



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SECTOR LA BANDERA 2,
ALDEA LA LIBERTAD, Y DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL Y CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS
PARA ALCALDÍA AUXILIAR Y USOS MÚLTIPLES EN LA ALDEA SANTA ROSA, MUNICIPIO
DE MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

Adriana José Pivaral Montenegro

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, noviembre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SECTOR LA BANDERA 2,
ALDEA LA LIBERTAD, Y DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL Y CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS
PARA ALCALDÍA AUXILIAR Y USOS MÚLTIPLES EN LA ALDEA SANTA ROSA, MUNICIPIO
DE MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ADRIANA JOSÉ PIVARAL MONTENERGRO

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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 DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SECTOR LA BANDERA 2, ALDEA LA LIBERTAD, Y DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL Y CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS PARA ALCALDÍA AUXILIAR Y USOS MÚLTIPLES EN LA ALDEA SANTA ROSA, MUNICIPIO DE MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 25 de enero de 2016.

Adriana José Pivaral Montenegro



Guatemala, 26 de agosto de 2016
REF.EPS.DOC.583.08.16

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

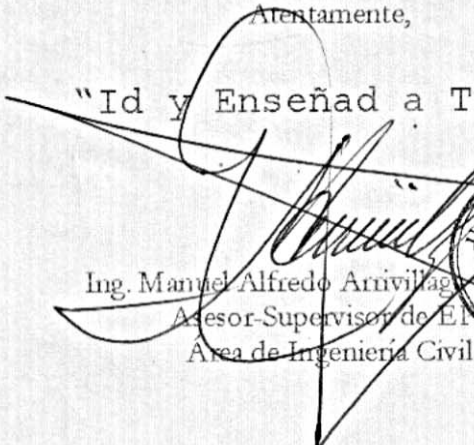
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Adriana José Pivaral Montenegro** con carné No. **201113833**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SECTOR LA BANDERA 2, ALDEA LA LIBERTAD, Y DISEÑO DE UN SALÓN MUNICIPAL Y CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS PARA ALCALDÍA AUXILIAR Y USOS MÚLTIPLES EN LA ALDEA SANTA ROSA, MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ.**

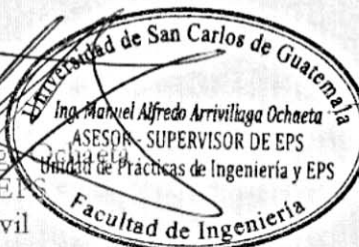
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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



c.c. Archivo
MAAO/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,
19 de septiembre de 2016

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 ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR LA BANDERA 2, ALDEA LA LIBERTAD, Y DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL Y CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS PARA ALCALDÍA AUXILIAR Y USOS MÚLTIPLES EN LA ALDEA SANTA ROSA, MUNICIPIO DE MILPAS ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ** desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Adriana José Pivaral Montenegro, con Carnet No.201113833 , quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS

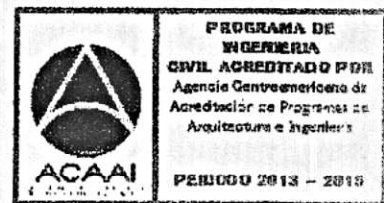
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.

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





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,
 19 de octubre de 2016

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

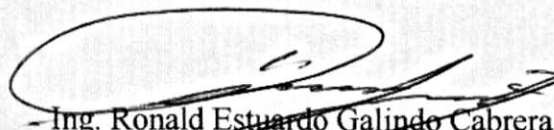
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SECTOR LA BANDERA 2, ALDEA LA LIBERTAD, Y DISEÑO D UN SALÓN MUNICIPAL Y CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS PARA ALCALDÍA AUXILIAR Y USOS MÚLTIPLES EN LA ALDEA SANTA ROSA, MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Adriana José Pivaral Montenegro, con Carnet No. 201113833 , quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


 Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
 Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.

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





Guatemala, 25 de octubre de 2016

REF.EPS.D.463.10.16

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

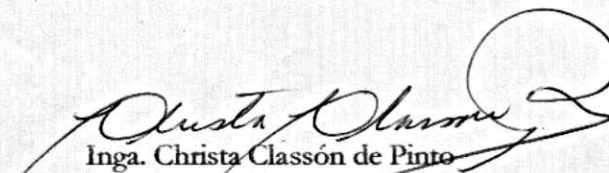
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SECTOR LA BANDERA 2, ALDEA LA LIBERTAD, Y DISEÑO DE UN SALÓN MUNICIPAL Y CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS PARA ALCALDÍA AUXILIAR Y USOS MÚLTIPLES EN LA ALDEA SANTA ROSA, MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Adriana José Pivaral Montenegro, carné 201113833**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





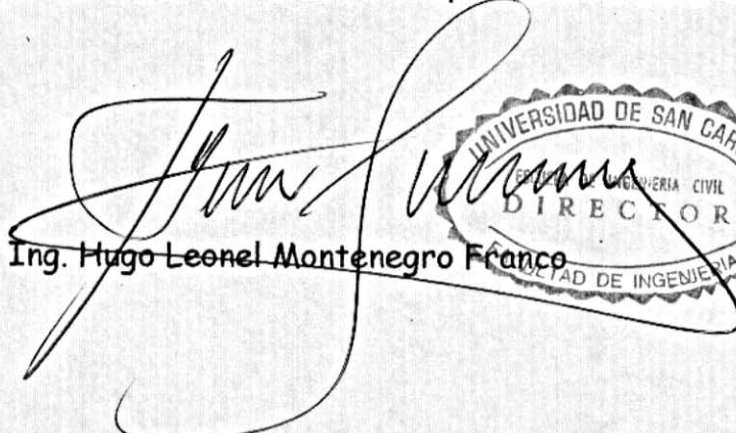
USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala


<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. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación de la estudiante Adriana José Adriana Pivaral, titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SECTOR LA BANDERA 2, ALDEA LA LIBERTAD, Y DISEÑO DE UN SALÓN MUNICIPAL Y CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS PARA ALCALDÍA AUXILIAR Y USOS MÚLTIPLES EN LA ALDEA SANTA ROSA, MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

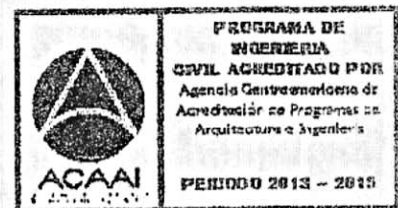

 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2016.

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala

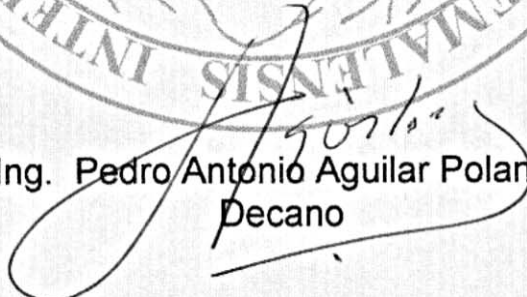


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.D.570.2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SECTOR LA BANDERA 2, ALDEA LA LIBERTAD, Y DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL Y CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS PARA ALCALDÍA AUXILIAR Y USOS MÚLTIPLES EN LA ALDEA SANTA ROSA, MUNICIPIO DE MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, presentado por la estudiante universitaria: **Adriana José Pivaral Montenegro**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, noviembre de 2016



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme sabiduría y oportunidades únicas en cada momento de mi vida; es a quien dedico principalmente este logro, la gloria es para Él.
- Mi Madre** Ruth Pivaral, quien ha sido mi ejemplo a seguir ya que ha sido emprendedora, constante, luchadora y quien me enseñó a finalizar con excelencia cada proyecto de vida propuesto. Por ser la persona que más me ha apoyado en el transcurso de mi carrera y mi vida.
- Mi Hermana** María Antonia Quinteros Pivaral, por ser parte de este proceso e inspirarme con palabras de aliento para seguir adelante.
- Mi Abuela** Porfiria Montenegro Varillas, por ser un ejemplo de mujer luchadora y una persona que busca a Dios cada día de su vida.
- Mis amigos** Michael Sarceño, Mario Taracena, Kevin Chavez, Fausto Fuentes, Kenneth Jacobs, Arlene Lima, Julio Ochoa, Fernando Rojas, por brindarme su amistad y apoyo, ya que en todo momento estuvieron conmigo y juntos logramos terminar la carrera que iniciamos.

Mi asesor

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por compartir parte de sus conocimientos durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

Mis docentes

Ing. Luis Saravia, Ing. Mario Corzo, Ing. Tampan, quienes sembraron en mí, conocimiento compartiendo lo que ellos han aprendido y sus lecciones que han trascendido en mi desarrollo en el área de ingeniería civil.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi madre	Por inculcarme valores y enseñarme de Dios lo cual ha sido lo más valioso en mi vida.
Facultad de Ingeniería	Por ser mi Alma Máter.
Municipalidad de Santo Tomás Milpas Altas	Por darme la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).
Mi abuela	Porfiria Montenegro Varillas, por formarme e inculcarme el respeto y la superación personal.
Mis compañeros de la Facultad de Ingeniería	Por su apoyo incondicional.
Iglesia, Casa de Dios	Por ser parte de mi formación espiritual y permitirme aprender que, después de Dios, lo más importante es la gente y el valor de servir a Dios y a las personas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XXI
RESUMEN.....	XXVII
OBJETIVOS.....	XXIX
INTRODUCCIÓN.....	XXXI
1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS	1
1.1. Aspectos históricos.....	1
1.2. Aspectos físicos.....	5
1.2.1. Localización y colindancias.....	5
1.2.2. Extensión territorial	6
1.2.3. Ubicación de proyectos	7
1.2.3.1. Alcantarillado Sanitario en la Aldea La libertad.....	7
1.2.3.2. Edificio de salón municipal y oficinas de usos múltiples en la aldea Santa Rosa	8
1.2.4. Clima	8
1.2.4.1. Temperatura	9
1.2.4.2. Viento	9
1.3. Demografía.....	10
1.3.1. Población.....	10
1.3.1.1. Cultura y etnicidad.....	11

	1.3.1.2.	Costumbres y tradiciones	11
		1.3.1.2.1.	Feria titular
		1.3.1.2.2.	Otras celebraciones
	1.3.1.3.	División política y administrativa.....	12
2.	ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ALDEA LA LIBERTAD		15
2.1.	Identificación del problema.....		15
	2.1.1.	Situación actual	15
2.2.	Normas de diseño		16
	2.2.1.	Período de diseño	16
	2.2.2.	Diseño de secciones y pendientes	16
	2.2.3.	Diámetros mínimos	17
	2.2.4.	Pendientes	17
	2.2.5.	Velocidades máximas y mínimas	18
	2.2.6.	Profundidad de la tubería	18
	2.2.7.	Obras complementarias	19
	2.2.8.	Pozos de visita	19
	2.2.9.	Disipadores de energía	20
	2.2.10.	Conexiones domiciliarias.....	25
2.3.	Estudio de población		25
	2.3.1.	Método geométrico.....	25
2.4.	Diseño del sistema de drenaje sanitario.....		26
	2.4.1.	Trazo del sistema	26
	2.4.2.	Localización de la descarga	27
	2.4.3.	Cálculo e integración de caudales.....	27
	2.4.4.	Caudal domiciliar	27
	2.4.5.	Factor de retorno	28
	2.4.6.	Caudal de infiltración	28
	2.4.7.	Conexiones ilícitas	29

2.4.8.	Caudal comercial	30
2.4.9.	Caudal industrial	31
2.4.10.	Factor de caudal medio	31
2.4.11.	Factor de flujo	32
2.4.12.	Caudal de diseño	33
2.4.13.	Cálculo de un tramo del sistema de drenaje sanitario	33
2.4.14.	Resumen de valores adoptados	40
2.5.	Diseño del sistema de drenaje pluvial	42
2.5.1.	Tipo de sistema a utilizar	42
2.5.1.1.	Sistema superficial.....	43
2.5.1.2.	Alcantarillado	43
2.5.2.	Área de Influencia.....	44
2.5.2.1.	Estación climática La Suiza Contenta..	44
2.5.3.	Punto de desfogue.....	47
2.5.4.	Determinación del caudal pluvial	47
2.5.5.	Intensidad de lluvia	47
2.5.6.	Tiempo de concentración	48
2.5.7.	Área tributaria	49
2.5.8.	Coeficiente de escorrentía.....	49
2.5.9.	Cálculo de un tramo del sistema de drenaje pluvial	51
2.6.	Diseño de tragantes	57
2.6.1.	Localización de tragantes	57
2.6.2.	Geometría de tragante.....	58
2.6.3.	Espejo de agua (T)	58
2.6.4.	Tirante de agua parcial (d).....	59
2.6.5.	Tirante de agua máximo (d_m).....	59
2.6.6.	Radio de flujo.....	60

2.6.7.	Pendiente de inclinación.....	60
2.6.8.	Pendiente equivalente.....	61
2.6.9.	Longitud efectiva	62
2.6.10.	Eficiencia.....	62
2.6.11.	Cálculo de tragante	63
2.7.	Detalle de tragantes	67
2.8.	Estudio de impacto ambiental inicial	68
2.9.	Presupuesto	72
2.9.1.	Análisis de tarifa	72
2.9.2.	Presupuesto general del proyecto.....	80
3.	DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL Y CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS PARA ALCALDÍA AUXILIAR Y USOS MÚLTIPLES	81
3.1.	Fase de servicio técnico profesional	81
3.1.1.1.	Investigación preliminar.....	81
3.1.2.	Reconocimiento del terreno.....	81
3.1.3.	Diseño y cálculo del proyecto.....	82
3.1.3.1.	Levantamiento topográfico	82
3.1.3.2.	Estudio de suelos	82
3.1.4.	Diseño del salón municipal y construcción de oficinas para alcaldía municipal y usos múltiples	93
3.1.4.1.	Diseño arquitectónico.....	93
3.1.4.2.	Selección del tipo de estructuras.....	93
3.1.4.3.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	94
3.1.5.	Integración de cargas por AGIES.....	142
3.1.5.1.	Análisis estructural	143
3.1.5.1.1.	Comparación de resultados.....	156

	3.1.5.1.2.	Envolvente de momentos.....	158
	3.1.5.1.3.	Diagrama de corte	160
3.1.5.2.		Diseño estructural.....	166
	3.1.5.2.1.	Losas y entrepisos.....	166
	3.1.5.2.2.	Vigas	176
	3.1.5.2.3.	Columnas	190
	3.1.5.2.4.	Cimientos	201
	3.1.5.2.5.	Nudo sísmico.....	207
3.1.5.3.		Diseño de gradas.....	210
3.1.5.4.		Diseño de instalaciones.....	213
	3.1.5.4.1.	Instalaciones eléctricas	213
	3.1.5.4.2.	Agua potable	215
	3.1.5.4.3.	Drenaje.....	216
3.2.		Estudio impacto ambiental inicial.....	216
3.3.		Presupuesto	218
	3.3.1.	Análisis de Tarifa	218
	3.3.2.	Presupuesto general del proyecto	252
CONCLUSIONES			253
RECOMENDACIONES.....			255
BIBLIOGRAFÍA.....			257
APÉNDICES			259

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del Municipio de Santa Lucía Milpas Altas	6
2.	Localización de la Aldea la Libertad	7
3.	Localización de la Aldea Santa Rosa	8
4.	Parámetros climáticos de Santa Rosa Milpas Altas	9
5.	Aspectos demográficos de Santa Lucía Milpas Altas.....	10
6.	Mapa de poblados de Santa Lucía Milpas Altas	13
7.	Pozo sin artefacto disipador	21
8.	Colchón de agua	22
9.	Codo disipador	23
10.	Bandejas disipadoras	24
11.	Curvas IDF de la estación climática La Suiza Contenta, utilizando la distribución de frecuencias Normal	45
12.	Curvas IDF de la estación climática La Suiza Contenta, utilizando la distribución de frecuencias de Gumbel	46
13.	Planta de distribución tragantes	57
14.	Características geométricas del tragante	58
15.	Perfil de tragante	61
16.	Sección de calle	63
17.	Perfil tragante tipo R.....	68
18.	Equipo de Ensayo Triaxial.....	83
19.	Representación gráfica de los esfuerzos	86
20.	Distribución de esfuerzos durante el ensayo.....	87
21.	Resultados de ensayo UU.....	88

22.	Resultados de ensayo UU sobre una arcilla saturada	88
23.	Distribución de esfuerzos durante ensayo CD	90
24.	Resultados de ensayo CD	90
25.	Distribución de esfuerzos durante ensayo CU	91
26.	Resultado de esfuerzos durante ensayo CU	92
27.	Datos obtenidos del suelo en el ensayo Triaxial (no consolidado, no drenado)	93
28.	Distribución en planta	94
29.	Distribucion en elevación	94
30.	Ubicación de columna a predimensionar	99
31.	Nomenclatura de cargas del segundo piso	105
32.	Nomenclatura de cargas del primer piso	105
33.	Áreas tributarias para el marco C y el marco 3	106
34.	Zonificación sísmica para la República de Guatemala	115
35.	Nivel mínimo de protección sísmica y probabilidad del sismo de diseño	116
36.	Coeficiente de sitio Fa	117
37.	Coeficiente de sitio Fv.....	118
38.	Tipo de fuente sísmica.....	119
39.	Factor Na para períodos cortos de vibración	119
40.	Factor Nv para períodos largos de vibración	120
41.	Coeficientes y factores para diseño de sistemas sismorresistentes ...	122
42.	Derivas últimas Δu máximas tolerables	125
43.	Espectro de respuesta	127
44.	Distribución de la fuerzas por nivel	134
45.	Distribución de la fuerzas por nivel	135
46.	Distribución de Rigidez	135
47.	Marco eje X-X en borde	137
48.	Marco eje Y-Y en borde	137

49.	Marco eje X-X en centro.....	138
50.	Marco eje Y-Y en centro.....	138
51.	Momentos producidos por la carga viva en eje X-X en borde (ton/m)	144
52.	Momentos producidos por la carga viva en eje Y-Y en borde (ton/m)	144
53.	Momentos producidos por la carga viva en eje X-X en centro (ton/m)	145
54.	Momentos producidos por la carga viva en eje Y-Y en centro (ton/m)	145
55.	Momentos producidos por la carga muerta en eje X-X en borde (ton/m)	146
56.	Momentos producidos por la carga muerta en eje Y-Y en borde (ton/m)	146
57.	Momentos producidos por la carga muerta en eje X-X en centro (ton/m)	147
58.	Momentos producidos por la carga muerta en eje Y-Y en centro (ton/m)	147
59.	Momentos producidos por la carga de sismo en eje X-X en borde (ton/m)	148
60.	Momentos producidos por la carga de sismo en eje Y-Y en borde (ton/m)	148
61.	Momentos producidos por la carga de sismo en eje X-X en centro (ton/m)	149
62.	Momentos producidos por la carga de sismo en eje Y-Y en centro (ton/m)	149
63.	Momentos producidos por la carga viva en eje X-X en borde (ton/m)	150
64.	Momentos producidos por la carga viva en eje Y-Y en borde (ton/m)	150

65.	Momentos producidos por la carga muerta en eje X-X en borde (ton/m) 151	
66.	Momentos producidos por la carga muerta en eje Y-Y en borde (ton/m)	151
67.	Momentos producidos por la carga de sismo en eje X-X en borde (ton/m)	152
68.	Momentos producidos por la carga de sismo en eje Y-Y en borde (ton/m)	152
69.	Momentos producidos por la carga viva en eje X-X en centro (ton/m)	153
70.	Momentos producidos por la carga viva en eje Y-Y en centro (ton/m)	153
71.	Momentos producidos por la carga muerta en eje X-X en centro (ton/m)	154
72.	Momentos producidos por la carga muerta en eje Y-Y en centro (ton/m)	154
73.	Momentos producidos por la carga de sismo en eje X-X en centro (ton/m)	155
74.	Momentos producidos por la carga de sismo en eje Y-Y en centro (ton/m)	155
75.	Gráfica de momentos por el método de KANI producido por la carga viva en el eje X-X en marco de borde	156
76.	Gráfica de momentos por el método matricial y elementos finitos en ETABS producido por la carga viva en el eje X-X en marco de borde	157
77.	Envolvente de momentos en marco de borde	159
78.	Envolvente de momentos en marco de centro.....	159
79.	Diagrama de corte producido por la carga viva en el eje X-X en marco de centro.....	160

80.	Diagrama de corte producido por la carga viva en el eje Y-Y en marco de centro	161
81.	Diagrama de corte producido por la carga muerta en el eje X-X en marco de centro	161
82.	Diagrama de corte producido por la carga muerta en el eje Y-Y en marco de centro	162
83.	Diagrama de corte producido por la carga muerta en el eje X-X en marco de centro	162
84.	Diagrama de corte producido por la carga muerta en el eje Y-Y en marco de centro	163
85.	Diagrama de corte producido por la carga viva en el eje X-X en marco de borde	163
86.	Diagrama de corte producido por la carga viva en el eje Y-Y en marco de borde	164
87.	Diagrama de corte producido por la carga muerta en el eje X-X en marco de borde	164
88.	Diagrama de corte producido por la carga muerta en el eje Y-Y en marco de borde	165
89.	Diagrama de corte producido por la carga por sismo en el eje X-X en marco de borde	165
90.	Diagrama de corte producido por la carga por sismo en el eje Y-Y en marco de borde	166
91.	Diagrama de Momentos positivos y negativos en losas en el techo ..	173
92.	Consideración de momento mayor y momento menor	174
93.	Envoltorio de momentos en marco de borde	177
94.	Envoltorio de momentos en marco de centro	177
95.	Armado de viga	183
96.	Corte en viga crítica	184
97.	Relación de triángulos	185

98.	Sección de viga reforzada	186
99.	Fuerza cortante en viga	189
100.	Ubicación de la columna a diseñar	191

TABLAS

I.	Lugares poblados de Santa Lucía Milpas Altas	12
II.	Tubería sobre el nivel freático.....	29
III.	Fase I de diseño de drenaje sanitario, aldea La Libertad	40
IV.	Fase II de diseño de drenaje sanitario, aldea La Libertad	41
V.	Fase III de diseño de drenaje sanitario, aldea La Libertad	41
VI.	Fase I de diseño de drenaje sanitario, aldea La Libertad	42
VII.	Probabilidad de intensidad de lluvia en la estación climática La Suiza Contenta	45
VIII.	Probabilidad de intensidad de lluvia en la estación climática La Suiza Contenta	46
IX.	Valores de c para superficies.....	50
X.	Cálculo del coeficiente de escorrentía promedio	50
XI.	Tabla de coeficiente de escorrentía por tramo.....	51
XII.	Resumen de valores adoptados	55
XIII.	Fase I de diseño de drenaje pluvial, aldea La Libertad.....	55
XIV.	Fase II de diseño de drenaje pluvial, aldea La Libertad.....	56
XV.	Fase III de diseño de drenaje pluvial, aldea La Libertad.....	56
XVI.	Matriz de evaluación de impacto ambiental del diseño de alcantarillado sanitario y pluvial	71
XVII.	Integración de precios unitarios I	72
XVIII.	Integración de precios unitarios II	73
XIX.	Integración de precios unitarios III	74
XX.	Integración de precios unitarios IV.....	75

XXI.	Integración de precios unitarios V	76
XXII.	Integración de precios unitarios VI	77
XXIII.	Integración de precios unitarios VII	78
XXIV.	Integración de precios unitarios VIII	79
XXV.	Integración de reglones.....	80
XXVI.	Predimensionamiento de vigas	95
XXVII.	Espesor mínimo de vigas o losa en un sentido	96
XXVIII.	Predimensionamiento de losa	97
XXIX.	Carga axial sobre columna E-1, segundo nivel.....	99
XXX.	Carga axial sobre columna E-1, primer nivel.....	100
XXXI.	Predimensionamiento de columnas	101
XXXII.	Peso unitario de columnas (Kg/col).....	102
XXXIII.	Peso unitario de vigas principales (Kg/m)	103
XXXIV.	Peso unitario de losas (Kg/m ²)	103
XXXV.	Peso unitarios de muros (Kg/m).....	104
XXXVI.	Integración de cargas para vigas segundo nivel	110
XXXVII.	Integración de cargas para vigas primer nivel.....	111
XXXVIII.	Peso sísmico total de nivel 2 y 1	112
XXXIX.	Peso sísmico total por nivel.....	113
XL.	Espectro de respuesta	126
XLI.	Cálculo del coeficiente de distribución de F _x	129
XLII.	Fuerzas por torsión distribuidas en cada marco eje X-X.....	133
XLIII.	Fuerzas por torsión distribuidas en cada marco eje Y-Y'	134
XLIV.	Distribución de rigidez por marcos dirección Y-Y	136
XLV.	Distribución de Rigidez por marcos dirección X-X	136
XLVI.	Combinaciones de carga sugeridos por el ACI	143
XLVII.	Comparación de Momentos	158
XLVIII.	Momentos negativos losa de techo.....	170
XLIX.	Momentos negativos losa de entrepiso	170

L.	Momentos positivos losa de techo	171
LI.	Momentos positivos losa de entrepiso	171
LII.	Diagrama de Momentos positivos y negativos en losas en el techo	172
LIII.	Balanceo de losas de techo	175
LIV.	Balanceo de losas de entrepiso	176
LV.	Valor típico recomendado de iluminancia mantenida	214
LVI.	Matriz de evaluación de impacto ambiental del diseño de alcantarillado sanitario y pluvial	217
LVII.	Integración de precios unitarios núm. 1	218
LVIII.	Integración de precios unitarios núm. 2	219
LIX.	Integración de precios unitarios núm. 3	220
LX.	Integración de precios unitarios núm. 4	221
LXI.	Integración de precios unitarios núm. 5	222
LXII.	Integración de precios unitarios núm. 6	223
LXIII.	Integración de precios unitarios núm. 7	224
LXIV.	Integración de precios unitarios núm. 8	225
LXV.	Integración de precios unitarios núm. 9	226
LXVI.	Integración de precios unitarios núm. 10	227
LXVII.	Integración de precios unitarios núm. 11	228
LXVIII.	Integración de precios unitarios núm. 12	229
LXIX.	Integración de precios unitarios núm. 13	230
LXX.	Integración de precios unitarios núm. 14	231
LXXI.	Integración de precios unitarios núm. 15	232
LXXII.	Integración de precios unitarios núm. 16	233
LXXIII.	Integración de precios unitarios núm. 17	234
LXXIV.	Integración de precios unitarios núm. 18	235
LXXV.	Integración de precios unitarios núm. 19	236
LXXVI.	Integración de precios unitarios núm. 20	237
LXXVII.	Integración de precios unitarios núm. 21	238

LXXVIII.	Integración de precios unitarios núm. 22.....	239
LXXIX.	Integración de precios unitarios núm. 23.....	240
LXXX.	Integración de precios unitarios núm. 24.....	241
LXXXI.	Integración de precios unitarios núm. 25.....	242
LXXXII.	Integración de precios unitarios núm. 26.....	243
LXXXIII.	Integración de precios unitarios núm. 27.....	244
LXXXIV.	Integración de precios unitarios núm. 28.....	245
LXXXV.	Integración de precios unitarios núm. 29.....	246
LXXXVI.	Integración de precios unitarios núm. 30.....	247
LXXXVII.	Integración de precios unitarios núm. 31.....	248
LXXXVIII.	Integración de precios unitarios núm. 32.....	249
LXXXIX.	Integración de precios unitarios núm. 33.....	250
XC.	Integración de precios unitarios núm. 34.....	251
XCI.	Integración de reglones.....	252

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Hi	Altura del nivel
H	Altura de sección del elemento
Φ	Angulo de fricción interna
β	Angulo de inclinación de la carga sobre zapatas
As	Área de acero de elementos
Av	Área de acero de la varilla de acero
Ag	Área gruesa del elemento
Asmax	Área de acero máxima en elementos
Asmin	Área de acero mínima en elementos
B	Base de sección del elemento
Pu	Carga axial última
SISMO	Carga inducida por sismo
CM	Carga muerta
P	Carga puntual
Qadm	Carga última admisible en suelo
Vc	Cortante de concreto
Vu	Cortante último
W	Carga distribuida
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal a sección parcialmente llena
Q dis	Caudal de diseño
Q dom	Caudal domiciliar
Q Ind	Caudal industrial

Q med	Caudal medio
CV	Carga viva
Cm	Centro de masa
C	Coeficiente de escurrentía
Ca	Coeficiente sísmico
Cv	Coeficiente sísmico
Cu	Cohesión del suelo
CTF	Cota final de terreno
CTI	Cota inicial de terreno
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
ρ	Cuantía de acero
ρ_{max}	Cuantía de acero máxima
ρ_{min}	Cuantía de acero mínima
D	Desplante del suelo
D	Diámetro de tubería
DH	Distancia horizontal
Dot	Dotación
T	Espesor de la sección del elemento (losa y zapatas)
e	Excentricidad
emin	Excentricidad mínima
Ex	Excentricidad sobre eje X
Ey	Excentricidad sobre eje y
M1	Exceso de momento en viga
Fqm	Factor de caudal medio
Na	Factor de cercanía a fuente
Nv	Factor de cercanía a fuente
F.H.	Factor de Harmond
Fs	Factor de seguridad

Nq, Ny, Nc	Factores de carga para fórmula modificada de Terzaghi
Fci, Fyi, Fqi	Factores de inclinación de carga para fórmula modificada de Terzaghi
Fcs, Fys, Fqs	Factores de forma de carga para fórmula modificada de Terzaghi
Fcd, Fyd, Fqd	Factores de profundidad de carga para fórmula modificada de Terzaghi
FM''	Fuerza de torsión
FM	Fuerzas por marco
Fni	Fuerzas por nivel
FM'	Fuerza proporcional a la rigidez
=	Igual a
I	Intensidad de lluvia
La	Lado corto en losa
Lb	Lado largo en losa
Lts./hab./día	Litros por habitante por día
L	Longitud de tubería
L	Luz del elemento
>	Mayor que
<	Menor que
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m/s	Metro por segundo
Es	Módulo de elasticidad del acero
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
Ei	Módulo de rigidez

M (-)	Momento negativo
M2	Momento nominal en viga doblemente reforzada
Mpr	Momentos plástico resistente debido a sismo
M (+)	Momento positivo
MR	Momento resistente
Mu	Momento último
S	Pendiente
D	Peralte del elemento
T	Período natural de vibración
Wc	Peso del concreto
γs	Peso específico del suelo
Wi	Peso por nivel
PV	Pozo de visita
R	Recubrimiento en elemento
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
f'c γ	Relación entre altura y altura efectiva en columnas
	Resistencia nominal a compresión del concreto
Fy	Resistencia nominal a la fluencia en acero
Ki	Rigidez de marco
V	Valor de corte basal
V	Velocidad del flujo a sección llena
v	Velocidad del flujo dentro del drenaje

GLOSARIO

ACI	<i>American Concrete Institute.</i>
Afluyente	Corriente de agua que abastece las instalaciones.
Agua contaminada	Es aquella que contiene organismos patógenos.
Agua negras	En su aceptación más amplia, el agua suministrada a una población que, habiéndose aprovechado para diversos usos, ha quedado impurificada.
Aguas residuales	Desechos líquidos generados por actividades humanas, transportados por agua.
Aguas servidas	En su aceptación más amplia, el agua suministrada a una población que, habiéndose aprovechado para diversos usos, ha quedado impurificada.
Altimetría	Procedimientos utilizados para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos distintos de un terreno o construcción.
Área tributaria	Área de carga que afecta a un elemento estructural.
Axial	Relativo al eje, que forma un eje.

Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de una vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que en un punto observado en un instante determinado fluye dentro de una tubería.
Centroidal	Es la intersección de todos los planos que dividen a un objeto en dos partes de igual volumen con respecto al plano.
Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorios que sirven para el desalojo de las aguas residuales o aguas pluviales.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas residuales desde el interior de la vivienda hasta el frente de esta, donde se encuentra la candela.
Corte basal	En cálculo estructural, es la fuerza total lateral que se aplica a una edificación, para simular sobre un modelo matemático, los efectos del sismo en la estructural.

Demografía	Es la ciencia que tiene como objetivo el estudio de las poblaciones humanas y que trata de su dimensión, estructura, evolución y características generales, considerados desde un punto de vista cuantitativo.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de habitantes por unidad de área.
Descarga	Lugar donde se desfogan las aguas residuales provenientes de un colector, las cuales pueden estar crudas o tratadas.
Estribo	Refuerzo transversal que absorbe los esfuerzos de corte en un elemento estructural.
Factor de caudal medio	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.
Factor de Manning	Fórmula utilizada para determinar la velocidad de un flujo a cielo abierto, relaciona la rugosidad de la superficie, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
Factor de Harmond	Factor de seguridad para las horas pico. Está en relación con la población.
Factor de retorno	Porcentaje de agua potable que, después de ser utilizada, va al sistema de drenaje.

Factor de rugosidad	Factor que expresa qué tan lisa es una superficie.
Intensidad de lluvia	Relación entre la precipitación pluvial y su duración.
Iteración	Es repetir una serie de funciones hasta obtener un dato certero.
Losa	Entrepiso o terraza.
Mampostería	Sistema tradicional que consiste en la construcción de muros, mediante la colocación manual de elementos como ladrillos, bloques de cemento prefabricado, piedras, entre otros.
Núm. Hab	Número de habitantes
Período de diseño	Período de tiempo en el cual el, sistema, prestará un servicio eficiente.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, unión de tubería y para iniciar un tramo de drenaje.
Rigidez	Es la capacidad de un objeto solido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.
Simetría	De iguales características o rasgos geométricos.

Tirante	Altura de las aguas residuales y pluviales dentro de un drenaje.
Tragante	Estructura subterránea que sirve para captar las aguas pluviales y conducir las al sistema de drenaje pluvial.
Tratamiento	Proceso por medio del cual se eliminan las impurezas de las aguas servidas.
Voladizo	Elemento apoyado en solo uno de sus extremos mediante un empotramiento.

RESUMEN

En este trabajo se presenta, de forma detallada una propuesta de diseño de una construcción de drenaje sanitario y pluvial para el Municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez, Guatemala, en la aldea Libertad, quienes carecen de alcantarillado sanitario, y se espera mejorar las condiciones sanitarias de la comunidad.

En los capítulos referentes al proyecto de alcantarillado se detallan aspectos de investigación como lo son la monografía y situación actual de la población. Posteriormente se describe el diseño del alcantarillado siendo este de tipo separativo por lo que se desglosa en el diseño del alcantarillado sanitario y el diseño de alcantarillado pluvial.

Asimismo, se presenta de forma detallada, una propuesta de diseño de una construcción de un edificio para salón municipal y oficinas de usos múltiples para el Municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez Guatemala, en la aldea Santa Rosa.

Se detalla el diseño del edificio empezando por un predimensionamiento basando en normas como ACI, para, posteriormente, determinar aspectos de suma importancia como lo es el índice de sismicidad para poder entrar en tema de diseño.

OBJETIVOS

General

Mejorar las condiciones de los servicios básicos e infraestructura, mediante el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Libertad y diseño de salón comunal y oficinas de usos múltiples en la aldea Santa Rosa del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez.

Específicos

1. Desarrollar una monografía del lugar para identificar de manera objetiva la necesidad dependiendo del estudio de la población.
2. Desarrollar e identificar un diagnóstico en el cual se determine y se priorice las necesidades de infraestructura y servicios básicos del municipio de Santa Lucía Milpas Altas.
3. Proporcionar la información detallada para la ejecución de cada uno de los proyectos propuestos para uso y beneficio de la población.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala, utilizar el agua de forma adecuada es de importancia vital, así mismo la recepción y manejo de las aguas utilizadas. Guatemala es un país que posee muchas fuentes de agua con diversidad de ríos y lagos. Existe una gran demanda de este recurso en la vida cotidiana de millones de guatemaltecos, sin embargo no existe un buen manejo del recurso. Se presenta constantemente, también, la necesidad en base a este uso de las aguas, una captación, conducción y ubicación de las aguas residuales.

La problemática que afronta este recurso hídrico se debe a la gran contaminación industrial de las aguas subterráneas y superficiales donde la contaminación que percibe y el impacto que tiene a la salud de la población es irreversible, ya que apenas el 4,5 % de los municipios de Guatemala otorgan tratamiento hacia el agua que consumen sus comunidades y es por eso que apenas un 15 % de la población del área urbana recibe agua apta para el consumo humano; esto según el Informe Nacional del Estado del Ambiente de Guatemala, Ministerio de Salud Pública y el Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

En la aldea La Libertad, municipio de Santo Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez, se encuentra la necesidad de implementar sistemas de alcantarillado sanitario, ya que la población ha ido creciendo, así mismo el uso del agua en este sector, pero no se tiene un control ni se han implementado redes de alcantarillado sanitario de acuerdo a la demanda de la población.

La gestión de proyectos y la atención requerida por la población, es necesaria que se dé por medio de comunicación directa. En Guatemala se manejan municipalidades, las cuales poseen oficinas de distintos tipos de actividades con base a la necesidad que se da en la población, gestando proyectos y solucionando problemáticas.

En la aldea Santa Rosa, municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez, hay necesidad de un área de administración para gestión de proyectos con base a las necesidades del área, ya que ha crecido la población, se han hecho sectores de vivienda, la actividad económica ha aumentado y su crecimiento poblacional ha incrementado en los últimos años. Actualmente se desea construir un salón comunal que se desea hacerle un piso más, de manera que sirva para oficinas de distintos usos, entre ellas, oficina de alcaldía auxiliar, oficina para la mujer, entre otros.

1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS

1.1. Aspectos históricos

Al municipio pertenecía la aldea San Mateo Milpas Altas, que se anexó al de San Bartolomé Milpas Altas por acuerdo gubernamental del 14 marzo 1883. El 23 de agosto de 1935 se le anexó la citada aldea que había vuelto a ser municipio, así como el de San Mateo Milpas Altas: El Presidente de la República, Considerando:

“Que la experiencia ha demostrado que varios municipios del departamento de Sacatepéquez no pueden subsistir, no sólo por falta del número de habitantes que establece la ley, sino por falta de elementos económicos para poderse sostener; que, por otra parte, es deber del Gobierno dictar las medidas que sean convenientes para impulsar el progreso en toda la República, por tanto, acuerda:

Anexar el municipio de San Felipe de Jesús, al de Antigua Guatemala; el municipio de San Lorenzo El Tejar, al de Pastores; el de San Lorenzo El Cubo, al de Ciudad Vieja; el de San Andrés Ceballos, al de San Antonio Aguas Calientes; los de Santo Tomás Milpas Altas y San Mateo Milpas Altas, al de Santa Lucía Milpas Altas; el de Santiago Zamora, al de Santa Catarina Barahona; el de San Juan del Obispo, al de San Pedro Las Huertas; y el de Santa María Cauqué, al de Santiago Sacatepéquez.

La Jefatura Política departamental queda encargada de dictar las disposiciones necesarias para el mejor cumplimiento de esta disposición.

Don Francisco Antonio de Fuentes y Guzmán escribió en su Recordación Florida en la última década del siglo XVII: Parece, según la memoria o certificación que

me comunicó el reverendo padre don fray Agustín Cano, que a este barrio de Santa Cruz, como cabecera, están sujetos como de su visita, en lo espiritual, los pueblos que llaman Las Milpas Altas, que están a distancia de la ciudad de Goathemala a legua y media y dos leguas de acomodada senda: Santo Tomás, la Magdalena, Santa Lucía Monterroso, fundación del conquistador Francisco de Monterroso, San Mateo y San Miguel, situados en tierra alta a la parte oriental de la situación de Guathemala, con destemplado temperamento de vientos fríos y húmedos, y muy infestados de nieblas molestas, en cuyo país extendido, tienen grandes sementeras de maíz, de donde logran mucho provecho y utilidad, fuera de la raja, fruta y flores, que no les contribuye poca y conocida ganancia, gozan de buenos pastos para mantener las cabalgaduras de su trajín y beben ligeras aguas que les ofrecen abundantes arroyos. Las iglesias de estos lugares son muy decentes y están adornadas de retablos principales y colaterales con todo lo necesario al ornamento y aseo de los altares y en las torres de sus frontispicios campanas antiguas de excelentes voces. Administrase en el idioma cacchiquel, que es la materna. Son indios de ánimo y trato grosero, áspero y terco como todos los cacchiqueles, y también grangean en los cortes de leña que conducen a la ciudad de Goathemala. Agregó: En el pueblo de Santa Lucía Monterroso, se administra a cuarenta y dos tributarios, según aparece del apuntado padrón. Y estos indios cacchiqueles, aunque en corto número de pueblo, tienen también muy buena iglesia, aunque pequeña, proporcionada a el número de feligreses, que ahora ha cuarenta años se disminuyeron en grande modo con peste espantosa, en que los vi quedar con tres, con cinco indios y que sus sementeras de trigo y de maíz las vi con lástima (aunque en edad en que no podía reparar mucho en estos castigos de Dios), que sirvieron de pasto a las bestias, y hoy están aumentados, aunque no en la proporción que antes también da este pueblo servicio a las labores de pan llevar. En lo demás de su trato es como los demás, en continuado afán de cortar raja y mediar poco.

En ocasión de haber practicado visita pastoral a su diócesis entre 1768 y 1770, el arzobispo doctor don Pedro Cortés y Larraz llegó a la parroquia que denominó Santiago Zacatepéquez, e indicó que el pueblo Santa Lucía era anexo de su cabecera, a 11 leguas, contando 31 familias con 90 personas: "El idioma que se habla en esta parroquia es el kacchiquel; los frutos que produce su terreno son maíces y frijoles en abundancia. Los indios ganan mucho dinero en llevar leña a

Goathemala todos los días y para ello tienen todos los indios caballerías, por lo que teniendo abundancia de maíces y frijoles por una parte, y ganando por otra mucho dinero debieran ser indios ricos, porque el dinero que ganan con el arbitrio de la leña sólo sirve para embriagarse, reñir y tener varias cuestiones, como se dijo hablando de la parroquia de San Juan del Obispo (y todas son así), pues ya de Goathemala salen ebrios y vuelven a sus pueblos riñendo por los caminos y robándose cuanto pueden unos a otros. "Dice el cura en sus respuestas, que los escándalos que se perciben son únicamente nacidos de la embriaguez, de gritos y otros efectos que nacen de este vicio, y en atención a que en su feligresía nunca o rara vez se ha presentado juez del territorio, compelido de su conciencia y obligación no ha podido menos que intimidar a los Justicias para que pongan el remedio que les toca, tirando a atajar aquellos inconvenientes que encrespados los ánimos pueden, resultar. ...Que no ha notado idolatría, pero como quiera que esta laya de gente en estas cosas se portan con aquella malicia que residen en ellos, las procuran ocultar, tirándose a los montes y ser una cosa dificultosísima entre ellos propios la acusación. Las supersticiones son en ellos corrientes; el quizás en todo, no les falta; explicaciones por más eficaces que sean no les entran, pues hablando con la ingenuidad cristiana y descargo de su conciencia, no hacen estos miserables aprecio de nada como Santa Lucía Monterroso, perteneciente al curato San Lucas Sacatepéquez, en el "Estado de Curatos del Arzobispado de Guatemala del Real Tribunal y Audiencia de la Contaduría de Cuentas fechado el 8 de julio de 1806" con 33 tributarios, sin mencionar el total de habitantes. Se dedican particularmente a la agricultura, siendo las principales cosechas maíz, frijol, arroz y excelentes verduras. También elaboran carbón y hacen leña.

El idioma indígena predominante es el cakchiquel. La fiesta titular se celebra en diciembre. El día principal es el 13 en que la Iglesia conmemora a la virgen y mártir Santa Lucía, patrona del pueblo. Al repartirse los pueblos del Estado para la administración de justicia por el sistema de jurados, conforme al decreto de la Asamblea Constituyente del 27 agosto 1836 que citó Pineda Mont en su Recopilación de Leyes, el poblado se adscribió al Circuito Antigua Guatemala. Como Santa Lucía en el Círculo San Lucas, 3er. distrito, según la tabla para elegir diputados a la Asamblea Constituyente conforme decreto 225 del 9 noviembre 1878 así como entre los municipios del departamento de Sacatepéquez al

haberse decretado la Constitución del 11 diciembre 1879. En la "Demarcación Política de la República de Guatemala", Oficina de Estadística, 1892, el municipio aparece como Santa Lucía y su cabecera pueblo Santa Lucía Milpas Altas. Ahora pertenece al segundo distrito electoral. El convenio para surtir de agua a las poblaciones de Santa Lucía, Magdalena y Santo Tomás Milpas Altas, celebrado por sus respectivas municipalidades, se aprobó por acuerdo gubernamental del 22 mayo 1929. Para evitar inundaciones del río Pensativo, por acuerdo gubernamental del 18 noviembre 1949 se declaró zona de veda forestal los bosques dentro de la región que comprende las faldas de los municipios de Antigua Guatemala, Santa Lucía y Magdalena Milpas Altas. Existe una escuela nacional primaria mixta, así como varias rurales mixtas. Cuenta con un puesto de salud. Al haberse publicado el resultado del Censo realizado el 31 octubre 1880: Bajo Caminos y Puentes, depto. Sacatepéquez:

Los caminos de herradura son: de la Antigua a Santa Inés, a Santa Lucía, por el cerro de La Candelaria "Santa Lucía, pueblo del departamento de Sacatepéquez, dista de la Antigua dos leguas; 202 habitantes. La producción agrícola consiste en granos; los naturales no tienen industria especial. Hay una escuela elemental y un correo cada semana".¹

En 1955 se indicó que en la cabecera vivían 471 habitantes y en todo el municipio 1 319, que componían 537 familias. Porcentaje indígena 25,4, de analfabetos 44,5. Contaba con servicio de agua potable. Carecía de asistencia médica y hospitalaria. No había servicio de luz eléctrica, estándose gestionando su dotación. Se contaba con 1 escuela urbana y 1 rural mixta. Carecía de mercado. No existía industria digna de estímulo. Los cultivos de la zona se indicó ser maíz, frijol, café y verduras. La municipalidad consideraba problemas urgentes luz eléctrica tanto urbana como rural, así como construcción de una escuela tipo mínimo y del edificio municipal.

¹*Monografía de Santa Lucia Milpas Altas.* <http://www.deguate.com/municipios/pages/sacatepéquez/santa-lucia-milpas-altas/municipalidad>. Consulta: 3 de enero de 2016.

El Censo 1964 dio 1 826: Urbano 782 (masculino 400, femenino 382); grupo étnico no indígena 681 (masculino 343, femenino 338); indígena 101 (masculino 57, femenino 44). Rural 1,044 (masculino 531, femenino 513); grupo étnico no indígena 1 025 (masculino 520, femenino 505); indígena 19 (masculino 11, femenino 8). Población de 7 años y más 1 375: Urbano 585 (alfabetos 406, analfabetos 179) rural 790 (alfabetos 551, analfabetos 239). Viviendas 317 (urbano 149, rural 168). Asistencia escolar 302 (urbano 129, rural 173). Se estimó una densidad de 96 habitantes por km². Los datos de Estadística correspondientes al VIII Censo General de Población del 7 abril 1973 dieron 2 642 (hombres 1 369, mujeres 1 280); alfabetos 1 391; indígenas 304. Urbano 878 (hombres 457, mujeres 421); alfabetos 491; indígenas 41.

El municipio cuenta con 1 pueblo, 1 aldea y 4 caseríos. La cabecera con categoría de pueblo, Santa Lucía Milpas Altas, tiene los caseríos: El Ventarrón, San José Buena Vista. La aldea es: Santo Tomás Milpas Altas, con los caseríos: La Libertad, San Antonio. Accidentes orográficos: Cerros: Comunal, El Triunfo, La Choza, La Libertad, Santa Rosa. Accidentes hidrográficos: Ríos: Chicorín, Manzano, San Joaquín, Santa María, Las Cañas, Petate, San José, Saquit.

1.2. Aspectos físicos

Santa Lucía Milpas Altas, Municipio del departamento de Sacatepéquez. Municipalidad de 4^a categoría. Nombre geográfico oficial: Santa Lucía Milpas Altas.

1.2.1. Localización y colindancias

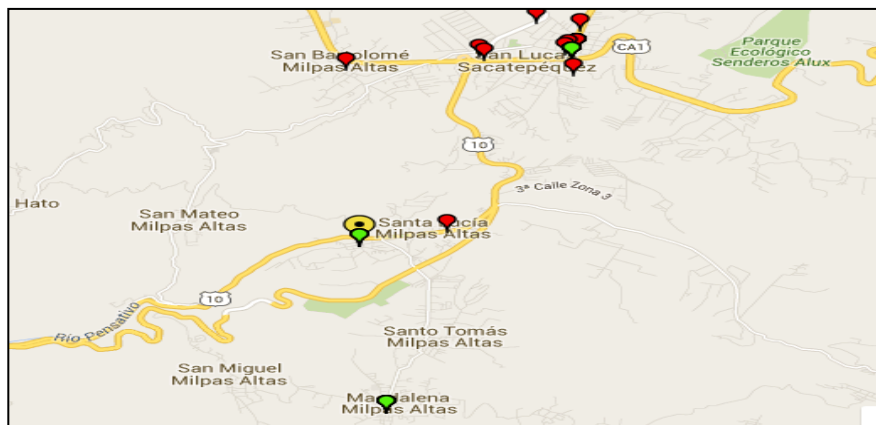
Colinda al norte con San Lucas Sacatepéquez y San Bartolomé Milpas Altas (Sacatepéquez); al este con Villa Nueva (Guatemala); al sur con

Magdalena Milpas Altas y Antigua Guatemala (Sacatepéquez); al oeste con Antigua Guatemala y San Bartolomé Milpas Altas (Sacatepéquez). En la cabecera frente a la iglesia 1 970 mts. SNM, lat. 14°34'33", long. 90°40'40". Ciudad de Guatemala 2059 II. Su ruta de llegada es por la carretera Interamericana CA1, de San Lucas Sacatepéquez, al oeste es 1 km. al entronque con la ruta nacional 10, asfaltada, que al sur lleva a la cabecera departamental y municipio de Antigua Guatemala. Del citado entronque al sur aprox. 5 km. a la granja Carberts en el enlace con la carretera departamental Sacatepéquez 5, que al noroeste tiene 1 km. a la cabecera de Santa Lucía Milpas Altas. También cuenta con caminos, roderas y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos.

1.2.2. Extensión territorial

Su extensión municipal es de aproximadamente 19 km² de área.

Figura 1. Localización del Municipio de Santa Lucía Milpas Altas



Fuente: *mapa Santa Lucía Milpas Altas*. <https://www.google.com.gt/?q=mapa+d+el+municipio+de+santa+lucia+milpas+altas>. Consulta: julio de 2015.

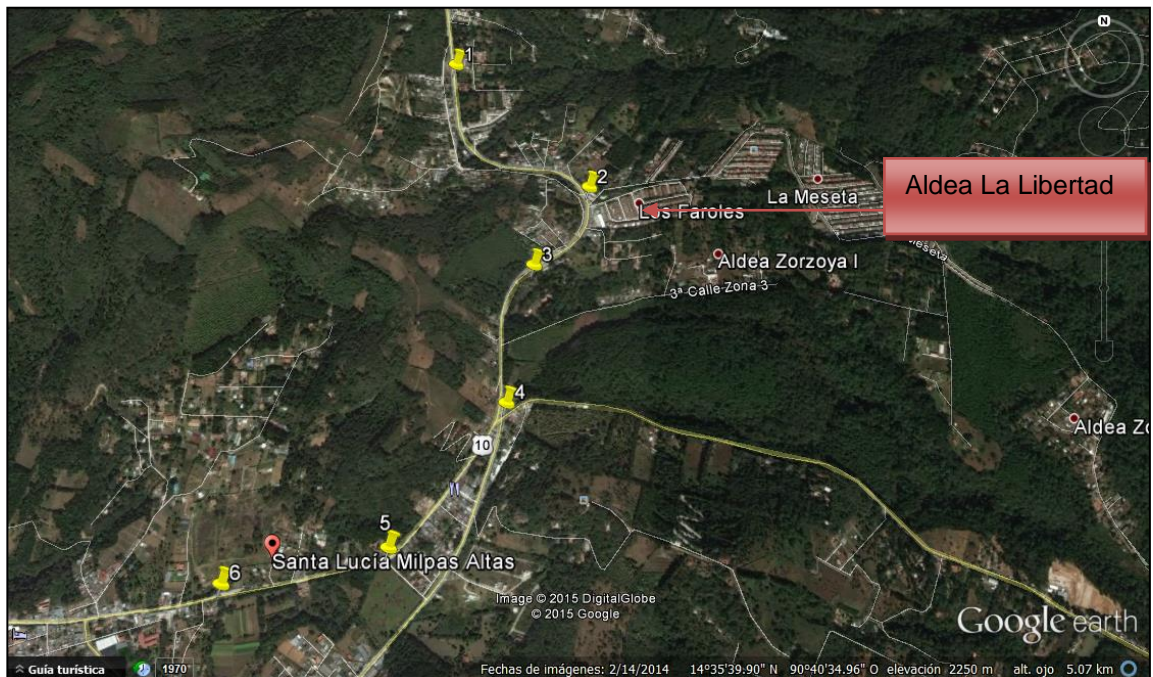
1.2.3. Ubicación de proyectos

La libertad se encuentra aproximadamente a 2 km de la cabecera municipal de Santa Lucía Milpas Alta.

1.2.3.1. Alcantarillado Sanitario en la Aldea La libertad

Sus coordenadas geográficas son “14.587936, -90.662421”.

Figura 2. Localización de la Aldea la Libertad



Fuente: *Google Earth. Mapa Santa Lucia Milpas Altas.* [https://www.google.com.gt/8#q=mapa+d el+ municipio +de+santa+lucia+milpas+altas](https://www.google.com.gt/8#q=mapa+d+el+municipio+de+santa+lucia+milpas+altas). Consulta: julio de 2015.

1.2.3.2. Edificio de salón municipal y oficinas de usos múltiples en la aldea Santa Rosa

Santa Rosa Milpas Altas se encuentra aproximadamente a 3 km de la cabecera municipal de Santa Lucía Milpas Alta, sus coordenadas geográficas son 13°33'57,93", 90°38'51,60".

Figura 3. Localización de la Aldea Santa Rosa



Fuente: *Google Earth. Mapa Santa Lucia Milpas Altas.* <https://www.google.com.gt/8#q=mapa+del+municipio+de+santa+lucia+milpas+altas>. Consulta: julio de 2015.

1.2.4. Clima

El clima de Santa Lucía Milpas Altas es de Templado a frío con invierno benigno, húmedo por su vegetación boscosa. De acuerdo a estadísticas

recabadas a lo largo del tiempo por el Insivumeh, se tiene una precipitación anual promedio de 800 milímetros.

1.2.4.1. Temperatura

Según el archivo de Insivumeh, con estación en la finca Florencia, se ha registrado un promedio anual de temperatura máxima de 22,44 grados centígrados y de temperatura mínima de 12,8 grados centígrados.

1.2.4.2. Viento

El promedio anual de velocidad del viento es de 17 Kms. por hora, con una dirección predominante de Norte a Noreste, puede llegar a 20 y 22 kilómetros por hora.

Figura 4. **Parámetros climáticos de Santa Rosa Milpas Altas**

Parámetros climáticos promedio de Santa Lucia Milpas Altas													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima media (°C)	20.6	21.7	23.1	24.0	22.9	21.3	21.4	22.0	21.3	20.7	20.6	20.7	21.7
Temperatura media (°C)	15.0	15.7	16.9	18.1	17.9	17.3	17.1	17.3	17.0	16.5	15.7	15.3	16.7
Temperatura mínima media (°C)	9.4	9.8	10.8	12.2	12.9	13.3	12.8	12.6	12.7	12.3	10.9	9.9	11.6
Precipitación total (mm)	5	5	5	37	131	281	223	187	259	146	32	9	1320

Fuente: Climate-Data.org¹¹

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, -Insivumeh-.
Unidad de Climatología, reporte de la estación, la Suiza Contenta.

1.3. Demografía

Según el diccionario geográfico nacional, el municipio cuenta con un 84,36 % de población urbana y 15,54 % rural, el mayor segmento de la población está situado en el rango de edad de 4 a 40 años, indicando que en el territorio se tiene que invertir más en educación, prever fuentes de empleo, vivienda y servicios básicos. En el siguiente cuadro se describen los diferentes aspectos demográficos del municipio de Santa Lucía Milpas Altas.

Figura 5. Aspectos demográficos de Santa Lucía Milpas Altas

Demografía	Total
Población migrante	0
Total de nacimientos 2007	180
Total de nacimientos 2008	274
Tasa de natalidad	20,66
Crecimiento vegetativo	1,75
Tasa de fecundidad	66,26
Núm. de mortinatos	0

Fuente: *Plan de Desarrollo municipal. 2011-2025, Santa Lucía Milpas Altas.*

1.3.1. Población

Santa Lucía Milpas Altas cuenta con una población aproximada de 13 600 habitantes, con una densidad de 715 habitantes por Km².

1.3.1.1. Cultura y etnicidad

La cultura y etnicidad pertenece originalmente a la etnia de los cakchiqueles, sin embargo esta se ha ido perdiendo debido a que actualmente el 92 % de pobladores es no indígena. Se considera que hasta los años 50 del siglo XX se hablaba cakchiquel.

1.3.1.2. Costumbres y tradiciones

El mayor porcentaje de población profesa culto católico, sin embargo se hace presente también culto evangélico en varios lugares poblados del municipio, siendo esta en menor cantidad que la católica. No existe traje típico.

1.3.1.2.1. Feria titular

En Santa Lucía Milpas Altas son celebradas dos fechas importantes, la primera: la fiesta titular de Santa Lucía Milpas Altas es del 10 al 15 de diciembre en honor a la virgen de Santa Lucía. Y la segunda: la fiesta titular de Santo Tomás Milpas Altas es celebrada del 16 al 22 de diciembre en honor a Santo Tomás Apóstol.

1.3.1.2.2. Otras celebraciones

En la aldea La Libertad se realiza la celebración del 15 de agosto en honor a la Virgen de la Asunción, en el parcelamiento Santa Rosa el 28 de agosto en honor a Santa Rosa de Lima. La celebración de Santa Lucía y Santo Tomás, año tras año es el día de *Corpus Cristi* el cual se reviste de gran trascendencia dentro de los habitantes, aquí se participa en eventos religiosos, culturales y deportivos.

1.3.1.3. División política y administrativa

Santa Lucía Milpas Altas es un municipio del departamento de Sacatepéquez, integrado por 1 pueblo que es el casco urbano dividido en 4 zonas, 2 aldeas, 1 caserío, 4 colonias, 1 parcelamiento y 1 asentamiento. En el cuadro siguiente se mencionan los nombres de los diferentes poblados de Santa Lucía Milpas Altas.

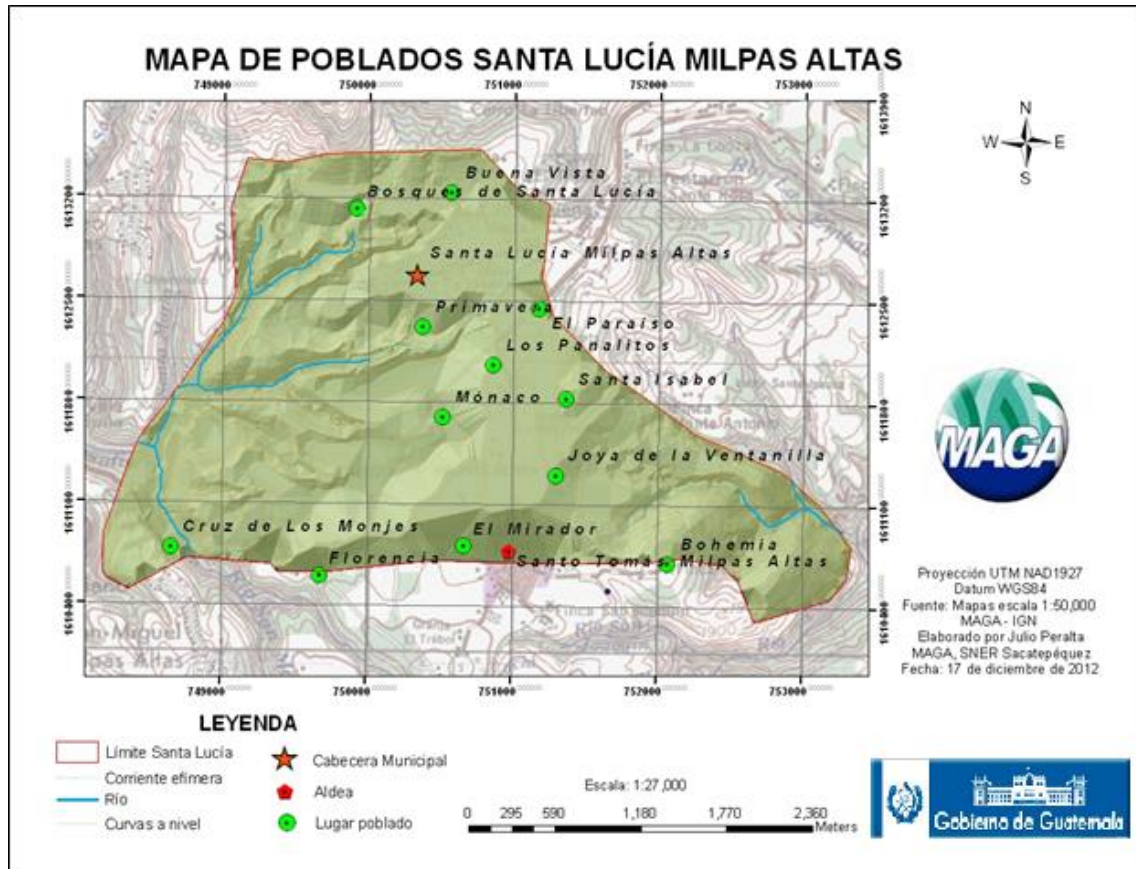
Tabla I. Lugares poblados de Santa Lucía Milpas Altas

Lugar poblado	Nombre
Casco urbano	Zona 1
	Zona 2
	Zona 3
	Zona 4
Aldeas	Santo Tomás Milpas Altas
	La Libertad
Parcelamiento	Santa Rosa
Caserío	El triunfo
Colonias	Santa Isabel
	6 de enero
	El Paraíso
	San José Las Cañas
Asentamiento	La Pinada

Fuente: elaboración propia.

En el siguiente mapa se observa la ubicación de los diferentes lugares poblados de Santa Lucía Milpas Altas.

Figura 6. Mapa de poblados de Santa Lucía Milpas Altas



Fuente: Base de datos de MAGA, área de Santa Lucía Milpas Altas.

2. ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ALDEA LA LIBERTAD

2.1. Identificación del problema

El proyecto de alcantarillado sanitario se encuentra ubicado en La Bandera 2, aldea La Libertad, donde la necesidad de tener un control de aguas residuales es grande, poniendo en primer lugar la salud de la población y la contaminación del lugar.

Se estima que el diseño tendrá una longitud de un kilómetro debido al recorrido que realizará la red, para poder trasladar las aguas en el alcantarillado.

2.1.1. Situación actual

En Santa Lucía Milpas Altas se encuentra una planta de tratamiento de aguas residuales, sin embargo los sistemas de alcantarillado de todo el municipio no han sido diseñados ni construidos para conectarse a la planta de tratamiento debidamente.

Actualmente la mayor parte del municipio de Santa Lucía Milpas Altas es abastecida de agua, utilizando sistemas de redes de agua potable, la aldea La Libertad cuentan con un tanque de almacenamiento de agua, del cual se distribuye agua a la región.

La problemática que enfrenta actualmente con las aguas residuales el área de La Bandera 2, es que el desagüe de estas es a flor de tierra en la mayoría de los casos y pocos tienen pozos de absorción.

2.2. Normas de diseño

La municipalidad de Santa Lucía Milpas Altas ha definido usar para todos sus proyectos de infraestructura un período de diseño de 20 años más 2 años de trámites, por lo cual se utilizó ese dato en el presente trabajo.

2.2.1. Período de diseño

Los sistemas de drenaje serán proyectados para llevar adecuadamente su función durante períodos no muy largos de tiempo, ya que esto podría incrementar los costos, a tal punto que sea mejor económicamente construir otro dispositivo durante este período; así se invertiría menos en dos dispositivos cuyos períodos de diseño sumen el período del primer dispositivo.

2.2.2. Diseño de secciones y pendientes

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la fórmula de Manning transformada a sistema métrico para secciones circulares así:

$$V = \frac{0,003429 \times D^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Donde:

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

D = diámetro de la sección circular (pulg.)

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

n = coeficiente de rugosidad de Manning o Kutter

n = 0,015 para tubos de 24 pulgadas y menores

n = 0,013 para tubos mayores de 24 pulgadas

Cada tramo se calculará con el caudal que tenga en sus extremos más bajos.

2.2.3. Diámetros mínimos

En el diseño del drenaje, es uno de los elementos que hay que calcular, para lo cual se deben seguir ciertas normas, para evitar que la tubería se obstruya. Según las normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal, se debe utilizar para sistemas de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8", cuando se utiliza tubería de cemento y de 6", cuando la tubería sea de PVC; para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo con tubería de cemento es de 6" y de 4" para PVC; en este caso se utilizará de PVC.

2.2.4. Pendientes

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la misma del terreno, para evitar sobre costo por excavación excesiva, siempre cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles.

Generalmente, dentro de las viviendas se sugiere utilizar una pendiente mínima del 2 %, lo que asegura un arrastre de las excretas. En las áreas donde la pendiente del terreno es muy poca, se recomienda, en la medida de lo posible, acumular la mayor cantidad de caudales, para que generen una mayor velocidad.

2.2.5. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y el tipo de tubería que se utiliza. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena, v por norma debe ser mayor de 0,60 m/s, para que no exista sedimentación, y menor o igual que 3 m/s, para que no exista erosión o desgaste.

El diseño de este proyecto se hizo con tubería de PVC, que permite una velocidad mínima de 0,60 m/s la máxima de 3 m/s a sección llena.

2.2.6. Profundidad de la tubería

La determinación de la profundidad de la tubería, se hace mediante el cálculo de las cotas invert, en todo caso debe chequearse que la tubería tenga un recubrimiento adecuado, para no dañarse con el paso de vehículos y peatones, o que se quiebre por la caída o golpe de algún objeto pesado. El recubrimiento mínimo es 1,20 metros para áreas de circulación de vehículos, en algunos casos, puede utilizarse un recubrimiento menor, pero se debe estar seguro sobre el tipo de circulación que habrá en el futuro en esa área. En este caso se utilizó un recubrimiento mínimo de 1,2m, ya que el tráfico en el área es

existente y se prevé que aumente en relación al crecimiento poblacional que se espera.

2.2.7. Obras complementarias

Las estructuras complementarias que se construyeron en las redes de saneamiento repercuten en su funcionamiento. Para limpiar e inspeccionar las alcantarillas, se las provee de pozos de visita. Para que el flujo de aguas residuales caiga verticalmente de una a otra cota con una mínima perturbación, se utilizan pozos de registro con caída incorporada.

2.2.8. Pozos de visita

Se diseñaran pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- En cambios de diámetros.
- En cambios de pendiente.
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”.
- En las intersecciones de 2 o más tuberías.
- En los extremos superiores de ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 120 metros en línea recta en diámetro hasta de 24”
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24”.

La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y la que sale de un pozo de visita será como mínimo de 0,3 metros.

Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert será, como mínimo, la diferencia de dichos diámetros.

Siempre que la diferencia de cotas invert entre la tubería que entra y la que sale de un pozo de visita sea mayor de 0,70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encause el caudal con un mínimo de turbulencia.

2.2.9. Disipadores de energía

Los disipadores de energía son estructuras que conducen el agua de un determinado nivel hasta otro inferior, existiendo en este proceso una disipación de energía efectiva antes de la entrega final. Durante la caída el agua se mezcla con el aire creando unas condiciones de flujo que no siempre son favorables para las estructuras.

El objetivo de un disipador de energía es reducir la energía cinética de un flujo, para así evitar riesgos de socavación en una estructura.

En un pozo de visita, cuando la diferencia entre la cota invert de entrada con cota invert de salida es demasiado alta, es necesario colocar un artefacto de disipación, el cual permita reducir la energía cinética del flujo, para así evitar que el flujo cause daños a la estructura.

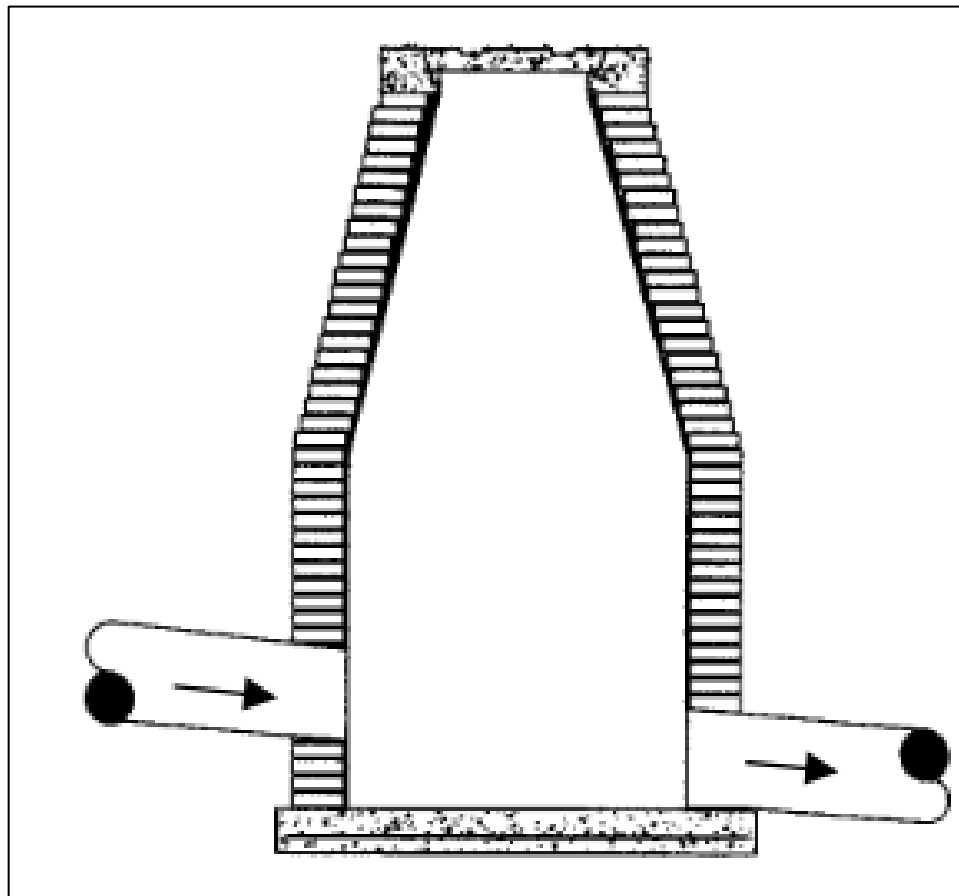
Se pueden distinguir los siguientes casos de disipadores de energía en sistemas de drenaje sanitario y pluvial.

- Caso 1

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería esté entre 0,03 y 0,25 metros, no se coloca ningún artefacto disipador.

$$0,03 \text{ m} \leq x \leq 0,25 \text{ m}$$

Figura 7. **Pozo sin artefacto disipador**



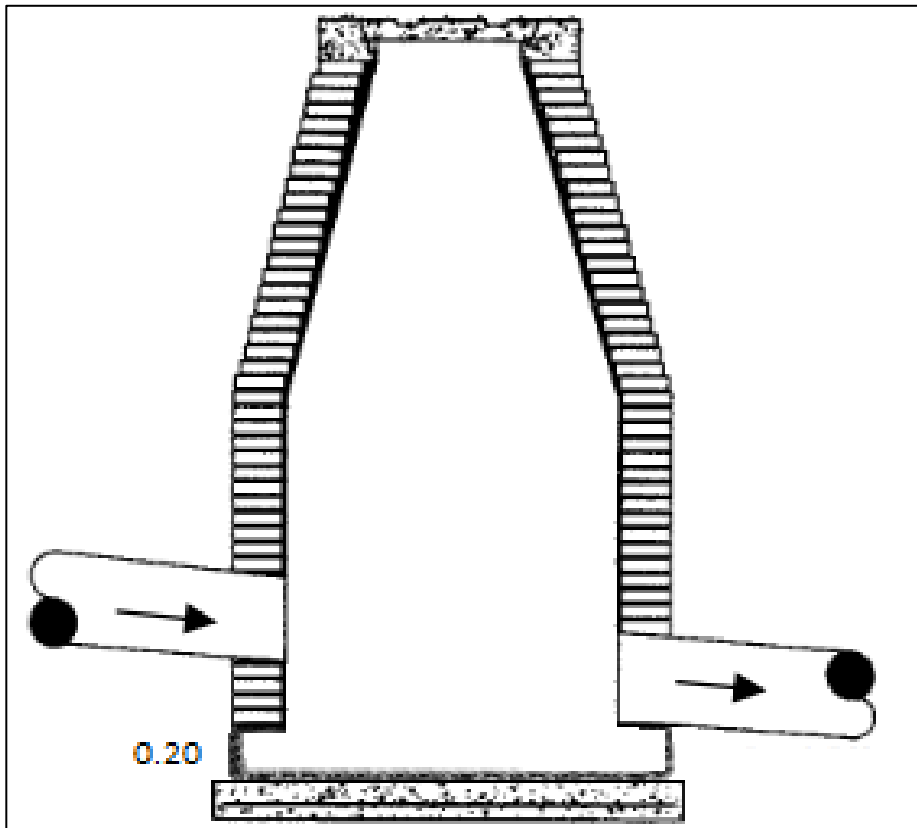
Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, cámaras de inspección*. p. 50.

