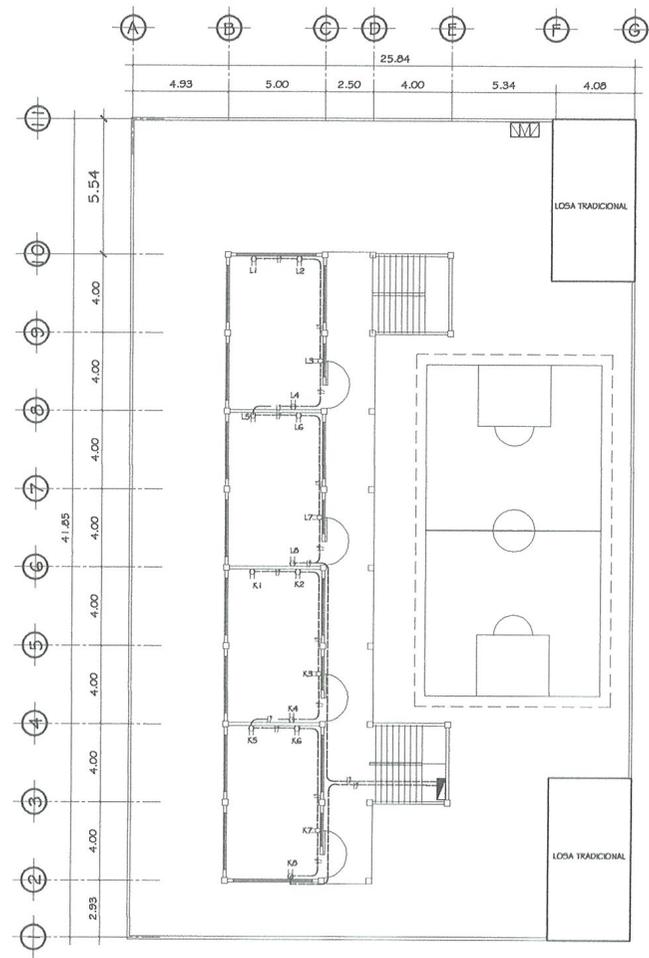
TOPOGRAFIA: INSTITUCIÓN DE MIEDO: DISEÑO Y CÁLCULO: EDWIN JOSUE ESPINA SANDOVAL DIBUJO: EDWIN JOSUE ESPINA SANDOVAL FECHA: JULIO, 2010 ESCALA: INDICADA	CONTIENE: <b>PLANTA DE DRENAJES</b> <b>PRIMER NIVEL, Y SEGUNDO NIVEL</b>	FECHA: 8/1 ASESORIA: VICEPRESIDENTE DE EPS Unidad de Desarrollo Arquitectónico y EPS Facultad de Ingeniería
--	--	---





**PLANTA DE FUERZA**  
PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/125



**PLANTA DE FUERZA**  
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/125

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	TOMACORRIENTE NORMAL H = 0.30 mts S.N.P.
	TUBERÍA PARA TOMACORRIENTE NORMAL SUBTERRÁNEA
	INDICA CONDUCTORES CARGA VIVA Y NEUTRA
	TOMACORRIENTE PARA INTENPERIE

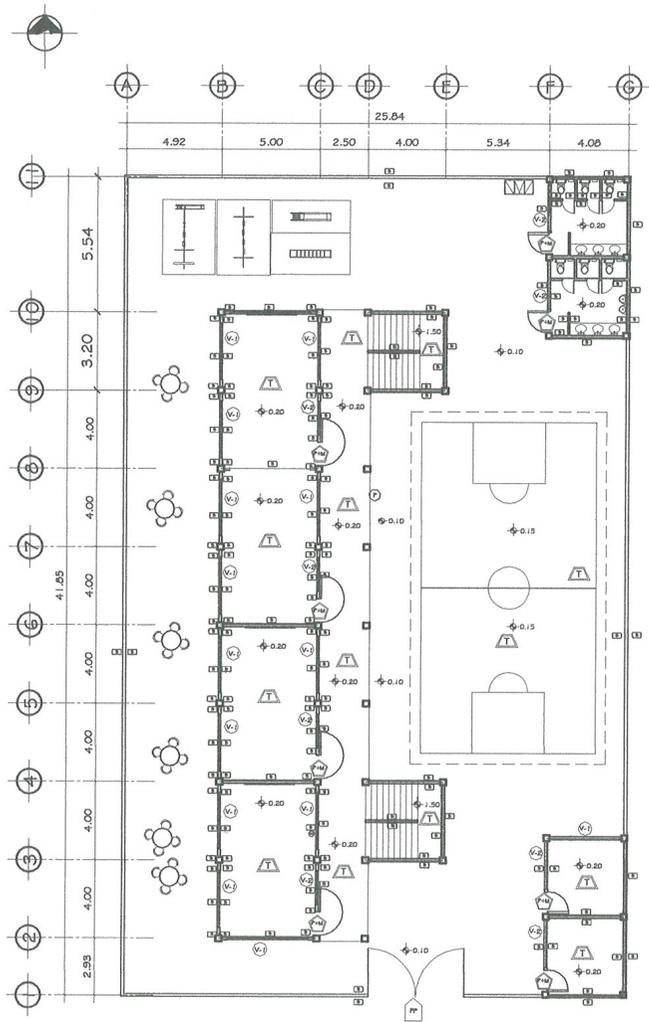


Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROYECTO: DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA  
COLONIA PRIMERO DE MAYO, MIXCO, GUATEMALA.

TOPOGRAFÍA  
MEDICIÓN DE MUDOS  
DISEÑO Y CÁLCULO  
DISEÑO:  
EDWIN JOSUE ESPINA SANDOVAL  
FECHA:  
JULIO, 2010  
ESCALA:  
INDICADA

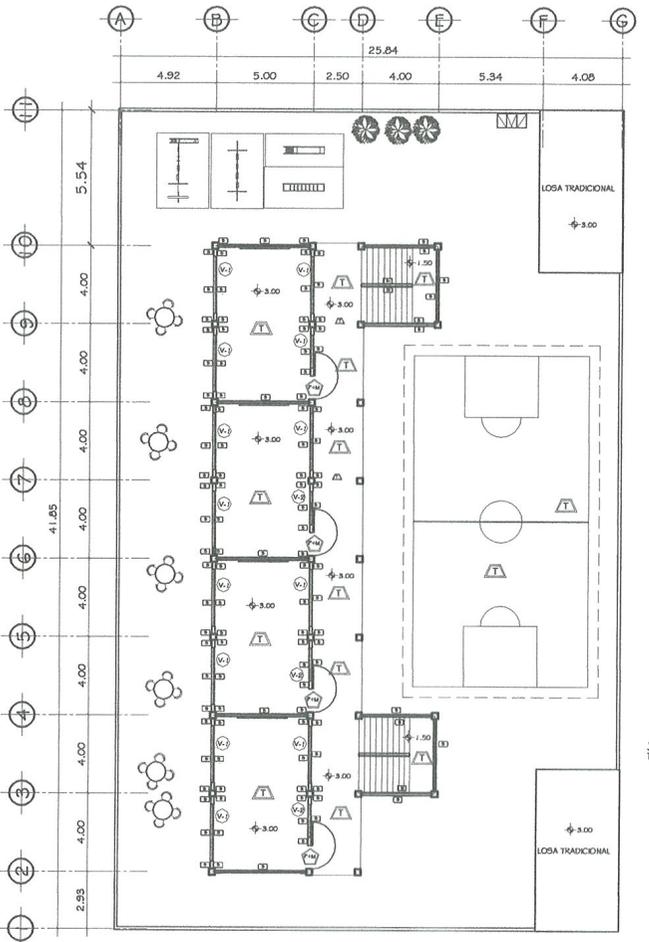
CONTIENE:  
**PLANTA DE FUERZA  
PRIMER NIVEL, Y SEGUNDO NIVEL**  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
ASISORIA SUPERIOR DE INGENIERIA Y EPS  
Especialista EDWIN JOSUE ESPINA





