



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

**DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO
MUNICIPAL Y LA TERMINAL DE BUSES, UBICADOS EN LA ZONA
URBANA DEL MUNICIPIO DE MATAQUESCUINTLA, JALAPA**

Oscar Adolfo Guevara Matías

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, mayo de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO
MUNICIPAL Y LA TERMINAL DE BUSES, UBICADOS EN LA ZONA
URBANA DEL MUNICIPIO DE MATAQUESCUINTLA, JALAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

OSCAR ADOLFO GUEVARA MATÍAS
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2018

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	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
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
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
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 EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL Y LA TERMINAL DE BUSES, UBICADOS EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE MATAQUESCUINTLA, JALAPA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 1 de julio de 2015.


Oscar Adolfo Guevara Matías



Guatemala, 06 de octubre de 2016

REF.EPS.DOC.714.10.16

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

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

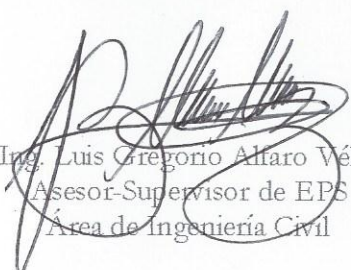
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Oscar Adolfo Guevara Matías** con carné No. **201020829**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final; cuyo título es: **DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL Y LA TERMINAL DE BUSES, UBICADOS EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE MATAQUESCUINTLA, JALAPA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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



c.c. Archivo
LGAV/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 27 de marzo de 2017

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 EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL Y LA TERMINAL DE BUSES, UBICADOS EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE MATAQUESCUINTLA, JALAPA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Oscar Adolfo Guevara Matías, con Carnet No. 201020829 quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila
 Coordinador del Área de Topografía y Transportes

mrrm.



**FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 TRANSPORTES
 USAC**



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala,
09 de abril de 2018

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

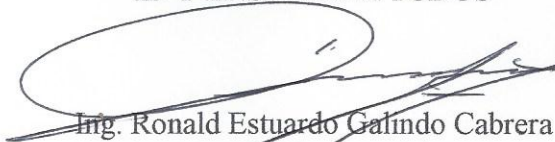
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL Y LA TERMINAL DE BUSES, UBICADOS EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE MATAQUESCUINTLA, JALAPA desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Oscar Adolfo Guevara Matías, con Registro Estudiantil No. 201020829, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.





Guatemala, 12 de abril de 2018
Ref.EPS.D.132.04.18

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

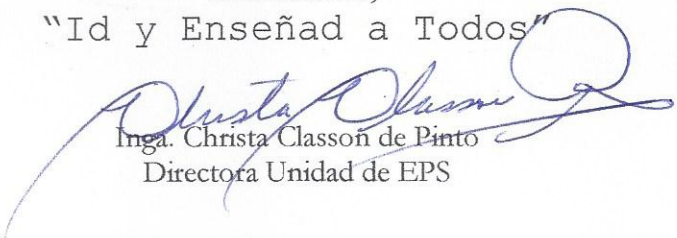
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL Y LA TERMINAL DE BUSES, UBICADOS EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE MATAQUESCUINTLA, JALAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Oscar Adolfo Guevara Matías, Registro Académico 201020829 y CUI 2214 10732 2107**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por el Asesor-Supervisor, y 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 Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Oscar Adolfo Guevara Matías titulado **DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL Y LA TERMINAL DE BUSES, UBICADOS EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE MATAQUESCUINTLA, JALAPA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2018

/mrrm.

Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua





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 EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL Y LA TERMINAL DE BUSES, UBICADOS EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE MATAQUESCUINTLA, JALAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Oscar Adolfo Guevara Matías**, 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, mayo de 2018

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por permitirme adquirir los conocimientos obtenidos y por haber colocado en mi vida a las personas que de una forma u otra hicieron posible este logro.

Mis padres

Celeste Geraldina Matías Melgar y Óscar Javier Guevara Pineda, por apoyarme ante cualquier situación y darme su amor de padres y sus buenos consejos.

Mis abuelos

Soe Delfino Matías Pineda y Elvira Melgar Navas, por desempeñar el papel de padres durante mi niñez, así como por darme gran parte de mi educación moral.

AGRADECIMIENTOS A:

- | | |
|---|--|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por ser la universidad nacional que respalda mi título y en donde pasé una armoniosa etapa de mi vida. |
| Facultad de Ingeniería | Por ser la facultad en donde adquirí los conocimientos académicos que me acreditan como un profesional. |
| Mis amigos de la Universidad | Bryan Fernando Alfaro Barrera, Diego Portillo Pumay y José David Barrera Lucas, por ser amigos tan sinceros. |
| Mi primo | Freddi José Durán Gonzáles, por ser tan cercano a mí y haber actuado muchas veces como mi hermano. |
| Mis primas | Jennifer Aquino Donis, Janiz Reynoso León y Karla Patricia Reynoso Alonzo, por estar allí siempre para mí. |

Mis tíos

Adelso Antonio Guevara Pineda, Walter Vicente Guevara Pineda, Olga Violeta Valdéz Villatoro, Carlos Daniel Reynoso Melgar, Aura Fabiola Reynoso Melgar y Amado Rocaél Reynoso Melgar. Por sus buenos consejos, confianza y cariño.

**Ing. Luis Gregorio Alfaro
Véliz**

Por tener siempre una buena disposición en compartir sus conocimientos y ayudarme a perfeccionar mi trabajo de graduación.

**Municipalidad de
Mataquescuintla, Jalapa**

Por el apoyo proporcionado durante la realización de mi EPS.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XXI
RESUMEN.....	XXIX
OBJETIVOS.....	XXXI
INTRODUCCIÓN	XXXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de Mataquescuintla, Jalapa.....	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.1.2. Ubicación geográfica	3
1.1.3. Situación demográfica	4
1.1.3.1. Rangos de edad.....	5
1.1.3.2. Sexo	5
1.1.4. Aspectos climáticos	6
1.1.5. Aspectos económicos.....	6
1.1.6. Servicios básicos	7
1.1.6.1. Salud.....	7
1.1.6.2. Vivienda	7
1.1.6.3. Energía eléctrica	8
1.1.6.4. Correos	8
1.1.6.5. Hoteles y hospedaje.....	8
1.1.6.6. Agua potable	8
1.1.6.7. Servicio de drenajes.....	9