- Caso 2

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería esté entre 0,26 a 0,75 metros, se debe de dejar un colchón de agua, el cual consiste en dejar 20 cm a partir de la parte inferior de la tubería de salida.

$$0,26 m \leq x \leq 0,75 m$$

Figura 8. **Colchón de agua**



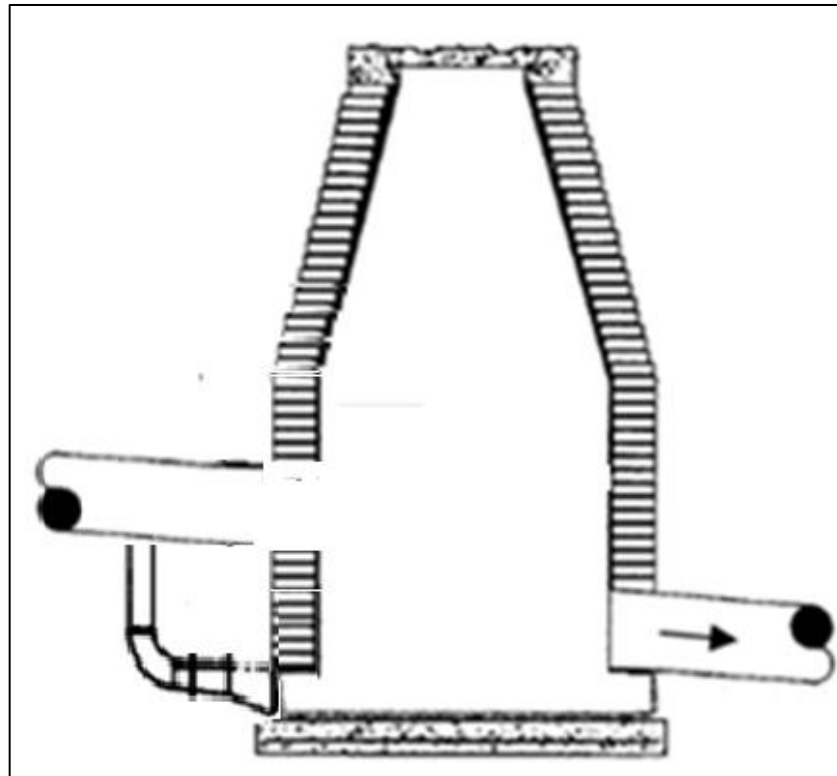
Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, cámaras de inspección.* p. 50.

- Caso 3

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería este entre 0,76 a 2 metros, se debe de colocar un codo dissipador a 45° en función del diámetro de la tubería y la pendiente de la tubería. Este tipo de dissipador regularmente solo se coloca para drenaje sanitario.

$$0,76 \text{ m} \leq x \leq 2,00 \text{ m}$$

Figura 9. **Codo dissipador**



Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, Cámaras de inspección.* p. 50.

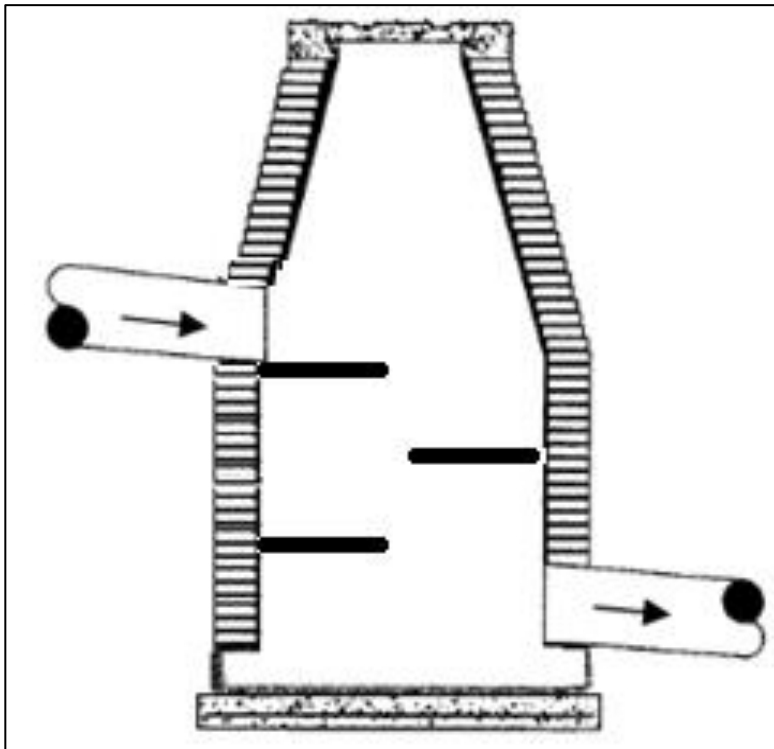
- Caso 4

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería esté 2 a 6 metros, se debe de colocar bandejas cuadradas, está separadas en función del caudal de entrada.

Regularmente este tipo de disipación solo se utiliza para drenaje pluvial, eso debido al arrastre de sólidos.

$$2,01\ m \leq x \leq 6,00\ m$$

Figura 10. **Bandejas disipadoras**



Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, Cámaras de inspección.* p. 50.

2.2.10. Conexiones domiciliarias

Las conexiones de las casas, edificios también denominadas acometidas domiciliarias, son tuberías de pequeños diámetros que van desde aquellos a la alcantarilla pública de la calle; regularmente se dejan previstos al hacer la alcantarilla y su conexión se realiza por fontaneros.

2.3. Estudio de población

Un sistema de drenaje sanitario debe diseñarse para trabajar hidráulicamente bien, desde que se pone en funcionamiento hasta el final del período de diseño. Por lo tanto se hace necesario conocer la población a servir, al inicio y al final de su período de vida. Para lo cual se necesita primero conocer la población del lugar según los censos realizados con anterioridad y luego calcular la población para la fecha requerida.

Para el cálculo de la población, existen varios métodos, pero el más utilizado por los diseñadores es el Método Geométrico por tasa nacional, ya que la población en La Libertad es muy poca y la esperanza de crecimiento es media, además este método proporciona un dato más aproximado.

2.3.1. Método geométrico

- Fórmula general:

$$Pf = Pa \times (1 + R)^t$$

Donde:

Pf = población futura

Pa = población actual

R = razón de incremento geométrica

T = período de diseño

El crecimiento poblacional del 2002 al 2008 equivale a un 30 % del total de la población, es decir 3 037 pobladores en un período de 6 años. El Ministerio de Salud y Asistencia Social reporta en el 2008, 13 261 lo que hace una diferencia de 3 pobladores más que la proyección realizada por el INE, lo cual evidencia una diferencia de 0,02 %.

La tasa de crecimiento poblacional, es de 2,70 %, la departamental de 3,68 y a la nacional de 3,47. Los datos indicados expresan que la población del municipio decrece en 0,98 a la tasa departamental y en 0,77 con respecto a la población nacional. Lo que implica que la población del municipio tiene un índice de crecimiento medio.

2.4. Diseño del sistema de drenaje sanitario

A continuación se presenta el diseño del sistema de drenaje sanitario.

2.4.1. Trazo del sistema

El trazo de la red se basó en orientar la tubería a favor de la pendiente natural del terreno. Evitando en lo posible una mayor profundidad del drenaje. Cuando existe dos o más tramos con pendiente positiva para conducir un caudal considerablemente grande, se tomó el tramo de menor pendiente,

dejando los tramos de mayor pendiente como iniciales; excepto cuando la profundidad de llegada era grande y se tenía que recuperar.

2.4.2. Localización de la descarga

La cabecera municipal cuenta actualmente con una pequeña planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada cerca del centro de la cabecera Santa Lucía que desemboca las aguas a un barranco, luego se encuentra la descarga hacia dicho barranco.

Para el diseño del sistema de drenaje sanitario se decidió utilizar como lugar de desfogue un pozo de visita al final del tramo que está conectado a la tubería principal que va a dar desde la aldea La Libertad hasta la planta de tratamiento en la cabecera municipal.

Actualmente la aldea La libertad cuenta con un sistema de red de alcantarillado diseñado y construido en 2010, por lo que el tramo a diseñar se conectará a este para que se trasladen las aguas residuales.

2.4.3. Cálculo e integración de caudales

El diseño del sistema de drenaje sanitario requiere el cálculo del caudal máximo total, el cual está integrado de los caudales siguientes:

2.4.4. Caudal domiciliar

Es el agua que ha sido utilizada para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida a la red de alcantarillado, el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable.

Como se indicó anteriormente, una parte de esta no será llevada al alcantarillado como la de los jardines y lavado de vehículos, de tal manera que el vapor del caudal domiciliar está afectado por un factor que varía entre 0,70 a 0.80, el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{dot \times hab \times f \text{ de retorno}}{86400}$$

Donde:

dot = dotación (lts/hab/día)

hab = número de habitantes

Q_{dom} = caudal domiciliar (lts/seg)

2.4.5. Factor de retorno

El factor de retorno, como ya se mencionó, es el porcentaje de agua, que después de ser usada, vuelve al drenaje, en este caso se considera un 80 % de factor de retorno.

2.4.6. Caudal de infiltración

El INFOM establece que para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas, debe tomarse en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad y el tipo de tuberías. Los caudales por cada kilómetro de tubería que contribuya a los tramos se estimarán calculando los tubos centrales y los de conexión domiciliar en litros por segundo. Para el diseño del alcantarillado, las tuberías serán de PVC y quedarán sobre el nivel freático.

A continuación se muestra la siguiente tabla para tuberías que quedarán sobre el nivel freático:

$$Q_{inf} = 0,010 \times \text{Diámetro plg}$$

Tabla II. **Tubería sobre el nivel freático**

TUBERIA	Q_{in} (L/s)
Cemento	0,025 * diámetro en plg
PVC	0,010* diámetro en plg

Fuente: Infom. *Factores de infiltración para tubería PVC*. p. 10.

2.4.7. Conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede considerar estimar que un porcentaje de las viviendas de la aldea puede hacer conexiones ilícitas o que puede variar entre 0,5 a 2,5 %.

- Si se calculó por el método racional.

$$Q_{conexionesilicitas} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI(A\%) \times 1000}{360}$$

Donde:

Q = caudal (m³/seg)

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia. (mm/hora)

A= área que es factible de conectar. (Has)

- Según INFOM es el 10 % del caudal domiciliar
- La Municipalidad de Guatemala dice, que al caudal de diseño se le debe agregar 100 lts/hab/día. Debido a posibles conexiones ilícitas.

$$Q_{conexionesilicitas} = \left(\frac{100 \text{ lts}}{\frac{\text{hab}}{\text{dia}}} \right) + \text{caudal de diseño}$$

- Textos y publicaciones dados en clase toman el criterio de 150 lts/hab/día. Ya que:

$$Q_{conexionesilicitas} = \left(\frac{150 \text{ lts}}{\frac{\text{hab}}{\text{dia}}} \right) + \text{caudal de diseño}$$

- acloacal.

$$Q_{conexionesilicitas} = \text{caudal cloacal} + 15 \%$$

2.4.8. Caudal comercial

Es el agua que se desecha de los comercios, restaurantes, hoteles, entre otros. La dotación comercial varía según el establecimiento a considerarse y puede estimarse entre 600 a 3 000 lts/comercio/día.

$$Q_{dom} = \frac{\#comercios \times dot}{86400}$$

Para este proyecto no se tomará en cuenta el caudal comercial ya que no existen comercios.

2.4.9. Caudal industrial

Es el agua negra proviene de las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, alimentos, entre otros. Si no se cuenta con el dato de dotación de agua suministrada se puede estimar entre 1 000 a 1 800 lts/industria/día, el cual dependerá del tipo de industria.

$$Q_{ind} = \frac{\#industrias \times dot}{86400}$$

Para este proyecto no se tomará en cuenta el caudal industrial ya que no existen comercios.

2.4.10. Factor de caudal medio

Este factor se determina por medio de la sumatoria de los caudales que construyen al sistema, dividido por el tiempo total en un día, y se expresa en lts/habitante/segundo; estos caudales son:

- Caudal domiciliar
- Caudal comercial
- Caudal industrial
- Caudal de infiltración
- Caudal de conexiones ilícitas

Al realizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriormente descritos se procede a obtener el valor del caudal medio que esta dado de la siguiente expresión.

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

En el caso de La Libertad, no se tomó en cuenta el caudal industrial ni el comercial ya que al sistema no se conectará industria ni comercio alguno, el valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{\# \text{ hab}}$$

Donde:

Q_{med} = caudal medio

f_{qm} = factor de caudal medio

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio, las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario, han establecido valores de este factor con base a la experiencia.

$f_{qm} = 0,0046$ según el INFOM

$f_{qm} = 0,0030$ según la MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

$f_{qm} = 0,0020$ mayor o igual f_{qm} . menor o igual a 0,0050 D.G.O.P.

2.4.11. Factor de flujo

El factor de Harmond o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado. Este factor actúa principalmente en la hora pico, es decir, en las horas que más se utiliza el sistema de drenaje. Se debe calcular para cada tramo de la red. Su fórmula es:

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

Donde:

P = número de habitantes a servir expresado en miles de habitantes.

El valor de Harmond se encuentra entre 1,5 y 4,6, de acuerdo al tamaño de la población.

2.4.12. Caudal de diseño

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportara el alcantarillado en los diferentes puntos donde esta fluya, primero se tendrán que integrar los valores que se describen en la fórmula siguiente:

$$Qdis = \#hab \times FH \times fqm$$

Donde:

hab = número de habitantes futuros

FH = factor de Harmond

fqm = factor de caudal medio

2.4.13. Cálculo de un tramo del sistema de drenaje sanitario

Se diseñará un tramo que abarca La Bandera 2, en la aldea La libertad.

- Cálculo del tramo 1 – 2

Cota inicial (CI) = 1 907,36 m

Cota final (CF) = 1901,07 m

Distancia horizontal (DH) = 56 m

- Cálculo de la pendiente del terreno

$$S \% = \left[\frac{CI - CF}{DH} \right] \times 100 = \left[\frac{1907,36 - 1901,07}{56} \right] \times 100 = 11,25 \%$$

- Población de diseño

- Población total

$$Pf = Pa \times (1 + R)^t$$

Pa = 800 hab

R = 0,03

T = 22 años

Población futura = 1 533 hab

- Población en el tramo 1 – 2

En cada casa se estimó que habitan 5 habitantes, en el tramo 1-2 hay seis casas, por lo que la población actual es de 10 habitantes.

Pa= 165 hab

R =0,03

T= 22 años

Población Futura = 316 hab

- Integración del caudal de diseño
 - Caudal domiciliar

Partiendo de una dotación de agua en la aldea, la dotación en este caso fue de 250 litros/habitante/día, esta a vez es afectada por factor de retorno de 80 %.

$$Q_{dom} = \frac{dot \times factorretorno \times \#hab}{86\ 400}$$

- Tramo 1 – 2
 - Actual

Dotación = 150 lts/hab/día

Factor de retorno = 0,80

hab = 165

$Q_{dom} = 0,3819$ lts/hab/seg

- Futuro

Dotación = 150 lts/hab/día

Factor de retorno = 0,80

hab = 316

$Q_{dom} = 0,7314$ lts/hab/seg

$$Q_{dom} = \frac{150 \times 316 \times 0,80}{86\ 400} = 0,44 \text{ lt/s}$$

- Caudal por infiltración

$$Q_{inf} = 0,010 \times \text{Diametro } plg$$

$$Q_{inf} = 0,010 \times 6''$$

$$Q_{inf} = 0,06 \text{ Lt/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas

En este caso para el diseño del drenaje sanitario se utilizó el parámetro de diseño del Infom.

$$Q_{ci} = 0,10 * Q_{Dom}$$

$$Q_{ci} = 0,10 * 0,44 \text{ lt/s}$$

$$Q_{ci} = 0,04 \text{ lt/s}$$

- Caudal comercial

Es nulo debido a que no se conecta ningún tipo de industria al sistema

- Caudal industrial

También es nulo porque no se conecta ningún tipo de industria al sistema.

- Caudal medio

Se toma de la sumatoria de todos los caudales calculados.

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

$$Q_{med} = 0,44 + 0 + 0 + 0,06 + 0,04$$

$$Q_{med} = 0,54 \text{ lts/seg}$$

- Factor de caudal medio

$$f_{qm} = \frac{Q \text{ s}}{\#hab. futuro}$$

$$f_{qm} = \frac{0,54 \text{ lt/s}}{316 \text{ hab}}$$

$$f_{qm} = 0,001709 = 0,002$$

Para el fqm se utilizó el parámetro de Dirección General de Obras Públicas (DGOP), el cual indica que para un fqm < 0,002 se debe utilizar 0,002 y para un fqm > 0,005 se debe de utilizar 0,005. En este caso como el fqm es menor a 0,002 se utiliza 0,002.

- Factor de Harmond

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

P = 316 hab

FH = 4,07

- Caudal de diseño

$$Q_{dis} = \#hab \times FH \times f_{qm}$$

hab = 316

FH = 4,07

f_{qm} = 0,002 lts/hab/seg

Q_{dis} = 2,54 lt/seg

- Velocidad a sección llena Tramo 1-2

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,015} \right) \times D^{2/3} \times S^{1/2}$$

D = 6 plg

S = 9,83 -%

V = 2,37 m/seg

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{1,38}{43,23}$$

q/Q = 0,0319

Cumple con la condición $q < Q$, de la tabla de relaciones hidráulicas se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{v}{V} = 0,45$$

$$\frac{d}{D} = 0,12$$

Este valor no se encuentra entre los rangos establecidos de $0,60 \leq v \leq 3,00$ m/seg, pero hay instituciones como la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala (EMPAGUA) que para drenaje sanitario permite velocidades de hasta 0,30 m/seg, siempre y cuando el caudal no corra a sección llena, por lo que se considera correcto este dato. (ver página 17 de *Reglamento diseño y construcción de drenajes*. Por: Dirección de Aguas y Drenajes, Municipalidad de Guatemala. EMPAGUA: Guatemala.)

- Profundidad del pozo de visita
 - Pozo A

Cota invert inicial = 1904,71 m

Cota de terreno al principio = 1907,36 m

Altura del pozo = 1907,363 – 1904,93 = 2,65 m aproximado 2,70 m

- Del tramo 1-2 pozo B

Cota invert inicial = 1898,41 m

Cota de terreno al principio = 1901,07 m

Altura del pozo = 1901,07-1898,41 = 2,65 m aproximado 2,70 m

2.4.14. Resumen de valores adoptados

Período de diseño	22 años
Población actual	800 habitantes
Población futura	1533 habitantes
Número de habitantes por casa	5 hab/casa
Dotación	150 lts/hab
Factor de retorno	80 %
Velocidad mínima	0,60 m/s
Velocidad máxima	3 m/s
Diámetro mínimo	6 plg

Tabla III. Fase I de diseño de drenaje sanitario, aldea La Libertad

DE PV	A PV	Cotas Terreno		H ^D (m)	HD ^D (m)	% Terreno	Núm. Casas		Habitantes			
		CI	CF				Local	Acum,	Local	Actual,	Local	Futuro,
1	2	1 907,363	1 901,065	56	54,75	11,50	33	33	165	165	317	317
2	3	1 901,065	1 890,004	46	44,75	24,72	15	48	75	240	144	460
3	4	1 890,004	1 879,129	48	46,75	23,26	20	68	100	340	192	652
4	5	1 879,129	1 870,427	50	48,75	17,85	17	85	85	425	163	815
5	6	1 870,427	1 863,055	44	42,75	17,24	15	100	75	500	144	959
6	7	1 863,055	1 856,912	52	50,75	12,10	22	122	110	610	211	1169
7	8	1 856,912	1 850,337	64,0005	62,7505	10,48	18	140	90	700	173	1342
8	9	1 850,337	1 842,47	53,9995	52,7495	14,91	12	152	60	760	115	1457
9	10	1 842,47	1 837,557	26	24,75	19,85	8	160	40	800	77	1533

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Fase II de diseño de drenaje sanitario, aldea La Libertad

DRENAJE SANITARIO												
Caudal Domiciliar		Caudal C,I,		Caudal					FQM		FQM	
Actual	Futuro	Actual	Futuro	Inf	Com	Ind	Actual	Sanitario	Actual	Futuro	DGO P	
0,229166667	0,440277778	0,022916667	0,044027778	0,06	0	0	0,312083333	0,544305556	0,001891414	0,001717052	0,002	
0,333333333	0,638888889	0,033333333	0,063888889	0,06	0	0	0,426666667	0,762777778	0,001777778	0,001658213	0,002	
0,472222222	0,905555556	0,047222222	0,090555556	0,06	0	0	0,579444444	1,056111111	0,001704248	0,001619802	0,002	
0,590277778	1,131944444	0,059027778	0,113194444	0,06	0	0	0,709305556	1,305138889	0,001668954	0,001601397	0,002	
0,694444444	1,331944444	0,069444444	0,133194444	0,06	0	0	0,823888889	1,525138889	0,001647778	0,001590343	0,002	
0,847222222	1,623611111	0,084722222	0,162361111	0,06	0	0	0,991944444	1,845972222	0,001626138	0,001579104	0,002	
0,972222222	1,863888889	0,097222222	0,186388889	0,06	0	0	1,129444444	2,110277778	0,001613492	0,001572487	0,002	
1,055555556	2,023611111	0,105555556	0,202361111	0,06	0	0	1,221111111	2,285972222	0,001606725	0,001568958	0,002	
1,111111111	2,129166667	0,111111111	0,212916667	0,06	0	0	1,282222222	2,402083333	0,001602778	0,001566917	0,002	

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. Fase III de diseño de drenaje sanitario, aldea La Libertad

DRENAJE SANITARIO													
Factor Harmond		q diseño (l/s)		Ø (plg)	S (%) Tubo	Sección Llena		q/Q		v/V		d/D	
Actual	Futuro	Actual	Futuro			V(m/s)	Q(l/s)	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro
4,177339635	4,068138403	1,378522079	2,579199748	6	0,098280098	2,37	43,23228212	0,031886406	0,059659116	0,454641	0,547816	0,122	0,165
4,118110959	3,992582884	1,976693261	3,673176254	6	0,046059878	1,62	29,55118018	0,066890501	0,124298801	0,567726	0,681122	0,175	0,238
4,054704173	3,912137583	2,757198838	5,101427408	6	0,046193822	1,62	29,55118018	0,093302495	0,172630243	0,625939	0,748542	0,206	0,281
4,009509896	3,855526568	3,408083412	6,284508306	6	0,060997926	1,86	33,9291328	0,100447112	0,185224549	0,640173	0,763223	0,214	0,291
3,974226133	3,811648404	3,974226133	7,310741639	6	0,063981387	1,91	34,84120626	0,114066835	0,209830325	0,66437	0,790156	0,228	0,31
3,928242395	3,755253019	4,792455721	8,779781559	6	0,092149566	2,29	41,77296458	0,114726253	0,21017856	0,66437	0,791539	0,228	0,311
3,894559453	3,713994998	5,452383234	9,968362576	6	0,105402668	2,45	44,69159966	0,122000181	0,223047791	0,676142	0,803842	0,235	0,32
3,873693107	3,688656006	5,888013523	10,7487436	6	0,073269335	2,04	37,21259726	0,158226352	0,288846906	0,728912	0,863921	0,268	0,367
3,860396008	3,672702509	6,176633613	11,26050589	6	0,058916837	1,83	33,38188872	0,185029483	0,33732381	0,763223	0,90217	0,291	0,4

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Fase I de diseño de drenaje sanitario, aldea La Libertad

DRENAJE SANITARIO															
Tirante (%)		v (m/s)		Cotas Invert		Hpozo (m)	Hpozo (m)	Øpozo (m)	Caida	Tipo Disipación	Ancho Zanja (m)	Prof. Pozo		Excavación (m³)	Relleno (m³)
Actual	Futuro	Actual	Futuro	Salida	Entrada							Inicio	Final		
12,2	16,5	1,07749917	1,29832392	1898,41	1904,713	2,65	2,7	1,25	0	T.INICIAL	0,75	2,7	2,7	147,42	146,40
17,5	23,8	0,91971612	1,10341764	1887,95	1898,41	2,655	2,7	1,25	0	T.INICIAL	0,75	2,7	2,7	121,10	120,26
20,6	28,1	1,01402118	1,21263804	1877,08	1887,95	2,054	2,1	1,25	0	T.INICIAL	0,75	2,1	2,1	98,28	97,40
21,4	29,1	1,19072178	1,41959478	1868,38	1877,08	2,049	2	1,25	0	T.INICIAL	0,75	2	2	97,50	96,59
22,8	31	1,2689467	1,50919796	1861	1868,38	2,047	2	1,25	0	T.INICIAL	0,75	2	2	85,80	85,00
22,8	31,1	1,5214073	1,81262431	1854,86	1861	2,055	2,1	1,25	0	T.INICIAL	0,75	2,1	2,1	106,47	105,52
23,5	32	1,6565479	1,9694129	1848,29	1854,86	2,052	2,1	1,25	0	T.INICIAL	0,75	2,1	2,1	131,04	129,87
26,8	36,7	1,48698048	1,76239884	1840,42	1848,29	2,047	2	1,25	0	T.INICIAL	0,75	2	2	105,30	104,31
29,1	40	1,39669809	1,6509711	1835,5	1840,42	2,05	2	1,25	0	T.INICIAL	0,75	2	2	50,70	50,23

Fuente: elaboración propia.

2.5. Diseño del sistema de drenaje pluvial

A continuación se presenta el diseño del sistema de drenaje pluvial.

2.5.1. Tipo de sistema a utilizar

Cuando las pendientes son pronunciadas, las aguas de lluvia que corren a través de las calles, adquieren grandes velocidades y por lo tanto hay fuerzas de erosión, lo que combinado a la suavidad de la capa superficial del suelo, provoca el deterioro de las calles.

Estas aguas, al llegar a lugares planos, provocan la acumulación, produciendo inundaciones y estancamientos, los que a su vez obstruyen el paso de peatones y vehículos.

Estos problemas, son los que se tienen que solucionar, contando para ello con dos alternativas:

- La evacuación del agua pluvial por medio de un sistema superficial (cunetas).
- Uso de alcantarillado.

A continuación se presentan los aspectos más importantes de cada uno de los anteriores.

2.5.1.1. Sistema superficial

El sistema superficial tiene la ventaja de un menor costo y mantenimiento fácil, puesto que cada vecino podría limpiar la parte que le corresponde.

La desventaja consiste en la dificultad y riesgo de accidente que causa a los vecinos al cruzar la cuneta y la destrucción de banquetas y paredes al no haber mantenimiento, además se pueden obtener anchos de cunetas muy grandes, ya que el área está dentro de las zonas con alto grado de precipitación y esto obstaculizaría el paso de las personas como el de vehículos.

2.5.1.2. Alcantarillado

Esta alternativa tiene el problema de un costo elevado para su construcción, pero se optó para diseñar este sistema, sabiendo que la municipalidad está pavimentando las pocas calles que no cuentan con algún revestimiento y que es necesario proteger esas y las que ya están revestidas. Además, este sistema conduce las aguas pluviales hasta los puntos de

desfogue dentro de tubería, en donde el agua no erosiona las calles ni obstruye el paso de los peatones ni el de los vehículos.

2.5.2. Área de Influencia

Entre las influencias hidrológicas de Sacatepéquez se encuentra la cuenca del río Motagua que abarca un total de trece departamentos, que son: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chimaltenango, Guatemala, Izabal, Jalapa, El Progreso, Quiché, Sacatepéquez, Zacapa, Chiquimula, Sololá y Totonicapán.

Dichos departamentos presentan, por su topografía accidentada y variabilidad de precipitaciones y temperaturas, una serie de zonas de vida de Holdridge que es una medida de la riqueza en biodiversidad con que cuenta Guatemala.

2.5.2.1. Estación climática La Suiza Contenta

Estación ubicada en el municipio de San Lucas Sacatepéquez del departamento de Sacatepéquez, a una elevación de 2 105 metros sobre el nivel del mar y coordenadas 14°37'00" latitud norte y 90°39'40" longitud oeste.

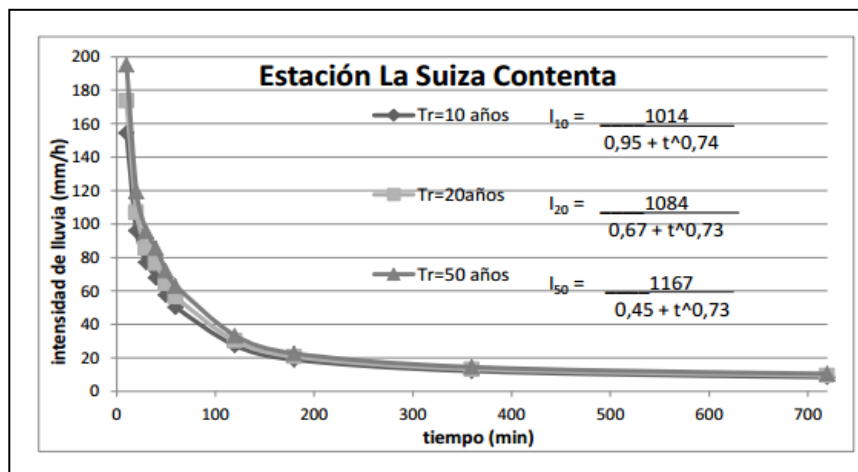
Las bandas pluviográficas analizadas fueron un total 1 875, que a su vez corresponden a un período que abarca desde 1995 hasta el 2010.

Tabla VII. **Probabilidad de intensidad de lluvia en la estación climática La Suiza Contenta**

Distribución Normal											
Período de retorno/ Duración	Precipitación (mm)										
	10'	20'	30'	40'	50'	60'	120'	180'	360'	720'	1440'
2	86,45	56,88	46,06	38,57	33,31	29,10	17,39	12,59	8,00	4,95	2,60
5	131,02	82,53	66,43	57,87	49,25	43,00	23,92	16,71	10,68	7,23	4,05
10	154,33	95,94	77,07	67,96	57,58	50,27	27,33	18,86	12,08	8,42	4,80
15	165,96	102,63	82,39	72,99	61,73	53,89	29,04	19,93	12,77	9,02	5,18
20	173,57	107,01	85,87	76,29	64,45	56,27	30,15	20,64	13,23	9,41	5,43
25	179,18	110,24	88,43	78,72	66,46	58,01	30,97	21,15	13,57	9,70	5,61
30	183,58	112,77	90,44	80,62	68,03	59,39	31,62	21,56	13,83	9,92	5,75
50	195,23	119,47	95,76	85,66	72,19	63,02	33,32	22,64	14,53	10,52	6,13
75	203,84	124,43	99,70	89,39	75,27	65,71	34,59	23,43	15,05	10,96	6,41
100	209,67	127,78	102,36	91,92	77,36	67,52	35,44	23,97	15,40	11,26	6,60

Fuente: SALES RODRÍGUEZ, Manuel de Jesús. *Comparación del modelo estándar y modelo wenzel para curvas intensidad -duración-frecuencia en la cuenca del río motagua*, p.17.

Figura 11. **Curvas IDF de la estación climática La Suiza Contenta, utilizando la distribución de frecuencias Normal**



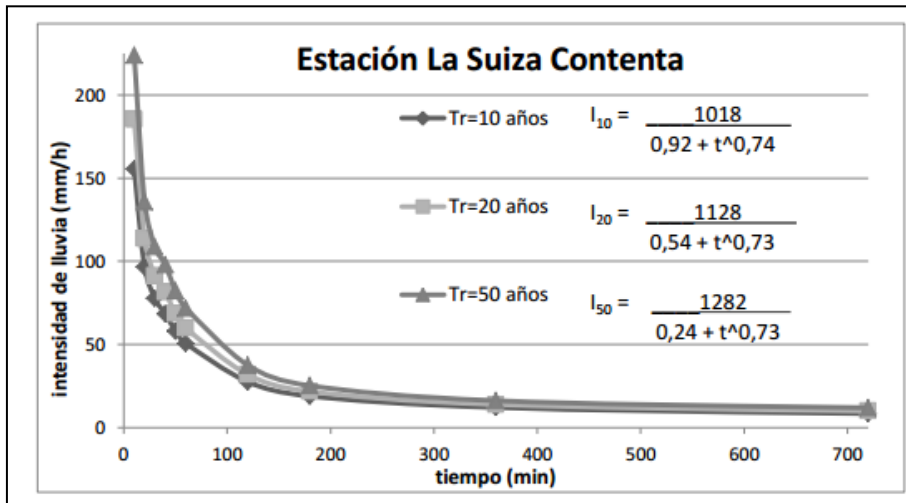
Fuente: SALES RODRÍGUEZ, Manuel de Jesús. *Comparación del modelo estándar y modelo wenzel para curvas intensidad -duración-frecuencia en la cuenca del río motagua*, p. 18.

Tabla VIII. **Probabilidad de intensidad de lluvia en la estación climática La Suiza Contenta**

Distribución de Gumbel											
Periodo de retorno/ Duración	Precipitación (mm)										
	10'	20'	30'	40'	50'	60'	120'	180'	360'	720'	1440'
2	77,75	51,88	42,09	34,81	30,20	26,39	16,11	11,79	7,48	4,50	2,32
5	124,56	78,81	63,47	55,07	46,94	40,98	22,97	16,11	10,29	6,90	3,84
10	155,55	96,64	77,63	68,49	58,01	50,65	27,51	18,97	12,15	8,49	4,84
15	173,03	106,70	85,62	76,06	64,26	56,10	30,07	20,59	13,20	9,38	5,41
20	185,28	113,75	91,21	81,36	68,64	59,92	31,87	21,72	13,93	10,01	5,81
25	194,71	119,17	95,52	85,44	72,01	62,86	33,25	22,59	14,50	10,49	6,11
30	202,38	123,59	99,03	88,76	74,75	65,25	34,37	23,30	14,96	10,89	6,36
50	223,76	135,89	108,79	98,01	82,39	71,91	37,50	25,27	16,24	11,98	7,05
75	240,64	145,60	116,51	105,32	88,43	77,18	39,98	26,83	17,26	12,85	7,60
100	252,59	152,48	121,97	110,50	92,70	80,91	41,73	27,93	17,97	13,46	7,99

Fuente: SALES RODRÍGUEZ, Manuel de Jesús. *Comparación del modelo estándar y modelo wenzel para curvasintensidad -duración-frecuencia en la cuenca del río motagua, p.20.*

Figura 12. **Curvas IDF de la estación climática La Suiza Contenta, utilizando la distribución de frecuencias de Gumbel**



Fuente: SALES RODRÍGUEZ, Manuel de Jesús. *Comparación del modelo estándar y modelo wenzel para curvasintensidad -duración-frecuencia en la cuenca del río motagua, p. 22.*

2.5.3. Punto de desfogue

El caudal pluvial cuenta con un punto de desfogue, lo cual ayudará a descargar el agua recolectada, antes de acumular grandes caudales. Esto implica tener que usar mayores diámetros de tubería ya que solo hay un punto de desfogue.

El desfogue del sistema va a dar al último punto de los planos que es una caja de paso que conecta con la tubería que traslada las aguas a la planta de tratamiento en la cabecera municipal.

2.5.4. Determinación del caudal pluvial

Para la determinación del caudal pluvial se utilizó el Método Racional, cuya fórmula general es la siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal en m³/seg,

C = es la relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída,

I = intensidad de lluvia en mm/hr,

A = área en hectáreas,

2.5.5. Intensidad de lluvia

Intensidad de lluvia es el espesor de lámina de agua caída por unidad de tiempo; suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó. Se mide en mm/hr.

Para el presente trabajo utilizaremos la intensidad de lluvia correspondiente a la estación, La Suiza Contenta.

La intensidad de lluvia con una probabilidad de ocurrencia de 10 años es:

$$I = \frac{1\ 014}{(0,95 + t)^{0,74}}$$

Donde:

t = tiempo de concentración

2.5.6. Tiempo de concentración

Tiempo de concentración es el tiempo que emplea el agua superficial para descender desde el punto más remoto de la cuenca hasta la sección en estudio.

El tiempo de concentración en minutos se calculará de la siguiente manera:

Para tramos iniciales, el tiempo de concentración será igual al tiempo de entrada y se estimará en 12 minutos.

En tramos consecutivos, el tiempo de concentración se estimará con la siguiente fórmula:

$$t_n = t_{n-1} + \frac{L}{60V_{n-1}}$$

Donde:

t_n = tiempo de concentración hasta el tramo considerado,

t_{n-1} = tiempo de concentración hasta el tramo anterior,

L = longitud del tramo anterior,

V_{n-1} = velocidad a sección llena en el tramo anterior,

Cuando en un punto son concurrentes dos o más ramales, t_{n-1} se tomará igual al del ramal que tenga mayor tiempo de concentración.

2.5.7. Área tributaria

El área tributaria de un tramo será la suma de su área más las áreas tributarias de los tramos anteriores.

2.5.8. Coeficiente de escorrentía

Es el porcentaje del agua total llovida tomada en consideración, puesto que no todo el volumen de precipitación pluvial drena por medio de la alcantarilla natural o artificial. Esto se debe a la evaporación, infiltración, detención en oquedades del suelo, entre otros. Por lo que existirá diferente coeficiente para cada tipo de terreno, el cual será mayor cuando más impermeable sea la superficie.

El coeficiente de escorrentía se calculará de la siguiente manera:

$$C = \frac{\sum(c \times a)}{\sum a}$$

Siendo:

c = coeficiente de escorrentía de cada una de las áreas parciales,

a = áreas parciales,

C = coeficiente de escorrentía promedio del área drenada,

Tabla IX. **Valores de c para superficies**

Superficies	Min	Máx	Adoptado
Techos impermeables	0,70	0,95	0,80
Pavimentos en buen estado	0,85	0,90	0,90
Superficies sin pavimentos, patios y baldíos	0,10	0,30	0,20

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Cálculo del coeficiente de escorrentía promedio**

Áreas de diferentes superficies:	Hab.
Calles sin revestimiento	0,8144
Calles con revestimiento	0,8144
Área techada (considerando 150m ² /casa)	0,2000
Áreas no cubiertas (patios, lotes baldíos)	1,8000

Fuente: elaboración propia.

Así tenemos:

$$C = \frac{c \times a}{A}$$

$$C = \frac{(c_i \times a_i) + (c_{ii} \times a_i)}{A_t}$$

C = coeficiente de escorrentía

ai = cada área tributaria en tramo dado

ci = coeficiente de escorrentía de cada área tributaria en HA

Tabla XI. **Tabla de coeficiente de escorrentía por tramo**

DE PV	A PV	AREA TRIBUTARIA		DISTRIBUCION DE AREAS				AREA POR COEFICIENTE				COEFICIENTE "C" POR AREA DE TRAMO	
		LOCAL	ACUMULADA	Calles sin revestimiento	Calles con revestimiento	Área techada	Áreas no cubiertas	(Calles sin revestimiento) x 0.2	(Calles con revestimiento) x0.9	(Área techada) x0.8	(Áreas no cubiertas) x20	Sumatoria de Area por coeficientes	
1	2	1,04	1,04	0,2334	0,2334	0,0573	0,5159	0,046680776	0,210063492	,04585538	,1031746	0,406	,390
2	3	0,67	1,71	0,1504	0,1504	0,0369	0,3323	0,030073192	0,135329365	,02954145	,06646825	0,261	,251
3	4	1,49	3,20	0,3344	0,3344	0,0821	0,7391	0,066879189	0,300956349	,06569665	,14781746	0,581	,559
4	5	0,93	4,13	0,2087	0,2087	0,0513	0,4613	0,041743386	0,187845238	,04100529	,0922619	0,363	,349
5	6	1,25	5,38	0,2805	0,2805	0,0689	0,6200	0,056106702	0,252480159	,05511464	,12400794	0,488	,469
6	7	0,68	6,06	0,1526	0,1526	0,0375	0,3373	0,030522046	0,137349206	,02998236	,06746032	0,265	,255
7	8	0,56	6,62	0,1257	0,1257	0,0309	0,2778	0,025135802	0,113111111	,02469136	,05555556	0,218	,210
8	9	0,83	7,45	0,1863	0,1863	0,0457	0,4117	0,03725485	0,167646825	,03659612	,08234127	0,324	,311
9	10	0,15	7,60	0,0337	0,0337	0,0083	0,0744	0,006732804	0,030297619	,00661376	,01488095	0,059	,056

Fuente: elaboración propia.

2.5.9. Cálculo de un tramo del sistema de drenaje pluvial

Se diseñará un tramo inicial, este pertenece al ramal que abarca La Bandera 2, en la aldea La libertad.

- Cálculo del tramo 2-3

Cota inicial (CI) = 1 901,07 m

Cota final (CF) = 1 890 m

Distancia horizontal (DH) = 46 m

- Cálculo de la pendiente del terreno

$$S \% = \left[\frac{CI - CF}{DH} \right] \times 100 = \left[\frac{1901,07 - 1890}{46} \right] \times 100 = 24,05 \%$$

- Tiempo de concentración

Tiempo de concentración anterior = 12 min.

Longitud del tramo anterior = 56 m.

Velocidad del tramo anterior = 4,99 m/seg.

$$Tc = tn - 1 + \frac{L}{60Vn - 1} \quad \text{ó} \quad T2 = T1 + \frac{L}{60V}$$

$$T2 = 12 + \frac{56}{60 * 4,99}$$

$$T2 = 12,19 \text{ min}$$

- Intensidad de lluvia

$$I = \frac{12660}{(t + 32)^{1.165}}$$

$$I = 153,34 \text{ mm/hr}$$

- Caudal de diseño

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Coefficiente de escorrentía = 0,251

$$Q = \frac{0,251 \times 153,34 \times 0,64}{360}$$

$$Q = 68,69 \frac{lt}{s}$$

- Diseño hidráulico

Diámetro del tubo: 10" TC

Pendiente del tubo: 4,61%

- Velocidad a sección llena

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) \times D^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$V = 3,42 \frac{m}{s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{68,69 \text{ lts/seg}}{167,67 \text{ lts/seg}}$$

$$\frac{q}{Q} = 0,40 \frac{lts}{seg}$$

Cumple con la condición $q < Q$, de la tabla de relaciones hidráulicas se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{v}{V} = 0,949452 ; \quad \frac{d}{D} = 0,446$$

- Altura de tirante

$$d = \frac{d}{D} \times D$$

$$d = 0,10 \text{ m}$$

$$\text{Donde } 0,10 \leq \frac{d}{D} \leq 0,90$$

- Velocidad de diseño

$$v = 3,24 \frac{m}{s}$$

Como la velocidad de diseño se encuentra dentro de los valores establecidos, este drenaje a un período de retorno de 20 años, su velocidad estaría dentro de lo permitido, por lo tanto cumple.

$$0,75 \frac{m}{s} \leq 3,24 \frac{m}{s} \leq 5 \frac{m}{s}$$

Tabla XII. Resumen de valores adoptados

Caudal de diseño	$\frac{CIA}{360}$
Intensidad de lluvia con	$\frac{12600}{(t + 32)^{1.165}}$
Probabilidad de ocurrencia	10 años
Tiempo de concentración	$tn - 1 + \frac{L}{60Vn - 1}$
Tramos iniciales	12 minutos
Velocidad mínima	0,75 m/seg
Velocidad máxima	5 m/seg
Diámetro mínimo	10 pulgadas
Tirante	$0,10 \leq d \leq 0,90$

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Fase I de diseño de drenaje pluvial, aldea La Libertad

Drenaje Pluvial													
POZO		COTA DE TERRENO		DH(m)	S% TERRENO	AREA m2	AREAS TRIBUTARIAS HECT		TIEMPO CONCENT,	INTENSIDAD LLUVIA	COEF,DE,ESCORRENT,	Ø (pulg)	S (%) Tubo
DE PVP	A PVP	INICIAL	FINAL				LOCAL	ACUM					
1	2	1907,36	1901,07	56,00	11,25	3901,68	0,39	0,39	12,00	154,10	0,39	10	9,83 %
2	3	1901,07	1890,00	46,00	24,05	2513,58	0,25	0,64	12,19	153,34	0,25	10	4,61 %
3	4	1890,00	1879,13	48,00	22,66	5589,90	0,56	1,20	12,41	152,44	0,56	10	4,62 %
4	5	1879,13	1870,43	50,00	17,40	3489,00	0,35	1,55	12,65	151,51	0,35	10	6,10 %
5	6	1870,43	1863,06	44,00	16,75	4689,51	0,47	2,02	12,86	150,68	0,47	10	6,40 %
6	7	1863,06	1856,91	52,00	11,81	2551,10	0,26	2,27	13,04	149,97	0,26	10	9,21 %
7	8	1856,91	1850,34	64,00	10,27	2100,90	0,21	2,48	13,22	149,27	0,21	10	10,54 %
8	9	1850,34	1842,47	54,00	14,57	3113,84	0,31	2,79	13,43	148,48	0,31	10	7,33 %
9	10	1842,47	1837,56	26,00	18,90	562,74	0,06	2,85	13,63	147,69	0,06	10	5,89 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Fase II de diseño de drenaje pluvial, aldea La Libertad

Drenaje Pluvial													
SECCION LLENA			RELACIONES			DATOS DE DISEÑO				COTA INVERT		H POZO (m)	H POZO (m)
V(m/s)	Q(l/s)	Q (m3/s)	q/Q	v/V	d/D	Q (L/s)	Q (m3/s)	V (m/s)	d %	SALIDA	ENTRADA		
4,99	244,93	0,24	0,26605675	0,845485	0,353	65,16	0,07	4,22	35,29	1904,713	1898,41	2,65	2,70
3,42	167,67	0,17	0,40964112	0,949452	0,446	68,69	0,07	3,24	44,57	1898,41	1887,95	2,65	2,70
3,42	167,92	0,17	1,69229031	1,124311	0,904	284,17	0,28	3,85	90,36	1887,95	1877,08	2,05	2,10
3,93	192,96	0,19	1,17909487	1,124311	1,219	227,52	0,23	4,42	121,94	1877,08	1868,38	2,05	2,00
4,03	197,62	0,20	2,00466564	1,124311	1,015	396,16	0,40	4,53	101,52	1868,38	1861	2,05	2,00
4,83	237,17	0,24	1,01873443	1,13895	0,791	241,61	0,24	5,50	79,09	1861	1854,86	2,06	2,10
5,17	253,65	0,25	0,85297293	1,122755	0,684	216,35	0,22	5,80	68,44	1854,86	1848,29	2,05	2,10
4,31	211,48	0,21	1,69739843	1,124311	0,906	358,96	0,36	4,84	90,56	1848,29	1840,42	2,05	2,00
3,86	189,64	0,19	0,34711569	0,908794	0,407	65,83	0,07	3,51	40,72	1840,42	1835,5	2,05	2,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Fase III de diseño de drenaje pluvial, aldea La Libertad

Drenaje Pluvial								
PROF. DE POZO		Ø _{pozo} (m)	Caída	Tipo disipación	Ancho zanja (m)	Excavación (m³)	Relleno (m³)	Tirante
INICIAL	FINAL							
2,70	2,70	1,25	0,00	T.INICIAL	0,85	128,52	125,68	0,5
2,70	2,70	1,25	0,00	T.INICIAL	0,85	105,57	103,24	0,1
2,10	2,10	1,25	0,00	T.INICIAL	0,85	85,68	83,25	0,2
2,00	2,00	1,25	0,00	T.INICIAL	0,85	85,00	82,47	0,3
2,00	2,00	1,25	0,00	T.INICIAL	0,85	74,80	72,57	0,3
2,10	2,10	1,25	0,00	T.INICIAL	0,85	92,82	90,19	0,2
2,10	2,10	1,25	0,00	T.INICIAL	0,85	114,24	111,00	0,2
2,00	2,00	1,25	0,00	T.INICIAL	0,85	91,80	89,06	0,2
2,00	2,00	1,25	0,00	T.INICIAL	0,85	44,20	42,88	0,1

Fuente: elaboración propia.

2.6. Diseño de tragantes

En un tragante, la capacidad hidráulica es lo más importante, ya que de esto depende que tanta cantidad de flujo es capaz de captar en un determinado evento.

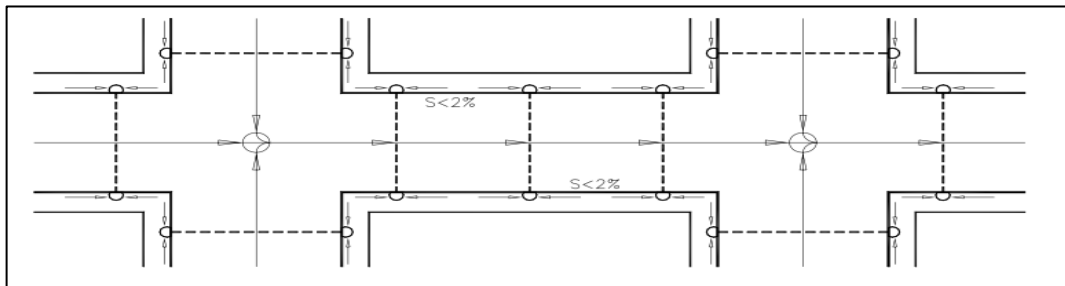
Para que la capacidad de captación de un tragante sea eficiente, este debe de depender de muchos factores como:

- Tipo de tragante
- Localización
- Pendiente del terreno
- Características del flujo
- Sedimentos arrastrados por el flujo

2.6.1. Localización de tragantes

Los tragantes son parte fundamental dentro del sistema de drenaje pluvial, es por eso que su localización es muy importante de determinar.

Figura 13. **Planta de distribución tragantes**

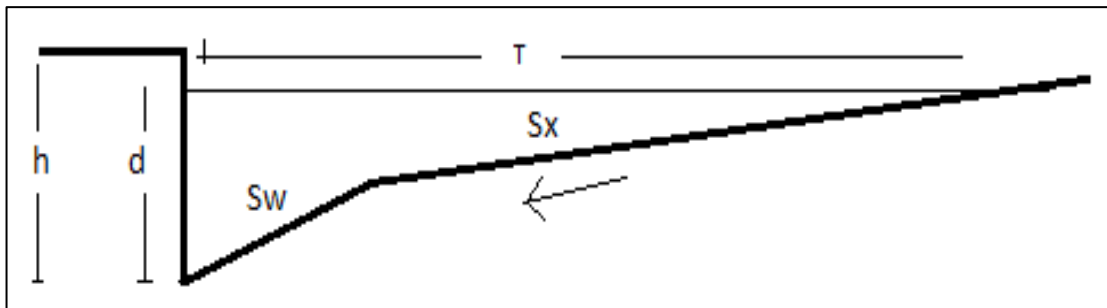


Fuente: HINDMAN, Paul. *Obras accesorias drenaje pluvial*. p. 45.

2.6.2. Geometría de tragante

Para determinar las características geométricas de un tragante, se deben calcular varios factores, como: el espejo de agua, el tirante de agua, el tirante máximo, el radio de flujo, la longitud efectiva, longitud propuesta y la eficiencia de captación.

Figura 14. Características geométricas del tragante



Fuente: MARROQUIN RODAS, Hassler Asdrubal. *Diseño de un sistema de drenaje sanitario y pluvial para las colonias los cajones, panoramas de San José, Buena Vista, Prados y Mirador del Valle de San José Villa Nueva, Villa Nueva, Guatemala.* p. 55.

2.6.3. Espejo de agua (T)

Es el ancho de la superficie libre de agua y está en función de las características geométricas de la superficie.

Para el cálculo de el espejo de agua se utiliza la siguiente fórmula:

$$T = [(Q_n)/K_u S_x^{167} S_L^{0,5}]^{0,375}$$

Donde

Q = caudal metros cúbicos por segundo

$K_U = 0,376$ cte

S_x = pendiente transversal

n = coeficiente de rugosidad de la superficie

S_L = pendiente longitudinal

2.6.4. Tirante de agua parcial (d)

Es la altura parcial de un flujo en un determinado evento tal como se muestra en la figura y está en función del espejo de agua y la pendiente transversal.

Para el cálculo del tirante de agua se utiliza la siguiente fórmula:

$$d = T S_x$$

Donde

d = tirante de flujo en metros

T = espejo de agua en metros

S_x = pendiente transversal

2.6.5. Tirante de agua máximo (d_m)

Es la altura máxima a la que el flujo puede llegar en un determinado evento y está en función de la sección de la superficie y la pendiente transversal.

Para el cálculo del tirante máximo de agua se utiliza la siguiente fórmula:

$$d = \frac{\text{ancho de calle}}{2} S_x$$

Donde

d = tirante máximo (m)

S_x = pendiente transversal

2.6.6. Radio de flujo

Es la relación del flujo frontal al flujo total dentro del canal y la pendiente transversal. Este factor es adimensional y se utiliza para la pendiente equivalente (S_e).

Para el cálculo del radio de flujo se utiliza la siguiente fórmula:

$$E_o = 1 - \left(1 - \frac{W}{T}\right)^{2,67}$$

Donde:

E_o = radio de flujo

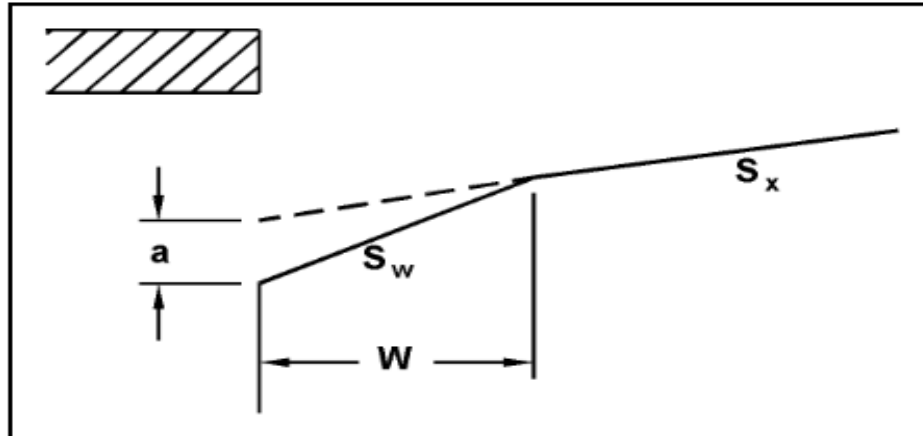
W = ancho de inclinación entre 0,40-0,60 metros

T = espejo de agua metros

2.6.7. Pendiente de inclinación

Es la pendiente que le da dirección al flujo hacia el tragante y está en función del ancho de inclinación (W) y altura del canal de depresión (a).

Figura 15. Perfil de tragante



Fuente: MARROQUIN RODAS, Hassler Asdrubal. *Diseño de un sistema de drenaje sanitario y pluvial para las colonias los cajones, panoramas de San José, Buena Vista, Prados y Mirador del Valle de San José Villa Nueva, Villa Nueva, Guatemala.* p. 60.

$$S_w = \frac{a}{W}$$

Donde

W = ancho de cuenta poder ser entre 0,40 m – 0,60 metros

a = canal de depresión puede ser entre 0,025 m – 0,050 metros

S_w = pendiente dentro del tragante

2.6.8. Pendiente equivalente

Es la relación entre la pendiente transversal y la pendiente de inclinación con el radio de flujo.

$$S_e = S_x + S_w E_o$$

Donde

S_e = pendiente equivalente

E_o = radio de flujo

S_w = pendiente dentro del tragante

S_x = pendiente transversal

2.6.9. Longitud efectiva

Es la longitud que debe de tener el tragante para captar el 100 % del flujo superficial y está en función del caudal, la pendiente longitudinal, la pendiente equivalente (S_e) y un factor K_T .

$$L_T = K_T Q^{0,42} S_L^{0,3} [1/(S_e)]^{0,6}$$

Donde

L_T = longitud efectiva para captar el 100 % del flujo

$K_T = 0,817$

Q = caudal en metros cúbicos por segundo según el número de tragantes

S_L = pendiente longitudinal

S_e = pendiente equivalente

2.6.10. Eficiencia

Determina la cantidad de flujo que es captado por el tragante y está en función de la longitud efectiva y la longitud propuesta.

El porcentaje de captación puede estar entre 80 – 100 %, ya que está en función de las dimensiones del tragante y estas pueden variar según el

diseñador, además, se debe recordar que el período de retorno es 20 años y la probabilidad de que ocurra el evento es impredecible.

$$E\% = 1 - \left[1 - \left(\frac{L}{L_T} \right) \right]^{1,8} \times 100$$

Donde

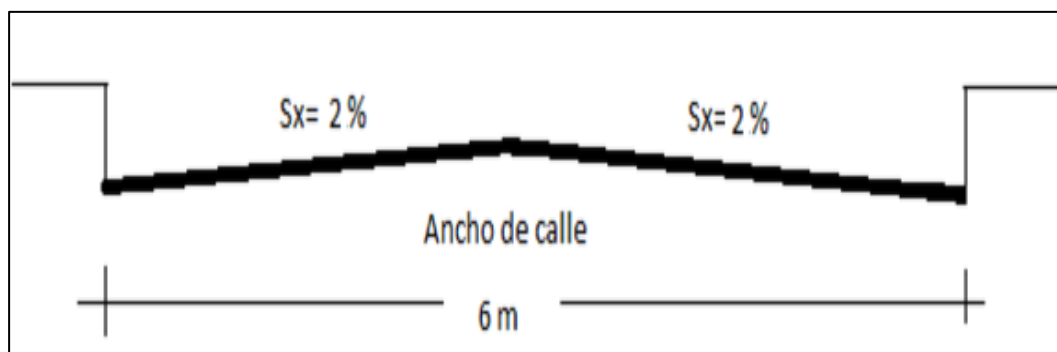
L = longitud propuesta según el diseñador en metros

L_T = longitud efectiva en metros

2.6.11. Cálculo de tragante

Para el cálculo de un tragante, primero es necesario determinar las características geométricas de la superficie, como la sección de la calle, la pendiente del terreno, la pendiente transversal y el tipo de superficie.

Figura 16. Sección de calle



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Ancho de calle = 6 m

Pendiente transversal de la calle = 2 %

Pendiente longitudinal = según la ubicación del tragante

Caudal = 0,07 m³/s, dato obtenido del método racional

- Espejo de agua

$$Q = 0,007 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K_U = 0,376 \text{ cte}$$

$$S_x = 0,02$$

$$n = 0,016$$

$$S_L = 0,81$$

$$T = [(Q_n)/K_u S_x^{1,67} S_L^{0,5}]^{0,375}$$

$$T = \left[\frac{(0,007 \text{ m}^3/\text{s})}{0,376 \times 0,02^{1,67} \times 0,81^{0,5}} \right]^{0,375}$$

$$T = 0,84 \text{ m}$$

El espejo de agua cumple con los parámetros, ya que este debe ser menor o igual a 3 m.

- Tirante de agua máximo (d_m)

S_x = pendiente transversal

$$d = \frac{\text{ancho de calle}}{2} S_x$$

$$d = \frac{6 \text{ m}}{2} \times 0,02$$

$$d = 0,06$$

- Tirante de agua parcial (d)

$$T = 0,84 \text{ (m)}$$

$$S_x = 0,02$$

$$d = T S_x$$

$$d = 0,84 \times 0,02$$

$$d = 0,02$$

El tirante parcial está dentro de los parámetros, ya que el tirante parcial debe de ser menor a tirante máximo.

- Radio de flujo

W = para este diseño se propuso 0,60 (m)

$$T = 0,84 \text{ (m)}$$

$$E_o = 1 - \left(1 - \frac{W}{T}\right)^{2,67}$$

$$E_o = 1 - \left(1 - \frac{0,60 \text{ m}}{0,84 \text{ m}}\right)^{2,67}$$

$$E_o = 0,996$$

- Pendiente de inclinación

W = para este diseño se propuso 0,60 (m)

a = para este diseño canal se propuso 0,050 (m)

$$S_w = \frac{a}{W}$$

$$S_w = \frac{0,050 \text{ m}}{0,60 \text{ m}}$$

$$S_w = 0,083$$

- Pendiente equivalente

$$E_o = 0,996$$

$$S_w = 0,083$$

$$S_x = 0,02$$

$$S_e = S_x + S_w E_o$$

$$S_e = 0,02 + 0,083 * 0,966$$

$$S_e = 0,103$$

- Longitud efectiva

$$K_T = 0,817$$

$$Q = 0,007 \text{ m}^3/\text{s} / 2 = 0,0035 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S_L = 0,081$$

$$S_e = 0,103$$

$$L_T = K_T Q^{0,42} S_L^{0,3} [1/(S_e)]^{0,6}$$

$$L_T = 0,817 * \left(0,0035 \frac{m^3}{s}\right)^{0,42} * 0,081^{0,3} * \left[\frac{1}{(0,103)}\right]^{0,6}$$

$$L_T = 1,69 \text{ m}$$

- Eficiencia

L = 1,50 m longitud propuesta

L_T = 1,69 (m)

$$E\% = 1 - \left[1 - \left(\frac{L}{L_T}\right)\right]^{1,8} \times 100$$

$$E\% = 1 - \left[1 - \left(\frac{1,50 \text{ m}}{1,69 \text{ m}}\right)\right]^{1,8} \times 100$$

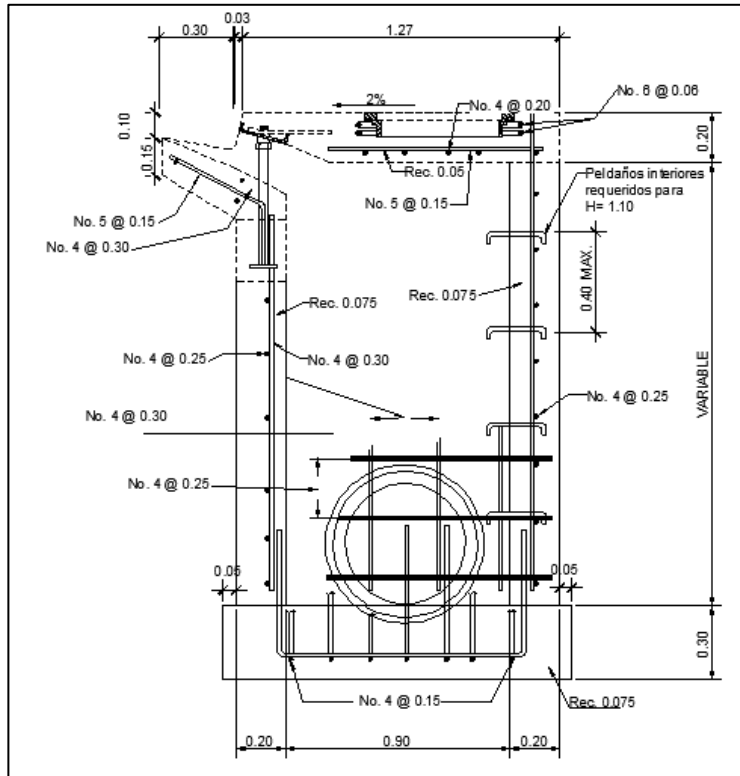
$$E\% = 98,04 \%$$

La eficiencia del tragante si se utilizará la longitud propuesta. El tragante estaría dentro de los parámetros, ya que la eficiencia debe de ser mayor o igual a 80 %.

2.7. Detalle de tragantes

Los detalles de los tragantes tipo R:

Figura 17. Perfil tragante tipo R



Fuente: MARROQUIN RODAS, Hassler Asdrubal. *Diseño de un sistema de drenaje sanitario y pluvial para las colonias los cajones, panoramas de San José, Buena Vista, Prados y Mirador del Valle de San José Villa Nueva, Villa Nueva, Guatemala.* p. 60.

2.8. Estudio de impacto ambiental inicial

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, junto con la industria asociada es la mayor consumidora, 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 o 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. o Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas. o Utilizar rutas alternas al centro de la población.
- Enterrar las bolsas de cemento y cal en lugar de quemarlas.
- Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza, para minimizar la producción de polvo por medio de riegos adecuados de agua.

Tabla XVI. **Matriz de evaluación de impacto ambiental del diseño de alcantarillado sanitario y pluvial**

Valoración del Impacto			ESTADO INICIAL																VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	
			IMPORTANCIA										IMPACTO				MAGNITUD		CUANTITATIVA	
			ATRIBUTOS										NEGATIVO		POSITIVO		EX	MAG	IAI	IAF
			N	M	D	P	A	SI	E	RV	RC	RC	INI	INF	IPI	IPF				
CALIDAD AMBIENTAL DEL MEDIO	NATURALEZA	MOMENTO	DURACIÓN	PERIODICIDAD	ACUMULACIÓN	SINERGIAS	EFECTO	REVERSIBILIDAD	RECUPERABILIDAD	IMPORTANCIA NEGATIVA DEL IMPACTO INICIAL	IMPORTANCIA NEGATIVA DEL IMPACTO FINAL	IMPORTANCIA POSITIVA DEL IMPACTO INICIAL	IMPORTANCIA POSITIVA DEL IMPACTO FINAL	CANTIDAD O EXTENSIÓN	MAGNITUD	IMPACTO AMBIENTAL INICIAL	IMPACTO AMBIENTAL FINAL			
Valoración del Impacto	C	N	M	D	P	A	SI	E	RV	RC	INI	INF	IPI	IPF	EX	MAG	IAI	IAF		
Dimensión	Componente	Impacto	1-5	++	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	20-100	1-10	13-65	1-10	1-5	2-10	+/-1 a +/-10	+/-1 a +/-10		
DIMENSIÓN FÍSICA	GEOLOGÍA	Meteorización	3	-1	1	1	1	1	1	1	1	-20	-1			1	1	-1	0	
		GEOMORFOLOGÍA	Erosión	3	-1	4	4	4	4	3	4	3	2	-66	-6			2	5	-6
	Modificación paisajística		2	-1	5	5	5	4	3	4	5	4	-87	-9			2	4	-6	-6
	Procesos de remoción en masa		3	-1	5	2	1	2	3	4	3	2	-50	-4			2	5	-5	-4
	Socavación		3	-1	4	5	2	3	3	5	3	1	-64	-6			2	5	-5	-5
	Estabilidad geotécnica		3	-1	3	3	3	1	3	4	3	1	-49	-4			2	5	-5	-4
	SUELO	Deposición de sedimentos	3	-1	4	4	2	3	3	4	2	1	-55	-5			2	5	-5	-5
		Cambio en las condiciones físico químicas del suelo	3	-1	3	5	2	4	4	5	5	5	-90	-9			2	5	-7	-7
	HIDROGEOLOGÍA	Cambio de uso del suelo	3	-1	5	5	2	3	3	5	5	5	-87	-9			2	5	-7	-7
		Afectación de la calidad de aguas subterráneas	1	-1	3	4	3	4	3	5	4	3	-72	-7			2	3	-5	-5
	AIRE	Modificación del nivel freático	1	-1	1	1	1	3	2	1	1	1	-27	-2			2	3	-2	-2
		Deterioro de la calidad del aire	2	-1	5	3	4	3	3	5	3	3	-65	-6			2	4	-5	-5
	RECURSO HÍDRICO	Aumento en decibeles de ruido	2	-1	5	3	4	3	3	5	3	3	-65	-6			2	4	-5	-5
		Alteración de la calidad del agua	3	-1	5	3	5	4	4	5	3	3	-71	-7			3	6	-6	-6
Disminución del recurso hídrico		2	-1	5	3	4	3	4	5	3	3	-68	-6			2	4	-5	-5	
Disminución en la capacidad de transporte		2	-1	4	3	1	4	4	5	3	3	-66	-6			2	4	-5	-5	
BIÓTICA	ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS	Alteración del cauce	2	-1	3	3	2	3	1	5	5	5	-69	-7			1	3	-5	-4
		Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola	3	-1	1	1	1	1	1	1	2	3	-31	-2			2	5	-4	-3
	FLORA	Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas	3	-1	1	3	2	3	1	1	2	3	-46	-4			2	5	-4	-4
		Disminución de cobertura vegetal	4	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-20	-1			2	6	-3	-3
	FAUNA	Pérdida de biodiversidad	3	-1	2	2	1	1	1	1	1	1	-26	-2			2	5	-3	-3
		Cambio en la estructura y composición florística	4	-1	5	1	1	4	4	1	2	5	-58	-5			2	6	-5	-5
SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	Demografía / Población	Cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre	3	-1	4	1	3	1	2	3	1	1	-30	-2			4	7	-5	-4
		Fragmentación del hábitat	3	-1	1	1	5	5	1	5	1	5	-52	-5			5	8	-6	-6
	Procesos Económicos	Afectación de especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat)	3	-1	1	1	3	2	1	3	1	4	-38	-3			4	7	-5	-5
		Cambio sobre el componente demográfico	-1	4	3	4	3	3	3	3	3	3	-62	-6			4	8	-7	-7
		Cambio en la dinámica de empleo	1	1	3	4	2	1	5						32	4	4	8	6	6
		Cambio en los ingresos de la población	1	5	3	3	3	3	5						43	6	3	6	6	6
	Procesos Sociopolíticos	Cambio en las actividades económicas	1	1	3	3	2	3	4						36	5	3	6	5	5
		Cambio económico por modificación uso del suelo	-1	1	3	2	1	1	5	3	3	3	-49	-4			3	6	-5	-5
	Dimensión Espacial	Generación de expectativas sociales	-1	4	3	3	3	3	1	3	3	3	-59	-5			4	8	-7	-6
		Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad	1	4	3	3	3	3	3						40	6	3	5	5	5
Cambios en la seguridad pública		-1	3	3	1	1	1	3	2	2	2	-41	-3			4	7	-5	-5	
Dimensión Cultural	Cambio en la prestación de servicios públicos y/o sociales	-1	5	3	3	2	2	4	3	3	3	-58	-5			3	6	-6	-5	
	Cambio en el acceso y movilidad	-1	5	3	5	3	3	4	3	2	2	-61	-6			4	8	-7	-7	
Dimensión Cultural	Afectación a la salud pública	-1	5	3	1	2	1	3	2	2	2	-45	-4			3	6	-5	-5	
	Desplazamiento involuntario de unidades familiares por compra de predio con Pérdida, daño y/o afectación al patrimonio arqueológico	-1	5	4	1	2	2	5	4	3	3	-65	-6			5	10	-8	-8	

Fuente: *Evaluación de impacto ambiental inicial*. Ministerio de Ambiente.

2.9. Presupuesto

A continuación se presenta el presupuesto del proyecto.

2.9.1. Análisis de tarifa

En la tabla XVII se presenta la integración de precios unitarios.

Tabla XVII. Integración de precios unitarios I

Datos del Oferente					
Oferente:	CONSTRUCTORA		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO LA LIBERTAD		
Datos del renglón					
1.00	Trazo de topografía	Unidad			
Cantidad	18.00	día			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	alquiler de estacion total + prisma	día	18.00	400.00	7,200.00
2	alquiler de nivel	día	18.00	75.00	1,350.00
3	alquiler de instrumentos adicionales	día	18.00	50.00	900.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					9,450.00
COSTO DE MATERIALES					
COSTO DE MATERIALES TOTAL					0.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
4	Topógrafo	Día	18.00	200.00	3,600.00
5	Cadenero	Día	36.00	100.00	3,600.00
5	Jefe de Grupo	Día	18.00	175.00	3,150.00
	Factor Ayudante		0%		0.00
	Prestaciones		0%		0.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					10,350.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					19,800.00
COSTO INDIRECTO					
6	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	6,930.00
Total Parcial:					26,730.00
7	IVA:	%	12.00%	1.00	3,207.60
COSTO INDIRECTO TOTAL					10,137.60
TOTAL:					29,937.60
PRECIO UNITARIO OFERTADO					1,663.20

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 135.

Tabla XVIII. Integración de precios unitarios II

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	CONSTRUCTORA		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO LA LIBERTAD		
Datos del renglón					
2.00	Excavacion para instalacion tubería y pozos de drenaje	Unidad			
Cantidad	944.00	m3			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Retroexcavadora John Deere 310J	Hora	90.00	400.00	36,000.00
2	Camión de volteo de 12.00 mts3.	Día	6.00	1,400.00	8,400.00
3	carretillas de mano	unidad	4.00	250.00	1,000.00
4	piochas	unidad	5.00	85.00	425.00
5	palas	unidad	5.00	40.00	200.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					46,025.00
COSTO DE MATERIALES					
COSTO DE MATERIALES TOTAL					0.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
6	Jefe de Grupo	Día	12.00	175.00	2,100.00
7	Caporal	Día	36.00	125.00	4,500.00
8	Ayudante	Día	36.00	75.00	2,700.00
	Factor Ayudante		0%		0.00
9	Prestaciones		35%		3,255.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					12,555.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					58,580.00
COSTO INDIRECTO					
10	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	20,503.00
Total Parcial:					79,083.00
11	IVA:	%	12.00%	1.00	9,509.96
COSTO INDIRECTO TOTAL					30,012.96
TOTAL:					88,592.96
PRECIO UNITARIO OFERTADO					93.85

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 130.

