



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 Y MERCADO  
PARA LA COLONIA PRIMERO DE JULIO, ZONA 5, MIXCO, GUATEMALA**

**Marco Antonio Guamuch Reyes**  
Asesorado por el Ing. Óscar Argueta Hernández

Guatemala, septiembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 Y MERCADO  
PARA LA COLONIA PRIMERO DE JULIO, ZONA 5, MIXCO, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MARCO ANTONIO GUAMUCH REYES**  
ASESORADO POR EL ING. ÓSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Óscar Argueta Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 Y MERCADO  
PARA LA COLONIA PRIMERO DE JULIO, ZONA 5, MIXCO, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 13 de mayo de 2013



**Marco Antonio Guamuch Reyes**



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
16 de julio de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 Y MERCADO PARA LA COLONIA PRIMERO DE JULIO ZONA 5, MIXCO, GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Marco Antonio Guamuch Reyes, con Carnet No. 200418369, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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 ENSEÑADA A TODOS

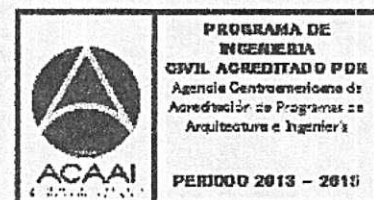
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 18 de julio de 2014  
Ref.EPS.DOC.761.07.14

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Marco Antonio Guamuch Reyes** con carné No. **200418369**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 Y MERCADO PARA LA COLONIA PRIMERO DE JULIO ZONA 5, MIXCO, GUATEMALA.**

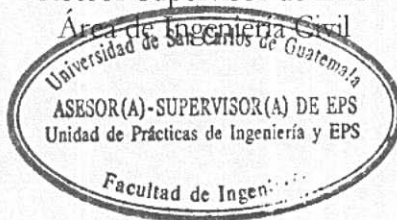
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Oscar Argueta Hernández  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
OAH/ra



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
29 de agosto de 2014

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

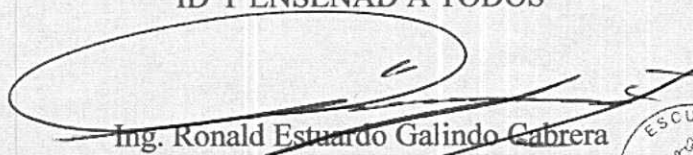
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 Y MERCADO PARA LA COLONIA PRIMERO DE JULIO ZONA 5, MIXCO, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Marco Antonio Guamuch Reyes, con Carnet No. 200418369, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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



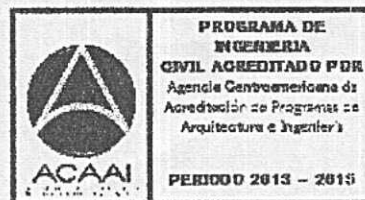
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 16 de septiembre de 2014  
Ref.EPS.D.504.09.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

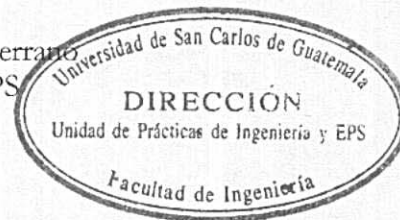
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 Y MERCADO PARA LA COLONIA PRIMERO DE JULIO ZONA 5, MIXCO, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Marco Antonio Guamuch Reyes, carné 200418369**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

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 Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra





**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Marco Antonio Guamuch Reyes, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 Y MERCADO PARA LA COLONIA PRIMERO DE JULIO ZONA 5, MIXCO, GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

*Hugo Leonel Montenegro Franco*

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, septiembre 2014

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos  
de Guatemala

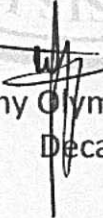


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 482.2014

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 SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 Y MERCADO PARA LA COLONIA PRIMERO DE JULIO, ZONA 5, MIXCO, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Marco Antonio Guamuch Reyes**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, 18 de septiembre de 2014

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Quien me guía e ilumina en cada uno de los pasos que doy en la vida.
<b>Mis padres</b>	Lázaro Enrique Guamuch Sotoj y Matea Reyes Guzmán, por su apoyo, amor y la paciencia que me han tenido.
<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios y formarme como profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Que me permitió ser parte de tan hermosa y amada Facultad.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mis hermanos**

Lázaro Noé, José Miguel, Julia Esperanza, Juan Manuel, Orlando Rafael, Carlos Enrique, quienes han sido un apoyo en todo momento, que Dios los bendiga.

### **Mis amigos**

Por todo el apoyo que me brindaron como hermanos.

### **Mi asesor**

Ing. Óscar Argueta Hernández, por su gran ayuda y apoyo durante el desarrollo de mi EPS.

### **Municipalidad de Mixco, Guatemala**

Por permitirme realizar mi EPS en esta institución y así poder realizarme como profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES DE MIXCO .....	1
1.1. Aspectos históricos.....	1
1.2. Aspectos físicos.....	1
1.2.1. Localización y colindancias.....	1
1.2.2. Topografía .....	2
1.2.3. Clima .....	2
1.3. Servicios básicos.....	3
1.3.1. Vías de acceso .....	3
1.3.2. Medios de transporte .....	3
1.3.3. Infraestructura.....	3
1.3.4. Agua potable.....	4
1.3.5. Drenajes .....	4
1.3.6. Centros educativos .....	4
2. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 DE MIXCO, GUATEMLA .....	5
2.1. Descripción del proyecto .....	5
2.2. Levantamiento topográfico .....	5

2.2.1.	Altimetría .....	6
2.2.2.	Planimetría .....	7
2.3.	Diseño del sistema .....	7
2.3.1.	Descripción del sistema a utilizar .....	7
2.3.2.	Periodo de diseño .....	8
2.3.3.	Población de diseño .....	9
2.3.4.	Dotación .....	10
2.3.5.	Factor de terreno .....	10
2.3.6.	Factor de flujo instantáneo (factor de Harmond) .....	11
2.3.7.	Caudal sanitario .....	12
2.3.7.1.	Caudal domiciliar .....	12
2.3.7.2.	Caudal de infiltración .....	12
2.3.7.3.	Caudal por conexiones ilícitas .....	13
2.3.7.4.	Factor de caudal medio .....	14
2.3.7.5.	Caudal de diseño .....	15
2.3.8.	Selección de tipo de tubería .....	16
2.3.9.	Diseño de secciones y pendientes .....	16
2.3.9.1.	Velocidades máximas y mínimas .....	19
2.3.9.2.	Diámetro del colector .....	19
2.3.9.3.	Profundidad mínima del colector .....	20
2.3.9.4.	Ancho de zanja .....	20
2.3.9.5.	Volumen de excavación .....	21
2.3.9.6.	Cotas Invert .....	22
2.3.10.	Pozo de visita .....	24
2.3.11.	Conexiones domiciliarias .....	26
2.3.12.	Principios hidráulicos .....	28
2.3.12.1.	Relaciones hidráulicas .....	29
2.3.12.1.1.	Coeficiente de rugosidad .....	31

2.3.13.	Cálculo hidráulico .....	32
2.3.14.	Presupuesto del proyecto .....	34
2.3.15.	Cronograma de actividades .....	36
3.	DISEÑO DEL MERCADO PARA LA COLONIA PRIMERO DE JULIO ZONA 5, MIXCO, GUATEMALA.....	37
3.1.	Descripción del proyecto .....	37
3.1.1.	Antecedentes.....	38
3.1.2.	Reconocimiento del lugar .....	38
3.1.2.1.	Terreno disponible .....	39
3.1.2.2.	Topografía del terreno .....	39
3.1.3.	Análisis de suelos .....	39
3.1.3.1.	Ensayo compresión triaxial .....	39
3.1.4.	Normas códigos a utilizar .....	43
3.1.4.1.	Criterios generales.....	43
3.1.4.2.	Criterios de conjunto.....	43
3.1.4.3.	Criterios de iluminación .....	44
3.1.4.4.	Otros criterios .....	46
3.1.4.5.	Local comercial.....	46
3.1.5.	Diseño arquitectónico .....	46
3.1.5.1.	Ubicación del edificio en el terreno .....	47
3.1.5.2.	Altura del edificio .....	47
3.1.5.3.	Selección del sistema estructural a utilizar .....	47
3.2.	Análisis estructural .....	48
3.2.1.	Predimensionamiento estructural .....	48
3.2.1.1.	Vigas.....	48
3.2.1.2.	Columna .....	50
3.2.1.3.	Losa.....	52

	3.2.1.4.	Cimientos .....	53
3.2.2.		Modelos matemáticos de marcos dúctiles .....	55
3.2.3.		Cargas aplicadas a los marcos dúctiles .....	56
	3.2.3.1.	Cargas horizontales en marcos dúctiles .....	56
	3.2.3.2.	Método SEAOC-edificio del mercado...	56
	3.2.3.3.	Cargas verticales en marcos dúctiles. ....	58
3.2.4.		Análisis de fuerzas por marco .....	61
3.2.5.		Análisis de marcos por medio de un método de análisis estructural (método de Kani) .....	67
	3.2.5.1.	Método de Kani .....	67
3.2.6.		Desarrollo del método de Kani-carga muerta marco típico.....	69
3.2.7.		Resultado por medio del programa ETABS.....	73
3.2.8.		Envolvente de momentos .....	77
3.2.9.		Diagrama de corte en marcos dúctiles .....	79
3.3.		Dimensionamiento estructural.....	82
	3.3.1.	Diseño de losa.....	82
	3.3.2.	Losa nivel 2 .....	90
	3.3.3.	Diseño de viga.....	90
	3.3.4.	Diseño de columnas .....	96
	3.3.5.	Diseño de zapata .....	109
	3.3.6.	Diseño de gradas .....	114
	3.3.7.	Diseño de rampa .....	118
	3.3.8.	Diseño de tanque de almacenamiento .....	121
3.4.		Diseño de fosa séptica .....	127
	3.4.1.1.	Pozo de absorción.....	130
3.5.		Instalaciones .....	134



3.5.1.	Instalaciones eléctricas.....	134
3.5.2.	Instalaciones hidráulicas.....	138
3.5.3.	Instalaciones sanitarias .....	140
3.5.4.	Instalaciones pluviales .....	142
3.6.	Evaluación de Impacto Ambiental .....	144
3.7.	Presupuesto del mercado Primero de Julio, zona 5 de Mixco .....	146
3.8.	Estudio socioeconómico .....	149
3.8.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	149
3.9.	Cronograma de actividades.....	152
CONCLUSIONES .....		153
RECOMENDACIONES.....		155
BIBLIOGRAFÍA.....		157
APÉNDICES .....		159



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación del sector zona 1 de Mixco, Guatemala .....	2
2.	Abreviaturas para cotas Invert .....	24
3.	Detalles de pozo de visita .....	26
4.	Detalles de conexión domiciliar .....	28
5.	Tipo de canales .....	29
6.	Ubicación del caserío de la colonia Primero de Julio .....	38
7.	Sección de viga .....	50
8.	Área tributaria para columna .....	51
9.	Sección de columna .....	52
10.	Área de losa crítica.....	53
11.	Planta, edificio del mercado Primero de Julio zona 5 de Mixco .....	54
12.	Elevación marco típico, sentido y .....	54
13.	Elevación marco rígido, sentido x .....	55
14.	Área tributaria para vigas .....	62
15.	Cargas actuantes en el marco típico .....	66
16.	Cargas actuantes en el eje B .....	66
17.	Momentos producidos por carga muerta Kg-cm en vigas .....	74
18.	Momentos producidos por carga muerta Kg-cm en columnas .....	74
19.	Momentos producidos por carga viva Kg-cm en vigas .....	75
20.	Momentos producidos por carga viva Kg-cm en columnas .....	75
21.	Momentos producidos por carga sísmica Kg-cm en vigas .....	76
22.	Momentos producidos por carga sísmica Kg-cm en columnas .....	76
23.	Diagrama de momentos últimos (kg-cm) eje x en vigas.....	77

24.	Diagrama de momentos últimos (kg-cm) eje x en columnas .....	78
25.	Diagrama de momentos últimos (kg-cm) eje y en vigas .....	78
26.	Diagrama de momentos últimos (kg-cm) eje y en columnas .....	79
27.	Cargas actuantes en vigas .....	79
28.	Diagrama de corte último (kg) eje x en vigas .....	80
29.	Diagrama de corte último (kg) eje x en columnas .....	80
30.	Diagrama de corte último (kg) eje y en vigas y columnas .....	81
31.	Diagrama de corte último (kg) eje y en columnas .....	81
32.	Planta típica distribución de losas .....	82
33.	Planta de momentos (lado a) actuantes en losa típica nivel 1 .....	84
34.	Planta de momentos (lado b) actuantes en losa típica nivel 1 .....	85
35.	Planta de momentos balanceados (lado a) en losa típica nivel 1 .....	86
36.	Planta de momentos balanceados (lado b) en losa típica nivel 1 .....	86
37.	Diagrama de momentos y cortes últimos en la viga (kg-cm) .....	91
38.	Armado de viga .....	94
39.	Armado final, viga A .....	95
40.	Sección de columna .....	102
41.	Armado final de columna .....	109
42.	Detalle de gradas .....	117
43.	Diseño de rampa .....	119
44.	Detalle de armado de rampa .....	121
45.	Cálculo de momentos .....	124
46.	Detalle de fosa séptica .....	130
47.	Detalle pozo de absorción .....	133
48.	Esquema de ingresos y egresos para el proyecto del mercado Primero de Julio, zona 5 de Mixco. ....	149
49.	Variación del VPN debido a TIR .....	150

## TABLAS

I.	Anchos de zanja.....	21
II.	Rugosidad de materiales .....	31
III.	Relaciones hidráulicas para sección circular .....	32
IV.	Presupuesto del drenaje sanitario zona 1, Mixco.....	35
V.	Cronograma de actividades .....	36
VI.	Valor soporte permisible del suelo .....	42
VII.	Altura o espesores mínimos de vigas .....	49
VIII.	Integración de cargas.....	64
IX.	Integración de cargas.....	65
X.	Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1 eje x-x.....	90
XI.	Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1 eje y-y.....	90
XII.	Niveles de iluminación .....	135
XIII.	Tabla de corriente y potencia soportada según calibre AWG .....	138
XIV.	Unidades de gasto .....	139
XV.	Unidades de descarga .....	141
XVI.	Diámetro del colector .....	141
XVII.	Presupuesto del mercado Primero de Julio, zona 5 de Mixco .....	147
XVIII.	Cronograma de actividades .....	152



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
@	A cada cierta distancia
<b>d</b>	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
<b>hn</b>	Altura de alma
<b>bw</b>	Ancho del alma de viga T
<b>b</b>	Ancho del elemento en sección
<b>B</b>	Ancho de viga T
<b>A</b>	Área
<b>As</b>	Área de acero de refuerzo
<b>Asmax</b>	Área de acero máximo
<b>Asmin</b>	Área de acero mínimo
<b>Astemp</b>	Área de acero por temperatura
<b>Ag</b>	Área gruesa, área total de la sección
<b>Av</b>	Área transversal de varilla
<b>Az</b>	Área zapata
<b>P</b>	Carga aplicada a la columna
<b>P'o</b>	Carga axial de resistencia de la columna
<b>PCR</b>	Carga crítica de pandeo de Euler
<b>Qp</b>	Carga de punta de pilote
<b>P'ux</b>	Carga de resistencia de columna a una excentricidad ex.
<b>P'uy</b>	Carga de resistencia de columna a una excentricidad ey.

<b>P'u</b>	Carga de resistencia de la columna
<b>P't</b>	Carga de trabajo actuando en la columna
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>Qs</b>	Carga por fricción del pilote
<b>CU</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga viva
<b>Qcom</b>	Caudal comercial
<b>Qdis</b>	Caudal de diseño
<b>Qinf</b>	Caudal de infiltración
<b>Qdom</b>	Caudal domiciliario
<b>Qi</b>	Caudal industrial
<b>Qci</b>	Caudal por conexiones ilícitas
<b>cm</b>	Centímetro
<b>n</b>	Coeficiente de rugosidad
<b>c</b>	Coeficiente para el cálculo de momentos en losas
<b>Vmax</b>	Corte máximo actuante
<b>D</b>	Diámetro de la tubería
<b>a</b>	Distancia a la que se intercepta la resultante de la carga con la base del estribo
<b>di</b>	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado
<b>E</b>	Esbeltez de la columna
<b>q'</b>	Esfuerzo efectivo
<b>S</b>	Espaciamiento del acero de refuerzo
<b>e</b>	Excentricidad extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión
<b>Fcu</b>	Factor de carga última
<b>fqm</b>	Factor de caudal medio



<b>FH</b>	Factor de Harmond
<b><math>\phi</math></b>	Factor de reducción
<b>Fni</b>	Fuerza por nivel, en el nivel i
<b>km</b>	Kilómetro
<b><math>\pi</math></b>	Letra phi, equivalente a 3,1416
<b>lb</b>	Libras
<b>l/h/a</b>	Litros por habitante por año
<b>l/h/d</b>	Litros por habitante por día
<b>l/s</b>	Litros por segundo
<b>S</b>	Longitud de ala de viga T
<b>Lo</b>	Longitud de confinamiento de estribos
<b><math>\delta</math></b>	Magnificador de momentos
<b>PVC</b>	Material a base de cloruro de polivinilo
<b>ADS</b>	Material a base de polietileno de alta densidad
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metro cúbico por segundo
<b>m</b>	Metro lineal
<b>m/s</b>	Metros por segundo
<b>Es</b>	Módulo de elasticidad del acero
<b>Ec</b>	Módulo de elasticidad del concreto
<b>E</b>	Módulo de elasticidad del material
<b>M</b>	Momento
<b>Mb</b>	Momento balanceado
<b>Md</b>	Momento de diseño (magnificado)
<b>M't</b>	Momento efectivo de trabajo
<b>MCM</b>	Momento inducido por la carga muerta
<b>MCV</b>	Momento inducido por la carga viva
<b>MS</b>	Momento inducido por la fuerza sísmica

<b>M(-)</b>	Momento negativo
<b>M(+)</b>	Momento positivo
<b>M<sub>x</sub></b>	Momento último actuando en el sentido x
<b>M<sub>y</sub></b>	Momento último actuando en el sentido y
<b>S</b>	Pendiente
<b>t'</b>	Peralte de losa
<b>d</b>	Peralte efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra
<b>f'c</b>	Peso específico del concreto
<b>P<sub>u</sub></b>	Peso último
<b>PV</b>	Pozo de visita
<b>q</b>	Presión sobre el suelo
<b>q<sub>u</sub></b>	Presión última sobre el suelo
<b>Q</b>	Quetzal (moneda)
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>d/D</b>	Relación de diámetros
<b>V/v</b>	Relación de velocidades
<b>m</b>	Relación entre los claros de la losa a/b
<b>f'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>f<sub>y</sub></b>	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
<b>V<sub>r</sub></b>	Resistencia al esfuerzo cortante del concreto
<b>K<sub>i</sub></b>	Rigidez de un elemento
<b>∑</b>	Sumatoria
<b>V</b>	Velocidad del flujo a sección llena
<b>v</b>	Velocidad del flujo dentro de la alcantarilla

## GLOSARIO

<b>Acero mínimo</b>	Cantidad de acero necesaria para resistir esfuerzos inducidos en los elementos estructurales, evitando grietas, expansión o contracción por temperatura en el concreto.
<b>Aguas residuales</b>	Desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua provenientes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
<b>Azimut</b>	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético o verdadero determinado astronómicamente, su rango varía de 0° a 360°.
<b>Banco de marca</b>	Punto de altimetría cuya altura o cota es conocida y se utilizará para determinar alturas o cotas siguientes.
<b>Bases de diseño</b>	Bases técnicas utilizadas para la creación de los proyectos, varían de acuerdo al tipo de proyecto.
<b>Carga muerta</b>	Peso constante soportado por un elemento estructural durante su vida útil, incluyendo el propio.
<b>Carga viva</b>	Peso variable dado por el uso previsto para la estructura, usuarios, muebles, maquinaria móvil, etc., soportado por el elemento.

<b>Caudal</b>	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluye dentro de una tubería, en un determinado punto de observación durante un instante.
<b>Cimiento corrido</b>	Estructura que sirve de apoyo para muros, transmite estas cargas a las zapatas y al suelo.
<b>Colector</b>	Sistema conformado por un conjunto de tuberías, pozos de visita, obras y accesorios, que se utilizan para la descarga de las aguas residuales o pluviales.
<b>Columna</b>	Elemento estructural capaz de resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.
<b>Columna esbelta</b>	Columna en la cual, además de resistir carga axial, también resiste esfuerzos flexionantes, debido a la longitud del elemento en relación a la menor dimensión de sección transversal.
<b>Compactación</b>	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y su capacidad de soportar cargas.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.

<b>Descarga</b>	Lugar donde se depositan las aguas residuales que provienen de un colector.
<b>Desfogue</b>	Salida de aguas residuales en un punto determinado.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua necesaria para consumo, requerida por una persona en un día.
<b>Esfuerzo</b>	Intensidad de fuerza por unidad de área.
<b>Especificaciones</b>	Normas técnicas de construcción con disposiciones especiales, de acuerdo a las características y tipo de proyecto, son de carácter específico bajo estándares de calidad y seguridad.
<b>Excentricidad</b>	Se produce cuando el centro de masa no coincide con el centro de gravedad, produciendo de esta manera esfuerzos adicionales por torsión.
<b>Fluencia</b>	Capacidad del acero de resistir esfuerzos debido a cargas de tensión o compresión, presentando deformaciones uniformes para luego regresar a su estado original luego de la aplicación de carga.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>Momento</b>	Esfuerzo debido, a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.

<b>Perfil</b>	Visualización en plano de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a banco de marca.
<b>Pozo de visita</b>	Estructura que sirve para recibir y depositar las aguas residuales entre dos tuberías. Se utiliza para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
<b>SEAOC</b>	(Structural Engineers Association of California), Asociación de Ingenieros Estructurales de California.
<b>Solera</b>	Elemento estructural horizontal, que sirve para darle mayor resistencia a un muro, además de resistir los esfuerzos inducidos en este.
<b>Valor soporte</b>	Capacidad del suelo para resistir cargas por unidad de área.
<b>Zapata</b>	Estructura cuya función es transmitir la carga al subsuelo a una presión de acuerdo a las propiedades del suelo.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación se refiere a la planificación y diseño del sistema de drenaje sanitario, el cual tiene una longitud 5 kilometros, constará de: colectores principales, pozos de visita, tubería de PVC, conexiones domiciliarias y una fosa séptica.

Asimismo se presenta el diseño del mercado de la colonia Primero de Julio, zona 5 de Mixco, diseñado con un área de construcción de mil cuatrocientos metros cuadrados, cincuenta y tres locales, módulo de gradas, rampa de acceso y losa tradicional como techo y entrepiso.

El proyecto se diseñó con base en un sistema estructural, tomando en cuenta las consideraciones sísmicas, por tanto, se tomó en cuenta Normas del AGIES y el ACI para el diseño de losas, vigas, columnas zapatas y también el módulo de gradas.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de drenaje sanitario para el sector de la zona 1 de Mixco. asimismo de un edificio de dos niveles para el mercado Primero de Julio, zona 5 de Mixco.

### **Específicos**

1. Elaborar un diagnóstico de la situación actual, del sector zona 1 de Mixco.
2. Realizar visitas de campo y reconocimientos de área para recabar información.
3. Desarrollar manuales de información, para el mantenimiento de los proyectos.
4. Generar varias opciones de diseño para beneficio de las comunidades



## INTRODUCCIÓN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el municipio de Mixco, se presentan los criterios tomados en cuenta para el diseño de los proyectos: drenaje sanitario para la zona 1, asimismo el mercado Primero de Julio, zona 5 de Mixco.

En el diseño de la red de drenaje sanitario, incluye: obras de arte, conexiones domiciliarias, propuesta de ubicación de la planta de tratamiento y el punto del desfogue.

En el caso del mercado Primero de Julio, se diseñó la estructura física necesaria para el funcionamiento de este, haciendo énfasis en el diseño estructural, considerando una estructura de marcos dúctiles, con losas planas de concreto reforzado. Así también, se elaboraron los planos y presupuestos para cada uno de los proyectos.

En la primera parte se realizó la recopilación de información de las necesidades del municipio de Mixco, para luego priorizar y escoger las urgentes, esto con la ayuda de entrevistas a los representantes de las comunidades.



# **1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES DE MIXCO**

## **1.1. Aspectos históricos**

En cuanto a la población, el municipio cuenta con más de 462,753 habitantes, de los cuales el 70 por ciento son mujeres, el 30 por ciento son hombres. Contrario a la mayor parte del país, Mixco tiene la mayor población en la zona urbana constituyendo el 60 por ciento del total de habitantes y 40 por ciento residen en el campo. En la actualidad, el núcleo familiar se compone de un total de 6 a 7 hijos, con un promedio de 6 a 5 miembros por familia.

## **1.2. Aspectos físicos**

El sector de la aldea El Manzanillo se ubica a 6 kilómetros de la cabecera municipal, lo cual hace que su comercio sea abundante.

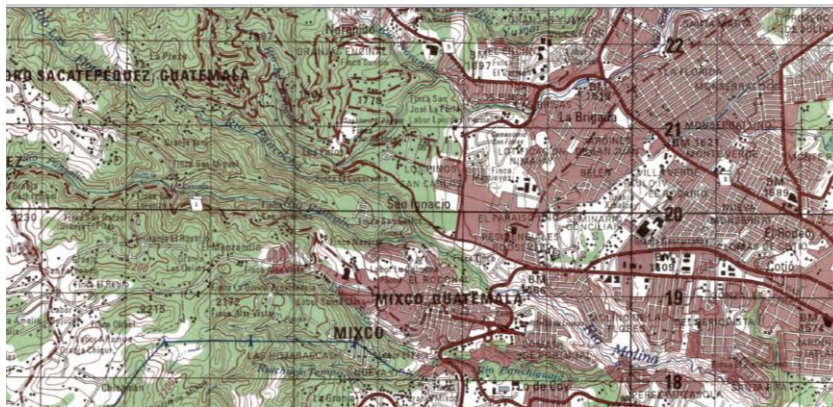
### **1.2.1. Localización y colindancias**

Mixco, municipio del departamento de Guatemala, cuenta con un área aproximada de 132 kilómetros cuadrados, está situado a 17 kilómetros de la ciudad capital, colinda al norte con San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez y Chinautla, al este con la ciudad de Guatemala, al sur con Villa Nueva, al oeste con el departamento de Sacatepéquez. El municipio de Mixco es el segundo con mayor concentración de población después de la ciudad capital.

Las coordenadas geográficas del sector zona 1 de Mixco son:

- Latitud norte 14° 37´ 46”
- Longitud oeste 90° 36´ 24” del meridiano de Greenwich.

Figura 1. **Ubicación del sector zona 1 de Mixco, Guatemala**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN) Esc. 1/50,000.

### 1.2.2. Topografía

La topografía de Mixco muestra una pendiente de 75 por ciento de su territorio, el terreno plano que equivale a un 25 por ciento, se encuentra al este del municipio

### 1.2.3. Clima

La estación meteorológica más cercana se ubica en las instalaciones del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) en la ciudad de Guatemala. Según datos de dicha institución la temperatura promedio en la zona varía desde diecinueve a veinticinco grados Celsius en los últimos cinco años.

### **1.3. Servicios básicos**

El sector zona 1 de Mixco, posee todos los servicios básicos, a excepción del sistema de alcantarillado sanitario.

#### **1.3.1. Vías de acceso**

La cabecera municipal está adoquinada y asfaltada. En las aldeas, las calles son de terracería y muchas colonias están asfaltadas, haciendo un promedio del 50 por ciento de sus vías con algún tipo de pavimento. El acceso a la población desde la ciudad está totalmente asfaltado y transitable.

#### **1.3.2. Medios de transporte**

El servicio de transporte es extraurbano y urbano. Cuenta con una corporación de buses llamada La Morena, que presta el servicio a la población con unidades de buses y microbuses para todas las colonias vecinas y la ciudad capital.

#### **1.3.3. Infraestructura**

Hay una diferencia marcada en cuanto a la infraestructura, en el centro del pueblo y en las colindancias, las casas en su mayoría son de block y concreto, en las zonas del perímetro del pueblo, la mayoría de casas están construidas de block y algunas de adobe, bambú y techo de lámina, lo que refleja la condición económica del lugar. La mayoría de las casas cuentan con letrina ya que no existe un sistema de alcantarillado sanitario.

#### **1.3.4. Agua potable**

El agua que surte a la población proviene de tres acueductos: El Manzanillo, San Miguel y San Jerónimo, además de 63 pozos de extracción de agua subterránea.

En la cuenca el 17.7 por ciento de los hogares no cuentan con el servicio de agua potable. Mixco tiene un déficit del vital líquido del 14.9 por ciento en los hogares.

La dotación de agua potable sin tratamiento tiene un caudal de 0,287 m<sup>3</sup>/seg. estimando 150 lts/hab/día. con un déficit de 0,12 m<sup>3</sup>/seg.

#### **1.3.5. Drenajes**

El uso de letrinas en todas las viviendas y la falta de un sistema que permita canalizar adecuadamente las aguas residuales, provocan que estas se descarguen en las calles. En la época de verano cuando estas se estancan, provocan focos de contaminación, malos olores, aspecto insalubre, lo que da lugar a la proliferación de vectores. Los pobladores padecen de enfermedades gastrointestinales, debido al alto grado de contaminación presente en el agua para consumo humano.

#### **1.3.6. Centros educativos**

El sector zona 1 de Mixco cuenta con una escuela mixta rural, la cual actualmente se encuentra en ampliación, para poder cubrir la demanda de los estudiantes.



## **2. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 DE MIXCO, GUATEMLA**

### **2.1. Descripción del proyecto**

El proyecto está diseñado para proveer un sistema que evacúe las aguas negras de los habitantes de la aldea El Manzanillo, colonia Alta Vista lotificación Tierra Blanca. La necesidad se identificó mediante una investigación de la problemática real que viven los pobladores del área, que no cuentan con un sistema de drenaje sanitario.

La red principal consta de 5,000 m lineales, para los cuales se diseñaron 106 pozos de visita. La tubería a utilizar será pvc según Norma ASTM 3034 y tendrá un diámetro mínimo de 6 pulgadas. Las pendientes de la tubería se tomaron con base al terreno, considerado no sobrepasar las velocidades y tirantes máximos y mínimos.

### **2.2. Levantamiento topográfico**

Son las medidas horizontales y verticales necesarias para el diseño del sistema de drenaje sanitario, el levantamiento topográfico se realizó por medio de procedimientos de ingeniería.

### **2.2.1. Altimetría**

Se refiere a los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión del terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción. Para ello es necesario medir distancias verticales y horizontales, ya sea directa o indirectamente. A todo este procedimiento se le llama nivelación. Para la nivelación del tramo donde se ubicará la línea central del drenaje se aplicó el método de nivelación compuesta.

Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:

- Una estación total marca Temblé M3 Digital
- Nivel
- Un prisma
- Plomadas
- Una cinta métrica de 100 metros
- Trompos de madera y clavos
- Pintura

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

- En todos los cruces de calles o bocacalles.
- A distancias no mayores de 100 metros.
- En todos los puntos en que haya cambio de dirección.
- En todos los puntos en que haya cambios de pendiente del terreno.

- En todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.
- En las alturas máximas y mínimas del cuerpo receptor en el que se proyecta efectuar la descarga.

### **2.2.2. Planimetría**

La planimetría toma en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (base productiva), que se supone, es la superficie media de la tierra y se considera cuando se miden distancias horizontales.

La planimetría del proyecto se realizó por medio de una poligonal abierta, utilizando el método conservación de azimut.

### **2.3. Diseño del sistema**

El diseño se debe elegir considerando ciertas características que pueden afectar al sistema.

#### **2.3.1. Descripción del sistema a utilizar**

Existen 3 tipos básicos de drenaje sanitario; la selección o adopción de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero el más importante es el económico.

- Drenaje sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, baños, cocinas, servicios y conexiones ilícitas; residuos comerciales como restaurantes y garajes; aguas negras producidas por industrias, e infiltración.

- Drenaje pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia o que concurren al sistema.
- Drenaje combinado: evacúa los dos caudales antes mencionados (sanitario y pluvial).

### **2.3.2. Periodo de diseño**

Es el periodo de funcionamiento eficiente del sistema. Pasado este, es necesario rediseñarlo. El sistema de drenaje sanitario será proyectado para llenar adecuadamente su función durante un período de 20 a 30 años a partir de la fecha de construcción.

Para seleccionar el período de diseño de una obra de ingeniería, deben considerarse factores como la vida útil de las estructuras y el equipo competente, tomando en cuenta el desgaste y el daño; así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planificadas, y la relación anticipada del crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacentes durante un periodo de 30 años, pues al adoptar uno mayor se ve afectado el diseño, lo cual incurre en un aumento de los costos.

Es conveniente incluir dentro del período de diseño un tiempo de 1 o 2 años adicionales, por las gestiones que conlleva un proyecto para su respectiva autorización y para el desembolso económico.

### 2.3.3. Población de diseño

Para estimar la población de diseño se utilizó el método geométrico, involucrando en forma directa a la población actual que tributará para el sistema de drenaje y la tasa de crecimiento del lugar.

El sector donde inicia el drenaje es en la aldea el Manzanillo y finaliza en la lotificación de Tierra Blanca tiene una población actual de 3 609 habitantes y una tasa de crecimiento poblacional de 2,5 por ciento anual, según datos estadísticos proporcionados por la Municipalidad de Mixco, Guatemala.

$$p_f = p_o (1+r)^n$$

Donde:

$p_f$  = población futura

$p_o$  = población inicial

$r$  = incremento poblacional, porcentual

$n$  = periodo de diseño

Para este diseño se tomaron los datos obtenidos del sector donde inicia el drenaje es en la aldea el Manzanillo y finaliza en la lotificación de Tierra Blanca:

$p_o$  = 3 609 habitantes

$r$  = 2,5 %

$n$  = 30 años

$p_f = 3\,609(1+2,5/100)^{30} = 7\,570$  habitantes

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

Distancia = 43,16 m.

$P_o = 21$  habitantes

$r = 2,5 \%$

$n = 30$  años

$p_f = 21(1+2,5/100)^{30} = 45$  habitantes

#### **2.3.4. Dotación**

Para la estimación del flujo de caudales proveniente de los domicilios es necesario conocer la dotación de agua potable con la que cuenta la población, y con eso determinar el respectivo factor de retorno, es decir, el porcentaje de agua en forma residual proveniente de los mantos freáticos que regresa al sistema de drenaje sanitario, y con esto conocer los diámetros de tubería necesarios para la conducción del caudal. Para el presente caso se tomó un caudal de 200 lts/hab/día, que es el caudal con el que trabaja la unidad técnica municipal de la localidad para el diseño de este tipo de proyectos.

#### **2.3.5. Factor de terreno**

Este factor se determina mediante la consideración de que, del 100 por ciento de agua potable que ingresa a un domicilio, entre el 20 por ciento y el 30 por ciento se utilizan en actividades en las cuales se consume, se evapora o se desvía a otros puntos, distinta al 70 por ciento u 80 por ciento restante, que después de ser utilizada por las personas es desfogada al sistema de alcantarillado. Por ello, a este porcentaje que retorna se le denomina Factor de Retorno.

Para el diseño del sistema de drenaje sanitario el sector de la zona 1 de Mixco, utilizará un factor de retorno del 80 por ciento.

$$F.R.=80 \% = 0,80$$

### 2.3.6. Factor de flujo instantáneo (factor de Harmond)

Es el factor que ayuda a determinar el caudal máximo, que puede fluir por las tuberías, su valor varía de 1,5 a 4,5, es adimensional. La fórmula del factor de Harmond es el resultado de pruebas estadísticas, que determina la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas, se estén utilizando simultáneamente en un determinado tramo, se calcula de la siguiente forma:

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

Donde:

FH= factor de Harmond

P=población acumulada del tramo (unidades de millar)

$$FH = \frac{18 + \sqrt{(45/1\ 000)}}{4 + \sqrt{(45/1\ 000)}} = 4,323$$

### **2.3.7. Caudal sanitario**

Está compuesto por la suma de los diferentes caudales que se integran a un mismo sistema. En este caso, los caudales que tributan son los siguientes:

#### **2.3.7.1. Caudal domiciliar**

Es la aportación unitaria o específica de aguas servidas de uso doméstico introducidas a un sistema de alcantarillado, el cual es directamente proporcional a la dotación con que se provee a cada domicilio.

$$q_{\text{dom.}} = (\text{Dotación} * \text{No. de hab. futuro} * \text{factor de retorno}) / 86\ 400$$

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$Q_{\text{dom}} = \text{No. Hab.} * \text{Dotación} * \text{F.R} / 86\ 400$$

$$Q_{\text{dom}} = 45 * 200 * 0.80 / 86\ 400$$

$$Q_{\text{dom}} = 0,083 \text{ l/s}$$

#### **2.3.7.2. Caudal de infiltración**

Es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, depende de la permeabilidad del suelo, longitud de la tubería y la profundidad que se coloca. Como depende de muchos factores externos, se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo, generalmente se expresa en litros por kilómetro por día, su valor puede variar



entre 12 000 y 18 000 lt/km/día, a pesar de que la tubería de PVC teóricamente no presenta infiltración, el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) recomienda el cálculo de este caudal la siguiente forma:

$$Q_{inf} = (F_{inf}(L_{tuberia} + \text{núm.casas} \times 6m)) / 86,400$$

Donde:

$F_{inf}$  = factor de infiltración (12 000 <  $F_{inf}$  < 18 000 Lt/km/día)

L tubería: Longitud total de la tubería

$$q_{inf} = [(F_{inf.})(L_{tuberia} + \text{No.de casas} \times 6m)(1/1\ 000)] / [86\ 400]$$

$$q_{inf} = [(15\ 000)(43 + 2 \times 6m)(1/1\ 000)] / [86\ 400] = 0,0095l/s$$

### **2.3.7.3. Caudal por conexiones ilícitas**

Este es el caudal de agua pluvial, que se conecta ilícitamente al sistema de drenaje sanitario. De acuerdo a las Normas de INFOM, este se puede calcular como el 10 por ciento mínimo del caudal domiciliar, que es el que se tomó para este proyecto, debido a que se observó que las personas vierten las aguas pluviales a los patios de las casas. Este caudal se expresa de la siguiente forma:

$$q_{ilicito} = 0,10 \times q_{dom}$$

$$q_{ilicito} = 0,10 \times 0,083 = 0,0083l/s$$

#### 2.3.7.4. Factor de caudal medio

Este es un factor que regula la aportación de caudal en la tubería. Se considera que es el caudal que aporta cada habitante, más la suma de todos los caudales, que son: doméstico, de infiltración, por conexiones ilícitas, comercial e industrial, entre la población total. Este factor debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005. Si su valor es menor a 0,002 se tomará 0,002, y si fuera mayor se tomará 0,005, considerando siempre que este factor no esté demasiado distante de los rangos máximo y mínimo establecidos, ya que el diseño podría quedar subdiseñado o sobre diseñado, según fuera el caso.

$$F_{qm} = Q \text{ medio} / \text{No. de habitantes futuro}$$

Donde:

$$Q \text{ medio} = Q \text{ doméstico} + Q \text{ infiltración} + Q \text{ conexiones ilícitas}$$

En este caso, no se tomó en cuenta el caudal comercial e industrial, porque el lugar carece de comercios e industrias.

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

Cálculo del caudal medio:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{C.I} + Q_{Inf.} = \text{No. Hab.} * \text{Dotación} * F.R / 86400$$

$$Q_{dom} = 0,0830 \text{ l/s}$$

$$Q_{C.I} = 0,0083 \text{ l/s}$$

$$Q_{Inf} = 0,0095 \text{ l/s}$$

$$Q_{med} = 0,083 \text{ l/s} + 0,0083 \text{ l/s} + 0,0095 \text{ l/s}$$

$$Q_{med} = 0,10 \text{ l/s}$$

Cálculo del factor de caudal medio:

$$FQM = Q_{med} / \text{No. Hab.}$$

$$FQM = 0,10/45$$

$$FQM = 0,0022$$

Ya que el FQM es superior a 0,002 se asume:  $FQM = 0,005$

#### **2.3.7.5. Caudal de diseño**

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema sanitario, de acuerdo a los datos obtenidos o investigados y aplicados en un período de diseño. Será la suma de:

- Caudal máximo de origen doméstico
- Caudal de infiltración
- Caudal de conexiones ilícitas
- aguas de origen industrial y comercial

Según las condiciones particulares de estos establecimientos (no incluidas en el diseño).

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir. En este caso, se compara el diseño para población actual y futura con las siguientes expresiones y los cálculos respectivos.

$$q_{\text{Dis Fut}} = (F_{qm}) (FH \text{ futuro}) (\text{No. de habitantes futuro})$$

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$q_{\text{dis}} = \text{No. Hab.} * FQM * F.H$$

$$q_{\text{dis}} = 45 * 0,005 * 4,323$$

$$q_{\text{dis}} = 0,97 \text{ l/s}$$

### **2.3.8. Selección de tipo de tubería**

La tubería que será utilizada en el proyecto es seleccionada bajo las condiciones con que se pretenda construir el sistema de drenajes, para lo cual influyen distintos aspectos tales como: eficiencia, economía, durabilidad, disponibilidad de manejo y colocación. En el diseño del drenaje sanitario para el sector zona 1 de Mixco, se utilizará tubería PVC junta rápida norma D-3034, la cual, según sus características, presenta facilidad de instalación y optimización de tiempo.

### **2.3.9. Diseño de secciones y pendientes**

En general, se diseñó el sistema con secciones circulares de PVC funcionando como canales abiertos. El cálculo de la capacidad, velocidad,

diámetro y pendientes se hará aplicando la fórmula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares. El tubo de la conexión domiciliar debe ser de menor diámetro que el del tubo de la red principal, con el objetivo de que sirva de retenedor de algún objeto que pueda obstruir el colector principal.

En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 3 pulgadas, con una pendiente mínima de 2 por ciento y una máxima de 6 por ciento y que forme un ángulo horizontal con respecto a la línea central de, aproximadamente, 45 grados, en el sentido de la corriente del mismo. La profundidad mínima de coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno es de 1,20 metros, más el diámetro interior y el espesor del tubo. En este caso, por ejemplo, para un tubo de 6 pulgadas se tienen 1,20 m + 6 pulgadas = aprox. 1,35 m. Cuando la altura de coronamiento de la tubería principal tenga una profundidad mayor de 3,00 metros bajo la superficie de terreno, se diseñó una tubería auxiliar sobre la principal, para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente. El ancho de la zanja es muy importante, para evitar el exceso de excavación y para que permita trabajar adentro de esta.

Las conexiones domiciliarias en este diseño serán con tubería PVC de 3 pulgadas de diámetro, debido a que el diámetro del colector es de 6 pulgadas, esto con el fin de que sea funcional y factible, ya que cada sistema es pequeño y transporta poco caudal.

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$CT \text{ inicial} = 999,94$$

$$CT \text{ final} = 998,50$$

$$P = ((CT \text{ inicial} - CT \text{ final}) * 100) / \text{Distancia}$$

$$P = ((999,94 - 998,50) * 100) / 43,16$$

$$P = 3,34 \%$$

$$V = 1 / N * R^{1/2}$$

En la cual:

V = velocidad del flujo a sección llena (m/seg)

R = radio hidráulico igual a la sección del tubo entre el perímetro mojado

D = diámetro de la sección circular (metros)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning = 0,009 para tubos PVC

Q = caudal

A = área

V = velocidad

Diámetro de tubería 6"

Pendiente de tubería 3,34%

$$V = 0,03429 / n * (D * 0,0254)^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = 0,03429 / 0,009 * (4 * 0,0254)^{2/3} * (3,34)^{1/2}$$

$$V = 1,95 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q_{\text{sec llena}} = A * V$$

$$Q_{\text{sec llena}} = \pi/4 * (6 * 0,0254)^2 * 1,95 * 1\ 000 \text{ l/1 m}^3$$

$$Q_{\text{sec llena}} = 35,53 \text{ l/s}$$

### **2.3.9.1. Velocidades máximas y mínimas**

Para el diseño del sistema del drenaje sanitario, para el sector zona 1 de Mixco se utilizó un parámetro comprendido entre  $0,4 \text{ m/s} < v < 5,00 \text{ m/s}$  debido a las condiciones topográficas del lugar.

### **2.3.9.2. Diámetro del colector**

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

Para conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6 pulgadas para tubería de concreto, y 4 pulgadas para tubería de PVC, formando ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal. En este proyecto, se utilizarán los requerimientos de normas para PVC, que se adecúan a la utilización de tubería de polietileno de alta densidad ADS.

Para el diseño del sistema del drenaje sanitario del sector zona 1 de Mixco, se utilizaron requerimientos de normas para PVC, que se adecúan a la utilización de tubería de polietileno de alta densidad. Se utilizó un diámetro mínimo de 6 pulgadas por factibilidad económica y funcionamiento adecuado

del sistema, ya que al diseñar sistemas aislados el caudal transportado en algunos tramos es bajo.

### **2.3.9.3. Profundidad mínima del colector**

La profundidad de la línea principal o colector se dio en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico.

Asímismo, se tomó en consideración una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo y de los accidentes fortuitos.

### **2.3.9.4. Ancho de zanja**

Para alcanzar la profundidad a la cual se encuentra el colector, se deben de hacer excavaciones en las distancias (indicadas por los pozos de visita) y dirección determinadas en la topografía de la red general.

La profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y requerimientos de la tubería a utilizar. A continuación se muestra una tabla de anchos de zanja aconsejables, en función de diámetro y alturas de excavación



Tabla I. **Anchos de zanja**

Diámetro de tubería en pulgadas	Ancho de zanja		
	Profundidad 0 a 2 m	Profundidad 2 a 4 m	Profundidad 4 a 6 m
4	0,50	0,60	0,70
6	0,55	0,65	0,75
8	0,60	0,70	0,80
10	0,70	0,80	0,80
12	0,80	0,80	0,80

Fuente: GARCIA, Nery. *Método práctico de presupuestos en construcción*. p. 17.

### 2.3.9.5. **Volumen de excavación**

Es la cantidad de suelo que se removerá para colocar la tubería. Está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita y del ancho de zanja, por lo cual depende del diámetro de la tubería que se va a instalar y de la longitud entre pozos, siendo sus dimensionales en metros cúbicos.

La fórmula para determinar el volumen de excavación, se define de la siguiente manera:

$$\text{Vol} = \frac{H1 + H2}{2} \times d \times z$$

Donde:

Vol = ((profundidad pozo 1+profundidad pozo 2)/2)\*distancia ente pozos\*ancho de zanja

H1=altura      d=distancia  
H2=altura      z=profundidad

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

$$\text{Vol. Exc.} = [ ( \{ H1 + H2 \} / 2 ) * d * Z ]$$

$$\text{Vol. Exc.} = [ ( \{ 1,20 + 1,49 \} / 2 ) * 43,16 * 0,55 ]$$

$$\text{Vol. Exc.} = 31,92 \text{ m}^3$$

#### **2.3.9.6. Cotas Invert**

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

$h_{\min}$  = altura mínima, dependiente del tipo de tránsito que circula por el lugar

CII = cota Invert inicial

CTS = cota Invert de la tubería de salida final

CTE = cota Invert de la tubería de entrada

CTI = cota del terreno inicial

CTF = cota del terreno final

D = distancia horizontal

S% = pendiente del terreno

Et = espesor de la tubería

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2, los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

Distancia horizontal efectiva

Diámetro de pozos: 1,20 metros

Grosor de paredes: ladrillo tayuyo 21 \* 12,5 \* 6,5

DHefec = distancia entre pozos – ((Ø1 PV1 + grosor paredes PV1) / 2) + (Ø2 PV2 + grosores paredes PV2) / 2))

DHefec = 43,16 – ((1,20 + 0,46) / 2) + (1,20 + 0,46) / 2))

DHefec = 41,50 m

Cálculo de cota Invert de salida del pozo 1

Cis = cota Invert entrada del pozo 1 – 0,05

Cis = (999,94-1.20)-0,05

Cis = 998,69

Donde:

Cis = cota Invert salida del pozo 1

Cota Invert entra al pozo 2

Cie = cota Invert de salida del pozo 1 ( Cis ) – ( 1,5 % \* distancia efectiva )

Cie = 998,69 – ( 4 % \* 43,16 )

Cie = 996,96

Donde:

Cie = Cota Invert entra del pozo 2

Profundidad del pozo 1

Alt PV1 = cota del terreno – cota Invert de salida del pozo 1

Alt PV1 = 999,94– 998,69

Alt PV10 = 1,25

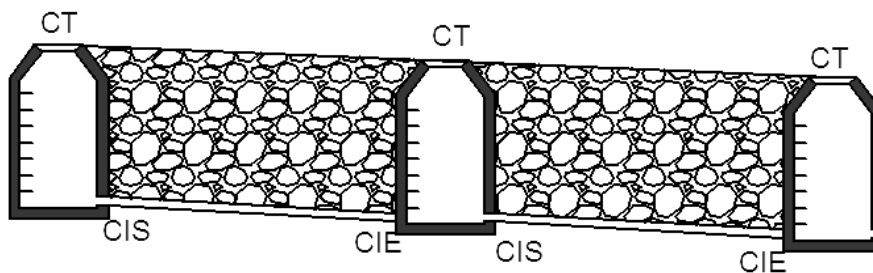
Altura del pozo 2

Alt PV2 = cota del terreno – cota Invert de salida del pozo 2

Alt PV2 = 998,50 – (996,96-1,70)

Alt PV2 = 3,24

Figura 2. **Abreviaturas para cotas Invert**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

En la figura 2 se muestra la posición de las abreviaturas utilizadas para el cálculo de cotas Invert.

### **2.3.10. Pozo de visita**

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y se emplean como medio de inspección y limpieza. Según las normas para

construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En toda intercepción de colectores
- Al comienzo de todo colector
- En todo cambio de sección o diámetro
- En todo cambio de dirección o pendiente
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 a 120 metros
- En las curvas de colectores visitables, a no más de 30 metros

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

Los pozos tienen en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundida o de concreto, con una abertura neta de 0,50 a 0,60 metros. El marco descansa sobre las paredes, que se ensanchan hasta alcanzar un diámetro de 1,20 a 1,50 metros de la boca del pozo, continuando con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla. La profundidad es variable y las paredes suelen ser construidas de ladrillo de barro cocido, cuando son pequeños; y de concreto cuando son muy grandes y profundos.

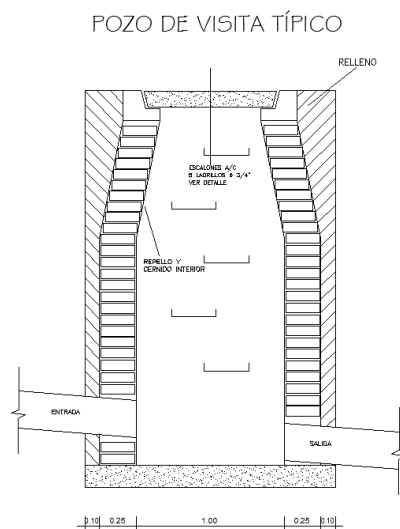
El fondo de los pozos de visita se hace regularmente de concreto, dándole a la cara superior una ligera pendiente hacia el canal abierto o hacia los canales que forman la continuación de los tubos de la alcantarilla.

Los canales se recubren, a veces, con tubos partidos o seccionados por su diámetro. Los cambios de dirección se hacen en los canales. Hay que hacer notar que el pozo de visita tiene un fondo plano solamente en los casos en que

todos los tramos arranquen de él, y que cuando el pozo sea usado a la vez para tuberías que pasan a través de él y otras de arranque, la diferencia de cotas invert entre el tubo de arranque y el que pasa tiene que ser, como mínimo, el diámetro de la tubería mayor.

En cada uno de los pozos de visita se disponen escalones para que se pueda bajar para inspeccionar y limpiar. Estos escalones suelen ser de varillas de hierro, empotrados en las juntas de los ladrillos

Figura 3. **Detalles de pozo de visita**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

### 2.3.11. **Conexiones domiciliarias**

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe. Ordinariamente, al construir un sistema de alcantarillado es costumbre establecer y dejar prevista una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en

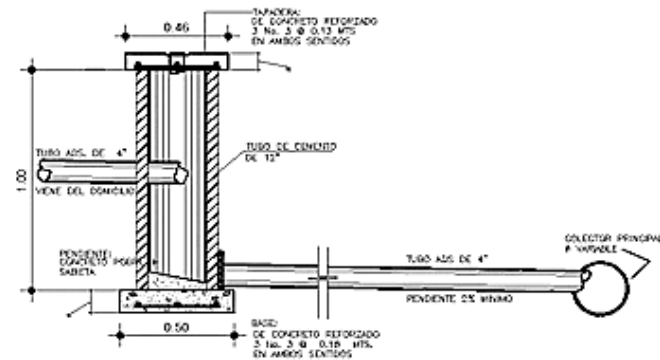
cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse, para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. En colectores pequeños es más conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos que la que se consigue con una conexión en T.

Sin embargo, la conexión en T es más fácil de instalar en condiciones difíciles. Una conexión en T, bien instalada, evita que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad.

La conexión doméstica se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados en forma vertical (candelas), en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector debe tener un diámetro no menor a 3 pulgadas y debe colocarse con una pendiente de 2 por ciento como mínimo, para sistemas con tubería PVC.

Para este diseño se determinó utilizar silleta y en las conexiones domiciliarias, ya que minimizar el impacto de las aguas servidas al integrarse al sistema.

Figura 4. Detalles de conexión domiciliar



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

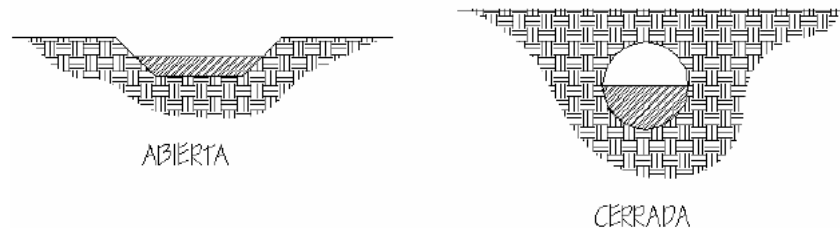
### 2.3.12. Principios hidráulicos

Las alcantarillas basan su funcionamiento en transportar el agua de desecho en conductos libres, que están en contacto con el aire, a los cuales se les conoce como canales. El flujo queda determinado por la pendiente del canal y la superficie del material del cual está construido. La sección del canal, como se muestra en la figura 5, puede ser abierta o cerrada. En el caso de los sistemas de alcantarillado se emplean canales cerrados circulares, en donde la superficie del agua está sometida a la presión atmosférica y, eventualmente, a presiones producidas por los gases que se forma en el canal.

El sistema de drenaje sanitario para la zona 1 de Mixco se diseñó con el principio de canales abiertos que trabajan bajo presión atmosférica



Figura 5. **Tipo de canales**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

### **2.3.12.1. Relaciones hidráulicas**

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena para poder agilizar de alguna manera los resultados de: velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando para eso la fórmula de Manning. La utilización de las tablas se realizó determinando primero la relación ( $q/Q$ ). Dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca uno aproximado. En la columna de la izquierda se ubica la relación ( $v/V$ ), y obteniendo este valor se multiplica por el obtenido por la velocidad a sección llena y se logra saber así la velocidad a sección parcial. Sucesivamente se obtienen los demás valores de chequeo. En la tabla III se muestran las relaciones hidráulicas para una alcantarilla de sección circular.

Para el tramo comprendido entre los pozos PV1 Y PV2 los datos de diseño obtenidos fueron los siguientes:

Para la relación de caudales tenemos un caudal acumulado de estaciones anteriores el cual es:

$$q_{\text{dis acumulado}} = 0,97 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} \quad q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = (0,97) / (35,53)$$

$$q_{\text{dis}} / Q_{\text{sec llena}} = 0,0273$$

Relación de velocidad

$$v / V = 0,432$$

Relación de tirantes

$$d / D = 0,1125$$

Velocidad a sección parcial

$$v = V * v / V$$

$$v = 1,95 * 0,432$$

$$v = 0,84 \text{ m/s}$$

Chequeo

Caudal                     $0,329 < 20,26$                      $q_{\text{dis}}$  sí cumple

Velocidad                 $0,40 < 0,84 < 5,00$                  $v$  sí cumple

Tirante                     $0,10 < 0,1125 < 0,75$                     sí cumple

Nota: únicamente en tramos iniciales el tirante puede ser menor a 0,10

### 2.3.12.1.1. Coeficiente de rugosidad

La fabricación de tuberías para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, cada vez es realizada por más empresas, teniendo que realizar las mismas pruebas.

Dichas pruebas sirven para determinar un factor para establecer cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería, manejando parámetros de rugosidad para materiales ya estipulados por instituciones que regulan la construcción de sistemas de alcantarillados sanitarios. Entre estos parámetros, se mencionan:

En el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el sector cuatro de la aldea Cruz Blanca se utilizó un coeficiente de rugosidad proporcionado por el fabricante AMANCO, el cual es 0.009 para tubería PVC Norma ASTM cedula 30-34.

Tabla II. **Rugosidad de materiales**

<b>Material</b>	<b>Factor de rugosidad</b>
Concreto	0,011 – 0,016
Hierro galvanizado	0,013 – 0,015
PVC	0,006 – 0,011

Fuente: Manual de bolsillo para instalación de tubos ADS. p. 26.

### 2.3.13. Cálculo hidráulico

Para el diseño del sistema del drenaje sanitario se consideró un aspecto importante, como lo es la pendiente del terreno, ya que de esta depende la pendiente que adoptará la tubería; asimismo, las cotas Invert de entrada y salida, lo cual es básicamente lo que determina la profundidad de la localización de la tubería y la profundidad de los pozos de visita. Los detalles se presentan en el diseño mostrado en la hoja de cálculo que se presenta en los apéndices.

Para desfogar las aguas recolectadas en los distintos ramales que componen este sistema de drenajes, se utilizarán sistemas aislados de fosas sépticas y dos propuestas de plantas de tratamiento para los tramos grandes, ya que cuenta con más de 50 viviendas. Todos los sistemas serán aislados debido a la topografía del terreno y las irregularidades que este presenta.