**PLANTA DE ACABADOS**  
PRIMER NIVEL

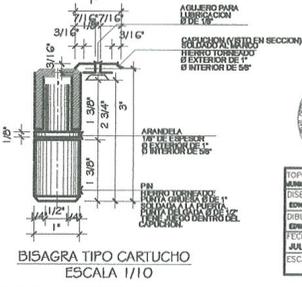
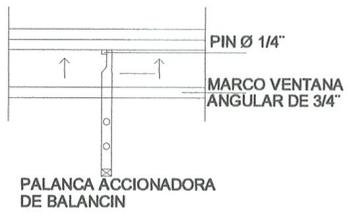
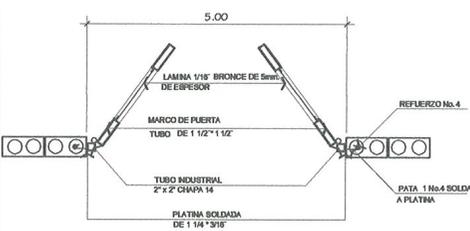
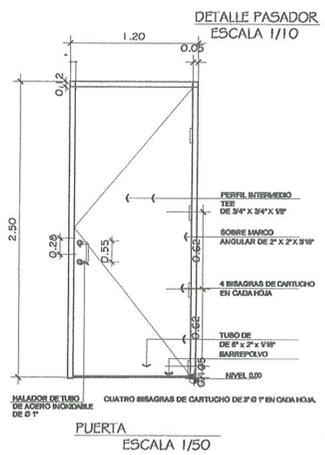
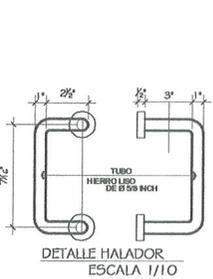
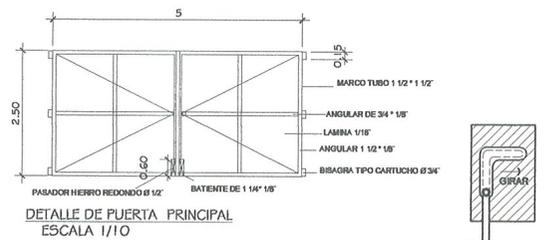
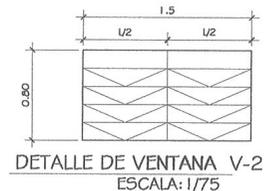
ESCALA: 1/125



**PLANTA DE ACABADOS**  
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/125

SIMBOLOGÍA	
[B]	BLOCK VISTO SISADO
[P]	PUERTA DE METAL CALIBRE 1/16"
[V-1]	VENTANA DE MARCO METAL V-1
[V-2]	VENTANA DE MARCO METAL V-2
[L]	LAVAMANOS TIPO STANDARD
[B]	BAÑO TIPO STANDARD
[T]	TORTA DE CEMENTO
[P]	PUERTA PRINCIPAL DE INGRESO DE METAL CALIBRE 1/16"

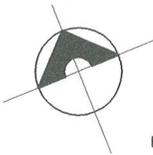


Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROYECTO: DISEÑO DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA COLONIA PRIMERO DE MAYO, MICO, GUATEMALA

TOPOGRAFIA:  
MEDICION DE NIVEL  
DISEÑO Y CALCULO  
EDWIN JOSUE ESPINA SANDOVAL  
DIBUJO  
EDWIN JOSUE ESPINA SANDOVAL  
FECHA:  
AGOSTO, 2010  
ESCALA:  
INDICADA

CONTIENE:  
PLANTA DE ACABADOS  
PRIMER NIVEL, Y SEGUNDO NIVEL  
Español EDWIN JOSUE ESPINA S.





LA ESPERANZA

EL CERRITO

BUENOS AIRES

ALDEA LA COMUNIDAD

LAS MAJADITAS

SAN ANTONIO

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	COTA
1	2	171°54'14"	31.12	100.00
2	4	186°47'11"	46.02	100.01
4	8	190°18'58"	44.91	99.81
8	10	190°21'43"	47.73	99.59
10	13	191°47'20"	46.81	100.29
13	15	190°20'17"	52.69	100.30
15	16	134°34'31"	15.47	99.12
16	17	94°46'0"	41.62	100.55
17	22	98°52'32"	19.77	99.85
22	23	129°44'27"	48.53	100.91
23	25	130°59'6"	17.45	98.38
25	27	130°59'6"	11.48	97.47
27	29	131°50'53"	27.72	97.24
29	31	132°39'27"	82.59	96.53
31	33	134°55'37"	60.19	91.20
33	35	147°25'22"	74.46	86.10
35	35A	148°51'12"	56.77	82.24
35A	37	148°51'12"	74.98	81.47
37	40	149°26'21"	81.72	80.70
40	41	149°26'21"	57.05	76.26
41	42	189°34'58"	13.48	73.24
42	43	225°53'14"	29.19	72.40
43	45	223°22'1"	8.61	72.24
45	47	221°23'32"	54.64	72.24
47	48	194°35'16"	9.17	72.09
48	49	152°6'57"	7.86	71.80
49	50	133°19'48"	71.42	71.35
50	52	132°35'12"	37.69	65.98
52	55	132°20'48"	38.74	64.95
55	59	132°49'49"	54.7	62.67
59	61	131°37'13"	9.7	57.05
61	63	142°37'55"	30.29	55.75
63	64	173°38'47"	28.38	53.00