Tabla XIX. Integración de precios unitarios III

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	CONSTRUCTORA		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO LA LIBERTAD		
Datos del renglón					
3.00	Excavacion para instalacion tuberia y pozos de drenaje	Unidad			
Cantidad	978.00	m3			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Retroexcavadora John Deere 310J	Hora	100.00	400.00	40,000.00
2	Camión de volteo de 12.00 mts3.	Dia	6.00	1,400.00	8,400.00
3	carretillas de mano	unidad	4.00	250.00	1,000.00
4	piochas	unidad	5.00	85.00	425.00
5	palas	unidad	5.00	40.00	200.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					50,025.00
COSTO DE MATERIALES					
COSTO DE MATERIALES TOTAL					0.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
6	Jefe de Grupo	Dia	12.00	175.00	2,100.00
7	Caporal	Dia	36.00	125.00	4,500.00
8	Ayudante	Dia	36.00	75.00	2,700.00
	Factor Ayudante		0%		0.00
9	Prestaciones		35%		3,255.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					12,555.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					62,580.00
COSTO INDIRECTO					
10	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	21,903.00
Total Parcial:					84,483.00
11	IVA:	%	12.00%	1.00	10,137.96
COSTO INDIRECTO TOTAL					32,040.96
TOTAL:					94,620.96
PRECIO UNITARIO OFERTADO					96.75

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 131.

Tabla XX. Integración de precios unitarios IV

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	CONSTRUCTORA		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO LA LIBERTAD		
Datos del renglón					
4.00	Construccion de Pozos de visita	Unidad			
Cantidad	20.00	unidad			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	botes plasticos 5 galones extraccion usos varios	unidad	40.00	15.00	600.00
2	Mezcladora de Concreto 1 saco	dia	36.00	300.00	10,800.00
3	Vibrador de concreto	dia	36.00	125.00	4,500.00
4	parales madera 2" x 3" x 8"	unidad	200.00	20.00	4,000.00
4	compra planchas playw ood para formaleta pozos	unidad	40.00	150.00	6,000.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					25,900.00
COSTO DE MATERIALES					
4	Cemento Tipo UGC	saco	300.00	78.00	23,400.00
5	Arena de río	m3	30.00	100.00	3,000.00
6	Alambre de amarre	lbs	200.00	6.50	1,300.00
7	Hierro No. 2	varilla	40.00	11.00	440.00
8	Hierro No. 3	varilla	100.00	23.00	2,300.00
9	Pedrin	m3	30.00	200.00	6,000.00
10	Hoja Electromalla 6/6, 4.5/4.5	unidad	40.00	350.00	14,000.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					50,440.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
11	Jefe de Grupo	Dia	20.00	250.00	5,000.00
12	Construccion de Pozos de visita	unidad	20.00	2,000.00	40,000.00
13	Factor Ayudante		50%		22,500.00
14	Prestaciones		35%		15,750.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					83,250.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					159,590.00
COSTO INDIRECTO					
15	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	55,856.50
Total Parcial:					215,446.50
16	IVA:	%	12.00%	1.00	25,853.58
COSTO INDIRECTO TOTAL					81,710.08
TOTAL:					241,300.08
PRECIO UNITARIO OFERTADO					12,065.00

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 132.

Tabla XXI. Integración de precios unitarios V

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	CONSTRUCTORA		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO LA LIBERTAD		
Datos del renglón					
5.00	Instalacion de tubería, drenaje sanitario	Unidad			
Cantidad	440.00	ml			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					0.00
COSTO DE MATERIALES					
	Tubo liso PVC 6" ASTM 3034	unidad	78.00	225.00	17,550.00
	Wipe	libra	25.00	5.00	125.00
	Thiner	galon	10.00	75.00	750.00
	Pegamento para PVC frio seco	galon	8.00	500.00	4,000.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					22,425.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
1	Instalacion de tubería, drenaje sanitario	ml	440.00	40.00	17,600.00
	Jefe de Grupo	Dia	6.00	175.00	1,050.00
2	Factor Ayudante		50%		9,325.00
3	Prestaciones		35%		6,527.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					34,502.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					56,927.50
COSTO INDIRECTO					
4	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	19,924.63
Total Parcial:					76,852.13
5	IVA:	%	12.00%	1.00	9,212.26
COSTO INDIRECTO TOTAL					29,136.89
TOTAL:					86,064.39
PRECIO UNITARIO OFERTADO					195.60

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 133.

Tabla XXII. Integración de precios unitarios VI

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	CONSTRUCTORA		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO LA LIBERTAD		
Datos del renglón					
6.00	Instalacion de tubería, drenaje pluvial	Unidad			
Cantidad	440.00	ml			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					0.00
COSTO DE MATERIALES					
	Tubo liso PVC 10" ASTM 3034	unidad	78.00	525.00	40,950.00
	Wipe	libra	25.00	5.00	125.00
	Thiner	galon	10.00	75.00	750.00
	Pegamento para PVC frio seco	galon	8.00	500.00	4,000.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					45,825.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
1	Instalacion de tubería, drenaje pluvial	ml	440.00	50.00	22,000.00
	Jefe de Grupo	Dia	6.00	175.00	1,050.00
2	Factor Ayudante		50%		11,525.00
3	Prestaciones		35%		8,067.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					42,642.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					88,467.50
COSTO INDIRECTO					
4	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	30,963.63
Total Parcial:					119,431.13
5	IVA:	%	12.00%	1.00	14,326.74
COSTO INDIRECTO TOTAL					45,290.37
TOTAL:					133,757.87
PRECIO UNITARIO OFERTADO					304.00

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 134.

Tabla XXIII. Integración de precios unitarios VII

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	CONSTRUCTORA		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO LA LIBERTAD		
Datos del renglón					
7.00	relleno de zanjas y compactacion		Unidad		
Cantidad	880.00		ml		
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Alquiler de bilarina para compactacion	dia	16.00	150.00	2,400.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					2,400.00
COSTO DE MATERIALES					
2	compra de combustible super para bailarina	galon	30.00	25.00	750.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					750.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
3	Jefe de Grupo	Dia	16.00	175.00	2,800.00
4	Caporal	Dia	32.00	125.00	4,000.00
5	Ayudante	Dia	64.00	75.00	4,800.00
6	Factor Ayudante		50%		5,800.00
7	Prestaciones		35%		4,060.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					21,460.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					24,610.00
COSTO INDIRECTO					
8	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	8,613.50
Total Parcial:					33,223.50
9	IVA:	%	12.00%	1.00	3,996.82
COSTO INDIRECTO TOTAL					12,610.32
TOTAL:					37,220.32
PRECIO UNITARIO OFERTADO					42.30

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 135.

Tabla XXIV. Integración de precios unitarios VIII

Datos del Oferente					
Oferente:	CONSTRUCTORA		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO LA		
Datos del renglón					
8.00	Construcción de Tragante tipo R		Unidad		
Cantidad	20.00		Unidad		
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Maquinaria	dia	-	-	-
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					0.00
COSTO DE MATERIALES					
	Hierro 1/2" Grado 40 Pared vertical y horizontal	varilla	153.21	Q 77.38	11,855.49
	Hierro 1/2" Grado 40 Piso x e y	varilla	78.08	Q 77.38	6,042.18
	Hierro 5/8" Grado 40 Losa x	varilla	30.17	Q 120.82	3,645.02
	Hierro 1/2" Grado 40 Losa y	varilla	42.00	Q 77.38	3,249.96
	Hierro 3/4" Grado 40 Refuerzo secundario	varilla	12.13	Q 174.03	2,110.42
	Hierro 3/8" Grado 40 tapadera	varilla	12.13	Q 43.60	528.73
	Alambre de amarre calibre 16	Libra	102.04	Q 8.00	816.34
	Cemento 4000 PSI	saco	324.17	Q 71.20	23,080.83
	Arena de río	m³	21.00	Q 110.00	2,310.00
	Pedrín 3/8", 1", 1 1/2"	m³	21.00	Q 179.05	3,760.05
	Tacos	Unidad	258.21	Q 1.00	258.21
	Tabla de 1" x 12" x 10'	Unidad	24.25	Q 50.00	1,212.68
	Paral de 3" x 3" x 10'	Unidad	27.21	Q 37.00	1,006.82
	Clavo 3" calibre 10 BWG	Libra	12.13	Q 7.50	90.95
	Clavo 4" calibre 8 BWG	Libra	12.13	Q 8.00	97.01
	Separol Solvente 15Kg.	Cubeta	3.25	Q 535.08	1,740.89
	Hierro 1 1/2" Grado 40 Barra soporte	varilla	6.21	Q 494.16	3,069.36
	Tuerca 1/2" rosca fina grado 2	Unidad	36.08	Q 2.00	72.17
	Espaciador 1 1/4 x Ø 1/2"	Unidad	36.08	Q 2.25	81.19
	Perfil MC 8x8.5	Unidad	3.25	Q 1,600.00	5,205.63
	Platina de lámina negra 3 x 3 x 3/8"	Unidad	36.08	Q 5.58	201.35
COSTO DE MATERIALES TOTAL					70,435.28
COSTO DE MANO DE OBRA					
3	Jefe de Grupo	Dia	16.00	175.00	2,800.00
4	Caporal	Dia	32.00	125.00	4,000.00
5	Ayudante	Dia	64.00	75.00	4,800.00
6	Excavación hasta 2 m de profundidad, terreno suave	m³	103.74	Q 15.48	1,605.47
7	Nivelación y tallado	m²	253.47	Q 3.47	878.70
8	Armadura y Colocado Hierro No. 4	ml	1,744.51	Q 1.19	2,079.92
9	Armadura y Colocado Hierro No. 4	ml	816.09	Q 1.19	972.99
10	Armadura y Colocado Hierro No. 5	ml	313.81	Q 1.28	400.87
11	Armadura y Colocado Hierro No. 4	ml	418.42	Q 1.19	498.87
12	Armadura y Colocado Hierro No. 6	ml	113.61	Q 1.61	183.12
13	Armadura y Colocado Hierro No. 3	ml	121.76	Q 0.89	108.88
14	Fundición de tragante tipo R	m³	72.32	Q 125.35	9,065.81
15	Hierro (marcar y cortar, doblar, posicionar y ajustar)	kg	370.00	Q 26.19	9,691.69
16	Retiro (a 20 metros de distancia)	m³	140.05	Q 14.98	2,098.36
17	Formaleta (Preparar, Armar, Desarmar y Limpiar)	unidas	20.00	Q 145.58	2,911.66
18	Prestaciones		35%		14,733.72
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					56,830.06
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					127,265.34
COSTO INDIRECTO					
19	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	44,542.87
				Total Parcial:	171,808.21
20	IVA:	%	12.00%	1.00	20,626.99
COSTO INDIRECTO TOTAL					65,169.86
TOTAL:					192,435.20
PRECIO UNITARIO OFERTADO					9,621.76

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 136.

2.9.2. Presupuesto general del proyecto

En la tabla XXV se muestra el presupuesto general del proyecto.

Tabla XXV. Integración de reglones

Oferente: CONSTRUCTORA		PROYECTO:			
Dirección:		CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO LA LIBERTAD			
REGLÓN N NÚM.	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Q)	Total (Q)
1,0	Trazo de topografía	Día	18,00	1 663,20	29 937,60
2,0	Excavación para instalación tubería y pozos de drenaje sanitario	m3	944,00	93,85	88 594,40
3,0	Excavación para instalación tubería y pozos de drenaje pluvial	m3	978,00	96,75	94 621,50
4,0	Construcción de Pozos de visita	Unidad	20,00	12 065,00	241 300,00
5,0	Instalación de tubería, drenaje sanitario	ml	440,00	195,60	86 064,00
6,0	Instalación de tubería, drenaje pluvial	ml	440,00	304,00	133 760,00
7,0	Construcción de tragante tipo R	Unidad	20,00	9 621,76	192 435,20
8,0	relleno de zanjas y compactación	ml	880,00	42,30	37 224,00
GRAN TOTAL OFERTADO				903 936,70	

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO DEL SALÓN MUNICIPAL Y CONSTRUCCIÓN DE OFICINAS PARA ALCALDÍA AUXILIAR Y USOS MÚLTIPLES

3.1. Fase de servicio técnico profesional

A continuación se presenta la fase de servicio técnico profesional.

3.1.1.1. Investigación preliminar

Una de las necesidades que tienen los habitantes del sector Santa Rosa del municipio de Milpas Altas, es que no existe un lugar adecuado donde puedan establecer oficinas de ayuda a la comunidad, como la oficina de La Mujer y una alcaldía auxiliar, asimismo el salón comunal para actividades por lo que para dar solución a esta problemática, se pretende la construcción del salón municipal y oficinas de usos múltiples, utilizando para este propósito la construcción de un edificio de dos niveles, en los cuales se incluyan de manera ordenada módulos de oficinas.

3.1.2. Reconocimiento del terreno

Actualmente el lugar que se tiene destinado para esta construcción del salón municipal y oficinas de usos múltiples, está localizado a la par de la escuela del área, cuenta con parqueo y una cancha en la parte del frente, así mismo el terreno se encuentra pegado a la carretera principal.

3.1.3. Diseño y cálculo del proyecto

A continuación se presenta el diseño y cálculo del proyecto.

3.1.3.1. Levantamiento topográfico

La topografía del municipio de Milpas Altas está directamente influenciada por los conos de origen volcánico, las pendientes en los taludes o laderas varían de moderadas a fuertes, de 15 % a 60 % con patrones de drenaje superficial del orden radial.

Se realizó una visita de campo al lugar donde se pretende realizar el proyecto y se hizo un levantamiento topográfico tomando en consideración altimetría para conocer los niveles del suelo.

3.1.3.2. Estudio de suelos

En terreno donde se pretende realizar la construcción del salón municipal y oficinas de usos múltiples, el suelo existente es predominantemente limoarenoso, de color café, no se cuenta con registros de ensayos de suelos en el área, en los que se pueda comprobar su resistencia, tipo de consolidación o capacidad de drenaje para futuras construcciones, es por eso que luego de hacer un análisis del lugar de su tipo de suelo, se realizó un ensayo de suelo para comprobar sus distintas propiedades mecánicas, el ensayo realizado se conoce con el nombre de Ensayo de Compresión Triaxial.

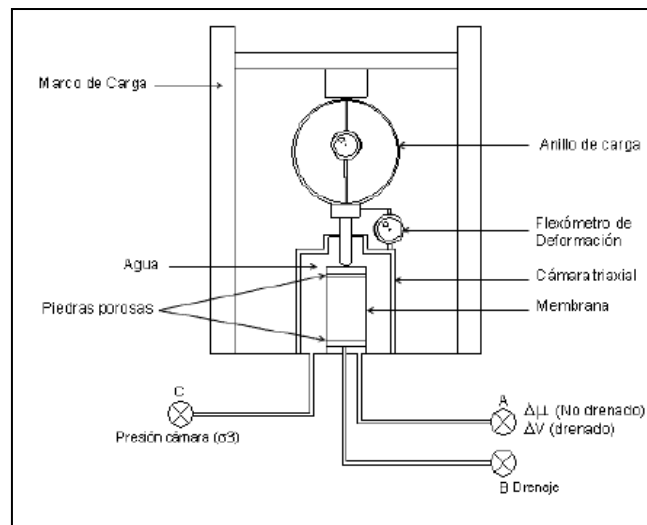
- Ensayo Triaxial:

En la actualidad es la prueba que más se utiliza para determinar los parámetros de resistencia al corte de los suelos. Teóricamente se podrían variar las presiones actuantes en tres direcciones ortogonales sobre el espécimen de suelo. En busca de mayor sencillez, los esfuerzos en dos de las direcciones son iguales.

- Ventajas del ensayo triaxial:

- Tiene medios para controlar la presión de confinamiento.
- Control de la presión de poros.
- Cuando la cámara se modifica apropiadamente es posible simular condiciones iniciales isotrópicas o anisotrópicas.

Figura 18. **Equipo de Ensayo Triaxial**



Fuente: OROZCO AREAS, Oswaldo José. *Diseño de edificio de dos niveles para mercado municipal, en el municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez*, p. 40.

La prueba triaxial se puede desarrollar en tres modalidades:

- Aumentando el esfuerzo principal mayor y manteniendo el esfuerzo principal menor constante.
- Conservando el esfuerzo principal mayor constante y disminuyendo el esfuerzo principal menor.
- Aumentando el esfuerzo principal mayor y disminuyendo gradualmente el esfuerzo principal menor, de manera simultánea.

Esfuerzo principal mayor: s_1

Esfuerzo principal intermedio: s_2 $s_2=s_3$ (Presión de cámara)

Esfuerzo principal menor: s_3

El estado de esfuerzos de una muestra sometida a una prueba triaxial se puede analizar usando el Círculo de Mohr. La resistencia a esfuerzo cortante, sobre todo en suelos cohesivos es variable y depende de diversos factores circunstanciales. Al tratar de reproducir en el laboratorio las condiciones a que el suelo estará sujeto en la obra que se trate, será necesario tomar en cuenta cada uno de esos factores tratando de reproducir las condiciones en cada caso particular, esto no es práctico.

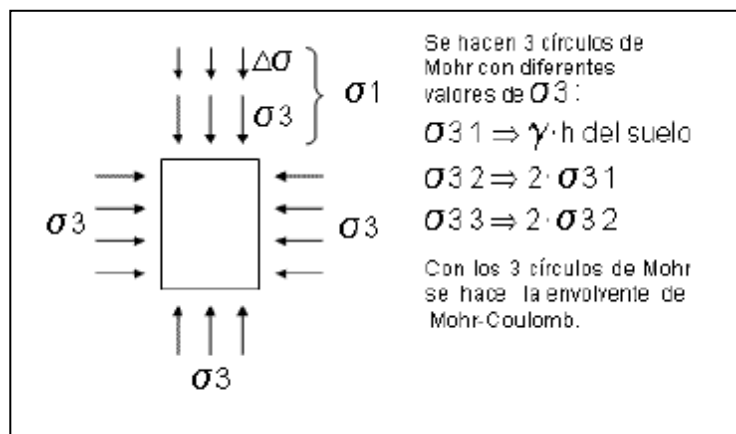
Se han reproducido aquellas circunstancias más típicas e influyentes en algunas pruebas estandarizadas que se refieren a comportamientos y circunstancias extremas, sus resultados pueden adaptarse al caso real, interpretándolo con un criterio sano con base en la experiencia.

- Etapas de un ensayo de compresión Triaxial:
 - 1a etapa: Se inicia con la aplicación de la presión de cámara, en caso de condiciones drenadas y no drenadas, lo que influirá si es consolidado o no.
 - 2a etapa: Carga. La muestra se somete a esfuerzos cortantes induciendo esfuerzos principales diferentes entre sí.

Esta etapa depende si drenada o no drenada, aunque este proceso tiene sentido si se dreno en la primera etapa.
- Tipos de ensayos triaxial:
 - Ensayo no consolidado-no drenado (UU): también conocido como ensayo rápido - rápido.
 - Ensayo consolidado-drenado (CD): También conocido como ensayo Lento-Lento, permite determinar los parámetros efectivos de resistencia al corte.
 - Ensayo consolidado-no drenado (CU) Cuando durante la ejecución del ensayo es posible la medición del exceso de presión de poros, se pueden determinar los parámetros de resistencia del suelo tanto en términos totales como efectivos.
- Ensayo triaxial no consolidado no drenado:

Durante la ejecución de este ensayo no se permite la consolidación de la muestra. La válvula B permanece cerrada durante todo el ensayo, tanto en la etapa de consolidación durante la aplicación del esfuerzo principal menor, como en la etapa de carga.

Figura 19. **Representación gráfica de los esfuerzos**



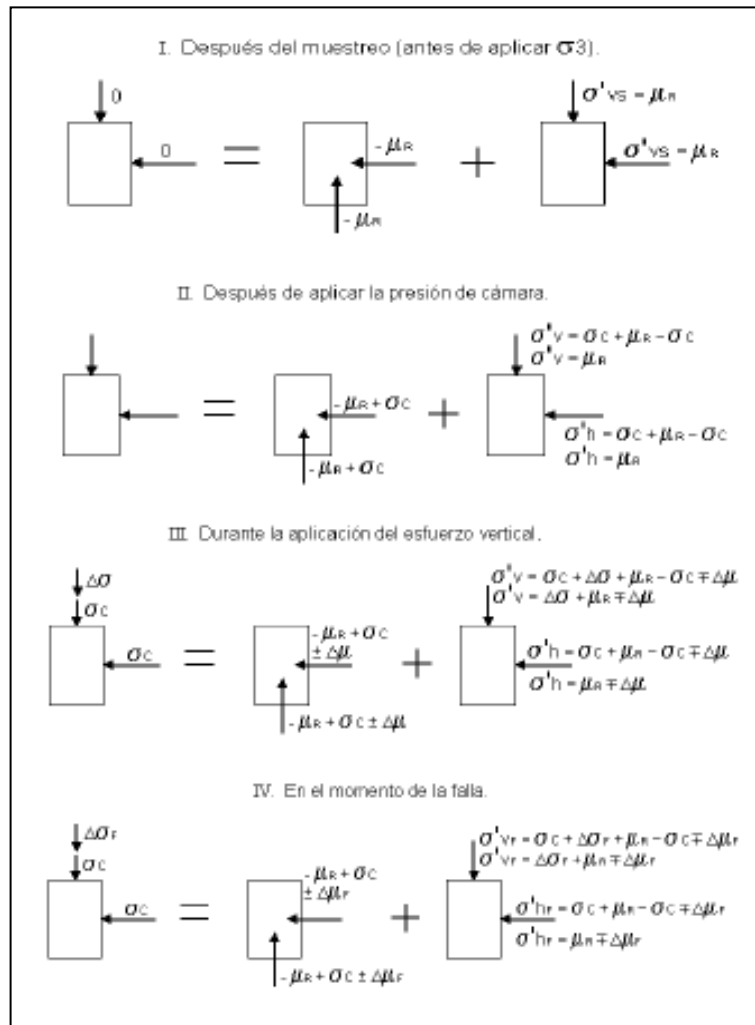
Fuente: OROZCO AREAS, Oswaldo José. *Diseño de edificio de dos niveles para mercado municipal, en el municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez*, p. 42.

Se hacen tres círculos con diferentes valores del esfuerzo principal menor, siempre procurando que en cada ensayo se duplique la presión de cámara inmediatamente anterior, con estos tres círculos se traza la envolvente Mohr-Coulomb.

El proceso de ensayo es muy simple: en primer lugar se aplica la presión de cámara con las válvulas cerradas y rápidamente se aplica la carga axial. La desventaja de este tipo de triaxial es que no se pueden determinar los esfuerzos efectivos ya que al hacerse rápidamente y no permitirse el drenaje, el incremento de esfuerzo es asumido por el agua.

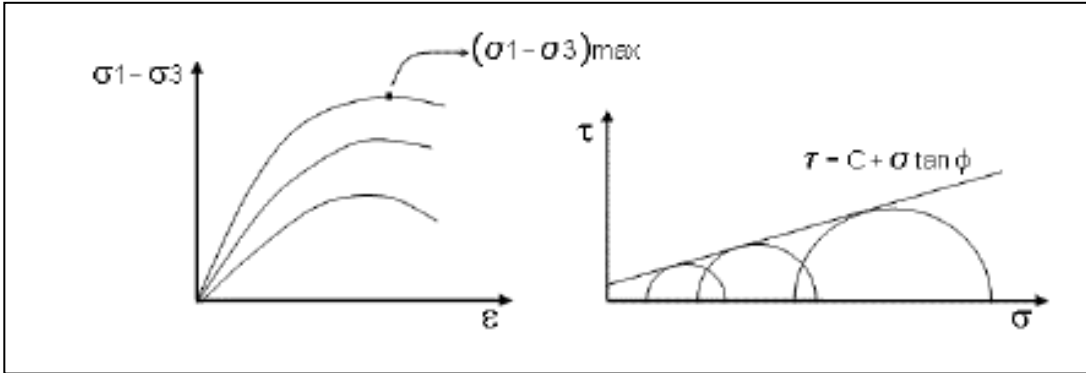
La única forma de obtener parámetros efectivos con este ensayo es garantizando que la muestra en ensayo este completamente saturada.

Figura 20. **Distribución de esfuerzos durante el ensayo**



Fuente: OROZCO AREAS, Oswaldo José. *Diseño de edificio de dos niveles para mercado municipal, en el municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez*, p. 44.

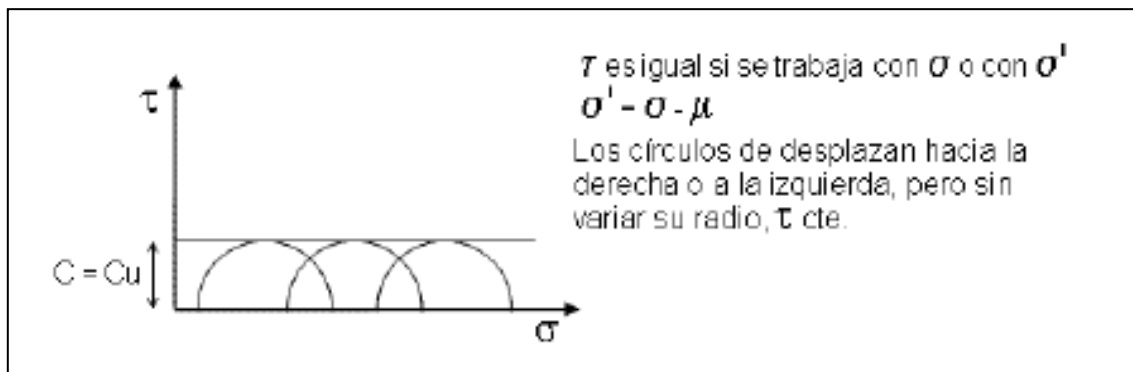
Figura 21. **Resultados de ensayo UU**



Fuente: OROZCO AREAS, Oswaldo José. *Diseño de edificio de dos niveles para mercado municipal, en el municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez*, p. 45.

Si se tiene una arcilla saturada:

Figura 22. **Resultados de ensayo UU sobre una arcilla saturada**



Fuente: OROZCO AREAS, Oswaldo José. *Diseño de edificio de dos niveles para mercado municipal, en el municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez*, p. 46.

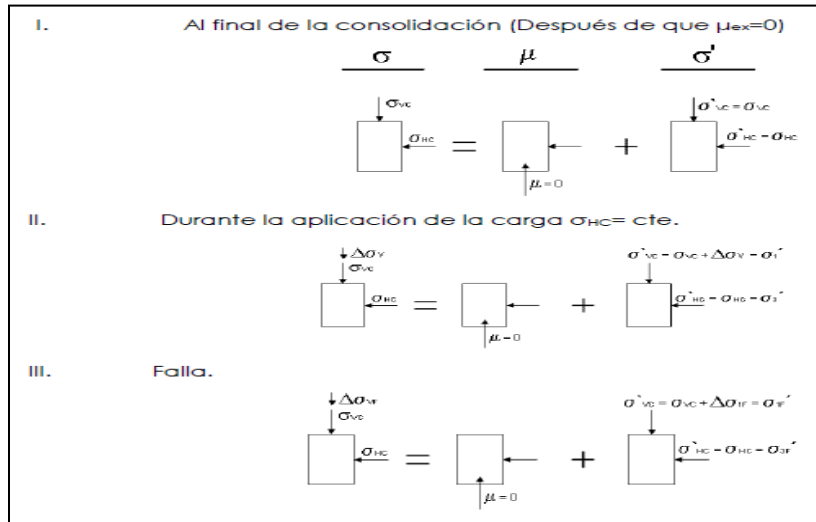
Los parámetros de resistencia al corte son aptos para condición no drenada en arcillas, en otros casos se pueden emplear para análisis mediante esfuerzos totales, pero los resultados no son confiables, todo depende del buen juicio del ingeniero.

- Ensayo triaxial consolidado drenando:

La característica fundamental de la prueba es que los esfuerzos aplicados al espécimen son efectivos. En primer lugar el suelo se somete a una presión hidrostática, con la válvula B abierta y se deja transcurrir el tiempo necesario para que haya una completa consolidación bajo la presión actuante. A continuación la muestra es llevada a la falla aplicando la carga axial en pequeños incrementos, cada uno de los cuales se mantiene el tiempo necesario para disipar la presión de poros.

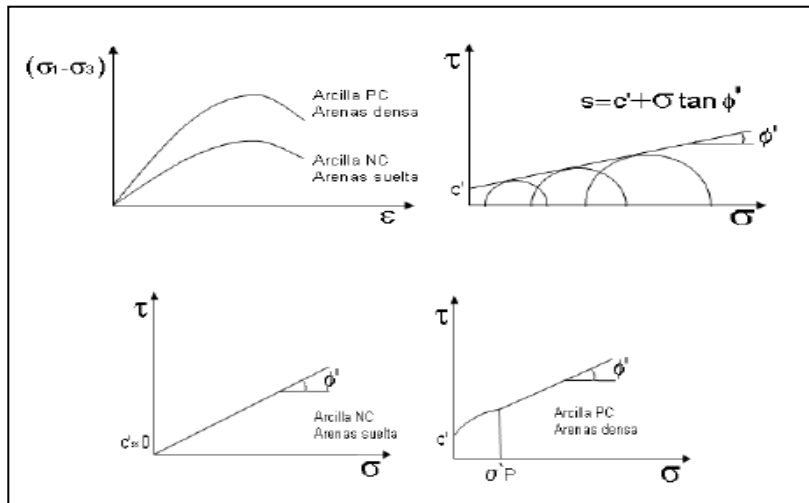
Es un tipo de ensayo costoso y que se usa normalmente en trabajos de investigación y su resultado es similar al del CU.

Figura 23. Distribución de esfuerzos durante ensayo CD



Fuente: OROZCO AREAS, Oswaldo José. *Diseño de edificio de dos niveles para mercado municipal, en el municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez*, p. 51.

Figura 24. Resultados de ensayo CD



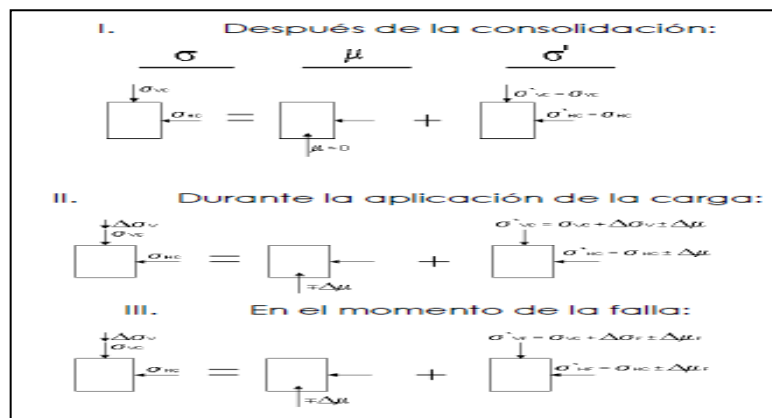
Fuente: OROZCO AREAS, Oswaldo José. *Diseño de edificio de dos niveles para mercado municipal, en el municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez*, p. 54.

- Ensayo triaxial consolidado no drenado:

La muestra se consolida en primer lugar, bajo la presión hidrostática como en la primera etapa de la prueba lenta; así el esfuerzo principal menor llega a ser efectivo. Luego la muestra es llevada a la falla por un rápido incremento de la carga axial, de manera que no se permita el cambio de volúmenes. El hecho esencial de esta prueba es el no permitir ninguna consolidación adicional durante el período de falla, de la aplicación del la carga axial, esto se logra cerrando la válvula B.

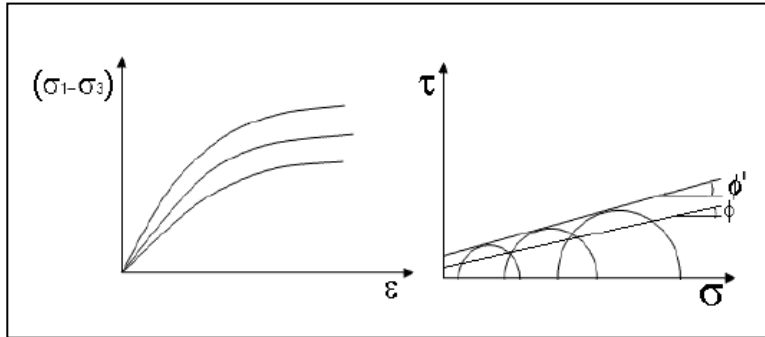
En la 2a etapa de la prueba podría pensarse que todo el esfuerzo desviador fuera tomado por el agua de los vacíos del suelo en forma de una presión neutral; ello no ocurre así y se sabe que parte de esa presión axial es fundamentada por la fase solida del suelo, sin que, hasta la fecha se hayan dilucidado por completo, ni la distribución de esfuerzos ni las razones que lo gobiernan.

Figura 25. **Distribución de esfuerzos durante ensayo CU**



Fuente: OROZCO AREAS, Oswaldo José. *Diseño de edificio de dos niveles para mercado municipal, en el municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez.* p. 56.

Figura 26. **Resultado de esfuerzos durante ensayo CU**



Fuente: OROZCO AREAS, Oswaldo José. *Diseño de edificio de dos niveles para mercado municipal, en el municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez*, p. 44.

Para el diseño del edificio del salón municipal y las oficinas de usos múltiples, se realizó un ensayo de suelos a compresión triaxial, arrojando los siguientes resultados:

- Tipo de ensayo: No consolidado y no drenado (UU)
- Descripción del suelo: Limoarenoso, color café

- Angulo de fricción interna $\Phi = 22,25^\circ$
- Cohesión $C_u = 0,16 \text{ ton/m}^2$

Figura 27. **Datos obtenidos del suelo en el ensayo Triaxial (no consolidado, no drenado)**

Probeta no.	1	2	3
Presión lateral (ton/m ²)	5	10	20
Desviador de Rotura q(ton/m ²)	6,57	11,92	24,84
Presión intersticial u (ton/m ²)	x	x	x
Deformación de rotura Er (%)	3	6	9,5
Densidad seca (ton/m ³)	0,99	0,99	0,99
Densidad húmeda (ton/m ³)	1,46	1,46	1,46
Humedad (%H)	45,52	45,52	45,52

Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Diseño del salón municipal y construcción de oficinas para alcaldía municipal y usos múltiples

A continuación se presenta el diseño del salón municipal y construcción de oficinas para alcaldía municipal y usos múltiples.

3.1.4.1. Diseño arquitectónico

La distribución de ambientes debe realizarse para prestar un servicio adecuado a las necesidades de los habitantes de la localidad, cuidando que cada ambiente cumpla con las normas de construcción adecuada, además cuidando que se mantengan los ambientes en limpieza y orden.

3.1.4.2. Selección del tipo de estructuras

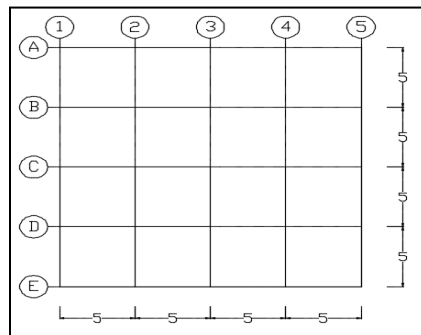
Por el uso que se ha determinado para la edificación, se cataloga como una obra categoría III según AGIES, que describe la obra como importante ya que albergará a bastantes personas cuando se le de uso al salón municipal de

actividades, así mismo podemos decir que puede llegar a tener en sus instalaciones más de 300 personas.

3.1.4.3. Predimensionamiento de elementos estructurales

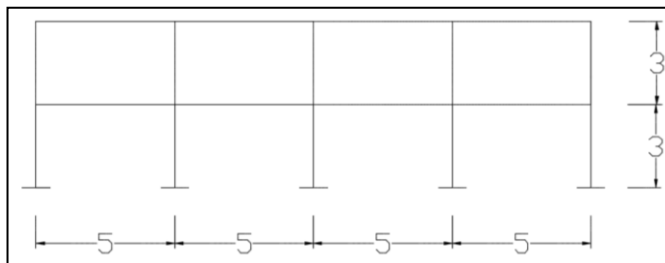
En las figuras 28 y 29 se muestra el predimensionamiento de elementos estructurales.

Figura 28. **Distribución en planta**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 29. **Distribucion en elevación**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Vigas

Se usarán criterios de ACI para el predimensionamiento de vigas.

Tabla XXVI. **Predimensionamiento de vigas**

Criterio de Predimensionamiento	Procedimiento
Diseño Para viga L=5m	$h = 0.08 \cdot 500 \text{ cm} \therefore \text{usar } h = 50 \text{ cm}$ $h = 40 \text{ cm} \qquad b = 25 \text{ cm}$
Viga de borde	$b = \frac{h}{1.5} \qquad b = \frac{h}{1.5} = \frac{50}{1.5} = 34 \text{ cm}$
Viga Interna	$b = \frac{h}{2} \qquad b = \frac{h}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ cm}$

Fuente: elaboración propia.

Se tomarán como dimensiones de la viga, una base de 25 centímetros y un peralte de 50 centímetros.

- Losas

Se trabaja con la losa crítica. Las losas por la forma en que transmiten sus esfuerzos a los elementos de apoyo, se clasifican en losas en un sentido, y losas en dos sentidos. La forma de determinar la forma de transmisión de esfuerzos en una losa cualquiera depende de su geometría de la siguiente relación:

$$m = \frac{\ell_a}{\ell_b} \quad \therefore \ell_a = \text{Lado corto}$$

$$\ell_b = \text{Lado Largo}$$

Si $m \leq 0.50 \rightarrow$ Losa en un sentido

Si $m > 0.50 \rightarrow$ Losa en dos sentido

Cálculo:

$$\ell_a = 5m$$

$$\ell_b = 5m$$

$$m = \frac{\ell_a}{\ell_b} = \frac{5}{5} = 1$$

Si $m = 1 > 0,50 \rightarrow$ Losa en dos sentido

- Peralte de losa

Losa en un sentido se idealiza como una viga, lo que permite utilizar los criterios de predimensionamiento para vigas indicados en la tabla siguiente.

Tabla XXVII. **Espesor mínimo de vigas o losa en un sentido**

Elemento	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
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: elaboración propia.

Losa en dos sentidos involucra el predimensionamiento basado en la geometría del panel de losa para calcular el peralte el cual es el caso de este diseño y se calcula de la siguiente manera:

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180}$$

- Criterio del aci

El *American Concrete Institute* (ACI), recomienda que el peralte mínimo de una viga, o losa armada en un sentido, deba cumplir con lo indicado en la tabla 9.5. (a) del inciso 9.5.2. del comité 318 en el capítulo 9. La tabla siguiente resume los requisitos del ACI.

Tabla XXVIII. **Predimensionamiento de losa**

Criterio de predimensionamiento	Procedimiento
Diseño	$m = \frac{a}{b} = \frac{500}{500} = 1 \quad \therefore \quad m > 0,50$ <p style="text-align: center;">Losa en dos sentidos</p>
	<p style="text-align: center;">Losa:</p> $t = \frac{P}{180} = \frac{2 * 500 + 2 * 500}{180}$ $= 11.10cm \quad \therefore \quad t$ $= 10 \text{ cm.}$

Fuente: elaboración propia.

- Columnas
 - Criterios de diseñadores guatemaltecos (agies)

Los criterios de predimensionamiento están relacionados con la carga axial a la que estará sometida la columna. La práctica común en nuestro país, da la siguiente expresión:

$$P_{act} = \sum(P_{cubierta} + P_{vigas} + P_{entrepiso} + P_{col. sup.}) \quad \therefore \quad A_g = \frac{P_{act}}{0.17f'_c}$$

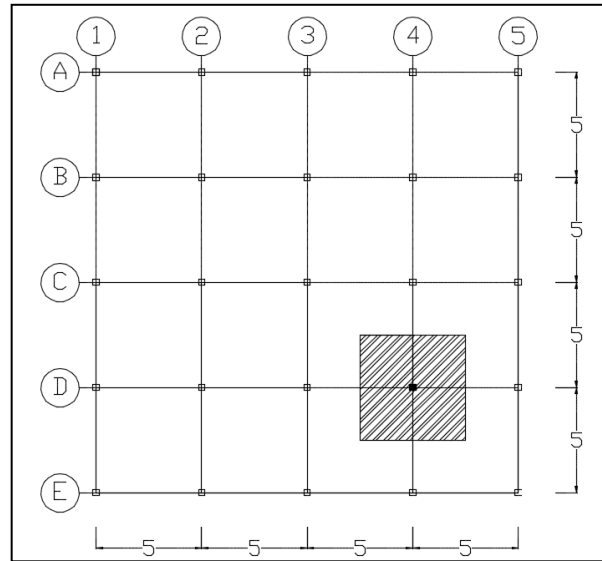
- Criterios del aci

El *American Concrete Institute* (ACI), recomienda en la sección 10.3.6.2. del ACI 318S-08, que en base a la carga axial a la que estará sometida la columna se puede resolver la ecuación siguiente para el área gruesa requerida, asumiendo el porcentaje de refuerzo de acero (A_{st}) que se suministrará:

$$P = 0,80[0,85 * f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \quad \therefore \quad A_{st} = \rho * A_g$$

Para uniformizar las dimensiones, se tomará la columna crítica de la esquina correspondiente a la columna E-1 descrita en la siguiente figura. Se debe mencionar que para analizar la columna del primer nivel, se debe dar una dimensión inicial para la columna de los niveles superiores.

Figura 30. **Ubicación de columna a predimensionar**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XXIX. **Carga axial sobre columna E-1, segundo nivel**

Elemento	Peso (Kg/m ²)	Área (m ²)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Carga axial (Kg)
Piso	120	25	----	----	3 000
Repello y Cernido	25	25	----	----	625
Losa (t=12cm)	0,12* 2 400	25	----	----	7 200
Mampostería Nivel Superior (h=3,00m)*	660 (Kg/m)	----	5	----	3 300
Vigas (25cm X50cm)	300 (Kg/m)	----	5	----	1 500
Carga axial Actuante en nivel 2 (Kg)					15 625

Fuente: elaboración propia.

- Se considera el peso de la mampostería dentro del área tributaria de la columna E-1.
- Debido a la característica iterativa en el proceso de diseño, inicialmente se recomienda proponer la dimensión mínima exigida por el código, que es 30 cm x 30 cm.

Tabla XXX. **Carga axial sobre columna E-1, primer nivel**

Elemento	Peso (Kg/m2)	Área (m2)	Longitud (m)	Volumen (m3)	Carga axial (Kg)
Piso	120	25	----	----	3 000
Repello y cernido	25	25	----	----	625
Losa (t=14cm)	336	25	----	----	8 400
Mampostería nivel Superior (h=3,00m)*	660 (Kg/m)	-	5	----	3 300
Vigas (25 cm X 50 cm)	300 (Kg/m)	-	5	----	1 500
Columna nivel 2, (h=3,00m)**	2400 (Kg/m3)	-	----	0,27	648
Peso del segundo nivel	----	-	----	----	15 625
Carga axial actuante en nivel 1 (Kg)					33 098

Fuente: elaboración propia.

- Se considera el peso de la mampostería dentro del área tributaria de la columna E-1.
- Debido a la característica iterativa en el proceso de diseño, inicialmente se recomienda proponer la dimensión mínima exigida por el código, que es 30 cm x 30 cm.

Por lo tanto, las fuerzas axiales quedan de la siguiente manera:

$$P_{nivel\ 2} = 15625\ Kg$$

$$P_{nivel\ 1} = P_{nivel\ 2} + P_{nivel\ 1}\ Kg$$

$$P_{nivel\ 1} = 33098\ Kg$$

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los criterios de predimensionamiento de columna, se propone utilizar columnas cuadradas.

Tabla XXXI. **Predimensionamiento de columnas**

Criterio de predimensionamiento	Procedimiento
Diseñadores Guatemaltecos	$A_g = \frac{P_{act}}{0,17f_c} = \frac{33098}{0,17 * 280} = 695,34 \text{ cm}^2$ $b = \sqrt{695,34} \rightarrow b = 26,37 \text{ cm}$
American Concrete Institute (ACI 38-08) Cap. 10.3.6.2	<p>Inicialmente se asume una cuantía (ρ) del 1 %</p> $P = 0,80[0,85f_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \quad \therefore A_{st} = \rho A_g$ $P = 0,80[0,85 * 280 * (A_g - 0,01A_g) + (4200 * 0,01A_g)]$ <p>Si $P=1,20*33098=39717,6\text{Kg}$, resolviendo para A_g</p> $A_g = 178,83 \quad \therefore b = 13 \text{ cm}$

Fuente: elaboración propia.

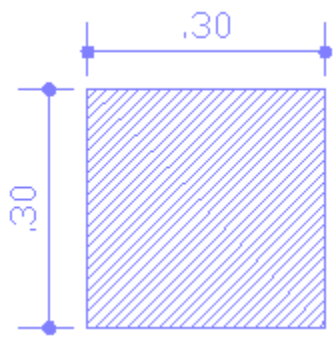
El código que rige el presente diseño estructural es el aprobado por comité 318 del *American Concrete Institute* (ACI) en la edición 2008, y la dimensión mínima exigida por el reglamento en la sección 21.6.1.1 de dicho código es 30 centímetros.

Considerando lo anterior, y resaltando principalmente el carácter iterativo del diseño de los elementos de concreto reforzado, se elige una columna cuadrada de 30 centímetros.

- Análisis de carga

En las tablas siguientes se resumen los pesos unitarios de todos los elementos estructurales, los cuales son considerados en los análisis posteriores.

Tabla XXXII. **Peso unitario de columnas (Kg/col)**

		
Columnas segundo nivel		
Concreto	2400*0,30*0,30*2,500 (2,5 m de longitud de la columna restando en cada nodo la altura de viga)	432 Kg/col
Acabados	4*0,0050*3,00	0,06 Kg/col
PESO TOTAL NIVEL 2		432,06 Kg/col
Columnas primer Nivel		
Concreto	2400*0,30*0,30*2,500 (2,5 m de longitud de la columna restando en cada nodo la altura de viga)	432 Kg/col
Acabados	4*0,0050*3,00	0,06 Kg/col
PESO TOTAL NIVEL 1		432,06 Kg/col

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Peso unitario de vigas principales (Kg/m)**

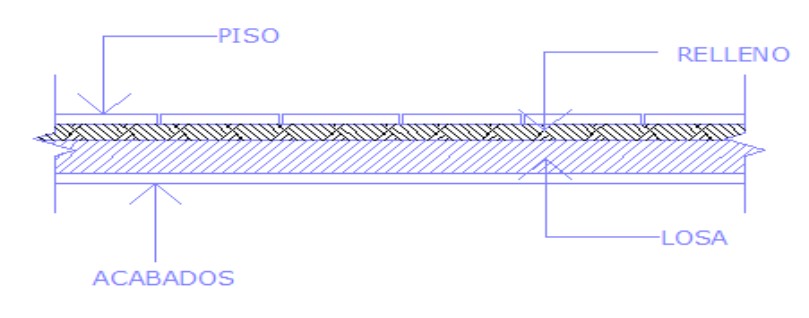
Concreto	2400*0,25*0,36	216 Kg/m
Acabados	(1800)((0,36*0,005*2)+(0,24*0,005))	8,64 Kg/m
PESO TOTAL VIGAS NIVEL 1 Y NIVEL 2		224,64 Kg/m

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Peso unitario de losas (Kg/m²)**

Losa final (terraza)		
Concreto	2400*0,10	240 Kg/m ²
Acabados	1800*0,005	9 Kg/m ²
Mezclón	0,02*1600	32 Kg/m ²
Impermeabilizante	0,5	0,5 Kg/m ²
Sobrecarga	25	25 Kg/m ²
PESO TOTAL LOSA FINAL		306,5 Kg/m²
Losa de entrepiso		

Continuación de la tabla XXXIV.

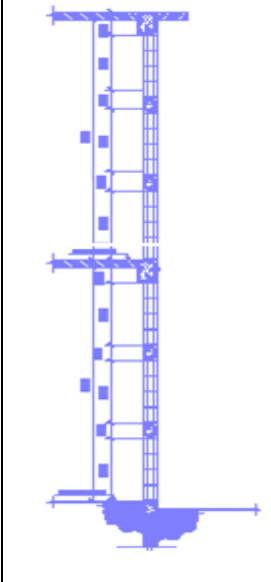


El diagrama muestra un corte transversal de un piso de concreto. Se identifican las siguientes capas y componentes: PISO (superficie superior), RELLENO (capa de aislamiento o relleno), ACABADOS (capa superior de acabado), y LOSA (losa de concreto inferior). Las dimensiones y pesos unitarios se detallan en la siguiente tabla:

Concreto	2400*0.12	240 Kg/m ²
Acabados	1800*0,005	9 Kg/ m ²
Relleno	0,015*1200	18 Kg/ m ²
Piso	5	5 Kg/ m ²
Mezclón	0,02*1600	32 Kg/ m ²
Sobrecarga	25	25 Kg/ m ²
PESO TOTAL LOSA DE ENTREPISO		329 Kg/ m ²

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Peso unitarios de muros (Kg/m)**



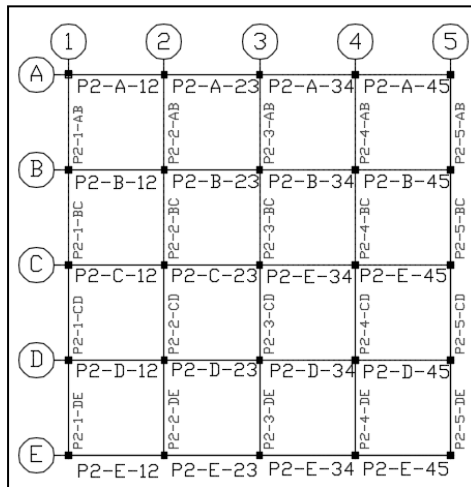
El diagrama muestra un muro de mampostería con acabados. Se detallan los pesos unitarios y totales en la siguiente tabla:

Muros en tercer nivel		
Mampostería 15 cm+ acabados	12,5 unidades/m * 3m * 10kg (Block 35kg/ m ²)	375 kg/m
PESO TOTAL MURO NIVEL 2		375 Kg/m
Mampostería 15 cm+ acabados	12,5 unidades/ m ² * 3m * 10kg (Block 35kg/ cm ²)	375 Kg
PESO TOTAL MURO NIVEL		375 Kg/m

Fuente: elaboración propia.

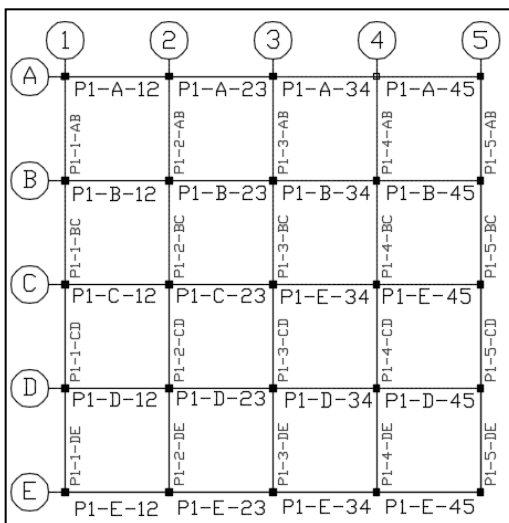
- Integración de cargas gravitacionales

Figura 31. **Nomenclatura de cargas del segundo piso**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

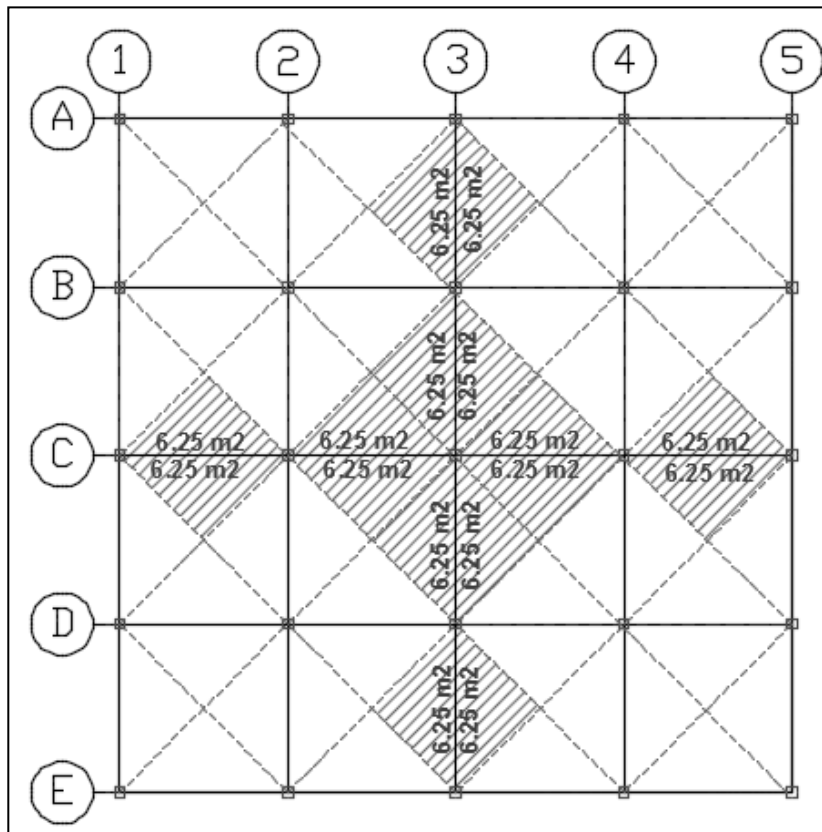
Figura 32. **Nomenclatura de cargas del primer piso**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para indicar el proceso de cálculo, se detallará el procedimiento de integración de cargas para el marco “c” y para el marco “3”.

Figura 33. **Áreas tributarias para el marco C y el marco 3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

De la figura 23 se obtiene el área tributaria para las vigas del marco de eje C.

- Marco C segundo nivel

- VIGA P2-3-AB

- Carga Muerta (D)

$$D = \frac{W_{losa} * A_{tributaria}}{L_{viga}} + PP_{viga}$$

$$D = \frac{(306,5)(12,5)}{5,00} + 224,64$$

$$D = 766,25 + 224,64 \quad \therefore \quad D = 990,89 \frac{Kg}{m}$$

- Carga viva (L)

$$L = \frac{W_{CV} * A_{tributaria}}{L_{viga}}$$

$$W_{CV} = 250 \frac{kg}{m^2} \text{ Según AGIES tabla 3-1 carga viva para oficina}$$

$$L = \frac{250 * 12,5}{5} \quad \therefore \quad L = 625 \frac{Kg}{m}$$

- VIGA P2-3-BC

- Carga muerta (D)

$$D = \frac{W_{losa} * A_{tributaria}}{L_{viga}} + PP_{viga}$$

$$D = \frac{(306,5)(12,5)}{5,00} + 224,64$$

$$D = 766,25 + 224,64 \quad \therefore \quad D = 990,89 \frac{Kg}{m}$$

- Carga viva (L)

$$L = \frac{W_{CV} * A_{tributaria}}{L_{viga}}$$

$$W_{CV} = 250 \frac{kg}{m^2} \text{ Según AGIES tabla 3-1 carga viva para oficina}$$

$$L = \frac{250 * 12,5}{5} \quad \therefore \quad L = 625 \frac{Kg}{m}$$

- VIGA P2-3-CD

- Carga muerta (D)

$$D = \frac{W_{losa} * A_{tributaria}}{L_{viga}} + PP_{viga}$$

$$D = \frac{(306,5)(12,5)}{5,00} + 224,64$$

$$D = 766,25 + 224,64 \quad \therefore \quad D = 990,89 \frac{Kg}{m}$$

- Carga viva (L)

$$L = \frac{W_{CV} * A_{tributaria}}{L_{viga}}$$

$W_{CV} = 250 \frac{kg}{m^2}$ Según AGIES tabla 3-1 carga viva para oficina

$$L = \frac{250 * 12,5}{5} \quad \therefore \quad L = 625 \frac{Kg}{m}$$

○ VIGA P2-3-DE

▪ Carga muerta (D)

$$D = \frac{W_{losa} * A_{tributaria}}{L_{viga}} + PP_{viga}$$

$$D = \frac{(306,5)(12,5)}{5,00} + 224,64$$

$$D = 766,25 + 224,64 \quad \therefore \quad D = 990,89 \frac{Kg}{m}$$

○ Carga viva (L)

$$L = \frac{W_{CV} * A_{tributaria}}{L_{viga}}$$

$W_{CV} = 250 \frac{kg}{m^2}$ Según AGIES tabla 3-1 carga viva para oficina

$$L = \frac{250 * 12,5}{5} \quad \therefore \quad L = 625 \frac{Kg}{m}$$

Tabla XXXVI. Integración de cargas para vigas segundo nivel

MARCO	ELEMENTO	Área Tributaria (m2)	Longitud (m)	Carga muerta (M) (Kg/m)	Carga Viva (V) (Kg/m)
MARCO 1	P1-1-AB	6,25	5	635,89	312,50
	P1-1-BC	6,25	5	635,89	312,50
	P1-1-CD	6,25	5	635,89	312,50
	P1-1-DE	6,25	5	635,89	312,50
MARCO A	P1-A-12	6,25	5	635,89	312,50
	P1-A-23	6,25	5	635,89	312,50
	P1-A-34	6,25	5	635,89	312,50
	P1-A-45	6,25	5	635,89	312,50
MARCO 2	P1-2-AB	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-2-BC	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-2-CD	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-2-DE	12,5	5	1047,14	625,00
MARCO B	P1-B-12	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-B-23	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-B-34	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-B-45	12,5	5	1047,14	625,00
MARCO 3	P1-3-AB	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-3-BC	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-3-CD	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-3-DE	12,5	5	1047,14	625,00
MARCO C	P1-C-12	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-C-23	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-C-34	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-C-45	12,5	5	1047,14	625,00
MARCO 4	P1-4-AB	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-4-BC	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-4-CD	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-4-DE	12,5	5	1047,14	625,00
MARCO D	P1-D-12	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-D-23	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-D-34	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-D-45	12,5	5	1047,14	625,00
MARCO 5	P1-5-AB	6,25	5	635,89	312,50
	P1-5-BC	6,25	5	635,89	312,50
	P1-5-CD	6,25	5	635,89	312,50
	P1-5-DE	6,25	5	635,89	312,50
MARCO E	P1-E-12	6,25	5	635,89	312,50
	P1-E-23	6,25	5	635,89	312,50
	P1-E-34	6,25	5	635,89	312,50
	P1-E-45	6,25	5	635,89	312,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. Integración de cargas para vigas primer nivel

MARCO	ELEMENTO	Área Tributaria (m2)	Longitud (m)	Carga muerta (M) (Kg/m)	Carga Viva (V) (Kg/m)
MARCO 1	P1-1-AB	6,25	5	635,89	312,50
	P1-1-BC	6,25	5	635,89	312,50
	P1-1-CD	6,25	5	635,89	312,50
	P1-1-DE	6,25	5	635,89	312,50
MARCO A	P1-A-12	6,25	5	635,89	312,50
	P1-A-23	6,25	5	635,89	312,50
	P1-A-34	6,25	5	635,89	312,50
	P1-A-45	6,25	5	635,89	312,50
MARCO 2	P1-2-AB	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-2-BC	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-2-CD	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-2-DE	12,5	5	1047,14	625,00
MARCO B	P1-B-12	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-B-23	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-B-34	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-B-45	12,5	5	1047,14	625,00
MARCO 3	P1-3-AB	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-3-BC	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-3-CD	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-3-DE	12,5	5	1047,14	625,00
MARCO C	P1-C-12	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-C-23	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-C-34	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-C-45	12,5	5	1047,14	625,00
MARCO 4	P1-4-AB	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-4-BC	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-4-CD	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-4-DE	12,5	5	1047,14	625,00
MARCO D	P1-D-12	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-D-23	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-D-34	12,5	5	1047,14	625,00
	P1-D-45	12,5	5	1047,14	625,00
MARCO 5	P1-5-AB	6,25	5	635,89	312,50
	P1-5-BC	6,25	5	635,89	312,50
	P1-5-CD	6,25	5	635,89	312,50
	P1-5-DE	6,25	5	635,89	312,50
MARCO E	P1-E-12	6,25	5	635,89	312,50
	P1-E-23	6,25	5	635,89	312,50
	P1-E-34	6,25	5	635,89	312,50
	P1-E-45	6,25	5	635,89	312,50

Fuente: elaboración propia.

- Integración de fuerzas horizontales

Tabla XXXVIII. **Peso sísmico total de nivel 2 y 1**

Elemento	Peso Unitario	Unidad	Cantidad	Peso (Kg)
Vigas	240,25	Kg/m	$40 \times 5 = 200\text{m} - (40 \times 0,25) = 190$	45 647,5
Losa Final	306,5	Kg/m ²	$20 \times 20 = 400 \text{ m}^2$	122 600
Columnas	432,06	Kg/col	25 columnas	10 801,5
Muros	375/2 (mitad ventanales)	Kg/m	$20 \times 4 = 80\text{m}$	15 000
PESO MUERTO TOTAL NIVEL 2 (Kg)				194 049
PESO MUERTO TOTAL NIVEL 2 (Ton)				194,5
Elemento	Peso Unitario	Unidad	Cantidad	Peso (Kg)
Vigas	240,25	Kg/m	$40 \times 5 = 200\text{m} - (40 \times 0,25) = 190$	45 647,5
Losa	329	Kg/m ²	$20 \times 20 = 400 \text{ m}^2$	131 600
Columnas	432,06	Kg/col	25 columnas	10 801,5
Muros	375(75 %) (Considero 25 % ventanales)	Kg/m	$20 \times 4 = 80 \text{ m}$	22 500
PESO MUERTO TOTAL NIVEL 1 (Kg)				210 549
PESO MUERTO TOTAL NIVEL 1 (Ton)				210,55

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Peso sísmico total por nivel**

Nivel	Peso sísmico por Carga Muerta (Ton)	Peso total del Nivel (Ton)
Segundo nivel	194,5	194,5
Primer nivel	210,55	210,55
TOTAL (Ton.)		405,05

Fuente: elaboración propia.

Nota: como el corte basal está en función directa de un porcentaje del peso muerto de la edificación, y adicionalmente en este caso particular la obra civil es simétrica en los dos ejes cada marco recibirá en forma proporcional al área tributaria del mismo la acción del corte basal total.

- Carga sísmica (Cs)

Los requisitos de cargas laterales propuestas por los códigos, son normas mínimas para diseñar edificios y estructuras resistentes a fuerzas horizontales.

Consideran la estructura como unidad, tomando en cuenta cada uno de sus elementos estructurales. En Guatemala, son consideradas en el análisis, las cargas laterales de sismo y viento. Esta última dependiendo de la magnitud de la incidencia del mismo en una estructura sobre un área grande de exposición o bien por las condiciones del lugar. Para ese diseño, se utiliza el método propuesto por AGIES NSE2-10. Peso sísmico efectivo W_s : El peso W_s incluirá como mínimo la carga muerta total de la edificación y el 25 por ciento de

la carga viva que no califica como reducible. Podrá no incluirse el 25 por ciento de las cargas vivas en estacionamientos, aunque sean no reducibles.

Peso sísmico $W_s = 1,0D + 0,25L$ (según AGIES NSE3,1.10.3)

Donde:

D= carga muerta

L= carga viva

El total de las fuerzas sísmicas equivalentes que actúan sobre la edificación, en cada dirección de análisis, se representará por medio del cortante estático equivalente al límite de cedencia en la base de la estructura o simplemente cortante basal estático a cedencia (V_b):

$V_b = C_s * W_s$ (según AGIES NSE3, 2.1.1)

$V_s = W_s * C_s$ (según AGIES NSE3, 2.1.10.3)

Donde:

W_s = peso sísmico

C_s = coeficiente sísmico

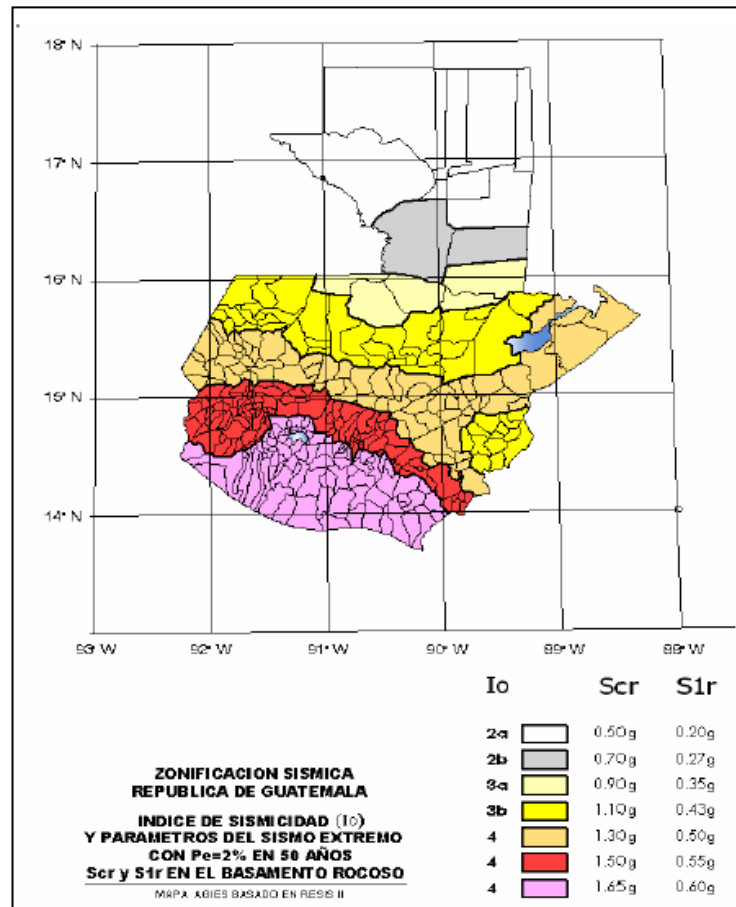
V_s = corte basal sísmica

- Cálculo del coeficiente sísmico

Condiciones de sitio (NSE2-10 CAP 4): esta metodología procede inicialmente en determinar la zonificación sísmica que corresponde al lugar donde se construye, para el efecto este diseño corresponde al municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez.

En base al lugar donde se construirá la obra se obtuvieron datos del libro de AGIES sección 4, para el análisis sísmico en la región.

Figura 34. **Zonificación sísmica para la República de Guatemala**



Fuente: Zonificación sísmica de la República de Guatemala.

<https://www.google.com.gt/search?q=Zonificaci%C3%B3n+s%C3%ADsmica+para+la+Rep%C3%BAblica+de+Guatemala>. consulta: julio de 2015.

De acuerdo a la ubicación del proyecto se determina mediante la figura anterior el índice de sismicidad $I_o=4$ con coordenadas $S_{cs}=1,65$ g y $S_{1s}=0,60$ g.

Donde:

S_{cs} = es la ordenada espectral del sismo extremo en el sitio de interés para estructuras con período de vibración corto.

S_{1s} = es la ordenada espectral correspondiente a períodos de vibración de 1 segundo; ambos para un amortiguamiento de 5 por ciento del crítico.

Además de determinar el índice de sismicidad, también se debe determinar el nivel mínimo de protección y probabilidad de sismo de diseño de acuerdo al índice de sismicidad y la clase de obra.

Figura 35. **Nivel mínimo de protección sísmica y probabilidad del sismo de diseño**

Índice de Sismicidad	Clase de obra			
	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
$I_0 = 5$	E	E	D	C
$I_0 = 4$	E	D	D	C
$I_0 = 3$	D	C	C	B
$I_0 = 2$	C	B	B	A
Probabilidad de exceder un sismo de diseño	5% en 50 años	5% en 50 años	10% en 50 años	No aplica
a) ver clasificación de obra en Capítulo 3, norma NSE 1 b) ver índice de sismicidad en Sección 4.2.1 c) ver Sección 4.3.4, para selección de espectro sísmico de diseño según probabilidad de excederlo d) para ciertas obras que hayan sido calificadas como "críticas" el ente estatal correspondiente puede considerar probabilidad de excedencia de 2% en 50 años ($K_d = 1.00$ en sección 4.3.4) e) "esencial" e "importante" tienen la misma probabilidad de excedencia – se diferencian en el Nivel de Protección y en las deformaciones laterales permitidas				

Fuente: AGIES NSE2-10-Tabla 4.1

- Lugar: Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez, Índice de sismicidad: $I_0=4$.
- Clase de obra: Importante (biblioteca y salón de capacitación).
- Nivel mínimo de protección sísmica: D.

El valor de S_{cr} y S_{1r} deberá ser ajustado a las condiciones en la superficie, según el perfil del suelo que cubra al basamento en el sitio. En algunos casos el valor de S_{cr} y S_{1r} deberá ser adicionalmente ajustado por la posibilidad de intensidades incrementadas de vibración en el sitio F_a y F_v .

Donde:

F_a = coeficiente de sitio para períodos de vibración cortos

F_v = coeficiente de sitio para períodos largos

- Ajuste por clase de sitio (AGIES NSE2-10 4.3.3.2)

La determinación de los coeficientes de sitio para períodos largos y cortos se encuentran en las siguientes tablas, de acuerdo al índice de sismicidad ($I_0=4$) y la clase de sitio (D).

Figura 36. **Coeficiente de sitio F_a**

Clase de sitio	Índice de sismicidad				
	2a	2b	3a	3b	4
AB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0
D	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
E	1,7	1,2	1,0	0,9	0,9
F	Se requiere evaluación específica-ver sección 4.4.1				

Fuente: Tabla 4.2 AGIES NSE2-10, sección 4.3.3.5.

Figura 37. **Coefficiente de sitio F_v**

Clase de sitio	Índice de sismicidad				
	2a	2b	3a	3b	4
AB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
D	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5
E	3,2	2,8	2,6	2,4	2,4
F	Se requiere evaluación específica-ver sección 4.4.1				

Fuente: Tabla 4.3 AGIES NSE2-10, sección 4.3.3.6.

Tipo de suelo D, $I_0=4$

$F_a= 1,0$

$F_v= 1,5$

- Ajuste por intensidad sísmica N_a y N_v (4.3.3.3)

La identificación de los peligros tratados en esta sección se considera tarea de entes ediles y estatales por medio de programas de microzonificación de amenazas naturales. No se podrá requerir a proyectistas individuales que incluyan estas previsiones en los proyectos a menos que haya información disponible oficialmente reconocida por los entes ediles o estatales. N_a y N_v son los factores que apliquen por la proximidad de las amenazas especiales en función del tipo de fuente sísmica que se detalla en la siguiente tabla.

Figura 38. Tipo de fuente sísmica

Tipo de fuente	Descripción	Máxima magnitud-momento	Tasa de Corrimiento (mm por año)
A	Fallas geológicas capaces de generar eventos de gran magnitud y con alta tasa de sismicidad (nota 1)	$M_o \geq 7,0$	$TC \geq 5$
B	Fallas geológicas que no son A o C	$M_o \geq 7,0$ $M_o < 7,0$ $M_o \geq 6,5$	$TC < 5$ $TC > 2$ $TC < 2$
C	Fallas geológicas incapaces de generar eventos de gran magnitud y que tienen baja tasa de sismicidad	$M_o \geq 6,5$	$TC < 2$
NOTA 1: La zona de subducción de Guatemala no se considera por la distancia a la fuente NOTA 2: La magnitud M_o y el TC deben concurrir simultáneamente cuando se califique el tipo de fuente sísmica			

Fuente: AGIES NSE2-10, tabla 4.5 tipo de fuente sísmica.

Figura 39. Factor N_a para períodos cortos de vibración

Tipo de fuente	Distancia Horizontal más cercana a fuente sísmica (Nota 1)		
	≤ 2 km	5 km	≥ 10 km
A	1,25	1,12	1,0
B	1,12	1,0	1,0
C	1,0	1,0	1,0
NOTA 1: Tomar la distancia horizontal a la proyección horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 km. NOTA 2: Utilizar el factor N_a que mayor haya salido al cotejar todas las fuentes relevantes			

Fuente: AGIES NSE2-10, tabla 4.6.

Figura 40. **Factor N_v para períodos largos de vibración**

Tipo de fuente	Distancia Horizontal más cercana a fuente sísmica (Nota 1)			
	≤ 2 km	5 km	10 km	≥ 15 km
A	1,4	1,2	1,1	1,0
B	1,2	1,1	1,0	1,0
C	1,0	1,0	1,0	1,0

NOTA 1: Tomar la distancia horizontal a la proyección horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 km.
 NOTA 2: Utilizar el factor N_a que mayor haya salido al cotejar todas las fuentes relevantes

Fuente: AGIES NSE2-10-tabla 4.6.

- Construcción de los espectros de diseño

El AGIES NSE2-10 en la sección 4.3.4.1 establece las probabilidades de ocurrencia de sismos en el área a construir, para este diseño se consideró lo siguiente: que la probabilidad de ocurrencia de un sismo severo pueda exceder los 50 años es de 5 por ciento que representa un factor $K_d=0,80$ (factor de escala de ocurrencia sísmica).