Tabla III. Relaciones hidráulicas para sección circular

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0,0100	0,0017	0,0880	0,00015	0,1025	0,0540	0,4080	0,02202
0,0125	0,0237	0,1030	0,00024	0,1050	0,0558	0,4140	0,02312
0,0150	0,0031	0,1160	0,00036	0,1075	0,0578	0,4200	0,02429
0,0175	0,0039	0,1290	0,00050	0,1100	0,0599	0,4260	0,02550
0,0200	0,0048	0,1410	0,00067	0,1125	0,0619	0,4320	0,02672
0,0225	0,0057	0,1520	0,00087	0,1150	0,0639	0,4390	0,02804
0,0250	0,0067	0,1630	0,00108	0,1175	0,0659	0,4440	0,02926
0,0275	0,0077	0,1740	0,00134	0,1200	0,0680	0,4500	0,03059
0,0300	0,0087	0,1840	0,00161	0,1225	0,0701	0,4560	0,03194
0,0325	0,0099	0,1940	0,00191	0,1250	0,0721	0,4630	0,03340
0,0350	0,0110	0,2030	0,00223	0,1275	0,0743	0,4680	0,03475
0,0375	0,0122	0,2120	0,00258	0,1300	0,0764	0,4730	0,03614
0,0400	0,0134	0,2210	0,00223	0,1325	0,0786	0,4790	0,03763
0,0425	0,0147	0,2300	0,00338	0,1350	0,0807	0,4840	0,03906
0,0450	0,0160	0,2390	0,00382	0,1375	0,0829	0,4900	0,04062
0,0475	0,0173	0,2480	0,00430	0,1400	0,0851	0,4950	0,04212
0,0500	0,0187	0,2560	0,00479	0,1425	0,0873	0,5010	0,04375
0,0525	0,0201	0,2640	0,00531	0,1450	0,0895	0,5070	0,04570
0,0550	0,0215	0,2730	0,00588	0,1475	0,0913	0,5110	0,04665
0,0575	0,0230	0,2710	0,00646	0,1500	0,0941	0,5170	0,04863

Continuación de tabla III

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0,2200	0,1631	0,6510	0,10619	0,5900	0,6140	1,0700	0,65488
0,2250	0,1684	0,6590	0,11098	0,6000	0,6265	1,0700	0,64157
0,2300	0,1436	0,6690	0,11611	0,6100	0,6389	1,0800	0,68876
0,2350	0,1791	0,6760	0,12109	0,6200	0,6513	1,0800	0,70537
0,2400	0,1846	0,6840	0,12623	0,6300	0,6636	1,0900	0,72269
0,2450	0,1900	0,6920	0,13148	0,6400	0,6759	1,0900	0,73947
0,2500	0,1955	0,7020	0,13726	0,6500	0,6877	1,1000	0,75510
0,2600	0,2066	0,7160	0,14793	0,6600	0,7005	1,1000	0,77339
0,2700	0,2178	0,7300	0,15902	0,6700	0,7122	1,1100	0,78913
0,3000	0,2523	0,7760	0,19580	0,7000	0,7477	1,1200	0,85376
0,3100	0,2640	0,7900	0,20858	0,7100	0,7596	1,1200	0,86791
0,3200	0,2459	0,8040	0,22180	0,7200	0,7708	1,1300	0,88384
0,3300	0,2879	0,8170	0,23516	0,7300	0,7822	1,1300	0,89734
0,3400	0,2998	0,8300	0,24882	0,7400	0,7934	1,1300	0,91230
0,3500	0,3123	0,8430	0,26327	0,7500	0,8045	1,1300	0,92634
0,3600	0,3241	0,8560	0,27744	0,7600	0,8154	1,1400	0,93942
0,3700	0,3364	0,8680	0,29197	0,7700	0,5262	1,1400	0,95321
0,3800	0,3483	0,8790	0,30649	0,7800	0,8369	1,3900	0,97015
0,3900	0,3611	0,8910	0,32172	0,7900	0,8510	1,1400	0,98906
0,4000	0,3435	0,9020	0,33693	0,8000	0,8676	1,1400	1,00045
0,4100	0,3860	0,9130	0,35246	0,8100	0,8778	1,1400	1,00045
0,4200	0,3986	0,9210	0,36709	0,8200	0,8776	1,1400	1,00965
0,4400	0,4238	0,9430	0,39963	0,8400	0,8967	1,1400	1,03100
0,4500	0,4365	0,9550	0,41681	0,8500	0,9059	1,1400	1,04740
0,4600	0,4491	0,9640	0,43296	0,8600	0,9149	1,1400	1,04740
0,4800	0,4745	0,9830	0,46647	0,8800	0,9320	1,1300	1,06030
0,4900	0,4874	0,9910	0,48303	0,8900	0,9401	1,1300	1,06550
0,5000	0,5000	1,0000	0,50000	0,9000	0,9480	1,1200	1,07010
0,5100	0,5126	1,0090	0,51719	0,9100	0,9554	1,1200	1,07420
0,5200	0,5255	1,0160	0,53870	0,9200	0,9625	1,1200	1,07490
0,5300	0,5382	1,0230	0,55060	0,9300	0,9692	1,1100	1,07410
0,5400	0,5509	1,0290	0,56685	0,9400	0,9755	1,1000	1,07935
0,5500	0,5636	1,0330	0,58215	0,9500	0,9813	1,0900	1,07140

Fuente: Téllez Lima Luis Ernesto, *Sistema de alcantarillado sanitario para la colonia chinchilla municipio de Jalapa ADS*. p. 28.

#### **2.3.14. Presupuesto del proyecto**

En la integración del presupuesto se consideraron como costos directos: la mano de obra calificada, la no calificada, las prestaciones laborales, los materiales de construcción y el transporte de los mismos. Como costos indirectos se consideraron: la supervisión técnica, los costos de administración y la utilidad. Los salarios de la mano de obra se estimaron con base en el salario mínimo establecido por la ley. En cuanto al precio de los materiales, se tomaron los que se manejan en la región.

Tabla IV. Presupuesto del drenaje sanitario zona 1, Mixco

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS						
FACULTAD DE INGENIERÍA (USAC)						
ESCUELA CIVIL						
EPESISTA: MARCO ANTONIO GUAMUCH REYES						
PROYECTO:						
Construcción del Sistema de Drenaje Sanitario de la Aldea el Manzanillo hasta la Lotificación Tierra Blanca, Zona 1 de Mixco, Guatemala						
UBICACIÓN:						
Aldea el Manzanillo, Colonia Buena Vista, Lotificación Tierra Blanca						
0.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB TOTAL	IMPORTE
TRABAJOS PRELIMINARES						Q. 1,064,398.59
.01	Trazo y replanteo	ml	5 123,34	Q. 2,00	Q. 10 246,68	
.02	Bodega	m <sup>2</sup>	1,00	Q. 7 004,20	Q. 7 004,20	
.03	Demolición de carpeta existente (incluye corte con cortadora, demolición, carga y acarreo del material)	m <sup>2</sup>	1 842,75	Q. 106,28	Q. 195 847,47	
.04	Remoción de adoquín (sin dañar el adoquín existente)	m <sup>2</sup>	1 342,91	Q. 25,61	Q. 34 391,93	
.05	Excavación de zanja para tubería (incluye corte, carga y acarreo del material sobrante)	m <sup>3</sup>	10 431,09	Q. 35,00	Q. 365 088,15	
.06	Relleno de zanja para tubería (incluye nivelación de material sobrante, selecto)	m <sup>3</sup>	10 268,84	Q. 44,00	Q. 451 820,16	
INSTALACIÓN DE TUBERÍA						Q. 916,264.98
.01	INSTALACIÓN DE Tubo corrugado con empaque diámetro 6" AS1M 3034) INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA CON MATERIAL GRANULAR, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	ml	1 048,59	Q. 180,25	Q. 189 008,89	
.02	INSTALACIÓN DE tubo corrugado con empaque diámetro 8" AS1M 3034) INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA CON MATERIAL GRANULAR, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	ml	178,83	Q. 295,00	Q. 52 753,52	
.03	INSTALACION DE Tubo corrugado con empaque diámetro 10" AS1M 3034) INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA CON MATERIAL GRANULAR, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	ml	1 772,21	Q. 284,65	Q. 504 459,86	
.04	INSTALACION DE tubo corrugado con empaque diámetro 15" AS1M 3034) INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA CON MATERIAL GRANULAR, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	ml	345,33	Q. 492,40	Q. 170 042,71	
OBRA COMPLEMENTARIA						Q. 500,397.94
.01	Colocación de adoquín remolido	m <sup>2</sup>	1 342,91	Q. 116,98	Q. 157,093,61	
.02	Reparación carpeta de concreto asfáltico en caliente 0.05 m (incluye suministro, colocación, acabado del asfalto)	m <sup>3</sup>	1 842,75	Q. 186,30	Q. 343 304,33	
POZOS DE VISITA						Q. 610,040.00
4.01	POZO DE VISITA TIPICO DE 1.20m. A 1.93m.	unidad	16,00	Q. 3 284,00	Q. 52 544,00	
4.02	POZO DE VISITA TIPICO DE 2.00m. A 2.83m.	unidad	22,00	Q. 4 870,00	Q. 107 140,00	
4.03	POZO DE VISITA TIPICO DE 3m. A 3.90m.	unidad	17,00	06,380.00	0108,460.00	
4.04	POZO DE VISITA TIPICO DE 4m. A 4.99m.	unidad	10,00	07,966.00	079,660.00	
4.05	POZO DE VISITA TIPICO DE 5m. A 5.96m.	unidad	16,00	09,476.00	0151,616.00	
4.06	POZO DE VISITA TIPICO DE 6.01m. A 6.89m.	unidad	10,00	011,062.00	0110,620.00	
5	CONEXIONES DOMICILIARES					007,921.08
5.01	Colocacion, Instalación, excavación y relleno	unidad	516.00	0131.63	067,921.08	
TOTAL						Q. 3 158 022,59

Fuente: elaboración propia.





### **3. DISEÑO DEL MERCADO PARA LA COLONIA PRIMERO DE JULIO ZONA 5, MIXCO, GUATEMALA**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consistió en el diseño de dos módulos de dos niveles para locales comerciales en la colonia Primero de Julio, Mixco, Guatemala, la distribución de ambientes es la siguiente:

- El primer nivel cuenta con áreas húmedas
- El segundo nivel, tendrá locales de áreas secas
- Módulo de gradas
- Rampa

Actualmente, la población actual tiene la necesidad del comercio de la canasta básica, pero para el consumo de la comunidad tienen que trasladarse a la central de Mixco, para hacer uso del mercado, lo cual evidencia la necesidad de construir un mercado solo para la colonia Primero de Julio, zona 5 de Mixco.

La estructura del módulo del mercado está diseñado de marcos dúctiles y losas de concreto armado, los muros están considerados como tabiques de mampostería reforzada de block pómez, ventanas, puertas de metal y piso de granito de mármol.

### 3.1.1. Antecedentes

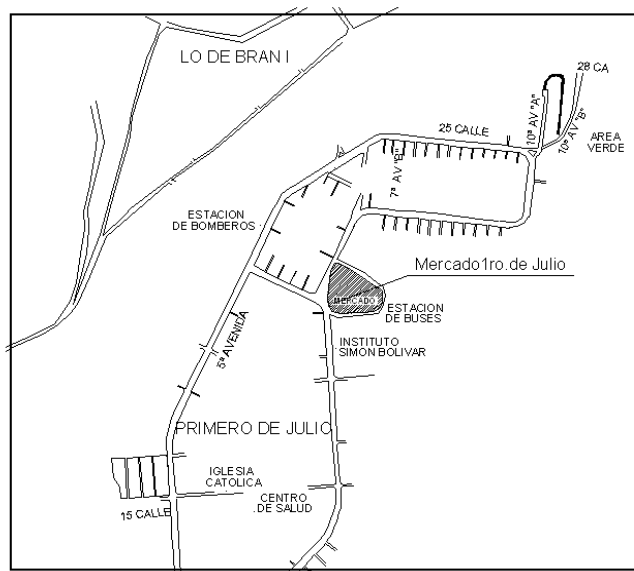
Desde hace varios años los vecinos que se encuentra viviendo actualmente en la colonia Primero de Julio, Mixco, Guatemala, iniciaron las gestiones para que les construyan un mercado, los vecinos de la colonia Primero de Julio, ya presentaron la solicitud a la Municipalidad de Mixco

### 3.1.2. Reconocimiento del lugar

Ubicado en la 5ta. avenida 12-55, colonia Primero de Julio, zona 5, Mixco, Guatemala.

Coordenadas: 14° 40' 10" N 90° 34' 2" N

Figura 6. Ubicación del caserío de la colonia Primero de Julio



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

### **3.1.2.1. Terreno disponible**

Los pobladores de la colonia Primero de Julio cuentan con un terreno de 1 000 metros cuadrados, el terreno tiene forma irregular el cual se puede ser utilizado en su totalidad.

### **3.1.2.2. Topografía del terreno**

La topografía del terreno destinado para la construcción del mercado de la colonia Primero de Julio es totalmente plana.

### **3.1.3. Análisis de suelos**

Para el análisis de suelos se realizó un estudio de compresión triaxial, que se describe a continuación

#### **3.1.3.1. Ensayo compresión triaxial**

Consistió en obtener una muestra inalterada de 1 pie cúbico del suelo en el que se pretende cimentar, para determinar su valor soporte, cohesión y ángulo de fricción interna.

El valor soporte de un suelo es la capacidad del suelo para soportar una carga sin que produzca fallas dentro de su masa. El cálculo del valor soporte se realizó con la ecuación de capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas:

$$q_o = 1,3 \cdot C_u \cdot N_c + \gamma_s \cdot D_c \cdot N_q + 0,4 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_r$$

Para su cálculo se utilizaron los siguientes datos, obtenidos en laboratorio como resultado del ensayo compresión triaxial:

Donde:

$q_0$	= valor de esfuerzo límite	
$C_u$	= coeficiente de cohesión del suelo	13,66 T/m <sup>2</sup>
$\Phi$	= ángulo de fricción interna	28.86°
$N_c$	= factor de capacidad de carga debido a la cohesión	
$\gamma_s$	= peso específico del suelo	1,37 T/m <sup>3</sup>
$D_c$	= desplante de cimentación	1,40m
$N_q$	= factor de capacidad de carga debido a la sobre carga	
$B$	= base de la zapata	1,00m
$N_y$	= factor de capacidad de carga debido al peso del suelo	4,73
$F_s$	= factor de seguridad	(1-5)

La cohesión y el ángulo de fricción interna se dividieron dentro de 1,5 por el tipo de suelo, en este caso es arena pómez limosa y también hubo varias fallas, pérdidas y factores de humedad que variaban, porque la máquina tenía algunos fallos lo cual estaba dando resultados variantes.

Ángulo de fricción interna

$$C_u = 13,66 = 9,106 \text{ T/m}^2$$

$$\Phi = 28,86 = 19.24^\circ$$

$$\Phi_{\text{rad}} = (19 \cdot \pi) / 180 = 0,33 \text{ rad}$$

Factor de flujo de carga

$$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\Phi}{2}\right) * e^{\pi * \tan \phi}$$

$$N_q = \tan^2(45 + 19/2) * (e^{(\pi \tan 19)})$$

$$N_q = 5$$

Factor de flujo de carga última

$$N_c = \cot \Phi * (N_q - 1)$$

$$N_c = \cot(19) * (5,79 - 1)$$

$$N_c = 13$$

Factor de flujo de carga

$$N_\gamma = 2 * (N_q - 1) \tan(\theta)$$

$$N_\gamma = 2 * (5,79 - 1) * (\tan(19))$$

$$N_\gamma = 3$$

Capacidad portante neta última

$$q_{on} = 1,3 * C_u * N_c + \gamma_s * D_c * N_q + 0,4 * \gamma_s * B * N_\gamma$$

$$q_{on} = ((1,3) * (9) * (13)) + ((1,37) * (1,4) * (5)) + ((0,4) * (1,37) * (1) * (3))$$

$$q_{on} = 152,00 + 9,50 + 1,60 = 163,01$$

$$q_{on} = 163,00$$

Factor de seguridad (FS)=5 se utilizó este factor ya que el suelo es bastante arenoso, con este factor se estarán cubriendo las deficiencias que pudieran haberse cometido tanto en la obtención de la muestra, traslado y la realización del ensayo, dando seguridad a la construcción con un valor mayor al calculado y entrando en el rango de valor soporte para los diferentes tipos de suelo conforme la tabla 1 a continuación

$q_d = \text{capacidad portante neta última} / \text{factor de seguridad}$

$q_d = 163,00 / 5$

$q_d = 34.48 \text{ ton/m}^2$

Tabla VI. **Valor soporte permisible del suelo**

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

Fuente: CRESPO VILLALAZ. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p. 193.

### **3.1.4. Normas códigos a utilizar**

Para la distribución y disposición de áreas, aspectos estructurales y de funcionamiento, se aplican las normas contenidas en el Reglamento de Construcciones de Edificios, ACI, AGIES y criterios personales. Las normas aplicadas en este trabajo se describen a continuación.

#### **3.1.4.1. Criterios generales**

Para el diseño en general se toma en cuenta la importancia de la estructura y el uso que se le dará, estos son los factores más importantes a tener en cuenta. Dependiendo del uso se toman determinaciones de ventilación, espacios o áreas mínimas de instalaciones o áreas de ventilación e iluminación como también se considera la resistencia y el tipo de estructura que se construirá.

#### **3.1.4.2. Criterios de conjunto**

- Conjunto arquitectónico: se toman como base los requisitos que debe de cumplir el mercado para atender a las personas que se espera recibir y se debe diseñar con respecto a su funcionalidad incluyendo todas las áreas a utilizar.
- Emplazamiento: un correcto emplazamiento del conjunto arquitectónico en el terreno, se logra cuando el área construida en planta baja no excede el 40 por ciento del área total del terreno.
- Orientación del edificio: una correcta orientación proporciona: una óptima iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los ambientes del edificio.

La orientación ideal es de norte a sur, de preferencia abriendo las ventanas hacia el norte; sin embargo, la orientación será definida en el terreno, tomando en cuenta que el sentido del viento dominante es el ideal para abrir ventanas bajas.

- Superficie y altura del edificio: la superficie varía en función de las necesidades que se tengan que satisfacer, tanto en capacidad como en tipo de uso; y la altura no debe de exceder de tres niveles, tratando de ubicar los locales en el primer nivel.

Para el diseño del edificio del mercado, se tomó en cuenta lo descrito anteriormente, debido a que es una ampliación, el área de construcción ocupará el 100 por ciento del terreno; el mercado está orientado al noroccidente del área metropolitana de la ciudad de Guatemala, lo cual garantiza una correcta iluminación y ventilación; la altura de los locales es de 2,80 metros con lo que se cumple lo relacionado a superficie y altura del edificio.

#### **3.1.4.3. Criterios de iluminación**

- Generalidades de la iluminación en el edificio: la iluminación debe de ser abundante y uniforme, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, deben tomarse en cuenta los siguientes criterios:
  - Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas y/o lámparas.
  - Un local pequeño recibe mejor la iluminación que uno grande, pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.



- Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y como resultado una mejor iluminación.
- Tipos de iluminación: por su procedencia, la iluminación se divide en natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital. Estos cuatro tipos de iluminación, aceptados para edificios se describen a continuación:
  - Iluminación natural unilateral: este caso se da cuando solo un lado del local u oficina tiene ventanas; las ventanas deben tener un área de 25 a 30 por ciento del área total de piso; el techo y el muro opuesto a la ventana deben ser claros; y el muro opuesto a la ventana estará a una distancia no mayor de 2,5 veces la altura del muro de ventana.
  - Iluminación natural bilateral: este caso se da cuando existen ventanas en las paredes laterales del local; las ventanas deben tener un área de iluminación entre 25 a 30 por ciento.
  - Iluminación natural cenital: en este caso, la iluminación es por medio de ventanas en cada local, para esta iluminación se toma como área de ventanas del 15 a 20 por ciento del área total de piso.
  - Iluminación artificial: este caso se acepta únicamente cuando sea muy justificado; debe ser difusa, para evitar molestias en la vista; también debe ser lo más parecido a la iluminación natural.

Para la iluminación del edificio del mercado se tomó el concepto de iluminación natural bilateral, ya que el edificio está orientado al noroccidente del área metropolitana de la ciudad de Guatemala, teniendo un área de iluminación del 25 por ciento. Para la iluminación artificial, se colocaron lámparas de tipo industrial.

#### **3.1.4.4. Otros criterios**

- Ventilación: la cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de actividades y es de suma importancia una buena ventilación y circulación de aire dentro de los locales.
- Criterios de color: desde el punto de vista físico, el color de los ambientes, optimiza la iluminación de los mismos; desde el punto de vista psicológico, los colores influyen en el estado de ánimo de los usuarios del lugar y aumenta o disminuye su rendimiento.

#### **3.1.4.5. Local comercial**

La función del local comercial es proveer a las personas de un espacio para desarrollar sus compras, en forma cómoda, las actividades del proceso de ventas y atención al cliente, ya sea en forma tradicional expositiva o modificando la ubicación del local.

#### **3.1.5. Diseño arquitectónico**

Los locales se diseñaron con un área interna del local de 8,12 m<sup>2</sup>. Tiene forma rectangular de 2,85 x 2,85 m.

El diseño arquitectónico debe tener espacios con una buena distribución de ambientes y la forma de las mismas, para lograr una buena comodidad y que el edificio sea funcional.

El proyecto consistirá en la construcción de 53 locales que cubre el área del primer y segundo niveles, área de: parqueo amplio, de guardianía, de administración y contabilidad, de limpieza, de servicios sanitarios para damas y caballeros, de gradas y rampa, de carga y descarga

#### **3.1.5.1. Ubicación del edificio en el terreno**

El módulo está orientado al noroccidente del área metropolitana de la ciudad de Guatemala, el edificio de locales abarca todo el área descrita, con espacio disponible para una evacuación segura

#### **3.1.5.2. Altura del edificio**

Se escoge hacer el edificio de dos niveles por razón de espacio disponible; esto cumple con la norma de tres niveles como máximo.

La altura de todos los locales es la misma y se deja con estas medidas para dar confort, tanto en los ambientes como en los espacios de circulación. La altura de piso a cielo es de 2,80 metros.

#### **3.1.5.3. Selección del sistema estructural a utilizar**

Elegir un sistema estructural no requiere de operaciones matemáticas, sino que conlleva a muchas consideraciones, y objetivos importantes:

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

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

### **3.2. Análisis estructural**

El análisis estructural se basa en aplicar métodos de análisis a secciones propuestas, para el cálculo previo del diseño estructural

#### **3.2.1. Predimensionamiento estructural**

Predimensionar un elemento estructural, consiste en estimar secciones preliminares, las cuales serán utilizadas para soportar las cargas aplicadas a la estructura. Existen diversos procedimientos para predimensionar los elementos, en este proyecto se aplicó los métodos del ACI 318-99, los cuales se detallan a continuación:

##### **3.2.1.1. Vigas**

Para predimensionar las vigas se utiliza el método recomendado en el ACI 318-99, sección 9.5.2, tabla I, el cual calcula el peralte o altura de la viga, dependiendo de la luz que cubre y de sus apoyos. Por razones de simetría se calculará la más crítica y la de mayor longitud.

Tabla VII. **Altura o espesores mínimos de vigas**

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u deflexiones grandes			
Losas macizas en una dirección	$\frac{L}{20}$	$\frac{L}{24}$	$\frac{L}{28}$	$\frac{L}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{L}{16}$	$\frac{L}{18.5}$	$\frac{L}{21}$	$\frac{L}{8}$

Fuente: ACI 318-99, sección 9.5.2 tabla1.

Nota: los valores dados en esta tabla se deben usar directamente en elementos de concreto de peso normal ( $WC = 2\ 400\ \text{kg/m}^3$ ) y refuerzo grado 420 MPa.

Datos:

$$L = 6\ \text{m}$$

$$h = \text{Peralte}$$

Solución:

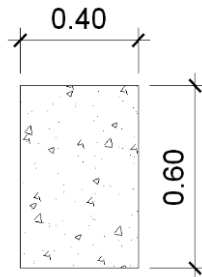
$$h = L/10 = 6/10 = 0,60\ \text{m}$$

$$\text{Base de la viga} = h/2$$

$$\text{Base de la viga} = 0,60/2 = 0,30\ \text{m} = 0,40$$

$$\text{Base de viga} = 0,40\ \text{m sección de viga} = 0,60 * 0,40\ \text{m}$$

Figura 7. **Sección de viga**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

### 3.2.1.2. **Columna**

El método utilizado para predimensionar las columnas, se basa en la carga aplicada y el área tributaria, para luego calcular la sección. Para calcular las secciones de las columnas se tomará como base la columna más crítica, o sea la que soporta mayor carga.

Datos:

$P$  = carga axial

$P$  = área tributaria x peso específico concreto

$P = 36 \times 2400 = 14\ 032,2$  kg/m

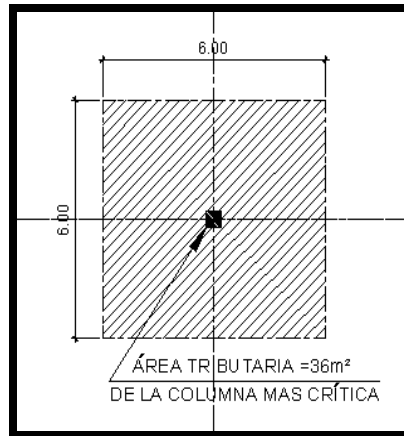
$F'c = 210$  kg/m

$F'y = 2\ 810$  Kg/m

$A_g$  = área gruesa de columna

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

Figura 8. Área tributaria para columna



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

Fórmula:

$$P = 0,8 * (0,225 * f'c * AgF'y * As)$$

$$1\% Ag \leq As \leq 8\% Ag \text{ (Según ACI 318-99, sección 21. 4.3)}$$

Solución:

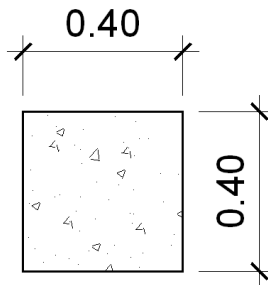
$$P = (\text{área de losa} * \text{espesor de losa} + \text{vigas} + \text{muros} + \text{columnas})$$

$$14\ 032,2 = 0,8 ( (0,225 * 210 * Ag) + (2810 * 0,1 * Ag) ) * (43\ 200 / 0,8) / ( (0,225 * 210) + (2\ 810 * 0,1) ) = Ag$$

$$Ag = ( (43\ 200 / 0,8) / ( (0,225 * 210) + (2\ 810 * 0,1) ) ) = 716,6 \text{ cm}^2$$

Se propone una columna de 40 X 40 = 1600 cm<sup>2</sup>

Figura 9. **Sección de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

### 3.2.1.3. **Losa**

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como para transmitir cargas verticales y horizontales. Por su espesor, pueden dividirse en cascarones ( $t < 0,09$ ), planas ( $0,09 \leq t \leq 0,14$ ) y nervadas ( $t > 0,14$ ).

- Para losas en dos direcciones, ACI recomienda:

Espesor de losa = perímetro / 180

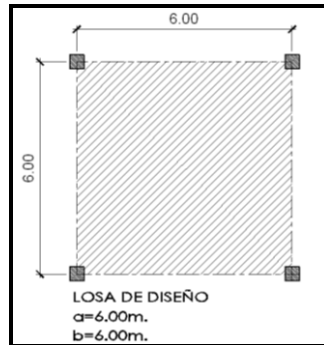
$$T = 24/180=0,1333$$

$$T = 0,13 \text{ m}$$

Espesor de losa = 0,13 m



Figura 10. **Área de losa crítica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

$a/b > 0,5$  Trabaja en dos sentidos

$a/b < 0,5$  Trabaja en un sentido

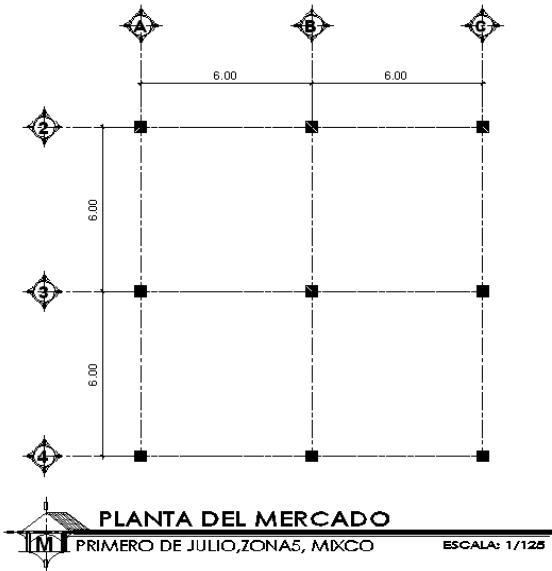
A= 6 Y B=6

1 > 0,5 entonces la losa trabaja en dos sentidos

#### **3.2.1.4. Cimientos**

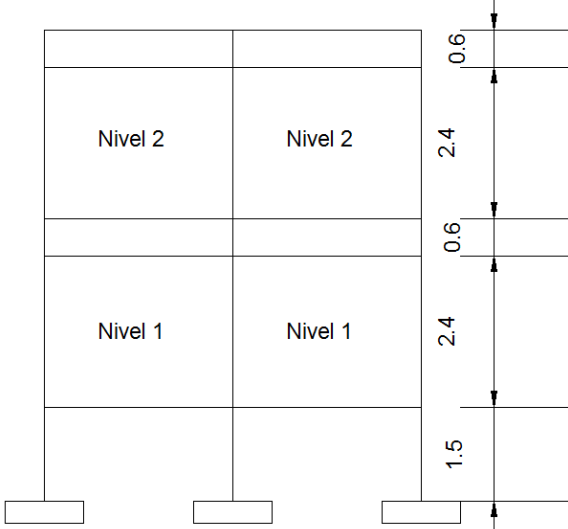
Para los cimientos se usan zapatas aisladas, cuyo predimensionamiento se presenta en el diseño de zapatas. Con los resultados obtenidos del predimensionamiento y tomando en cuenta la distribución arquitectónica, se presenta la figura 8, donde se muestra la planta típica acotada con su respectiva distribución de vigas y columnas.

Figura 11. **Planta, edificio del mercado Primero de Julio zona 5 de Mixco**



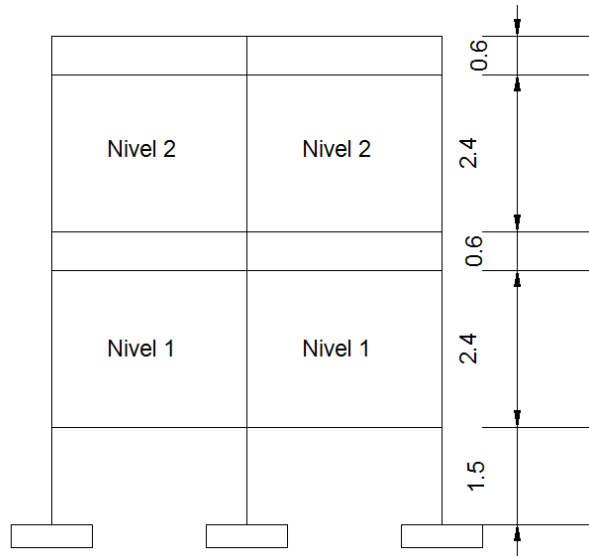
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

Figura 12. **Elevación marco típico, sentido y**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

Figura 13. Elevación marco rígido, sentido x



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

### 3.2.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles

El modelo matemático de un marco dúctil es una gráfica que representa tanto la forma como las cargas que soporta el marco y que sirve para realizar el análisis estructural.

Las figuras 9 y 10 muestran los modelos matemáticos de los marcos dúctiles en el sentido X y en el sentido Y, respectivamente. La integración de cargas muertas y vivas se muestra en la sección 2.2.6.4.2.

### **3.2.3. Cargas aplicadas a los marcos dúctiles**

Las cargas en una estructura, de acuerdo con la dirección en que se aplican se divide en: horizontal y vertical

#### **3.2.3.1. Cargas horizontales en marcos dúctiles**

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

Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas al edificio del mercado, se aplicó el método SEAOC, de la manera siguiente:

#### **3.2.3.2. Método SEAOC-edificio del mercado**

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

$$V = Z * I * K * C * S * W$$

Z = coeficiente de riesgo sísmico que depende de la zona, Z = 1

I = coeficiente que depende de la importancia de la estructura, después de un evento sísmico, I = 1,30

K = coeficiente que depende del tipo de la estructura, K = 0,67

C = coeficiente ligado al período de vibración de la estructura

S = coeficiente que depende del suelo de cimentación, S = 1,5

W = peso propio de la estructura.+ 25 % WCV

Nota: el sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio. Por tal razón se necesita evaluar el corte basal en las direcciones X e Y longitudinal y transversal respectivamente, con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

El factor C depende del período natural fundamental de vibración de la estructura T y está dado por  $C = 1/(1,5 \cdot \sqrt{T})$  el valor C debe ser menor que 0,12, si este valor es mayor que 0,12 se debe de usar 0,12. El valor C se determina, en el sentido X y en el sentido Y, de la manera siguiente:

$$T = 0,0906 * (H / \sqrt{b})$$

$$T_x = 0,0906 * (7,5 / (12)^{1/2}) = 0,1962$$

$$C_x = 1 / (15 * (0,1962)^{1/2}) = 0,1505$$

$$C_x = 0,12$$

$$T_y = 0,0906 * (7,5 / (12)^{1/2}) = 0,1962$$

$$C_y = 1 / (15 * (0,1962)^{1/2}) = 0,1505$$

$$C_y = 0,12$$

$$C_x * S = 0,12 * 1,5 = 0,18$$

$$C_y * S = 0,12 * 1,5 = 0,18$$

### 3.2.3.3. Cargas verticales en marcos dúctiles

También llamadas cargas por gravedad, se divide en carga viva y carga muerta. La carga viva: son cargas ocasionales, tales como el peso de personas, etc., la carga muerta, es aquella que permanece constante, inamovible y permanente dentro de una estructura, generalmente está constituida por el peso propio de los elementos que integran la estructura.

Datos:

Peso del concreto = 2 400 Kg/m<sup>3</sup>

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

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

Peso de muros = 160 Kg/m<sup>2</sup>

- Segundo nivel, carga muerta:

$W_{Losa} = (\text{espesor de losa}) \cdot (\text{área tributaria}) \cdot (\text{peso del concreto})$

$$W_{losa} = (0,13 \cdot 144 \cdot 2\,400) = 44\,928 \text{ kg}$$

$$W_{col} = (0,40 \cdot 0,40 \cdot 3 \cdot 2\,400 \cdot 18) = 20\,736,0 \text{ kg}$$

$$W_{acabados} = (144 \cdot 60) = 8\,640 \text{ kg}$$

$$W_{piso} = (144 \cdot 144) = 20\,736 \text{ kg}$$

$$W_{muros} = (36 \cdot 3 \cdot 160) = 17\,280 \text{ kg}$$

$$W_{viga} = (0,40 \cdot 0,60 \cdot 72 \cdot 2\,400) = 41\,472 \text{ kg}$$

$$\text{Total de carga muerta } (W_{CM}) = 153\,792 \text{ Kg}$$

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

$$\text{Carga viva } (W_{CV}) = (250 \text{ Kg/m}^2) \cdot (144 \text{ m}^2) = 14\,400 \text{ Kg}$$

Peso de la estructura =  $W_{2\text{nivel}}$

$$W_{2\text{nivel}} = W_{\text{CM}} + 0,25W_{\text{CV}}$$

$$W_{2\text{nivel}} = 153\,972 + (0,25 \cdot 144\,00) = 157\,572 \text{ Kg}$$

$$W_{2\text{nivel}} = 157\,572 \text{ Kg}$$

- Primer nivel, carga muerta:

$$W_{\text{losa}} = (0,13 \cdot 144 \cdot 2\,400) = 44\,928 \text{ kg}$$

$$W_{\text{col}} = (0,40 \cdot 0,40 \cdot 3 \cdot 2\,400 \cdot 18) = 20\,736,0 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = (144 \cdot 60) = 8\,640 \text{ kg}$$

$$W_{\text{piso}} = (144 \cdot 144) = 20\,736 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = (36 \cdot 3 \cdot 160) = 17\,280 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = (0,40 \cdot 0,60 \cdot 72 \cdot 2\,400) = 41\,472,0 \text{ kg}$$

$$\text{Total de carga muerta } (W_{\text{CM}}) = 153\,792 \text{ Kg}$$

$$\text{Carga viva } (W_{\text{CV}}) (300 \cdot 144) = 43\,200 \text{ kg}$$

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

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

$$W_{1\text{nivel}} = 153\,792 + (0,25 \cdot 43\,200) = 164\,592 \text{ Kg}$$

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

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

$$W_{\text{Total}} = 157\,572 + 164\,592 = 322\,164 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Total}} = 322\,164 \text{ Kg}$$

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

$$V = (1 \cdot 1,3 \cdot 8 \cdot 0,12 \cdot 1 \cdot 322 \cdot 164) = 40 \, 206,0672 \text{ kg}$$

$$V = 40 \, 206,06 \text{ Kg}$$

Fuerzas por nivel (Fni): I están dadas por la fórmula:

$$F_{ni} = \frac{(V - F_t) \cdot W_{hi}}{\Sigma(W_{ihi})}$$

V = corte Basal

F<sub>t</sub> = fuerza de techo, si t(período natural de vibración) es menor que 0.25seg, entonces, F<sub>t</sub> = 0

W = peso propio de la estructura + 25 % de las cargas vivas

W<sub>i</sub> = peso propio de la estructura + 25 % de las cargas vivas por nivel

h<sub>i</sub> = altura medida desde la cimentación al nivel considerado

Se calcula primero en respecto al eje X y después al eje Y, como  $t < 0,25$ , F<sub>t</sub> = 0

$$T = 0,1962 < 0,25$$

$$F_t = 0$$

$$F_{n_{nivel2}} = (((40 \, 206,0672 - 0) \times (157 \, 572 \cdot 7,5)) / (1 \, 922 \, 454)) = 24 \, 715,87 \text{ kg}$$

$$F_{n_{nivel2}} = 24 \, 715,87 \text{ Kg}$$

$$F_{n_{nivel1}} = (((40 \, 206,0672 - 0) \times (164 \, 592 \cdot 4,5)) / (1 \, 922 \, 454)) = 15 \, 490,19 \text{ kg}$$

$$F_{n_{nivel1}} = 15 \, 490,19 \text{ Kg}$$



### 3.2.4. Análisis de fuerzas por marco

La estructura se calculó dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza, si los marcos espaciados están simétricamente colocados. Si son asimétricos, se tendrá que dividir la fuerza de piso  $F_i$  proporcional a la rigidez de los marcos.

- Fuerzas por marcos Y – Y

Como se puede observar en la figura 11, el edificio es simétrico en Y, por lo que la fuerza por marco será igual al producto de la división de la fuerza de piso entre el número de marcos en el sentido Y.

Segundo nivel:

La fuerza del tercer nivel debe incluir  $F_t$

$$F_m = \frac{(F_2 + F_t)}{\# \text{ Marcos}}$$

$$F_{m_2} = (24\,715,87+0)/3=8\,238,62 \text{ Kg}$$

$$F_{m_2} = 8\,238,62 \text{ kg}$$

Primer nivel:

$$F_{m_1} = (15\,490,19+0)/3=5\,163,39 \text{ kg}$$

$$F_{m_1} = 5\,163,39 \text{ Kg}$$

- Fuerzas por marcos X – X

Como se puede observar en la figura 11, el edificio es simétrico en X, por lo que la fuerza por marco será igual al producto de la división de la fuerza de piso entre el número de marcos en el sentido X.

Segundo nivel:

$$Fm_2 = (2\,4715,87+0)/3=8\,238,62 \text{ Kg}$$

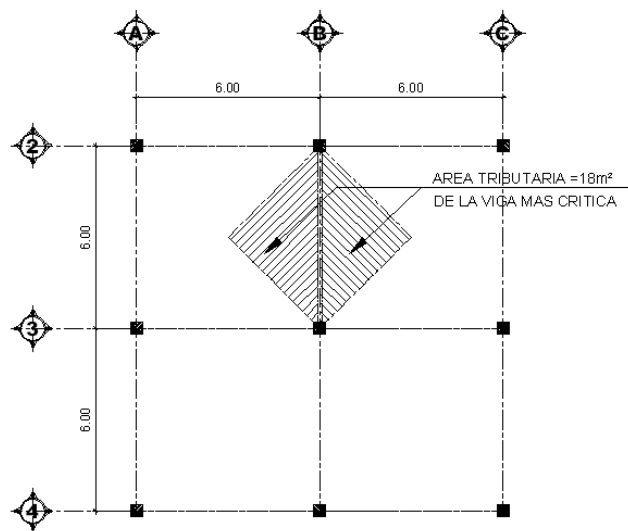
$$Fm_2 = 8\,238,62 \text{ kg}$$

Primer nivel:

$$Fm_1 = (15\,490,19+0)/3=5\,163,39 \text{ kg}$$

$$Fm_1 = 5\,163,39 \text{ Kg}$$

Figura 14. Área tributaria para vigas



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

Peso del concreto = 2 400 Kg/m<sup>3</sup>

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

Peso del piso = 144 Kg/m<sup>2</sup>

Peso de muro = 160 Kg/m<sup>2</sup>

Peso propio de la viga = 0,35\*0,25\*2 400 = 210 Kg/m

Carga viva losa = 250 Kg/m<sup>2</sup>

Sentido X-X

Marco típico nivel 2:

Carga muerta

$$CM_{X-X} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CM_{C-F} = ((2\ 400 * 0,13 + 60)(18))/6 = 1\ 116 \text{ kg/m Kg/m}$$

Carga viva

$$CV_{X-X} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CV_{C-F} = ((100 * 18)/6) = 300 \text{ kg/m}$$

Marco típico nivel 1:

$$CM_{X-X} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CM_{B-E} = ((2\ 400 * 0,13 + 60 + 160) * (18))/6 = 1\ 596 \text{ Kg/m}$$

Carga viva

$$CV_{X-X} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CV_{B-E} = ((300 \cdot 18) / 6) = 900 \text{ Kg/m}$$

Tabla VIII. **Integración de cargas**

	<b>Carga muerta</b>	<b>Carga viva</b>
<b>Nivel 2</b>	1 116 Kg/m	300 Kg/m
<b>Nivel 1</b>	1 596 Kg/m	900 Kg/m

Fuente: elaboración propia.

Sentido Y-Y

Marco típico nivel 2:

Carga muerta

$$CM_{Y-Y} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CM_{C-F} = ((2\ 400 \cdot 0,13 + 60)(18)) / 6 = 1\ 116 \text{ kg/m Kg/m}$$

Carga viva

$$CV_{Y-Y} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CV_{C-F} = ((100 \cdot 18) / 6) = 300 \text{ kg/m}$$

Marco típico nivel 1:

$$CM_{Y-Y} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

$$CM_{B-E} = ((2\ 400 * 0,13 + 60 + 160) * (18)) / 6 = 1\ 596 \text{ Kg/m}$$

Carga viva

$$CV_{Y-Y} = \frac{(\text{losa} + \text{acabados})(\text{area tributaria})}{\text{longitud de viga}} + \text{viga}$$

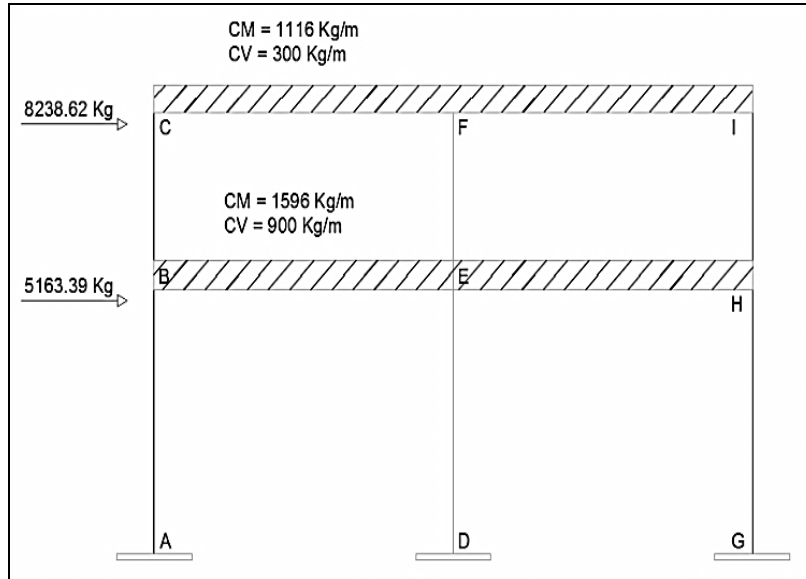
$$CV_{B-E} = ((300 * 18) / 6) = 900 \text{ Kg/m.}$$

Tabla IX. **Integración de cargas**

	<b>Carga muerta</b>	<b>Carga viva</b>
<b>Nivel 2</b>	1 116 Kg/m	300 Kg/m
<b>Nivel 1</b>	1 596 Kg/m	900 Kg/m

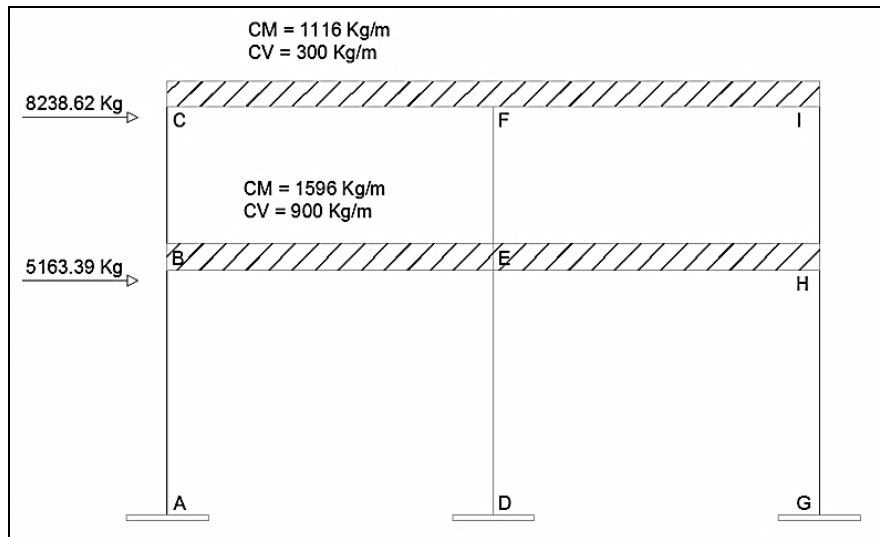
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Cargas actuantes en el marco típico**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

Figura 16. **Cargas actuantes en el eje B**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

### **3.2.5. Análisis de marcos por medio de un método de análisis estructural (método de Kani)**

Luego de la integración total de cargas, se procedió al análisis estructural para la determinación de las fuerzas y deformaciones que se presenta en la estructura a través del método de Kani.

#### **3.2.5.1. Método de Kani**

El método de Kani se aplicó únicamente para miembros de sección constante; además, no incluye los casos cuando existen columnas de diferente altura en un mismo piso, o cuando hay articulaciones en los apoyos de las columnas.

- Cálculo de momentos fijos (MFik): estos se calculan cuando existen cargas verticales.
- Cálculo de momentos de sujeción (MS): estos se calculan cuando hay cargas verticales.

$$MS = \sum MFik$$

- Determinación de fuerzas de sujeción (H): estas se calculan cuando se hace el análisis de las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.  $H = FM$  nivel  $n$  (fuerza por marco del nivel  $n$ , tomada del análisis sísmico)
- Cálculo de la fuerza cortante en el piso ( $Q_n$ ): se calcula cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \sum H$$

- Cálculo de momentos de piso ( $M_n$ ): estos se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$M_n = (Q_n \cdot h_n) / 3 \quad h_n = \text{altura del piso } n$$

- Cálculo de rigideces de los elementos ( $K_{ik}$ )

- 

$$K_{ik} = I / L_{ik} \quad \begin{array}{l} I \text{ inercia del elemento} \\ L \text{ longitud del elemento} \end{array}$$

- Cálculo de factores de giro o coeficientes de reparto ( $\mu_{ik}$ )

$$\mu_{ik} = -1/2 ( K_{ik} / \sum K_{in} )$$

- Cálculo de factores de corrimiento ( $v_{ik}$ ): estos se calculan cuando hay ladeo causado por asimetría en la estructura o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$v = -3/2 ( K_{ik} / \sum K_{in} )$$

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

$$\begin{array}{ll} M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum M'_{ni}) & \text{sin ladeo} \\ M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{in})) & \text{con ladeo} \end{array}$$

- Cálculo de iteraciones, influencias de desplazamiento ( $M''_{ik}$ ), esto se calcula cuando existe ladeo.

$$M''_{ik} = v_{ik} ( \sum (M'_{ik} + M'_{ki}) ) \quad \text{ladeo por asimetría}$$



$$M''_{ik} = v_{ik} (M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{ladeo por fuerza horizontal}$$

- Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (  $M_{ik}$  )

$$M_{ik} = M_{Fik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} \quad \text{sin ladeo}$$

$$M_{ik} = M_{Fik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} \quad \text{con ladeo}$$

- Cálculo de momentos positivos en vigas

$$M_+ = W L^2 / 8 - (M_1 + M_2) / 2$$

### 3.2.6. Desarrollo del método de Kani-carga muerta marco típico

- Cálculo de momentos fijos (  $M_{Fik}$  )  $M_F = \pm WL^2 / 12$

$$M_{B-E} = M_{E-H} = (1\,596 \times 6^2) / 12 = 4\,788$$

$$M_{H-E} = M_{E-B} = (1\,596 \times 6^2) / 12 = -4\,788$$

$$M_{C-F} = M_{F-I} = (1\,116 \times 6^2) / 12 = 3\,348$$

$$M_{I-F} = M_{F-C} = (1\,116 \times 6^2) / 12 = -3\,348$$

- Cálculo de momentos de sujeción  $M_S = \sum (M_{Fik})$

$$M_{SB} = 4\,788$$

$$M_{SF} = +2\,157,2708$$

$$M_{SC} = +3\,348$$

$$M_{SE} = -4\,788 + 4\,788 = 0$$

$$M_{SI} = -3\,348 + 3\,348 = 0$$

$$M_{SH} = -4\,788$$

$$MSI = -3\ 348$$

- Cálculo de rigidez de los elementos  $K_{ik} = I / L_{ik}$

Inercia de los elementos rectangulares  $I = bh^3 / 12$

$$I_{Viga} = (40 \cdot 60^3) / 12 = 720\ 000 \text{ cm}^4$$

$$I_{Columna} = (40 \cdot 40^3) / 12 = 213\ 333,33 \text{ cm}^4$$

Inercias relativas:  $I_{columnas} = 1$

$$I_{Viga} = I_{Viga} / I_{Columna} = 720\ 000 / 213\ 333,33 = 3,375 = 2,744 \text{ T}$$

Columnas:

$$\text{Nivel 1} = K_{AB} = K_{BA} = K_{DE} = K_{ED} = K_{GH} = K_{HG} = 1/4,5 = 0,22$$

$$\text{Nivel 2} = K_{BC} = K_{CB} = K_{EF} = K_{FE} = K_{HI} = K_{IH} = 1/3 = 0,3333$$

Vigas:

$$\text{Viga 1} = K_{BE} = K_{EB} = K_{EH} = K_{HE} = K_{CF} = K_{FC} = K_{FI} = K_{IF} = 3,375/6 = 0,5625$$

Factores de giro o coeficientes de reparto  $\mu_{ik} = -1/2 ( K_{ik} / \sum K_{in} )$

Nudo A:

$$\mu_{AB} = -1/2 ( K_{AB} / (K_A\text{-SUELO} + K_{AB}) ) = -1/2 ( 0,22 / (\infty + 0,22) ) = 0$$

Nudo B:

$$\mu_{BA} = -1/2(K_{BA}/(K_{BA}+K_{BE}+K_{BC}))$$

$$\mu_{BA} = -1/2(0,22/(0,22+0,33+0,5625)) = -0,0989$$

$$\mu_{BE} = -1/2(K_{BE}/(K_{BA}+K_{BC}+K_{BE}))$$

$$\mu_{BE} = -1/2(0,5625/(0,22+0,33+0,5625)) = -0,2528$$

$$\mu_{BC} = -1/2(K_{BC}/(K_{BA}+K_{BC}+K_{BE}))$$

$$\mu_{BC} = -1/2(0,33/(0,22+0,33+0,5625)) = -0,1483$$

Nudo C:

$$\mu_{CB} = -1/2(K_{CB}/(K_{CB}+K_{CF}))$$

$$\mu_{CB} = -1/2(0,33/(0,33+0,5625)) = -0,1849$$

$$\mu_{CD} = -1/2(K_{CF}/(K_{CB}+K_{CF}))$$

$$\mu_{CD} = -1/2(0,5625/(0,33+0,5625)) = -0,3151$$

$$\text{Nudo D: } \mu_{DE} = -1/2(K_{DE}/(K_{D-SUELO}+K_{DE})) = -1/2(0,2/(\infty + 0,2)) = 0$$

Nudo E:

$$\mu_{ED} = -1/2(K_{ED}/(K_{ED}+K_{EB}+K_{EF}+K_{EH}))$$

$$\mu_{ED} = -1/2(0,22/(0,22+0,5625+0,33+0,5625)) = -0,0657$$

$$\mu_{EB} = -1/2(K_{EB}/(K_{ED}+K_{EB}+K_{EF}+K_{EH}))$$

$$\mu_{EB} = -1/2(0,5625/(0,33+0,22+0,5625+0,5625)) = -0,1679$$

$$\mu_{EF} = -1/2(K_{EF}/(K_{ED}+K_{EB}+K_{EF}+K_{EH}))$$

$$\mu_{EF} = -1/2(0,33/(0,33+0,22+0,5625+0,5625)) = -0,0985$$

$$\mu_{EH} = -1/2(K_{EH}/(K_{ED}+K_{EB}+K_{EF}+K_{EH}))$$

$$\mu_{EH} = -1/2(0,5625/(0,33+0,22+0,5625+0,5625)) = -0,1679$$

Nudo F

$$\mu_{FE} = -1/2 (K_{FE} / (K_{FE} + K_{FG} + K_{FB}))$$

$$\mu_{FE} = -1/2(0,33/(0,5625+0,33+0,5625)) = -0,1134$$

$$\mu_{FC} = -1/2 (K_{FB} / (K_{FE} + K_{FG} + K_{FB}))$$

$$\mu_{FC} = -1/2(0,5625/(0,5625+0,33+0,5625)) = -0,1933$$

$$\mu_{FI} = -1/2 (K_{FG} / (K_{FE} + K_{FG} + K_{FB}))$$

$$\mu_{FI} = -1/2(0,5625/(0,5625+0,33+0,5625)) = -0,1933$$

Nudo G:

$$\mu_{EF} = -1/2 (K_{GH} / (K_{E-SUELO} + K_{GH})) = -1/2(0,2/(\infty + 0,2)) = 0$$

Nudo H:

$$\mu_{HG} = -1/2(K_{HG}/(K_{HG}+K_{HE}+K_{HI}))$$

$$\mu_{HG} = -1/2(0,22/(0,22+0,33+0,5625)) = -0,0989$$

$$\mu_{HE} = -1/2(K_{HE}/(K_{HG}+K_{HE}+K_{HI}))$$

$$\mu_{HE} = -1/2(0,5625/(0,22+0,33+0,5625)) = -0,2528$$

$$\mu_{HI} = -1/2(K_{HI}/(K_{HG}+K_{HE}+K_{HI}))$$

$$\mu_{HI} = -1/2(0,33/(0,22+0,33+0,5625)) = -0,1483$$

Nudo I:

$$\mu_{IH} = -1/2 (K_{IH} / (K_{IH} + K_{IF}))$$

$$\mu_{IH} = -1/2(0,33/(0,33+0,5625)) = -0,1849$$

$$\mu_{IF} = -1/2 (K_{IF} / (K_{IH} + K_{IF}))$$

$$\mu_{IF} = -1/2(0,5625/(0,33+0,5625)) = -0,3151$$

Cálculo de factores de corrimiento  $v_{ik} = -3/2 ( K_{ik} / \sum K_{in} )$

Nivel 1:

$$V_{AB} = V_{DE} = V_{GH} = -3/2(0,22/(0,22+0,22+0,22))=-0,5$$

Nivel 2:

$$V_{BC} = V_{EF} = V_{HI} = -3/2(0,33/(0,33+0,33)+0,33)=-1,245$$

Resultados del análisis estructural por el método de Kani

Marco típico eje Y

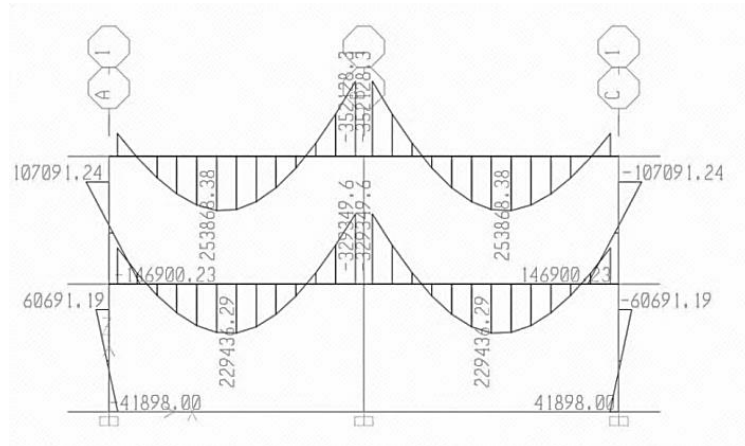
Cálculo de momento positivo en vigas se realiza con la fórmula siguiente:

$$M_+ = W L^2 / 8 - (M_1 + M_2) / 2$$
$$M_+ = ((675,32 * 5,00^2) / 8) - ((724,39 + 724,39) / 2)$$
$$M_+ = 1\,452,50$$

### 3.2.7. Resultado por medio del programa ETABS

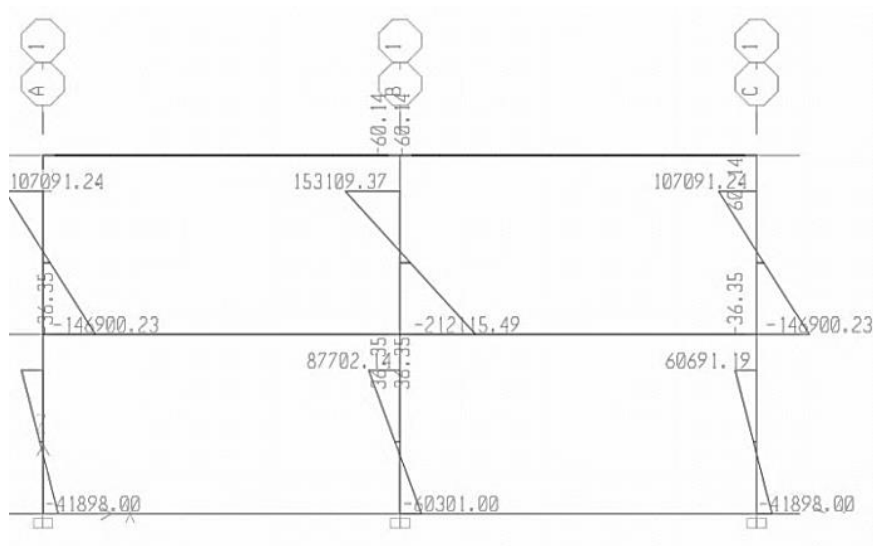
Los datos obtenidos por medio del programa ETABS 2009 muestran los diagramas de fuerzas y momentos actuantes sobre la estructura y proporciona los datos necesarios para el diseño del edificio escolar.