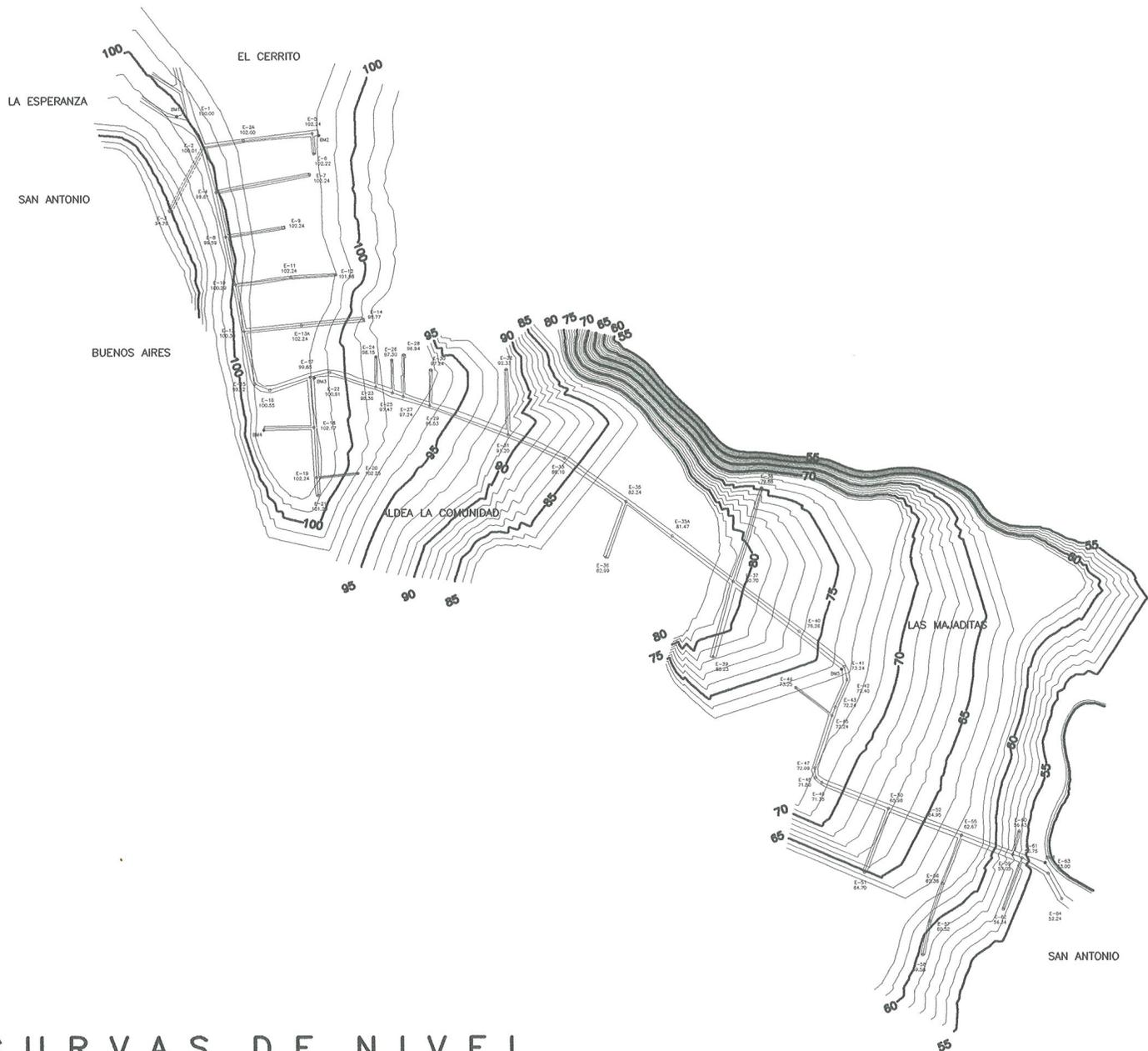
EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	COTA
6	5	17°35'9"	20.30	55.75
5	2A	106°21'0"	68.33	102.24
2A	2	103°19'37"	39.91	102.00
7	4	281°42'38"	93.84	102.24
9	8	283°19'18"	57.51	102.24
12	11	288°39'49"	44.53	101.98
11	10	285°23'21"	55	102.24
14	13A	286°59'11"	62.21	98.77
13A	13	286°16'22"	56.64	102.24
21	19	197°2'26"	17.57	101.20
20	19	286°32'49"	102.24	102.25
19	18	19°23'58"	49.22	102.24
BM	18	111°34'15"	49.09	102.24
18	17	198°2'59"	49.61	102.17
24	23	202°52'53"	29.68	98.15
26	25	201°2'23"	31.96	97.30
28	27	202°43'3"	40.62	96.94
30	29	204°17'4"	35.25	96.53
32	31	200°30'5"	64.23	92.33
36	35	42°18'12"	57.86	82.99
38	37	219°27'46"	96.12	79.88
39	37	37°24'6"	76.69	88.23
46	45	148°49'39"	45.89	73.25
51	50	43°5'41"	66.67	64.70
58	57	33°49'47"	33.75	59.58
57	56	40°43'58"	38.79	60.52
56	55	43°44'7"	50.81	62.36
60	59	217°34'13"	23.76	56.43
62	61	42°37'33"	53.43	56.34

# LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

## BARRIO SAN ANTONIO, LA COMUNIDAD, MIXCO

ESCALA 1:2,000

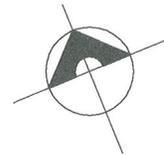
	Universidad de San Carlos de Guatemala <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MIXCO	
TOPOGRAFIA DISEÑO Y CALCULO DISEÑADO POR: EDUARDO JOSUE ESPINOSA FECHA: ABRIL, 2010 ESCALA: BOCADA	CONTENIDO: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MIXCO	HOJA: DE EPS DE EPS
Firmas y sellos de los involucrados:		



**CURVAS DE NIVEL**  
**BARRIO SAN ANTONIO, LA COMUNIDAD, MIXCO**

ESCALA 1:2,000

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MIXCO.
	CONTIENE: CURVAS DE NIVEL
TOPOGRAFIA MANOJUELA DE URSO DISEÑO Y CALCULO EDWIN JOSUE ESPIN SIBOMON DIBUJO: EDWIN JOSUE ESPIN SIBOMON FECHA: JULIO, 2010 ESCALA: INDICIA	Universidad de San Carlos de Guatemala ASOCIACION DE ESTUDIANTES (A) DE EPS Ingenieria y EPS Unidad de Prácticas Edwin Josue Espin Sibomon Luis Alfredo Alvarado

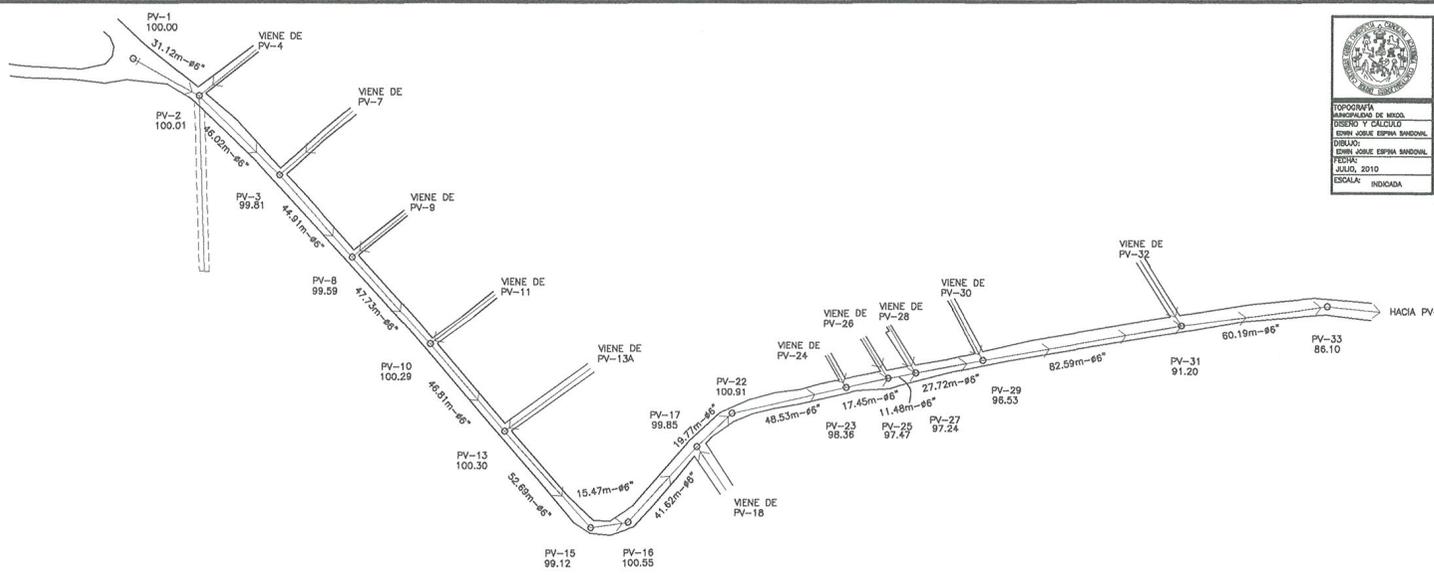
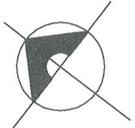