Categoría III, obras importantes

Sismo de diseño: 5 por ciento en 50 años, $k_d = 0,80$

Espectro calibrado al nivel de diseño requerido

$$S_{cd} = S_{cr} \times F_a \times N_a \times K_d$$

$$S_{cd} = 1,65g (1,0)(1,0)(0,8) = 1,32 g$$

$$S_{cd} = S_{1r} \times F_v \times N_v \times K_d$$

$$S_{cd} = 0,60g (1,5)(1,0)(0,8) = 0,72 g$$

Período de transición (T_s)

$$T_s = \frac{S_{1s} \times F_v}{S_{cs} \times F_a} = \frac{0,60g (1,5)}{1,65g (1,0)} = 0,545 \text{ seg}$$

- Cálculo del período de vibración

Sistema de marcos (E1) sismorresistentes: es un sistema integrado con marcos de columnas y vigas que soportan toda la carga vertical y además todas las sollicitaciones horizontales. Todos los marcos deben estar unidos entre sí por diafragmas de piso horizontales. Los marcos pueden ser de concreto reforzado o acero estructural. Los marcos, atendiendo a sus capacidades sismorresistentes, pueden ser especiales, intermedios o en algunos casos, ordinarios. Los atributos sismorresistentes se definen para cada sistema constructivo en la norma NSE 7 correspondiente.

Figura 41. **Coeficientes y factores para diseño de sistemas sismorresistentes**

	SISTEMA ESTRUCTURAL (Sección 1.5)	sistema constructivo véase secc 1.5.8	R	D _r	C _d	Límite de altura en metros			
						Nivel de protección			
						B	C	D	E
E1	SISTEMA DE MARCOS								
E1-A	Marcos tipo A								
	De concreto reforzado	NSE 7-1	8	3	5,5	SL	SL	SL	SL
	De acero estructural	NSE 7-5	8	3	5,5	SL	SL	SL	SL
E1-B	Marcos tipo B								
	De concreto reforzado	NSE 7-1	5	3	4,5	50	30	12	NP
	De acero estructural	NSE 7-5	4,5	3	4	50	30	12	NP
E1-C	Marcos tipo C								
	De concreto reforzado	NSE 7-1	3	3	3	30	NP	NP	NP
	De acero estructural	NSE 7-5	3,5	3	2,5	30	NP	NP	NP
E2	SISTEMA DE CAJON								
	Con muros estructurales								
	De concreto reforzado A	NSE 7-1	5	2,5	5	SL	75	50	30
	De concreto reforzado B	NSE 7-1	4	2,5	4	50	50	30	NP
	De concreto reforzado BD	1.5.8	5	2,5	3	30	30	15	12
	De mampostería reforzada A	NSE 7-4	4	2,5	3	30	30	20	15
	Paneles de concreto prefabricado	NSE 7-3	4	3	3,5	30	30	15	12
	Con paneles de madera	NSE 7-6	6	3	4	20	20	15	20
E3	SISTEMA GENERAL								
	Con muros estructurales								
	De concreto reforzado A	NSE 7-1	6	2,5	5	SL	75	50	50
	De concreto reforzado B	NSE 7-1	5	2,5	4	SL	50	30	NP
	De mampostería reforzada A	NSE 7-4	5,5	3	3,5	SL	SL	50	50
	Paneles de concreto prefabricado	NSE 7-3	4,5	3	3,5	SL	30	30	20
	Marcos de acero arriostrado								
	Tipo A con riostras excéntricas	NSE 7-5	8	2	4	SL	50	50	30
	Tipo A con riostras concéntricas	NSE 7-5	6	2	5	SL	50	30	20
	Tipo B con riostras concéntricas	NSE 7-5	3,5	2	3,5	30	12	12	NP

Fuente: AGIES NSE3-10, tabla 1.1.

Parámetros de estructura (tabla 1-1 NSE3): Tipo de sistema: marcos tipo E1-A de concreto reforzado

$R = 8$ el factor genérico de reducción de respuesta sísmica (R)

$\Omega_r = 3$ el factor de sobre-resistencia

$C_d = 5,5$ el factor de amplificación de desplazamiento poselástico

$\rho = 1,0$ no existe irregularidades el factor de redundancia

- Método de la carga sísmica estática equivalente

El método de la carga sísmica estática equivalente permite que las solicitaciones sísmicas sean modeladas como fuerzas estáticas horizontales (y también verticales) aplicadas externamente a lo alto y ancho de la edificación.

La cuantificación de la fuerza equivalente es semi-empírica. Está basada en un espectro de diseño sísmico definido en el capítulo 4 de NSE 2, la masa efectiva de la edificación, las propiedades elásticas de la estructura y el cálculo empírico del período fundamental de vibración de la edificación.

Período de vibración empírico (T_a): el período fundamental de vibración de una edificación se estimará en forma empírica y genérica como:

$$T_a = KT(h_n)^x$$

Donde:

h_n = es la altura total del edificio, en m, desde la base definida en la sección 1.10.4 (AGIES NSE3), y según el sistema estructural se dan los siguientes cinco casos de las ecuaciones siguientes.

$KT = 0,049$, $x=0,75$ para sistemas estructurales E1, E3, E4 o E5.

$K_T = 0,047$, $x=0,90$ solamente para sistemas estructurales E2 de concreto reforzado que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas1.

$K_T = 0,047$, $x=0,85$ para sistemas E2 de concreto reforzado con fachadas rígidas2 o que no cumplan con el párrafo anterior.

$K_T = 0,072$, $x=0,80$ solamente para sistemas estructurales E2 de acero que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas.

$K_T = 0,072$, $x=0,75$ para sistemas E2 de acero rigidizados.

$T_a = K_T (h_n)^x = 0,047(8,50m)^{0,90} = 0,322$ seg.

Nota: T de la estructura < al T de transición ((0,322 s < 0,545 s) por lo que se considera $T_a = S_a(T) = S_{cd} = 1,32$ g

- Coeficiente sísmico al límite de cedencia C_s

El coeficiente sísmico (C_s) en cada dirección de análisis se establecerá de la manera siguiente:

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R}$$

Donde:

$S_a(T)$ = demanda sísmica de diseño para una estructura con período T obtenida del espectro de diseño sísmico establecido para el sitio en la sección 4.3.4 de la Norma NSE 2.

R = factor de reducción se obtiene en parámetros de estructura AGIES tabla 1-1 NSE3-10.

T = período fundamental de vibración de la estructura análisis dinámico: no considerado debido a la simplicidad del edificio.

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R} = \frac{1,32}{8} = 0,17$$

- Efectos de demandas sísmicas verticales

Los efectos axiales, cortantes y flexionantes derivados de demandas sísmicas horizontales se obtendrán de sismo vertical (Sv) (NSE3, 4.1.2.2).

$$S_v = 0,15(scd) = 0,15(1,32 \text{ g}) = 0,20$$

Nivel de protección C, D y E: se hará el análisis como se indica en la sección 4.2.2. Se utilizarán dos combinaciones de carga para diseñar los elementos de la estructura: 100 por ciento en una dirección concurrente con 30 por ciento en la dirección ortogonal y la combinación complementaria.

Derivas últimas máximas tolerables: las derivas últimas ΔU máximas son los referentes para establecer las derivas laterales.

Figura 42. **Derivas últimas Δu máximas tolerables**

Estructura	Clasificación de Obra		
	ordinaria	importante	esencial
Edificaciones de mampostería reforzada hasta 4 niveles	0,007h _p	0,007h _p	0,007h _p
Edificaciones hasta altura permitida sin ascensor	0,025h _p	0,025h _p	0,020h _p
Edificación general	0,020h _p	0,020h _p	0,015h _p
h _p es la altura del piso para el que se calcula la deriva			

Fuente: AGIES NSE3-10, tabla 4.1. *Derivas últimas máximas tolerables.*

Deriva de piso Δp_k : deriva del piso k. Definida como la diferencia del desplazamiento horizontal del centro de masa del nivel k respecto del centro de masa del nivel k-1.

Máxima admisible (según tabla 4-1 NSE3)

$$\Delta_{cp \leq \frac{\Delta_v}{c_d}}, C_d = 5,5 \text{ por lo tanto } \frac{0,025}{5,5} = 0,004545$$

Adecuadamente para marcos la deriva debe cumplir con 4.3.5.

$$\frac{\Delta_v}{pc_d}, \text{ como } p = 1,0 \text{ se mantiene el mismo valor}$$

Tabla XL. **Espectro de respuesta**

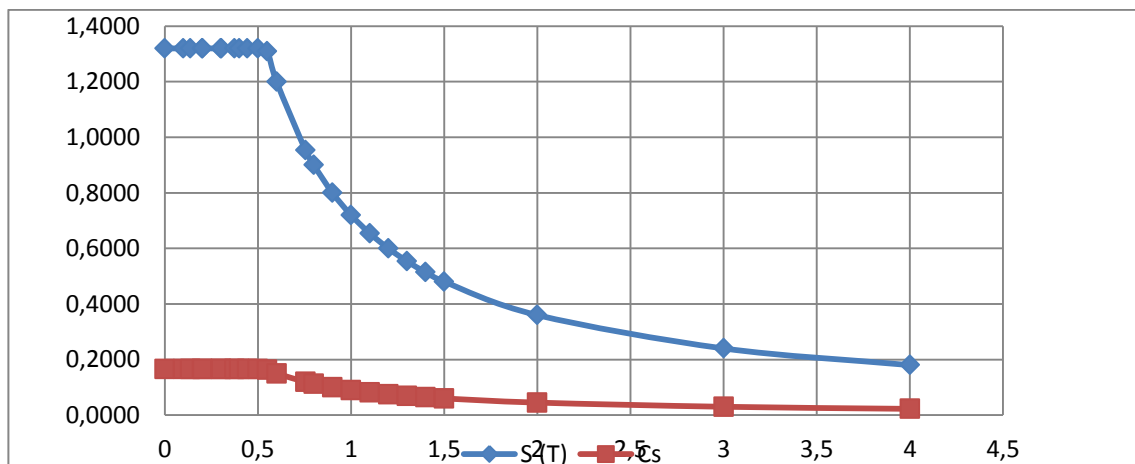
CONSTRUCCIÓN DE ESPECTRO DE RESPUESTA		
T (s)	S (T)	Cs
0	1,3200	0,1650
0,10	1,3200	0,1650
0,13659	1,3200	0,1650
0,20	1,3200	0,1650
0,2023	1,3200	0,1650
0,30	1,3200	0,1650
0,304	1,3200	0,1650
0,37	1,3200	0,1650
0,40	1,3200	0,1650
0,4432	1,3200	0,1650
0,50	1,3200	0,1650
0,55	1,3091	0,1636
0,60	1,2000	0,1500
0,76	0,9531	0,1191
0,80	0,9000	0,1125
0,90	0,8000	0,1000

Continuación de la tabla XL.

1,00	0,7200	0,0900
1,10	0,6545	0,0818
1,20	0,6000	0,0750
1,30	0,5538	0,0692
1,40	0,5143	0,0643
1,50	0,4800	0,0600
2,00	0,3600	0,0450
3,00	0,2400	0,0300
4,00	0,1800	0,0225

Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **Espectro de respuesta**



Fuente: elaboración propia.

- Corte basal y fuerzas sísmicas

Cálculo de corte basal por nivel (V_s)

$$V_s = W_s * C_s$$

W_s = peso sísmico

C_s = coeficiente sísmico ($C_s=0,17$)

Corte basal nivel 1

$$V_{s1} = W_s * C_s = 194,5 \text{ ton} * 0,17 = 33,07 \text{ ton}$$

Corte basal nivel 2

$$V_{s1} = W_s * C_s = 210,55 \text{ ton} * 0,17 = 35,79 \text{ ton}$$

- Distribución vertical de las fuerzas sísmicas

El cortante basal de cedencia (V_b) se distribuirá a lo alto del edificio de acuerdo con las siguientes ecuaciones sugeridas por AGIES.

$$F_x = C_{xx} \times V_B \text{ (Según AGIES NSE3, sección 2.2, ecuaciones 2-7)}$$

$$C_{vx} = \frac{W_x \times h_x^k}{\sum_{i=1}^n (W_i * h_i^k)} \text{ (Según AGIES NSE3, sección 2.2, ecuaciones 2-8)}$$

Donde:

F_x = es el cortante de cedencia en el nivel x de la edificación

h_x = es la altura del nivel x sobre la base

$k = 1$, para $T \leq 0,5$ s

$k = 0,75 + 0,5 T_s$, para $0,5 < T \leq 2,5$ s

$k = 2$, para $T > 2,5$ s

Los términos W_x , W_i , h_x y h_i han sido previamente definidos. En el cálculo del coeficiente sísmico se utilizó el período $T=0,545$ s. Por lo que lo k se determina por la siguiente ecuación. $k = 0,75 + 0,5 T_s$, para $0,5 < T \leq 2,5$ s.

$$k = 0,75 + 0,5 (0,545 \text{ s}) = 1,0225$$

Tabla XLI. **Cálculo del coeficiente de distribución de F_x**

Nivel	W_x	h	h_x^k	$W_x \times h_x^k$	C_{vx}	C_s	V_x
1	194,5	6	6,25	1215,01	0,65	0,17	33,07
2	210,55	3	3,08	647,46	0,35	0,17	35,79
	405,05			1862,47			

Fuente: elaboración propia.

Estas fuerzas sísmicas corresponden tanto al eje X como al Y debido a la simetría estructural y la metodología del AGIES para el cálculo de corte basal (V_s) calculado por el mismo coeficiente de sismicidad (C_s) y cargas aplicadas a los marcos.

- Distribución de cargas sísmicas por marcos

La distribución de cargas sísmicas dependerá de la existencia o no de simetría estructural (excentricidades entre el centro de masa y el centro de rigidez), ya que de existir éstas la capacidad torsional del edificio se verá afectada y por ello los marcos que tengan una mayor excentricidad experimentarán una fuerza de marco (F_m) mayor, a los que posean menor o ninguna excentricidad.

Con base en la definición anterior se delimitará dos casos en los que se distribuirán las fuerzas del nivel, hacia cada uno de los marcos que integran la estructura en el sentido en análisis:

- Cuando existe simetría estructural: (CM = CR)
 - Cuando no existe simetría estructural (CM ≠ CR)
- Cálculo de centro de masa (CM)

El centro de masa visto desde una perspectiva estructural, es el punto en donde aplica la fuerza sísmica en la estructura según el sentido en que se analice. El centro de masa coincide con el centroide geométrico de la planta del edificio, siempre y cuando nuestra planta tenga una forma simétrica en la distribución de su masa; las coordenadas estarán dadas por:

$$M_{x-x} = \frac{x}{2} \qquad M_{y-y} = \frac{y}{2}$$

Donde:

x = longitud del edificio en el sentido del eje x-x

y = longitud del edificio en el sentido del eje y-y

En este caso como se puede observar en la figura xx, debido a la simetría en la distribución de masa, las coordenadas del centro de masa se:

$$M_{x-x} = \frac{20}{2} = 10m \qquad M_{y-y} = \frac{20}{2} = 10m$$

Estas coordenadas se aplican para los dos niveles de la edificación debido a la simetría estructural.

- Cálculo del centro de rigidez (CR)

En este punto es donde se concentra la resistencia del edificio, este punto representa a los elementos sismorresistentes (columnas, muros de corte, arriostramientos), los cuales se oponen a la fuerza producida por el sismo. La localización del centro de rigidez del edificio, se encuentra en función de los elementos estructurales verticales sismorresistentes de este:

$$X_{CR} = \frac{\sum(k_{yi} \times X_i)}{\sum k_y} \qquad Y_{CR} = \frac{\sum(k_{xi} \times Y_i)}{\sum k_x}$$

$$X_{CR} = \frac{(1 \times 20) + (1 \times 15) + (1 \times 10) + (1 \times 5) + (1 \times 0)}{1 + 1 + 1 + 1 + 1} = 10m$$

$$Y_{CR} = \frac{(1 \times 20) + (1 \times 15) + (1 \times 10) + (1 \times 5) + (1 \times 0)}{1 + 1 + 1 + 1 + 1} = 10m$$

- Excentricidades

Debido a que los marcos no son independientes entre sí, al aplicarles aplicada la fuerza de sismo estos ocasionan en el sistema un incremento en las fuerzas horizontales debido a la torsión que se genera. Este incremento depende de la dirección en la que el sismo entra en la estructura y de la excentricidad en los ejes de la estructura. La excentricidad no es más que la diferencia de distancias entre el centro de masa y el centro de rigidez del entrepiso de una edificación

$$e_x = 10,00 - 10,00 = 0 \text{ m}$$

$$e_y = 10,00 - 10,00 = 0 \text{ m}$$

$$e = CM - CR = 0$$

$$e_{\text{mínimo}} = 5 \% \cdot \text{longitud transversal}$$

$$e_{\text{mín}} = 0,05 * 20,00 = 1$$

De acuerdo a los resultados de las excentricidades, se toma la mayor, la cual es $e = 1$ Con estos valores se calculan los datos de la tabla y-y.

- Fuerzas del marco por torsión

Cuando no existe simetría estructural ($CM \neq CR$), se deberán determinar los centros de masa y de rigidez y obtener la excentricidad del edificio; para poder calcular las fuerzas totales por marco F_m , las cuales estarán compuestas de fuerzas de origen traslaciones y fuerzas de origen torsional, inducidas en cada uno de los marcos resistentes a la fuerza en el nivel analizado. Es decir, matemáticamente quedará representada por medio de la siguiente expresión:

$$FM = FM' + FM''$$

Donde:

$$FM = \frac{K \times F_{ni}}{\sum R_i}$$

$$FM = \frac{e \times K \times F_{ni}}{\sum \frac{K_i \times d_i^2}{K_i \times d_i}}$$

$e = CM - CR$

mínimo = 5 % * altura total del edificio

mínimo = 5 % * 6 m = 0,3

Donde:

F_m = fuerza por marco

k_i = rigidez del marco

Di = distancia de CR a marco considerado

e = excentricidad

Cm = centro de masa

CR = centro de rigidez

Tabla XLII. Fuerzas por torsión distribuidas en cada marco eje X-X

Fnivel 1	3,81		ton										
Fnivel 2	4,19		ton										
e min	1			EJE X-X		Nivel 1			Nivel 2				
Marco	RI N1	RI N2	DI	(RIDI)	(RIDI) ²	FM'	FM''	FM	FM'	FM''	FM		
1	0,07	0,05	10	0,724	0,52399	0,48	0,10	0,57	0,52	0,10	0,63		
2	0,14	0,11	5	0,724	0,52399	0,95	0,19	1,14	1,05	0,21	1,26		
3	0,14	0,11	0	0	0	0,95	0,00	0,95	1,05	0,00	1,05		
4	0,14	0,11	-5	-0,724	0,52399	0,95	0,04	0,99	1,05	0,04	1,09		
5	0,07	0,05	-10	-0,724	0,52399	0,48	0,08	0,56	0,52	0,08	0,60		
SUMA =	0,58	0,43	SUMA=	2,09596	SUMA=	4,22	SUMA=	4,62					
								4 220,766	Kg			4 619,69	kg

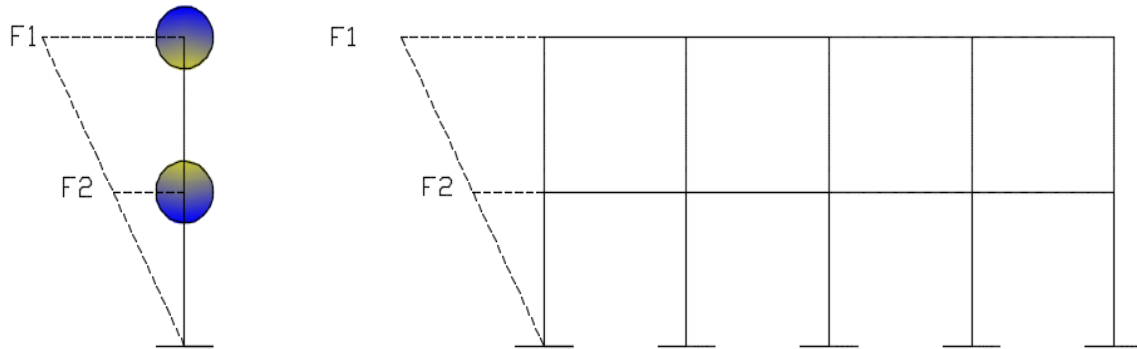
Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. Fuerzas por torsión distribuidas en cada marco eje Y-Y'

Fnivel 1	3,81		ton										
Fnivel 2	4,19		ton										
e min	1			EJE Y-Y		Nivel 1			Nivel 2				
Marco	RI N1	RI N2	DI	(RIDI)	(RIDI) ²	FM'	FM''	FM	FM'	FM''	FM		
A	0,07	0,05	10	0,724	0,52399	0,48	0,10	0,57	0,52	0,10	0,63		
B	0,14	0,11	5	0,724	0,52399	0,95	0,19	1,14	1,05	0,21	1,26		
C	0,14	0,11	0	0	0	0,95	0,00	0,95	1,05	0,00	1,05		
D	0,14	0,11	-5	-0,724	0,52399	0,95	0,04	0,99	1,05	0,04	1,09		
E	0,07	0,05	-10	-0,724	0,52399	0,48	0,08	0,56	0,52	0,08	0,60		
SUMA=	0,58	0,43		SUMA=	2,09596		SUMA=	4,22		SUMA=	4,62		
								4 220,766	Kg			4 619,69	kg

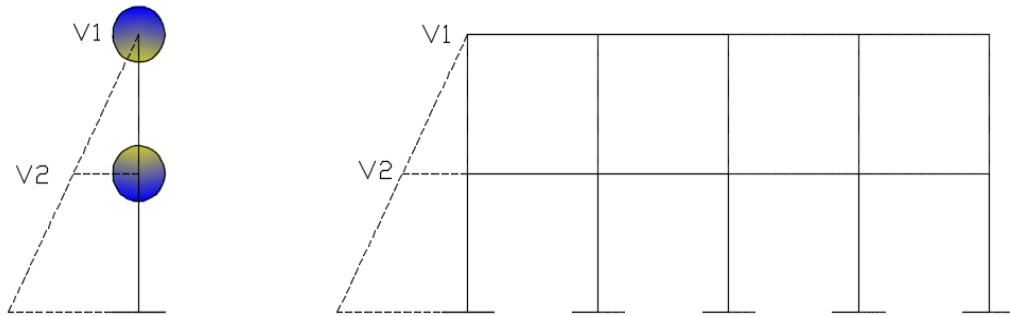
Fuente: elaboración propia.

Figura 44. Distribución de la fuerzas por nivel



Fuente: elaboración propia.

Figura 45. **Distribución de la fuerzas por nivel**

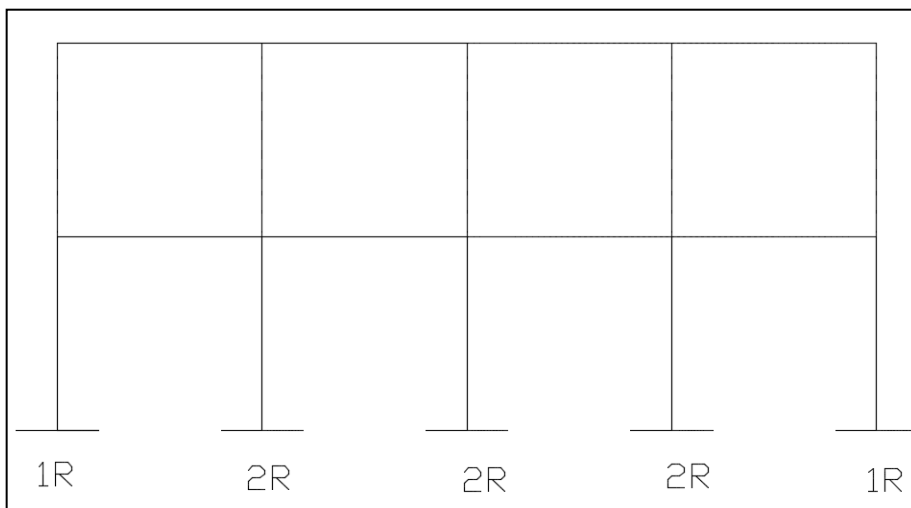


Fuente: elaboración propia.

- **Distribución de corte basal por marco**

La distribución de corte por marco se realiza respectivamente en distribución de sus rigideces que se describe de la siguiente forma:

Figura 46. **Distribución de Rigidez**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XLIV. Distribución de rigidez por marcos dirección Y-Y

MARCO	RIGIDEZ POR MARCO	RIGIDEZ RELACION A 1	CORTE POR PISO 1	CORTE POR PISO 2	DISTRIBUCION DE CORTE BASAL NIVEL 1	DISTRIBUCION DE CORTE BASAL NIVEL 2	CORTE BASAL POR MARCO
1	0,0724	0,125	33,07	35,79	4,13375	4,47375	8,6075
2	0,1448	0,25	33,07	35,79	8,2675	8,9475	17,215
3	0,1448	0,25	33,07	35,79	8,2675	8,9475	17,215
4	0,1448	0,25	33,07	35,79	8,2675	8,9475	17,215
5	0,0724	0,125	33,07	35,79	4,13375	4,47375	8,6075
	0,58	1			33,07	35,79	68,86

Fuente: elaboración propia.

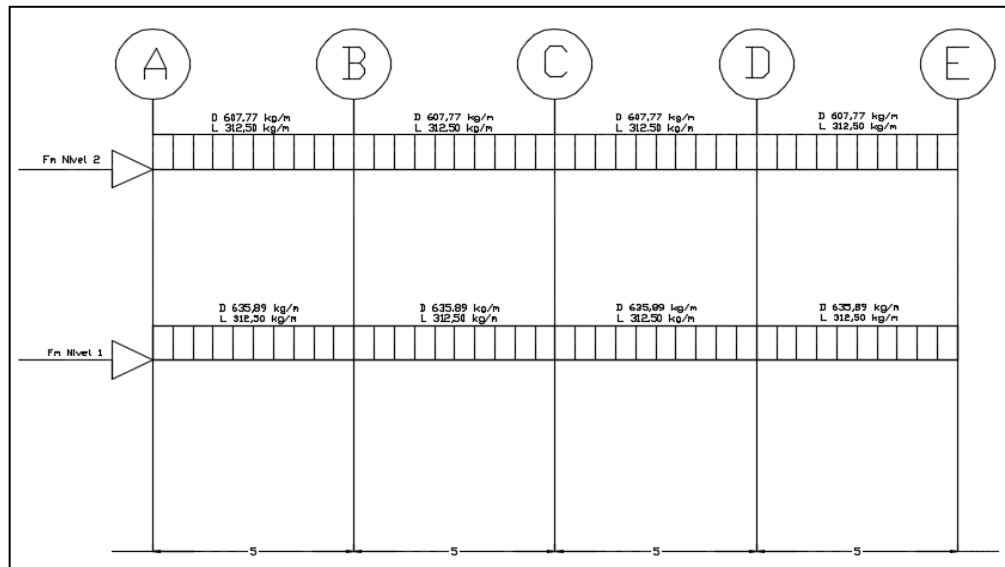
Tabla XLV. Distribución de Rigidez por marcos dirección X-X

MARCO	RIGIDEZ POR MARCO	RIGIDEZ RELACION A 1	CORTE POR PISO 1	CORTE POR PISO 2	DISTRIBUCION DE CORTE BASAL NIVEL 1	DISTRIBUCION DE CORTE BASAL NIVEL 2	CORTE BASAL POR MARCO
A	0,0724	0,125	33,07	35,79	4,13375	4,47375	8,6075
B	0,1448	0,25	33,07	35,79	8,2675	8,9475	17,215
C	0,1448	0,25	33,07	35,79	8,2675	8,9475	17,215
D	0,1448	0,25	33,07	35,79	8,2675	8,9475	17,215
E	0,0724	0,125	33,07	35,79	4,13375	4,47375	8,6075
	0,58	1			33,07	35,79	68,86

Fuente: elaboración propia.

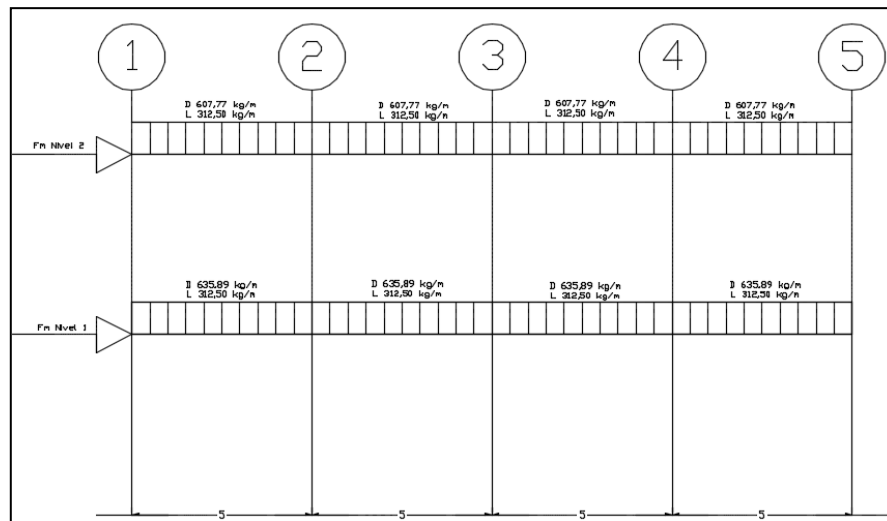
- Distribución de cargas por nivel

Figura 47. Marco eje X-X en borde



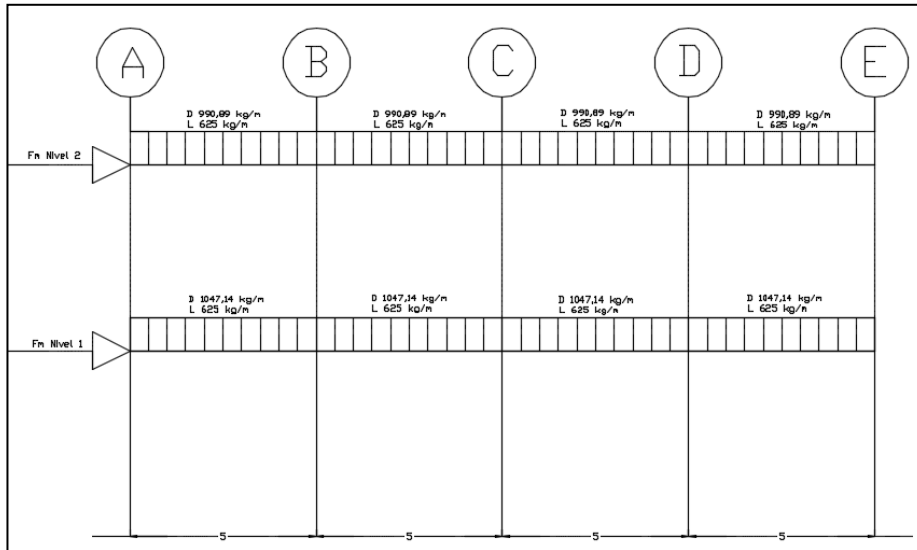
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 48. Marco eje Y-Y en borde



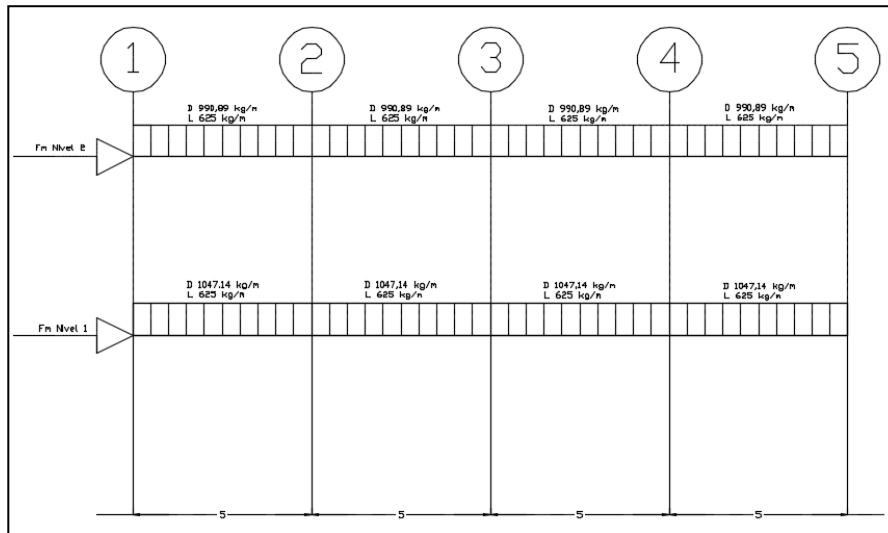
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 49. Marco eje X-X en centro



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 50. Marco eje Y-Y en centro



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Análisis de marcos dúctiles, método de Kani

El análisis de los marcos se debe realizar para conocer el comportamiento de la estructura al aplicársele cargas vivas, muertas y sísmicas.

El método con el que se analizará la estructura es el de Kani, por ser exacto iterativo; a continuación se explica el procedimiento de análisis.

- Momentos fijos (MFik), se calculan cuando existen cargas verticales.

$$MFik = \pm \frac{WL^2}{12}$$

- Rigideces de los elementos (Kik).

$$Kik = \frac{I}{L^3}$$

Donde:

I = inercia del elemento

L= longitud del elemento

- Factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik})

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

- Momento de sujeción (Ms): se calculan cuando hay cargas verticales.

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

- Factores de corrimiento (\ddot{U}_{ik}): se calculan cuando hay ladeo causado porque la estructura no es simétrica o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

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

- Fuerzas de sujeción (H): se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicados al marco rígido.

$H = FM_{\text{nivel } n}$ (fuerza por marco del nivel n, tomada del análisis sísmico).

- Fuerza cortante en el piso (Q_n): se calcula cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \sum H$$

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

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

H_n = es la altura del piso n

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

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum M'_{ni}) \text{ sin ladeo}$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum M'_{ni} + M''_{ni}) \text{ con ladeo}$$

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

$$M''_{ik} = \mu_{ik} (\sum M'_{ik} + \sum M'_{ki}) \text{ ladeo por simetría}$$

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

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

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

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

- Cálculo de momentos positivos en vigas ($M_{ik}(+)$)

$$M_{ik} = \frac{WL^2}{8} - \left(\frac{IM_i(-)I - IM_k(-)I}{2} \right)$$

Donde:

$M_i(-)$ = momento negativo de la viga en el extremo del lado izquierdo

$M_k(-)$ = momento negativo de la viga en el extremo de lado derecho

3.1.5. Integración de cargas por AGIES

- Selección de combinaciones de carga para diseño estructural

La selección de combinaciones de carga para diseño estructural depende del método de diseño que corresponda según norma al sistema estructural de interés:

- En los casos en que las normas de la serie NSE 7, u otras normas NSE, se especifica el “método de diseño por factores de carga y resistencia” para diseñar el sistema constructivo respectivo, se utiliza las combinaciones de la sección 8.2. del NSE. El método de resistencia es conocido también como método de diseño por factores de carga y resistencia (*Load and Resistance Factor Design*, LRFD por sus siglas en inglés).
- En los casos en que las normas de la serie NSE 7, u otras normas NSE, aún especifican el método de esfuerzos de servicio o esfuerzos permisibles, para diseñar el sistema constructivo respectivo, se utilizará las combinaciones de la sección 8.3. NSE. El método de esfuerzos de servicio es conocido también como *método de esfuerzos permisibles* (*Allowable Stress Design*, ASD por sus siglas en inglés).
- Las presiones en el suelo causadas por cimentaciones son un caso especial de un medio (el suelo) cuya capacidad se verifica con una variante del método de esfuerzos admisibles, aunque la cimentación en sí se diseñe por el método que requiera el sistema constructivo del que esté hecha la cimentación.

- Combinaciones de carga para diseñar por método de resistencia

Se utilizarán las combinaciones de carga de esta sección para establecer las sollicitaciones que controlan el diseño por resistencia. No aplica a dimensionamiento de fundaciones.

Tabla XLVI. **Combinaciones de carga sugeridos por el ACI**

Núm	COMBINACIÓN
1	1,4M+1,7V
2	0,75(1,4M+1,7V)+1,4S
3	0,75(1,4M+1,7V)-1,4S
4	0,9M + 1,4S
5	0,90M - 1,4S

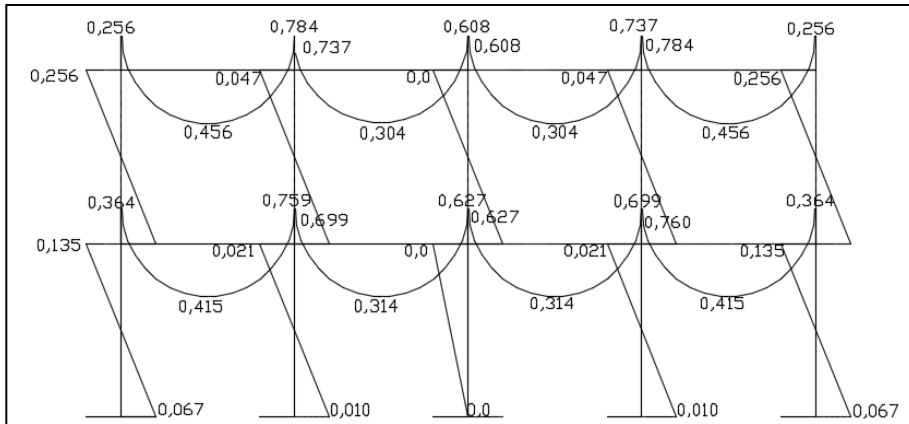
Fuente: elaboración propia.

3.1.5.1. Análisis estructural

A continuación se presenta el análisis estructural.

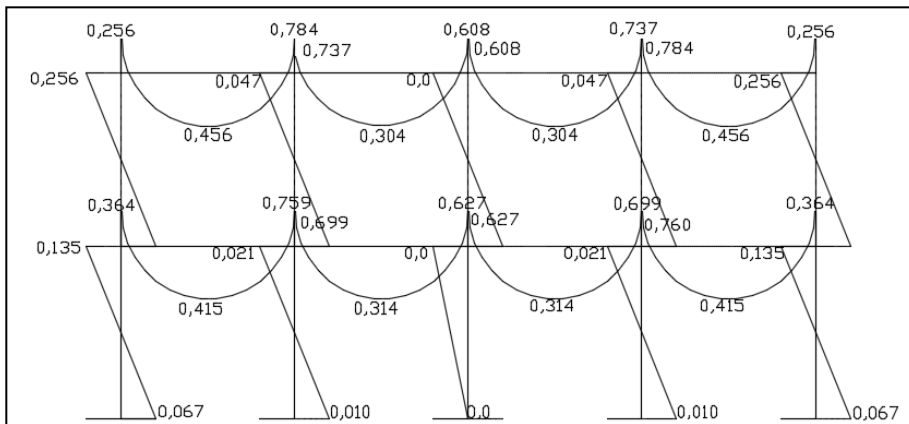
- Método numérico y software Etabs

Figura 51. **Momentos producidos por la carga viva en eje X-X en borde (ton/m)**



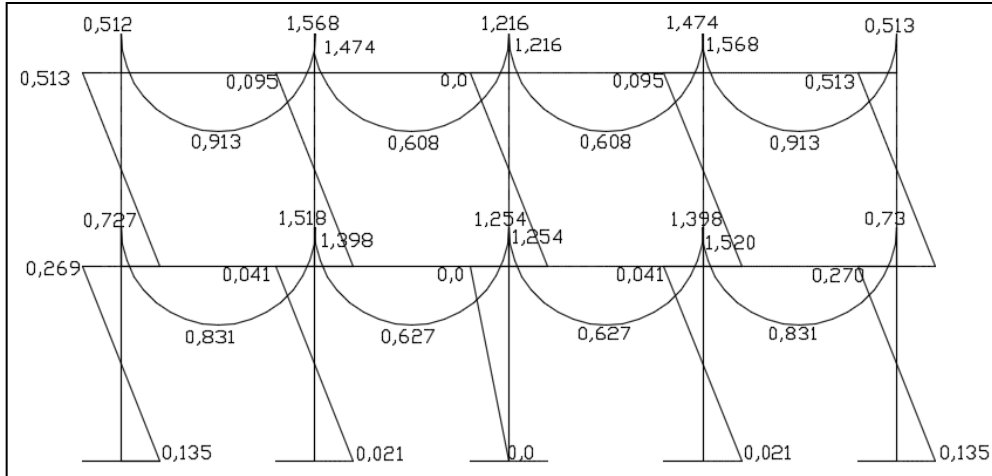
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 52. **Momentos producidos por la carga viva en eje Y-Y en borde (ton/m)**



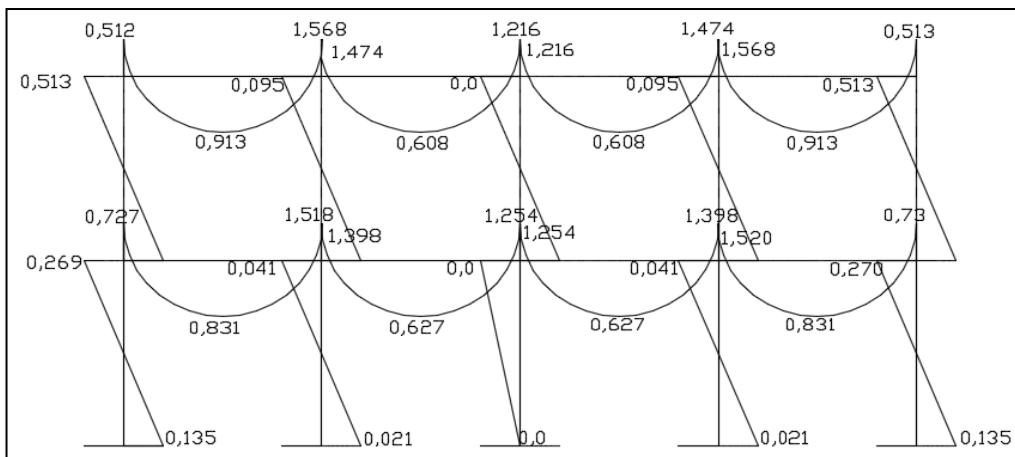
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 53. **Momentos producidos por la carga viva en eje X-X en centro (ton/m)**



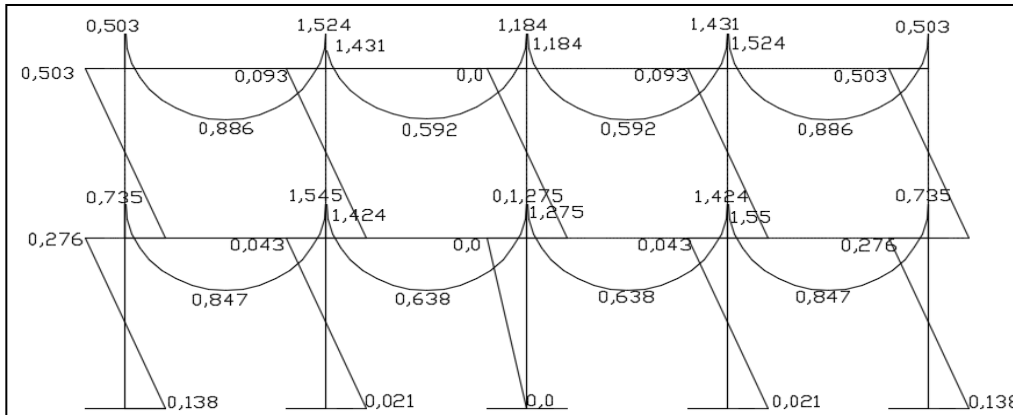
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 54. **Momentos producidos por la carga viva en eje Y-Y en centro (ton/m)**



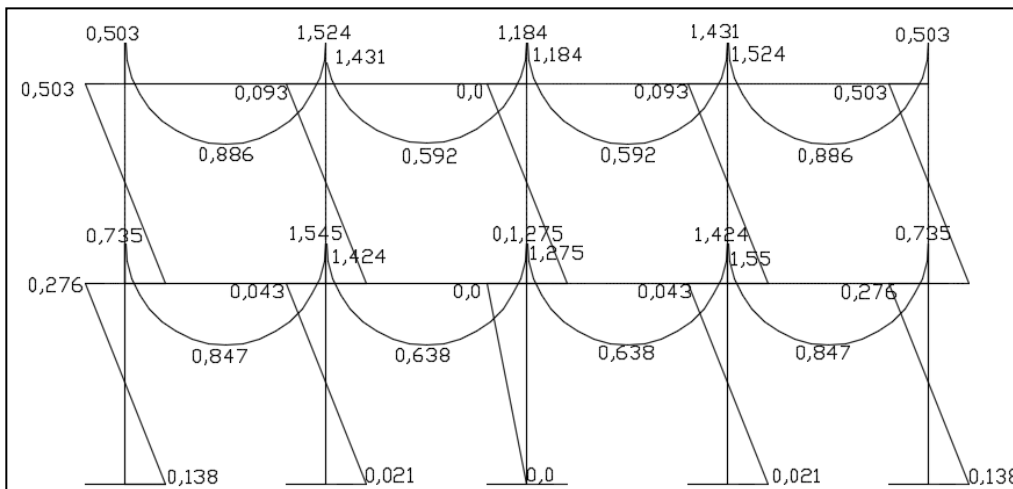
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 55. **Momentos producidos por la carga muerta en eje X-X en borde (ton/m)**



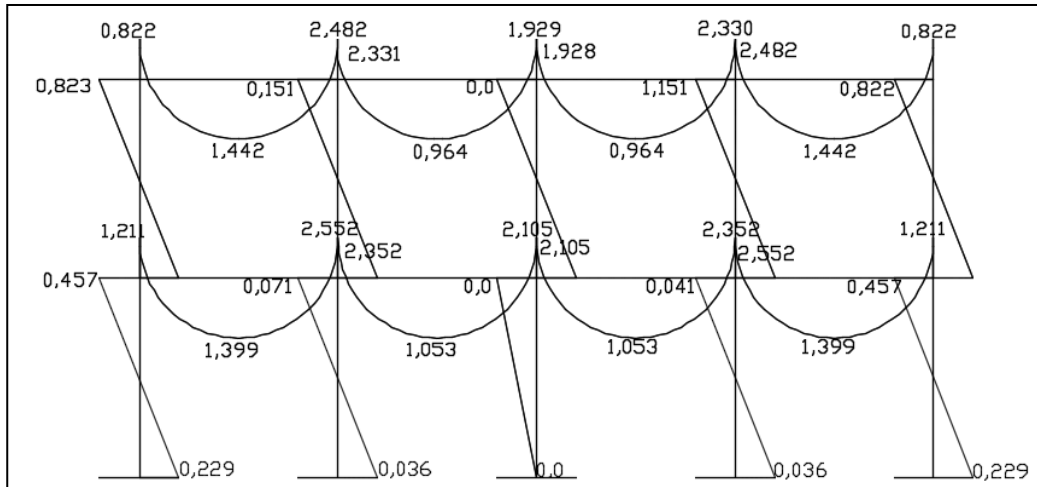
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 56. **Momentos producidos por la carga muerta en eje Y-Y en borde (ton/m)**



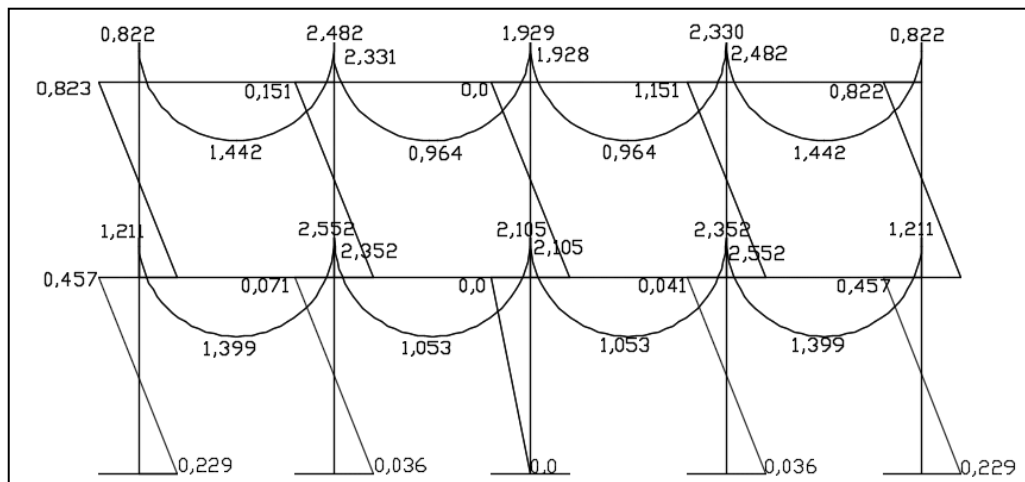
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 57. **Momentos producidos por la carga muerta en eje X-X en centro (ton/m)**



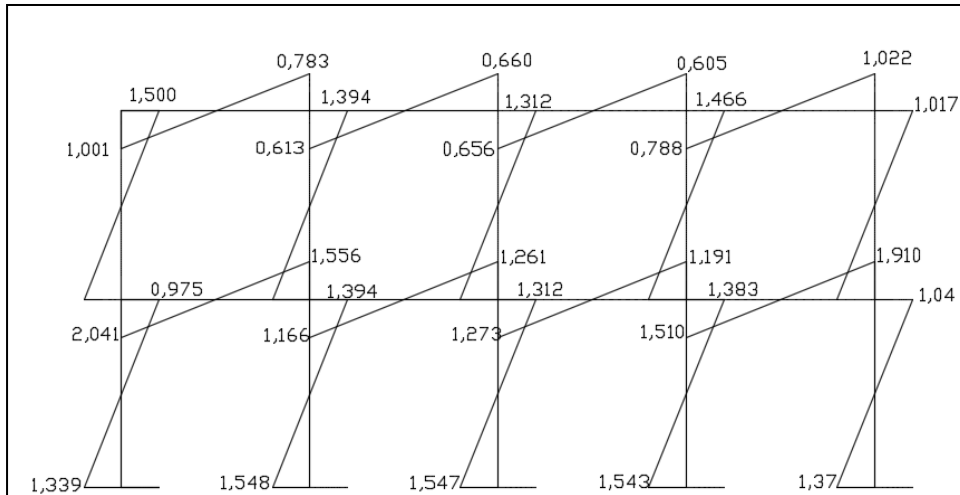
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 58. **Momentos producidos por la carga muerta en eje Y-Y en centro (ton/m)**



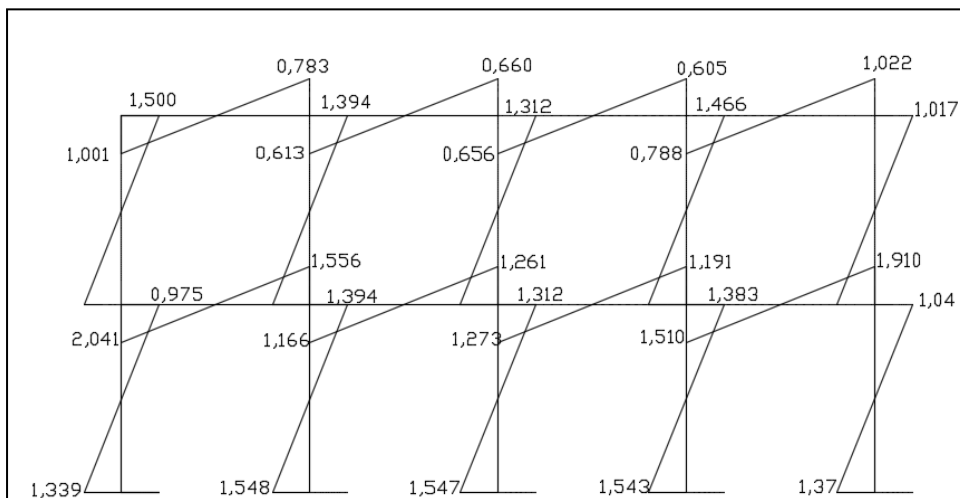
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 59. **Momentos producidos por la carga de sismo en eje X-X en borde (ton/m)**



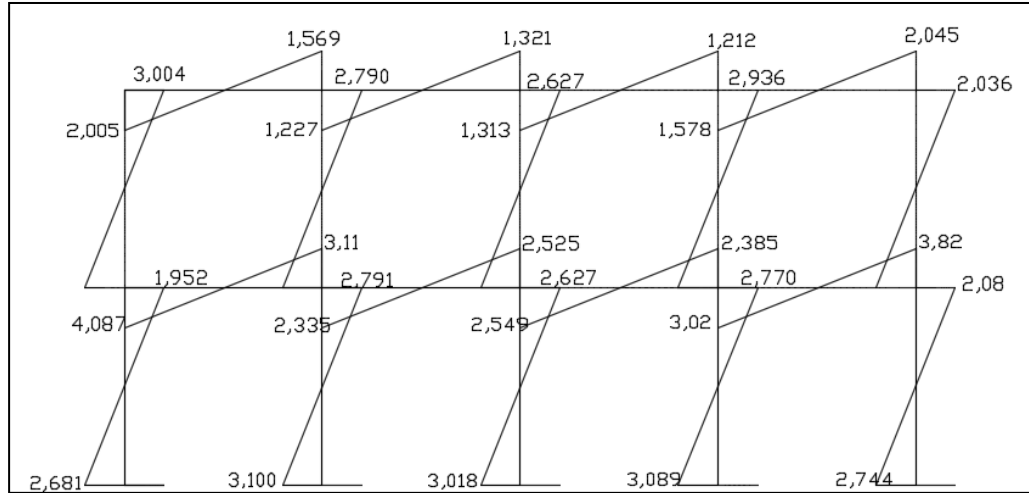
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 60. **Momentos producidos por la carga de sismo en eje Y-Y en borde (ton/m)**



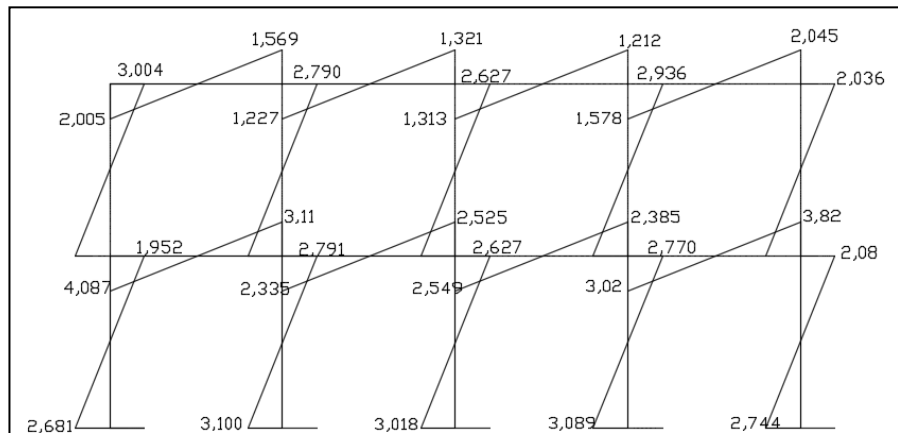
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 61. **Momentos producidos por la carga de sismo en eje X-X en centro (ton/m)**



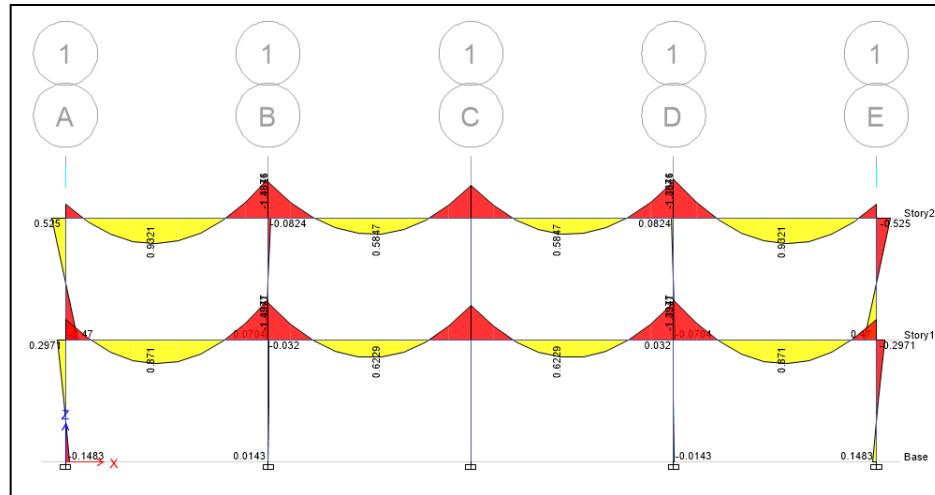
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 62. **Momentos producidos por la carga de sismo en eje Y-Y en centro (ton/m)**



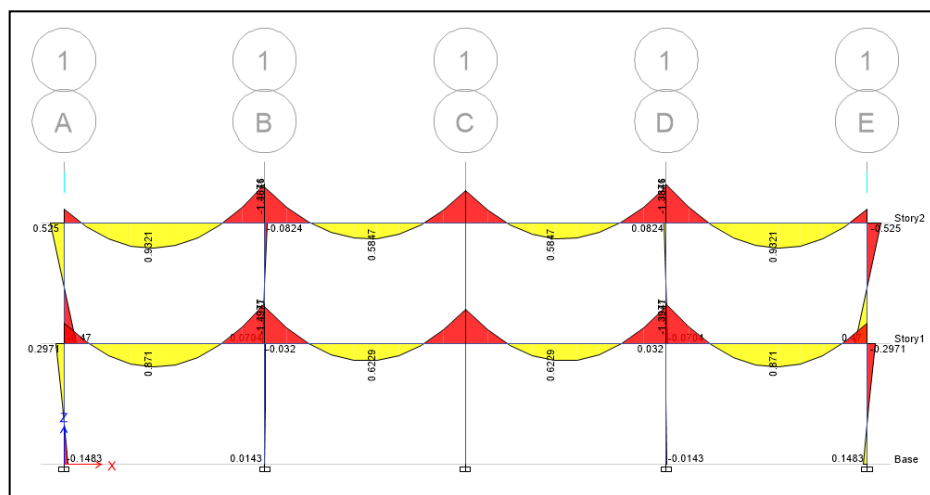
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 65. **Momentos producidos por la carga muerta en eje X-X en borde (ton/m)**



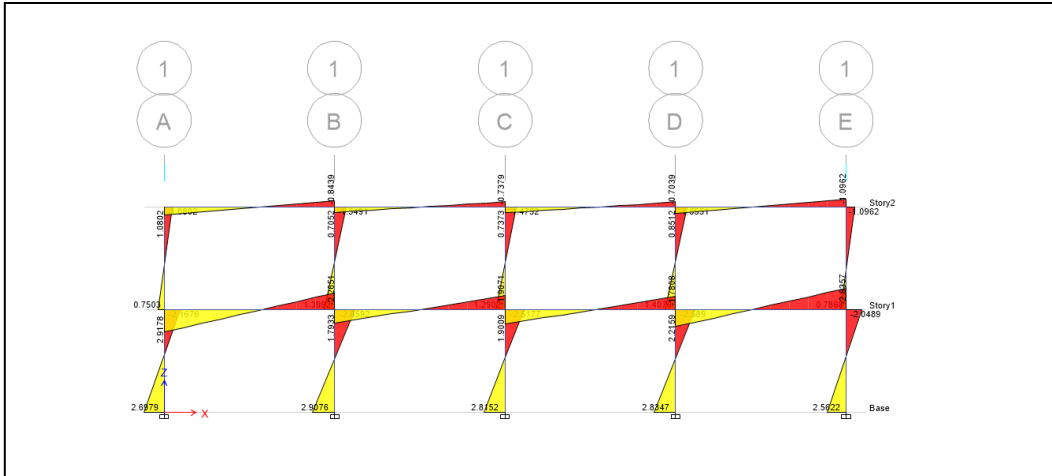
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 66. **Momentos producidos por la carga muerta en eje Y-Y en borde (ton/m)**



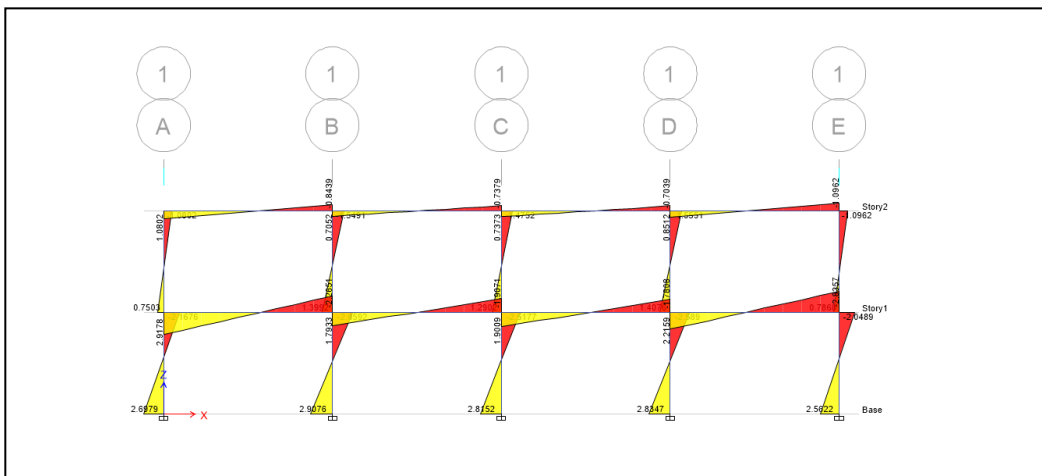
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 67. **Momentos producidos por la carga de sismo en eje X-X en borde (ton/m)**



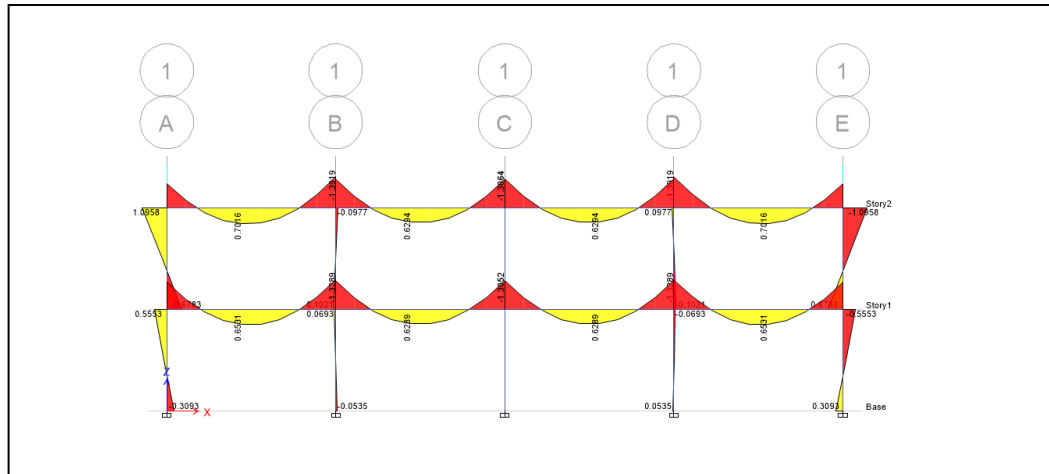
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 68. **Momentos producidos por la carga de sismo en eje Y-Y en borde (ton/m)**



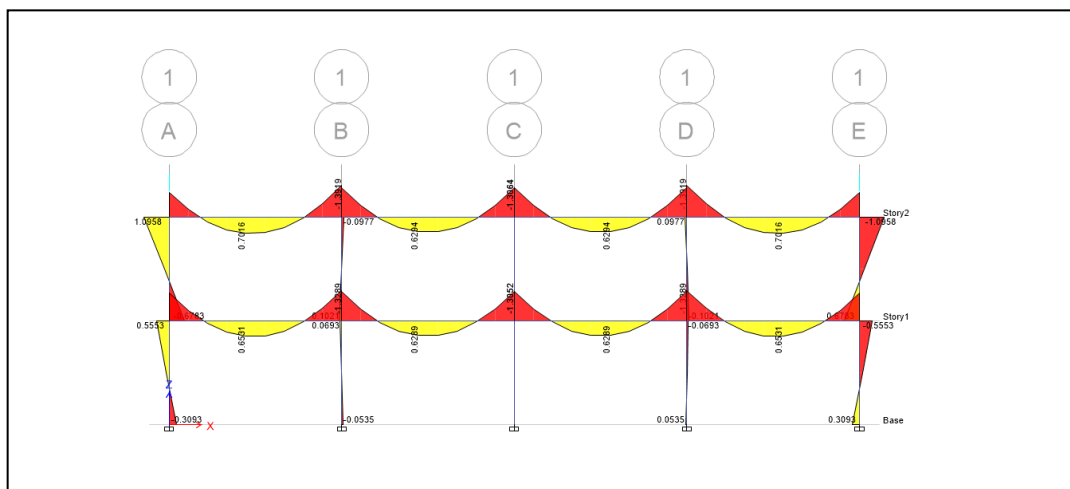
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 69. **Momentos producidos por la carga viva en eje X-X en centro (ton/m)**



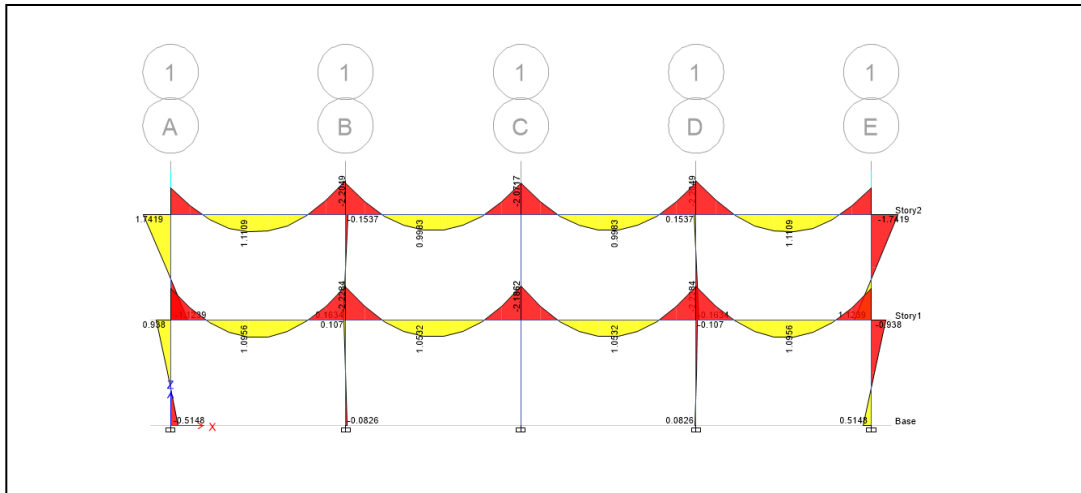
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 70. **Momentos producidos por la carga viva en eje Y-Y en centro (ton/m)**



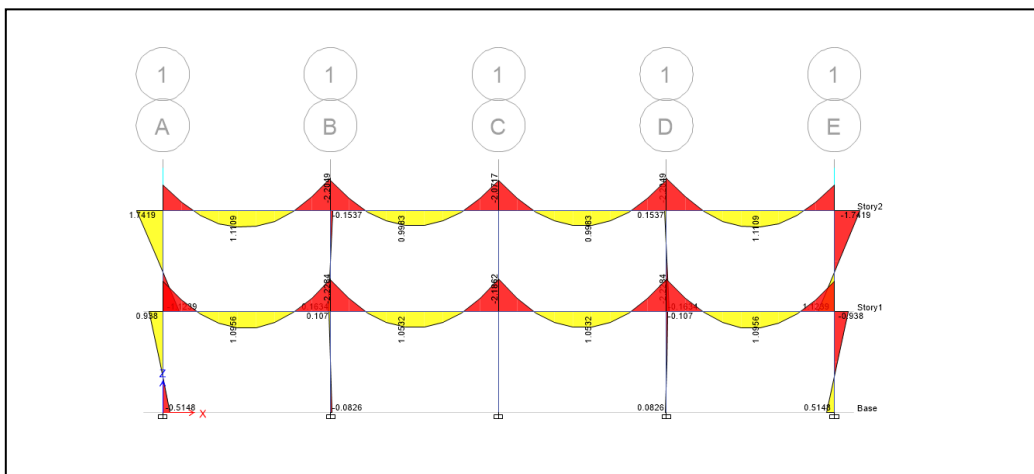
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 71. **Momentos producidos por la carga muerta en eje X-X en centro (ton/m)**



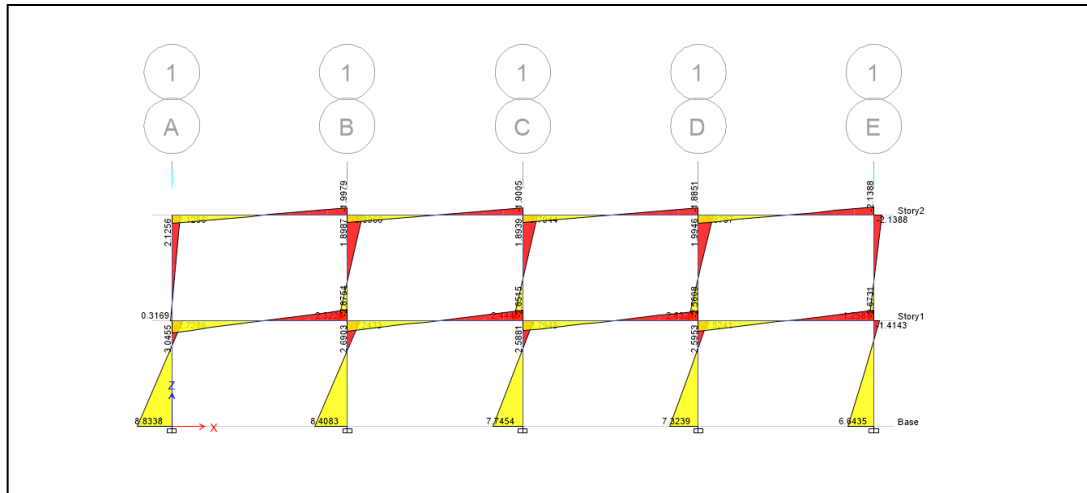
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 72. **Momentos producidos por la carga muerta en eje Y-Y en centro (ton/m)**



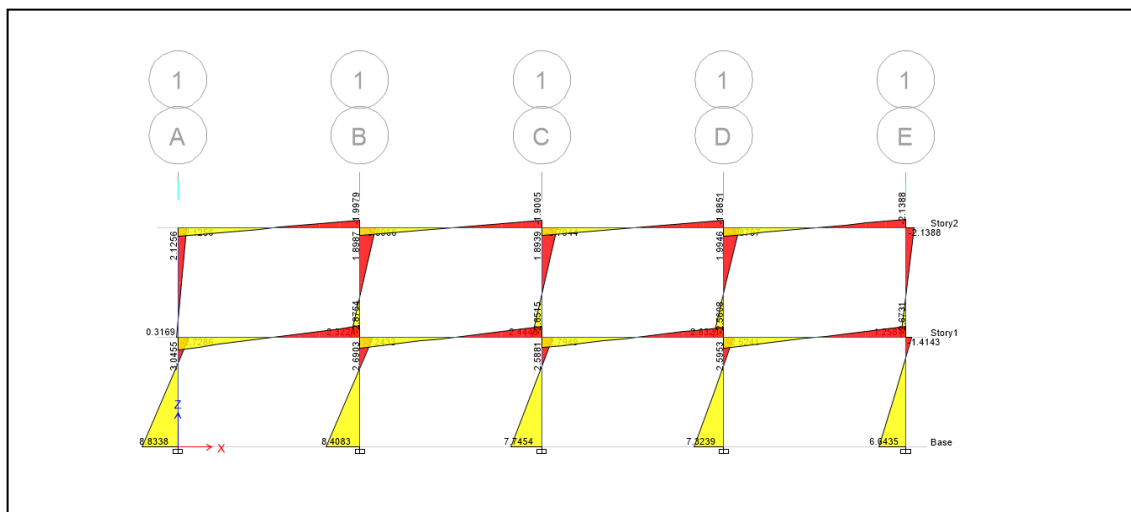
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 73. **Momentos producidos por la carga de sismo en eje X-X en centro (ton/m)**



Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 74. **Momentos producidos por la carga de sismo en eje Y-Y en centro (ton/m)**

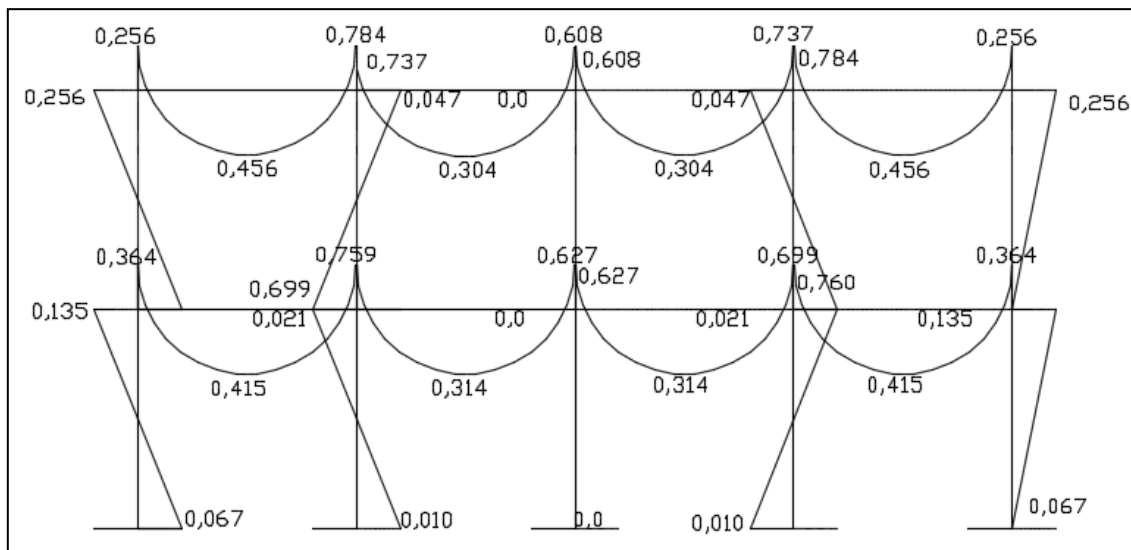


Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

3.1.5.1.1. Comparación de resultados

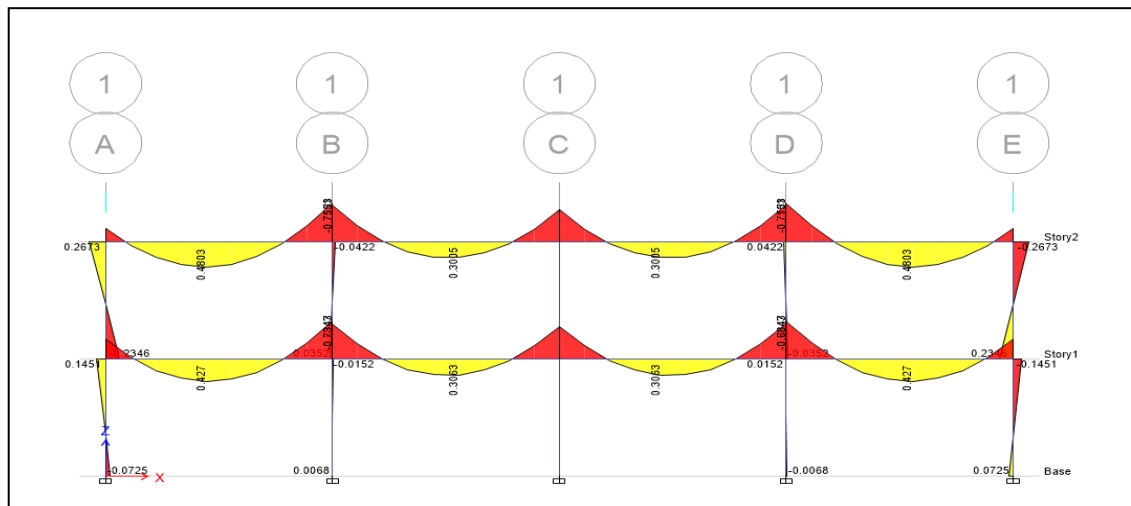
La comparación se realiza entre ETABS que utiliza un método matricial y elementos finitos y KANI que se realiza con una concepción de rigideces del nudo por método iterativo.