Figura 17. **Momentos producidos por carga muerta Kg-cm en vigas**



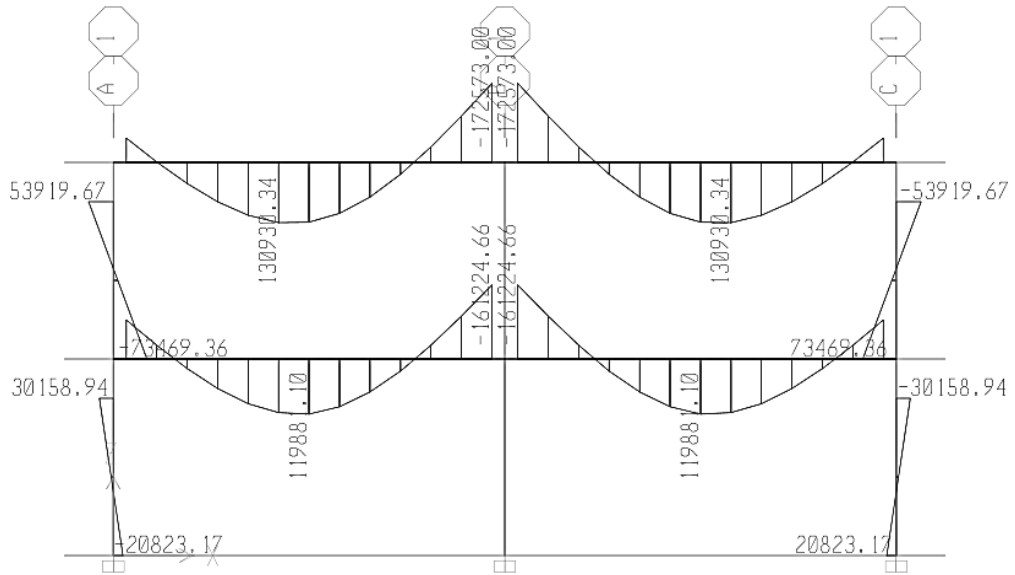
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 18. **Momentos producidos por carga muerta Kg-cm en columnas**



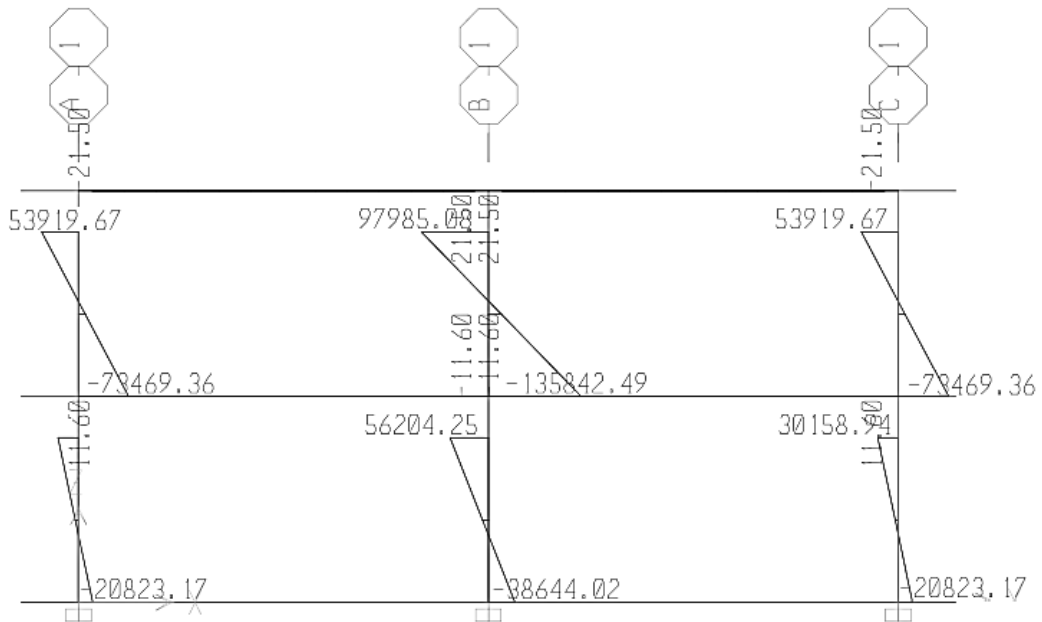
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 19. **Momentos producidos por carga viva Kg-cm en vigas**



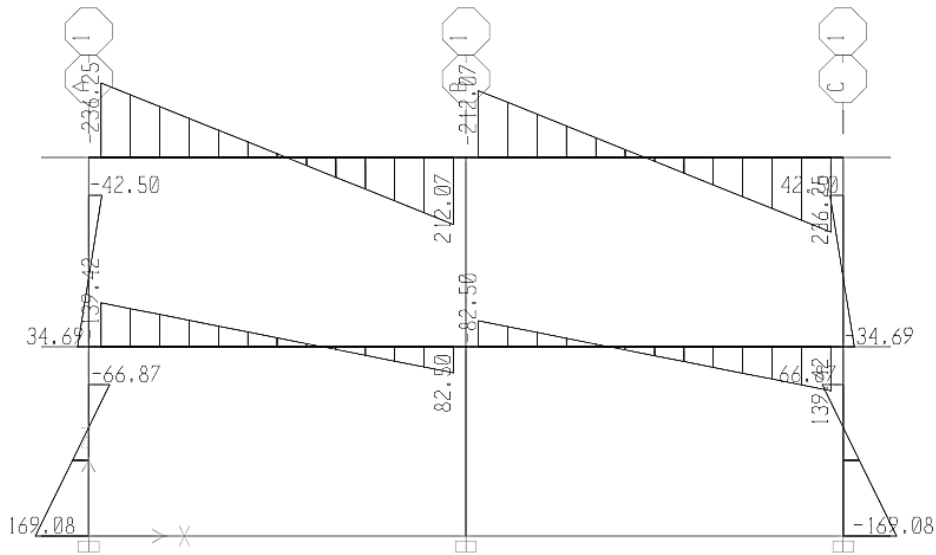
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 20. **Momentos producidos por carga viva Kg-cm en columnas**



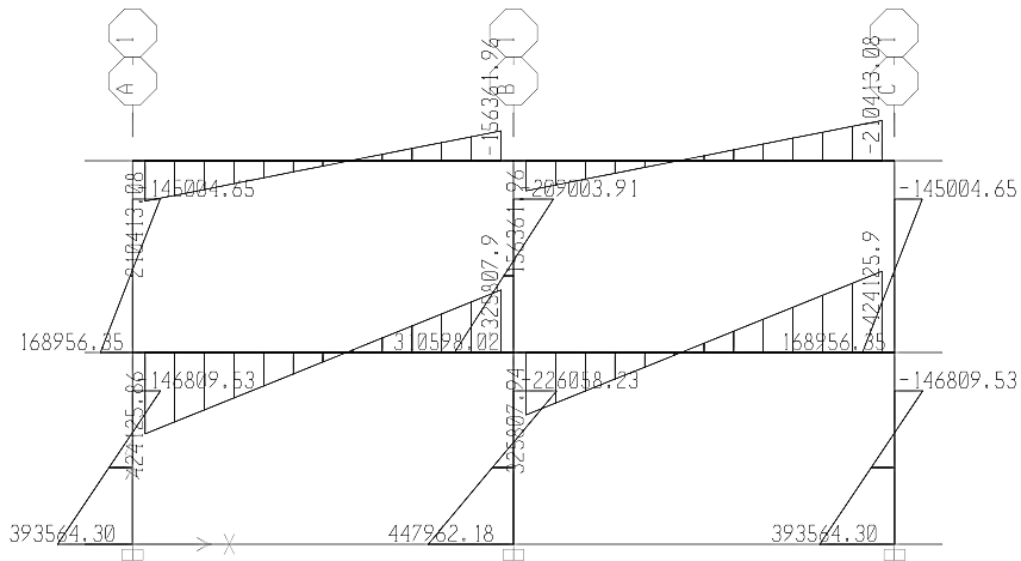
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 21. **Momentos producidos por carga sísmica Kg-cm en vigas**



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 22. **Momentos producidos por carga sísmica Kg-cm en columnas**



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

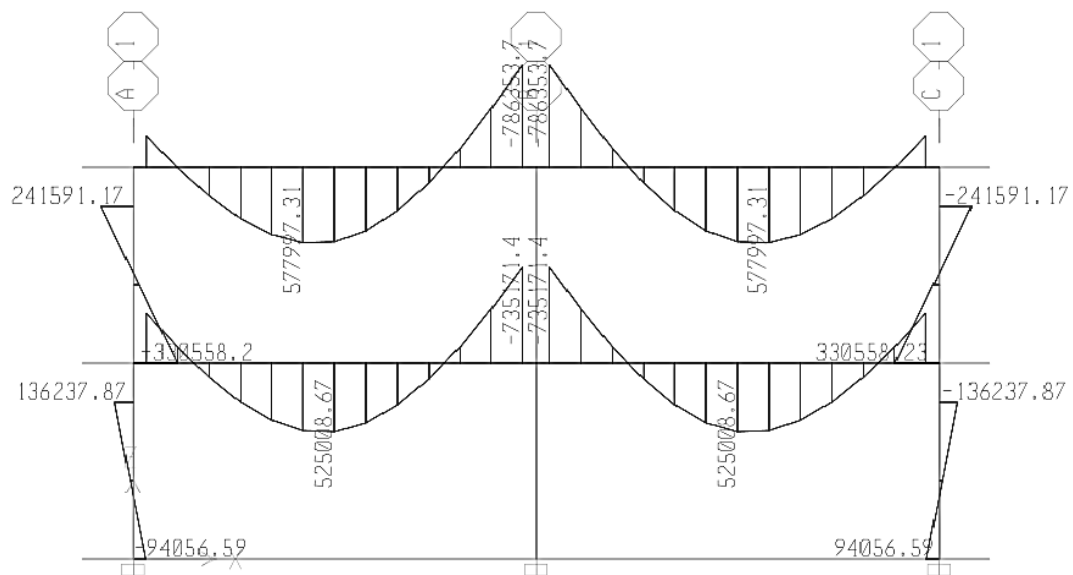


### 3.2.8. Envolvente de momentos

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir al superponer los efectos de carga muerta, carga viva y fuerza sísmica, tanto en vigas como en columnas.

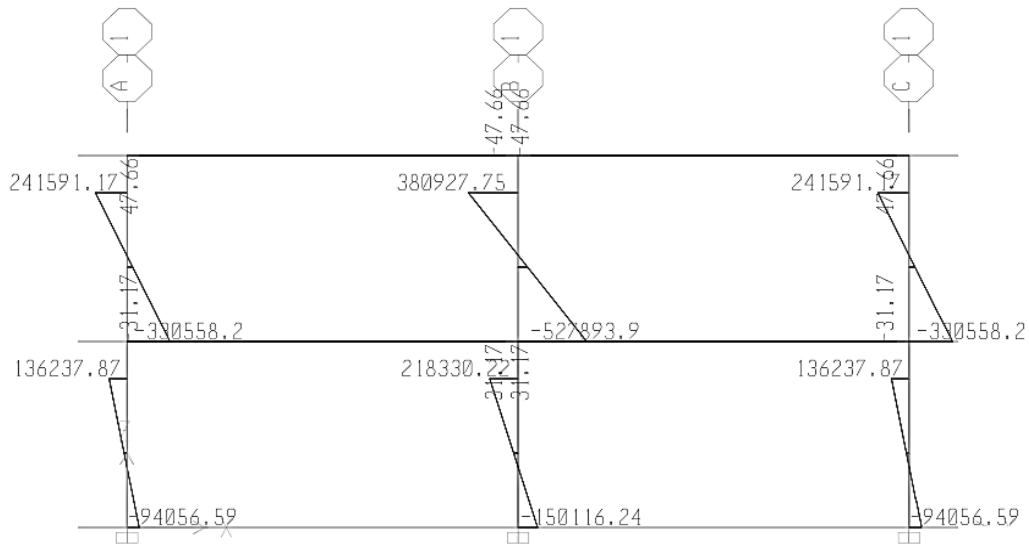
Para considerar la superposición de efectos, el código ACI propone las siguientes combinaciones: 1)  $1,4CM+1,7CV$ ; 2)  $0,75(1,4CM+1,7CV\pm 1,87S)$ ; 3)  $0,9CM\pm 1,43S$

Figura 23. Diagrama de momentos últimos (kg-cm) eje X en vigas



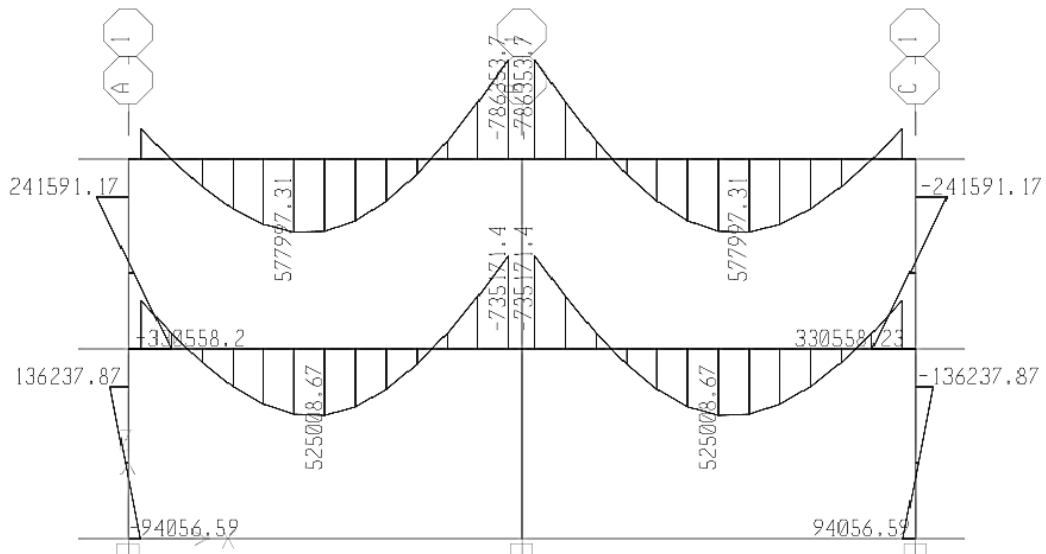
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 24. Diagrama de momentos últimos (kg-cm) eje x en columnas



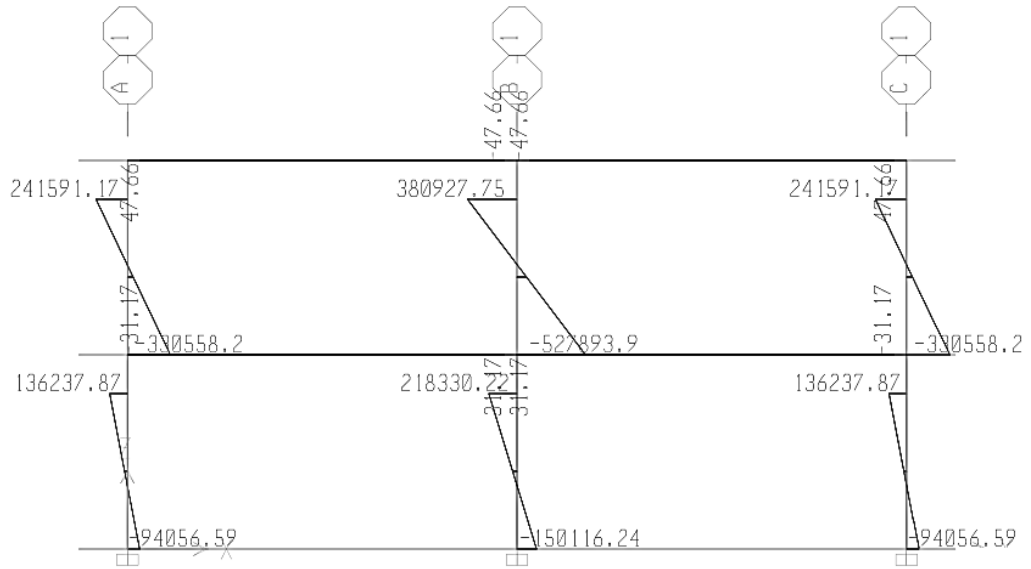
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 25. Diagrama de momentos últimos (kg-cm) eje y en vigas



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 26. **Diagrama de momentos últimos (kg-cm) eje y en columnas**

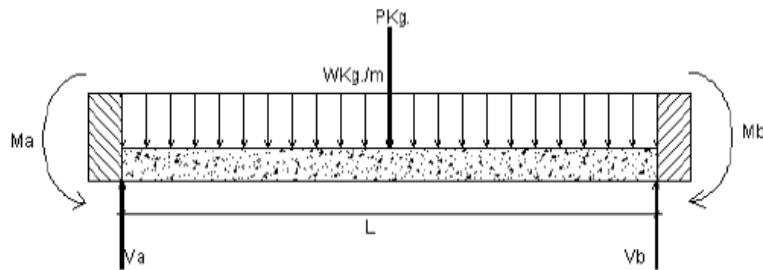


Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

### 3.2.9. Diagrama de corte en marcos dúctiles

Para calcular los esfuerzos cortantes se utilizan las fórmulas indicadas en este inciso, cada una deberá calcularse por los resultados de carga muerta y carga viva:

Figura 27. **Cargas actuantes en vigas**

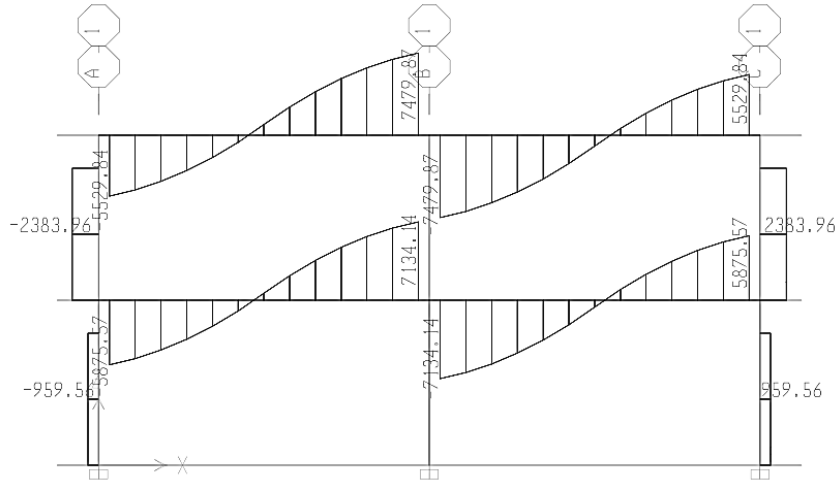


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

$$V_{\text{ultimo}} = 1.4V_{\text{CM}} + 1.7V_{\text{CV}}$$

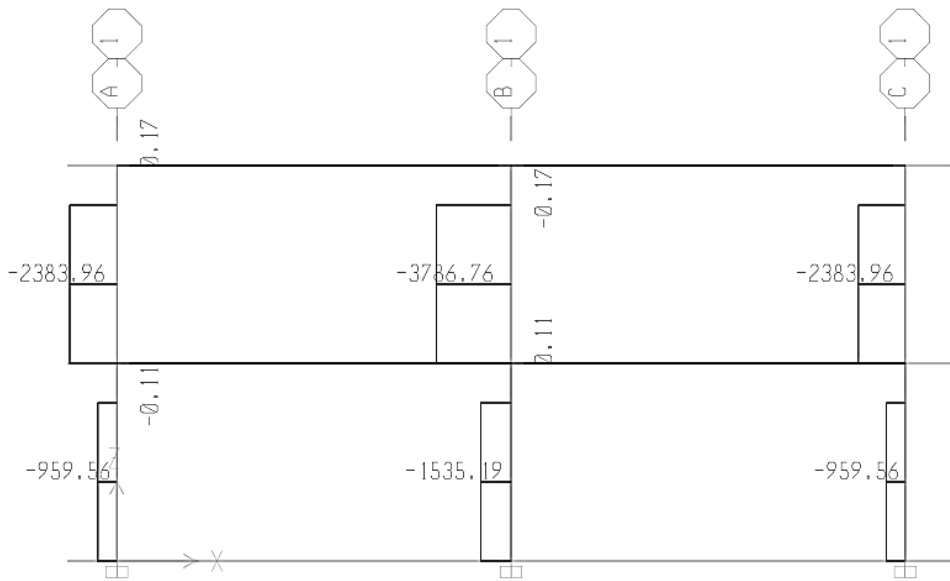
$$V_b = (W L / 2) + (M_b - M_a) / L$$

Figura 28. Diagrama de corte último (kg) eje x en vigas



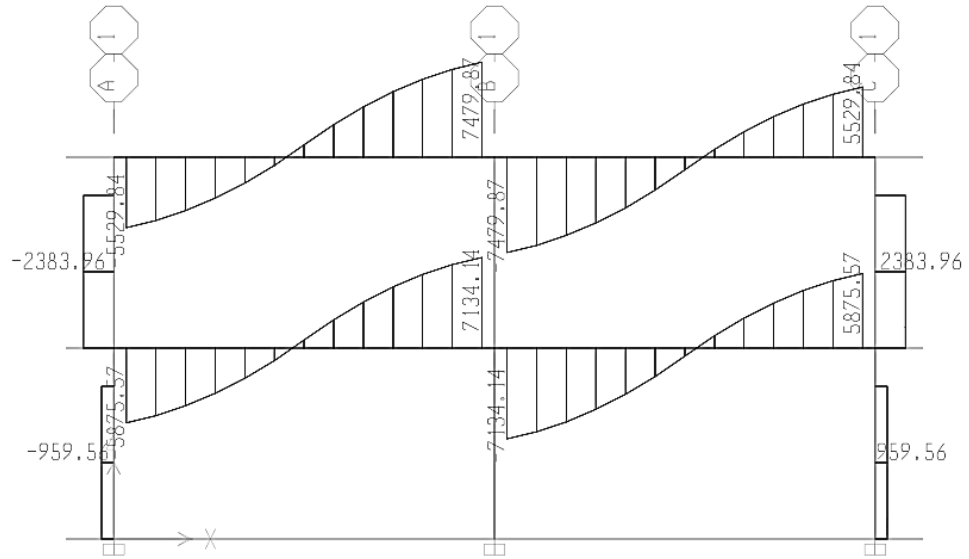
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 29. Diagrama de corte último (kg) eje x en columnas



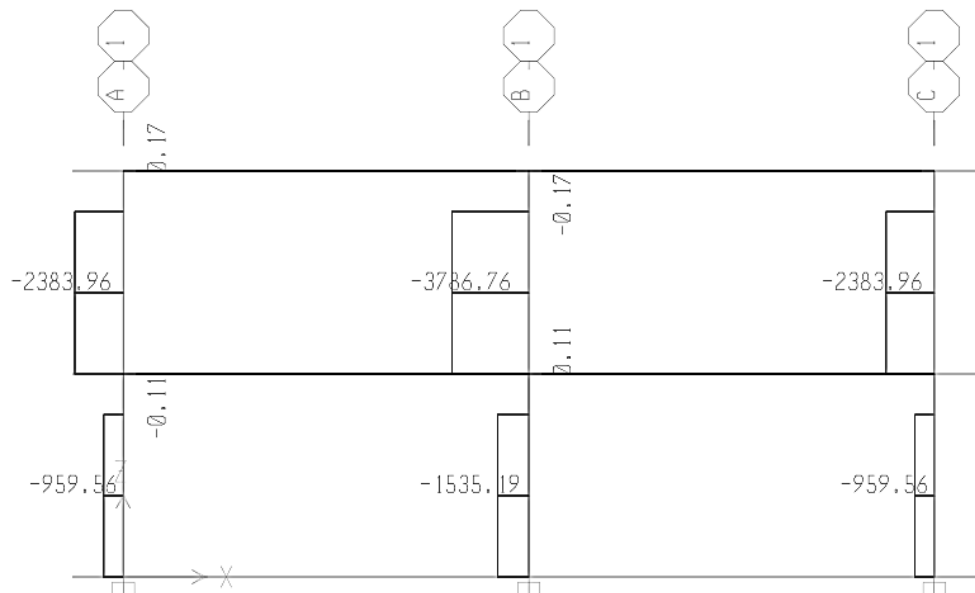
Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 30. Diagrama de corte último (kg) eje y en vigas y columnas



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

Figura 31. Diagrama de corte último (kg) eje y en columnas



Fuente: elaboración propia, con el programa de ETABS.

### 3.3. Dimensionamiento estructural

El dimensionamiento estructural es el procedimiento en el cual se analiza la cantidad de material necesario para los elementos estructurales

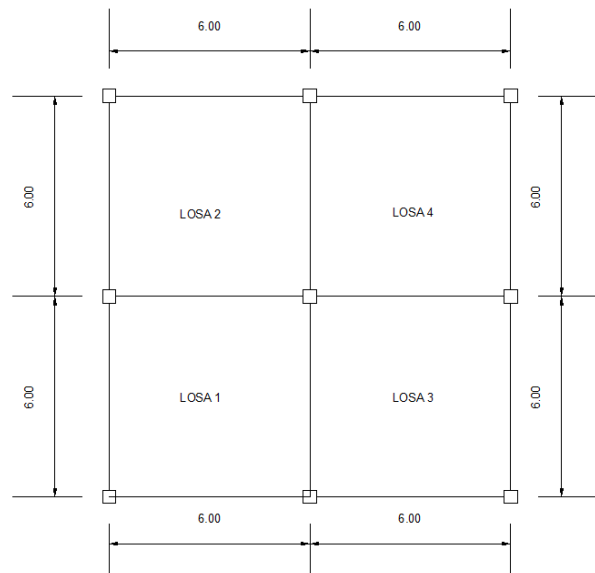
#### 3.3.1. Diseño de losa

Para diseñarlas existen varios métodos, en este caso se utiliza el método 3 ACI descrito en la sección siguiente.

- Losas nivel 1

Espesor de losa: el cálculo se realizó en el inciso 2.2.6.3. y se determinó un  $T = 0,13$  m.

Figura 32. **Planta típica distribución de losas**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

Cálculo de carga muerta

Espesor de losa 0,13 m

Pplosa = 312 k/m<sup>2</sup>

Carga adic l.= 40 k/m<sup>2</sup>

Mezclón = 66 k/m<sup>2</sup>

Peso de muros = 160 k/m<sup>2</sup>

Total: 578 k/m<sup>2</sup>

Carga viva = 300 kg/m<sup>2</sup>

Losas 1,2,3 y 4:

CM<sub>u</sub> = 1,4\*578=809,2 kg/m<sup>2</sup>

CV<sub>u</sub> = 1,7\*300=510,0 kg/m<sup>2</sup>

CU = 1,4x(578)+1,7x(300)=1 319,2 kg/m<sup>2</sup>

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja unitaria de 1.00 m de ancho, entonces:

CU<sub>u</sub> = 1 319,2 \*1=1 319,2 kg/m

Momentos actuantes:

$$M_{(-)} = C*CUU*A^2$$

$$M_{(+)} = C*CUU*A^2 + C*CVUU*A^2$$

Donde:

C = coeficiente de tablas ACI

A = dimensión del lado considerado de la losa

M = lc/LI

$m = 6/6 = 1 > 0,5$  la losa trabaja en dos direcciones

Losa 1,2,3 y 4 por simetría se calculan de la misma manera

Momentos negativos

$C = 0,050$  a negativo

$C = 0,050$  b negativo

$M(-) a = 0,050 * 1\ 319,2 * (6^2) = 2\ 374,56$  Kg-m

$M(-) b = 0,050 * 1\ 319,2 * (6^2) = 2\ 374,56$  Kg-m

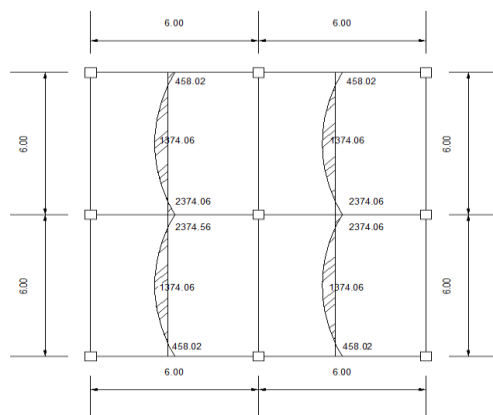
Momentos positivos

$M(+) a = (0,032 * 510 * (6^2)) + (0,027 * 809,2 * (6^2)) = 1\ 374,06$  kg-m

$M(+) b = (0,032 * 510 * (6^2)) + (0,027 * 809,2 * (6^2)) = 1\ 374,06$  kg-m

Si siguiendo el procedimiento anterior, se calculan los momentos en todas las losas, dando como resultado los datos de la figura 30.

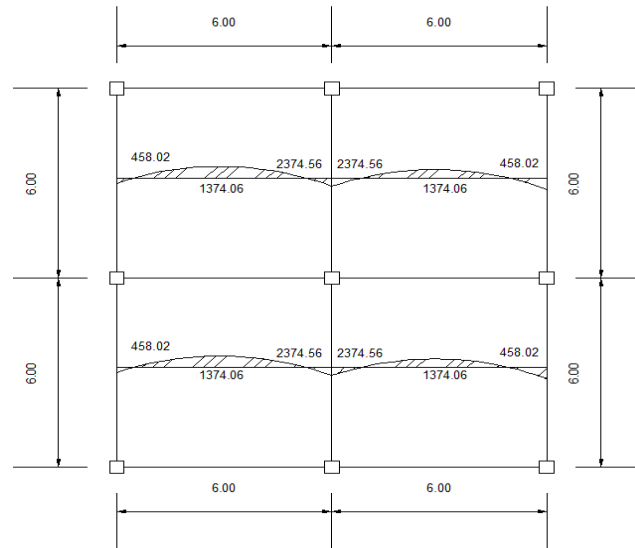
Figura 33. **Planta de momentos (lado a) actuantes en losa típica nivel 1**



Fuente: elaboración propia con programa de AutoCAD 2013.



Figura 34. **Planta de momentos (lado b) actuantes en losa típica nivel 1**



Fuente: elaboración propia con programa de AutoCAD 2013.

- Balance de momentos:

Quando dos losas que están unidas en un lado, y tienen momentos diferentes en ese lado, se deben balancear los momentos antes de diseñar el refuerzo.

Para este caso el método elegido es el siguiente:

$$\text{Si } 0,8 \cdot M_{\text{mayor}} \leq M_{\text{menor}} \rightarrow M_B = (M_{\text{mayor}} + M_{\text{menor}})/2$$

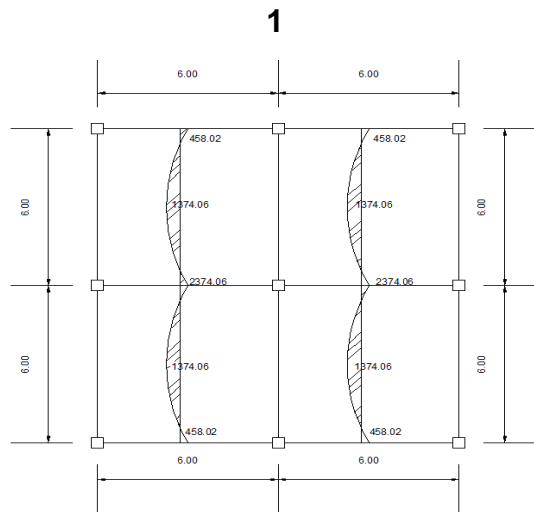
Si  $0,8 \cdot M_{\text{mayor}} > M_{\text{menor}} \rightarrow$  se balancean proporcionalmente a su rigidez

$$M_B = 0,8 \cdot 2\,374,56 = 1\,899,64 < 2\,957,18$$

$$(2\,374,56 + 2\,374,56)/2 = 2\,374,56 \text{ kg-m}$$

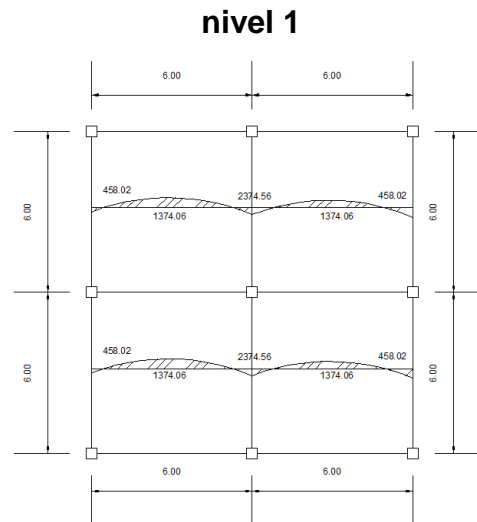
Los resultados, al hacer el balance de momentos en todos los puntos necesarios, pueden observarse en la figura 32. Con estos datos se puede calcular el acero de refuerzo necesario en las losas.

Figura 35. **Planta de momentos balanceados (lado a) en losa típica nivel**



Fuente: elaboración propia con programa de AutoCAD 2013.

Figura 36. **Planta de momentos balanceados (lado b) en losa típica**



Fuente: elaboración propia con programa de AutoCAD 2013.

Con los momentos balanceados de la figura 36, se procede al cálculo del acero de refuerzo que se necesita en las losas.

El peralte (d) se calcula de la siguiente manera:  $d = T_{losa} - \text{Rec.} - \varnothing/2$

Cálculo de acero de refuerzo

$$d = 13 - 2,5 - (0,95/2) = 10,02 \text{ cms}$$

Área de acero mínimo

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

$$A_{S_{min}} = (14,1 / F_y) * b * d$$
$$A_{S_{min}} = (14,1/2810) * 100 * 10,02 = 5,02 \text{ cm}^2$$

Con el área de acero mínimo se calcula un espaciamiento (S), usando una varilla No.3 que tiene un área de  $0,71 \text{ cm}^2$ . El espaciamiento se calcula por medio de una regla de 3:

- Cálculo de espaciamiento

$$\text{No 3} = 0,71 \text{ cm}^2$$

$$S = (0,71 * 100) / 5,02$$

$$S = 14,14 \text{ cm}$$

- Espaciamiento máximo

El espaciamiento máximo ( $S_{max}$ ) en una losa está dado por:

$$S_{max} = 2 \times \text{Espesor de losa}$$

$$S_{max} = 2 \times 13 = 36 \text{ cm}$$

- Cálculo del momento soportado usando área de acero mínimo  $A_{s_{MIN}}$

$$M_{sop} = 0.9 \left[ A_{s_{min}} * F_y \left[ d - \frac{A_{s_{min}} * F_y}{1.7 F'_c * B} \right] \right]$$

$$M_{sop} = (0,9(5,02 \times 2\ 810)(10,02 - ((5,02 \times 2\ 810)/(1,7 \times 210 \times 100)))) = 122\ 193,28 \text{ kg-cm}$$

$$M_{sop} = 122\ 193,28 \text{ kg-cm} \quad 1\ 221,93 \text{ kg-m}$$

El momento que resiste el área de acero mínimo (1 221,93 Kg-m), no cubre todos los momentos de la figura 28. Por lo que los momentos mayores al calculado se presentan en las tablas VIII y IX, con el área de acero requerido y el espaciamiento necesario.

Cálculo de  $A_{s_{MIN}}$  para cada momento mayor

Cálculo de áreas de acero

Para los momentos menores que el MSOP se usa  $A_{s_{MIN}}$ ; y para los momentos mayores que el MSOP se calcula el área de acero con la fórmula:

$$A_s = \left[ b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0.003825 * F'_c}} \right] * \left[ \frac{0.85 * F'_c}{F_y} \right]$$

$$A_{S_{MIN}} = \frac{((0,85 \cdot 210 \cdot 100 \cdot 7,025) / 2 \cdot 810) \cdot (((0,85 \cdot 210 \cdot 100 \cdot 7,025)^2) - (1,7 / (0,9 \cdot 210 \cdot 100 \cdot 1 \cdot 221,93 \cdot 100 \cdot 100))) / (2 \cdot 810^2)^{1/2}}{2}$$

$$A_{S_{MIN}} = 5,02 \text{ cm}^2$$

- Chequeo por corte

Las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por los materiales de las mismas. En este caso, por el tipo de losa que se utiliza, dichos esfuerzos deben resistirse únicamente por el concreto; por tal razón, se debe chequear si el espesor de la losa es el adecuado.

El procedimiento es el siguiente:

- Calculo del corte máximo actuante

$$V_{MÁX} = CUU \cdot L / 2$$

$$V_{max} = (1 \cdot 319,2 \cdot 6) / 2 = 3 \cdot 957,6 \text{ kg}$$

- Calculo del corte máximo resistente

$$V_R = 45 (f'c)^{(1/2)} \cdot t$$

$$V_r = 45 \cdot (210)^{(1/2)} \cdot 13 = 8 \cdot 477,45 \text{ kg}$$

- Comparar  $V_R$  con  $V_{MÁX}$

Si  $V_R \geq V_{MÁX}$  el espesor es el adecuado, caso contrario aumentar t

Como  $V_R > V_{MÁX}$  el espesor es el adecuado

$$V_R > V_{MAX}$$

Tabla X. **Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1 eje x-x**

Momento (M)	Área de acero	No. Varilla	Espaciamento
1 374,06	5,56	3 o 3/8	0,15m
2 374,56	10,18	3 o 3/8	0,15m
458,02	1,8	3 o 3/8	0,15m

Fuente elaboración propia.

Tabla XI. **Áreas de acero requeridas en losas típicas del nivel 1 eje y-y**

Momento (M)	Área de acero	No. Varilla	Espaciamento
1 374,06	5,56	3 ò 3/8	0,15m
2 374,56	10,18	3 ò 3/8	0,15m
458,02	1,8	3 ò 3/8	0,15m

Fuente elaboración propia.

### 3.3.2. Losa nivel 2

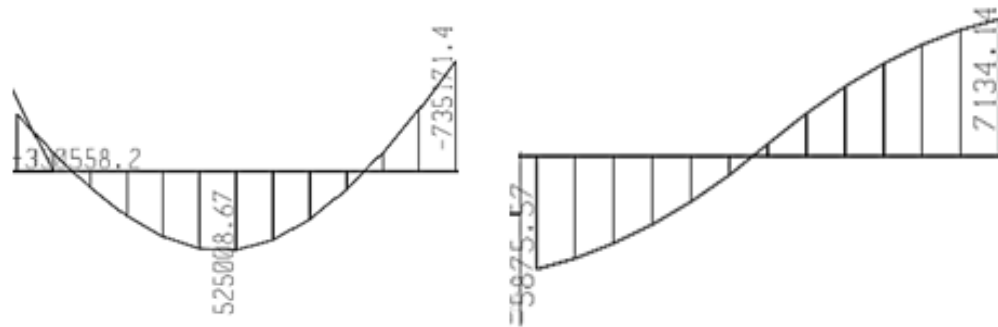
Para el diseño de losas del nivel 2 se siguió el procedimiento aplicado para las losas del nivel 1. Los resultados para ambos niveles se presentan en los planos, en el apéndice 1.

### 3.3.3. Diseño de viga

El procedimiento para diseñar vigas es el siguiente:

Datos: esta viga se ubica en el marco rígido típico sentido X, nivel 1. Los datos, tomados del análisis estructural, se muestran en la figura 34.

Figura 37. **Diagrama de momentos y cortes últimos en la viga (kg-cm)**



Fuente: elaboración propia, con programa de ETABS.

Diagrama de momento (Kg-m)

Diagrama de corte (Kg.)

Momento positivo = 5 220,09

Corte positivo = 7 134,14

Momento negativo = 7 351,71

Corte negativo = 5 875,57

Peralte efectivo

$$d = 0,60 - 0,045 = 0,555 \text{ m}$$

Sección = 0,40m x 0,60m; Peralte efectivo  $d = 0,55 \text{ m}$

Límites de acero: antes de diseñar el acero longitudinal en la viga, se calculan los límites dentro de los cuales debe estar este, esto se hace usando los criterios siguientes:

$$A_{smin} = \left( \frac{14.1}{F_y} \right) [b * d],$$

$$A_{smax} = \rho_{Bal} * b * d, \quad \rho_{Bal} = \phi \rho_{max} = \phi \frac{0.003 * E_s * 0.85^2 F'_c}{(F_y + 0.003 * E_s) * F_y}$$

$$A_{S_{MIN}} = (14,1/2810) \times (40 \times 55,5) = 11,13 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{MAX}} = \left( \left( 0,5 * 0,003 * 210000 \right) \left( \left( 0,85^2 \right) 210 \right) (40 \times 55,5) \right) / \left( (2810 + (0,003 \times 210000)) 2810 \right)$$

$$A_{S_{MAX}} = 41,44 \text{ cm}^2$$

Acero longitudinal: usando los momentos dados se procede a calcular las áreas de acero con la fórmula:

Se calcula para cada momento negativo.

$$A_s = \left[ b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M * b}{0,003825 * F'_c}} \right] * \left[ \frac{0,85 F'_c}{F_y} \right]$$

$$A_{S_{M(-)}} = \left( (40 * 55,5) - \left( \left( (40 * 55,5)^2 \right) - \left( (7351,71 * 40) / (0,003825 * 210) \right) \right)^{1/2} \right) \left( (0,85 * 210) / 2810 \right)$$

$$A_{S_{M(-)}} = 5,34 \text{ cm}^2$$

El área obtenida no se encuentra dentro de los límites de acero por lo cual se utilizará el área de acero mínimo.

$$A_{smin} = 11,13 \text{ cm}^2 \leq A_{S_{M(-)}} = 5,34 \text{ cm}^2 \leq A_{smax} = 41,44 \text{ cm}^2$$



Usando la fórmula anterior se calcula el área de acero para cubrir el momento positivo

$$A_{s_{M(+)}} = \left( (40 * 55,5) - \left( \left( (40 * 55,5)^2 \right) \left( (5220,09 * 40) / (0,003825 * 210)^{1/2} \right) \right) \right) / \left( (0,85 * 210) / 2810 \right)$$

$$A_{s_{M(+)}} = 3,76 \text{ cm}^2$$

Después de calcular el área de acero para los momentos positivo y negativo deben de considerarse los siguientes requisitos sísmicos:

- Cama superior al centro: se debe colocar, como mínimo, dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores:  $A_{s_{MIN}}$  o 33% del  $A_s$  calculada para el  $M(-)$ .  $A_{s_{mín}} = 11,13 \text{ cm}^2$ , 33 % ( $A_{s(-)}$ ) mayor =  $1,2078 \text{ cm}^2$ .

Para la cama superior al centro se utilizará  $A_{s_{min}} = 11,13 \text{ cm}^2$

- Cama inferior en apoyos: se debe colocar, como mínimo, dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores:  $A_{s_{MIN}}$ ; 50 % del  $A_s$  calculada para el  $M_{(+)}$ ; 50 % del  $A_s$  calculada para el  $M_{(-)}$  mayor.  $A_{s_{MIN}} = 11,13 \text{ cm}^2$ , 50 % ( $A_{s_{(+)}}$ ) =  $1,88 \text{ cm}^2$ , 50 % ( $A_{s_{(-)}}$ ) =  $2,67 \text{ cm}^2$ .

Para la cama inferior en los apoyos se calcula:

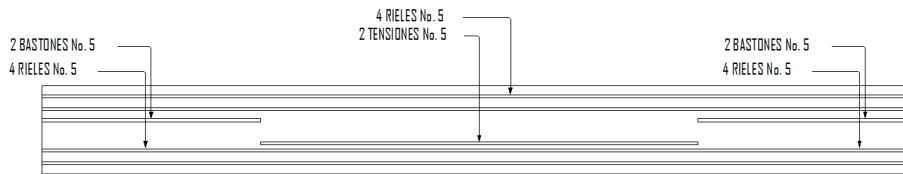
$$A_{s_{MIN}} = 11,13 \text{ cm}^2$$

$$M_{(+)} = 0,5 * 3,76 = 1,88 \text{ cm}^2$$

$$M_{(-)} = 0,5 * 5,34 = 2,67 \text{ cm}^2$$

Se utilizará la mayor de las áreas, utilizando el área de acero mínimo

Figura 38. Armado de viga



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

Acero transversal (estribos): los objetivos de colocar acero transversal son: por armado, para mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada, y para contrarrestar los esfuerzos de corte; en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función. El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Cálculo de corte resistente

$$V_R = 0,85 * 0,53 ( f'c )^{1/2} * b * d$$

$$V_R = 0,85 * 0,53 * ((210)^{1/2}) * 40 * 55,5 = 14 492,97 \text{ kg-m}$$

$$V_U = 7 134,14 \text{ kg-m}$$

- Comparar corte resistente con corte último:

Si  $V_R \geq V_U$  la viga necesita estribos solo por armado

Si  $V_R < V_U$  se diseñan estribos por corte, usando las expresiones siguientes:

$$S = 2 A_v * F_y / V_u$$

SMÁX =  $d / 2$ , usar como mínimo acero No.3

En este caso  $V_U=7\ 134,14\ \text{Kg}$  y  $V_R = 14\ 492,97\ \text{Kg}$ ; Como  $V_R > V_U$  usar estribos No. 3 a  $S_{MAX} = d / 2$

$$V_R > V_U$$

$$14\ 492,97\ \text{kg} > 7\ 134,14\ \text{kg}$$

Puede observarse que  $V_R > V_U$ , por ende, se usan estribos No.3 solo por requisito de armado.

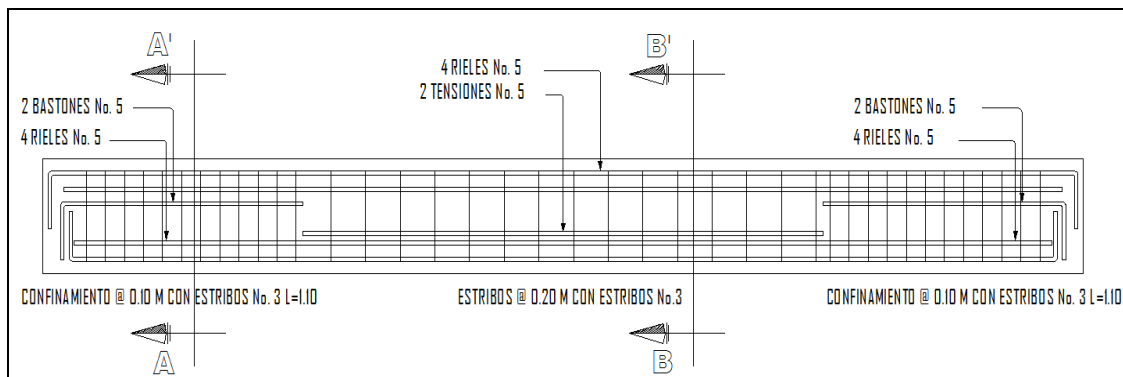
$$S_{MAX} = d/2$$

$$S_{MAX} = 55,5/2 = 27,75\ \text{cm}$$

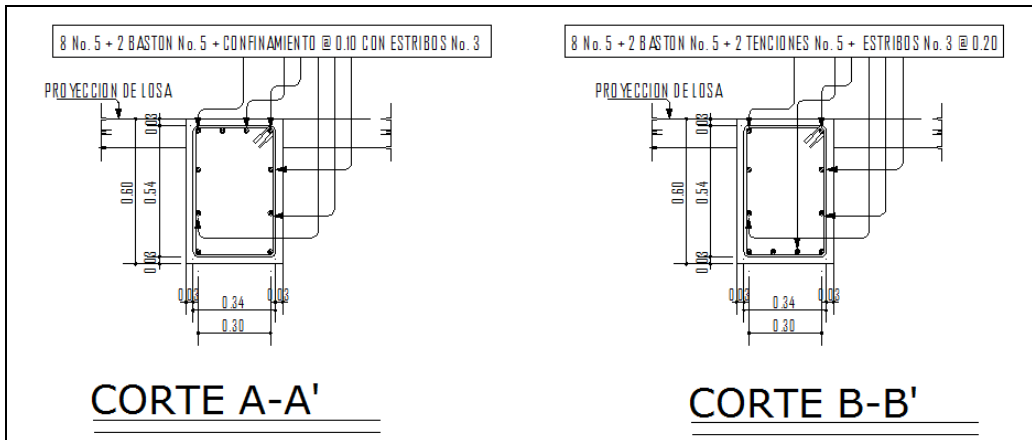
Además de lo anterior, existen requisitos sísmicos que mandan confinar los estribos de las vigas en sus extremos, con el objetivo de darle mayor ductilidad en los nudos. Esto se hace de la forma siguiente:

Para este caso,  $L_o = \text{longitud de confinamiento} = L_o = 2d = 2(0,55) = 1,10\ \text{m}$  colocando estribos No.3 a cada  $d/4 = 0,55/4 = 13\ \text{cm}$ . El primer estribo debe estar colocado a 5 cm, como máximo de la cara de la columna.

Figura 39. Armado final, viga A



Continuación de la figura 39.



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

### 3.3.4. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por áreas tributarias. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural, y se toma para diseñar la columna, el mayor de los dos momentos actuantes en los extremos de la columna. Para este caso se diseña por cada nivel únicamente las columnas críticas, es decir las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo.

En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas del edificio de mercado, aplicándolo en la columna del nivel 1.

- Columna típica nivel 1

El procedimiento a seguir para el diseño de las columnas es el siguiente:

Datos: éstos son obtenidos del análisis estructural:

$$\text{Sección} = 0,40 \times 0,40 \text{ m}$$

$$L_u = 2,80 \text{ m}$$

$$M_x = 2\,183,3 \text{ Kg-m}$$

$$M_y = 2\,183,3 \text{ Kg-m}$$

Cálculo de carga axial:  $CU = 1,4CM + 1,7CV$

Cálculo del factor de carga última  $FCU = CU / (CV + CM)$

Nivel 2

$$CM = ((2\,400 \times 0,13) + 60) = 372 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$CU\ 3 = (1,4 \times ((2\,400 \times 0,13) + 60)) + (1,7 \times 100) = 690,8 \text{ kg/m}^2$$

$$FC_U = 690,8 / (372 + 100) = 1,4636$$

Nivel 1

$$CM = ((2\,400 \times 0,13) + 150 + 60) = 522 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 300 \text{ kg/m}^2$$

$$CU1 = (1,4 \times ((2\,400 \times 0,13) + 150 + 60)) + (1,7 \times 300) = 1\,240,8 \text{ kg/m}^2$$

$$FC_U = 1\,240,8 / (522 + 300) = 1,5085$$

Cálculo de la carga axial:

$$PU = (ALOSASCU) + (Pc \times FCU)$$

$$P_{C2} = (36 \cdot 690,80) + (0,60 \cdot 0,40 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 400 \cdot 1,4636) = 34 \, 985,20 \text{ kg}$$

$$P_{C2} = 34 \, 985,20 \text{ kg}$$

$$P_U = (34 \, 985,20) + (0,40 \cdot 0,40 \cdot 2,8 \cdot 2 \cdot 400 \cdot 1,4636) + (0,40 \cdot 0,60 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 400 \cdot 1,5085) + (36 \cdot 1 \, 240) = 32 \, 533,09 \text{ kg}$$

Clasificar la columna por su esbeltez (E): una columna es esbelta cuando los lados de su sección transversal son pequeños en relación con su longitud. Por el valor de su esbeltez (E), las columnas se clasifican en cortas ( $E < 21$ ), intermedias ( $21 \leq E \leq 100$ ) y largas ( $E > 100$ ). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes, y si son largas no se construyen.

La esbeltez de la columna en el sentido X se calcula con el procedimiento siguiente

Inercia de columnas

$$I = (1/12) \cdot 40 \cdot (40^3) = 213 \, 333,33$$

- Inercia de vigas

$$I = (1/12) \cdot 40 \cdot (60^3) = 720 \, 000,00$$

- Cálculo de coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación:
- Extremo superior:

$$\Psi_A = (\sum K_{col}) / (\sum K_{viga})$$

$E_M$  (como todo el marco es del mismo material) = 1

$\bar{I}$  = Inercia

- Nivel inferior sentido X

$$\Psi_A = ((213\,333,33/3,00) + (213\,333,33/3,00)) / ((720\,000,00/5,60)) = 1,1062$$

$\Psi_B = 0$  no existen vigas que se unen en ese nodo

$$\Psi_P = \Psi_A + \Psi_B / 2 \quad (1,1062 + 0) / 2 = 0,5531$$

Cálculo de coeficiente K:

$$K = ((20 - \Psi_P) / 20) (1 + \Psi_P)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_P < 2$$

$$K = 0,9 (1 + \Psi_P)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_P \geq 2$$

$$K = ((20 - 0,5531) / 20) \times ((1 + 0,5531)^{1/2}) = 1,2118$$

- Cálculo de la esbeltez de la columna:

$E = KLu / \sigma$ , donde  $\sigma = 0,30 \cdot \text{Lado menor}$  para columnas rectangulares

$$E = (1,2118 \cdot 2,8) / (0,40 \cdot 0,40) = 22$$

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

Sentido Y

$$\Psi_A = (\Sigma K_{col}) / (\Sigma K_{viga})$$

$$\Psi_A = ((213\,333,33/3,00) + (213\,333,33/3,00)) / ((720\,000,00/5,60)) = 1,1062$$

$\Psi_B = 0$  no existen vigas que se unen en ese nodo

$$\Psi_P = \Psi_A + \Psi_B / 2 \quad (1,1062 + 0) / 2 = 0,5531$$

- Cálculo de coeficiente K:

$$K = ((20 - \Psi_p)/20)(1 + \Psi_p)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_p < 2$$

$$K = 0,9 (1 + \Psi_p)^{1/2} \quad \text{para } \Psi_p \geq 2$$

$$K = ((20 - 0,5531)/20) \times ((1 + 0,5531)^{1/2}) = 1,2118$$

- Cálculo de la esbeltez de la columna

$E = KL_u / \sigma$ , donde  $\sigma = 0,30 \times \text{lado menor}$  para columnas rectangulares

$$E = (1,2118 \times 2,8) / (0,40 \times 0,40) = 22$$

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

Magnificación de momentos:

El magnificador de momentos ( $\delta$ ), es un factor de seguridad por el cual deben multiplicarse los momentos últimos en columnas, para evitar el pandeo.

$$\delta = \frac{1}{\left[1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}\right]} \geq 1, \begin{cases} \phi = 0,70 \text{ si se usan estribos} \\ \phi = 0,75 \text{ si se usan zunchos} \end{cases}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{KL_u}, P_{cr} = \text{Carga crítica}$$

$$EI = \frac{\left[\frac{E_c * I_g}{2,5}\right]}{1 + \beta_d}, \beta_d = \frac{\text{momento máximo de la carga muerta}}{\text{momento máximo último}}$$



E = módulo de Young

$E_c$  = módulo de elasticidad del concreto =  $15100(F'c)^{1/2}$

I = momento de inercia de la sección

$\beta d$  = Factor de flujo plástico

Sentido X

$$\beta d = (1,4 \cdot 578) / (1,4 \cdot 578 + 1,7 \cdot 300) = 0,6134$$

$$EI = ((15\ 100 \cdot (210^{1/2})) \times (((1/12) \times 40 \times (40^3))) / 2,5) / (1 + 0,6134)$$

$$EI = 1,1573E10 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{cr} = (((3,1416^2) \times 1,1573E10) / ((1,2118 \cdot 280)^2)) = 992\ 132,7154 \text{ kg}$$

$$\delta = 1 / (1 - (91\ 625,61 / (0,7 \cdot 992\ 132,7154))) = 1,152$$

$$M_{dx} = 1,152 \cdot 2\ 183,3 = 2\ 515,1616 \text{ kg-m}$$

Sentido Y

$$\beta d = (1,4 \cdot 578) / (1,4 \cdot 578 + 1,7 \cdot 300) = 0,6134$$

$$EI = ((15\ 100 \cdot (210^{1/2})) \times (((1/12) \times 40 \times (40^3))) / 2,5) / (1 + 0,6134)$$

$$EI = 1,1573E10 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{cr} = (((3,1416^2) \times 1,1573E10) / ((1,2118 \cdot 280)^2)) = 992\ 132,7154 \text{ kg}$$

$$\delta = 1 / (1 - (91\ 625,61 / (0,7 \cdot 992\ 132,7154))) = 1,152$$

$$M_{dy} = 1,152 \cdot 2\ 183,3 = 2\ 515,1616 \text{ kg-m}$$

Acero longitudinal

Existen varios métodos para calcular el acero longitudinal en columnas. En este caso se utilizará el método de Carga Inversa, que es un método simple y aproximado desarrollado por Bresler. Este método sencillo ha sido

comprobado satisfactoriamente mediante comparación de resultados en gran cantidad de ensayos y cálculos precisos.

$$1/P'u = 1/P'ox + 1/P'oy - 1/P'o$$

$P'u$  = valor aproximado de carga de falla con excentricidad  $e_x$  y  $e_y$

$P'ox$  = carga de falla cuando solamente existe excentricidad  $e_x$  y ( $e_y=0$ )

$$P'ox = K'x * F'c$$

$P'oy$  = carga de falla cuando solamente existe excentricidad  $e_y$  y ( $e_x=0$ )

$$P'oy = K'y * F'c$$

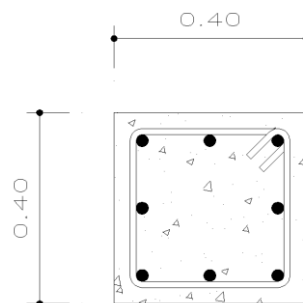
$P'o$  = carga de falla cuando el elemento tiene carga axial pura

$$P'o = 0,70 [(0,85 * F'c * A_{gcolumna}) + A_{acero} * F_y]$$

Donde  $K'x$  y  $K'y$  son coeficientes que se obtienen del diagrama de interacción para diseño de columnas.

Si  $P'u > P_u$ , entonces el armado propuesto es correcto, de lo contrario, se debe aumentar el área de acero.

Figura 40. **Sección de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

Datos:

$$P_u = 32\,533,09 \text{ Kg.}$$

$$M_{dx} = 1\,659,205 \text{ Kg-m}$$

$$M_{dx} = 1\,515,3514 \text{ Kg-m}$$

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

$$F'_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Recubrimiento} = 3 \text{ cm}$$

$$\text{Área de acero propuesto} = 10 \text{ No.5} = 19,793 \text{ cm}^2$$

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

Área de acero mínimo

$$A_{s_{\text{MIN}}} = 0,01 * 40 * 40 = 16,0 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo

$$A_{s_{\text{MAX}}} = 0,06 * 40 * 40 = 96,0 \text{ cm}^2$$

$$\text{Se proponen 10 varillas No. 5} = 1,9793 * 10 = 19,793 \text{ cm}^2$$

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:  $\gamma = h_{\text{nucleo}} / h_{\text{columna}}$

$$\gamma_x = (40-4)/40 = 0,9$$

$$Yy = (40-4)/40=0,9$$

Excentricidades:

$$ex = 2\,515,16/91\,625,61=0,0275 \text{ m}$$

$$ey = 2\,515,16/91\,625,61=0,0275 \text{ m}$$

Conociendo las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$ex/hx = 0,0275/0,40=0,0688$$

$$ey/hy = 0,0275/0,40=0,0688$$

La carga de falla de la columna será:

$$P'ua = Pu/0,7$$

$$P'ua = 91\,625,61/0,7=130\,893,72 \text{ kg}$$

$$P'ua = 130\,893,72 \text{ kg}$$

Valor de la curva:

$$\rho_t \mu = A_s F_y / 0,85 f_c A_g$$

$$\rho_t \mu = (19,793/1\,600) \times (2\,810/(0,85 \times 210)) = 0,1947$$

Con los datos obtenidos se buscan los valores de los coeficientes  $K_x$  y  $K_y$ , siendo estos:

$$K_x = 0,92$$

$$K_y = 0,92$$

Por último se calculan las cargas:

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex:

$$P'o = 0,85 \cdot 210 \cdot 1\ 600 + 19,793 \cdot 2\ 810 = 341\ 218,33 \text{ kg}$$

$$P'ox = Kx \cdot \Phi \cdot f'c \cdot b \cdot h$$

$$P'xo = 0,92 \cdot 210 \cdot 1\ 600 = 309\ 120 \text{ kg}$$

$$P'oy = Ky \cdot \Phi \cdot f'c \cdot b \cdot h$$

$$P'oy = 0,92 \cdot 210 \cdot 1\ 600 = 309\ 120 \text{ kg}$$

Calcular P'u con la ecuación de Bresler

Carga de resistencia de la columna:

$$P'u = 1 / ((1/309120) + (1/309120) - (1/341218.33)) = 282541.39$$

Comprobación:  $P'u > P'ua$   $282\ 541,39 > 46\ 475,8429$   $P'u$  es mayor a  $P'ua$  y la diferencia es considerable, por lo que se propone una nueva sección de acero 8 varillas No 5 = 15,83 cm<sup>2</sup>

Valor de la curva:

$$\rho\mu = A_s F_y / 0,85 f'c A_g$$

$$\rho\mu = (15,83 / 1\ 600) \times (2\ 810 / (0,85 \cdot 210)) = 0,1558$$

Con los datos obtenidos se buscan los valores de los coeficientes  $Kx$  y  $Ky$ , siendo éstos:

$$K_x = 0,85$$

$$K_y = 0,85$$

Por último se calculan las cargas:

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_o = 0,85 \cdot 210 \cdot 1\,600 + 15,83 \cdot 2\,810 = 330\,082,3 \text{ kg}$$

$$P'_{ox} = K_x \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b \cdot h$$

$$P'_{xo} = 0,85 \cdot 210 \cdot 1\,600 = 285\,600,0 \text{ kg}$$

$$P'_{oy} = K_y \cdot \Phi \cdot f'_c \cdot b \cdot h$$

$$P'_{oy} = 0,85 \cdot 210 \cdot 1\,600 = 285\,600,0 \text{ kg}$$

Calcular  $P'_u$  con la ecuación de Bresler

Carga de resistencia de la columna:

$$P'_u = 1 / \left( \frac{1}{285\,600,0} + \frac{1}{285\,600,0} - \frac{1}{330\,082,3} \right) = 251\,682,90 \text{ kg}$$

Comprobación

$$P'_u > P'_{ua}$$

$$130\,893,72 < 251\,682,90$$

Como  $P'_u > P'_{ua}$  el armado propuesto sí resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

Acero transversal (estribos): el objetivo del refuerzo transversal es para resistir los esfuerzos de corte, y en algunos casos solo por armado. Por

requisitos sísmicos las columnas deben confinarse para aumentar la capacidad de carga axial, de corte y ductilidad, debe ser en forma de anillo (estribos) o refuerzo en espiral continuo (zunchos).