1.2.	Investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura del municipio de Mataquescuintla, Jalapa.....	9
1.2.1.	Descripción de las necesidades	9
1.2.2.	Priorización de las necesidades	10
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1.	Diseño del edificio municipal	11
2.1.1.	Descripción del proyecto	11
2.1.2.	Descripción del área disponible.....	11
2.1.2.1.	Localización del terreno	11
2.1.2.2.	Topografía del terreno	12
2.1.3.	Estudio de mecánica de suelos.....	12
2.1.3.1.	Ensayo de compresión triaxial	12
2.1.3.2.	Determinación del valor soporte	13
2.1.4.	Principales elementos espaciales del mercado	14
2.1.4.1.	Zona de alimentos	17
2.1.4.2.	Zona de artesanías y productos elaborados	17
2.1.4.3.	Zona de bodegas.....	17
2.1.4.4.	Zona de carga y descarga	17
2.1.4.5.	Zona administrativa o intendencia	18
2.1.4.6.	Zona de servicios sanitarios, lavaderos	18
2.1.4.7.	Zona de recolección de desechos sólidos.....	18
2.1.4.8.	Zona de recolección y tratamiento de residuales líquidos	19
2.1.4.9.	Zona de estacionamiento vehicular público	19

2.1.4.10.	Otras actividades y elementos a considerar	19
2.1.5.	Análisis y diseño arquitectónico	19
2.1.5.1.	Ubicación del edificio dentro del terreno	20
2.1.5.2.	Distribución de ambientes	20
2.1.5.3.	Altura de la edificación	20
2.1.6.	Análisis y diseño estructural	21
2.1.6.1.	Sistema estructural.....	21
2.1.6.2.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	21
2.1.6.3.	Modelos matemáticos de marcos rígidos	30
2.1.6.4.	Juntas de construcción.....	30
2.1.6.5.	Cargas de diseño	36
2.1.6.5.1.	Cargas verticales en marcos rígidos	37
2.1.6.6.	Cargas horizontales en marcos rígidos	42
2.1.6.6.1.	Fuerzas sísmicas por el método de AGIES....	42
2.1.6.7.	Análisis de marcos rígidos por el método de Kani	87
2.1.6.8.	Momentos últimos por envolvente de momentos	117
2.1.6.9.	Diagrama de cortes últimos en marcos rígidos.....	128
2.1.6.10.	Comparación del análisis estructural con programa ETABS V	135

	2.1.6.10.1.	Análisis de resultados de comparación.....	145
	2.1.6.11.	Estructuración.....	146
	2.1.6.11.1.	Análisis y diseño de losas.....	147
	2.1.6.11.2.	Análisis y diseño de vigas.....	162
	2.1.6.11.3.	Análisis y diseño de columnas.....	172
	2.1.6.11.4.	Análisis y diseño de cimientos.....	192
	2.1.7.	Planos constructivos.....	219
	2.1.8.	Presupuesto.....	220
	2.1.9.	Cronograma de ejecución.....	222
2.2.		Diseño de pavimento rígido para la terminal de buses.....	222
	2.2.1.	Descripción del proyecto a desarrollar.....	222
	2.2.2.	Definición de pavimentos.....	222
	2.2.3.	Tipos de pavimentos.....	223
	2.2.3.1.	Pavimento flexible.....	223
	2.2.3.2.	Pavimentos rígidos.....	224
	2.2.4.	Topografía.....	224
	2.2.4.1.	Planimetría.....	224
	2.2.4.2.	Altimetría.....	225
	2.2.5.	Ensayos de laboratorio de suelos.....	225
	2.2.5.1.	Ensayo de granulometría.....	225
	2.2.5.2.	Límites de Atterberg.....	226
	2.2.5.2.1.	Límite líquido.....	226
	2.2.5.2.2.	Límite plástico.....	226
	2.2.5.2.3.	Índice plástico.....	227

2.2.5.3.	Ensayo de compactación o Proctor modificado	227
2.2.5.4.	Ensayo de valor soporte (CBR).....	228
2.2.5.5.	Análisis de resultados del laboratorio de suelos.....	229
2.2.6.	Consideraciones de diseño de pavimentos rígidos	229
2.2.6.1.	Subrasante.....	230
2.2.6.2.	Subbase	231
2.2.6.3.	Carpeta de rodadura	233
2.2.6.3.1.	Juntas en el pavimento de concreto	233
2.2.6.3.2.	Juntas transversales de expansión	233
2.2.6.3.3.	Juntas transversales de contracción	234
2.2.6.3.4.	Juntas longitudinales .	234
2.2.6.3.5.	Juntas de construcción.....	235
2.2.6.4.	Especificaciones técnicas	237
2.2.7.	Descripción de trabajos preliminares.....	245
2.2.8.	Diseño de carpeta de rodadura	245
2.2.8.1.	Tránsito	246
2.2.8.2.	Cálculo de espesor de pavimento	247
2.2.8.3.	Diseño de mezcla.....	252
2.2.9.	Drenaje pluvial	256
2.2.9.1.	Normas de diseño	256
2.2.9.1.1.	Diámetros mínimos....	257

	2.2.9.1.2.	Velocidades mínimas y máximas	257
	2.2.9.1.3.	Cotas <i>invert</i>	257
	2.2.9.1.4.	Cálculo del volumen de excavación	260
	2.2.9.1.5.	Diseño hidráulico.....	260
	2.2.9.1.6.	Consideraciones de operación y mantenimiento de pavimentos rígidos	271
2.2.10.		Planos constructivos	274
2.2.11.		Presupuesto	274
2.2.12.		Cronograma de ejecución	275
CONCLUSIONES.....			277
RECOMENDACIONES			279
BIBLIOGRAFÍA.....			281
APÉNDICES.....			283
ANEXOS.....			285

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de ubicación de Mataquescuintla, Jalapa	4
2.	Configuración en planta de los locales comerciales (nivel 1)	15
3.	Configuración en planta de los locales comerciales (nivel 2)	16
4.	Separación de barras longitudinales	23
5.	Área tributaria para una columna típica.....	26
6.	División en planta de los 3 módulos del edificio	31
7.	Planta típica de niveles 1 y 2 del edificio de mercado municipal	32
8.	Acercamiento de la planta típica de edificio municipal	33
9.	Elevación marco clase A	34
10.	Elevación marco clase B	35
11.	Elevación marco clase C	35
12.	Acercamiento a la elevación de marco clase C.....	36
13.	Esquema de fuerzas por nivel (módulo 1)	59
14.	Esquema de fuerzas por nivel (módulo 2).....	60
15.	Esquema de fuerzas por nivel (módulo 3)	60
16.	Planta del edificio dividida en 3 rectángulos.....	62
17.	Coordenadas del centro de rigidez y centro de masa	75
18.	Cargas aplicadas, marco clase C.....	85
19.	Acercamiento a las cargas aplicadas, marco clase C	85
20.	Cargas aplicadas, marco clase B	86
21.	Cargas aplicadas, marco clase A	86
22.	Método de Kani, condiciones iniciales, marco clase A, carga muerta	94