Figura 75. **Gráfica de momentos por el método de KANI producido por la carga viva en el eje X-X en marco de borde**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 76. **Gráfica de momentos por el método matricial y elementos finitos en ETABS producido por la carga viva en el eje X-X en marco de borde**



Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

El momento producido en ambos métodos se comparó tomando en consideración que la variación entre un momento producido por Kani y el otro producido por Etabs no tuvieran más de un 10 % de variación en el resultado.

Tabla XLVII. **Comparación de Momentos**

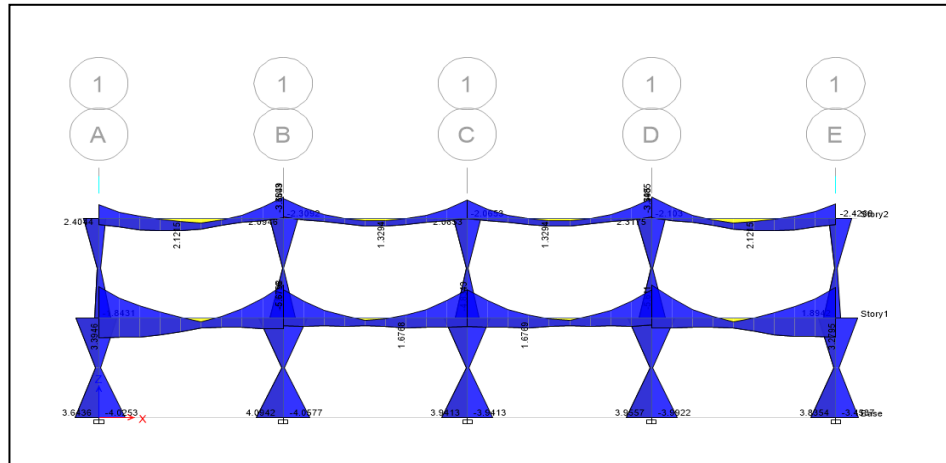
Momentos	Primer nivel											
	Etabs	Kani	Comparación %	Etabs	Kani	Comparación %	Etabs	Kani	Comparación %	Etabs	Kani	Comparación %
M(-) der	-0,267	-0,256	4%	-0,7131	-0,737	3%	-0,6248	-0,608	3%	0,7553	-0,784	4%
M centro	0,479	0,456	5%	0,2967	0,304	2%	0,2967	0,304	2%	0,478	0,456	5%
M(-) izq	0,753	0,784	4%	0,6248	0,608	3%	0,7131	0,737	3%	0,267	0,256	4%
Momentos	Segundo nivel											
	Etabs	Kani	Comparación %	Etabs	Kani	Comparación %	Etabs	Kani	Comparación %	Etabs	Kani	Comparación %
M(-) der	0,379	-0,364	4%	0,684	-0,699	2%	0,637	-0,627	2%	0,734	-0,76	3%
M centro	0,426	0,415	3%	0,304	0,314	3%	0,304	0,314	3%	0,426	0,415	2%
M(-) izq	0,734	0,759	3%	0,634	0,627	1%	0,684	0,699	2%	0,379	0,36	4%

Fuente: elaboración propia.

3.1.5.1.2. **Envolvente de momentos**

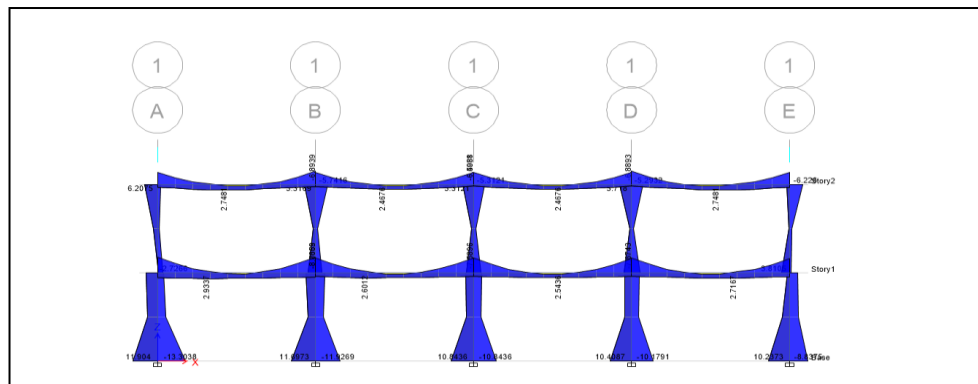
En las figuras 77 y 78 se muestra el envolvente de momentos.

Figura 77. **Envolvente de momentos en marco de borde**



Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 78. **Envolvente de momentos en marco de centro**



Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

3.1.5.1.3. Diagrama de corte

Para el cálculo de la fuerza cortante en los marcos, se utilizaron las siguientes expresiones, las cuales consideran los efectos de carga viva, carga muerta y sismo.

- Corte en vigas

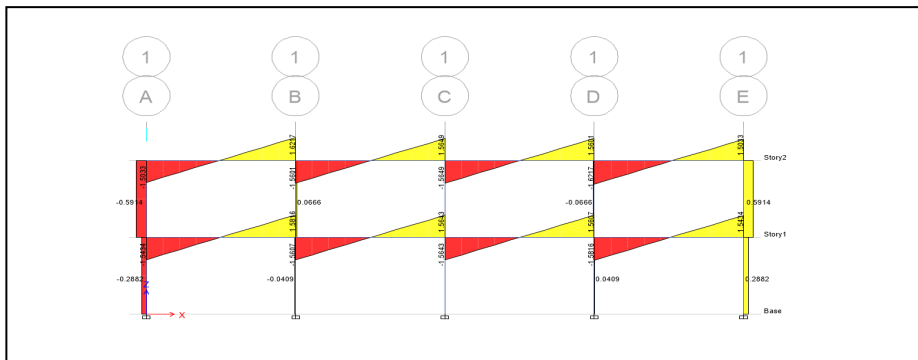
$$V_V = 0,75 \left[\frac{1,4(W_{CM} \times L)}{2} + \frac{1,7(W_{CV} \times L)}{2} + \frac{1,87 \sum M_S}{L} \right]$$

- Corte en columnas

$$V_{COL} = \frac{\sum M_{columna}}{L}$$

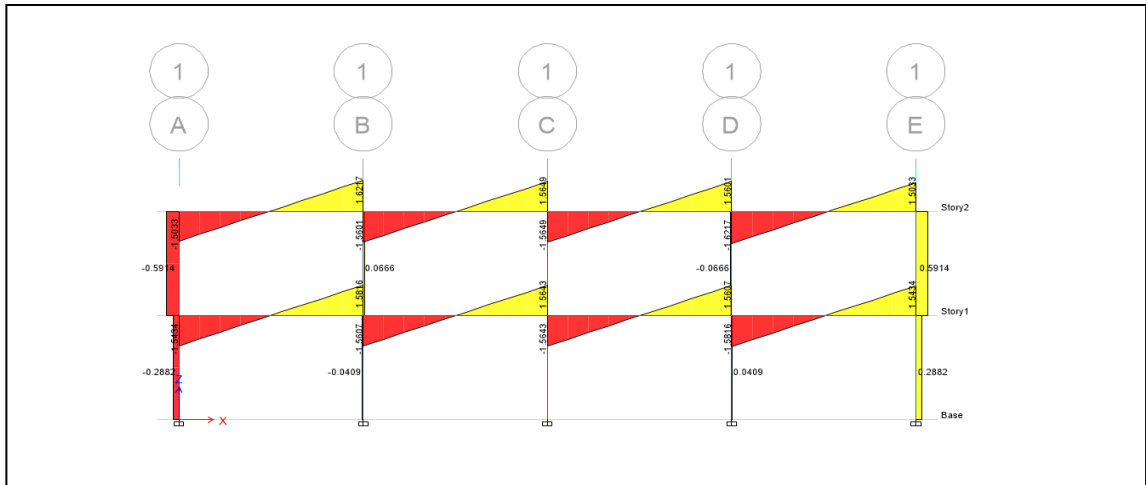
- Diagramas de Corte

Figura 79. **Diagrama de corte producido por la carga viva en el eje X-X en marco de centro**



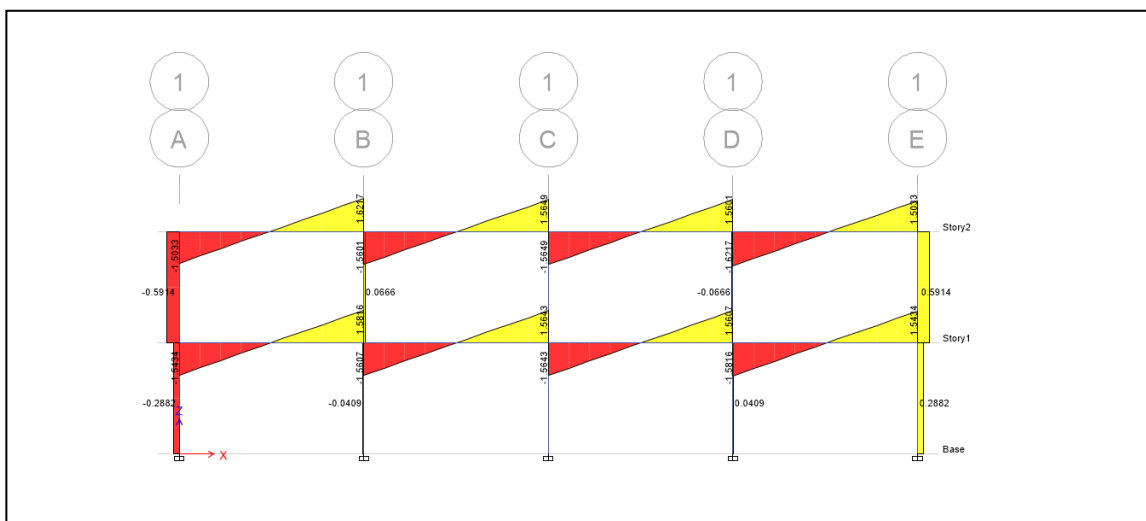
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 80. Diagrama de corte producido por la carga viva en el eje Y-Y en marco de centro



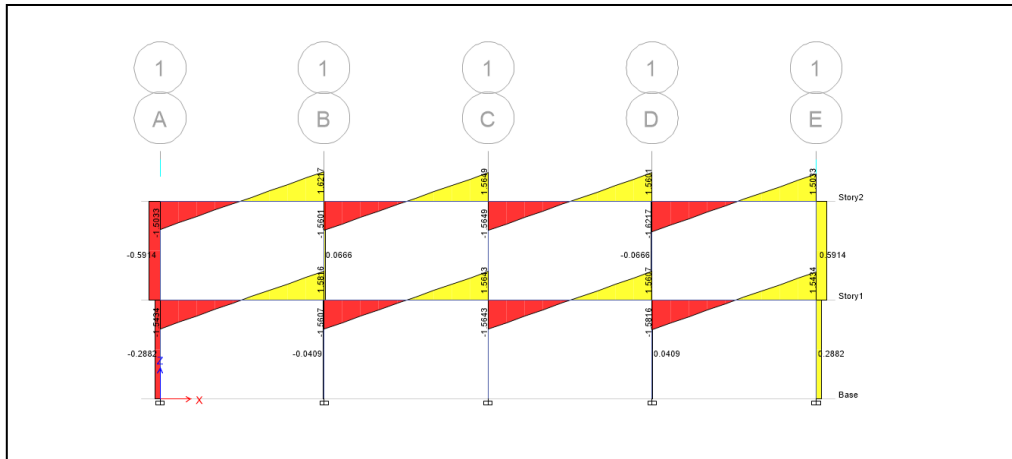
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 81. Diagrama de corte producido por la carga muerta en el eje X-X en marco de centro



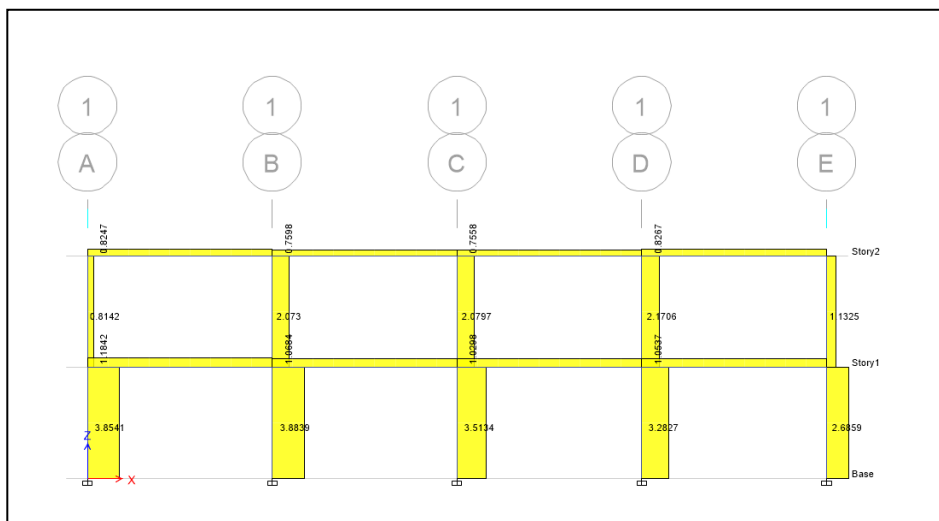
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 82. Diagrama de corte producido por la carga muerta en el eje Y-
Y en marco de centro



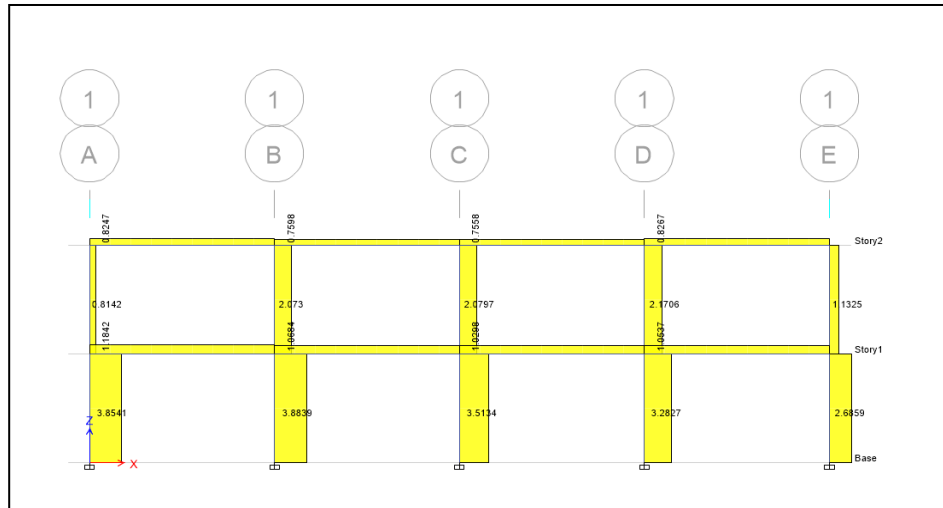
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 83. Diagrama de corte producido por la carga muerta en el eje X-
X en marco de centro



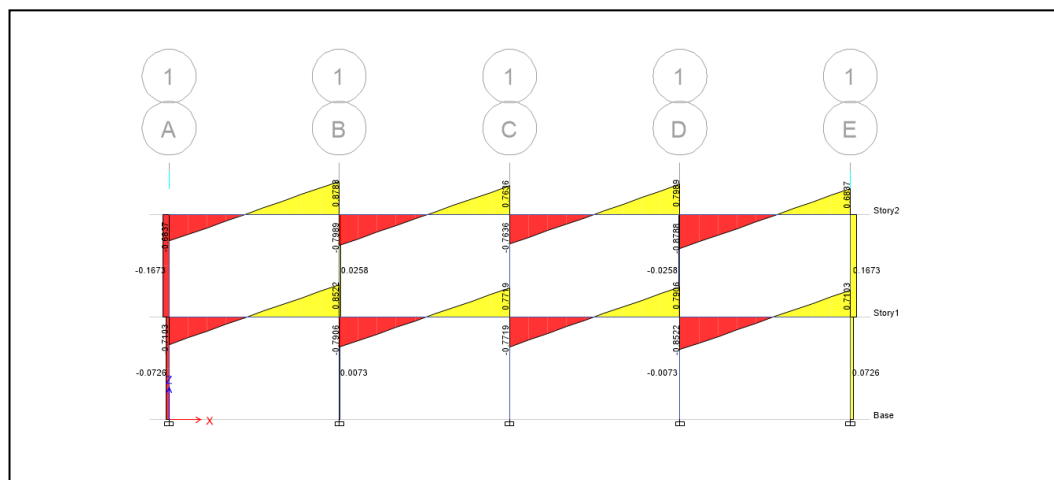
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 84. Diagrama de corte producido por la carga muerta en el eje Y-Y en marco de centro



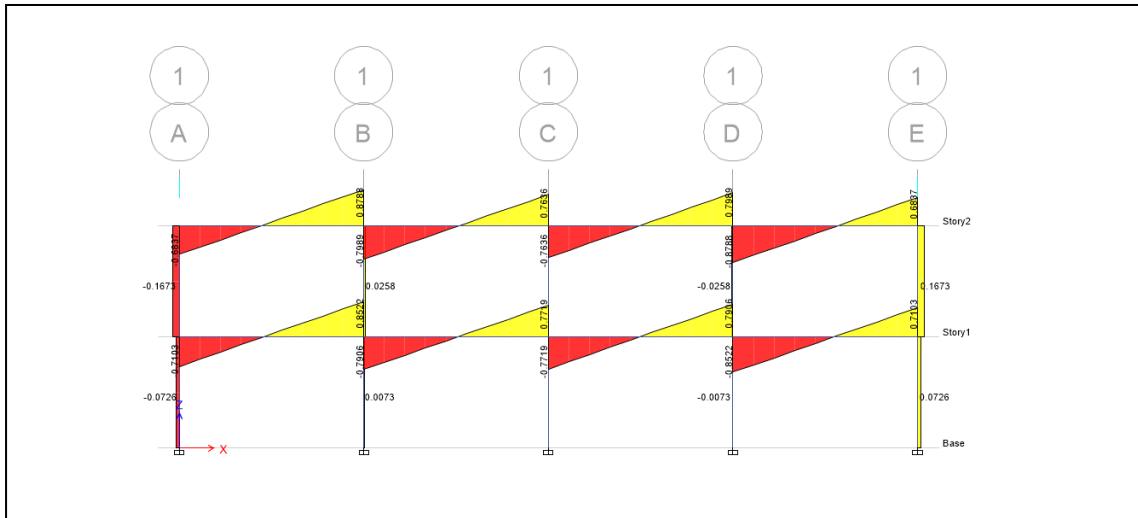
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 85. Diagrama de corte producido por la carga viva en el eje X-X en marco de borde



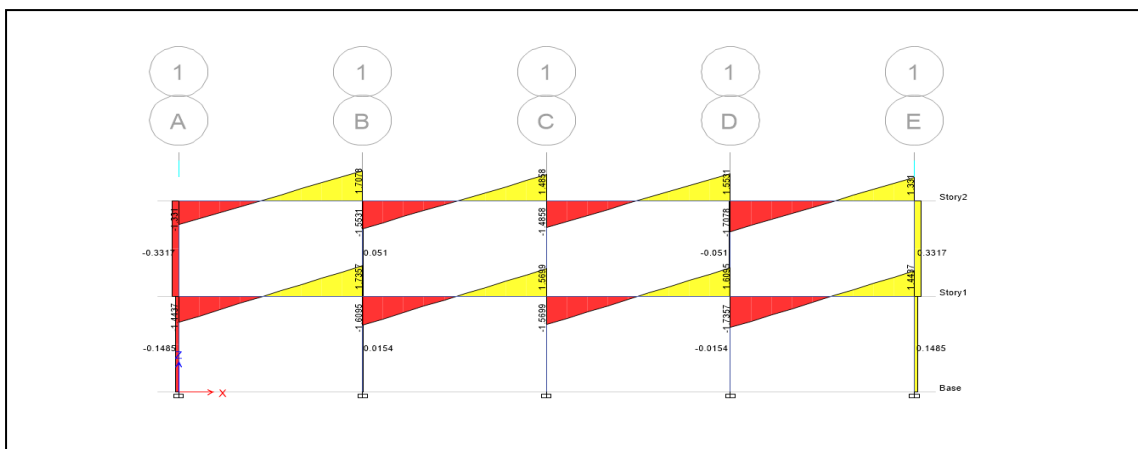
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 86. Diagrama de corte producido por la carga viva en el eje Y-Y en marco de borde.



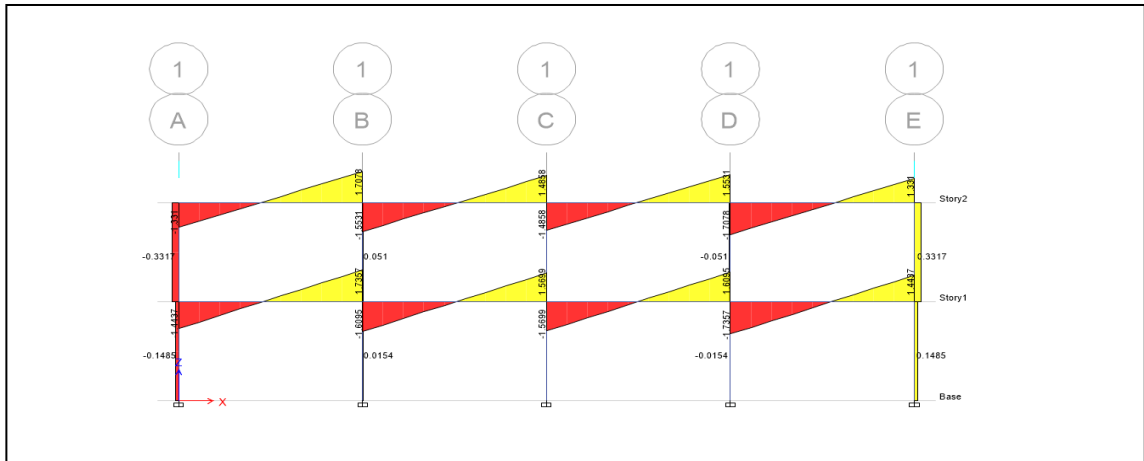
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 87. Diagrama de corte producido por la carga muerta en el eje X-X en marco de borde.



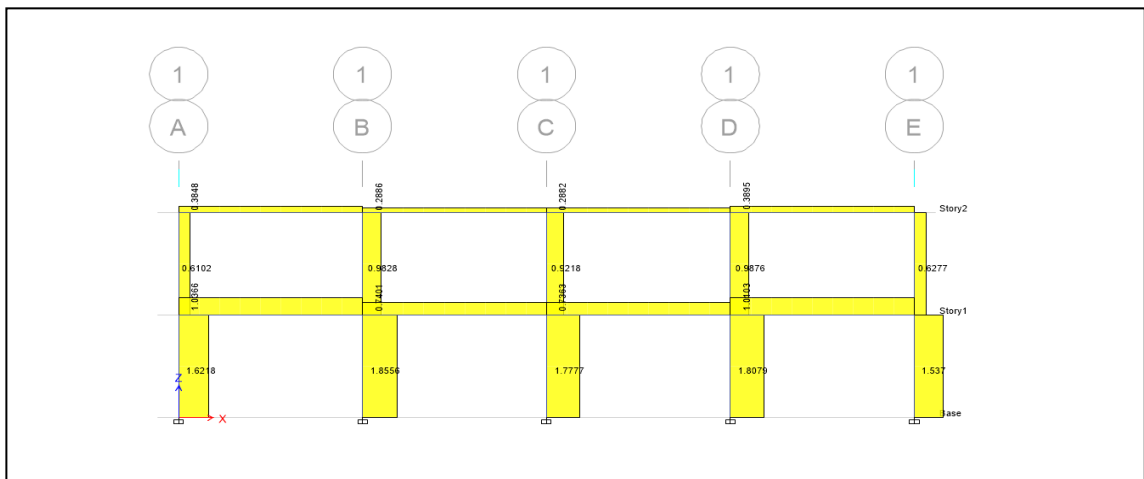
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 88. Diagrama de corte producido por la carga muerta en el eje Y-Y en marco de borde



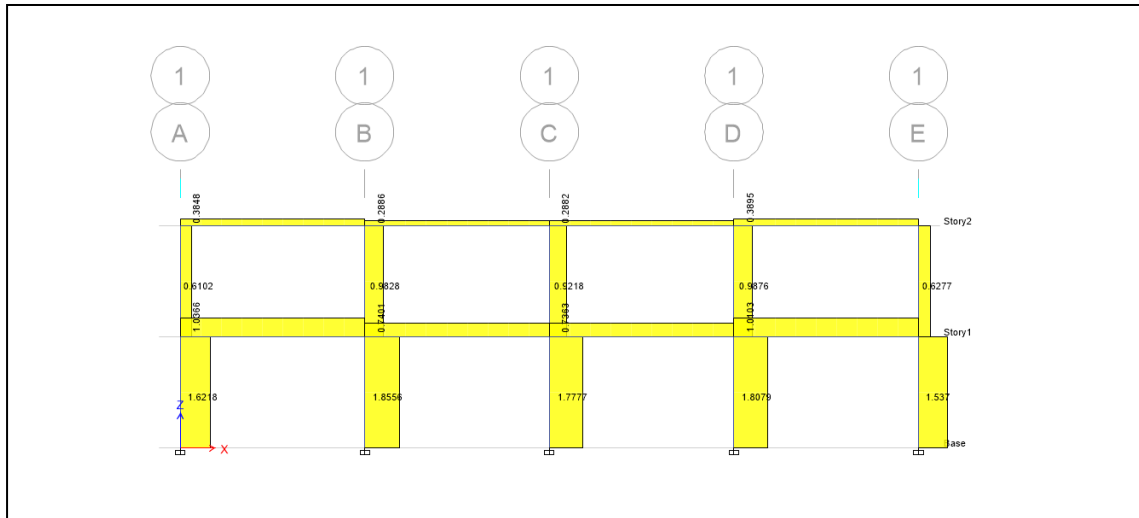
Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 89. Diagrama de corte producido por la carga por sismo en el eje X-X en marco de borde.



Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 90. **Diagrama de corte producido por la carga por sismo en el eje Y-Y en marco de borde.**



Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

3.1.5.2. Diseño estructural

A continuación se presenta el diseño estructural

3.1.5.2.1. Losas y entrepisos

Para el diseño de losa se utilizó el método 3 del ACI, que determina los momentos actuantes máximos en las losas en el sentido largo y corto. A continuación se diseñará la losa del techo.

- Diseño de losa de entrepiso
 - Cálculo del peralte efectivo de la losa

El diámetro de una varilla # 3 es igual a 0,95 cm.

$$d = \tau - rec - \frac{\phi_{varilla}}{2}$$

$$d = 10 - 2cm - \frac{0.95cm}{2} = 7.525 \text{ cm}$$

- Área de acero mínima

$$As_{min} = 0,4 \times 0,8 \frac{\sqrt{f'c}}{fy} bwd \geq 0,4 \times \frac{14}{fy} bwd$$

$$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy = 4\ 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$As_{min} = 0,4 \times 0,8 \frac{\sqrt{f'c}}{fy} bwd = 0,4 \times 0,8 \frac{\sqrt{280}}{4\ 200} (7,525)(100) = 0,956 \frac{\text{cm}^2}{m}$$

$$As_{min} = 0,4 \times \frac{14}{fy} bwd = 0,4 \times \frac{14}{4\ 200} (7,525)(100) = 1,004 \frac{\text{cm}^2}{m}$$

- Espaciamiento

$$S = \frac{As_{varilla\ propuesta}(100)}{As_{minima}}$$

$$S = \frac{0,71\text{cm}^2(100)}{1,004 \text{ cm}^2} = 70,71 \text{ cm}$$

Sin embargo el código ACI 318-08 especifica en la sección 7.6.5. que en muros y losas, exceptuando las losas nervadas, la separación del refuerzo principal por flexión no debe ser mayor de 3 veces el espesor del muro de la losa, ni de 450 mm. Por tanto se tiene:

$$S_{max} = 3t$$

$$S_{max} = 3 \times 10 = 30 \text{ cm}$$

Se usará varilla # 3 a 0,30 cm

Cálculo de A_s para S_{max} calculado anteriormente

$$A_s = \frac{\text{As varilla propuesta} \times 100}{S_{max}}$$

$$A_s = \frac{0,71 \text{ cm}^2 \times 100}{30 \text{ cm}^2} = 2,36 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de Momento que resiste el A_s

$$M_u = \phi \left[f_y \times A_s \left(d - \frac{A_s \times f_y}{1,7 f'_c \times b} \right) \right] \frac{1}{100}$$

$$M_u = 0,9 \left[4200(1,004) \left(7,525 - \frac{(1,004)(4200)}{1,7(280)(100)} \right) \right] \frac{1}{100}$$

$$M_u = 692,94 \text{ kg/m}$$

$$M_u = 282,22 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de momentos positivos y negativos

Con los cálculos de predimensionamiento se obtienen los siguientes datos:

t = Espesor de la losa

CM = Carga muerta

CV= Carga viva

CU= Carga ultima

Con los datos anteriores se procede a calcular los momentos positivos y negativos, mediante las siguientes expresiones:

$$M- = f * CU * L^2$$
$$M+ = (f_1 * CM * L^2) + (f_2 * CV * L^2)$$

Donde:

F: coeficiente para momentos negativos. Ver anexo 1.

f1: coeficiente para momentos positivos debido a carga muerta. Ver anexo 1.

f2: coeficiente para momentos positivos debido a carga viva. Ver anexo 1.

L: longitud libre del miembro en el lado analizado.

- Distribución de Momentos Negativos y positivos por nivel

Tabla XLVIII. **Momentos negativos losa de techo**

Relación $m = I_a / I_b$		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1	$C_{a,neg}$	0	0,045	0	0,05	0,075	0,071	0	0,033	0,061
	$M_{a,neg}$	0	673,988	0,000	748,875	1123,313	1063,403	0,000	494,258	913,628
	$C_{b,neg}$	0	0,045	0,076	0,05	0	0	0,071	0,061	0,033
	$M_{b,neg}$	0	673,988	1138,290	748,875	0,000	0,000	1063,403	913,628	494,258










Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Momentos negativos losa de entrepiso**

Relación $m = I_a / I_b$		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1	$C_{a,neg}$	0	0,045	0	0,05	0,075	0,071	0	0,033	0,061
	$M_{a,neg}$	0	709,42	0,000	788,250	1182,375	1119,31	0,000	520,245	961,665
	$C_{b,neg}$	0	0,045	0,076	0,05	0	0	0,071	0,061	0,033
	$M_{b,neg}$	0	709,42	1198,14	788,250	0,000	0,000	1119,315	961,665	520,245










Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Momentos positivos losa de techo**

		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
Relación $m = I_a / I_b$										
	$M_{a, \text{pos}}$	539,19	307,85	307,85	425,64	425,64	502,76	425,64	333,55	374,23
	$M_{b, \text{pos}}$	539,19	307,85	425,64	425,64	307,85	425,64	502,76	374,23	333,55

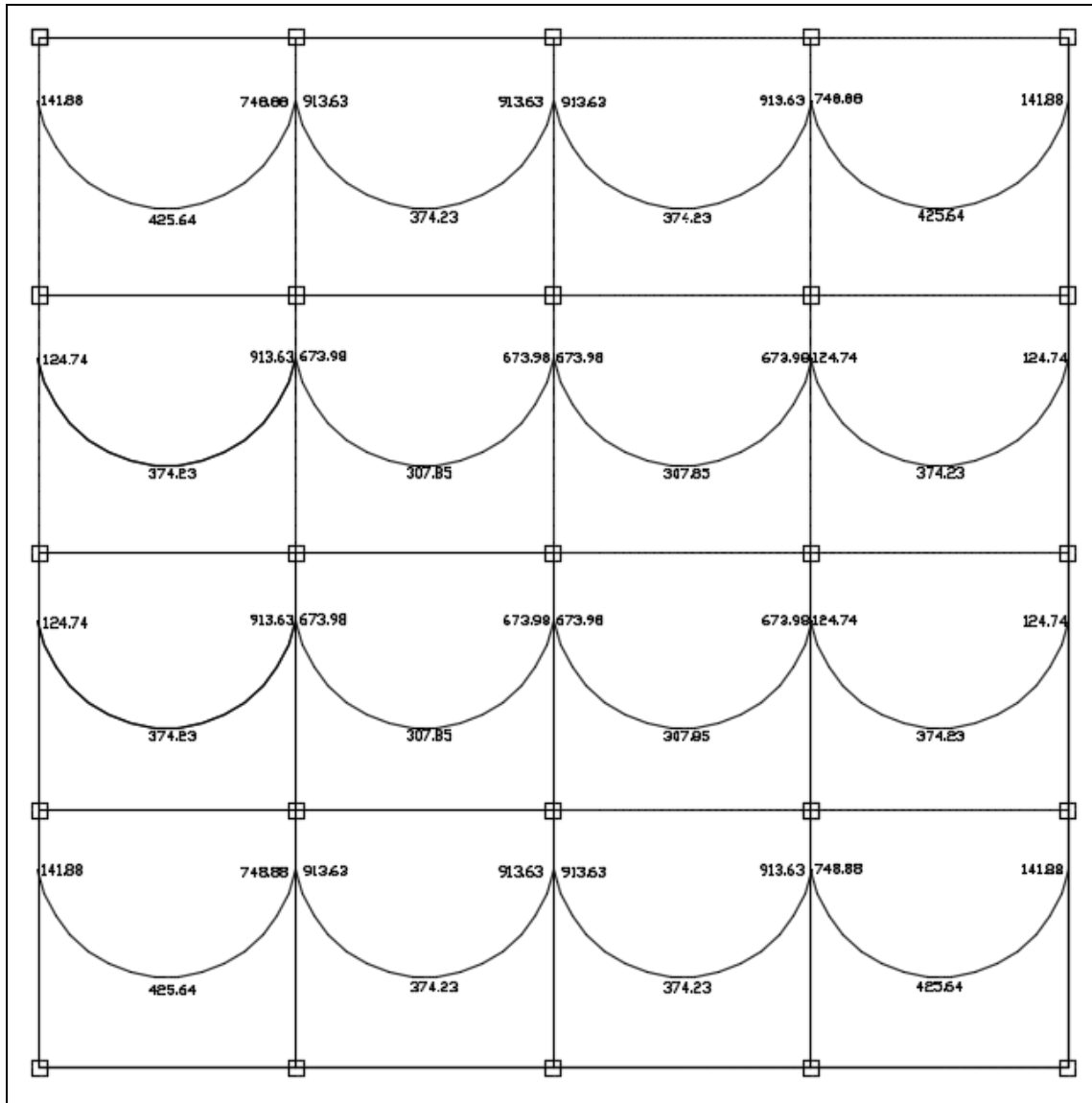
Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Momentos positivos losa de entrepiso**

		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
Relación $m = I_a / I_b$										
	$M_{a, \text{po}}$ _s	567,54	322,02	322,02	446,91	446,91	528,75	446,91	349,30	392,35
	$M_{b, \text{po}}$ _s	567,54	322,02	446,91	446,91	322,02	446,91	528,75	392,35	349,30

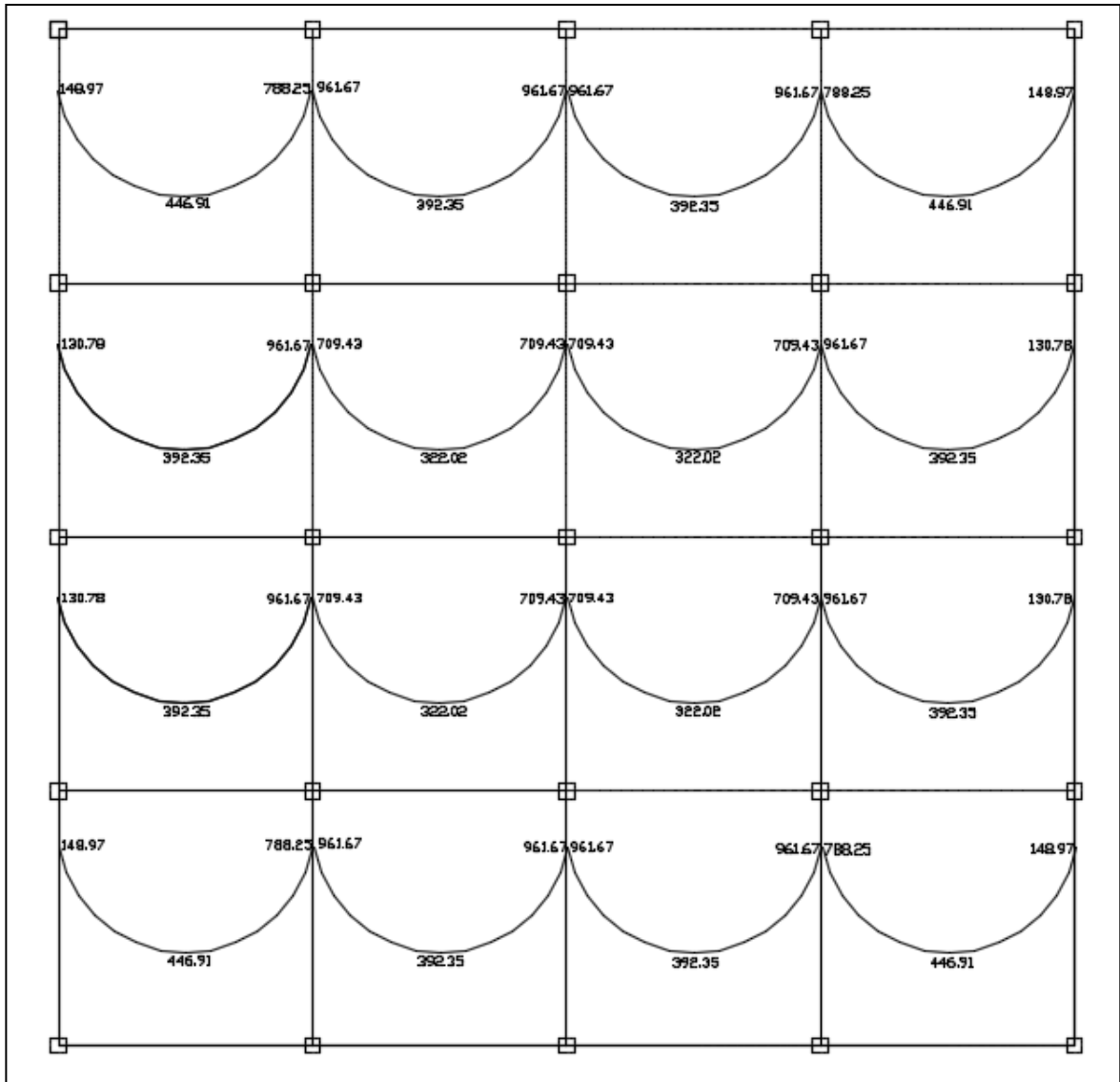
Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. Diagrama de Momentos positivos y negativos en losas en el techo



Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

Figura 91. Diagrama de Momentos positivos y negativos en losas en el techo



Fuente: elaboración propia, empleando Etabs.

- Balanceo de momentos

Para hacer el balanceo de momentos se hacen las siguientes consideraciones:

$$0,8 M_2 > M_1 \quad \rightarrow \text{Balance por Rigideces}$$

$$0,8 M_2 \ll M_1 \quad \rightarrow \frac{M_1 + M_2}{2}$$

Donde:

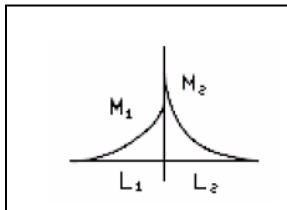
M1: Momento menor

M2: Momento mayor

L1: Lado del momento menor

L2: Lado del momento mayor

Figura 92. **Consideración de momento mayor y momento menor**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Balanceo por rigideces

Para hacer el balanceo por rigideces, se debe hacer una distribución directamente proporcional a la rigidez. De tal manera que:

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

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

$$D_1 = \frac{k_1}{k_1 + k_2}$$

$$D_2 = \frac{k_2}{k_1 + k_2}$$

$$Mb_1 = M_1 + [(M_2 - M_1) * D_1]$$

$$Mb_2 = M_2 + [(M_2 - M_1) * D_2]$$

Donde:

k_1, k_2 : rigideces de las losas 1 y 2, respectivamente

D_1, D_2 : factores de distribución de las losas 1 y 2, respectivamente

Mb_1, Mb_2 : momentos balanceados de las losas 1 y 2, respectivamente

Tabla LIII. **Balanceo de losas de techo**

Momento (-) losa 1	Momento (-) losa 2	0,8 M mayor	Condición	M menor	Metodo de balance	Promedio	Rigidez							
							k1	k2	D1	D2	Mb1	Mb2		
748,875	913,6275	730,902	My menor Mm	748,875	Promedio	831,25125								
913,6275	913,6275	730,902	My mayor Mm	913,6275	Rigidez		0,2	0,2	0,5	0,5	913,6275	913,6275		
913,6275	748,875	730,902	My menor Mm	748,875	Promedio	831,25125								
913,6275	673,9875	730,902	My mayor Mm	673,9875	Rigidez		0,2	0,2	0,5	0,5	1033,4475	793,8075		
673,9875	673,9875	539,19	My menor Mm	673,9875	Promedio	673,9875								
673,9875	913,6275	730,902	My mayor Mm	673,9875	Rigidez		0,2	0,2	0,5	0,5	793,8075	793,8075		
913,6275	673,9875	730,902	My mayor Mm	673,9875	Rigidez		0,2	0,2	0,5	0,5	1033,4475	793,8075		
673,9875	673,9875	539,19	My menor Mm	673,9875	Promedio	673,9875								
673,9875	913,6275	730,902	My mayor Mm	673,9875	Rigidez		0,2	0,2	0,5	0,5	793,8075	793,8075		
748,875	913,6275	730,902	My menor Mm	748,875	Promedio	831,25125								
913,6275	913,6275	730,902	My mayor Mm	913,6275	Rigidez		0,2	0,2	0,5	0,5	913,6275	913,6275		
913,6275	748,875	730,902	My menor Mm	748,875	Promedio	831,25125								

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. Balanceo de losas de entropiso

Momento (-) losa 1	Momento (-) losa 2	0,8 M mayor	Condicion	M menor	Metodo de balance	Promedio	Rigidez					
							k1	k2	D1	D2	Mb1	Mb1
788,25	961,665	769,332	My menor Mm	788,25	Promedio	874,9575						
961,665	961,665	769,332	My mayor Mm	961,665	Rigidez		0,2	0,2	0,5	0,5	961,665	961,665
961,665	788,25	769,332	My menor Mm	788,25	Promedio	874,9575						
961,665	709,425	769,332	My mayor Mm	709,425	Rigidez		0,2	0,2	0,5	0,5	1087,785	835,545
709,425	709,425	567,54	My menor Mm	709,425	Promedio	709,425						
709,425	961,665	769,332	My mayor Mm	709,425	Rigidez		0,2	0,2	0,5	0,5	835,545	835,545
961,665	709,425	769,332	My mayor Mm	709,425	Rigidez		0,2	0,2	0,5	0,5	1087,785	835,545
709,425	709,425	567,54	My menor Mm	709,425	Promedio	709,425						
709,425	961,665	769,332	My mayor Mm	709,425	Rigidez		0,2	0,2	0,5	0,5	835,545	835,545
748,875	913,6275	730,902	My menor Mm	748,875	Promedio	831,25125						
913,6275	913,6275	730,902	My mayor Mm	913,6275	Rigidez		0,2	0,2	0,5	0,5	913,6275	913,6275
913,6275	748,875	730,902	My menor Mm	748,875	Promedio	831,25125						

Fuente: elaboración propia.

Debido a que este momento es menor que el momento máximo calculado, se deberá calcular el área requerida para cada uno de los elementos de cada elemento, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$A_s = 0,85 \times \frac{f'c}{fy} \times \left[(b \times d) - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{M \times b}{0,003825 \times f'c}} \right]$$

3.1.5.2.2. Vigas

Son elementos sometidos a flexión que transmiten las cargas hacia las columnas; el diseño de vigas se realizó con base en el capítulo 21 del ACI 318-08.

Datos

$$f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg / cm}^2$$

$$\gamma \text{ CONCRETO} = 2400 \text{ kg / cm}^3$$

$$\text{Recubrimiento} = 4,00 \text{ cm (ACI 318-08 cap. 7.7.1)}$$

$$\text{Dimensiones de viga} = 25 \times 50 \text{ cm.}$$

$$\text{Momento (+)} = 6814,22 \text{ kgf-m}$$

$$\text{Momento (-)} = 10681,69 \text{ kgf-m}$$

$d = h - (\text{recubrimiento} + 0,5 \text{ diámetro varilla longitudinal} + \text{diámetro varilla refuerzo transversal})$.

$$d = 43,25 \text{ cm}$$

Como primer paso se procede a determinar los límites de refuerzo en la sección del elemento, es decir encontrar el área mínima y máxima permitida las cuales condiciona el código.

$$As = \frac{14,1}{fy} b x d \geq As = \frac{0,8 * \sqrt{f'c}}{fy} b x d$$

$$As = \frac{14,1}{4200} (25\text{cm})(43,25 \text{ cm}) = 3,63 \text{ cm}^2$$

$$As = \frac{0,8 \sqrt{210}}{4200} (25\text{cm})(43,25 \text{ cm}) = 2,99 \text{ cm}^2$$

El acero mínimo a utilizar será $3,63 \text{ cm}^2$

- Área de acero máximo

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

$$\rho_{max} = \varphi \rho_{bal}$$

$$\varphi = 0,5 \text{ (zona sísmica)}, \varphi = 0,75 \text{ (zona no sísmica)}$$

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c}{f_y} \left[\frac{6090}{6090 + f_y} \right]$$

Donde:

$$\beta_1 = 0,85 \text{ si } f_c < 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho_{bal} = \frac{0,85(0,85)(210 \frac{kg}{cm^2})}{4200 \text{ kg/cm}^2} \left[\frac{6090}{6090 + 4200 \text{ kg/cm}^2} \right] = 0,0214$$

$$\rho_{max} = 0,5 \times 0,0214 = 0,0107$$

$$A_{s_{max}} = 0,0107 \times 25 \text{ cm} \times 43,25 \text{ cm} = 11,57 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del área de acero balanceado

Para el cálculo del área de acero balanceado se utiliza la siguiente expresión:

$$A_{s_{bal}} = \rho_{bal} * b * d$$

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 * \beta_1 * 0,03 * E_s * f'_c}{f_y * [4200 + (0,003 * E_s)]}$$

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 * 0,85 * 0,03 * 2040000 * 210}{4200 * [4200 + (0,003 * 2040000)]} = 0.0214229$$

$$A_{s_{bal}} = 0.0214229 = 23,17 \text{ cm}^2$$

Encontrados los límites de refuerzo se procede a encontrar el área de acero requerido por los momentos actuantes por medio de la siguiente fórmula:

$$A_s = \left(bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M x b}{0,003825 f'c}} \right) \left(\frac{0,85 f'c}{f_y} \right)$$

Así para el momento negativo se obtiene:

$$A_s = \left(25 * 43,25 - \sqrt{(25 * 43,25)^2 - \frac{10681,69 x 25}{0,003825 * 210}} \right) \left(\frac{0,85 * 210}{4200} \right) = 7,08 \text{ cm}^2$$

Colocar 2 varillas numero 7

La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que la mitad de la resistencia a momento negativo proporcionada en esa misma cara. La resistencia a momento negativo o positivo en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento, no debe ser menor de un cuarto de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos.

$$M_{positivo} = 7,08 * 1,25 * 4200 * \left(45,6 - 7,08 * 1,25 \frac{4200}{1,7 * 210 * 25} \right)$$

$$M_{positivo} = 842228,47 \text{ kg.m}$$

$$M_{positivo} = 4,38 * 1,25 * 4200 * \left(45,6 - 4,38 * 1,25 \frac{4\ 200}{1,7 * 210 * 25} \right)$$

$$M_{positivo} = 557561,12\text{kg.m}$$

$$\% M = \frac{557\ 561,12\ \text{kg.m}}{842\ 228,47\ \text{kg.m}} = 0,66 = 66\ \% > 50\ \% \text{ Cumple}$$

Es importante mencionar que la sección 10.5.3 del código ACI establece que el requerimiento de Asmin no necesita ser aplicado, se en la sección el área de acero (As), proporcionada es al menos un tercio superior al aérea de acero requerida por el análisis. Esta excepción proporciona suficiente refuerzo adicional en elementos muy grandes donde la cantidad de acero Asmin puede considerarse como excesiva.

El código ACI 318-05 en la sección 31.3.2.1 requiere que en cualquier sección de un elemento a flexión, para el refuerzo tanto superior como inferior debe colocarse área de acero mínimo y la cuantía de refuerzo no deben de exceder a 0,025. Al menos dos barras continuas deben disponerse tanto en la parte inferior y superior.

Momento positivo o negativo, en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento, no debe ser menor a un cuarto de la resistencia máxima a momento proporcionada en cualquiera de las caras del nudo.

- Requisitos sísmicos para armado

A continuación se presenta los requisitos sísmicos para armado de vigas según el código ACI.

- Armado de la cama inferior

En apoyos, el código ACI, recomienda que por lo menos deban colocar dos varillas corridas, tomando el mayor de los siguientes valores:

- 50 % del área de acero que requiere el mayor de los momentos negativos.
- 50 % del área de acero que requiere el momento positivo.
- El área de acero mínimo.

$$A_{S_{\text{corrido}}} = \left\{ \begin{array}{l} 50 \% A_s - AB = 0,5 * 7,08 = 3,54 \text{ cm}^2 \\ 50 \% A_s - AB = 0,5 * 4,38 = 2,19 \text{ cm}^2 \\ A_{\text{min}} = 3,63 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} \text{ Se toma el mayor}$$

Para cubrir un área de acero de $3,63 \text{ cm}^2$, es necesario colocar 2 varillas número 5, las cuales tienen un área total de $3,96 \text{ cm}^2$.

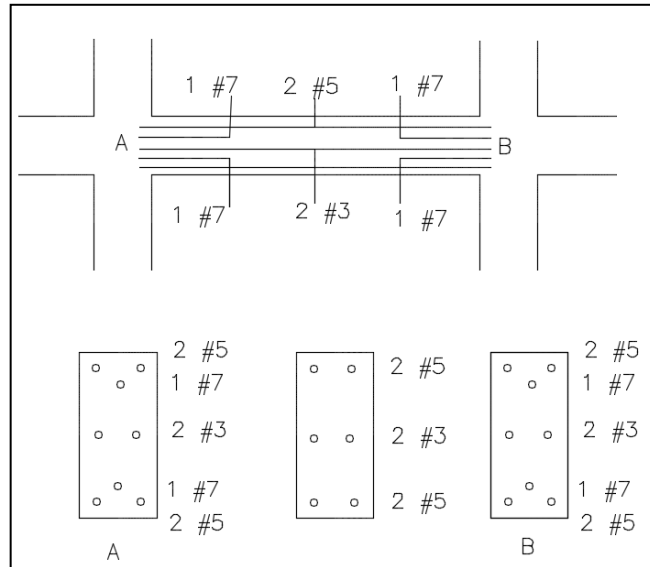
- Armado de la cama superior

Al centro, se debe colocar como mínimo dos varillas corridas, tomando el mayor de los siguientes valores:

- 33 % del área de acero que requiere el mayor de los momentos negativos.
- El área de acero mínimo.

$$A_{S_{\text{corrido}}} = \left\{ \begin{array}{l} 33 \% A_s - AB = 0,33 * 7,08 = 2,34 \text{ cm}^2 \\ A_{\text{min}} = 3,63 \text{ cm}^2 \end{array} \right\} \text{ se toma el mayor}$$

Figura 95. Armado de viga



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Como se observa en la figura anterior, se agregaron 2 varillas #3 al centro de la sección y a todo el largo de la viga, esto para evitar que la viga falle en la parte central cuando se produzca el corte.

- Diseño por corte

Para el diseño de vigas sometidas a corte se deben realizar los siguientes pasos.

El código ACI 318-08 en la sección 11.2.1.1, establece la siguiente expresión para calcular el corte que resiste el concreto.

$$V_c = \Phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d \quad (\text{Ec. 11-3, ACI 318-08})$$

Donde:

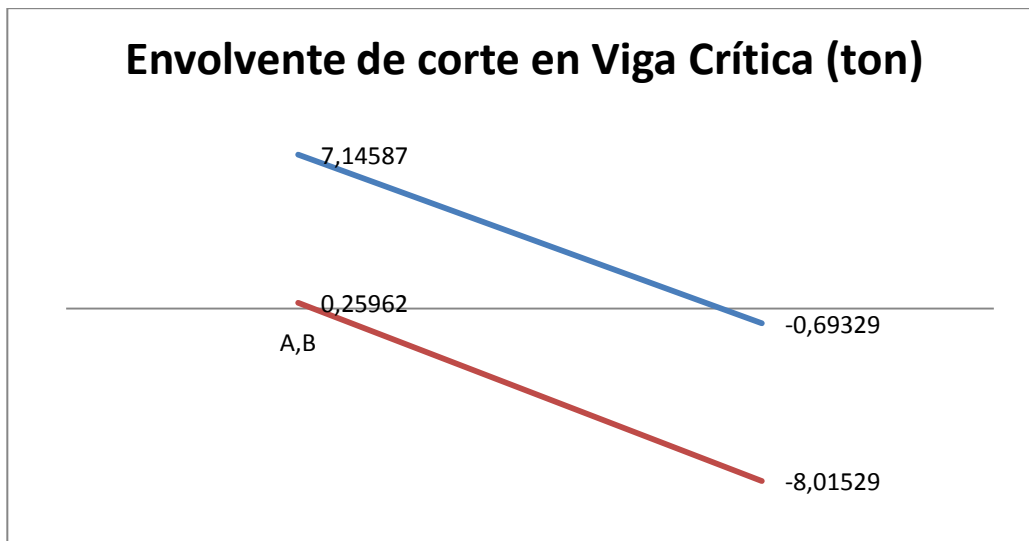
Φ : factor de reducción de resistencia según ACI 318-08, sección 9.3.2.3.

V_c : corte que resiste el concreto

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 25 * 43,25 = 7058,7948 \text{ kg}$$

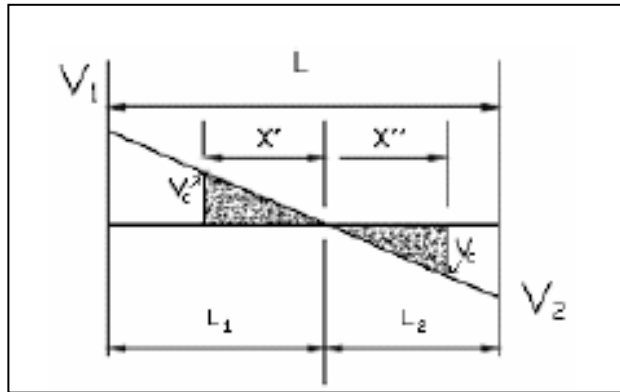
- Cálculo del tramo de la viga que resiste el concreto, mediante una relación de triángulos

Figura 96. Corte en viga crítica



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 97. Relación de triángulos



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$X' = \frac{V_c L_1}{V_1} \quad X'' = \frac{V_c L_2}{V_2}$$

$$V_c = 7058,7948$$

$$V_1 = 7,14587 \text{ ton} = 7145,87 \text{ kg}$$

$$V_2 = 8,01529 \text{ ton} = 8015,29 \text{ kg}$$

$$L_1 = 2.231 \text{ m}$$

$$L_2 = 2,768 \text{ m}$$

$$X' = \frac{7058,7948(2.231)}{7145,87} = 2.2 \text{ m}$$

$$X'' = \frac{7058,7948(2.768)}{8015,29} = 2.44 \text{ m}$$

Lo que indica que dentro de esta región, donde el concreto resiste el corte se deberá reforzar con espaciamiento igual a $d/2$, es decir 22 cm.

- Cálculo del esfuerzo de corte actuante y el esfuerzo de corte que resiste el concreto

A continuación se muestra las ecuaciones para el cálculo del esfuerzo de corte actuante y el esfuerzo de corte que resiste el concreto.

$$V_a = \frac{V_a}{b * d}$$

$$V_c = \frac{V_c}{b * d}$$

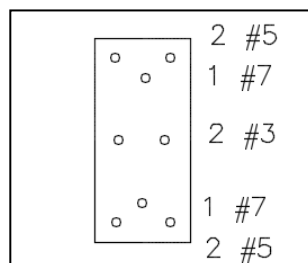
$$V_a = \frac{7145,87}{25 * 43,25} = 6.61 \frac{kg}{cm^2}$$

$$V_c = \frac{7958,79}{25 * 43,25} = 7.36 \frac{kg}{cm^2}$$

Como se observa el valor de corte actuante esta por debajo del corte que resiste el concreto; sin embargo, el código ACI 318-08 en la sección 21.5.4.1 requiere que la fuerza de corte de diseño V_e , se debe determinar entre las caras del nudo.

Se debe suponer que en las caras de los nudos localizados en los extremos del elemento actúan momentos de signo opuesto correspondientes a la resistencia probable M_{pr} , y que el elemento esta además cargado con cargas aferente gravitacionales mayoradas a lo largo de la luz. Los momentos en los extremos M_{pr} están basados en el esfuerzo de tracción en el refuerzo de $1.25 * f_y$.

Figura 98. **Sección de viga reforzada**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

De la figura anterior se obtiene el área de acero para flexión negativa, asimismo del bloque de esfuerzo y el momento a la resistencia probable.

$$A_s = 2\#5 + 1\#7 = 3,96 + 3,88 = 7,84 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{1,25 * f_y * A_s}{0,85 * f'_c * b} = \frac{1,25 * 4200 * 7,84}{0,85 * 210 * 25} = 9,22 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} = 1,25 * f_y * A_s * \left(d - \frac{a}{2}\right) = 1,25 * 4200 * 7,84 * \left(43,25 - \frac{9,22}{2}\right) = 15904,22 \text{ Kg} - \text{m}$$

De igual manera se calcula el área de acero para flexión positiva, así mismo el espesor del bloque de esfuerzo y el momento a la resistencia probable.

$$A_s = 2\#5 + 1\#7 = 3,96 + 3,88 = 7,84 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{1,25 * f_y * A_s}{0,85 * f'_c * b} = \frac{1,25 * 4200 * 7,84}{0,85 * 210 * 25} = 9,22 \text{ cm}$$

$$M_{pr2} = 1,25 * f_y * A_s * \left(d - \frac{a}{2}\right) = 1,25 * 4200 * 7,84 * \left(43,25 - \frac{9,22}{2}\right) = 15904,22 \text{ Kg} - \text{m}$$

Ahora se procede a realizar la determinación de la fuerza cortante de diseño.

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L} \pm \frac{WL}{2}$$

$$D = 1047 \text{ kg m}$$

$$L = 625 \text{ kg-m}$$

$$W = \frac{3}{4} * [(1.2 * 1047) + (1.6 * 625)] = 1692.3 \text{ kg.}$$

$$V_{e1} = \frac{15904,22 + 15904,22}{5} + \frac{1692.3 * 5}{2} = 10592.44 \text{ kg}$$

$$V_{e2} = \frac{15904,22 + 15904,22}{5} + \frac{1692.3 * 5}{2} = 10592.44 \text{ kg}$$

Sin embargo, el código ACI 318-08 en la sección 21.5.4.2 requiere que se debe diseñar el cortante suponiendo la capacidad de corte del hormigón igual a cero, si la fuerza cortante inducida por sismo presenta la mitad o más de la resistencia máxima a cortante requerida en esas zonas.

Haciendo la revisión, se observa que el corte inducido por el sismo es de 7 058,7948 kg, y el corte total es de 10592,44 kg.

Por lo tanto la relación quedaría 7058,80/10592.44 , y esto indica que el corte inducido por sismo representa el 66,63 % del corte en esa zona, por lo que no debe tomarse en cuenta el corte resistente del concreto.

- Cálculo de espaciamiento de los estribos

El código ACI 318-08 en la sección 21.5.3.1, requiere que deben disponerse estribos cerrados de confinamiento en una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión.

$$L_{confinamiento} = 2 * h = 2 * 50 = 100 \text{ cm} = 1m$$

Asimismo, el código ACI 318-08 en la sección 21.5.3.2, indica que el primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 5 centímetros de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no deben exceder el menor de:

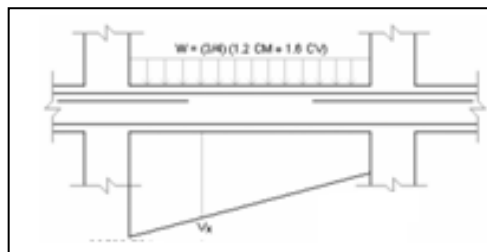
- $d/4$
- 8 veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas
- 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento
- 30 centímetros

Entonces:

- $\frac{43.25}{4} = 11\text{ cm}$
- $8 * 1,59 = 13\text{ cm}$
- $24 * 0,71 = 17\text{ cm}$
- 30 cm

Teniendo definido el espaciamiento máximo a utilizar, se realiza el cálculo de corte V_x a una distancia igual a la longitud de confinamiento.

Figura 99. **Fuerza cortante en viga**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$\frac{V_x}{10592,44 - 5296,22} = \frac{3,75}{1,25 + 3,75} \rightarrow V_x = 3972,17 + 5296,22 = 9268,39 \text{ kg}$$

Finalmente se calcula el espaciamiento de los estribos en la longitud de confinamiento.

$$S = \frac{\emptyset * A_s * f_y * d}{V_e}$$

$$S_1 = \frac{0,85 (2 * 0,71) * 4200 * 43,25}{10592,44} = 0,21 \text{ m}$$

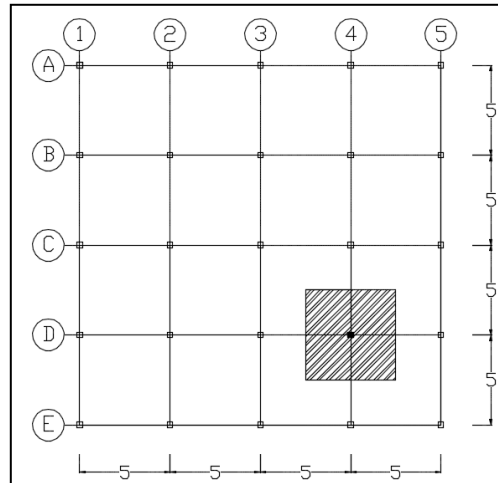
$$S_2 = \frac{0,85 (2 * 0,71) * 4200 * 43,25}{9268,39} = 0,24 \text{ m}$$

Debido a que ambos espaciamientos calculados son mayores al espaciamiento máximo permitido, se procede a dejar los estribos de la siguiente manera: Todos los estribos son #3, el primer estribo quedara a 5 centímetros del rostro de la columna y el resto quedara a cada 13 cm.

3.1.5.2.3. Columnas

A continuación se diseñará una de las columnas del primer nivel, la cual está ubicada entre el eje d y 4, de la siguiente forma:

Figura 100. **Ubicación de la columna a diseñar**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Los miembros a compresión para su diseño deben basarse en un análisis teórico de la estructura, tomando en cuenta los efectos de las cargas axiales, los momentos, las deflexiones, la duración de las cargas, las 90 dimensiones variables de los miembros, según el código ACI 318.05, sección 10.10.1.

Los requisitos esenciales para el diseño de son los siguientes:

- El área de refuerzo longitudinal, A_{st} , no debe ser menor que el 1 por ciento de la sección de la columna (A_g) ni mayor al 6 por ciento.
- La dimensión menor de la sección transversal no debe ser menor de 30 centímetros.
- La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular no debe ser menor que 0,4.

La separación del refuerzo transversal no debe exceder la menor de:

- La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento
- Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal
- S_o , según lo define la ecuación:

$$S_o = 10 \left(\frac{35 - h_x}{3} \right) \quad 10 \text{ cm} \leq S_o \leq 15 \text{ cm}$$

Donde:

s_o = separación de estribos

h_x = espaciamiento de ganchos suplementarios

El refuerzo transversal debe suministrarse en una longitud, l_o , medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión. La longitud l_o no debe ser menor que la mayor de:

- La altura del elemento en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión.
- Un sexto de la luz libre del elemento.
- 45 cm

Se procede a diseñar la columna tipo A, que corresponde a todas las columnas de la estructura del primer nivel. Este procedimiento fue el mismo a seguir para el diseño de todas las columnas estructurales de la edificación.

Datos para realizar el diseño:

Sección: 0,30 m X 0,30 m

$M_x = 7\,924,94 \text{ kg-m}$

$M_y = 7\,988,61 \text{ kg-m}$

Lu= 3 m

Los momentos utilizados corresponde a la columna donde le llegan mayor momento en ambos sentidos.

CU= 1,4CM +1,7CV CM= peso losa + acabados + sobrepeso

$$CU_{nivel1} = 1,4(0,11 * 2400 + 100) + 1,7 (250) = 934 \frac{kg}{m^2}$$

$$CU_{nivel1} = 1,4(0,11 * 2400 + 150) + 1,7 (150) = 764,6 \frac{kg}{m^2}$$

$$CU_{total} = 1698,6 \frac{kg}{m^2}$$

- Factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU_{total}}{CM + CV} = \frac{1698,6}{(364 + 414) + (250 + 100)} = 1,51$$

- Carga axial

$$P_u = A_{trib\ col} \times CU_{total} + P_{viga} \times F_{cu} + P_{col\ nivel2} \times F_{cu} + P_{col\ nivel\ 1} \times F_{cu}$$

$$P_{viga} = sección\ viga \times \frac{long\ viga\ que\ llegan\ a\ la\ columna}{2} \times \gamma\ concreto$$

$$P_{col} = Sección\ columna \times long\ columna \times \gamma\ concreto$$

$$P_{viga} = 1123,2kg$$

$$P_{col} = 432,06\ kg$$

$$P_u = (20\ m^2) (1698,6) + (1123,2)(1,51) = 35668,03\ kg$$

- Diseño de refuerzo longitudinal
 - Determinando relación entre altura y altura efectiva

$$r = 5 \text{ cm}$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$d = 25 \text{ cm}$$

$$\gamma = \frac{(h - 2r)}{h}$$

$$\gamma = \frac{(30 - 2(5))}{30} = 0,66$$

- Suponiendo flexión máxima

Dado que para este ejercicio utilizaremos las ayudas de diseño proporcionadas por el ACI 318-05, para diseño de columnas, determinaremos los parámetros de flexión máxima.

Determinado relación entre P_u/A_g y $M_u/A_g h$

$$\frac{P_u}{A_g} = \frac{35,67 \text{ ton}}{35 \text{ cm} * 35 \text{ cm}} = 0,029 \text{ ton/cm}^2$$

$$\frac{M_u}{A_g h} = \frac{798,86 \text{ ton} - \text{cm}}{35 \text{ cm} * 35 \text{ cm} * 35 \text{ cm}} = 0,019 \text{ ton/cm}^2$$

- Clasificación de las columnas por su esbeltez

Para clasificar las columnas de acuerdo a la esbeltez, deben tomarse en cuenta las siguientes condiciones:

- Si $E < 21$ → columna corta → no magnificar momentos.
- Si $21 \rightarrow E < 100$ → columna intermedia → magnificar momentos actuantes.
- Si $E > 100$ → columna larga → no construir, falla por pandeo.

La esbeltez de las columnas se calcula con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{K \times Lu}{r}$$

Donde:

Lu = longitud de la columna entre apoyos

r = radio de giro de la sección transversal de la columna

Columna rectangular = 0,30 por lado menor

K = factor de longitud efectiva

- Coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación
 - Extremo superior

$$\Psi = \frac{\left(\sum Em \times \frac{I}{L}\right) \times \text{columnas}}{\left(\sum Em \times \frac{I}{L}\right) \times \text{vigas}}$$

Donde:

Em = 1

I = inercias de cada elemento estructural

L = longitud de cada elemento estructural

La inercia de los elementos, por ser de sección cuadrada, se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

Donde:

b = base del elemento en cuestión

h = altura o peralte del elemento en cuestión

$$I_{viga} = \frac{25 \times (50)^3}{12} = 260416,66 \text{ cm}^4$$

$$I_{col} = \frac{30 \times (30)^3}{12} = 67500 \text{ cm}^4$$

$$\Psi = \frac{\left(1 \times \frac{67500}{3}\right) \times 5}{\left(1 \times \frac{260416,66}{3}\right) \times 4} = 0,32$$

- Extremo inferior

$$\Psi = 0, \text{ por ser empotramiento en la base}$$

- Promedio

$$\Psi = \frac{0,32 + 0}{2} = 0,16$$

- Factor de longitud efectiva K

Este factor depende de las condiciones de vínculo de los extremos de la columna:

Para $\Psi = Promedio < 2$

$$K = \frac{20 - \Psi_{prom}}{20} \times (1 + \Psi)^{1/2}$$

$$K = \frac{20 - 0,16}{20} \times (1 + 0,16)^{\frac{1}{2}} = 1,07$$

- Cálculo de la esbeltez

$$E = \frac{1,07(3)}{(0,30)(0,30)} = 35,66$$

Como $21 < 35,66 < 100$ se puede decir que es una columna intermedia.

- Magnificación de momentos

- Factor de flujo plástico del concreto

$$Bd = \frac{CMu}{CU\ total}$$

$$Bd = \frac{1,4(0,11 * 2400 + 100)}{1698,6} = 0,30$$

- El total del material

$$EI = \frac{Ec \times Ig}{2,5 (1 + Bd)}$$

Donde

$$Ec = 15100\sqrt{f'c}$$

Ig= inercia de la columna

$$EI = \frac{15100\sqrt{210} \times 67\,500}{2,5(1 + 0,30)} = 4,55 E + 9 \frac{\text{ton}}{\text{cm}^2}$$

- Carga Crítica de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times EI}{(K \times Lu)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times 4,55 E + 9 \frac{\text{ton}}{\text{cm}^2}}{(1,07 \times 3)^2} = 435308,038 \text{ kg} \text{ ó } 435,81 \text{ ton}$$

- Magnificador de momentos

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{Pu}{\theta \times P_{cr}}\right)} \geq 1$$

$\Phi = 0,70$ para estribos y $0,75$ para zunchos.