El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación

Refuerzo por corte: confinamiento: para la longitud de confinamiento ( $L_o$ ), debe tomarse el mayor de estos criterios:

$$V_R = 0,85 \cdot 0,53(f'c)^{1/2}bd$$

$$V_R = 0,85 \cdot 0,53 \cdot (210^{1/2}) \cdot 40 \cdot 36 = 9\,400,8459 \text{ kg}$$

$$V_U = 1\,535,19$$

$$V_R > V_U$$

$$9\,400,8459 > 1\,535,19$$

Como:  $V_R > V_U$  ( $9\,400,8459 > 1\,535,19$ ), entonces se colocan estribos con un espaciamiento  $S = d/2$ , en caso contrario se diseñan los estribos a corte.

Colocar espaciamiento  $S = d/2$

$$s = 0,36/2 = 0,18 \text{ cm}$$

Confinamiento: para la longitud de confinamiento ( $L_o$ ), debe tomarse el mayor de estos criterios:

$$L_o = 280/6 = 46,6667 \text{ cm}$$

El espaciamiento de los estribos ( $S_1$ ) en zonas confinadas de las columnas debe encontrarse entre  $3 \text{ cm} < S_1 < 10 \text{ cm}$ . Para estribos usar como mínimo varilla No.3.

Luego se calcula la relación volumétrica:

$$\rho_s = 0,45 \left( \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right) (0,85 f'_c / F_y);$$

$$\rho_s \geq 0,12 (f'_c / F_y)$$

$$\rho_s = 0,45 \times \left( \left( \frac{40^2}{36^2} \right) - 1 \right) \times \left( \frac{0,85 \times 210}{2 \times 810} \right) = 0,0067$$

Y por último, el espaciamiento entre estribos en la zona confinada es:

$$S_1 = 2A_v / \rho_s L_n$$

$$S_1 = (2 \times 0,71) / (0,0067 \times 36) = 5,8872$$

Como el área de acero resiste un corte mucho mayor al corte necesario, para la columna se propone un área de acero menor con el fin de optimizar recursos y minimizar costos.

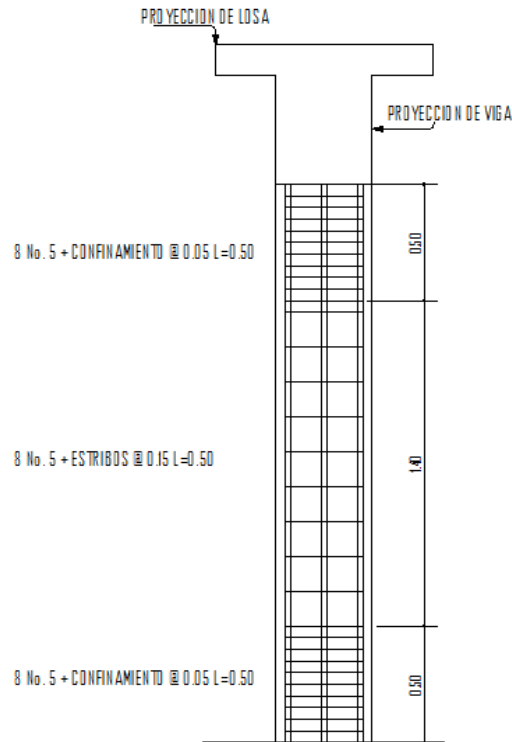
Se proponen 8 varillas No. 5

$$A_s = 1,9793 \times 8$$

$$A_s = 15,83 \text{ cm}^2$$



Figura 41. Armado final de columna



Fuente: elaboración propia, con programa de A AutoCAD 2013.

### 3.3.5. Diseño de zapata

Los cimientos son elementos de la estructura destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente a la misma; estos a su vez transmiten la acción de las cargas sobre el suelo.

Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de superestructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma.

Datos: los datos necesarios para el diseño de las zapatas se toman del análisis estructural y del estudio del suelo. Los datos a utilizar para el diseño de esta zapata son los siguientes:

Carga última =  $P_u = 91\,625,61$  kg

Momento x =  $1\,501,16$  kg m

Momento y =  $1\,501,16$  kg m

Recubrimiento 7,5 cm

Resistencia del concreto = 210 kg -m

Resistencia del acero = 2 810 kg - m

Valor soporte del suelo =  $V_s = 34\,487$  kg -m

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

Peso específico del suelo= 1 210 kg-m<sup>2</sup>

Desplante de cimentación  $d_f = 1,25$  m

- Factor de carga última

$$F_{cu} = (1,4 * CM + 1,7 CV) / CM + CV$$

$$F_{cu} = (1,4*894+1,7*400)/(894+400)=1,4927$$

Cálculo de cargas de trabajo

$$P' = P_u / F_{cu}$$

$$P' = 91\,625,61 / 1,4927 = 61\,382,46 \text{ kg}$$

$$M'_x = M_x / F_{cu}$$

$$M'_x = 1\,501,16 / 1,4927 = 1\,005,66 \text{ kg-m}$$

$$M'_y = M_y / F_{cu}$$

$$M'_y = 1\,501,16 / 1,4927 = 1\,005,66 \text{ kg-m}$$

- Predimensionamiento del área de zapata

$$A_z = (1,5 \cdot 91\,625,61) / 34\,487 = 3,98 \text{ m}^2$$

Se propone una dimensión de 2,00x2,00 m

- Chequeo por presión sobre suelo

La presión que ejerce la zapata sobre el suelo está dado por medio de la fórmula siguiente:

$$q = P/A_z \pm M'_x / S_x \pm M'_y / S_y$$

Donde  $S = (1/6) \cdot b \cdot h^2$ ; además se debe tomar en cuenta que no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte del suelo ( $V_s$ ). Para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = (1/6) \cdot 2 \cdot 2^2 = 1,3333$$

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

$$P = 61\,382,46 + (0,40 \cdot 0,40 \cdot 4,05 \cdot 2\,400) + (4 \cdot 1,25 \cdot 1\,210) + (4 \cdot 0,3 \cdot 2400)$$

$$P = 71\,867,66 \text{ Kg}$$

$$q_{\text{MAX}} = (71\,867,66/4) + (1\,005,66/1,3333) + (1\,005,66/1,3333)$$

$$q_{\text{MAX}} = 19\,475,44 \text{ cumple no excede } v_s$$

$$q_{\text{MIN}} = (71\,867,66/4) - (1\,005,66/1,3333) - (1\,005,66/1,3333)$$

$$q_{\text{MIN}} = 16\,458,38 \text{ cumple solo compresiones en el suelo}$$

- Presión última: como se observa en los cálculos anteriores, la presión está distribuida en forma variable, pero para efectos de diseño estructural se toma una presión última usando el criterio:

$$q_u = q_{MÁX} \cdot F_{cu}$$

$$q_{DISEÑO} = 19\,475,44 \times 1,4927 = 29\,070,98 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Espesor de zapata: } t = 0,35$$

- 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, esto se hace de la forma indicada a continuación

$$d = t - \text{Rec.} - \Phi/2$$

$$d = 35 - 7,5 - (1,97/2) = 26,515 \text{ cm}$$

Asumiendo un  $\emptyset$  de varilla No. 5 (1,97cm<sup>2</sup>)

$$\text{Área de corte} = 1 - 0,2 - 0,275 = 0,525$$

$$\text{Área de corte} = 0,525 \cdot 2 = 1,05 \text{ m}^2$$

- Chequeo por corte punzonante: la columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella, alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a  $d/2$  del perímetro de la columna. El chequeo que se realiza es:

$$V_{act} = A \cdot q_u$$

$$V_{act} = 1,05 \cdot 29\,070,98 = 30\,524,52 \text{ kg}$$

$$V_R = 0,85 \cdot 1,06 (f'_c)^{1/2} b d$$

$$V_R = 0,85 \cdot 0,53 \cdot (210^{1/2}) \cdot 200 \cdot 26,51 = 34\,613,39 \text{ kg}$$

Como  $V_{act} < V_R$ , entonces sí chequea por corte punzonante.

- Diseño de refuerzo por flexión: 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. Esto se hace de la manera siguiente

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

$$L = 2 - 0,2 = 1,8 \quad 1,8/2 = 0,9$$

Sentido X

Momento último: este se define tomando la losa empotrada con la fórmula:

$$M_u = q_u \cdot L^2 / 2$$

$$M_u = (29\,070,98 \cdot (0,92^2)) / 2 = 12\,302,8387 \text{ kg-m}$$

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

$$A_s = (B \cdot d - ((Bd)^2 - (M \cdot b / 0,003825 f'_c))^{1/2} / (0,85 f'_c / F_y)$$

Cálculo del área de acero que requiere la zapata

$$A_{s_{req}} = (100 \cdot 26,51 - ((100 \cdot 26,51)^2 - ((12\,302,8387 \cdot 100) / (0,003825 \cdot 210))^{1/2}) \cdot (0,85 \cdot 210 / 2810)$$

$$A_{s_{req}} = 19,48 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{MIN}} = (14,1/2810) \cdot (100 \cdot 26,5) = 13,29 \text{ cm}$$

$$A_{s_{MIN}} < A_{s_{req}}$$

Como el área de acero requerido es mayor que el área de acero mínimo se utilizarán el área de acero requerido para el diseño.

Espaciamiento: el espaciamiento entre varillas de refuerzo está definido por:

$$S = A_v/A_s = 1,97/19,48 = 0,1011$$

El espaciamiento será de 0,10 m con varillas No. 5 en ambos sentidos.

### 3.3.6. Diseño de gradas

Una escalera debe ser cómoda y segura dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella (C) y contrahuella (H), cumpliendo con los siguientes criterios:

$$C > 20 \text{ cm}$$

$$H < C$$

$$2C + H < 64 \text{ cm (valor cercano)}$$

$$C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm; } C \cdot H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

Carga de diseño para una escalera:

$$CM = PP(\text{escalera}) + PP(\text{acabados})$$

$$PP(\text{escalera}) = Wc = t + c/2$$

Para determinar el número de escalones se utiliza:

$$H/C_{\max}$$

$$H/C_{\max} = 3,35/0,185 = 18,10 \text{ escalones}$$

Para utilizar 18 escalones se chequea:

$$C = 18,50 \text{ cm} < 20 \text{ cm}; H = 30 \text{ cm}$$

$$2C + H = 2 \cdot 18,50 + 30 = 67 \text{ cm}$$

$$C + H = 18,50 + 30 = 48,50 \text{ cm}$$

$$C \cdot H = 18,50 \cdot 30 = 465 \text{ cm}^2$$

Como todo chequeo, se tienen 18 contrahuellas de 18,50 cm, 18 huellas de 30 cm.

Para calcular el espesor de la losa se utiliza:

$$t = L/20$$

Para ello, se debe de tomar en cuenta que L es una longitud inclinada:

$$L = 2,80 \text{ m}$$

$$t = 2,80/20 = 0,14$$

Integración de cargas:

Peso propio:

$$\gamma_c \cdot (t + c/2)$$

$$2 \cdot 400 \cdot (0,14 + 0,185/2) = 558 \text{ kg/cm}^2$$

Acabados	60 kg/cm <sup>2</sup>
Total	618 kg/cm <sup>2</sup>
Carga viva	400 kg/cm <sup>2</sup>

Carga última

$$C.U. = 1,2CM + 1,6CV$$

$$C.U. = 1,2*618 + 1,6*400 = 1\ 381,6 \text{ kg/cm}^2$$

Se calculan los momentos actuantes en la losa. Se considera el diseño de una losa unidireccional apoyada en los muros, según el código ACI:

$$M(-) = w \cdot l^2 / 9 = 1\ 381,6 \cdot 2,80^2 / 9 = 1\ 203,52 \text{ kg-m}$$

$$M(+) = w \cdot l^2 / 12 = 1\ 381,6 \cdot 2,80^2 / 12 = 902,64 \text{ kg-m}$$

Cálculo de acero:

$$As_{\min} = 14,1 \cdot b \cdot d / f_y = 14,1 \cdot 100 \cdot (14 - 3,5 - 0,148) / 2810 = 5,23 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero para cada momento:

$$As = \left[ b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M \cdot b}{0,003825 \cdot F'c}} \right] \cdot \left[ \frac{0,85 F'c}{F_y} \right]$$

$$As_{M(-)} = 8,43 \text{ cm}^2$$

$$As_{M(+)} = 7,31 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado de 1 varilla No. 3 @ 10 cm en sentido longitudinal.

Acero por temperatura para el refuerzo en el sentido transversal:

$$As_{\text{temp}} = 0,002 \cdot b \cdot d$$

$$As_{\text{temp}} = 0,002 \cdot 100 \cdot 10,43 = 2,09 \text{ cm}^2$$



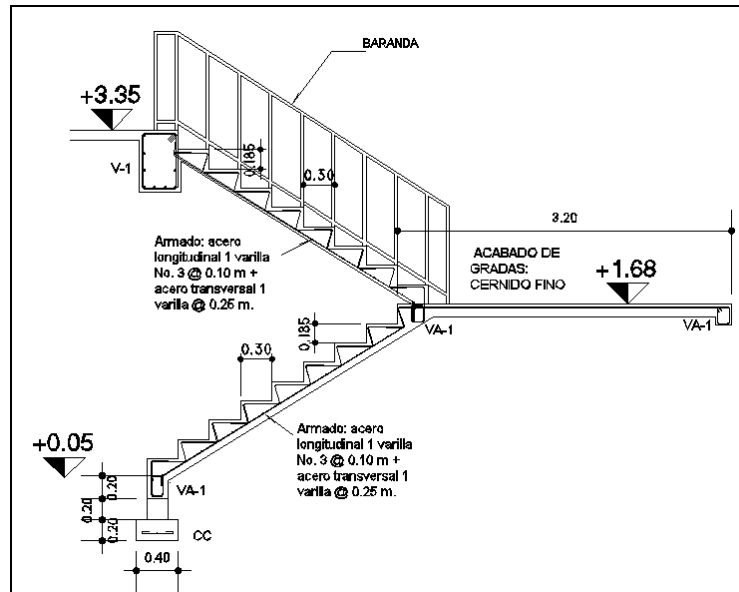
Espaciamiento máximo:

$$S \text{ max} = 2*t$$

$$S \text{ max} = 2*14 = 28 \text{ cm}$$

Se propone refuerzo por temperatura de 1 varilla No. 3 @ 25 cm

Figura 42. Detalle de gradas



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

Cimiento corrido:

Es el cimiento que se le coloca a los muros de carga. Para este caso, debido a que los muros no son de carga sino divisiones de tabiques, se utilizará exclusivamente para el cimiento de gradas.

Este se calcula como una franja unitaria. Se diseñarán para soportar las cargas superpuestas, dando una distribución adecuada a las mismas, de acuerdo a la resistencia del terreno, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos. Los muros de la estructura son únicamente para dividir ambientes.

Por medio de la teoría de Meyerhof para zapatas, utilizando una excentricidad de 1 por ciento de la longitud total, una carga por muros y sobrepeso de 2.34 toneladas/metro en franjas unitarias y con las características del suelo, además de acuerdo con FHA se propone colocar cimiento corrido de 20 x 40 centímetros a un desplante de 0,60 metros.

Según FHA, el refuerzo mínimo para cimientos corridos es:

- Viviendas de un nivel: 2 No. 3 + eslabones No. 3 @ 30 cm o No. 2 @ 15 cm.
- Viviendas de dos niveles: 3 No. 3 + eslabones No. 3 @ 30 cm o No. 2 @ 15 cm.

Para el mercado Primero de Julio se propone utilizar un cimiento corrido de 20 x 40 centímetros con refuerzo 3 No. 3 con eslabones No. 2 @ 15 centímetros, a una profundidad de 0,60 metros según el tipo de suelo.

### **3.3.7. Diseño de rampa**

- Determinar cómo trabaja la Losa

$$\text{Losa} = m = a/b$$

$$m = 2,86/10,28 = 0,278 < 0,5 \text{ Trabaja en un sentido}$$

- Cálculo de espesor de losa

$$t = L/24 = 2,86/24 = 0,12$$

- Integración de cargas

$$CM=(2\ 400\text{kg/m}^3)(0,12\text{m})=288\text{kg/m}^2$$

$$SC= \quad \quad \quad =70\text{kg/m}^2$$

$$\Sigma CM= \quad \quad \quad =358\text{kg/m}^2$$

$$CV= \quad \quad \quad =100\text{kg/m}^2$$

$$CMU= 1,4(358\text{kg/m}^2) + 1,7(100\text{kg/m}^2)$$

$$CMU = 671\text{kg/m}.$$

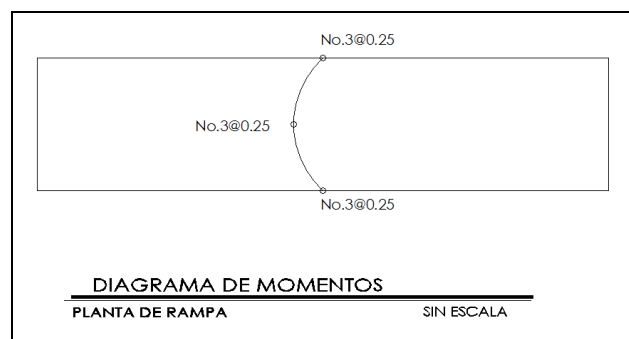
- Cálculo de Momentos

$$WL^2/14 = (671)(2,86^2)/14= 392\text{kg-m}$$

$$WL^2/10 = (671)(2,86^2)/10= 549\text{kg-m}$$

$$WL^2/9 = (671)(2,86^2)/9= 610\text{kg-m}$$

Figura 43. **Diseño de rampa**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

- Balanceo de momentos o chequeo de momentos

El balanceo de momentos se hace solo cuando estos son distintos en el diagrama de momentos, por lo cual hay que hacerles una igualación.

En el caso de estos valores de los momentos, como no hay uno que sea distinto del otro, entonces los valores siguen siendo los mismos.

- Cálculo del Peralte

$$d = t - \text{rec} - \emptyset / 2$$

$$d = 12 - 2 - 0,5 = 9,5 \text{ cms.}$$

- Cálculo del area minima

$$A_{smin.} = 0,4(14,1/F_y)b.d = 0,4(14,1/2810)(100)(9,5) = 1,9 \text{ cms}^2$$

$$1,9 \text{ cms}^2 \text{-----} \rightarrow 100$$

$$0,71 \text{ cms}^2 \text{-----} \rightarrow S \text{ -----} \rightarrow S = 37 \text{ cms}$$

$$S_{max.} = 3t = (3)(9,5) = 28,5 \text{ cms.}$$

- Cálculo del Momento para el acero minimo.

$$M_{Asmin.} = 0,9[A_s \cdot F_y \cdot d - ((A_s^2 F_y^2) / (1,7 \cdot F'_c \cdot b))]$$

$$M_{Asmin.} = 0,9[1,9 \cdot 2810 \cdot 9,5 - ((1,9^2 \cdot 2810^2) / (1,7 \cdot 210 \cdot 100))]$$

$$M_{Asmin.} = 450 \text{ kg-m}$$

- Cálculo de acero por temperatura

$$A_{st.} = 0,002bt$$

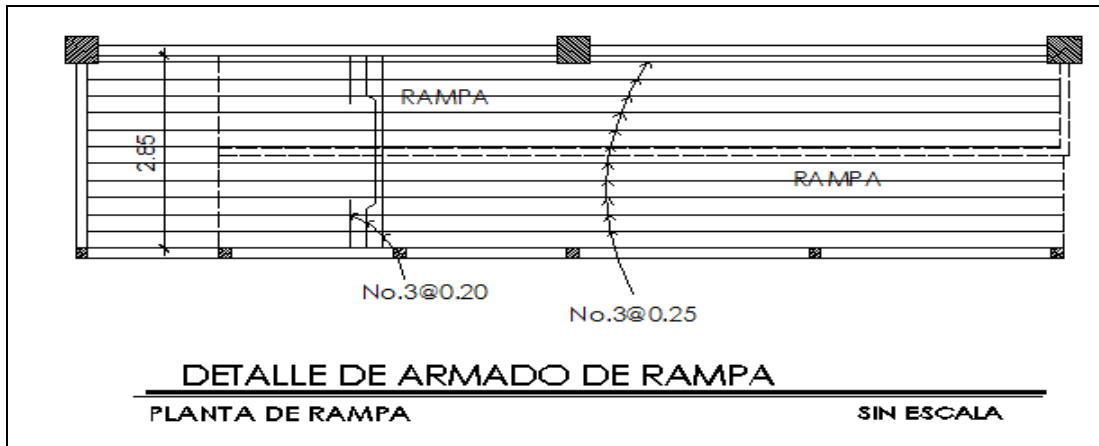
$Ast. = 0,002 * (100) * (9,5) = 1,9 \text{ cms}^2 \rightarrow \text{Usar } 2,8$

Usando varilla No.3  $\rightarrow \text{Area} = 0,71 \text{ cms}^2$

$2,8 \text{ cms}^2 \rightarrow 100$

$0,72 \text{ cms}^2 \rightarrow S \rightarrow S = 25$

Figura 44. **Detalle de armado de rampa**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

### 3.3.8. **Diseño de tanque de almacenamiento**

La función del tanque de almacenamiento es, principalmente acumular un determinado volumen de agua, para cubrir las variaciones horarias de consumo o en determinado momento las posibles interrupciones del caudal en línea de conducción debido a reparaciones.

- Volumen

El diseño del volumen de almacenamiento de un tanque se realiza con base en las Normas de la UNEPAR, debe tener un volumen entre el 25 por ciento y el 40 por ciento del consumo medio diario. Para el diseño del presente proyecto se optó un 40 por ciento, y se calcula de manera siguiente:

$$Vol = \frac{40\%Qm(86\ 400\ s)}{1\ 000} = \frac{0,40(0,598\frac{L}{s})(86\ 400\ s)}{1\ 000} = 20,66\frac{m^3}{día}$$

Por lo que se diseña el tanque para almacenar una capacidad de 20 m<sup>3</sup>, y debido a la localización del tanque de almacenamiento y al tipo de suelo se

construirá de concreto ciclópeo, las especificaciones se describen en el plano. (ver apéndice).

- Diseño estructural

La cubierta se diseñará, con losa de concreto reforzada, con las dimensiones que se calculan a continuación:

Longitud = 3,50 m

Ancho = 3,00 m

Profundidad = 2,00 m

Para el cálculo y diseño del refuerzo de la losa, se hará uso del método 3 del Código ACI (*American Concrete Institute*).

- Cálculo de momentos

Coeficiente de momentos (m),

$$m = \frac{a}{b} = \frac{\text{lado corto}}{\text{lado largo}} = \frac{3,00}{3,50} = 0,86$$

De acuerdo a lo que recomienda el método, si el valor  $m \geq 0,50$  debe diseñarse la losa en dos sentidos.

- Espesor de la losa

El espesor (t) de la losa se predimensiona de la siguiente manera:

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180} = \frac{3,5 * 2 + 3 * 2}{180} = 1,07 \text{ m} \rightarrow t = 0,10 \text{ m}$$

El predimensionamiento recomienda usar  $t = 0,07 \text{ m}$ , pero se utilizará  $t=0,10 \text{ m}$ .

- Integración de cargas

Carga muerta

$$CM = \text{peso propio} + \text{sobre peso}$$

$$CM = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,10 \text{ m} * 1,00 \text{ m} + 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$CM = 276 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Carga viva

Fuerzas externas que actúan sobre la estructura, y se considera:

$$CV = 100 \frac{kg}{m}$$

Cargas últimas

Es el resultado de afectar las cargas vivas y muertas por un factor de seguridad, 1,4 para carga muerta y 1,7 para carga viva.

$$CU = 1,4 CM + 1,7 CV$$

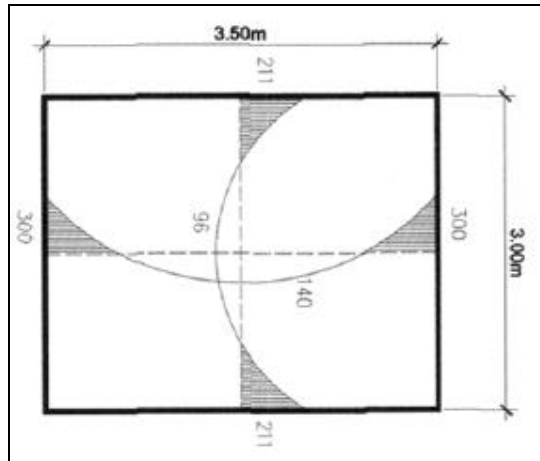
$$CU = 1,4 (276,00) + 1,7 (100,00) = 556,40 \frac{kg}{m}$$

Figura 45. **Cálculo de momentos**

<b>Cálculo de momentos</b>												
Los momentos que actúan en la losa, se calculan a continuación; pudiendo ser negativos o positivos de acuerdo a la dirección de aplicación de la carga y a la posición de giro.												
<b>Tabla IV. Momentos losa tanque de almacenamiento</b>												
	CASO 2		m=a/b	Ca(-)	Cb(-)	CUM	CUV	CUT	Ca/CMU	Cb/CMU	Ca/CVU	Cb/CVU
	a	b										
Losa1	3,00	3,50	0,86	0,06	0,031	386,40	170,00	556,00	0,024	0,012	0,037	0,019
Ma(-)	300,00		kg-m									
Mb(-)	211,00		kg-m									
Ma(+)	140,00		kg-m									
Mb(+)	96,00		kg-m									
Donde:	<p>Ca(-) , Cb(-) = Coeficiente para momentos negativos            Ca , Cb = Coeficientes para momentos positivos            CUV = Carga última viva            CUM = Carga última muerta            CUT = Carga última total (1,4CM+1,7CV)</p>											



Continuación de la figura 45.



Fuente: elaboración propia.

- Acero mínimo y espaciamiento

$$A_{smin.} = 40 \% * A_{smin.viga} \rightarrow \rho_{min.} * b * d \rightarrow \rho_{min.} = 14,1 / f_y$$

$$A_{smin.} = 0,40 * (14,1 / 2810) * 100 * 7,5 = 1,51 \text{ cms.cuadrados}$$

Tomando el área de una varilla No.3 se tiene el espaciamiento.

$$1,51 \text{ cms.cuadrados} \rightarrow 100 \text{ cms}$$

$$0,71 \text{ cms.cuadrados} \rightarrow S$$

$$S = 100 * 0,71 / 1,51 = 47,30 \text{ cm.}$$

Se sabe que el espaciamiento máximo debe ser tres veces el espesor de la losa.

$$S_{max.} = 3t = 3 * 0,10 = 0,30 \text{ m.}$$

Por seguridad se tomará un espaciamiento de 0,25 metros, para el cual se calcula nuevamente el área mínima de acero.

$A_{smin.} = 100 \text{ cms. cuadrados} \rightarrow 100 \text{ cms.}$

$0,71 \text{ cms. cuadrados} \rightarrow 25 \text{ cms.}$

$A_{smin.} = 2,84 \text{ cms. cuadrados}$

- Momento que resiste  $A_{smin.}$ .

$$M_{Asmin.} = \phi [A_{smin.} \cdot f_y \cdot (d - ((A_{smin.} \cdot f_y) / (1,7 \cdot f_c \cdot b)))]$$

$$M_{Asmin.} = 0,90 [2,84 \cdot 2810 \cdot (7,5 - ((2,84 \cdot 2810) / (1,7 \cdot 210 \cdot 100)))]$$

$$M_{Asmin.} = 52262 \text{ kg-cm} \rightarrow 522,62 \text{ kg-m.}$$

- Chequeo por corte

La losa está sometida a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por el concreto solamente, se debe saber si el espesor de la losa es adecuado.

- Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{\text{máx}} = C U_u = L/2$$

L = lado corto de la losa

$$V_{\text{máx.}} = 556,40 \cdot (3,00/2) = 834,60 \text{ kg.}$$

Cálculo del corte máximo resistente

$$V_R = 45 \cdot \sqrt{210 \cdot 10} = 6521,10 \text{ kg.}$$

Según los datos obtenidos, dado que  $VR > Máx.$ , el espesor  $t = 0,10m$ . de la losa es el adecuado para resistir el corte.

Dado que ningún momento actuante es superior al momento que resiste al área de acero mínimo, se considera un espaciamiento para la losa del tanque de distribución; @ 0,25 m. en ambos sentidos, esto puede verse en los planos mostrados en el apéndice.

### **3.4. Diseño de fosa séptica**

La fosa séptica es uno de los más antiguos dispositivos para la evacuación de excretas y otros residuos. Se pueden definir como un estanque cubierto y hermético.

Construido de piedra, ladrillo, concreto armado, es generalmente de forma rectangular, diseñada para que las aguas negras se mantengan a una velocidad muy baja, por un tiempo determinado, que oscila entre 12 y 72 horas. Durante el cual se efectúa un proceso anaerobio de eliminación de sólidos.

Los principales factores que deben tenerse en cuenta para fijar al capacidad y dimensiones del depósito séptico son:

Volumen y espacio necesarios para acumulación de fangos, para un periodo de limpieza de 2 a 3 años.

Relación longitud: ancho longitud: 2 a 3 , Ancho: 1 a 1

El periodo de retención, varía de 1 a 3 días y suele ser de 24 horas.

Localización de la fosa séptica

Tomar en cuenta al limpieza

A 15 m. de edificaciones como mínimo

No debe estar en zonas pantanosas

Recomendaciones:

- Cuando el caudal promedio oscile entre 1 900 y 5 700 lts/día.  
 $1\ 900 < QP < 5\ 700\text{lts/día}$ , el volumen útil será igual a  $\text{Vol.}=1,5Q.P$
- Cuando el caudal promedio oscile entre 5 700 y 37 800lts/día  
 $5\ 700 < QP < 37\ 800\text{lts/día}$ , el volumen útil será igual a  $\text{Vol.}=4\ 260+0,75QP$
- Altura mínima 0,75 a 1,50m.
- Volumen mínimo de 1 900lts/seg.

Cálculo del diseño

Datos:

320 habitantes

100 lts/hab./día.

32 000 lts/día.

Como  $5\ 700 < 32\ 000 < 37\ 800$  Entonces  $V\ \text{útil}: 4\ 260 + 0,75QP$

Volumen útil:  $28\ 260/1000 = 28,26\text{m}^3$ .

Volumen =  $h \cdot \text{area}$

Donde:

$h$ =altura útil

$A$ = área

Donde se asume una altura útil de 1,50m.

$$28,26\text{m}^3 = 1,50\text{m} \cdot \text{Area}$$

$$\text{Area} = (28,26)(1,50) = 18,84\text{m}^2$$

$$A = L \cdot a$$

Donde:

$$L = \text{Longitud (m)} = 2a$$

$$a = \text{ancho (m)}$$

$$A = L \cdot a$$

$$18,84\text{m}^2 = (2a)a$$

$$18,84 = 2a^2$$

$$a = (18,84/2)^{(1/2)} = 3,06$$

$$L = 2a$$

$$L = 2 \cdot 3,06$$

$$L = 6,12 \text{ m}$$

Valores encontrados:

Alto: 1,50 m

Ancho: 3,06 m

Largo: 6,12 m

Espesor de pared  $e = 0,10 \text{ m}$ . = tapadera.

Espesor losa de piso = 0,10 m

$F_y$ : 2 800kg/cm<sup>2</sup>

$F'_c$ : 210kg/cm<sup>2</sup>

$V_s$ : 15ton/m<sup>2</sup>.

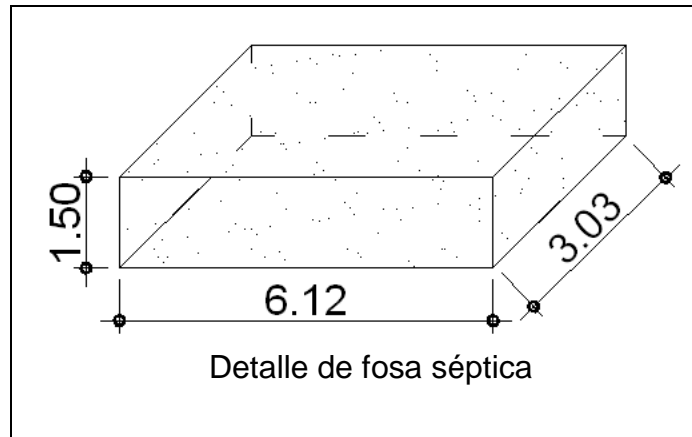
Peso específico del concreto = 2 400kg/m<sup>3</sup>

Peso específico del suelo = 1 600kg/m<sup>3</sup>

$K_a$  = Coeficiente de Empuje lateral del suelo = 1,40

Peso específico del agua = 1 000kg/m<sup>3</sup>

Figura 46. **Detalle de fosa séptica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AUTOCAD 2013.

### 3.4.1.1. **Pozo de absorción**

Los pozos de absorción pueden sustituir o ser complementarios al campo de oxidación. Un pozo de absorción consiste en excavaciones de un diámetro y profundidad variable. En estos el agua se infiltra por paredes y piso que deberán ser tomados permeables, se recomienda llenar de grava a la altura aproximada de 1 metro para lograr una buena distribución de agua al fondo.

Características del tanque séptico.

- La relación largo-ancho del área superficial del tanque séptico deberá estar comprendida entre 2:1 a 5:1.

- El espacio libre entre la capa superior de nata o espuma y la parte inferior de la losa de techo del tanque séptico no será menor a 0,30 metros. se deberá considerar que un tercio de la altura de la nata se encontrará por encima del nivel del agua.
- El ancho del tanque séptico no deberá ser menor de 0,60 m y la profundidad neta menor a 0,75 m.
- El diámetro mínimo de las tuberías de entrada y salida del tanque séptico será de 0,10 m y 0,75 m respectivamente.
- El nivel de la tubería de salida del tanque séptico, deberá estar situado a 0,05 m por debajo de la tubería de entrada del tanque séptico.
- Los dispositivos de entrada y salida del agua residual al tanque séptico estarán constituidos por tees o pantallas.
- Cuando se usen pantallas, estas deberán estar distanciadas de las paredes del tanque a no menos de 0,20 m ni mayor a 0,30 m.
- Cuando el tanque tenga más de una cámara, las interconexiones entre las cámaras consecutivas se proyectarán de tal forma que evite el paso de natas y lodos.
- El fondo de los tanques sépticos tendrá pendiente de 2 por ciento orientada hacia el punto de ingreso de los líquidos.
- En los casos en que el terreno lo permita, se colocará una tubería de 0,15 m de diámetro para el drenaje de lodos, cuyo extremo se ubicará a

0,10 m por encima de la sección más profunda del tanque séptico. La tubería estará provista de válvula de tipo compuerta y la carga de agua sobre el mismo no deberá ser menos a 1,80 m.

Con los cálculos del diseño realizados se obtuvieron los siguientes datos para el pozo de absorción:

$$\varnothing_{\min}=0,90\text{m.}$$

$$\varnothing_{\max}=2,00\text{m.}$$

K1= coeficiente de absorción (m<sup>2</sup>/hab/día)

$$K1= 0,88 \text{ m}^2/\text{hab/día}$$

Fórmula:

$$H= (k1*N)/(\pi*D)$$

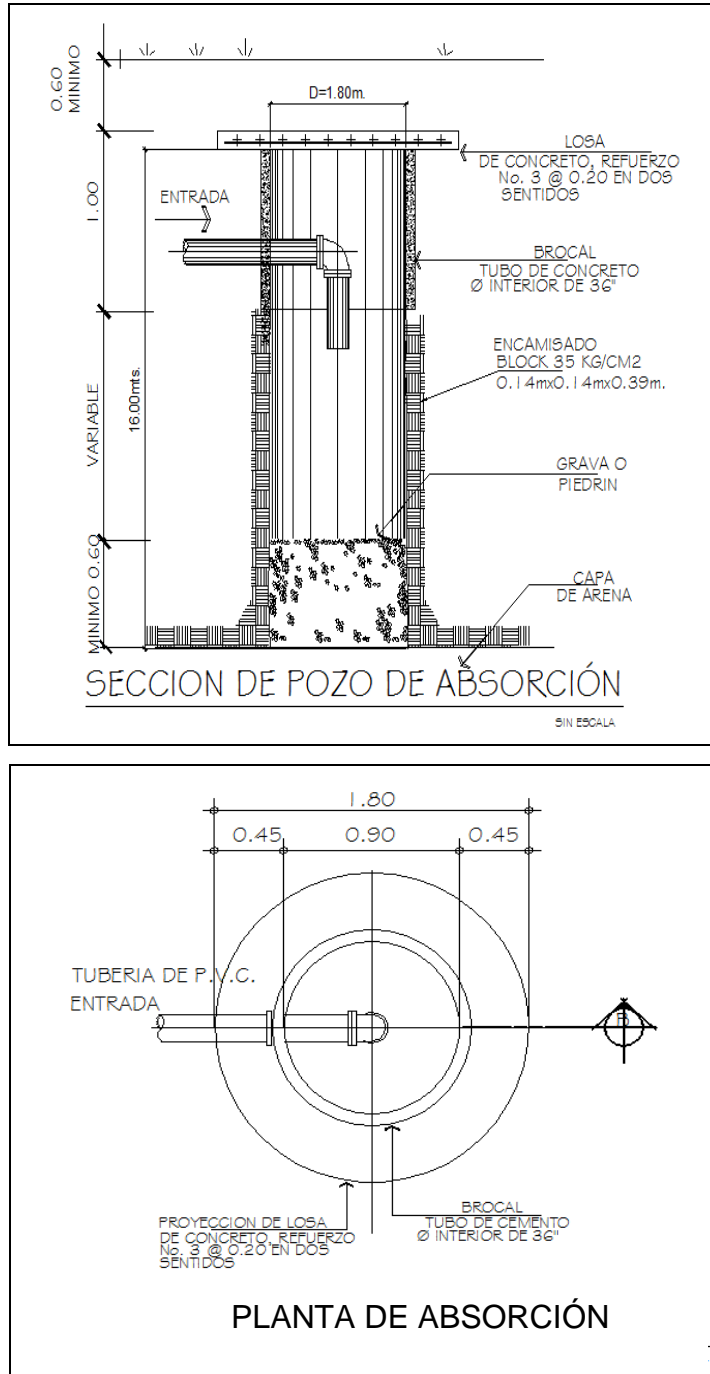
$$H=(0,88*100)/(\pi *1,8)$$

$$H=16 \text{ m}$$

Nota: dado a que se necesita un pozo de 16,00 m, y un diámetro de 0,90 m.



Figura 47. Detalle pozo de absorción



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2013.

### **3.5. Instalaciones**

Las instalaciones que, regularmente se colocan en los edificios son: eléctricas, hidráulicas y sanitarias. Los aspectos que se consideraron para el diseño son:

- Seguridad de operación
- Capacidad adecuada para prestar el servicio
- Duración razonable y económica de mantenimiento
- Servicio constante
- Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales

Se diseñaron instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias para el edificio del mercado Primero de Julio, zona 5 de Mixco.

#### **3.5.1. Instalaciones eléctricas**

Estas instalaciones están divididas en dos secciones, la instalación de fuerza e iluminación. Se necesita detallar la distribución del sistema eléctrico, desde la acometida, contador eléctrico, tablero de distribución y las unidades de lámparas, tomacorrientes e interruptores.

El procedimiento de cálculo para la instalación eléctrica considera un estudio inicial de requerimientos de carga para alumbrado y contactos de salida, como segunda etapa se debe indicar la capacidad en watts de cada uno de los circuitos basado en disposiciones reglamentarias, aspectos de estética y características de operación de las unidades receptoras.

Según el informe No. 29 la Comisión Internacional de Iluminación hace referencia al nivel de iluminación (luxes) requerido para un edificio.

Tabla XII. **Niveles de iluminación**

<b>Ambientes</b>	<b>Nivel de iluminación (luxes)</b>
Mercados, salones y auditorios.	300
Bodegas, laboratorios, bibliotecas, salas de lectura y pintura.	500

Fuente: informe No. 29. *La Comisión Internacional de Iluminación*. p. 102.

Para el diseño de las instalaciones eléctricas se utilizó un nivel de iluminación de 300 luxes utilizando el criterio de luz de día y una carga por unidad de fuerza de 300 watts.

Cálculo de iluminación por local.

Datos:

Longitud (L) = 5,85 m

Ancho (A) = 5,73 m

Altura (H) = 2,95 m

Altura de techo (HT) = 0,25

Altura de suelo (HS) = 0,75

Tipo de lámpara a utilizar = T-2 doble de 40 w 4 450 luxes

$H-HT-HS = 2,90-0,25-0,75 = 1,90$  m

Relación de cavidad de local (RCL):

$$RCL = \frac{5H(L + A)}{LA}$$

$$RCL = [5 \cdot 1,90(5,85 + 5,73)] / (5,85 \cdot 5,73)$$

$$RCL = 3,11$$

Índice local (K):

$$k = \frac{5}{RCL}$$

$$K = 5 / 3,11 = 1,60$$

Factor de pérdida total (FTP) = 0,60

Coefficiente de utilización (CU) = 0,70

Cálculo del número de lámparas (N):

$$N = \frac{\text{Luxes requeridos} \cdot \text{Area}}{\text{Lumenes generados} \cdot \# \text{ de lamparas} \cdot \text{CU} \cdot \text{FTP}}$$

$$N = \frac{400 \cdot 50,662}{4450 \cdot 2 \cdot 0,70 \cdot 0,60} = 5,42$$

Iluminación resultante (EC):

$$EC = \frac{\text{Lampara} \cdot \# \text{ Lampara} \cdot \text{Luxes} \cdot \text{FTP} \cdot \text{CU}}{\text{Area}}$$

$$EC = \frac{6 * 2 * 4 450 * 0,6 * 0,7}{50,66} = 442,72 \text{ lux}$$

El circuito 1 de iluminación está formado por 16 unidades T-2 dobles de 40 w y 4450 luxes cada uno, siendo la carga total conectada de 1 280 watts. La alimentación de carga eléctrica al edificio será de 120 volts, la corriente a través del circuito se calcula con la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{E}$$

Donde:

I = Corriente

P = Potencia

E = Voltaje

$$I = \frac{1 280}{120} = 10,66 \text{ amperios}$$

De acuerdo al resultado, el conductor ideal a utilizar en los circuitos de iluminación es el No. 12 THHN que tiene una capacidad de conducción máxima de 25 amperios.

Tabla XIII. **Tabla de corriente y potencia soportada según calibre AWG**

Calibre AWG	Corriente soportada	Watts soportados 127V
18	10 Amperes	1 270
15	13 Amperes	1 551
14	18 Amperes	2 285
12	25 Amperes	3 175
10	30 Amperes	3 810
8	40 Amperes	5 080

Fuente: Norma de instalaciones eléctricas NOM-001 SEDE 2005

Para la instalación de fuerza se utiliza el criterio de asignar una carga de 300 watts de salida a cada tomacorriente, el circuito 3 de fuerza está formado por 7 unidades y la corriente se calcula con la expresión anterior:

$$I = \frac{2\ 100}{120} = 17,50 \text{ amperios}$$

Los detalles específicos de cada uno de los circuitos del edificio del mercado se encuentran en los planos respectivos.

### **3.5.2. Instalaciones hidráulicas**

Lo importante en la instalación general de agua son los detalles necesarios para apreciar el recorrido de la misma desde el punto de toma, hasta los depósitos y artefactos sanitarios.

Como en el caso de cualquier sistema de abastecimiento de agua, la dotación de agua para edificios es muy variable y depende de una serie de factores entre los cuales se pueden citar: uso del edificio, área, costumbres y

hábitos de sus ocupantes, uso de medidores, así como del sistema de distribución que sea adoptado.

El diseño hidráulico del edificio de mercado en particular se hará con el método de Hunter, consiste en asignar a cada aparato sanitario o grupo de aparatos sanitarios, un número de unidades de gasto (UH) determinado experimentalmente, la unidad de gasto es la que corresponde a la descarga de un lavatorio común equivalente a 0,47 l/s.

Tabla XIV. **Unidades de gasto**

Artefactos	Cantidad	No. Hunter	UH
Inodoro con tanque	7	3	21
Lavamanos	8	2	16
Urinarios	4	5	20
Pilas	1	3	3
Lavatrastos	1	2	2
<b>TOTAL</b>			62

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo al método para un UH de 62 corresponde un caudal de 1,88 l/s, el cálculo de diámetro de la tubería es por medio de la siguiente ecuación:

$$\varnothing = 4,87 \sqrt{\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * Hf}}$$

Dónde:

$\emptyset$  = diámetro (plg)

L = longitud (m)

Q = caudal (lps)

C = coeficiente de material

Hf = pérdida de carga (m)

$$\emptyset = 4,87 \sqrt{\frac{1\,743,811 * 14 * 1,88^{1,85}}{140^{1,85} * 3}} = 0,98 \text{ pulgadas}$$

Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el hecho de que cuanto mayor es su número, la proporción del uso simultáneo de los aparatos disminuye. El gasto obtenido por este método es tal que hay cierta probabilidad que no sea sobrepasado, por lo tanto se utilizará un diámetro de 3/4 pulg. para éste edificio.

### 3.5.3. Instalaciones sanitarias

El agua potable que alimenta al edificio sufre contaminación en los artefactos sanitarios, convirtiéndose en agua residual la cual debe evacuarse. Para el cálculo o dimensionamiento de las instalaciones de drenajes, es necesario definir un concepto que se conoce como unidad de descarga.

La unidad de descarga se define en forma convencional correspondiente 20 litros por minuto. Esta unidad de descarga constituye la referencia para estimar las descargas de todos los demás accesorios o aparatos sanitarios. El mayor caudal a evacuar es generado en el módulo de servicio sanitario



Tabla XV. **Unidades de descarga**

<b>Artefactos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>No. Hunter</b>	<b>UH</b>
Inodoro con tanque	7	6	42
Lavamanos	8	2	16
Urinarios	4	4	16
Pilas	1	3	3
Lavatrastos	1	2	2
<b>TOTAL</b>			79

Fuente: elaboración propia.

El método considera un diámetro de tubería para cierta cantidad de unidades de descarga, el cual se presenta en la tabla XVI.

Tabla XVI. **Diámetro del colector**

<b>TUBO PVC Ø EN (ppl)</b>	<b>Unidades máximas de descarga (UD)</b>		
	<b>Pendiente</b>		
	<b>1 %</b>	<b>2 %</b>	<b>3 %</b>
<b>2</b>	5	6	8
<b>4</b>	84	96	114
<b>6</b>	330	440	580
<b>8</b>	870	1150	1680

Fuente: elaboración propia

Interpolando el resultado de la primera tabla con los valores de segunda, se obtiene un diámetro de 4 pulgadas para la evacuación de aguas residuales.

La tubería de los módulos de servicio sanitario se unifica en una caja de registro, utilizando una pendiente del 3 por ciento se obtiene un diámetro de 4 pulgadas para la evacuación final.

#### **3.5.4. Instalaciones pluviales**

En el edificio de mercado se diseñó la evacuación de precipitación pluvial que cae sobre techos, patios, zonas pavimentadas, etc. La solución comprende la instalación de tubería, accesorios y cajas de registro.

Previo al diseño y cálculo del sistema de evacuación de agua de lluvia, es importante tener en cuenta algunos factores:

- Intensidad de la precipitación pluvial
- Frecuencia de lluvias
- Área de la edificación expuesta a lluvia

El diámetro de la tubería a utilizar será calculada según el caudal a evacuar, para ello se utilizará la siguiente expresión:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia mm/hr

A = área a considerar en hectáreas

$$I = \frac{4\ 604}{t + 24}$$

Donde:

t = tiempo de concentración (20 años)

$$I = \frac{4\ 604}{20 + 24} = 104,63 \text{ mm/hr}$$

Según datos estadísticos de la Estación Suiza Contenta del INSIVUMEH el proyecto presenta una intensidad de lluvia de 104,63 mm/h, el coeficiente de escorrentía a utilizar es de 0,95 el cual corresponde a superficies impermeables de techos.

$$Q = \frac{0,95 * 104,63 * 0,0376}{360}$$

$$Q = 0,0103 \text{ m}^3/\text{s}$$

El diámetro de la tubería se calcula con la siguiente expresión:

$$\emptyset = \left( \frac{691000 * Q * n}{S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

n = coeficiente de rugosidad

S = pendiente de la tubería

$$\varnothing = \left( \frac{691000 * 0.0103 * 0.009}{0.02^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$\varnothing = 9,90 \text{ cm}$$

Con el cálculo teórico se obtuvo un diámetro de 9,90 centímetros por lo que en el diseño final se utilizará tubería PVC de 3 pulgadas.

### **3.6. Evaluación de impacto ambiental**

Es el procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

Impactos ambientales de la construcción de edificaciones:

Dentro de las actividades industriales, la construcción es la mayor consumidora, junto con la industria asociada, de recursos naturales y una de las principales causantes de la contaminación atmosférica. Por lo tanto, la aplicación de criterios de construcción sostenible de las edificaciones se hace imprescindible para el respeto del medio ambiente y el desarrollo de las sociedades actuales y futuras.

En el consumo eléctrico, hay que señalar que la actividad de construcción, como tal, no consume mucha energía en comparación con otras actividades humanas. Sin embargo, la consecución y procesamiento de los materiales de construcción y la utilización diaria de edificios e infraestructuras constituye de

manera indirecta una de las actividades humanas más intensivas en consumo energético.

La energía directa e indirecta usada en las viviendas y edificios proviene, principalmente de la generación por medio de hidroeléctricas y de la combustión de combustibles fósiles, que contribuyen de manera muy importante a la contaminación atmosférica, principalmente anhídrido carbónico, óxidos de azufre y de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono, óxido nitroso y partículas en suspensión.

Las emisiones directas de las edificaciones se centran sobre todo en la actividad de iluminación y operación, mientras que la producción de electricidad en las edificaciones es una de las grandes fuentes de contaminación indirecta. Asimismo, las obras públicas y la construcción de edificaciones se encuentran entre las causas de mayor contaminación acústica en las ciudades, junto con el transporte.

Además, el impacto de las actuales edificaciones, que ocupan cada vez más una mayor parte del territorio, crea un ambiente físico hostil para el desarrollo cotidiano de las actividades de los ciudadanos.

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, el mayor volumen no se genera en el período de construcción de las edificaciones, sino en su utilización diaria durante su vida útil.

#### Medidas de mitigación

- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente.
- En el momento de iniciar la construcción, señalar el área.

- Repoblar con árboles nativos de la región, las áreas libres.
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas.
- Utilizar rutas alternas al centro de la población.
- Enterrar las bolsas (de cemento y cal) en vez de quemarlas.
- Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza.
- Minimizar la producción de polvo por medio de riegos adecuados de agua.

### **3.7. Presupuesto del mercado Primero de Julio, zona 5 de Mixco**

Se refiere a los trabajos necesarios para la ejecución el proyecto tomando en cuenta la cantidad de trabajo a realizar y el costo.



Continuación de tabla XVII.

<b>3</b>	<b>ACABADOS</b>					<b>Q 540,016.87</b>
3.01	APLICACION DE PINTURA DE LA TEX LAVABLE , EN MODULO DE SERVICIO SANITARIO EXISTENTE DENTRO DEL EDIFICIO (INCLUYE 2 MANOS DE APLICACION DE PINTURA)	m²	22.00	Q 50.00	Q 1,100.00	
3.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE COLOR CAFE OSCURO EN MODULO DE SERVICIOS SANITARIOS	m²	26.00	Q 250.00	Q 6,500.00	
3.03	INSTALACION DE AZULEJOS COLOR MARFIL 20 X 20 CMS EN AREA DE COMEDORES A UNA ALTURA DE 1.50 MTS SNPT. (INCLUYE INSTALACION DE 5 FILAS DE AZULEJO) SEGUN PLANOS	m²	65.00	Q 200.00	Q 13,000.00	
<b>4</b>	<b>OBRA EXTERIOR</b>					<b>Q 200,906.88</b>
4.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TIERRA NEGRA EN JARDINERAS, ALTURA DE 60 CMS, POR EL ANCHO DEL AREA SEGUN INDICAN LOS PLANOS	unidad	36.00	Q 150.00	Q 5,400.00	
4.02	INSTALACION DE BASUREROS METALICOS (INCLUYE BASUREROS, FUNDICION, FORMALETA, ACABADO) SEGUN PLANOS	unidad	5.00	Q 400.00	Q 2,000.00	
4.03	INSTALACION DE TAPADERAS DE CONCRETO PARA REPOSADERAS 20X20 CMS EXISTENTES	m²	0.32	Q 200.00	Q 64.00	
<b>5.00</b>	<b>INSTALACIONES</b>					<b>Q 35,517.66</b>
5.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HG DE 1/2" PARA CHORROS EN AREA DE LA PILA INCLUYE (ACCESORIOS, EXCAVACION, RELLENO, COMPACTACION, FUNDICION DE CONCRETO)	ml	6.70	Q 450.00	Q 3,015.00	
5.02	INSTALACION DE LLA VE DE CHORRO 1/2" HG	unidad	2.00	Q 250.00	Q 500.00	
5.03	INSTALACION LAVAMANOS , COLOR BLANCO INCLUYE ( PERFORACION PARA GRIFERIA DE 4", LLA VE SENCILLA, TUBERIA , ACCESORIOS, EXCAVACION, RELLENO, COMPACTACION, FUNDICION DE CONCRETO, CONEXION A LA RED GENERAL, INSTALACION DE LAVAMANOS SIN PEDESTAL) EN AREA DE SERVICIOS SANITARIOS.	unidad	4	Q 450.00	Q 1,800.00	
5.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIAS DE 2 X 40 W	unidad	35.00	Q 550.00	Q 19,250.00	
5.05	INSTALACION DE TUBERIA PVC DE 4" de 125 PSI PARA AGUAS GRISAS INCLUYE (EXCAVACION, INSTALACION, ACCESORIOS, RELLENO, COMPACTACION)	ml	10.78	Q 450.00	Q 4,851.00	
<b>6</b>	<b>CONSTRUCCION DE GRADAS</b>					<b>Q 17,542.82</b>
6.01	Viga de graderio (V-1)	m	6.54	Q 308.00	Q 2,014.32	
6.02	Columna de graderio (G)	2	1.00	Q 150.00	Q 150.00	
6.03	Losa de gradas	m²	11.65	Q 1,150.00	Q 13,397.50	
6.04	Solera de gradas	m	13.00	Q 50.00	Q 650.00	
6.05	Levantado de muro con block 0.14x0.19x0.39 de 35 kg/cm2 para gradas	m²	10.00	Q 35.00	Q 350.00	
6.06	Cimiento corrido para gradas	m	13.08	Q 75.00	Q 981.00	
<b>8</b>	<b>SISTEMA DE TRATAMIENTO</b>					<b>Q 41,000.00</b>
8.01	Fosa Septica	unidad	1.00	Q 18,000.00	Q 18,000.00	
8.02	Pozo de Absorción	unidad	1.00	Q 5,000.00	Q 5,000.00	
8.03	Tanque de Almacenamiento	unidad	1.00	Q 12,000.00	Q 18,000.00	
						<b>TOTAL= Q 4,254,496.53</b>

Fuente: elaboración propia.



### 3.8. Estudio socioeconómico

Procedimiento necesario para generar una referencia del lugar y ambiente en el cual se desarrollará un proyecto.

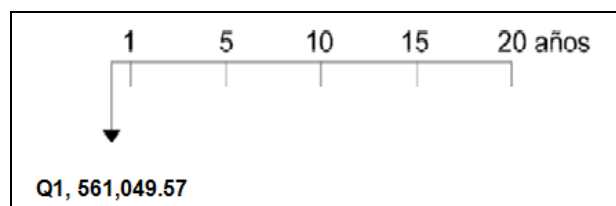
#### 3.8.1. Valor Presente Neto (VPN)

El método del Valor Presente Neto es muy utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia.

Proyecto:

Mercado de la colonia Primero de Julio, zona 5 de Mixco.

Figura 48. **Esquema de ingresos y egresos para el proyecto del mercado Primero de Julio, zona 5 de Mixco**



Fuente: elaboración propia.

VPN = ingresos - egresos

VPN = 0 - 1, 592 639,56

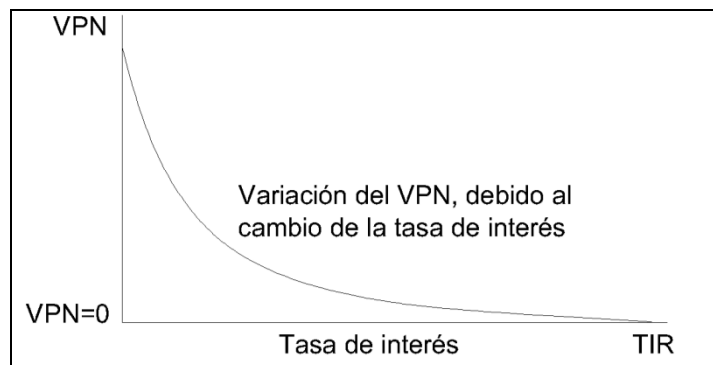
VPN = -1 592 639,56

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

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

Figura 49. **Variación del VPN debido a TIR**



Fuente: elaboración propia.

La Tasa Interna de Retorno puede calcularse mediante las ecuaciones siguientes:

$$(P-L) * (R/P, i\%, n) + L*i + D = I$$

Donde:

P = inversión inicial

L = valor de rescate

D = serie uniforme de todos los costos

I = ingresos anuales

valor presente de costos = valor presente de ingresos

costo anual = ingreso anual

En las tres formas, el objetivo es satisfacer la ecuación, a través de la variación de la tasa de interés. La tasa de interés que cumpla con la igualdad, es la tasa interna de retorno del proyecto que se está analizando.

Como puede observarse en las tres fórmulas mencionadas anteriormente, todas requieren de un valor de ingreso, y para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevé ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso de estas fórmulas. Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4,5 por ciento, la cual representa el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

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



## CONCLUSIONES

1. El sistema de drenaje sanitario para el sector de la zona 1 de Mixco, en el tramo de inicio de la aldea el Manzanillo y finaliza en la lotificación Tierra Blanca, contribuirá al saneamiento ambiental del sector, ya que en la actualidad las aguas servidas corren a flor de tierra, provocando la proliferación de enfermedades, malos olores, insectos y en general mal ornato. El proyecto beneficiará directamente a 3 609 personas actualmente y 7 570 a futuro.
2. El diseño estructural para la edificación del mercado Primero de Julio, zona 5, Mixco se analizó bajo las condiciones de carga de acuerdo al uso de la misma, considerando efectos de sismo y características del suelo. El proyecto beneficiará a la comunidad de la colonia Primero de Julio.
3. Los proyectos contenidos en este trabajo de graduación son el resultado de la participación directa de los beneficiarios juntamente con la Unidad de EPS de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, considerando que se realizaran en el menor tiempo posible, así como el mantenimiento y uso adecuado para asegurar un servicio eficiente durante su vida útil que se deberán desarrollar.



## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Mixco, Guatemala:

1. Capacitar a los pobladores de la aldea El Manzanillo, lotificación Alta Vista, lotificación Tierra Blanca, sobre como brindar mantenimiento y operación al sistema de drenaje sanitario, y al mercado para que posea un funcionamiento adecuado durante el tiempo previsto en el diseño.
2. Garantizar la supervisión técnica de los proyectos durante el período de construcción, los cuales demandan un profesional en el área correspondiente, para cumplir con las especificaciones de cada proyecto, garantizando de esa manera su funcionabilidad y durabilidad.
3. Actualizar los precios unitarios de cada renglón de trabajo de los proyectos previo a la contratación de servicios profesionales, ya que están sujetos a variar en el tiempo debido a factores económicos y de inflación.





## BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ ÁLVAREZ, Henry. *Diseño de dos edificaciones de dos niveles para las aldeas Chajabal y Palomora*, del municipio de San Andrés Xecul, Totonicapán. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 115 p.
2. American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete: ACI 318-2008*. California: ACI, 2008. 518 p.
3. BALDELOMAR RIVERA, Juan Carlos. *Normas de diseño de edificios escolares*, aplicación en el diseño de la escuela para párvulos y diseño de muro en el municipio de San Miguel Tucuru, Alta Verapaz. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. 58 p.
4. DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 4aed. México: International Thomson, 2001. 880 p.
5. ESTRADA GODÍNEZ, Lauren. Planificación y diseño de la red de drenaje sanitario del cantón Pueblo Nuevo, del municipio de Palencia. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 36 p.

6. EVERARD, Noel. *Diseño de concreto armado*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 1986. 349 p.
7. MILEAF, Harry. *Instalaciones eléctricas*. 2a ed. México: Limusa, 1998. 336 p.
8. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.
9. UNDA OPAZO, Francisco. *Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública*. 1era ed. Editorial Hispano Americana: 1969. 352 p.

## **APÉNDICES**





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



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 0360 S.S.

O.T.:

31,489

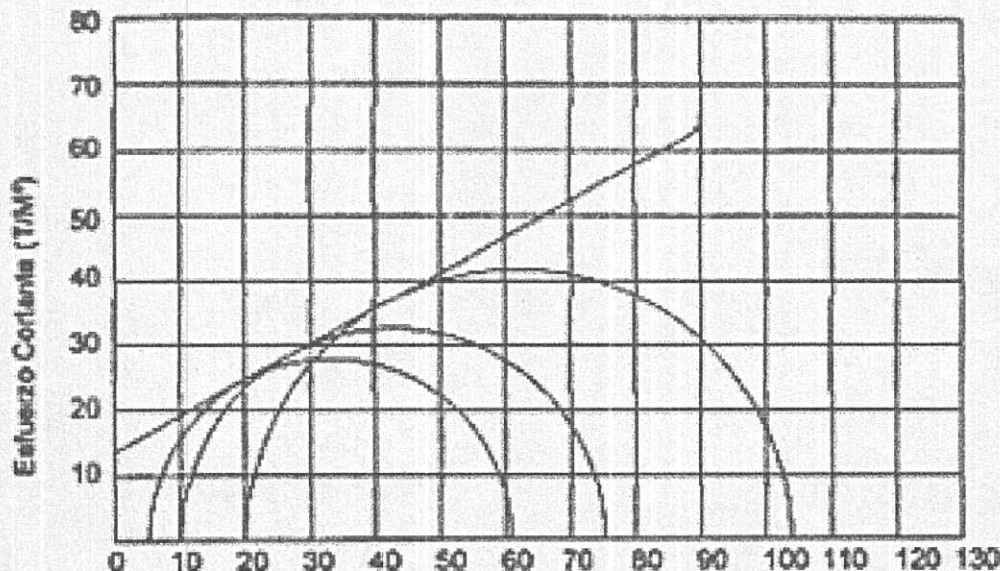
INGENIERO: Marco Antonio Guzmán Reyes

PROYECTO: EPS "Diseño de Mercado para la Colonia Primero de Julio Zona 5, Mixco, Guatemala"

LUGAR: Colonia Primero de Julio Zona 5, Mixco, Guatemala.

FECHA: 21 de Mayo de 2013.

NO. 1 Profundidad: 2.50 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA:  $\phi = 19.24^\circ$

COHESIÓN:  $C_u = 9.106 \text{ ton/7m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arena pomez limosa color beige.

DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA:  $2.5" \times 3.0"$

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado

PROBETA No	1	1	1
PRESION LATERAL ( $T/m^2$ )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA $q$ ( $T/m^2$ )	56.18	65.19	83.63
PRESION INTERSTICIAL $u$ ( $T/m^2$ )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA $\epsilon_r$ (%)	3.5	6.0	10.9
DENSIDAD SECA ( $T/m^3$ )	1.14	1.14	1.14
DENSIDAD HUMEDA ( $T/m^3$ )	1.37	1.37	1.37
HUMEDAD (NH)	19.2	19.2	19.2

Va. Bn.

Ing. Taina Mantilla Camp Morales  
Directora CIUSAC

Ing. César Enrique Mejía Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA - CIUSAC -







CAROLINA, Ciudad de Guatemala, Zona 12

Teléfono: (02) 2415-9115. Fax: 2415-5100. Correo: 07220 y 002211@univ.usc.gt

Página web: www.usc.edu.gt



**CATEGORIA**

	Inapreciable
	No significativo
	Moderado
	Significativo negativo
	Significativo positivo
	No aplica

			Circulación vehicular	Circulación peatonal	Concentración de personas en días de plaza	Limpieza periódica del sistema sanitario	Limpieza periódica del sistema pluvial	Limpieza en basurero	Mantenimiento a toda la infraestructura	
Medio Natural	Medio físico	Tierra	1 Recursos minerales							
			2 Suelos aprovechables							
			3 Materiales explotables							
			4 Geoesférico							
		Aguas	Subterráneas	5 Calidad del agua						
				6 Variaciones del caudal						
				7 Patrón de drenaje						
			Superficial	8 Calidad del agua						
				9 Variación del caudal						
				10 Interacción con la superficie						
		Suelo	11 Uso potencial del suelo							
			12 Calidad del agua							
			13 Erosionabilidad							
			14 Asentamiento y compactación							
			15 Sismicidad							
	Atmósfera	16 Calidad del aire								
		17 Niveles de ruido								
		18 Apariencia del aire								
		19 Campos electromagnéticos								
		20 Clima								
		21 Olor								
		22 Elementos de composición								
		23 Patrones de tránsito vehicular								
		24 Contraste arquitectónico								
Medio Biótico	Flora	25 Árboles								
		26 Arbustos								
		27 Hierba								
		28 Barreras vegetales								
	Fauna	29 Insectos								
		30 Animales terrestres								
		31 Aves								
		32 Fauna acuática								
Medio humano	Socioeconómico	33 Salud								
		34 Seguridad								
		35 Nivel de vida								
		36 Servicios								
		37 Recreación								

CATEGORIA		Demolición de estructura existente	Movimiento de tierras	Acarreo de material sobrante	Cimentación	Mampostería	Armado y colocación de obra gris	Relleno + compactación	Instalaciones	Limpieza																																
<p>Inapreciable</p> <p>No significativo</p> <p>Moderado</p> <p>Significativo negativo</p> <p>Significativo positivo</p> <p>No aplica</p>	<p>1 Recursos minerales</p> <p>2 Suelos aprovechables</p> <p>3 Materiales explotables</p> <p>4 Geosférico</p> <p>5 Calidad del agua</p> <p>6 Variaciones del caudal</p> <p>7 Patrón de drenaje</p> <p>8 Calidad del agua</p> <p>9 Variación del caudal</p> <p>10 Interacción con la superficie</p> <p>11 Uso potencial del suelo</p> <p>12 Calidad del agua</p> <p>13 Erosionabilidad</p> <p>14 Asentamiento y compactación</p> <p>15 Sismicidad</p> <p>16 Calidad del aire</p> <p>17 Niveles de ruido</p> <p>18 Apariencia del aire</p> <p>19 Campos electromagnéticos</p> <p>20 Clima</p> <p>21 Olor</p> <p>22 Elementos de composición</p> <p>23 Patrones de tránsito vehicular</p> <p>24 Contraste arquitectónico</p> <p>25 Árboles</p> <p>26 Arbustos</p> <p>27 Hierba</p> <p>28 Barreras vegetales</p> <p>29 Insectos</p> <p>30 Animales terrestres</p> <p>31 Aves</p> <p>32 Fauna acuática</p> <p>33 Salud</p> <p>34 Seguridad</p> <p>35 Nivel de vida</p> <p>36 Servicios</p> <p>37 Recreación</p>	<p>Tierra</p> <p>Subterráneas</p> <p>Superficial</p> <p>Suelo</p> <p>Atmósfera</p> <p>Flora</p> <p>Fauna</p> <p>Socioeconómico</p>	<p>Medio físico</p> <p>Medio Natural</p> <p>Medio Biótico</p> <p>Medio humano</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>36</p> <p>37</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p> <p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p> <p>26</p> <p>27</p> <p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p> <p>33</p> <p>34</p> <p>35</p> <p>3</p>



# Hab. Totales = 7570  
 Dotacion = 200 l/p/dia años f.q.m. = 0.0019 f.q.m. = 0.002  
 Vida Util proyecto = 30 años  
 Coef. Rugosidad Tub. = 0.01  
 F.R. = 80% 0.8

a Crecimiento de Poblacion = 2.5 [%]  
 Habitantes por casa = 7 Personas

DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO ZONA 1,

MIXCO, GUATEMALA



0.60<v<3.00m/s  
 0.10<d/D<0.75m/s  
 qdiseño<Qsec.llena

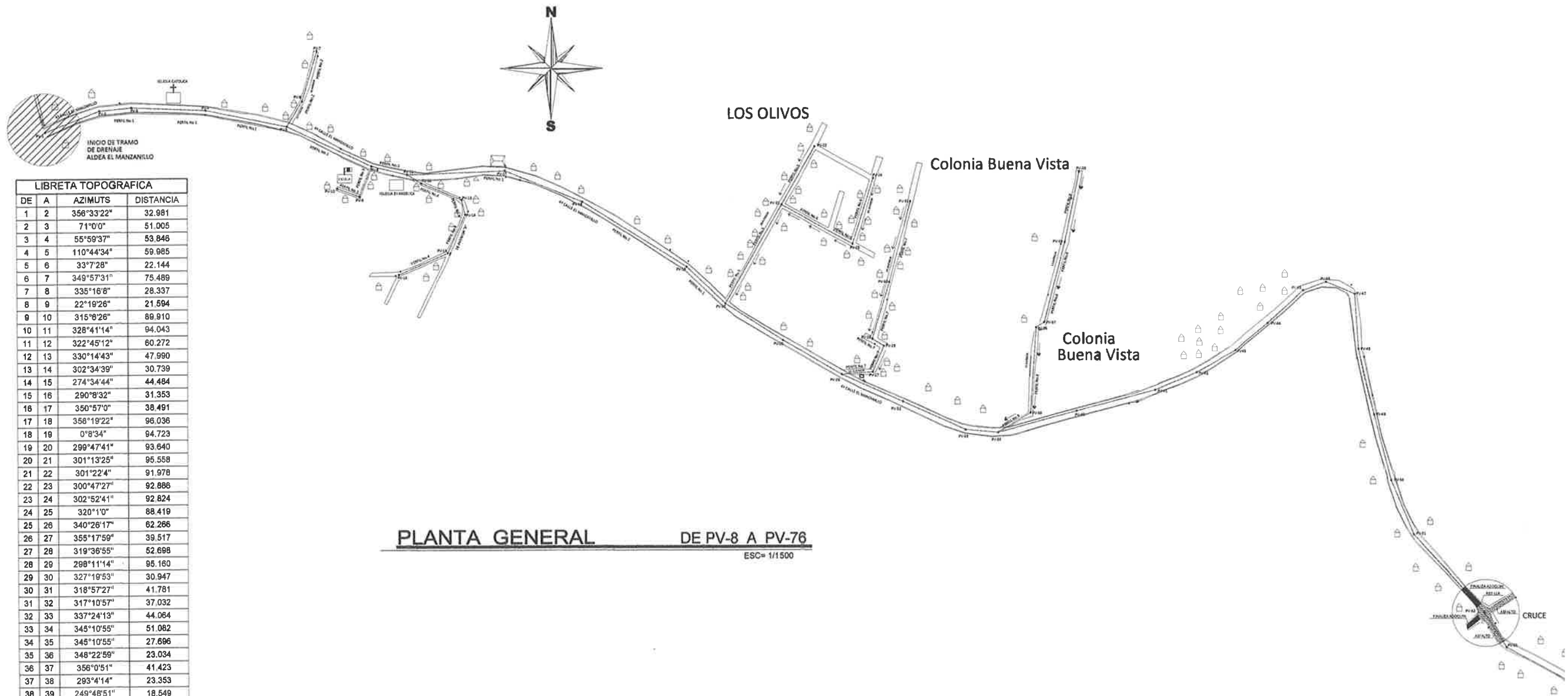
Según normas del INFOM  
 Rango de velocidades para chequeo  
 Relación de tirantes para chequeo  
 Relación de caudales para chequeo



Pozo Visita	Cotas		Distancia mts	S Terreno %	# Casas Tramo	# Casas Acum	Total de Casas	Hab X Casa	Poblacion		Factor de Flujo		f.q.m	q Diseño		q Diseño Verificado		SECCION LLENA		q/Q		d/D		v/V		v		Cotas Inver		Altura de Pozo		Ancho Zanja (m)	Corte (m <sup>2</sup> )	Relleno (m <sup>3</sup> )	CANTIDAD DE TUBERIA PVC (m)					
	Inicial	Final							Actual	Futura	Actual	Futuro		Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro					Actual	Futuro	Actual	Futuro	Inicio
1	2	999.94	998.50	43.16	3.34	3	3	7	21	45	4.38	4.32	0.002	0.18	0.39	0.40	0.40	6	4	1.9566844	0.0182412	35.69	0.011208	0.011208	0.0750	0.0750	0.334	0.334	0.65	0.65	998.74	997.01	1.20	1.49	0.55	31.88	31.1	7.193	7	
2	3	998.50	995.31	24.01	13.29	2	5	7	35	74	4.34	4.28	0.002	0.30	0.63	0.40	0.63	6	5	2.1876397	0.0182412	39.91	0.010023	0.015786	0.0725	0.0900	0.327	0.375	0.72	0.82	995.31	994.11	3.19	1.20	0.55	28.94	28.5	4.002	4	
3	4	995.31	986.15	55.87	16.40	1	6	7	42	89	4.33	4.26	0.002	0.36	0.76	0.40	0.76	6	8	2.7671697	0.0182412	50.48	0.007924	0.015055	0.0650	0.0875	0.305	0.368	0.84	1.02	989.41	984.94	5.90	1.21	0.55	109.14	108.12	9.312	9	
4	5	986.15	980.49	62.09	9.12	10	6	16	7	112	235	4.23	4.12	0.002	0.95	1.94	0.95	1.94	6	6	2.3964392	0.0182412	43.71	0.021734	0.044383	0.1025	0.1450	0.408	0.507	0.98	1.21	982.44	978.72	3.71	1.77	0.55	93.54	92.41	10.35	10.00
5	8	980.49	978.22	69.76	3.25	9	16	31	7	217	456	4.13	3.99	0.002	1.79	3.64	1.79	3.64	6	3	1.6945384	0.0182412	30.91	0.057910	0.117761	0.1650	0.2350	0.548	0.676	0.93	1.15	977.62	975.53	2.87	2.69	0.55	106.79	105.52	11.63	12
8	11	978.22	977.52	27.26	2.57	7	31	43	7	301	632	4.08	3.92	0.002	2.45	4.95	2.45	4.95	6	2.5	1.5468949	0.0182412	28.22	0.086818	0.175408	0.2000	0.2900	0.615	0.761	0.95	1.18	975.13	974.44	3.09	3.08	0.55	46.26	45.76	4.543	5
11	17	977.52	972.44	73.37	6.92	4	43	59	7	413	867	4.02	3.84	0.002	3.32	6.66	3.32	6.66	6	6	2.3964392	0.0182412	43.71	0.075955	0.152368	0.1900	0.2700	0.596	0.730	1.43	1.75	974.24	969.84	3.28	2.60	0.55	118.53	117.19	12.23	12.00
17	18	972.44	962.39	62.75	16.02	2	59	61	7	427	896	4.01	3.83	0.002	3.42	6.86	3.42	6.86	6	16	3.9133689	0.0182412	71.38	0.047913	0.096105	0.1500	0.2100	0.517	0.633	2.02	2.48	969.74	959.70	2.70	2.69	0.55	92.96	91.81	10.46	11.00
18	19	962.39	949.29	91.60	14.30	2	61	63	7	441	926	4.00	3.82	0.002	3.53	7.08	3.53	7.08	6	15.2	3.8142802	0.0182412	69.58	0.050733	0.101753	0.1550	0.2200	0.528	0.651	2.01	2.48	959.20	945.28	3.19	4.01	0.55	181.37	179.7	15.27	15.00
19	20	949.29	944.92	40.15	10.88	2	63	65	7	455	955	3.99	3.81	0.002	3.64	7.28	3.64	7.28	6	8	2.7671697	0.0182412	50.48	0.072108	0.144216	0.1850	0.2600	0.587	0.716	1.62	1.98	945.26	942.05	4.03	3.87	0.55	76.24	75.51	6.692	7.00
20	25	944.92	939.36	51.63	10.77	4	65	110	7	770	1616	3.87	3.66	0.002	5.96	11.82	5.96	11.82	6	10.5	3.1701911	0.0182412	57.83	0.103061	0.204392	0.2200	0.3100	0.651	0.790	2.06	2.50	941.55	936.13	3.37	3.23	0.55	93.83	92.89	8.605	9.00
25	26	939.36	932.49	50.76	13.53	2	110	112	7	784	1645	3.87	3.65	0.002	6.06	12.01	6.06	12.01	8	10	3.7478594	0.0324288	121.54	0.049860	0.098815	0.1525	0.2150	0.522	0.644	1.96	2.41	935.73	930.65	3.63	1.84	0.6	83.38	81.73	8.46	9.00
26	38	932.49	922.06	49.80	20.94	2	112	145	7	1015	2130	3.80	3.56	0.002	7.71	15.18	7.71	15.18	8	18	5.028281	0.0324288	163.06	0.047283	0.093095	0.1500	0.2100	0.517	0.633	2.60	3.18	929.15	920.19	3.34	1.87	0.6	77.92	76.3	8.3	8.00
38	39	922.06	915.28	51.38	13.20	2	145	147	7	1029	2159	3.79	3.56	0.002	7.80	15.37	7.80	15.37	8	12	4.1055742	0.0324288	133.14	0.058585	0.115442	0.1650	0.2300	0.548	0.669	2.25	2.75	918.79	912.62	3.27	2.66	0.6	91.48	89.82	8.563	9.00
39	45	915.28	912.22	24.64	12.42	3	147	150	7	1050	2203	3.79	3.55	0.002	7.95	15.65	7.95	15.65	8	10	3.7478594	0.0324288	121.54	0.065411	0.128764	0.1750	0.2450	0.568	0.692	2.13	2.59	912.22	909.76	3.06	2.46	0.6	40.84	40.04	4.107	4.00
45	53	912.22	903.01	61.17	15.06	5	150	164	7	1148	2409	3.76	3.52	0.002	8.63	16.97	8.63	16.97	8	12.5	4.1902342	0.0324288	135.88	0.063512	0.124890	0.1700	0.2400	0.560	0.684	2.35	2.87	908.26	900.61	3.96	2.40	0.6	116.8	114.82	10.2	10.00
53	54	903.01	891.69	60.56	18.69	2	164	166	7	1162	2438	3.76	3.52	0.002	8.73	17.15	8.73	17.15	8	15.5	4.6660473	0.0324288	151.31	0.057696	0.113343	0.1650	0.2300	0.548	0.669	2.56	3.12	899.11	889.72	3.90	1.97	0.6	106.61	104.65	10.09	10.00
54	58	891.69	886.24	33.12	16.46	4	166	170	7	1190	2497	3.75	3.51	0.002	8.93	17.52	8.93	17.52	8	0.4	0.7495719	0.0324288	24.31	0.367339	0.720691	0.4300	0.6300	0.934	1.089	0.70	0.82	884.22	884.09	7.47	2.15	0.6	95.56	94.48	5.52	6.00
58	62	886.24	880.53	33.78	16.90	2	170	178	7	1243	2607	3.74	3.49	0.002	9.29	18.22	9.29	18.22	8	0.9	1.1243578	0.0324288	36.46	0.254800	0.499726	0.3500	0.5000	0.843	1.000	0.95	1.12	878.59	878.29	7.65	2.24	0.6	100.26	99.17	5.63	6.00
62	66	880.53	874.91	31.80	17.67	3	178	185	7	1306	2739	3.72	3.48	0.002	9.72	19.04	9.72	19.04	8	0.8	1.0600547	0.0324288	34.38	0.279814	0.548575	0.3700	0.5300	0.868	1.023	0.92	1.08	871.89	871.63	8.64	3.28	0.6	113.74	112.71	5.3	5.00
66	69	874.91	867.79	36.26	19.64	2	185	187	7	1320	2768	3.72	3.47	0.002	9.81	19.22	9.81	19.22	8	7	3.1356841	0.0324288	101.69	0.095585	0.187236	0.2100	0.3000	0.633	0.776	1.98	2.43	867.68	865.14	7.23	2.65	0.6	107.42	106.24	6.043	6.00
69	70	867.79	863.80	18.55	21.51	2	187	189	7	1362	2856	3.71	3.46	0.002	10.10	19.77	10.10	19.77	8	15.5	4.6660473	0.0324288	151.31	0.064834	0.127024	0.1750	0.2450	0.568	0.692	2.65	3.23	864.84	861.97	2.95	1.83	0.6	26.59	25.99	3.092	3.00
70	71	863.80	859.51	23.35	18.37	6	189	195	7	1362	2856	3.71	3.46	0.002	10.10	19.77	10.10	19.77	8	10	3.7478594	0.0324288	121.54	0.083100	0.162662	0.2000	0.2800	0.615	0.747	2.30	2.80	859.97	857.63	3.83	1.88	0.6	39.99	39.23	3.892	4.00
71	72	859.51	854.99	41.42	10.91	3	195	198	7	1383	2900	3.70	3.45	0.002	10.24	20.04	10.24	20.04	8	8.5	3.4553556	0.0324288	112.05	0.091388	0.178849	0.2100	0.2900	0.633	0.761	2.19	2.63	856.63	853.11	2.88	1.88	0.6	59.08	57.73	6.903	7.00
72	73	854.99	846.93	50.73	15.89	2	198	200	7	1397	2930	3.70	3.45	0.002	10.34	20.22	10.34	20.22	8	10.7	3.8768159	0.0324288	125.72	0.082246	0.160834	0.1950	0.2800	0.605	0.747	2.35	2.90	851.11	845.68	3.88	1.25	0.6	77.97	76.32	8.455	9.00
73	74	846.93	837.81	51.08	17.85	14	200	214	7	1495	3135	3.68	3.43	0.002	11.00	21.48	11.00	21.48	10	12.9	4.9395208	0.05067	250.29	0.043949	0.085820	0.1450	0.2000	0.507	0.615	2.50	3.04	843.18	836.60	3.75	1.21	0.65	82.35	79.76	8.513	9.00
74	75	837.81	830.58	44.06	16.41	8	214	222	7	1551	3253	3.67	3.41	0.002	11.38	22.20	11.38	22.20	10	10	4.3490056	0.05067	220.36	0.051643	0.100744	0.1550	0.2150	0.528	0.644	2.30	2.80	832.10	827.69	5.71	2.89	0.65	123.23	121	7.343	7.00
75	76	830.58	820.63	78.81	12.63	4	222	226	7	1579	3312	3.66	3.41	0.002	11.57	22.56	11.57	22.56	10	12	4.7640969	0.05067	241.40	0.047929	0.093455	0.1500	0.2100	0.517	0.633	2.46	3.02	826.19	816.73	4.39	3.90	0.65	212.31	208.31	13.14	13.00
76	77	820.63	813.46	30.95	23.17	5	226	231	7	1614	3385	3.66	3.40	0.002	11.80	23.00	11.80	23.00	10	13	4.9586293																			



Poza Visita Inicial	Poza Visita Final	Cotas		Distancia mts	S Terreno %	# Casas	# Casas Acum	Total de Casas	Hab X	Poblacion Actual	Poblacion Futura	Factor de Flujo		f,q,m	q Actual	Diseño Futuro	q Diseño Verificado		Diam " Tuberia	S Tubo	Velocidad	SECCION LLENA		q/Q		d/D		v/V		v Actual	v Futuro	Cotas Inver		Altura de Pozo		Ancho	Corte	Relleno	CANTIDAD DE TUBERIA PVC	
		Actual	Futuro									Actual	Futuro				Actual	Futuro				Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro			Actual	Futuro	Salida	Entrada				Inicio	Final
16	15	996.08	992.84	40.00	8.10	3	0	3	7	21	45	4.38	4.32	0.002	0.18	0.39	0.40	0.40	4	3	1.2931749	0.0081072	10.48	0.038168	0.038168	0.1350	0.1350	0.484	0.484	0.63	0.63	993.93	992.73	2.15	0.11	0.5	22.65	22.32	6.667	7.00
15	14	992.84	987.53	31.69	16.76	2	3	5	7	35	74	4.34	4.28	0.002	0.30	0.63	0.40	0.63	4	3	1.2931749	0.0081072	10.48	0.038168	0.060115	0.1350	0.1700	0.484	0.560	0.63	0.72	987.03	986.08	5.81	1.45	0.5	57.56	57.3	5.282	5.00
14	13	987.53	985.10	11.27	21.56	3	5	8	7	56	118	4.30	4.22	0.002	0.48	1.00	0.48	1.00	4	3	1.2931749	0.0081072	10.48	0.045802	0.095420	0.1475	0.2100	0.511	0.633	0.66	0.82	984.03	983.69	3.50	1.41	0.5	13.85	13.75	1.878	2.00
13	12	985.10	977.75	32.75	22.44	2	8	10	7	70	147	4.28	4.19	0.002	0.60	1.23	0.60	1.23	4	3	1.2931749	0.0081072	10.48	0.057252	0.117366	0.1650	0.2350	0.548	0.676	0.71	0.87	977.29	976.31	7.81	1.44	0.5	75.77	75.51	5.458	6.00
12	11	977.75	977.52	12.40	1.85	2	10	12	7	84	177	4.26	4.17	0.002	0.72	1.48	0.72	1.48	4	3	1.2931749	0.0081072	10.48	0.068702	0.141221	0.1800	0.2600	0.577	0.716	0.75	0.93	976.28	975.90	1.47	1.62	0.5	9.58	9.48	2.067	2.00
22	21	958.29	954.82	50.03	6.94	11	0	11	7	77	162	4.27	4.18	0.002	0.66	1.35	0.66	1.35	4	5	1.6694816	0.0081072	13.53	0.048780	0.099778	0.1525	0.2150	0.522	0.644	0.87	1.08	956.14	953.64	2.15	1.18	0.5	41.73	41.32	8.338	8.00
21	20	954.82	944.92	85.44	11.59	17	11	41	7	287	603	4.09	3.93	0.002	2.35	4.74	2.35	4.74	4	5	1.6694816	0.0081072	13.53	0.173688	0.350333	0.2900	0.4100	0.761	0.913	1.27	1.52	947.64	943.36	7.18	1.56	0.5	186.68	185.99	14.24	14.00
24	23	960.60	956.21	51.74	8.48	5	0	5	7	35	74	4.34	4.28	0.002	0.30	0.63	0.40	0.63	4	8	2.1117457	0.0081072	17.12	0.023364	0.036799	0.1075	0.1325	0.420	0.479	0.89	1.01	958.45	954.31	2.15	1.90	0.5	52.44	52.02	8.623	9.00
23	21	956.21	954.82	60.85	2.28	8	5	13	7	91	191	4.25	4.16	0.002	0.77	1.59	0.77	1.59	4	2	1.0558728	0.0081072	8.56	0.089953	0.185748	0.2050	0.3000	0.624	0.776	0.66	0.82	954.28	953.06	1.93	1.76	0.5	56.14	55.64	10.14	10.00
37	36	947.54	941.68	62.47	9.38	3	0	3	7	21	45	4.38	4.32	0.002	0.18	0.39	0.40	0.40	4	8	2.1117457	0.0081072	17.12	0.023364	0.023364	0.1075	0.1075	0.420	0.420	0.89	0.89	945.54	940.54	2.00	1.14	0.5	49	48.5	10.41	11.00
36	35	941.68	927.36	62.96	22.74	2	3	5	7	35	74	4.34	4.28	0.002	0.30	0.63	0.40	0.63	4	15	2.8916269	0.0081072	23.44	0.017065	0.026877	0.0925	0.1150	0.381	0.439	1.10	1.27	934.54	925.10	7.14	2.26	0.5	147.94	147.43	10.49	11.00
34	33	956.17	948.78	60.60	12.19	3	0	3	7	21	45	4.38	4.32	0.002	0.18	0.39	0.40	0.40	4	21	3.4214191	0.0081072	27.74	0.014420	0.014420	0.0850	0.0850	0.361	0.361	1.24	1.24	954.77	942.04	1.40	6.74	0.5	123.26	122.77	10.1	10.00
33	32	948.78	932.87	57.54	27.65	2	3	5	7	35	74	4.34	4.28	0.002	0.30	0.63	0.40	0.63	4	17	3.0783719	0.0081072	24.96	0.016026	0.025240	0.0900	0.1100	0.375	0.426	1.15	1.31	941.04	931.26	7.74	1.61	0.5	134.41	133.94	9.59	10.00
28A	32	935.04	932.68	19.34	12.20	2	0	2	7	14	30	4.40	4.35	0.002	0.12	0.26	0.40	0.40	4	2.95	1.2823531	0.0081072	10.40	0.038462	0.038462	0.1350	0.1350	0.484	0.484	0.62	0.62	932.79	932.22	2.25	0.46	0.5	13.11	12.95	3.223	3.00
32	35	932.68	927.37	31.21	17.01	2	2	9	7	63	133	4.29	4.21	0.002	0.54	1.12	0.54	1.12	4	3	1.2931749	0.0081072	10.48	0.051527	0.106870	0.1550	0.2250	0.528	0.659	0.68	0.85	926.82	925.88	5.86	1.49	0.5	57.33	57.07	5.202	5.00
35	40	927.37	922.25	20.28	25.25	2	9	16	7	112	235	4.23	4.12	0.002	0.95	1.94	0.95	1.94	4	3	1.2931749	0.0081072	10.48	0.090649	0.185115	0.2050	0.3000	0.624	0.776	0.81	1.00	920.48	919.87	6.89	2.38	0.5	46.96	46.79	3.38	4.00
31	30	960.91	949.86	62.64	17.64	6	0	6	7	42	89	4.33	4.26	0.002	0.36	0.76	0.40	0.76	4	18	3.1676185	0.0081072	25.68	0.015576	0.029595	0.0875	0.1200	0.368	0.450	1.17	1.43	959.51	948.23	1.40	1.63	0.5	47.37	46.87	10.44	11.00
30	29	949.86	937.55	44.67	27.56	5	6	11	7	77	162	4.27	4.18	0.002	0.66	1.35	0.66	1.35	4	15	2.8916269	0.0081072	23.44	0.028157	0.057594	0.1175	0.1650	0.444	0.548	1.28	1.58	943.23	936.53	6.63	1.02	0.5	85.33	84.97	7.445	8.00
29	28	937.55	935.21	10.03	23.33	1	11	12	7	84	177	4.26	4.17	0.002	0.72	1.48	0.72	1.48	4	10	2.3610035	0.0081072	19.14	0.037618	0.077325	0.1325	0.1900	0.479	0.596	1.13	1.41	935.13	934.13	2.42	1.08	0.5	8.76	8.68	1.672	2.00
28	27	935.21	932.11	20.99	14.77	2	12	14	7	98	206	4.25	4.14	0.002	0.83	1.71	0.83	1.71	4	5	1.6694816	0.0081072	13.53	0.061345	0.126386	0.1700	0.2450	0.560	0.692	0.93	1.16	932.13	931.08	3.08	1.03	0.5	21.55	21.38	3.498	4.00
27	26	932.11	932.53	23.14	1.82	1	14	31	7	217	456	4.13	3.99	0.002	1.79	3.64	1.79	3.64	4	3	1.2931749	0.0081072	10.48	0.170802	0.347328	0.2800	0.4100	0.747	0.913	0.97	1.18	930.73	930.04	1.38	2.49	0.5	22.39	22.2	3.857	4.00
44	43	934.99	933.96	53.87	1.91	1	0	1	7	7	15	4.43	4.40	0.002	0.06	0.13	0.40	0.40	4	0.6	0.5783254	0.0081072	4.69	0.085288	0.085288	0.2000	0.2000	0.615	0.615	0.36	0.36	932.84	932.51	2.15	1.45	0.5	48.46	48.02	8.978	9.00
43	42	933.96	926.88	48.09	14.72	1	1	2	7	14	30	4.40	4.35	0.002	0.12	0.26	0.40	0.40	4	10	2.3610035	0.0081072	19.14	0.020899	0.020899	0.1025	0.1025	0.408	0.408	0.96	0.96	930.21	925.41	3.75	1.47	0.5	62.76	62.37	8.015	8.00
47	42	921.75	926.88	26.43	19.41	1	0	1	7	7	15	4.43	4.40	0.002	0.06	0.13	0.40	0.40	4	0.1	0.2361003	0.0081072	1.91	0.209424	0.209424	0.3200	0.3200	0.804	0.804	0.19	0.19	920.70	920.67	1.05	6.21	0.5	47.95	47.73	4.405	5.00
42	41	926.88	928.28	12.30	11.38	3	1	4	7	28	59	4.36	4.30	0.002	0.24	0.51	0.40	0.51	4	0.2	0.3338963	0.0081072	2.71	0.147601	0.188192	0.2600	0.3000	0.716	0.776	0.24	0.26	920.64	920.62	6.24	7.66	0.5	42.73	42.63	2.05	2.00
41	40	928.28	922.25	43.88	13.74	3	4	7	7	49	103	4.32	4.24	0.002	0.42	0.87	0.42	0.87	4	0.3	0.4089378	0.0081072	3.32	0.126506	0.262048	0.2450	0.3500	0.692	0.843	0.28	0.34	919.57	919.44	8.71	2.81	0.5	126.41	126.06	7.313	8.00
40	39	922.25	915.28	30.25	23.04	1	7	8	7	56	118	4.30	4.22	0.002	0.48	1.00	0.48	1.00	4	3	1.2931749	0.0081072	10.48	0.045802	0.095420	0.1475	0.2100	0.511	0.633	0.66	0.82	914.94	914.03	7.31	1.25	0.5	64.76	64.51	5.042	5.00
50	49	923.15	923.34	53.73	0.35	1	0	1	7	7	15	4.43	4.40	0.002	0.06	0.13	0.40	0.40	4	3.5	1.3967885	0.0081072	11.32	0.035336	0.035336	0.1300	0.1300	0.473	0.473	0.66	0.66	921.00	919.12	2.15	4.22	0.5	85.64	85.2	8.955	9.00
49	48	923.34	920.96	62.11	3.83	3	1	4	7	28	59	4.36	4.30	0.002	0.24	0.51	0.40	0.51	4	2.5	1.1805017	0.0081072	9.57	0.041797	0.053292	0.1400	0.1575	0.495	0.533	0.58	0.63	919.09	917.53	4.25	3.43	0.5	119.23	118.73	10.35	11.00
48	47	920.96	921.75	7.37	10.72	3	4	7	7	49	103	4.32	4.24	0.002	0.42	0.87	0.42	0.87	4	6	1.8288254	0.0081072	14.83	0.028321	0.058665	0.1175	0.1650	0.444	0.548	0.81	1.00	917.50	917.06	3.46	4.69	0.5	15	14.94	1.228	2.00
47	46	921.75	914.68	64.07	11.03																																			



LIBRETA TOPOGRAFICA

DE	A	AZIMUTS	DISTANCIA
1	2	356°33'22"	32.981
2	3	71°0'0"	51.005
3	4	55°59'37"	53.846
4	5	110°44'34"	59.985
5	6	33°7'28"	22.144
6	7	349°57'31"	75.489
7	8	335°16'8"	28.337
8	9	22°19'26"	21.594
9	10	315°8'26"	89.910
10	11	328°41'14"	94.043
11	12	322°45'12"	60.272
12	13	330°14'43"	47.990
13	14	302°34'39"	30.739
14	15	274°34'44"	44.484
15	16	290°8'32"	31.353
16	17	350°57'0"	38.491
17	18	356°19'22"	96.036
18	19	0°8'34"	94.723
19	20	299°47'41"	93.640
20	21	301°13'25"	95.558
21	22	301°22'4"	91.978
22	23	300°47'27"	92.886
23	24	302°52'41"	92.824
24	25	320°1'0"	88.419
25	26	340°26'17"	62.266
26	27	355°17'59"	39.517
27	28	319°36'55"	52.698
28	29	298°11'14"	95.160
29	30	327°19'53"	30.947
30	31	318°57'27"	41.781
31	32	317°10'57"	37.032
32	33	337°24'13"	44.064
33	34	345°10'55"	51.082
34	35	345°10'55"	27.696
35	36	348°22'59"	23.034
36	37	358°0'51"	41.423
37	38	293°4'14"	23.353
38	39	249°48'51"	18.549
39	40	227°8'14"	36.262
40	41	230°23'3"	31.796
41	42	240°41'47"	33.779
42	43	248°39'35"	33.115
43	44	255°12'13"	60.558
44	45	254°38'30"	81.168
45	46	275°3'10"	24.640
46	47	284°19'43"	51.380
47	48	294°18'52"	49.800
48	49	300°17'35"	50.755
49	50	302°21'48"	51.632
50	51	313°18'51"	40.148
51	52	302°22'11"	91.599
52	53	291°51'50"	62.753
53	54	267°44'32"	73.374
54	55	283°56'33"	27.260
55	56	295°30'2"	69.759
56	57	281°29'44"	82.094
57	58	272°23'8"	55.772
58	59	264°52'18"	24.098
59	60	248°27'26"	43.157

PLANTA GENERAL DE PV-8 A PV-76  
ESC= 1/1500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**



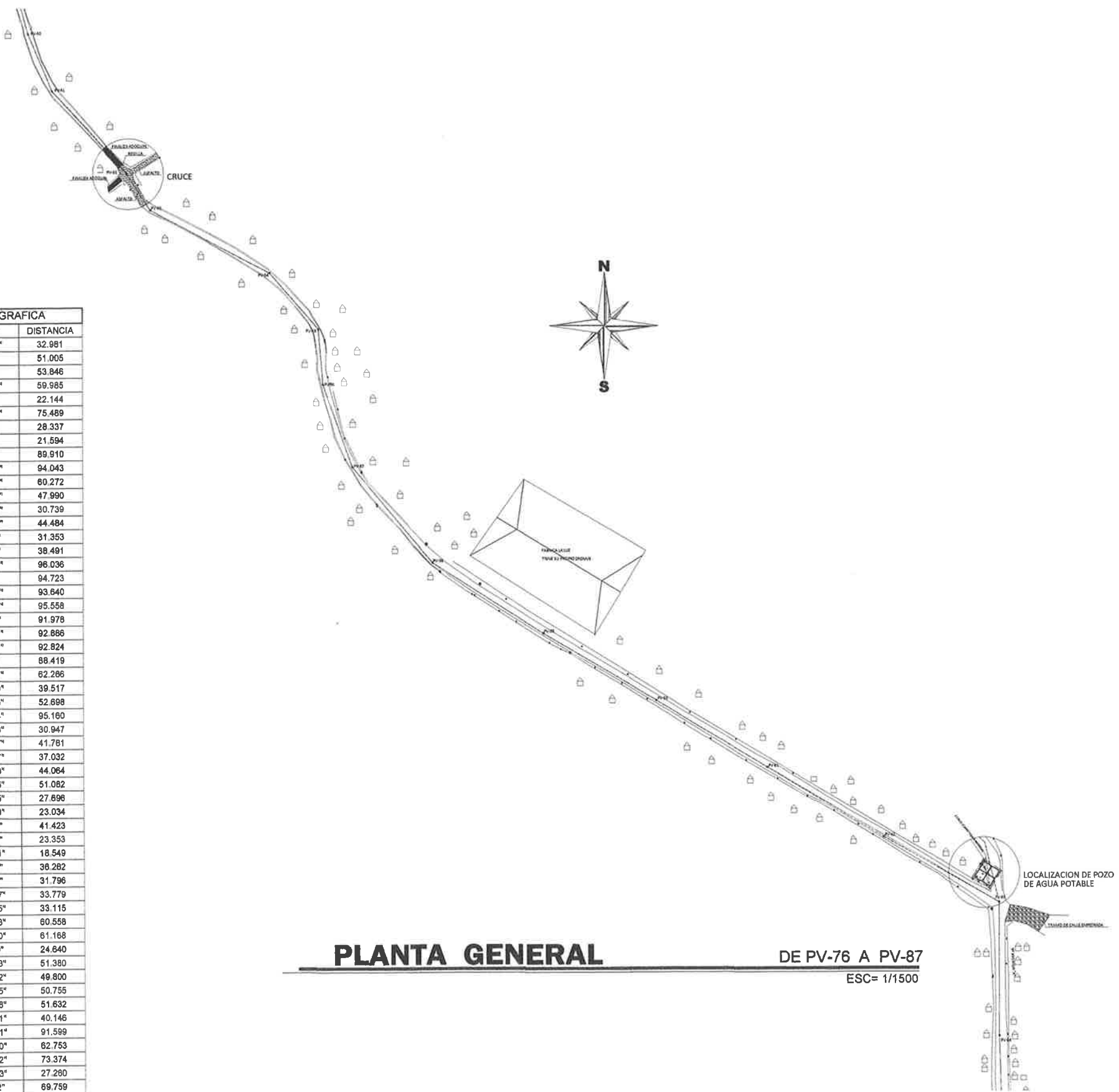
Proyecto :  
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO  
PARA LA ZONA 1 DE MIXCO, GUATEMALA

Diseno:	MARCO ANTONIO GUAMUCH	Contenido:	PLANTA GENERAL DEL PV-8 A PV-76
Dibujos:	MARCO ANTONIO GUAMUCH	Califica:	MARCO ANTONIO GUAMUCH
Estado:	INDICADA	Asesor(a) Supervisora:	ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EMOJA, No. 01
Fecha:	JUNIO 2,014	Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS	



11

LIBRETA TOPOGRAFICA			
DE	A	AZIMUTS	DISTANCIA
1	2	356°33'22"	32.981
2	3	71°0'0"	51.005
3	4	55°59'37"	53.846
4	5	110°44'34"	59.985
5	6	33°7'28"	22.144
6	7	349°57'31"	75.489
7	8	335°16'8"	28.337
8	9	22°19'28"	21.594
9	10	315°6'28"	89.910
10	11	328°41'14"	94.043
11	12	322°45'12"	60.272
12	13	330°14'43"	47.990
13	14	302°34'39"	30.739
14	15	274°34'44"	44.484
15	16	290°8'32"	31.353
16	17	350°57'0"	38.491
17	18	358°19'22"	96.036
18	19	0°8'34"	94.723
19	20	299°47'41"	93.640
20	21	301°13'25"	95.558
21	22	301°22'4"	91.976
22	23	300°47'27"	92.866
23	24	302°52'41"	92.824
24	25	320°1'0"	88.419
25	26	340°26'17"	62.266
26	27	355°17'89"	39.517
27	28	319°36'85"	52.898
28	29	298°11'14"	95.160
29	30	327°19'83"	30.947
30	31	318°57'27"	41.781
31	32	317°10'87"	37.032
32	33	337°24'13"	44.064
33	34	345°10'85"	51.082
34	35	345°10'85"	27.896
35	36	348°22'89"	23.034
36	37	358°0'51"	41.423
37	38	283°4'14"	23.353
38	39	249°48'81"	18.549
38	40	227°8'14"	36.262
40	41	230°23'3"	31.796
41	42	240°41'47"	33.779
42	43	246°39'35"	33.115
43	44	255°12'13"	60.558
44	45	254°38'30"	61.168
45	46	275°3'10"	24.640
46	47	294°19'43"	51.380
47	48	294°18'82"	49.800
48	49	300°17'35"	50.755
49	50	302°21'48"	51.632
50	51	313°16'81"	40.146
51	52	302°22'11"	91.599
52	53	291°51'80"	62.753
53	54	267°44'32"	73.374
54	55	283°58'33"	27.280
55	56	285°30'2"	89.759
56	57	281°29'44"	82.094
57	58	272°23'8"	55.772
58	59	284°52'18"	24.098
59	60	248°27'28"	43.157



# PLANTA GENERAL

DE PV-76 A PV-87  
ESC= 1/1500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA <b>UNIDAD DE EPS</b>		
	Proyecto : DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 DE MIXCO, GUATEMALA		
Diseñó: MARCO ANTONIO GUAMUICH	Contenido: PLANTA GENERAL DEL POZO A-EV-87		
Obrajó: MARCO ANTONIO GUAMUICH	Universidad de San Carlos de Guatemala ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS 02		
Escala: INDICADA	Hoja No.		
Fecha: JUNIO 2,014	11		



LIBRETA TOPOGRAFICA			
DE	A	AZIMUTS	DISTANCIA
1	2	369°33'22"	32.981
2	3	71°0'0"	51.005
3	4	55°59'37"	53.846
4	5	110°44'34"	59.985
5	6	33°7'28"	22.144
6	7	349°57'31"	75.489
7	8	335°16'8"	28.337
8	9	22°19'26"	21.594
9	10	315°6'26"	89.910
10	11	328°41'14"	94.043
11	12	322°45'12"	60.272
12	13	330°14'43"	47.990
13	14	302°34'39"	30.739
14	15	274°34'44"	44.484
15	16	290°8'32"	31.353
16	17	350°57'0"	38.491
17	18	358°19'22"	86.036
18	19	0°8'34"	94.723
19	20	299°47'41"	93.840
20	21	301°13'25"	85.558
21	22	301°22'4"	91.978
22	23	300°47'27"	92.886
23	24	302°52'41"	92.624
24	25	320°1'0"	88.419
25	26	340°26'17"	62.266
26	27	355°17'59"	39.517
27	28	319°36'55"	52.698
28	29	298°11'14"	95.160
29	30	327°19'53"	30.947
30	31	318°57'27"	41.781
31	32	317°10'57"	37.032
32	33	337°24'13"	44.084
33	34	345°10'55"	51.082
34	35	345°10'55"	27.696
35	36	348°22'59"	23.034
36	37	356°0'51"	41.423
37	38	293°4'14"	23.353
38	39	249°48'51"	18.549
39	40	227°8'14"	36.262
40	41	230°23'3"	31.796
41	42	240°41'47"	33.779
42	43	246°39'35"	33.115
43	44	255°12'13"	60.558
44	45	254°38'30"	61.168
45	46	275°3'10"	24.640
46	47	294°19'43"	51.380
47	48	294°18'52"	49.800
48	49	300°17'35"	50.755
49	50	302°21'48"	51.632
50	51	313°18'51"	40.146
51	52	302°22'11"	91.599
52	53	291°51'50"	62.753
53	54	267°44'32"	73.374
54	55	283°56'33"	27.260
55	56	295°30'2"	69.759
56	57	281°29'44"	62.094
57	58	272°23'8"	55.772
58	59	264°52'18"	24.098
59	60	248°27'26"	43.157

# PLANTA GENERAL

DE PV-87 A PV-136

ESC= 1/1500



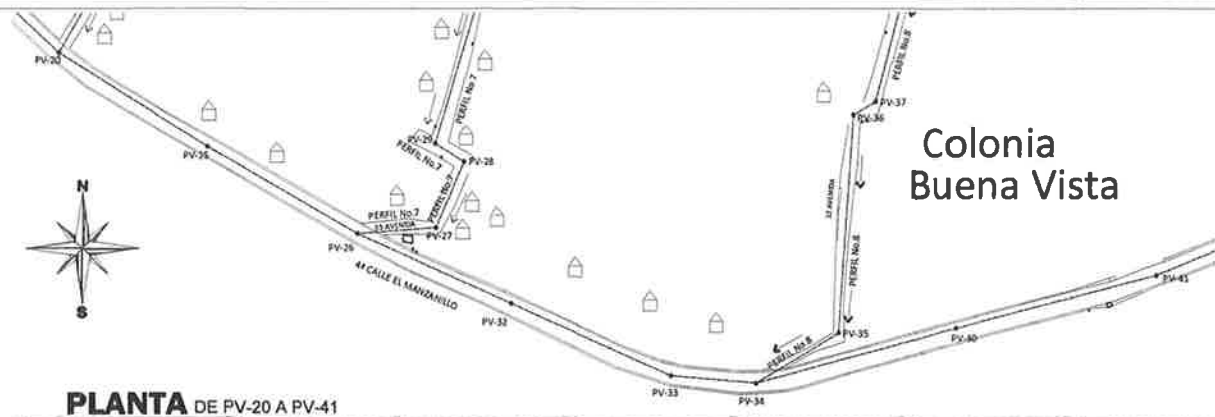
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**



Proyecto :  
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO  
PARA LA ZONA 1 DE MIXCO, GUATEMALA

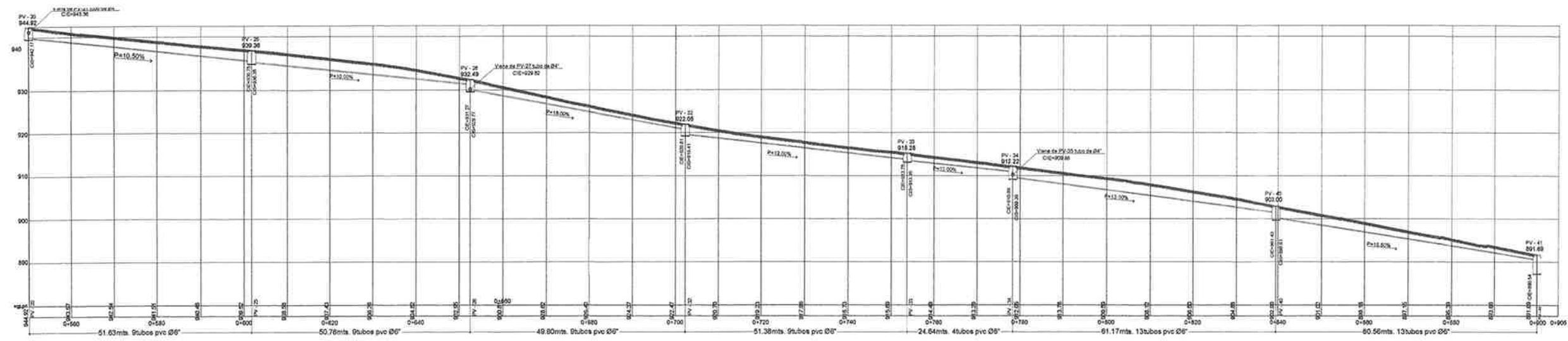
Diseño: MARCO ANTONIO GUAMALICH	Corrección: PLANTA GENERAL DEL PV-87 A PV-136
Dibujo: MARCO ANTONIO GUAMALICH	Universidad de San Carlos de Guatemala
Escala: INDICADA	
Fecha: JUNIO 2,014	HOJA No. 03 / 11





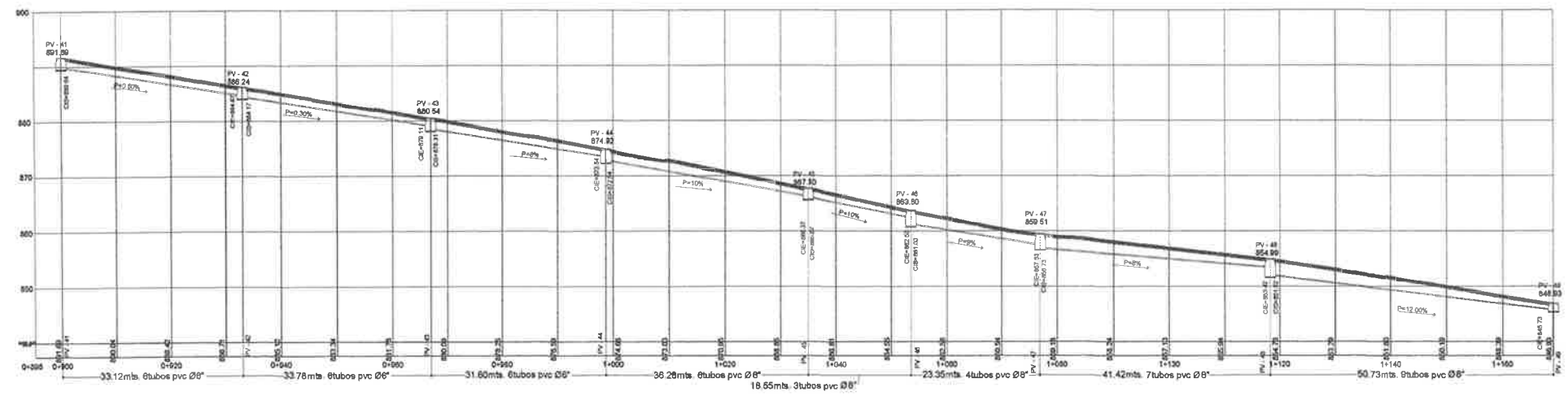
**PLANTA DE PV-20 A PV-41**

ESC= 1/1000



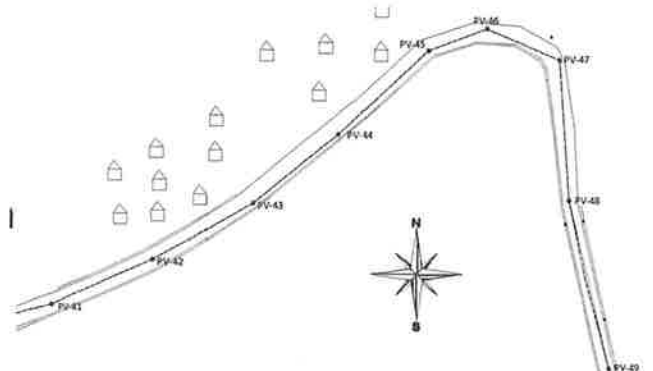
**PERFIL 1 DE PV-20 A PV-41**

E.V. = 1/500 ; E.H. = 1/500



**PERFIL 1 DE PV-41 A PV-49**

E.V. = 1/500 ; E.H. = 1/500

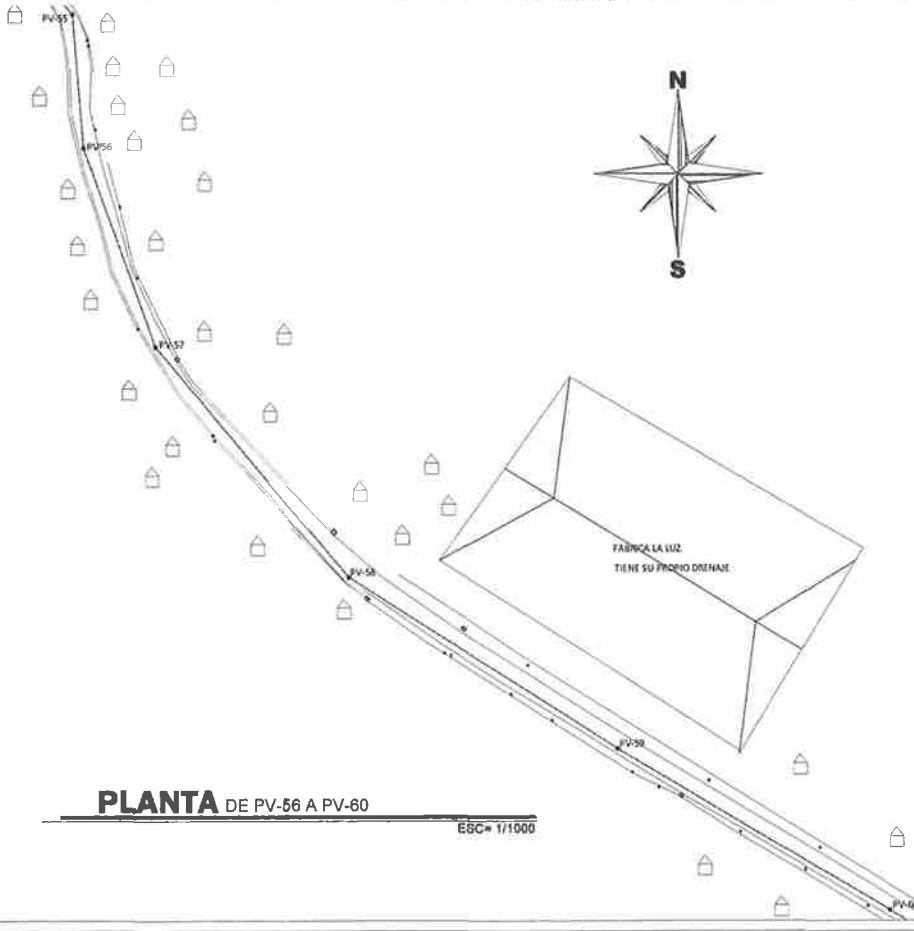
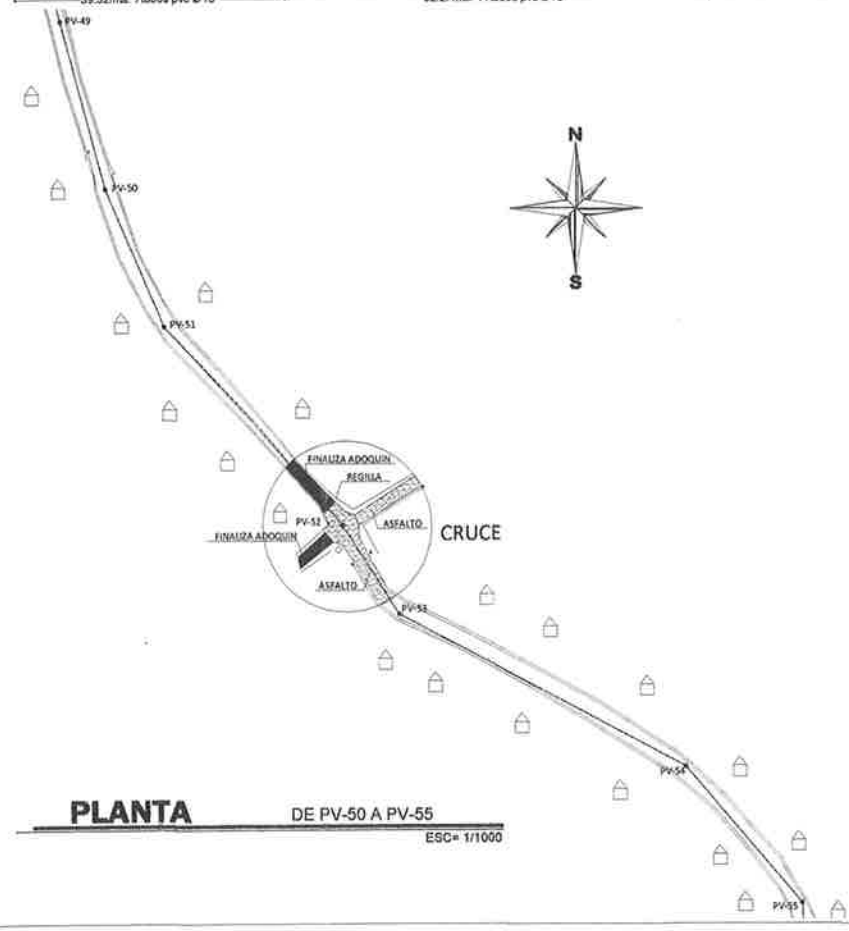
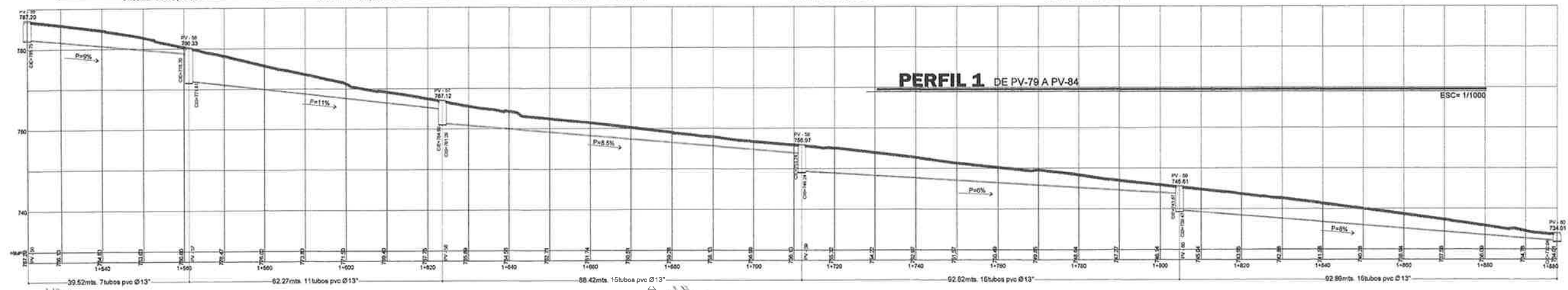
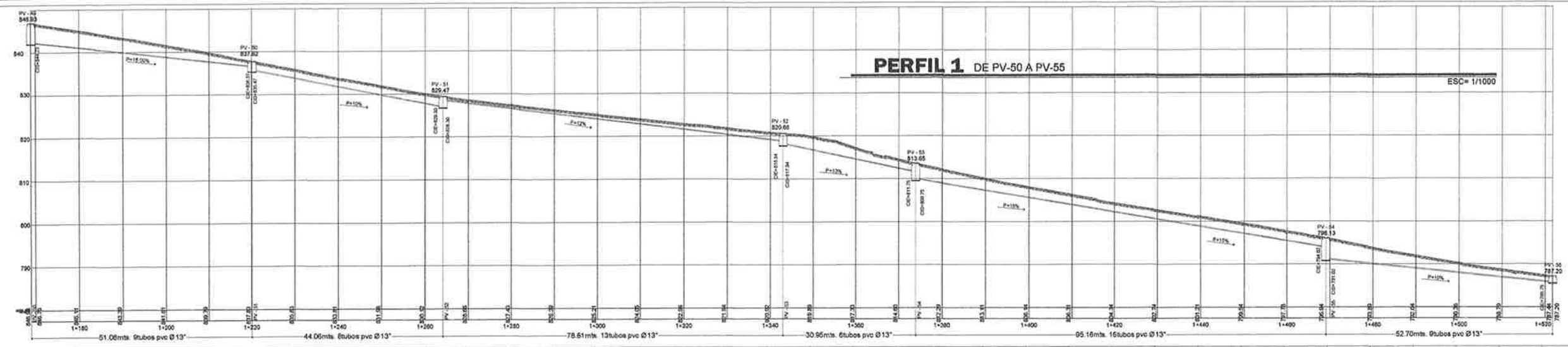