**INDICACION GENERAL DE LINEA DE CONDUCCION**  
**BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MIXCO**

ESCALA 1:2,000

	Universidad de San Carlos de Guatemala <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MIXCO
TOPOGRAFIA UNIVERSIDAD DE INGENIERIA EDWIN JOSUE ESPINA SANCHEZ	CONTENIDO: INDICACION GENERAL DE LINEA DE CONDUCCION DE LINEA DE COMISIÓN
FECHA: JULIO, 2010	ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERIA





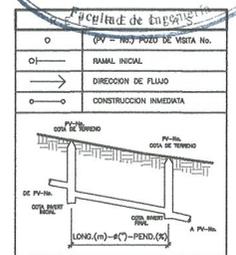


Universidad de San Carlos de Guatemala  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

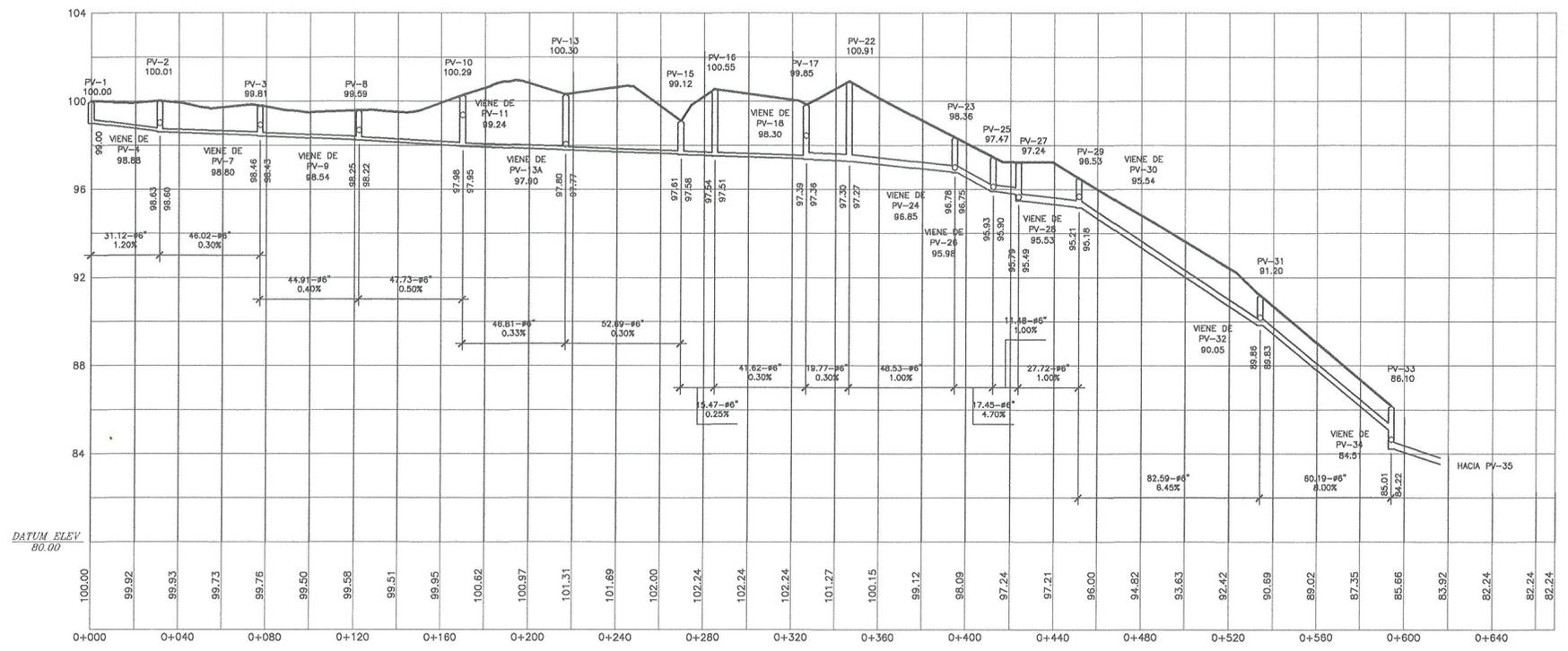
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO  
BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMPAÑIA, MICO.

TOPOGRAFIA DISEÑO Y CÁLCULO ESTIMACIÓN DE COSTOS DISEÑO DE LA TUBERÍA DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO FECHA: JULIO, 2010 ESCALA: INDICADA	CONTENIDO: <b>PLANTA PERFILES</b> HOJA: 4 DE 9
---	---

ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

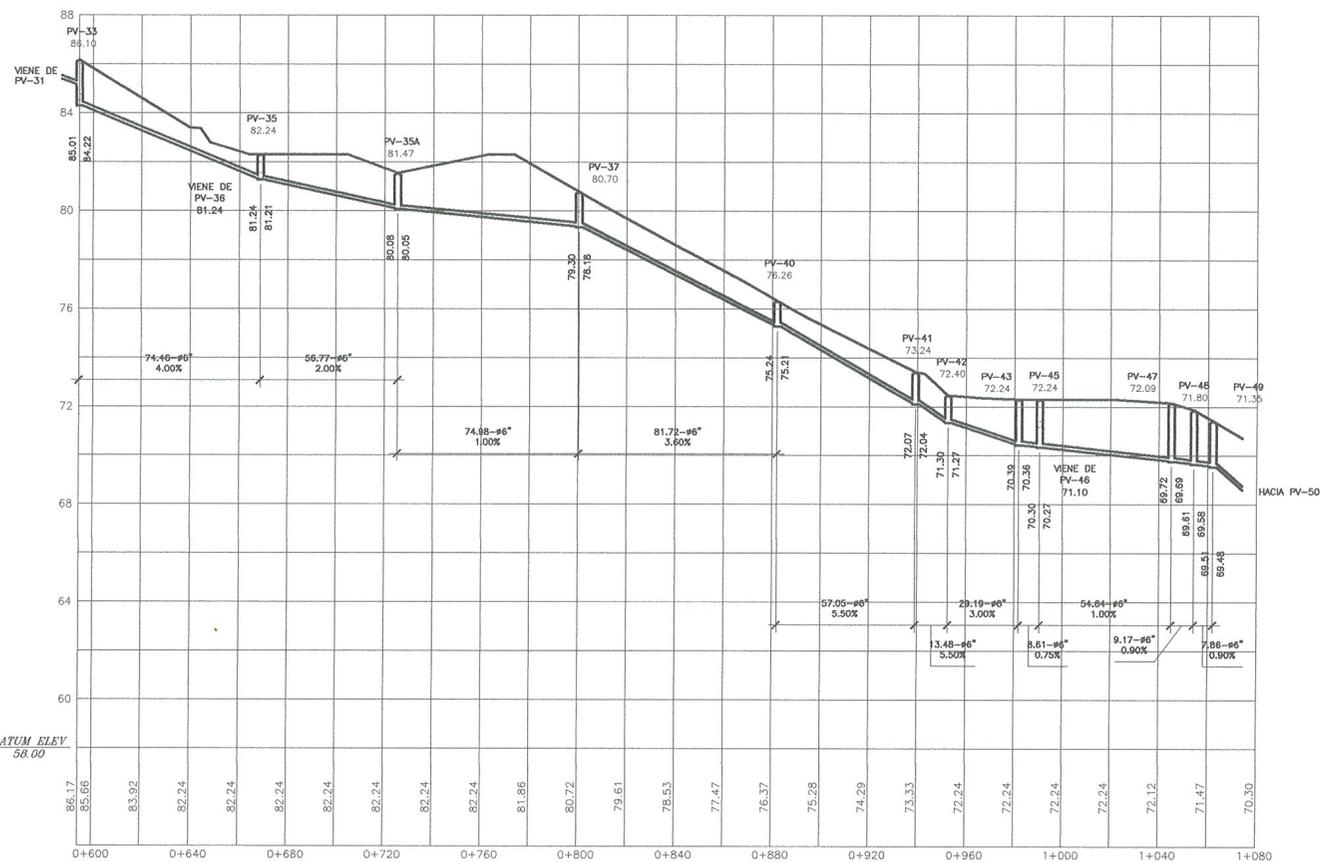
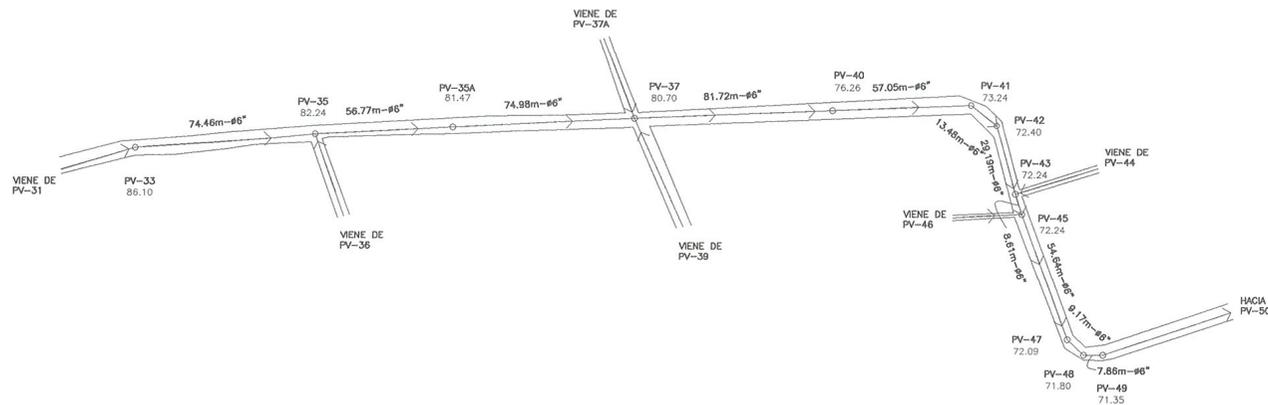
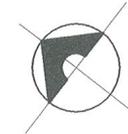


NOTA:  
LA TUBERIA A INSTALAR SERA PVC NORMA ASTM 3034.



PLANTA-PERFIL PV-1 A PV-33

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:100



ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:100

REFERENCIAS	
O	(PV - No.) POZO DE VISITA No.
○	RAMAL INICIAL
→	DIRECCION DE FLUJO
○	CONSTRUCCION INMEDIATA

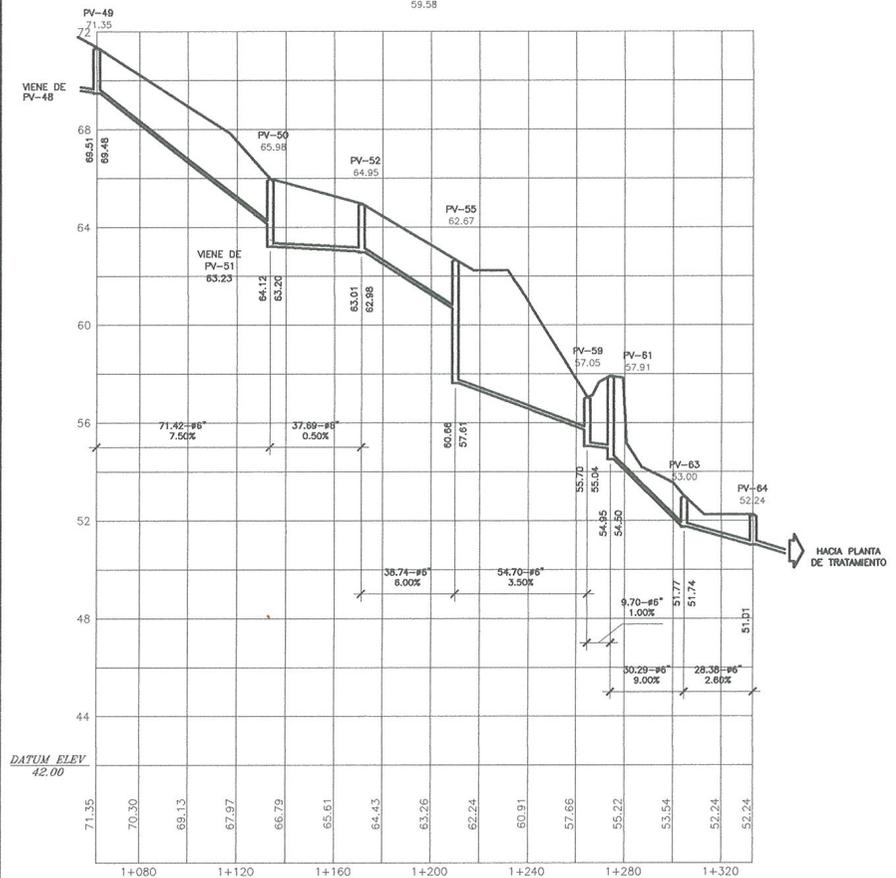
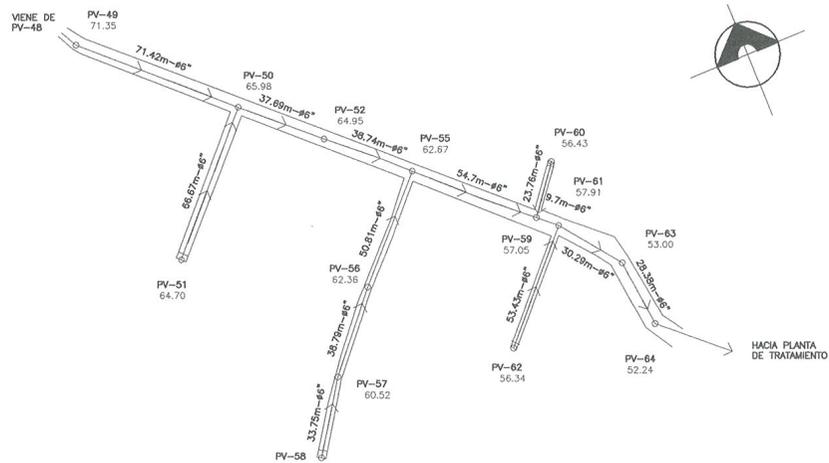
NOTA:  
LA TUBERIA A INSTALAR SERA PVC NORMA ASTM 3034.