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{35,67}{0,7 \times 435,81}\right)} = 1,13 \geq 1$$

- Momentos de diseño magnificados

$$M_x = 7924,94 \text{ kg} - \text{m} \times 1,13 = 8955,18 \text{ kg}$$

$$M_y = 7988,61 \text{ kg} - \text{m} \times 1,13 = 9027,13 \text{ kg}$$

- Refuerzo longitudinal aplicado en método de Bresler

- Área de acero mínima y máxima según el ACI 318

$$1\% A_g \leq A_s \leq 8\% A_g$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,01 (30 \times 30) = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,08 (30 \times 30) = 72 \text{ cm}^2$$

- Área de acero propuesta

Se debe iniciar proponiendo áreas de acero cercanas al $A_{s \text{ min}}$. En este caso se propuso un $A_s = 4 \% A_g$.

$$A_s = 0,04(30 \times 30) = 36 \text{ cm}^2$$

- Diseño a corte

Para determinar el refuerzo transversal que necesita la columna que se diseña se deben cumplir con varios parámetros que establece el código del ACI-318-05 en su capítulo 21, entre los que encontramos que.

- Determinar corte resistente por concreto

$$\begin{aligned} \text{Corte resistente } VR &= 0,85 * 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d \\ VR &= \frac{0,85 * 0,53 \sqrt{210} * 30 * 25}{1000} = 4,89 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Comparar VR con Vu, usando los siguientes criterios: Si $VR > Vu$ se colocan estribos a $S = d/2$ Si $VR < Vu$ se diseñan los estribos por corte. Para ambas opciones, se considera que la varilla mínima permitida es la núm.3

Va es producido por el sismo por lo que Vu para la columna que se ha diseñado es:

$$V_a = 5045,00 \text{ kg}$$

Dado que $V_u < V_R$, se utilizará varilla núm. 3 espaciada a $d/2$ o 20 cms.

- Refuerzo por confinamiento

Acero transversal (estribos): se deben disponer estribos en las siguientes zonas de los elementos.

En una longitud igual a dos veces el peralte del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hasta la mitad del claro, en ambos extremos del elemento. (Reglamento ACI 318-05 sección 21.3.3.1)

El espaciamiento S_o no debe ser mayor que el menor de:

- Ocho veces el diámetro de la varilla longitudinal confinada más pequeña:

$$S_o = 8 \left(\frac{6}{8} \right) * 2,54 = 15,24 \text{ cm}$$

- 24 veces el diámetro de la varilla de amarre; varilla de amarre núm. 3.

$$S_o = 24 * \left(\frac{3}{8} \right) * 2,54 = 22,86 \text{ cm}$$

- Mitad de la menor dimensión de la sección transversal del elemento de marco; menor sección transversal.

$$S_o = \frac{30}{2} = 15 \text{ cm}$$

- 30 cm. (Reglamento ACI 318-05 sección 21.3.3.2).

Para el refuerzo transversal por confinamiento usaremos la opción a, por lo que usaremos refuerzo núm. 3 espaciada 15 cms, hasta 0,80 cms.

La columna será de 30 cm x 30 cm , con 4 varillas de refuerzo núm. 5 y 4 varillas núm.3 , con estribos a 20 cm con varilla no,3, y el confinamiento en nodos a cada 15 con varilla no.3.

3.1.5.2.4. Cimientos

La subestructura o cimentación es aquella parte de la estructura que se coloca generalmente por debajo de la superficie del terreno y que transmite las cargas al suelo o roca subyacentes. Todos los suelos se comprimen al someterlos a cargas y causan asentamientos en la estructura soportada. Los dos requisitos esenciales en el diseño de cimentaciones son: que el asentamiento total de la estructura este limitado a una cantidad tolerablemente pequeña y que, en lo posible, el asentamiento diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine. Con respecto al posible daño estructural, la eliminación de asentamientos distintos dentro de la misma estructura es incluso más importante que los límites impuestos sobre el asentamiento uniforme global.

En esta sección se determinará la capacidad que posee el terreno en que se llevará a cabo el edificio en diseño, además de del diseño de la zapata para la columna crítica diseñada en la sección anterior.

- Determinando valor soporte del suelo

La capacidad soporte del suelo, es límite admisible de carga que puede tolerar el suelo sin presentar deformación o asentamiento en el mismo, para

este cálculo, se utiliza la fórmula modificada de Terzaghi, en el que se contemplan, todas las capacidades mecánicas del suelo en estudio.

- Datos del suelo:

Angulo de fricción interna $\phi = 22,25^\circ$

Cohesión $C_u = 0,16 \text{ ton/m}^2$

Peso específico del suelo $\gamma_s = 1,46 \text{ ton/m}^3$

Base de zapata $B = 1 \text{ m}$

Largo de zapata $L = 1 \text{ m}$

Desplante $D = 1,50 \text{ m}$

Factor de seguridad $F_s = 4$

De la fórmula modificada de Terzaghi se conoce que la capacidad de carga de suelo es igual a:

$$q_u = C N_c F_{cs} F_{cd} F_{ct} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

- Determinando factores de carga

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi} = \tan^2 \left(45 + \frac{22,25^\circ}{2} \right) e^{\pi \tan(22,25^\circ)} = 8,02$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (8,02 - 1) \cot 22,25 = 17,16$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi = 2(8,02 + 1) \tan(22,25) = 7,38$$

- Determinando factores de forma de la carga

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_q}{L N_c} = 1 + \frac{1(8,02)}{1(17,16)} = 0,47$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi = 1 + \frac{1}{1} \tan 22.25^\circ = 1,41$$

$$F_{ys} = 1 - 0,4 \frac{B}{L} = 1 - 0,4 \left(\frac{1}{1} \right) = 0,60$$

- Determinando factores de profundidad de la carga

Si $D/B > 1$ entonces (en radianes)

$$F_{cd} = 1 + (0,4) \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right) = 1 + 0,4 \tan^{-1} \left(\frac{1,5}{1} \right) = 1,39$$

$$F_{dq} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right) = 1 + 2 \tan(22,25) (1 - \sin(22,25))^2 \tan^{-1} \left(\frac{1,5}{1} \right) = 1,82$$

$$F_{\gamma I} = 1$$

- Determinando factores de inclinación de la carga

$$F_{CI} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2 = \left(1 - \frac{0}{90} \right)^2 = 1$$

$$F_{yi} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2 = \left(1 - \frac{0}{22,25} \right)^2 = 1$$

- Determinando Q_{adm} .

$$Q_{adm} = \frac{qu}{AF_s}$$

$$qu = C u N_c F_{CS} F_{CD} F_{CT} + q N_Q F_{QS} F_{QD} F_{QI} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma S} F_{\gamma D} F_{\gamma I}$$

$$q_u = (0,16)(17,16)(0,47)(1,39)(1) + (1,46)(1,5)(8,02)(1,41)(1,82)(1)$$

$$+ \frac{1}{2} (1,46)(1)(7,38)(0,60)(1)(1) = 50,098$$

$$Q_{adm} = \frac{50,098}{(1)(1)(4)} = 12,53 \text{ ton/m}^2$$

Ver estabilizar el suelo

- Determinación de dimensiones de zapata

- Datos de columna

$$b = 0,30 \text{ m}$$

$$h = 0,30 \text{ m}$$

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

$$\text{refuerzo} = 8 \text{ No. 6}$$

$$\text{Carga Muerta CM} = 33 \text{ ton}$$

$$\text{Carga Viva CV} = 18 \text{ ton}$$

- Datos de terreno y zapata

$$Q_{adm} = 12,53 \text{ ton/m}^2$$

$$\text{Desplante de suelo } d = 1,50 \text{ m}$$

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

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Peso de Terreno } \gamma = 1460 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de Concreto } \gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

- Determinación de dimensiones de zapata

- Presión de suelo sobre zapata

$$W_{suelo} = d * \gamma = 1,5 * 1460 = 2190 \text{ kg/m}^2$$

- Presión de contacto

$$q_e = Q_{adm} - W_{suelo} = 12530 - 2190 = 10340$$

- Área de zapata requerida

$$A_{req} = \frac{CM + CV}{q_e} = \frac{33 + 18}{10.37} = 4,91 \text{ m}^2$$

Si B=L entonces

$$B = \sqrt{A_{req}} = \sqrt{4,91} = 2,22 \text{ m}^2$$

Se utilizará B= 2,30 m y L = 2,30

- Determinando resistencia de diseño y espesor de zapata.

- Resistencia de zapata con cargas mayoradas

$$q = \frac{1.2 CM + 1.6 CV}{A} = \frac{1.2 (33) + 1,6(18)}{(2,3)(2,3)} = 12,93 \text{ ton/m}^2$$

- Espesor de Zapata propuesto

$$t = 40 \text{ cm}$$

- Peralte

$$d = 32,5 \text{ cm}$$

- Chequeo por punzonamiento

$$L = \frac{B}{2} \left(\frac{a}{2} + d \right) = \frac{2,3}{2} \left(\frac{0,3}{2} + 0,325 \right) = 0,55$$

$$Vu1 = q * L = 12930 * 0,55 = 7111,5 \text{ kg}$$

$$d = \frac{Vu1}{\phi * 0,53 \sqrt{f'c} * b} = \frac{7111,5 \text{ kg}}{0,85 * 0,53 \sqrt{210} * 100} = 11 \text{ cm}$$

11 cm < 32,5 cm por lo tanto chequea

- Chequeo de cortante por flexión

Distancia h-e= 0,40 m

- Cortante actuante

$$Vu2 = q * h - e * b = 12,93 * 0,4 * 2,3 = 11,90$$

- Resistencia nominal del concreto

$$\phi Vc2 = \phi 2 \sqrt{f'c} * b * d = 0,85 (2) \sqrt{210} * 2,3 * 0,325 = 18,41$$

Como $Vc2 > Vu2$, la zapata chequea por flexión.

- Determinando refuerzo por flexión

- Momento último

$$Mu = q * b * \frac{\left(\frac{l}{2} - \frac{b \text{ col}}{2} \right)^2}{2} = 14 \ 86950 \text{ kg/cm}$$

- Poniendo $a = 8 \text{ cm}$

$$A_s = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{1\,486\,950}{0,9(4200) \left(32,50 - \frac{8}{2}\right)} = 13,88 \text{ cm}^2$$

- Determinando $A_s \text{ min}$

$$A_s \text{ min} = \frac{14}{f_y} * b * d = \frac{14}{4200} * 2,30 * 0,325 = 24,91 \text{ cm}^2$$

Dado que el área de acero requerida por el momento máximo es menor al área mínima, se utilizará esta última para el armado de la zapata.

Refuerzo a usar varilla núm. 5 (área $1,98 \text{ cm}^2$).

El espaciamiento lo determinamos de la siguiente forma:

$$S = \frac{A_{var} * L}{A_s} = \frac{1,98 * 2,3}{24,91} = 0,18 \text{ cm}$$

Se utilizará entonces varilla núm. 4 @ $0,15 \text{ cm}$ en ambos sentidos.

3.1.5.2.5. Nudo sísmico

Una unión viga-columna (nudo), se define como la porción de la columna dentro de la altura de las vigas que se unen hasta ella. Los nudos deben diseñarse para resistir las fuerzas que las vigas y las columnas les transfieren incluyendo cargas axiales, flexión, torsión y cortante.

El comportamiento exitoso de un nudo depende principalmente del confinamiento lateral del nudo. Este confinamiento tiene dos beneficios:

- Aumenta la resistencia del núcleo de concreto y mejora su capacidad de deformación.
- Evita el pandeo de las barras verticales en la columna.

El esfuerzo para momento negativo se toma como $T=AsFy$ y la fuerza de compresión es $C=T$.

El momento de diseño aplicado en la cara del nudo es el correspondiente a estas fuerzas máximas.

$$Mu = AsFy \left[d - \frac{a}{2} \right]$$

Varillas #5 y #5

$$T = AsFs = (1,26668 + 5(2,81))(2,81) = 43,04 t$$

El momento en el nudo se calcula con base a la fuerza de tensión T, la altura efectiva de la viga es de 43,5 cm y con una altura de cloque equivalente:

$$a = \frac{As * Fy}{0,85 * fc * bw} = \frac{43,03}{0,85 * 210 * 30} = 8,04 cm$$

Calculando momento de diseño:

$$Mu = 43,03 \left[47,5 - \frac{8,04}{2} \right] = 18 709,44$$

Los cortantes en la columna correspondiente a este momento en el nudo se encuentran con base al diagrama de cuerpo libre de la columna entre los puntos de flexión supuestos a la mitad de la altura.

$$V_{col} = \frac{18,70944}{5} = 3,74$$

$$V_u = 39,29$$

Calculando el ancho efectivo del nudo; donde b_b =ancho de viga, b_c =lado corto de columna y h = lado largo de columna.

$$b_f = \frac{b_b + b_c}{2} = \frac{30 + 25}{2} = 27,5 \text{ cm no debe exceder } b_b + h = 25 + 50 = 75 \text{ cm}$$

Entonces, la resistencia a cortante nominal y de diseño del nudo son, respectivamente:

$$V_n = \gamma \sqrt{f_c} * b * h = 20 * \sqrt{210} * 25 * \frac{50}{1000} = 362,28 \text{ t}$$

$$V_n = 0,8 * 362,28 = 289,83 \text{ t}$$

El cortante aplicado V_u , no excede la resistencia de diseño, de manera que el cortante es satisfactorio.

Las vigas de borde suministran el confinamiento necesario en su dirección. En dirección de la viga normal es necesario proporcionar confinamiento por lo cual se colocara estribos núm. 3 @ 0,1 m.

3.1.5.3. Diseño de gradas

En toda edificación es importante tomar en cuenta las formas de acceso de un nivel a otro, en especial si tomamos en cuenta que en lugares de riesgo sísmico considerable, las medidas de seguridad para estas vías de acceso es de tomar en cuenta.

Es por eso que para este ejercicio se tomará en cuenta el diseño del módulo de gradas que da acceso al nivel superior del edificio.

Datos:

Altura a salvar: 3m

$$\text{No. de escalones} = \frac{\text{Altura a salvar}}{\text{contra huella}}$$

$$\text{No. de escalones} = \frac{3\text{m}}{0,18\text{ m}} = 17 \text{ escalones aproximadamente}$$

Huella = 28 cm

Espesor de cuello = 11 cm

Carga viva de diseño CV = 500 kg/cm²

f'c= 210 kg/cm²

fy= 4 200 kg/cm²

Peso de concreto yc = 2,4 ton/m³

- Descanso

$$\text{Carga muerta CM} = CH * Bx * Yc = 0,18 * 1 * 2,4 = 0,432 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga viva } CV = CV * B = 0,5 * 1 = 0,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga última } CU = 1,2 CM + 1,6 CV = 1,2 * 0,432 + 1,6 * 0,5 = 1,32 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

- Tramo inclinado

$$\text{Carga muerta } CM = B * Yc \left(\frac{CH}{2} + \frac{T}{\cos(a)} \right) = 1 * 2,4 \left(\frac{0,18}{2} + \frac{0,11}{\cos(21,34)} \right) = 0,495 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga viva } CV = CV * B = 0,5 * 1 = 0,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga última } CU = 1,2 CM + 1,6 CV = 1,2(0,495) + 1,6(0,5) = 1,40 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

- Determinación de momentos:

$$M1 = \frac{1}{16 WL^2} \quad M2 = \frac{1}{10 WL^2}$$

$$M3 = \frac{1}{9 WL^2} \quad M4 = \frac{1}{10 WL^2} \quad M5 = \frac{1}{12 WL^2}$$

Dado que se calcula como una viga hiperestática, determinamos los momentos máximos, para determinar las áreas de acero a usar.

Momento (+)= 1.23 ton-m

Momento (-)1= 1 ton-m

Momento (-)2= 0 ton-m

- Cálculo del peralte

Si se considera el uso de varilla núm.5 ($\Phi = 1,29 \text{ cm}$)

Recubrimiento usar 2,50 cm

$$d = 11 \text{ cm} - \left(2,50 \text{ cm} + \frac{1,29 \text{ cm}}{2}\right) = 7,85 \text{ cm}$$

- Calcular área de acero

- Momento negativo

$$R = \frac{Mu}{\phi bd^2} = \frac{1\,000\,000}{0,9(100)(7,85)^2} = 18,03 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 255,91 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}$$

$$R = \rho fy \left(1 - 0,588 \rho \frac{fy}{f'c}\right) \text{ despejando para determinar cuantilla}$$

$$\rho = 0,0051$$

- Determinando área de acero

$$As = \rho bd = 0,0051 * 1 * 7,58 = 3,86 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán 4 varillas núm. 4 @ 22 cm

- Momento positivo

$$R = \frac{Mu}{\phi bd^2} = \frac{1230000}{0,9(100)(7,85)^2} = 22,17 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 314,67 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}$$

$$R = \rho fy \left(1 - 0,588 \rho \frac{fy}{f'c}\right) \text{ despejando para determinar cuantilla}$$

$$\rho = 0,0064$$

$$A_s = \rho b d = 00064 * 1 * 7,58 = 4,83 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán 4 varillas núm. 4 @ 22 cm

Chequeo por corte

$$V_u = \frac{C_u L}{2} - \frac{M(-)1 + M(-)2}{L} = \frac{1.4 (3,52)}{2} - \frac{1 + 0}{3,52} = 2,18 \text{ ton}$$

$$\text{Cortante de Concreto } V_c = 0,53 \sqrt{210} * 100 * 7,85 = 6,029 \text{ ton}$$

Como $V_c > V_u$, chequea a corte, no hay que colocar estribos.

3.1.5.4. Diseño de instalaciones

A continuación se describen los requisitos para la instalación eléctrica, de agua potable y drenaje.

3.1.5.4.1. Instalaciones eléctricas

Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son los siguientes:

- Iluminación uniforme
- Iluminancia óptima
- Ausencia de brillos deslumbrantes
- Condiciones de contraste adecuadas
- Colores correctos
- Ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos

Es importante examinar la luz en el lugar de trabajo no sólo con criterios cuantitativos, sino también cualitativos. El primer paso es estudiar el puesto de trabajo, la precisión que requieren las tareas realizadas, la cantidad de trabajo, la movilidad del trabajador, entre otros.

Normalmente, las instalaciones de iluminación general proporcionan una iluminancia aproximadamente uniforme en todo el plano de trabajo. Son sistemas que suelen estar basados en el método luménico de diseño, donde una iluminancia media es:

$$Iluminación\ media\ (lux) = \frac{flujo\ luminoso * factor\ de\ utilización * factor\ de\ mantenimiento}{area}$$

Tabla LV. **Valor típico recomendado de iluminancia mantenida**

Ubicación/tarea	Valor típico recomendado de iluminancia mantenida (lux)
Oficinas generales	500
Puestos de trabajo informatizados	500
Áreas de montaje en fábrica	
Trabajo de poca precisión 300	300
Trabajo medio 500	500
Trabajo de precisión 750	750
Trabajo de alta precisión	
Montaje de instrumentos	1000
Montaje/repificaciones de joyería	1500
Quirófanos de hospital	50000

Fuente: elaboración propia.

Para determinar el tipo de calibre de cables y *flipones* por circuito se realizó el cálculo por la fórmula de potencia.

$$P=I*V$$

Conociendo esto, se determinó el consumo de energía por aparato, para conocer la corriente que circulaba por cada circuito.

Los calibres de cables utilizados, dependen de la carga soportada y *flipon* utilizado. Para los circuitos de fuerza se utilizó cable calibre 8 THHN y para los de circuito de iluminación cable calibre 12 THHN. El tablero principal es monofásico 30 polos de 120/240 voltios con cable calibre 4 y *flipon* de 250 amperios por fase y es el que alimenta a los 5 tableros restantes con una carga total por fase de 170 amperios.

Las sumatorias de las dos líneas no deben sobrepasar los 10 amperios, para determinar que las líneas están balanceadas.

Para las instalaciones de iluminación, se tendrán dos circuitos en cada nivel, cada uno tendrá un máximo de doce unidades. Las instalaciones de fuerza, también cuentan con dos circuitos en cada nivel, con un máximo de doce unidades.

3.1.5.4.2. Agua potable

Todo el sistema de agua potable será por medio de un circuito cerrado. La red principal debe estar, por lo menos a 0,30 metros por debajo del nivel de piso. Además se debe colocar sus respectivas llaves de paso, de globo y contador.

Para alimentar todos los accesorios, se diseñó un solo circuito basado en el método de Hunter, que asigna a cada aparato sanitario un número de unidades de gasto determinado experimentalmente.

Para estimar la máxima demanda de agua de un edificio o sección de él. Debe tenerse en cuenta el tipo de servicio que prestarán los aparatos, si es público o privado.

3.1.5.4.3. Drenaje

La instalación sanitaria para el proyecto está orientada a la evacuación de aguas negras provenientes de los aparatos sanitarios. Para el diseño se determinó los diámetros necesarios para las descargas y pendiente necesarias para el traslado de las mismas. Se utilizó tubería para drenajes de PVC, por las ventajas que ofrece en instalaciones, manejo, fácil acceso, resistencia y durabilidad.

3.2. Estudio impacto ambiental inicial

En la tabla LVI se muestra el estudio de impacto ambiental inicial.

Tabla LVI. **Matriz de evaluación de impacto ambiental del diseño de alcantarillado sanitario y pluvial**

Valoración del Impacto			CALIDAD AMBIENTAL DEL MEDIO	ESTADO INICIAL												VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL			
				IMPORTANCIA						IMPACTO						MAGNITUD		CUANTITATIVA	
				ATRIBUTOS						NEGATIVO		POSITIVO				EX	MAG	IAI	IAF
				N	M	D	P	A	S	INI	INF	IPI	IPF	IPF	IPF				
NATURALEZA	MOMENTO	DURACIÓN	PERIODICIDAD	ACUMULACIÓN	SINERGIAS	E	EF	RV	RC	IMPORTANCIA NEGATIVA DEL IMPACTO INICIAL	IMPORTANCIA NEGATIVA DEL IMPACTO FINAL	IMPORTANCIA POSITIVA DEL IMPACTO INICIAL	IMPORTANCIA POSITIVA DEL IMPACTO FINAL	CANTIDAD O EXTENSIÓN	MAGNITUD	IMPACTO AMBIENTAL INICIAL	IMPACTO AMBIENTAL FINAL		
C	N	M	D	P	A	S	E	EF	RV	RC	INI	INF	IPI	IPF	EX	MAG	IAI	IAF	
Dimensión	Componente	Impacto	1-5	+	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	20-100	1-10	13-65	1-10	1-5	2-10	+1 a +10	+1 a +10	
DIMENSIÓN FÍSICA	GEOLOGÍA	Meteorización	3	-1	2	3	1	2	2	2	2	1	-40	-3		1	1	-2	-2
	GEOMORFOLOGÍA	Erosión	3	-1	4	4	4	4	3	2	3	2	-64	-6		2	5	-5	-5
		Modificación paisajística	2	-1	5	5	5	3	3	4	5	4	-85	-8		2	4	-6	-6
		Procesos de remoción en masa	3	-1	5	2	1	2	3	2	2	2	-45	-4		2	5	-4	-4
		Socavación	3	-1	4	2	3	3	5	3	1	1	-49	-4		2	5	-5	-4
		Estabilidad geotécnica	3	-1	3	3	3	1	3	4	3	1	-49	-4		2	5	-5	-4
		Deposición de sedimentos	3	-1	4	4	2	3	3	4	2	1	-55	-5		2	5	-5	-5
	SUELO	Cambio en las condiciones físico químicas del suelo	3	-1	3	5	2	4	4	5	5	-90	-9		2	5	-7	-7	
		Cambio de uso del suelo	3	-1	5	5	3	3	3	5	5	-88	-9		2	5	-7	-7	
	HIDROGEOLOGÍA	Afectación de la calidad de aguas subterráneas	1	-1	3	4	3	3	3	5	4	3	-70	-7		2	3	-5	-4
		Modificación del nivel freático	1	-1	1	1	1	3	2	1	1	1	-27	-2		2	3	-2	-2
	AIRE	Deterioro de la calidad del aire	2	-1	5	3	5	3	3	5	3	3	-66	-6		2	4	-5	-5
		Aumento en decibeles de ruido	2	-1	5	3	4	3	3	5	3	3	-65	-6		2	4	-5	-5
	RECURSO HÍDRICO	Alteración de la calidad del agua	3	-1	5	3	5	4	4	5	3	3	-71	-7		3	6	-6	-6
Disminución del recurso hídrico		2	-1	5	3	5	3	4	5	5	3	-75	-7		2	4	-6	-5	
Disminución en la capacidad de transporte		2	-1	4	3	1	4	4	5	3	3	-66	-6		2	4	-5	-5	
Alteración del cauce		2	-1	3	3	2	3	1	5	5	5	-69	-7		1	3	-5	-4	
BIÓTICA	ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS	Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola	3	-1	1	1	1	1	1	2	3	-31	-2		2	5	-4	-3	
		Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas	3	-1	1	3	2	3	1	1	2	3	-46	-4		2	5	-4	-4
	FLORA	Disminución de cobertura vegetal	4	-1	1	1	5	2	1	2	1	3	-35	-3		2	6	-4	-4
		Pérdida de biodiversidad	3	-1	2	2	1	1	3	1	1	1	-32	-2		2	5	-4	-3
	FAUNA	Cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre	3	-1	4	1	3	1	3	3	2	1	-36	-3		4	7	-5	-5
		Fragmentación del hábitat	3	-1	1	1	5	5	1	5	1	5	-52	-5		5	8	-6	-6
		Afectación de especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat)	3	-1	1	1	3	2	1	3	1	4	-38	-3		4	7	-5	-5
		Cambio sobre el componente demográfico	-1	4	3	3	3	3	3	3	3	3	-61	-6		4	8	-7	-7
SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	Demografía / Población	Cambio en la dinámica de empleo	1	1	3	4	2	1	5				32	4	4	8	6	6	
		Cambio en los ingresos de la población	1	5	3	4	3	3	5				44	6	3	6	6	6	
		Cambio en las actividades económicas	1	1	3	3	2	3	4				36	5	3	6	5	5	
	Procesos Económicos	Cambio económico por modificación uso del suelo	-1	1	4	2	4	1	5	3	3	-60	-6		3	6	-6	-6	
		Generación de expectativas sociales	-1	4	3	3	3	3	1	3	3	-59	-5		4	8	-7	-6	
		Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad	1	4	3	3	3	3	3				40	6	3	5	5	5	
	Procesos Sociopolíticos	Cambios en la seguridad pública	-1	3	3	1	3	1	3	2	2	-45	-4		4	7	-5	-5	
		Cambio en la prestación de servicios públicos y/o sociales	-1	5	3	3	2	2	4	3	3	-58	-5		3	6	-6	-5	
		Cambio en el acceso y movilidad	-1	5	3	5	3	4	4	3	2	-64	-6		4	8	-7	-7	
	Dimensión Espacial	Afectación a la salud pública	-1	5	3	1	3	1	3	2	2	-47	-4		3	6	-5	-5	
Desplazamiento involuntario de unidades familiares por compra de predio con		-1	5	4	4	2	2	5	4	3	-68	-6		5	10	-8	-8		
Dimensión Cultural	Pérdida, daño y/o afectación al patrimonio arqueológico	-1	5	5	1	1	1	2	5	5	-73	-7		2	4	-5	-5		

Fuente: elaboración propia.

3.3. Presupuesto

A continuación se presenta el presupuesto del proyecto.

3.3.1. Análisis de Tarifa

En la tabla LVII se muestra el análisis de tarifa.

Tabla LVII. Integración de precios unitarios núm. 1

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
1.00	Limpieza general de lugar	Unidad			
Cantidad	500.00	m2			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Alquiler de Chaperadoras	dia	4.00	125.00	500.00
2	asadones	unidad	10.00	35.00	350.00
3	carretas	unidad	5.00	250.00	1,250.00
4	palas	unidad	10.00	35.00	350.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					2,450.00
COSTO DE MATERIALES					
5	combustible super para chapeadoras	galon	10.00	24.00	240.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					240.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
6	Jefe de Grupo	Dia	2.00	175.00	350.00
	Caporal	Dia	6.00	125.00	750.00
	Ayudante	Dia	6.00	75.00	450.00
	Factor Ayudante		0%		0.00
7	Prestaciones		35%		542.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					2,092.50
TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					4,782.50
COSTO INDIRECTO					
8	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	1,673.88
Total Parcial:					6,456.38
9	IVA:	%	12.00%	1.00	769.77
COSTO INDIRECTO TOTAL					2,443.65
TOTAL:					7,226.15
PRECIO UNITARIO OFERTADO					14.45

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 134.

Tabla LVIII. Integración de precios unitarios núm. 2

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
2.00	Trazo de topografía	Unidad			
Cantidad	10.00	dia			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	alquiler de estacion total + prisma	dia	10.00	400.00	4,000.00
2	alquiler de nivel	dia	10.00	75.00	750.00
3	alquiler de instrumentos adicionales	dia	10.00	50.00	500.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					5,250.00
COSTO DE MATERIALES					
COSTO DE MATERIALES TOTAL					0.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
4	Topógrafo	Dia	10.00	200.00	2,000.00
5	Cadenero	Dia	20.00	100.00	2,000.00
	Factor Ayudante		0%		0.00
	Prestaciones		0%		0.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					4,000.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					9,250.00
COSTO INDIRECTO					
6	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	3,237.50
Total Parcial:					12,487.50
7	IVA:	%	12.00%	1.00	1,498.50
COSTO INDIRECTO TOTAL					4,736.00
TOTAL:					13,986.00
PRECIO UNITARIO OFERTADO					1,398.60

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 136.

Tabla LIX. Integración de precios unitarios núm. 3

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
3.00	Excavacion para zapatas	Unidad			
Cantidad	355.00	m3			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Retroexcavadora John Deere 310J	Hora	65.00	300.00	19,500.00
2	Camión de volteo de 12.00 mts3.	Día	2.00	1,400.00	2,800.00
3	carretillas de mano	unidad	2.00	250.00	500.00
4	piochas	unidad	4.00	85.00	340.00
5	palas	unidad	4.00	40.00	160.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					23,300.00
COSTO DE MATERIALES					
COSTO DE MATERIALES TOTAL					0.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
6	Jefe de Grupo	Día	6.00	175.00	1,050.00
7	Caporal	Día	18.00	125.00	2,250.00
8	Ayudante	Día	18.00	75.00	1,350.00
	Factor Ayudante		0%		0.00
9	Prestaciones		35%		1,627.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					6,277.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					29,577.50
COSTO INDIRECTO					
10	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	10,352.13
Total Parcial:					39,929.63
11	IVA:	%	12.00%	1.00	4,801.56
COSTO INDIRECTO TOTAL					15,153.69
TOTAL:					44,731.19
PRECIO UNITARIO OFERTADO					126.00

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 137.

Tabla LX. Integración de precios unitarios núm. 4

Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
4.00	Armado de zapatas y columnas + fundicion zapatas	Unidad			
Cantidad	32.00	unidad			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	botes plasticos 5 galones extraccion usos varios	unidad	10.00	15.00	150.00
2	Mezcladora de Concreto 1 saco	dia	12.00	300.00	3,600.00
3	Vibrador de concreto	dia	12.00	125.00	1,500.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					5,250.00
COSTO DE MATERIALES					
4	Cemento Tipo UGC	saco	600.00	78.00	46,800.00
5	Arena de río	m3	65.00	100.00	6,500.00
6	Alambre de amarre	lbs	250.00	6.50	1,625.00
7	Hierro No. 4	varilla	450.00	39.00	17,550.00
8	Pedrín	m3	60.00	200.00	12,000.00
9					
10					
COSTO DE MATERIALES TOTAL					84,475.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
11	Jefe de Grupo	Dia	10.00	250.00	2,500.00
12	Armado de zapatas y columnas + fundicion zapatas	unidad	32.00	250.00	8,000.00
13	Factor Ayudante		50%		5,250.00
14	Prestaciones		35%		3,675.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					19,425.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					109,150.00
COSTO INDIRECTO					
15	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	38,202.50
Total Parcial:					147,352.50
16	IVA:	%	12.00%	1.00	17,682.80
COSTO INDIRECTO TOTAL					55,885.30
TOTAL:					165,035.30
PRECIO UNITARIO OFERTADO					5,157.35

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 138.

Tabla LXI. Integración de precios unitarios núm. 5

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
5.00	Excavacion para cimiento corrido tipo cc-1	Unidad			
Cantidad	125.00	ml			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	carretillas de mano	unidad	2.00	250.00	500.00
2	piochas	unidad	4.00	85.00	340.00
3	palas	unidad	4.00	40.00	160.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					1,000.00
COSTO DE MATERIALES					
COSTO DE MATERIALES TOTAL					0.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
4	Excavacion para cimiento corrido tipo cc-1	ml	125.00	35.00	4,375.00
	Jefe de Grupo	Día	12.00	175.00	2,100.00
5	Factor Ayudante		50%		3,237.50
6	Prestaciones		35%		2,266.25
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					11,978.75
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					12,978.75
COSTO INDIRECTO					
7	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	4,542.56
Total Parcial:					17,521.31
8	IVA:	%	12.00%	1.00	2,103.56
COSTO INDIRECTO TOTAL					6,646.12
TOTAL:					19,624.87
PRECIO UNITARIO OFERTADO					157.00

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 138.

Tabla LXII. Integración de precios unitarios núm. 6

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
6.00	Armado de cimiento corrido + fundicion de cimiento co	Unidad			
Cantidad	130.00	ml			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	botes plasticos 5 galones extraccion usos varios	unidad	10.00	15.00	150.00
2	Mezcladora de Concreto 1 saco	dia	6.00	300.00	1,800.00
3	Vibrador de concreto	dia	6.00	125.00	750.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					2,700.00
COSTO DE MATERIALES					
4	Cemento Tipo UGC	saco	100.00	78.00	7,800.00
5	Arena de río	m3	10.00	100.00	1,000.00
6	Alambre de amarre	lbs	150.00	6.50	975.00
7	Hierro No. 2	varilla	75.00	11.00	825.00
8	Hierro No. 3	varilla	90.00	23.00	2,070.00
9	Pedrín	m3	9.00	200.00	1,800.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					14,470.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
8	Armado de cimiento corrido + fundicion de cimiento corrido	ml	130.00	50.00	6,500.00
9	Jefe de Grupo	Dia	5.00	175.00	875.00
10	Factor Ayudante		50%		3,687.50
11	Prestaciones		35%		2,581.25
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					13,643.75
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					30,813.75
COSTO INDIRECTO					
12	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	10,784.81
Total Parcial:					41,598.56
13	IVA:	%	12.00%	1.00	4,993.83
COSTO INDIRECTO TOTAL					15,778.64
TOTAL:					46,592.39
PRECIO UNITARIO OFERTADO					358.40

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 139.

Tabla LXIII. Integración de precios unitarios núm. 7

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
7.00	Armado y fundicion de columnas primer nivel	Unidad			
Cantidad	32.00	unidad			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	dia	6.00	300.00	1,800.00
2	Vibrador de concreto	dia	6.00	125.00	750.00
3	alquiler de cofres metalicos para fundicion columnas	mes	120.00	35.00	4,200.00
4	alquiler de puntales metalicos 4 m. largo	mes	250.00	8.00	2,000.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					8,750.00
COSTO DE MATERIALES					
4	Cemento Tipo UGC	saco	125.00	78.00	9,750.00
5	Arena de río	m3	13.00	100.00	1,300.00
6	Alambre de amarre	lbs	300.00	6.50	1,950.00
7	Hierro No. 3	varilla	275.00	23.00	6,325.00
8	Hierro No. 5	varilla	150.00	70.00	10,500.00
9	Piedrín	m3	12.00	200.00	2,400.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					32,225.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
10	Armado y fundicion de columnas primer nivel	unidad	32.00	350.00	11,200.00
11	Jefe de Grupo	Dia	6.00	175.00	1,050.00
12	Factor Ayudante		50%		6,125.00
13	Prestaciones		35%		4,287.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					22,662.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					63,637.50
COSTO INDIRECTO					
14	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	22,273.13
Total Parcial:					85,910.63
15	IVA:	%	12.00%	1.00	10,308.48
COSTO INDIRECTO TOTAL					32,581.61
TOTAL:					96,219.11
PRECIO UNITARIO OFERTADO					3,006.85

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 140.

Tabla LXIV. Integración de precios unitarios núm. 8

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
8.00	Armado y fundicion de vigas tipo 1 primer nivel	Unidad			
Cantidad	220.00	ml			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	dia	10.00	300.00	3,000.00
2	Vibrador de concreto	dia	10.00	125.00	1,250.00
3	alquiler de cofres metalicos para fundicion vigas	mes	140.00	35.00	4,900.00
4	alquiler de puntales metalicos 4 m. largo	mes	250.00	8.00	2,000.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					11,150.00
COSTO DE MATERIALES					
4	Cemento Tipo UGC	saco	260.00	78.00	20,280.00
5	Arena de río	m3	60.00	100.00	6,000.00
6	Alambre de amarre	lbs	500.00	6.50	3,250.00
7	Hierro No. 3	varilla	450.00	23.00	10,350.00
8	Hierro No. 5	varilla	195.00	70.00	13,650.00
9	Hierro No. 7	varilla	60.00	190.00	11,400.00
10	Pedrín	m3	24.00	200.00	4,800.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					69,730.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
11	Armado y fundicion de vigas tipo 1 primer nivel	ml	220.00	150.00	33,000.00
	Jefe de Grupo	Dia	10.00	175.00	1,750.00
12	Factor Ayudante		50%		17,375.00
13	Prestaciones		35%		12,162.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					64,287.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					145,167.50
COSTO INDIRECTO					
14	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	50,808.63
Total Parcial:					195,976.13
15	IVA:	%	12.00%	1.00	23,517.14
COSTO INDIRECTO TOTAL					74,325.77
TOTAL:					219,493.27
PRECIO UNITARIO OFERTADO					997.70

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 140.

Tabla LXV. Integración de precios unitarios núm. 9

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
9.00	Armado de losa tradicional entrepiso primer nivel	Unidad			
Cantidad	435.00	m2			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	dia	1.00	300.00	300.00
2	Vibrador de concreto	dia	1.00	125.00	125.00
3	alquiler de tarimas metalicas para fundicion losa	mes	200.00	35.00	7,000.00
4	alquiler de puntales metalicos 4 m. largo	mes	500.00	8.00	4,000.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					11,425.00
COSTO DE MATERIALES					
5	Cemento Tipo UGC	saco	500.00	78.00	39,000.00
6	Arena de río	m3	50.00	100.00	5,000.00
7	Alambre de amarre	lbs	400.00	6.50	2,600.00
8	Hierro No. 3	varilla	1,750.00	23.00	40,250.00
9	Pedrín	m3	50.00	200.00	10,000.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					96,850.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
10	Armado de losa tradicional entrepiso primer nivel	m2	435.00	150.00	65,250.00
	Jefe de Grupo	Dia	12.00	175.00	2,100.00
11	Factor Ayudante		50%		33,675.00
12	Prestaciones		35%		23,572.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					124,597.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					232,872.50
COSTO INDIRECTO					
13	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	81,505.38
Total Parcial:					314,377.88
14	IVA:	%	12.00%	1.00	37,733.35
COSTO INDIRECTO TOTAL					119,238.73
TOTAL:					352,111.23
PRECIO UNITARIO OFERTADO					809.45

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 141.

Tabla LXVI. Integración de precios unitarios núm. 10

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
10.00	Armado de columnas C - 2	Unidad			
Cantidad	10.00	Unidad			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	dia	3.00	300.00	900.00
2	Vibrador de concreto	dia	3.00	125.00	375.00
3	alquiler de madera 1' x 9' x 1 para fundicion columnas	mes	120.00	10.00	1,200.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					2,475.00
COSTO DE MATERIALES					
4	Cemento Tipo UGC	saco	10.00	78.00	780.00
5	Arena de río	m3	2.00	100.00	200.00
6	Alambre de amarre	lbs	20.00	6.50	130.00
7	Hierro No. 2	varilla	30.00	11.00	330.00
8	Hierro No. 3	varilla	30.00	23.00	690.00
9	Pedrín	m3	1.00	200.00	200.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					2,330.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
10	Armado de columnas C - 2	Unidad	10.00	350.00	3,500.00
11	Jefe de Grupo	Dia	3.00	175.00	525.00
12	Factor Ayudante		50%		2,012.50
13	Prestaciones		35%		1,408.75
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					7,446.25
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					12,251.25
COSTO INDIRECTO					
14	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	4,287.94
Total Parcial:					16,539.19
15	IVA:	%	12.00%	1.00	1,985.00
COSTO INDIRECTO TOTAL					6,272.94
TOTAL:					18,524.19
PRECIO UNITARIO OFERTADO					1,852.42

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 134.

Tabla LXVII. Integración de precios unitarios núm. 11

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
11.00	Levantado de muros primer nivel	Unidad			
Cantidad	355.00	m2			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	alquiler de andamio tipo torre	par	15.00	60.00	900.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					900.00
COSTO DE MATERIALES					
2	Cemento Tipo UGC	saco	125.00	78.00	9,750.00
3	Arena de río	m3	15.00	100.00	1,500.00
4	Hierro No. 3	varilla	90.00	23.00	2,070.00
5	block 25 kg .14 x 19 x 39	unidad	4,500.00	4.20	18,900.00
6	Alambre de amarre	lbs	20.00	6.50	130.00
	Hierro No. 2	varilla	50.00	11.00	550.00
	Piedrín	m3	3.00	200.00	600.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					33,500.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
7	Levantado de muros primer nivel	m2	355.00	75.00	26,625.00
8	Jefe de Grupo	Día	17.00	175.00	2,975.00
9	Factor Ayudante		50%		14,800.00
10	Prestaciones		35%		10,360.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					54,760.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					89,160.00
COSTO INDIRECTO					
11	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	31,206.00
Total Parcial:					120,366.00
12	IVA:	%	12.00%	1.00	14,443.92
COSTO INDIRECTO TOTAL					45,649.92
TOTAL:					134,809.92
PRECIO UNITARIO OFERTADO					379.75

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 142.

Tabla LXVIII. Integración de precios unitarios núm. 12

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
12.00	Armado y fundicion de modulo de gradas para segundo	Unidad			
Cantidad	2.00	unidad			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	dia	2.00	300.00	600.00
2	Vibrador de concreto	dia	2.00	125.00	250.00
3	compra de madera 1' x 9' x 1 para fundicion gradas	mes	30.00	45.00	1,350.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					2,200.00
COSTO DE MATERIALES					
4	Cemento Tipo UGC	saco	50.00	78.00	3,900.00
5	Arena de río	m3	5.00	100.00	500.00
6	Alambre de amarre	lbs	25.00	6.50	162.50
7	Hierro No. 3	varilla	90.00	23.00	2,070.00
8	Hierro No. 4	varilla	40.00	39.00	1,560.00
9	Pedrín	m3	5.00	200.00	1,000.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					9,192.50
COSTO DE MANO DE OBRA					
10	Armado y fundicion de modulo de gradas para segundo nivel	unidad	2.00	3,500.00	7,000.00
11	Jefe de Grupo	Dia	3.00	175.00	525.00
12	Factor Ayudante		50%		3,762.50
13	Prestaciones		35%		2,633.75
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					13,921.25
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					25,313.75
COSTO INDIRECTO					
14	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	8,859.81
Total Parcial:					34,173.56
15	IVA:	%	12.00%	1.00	4,100.83
COSTO INDIRECTO TOTAL					12,960.64
TOTAL:					38,274.39
PRECIO UNITARIO OFERTADO					19,137.20

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 143.

Tabla LXIX. Integración de precios unitarios núm. 13

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
13.00	Armado y fundicion de columnas segundo nivel	Unidad			
Cantidad	28.00	unidad			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	dia	5.00	300.00	1,500.00
2	Vibrador de concreto	dia	5.00	125.00	625.00
3	alquiler de cofres metalicos para fundicion columnas	mes	120.00	35.00	4,200.00
4	alquiler de puntales metalicos 4 m. largo	mes	250.00	8.00	2,000.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					8,325.00
COSTO DE MATERIALES					
4	Cemento Tipo UGC	saco	90.00	78.00	7,020.00
5	Arena de río	m3	9.00	100.00	900.00
6	Alambre de amarre	lbs	150.00	6.50	975.00
7	Hierro No. 3	varilla	150.00	23.00	3,450.00
8	Hierro No. 5	varilla	75.00	70.00	5,250.00
9	Piedrín	m3	8.00	200.00	1,600.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					19,195.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
10	Armado y fundicion de columnas segundo nivel	unidad	28.00	250.00	7,000.00
11	Jefe de Grupo	Dia	12.00	175.00	2,100.00
12	Factor Ayudante		50%		4,550.00
13	Prestaciones		35%		3,185.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					16,835.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					44,355.00
COSTO INDIRECTO					
14	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	15,524.25
Total Parcial:					59,879.25
15	IVA:	%	12.00%	1.00	7,185.01
COSTO INDIRECTO TOTAL					22,709.26
TOTAL:					67,064.26
PRECIO UNITARIO OFERTADO					2,395.15

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 134.

Tabla LXX. Integración de precios unitarios núm. 14

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
14.00	Armado y fundicion de vigas tipo 1 segundo nivel	Unidad			
Cantidad	220.00	ml			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	dia	10.00	300.00	3,000.00
2	Vibrador de concreto	dia	10.00	125.00	1,250.00
3	alquiler de cofres metalicos para fundicion vigas	mes	140.00	35.00	4,900.00
4	alquiler de puntales metalicos 4 m. largo	mes	250.00	8.00	2,000.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					11,150.00
COSTO DE MATERIALES					
4	Cemento Tipo UGC	saco	260.00	78.00	20,280.00
5	Arena de río	m3	60.00	100.00	6,000.00
6	Alambre de amarre	lbs	500.00	6.50	3,250.00
7	Hierro No. 3	varilla	450.00	23.00	10,350.00
8	Hierro No. 5	varilla	195.00	70.00	13,650.00
9	Hierro No. 7	varilla	60.00	190.00	11,400.00
10	Pedrín	m3	24.00	200.00	4,800.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					69,730.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
11	Armado y fundicion de vigas tipo 1 segundo nivel	ml	220.00	150.00	33,000.00
	Jefe de Grupo	Dia	12.00	175.00	2,100.00
12	Factor Ayudante		50%		17,550.00
13	Prestaciones		35%		12,285.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					64,935.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					145,815.00
COSTO INDIRECTO					
14	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	51,035.25
Total Parcial:					196,850.25
15	IVA:	%	12.00%	1.00	23,622.03
COSTO INDIRECTO TOTAL					74,657.28
TOTAL:					220,472.28
PRECIO UNITARIO OFERTADO					1,002.15

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 145.

Tabla LXXI. Integración de precios unitarios núm.15

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
15.00	Armado de losa tradicional entrepiso segundo nivel	Unidad			
Cantidad	435.00	m2			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Mezcladora de Concreto 1 saco	dia	1.00	300.00	300.00
2	Vibrador de concreto	dia	1.00	125.00	125.00
3	alquiler de tarimas metalicas para fundicion losa	mes	200.00	35.00	7,000.00
4	alquiler de puntales metalicos 4 m. largo	mes	500.00	8.00	4,000.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					11,425.00
COSTO DE MATERIALES					
5	Cemento Tipo UGC	saco	500.00	78.00	39,000.00
6	Arena de río	m3	50.00	100.00	5,000.00
7	Alambre de amarre	lbs	400.00	6.50	2,600.00
8	Hierro No. 3	varilla	1,750.00	23.00	40,250.00
9	Piedrín	m3	50.00	200.00	10,000.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					96,850.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
10	Armado de losa tradicional entrepiso segundo nivel	m2	435.00	175.00	76,125.00
11	Jefe de Grupo	Dia	12.00	175.00	2,100.00
12	Factor Ayudante		50%		39,112.50
13	Prestaciones		35%		27,378.75
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					144,716.25
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					252,991.25
COSTO INDIRECTO					
14	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	88,546.94
Total Parcial:					341,538.19
15	IVA:	%	12.00%	1.00	40,980.58
COSTO INDIRECTO TOTAL					129,527.52
TOTAL:					382,518.77
PRECIO UNITARIO OFERTADO					879.35

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 146.

Tabla LXXII. Integración de precios unitarios núm. 16

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
16.00	Levantado de muros segundo nivel	Unidad			
Cantidad	170.00	m2			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	alquiler de andamio tipo torre	par	15.00	60.00	900.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					900.00
COSTO DE MATERIALES					
2	Cemento Tipo UGC	saco	60.00	78.00	4,680.00
3	Arena de río	m3	9.00	100.00	900.00
4	Hierro No. 3	varilla	50.00	23.00	1,150.00
5	block 25 kg .14 x 19 x 39	unidad	2,100.00	4.20	8,820.00
6	Alambre de amarre	lbs	10.00	6.50	65.00
7	Hierro No. 2	varilla	30.00	11.00	330.00
8	Piedrín	m3	3.00	200.00	600.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					16,545.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
9	Levantado de muros segundo nivel	m2	170.00	75.00	12,750.00
10	Jefe de Grupo	Dia	12.00	175.00	2,100.00
11	Factor Ayudante		50%		7,425.00
12	Prestaciones		35%		5,197.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					27,472.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					44,917.50
COSTO INDIRECTO					
13	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	15,721.13
Total Parcial:					60,638.63
14	IVA:	%	12.00%	1.00	7,276.64
COSTO INDIRECTO TOTAL					22,997.77
TOTAL:					67,915.27
PRECIO UNITARIO OFERTADO					399.50

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 147.

Tabla LXXIII. Integración de precios unitarios núm. 17

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
17.00	Repello + cernido en cielo y paredes general		Unidad		
Cantidad	880.00		m2		
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	alquiler de andamio tipo torre	par	25.00	60.00	1,500.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					1,500.00
COSTO DE MATERIALES					
2	Cemento Tipo UGC	saco	225.00	78.00	17,550.00
3	Cal hidratada	saco	120.00	35.00	4,200.00
4	Arena de río	m3	26.00	100.00	2,600.00
5	Arena blanca	m3	14.00	180.00	2,520.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					26,870.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
6	Repello + cernido en cielo y paredes general	m2	880.00	40.00	35,200.00
7	Jefe de Grupo	Día	24.00	175.00	4,200.00
8	Factor Ayudante		50%		19,700.00
9	Prestaciones		35%		13,790.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					72,890.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					101,260.00
COSTO INDIRECTO					
10	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	35,441.00
Total Parcial:					136,701.00
11	IVA:	%	12.00%	1.00	16,416.12
COSTO INDIRECTO TOTAL					51,857.12
TOTAL:					153,117.12
PRECIO UNITARIO OFERTADO					174.00

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 148.

Tabla LXXIV. Integración de precios unitarios núm. 18

Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
18.00	Tallado de columnas, repello + cernido	Unidad			
Cantidad	680.00	ml			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	alquiler de andamio tipo torre	par	10.00	60.00	600.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					600.00
COSTO DE MATERIALES					
1	Cemento Tipo UGC	saco	50.00	78.00	3,900.00
2	Cal hidratada	saco	20.00	35.00	700.00
3	Arena de río	m3	7.00	100.00	700.00
4	Arena blanca	m3	5.00	180.00	900.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					6,200.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
5	Tallado de columnas, repello + cernido	ml	680.00	15.00	10,200.00
	Jefe de Grupo	Día	10.00	175.00	1,750.00
6	Factor Ayudante		50%		5,975.00
7	Prestaciones		35%		4,182.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					22,107.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					28,907.50
COSTO INDIRECTO					
8	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	10,117.63
Total Parcial:					39,025.13
9	IVA:	%	12.00%	1.00	4,698.02
COSTO INDIRECTO TOTAL					14,815.65
TOTAL:					43,723.15
PRECIO UNITARIO OFERTADO					64.30

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 148.

Tabla LXXV. Integración de precios unitarios núm. 19

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
19.00	Tallado de vigas, repello + alisado	Unidad			
Cantidad	1,355.00	ml			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	alquiler de andamio tipo torre	par	10.00	60.00	600.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					600.00
COSTO DE MATERIALES					
1	Cemento Tipo UGC	saco	75.00	78.00	5,850.00
2	Cal hidratada	saco	50.00	35.00	1,750.00
3	Arena de río	m3	9.00	100.00	900.00
4	Arena blanca	m3	6.00	180.00	1,080.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					9,580.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
5	Tallado de vigas, repello + alisado	ml	1,355.00	10.00	13,550.00
6	Jefe de Grupo	Dia	16.00	175.00	2,800.00
7	Factor Ayudante		50%		8,175.00
8	Prestaciones		35%		5,722.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					30,247.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					40,427.50
COSTO INDIRECTO					
9	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	14,149.63
Total Parcial:					54,577.13
10	IVA:	%	12.00%	1.00	6,539.26
COSTO INDIRECTO TOTAL					20,688.89
TOTAL:					61,116.39
PRECIO UNITARIO OFERTADO					45.10

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 149.

Tabla LXXVI. Integración de precios unitarios núm. 20

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
20.00	Instalacion de red agua potable	Unidad			
Cantidad	40.00	unidad			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					0.00
COSTO DE MATERIALES					
1	Accesorios PVC 1/2"	unidad	60.00	2.00	120.00
	Accesorios PVC 1"	unidad	70.00	5.00	350.00
2	Tubo liso PVC 315 PSI SDR 1/2"	unidad	16.00	21.00	336.00
3	Tubo liso PVC 250 PSI SDR 3/4"	unidad	5.00	28.00	140.00
4	Tubo liso PVC 250 PSI SDR 1"	unidad	22.00	40.00	880.00
5	Pegamento para PVC frio seco	galon	2.00	500.00	1,000.00
6	chorros bronce 1/2"	unidad	10.00	40.00	400.00
7	contrallaves 1/2"	unidad	24.00	35.00	840.00
8	llaves para lavamanos 1/2"	unidad	18.00	250.00	4,500.00
9	mangueras sanitaria para contrallave 1/2"	unidad	24.00	22.00	528.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					9,094.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
10	Instalacion de red agua potable	unidad	75.00	100.00	7,500.00
11	Jefe de Grupo	Dia	6.00	175.00	1,050.00
12	Factor Ayudante		50%		4,275.00
13	Prestaciones		35%		2,992.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					15,817.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					24,911.50
COSTO INDIRECTO					
14	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	8,719.03
Total Parcial:					33,630.53
15	IVA:	%	12.00%	1.00	4,035.66
COSTO INDIRECTO TOTAL					12,754.69
TOTAL:					37,666.19
PRECIO UNITARIO OFERTADO					941.65

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 150.

Tabla LXXVII. Integración de precios unitarios núm. 21

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
21.00	Instalacion de red de drenajes aguas negras	Unidad			
Cantidad	36.00	unidad			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					0.00
COSTO DE MATERIALES					
1	Accesorios PVC 2" drenaje	unidad	64.00	10.00	640.00
2	Accesorios PVC 3" drenaje	unidad	40.00	15.00	600.00
3	Accesorios PVC 4" drenaje	unidad	2.00	20.00	40.00
4	Tubo liso PVC 2" ASTM 3034	unidad	10.00	80.00	800.00
5	Tubo liso PVC 3" ASTM 3034	unidad	6.00	125.00	750.00
7	Tubo liso PVC 4" ASTM 3034	unidad	4.00	150.00	600.00
8	Pegamento para PVC frio seco	1/2 galon	4.00	275.00	1,100.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					4,530.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
12	Instalacion de red de drenajes aguas negras	unidad	36.00	90.00	3,240.00
13	Jefe de Grupo	Dia	10.00	175.00	1,750.00
13	Factor Ayudante		50%		2,495.00
14	Prestaciones		35%		1,746.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					9,231.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					13,761.50
COSTO INDIRECTO					
15	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	4,816.53
Total Parcial:					18,578.03
16	IVA:	%	12.00%	1.00	2,229.86
COSTO INDIRECTO TOTAL					7,046.39
TOTAL:					20,807.89
PRECIO UNITARIO OFERTADO					578.00

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 151.

Tabla LXXVIII. Integración de precios unitarios núm. 22

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
22.00	Construccion de cajas para drenajes	Unidad			
Cantidad	13.00		unidad		
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					0.00
COSTO DE MATERIALES					
1	ladrillo tayuyo 6.5 x 11 x 23 cm	unidad	1,100.00	2.50	2,750.00
2	Cemento Tipo UGC	saco	30.00	78.00	2,340.00
3	Arena de río	m3	4.00	100.00	400.00
4	Cal hidratada	saco	5.00	35.00	175.00
5	Hierro No. 3	varilla	25.00	23.00	575.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					6,240.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
6	Construccion de cajas para drenajes	unidad	13.00	400.00	5,200.00
7	Jefe de Grupo	Dia	12.00	175.00	2,100.00
8	Factor Ayudante		50%		3,650.00
9	Prestaciones		35%		2,555.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					13,505.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					19,745.00
COSTO INDIRECTO					
10	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	6,910.75
Total Parcial:					26,655.75
11	IVA:	%	12.00%	1.00	3,198.69
COSTO INDIRECTO TOTAL					10,109.44
TOTAL:					29,854.44
PRECIO UNITARIO OFERTADO					2,296.50

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 155.

Tabla LXXIX. Integración de precios unitarios núm. 23

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
23.00	Bajadas de agua pluvial 4"	Unidad			
Cantidad	6.00	unidad			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					0.00
COSTO DE MATERIALES					
1	Tubo liso PVC 4" ASTM 3034	unidad	8.00	150.00	1,200.00
2	Pegamento para PVC frio seco	galon	1.00	500.00	500.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					1,700.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
3	Bajadas de agua pluvial 4"	unidad	6.00	400.00	2,400.00
5	Jefe de Grupo	Dia	5.00	175.00	875.00
6	Factor Ayudante		50%		1,637.50
7	Prestaciones		35%		1,146.25
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					6,058.75
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					7,758.75
COSTO INDIRECTO					
8	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	2,715.56
Total Parcial:					10,474.31
9	IVA:	%	12.00%	1.00	1,256.87
COSTO INDIRECTO TOTAL					3,972.43
TOTAL:					11,731.18
PRECIO UNITARIO OFERTADO					1,955.20

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 156.

Tabla LXXX. Integración de precios unitarios núm. 24

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
24.00	Excavacion e instalacion tuberia de red de drenajes	Unidad			
Cantidad	80.00	ml			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					0.00
COSTO DE MATERIALES					
1	Tubo liso PVC 4" ASTM 3034	unidad	10.00	150.00	1,500.00
2	Tubo liso PVC 6" ASTM 3034	unidad	3.00	210.00	630.00
3	Pegamento para PVC frio seco	1/2 galon	1.00	275.00	275.00
4	Wipe	libra	5.00	5.00	25.00
5	Thiner	galon	4.00	75.00	300.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					2,730.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
6	Excavacion e instalacion tuberia de red de drenajes	ml	80.00	75.00	6,000.00
7	Jefe de Grupo	Dia	6.00	175.00	1,050.00
8	Factor Ayudante		50%		3,525.00
9	Prestaciones		35%		2,467.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					13,042.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					15,772.50
COSTO INDIRECTO					
10	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	5,520.38
Total Parcial:					21,292.88
11	IVA:	%	12.00%	1.00	2,555.15
COSTO INDIRECTO TOTAL					8,075.53
TOTAL:					23,848.03
PRECIO UNITARIO OFERTADO					298.10

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 157.

Tabla LXXXI. Integración de precios unitarios núm. 25

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
25.00	Fundicion de base para piso ceramico primer nivel	Unidad			
Cantidad	435.00	m2			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	alquiler de arrastres metalicos 2" x 2"	mes	30.00	15.00	450.00
2	sujetadores para arrastres	mes	40.00	5.00	200.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					650.00
COSTO DE MATERIALES					
3	Cemento Tipo UGC	saco	250.00	78.00	19,500.00
4	Arena de río	m3	25.00	100.00	2,500.00
5	Pedrín	m3	25.00	200.00	5,000.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					27,000.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
6	Fundicion de base para piso ceramico primer nivel	m2	435.00	25.00	10,875.00
7	nivelacion de terreno para fundicion base	m2	435.00	25.00	10,875.00
8	extraccion de material para nivelacion	m3	30.00	50.00	1,500.00
9	Jefe de Grupo	Dia	9.00	175.00	1,575.00
10	Factor Ayudante		50%		12,412.50
11	Prestaciones		35%		8,688.75
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					45,926.25
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					73,576.25
COSTO INDIRECTO					
12	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	25,751.69
Total Parcial:					99,327.94
13	IVA:	%	12.00%	1.00	11,921.35
COSTO INDIRECTO TOTAL					37,673.04
TOTAL:					111,249.29
PRECIO UNITARIO OFERTADO					255.75

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 158.

Tabla LXXXII. Integración de precios unitarios núm. 26

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
26.00	Fundicion de mezclon nivelador de segundo nivel	Unidad			
Cantidad	435.00	m2			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					0.00
COSTO DE MATERIALES					
1	Cemento Tipo UGC	saco	125.00	78.00	9,750.00
2	Arena de río	m3	15.00	100.00	1,500.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					11,250.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
3	Fundicion de mezclon nivelador de segundo nivel	m2	435.00	20.00	8,700.00
4	Jefe de Grupo	Dia	12.00	175.00	2,100.00
5	Factor Ayudante		50%		5,400.00
6	Prestaciones		35%		3,780.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					19,980.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					31,230.00
COSTO INDIRECTO					
7	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	10,930.50
Total Parcial:					42,160.50
8	IVA:	%	12.00%	1.00	5,055.26
COSTO INDIRECTO TOTAL					15,985.76
TOTAL:					47,215.76
PRECIO UNITARIO OFERTADO					108.54

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 159.

Tabla LXXXIII. Integración de precios unitarios núm. 27

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
27.00	Instalacion de piso ceramico ambos niveles	Unidad			
Cantidad	870.00	m2			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	Planchas metalicas para pegar azulejo y ceramicos	unidad	8.00	25.00	200.00
2	Mazos de hule para pegado de azulejo y ceramicos	unidad	8.00	16.00	128.00
3	hule mazillador para sisa	unidad	8.00	10.00	80.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					408.00
COSTO DE MATERIALES					
4	Piso cerámico	m2	870.00	125.00	108,750.00
5	Peganix y estuco	m2	870.00	25.00	21,750.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					130,500.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
6	Instalacion de piso ceramico ambos niveles	m2	870.00	30.00	26,100.00
7	Jefe de Grupo	Dia	18.00	175.00	3,150.00
8	Factor Ayudante		50%		14,625.00
9	Prestaciones		35%		10,237.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					54,112.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					185,020.50
COSTO INDIRECTO					
10	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	64,757.18
Total Parcial:					249,777.68
11	IVA:	%	12.00%	1.00	29,973.32
COSTO INDIRECTO TOTAL					94,730.50
TOTAL:					279,751.00
PRECIO UNITARIO OFERTADO					321.55

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 160.

Tabla LXXXIV. Integración de precios unitarios núm. 28

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
28.00	Instalacion de sanitarios, lavamanos y mingitorios	Unidad			
Cantidad	32.00	unidad			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					0.00
COSTO DE MATERIALES					
1	Mingitorios china	unidad	2.00	1,200.00	2,400.00
2	lavamanos china	unidad	16.00	500.00	8,000.00
3	sanitarios china	unidad	14.00	900.00	12,600.00
4	silicon blanco	unidad	20.00	35.00	700.00
5	kit de accesorios para montaje de mingitoio y lavamanos	unidad	20.00	36.00	720.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					24,420.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
6	Instalacion de sanitarios, lavamanos y mingitorios	unidad	32.00	75.00	2,400.00
7	Jefe de Grupo	Dia	5.00	175.00	875.00
8	Factor Ayudante		50%		1,637.50
9	Prestaciones		35%		1,146.25
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					6,058.75
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					30,478.75
COSTO INDIRECTO					
10	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	10,667.56
Total Parcial:					41,146.31
11	IVA:	%	12.00%	1.00	4,936.86
COSTO INDIRECTO TOTAL					15,604.42
TOTAL:					46,083.17
PRECIO UNITARIO OFERTADO					1,440.10

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 161.

Tabla LXXXVI. Integración de precios unitarios núm. 30

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
30.00	Instalacion Electrica	Unidad			
Cantidad	161.00	unidad			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					
					0.00
COSTO DE MATERIALES					
1	cajas hexagonales plasticas	unidad	70.00	4.50	315.00
2	cajas rectangulaes plasticas	unidad	90.00	3.50	315.00
3	tubo liso pvc 3/4" electrico	unidad	140.00	15.00	2,100.00
4	vueltas pvc 3/4" electrico	unidad	150.00	2.00	300.00
5	manguera flexible 3/4"	ml	400.00	4.50	1,800.00
6	manguera flexible 1"	ml	20.00	7.00	140.00
7	panel para tubo florescente 4 en 1 todo incluido	unidad	60.00	550.00	33,000.00
8	interruptore simple 110 v	unidad	25.00	11.00	275.00
9	tomacorriente 110 v	unidad	60.00	16.00	960.00
10	tomacorriente 220 v	unidad	2.00	50.00	100.00
11	calble aw g cal. 12	ml	2,000.00	3.50	7,000.00
12	calble aw g cal. 10	ml	500.00	4.75	2,375.00
13	calble aw g cal. 8	ml	100.00	6.50	650.00
14	flipon 50 A	unidad	10.00	24.00	240.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					49,570.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
15	Instalacion Electrica	unidad	161.00	85.00	13,685.00
16	Jefe de Grupo	Dia	9.00	175.00	1,575.00
17	Factor Ayudante		50%		7,630.00
18	Prestaciones		35%		5,341.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					28,231.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					
					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					77,801.00
COSTO INDIRECTO					
19	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	27,230.35
Total Parcial:					105,031.35
20	IVA:	%	12.00%	1.00	12,603.76
COSTO INDIRECTO TOTAL					39,834.11
TOTAL:					117,635.11
PRECIO UNITARIO OFERTADO					730.65

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 163.

Tabla LXXXVII. Integración de precios unitarios núm. 31

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
31.00	instalacion de ventanas	Unidad			
Cantidad	1.00	global			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					0.00
COSTO DE MATERIALES					
COSTO DE MATERIALES TOTAL					0.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
1	instalacion de ventanas 1.40 x 4.70 perimetro edificio	unidad	18.00	4,500.00	81,000.00
2	instalacion de ventanas 0.40 x 2.30 sanitario	unidad	6.00	800.00	4,800.00
3	instalacion de ventanas 1.20 x 1.50 oficinas segundo nivel	unidad	8.00	1,500.00	12,000.00
4	Jefe de Grupo	Dia	8.00	175.00	1,400.00
5	Factor Ayudante		0%		0.00
6	Prestaciones		0%		0.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					99,200.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					99,200.00
COSTO INDIRECTO					
7	administrativos-fianzas-utilidad	%	20.00%	1.00	19,840.00
Total Parcial:					119,040.00
8	IVA:	%	0.00%	1.00	0.00
COSTO INDIRECTO TOTAL					19,840.00
TOTAL:					119,040.00
PRECIO UNITARIO OFERTADO					119,040.00

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 164.

Tabla LXXXVIII. Integración de precios unitarios núm. 32

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
32.00	instalacion de puertas	Unidad			
Cantidad	1.00	global			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					0.00
COSTO DE MATERIALES					
COSTO DE MATERIALES TOTAL					0.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
1	instalacion de puertas pvc para sanitarios	unidad	4.00	2,400.00	9,600.00
2	instalacion de puerta combinada de ingreso	m2	25.00	1,200.00	30,000.00
3	instalacion de puertas pvc para oficinas segundo nivel	unidad	4.00	4,500.00	18,000.00
4	Jefe de Grupo	Dia	8.00	175.00	1,400.00
2	Factor Ayudante		0%		0.00
3	Prestaciones		0%		0.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					59,000.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					59,000.00
COSTO INDIRECTO					
4	administrativos-fianzas-utilidad	%	20.00%	1.00	11,800.00
Total Parcial:					70,800.00
5	IVA:	%	0.00%	1.00	0.00
COSTO INDIRECTO TOTAL					11,800.00
TOTAL:					70,800.00
PRECIO UNITARIO OFERTADO					70,800.00

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 165.

Tabla LXXXIX. Integración de precios unitarios núm. 33

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0	PROYECTO:			
Dirección:	0	CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
Datos del renglón					
33.00	instalacion de pasamanos metalico en gradas y entre	Unidad			
Cantidad	42.00	ml			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	alquiler de soldadora 200 amp	dia	2.00	250.00	500.00
2	alquiler de compresor 2 hp	dia	2.00	200.00	400.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					900.00
COSTO DE MATERIALES					
	tubo cuadrado 1 1/2" x 1 1/2" x 1/16"	unidad	50.00	125.00	6,250.00
	platina 1 1/2" x 1/16"	unidad	20.00	35.00	700.00
	pasamanos de madera para montar 2" x 2" palo blanco	pie	140.00	15.00	2,100.00
	tornillos 1 1/2"	ciento	5.00	20.00	100.00
	tarugos 1/4"	ciento	4.00	15.00	60.00
	electrodo	lbs	25.00	15.00	375.00
	Galon de pintura aceite	galon	10.00	125.00	1,250.00
	solvente natural	galon	4.00	75.00	300.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					11,135.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
1	Jefe de Grupo	Dia	8.00	175.00	1,400.00
2	Herrero	Dia	8.00	200.00	1,600.00
3	Pintor	Dia	3.00	150.00	450.00
4	Caporal	Dia	8.00	125.00	1,000.00
2	Factor Ayudante		50%		2,225.00
3	Prestaciones		35%		1,557.50
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					8,232.50
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					20,267.50
COSTO INDIRECTO					
4	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	7,093.63
Total Parcial:					27,361.13
5	IVA:	%	12.00%	1.00	3,288.34
COSTO INDIRECTO TOTAL					10,381.97
TOTAL:					30,649.47
PRECIO UNITARIO OFERTADO					729.75

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 166.

Tabla XC. Integración de precios unitarios núm. 34

CUADRO DE INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLON					
Datos del Oferente					
Oferente:	0		PROYECTO:		
Dirección:	0		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		
Datos del renglón					
34.00	fundicion de banqueta contorno edificio	Unidad			
Cantidad	90.00	m2			
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Precio Total (Q)
COSTOS DIRECTOS					
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
1	alquiler de arrastres metalicos 2" x 2"	mes	20.00	15.00	300.00
2	sujetadores para arrastres	mes	30.00	5.00	150.00
COSTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA TOTAL					450.00
COSTO DE MATERIALES					
3	Cemento Tipo UGC	saco	90.00	78.00	7,020.00
4	Arena de río	m3	9.00	100.00	900.00
5	Piedrín	m3	9.00	200.00	1,800.00
COSTO DE MATERIALES TOTAL					9,720.00
COSTO DE MANO DE OBRA					
6	fundicion de banqueta contorno edificio	m2	90.00	25.00	2,250.00
7	nivelacion de terreno para fundicion base	m2	90.00	25.00	2,250.00
8	extraccion de material para nivelacion	m3	30.00	50.00	1,500.00
9	tallado de banqueta cernido rallado	m2	90.00	15.00	1,350.00
10	Jefe de Grupo	Dia	6.00	175.00	1,050.00
10	Factor Ayudante		50%		4,200.00
11	Prestaciones		35%		2,940.00
COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL					15,540.00
OTROS COSTOS DIRECTOS					
OTROS COSTOS DIRECTOS TOTAL					0.00
COSTO DIRECTO TOTAL (equipo-materiales-mano de obra-otros):					25,710.00
COSTO INDIRECTO					
12	administrativos-fianzas-utilidad	%	35.00%	1.00	8,998.50
Total Parcial:					34,708.50
13	IVA:	%	12.00%	1.00	4,167.02
COSTO INDIRECTO TOTAL					13,165.52
TOTAL:					38,875.52
PRECIO UNITARIO OFERTADO					431.95

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 166.

3.3.2. Presupuesto general del proyecto

A continuación en la tabla XCI se presenta el presupuesto general del proyecto.