**PLANTA DE PV-41 A PV-49**

ESC= 1/1000

 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA <b>UNIDAD DE EPS</b>		
Proyecto : DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 DE MIXCO, GUATEMALA		
Diseñó: MARCO ANTONIO GUAMUCH Dibujó: MARCO ANTONIO GUAMUCH Escala: INDICADA Fecha: JUNIO 2, 014	Contenido: <b>PLANTA PERFIL</b>	Hoja No. <b>11</b>





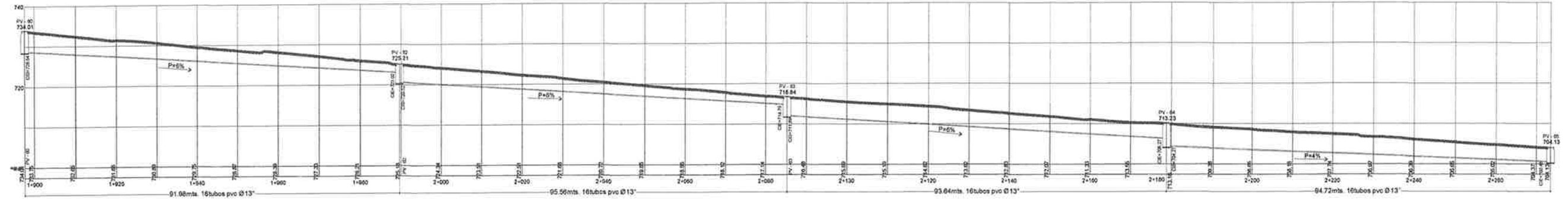
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**

Proyecto :  
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO  
PARA LA ZONA 1 DE MIXCO, GUATEMALA

PLANTA PERFIL  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
MARCOS ANTONIO GUAMUJICH  
ASESORIA SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS 06  
Facultad de Ingeniería

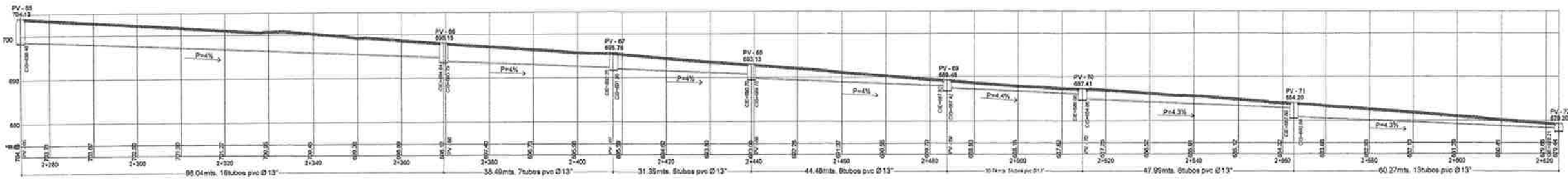
Diseño: MARCO ANTONIO GUAMUJICH  
Dibujo: MARCO ANTONIO GUAMUJICH  
Escala: INDICADA  
Fecha: JUNIO 2, 014

HOJA No. 11



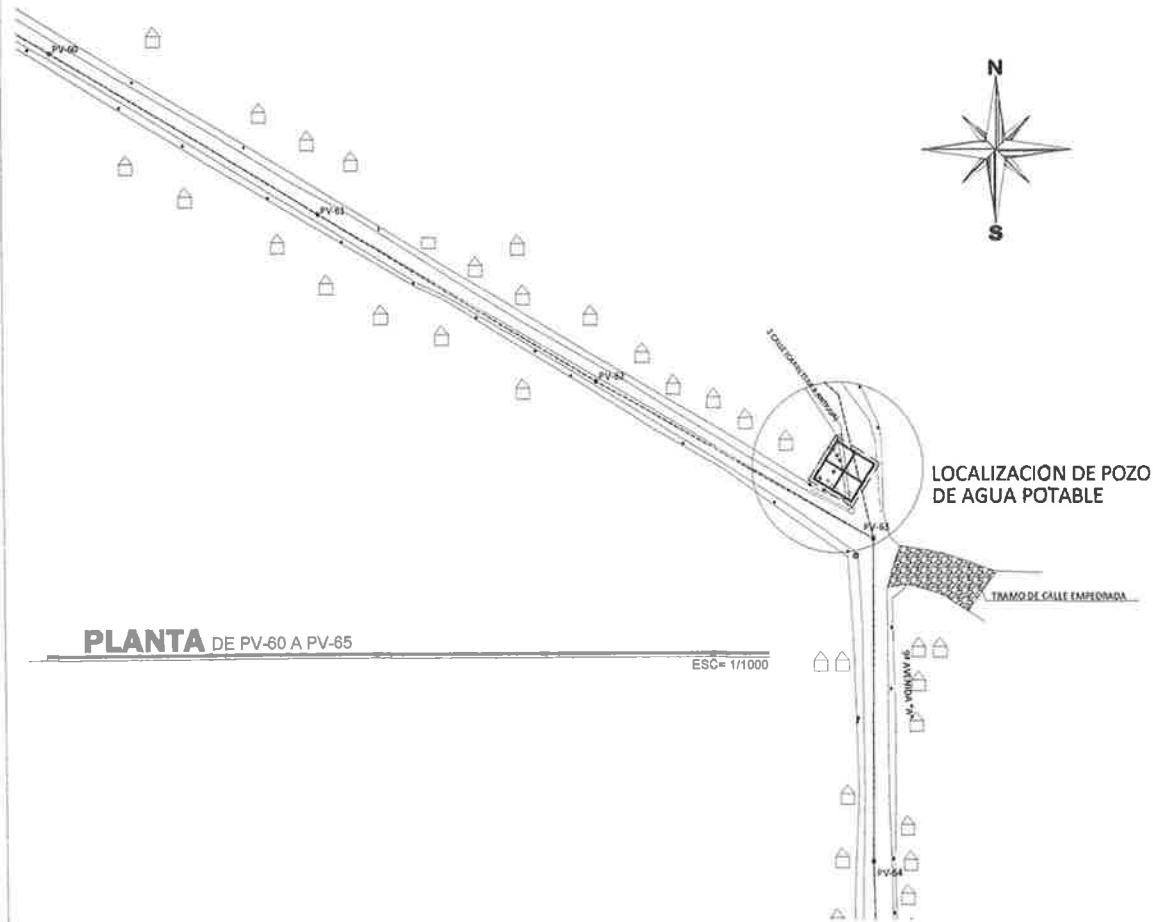
**PERFIL 1** DE PV-60 A PV-65

ESC= 1/1000



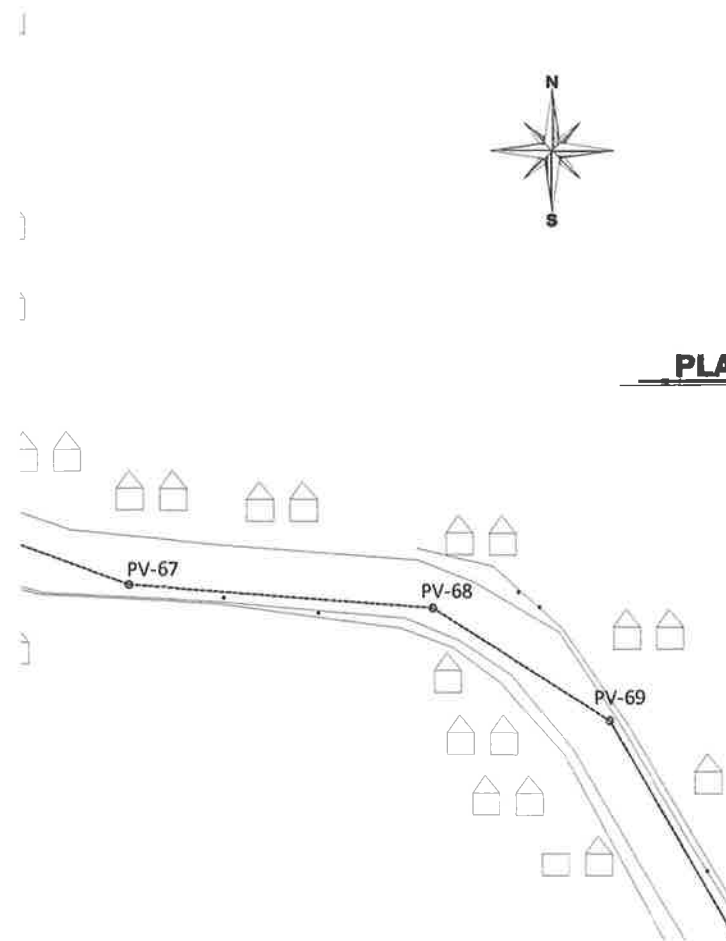
**PERFIL 1** DE PV-65 A PV-72

ESC= 1/1000



**PLANTA** DE PV-60 A PV-65

ESC= 1/1000



**PLANTA** DE PV-65 A PV-72

ESC= 1/1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**



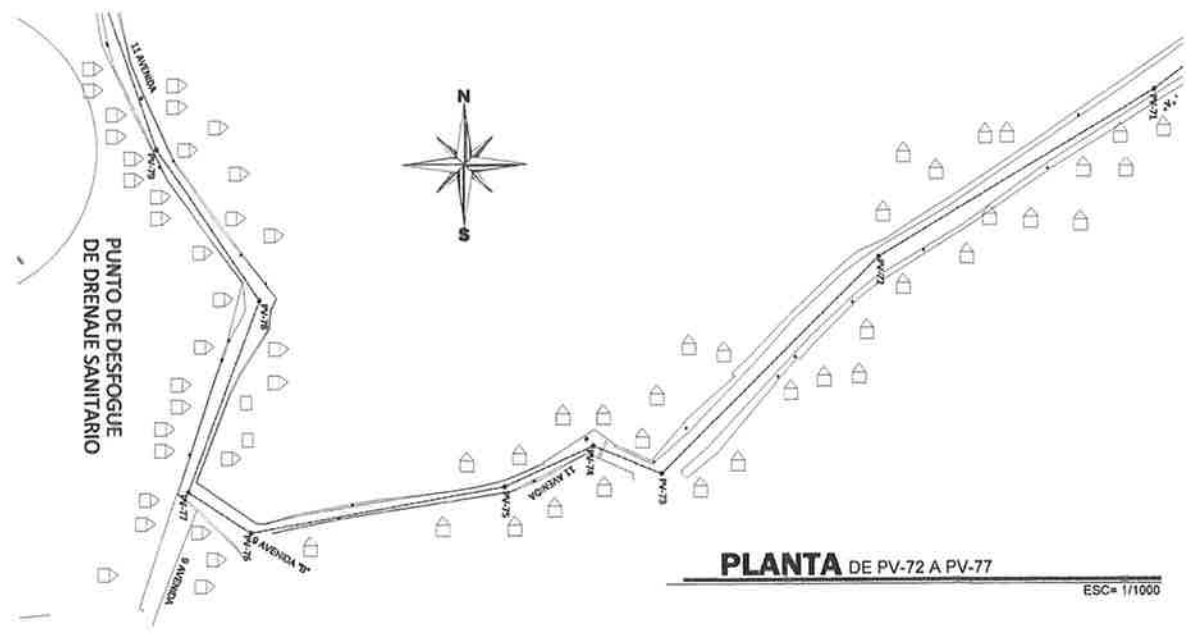
Proyecto:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO  
PARA LA ZONA 1 DE MIXCO, GUATEMALA

Diseño: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
Dibujo: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
Escala: INDICADA  
Fecha: JUNIO 2, 014

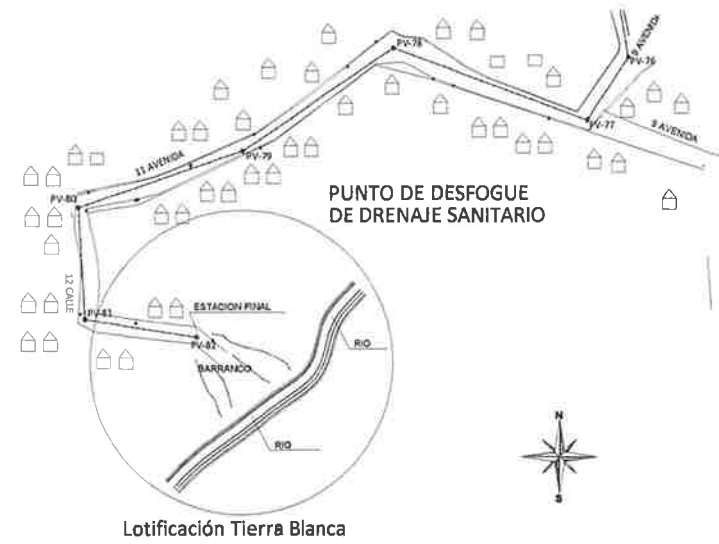
Contenido:  
**PLANTA PERFIL**  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
MARCO ANTONIO GUAMUCH  
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Ing. Oscar Andrés Hernández Romero EPS  
Facultad de Ingeniería

HOJA No. 07 / 11

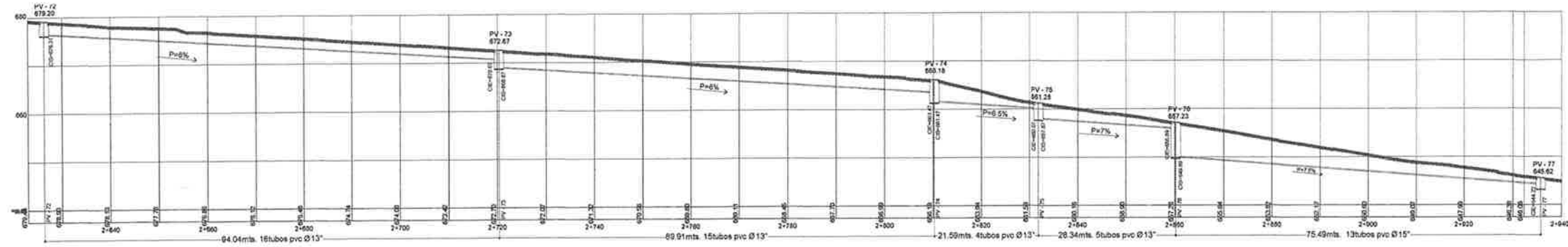




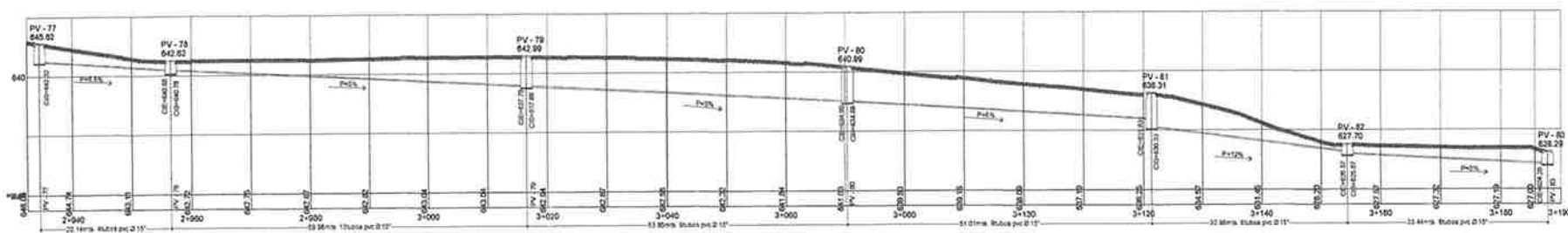
**PLANTA DE PV-72 A PV-77**  
ESC= 1/1000



**PLANTA DE PV-77 A PV-83**  
ESC= 1/1000

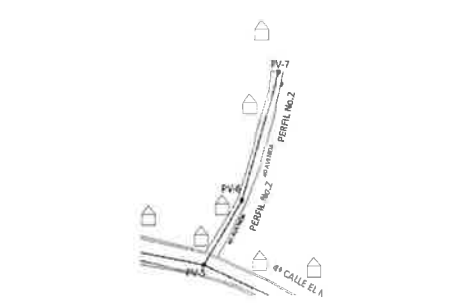


**PERFIL 1 DE PV-72 A PV-77**  
E.V. = 1/500 ; E.H. = 1/500

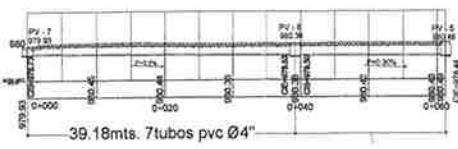


**PERFIL 1 DE PV-77 A PV-83**  
E.V. = 1/500 ; E.H. = 1/500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA <b>UNIDAD DE EPS</b>		
	Proyecto : DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 DE MIXCO, GUATEMALA		
Director: MARCO ANTONIO GUAMUCH	Contenido: <b>PLANTA PERFIL</b>		HOJA No. _____
Diseñador: MARCO ANTONIO GUAMUCH	Asesor(a)-Supervisor(a) de EPS: MARCO ANTONIO GUAMUCH		
Escala: INDICADA	Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS		
Fecha: JUNIO 2,014	Facultad de Ingeniería		



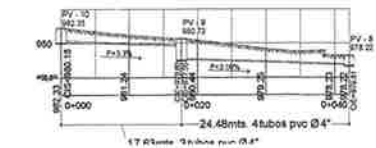
**PLANTA** DE PV-7 A PV-5  
ESC = 1/1000



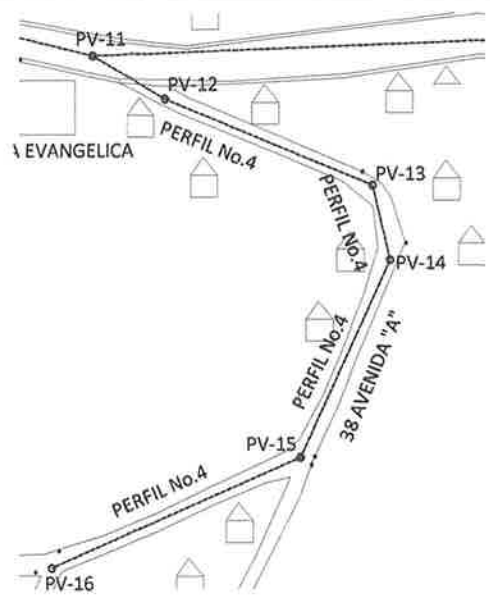
**PERFIL 2** DE PV-7 A PV-5  
E.V. = 1/500 ; E.H. = 1/500



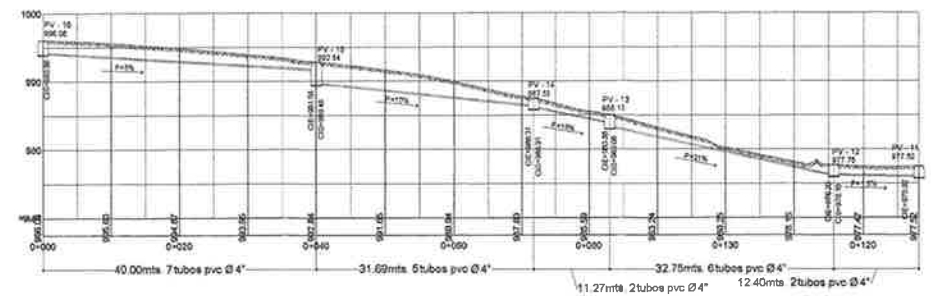
**PLANTA** DE PV-13 A PV-8  
ESC = 1/1000



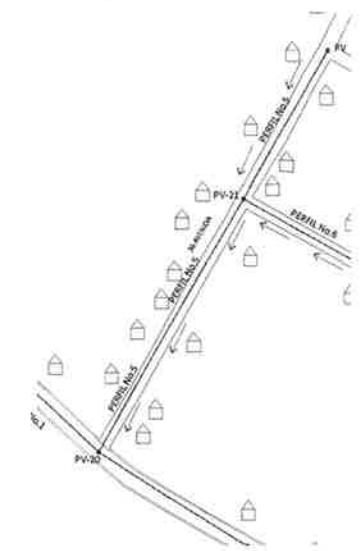
**PERFIL 3** DE PV-13 A PV-8  
E.V. = 1/500 ; E.H. = 1/500



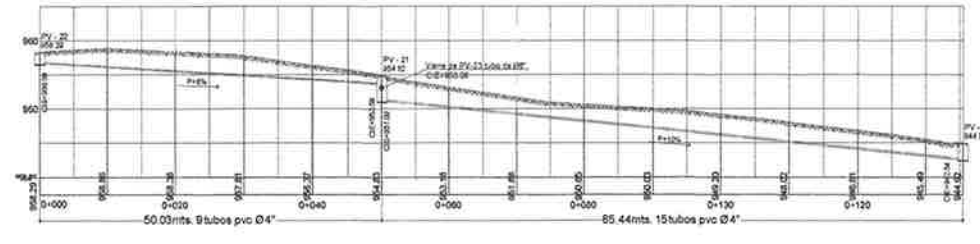
**PLANTA** DE PV-16 A PV-11  
ESC = 1/1000



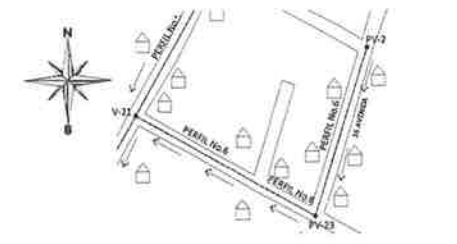
**PERFIL 4** DE PV-16 A PV-11  
E.V. = 1/500 ; E.H. = 1/500



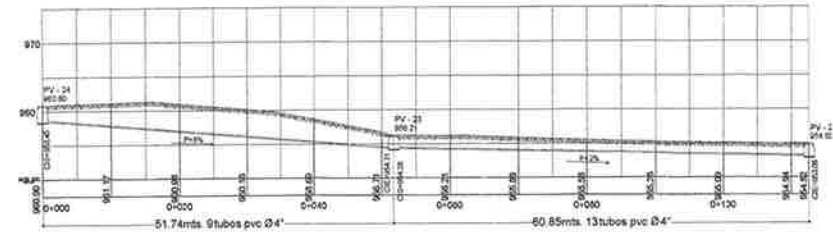
**PLANTA** DE PV-22 A PV-20  
ESC = 1/1000



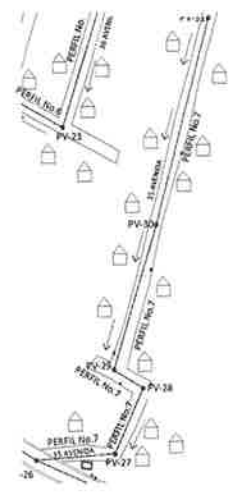
**PERFIL 5** DE PV-22 A PV-20  
E.V. = 1/500 ; E.H. = 1/500



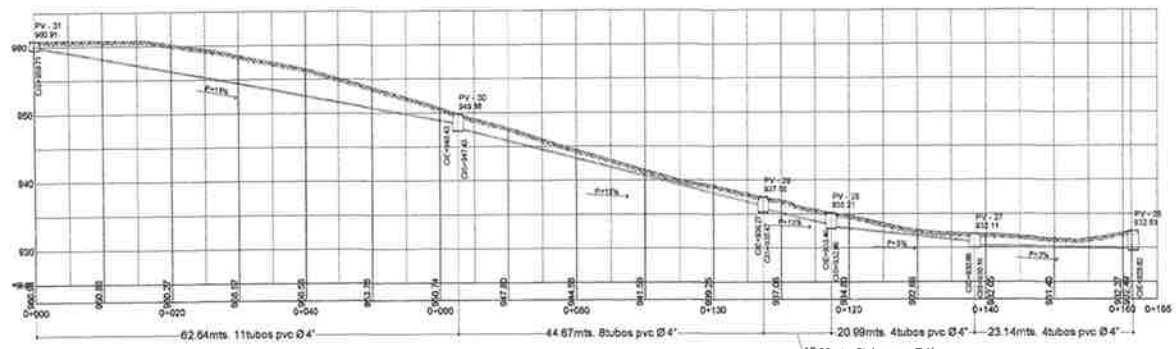
**PLANTA** DE PV-24 A PV-21  
ESC = 1/1000



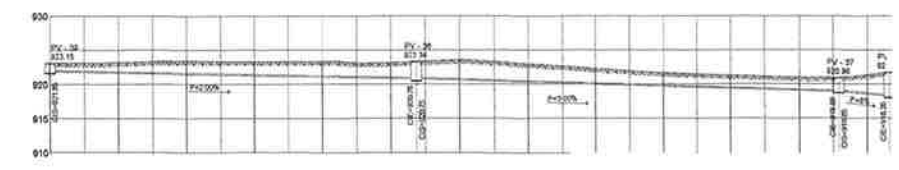
**PERFIL 6** DE PV-24 A PV-21  
E.V. = 1/500 ; E.H. = 1/500



**PLANTA** DE PV-31 A PV-28  
ESC = 1/1000



**PERFIL 7** DE PV-31 A PV-28  
E.V. = 1/500 ; E.H. = 1/500



**PERFIL 8** DE PV-34 A PV-32  
E.V. = 1/500 ; E.H. = 1/500



**PLANTA** DE PV-34 A PV-32

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**

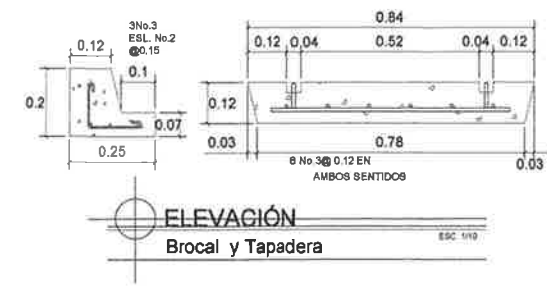
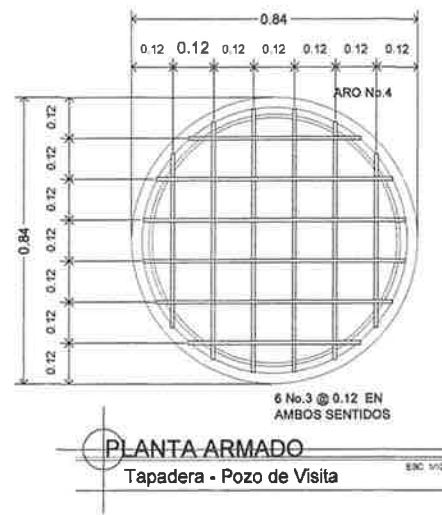
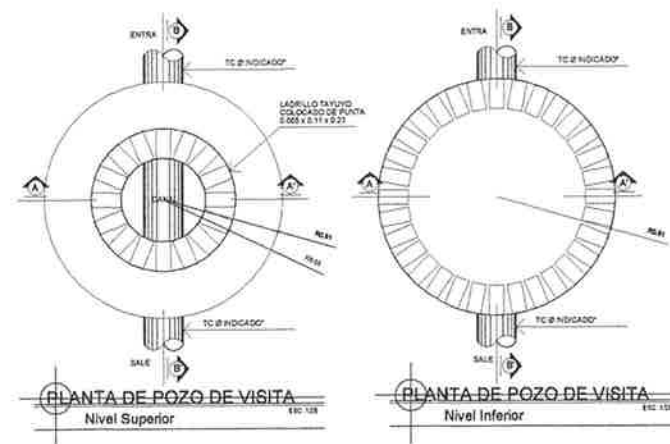
Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 DE MIXCO, GUATEMALA

Contenido: **PLANTA PERFIL**

Diseno: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
Dibujo: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
Escala: INDICADA  
Fecha: JUNIO 2, 014

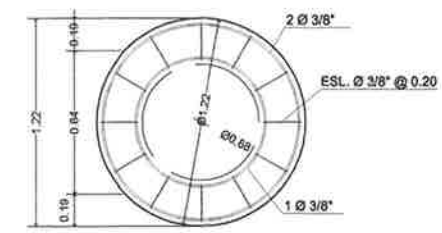
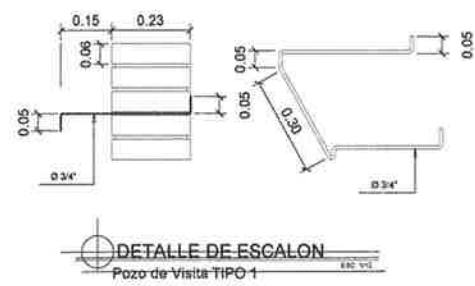
Supervisor(a) de EPS  
Ing. Oscar Argueta Hernández (Asesor EPS)

HOJA No. 11

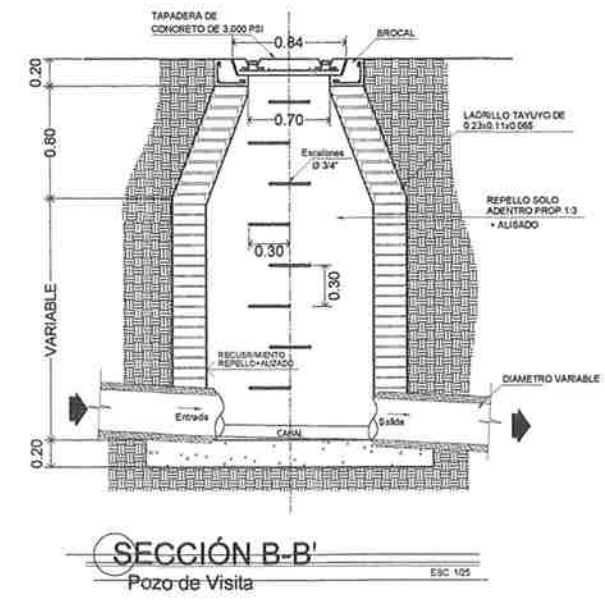
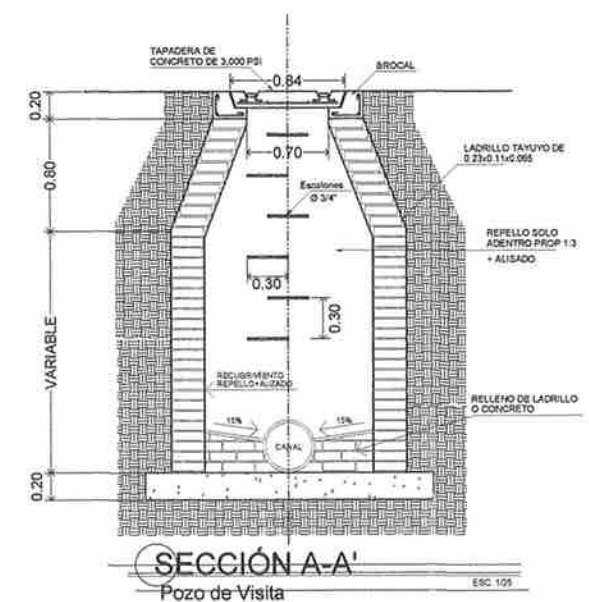


NOTA: -TODAS LAS LONGITUDES Y LAS COTAS INVERT ESTAN DADAS A EJES DE POZOS  
 -PARA PROFUNDIDADES MAYORES QUE 5.00 METROS CONSULTAR CON EL FABRICANTE CARACTERISTICAS DE INSTALACION DE LA TUBERIA.

TABLA PARA ANCHO DE ZANJA	
Ø DE TUBERIA EN MILIMETROS	ANCHO DE EXCAVACION EN METROS
300	0.80
400	1.10



PLANTA DE ARMADO DE BROCAL  
 ESCALA: 1/20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**

Proyecto :  
 DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 1 DE MIXCO, GUATEMALA

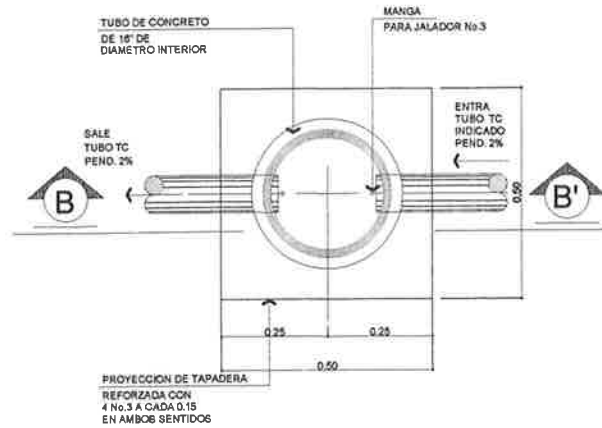
Disen: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
 Dibuj: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
 Escala: INDICADA  
 Fecha: JUNIO 2,014

Contenido: **DETALLES DE DRENAJE**

ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Ing. Oscar Anaya Hernández (EPS)

HOJA No. 10  
 11

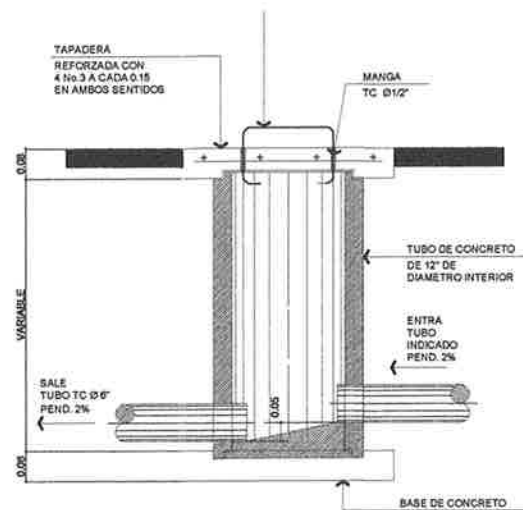
Facultad de Ingeniería



### PLANTA

Candela Domiciliar

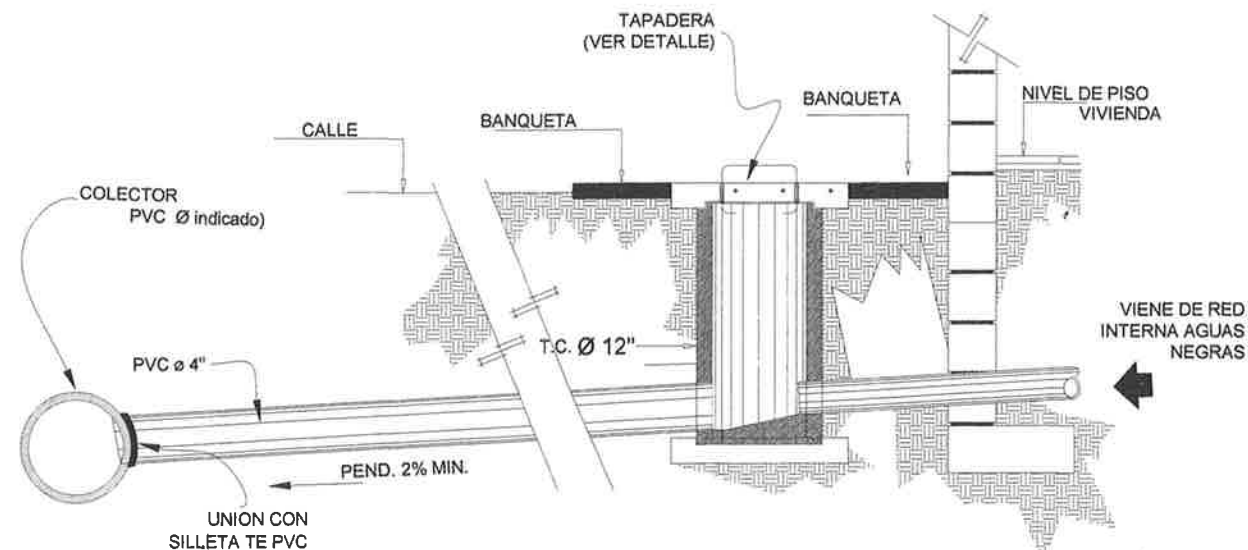
ESC.-1/25



### SECCIÓN B-B'

Candela Domiciliar

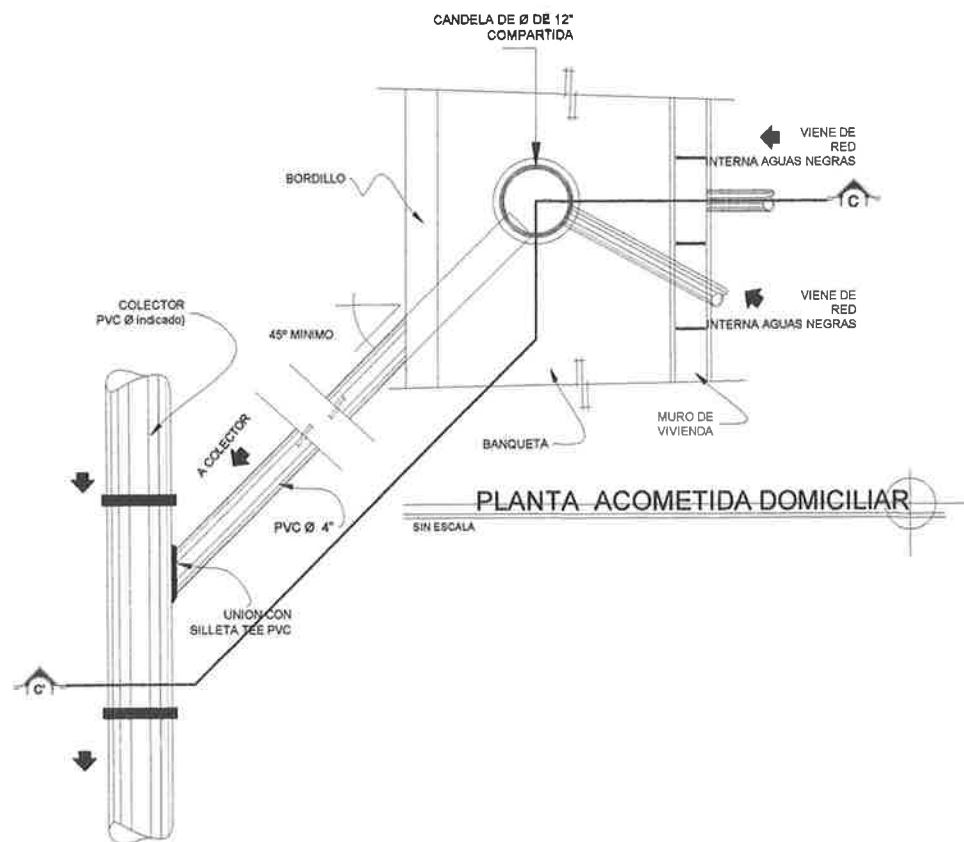
ESC.-1/25



### SECCIÓN ACOMETIDA DOMICILIAR

SIN ESCALA

SECCION C - C'



### PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR

SIN ESCALA

#### CRITERIOS

- RECUBRIMIENTO MINIMO PARA TRANSITO PESADO 1.20 M. A COTA DE CORONA NORMA INFOM
- DIAMETRO MINIMO PARA COLECTOR PRINCIPAL= 8"
- VELOCIDADES DE DISEÑO (0.80-3.00 M/S) PARA Q MAX
- DIAMETRO MINIMO PARA TUBERIA DE CONEXION DOMICILIAR 6" PVC.
- VELOCIDAD DE DISEÑO MINIMA PARA EL CAUDAL MINIMO 0.40 M/S.
- CHEQUEO DEL CAUDAL DE USO SIMULTANEO  $q=0.16A^{0.75}$  LOTES TRIPLICADOS AL SISTEMA

ESPECIFICACIONES  
SE CONSTRUIRAN POZOS DE VISITAS CON DECIMADRES POSTERIORES A LA PLANTA DE TRATAMIENTO, PARA EL DESPOJO DE AGUAS SERVIDAS AL RIO

#### ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN  $F_c = 213 \text{ Kg/cm}^2$  PROPORCION 1:2:3
3. EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA RIO CON PROPORCION 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGUN ESPECIFICACIONES ACI ANTES DE SU INSTALACION.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA  $F_y = 2813 \text{ Kg/cm}^2$ .

	TUBERIA DRENAJES COLECTOR PRINCIPAL SANITARIOS PVC Ø 4,8,10,18"
	TUBERIA DRENAJES SANITARIOS CANDELA A POZO PVC Ø 4"
	PV-1 POZO DE VISITA No. 1
	RAMAL INICIAL
	TUBERIA COLECTOR PRINCIPAL Ø 8"
	CANDELA DOMICILIAR Ø 18", Ø 12"
	DIRECCION DE FLUJO
	CAMBIO DE DIAMETRO DE TUBERIA PVC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**



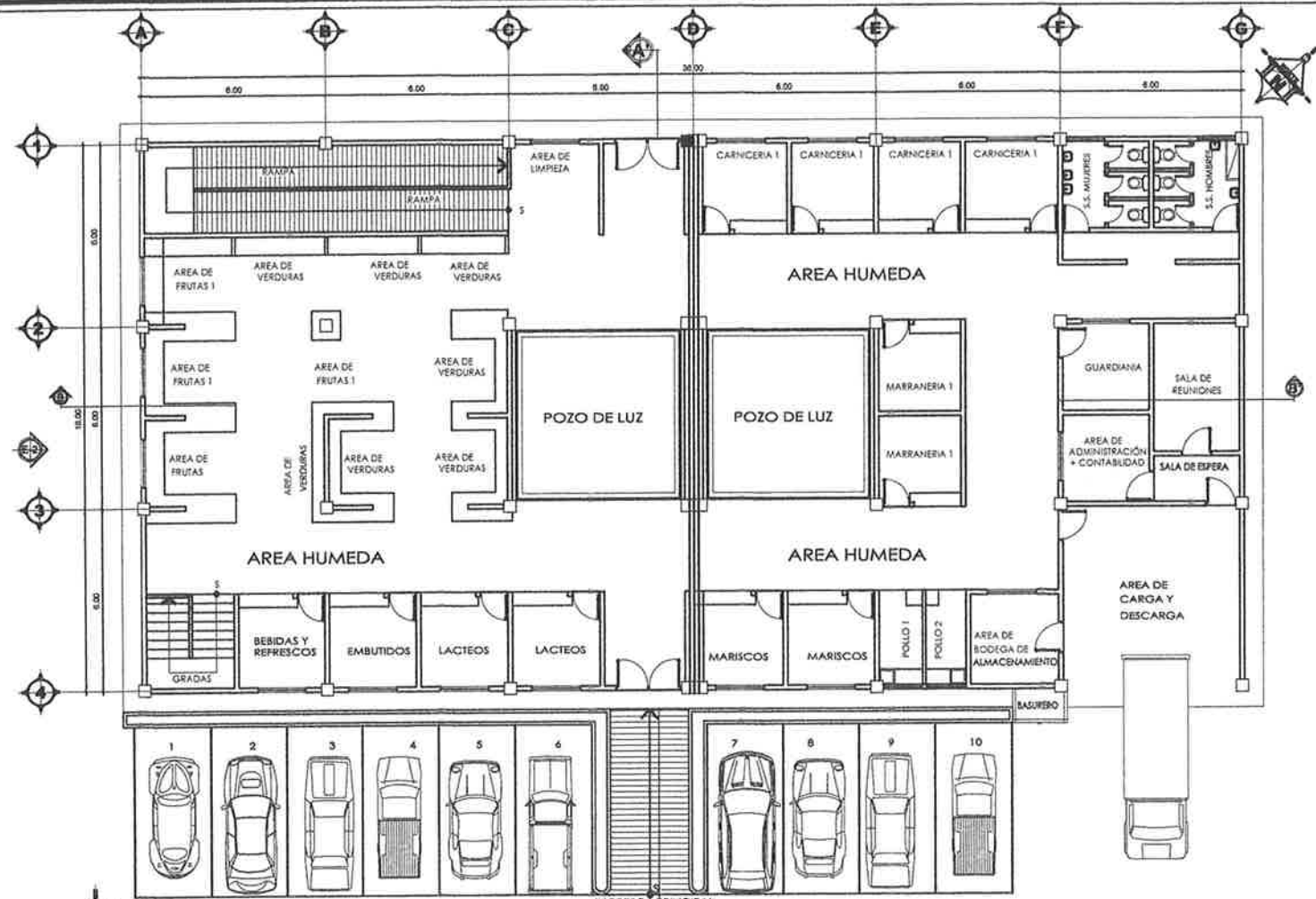
Proyecto :  
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO  
PARA LA ZONA 1 DE MIXCO, GUATEMALA

Diseño: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
Dibujo: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
Escala: INDICADA  
Fecha: JUNIO 2,014

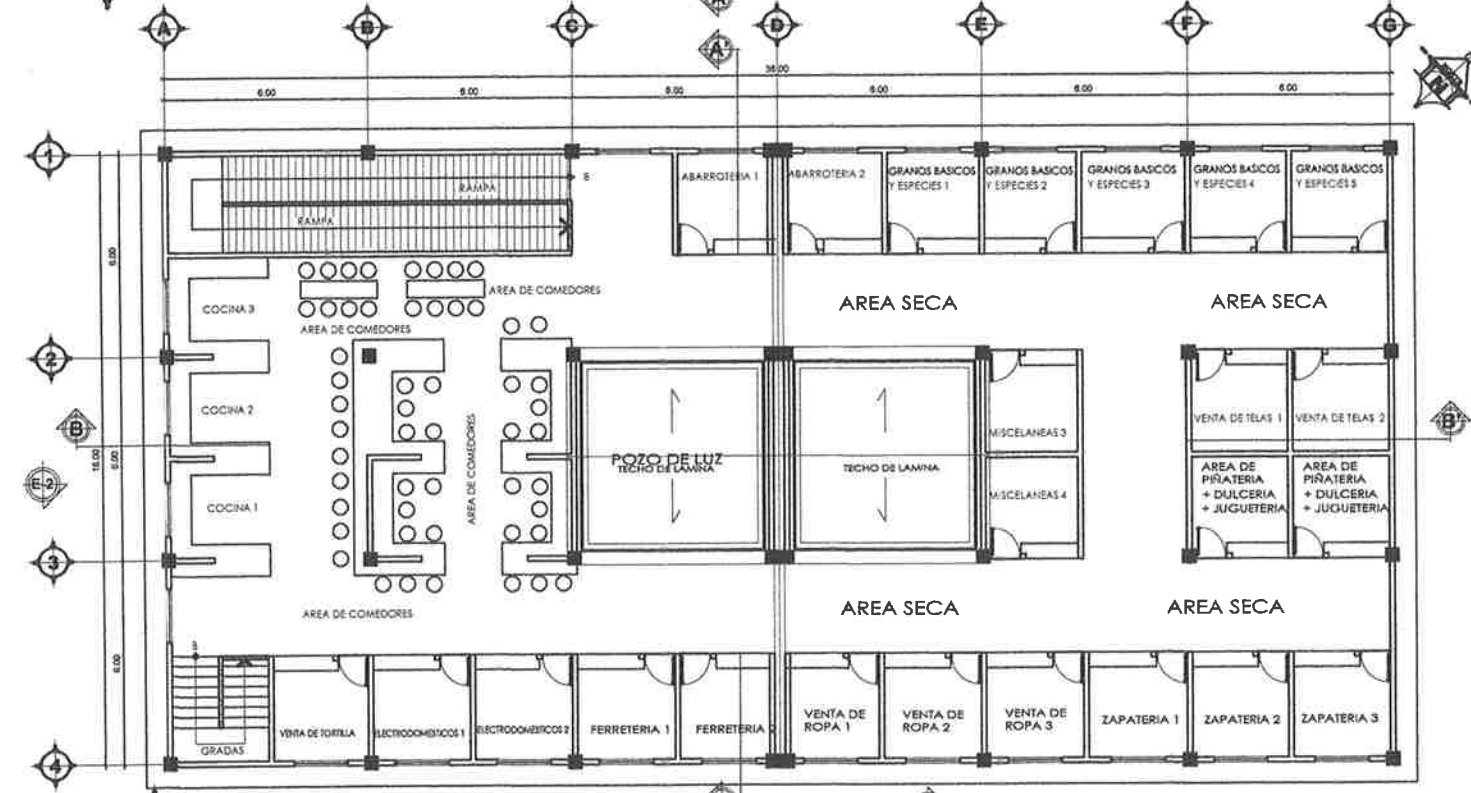
Contenido: DETALLES + ESPECIFICACIONES  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
MARCO ANTONIO GUAMUCH  
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Planificación de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

HOJA No.