23.	Resumen del proceso de iteración realizado del método de Kani (paso 7).....	97
24.	Diagrama de momentos en vigas ($Kg \cdot m$) – carga muerta – marco clase A.....	99
25.	Diagrama de momentos en columnas ($Kg \cdot m$) – carga muerta – marco clase A.....	100
26.	Método de Kani, condiciones iniciales, marco clase A, carga viva	101
27.	Resumen del proceso de iteración realizado del método de Kani (paso 7).....	103
28.	Diagrama de momentos en vigas ($Kg \cdot m$) – carga viva – marco clase A.....	105
29.	Diagrama de momentos en columnas ($Kg \cdot m$) – carga viva – marco clase A.....	106
30.	Método de Kani, condiciones iniciales, marco clase A, fuerza sísmica.....	110
31.	Resumen del proceso de iteración realizado del método de Kani (paso 7).....	113
32.	Diagrama de momentos en vigas ($Kg \cdot m$) – fuerza sísmica – marco clase A.....	115
33.	Diagrama de momentos en columnas ($Kg \cdot m$) – fuerza sísmica – marco clase A.....	116
34.	Diagrama de momentos últimos en vigas ($Kg \cdot m$) – marco clase A	123
35.	Diagrama de momentos últimos en columnas ($Kg \cdot m$) – marco clase A.....	124
36.	Diagrama de momentos últimos en vigas ($Kg \cdot m$) – marco clase B	125
37.	Diagrama de momentos últimos en columnas ($Kg \cdot m$) – marco clase B.....	126
38.	Diagrama de momentos últimos en vigas ($Kg \cdot m$) – marco clase C	127

39.	Diagrama de momentos últimos en columnas ($Kg \cdot m$) – marco clase C	128
40.	Diagrama de cortes últimos en vigas (Kg) – marco clase A	130
41.	Diagrama de cortes últimos en columnas (Kg) - marco clase A	131
42.	Diagrama de cortes últimos en vigas (Kg) – marco clase B	132
43.	Diagrama de cortes últimos en columnas (Kg) – marco clase B.....	133
44.	Diagrama de cortes últimos en vigas (Kg) – marco clase C	134
45.	Diagrama de cortes últimos en columnas (Kg) – marco clase C	134
46.	Envolvente de momentos, marco clase A ($Kg \cdot m$)	135
47.	Diagrama de cortes últimos, marco clase A (Kg).....	136
48.	Envolvente de momentos, marco clase B ($Kg \cdot m$)	137
49.	Diagrama de cortes últimos, marco clase B (Kg).....	138
50.	Envolvente de momentos, marco clase C ($Kg \cdot m$).....	139
51.	Diagrama de cortes últimos, marco clase C (Kg)	140
52.	Isométrico de marcos rígidos, módulo 1	141
53.	Isométrico de deformaciones en marcos rígidos, módulo 1	141
54.	Isométrico de marcos rígidos, módulo 2.....	142
55.	Isométrico de deformaciones en marcos rígidos, módulo 2	142
56.	Isométrico de marcos rígidos, módulo 3.....	143
57.	Isométrico de deformaciones en marcos rígidos, módulo 3	143
58.	Planta típica de distribución de losas	150
59.	Planta de momentos actuantes en losas típicas, nivel 1	153
60.	Diagrama de momentos desbalanceados en losas	154
61.	Planta de momentos balanceados en las losas típicas nivel 1	156
62.	Diagrama de momentos ($Kg \cdot m$).....	164
63.	Diagrama de corte (Kg)	164
64.	Refuerzo longitudinal de tramos B – E, E-H, marco clase A	169
65.	Armado por corte, tramos: B-E, E-H, marco clase A.....	172
66.	Isométrico de áreas tributarias de columnas	173

67.	Carga axial y momentos actuantes en columna típica	175
68.	Esquema de viga-columna, nivel 2	178
69.	Esquema de viga-columna, nivel 1	179
70.	Armado por corte de columnas típicas, niveles 1 y 2	191
71.	Geometría de zapata tipo 1	193
72.	Elevaciones de zapata	198
73.	Geometría de zapata tipo 2	204
74.	Variación de presión última bajo el cimiento	208
75.	Variación de presión última por metro lineal bajo el cimiento	209
76.	Vigas transversales	215
77.	Área tributaria de corte actuante, viga transversal	216
78.	Área tributaria de chequeo por flexión	217
79.	Tipos de juntas	236

TABLAS

I.	Datos de la población de Mataquescuintla	5
II.	Datos de la población de Mataquescuintla ordenados por sexo	6
III.	Valor de soporte según descripción del suelo	13
IV.	Integración de carga muerta, nivel 1	38
V.	Integración de carga muerta, nivel 2	39
VI.	Integración de cargas para el marco clase C	41
VII.	Integración de cargas para el marco clase B	41
VIII.	Integración de cargas para el marco clase A	42
IX.	Resumen del cálculo del peso sísmico del módulo 1	44
X.	Resumen del cálculo del peso sísmico del módulo 2	44
XI.	Resumen del cálculo del peso sísmico del módulo 3	45
XII.	Nivel mínimo de protección sísmica	46
XIII.	Coeficiente de sitio <i>F_a</i>	46

XIV.	Coeficiente de sitio F_v	47
XV.	Amenazas especiales	48
XVI.	Factor N_a para períodos cortos de vibración	48
XVII.	Factor N_v para períodos largos de vibración	49
XVIII.	Factor de determinación del nivel de diseño	50
XIX.	Variaciones de la ecuación para el cálculo del periodo fundamental	51
XX.	Comparación de períodos	52
XXI.	Coeficiente y factores para diseño de sistemas sismorresistentes	54
XXII.	Cálculo de la distribución del corte basal por nivel (módulo 1).....	57
XXIII.	Fuerzas por nivel en las direcciones “x”, “y” (módulo 1).....	57
XXIV.	Cálculo de la distribución del corte basal por nivel (módulo 2).....	58
XXV.	Fuerzas por nivel en las direcciones “x”, “y” (módulo 2).....	58
XXVI.	Cálculo de la distribución del corte basal por nivel (módulo 3).....	58
XXVII.	Fuerzas por nivel en las direcciones “x”, “y” (módulo 3).....	59
XXVIII.	Cálculo de coordenadas del centro de masa de cada uno de los módulos.....	63
XXIX.	Inercia y rigidez relativa de vigas y columnas del nivel 2 (marcos clase A, B, C, D).....	65
XXX.	Inercia y rigidez relativa de vigas y columnas del nivel 1 (marcos clase A, B, C, D).....	66
XXXI.	Centro de rigidez, módulo 1, eje X, nivel 2.....	68
XXXII.	Centro de rigidez, módulo 1, eje X, nivel 1	68
XXXIII.	Centro de rigidez, módulo 1, eje Y, nivel 2.....	69
XXXIV.	Centro de rigidez, módulo 1, eje Y, nivel 1	69
XXXV.	Centro de rigidez, módulo 2, eje X, nivel 2.....	70
XXXVI.	Centro de rigidez, módulo 2, eje X, nivel 1	70
XXXVII.	Centro de rigidez, módulo 2, eje Y, nivel 2.....	71
XXXVIII.	Centro de rigidez, módulo 2, eje Y, nivel 1	71
XXXIX.	Centro de rigidez, módulo 3, eje X, nivel 2.....	72