	Universidad de San Carlos de Guatemala <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MICO.
	CONTENIDO: PLANTA PERFILES
	ESCALA:

TOPOGRAFIA: [ ]  
 ANÁLISIS DE TIPO: [ ]  
 DISEÑO Y CÁLCULO: [ ]  
 DISEÑO: [ ]  
 FECHA: [ ]  
 ESCALA: [ ]

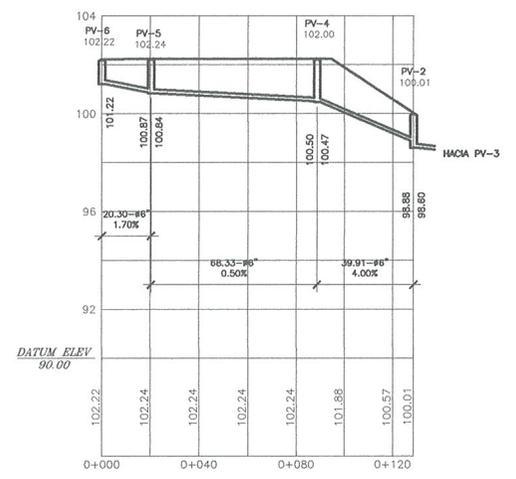
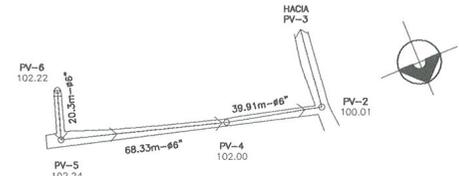
INGENIERO EN CARGO: [ ]  
 INGENIERO EN CARGO: [ ]  
 INGENIERO EN CARGO: [ ]





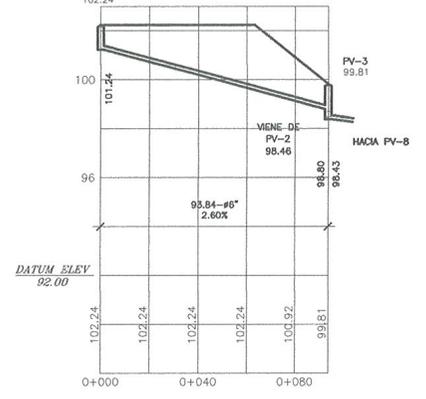
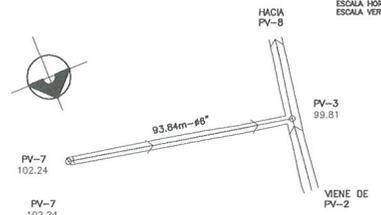
PLANTA-PERFIL PV-49 A PV-64

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:100



PLANTA-PERFIL PV-6 A PV-2

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:100



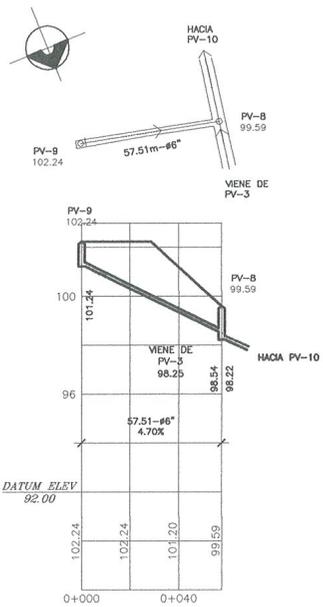
PLANTA-PERFIL PV-7 A PV-3

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:100

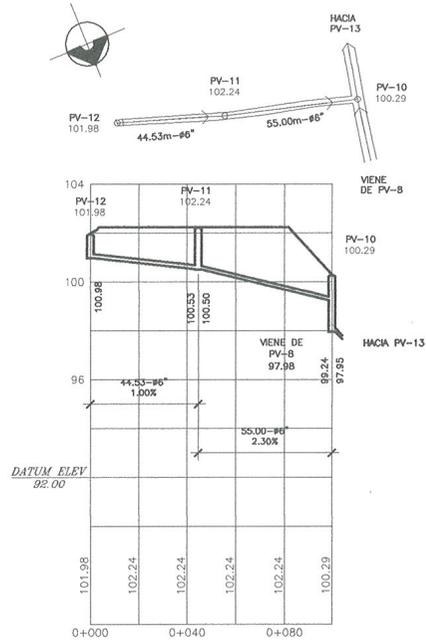
REFERENCIAS	
○	(PV - No.) POZO DE VISITA No.
—○—	RAMAL INICIAL
→	DIRECCION DE FLUJO
○—○	CONSTRUCCION INMEDIATA

NOTA:  
LA TUBERIA A INSTALAR SERA PVC  
NORMA ASTM 3034.

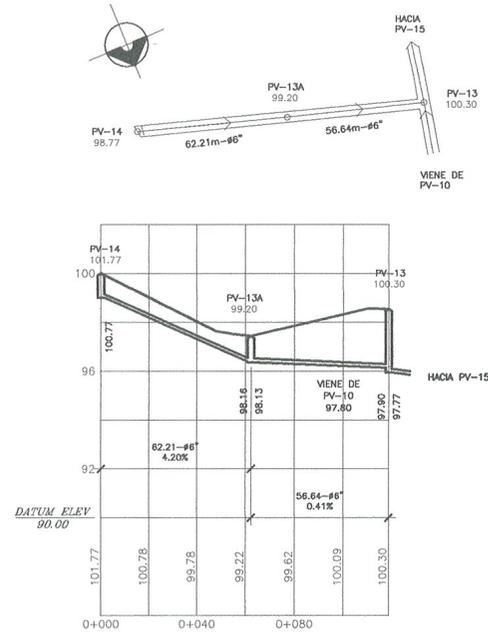
	Universidad de San Carlos de Guatemala <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MICO.
TOPOGRAFIA: ARQUITECTURA DE BARRIO: DISEÑO Y CÁLCULO: EDWIN JOSUE ESPINA SARDIAS DISEÑO: EDWIN JOSUE ESPINA SARDIAS FECHA: ABRIL, 2010 ESCALA: BUCIACA	CONTENIDO:  <b>PLANTA PERFILES</b>  UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA Y EPS EDWIN JOSUE ESPINA SARDIAS