Tabla XCI. Integración de renglones

CUADRO DE INTEGRACION DE RENGLONES					
Datos del Oferente					
Oferente:		PROYECTO:			
Dirección:		CONSTRUCCION DE EDIFICIO MUNICIPAL, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
REGLÓ N No.	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
1.0	Limpieza general de lugar	m2	500.00	Q 14.45	Q 7,225.00
2.0	Trazo de topografía	día	10.00	Q 1,398.60	Q 13,986.00
3.0	Excavacion para zapatas	m3	355.00	Q 126.00	Q 44,730.00
4.0	Armado de zapatas y columnas + fundicion zapatas	unidad	32.00	Q 5,157.35	Q 165,035.20
5.0	Excavacion para cimiento corrido tipo cc-1	ml	125.00	Q 157.00	Q 19,625.00
6.0	Armado de cimiento corrido + fundicion de cimiento corrido	ml	130.00	Q 358.40	Q 46,592.00
7.0	Armado y fundicion de columnas primer nivel	unidad	32.00	Q 3,006.85	Q 96,219.20
8.0	Armado y fundicion de vigas tipo 1 primer nivel	ml	220.00	Q 997.70	Q 219,494.00
9.0	Armado de losa tradicional entrepiso primer nivel	m2	435.00	Q 809.45	Q 352,110.75
10.0	Armado de columnas C - 2	Unidad	10.00	Q 1,852.42	Q 18,524.20
11.0	Levantado de muros primer nivel	m2	355.00	Q 379.75	Q 134,811.25
12.0	Armado y fundicion de modulo de gradas para segundo nivel	unidad	2.00	Q 19,137.20	Q 38,274.40
13.0	Armado y fundicion de columnas segundo nivel	unidad	28.00	Q 2,395.15	Q 67,064.20
14.0	Armado y fundicion de vigas tipo 1 segundo nivel	ml	220.00	Q 1,002.15	Q 220,473.00
15.0	Armado de losa tradicional entrepiso segundo nivel	m2	435.00	Q 879.35	Q 382,517.25
16.0	Levantado de muros segundo nivel	m2	170.00	Q 399.50	Q 67,915.00
17.0	Repello + cernido en cielo y paredes general	m2	880.00	Q 174.00	Q 153,120.00
18.0	Tallado de columnas, repello + cernido	ml	680.00	Q 64.30	Q 43,724.00
19.0	Tallado de vigas, repello + alisado	ml	1355.00	Q 45.10	Q 61,110.50
20.0	Instalacion de red agua potable	unidad	40.00	Q 941.65	Q 37,666.00
21.0	Instalacion de red de drenajes aguas negras	unidad	36.00	Q 578.00	Q 20,808.00
22.0	Construccion de cajas para drenajes	unidad	13.00	Q 2,296.50	Q 29,854.50
23.0	Bajadas de agua pluvial 4"	unidad	6.00	Q 1,955.20	Q 11,731.20
24.0	Excavacion e instalacion tuberia de red de drenajes	ml	80.00	Q 298.10	Q 23,848.00
25.0	Fundicion de base para piso ceramico primer nivel	m2	435.00	Q 255.75	Q 111,251.25
26.0	Fundicion de mezcilon nivelador de segundo nivel	m2	435.00	Q 108.54	Q 47,214.90
27.0	Instalacion de piso ceramico ambos niveles	m2	870.00	Q 321.55	Q 279,748.50
28.0	Instalacion de sanitarios, lavamanos y mingitorios	unidad	32.00	Q 1,440.10	Q 46,083.20
29.0	Instalacion divisiones tablayeso segundo nivel	m2	260.00	Q 280.50	Q 72,930.00
30.0	Instalacion Electrica	unidad	161.00	Q 730.65	Q 117,634.65
31.0	instalacion de ventanas	global	1.00	Q119,040.00	Q 119,040.00
32.0	instalacion de puertas	global	1.00	Q 70,800.00	Q 70,800.00
33.0	instalacion de pasamanos metalico en gradas y entrepiso	ml	42.00	Q 729.75	Q 30,649.50
34.0	fundicion de banqueta contorno edificio	m2	90.00	Q 431.95	Q 38,875.50
GRAN TOTAL OFERTADO				Q	3,210,686.15

Fuente: CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. p. 170.

CONCLUSIONES

1. La realización y ejecución del proyecto de drenaje sanitario beneficiará a la Aldea La Libertad de múltiples maneras, de las cuales se pueden mencionar: la eliminación de focos de contaminación y proliferación de enfermedades y se mejorará la condición de infraestructura en la Aldea.
2. Se diseñó un sistema de drenaje separativo, ya que las instituciones que invierten en este tipo de proyectos no autorizan la construcción de sistemas combinados. Asimismo, este tipo de sistema mejora la condición de tratamiento de aguas.
3. La realización y ejecución del proyecto del edificio con salón municipal y oficinas de usos múltiples beneficiará a la aldea Santa Rosa, ya que el salón tendrá la utilidad para uso de oficinas que benefician administrativamente y en gestión de actividades de orden en la comunidad.
4. El Ejercicio Profesional Supervisado permite aplicar directamente los conocimientos adquiridos durante la formación académica, en la propuesta de solución de problemas reales que se presentan frecuentemente en áreas urbanas y rurales, otorgando así experiencia, madurez y criterio.

RECOMENDACIONES

1. El drenaje sanitario mantendrá su función de forma óptima, teniendo en orden la supervisión de nuevas conexiones domiciliarias.
2. El drenaje pluvial es factible únicamente si se implementa la pavimentación de las calles.
3. Una vez finalizada la construcción de dichos proyectos, se debe brindar el mantenimiento de limpieza, supervisión y cuidado correspondiente, con el objetivo de obtener obras que lleguen a tener larga vida útil.
4. En la realización y construcción del edificio se deberá garantizar la supervisión de los trabajos, por parte de un profesional durante el proceso de construcción.
5. Si hay retrasos en la ejecución de la obra se recomienda revisar los presupuestos porque los costos varían por el costo mano de obra.
6. Utilizar los materiales de construcción con las calidades establecidas en las especificaciones y los planos, y que el ejecutor sea calificado para realizar un trabajo de óptima calidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. AJPO, Comité del *American Concrete Institute*. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05)*. Michigan: Farmington Hills. 2010. 194 p.
2. AJPOP JUAREZ, Carlos Antonio. *Diseño de Edificación Escolar de Dos Niveles para la Escuela Oficial Urbana Mixta y Puente Vehicular en el Sector I, Barrio Chuisiguan, San Francisco El Alto, Totonicapán*. Facultad de Ing. Universidad de San Carlos de Guatemala. 211 p.
3. CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 135. p.
4. CHOW, Ven Te. *Hidrología Aplicada*. 4a ed. México: McGraw-Hill, 1994. 584. p.
5. COMPORT, Brendan E.; THORNTON, Cristopher. *Hydraulic efficiency of grate and curb inlets for urban storm drainage*. *Journal of Hydraulic Engineering*, October 2012, vol. 138, No. 10 pp. 878-884.

6. CONTRERAS ÁLVAREZ, Ismael. *Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial de las colonias Monte Carlo y Las Brisas I Y II, del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 71. p.
7. HINDMAN, Paul. *Obras accesorias drenaje pluvial*. Perú: UNI, 2007. 150. p.
8. NILSON, Arthur H. *Diseño de Estructuras de Concreto duodecimaedicion*. México: McGraw-Hill. 1994. 210 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Planos de drenaje sanitario de La Liberta, Santo Tomas Milpas Altas

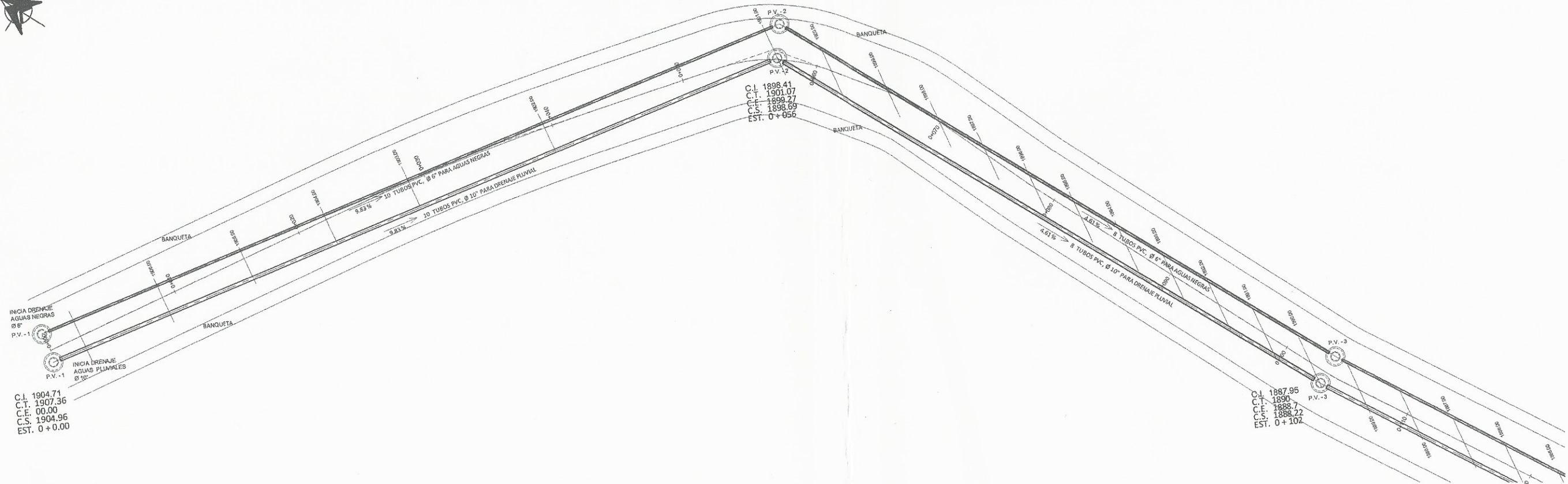
- Listado de planos del drenaje sanitario
 - Plano de tramo 0+00 a 0+100
 - Plano de tramo 0+100 a 0+200
 - Plano de tramo 0+200 a 0+300
 - Plano de tramo 0+300 a 0+400
 - Plano de tramo 0+400 a 0+440

Apéndice 2. Planos de drenaje del salón municipal y construcción de oficinas para alcaldía auxiliar y usos múltiples en la aldea Santa Rosa

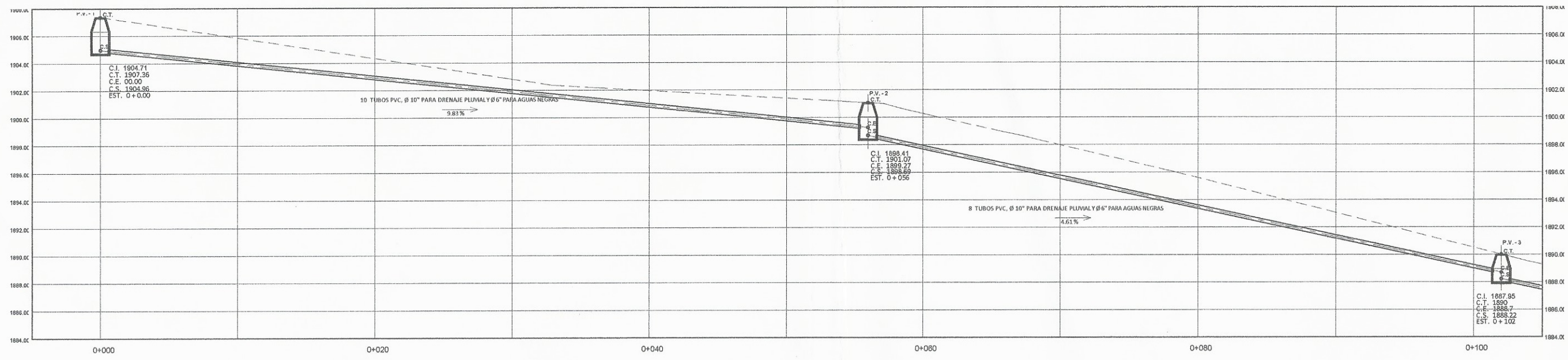
- Listado de planos de edificio
 - Plano de urbanización
 - Plano de planta acotada primer nivel
 - Plano de planta acotada segundo nivel
 - Plano de cimentación y refuerzo primer nivel
 - Plano de cimentación y refuerzo primer nivel
 - Plano de detalle de muro
 - Plano de detalle de zapata y muro
 - Plano de estructura y detalles eje 3
 - Plano de estructura y detalles eje C
 - Plano de estructura de techo losa tradicional

- Plano de estructura de entepiso losa tradicional
- Plano de detalle de instalación hidráulica
- Plano de detalle de instalación de drenaje
- Plano de instalación eléctrica primer nivel
- Plano de instalación eléctrica primer nivel
- Plano de instalación de iluminación primer nivel
- Plano de instalación de iluminación primer nivel

Fuente: elaboración propia.



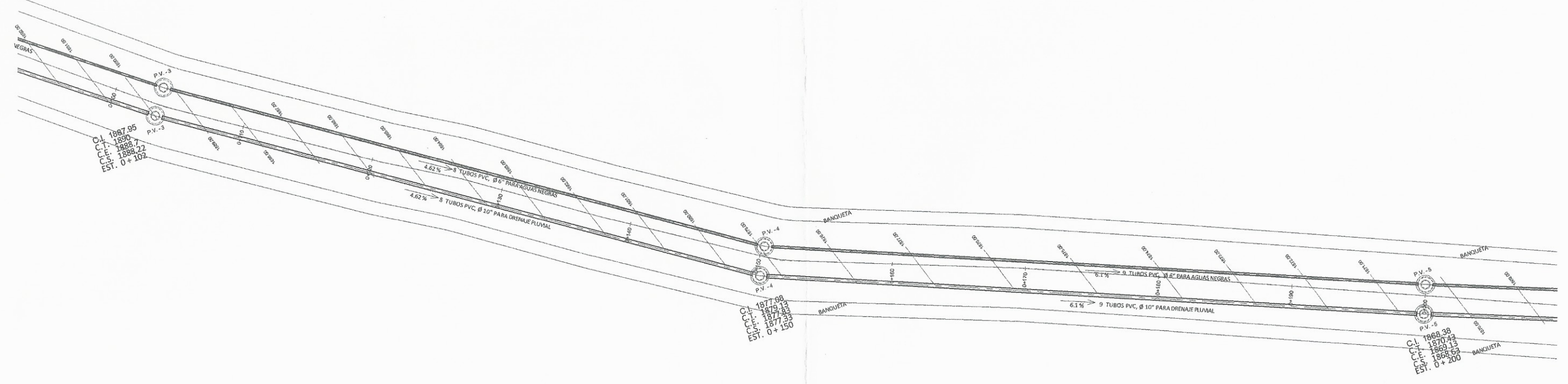
PLANTA DE DRENAJE TRAMO 0+000 A 0+100 ESCALA 1 / 150



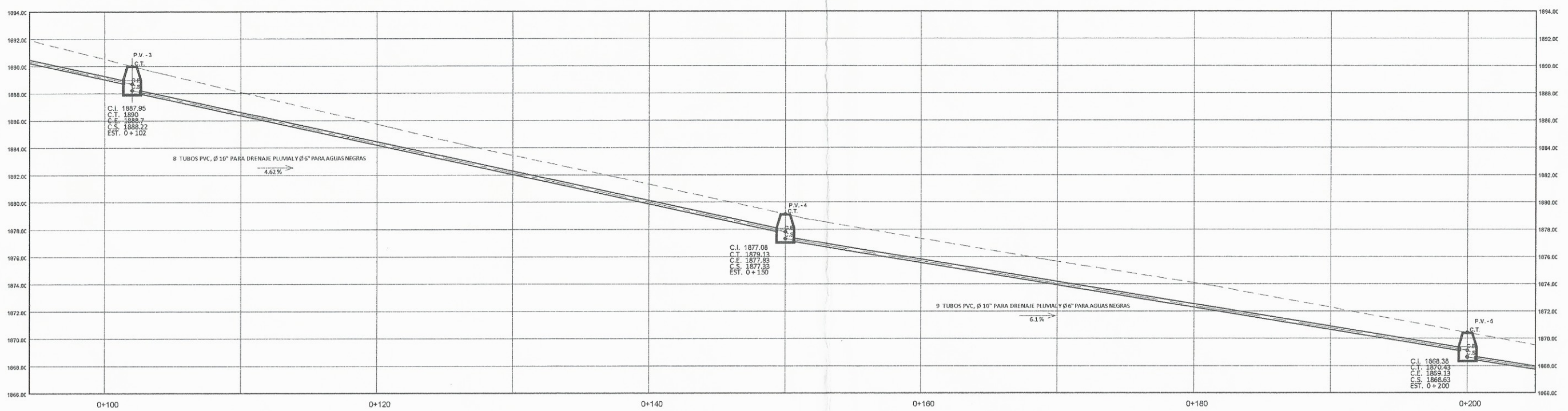
SECCION DE DRENAJE TRAMO 0+000 A 0+100 ESCALA 1 / 150

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
TRABAJO DE GRADUACION		Asesor Supervisor de EPS
DISEÑO DE ALCANTARILLADO		Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS
UBICACION DE PROYECTO: LA LIBERTAD, MLPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ		
NOMBRE: ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO		
CARNET: 2011-13833		
ESCALA: INDICADA	FECHA: AÑO 2016	FIRMA PROPRIETARIO

HOJA: 6

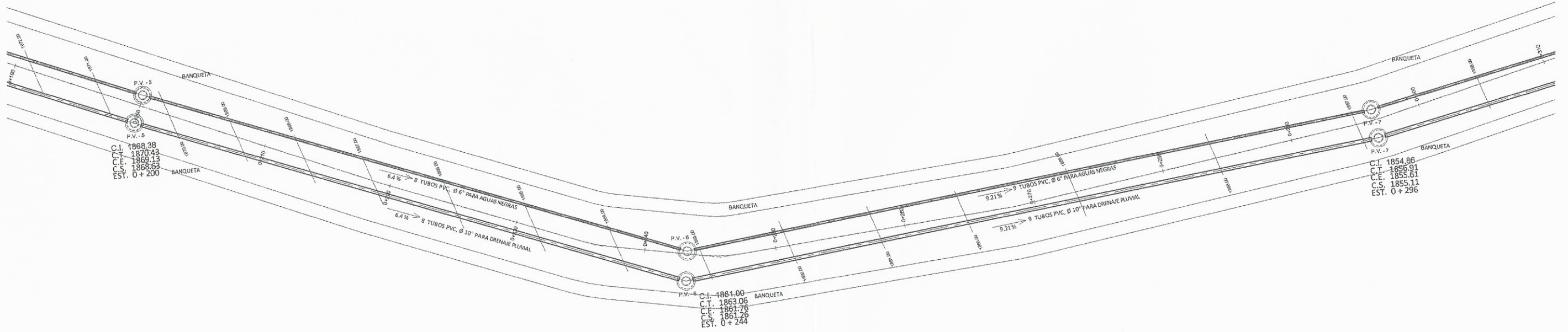


PLANTA DE DRENAJE TRAMO 0+100 A 0+200
ESCALA 1/150

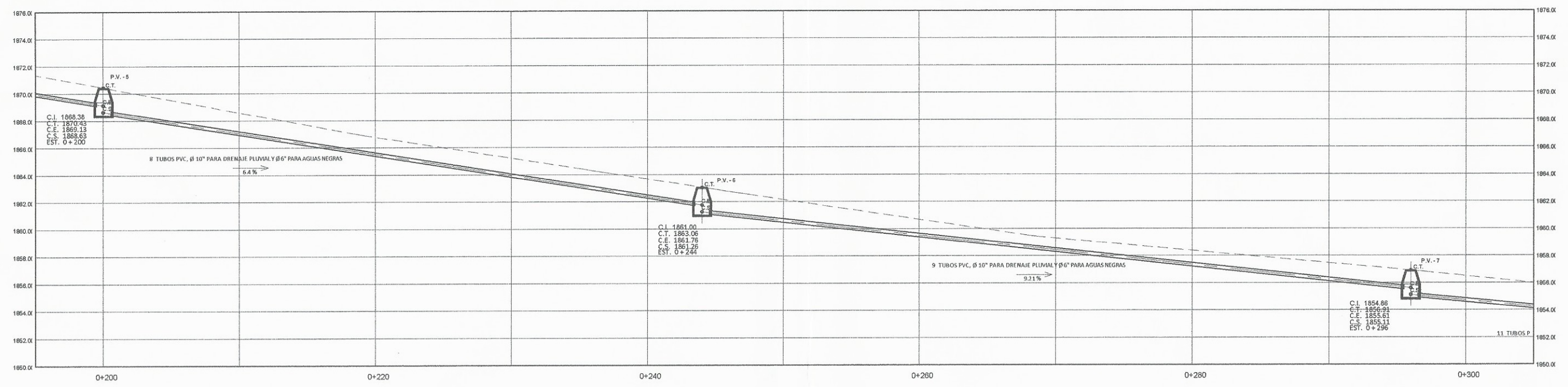


SECCION DE DRENAJE TRAMO 0+100 A 0+200
ESCALA 1/150

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
CURSO		TRABAJO DE GRADUACION E.P.S.	
NOMBRE		ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO	
FECHA		AÑO 2016	
ESCALA		INDICADA	
UBICACION DE PROYECTO		LA LIBERTAD, MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ	
DISEÑO DE ALCAANTARILLADO			
ASESOR SUPERVISOR E.P.S.			
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS			



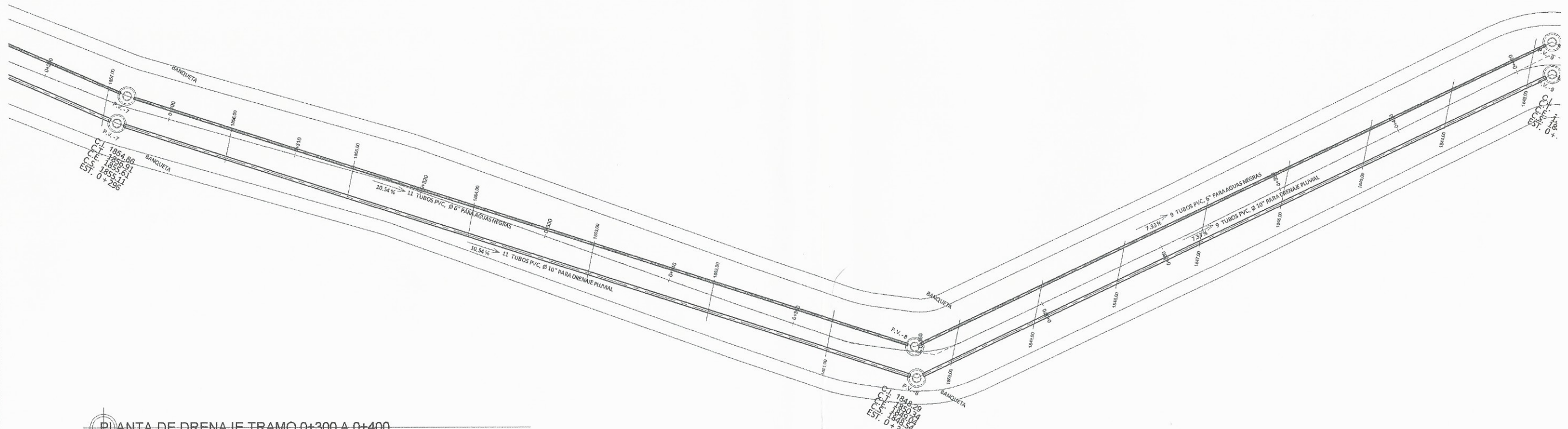
PLANTA DE DRENAJE TRAMO 0+200 A 0+300
ESCALA 1 / 150



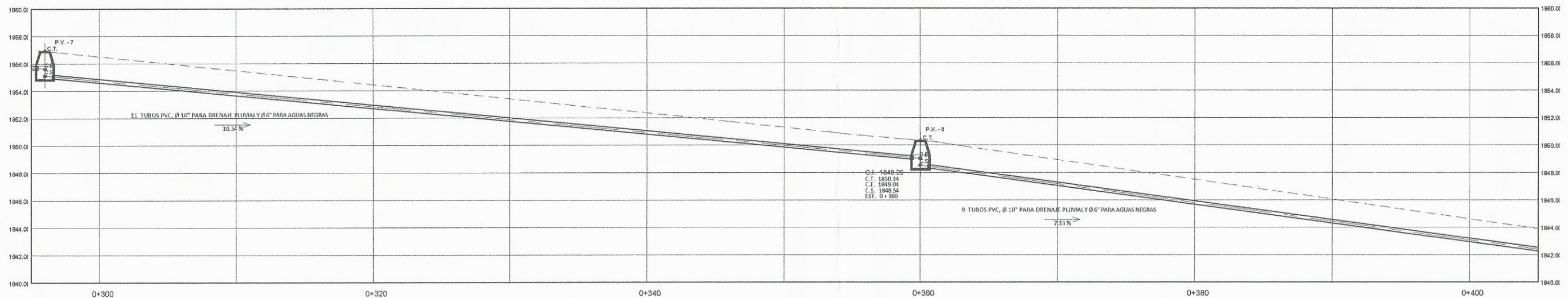
SECCION DE DRENAJE TRAMO 0+200 A 0+300
ESCALA 1 / 150

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
CURSO	TRABAJO DE GRADUACION E.P.S.	
NOIA	DIRECCION GENERAL DE OBRAS	
UBICACION DE PROYECTO	LA LIBERTAD, MLPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ	
NOMBRE	SEÑOR - SUPERVISOR DE OBRAS	
CARNET	ADRIANA JOSE PIVARAL MONTECINO	
ESCALA	INDICADA	FECHA: AÑO 2016

6

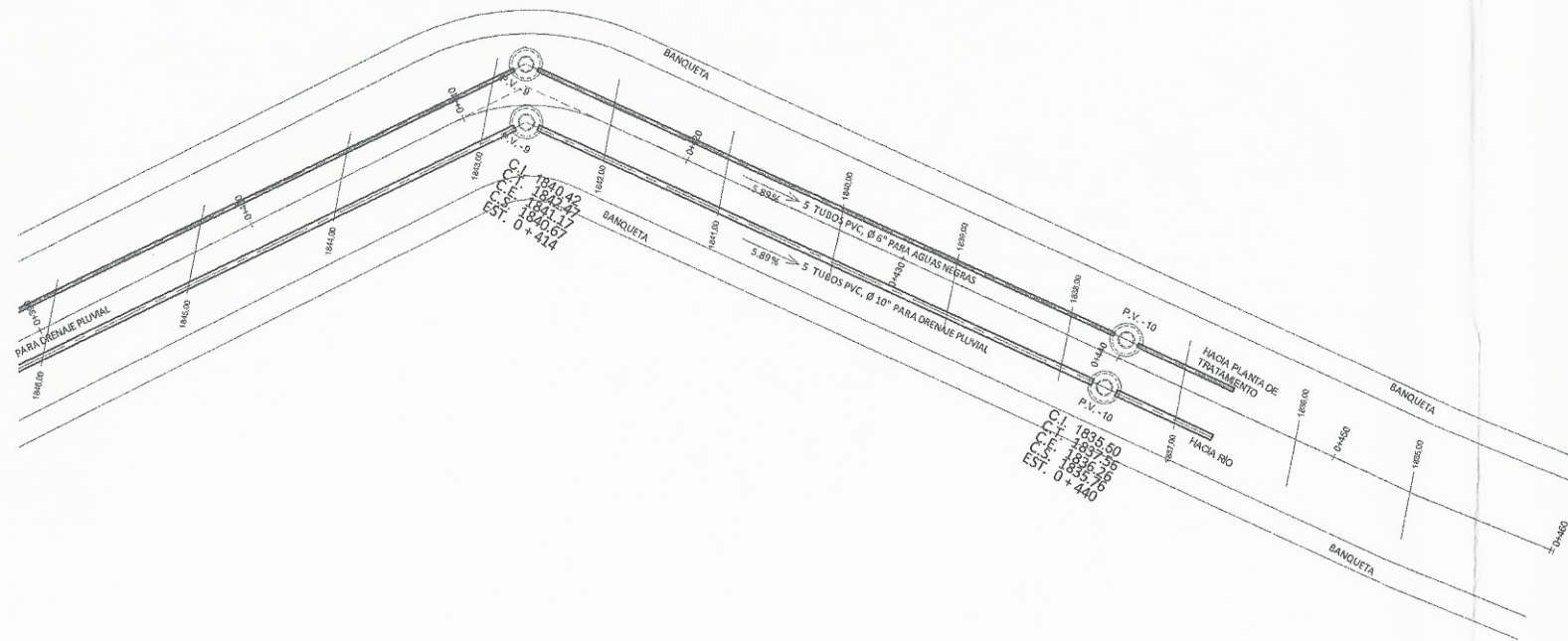


PLANTA DE DRENAJE TRAMO 0+300 A 0+400 ESCALA 1 / 150

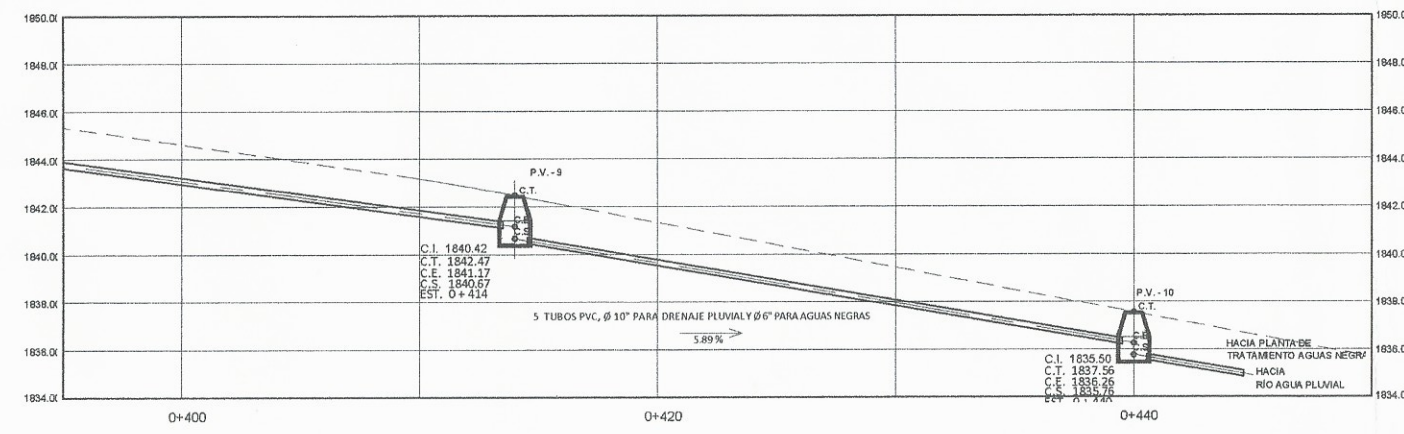


SECCION DE DRENAJE TRAMO 0+300 A 0+400 ESCALA 1 / 150

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
CURSO:	TRABAJO DE GRADUACION E.P.S.	
REGIA:	DISEÑO DE ALCANTARILLADO	
UBICACION DE PROYECTO:	LA LIBERTAD, MIPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ	
NOMBRE:	ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO	
CARNET:	2011-13633	
ESCALA:	INDICADA	
FECHA:	AÑO 2016	



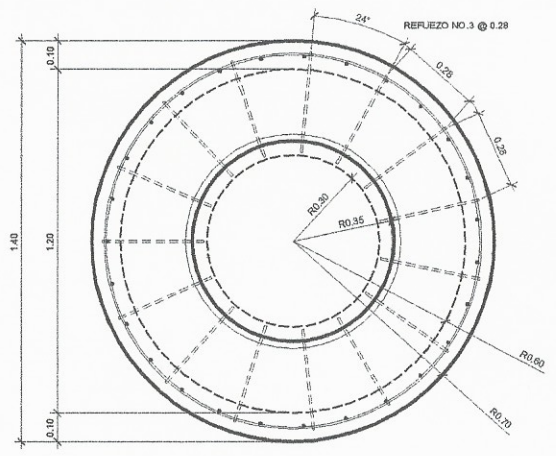
PLANTA DE DRENAJE TRAMO 0+400 A 0+440 ESCALA 1 / 150



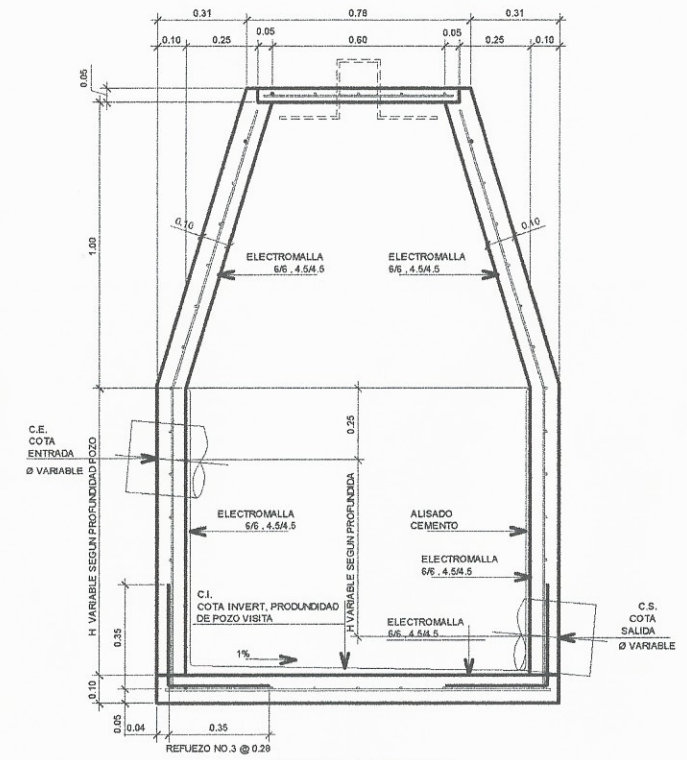
SECCION DE DRENAJE TRAMO 0+400 A 0+440 ESCALA 1 / 150

INFORMACION DE POZO VISITA					
POZO VISITA	C.T. COTA TERRENO	C.E. COTA ENTRADA	C.S. COTA SALIDA	C.I. COTA INVERT	UBICACIÓN EST.
1	1907.36		1904.96	1904.71	0+000.00
2	1901.07	1899.27	1898.69	1898.41	0+056.00
3	1890.00	1888.70	1888.22	1887.95	0+102.00
4	1879.13	1877.83	1877.33	1877.08	0+150.00
5	1870.43	1869.13	1868.63	1868.38	0+200.00
6	1863.06	1861.76	1861.26	1861.00	0+244.00
7	1856.91	1855.61	1855.11	1854.86	0+296.00
8	1850.34	1849.04	1848.54	1848.29	0+360.00
9	1842.47	1841.17	1840.67	1840.42	0+414.00
10	1837.56	1836.26	1835.76	1835.50	0+440.00

PENDIENTE POR TRAMOS					
DE POZO	A POZO	Dv	Dh	%	CANTIDAD TUBOS
1	2	5.70	56.00	9.83%	10.00
2	3	9.99	46.00	4.61%	8.00
3	4	10.39	48.00	4.62%	8.00
4	5	8.20	50.00	6.10%	9.00
5	6	6.88	44.00	6.40%	8.00
6	7	5.64	52.00	9.21%	9.00
7	8	6.07	64.00	10.54%	11.00
8	9	7.37	54.00	7.33%	9.00
9	10	4.41	26.00	5.89%	5.00



PLANTA POZO ESCALA 1 / 12.5



SECCION POZO ESCALA 1 / 12.5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CURSO: TRABAJO DE GRADUACION EN INGENIERIA CIVIL

NOIA: DISEÑO DE ALCANTARILLADO

ASesor: Ing. Mónica Arriola

UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS

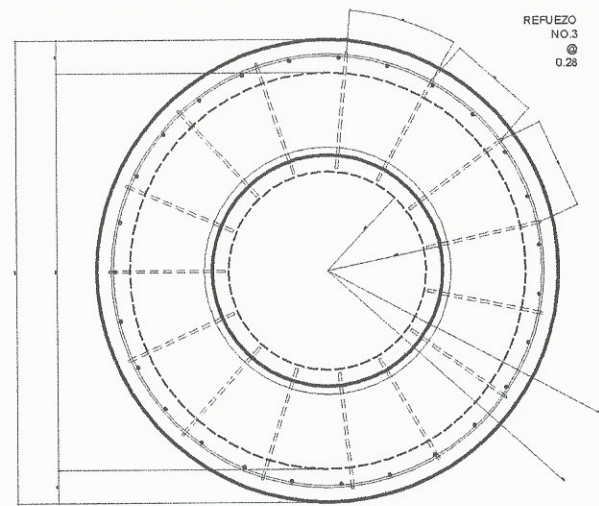
UBICACION DE PROYECTO: LA LIBERTAD, MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ

PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO

FECHA: 2011-13833

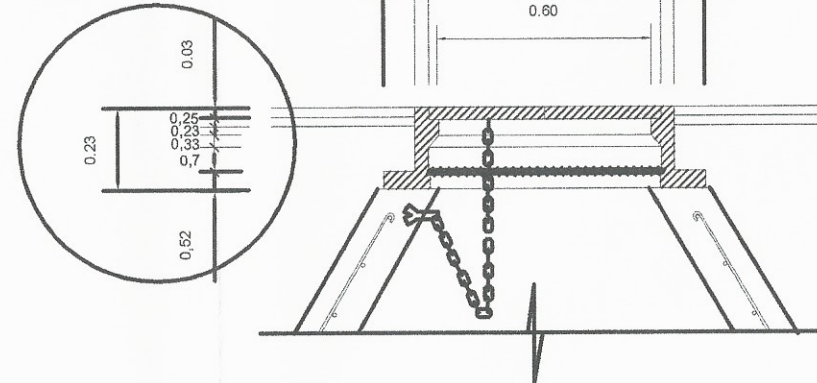
INDICADA AÑO 2016

6



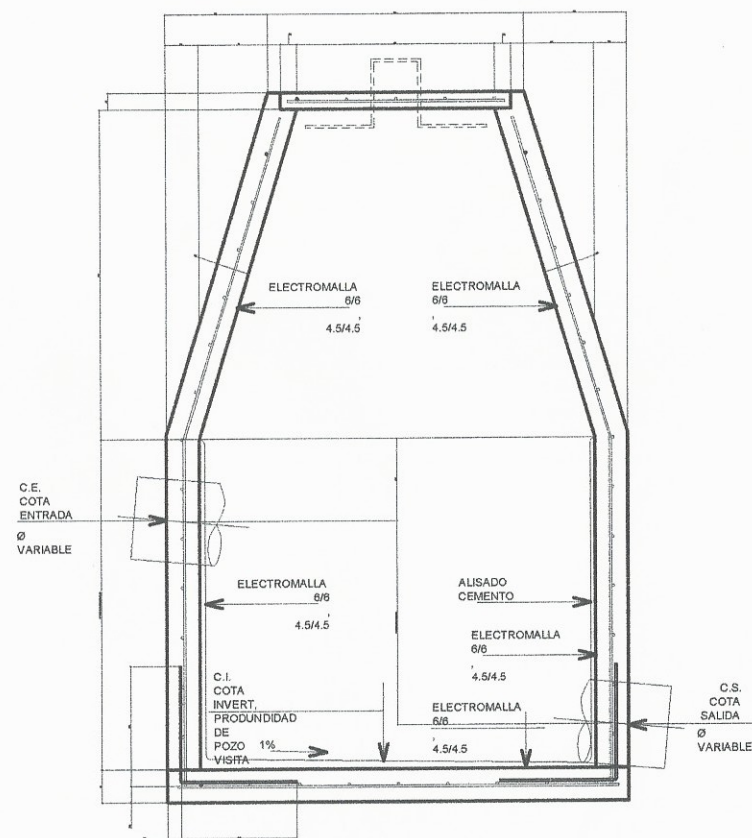
PLANTA
POZO
ESCALA 1/12.5

TAPADERA DE HIERRO
FUNDIDO PARA 12 TON.
FABRICADAS POR "HASA"
NOTA:
VERIFICAR DIMENSIONES CON
EL FABRICANTE

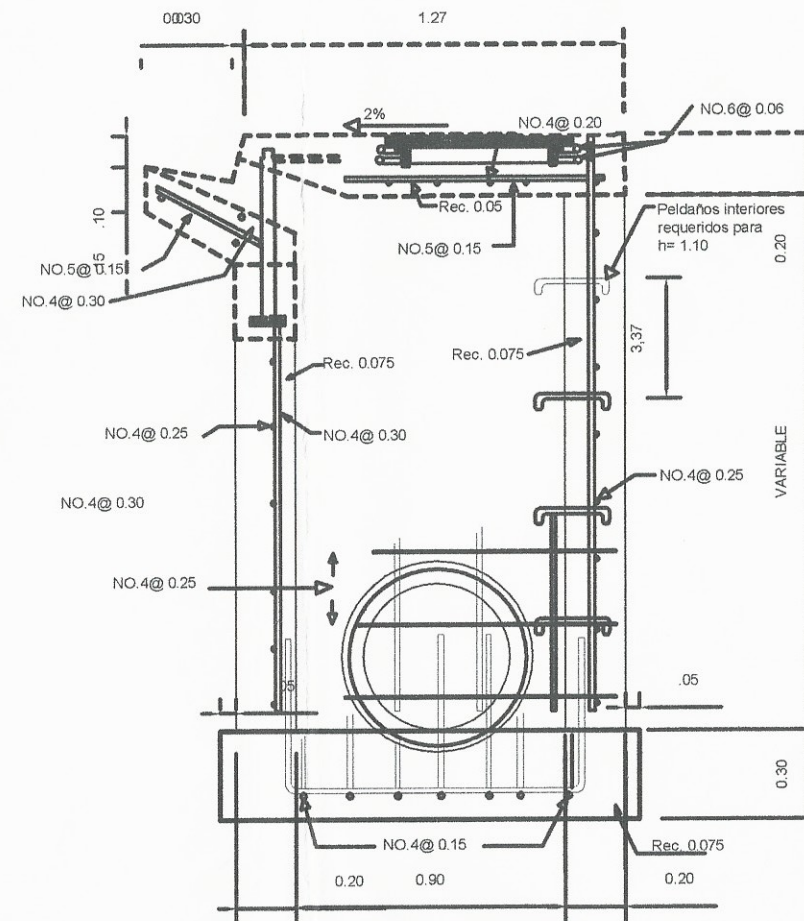


DETALLE DE TAPADERA DE METAL DE POZOS MUNICIPALES

ESCALA: 1/16



SECCION
POZO
ESCALA 1/12.5



SECCION A-A'

ESCALA: 1/20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CURSO DE GRADUACION EN INGENIERIA CIVIL
DISEÑO DE ACQUEDUCTOS Y SUPERVISOR DE EPS

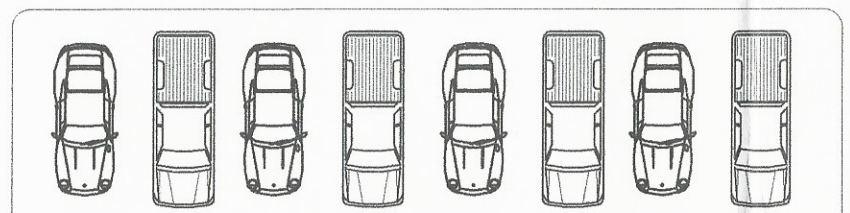
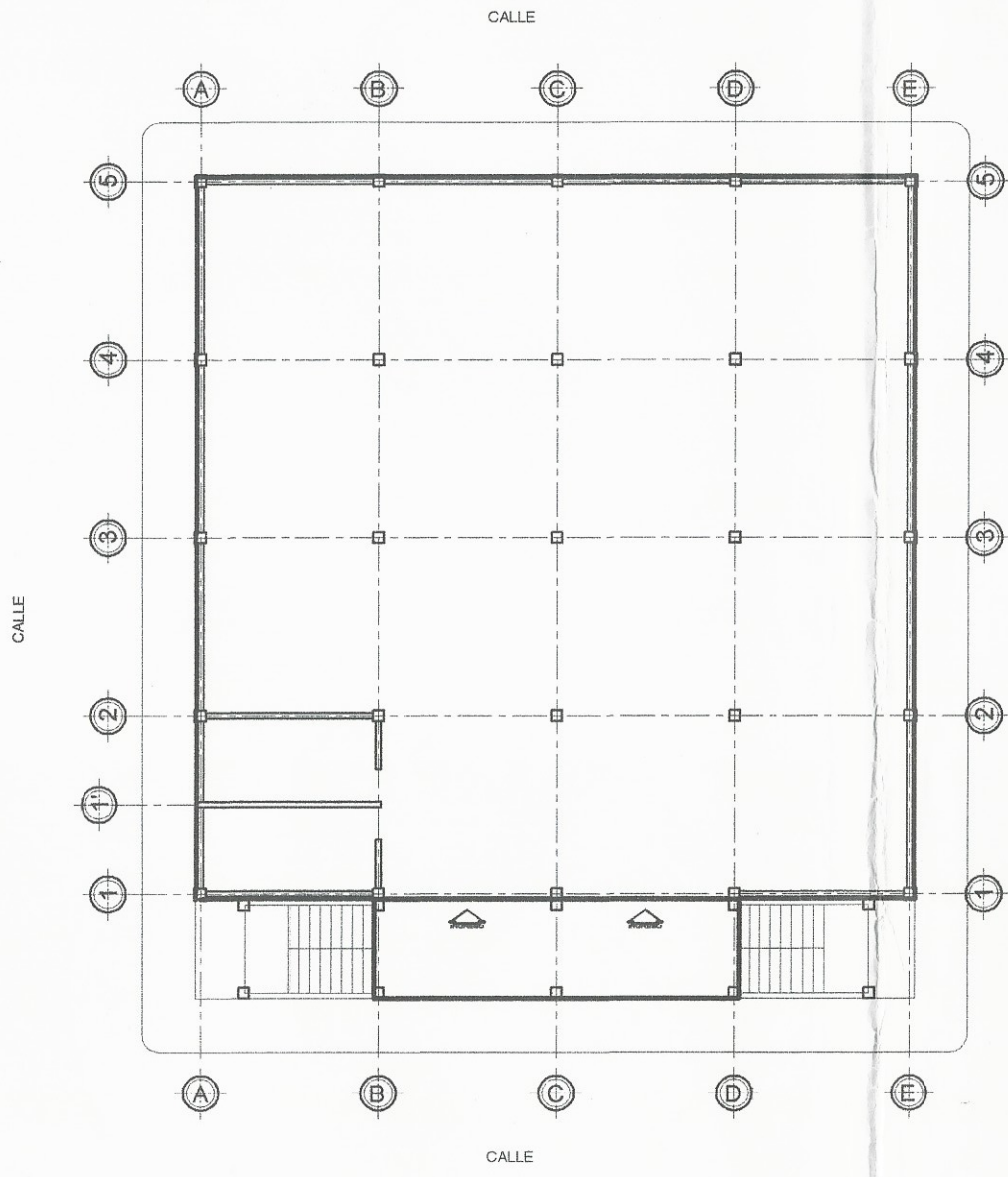
UBICACION DE PROYECTO:
LA LIBERTAD, MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ
NOMBRE:
ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO
CARNET:
2011-13833
ESCALA:
INDICADA

FECHA:
AÑO 2016
FIRMA PROPIETARIO
6

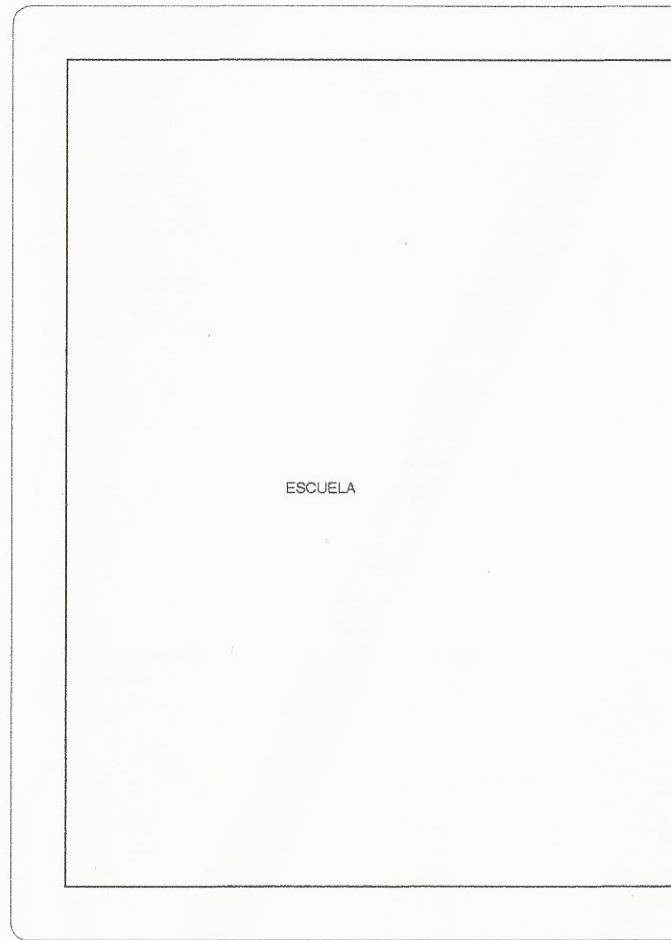


AREA VERDE

AREA VERDE



PARQUEO

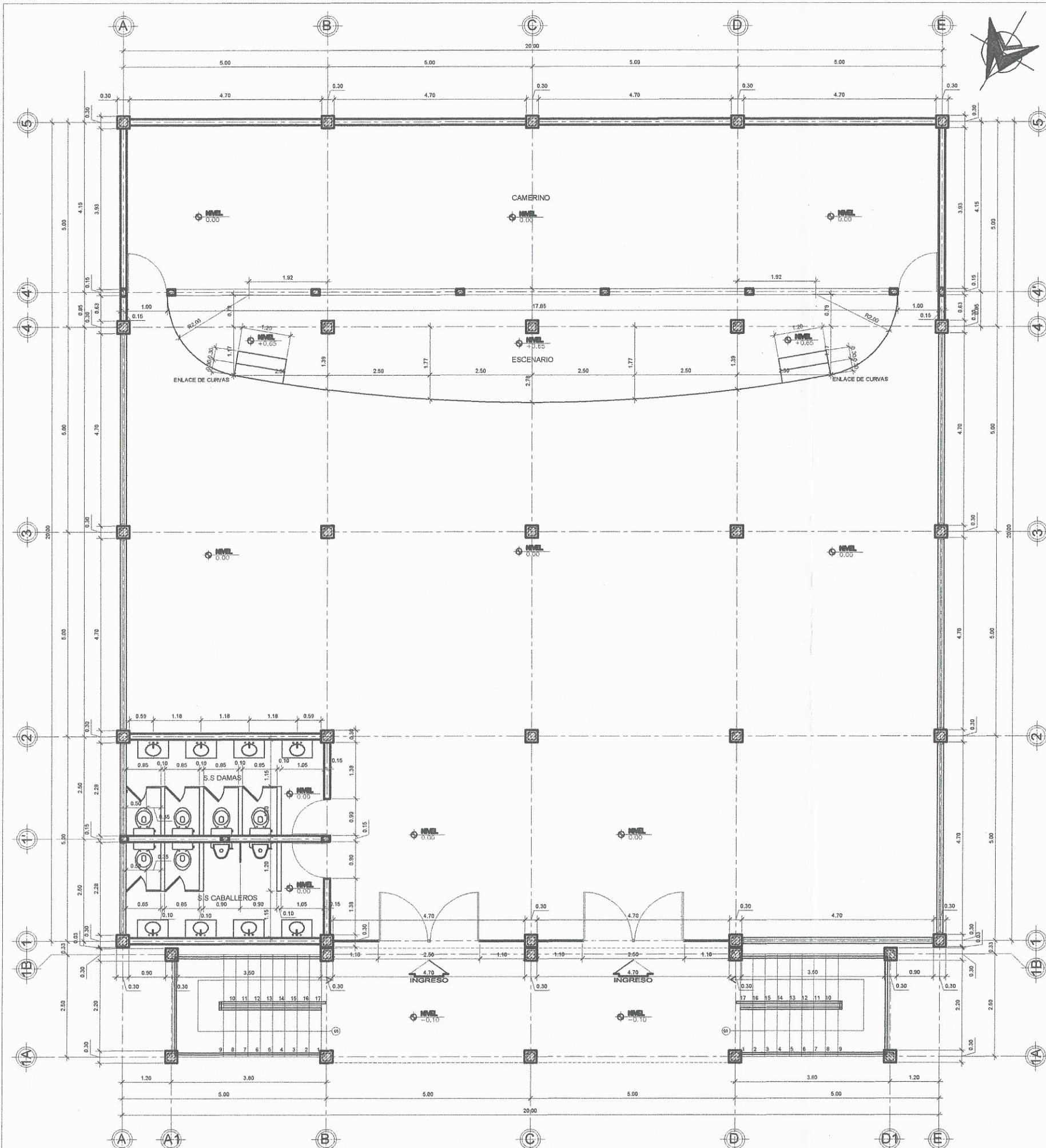


ESCUELA

PLANO DE URBANIZACION

ESCALA 1/100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		HOJA: 1 17
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
CURSO: TRABAJO DE GRADUACION E.P.S		FIRMA TITULAR	
FIGIA: PLANO DE URBANIZACION		FIRMA PROPIETARIO	
UBICACION DE PROYECTO: SANTA LUCIA MILPAS ALTAS			
NOMBRE: ADRIANA JOSE PIVARAL MONTEGRO		FIRMA TITULAR	
CARRER: 2011-13833		FIRMA PROPIETARIO	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	AÑO 2016



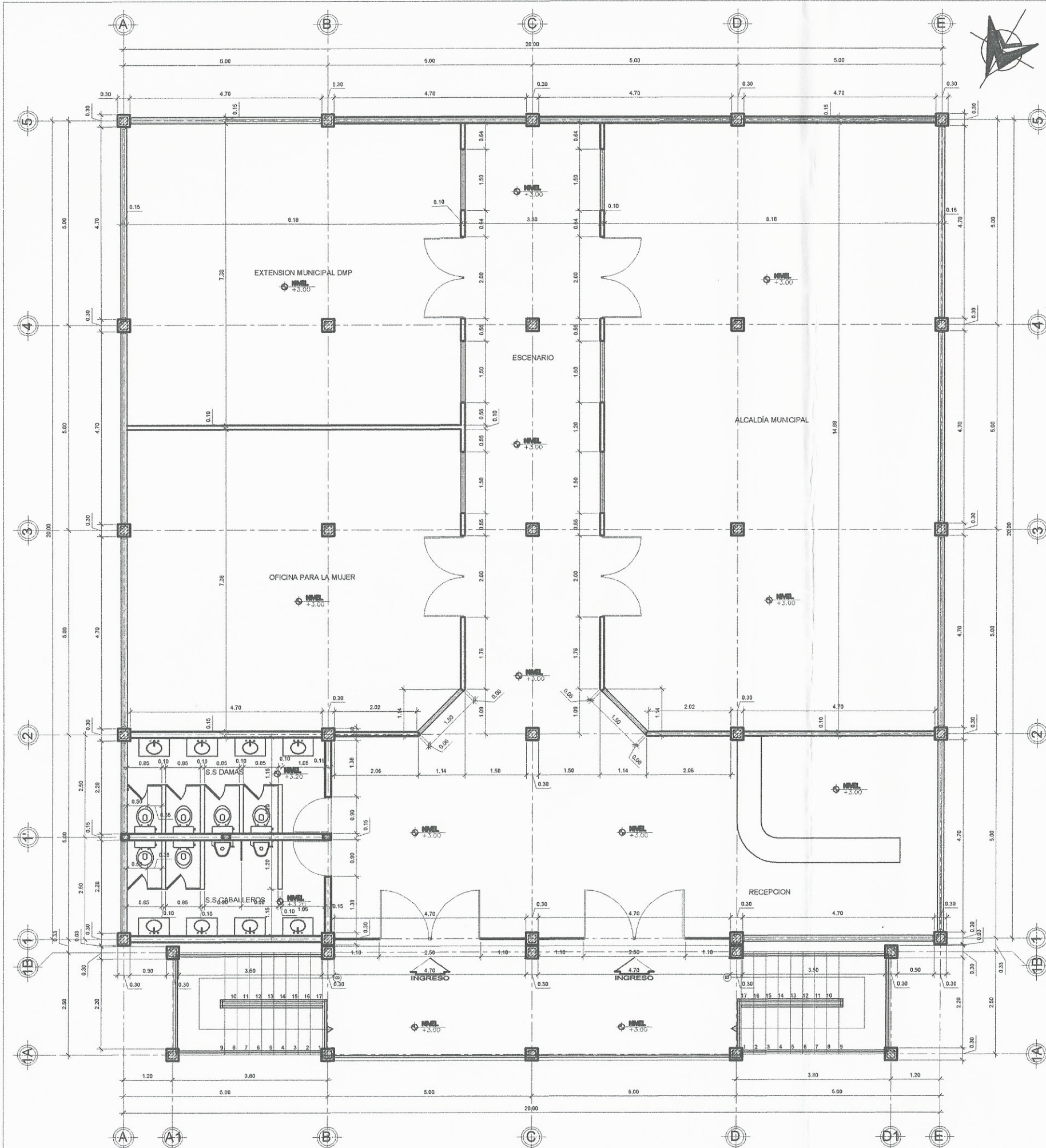
PLANTA ACOTADA
PRIMER NIVEL

ESCALA 1/50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CURSO: TRABAJO DE GRADUACION E.P.S.
HOGAR: PLANTA ACOTADA

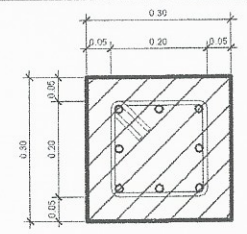
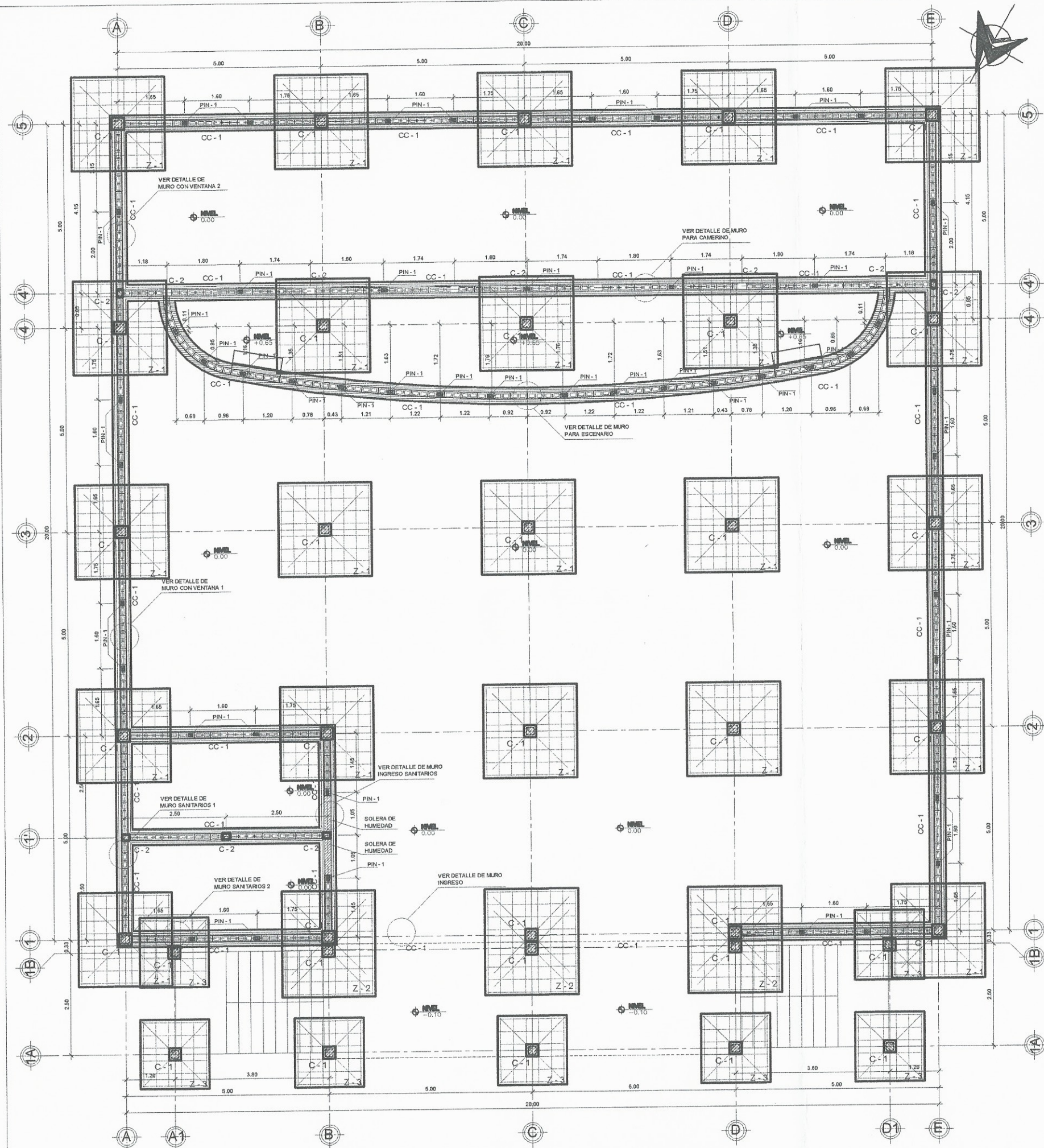
UBICACION DE PROYECTO: SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		HOJA:	
NOMBRE: ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO	FIRMA ASESOR	2	
CARNET: 2011-13833	FIRMA PROPIETARIO	17	
ESCALA INDICADA	FECHA AÑO 2016		



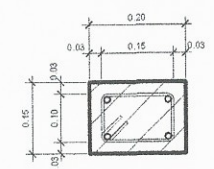
PLANTA ACOTADA
SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1/50

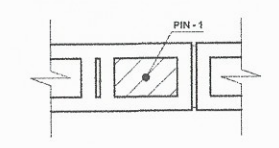
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
NOMBRE		ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO	
CARRER		2011 - 13833	
ESCALA		INDICADA	
FECHA		AÑO 2016	
UBICACION DE PROYECTO		SANTA LUJA MILPAS ALTAS	
TITULO		TRABAJO DE GRADUACION E.P.S	
HOJA:		3	
FRASE/DESCR		FRASE/DESCR	
FRASE/PROPIETARIO		FRASE/PROPIETARIO	
17		17	



COLUMNA TIPO - 1
 ARMADO 8NO. 5 + EST NO.3 VER CONFINADO
 DE COLUMNAS EN DETALLE DE ESTRUCTURA
 ESCALA 1/7.5



COLUMNA TIPO - 1
 ARMADO 4NO. 4 + EST NO.2 @ 0.18
 ESCALA 1/7.5

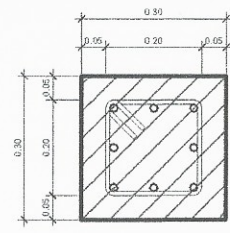
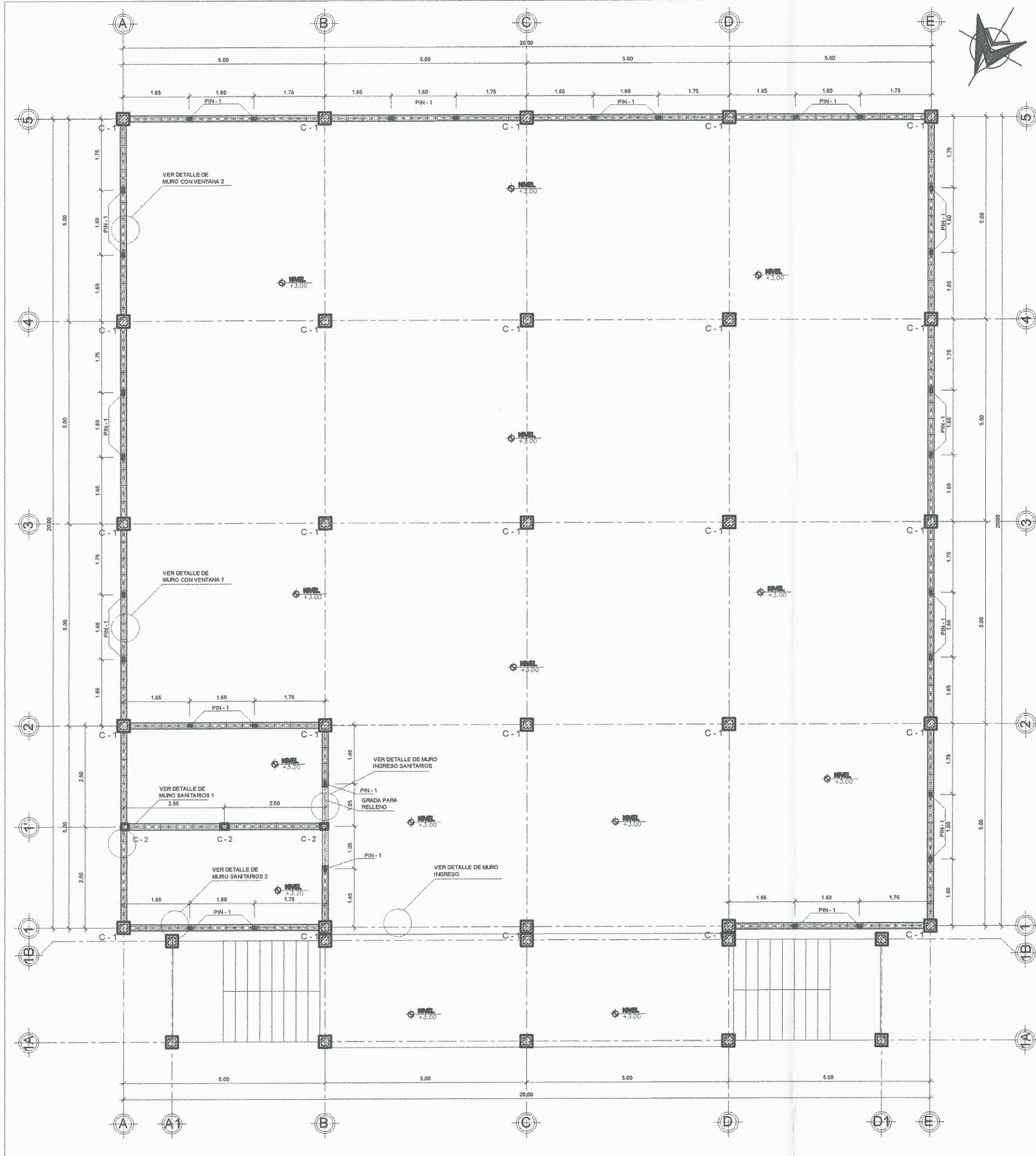


PIN TIPO - 1
 1 NO. 3
 ESCALA 1/7.5

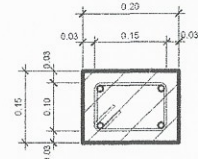
**PLANTA DE CIMENTACION Y REFUERZO VERTICAL
 PRIMER NIVEL**

ESCALA 1/50

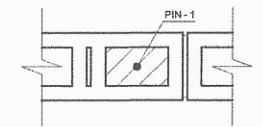
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
CARRER: ADRIANA JOSE RIVARAL MONTENEGRO		FECHA: _____
CARRER: 2011-13833		FECHA: _____
ESCALA: INDICADA	AÑO: 2016	HOJA: 4/17



COLUMNA TIPO - 1
 ARMADO 8NO. 5 + EST NO. 3 VER CONFINADO
 DE COLUMNAS EN DETALLE DE ESTRUCTURA
 ESCALA 1/7.5



COLUMNA TIPO - 1
 ARMADO 4NO. 4 + EST NO. 2 @ 0.18
 ESCALA 1/7.5

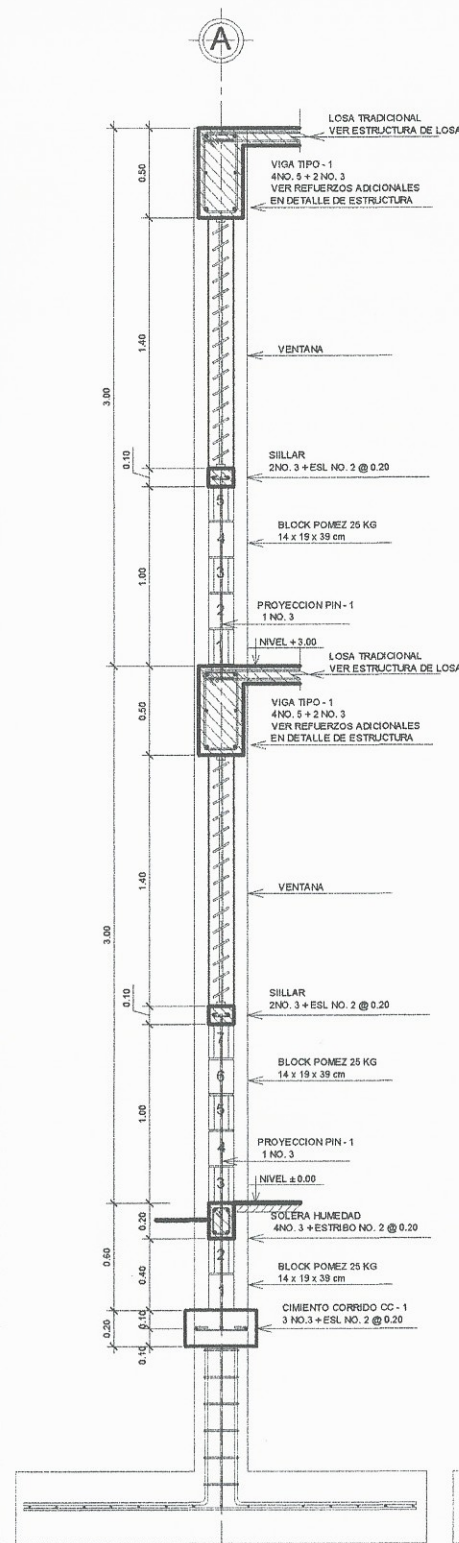


PIN TIPO - 1
 1 NO. 3
 ESCALA 1/7.5

**PLANTA DE REFUERZO VERTICAL
 SEGUNDO NIVEL**

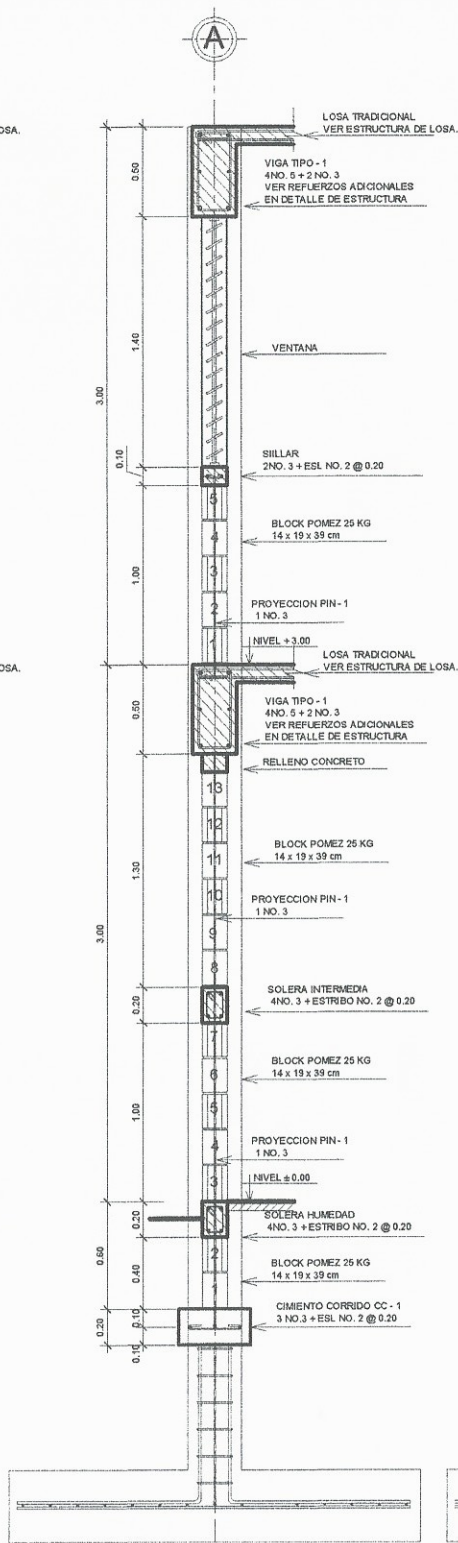
ESCALA 1/50

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
CURSO: TRABAJO DE GRADUACION E.P.S		HOJA: 5 17
Escala: INDICADA		
FECHA: AÑO 2016		