XL.	Centro de rigidez, módulo 3, eje X, nivel 1	72
XLI.	Centro de rigidez, módulo 3, eje Y, nivel 2	73
XLII.	Centro de rigidez, módulo 3, eje Y, nivel 1	73
XLIII.	Resumen de coordenadas de centro de rigidez y centro de masa (m).....	74
XLIV.	Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido vertical Y, nivel 2, módulo 1	79
XLV.	Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido horizontal X, nivel 2, módulo 1.....	79
XLVI.	Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido vertical Y, nivel 1, módulo 1	80
XLVII.	Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido horizontal X, nivel 1, módulo 1.....	80
XLVIII.	Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido vertical Y, nivel 2, módulo 2.....	81
XLIX.	Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido horizontal X, nivel 2, módulo 2.....	81
L.	Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido vertical Y, nivel 1, módulo 2.....	82
LI.	Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido horizontal X, nivel 1, módulo 2.....	82
LII.	Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido vertical Y, nivel 2, módulo 3.....	83
LIII.	Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido horizontal X, nivel 2, módulo 3.....	83
LIV.	Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido vertical Y, nivel 1, módulo 3.....	84
LV.	Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido horizontal X, nivel 1, módulo 3.....	84

LVI.	Pasos 1, 2, 3, 4, 5, y 6 del método de Kani calculado en Excel	96
LVII.	Momentos finales por el método de Kani para carga muerta (paso 8)	98
LVIII.	Método de Kani, dimensiones de elementos, momento de inercia, inercia relativa	101
LIX.	Pasos 1, 2, 3, 4, 5, y 6 del método de Kani calculado en Excel	102
LX.	Momentos finales por el método de Kani para carga muerta (paso 8)	104
LXI.	Método de Kani, dimensiones de elementos, momento de inercia, inercia relativa	111
LXII.	Pasos 1, 2, 3, 4, 5, y 6 del método de Kani calculado en Excel	112
LXIII.	Momentos finales por el método de Kani para carga muerta (paso 8)	114
LXIV.	Combinación No. 1 para envolvente de momentos.....	120
LXV.	Combinaciones No. 2 y No. 3 para envolvente de momentos.....	121
LXVI.	Combinaciones No. 4 y No. 5 para envolvente de momentos.....	122
LXVII.	Fuerza cortante última, actuante en el marco clase A (<i>Kg</i>)	129
LXVIII.	Comparacion de resultados del análisis estructural, método de Kani y ETABS – envolvente de momentos.....	144
LXIX.	Balance de momentos.....	154
LXX.	Balance de momentos entre las losas 22 y 23.....	155
LXXI.	Áreas de acero requeridas en losas, nivel 1, eje X	160
LXXII.	Áreas de acero requeridas en losas, nivel 1, eje Y	160
LXXIII.	Áreas de acero requeridas en losas, nivel 2, eje X	162
LXXIV.	Áreas de acero requeridas en losas, nivel 2, eje Y	162
LXXV.	Resumen de armado de viga tramo B – E marco clase A.....	168
LXXVI.	Resumen de armado de viga tramo E – H, marco clase A.....	169
LXXVII.	Datos de secciones de elementos	176

LXXVIII.	Datos de longitud e inercia que se utilizarán en el análisis de columnas	177
LXXIX.	Resultado de armado de columnas típicas del nivel 1	189
LXXX.	Resultado de armado de columnas típicas del nivel 2	190
LXXXI.	Refuerzo en zapata tipo 1	202
LXXXII.	Resumen de zapata tipo 2	219
LXXXIII.	Presupuesto del edificio para el mercado municipal	221
LXXXIV.	Propiedades y requisitos ideales para suelo ensayado	231
LXXXV.	Graduación de agregados	243
LXXXVI.	Clasificación de vehículos según su categoría de cargas por eje.....	248
LXXXVII.	Determinación de la reacción K por medio del C.B.R.	249
LXXXVIII.	Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de K	250
LXXXIX.	TPDC permisible, carga por eje categoría 2, pavimento con juntas con dovelas.....	251
XC.	Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción	253
XCI.	Relación agua/cemento para distintas resistencias	253
XCII.	Requisitos aproximados de agua de mezclado para diferentes revenimientos y tamaño máximo de agregado	254
XCIII.	Porcentaje de agregado fino/agregado total para distintas resistencias y tamaño máximo de agregado grueso.....	254
XCIV.	Algunos coeficientes de escorrentía utilizados en Guatemala	261
XCV.	Fórmulas de intensidad de lluvia	262
XCVI.	Resumen de cálculo de drenaje pluvial	269
XCVII.	Presupuesto del pavimento rígido para la terminal de buses	275

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H_x	Altura del núcleo de la columna en el sentido X
H_y	Altura del núcleo de la columna en el sentido Y
b	Ancho del elemento en sección
ϕ	Ángulo de fricción interna
β	Ángulo vertical
A	Área
A_{CH}	Área chica, área del núcleo de la sección tomada a ejes del refuerzo longitudinal exterior
A_s	Área de acero de refuerzo
$A_{s_{máx}}$	Área de acero máximo permitido
$A_{s_{min}}$	Área de acero mínimo permitido
$A_{s_{req}}$	Área de acero requerida
A_z	Área de la zapata
A_p	Área de punzonamiento
$A_{V_{MIN}}$	Área de varilla a utilizar como mínimo
A_g	Área gruesa, área total de la sección del elemento
A_T	Área tributaria
SC	Asfalto de fraguado lento
RC	Asfalto de fraguado rápido
P	Carga aplicada a la columna
P_u	Carga axial en la columna
P'_u	Carga de resistencia de la columna
CM	Carga muerta

W_{CM}	Carga muerta distribuida
CMU	Carga muerta última
CMUU	Carga muerta última unitaria
CU	Carga última
CUU	Carga última unitaria
CV	Carga viva
W_{CV}	Carga viva distribuida
CVU	Carga viva última
CVUU	Carga viva última unitaria
Q	Caudal
cm	Centímetro
Cg	Centro de gravedad
Cm	Centro de masa
CR	Centro de rigidez
PVC	Cloruro de polivinilo
C	Coeficiente de escurrentía
N	Coeficiente de rugosidad
C	Coeficiente para el cálculo de momentos en losas, tomado del ACI
Ψ_B	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna, en su extremo inferior
Ψ_A	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna, en su extremo superior
K_x	Coeficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido X
K_y	Coeficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido Y
V_v	Corte en vigas
$V_{máx}$	Corte máximo actuante