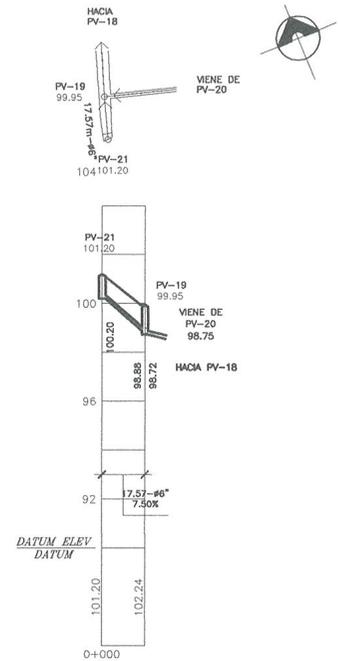
PLANTA-PERFIL PV-9 A PV-8



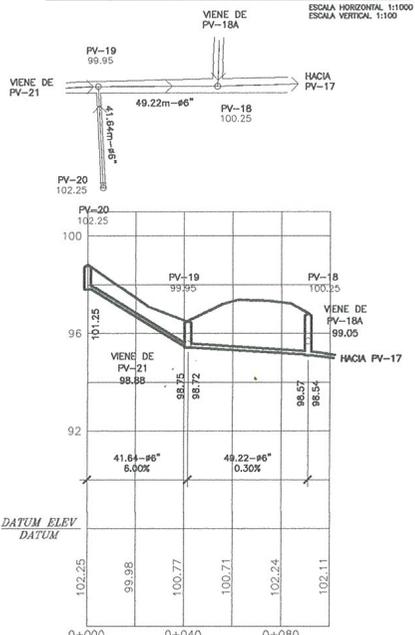
PLANTA-PERFIL PV-12 A PV-10



PLANTA-PERFIL PV-14 A PV-13

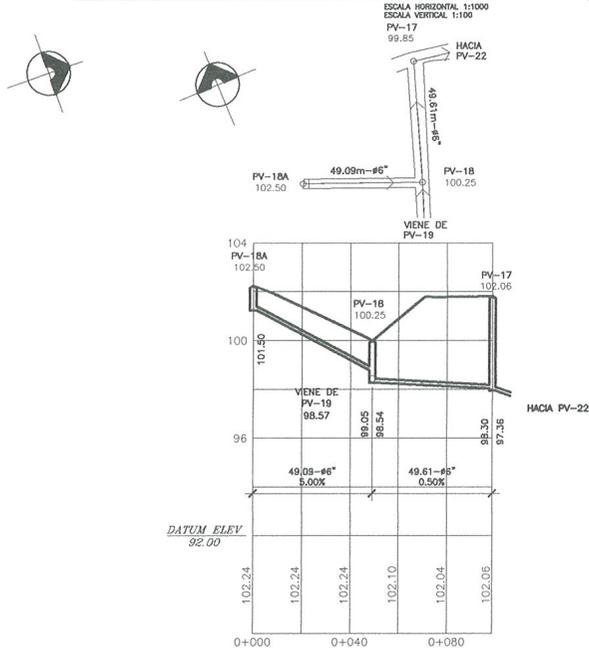


PLANTA-PERFIL PV-21 A PV-19



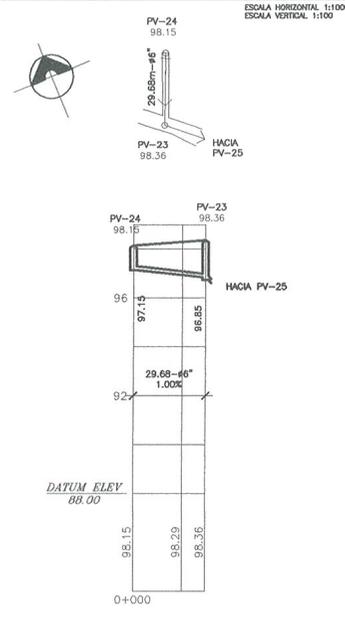
PLANTA-PERFIL PV-20 A PV-18

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:100



PLANTA-PERFIL PV-18A A PV-17

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:100



PLANTA-PERFIL PV-24 A PV-23

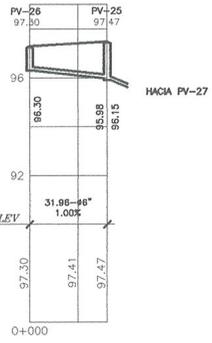
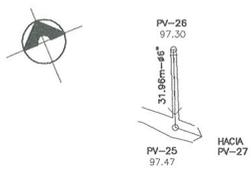
ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:100

REFERENCIAS	
○	(PV - No.) POZO DE VISITA No.
—	RAMAL INICIAL
→	DIRECCION DE FLUJO
○	CONSTRUCCION INMEDIATA

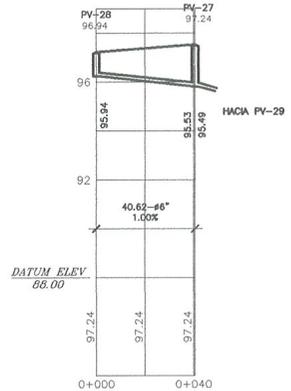
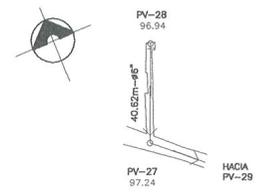
  

NOTA:  
LA TUBERIA A INSTALAR SERA PVC  
NORMA ASTM 3034.

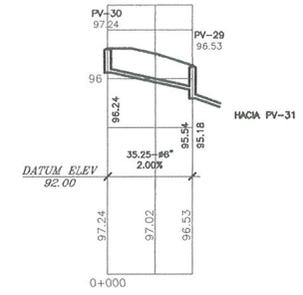
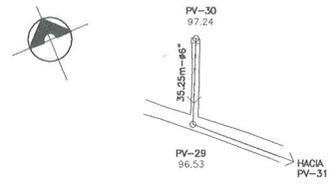
	Universidad de San Carlos de Guatemala <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAL SAN CARLOS BARRIO SAN ANTONIO, AL PERLA COMUNITARIO, MICO.
INFORMACION: DISEÑO Y CALCULO: EDWIN JOSE ESPINA SERRANO DIBUJO: EDWIN JOSE ESPINA SERRANO FECHA: JULIO, 2010 ESCALA: INGENIERIA	CONTENIDO: PLANTA PERFILES DE SAN CARLOS DE GUATEMALA DE EPS DE EPS DE EPS



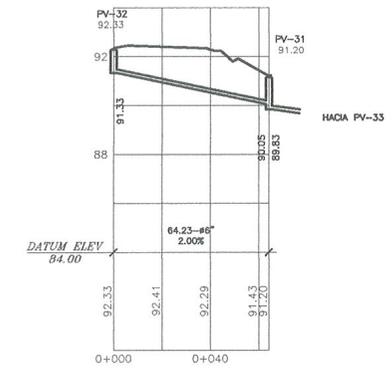
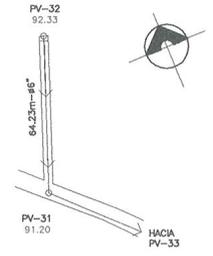
**PLANTA-PERFIL PV-25 A PV-27**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
 ESCALA VERTICAL: 1:100



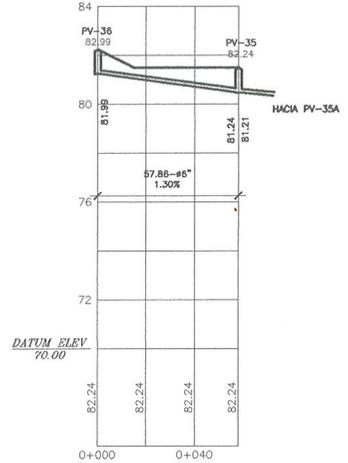
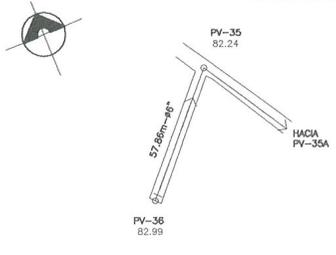
**PLANTA-PERFIL PV-28 A PV-27**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
 ESCALA VERTICAL: 1:100