11

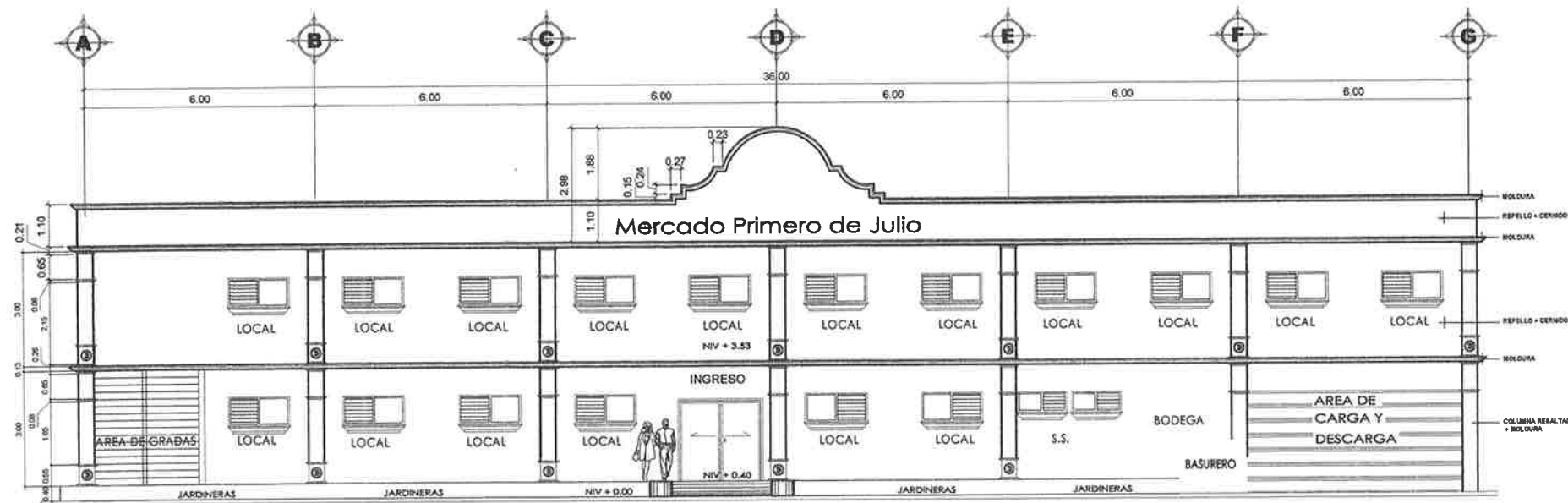


**PLANTA AMUEBLADA**  
PRIMER NIVEL  
ESCALA: 1/1000

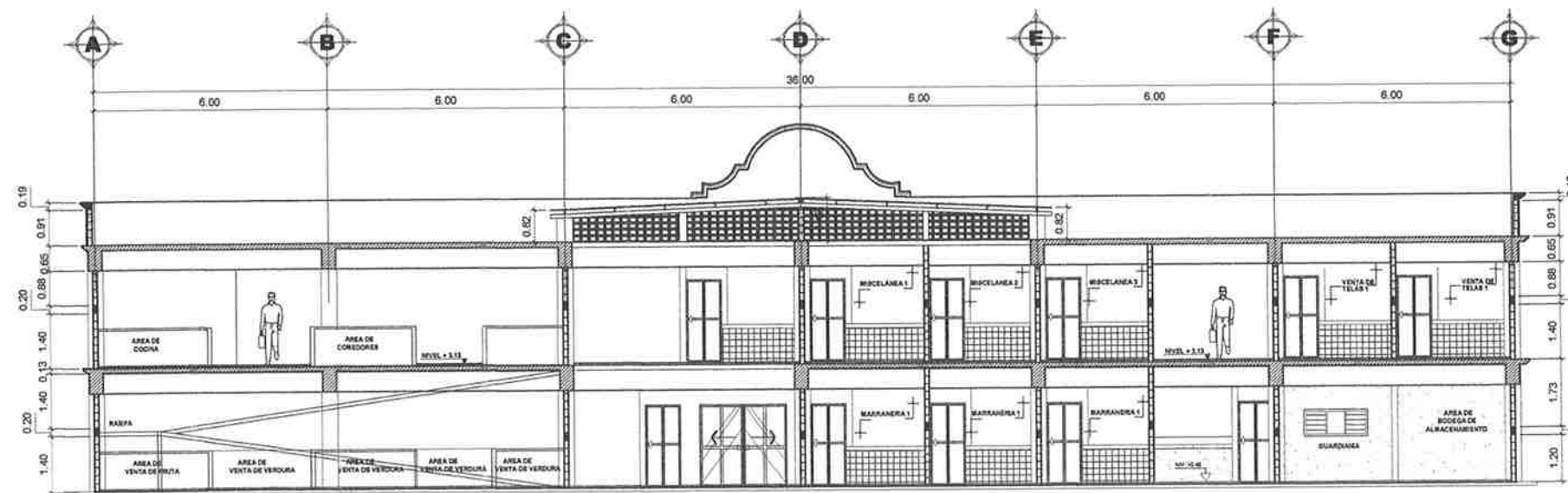


**PLANTA AMUEBLADA**  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA: 1/1000

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA <b>UNIDAD DE EPS</b>		
	Proyecto: DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO ZONA 5 DE MIXCO		
Diseñó: MARCO ANTONIO GUAMUCH	Contenido: PLANTA AMUEBLADA PRIMERO Y SEGUNDO NIVEL		
Dibujó: MARCO ANTONIO GUAMUCH	Calculó: MARCO ANTONIO GUAMUCH	Supervisó: MARCO ANTONIO GUAMUCH	ROJA No.
Escala: INDICADA	No. de: <b>ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS 01</b> Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS		
Fecha: MAYO 2,014	14		



FACHADA FRONTAL  
PRIMER NIVEL  
ESCALA: 1/75



SECCION LOGITUDINAL  
PRIMER NIVEL  
ESCALA: 1/75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**

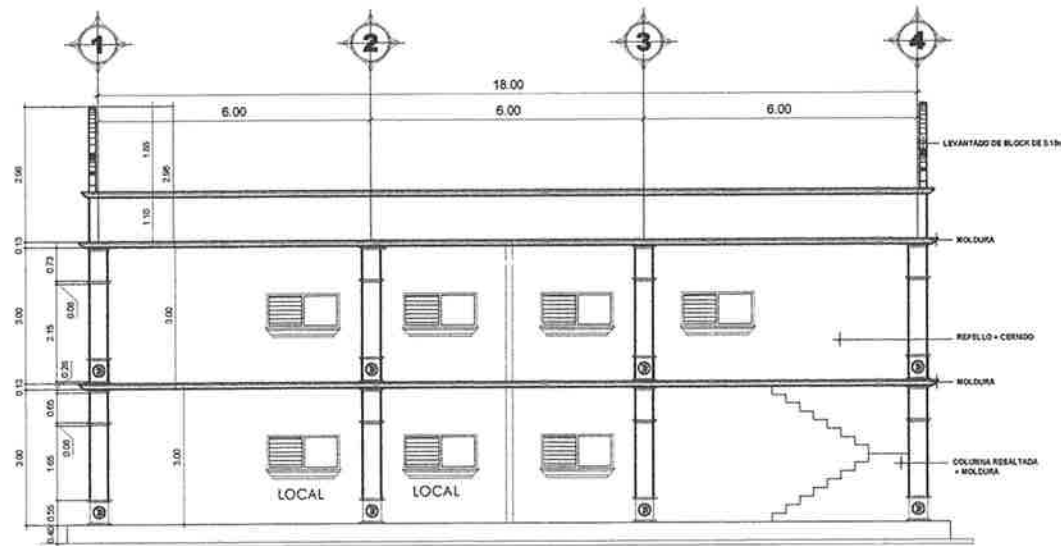
Proyecto:  
DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO  
ZONA 5 DE MIXCO



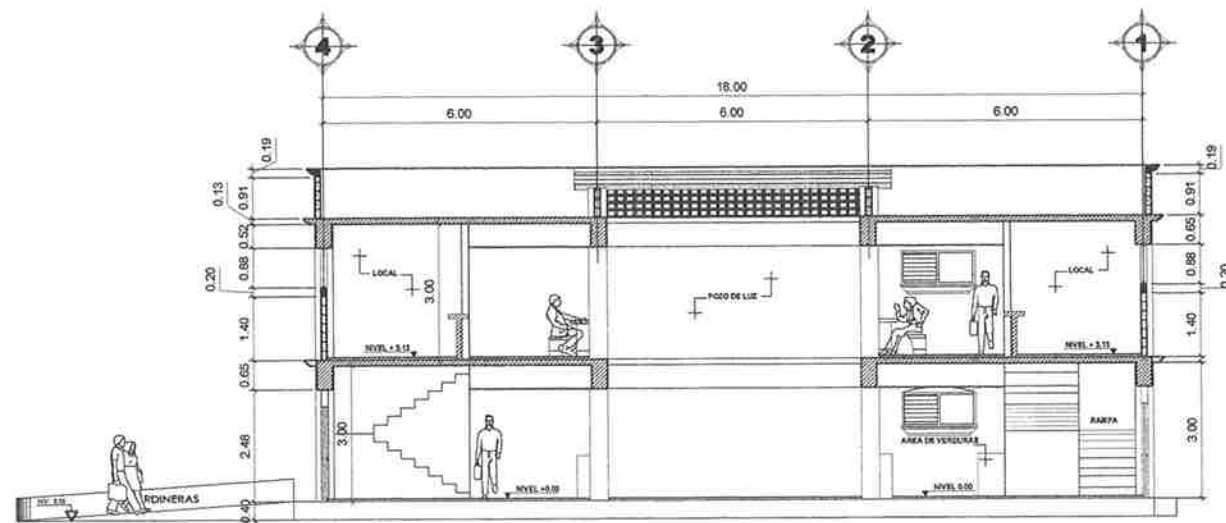
Diseño:	MARCO ANTONIO GUAMUCH	Contenido:	FACHADAS FRONTAL Y LONGITUDINAL
Dibujo:	MARCO ANTONIO GUAMUCH	Escuela:	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Escala:	INDICADA	Asesor(a) Supervisor(a) de EPS:	MARCO ANTONIO GUAMUCH
Fecha:	MAYO 2,014	Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS:	UNIDAD DE PRACTICAS DE INGENIERIA Y EPS



HOJA No.  
02 / 14

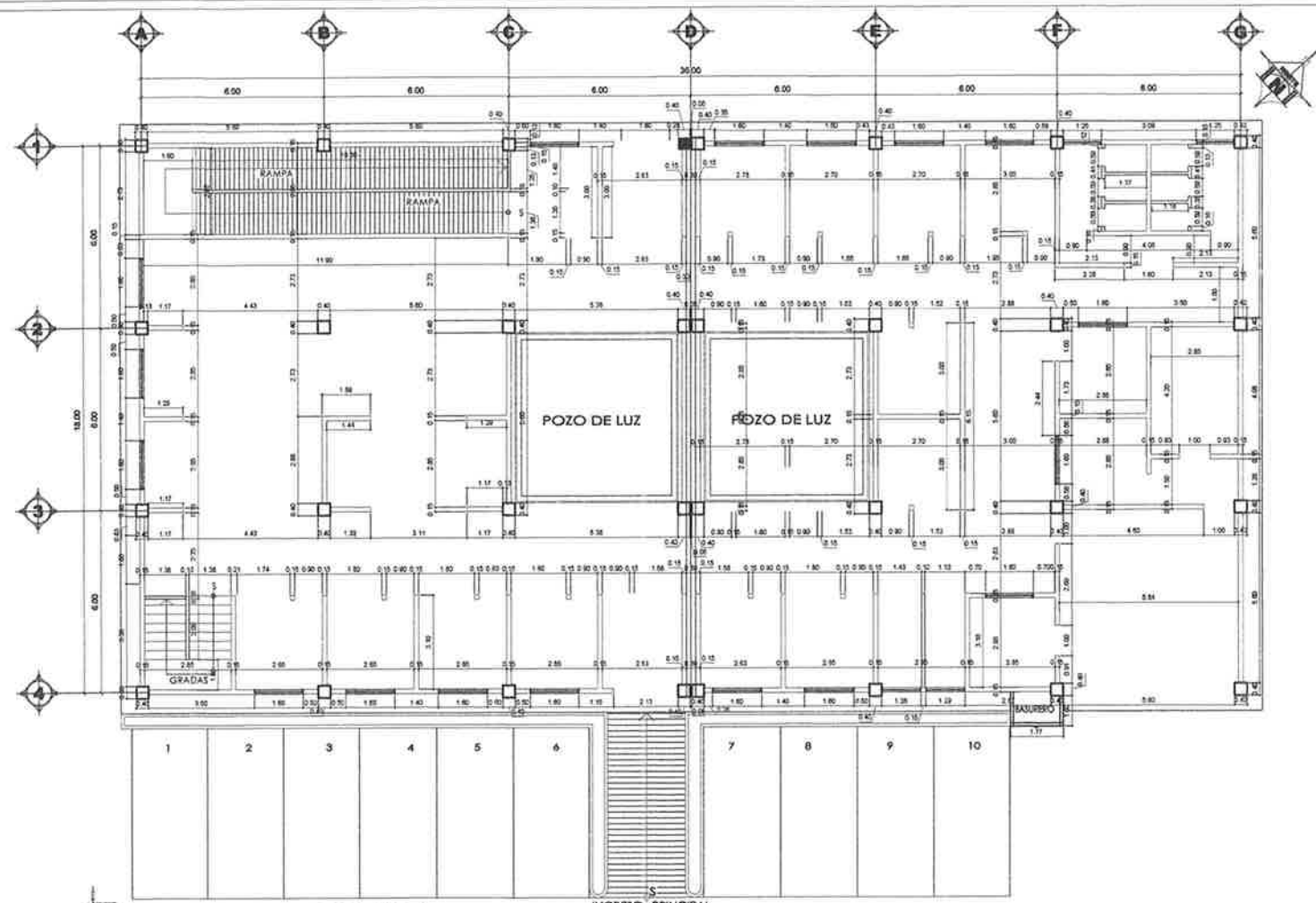


FACHADA LATERAL IZQUIERDA  
PRIMER NIVEL ESCALA: 1/75



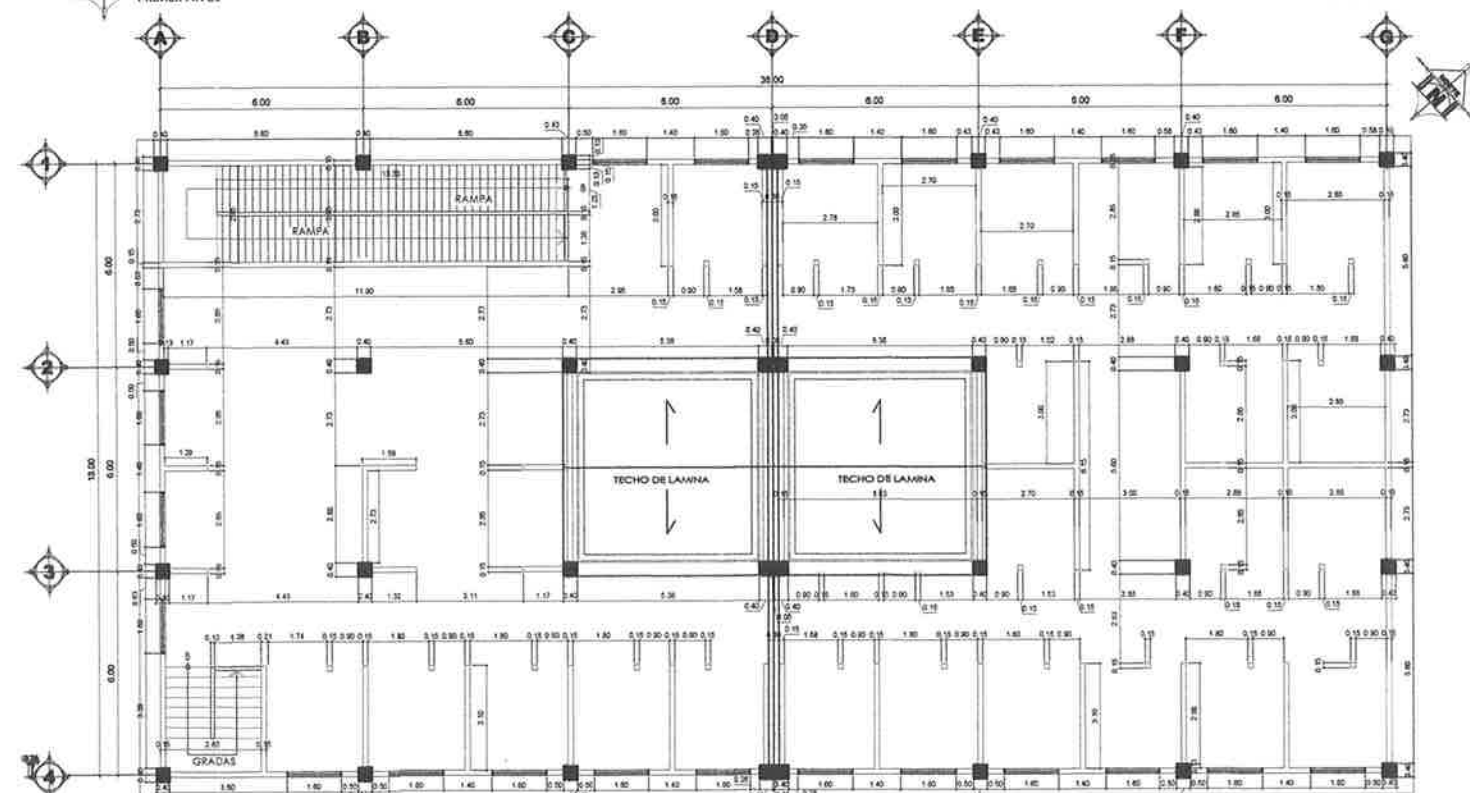
SECCIÓN TRANSVERSAL  
PRIMER NIVEL ESCALA: 1/75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA <b>UNIDAD DE EPS</b>		
Proyecto: DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO ZONA 5 DE MIXCO		
Diseño: MARCO ANTONIO GUAMUCH	Contenido: SECCIONES LATERAL IZQUIERDA Y TRANSVERSAL	
Dibujo: MARCO ANTONIO GUAMUCH	HOJA No. 03 / 14	
Escala: INDICADA	FECHA: MAYO 2.014	



**PLANTA ACOTADA**  
PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/1000

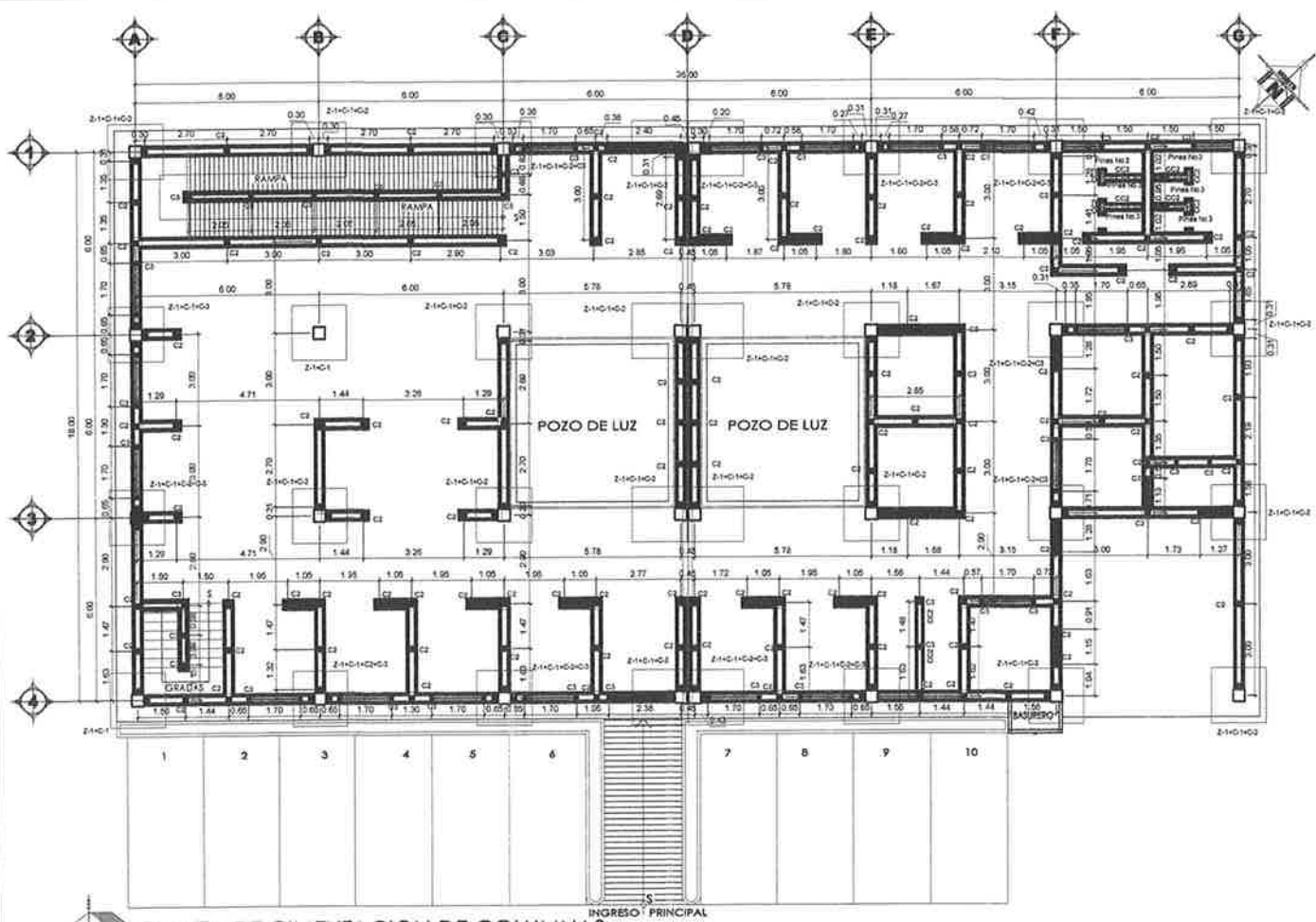


**PLANTA ACOTADA**  
SEGUNDO NIVEL

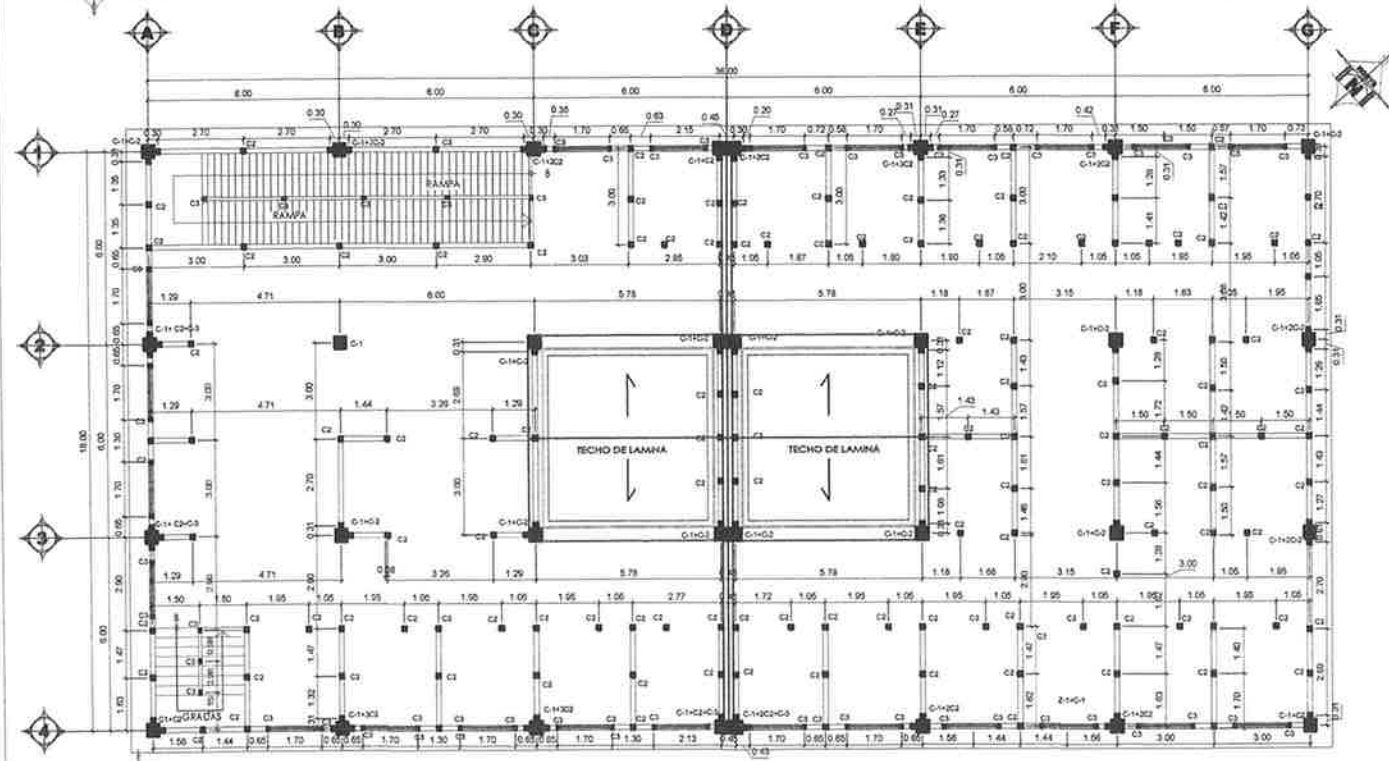
ESCALA: 1/1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA <b>UNIDAD DE EPS</b>		
	Proyecto: DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO ZONA 5 DE MIXCO		
Diseñó: MARCO ANTONIO GUAMUICH	Contenido: PLANTA ACOTADA PRIMERO Y SEGUNDO NIVEL		
Dibujó: MARCO ANTONIO GUAMUICH	Cálculo: MARCO ANTONIO GUAMUICH	Revisó: MARCO ANTONIO GUAMUICH	HOJA No. <b>04</b> / 14
Escala: INDICADA	Fecha: MAYO 2014		

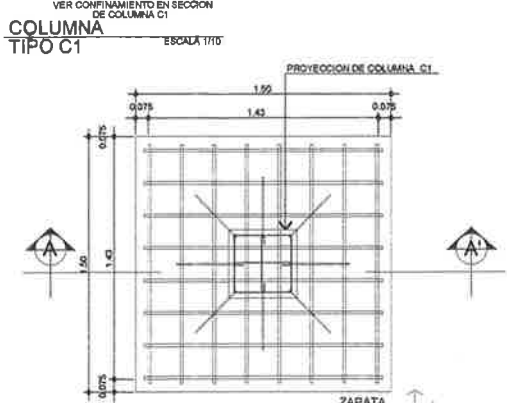




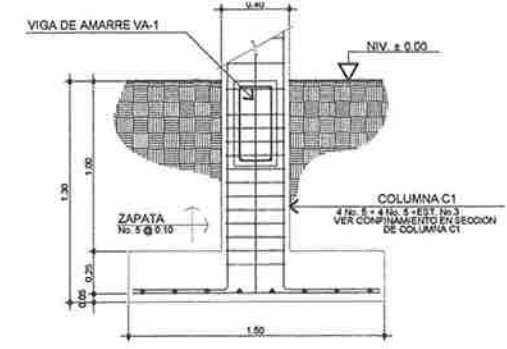
PLANTA DE CIMENTACION DE COLUMNAS PRIMER NIVEL ESCALA: 1/1000



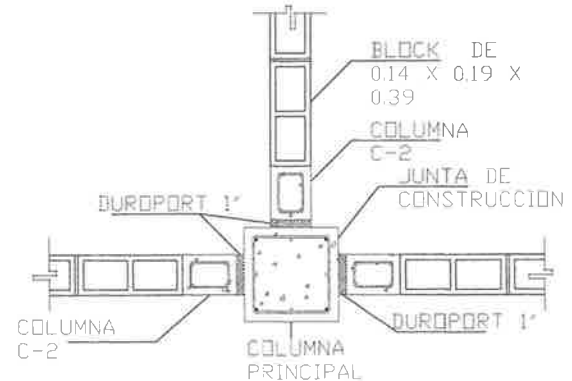
PLANTA LOCALIZACION DE COLUMNAS SEGUNDO NIVEL ESCALA: 1/1000



PLANTA ZAPATA TIPO Z1 ESCALA 1/20



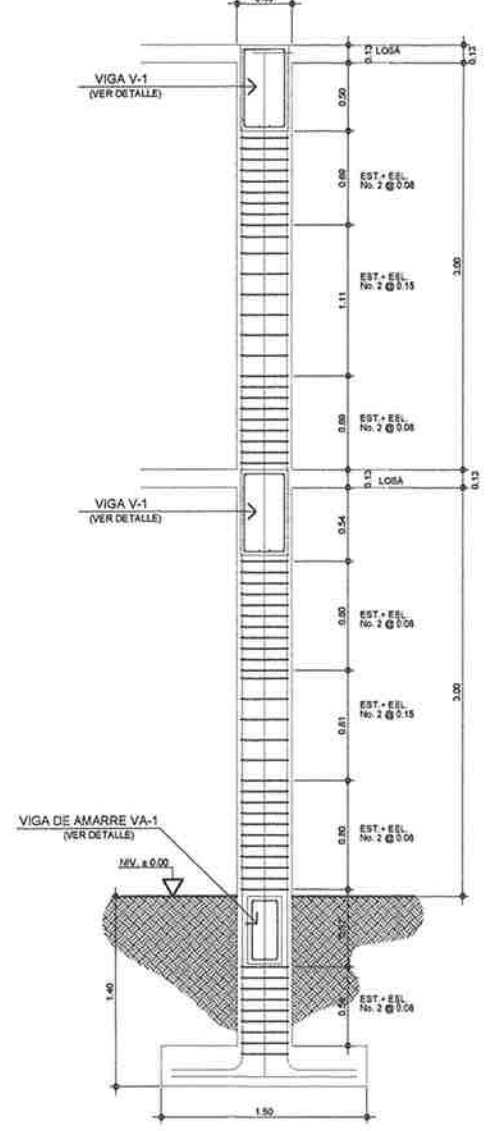
SECCION DE ZAPATA A - A' ESCALA 1/20



DETALLE 1 JUNTA DE COLUMNAS SIN ESCALA

NOMENCLATURA:

①	INDICA CORTE DE MURO
Z1+C1	INDICA COLUMNA TIPO 1 + ZAPATA TIPO 1
C2	INDICA COLUMNA TIPO 2
CC2	INDICA CIMIENTO CORRIDO No.2
●	INDICA PIN No. 3



SECCION COLUMNA C1 ESCALA 1/25

- ESPECIFICACIONES**
- CONCRETO: SE UTILIZARA CONCRETO F' = 210 kg/cm<sup>2</sup> DE RESISTENCIA A LA COMPRESION. SE BUSCARE UNA PROPORCION 1:2:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO, Y ESTERCO).
  - ACERO: SE DEBERA DE UTILIZAR GRADO 40 CON UNA RESISTENCIA A LA TRACCION (F<sub>t</sub>) = 512 kg/cm<sup>2</sup>.
  - AGREGADO FINO ARENA: DEBERA ESTAR LIBRE DE IMPUREZAS TALES COMO TIERRA, MATERIA ORGANICA, MATERIA VEGETAL, AGUA.
  - AGREGADO FINO ARENA: DEBERA DE SER DE PREPARACION TRIPLICADA LIBRE DE IMPUREZAS LOCALES, MATERIA ORGANICA O VEGETAL DE LAS SOLUCIONES PROPORCIONADAS.
  - 1" A 3/4" PARA CIMENTOS Y ZAPATAS.
  - 3/4" A 1/2" PARA SOLERA COLUMNAS ENTRE MUROS.
  - 3/4" PARA LOSAS Y LOSAS.
  - AGUA: PARA MEZCLA DE CONCRETO DEBERA ESTAR LIBRE DE SALES Y GRASAS.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**

Proyecto: DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO ZONA 5 DE MIXCO

Contenido: PLANTA DE CIMENTACION PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

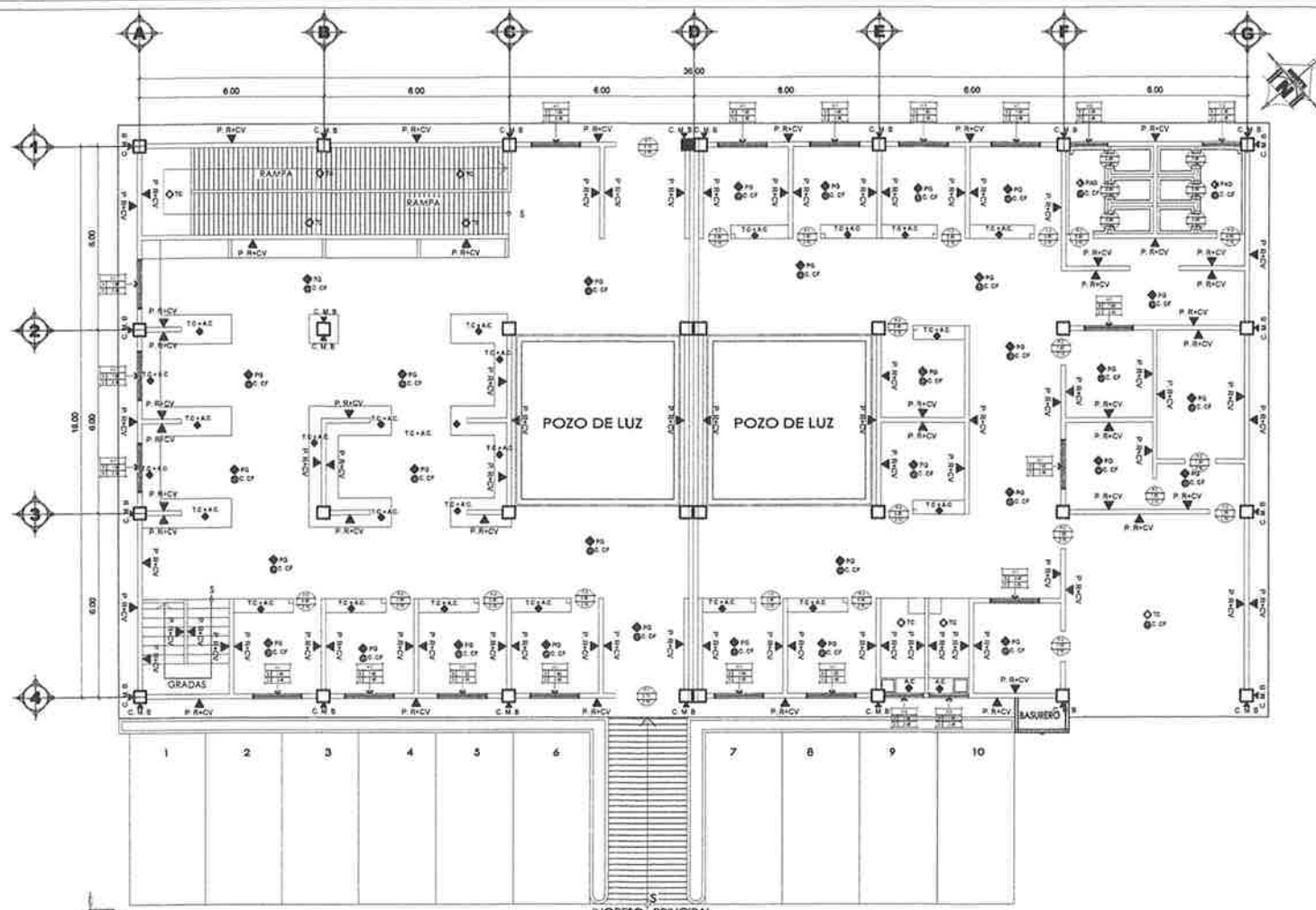
Asesor(a) Supervisor(a) de EPS: MARCO ANTONIO GUAMUICH

INDICADA

Fecha: MAYO 2, 014

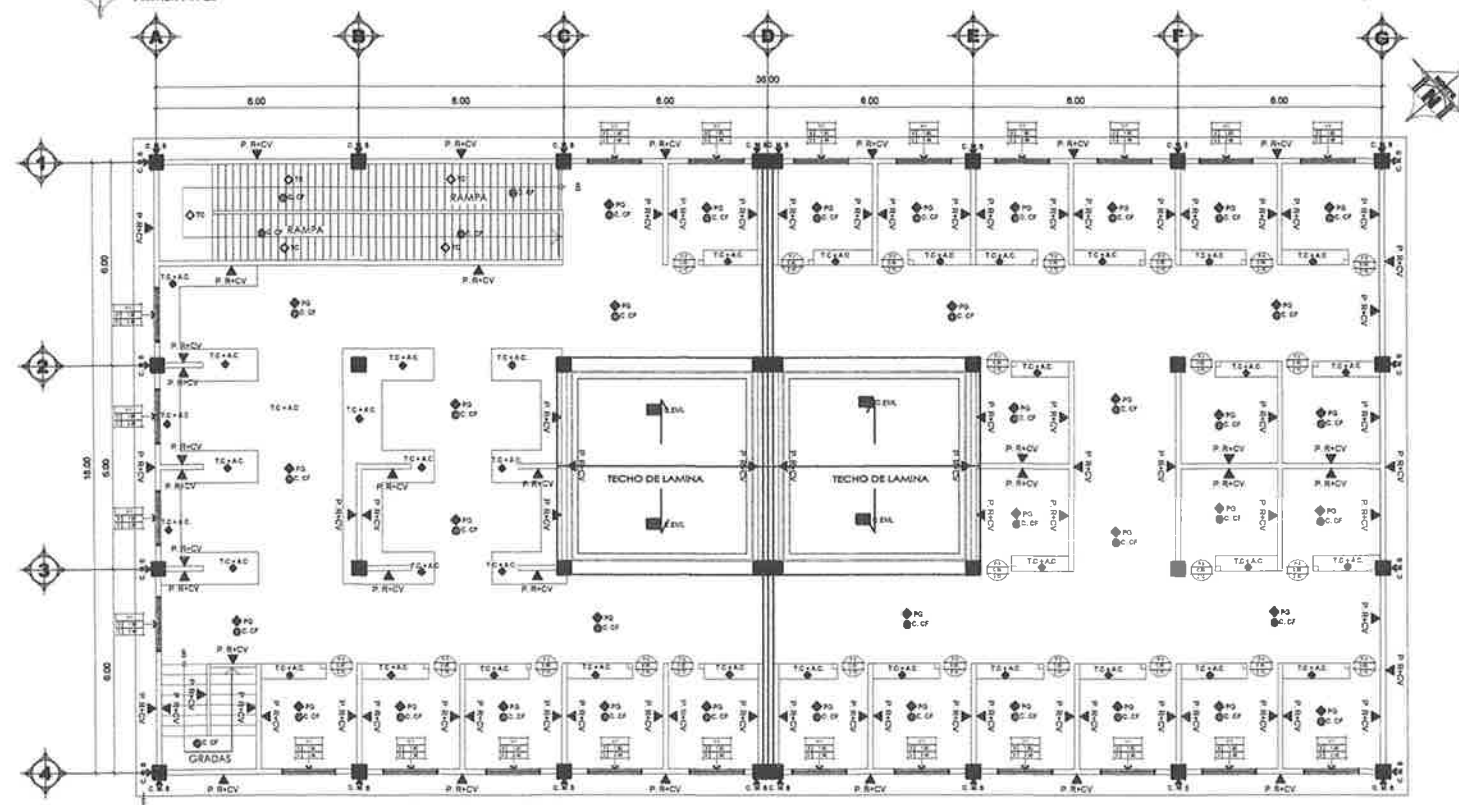
HOJA No. 05

14



PLANTA DE ACABADOS  
PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/1000



PLANTA DE ACABADOS  
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/1000

**Nomenclatura**

SÍMBOLO	UBICACION	MATERIAL	OBSERVACIONES
P. RCV	PARED	REPELLO + CERNOO VERTICAL	MIGUÑA
PC	PISO	PISO CERAMICO	MIGUÑA
	PARED	AZULEJO H= 1.25	AZULEJO INCOMPL.
C. M. B.	COLUMNA	MOLDURA BLANQUEADA	MIGUÑA
PAD	PISO	PISO ANTIDESLIZANTE	MIGUÑA
T.C. + A.C.	MOSTRADORES DE LOCALES	TORTA DE CONCRETO + ALISADO DE CEMENTO	MIGUÑA
C.E.M.	CIELO	ESTRUCTURA METALICA + LAMINA TROQUELADA	LAMINA TROQUELADA
TC	PISO	TORTA DE CONCRETO ESP. 0.07 MTS	MIGUÑA
C. CF	CIELO	CERNOO FINO	MIGUÑA
V.F.	VENTANAS	VENTANERIA DE HIERRO+VIDRIO	MIGUÑA
P.F.	PUERTAS	MADERA Y METAL (VER PLANILLA)	MIGUÑA

CUADRO IDENTIFICADOR DE VENTANAS	W1	W2	W3
	1.50	1.50	1.50
	2.70	2.70	2.70
	2.30	2.30	2.30

TIPO DE VENTANA  
 ALTIMETRIA DEL BILAR  
 ALTIMETRIA DEL DENTE

CUADRO IDENTIFICADOR DE PUERTAS	P1	P2	P3
	1.10	1.10	1.10
	0.90	0.90	0.90
	2.10	2.10	2.10

TIPO DE PUERTA  
 ANCHO DE PUERTA  
 ALTIMETRIA DEL DENTE

**Planilla de Puertas**

TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
P-1	2	2.13	2.30	METAL + PINTURA ANTICORROSIVA
P-2	6	1.00	2.10	METAL + PINTURA ANTICORROSIVA
P-3	38	0.90	2.10	METAL + PINTURA ANTICORROSIVA
P-4	6	0.59	1.60	METAL + PINTURA ANTICORROSIVA

**Planilla de ventanas**

TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
V-1	40	1.60	0.80	ALUMINIO MILL FINISH + VIDRIO LISO DE 4 mm. CON PALETAS
V-2	2	1.25	0.40	ALUMINIO MILL FINISH + VIDRIO LISO DE 4 mm. CON PALETAS
V-3	2	1.28	0.80	ALUMINIO MILL FINISH + VIDRIO LISO DE 4 mm. CON PALETAS

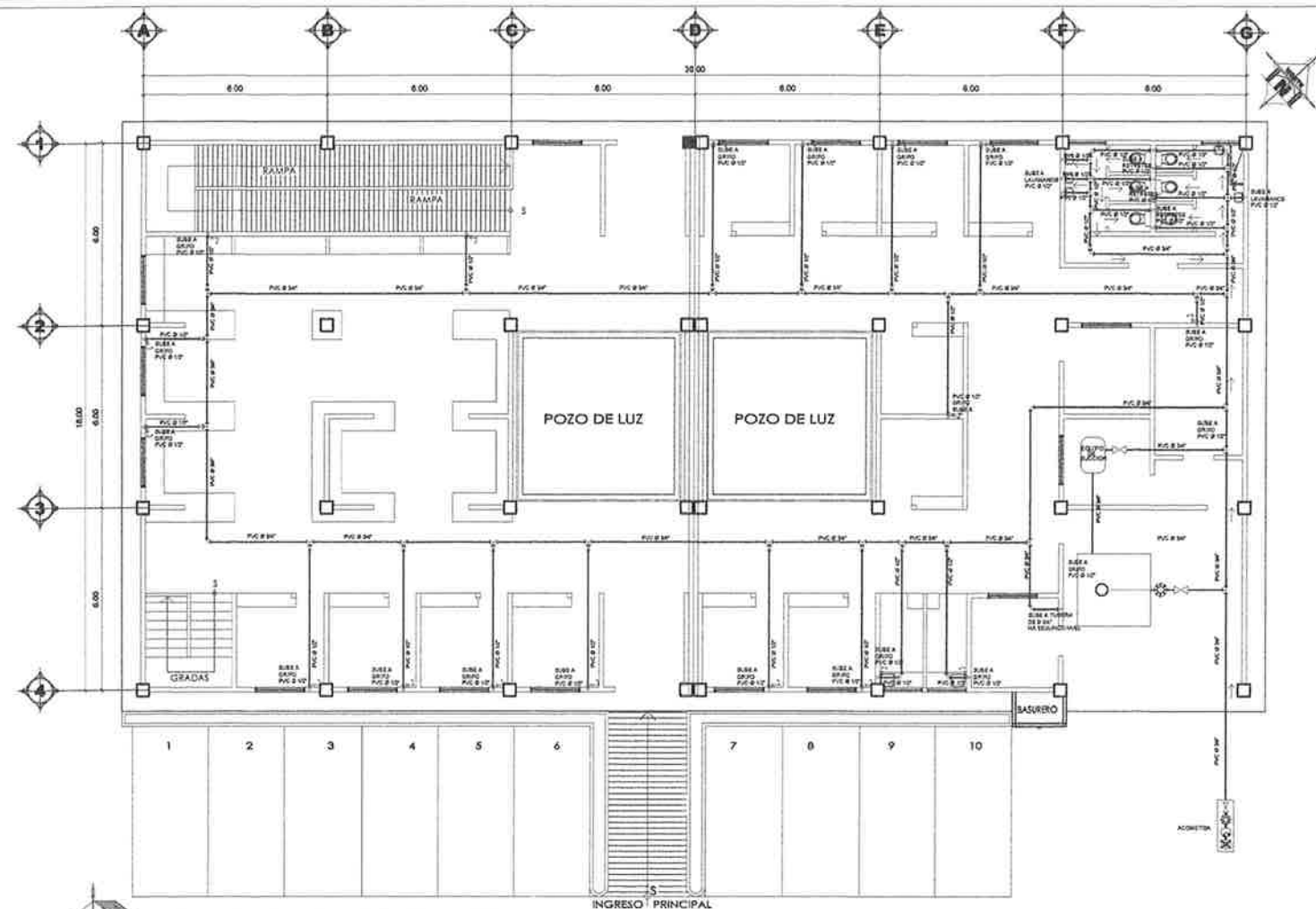


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**



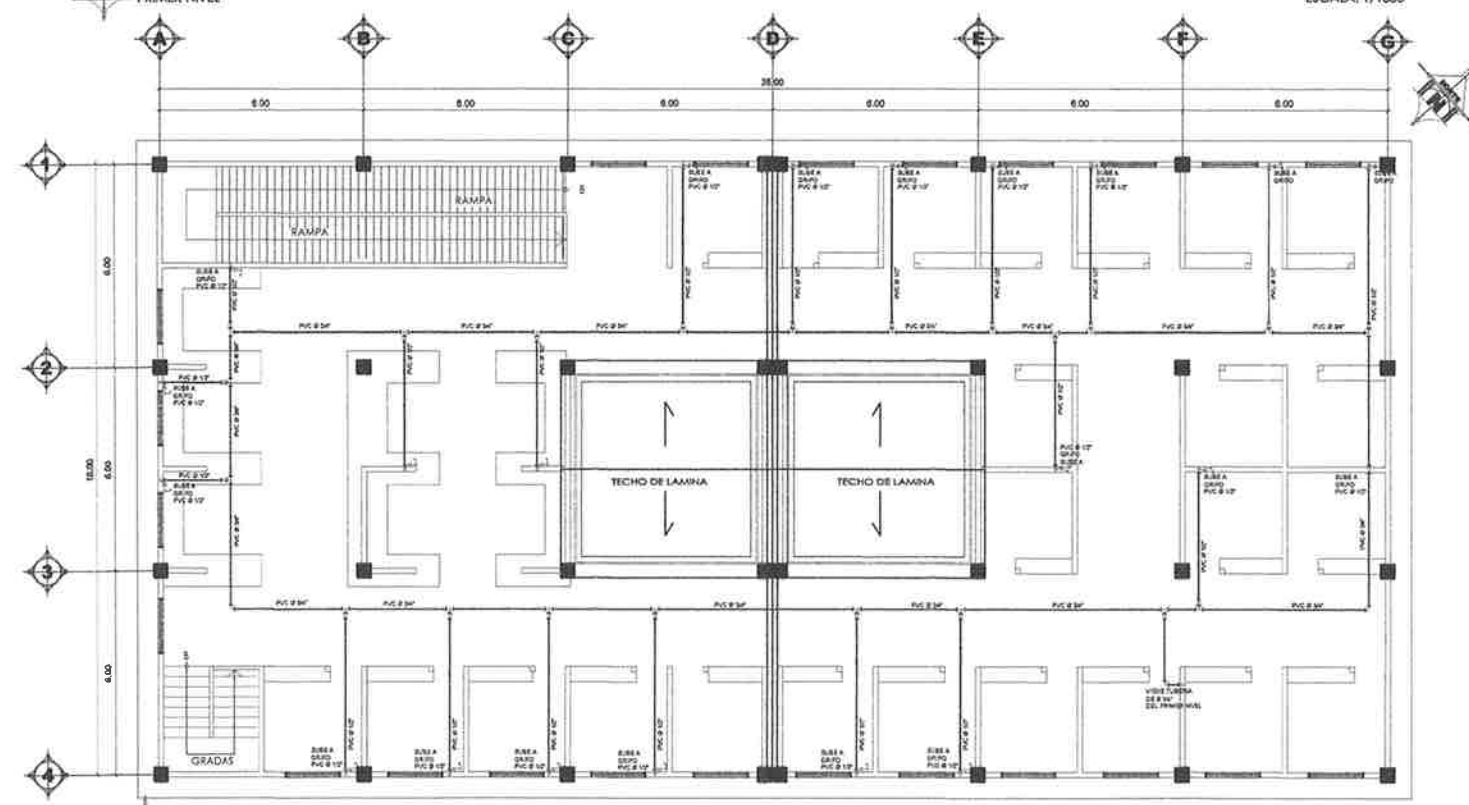
Proyecto:  
 DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO  
 ZONA 5 DE MIXCO

Diseñó: MARCO ANTONIO GUAMUCH	Contenido: PLANTA DE ACABADOS PRIMERO Y SEGUNDO NIVEL
Dibujó: MARCO ANTONIO GUAMUCH	ASESORIA SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Escala: INDICADA	HOJA No. 06
Fecha: MAYO 2, 014	14



PLANTA INSTALACION HIDRAULICA  
PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/1000



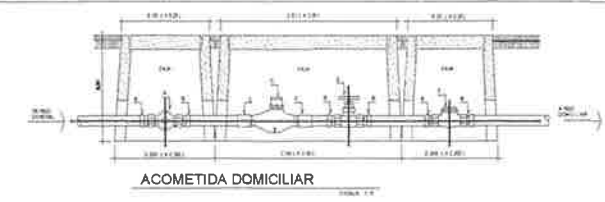
PLANTA INSTALACION HIDRAULICA  
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/1000

### NOMENCLATURA INST. HIDRAULICA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	LLAVE DE PASO
	CONTADOR
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE CHEQUE
	TUBERIA PVC Ø INDICADO
	TEE HORIZONTAL
	CODO A 90° VERTICAL
	CODO A 90° HORIZONTAL
	TEE A 90° VERTICAL
	GRIFO
	REDUCIDOR

- NOTAS INSTALACION HIDRAULICA:**
- 1.- LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE CONSISTE EN UNA ACOMETIDA Ø 3/4" QUE ALIMENTA UN CIRCUITO PRINCIPAL DE Ø 3/4", EL CUAL ALIMENTA RAMALES DE Ø 1/2".
  - 2.- LA TUBERIA PARA AGUA POTABLE SERA DE PVC CLASE 250 Y ACCESORIOS CEDULA 40 CON LOS DIAMETROS INDICADOS EN LOS PLANOS.
  - 3.- TODOS LOS ACCESORIOS SERAN EMPOTRADOS.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**

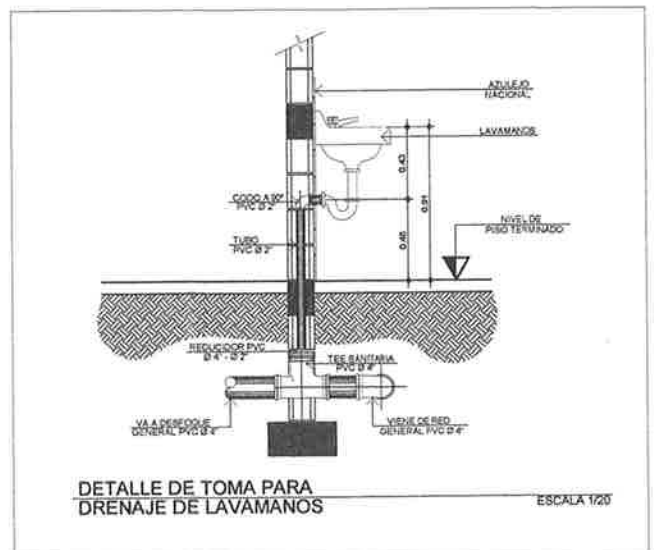
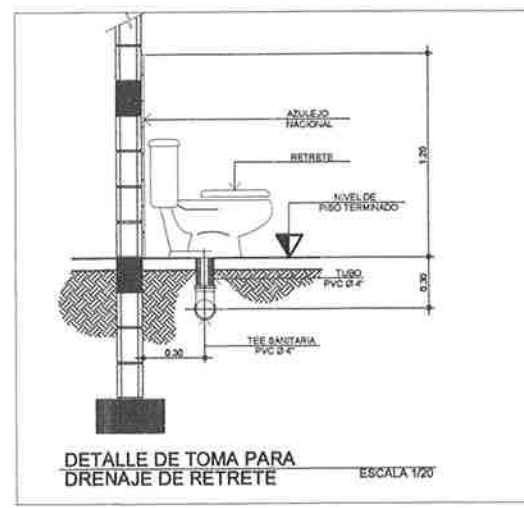
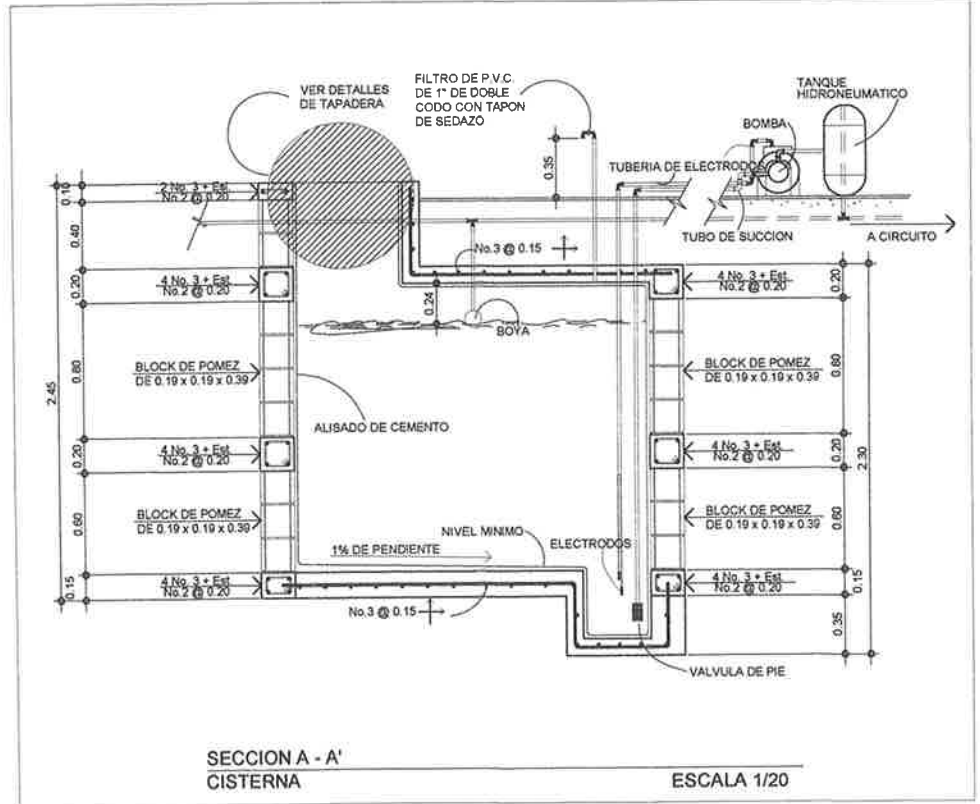
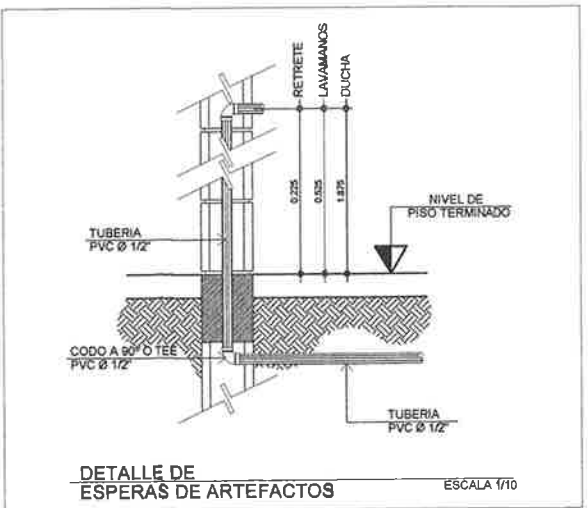
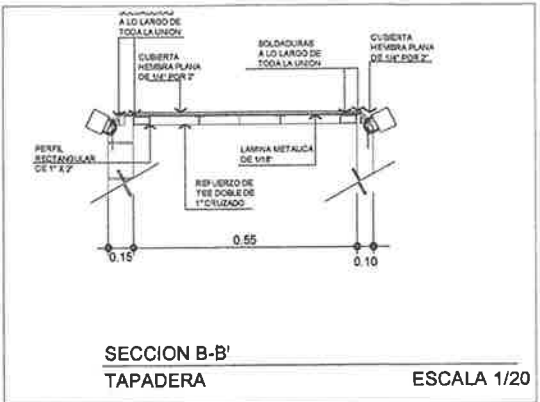
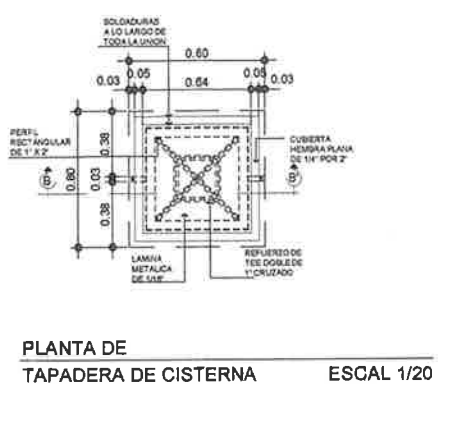
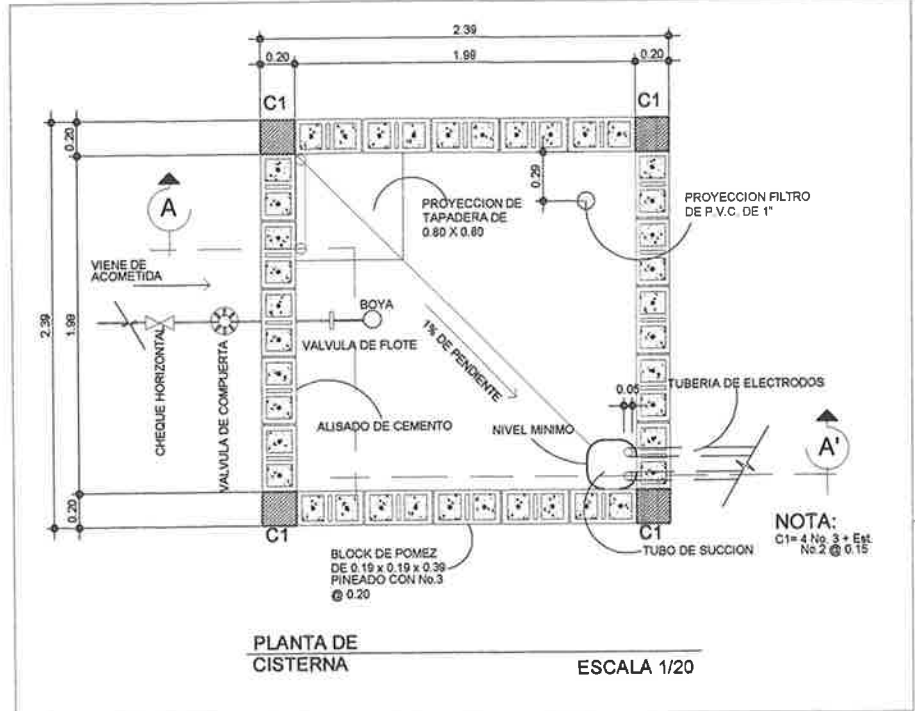


Proyecto:  
DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO  
ZONA 5 DE MIXCO

Diseño: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
Dibujo: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
Escala: INDICADA  
Fecha: MAYO 2, 014

Contenido: PLANTA DE INST. HIDRAULICA  
PRIMERO Y SEGUNDO NIVEL  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
MARCO ANTONIO GUAMUCH  
ASESORIA EN INGENIERIA DE EPS  
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS

HOJA No. 07 / 14



**NOTAS INSTALACION HIDRAULICA:**

- 1.- LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE CONSISTE EN UNA ACOMETIDA Ø 3/4" QUE ALIMENTA UN CIRCUITO PRINCIPAL DE Ø 3/4", EL CUAL ALIMENTA RAMALES DE Ø 1/2".
- 2.- LA TUBERIA PARA AGUA POTABLE SERA DE PVC CLASE 250 Y ACCESORIOS CEDULA 40 CON LOS DIAMETROS INDICADOS EN LOS PLANOS.
- 3.- TODOS LOS ACCESORIOS SERAN EMPOTRADOS.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**

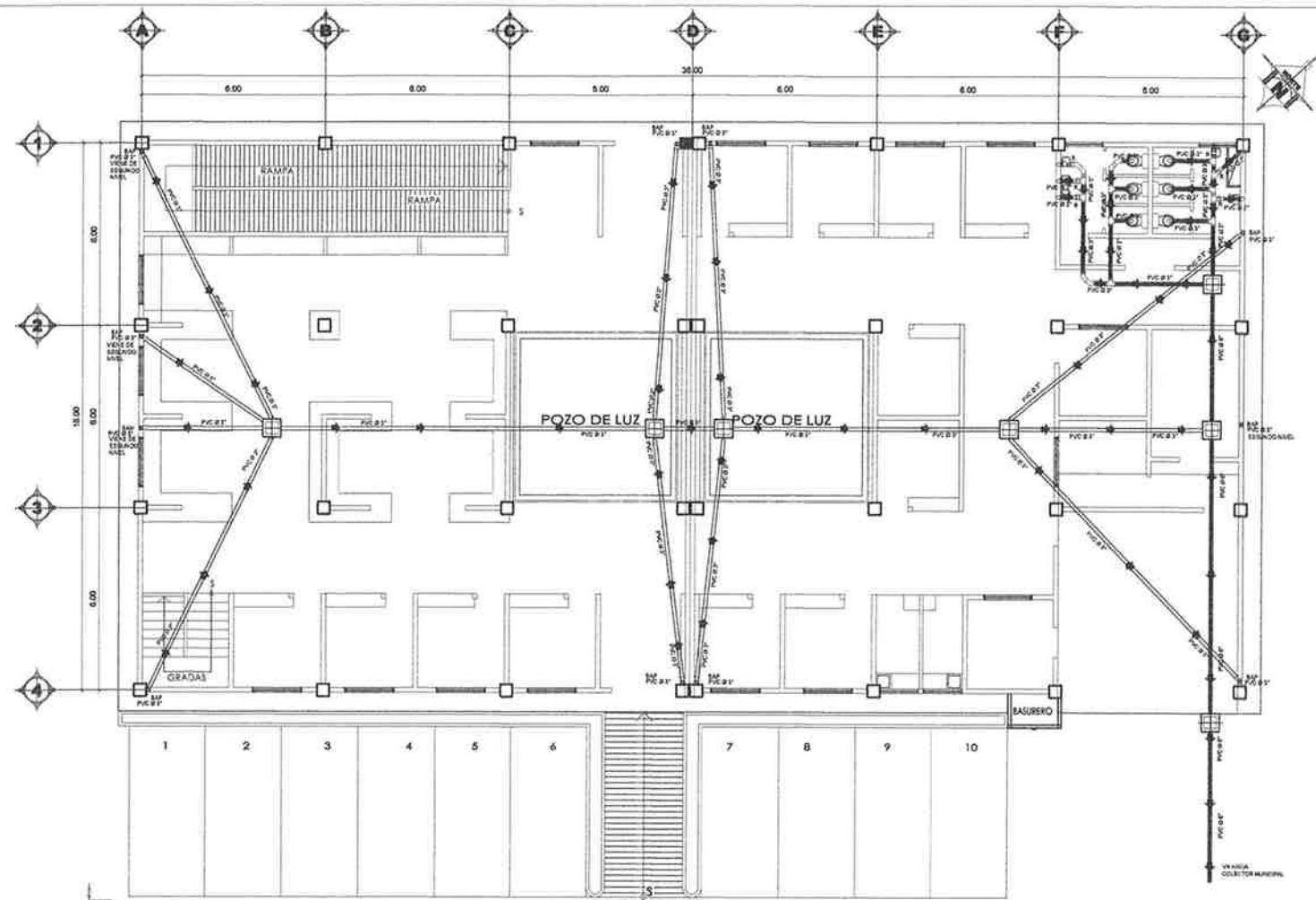
Proyecto:  
DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO  
ZONA 5 DE MIXCO

Diseño: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
Dibujo: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
Escala: INDICADA  
Fecha: MAYO 2014

CONTENIDO:  
DISEÑOS DE INSTALACION HIDRAULICA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
SUPERVISORA DE EPS  
ASESORIA Y SUPERVISORIA DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

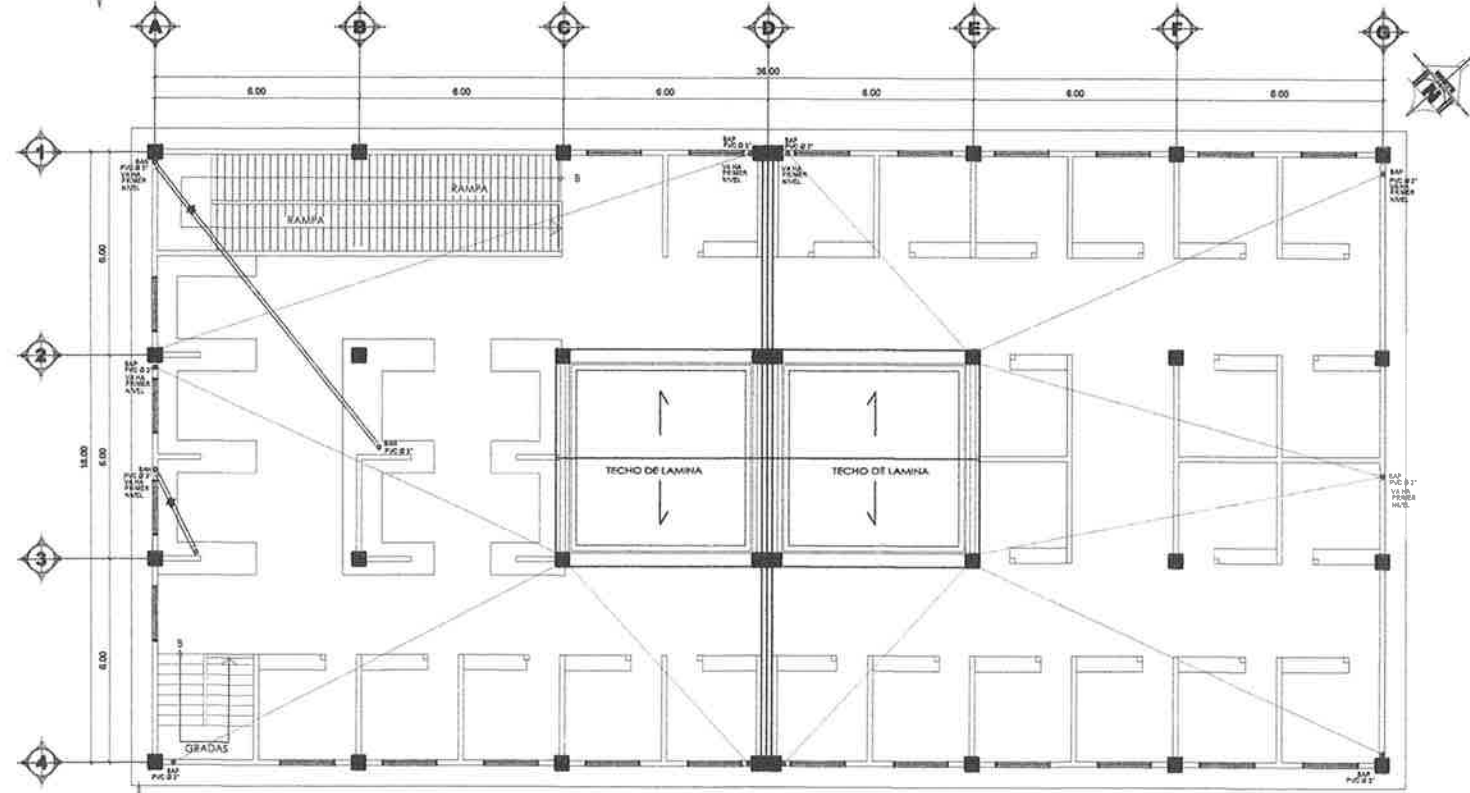
HOJA No. 08  
14



PLANTA INSTALACION SANITARIA

PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/1000



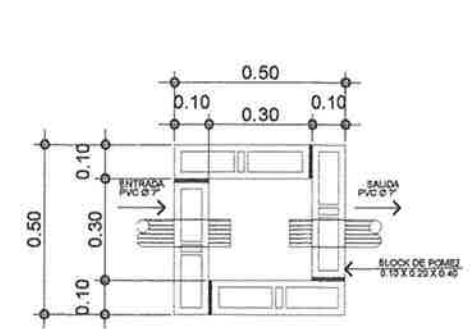
PLANTA BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/1000