Ci	Cota <i>invert</i>
Dm	Diferencia que existe entre los valores de dos momentos
A'	Dimensión del claro corto de la losa vista en planta
Di	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado
E	Esbeltez de la columna
V_a	Esfuerzo de corte actuante
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
S_{mín}	Espaciamiento mínimo del acero de refuerzo por cortante
t	Espesor de la losa
Et	Espesor de la tubería
e	Excentricidad
e_x	Excentricidad en el sentido X
e_y	Excentricidad en el sentido Y
F_{cu}	Factor de carga última
Ū	Factor de corrimiento
Nq	Factor de flujo de carga
Nc	Factor de flujo de carga última
μ	Factor de giro
FH	Factor de Hardmond
K_p	Factor de pandeo de la columna
Q_n	Fuerza cortante de piso
V	Fuerza de corte
Hab.	Habitantes
Ha	Hectárea
I	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en cuenta el acero de refuerzo

I_l	Intensidad de lluvia (mm/hr)
Kg	Kilogramo
LC	Línea central
L_o	Longitud de confinamiento de estribos
L	Longitud del elemento
δ	Magnificador de momentos
m^2	Metro cuadrado
m^3	Metro cúbico
m	Metro
ml	Metros lineales
Es	Módulo de elasticidad del acero
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
M_b	Momento balanceado
M_n	Momento de piso
M_s	Momento de sujeción
M'_x	Momento de trabajo que actúa en el sentido X
M'_y	Momento de trabajo que actúa en el sentido Y
M_F	Momento fijo
M_{CM}	Momento inducido por la carga muerta
M_{CV}	Momento inducido por la carga viva
M_s	Momento inducido por la fuerza sísmica
M	Momento
$M_{(-)}$	Momento negativo
$M_{(+)}$	Momento positivo
M_x	Momento último actuando en el sentido X
M_y	Momento último actuando en el sentido Y
M_c	Momento último en la columna
s	Pendiente

D_x	Peralte efectivo de la sección de zapata, en el sentido X
D_y	Peralte efectivo de la sección de zapata, en el sentido Y
H	Peralte total del elemento en sección
d	Peralte, efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión
P_m	Perímetro mojado (m)
P_{COL}	Peso de la columna
P_{VIGA}	Peso de vigas
P_{CIM}	Peso del cimiento
P_{SUELO}	Peso del suelo sobre zapata
W	Peso distribuido de la estructura
W_i	Peso distribuido por nivel
Y_{concreto}	Peso específico del concreto
Y_{suelo}	Peso específico del suelo
ρ_{bal}	Porcentaje de acero en la falla balanceada
ρ_{máx}	Porcentaje de acero máximo permitido en un elemento
ρ_{mín}	Porcentaje de acero mínimo permitido en un elemento
H_{min}	Profundidad mínima de tubería
PRA	Public Roads Administration
F'_c	Resistencia a la compresión del concreto
F_y	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
V_R	Resistencia al esfuerzo cortante proporcionado por el concreto
SCU	Sistema de clasificación unificado

Σ	Sumatoria de una serie de valores
Ton	Tonelada
TPDC	Tránsito promedio diario de camiones
TPD	Tránsito promedio diario
$\rho t \mu$	Valor de la curva en el diagrama de interacción
q_d	Valor de soporte de diseño
q_{on}	Valor de soporte neto último
q_o	Valor de soporte último
Vel	Velocidad

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
Aditivos	Materiales que, además del agua, agregados y cemento, se utilizan como ingredientes del concreto y se adicionan a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado.
Ángulo	Es la menor o mayor abertura que forman entre sí dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
Agregado	Material granular, como arena, grava, piedra chancada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio aglomerante para formar hormigón o mortero.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
ASTM	American Society of Testing Materials
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario o verdadero, su rango va desde 0 a 360 grados.

Banco de marca	Es el lugar que tiene un punto fijo, cuya elevación se toma como referencia para determinar la altura de otros puntos.
Base	Están constituidas por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado que se construye sobre la sub-base.
Bordillos	Son las estructuras de concreto simple que se construyen en el centro, en uno o en ambos lados de una carretera, y sirven para el ordenamiento del tráfico y seguridad del usuario.
Carga axial	Fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural, aplicada al centroide de la sección transversal del mismo, produciendo un esfuerzo uniforme.
Carga muerta	Cargas permanentes soportadas por un elemento, según se define en la ordenanza general de construcción, sin mayorar.
Carga viva	Son cargas móviles, tienen un alto grado de variación, es por esta razón que cuando se modelan se les aplica un factor de seguridad alto.
Caudal	Cantidad de agua que corre en un tiempo determinado.
CBR	California Bearing Ratio

Cemento Portland	Es un aglomerante que reacciona en presencia del agua ya que debidamente mezclado con agregados inertes se convierte en una masa manejable y moldeable que adquiere características de piedra artificial.
Compactación	Procedimiento de aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y, en consecuencia, su capacidad de soportar cargas.
Concreto	Es un material pétreo, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua.
Columna	Elemento estructural sometido principalmente a compresión, también soporta momentos flexionantes; a este estado tensional se le conoce como flexocompresión.
Deflexión	Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje longitudinal, al ser cargados.
Densidad	Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.
Especificaciones	Son normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.

EPS	Ejercicio Profesional Supervisado
Estribo	Armadura perpendicular a las barras longitudinales de un elemento estructural de concreto armado, que se coloca como refuerzo para soportar el esfuerzo tangencial o cortante.
Excentricidad	Distancia comprendida entre el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura.
Longitud de desarrollo	Longitud que debe tener una barra de refuerzo dentro del concreto, para poder desarrollar la resistencia de diseño de la armadura en una sección crítica.
Módulo de elasticidad	Razón entre la tensión normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión bajo el límite de proporcionalidad de material.
Momento flexionante	Es una sollicitación típica en vigas, columnas, cimentaciones y también en losas, ya que todos estos elementos suelen deformarse predominantemente por flexión. El momento flexionante puede aparecer cuando se someten estos elementos a la acción de un momento (torque) o también de fuerzas puntuales o distribuidas.
Muro	Elemento, generalmente vertical, empleado para encerrar o separar espacios, también utilizados para dar estabilidad lateral, así como apoyo a los elementos que cubren el claro. Generalmente son elementos a

compresión. Pueden ser monolíticos o entramados ensamblados de muchas piezas.

Pavimento Se le llama así a la estructura que se coloca sobre el suelo de fundación de una carretera o vía urbana, misma que está destinada a soportar el tránsito de vehículos.

PCA Portland Cement Association

Período de diseño Es el tiempo durante el cual un sistema (agua potable, drenajes, pavimentación, etc.) dará un servicio satisfactorio a la población, estableciendo su límite en el momento que su uso sobrepase las condiciones de diseño.