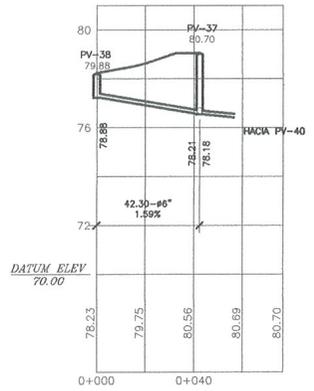
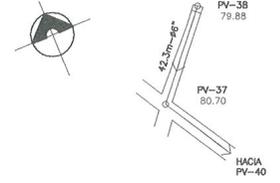
**PLANTA-PERFIL PV-30 A PV-29**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
 ESCALA VERTICAL: 1:100



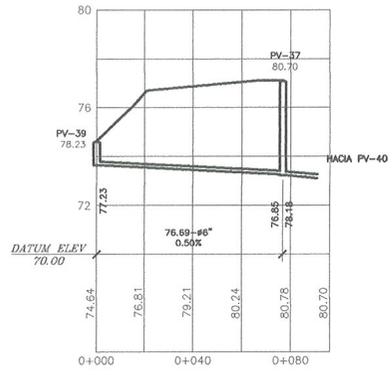
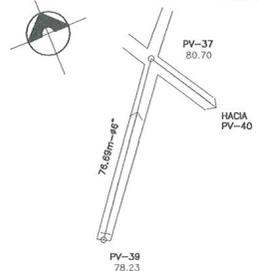
**PLANTA-PERFIL PV-32 A PV-31**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
 ESCALA VERTICAL: 1:100



**PLANTA-PERFIL PV-36 A PV-35**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
 ESCALA VERTICAL: 1:100



**PLANTA-PERFIL PV-38 A PV-37**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
 ESCALA VERTICAL: 1:100



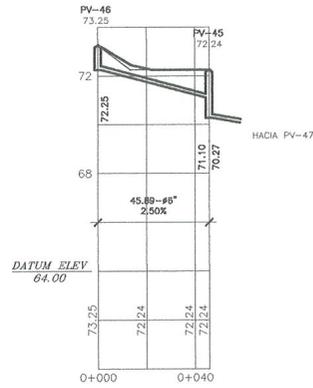
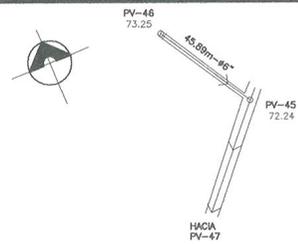
**PLANTA-PERFIL PV-39 A PV-37**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
 ESCALA VERTICAL: 1:100

REFERENCIAS	
○	(PV - No.) POZO DE VISITA No.
○—	RAMAL INICIAL
→	DIRECCION DE FLUJO
○—○	CONSTRUCCION INMEDIATA

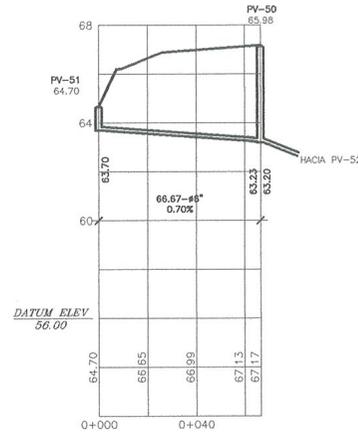
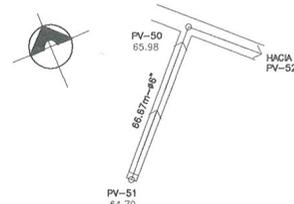
NOTA:  
 LA TUBERIA A INSTALAR SERA PVC  
 NORMA ASTM 3034.

	Universidad de San Carlos de Guatemala <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA COMUNIDAD, MISCO
TOPOGRAFIA: ELABORADO POR: EDWIN JOSUE ESPINA BARRON ESCALA: EDWIN JOSUE ESPINA BARRON FECHA: JULIO, 2010 ESCALA: BUCICA	CONTIENE: <b>PLANTA PERFILES DE SANITARIO</b> 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



PLANTA-PERFIL PV-46 A PV-45

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:100



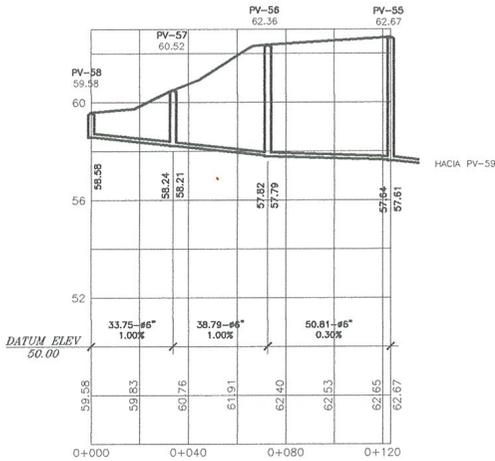
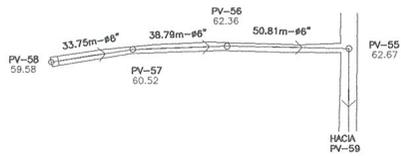
PLANTA-PERFIL PV-51 A PV-50

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:100

REFERENCIAS	
○	(PV - No.) POZO DE VISITA No.
—○—	RAMAL INICIAL
→	DIRECCION DE FLUJO
○—○	CONSTRUCCION INMEDIATA

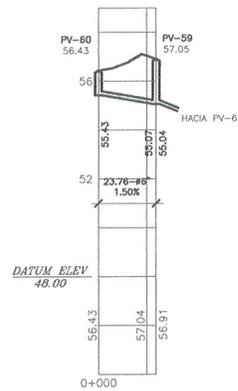
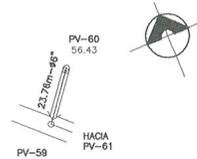
  

NOTA:  
LA TUBERIA A INSTALAR SERA PVC  
NORMA ASTM 3034.



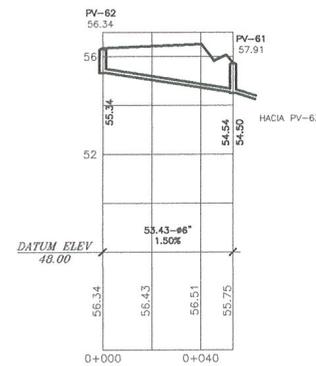
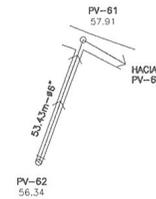
PLANTA-PERFIL PV-58 A PV-55

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:100



PLANTA-PERFIL PV-60 A PV-59

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:100



PLANTA-PERFIL PV-62 A PV-61

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:100

	Universidad de San Carlos de Guatemala <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO BARRIO SAN ANTONIO, ALDEA LA CERRERA, TOLUCA.
DISEÑADA POR: MARCELO DE ARDOR DISEÑO Y CALCULO: EDWIN JOSUE ROSAS SANDOVAL DIBUJO: EDWIN JOSUE ROSAS SANDOVAL FECHA: JULIO, 2010 ESCALA: INDICADA	CONTENIDO: PLANTA-PERFIL ASESORIA PERFECCIONAMIENTO DE EPS Unidad de Práctica de DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE SANITARIO
Especialista EDWIN JOSUE ROSAS SANDOVAL Profesor de ASISTENTE GREGORIO ALFARO	