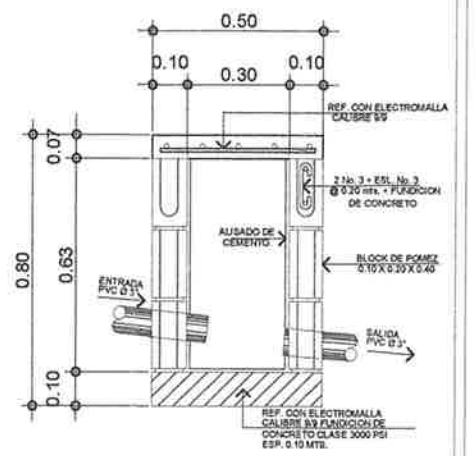
**NOMENCLATURA INST. SANITARIA**

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS PVC, Ø INDICADO
	CAJA DE REGISTRO
	CODO A 90° VERTICAL
	CODO HORIZONTAL A 90°
	YEE HORIZONTAL
	CODO HORIZONTAL A 45°
	TEE HORIZONTAL
	REDUCIDOR
	SIFON TERMINAL
	INDICA SENTIDO DE FLUJO Y PENDIENTE DE 2% EXCEPTO CUANDO SE INDIQUE



Planta Caja De Registro

Escala: 1/10



**NOTAS INSTALACIONES SANITARIAS:**

- AGUAS NEGRAS:**
- 1.- LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS PARA DRENAJES QUE VAN EN EL INTERIOR DEL EDIFICIO SERAN DE PVC CLASE 80 PSI Y LLEVARAN UNA PENDIENTE DEL 2 %, SALVO QUE SE INDIQUE OTRA.
  - 2.- LAS BAJANTES DE AGUAS NEGRAS SERAN DE PVC 80 PSI Y SE CONTINUARAN HACIA ARRIBA CON TUBO PVC 55C 2" PARA VENTILACION DEL RAMAL CON EL OBJETO DE NO ROMPER EL SELLO HIDRAULICO DE LOS SIFONES.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**

Proyecto:  
DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO  
ZONA 5 DE MIXCO

Diseño: MARCO ANTONIO GUAMUCH

Dibujo: MARCO ANTONIO GUAMUCH

Escala: INDICADA

Fecha: MAYO 2, 2014

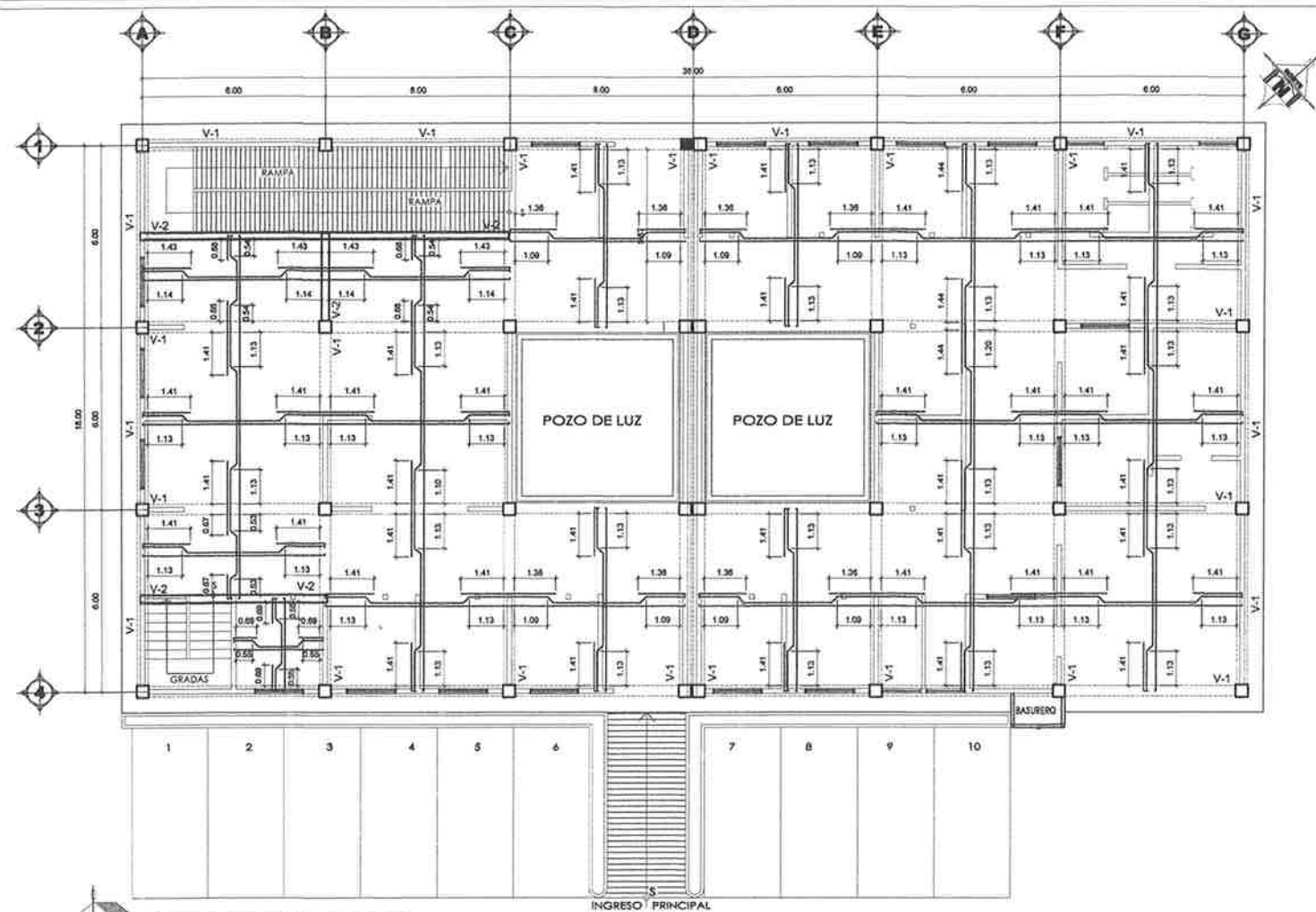
Contenido: PLANTA DE INSTALACION SANITARIA Y PLUVIAL DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO

ASOCIACION SUPERVISORIAL DE EPS

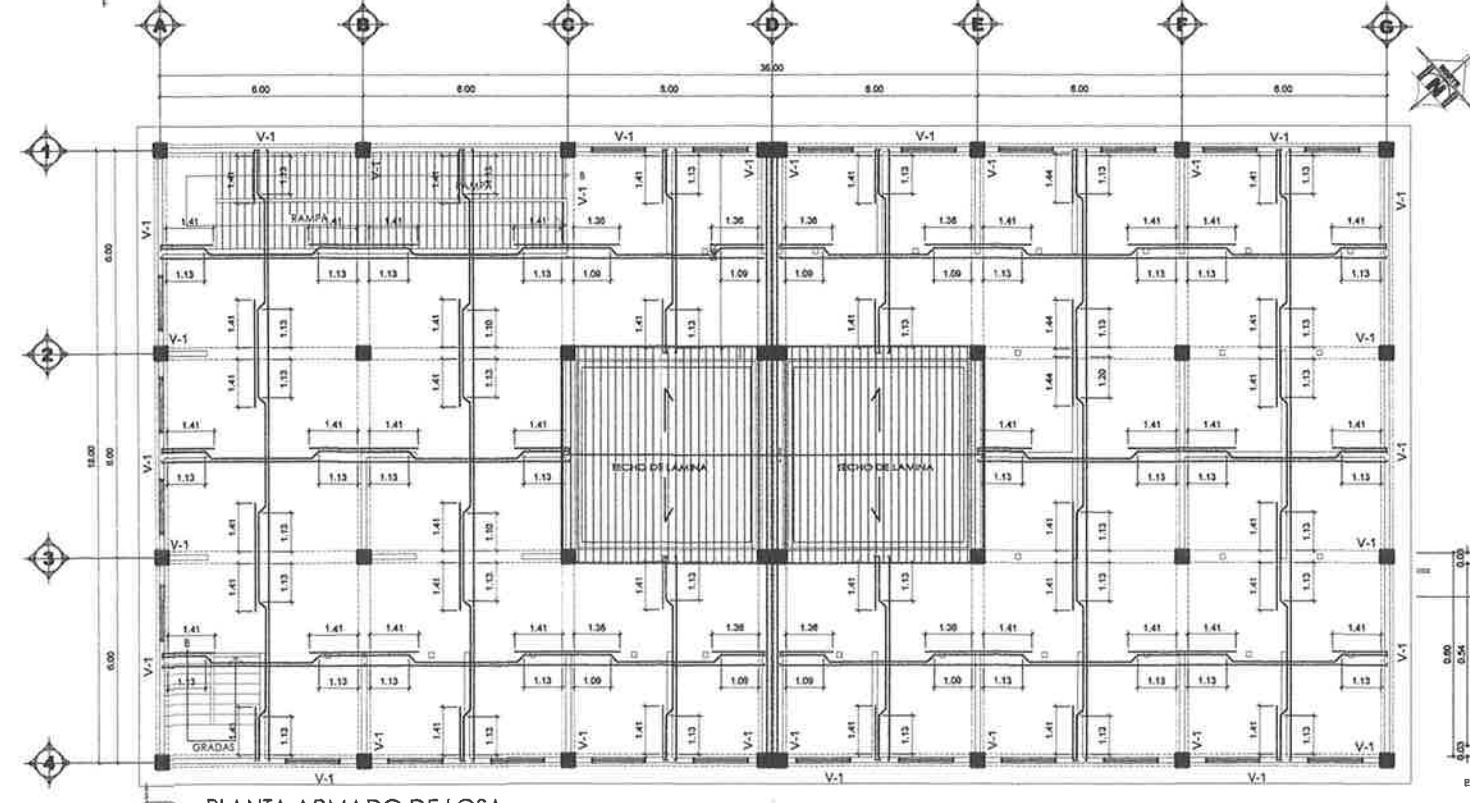
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

HOJA No. 09

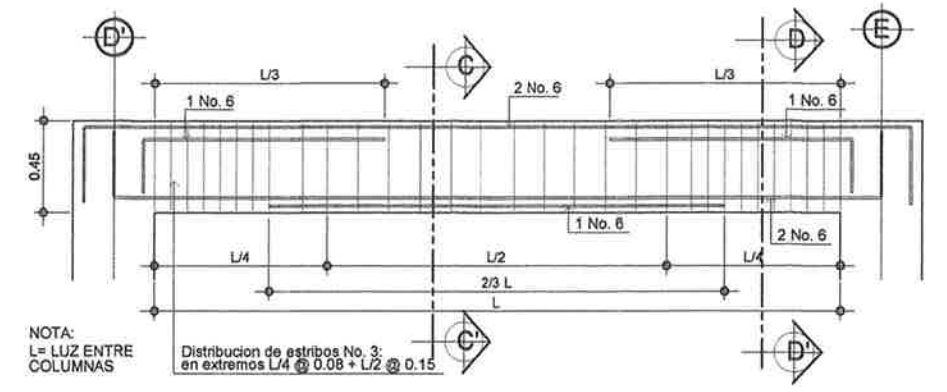
14



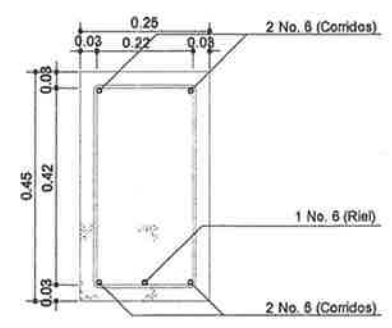
**PLANTA ARMADO DE LOSA**  
PRIMER NIVEL  
ESCALA: 1/1000



**PLANTA ARMADO DE LOSA**  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA: 1/1000

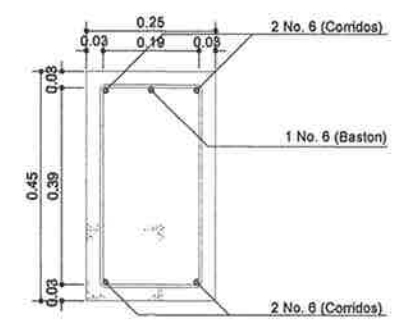


**SECCION LONGITUDINAL VIGA 2**  
ESCALA 1/50



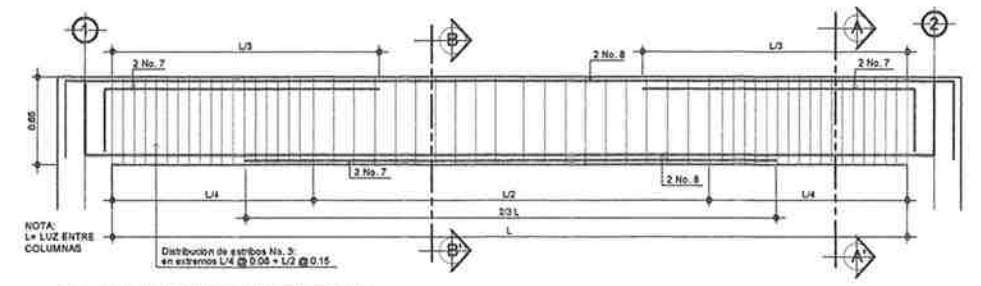
Est. No. 3, confinamiento en extremos  
L/4 @ 0.08, L/2 @ 0.15

**Sección C - C' Viga 2**  
ESCALA 1/50

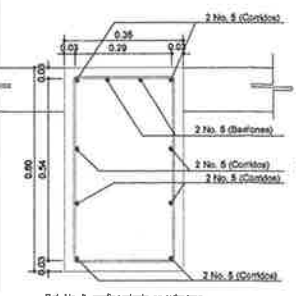


Est. No. 3, confinamiento en extremos  
L/4 @ 0.08, L/2 @ 0.15

**Sección D - D' Viga 2**  
ESCALA 1/50

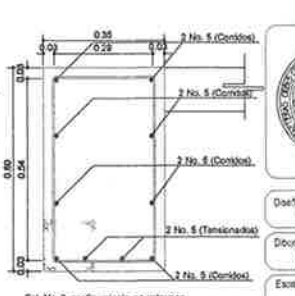


**SECCION LONGITUDINAL VIGA 1**  
ESCALA 1/75



Est. No. 3, confinamiento en extremos  
L/4 @ 0.08, L/2 @ 0.15

**Sección A - A' Viga 1**  
ESCALA 1/75



Est. No. 3, confinamiento en extremos  
L/4 @ 0.08, L/2 @ 0.15

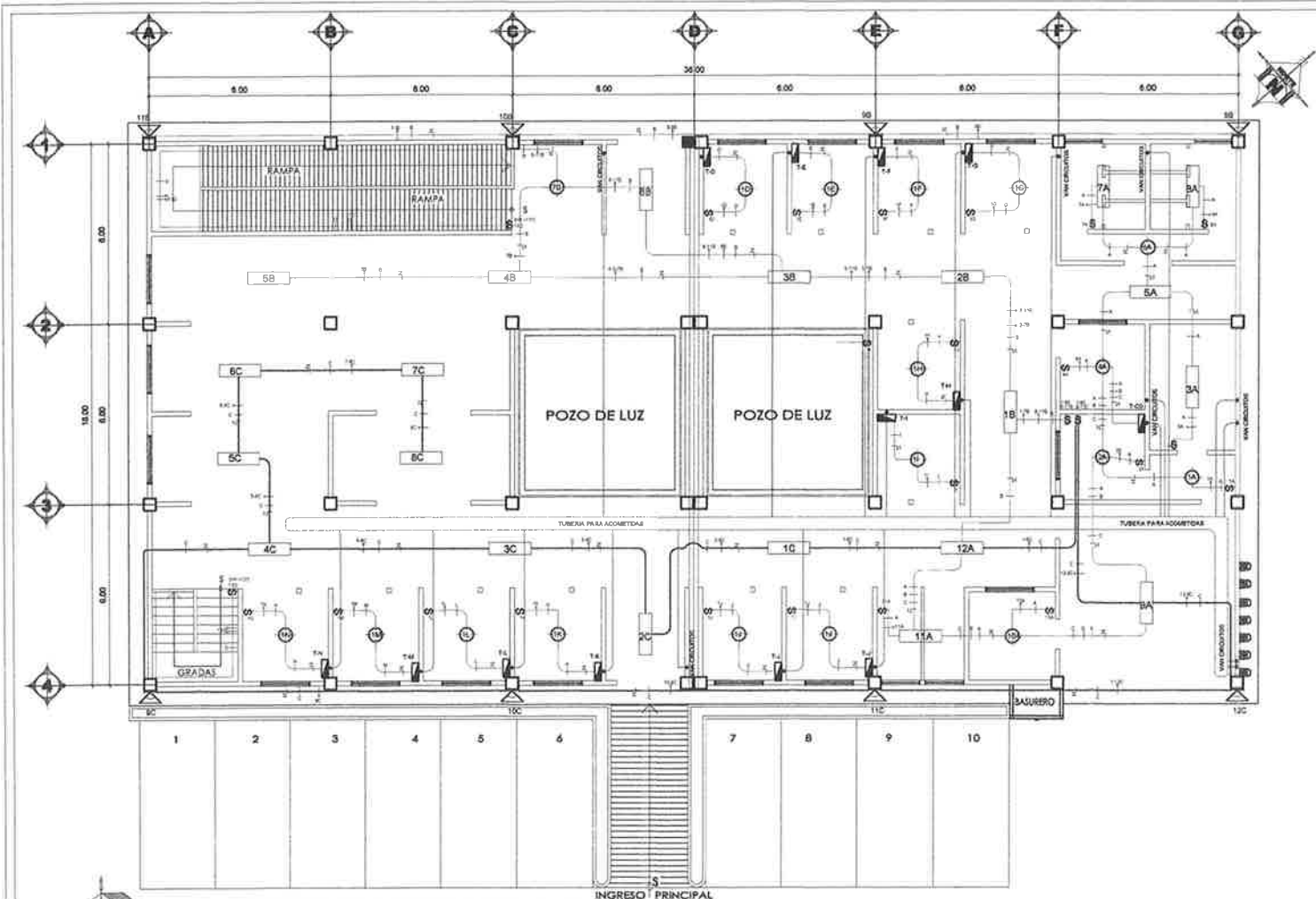
**Sección B - B' Viga 1**  
ESCALA 1/75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**

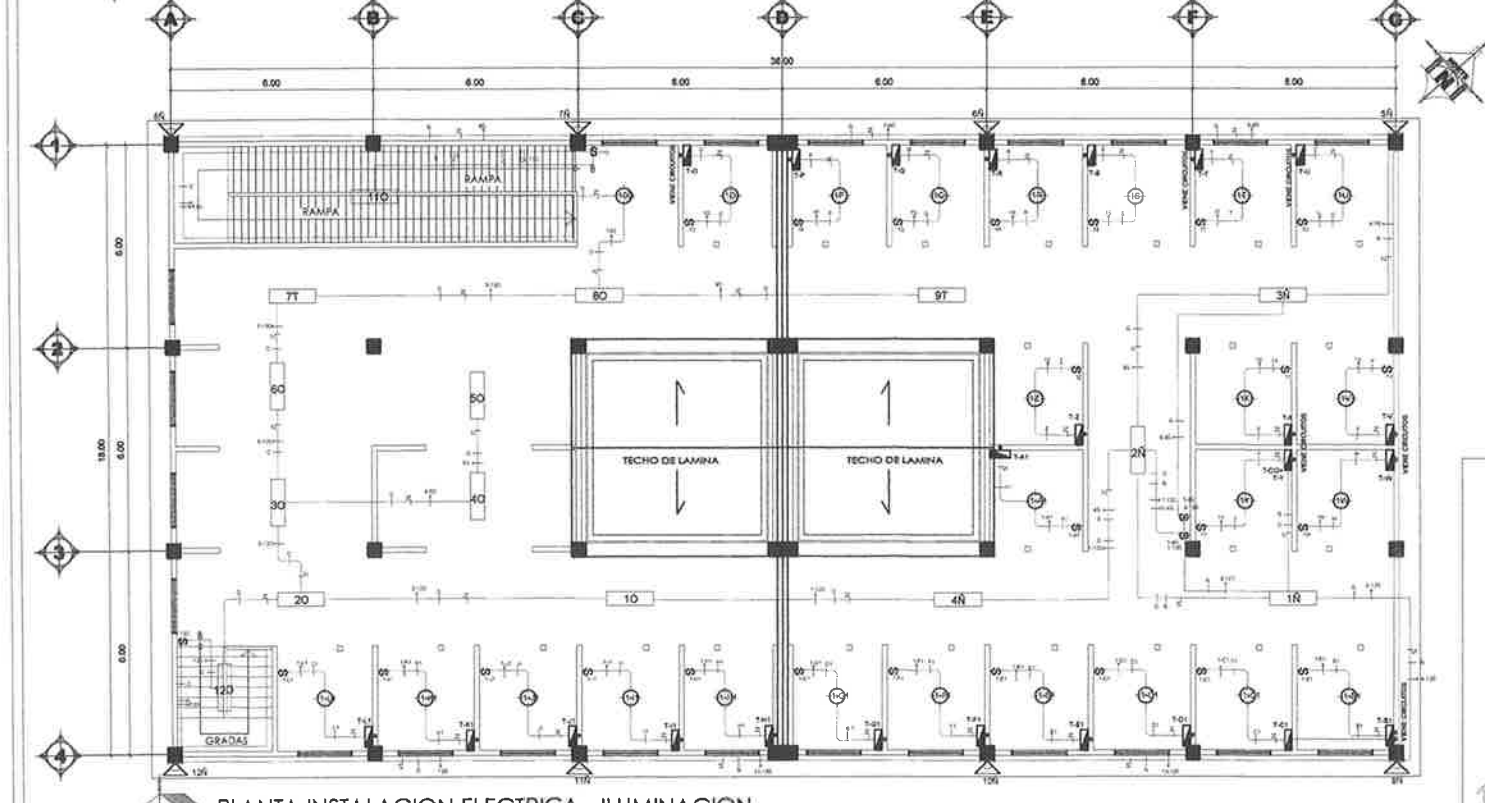
Proyecto:  
DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO  
ZONA 5 DE MIMC

Docente: MARCO ANTONIO GUANLUCH  
Dibujante: MARCO ANTONIO GUANLUCH  
Escala: INDICADA  
Fecha: MAYO 2, 014

Contenido: PLANTA DE ARMADO DE LOSA DEL PRIMER Y SEGUNDO NIVEL  
Cargo: ASISTENTE SUPERVISOR (A) DE EPS  
MARCOS ANTONIO GUANLUCH  
Unidad de Proyectos de Ingeniería y EHOJA No. 10  
Ing. Oscar A. [Signature]



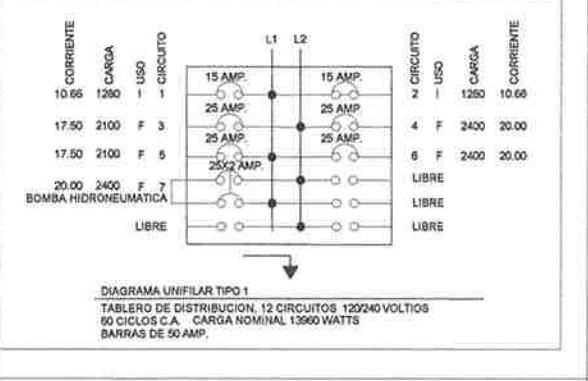
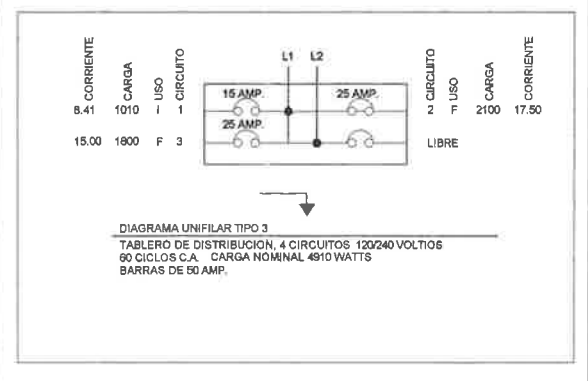
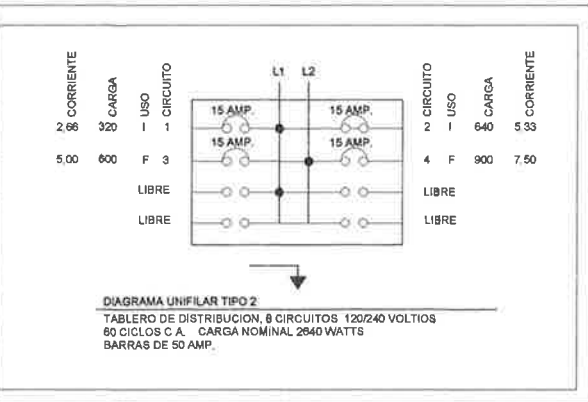
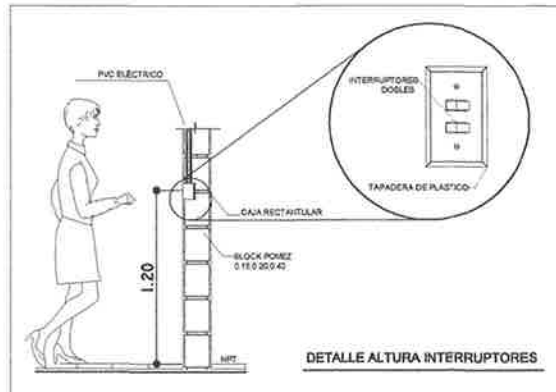
PLANTA INSTALACION ELECTRICA-ILUMINACION  
PRIMER NIVEL  
ESCALA: 1/1000



PLANTA INSTALACION ELECTRICA - ILUMINACION  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA: 1/1000

NOMENCLATURA ILUMINACION		
SIMBOLO	DESCRIPCION	LOCALIZACION
	TABLERO DE DISTRIBUCION	+ 1.70 m. S.N.P.T.
	CAJA PARA CONTADOR	+ 2.70 m. S.N.P.T.
	CAJA TIPO "RH"	+ 1.70 m. S.N.P.T.
	PLAFONERA+ESPIRAL AHORRADOR 1+1m UNIDAD. 8+ CIRCUITO	CIELO
	LAMPARA EN PARED (TIPO FAROL) 2+3m UNIDADES. 0+ CIRCUITO	+ 3.30 m. S.N.P.T.
	INTERRUPTOR SIMPLE	+ 1.20 m. S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE	+ 1.20 m. S.N.P.T.
	INTERRUPTOR THREE WAY	+ 1.20 m. S.N.P.T.
	POLIDUCTO PARA CIRCUITO	PISO/PARED
	POLIDUCTO PARA CIRCUITO	CIELO
	CONDUCTOR LINEA ACTIVA	POLIDUCTO
	CONDUCTOR NEUTRO	POLIDUCTO
	CONDUCTOR RETORNO	POLIDUCTO
	PUENTE	POLIDUCTO

NOMENCLATURA ILUMINACION	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA TABLERO DE DISTRIBUCION PARA 2 CIRCUITOS H= 1.70 MTS.
	INDICA TABLERO DE DISTRIBUCION PARA 12 CIRCUITOS H= 1.70 MTS.
	INDICA CAJA DE REGISTRO
	INDICA PANEL DE CONTADORES PARA 13 UNIDADES



NOTAS:

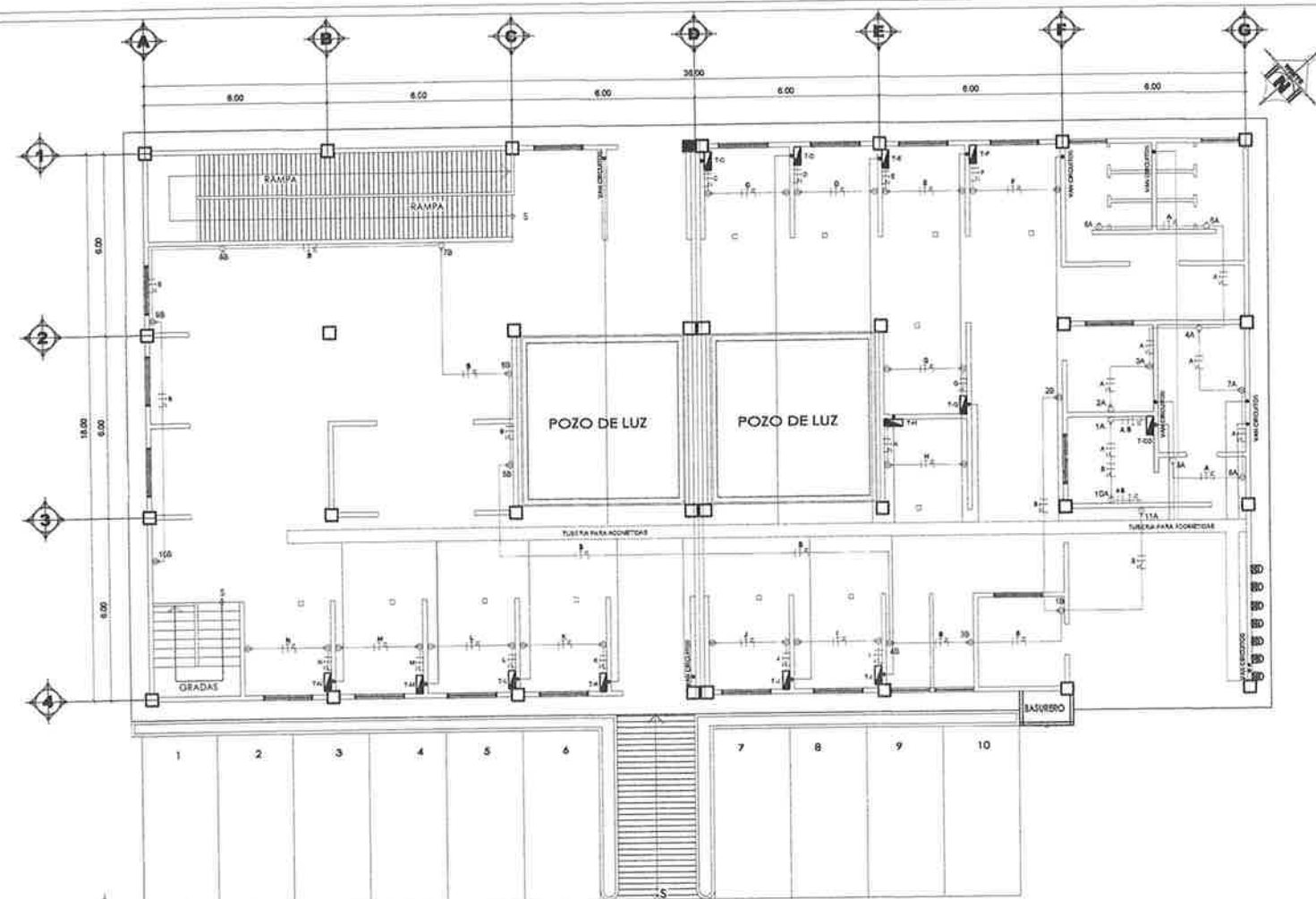
- LAS LAMPARAS EN LOSA DE ENTREPISO SERAN TIPO LISTON.
- EL POLIDUCTO A USAR PARA EL ALAMBRADO ELECTRICO SERA DE Ø 3/4"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**

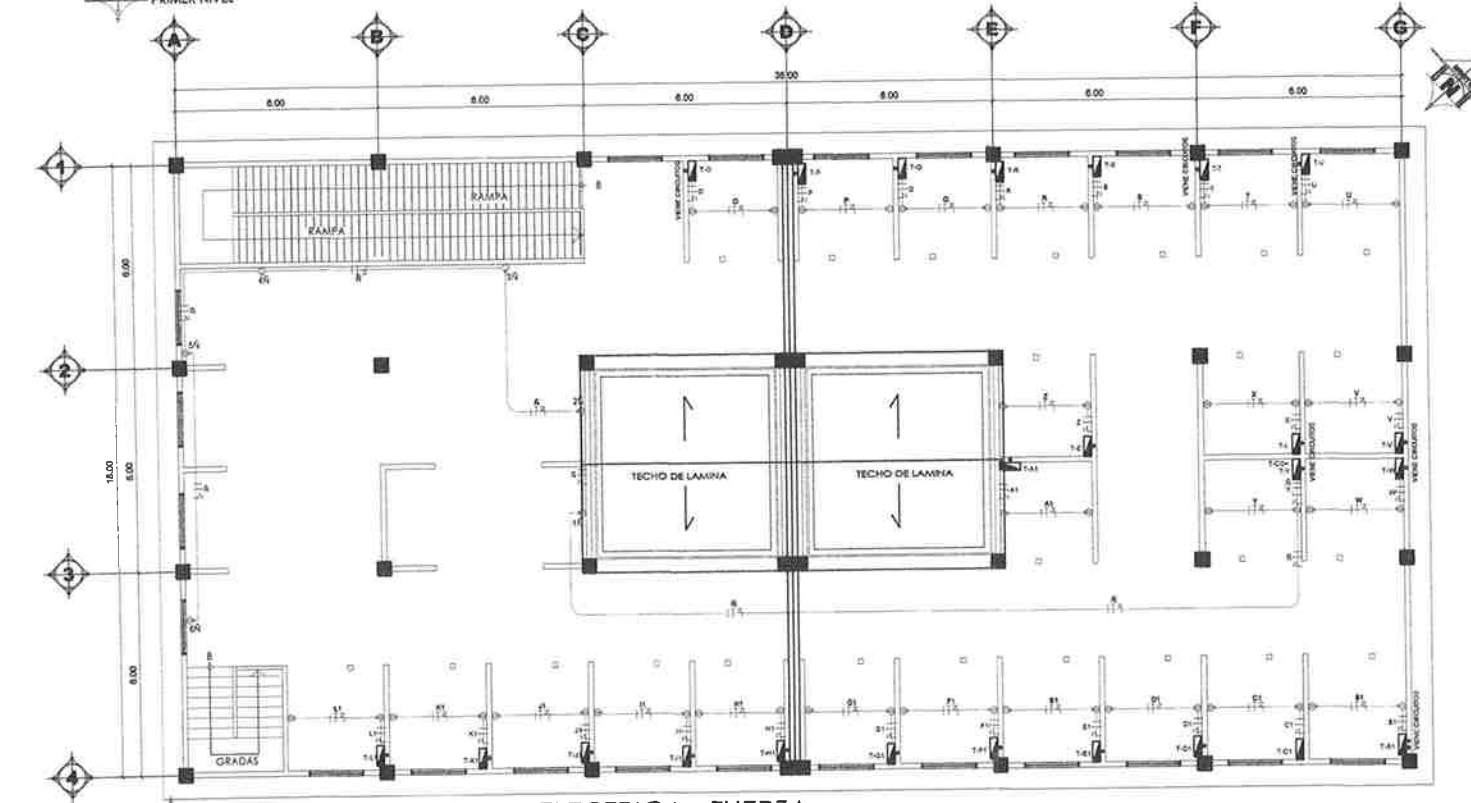
Proyecto: DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO ZONA 5 DE MIXCO

Diseñó: MARCO ANTONIO GUAMUCH Dibujo: MARCO ANTONIO GUAMUCH Escala: INDICADA Fecha: MAYO 2, 014	Contratado: PLANTA INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION PRIMERO Y SEGUNDO NIVEL ASESORIA SUPERVISORIAL DE EPS Unidad de Planificación de Ingeniería y EPS
--	--

HOJA No. 14



PLANTA INSTALACION ELECTRICA-FUERZA  
PRIMER NIVEL  
ESCALA: 1/1000



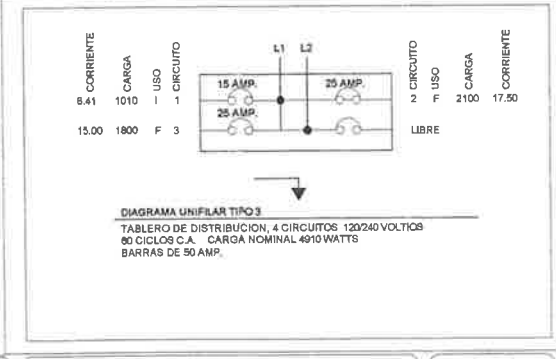
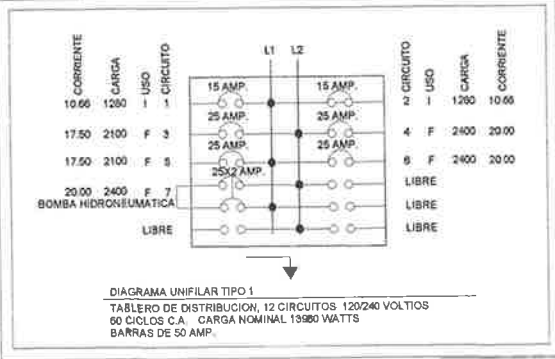
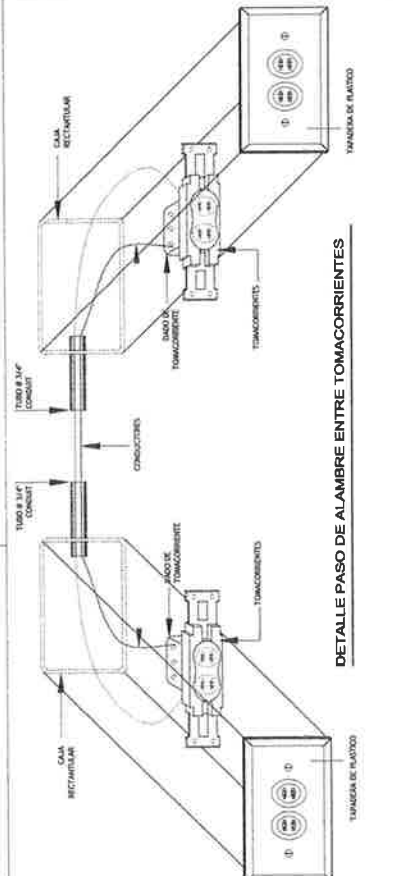
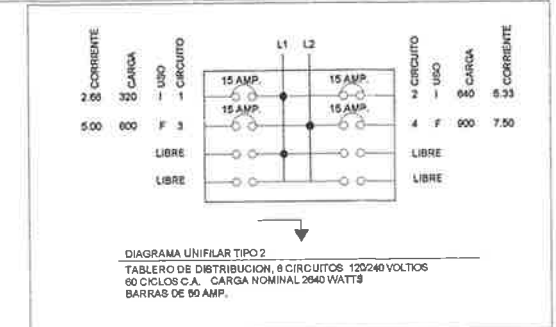
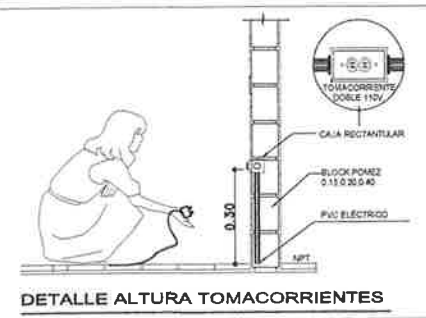
PLANTA INSTALACION ELECTRICA - FUERZA  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA: 1/1000

### NOMENCLATURA ILUMINACION

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
T-A	INDICA TABLERO DE DISTRIBUCION PARA 2 CIRCUITOS H= 1.70 MTS.
T-12	INDICA TABLERO DE DISTRIBUCION PARA 12 CIRCUITOS H= 1.70 MTS.
CR	INDICA CAJA DE REGISTRO
	INDICA PANEL DE CONTADORES PARA 13 UNIDADES

### NOMENCLATURA FUERZA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN
—	DUCTO Ø 3/4" O INDICADO	PISO/PARED
— —	CONDUCTOR LINEA ACTIVA	DUCTO PVC
— — —	CONDUCTOR NEUTRO	DUCTO PVC
— — — —	CONDUCTOR LINEA TIERRA FISICA	DUCTO PVC
⊕	TOMACORRIENTE 110 V, 2 = No. UNIDAD, L = CIRCUITO	0.30 m. S.N.P.T.
⊕	TOMACORRIENTE 110 V, (altura indicada) 2 = No. UNIDAD, H = CIRCUITO	1.10 m. S.N.P.T.
⊕	TOMACORRIENTE 220 V, 1 = No. UNIDAD, MH = CIRCUITOS	2.20 m. S.N.P.T.



NOTAS:

- LAS LAMPARAS EN LOSA DE ENTREPISO SERAN TIPO LISTON.
- EL POLIDUCTO A USAR PARA EL ALAMBADO ELECTRICO SERA DE Ø 3/4"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**

Proyecto: DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO ZONA 5 DE MIXCO

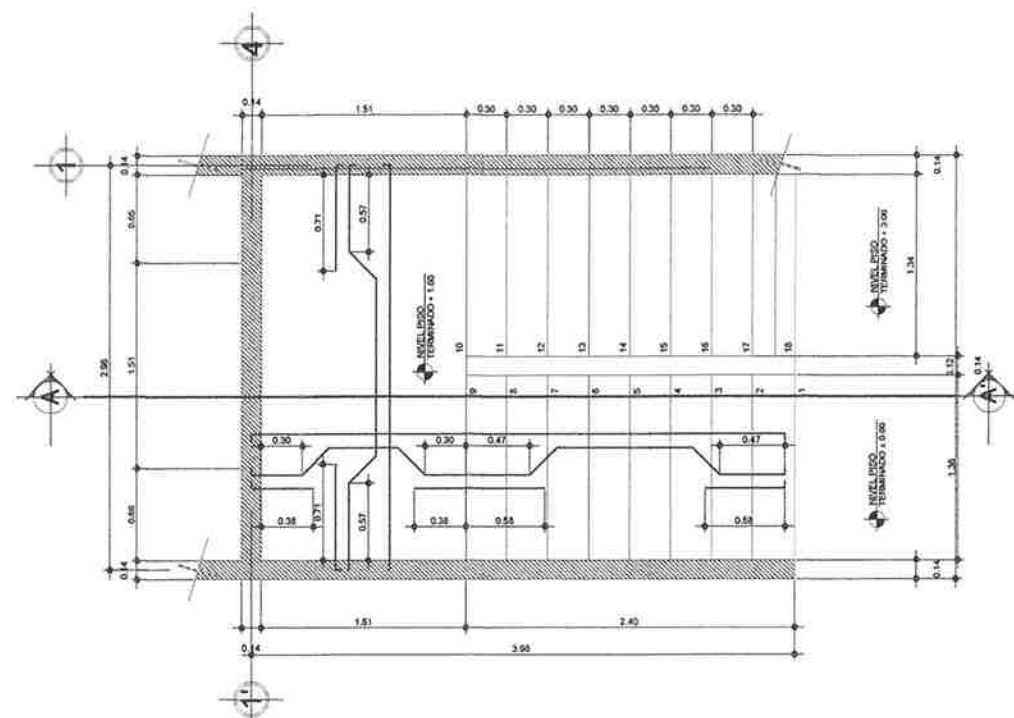
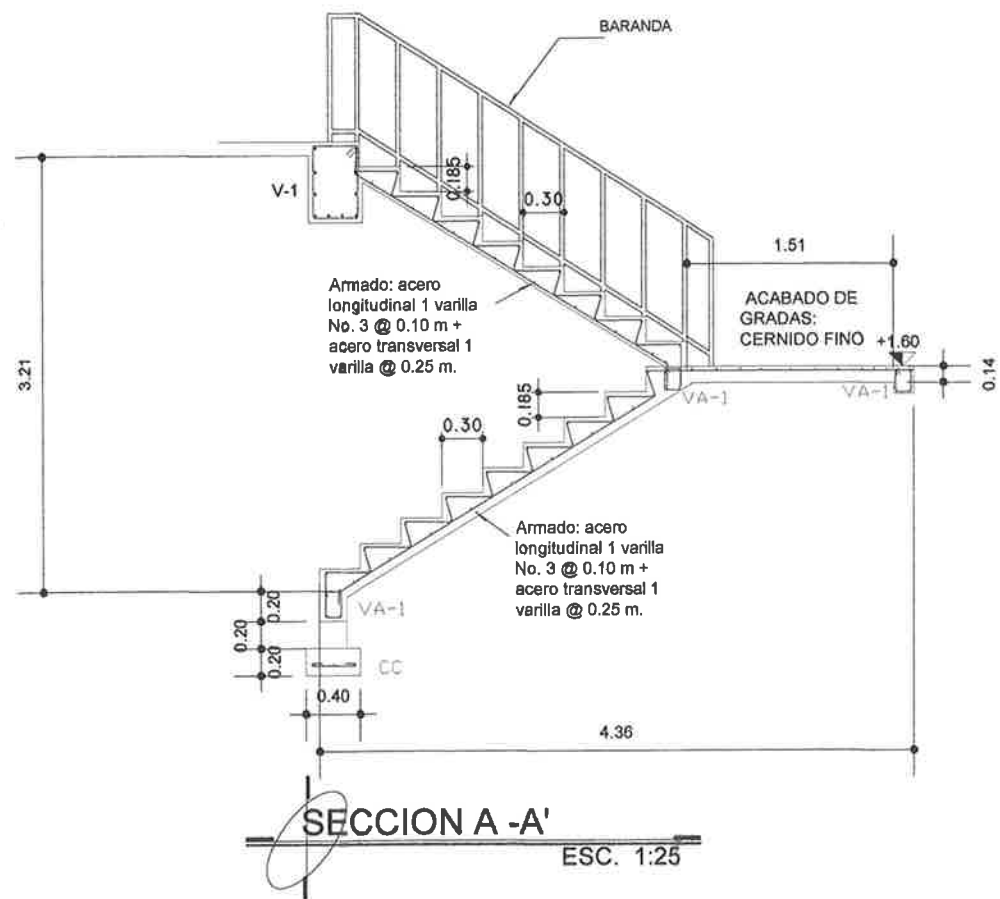
Diseno: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
Dibujo: MARCO ANTONIO GUAMUCH  
Escala: INDICADA  
Fecha: MAYO 2, 014

Consentido: PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA-FUERZA DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO ZONA 5 DE MIXCO

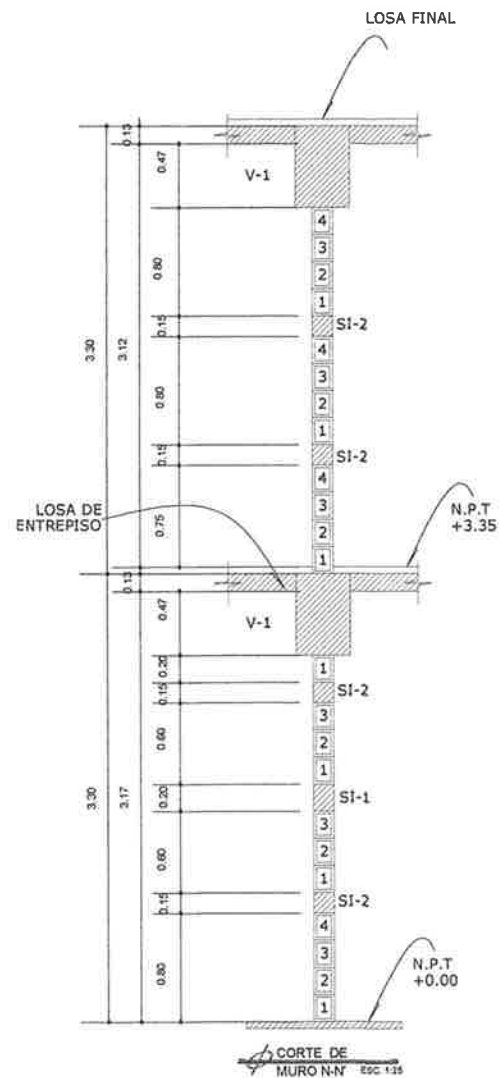
ASESORIA SUPERVISORIA DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

HOJA No. 14

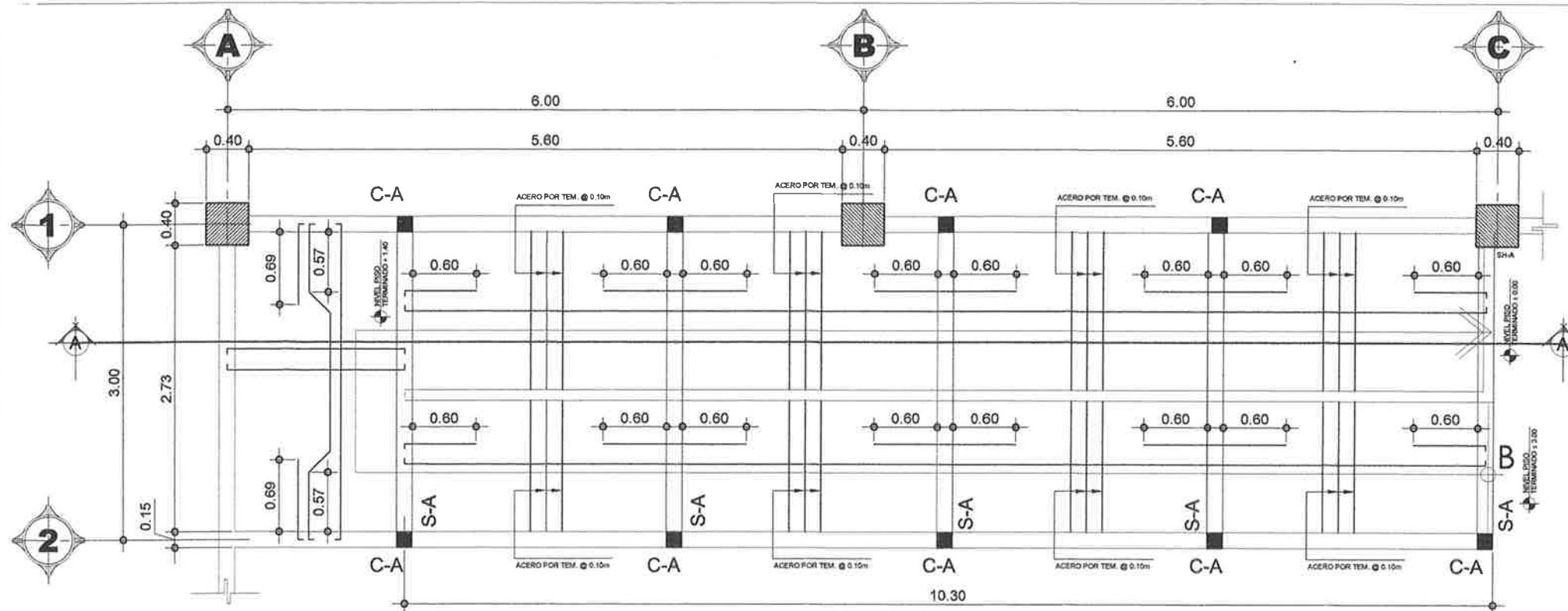




PLANTA DE GRADAS ESCALA 1/25

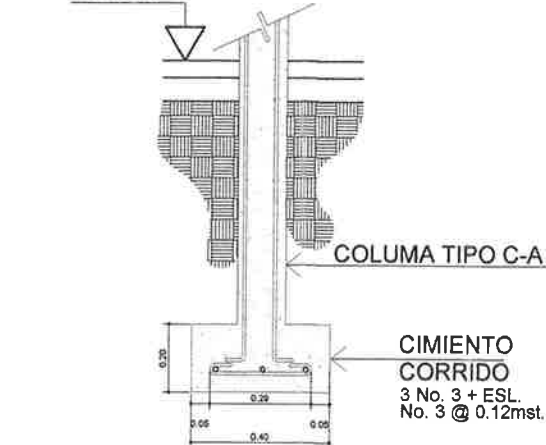
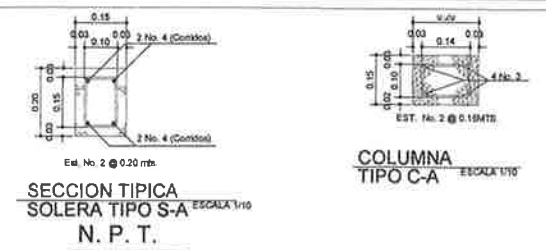


 <b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA <b>UNIDAD DE EPS</b>		
Proyecto : DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO ZONA 5 DE MIXCO		
Diseñó: MARCO ANTONIO GUAMUJ	Contenido: Universidad de San Carlos de Guatemala ANESORCIATA SUPERVISORIA DE EPS Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS	HOJA No. 13 / 14
Escala: INDICADA	Fecha: MAYO 2, 014	



PLANTA DE RAMPA

ESCALA 1/25

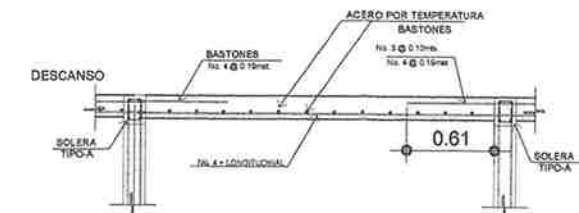


CIMENTO CORRIDO CC-A ESCALA 1/10

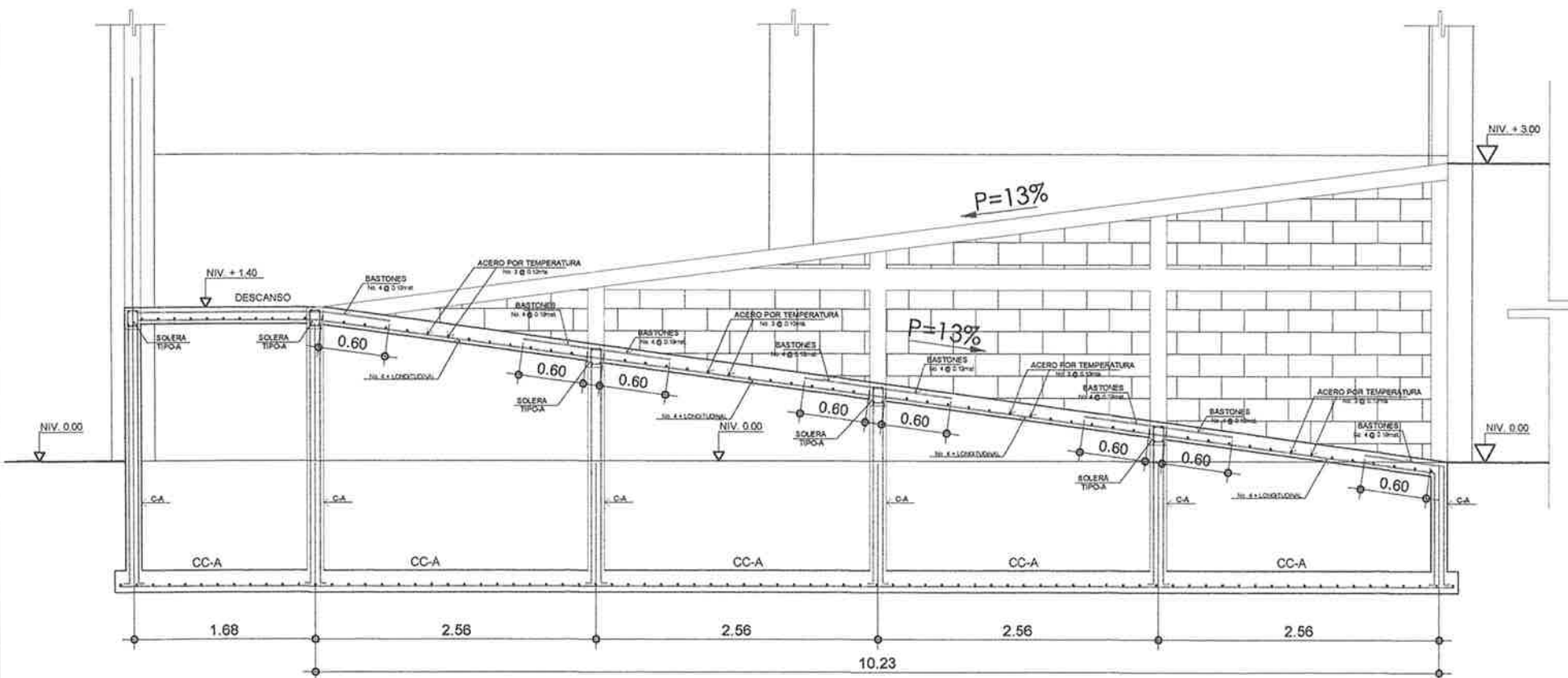
DISEÑO DE RAMPA MERCADO PRIMERO DE JULIO

LAS LOSAS SON ELEMENTOS HORIZONTALES QUE SIRVEN PARA DESPLAZAR LAS CARGAS HACIA LAS VIGAS, Y PROPORCIONAR SUPERFICIES PLANAS. LAS LOSAS SE FUNDEN JUNTO CON LAS VIGAS. PARA EL DISEÑO SE UTILIZO EL METODO 3 DEL CODIGO ACI.

- DATOS:
- $f_c = 281 \text{ kg/m}^2$
  - $f_y = 2810 \text{ kg/m}^2$
  - $C.V. = 550 \text{ kg/m}^2$
  - ACABADOS:  $100 \text{ kg/m}^2$
  - MUROS:  $100 \text{ kg/m}^2$
  - LA RAMPA SE DISEÑO COMO LOSA HORIZONTAL



PARA ESTA LOSA SE COLOCARA ACERO No. 3 Y No. 4  
 BLOCK DE POMEZ  $f_m = 35 \text{ Ton/m}^2$   
 AGREGADO GRUESO DE 1/2".  
 GANCHOS ESTANDAR A 135 GRADOS  
 EL DOBLEZ PARA CUALQUIER GANCHO NORMAL SERA DE 4 VECES EL DIAMETRO DE LA VARILLA, NO MENOR DE 8.5cm.  
 NI MAYOR DE 10cm.  
 TRASLAPES MINIMOS:  
 No. 3 = 0.45m  
 No. 4 = 0.80m  
 No. 5 = 0.70m  
 No. 8 = 0.85m  
 EL RECUBRIMIENTO SOBRE ACERO SERA DE:  
 LATERAL: 0.03m PARA COLUMNAS  
 INFERIOR: 0.075 PARA CIMENTACIONES



SECCION A - A' RAMPA

ESCALA 1/25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
**UNIDAD DE EPS**



Proyecto:  
 DISEÑO DEL MERCADO PRIMERO DE JULIO  
 ZONA 5 DE MIXCO

Diseño:	MARCO ANTONIO GUAMUCH
Dibujo:	MARCO ANTONIO GUAMUCH
Escala:	INDICADA
Fecha:	MAYO 2, 014

HOJA No. 14