Plasticidad Es la capacidad de algunos suelos de deformarse sin agrietarse ante un esfuerzo mecánico, conservando la deformación al retirarse la carga (no se produce rebote elástico).

Planimetría Parte de la topografía que enseña a representar en una superficie plana una porción de la terrestre. Conjunto de las operaciones necesarias para obtener esta proyección horizontal.

Rasante Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.

Rígido Cuerpo u objeto que tiene la propiedad de tener mucha

resistencia a la deformación.

- Sub-base** Es la capa de la estructura del pavimento destinada principalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas de tránsito, de tal manera que el suelo de la subrasante las pueda soportar, absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar la base.
- Suelo** Es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan.
- Topografía** Parte de la geodesia que tiene por objeto representar el terreno sobre papel de la manera más exacta posible. Los dibujos que representan un terreno se llaman planos topográficos y el conjunto de operaciones que hay que realizar para ejecutarlos levantamientos topográficos o de planos.
- Viga** Elemento estructural lineal que trabaja principalmente a flexión. En las vigas, la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones y suele ser horizontal.
- Zapata** Es un tipo de cimentación superficial que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos. Consiste en un ancho prisma de concreto situado bajo los pilares de la estructura, su función es transmitir al terreno

las tensiones a que está sometida el resto de la estructura y anclarla.

RESUMEN

Se realizó una investigación monográfica del municipio de Mataquescuintla, en donde se describen aspectos generales del lugar. En la fase de servicio técnico profesional se describen los métodos utilizados para el desarrollo de los proyectos, la estructura del mercado municipal y el pavimento rígido de la terminal de buses. En ambos casos se partió de los datos topográficos y de los datos del estudio de suelos. Para el cálculo estructural del edificio de dos niveles, primero se hizo una integración de cargas, luego se realizó el análisis estructural de losas, marcos rígidos, columnas y zapatas, y una vez conocidos los valores de las solicitaciones a las que estarían sometidos los elementos del edificio, se pasó al diseño estructural. Se describe el análisis de 3 marcos típicos, que se encuentran en la configuración en planta del edificio, sin embargo, en la etapa de diseño estructural se trabajaron individualmente cada uno de los marcos del edificio, así mismo se modeló la estructura del edificio en el programa ETABS y se hizo una comparativa de los datos obtenidos con el método de Kani.

El diseño del pavimento rígido se realizó mediante un método simplificado que considera la carga vehicular típica que debe soportar el pavimento a lo largo de su vida útil. Se presentan los planos constructivos y presupuestos tanto del proyecto de pavimentación como del edificio de dos niveles.

Durante el proceso de diseño se pretende utilizar las normas: ACI 318-08, AASHTO y ASTM.

OBJETIVOS

General

Diseñar el pavimento rígido para la terminal de buses y un mercado municipal que suplan las necesidades de ordenamiento, estética, seguridad y espacio que son requeridas actualmente en el municipio de Mataquescuintla, departamento de Jalapa, Guatemala.

Específicos

1. Proponer un direccionamiento de vías que facilite la afluencia de vehículos en el nuevo mercado municipal y terminal de buses.
2. Diseñar las instalaciones para el nuevo mercado municipal y terminal de buses, con base en las normas AASHTO y ACI 318-99.
3. Proponer un ordenamiento de lotes de parqueo para la nueva terminal de buses y mercado municipal.
4. Considerar, dentro del diseño del nuevo mercado municipal, espacio para las ventas temporales que forman parte del comercio del casco urbano de Mataquescuintla.

INTRODUCCIÓN

Fue necesario realizar una investigación de las necesidades de infraestructura de la sede de práctica del Ejercicio Profesional Supervisado. En la fase de investigación, luego de tener una reunión con las autoridades de la municipalidad, se determinó que una de las prioridades del Municipio de Mataquescuintla era la construcción de instalaciones adecuadas para el mercado municipal y la terminal de buses. De acuerdo con AGIES se escogió el sistema constructivo de marcos intermedios resistentes a momento como sistema estructural.

La municipalidad, con anterioridad, compró un terreno a donde se pretende trasladar el mercado y la terminal de buses, este terreno se encuentra ubicado en la periferia del pueblo, por lo que la afluencia de personas y vehículos no sería ningún problema en dicha ubicación. Este es uno de los problemas con los que se enfrentan los habitantes que circulan dentro del casco urbano del municipio, ya que, en primer lugar, el espacio que ocupa actualmente el mercado en realidad es una de las calles del casco urbano, de manera análoga, el servicio de transporte local, ocupa parte de dos de las calles principales del pueblo, por lo que la locomoción de vehículos y personas se ve seriamente afectada en las calles adyacentes al mercado.

Actualmente el mercado no tiene piso, esto provoca dificultades en el momento de manipular la mercadería que allí se vende, tampoco cuenta con una batería de baños que sirva específicamente a compradores y vendedores, el techo es de lámina, por lo que no se tiene ningún tipo de aislamiento térmico.

Por las razones anteriores, se le dio prioridad a trabajar en el diseño de estos proyectos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de Mataquescuintla, Jalapa

1.1.1. Aspectos generales

Esta es la primera información relevante sobre este municipio:

“Los primeros pobladores fueron originarios de la tribu de los Pipiles, de descendencia Nahoá, emigrantes aztecas que posteriormente se establecieron en territorio salvadoreño. Mataquescuintla formó parte del distrito de Mita, y el 25 de febrero de 1848, al ser dividido este en tres, pasó al distrito de Santa Rosa, después fue segregado el tres de septiembre de 1935 y trasladado a la jurisdicción de Jalapa, a donde pertenece en la actualidad.

El 29 de octubre de 1850 fue elevado a la categoría de villa. No se conoce con certeza el significado de la palabra Mataquescuintla, sin embargo, se cree que se origina de las conjunciones de la voz “Matatl”, que significa bolsa, red o matate de pita, y del vocablo “Istscuintli”, usado para nominar a cierta clase de perro nativo (Tepezcuintle).

Otra versión refiere que el pueblo se llamó primitivamente Izquitepeque, nombre pipil que significa “Cerro de los perros”, probablemente porque en las montañas se criaban muchos Tepezcuintles. En el lenguaje popular Mataquescuintla es conocida como “Colis”, ya que anteriormente la cabecera estaba situada en la Aldea de San Miguel, conocida entonces como San Miguel de Colis, nombre legado por los españoles, por haber sido ellos los que iniciaron la siembra de la coliflor y otras legumbres.”¹

¹ Instituto Geográfico Nacional de Guatemala. *Diccionario Geográfico Nacional de Guatemala*. Tomo II, 1978. p. 601.