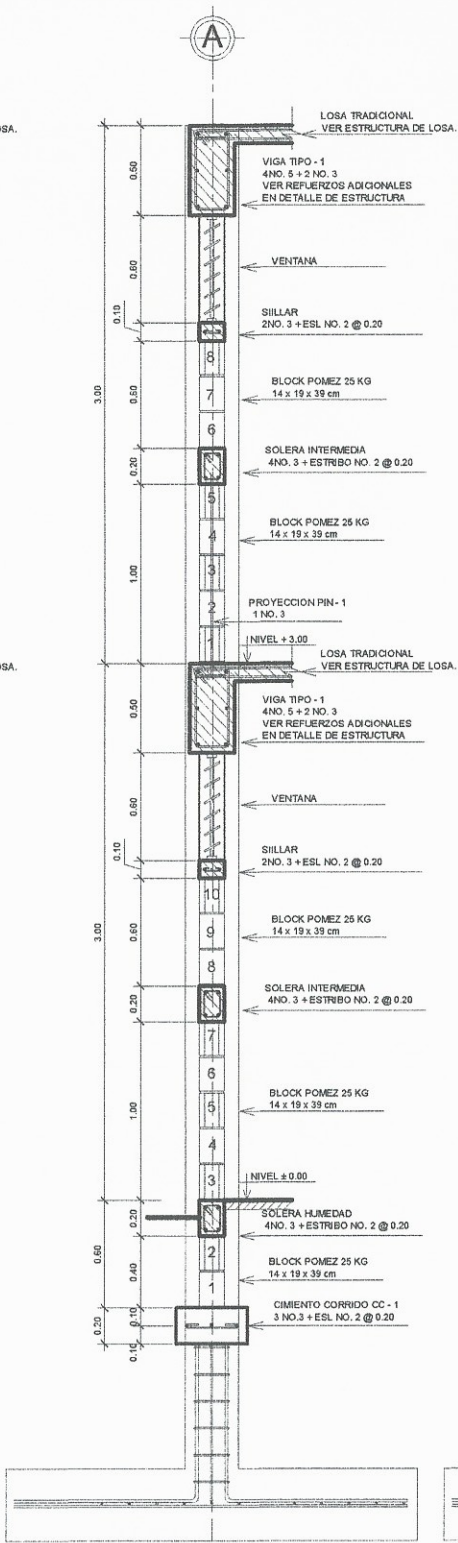
DETALLE DE MURO CON VENTANA 1

ESCALA 1/20



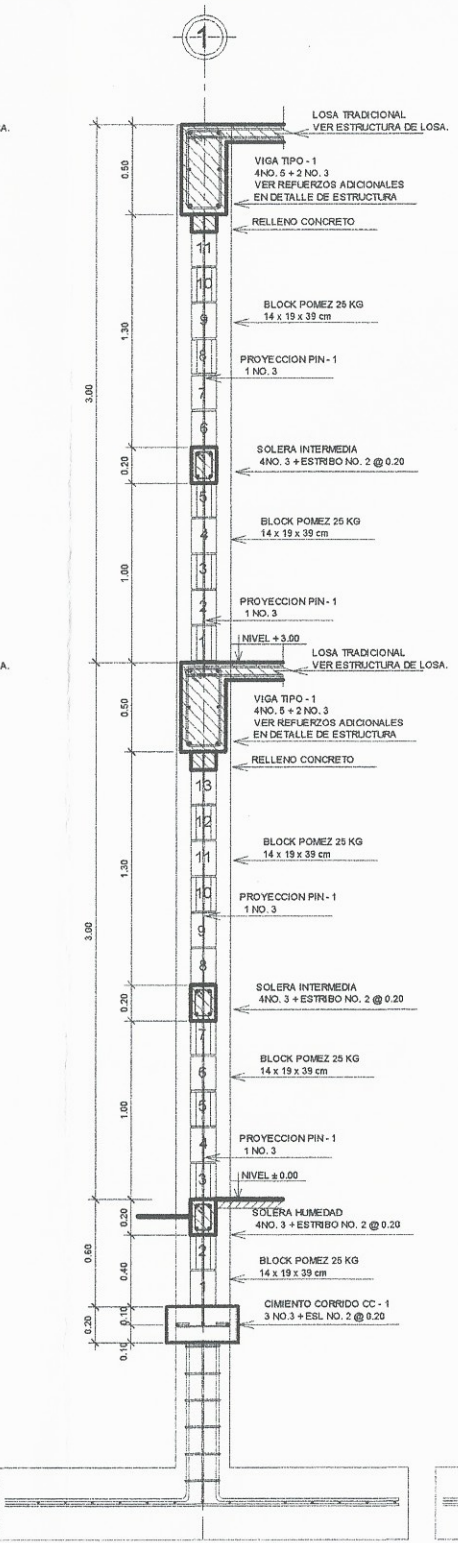
DETALLE DE MURO CON VENTANA 2

ESCALA 1/20



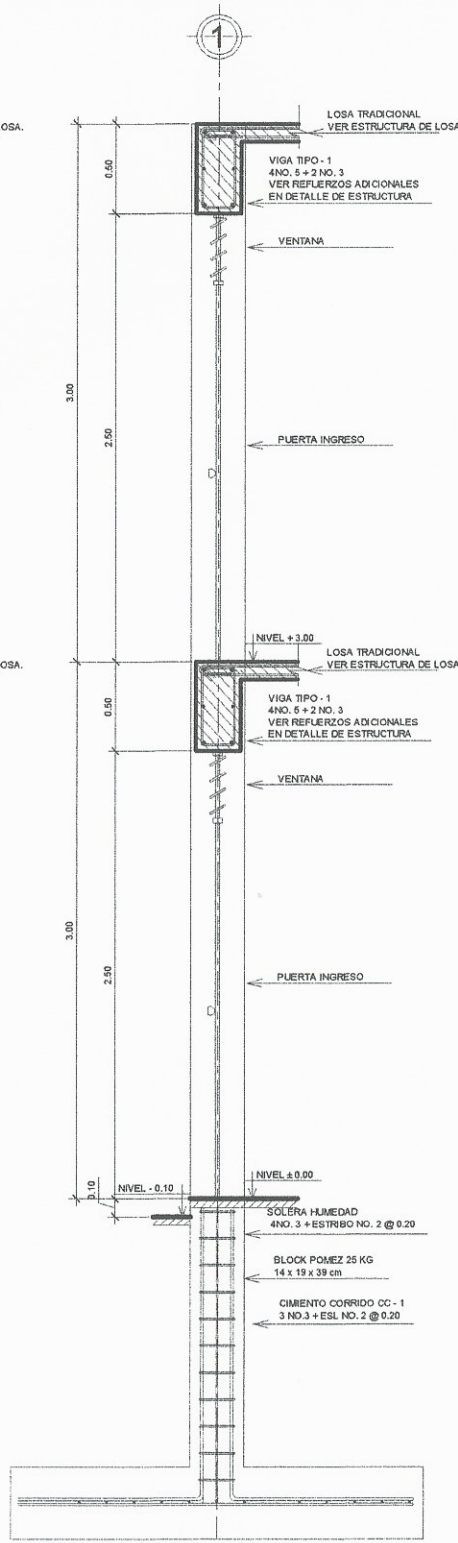
DETALLE DE MURO SANITARIOS 1

ESCALA 1/20



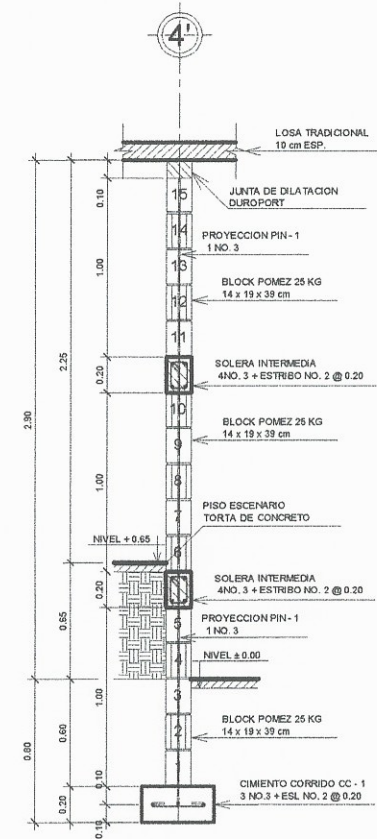
DETALLE DE MURO SANITARIOS 2

ESCALA 1/20



DETALLE DE MURO INGRESO

ESCALA 1/20



DETALLE DE MURO CAMERINO

ESCALA 1/20

DETALLE DE MUROS

ESCALA 1/20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

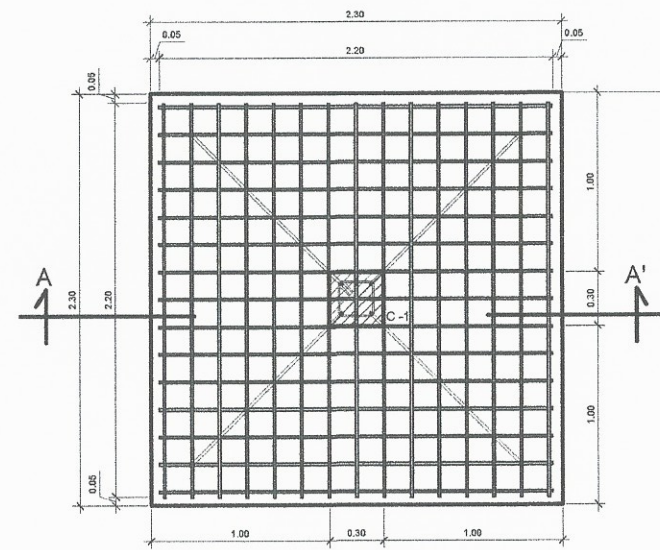
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CURSO TRABAJO DE GRADUACION E.P.S

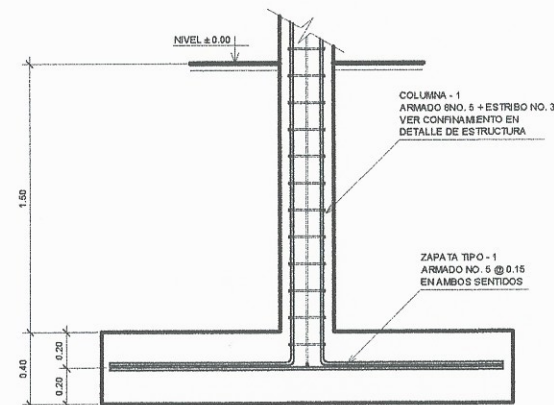
MODULO DETALLES DE CIMENTACION Y REFUERZO VERTICAL

UBICACION DE PROYECTO	SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
NOMBRE	ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO
CARRER	
ESCALA	INDICADA
FECHA	AÑO 2016

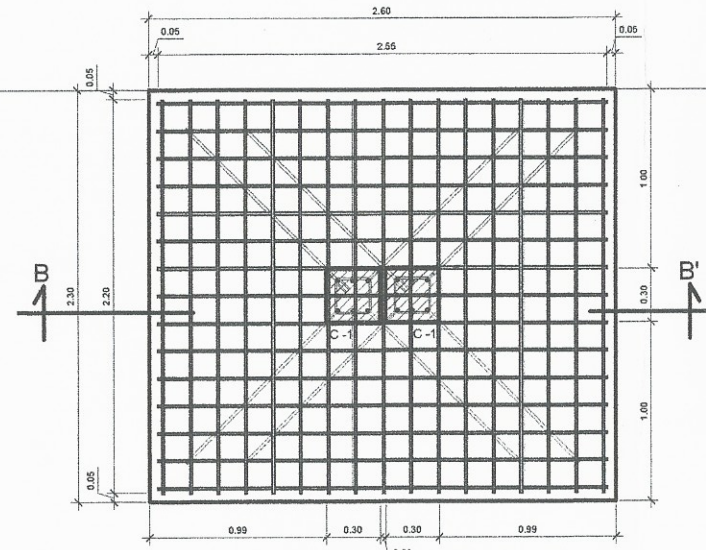
HOJA:	
6	17



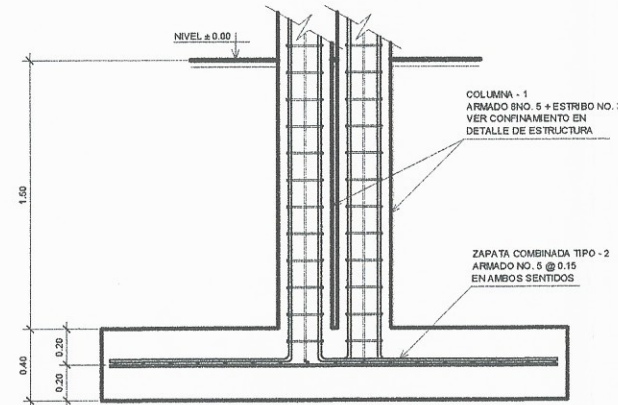
ZAPATA TIPO 1
ARMADO NO. 5 @ 0.15 EN AMBOS SENTIDOS
ESCALA 1/20



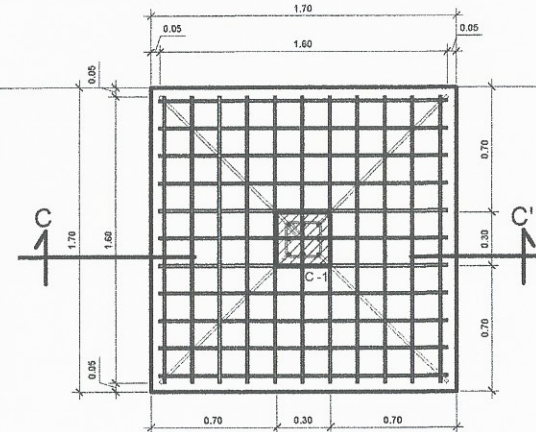
CORTE A - A'
ESCALA 1/20



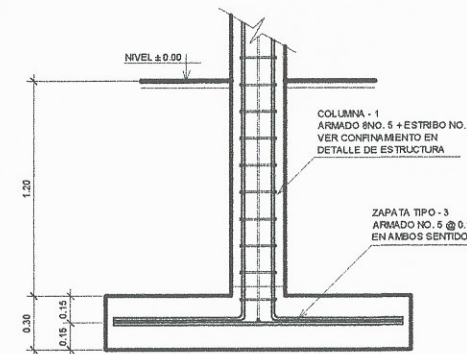
ZAPATA TIPO 2
ARMADO NO. 5 @ 0.15 EN AMBOS SENTIDOS
ESCALA 1/20



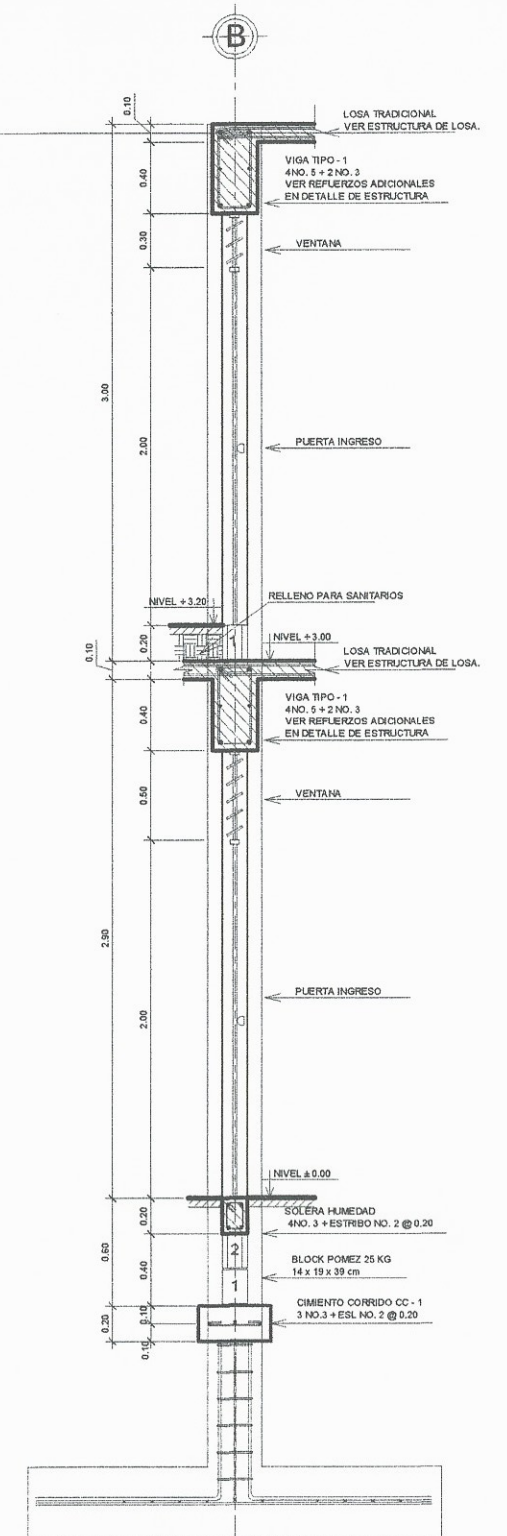
CORTE B - B'
ESCALA 1/20



ZAPATA TIPO 3
ARMADO NO. 5 @ 0.15 EN AMBOS SENTIDOS
ESCALA 1/20

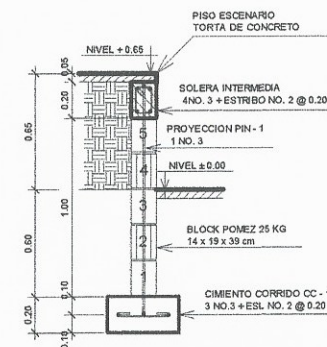


CORTE C - C'
ESCALA 1/20

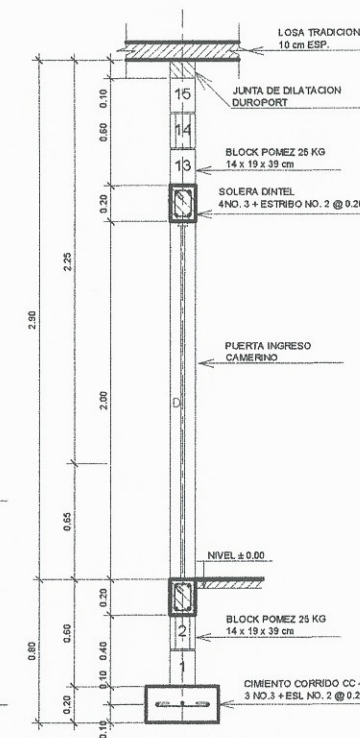


DETALLE DE MURO INGRESO SANITARIOS
ESCALA 1/20

DETALLE DE ZAPATAS Y MUROS
ESCALA 1/20

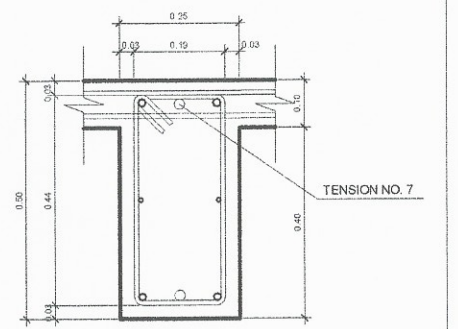
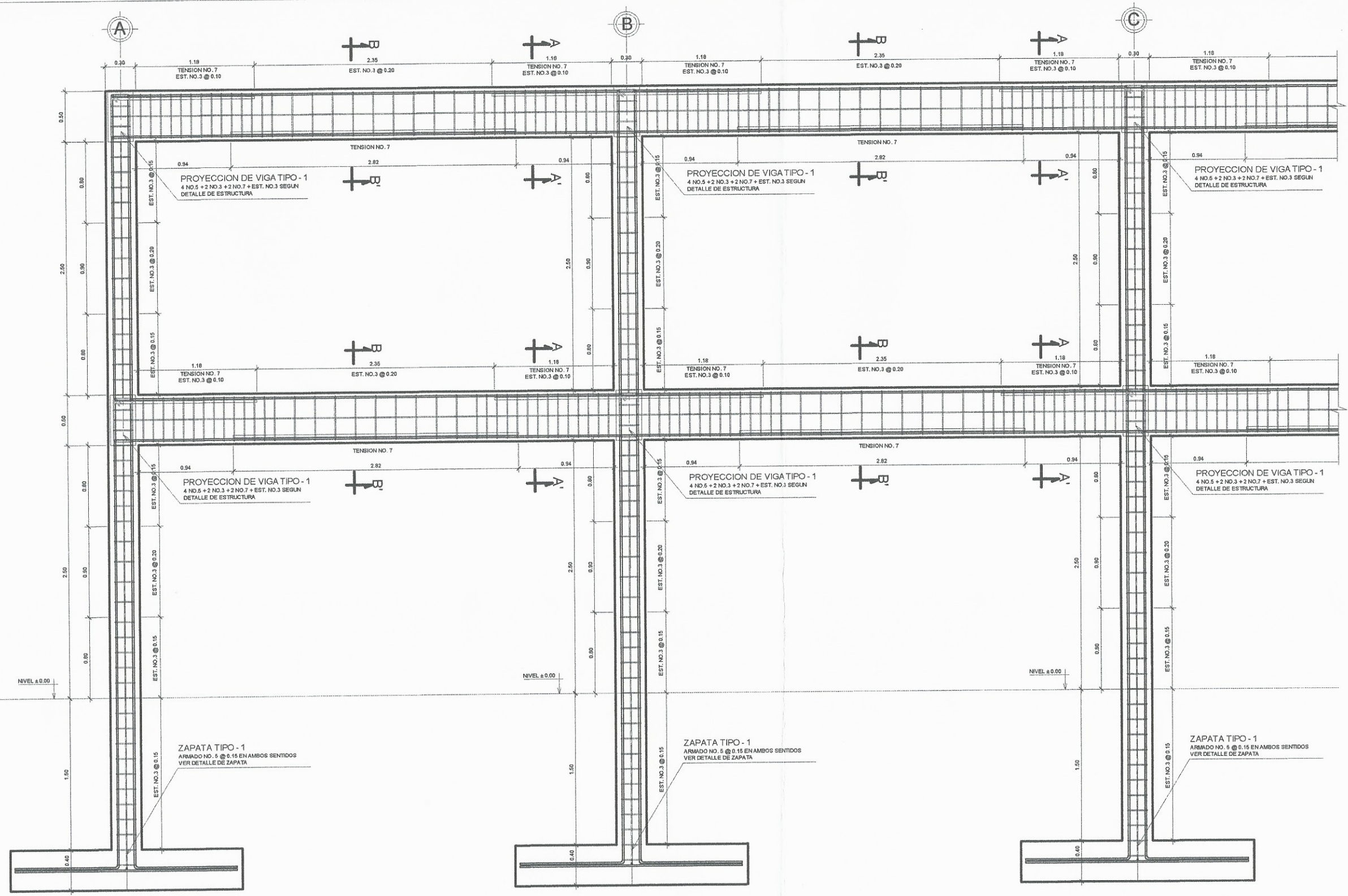


DETALLE DE MURO ESCENARIO
ESCALA 1/20

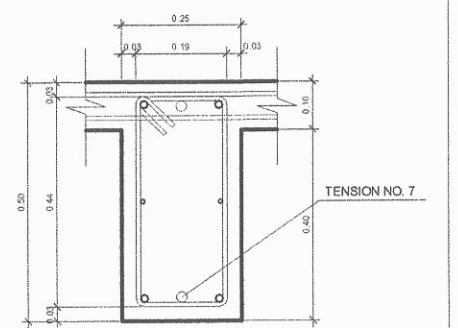


DETALLE DE MURO PUERTA CAMERINO
ESCALA 1/20





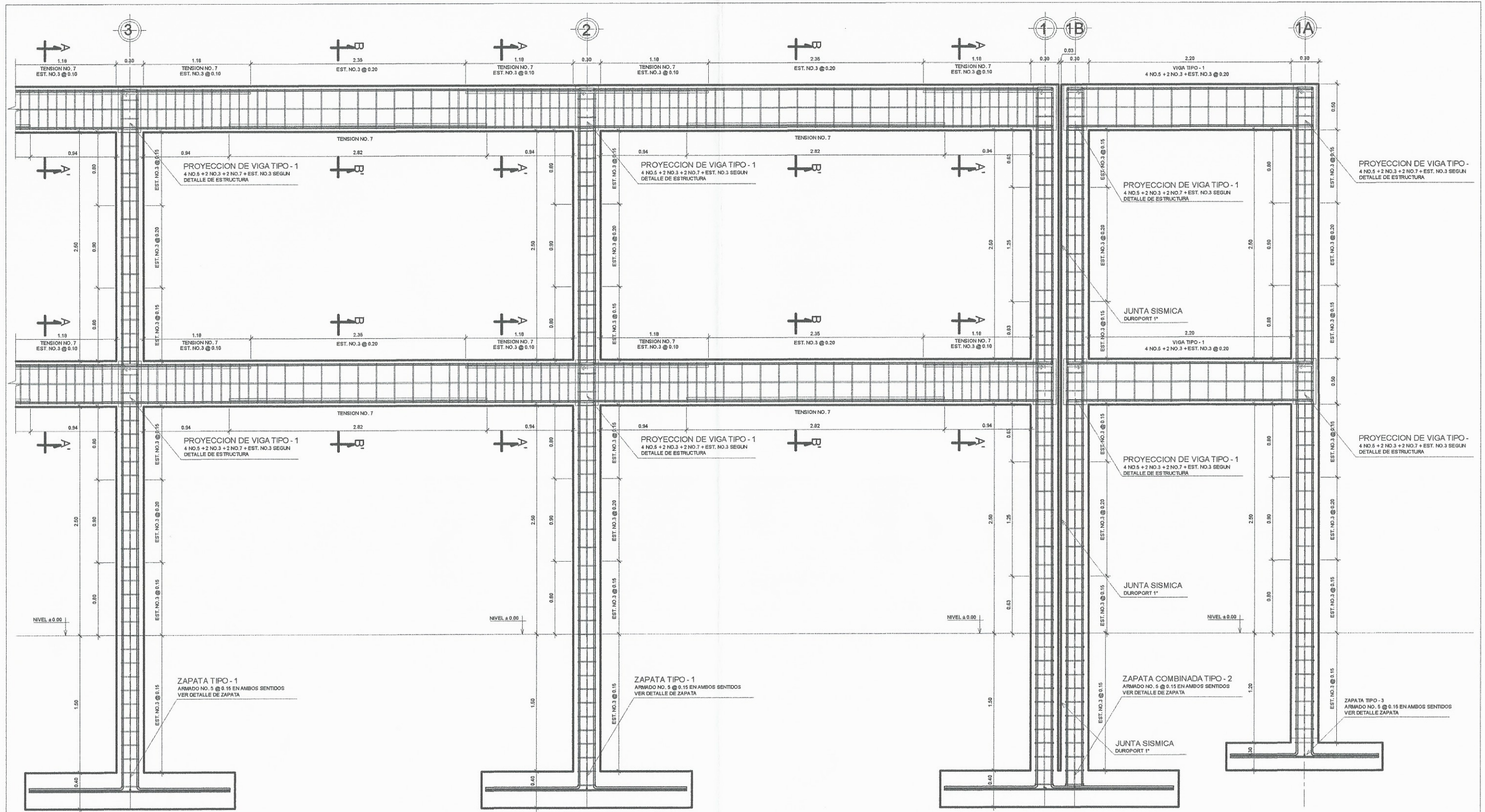
SECCION A - A'
ARMADO 4NO. 5 + 2 NO.3 + EST NO.3 @ 0.10
ESCALA 1/7.5



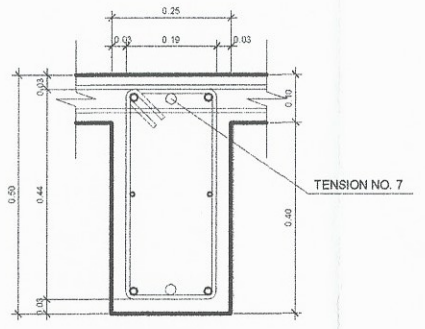
SECCION B - B'
ARMADO 4NO. 5 + 2 NO.3 + EST NO.3 @ 0.20
ESCALA 1/7.5

DETALLE DE ESTRUCTURA SECCION EJE 3
ESCALA 1/20

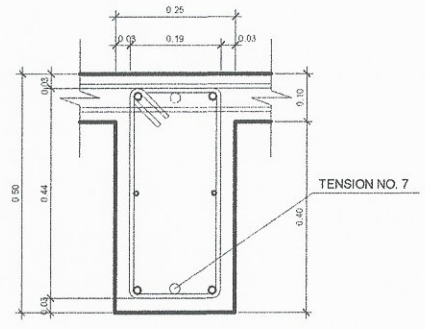
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
CURSO		TRABAJO DE GRADUACION E.P.S
MATERIA		DETALLE DE ESTRUCTURA
UBICACION DE PROYECTO	SANTA LUCIA MILPAS ALTAS	HOJA:
NOMBRE	ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO	PRIMA SESION
CARRER	2011 - 13833	PROPIETARIO
ESCALA	INDICADA	FECHA
	AÑO 2016	
		8
		17



DETALLE DE ESTRUCTURA SECCION EJE C ESCALA 1/20

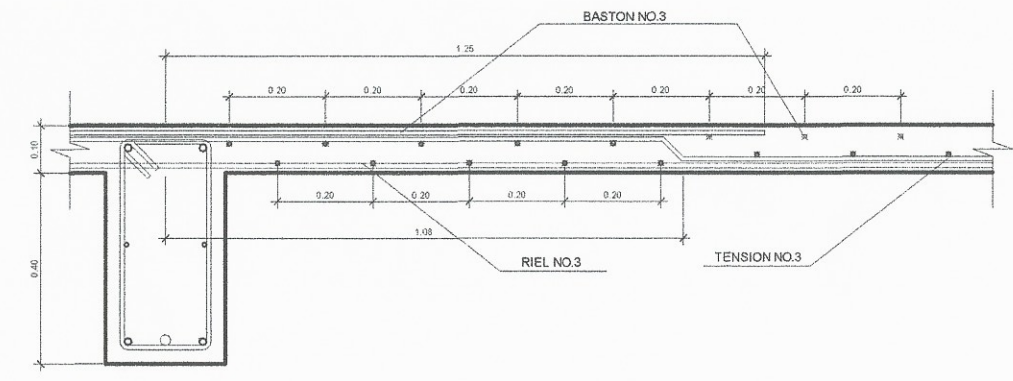
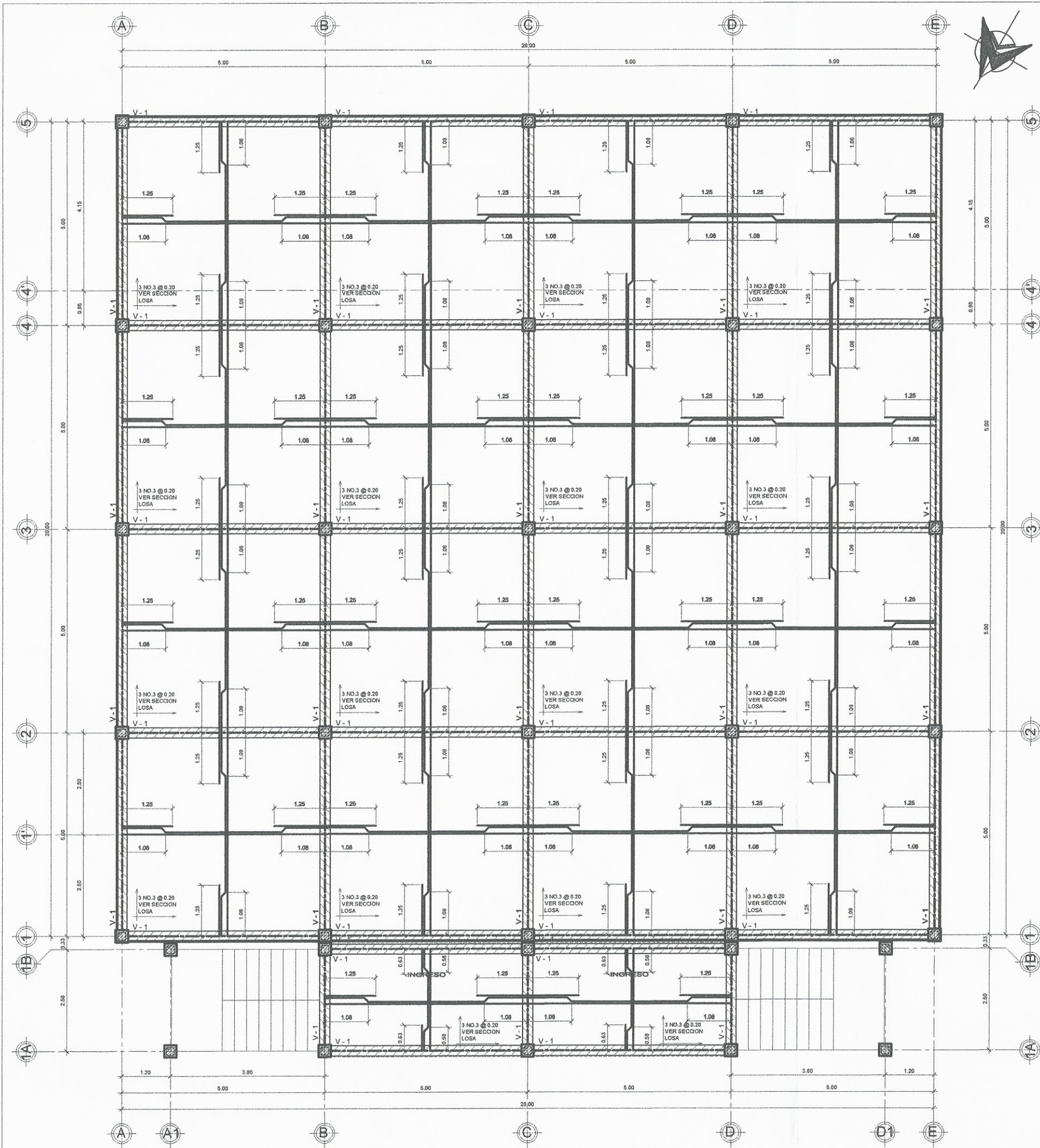


SECCION A - A'
ARMADO 4NO. 5 + 2 NO.3 + EST NO.3 @ 0.10
ESCALA 1/7.5



SECCION B - B'
ARMADO 4NO. 5 + 2 NO.3 + EST NO.3 @ 0.20
ESCALA 1/7.5

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
	TRABAJO DE GRADUACION E.P.S	
DETALLE DE ESTRUCTURA		
UBICACION DE PROYECTO: SANTA LUCIA MILPAS AL TAS		
NOMBRE: ADRIANA JOSE PIVARAL MONTEGREGO		
CARRERA: 2011 - 13833		
ESCALA INDICADA: AÑO 2016		
HOJA:		9
PIRAX ABESOR		17
PIRAX PROPIETARIO		



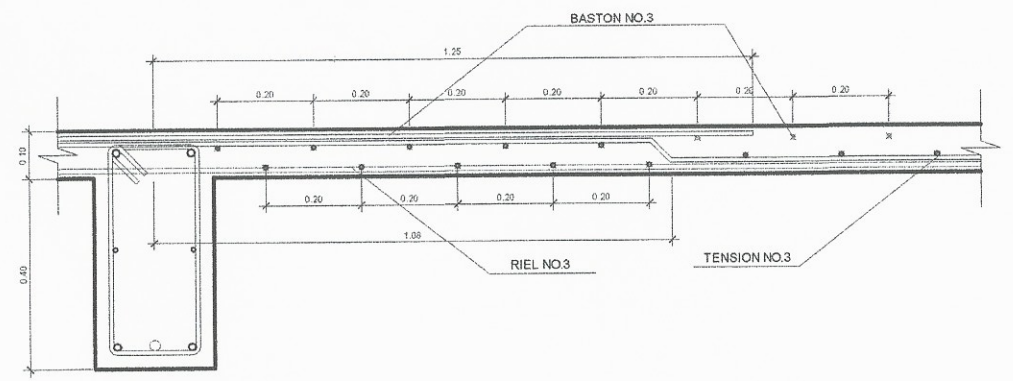
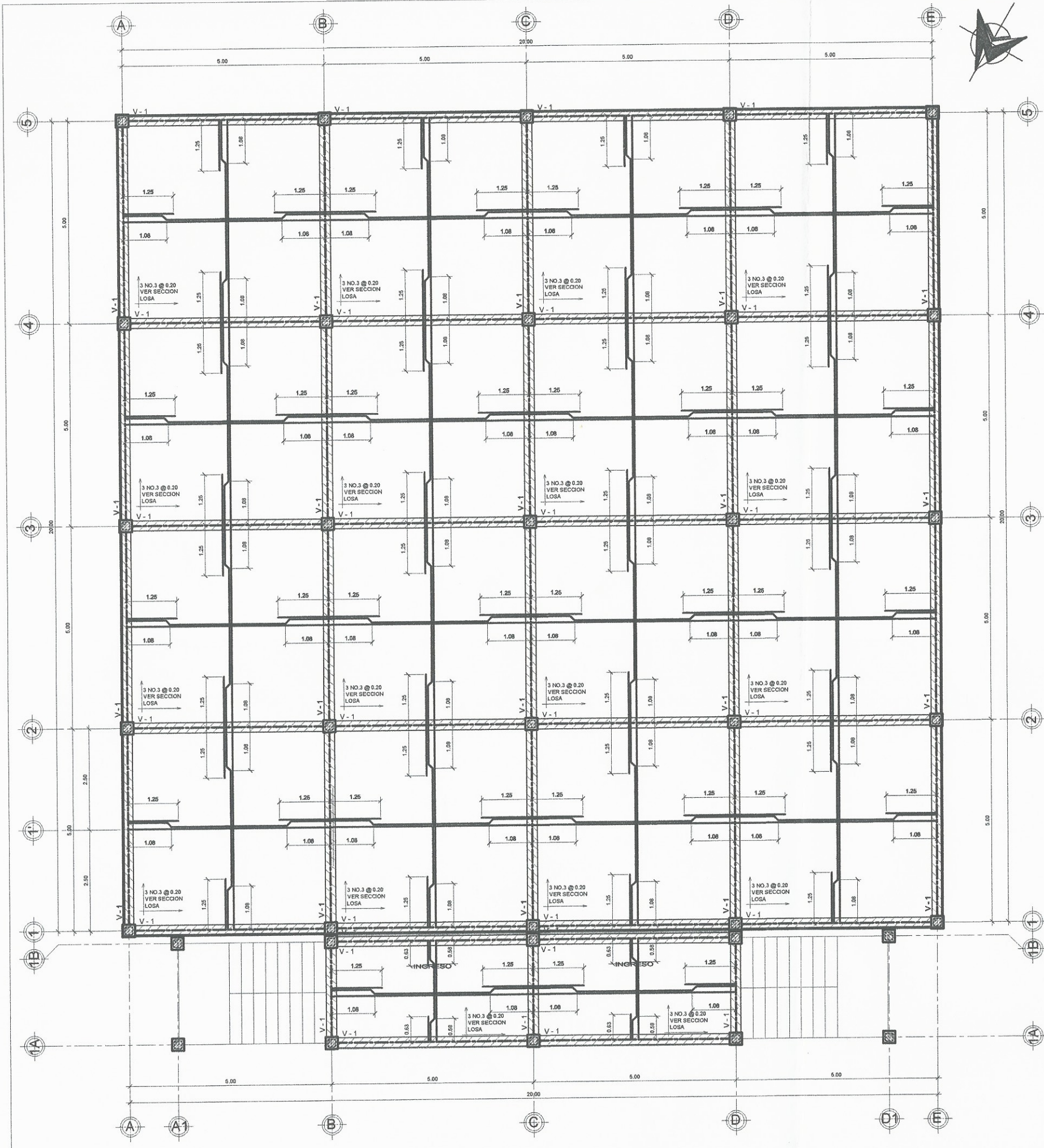
SECCION DE LOSA TRACIONAL
ESCALA 1/7.5

SIMBOLOGIA	
V-1	VIGA TIPO 1 VER DETALLE DE ESTRUCTURA
—	RIEL
—	BASTON
—	TENSION

PLANTA ESTRUCTURA DE ENTREPISO LOSA TRADICIONAL
PRIMER NIVEL

ESCALA 1/50

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
	TRABAJO DE GRADUACION E.P.S	
PLANO DE ESTRUCTURA DE LOSA PRIMER NIVEL		
UBICACION DE PROYECTO: SANTA LUCIA MILPAS ALTAS NOMBRE: ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO CARRIET: 2011-13833 ESCALA: INDICADA FECHA: AÑO 2016		
FIRMA ASESOR FIRMA PROPIETARIO		HOJA: 10 17



SECCION DE LOSA TRACIONAL
ESCALA 1/7.5

SIMBOLOGIA	
V-1	VIGA TIPO 1 VER DETALLE DE ESTRUCTURA
—	RIEL
—	BASTON
—	TENSION

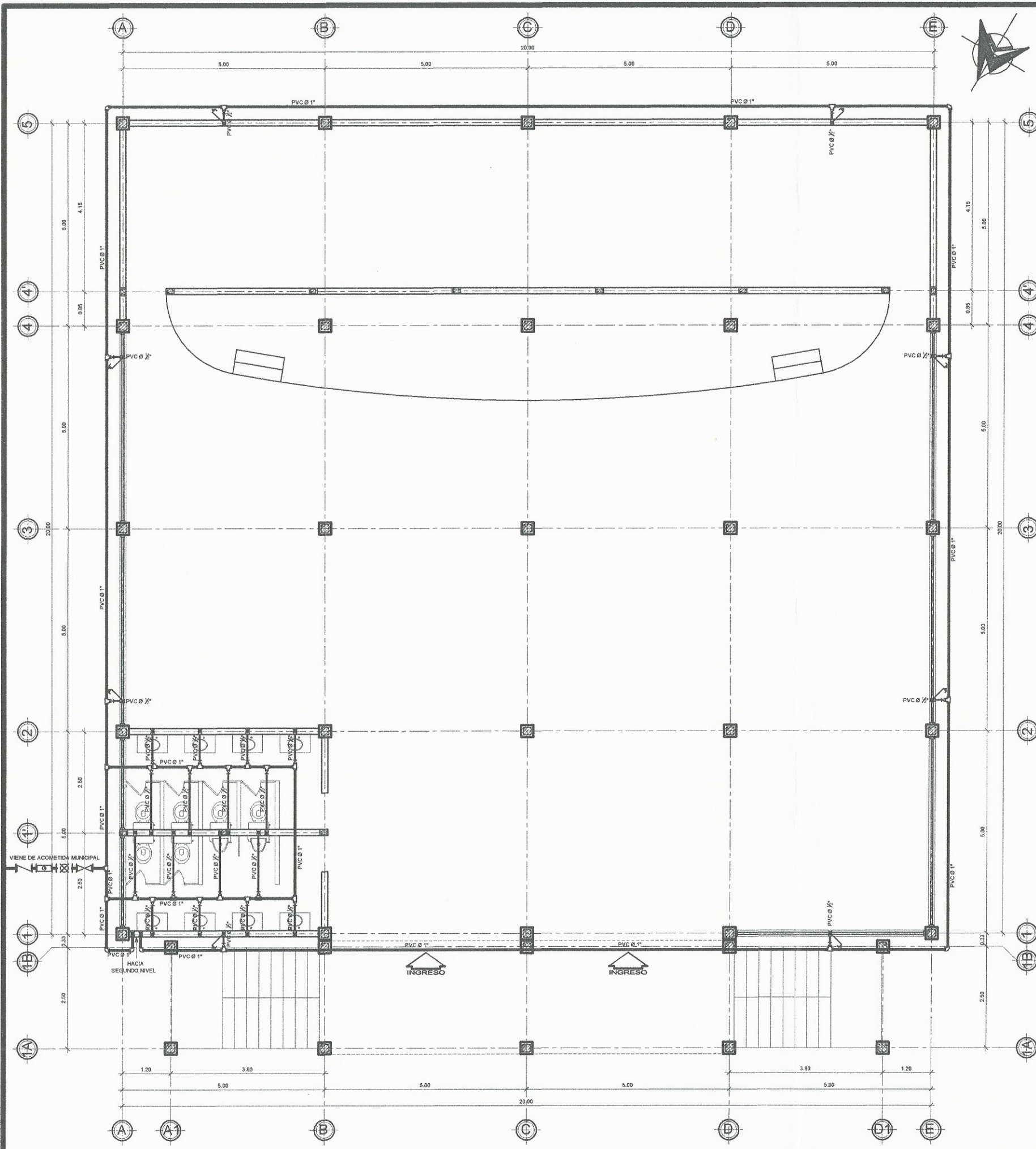
PLANTA ESTRUCTURA DE TECHO LOSA TRADICIONAL
SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1/50



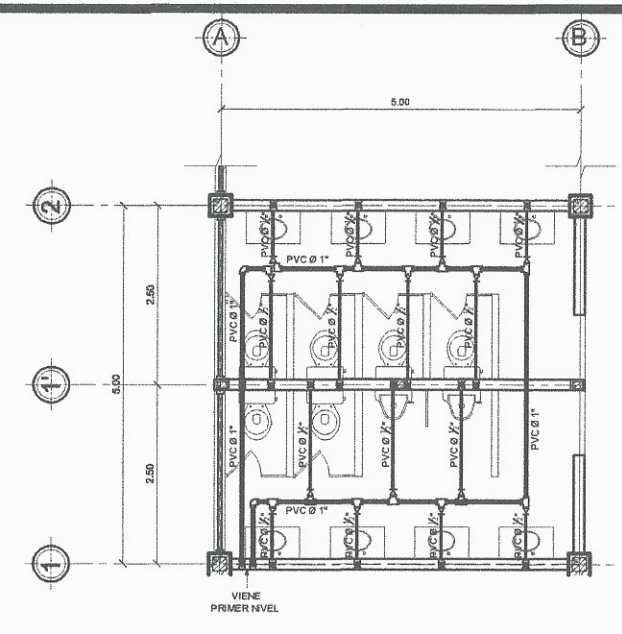
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CURSO: TRABAJO DE GRADUACION E.P.S.
MÓDULO: PLANO DE ESTRUCTURA DE LOSA SEGUNDO NIVEL

UBICACION DE PROYECTO SANTA LUCIA MILPAS ALTAS	HOJA:
NOMBRE ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO	11
CARRER 2011-13833	17
ESCALA INDICADA	FECHA AÑO 2016



PLANTA INSTALACION AGUA POTABLE
PRIMER NIVEL

ESCALA 1/50



PLANTA INSTALACION DE AGUA POTABLE
SEGUNDO NIVEL

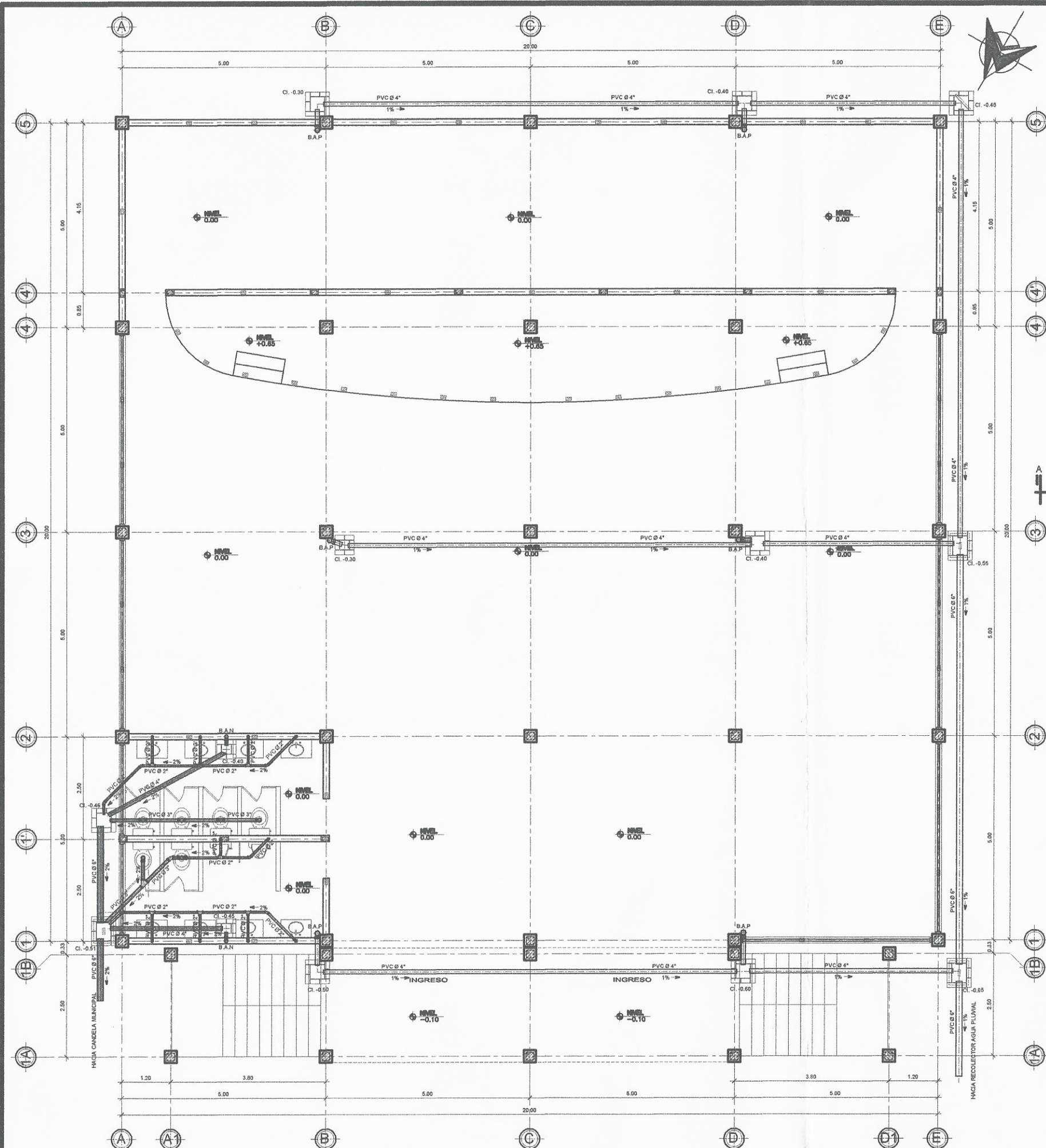
ESCALA 1/50

SIMBOLOGIA	
	LLAVE DE PASO
	CONTADOR MUNICIPAL
	LLAVE DE GLOBO
	LLAVE DE CHEQUE
	CODO A 90° HORIZONTAL
	CODO A 90° VERTICAL
	TEE HORIZONTAL A 90°
	TEE VERTICAL A 90°
	TUBERIA PLASTICA PARA AGUA FRIA
	REDUCTOR DE 1" > 1/2"
	GRIFO
	GROSOR EN DUCTO



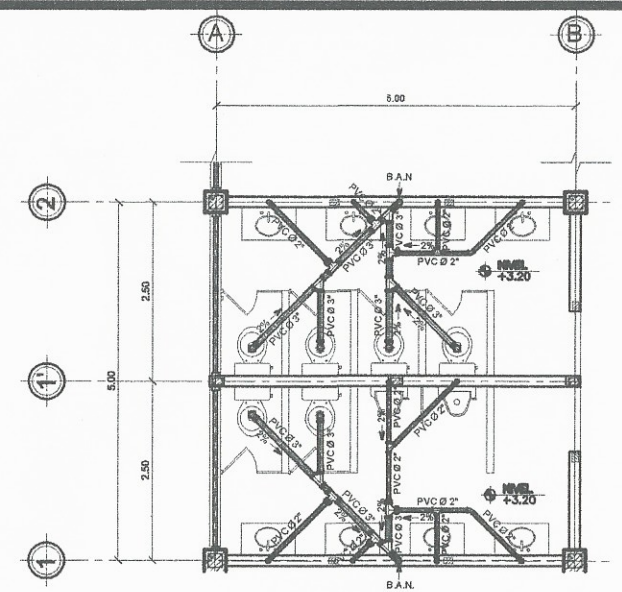
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CURSO: TRABAJO DE GRADUACION E.P.S.
HGA: PLANO DE INSTALACION AGUA POTABLE

UBICACION DE PROYECTO SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		HOJA:
NOMBRE ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO		PROYECTADOR
CARNET 2011-13833		PROPIETARIO
ESCALA INDICADA	FECHA AÑO 2016	12 / 17



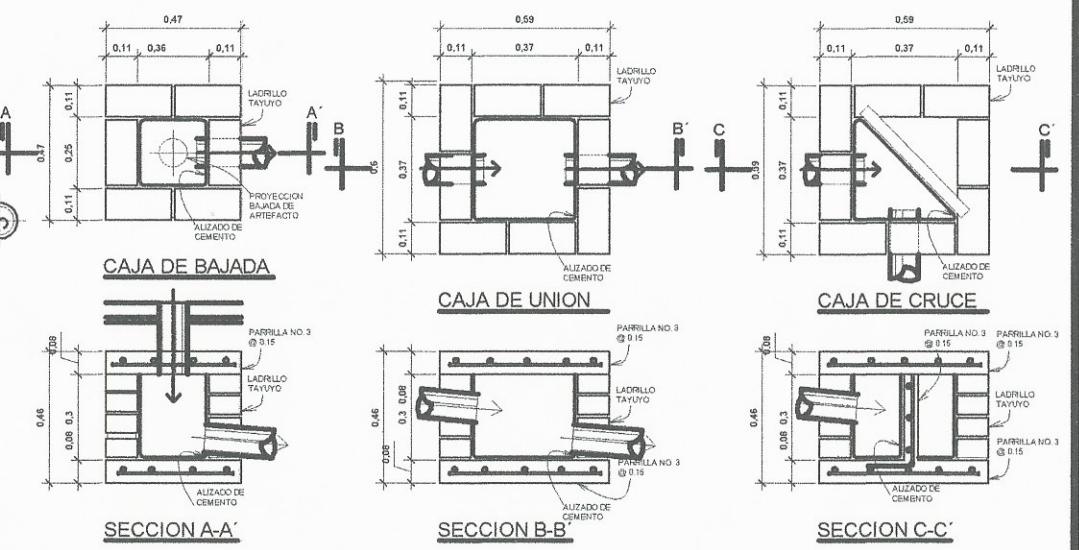
PLANTA INSTALACION DE DRENAJES
PRIMER NIVEL

ESCALA 1 / 50



PLANTA INSTALACION DE AGUA POTABLE
SEGUNDO NIVEL

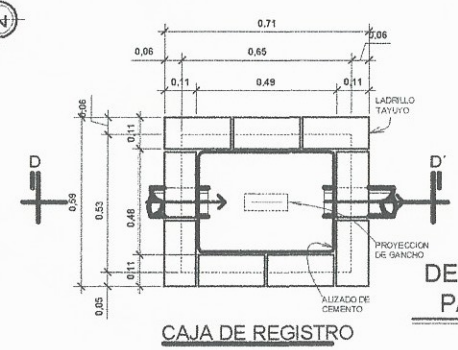
ESCALA 1 / 50



SECCION A-A'

SECCION B-B'

SECCION C-C'



CAJA DE REGISTRO

DETALLE DE CAJAS
PARA DRENAJES

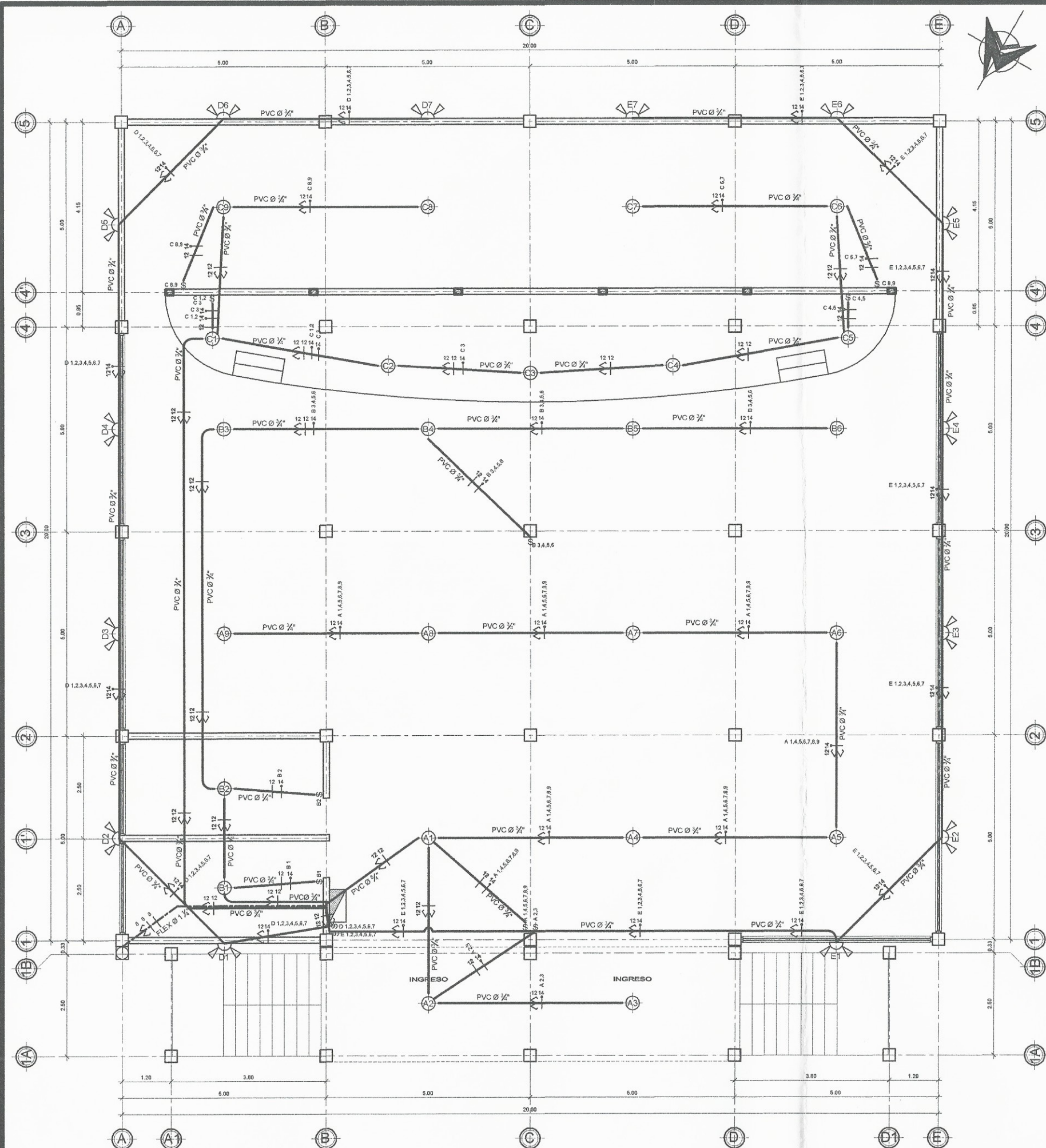
ESCALA 1 / 12.5

SIMBOLOGIA	
	CANDELA MUNICIPAL
	TUBERIA PLASTICA PARA AGUAS NEGRAS
	TUBERIA PLASTICA PARA AGUAS PLUVIALES
	CAJA DE BAJADA
	CAJA DE UNION
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA DE CRUCE
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	PORCENTAJE DE LA PENDIENTE
	DIRECCION DE LA PENDIENTE
	DIAMETRO EN TUBERIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CURSO: TRABAJO DE GRADUACION E.P.S.
MÓDULO: PLANO DE INSTALACION DRENAJES

UBICACION DE PROYECTO: SANTA LUCIA MILPAS ALTAS		HOJA:
NOMBRE: ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO		13
CARNET: 2011 - 13933		17
ESCALA: INDICADA	FECHA: AÑO 2016	

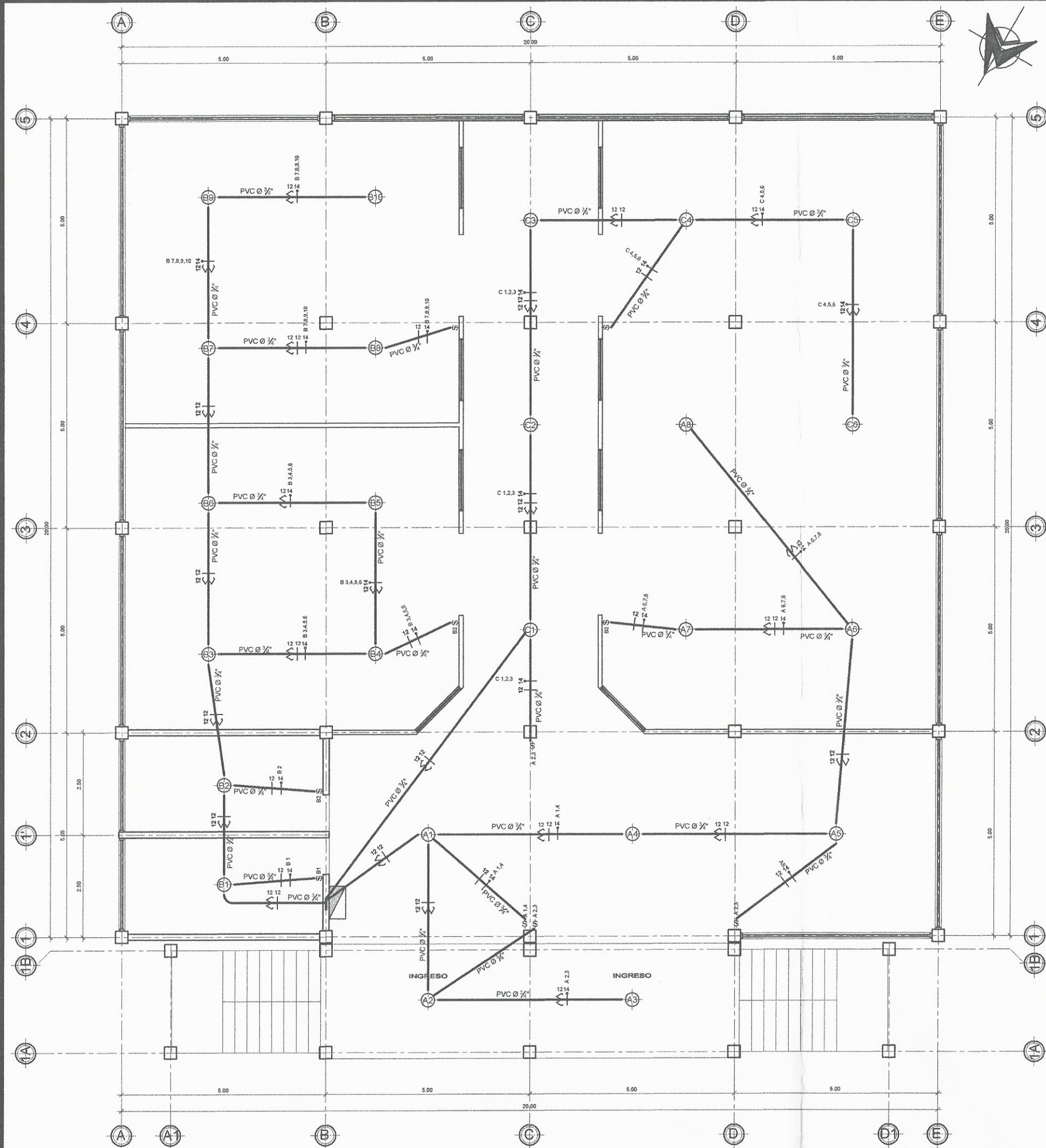


SIMBOLOGIA	
	CONTADOR ELECTRICO
	PLAFONERA EN CIELO
	PLAFONERA EN PARED PARA REFLECTOR
	LINEA NEUTRA
	LINEA VIVA
	LINEA DE RETORNO
	DUCTO EN CIELO PVC
	DUCTO EN TIERRA FLEXIBLE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	CAJA DE CIRCUITOS
A.B.C.	CIRCUITOS
8.12.14.	CALIBRE EN CABLE
ø 1/2"	GROSOR EN DUCTO

PLANTA INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION
PRIMER NIVEL

ESCALA 1/50

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
CURSO:	TRABAJO DE GRADUACION E.P.S	
REGIA:	PLANO DE INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION	
UBICACION DE PROYECTO:	SANTA LUCIA MILPAS ALTAS	
NOMBRE:	ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO	FECHA: _____
CARNET:	2011-13833	FECHA PROPIETARIO: _____
ESCALA:	INDICADA	FECHA: AÑO 2016
HOJA:		14
		17

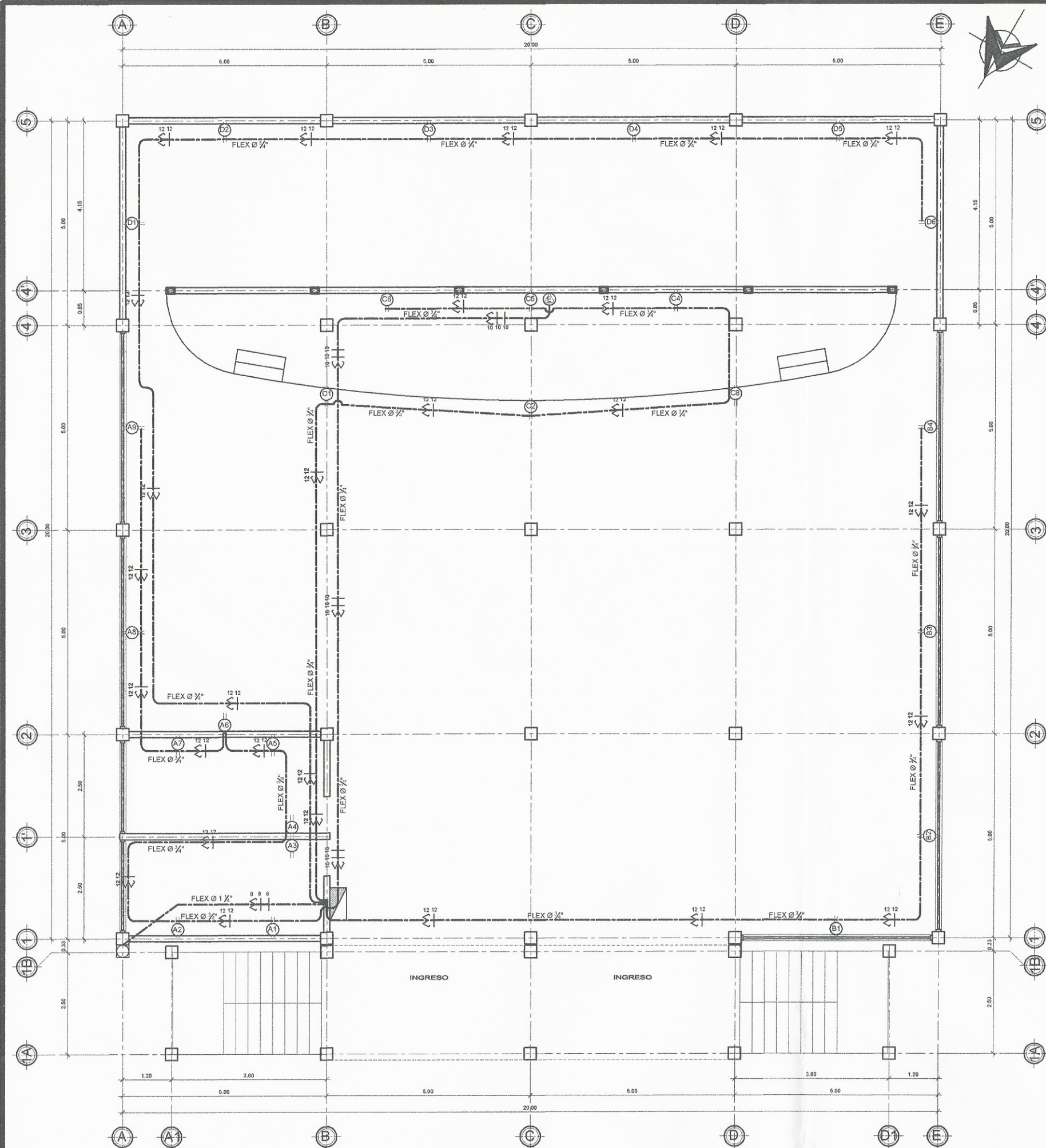


SIMBOLOGIA	
	CONTADOR ELECTRICO
	PLAFONERA EN CIELO
	PLAFONERA EN PARED PARA REFLECTOR
	LINEA NEUTRA
	LINEA VIVA
	LINEA DE RETORNO
	DUCTO EN CIELO PVC
	DUCTO EN TIERRA FLEXIBLE
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	CAJA DE CIRCUITOS
A.B.C.	CIRCUITOS
8.12.14.	CALIBRE EN CABLE
	GROSOR EN DUCTO

PLANTA INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION
SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1/50

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
CURSO		TRABAJO DE GRADUACION E.P.S
HOJA		PLANO DE INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION
UBICACION DE PROYECTO	SANTA LUCIA MILPAS ALTAS	HOJA:
NOMBRE	ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO	FIRMA ASESOR
CARNET	2011 - 13833	FIRMA PROPIETARIO
ESCALA	INDICADA	FECHA
	AÑO 2016	

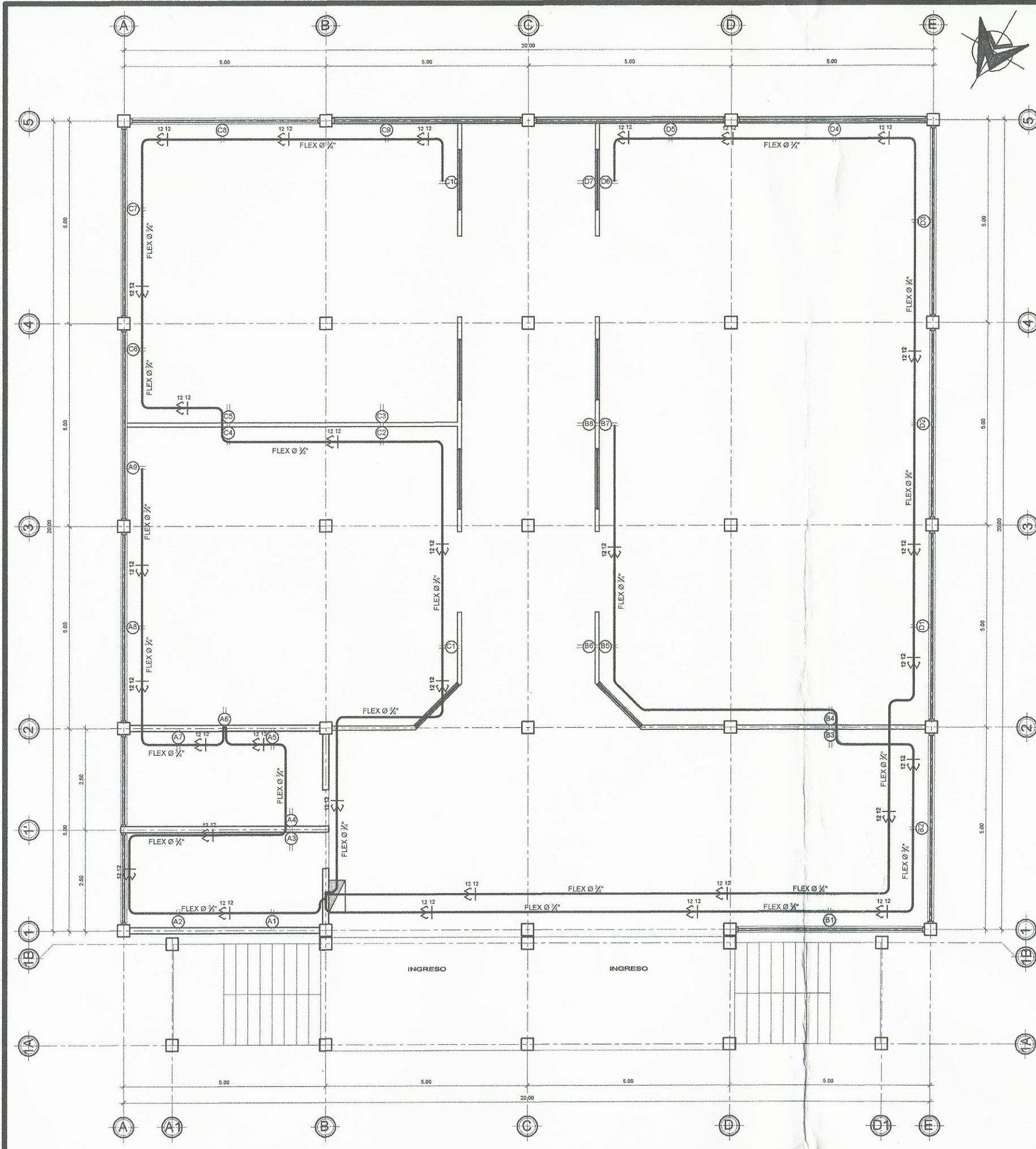


SIMBOLOGIA	
	CONTADOR ELECTRICO
	TOMACORRIENTE 110V PARED 0.60 m PISO
	TOMACORRIENTE 220 V
	LINEA NEUTRA
	LINEA VIVA
	DUCTO EN CIELO
	DUCTO EN TIERRA FLEXIBLE
	CAJA DE CIRCUITOS
A, B, C	CIRCUITOS
8, 12, 14	CALIBRE EN CABLE
$\phi \frac{1}{2}$	GROSOR EN DUCTO

PLANTA INSTALACION ELECTRICA FUERZA
PRIMER NIVEL

ESCALA 1/50

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
CURSO: TRABAJO DE GRADUACION E.P.S		
HOJA: PLANO DE INSTALACION ELECTRICA FUERZA		
UBICACION DE PROYECTO: SANTA LUCIA MLPAS ALTAS	HOJA:	
NOMBRE: ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO	PROYECTO:	
CARRET: 2011 - 13833	FECHA:	
ESCALA: INDICADA	AÑO 2016	
		16
		17



SIMBOLOGIA	
	CONTADOR ELECTRICO
	TOMACORRIENTE EN PARED A 0.60 m PISO
	PLAFONERA EN PARED PARA REFLECTOR
	LINEA NEUTRA
	LINEA VIVA
	DUCTO EN CIELO
	DUCTO EN TIERRA FLEXIBLE
	CAJA DE CIRCUITOS
A.B.C.	CIRCUITOS
8.12.14.	CALIBRE EN CABLE
Ø 3/4"	GROSOR EN DUCTO

PLANTA INSTALACION ELECTRICA FUERZA
SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1/50

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
CURSO:	TRABAJO DE GRADUACION E.P.S	
HOGAR:	PLANO DE INSTALACION ELECTRICA FUERZA	
TITULAR DEL PROYECTO:	SANTA LUCIA MILPAS ALTAS	HOJA:
NOMBRE:	ADRIANA JOSE PIVARAL MONTENEGRO	17
CARRER:	2011 - 13833	17
ESCALA:	INDICADA	FECHA:
	AÑO 2016	