En cuanto a la información histórica, se tienen estos datos:

“Sobre el origen del pueblo de Mataquescuintla se sabe muy poco, únicamente se cuenta con algunos escritos religiosos, que aportan solamente descripciones concisas de las distintas parroquias de Guatemala. El Arzobispo Pedro Cortez y Larraz en su obra *Descripción geográfica de la moral de la Diócesis de Guatemala* hace mención del pueblo de Mataquescuintla como parte de la parroquia de Los Esclavos, la que contaba en esa época con 230 familias indias que en total estaban conformadas por 1200 personas, y con 110 familias ladinas que en total contaban con 650 personas. Sus principales cultivos eran: maíz, frijol, caña de azúcar y ganadería, y el idioma que predominaba era el Chorti.

Dentro de los hechos históricos que destacan en la época se pueden mencionar la organización de las guerrillas conservadoras que estaban en contra del gobierno del Dr. Mariano Gálvez, denominadas “Sublevación de los Montañeses”. La razón de esta sublevación tuvo énfasis en que se tocaron intereses de la Iglesia, que era en ese tiempo dueña de latifundios, lo confirma la participación del párroco Francisco Aqueche. Luego de la llegada de Rafael Carrera al poder, la lucha se caracterizó por defender los intereses de los grupos conservadores dentro de los que se mencionan la Iglesia Católica. Es acá donde se originó la rebelión denominada de “Los Lucios”, por Lucio López de Carrillo contra el gobierno de Carrera.

Durante la reforma liberal del General Justo Rufino Barrios se solucionó el problema de tierras que tenían las capas rurales que emergieron durante la colonia al crearse condiciones favorables para la apropiación privada de las tierras comunales y ejidos. Esta situación vino a favorecer a este grupo emergente al haberse realizado la expropiación de tierras comunales ejidales que eran producto de la política agraria colonial. Este caso tuvo efectos negativos para los comuneros de Mataquescuintla, puesto que al declarar como tierras baldías la inmensa mayoría de tierras comunales se efectuó el despojo a la gran mayoría de los indios, estos fueron arrinconados a aquellos baldíos menos deseables para los expropiadores.

En 1885, durante la administración de Manuel Lisandro Barillas, se sublevaron contra él Hipólito Ruano, Miguel Copín y otros que fueron fusilados en el paredón de la sacristía de la parroquia de Mataquescuintla.

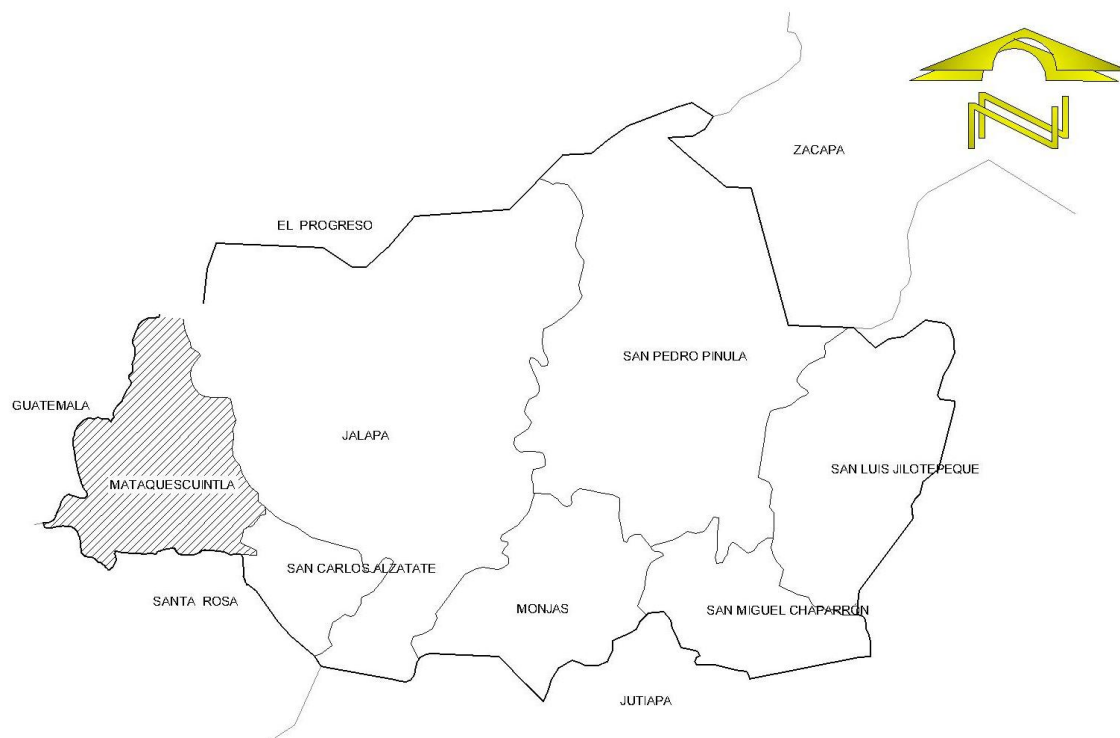
En 1954, los terratenientes del municipio establecieron la organización de las fuerzas de la liberación contra el gobierno del Coronel Jacobo Árbenz, tomando parte en los sucesos algunos destacados vecinos.”²

1.1.2. Ubicación geográfica

El departamento de Jalapa forma parte del oriente de la República de Guatemala, es bastante montañoso y quebrado, por la parte sur está un ramal de la cordillera Sierra Madre que se bifurca en la vecindad de la cabecera departamental de Chimaltenango y que penetra al departamento en su dirección. Sus límites se encuentran al sur por el departamento de Jutiapa y Santa Rosa, al norte por los departamentos de El Progreso y Zacapa, al oeste por el departamento de Guatemala y al este por el departamento de Chiquimula. La cabecera departamental de Jalapa se encuentra aproximadamente a una distancia de 174 km de la ciudad capital.

² Instituto Geográfico Nacional de Guatemala. *Diccionario Geográfico Nacional de Guatemala*. Tomo II, 1978. p. 601.

Figura 1. **Mapa de ubicación de Mataquescuintla, Jalapa**



Fuente: biblioteca de Mataquescuintla.

1.1.3. Situación demográfica

El municipio de Mataquescuintla, según el XI Censo de Población y VI de Habitación del Instituto Nacional de Estadística (INE) de 2002, tenía una población total de 32,860 habitantes, lo cual representa el 14 % de la población total del departamento de Jalapa.

1.1.3.1. Rangos de edad

En el cuadro siguiente se puede observar el total de la población por edades y la comparación de los datos del censo de 1994 con el censo hecho en el año 2002.

Tabla I. **Datos de la población de Mataquescuintla**

Rangos de edad	Censo 1994	Censo 2002
0-14	12 881	14 921
15-64	13 135	16 408
65 ó mas	1 153	1 531
Total	27 169	32 860

Fuente: XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación de 2002 del Instituto Nacional de Estadística (INE).

Se puede observar que la población que se encuentra en el rango de 15-64 años de edad, que constituye a la población en edad para trabajar, es el sector poblacional más representativo dentro del municipio, por lo que se refleja la participación activa de la población, ya que Mataquescuintla es un municipio que va en crecimiento económico y social.³

1.1.3.2. Sexo

En el 2002, tenía una población de género masculino de 16 482 (50, 20 %) y una población de género femenino de 16 378 (49,80 %) de la población total. Población que se concentra en un 21,00 % en el área urbana y un 79,00 % en el área rural.⁴

³ Instituto Nacional de Estadística (INE). XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación de 2002.

⁴ *Ibíd.*

Tabla II. **Datos de la población de Mataquescuintla ordenados por sexo**

	Censo 1994	Censo 2002
Sexo	Población	Población
Masculino	13 687	16 482
Femenino	13 482	16 378
Total	27 169	32 860

Fuente: XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación de 2002 del Instituto Nacional de Estadística (INE).

1.1.4. Aspectos climáticos

Posee un clima templado; su temperatura en promedio es de 18,40 grados centígrados mínima y de 20,00 grados centígrados máxima. En los meses de agosto y abril se intensifica el calor, principalmente en las aldeas de Agua Caliente, Sampaquisoy y Morales. En los meses de enero, junio y julio predomina el frío, sus aldeas más afectadas son Soledad Grande, Soledad Colorado, El Aguacate y Pino Dulce. La humedad relativa anual es del 75,00 % en los meses de agosto y abril, y baja a 71,00 % en el mes de septiembre. La precipitación promedio anual es de 1 499,00 mm.

1.1.5. Aspectos económicos

Desde un principio la economía del municipio se ha basado en la agricultura (maíz, frijol, coliflor, entre otros.) y en el comercio. El café es uno de los principales cultivos comerciales sobre el cual reposa la economía del municipio, de 38 comunidades se cultiva en 35 de ellas, cultivándose a mayor escala en las zonas altas al norte del municipio. De su precio y producción depende el sostenimiento económico del 90,00 % de las familias. Debido a su demanda se exporta a países como los Estados Unidos (Norte América), Alemania y España (Europa). Para dicha exportación se tiene preferencia por el

producto de las aldeas de Sansupo y las Brisas, que está catalogado como estrictamente duro, este es el de mejor calidad, pero el de mejor rendimiento es el de las aldeas de Sampaquisoy y Agua Caliente.

1.1.6. Servicios básicos

A continuación, se da una breve descripción de los servicios básicos presentes en el municipio.

1.1.6.1. Salud

La vigilancia y control epidemiológico está a cargo del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, representado por el centro de salud tipo A, ubicado en el área urbana. Se cuenta con las siguientes clínicas privadas: Sanatorio y Laboratorio Montecristo, Sanatorio Santísima Trinidad, Clínica Médica del Doctor Barrera, Clínica Médica Pediátrica del Doctor Pedro Vidal, así como Laboratorio Clínico Díaz y Laboratorio de la Clínica Parroquial.

1.1.6.2. Vivienda

Los principales problemas en relación a la vivienda son la irregularidad en la prestación de los servicios, principalmente del servicio de agua; le siguen en importancia el tamaño de la vivienda en relación al número de personas que la habitan y, por último, la utilización de materiales de construcción de baja calidad: en el área rural son principalmente adobe y *block* para las paredes, techo de lámina y teja y piso de tierra, mientras en el área urbana se utilizan paredes de *block* y ladrillo, piso de cemento y techo de duralita, lámina y teja.

1.1.6.3. Energía eléctrica

Proporcionada por Distribuidora de Electricidad de Oriente -DEORSA-, con una cobertura del 93 % y 74 % en el área urbana y rural, respectivamente.

1.1.6.4. Correos

Presta este servicio la empresa El Correo. Las oficinas se encuentran situadas en el área urbana. Esta es responsable de recolectar y enviar todas las encomiendas a donde correspondan. Los alcaldes auxiliares recolectan las encomiendas para las aldeas al momento de ser convocados a reuniones en la Municipalidad.

1.1.6.5. Hoteles y hospedaje

Dentro del casco urbano del municipio existen 4 hoteles que actualmente prestan su servicio: Hospedaje el Maná, Hotel San Manuel, Hotel y Restaurante San Pablo y Hotel San Juan.

1.1.6.6. Agua potable

El incremento de cobertura de este servicio se observa claramente al comparar el porcentaje de cobertura del 30 %, proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística -INE-, para el año 1994, con el 71 % obtenido mediante el XI Censo de Población y VI de Habitación del 2002. Este incremento se debe principalmente a que los comités de agua de aldeas y caseríos, con apoyo del 32 Consejo de Desarrollo, gestionaron ante la municipalidad la apertura de nuevos proyectos de canalización.

1.1.6.7. Servicio de drenajes

La prestación de este servicio se incrementó en el año 2002 al 89 % en el área urbana, en comparación con los datos estadísticos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística -INE-, que indican que para el año 1994 se cubría solamente el 68 % de los hogares. En el área rural no existen drenajes y alcantarillados para aguas pluviales. La práctica común es hacer cunetas para la libre circulación de las corrientes de agua

1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura del municipio de Mataquescuintla, Jalapa

A continuación, se describe la descripción y priorización de las necesidades del municipio.

1.2.1. Descripción de las necesidades

- Diseñar las instalaciones del mercado municipal: actualmente el mercado cuenta con instalaciones que se pueden mejorar, no se cuenta con un espacio estándar de los locales comerciales, no existe una separación adecuada de las distintas áreas de ventas, no cuenta con un sistema de letrinas y lavamanos propio, no se cuenta con una circulación dedicada a proteger los productos que allí se comercian, el piso es en realidad suelo descubierto, estos son algunos de los principales aspectos que se pueden mejorar al construir un edificio dedicado al mercado municipal.
- Diseñar instalaciones apropiadas para la terminal de buses: el transporte urbano y extraurbano funciona con regularidad en Mataquescuintla, sin embargo, la afluencia de buses y microbuses dentro del casco urbano en

ocasiones genera congestión vehicular. Dos carriles perpendiculares entre sí, adyacentes a la ceiba, funcionan actualmente como estacionamiento temporal para los períodos de carga y descarga de buses y microbuses que prestan el servicio de transporte, por lo tanto se hacen evidentes las ventajas y beneficios de la construcción de un lugar apropiado para la terminal de buses del municipio.

1.2.2. Priorización de las necesidades

Se les está dando grado de prioridad a estos dos proyectos, ya que tanto el mercado como la terminal de buses funcionan a diario, por ende representan parte vital de la infraestructura del Municipio de Mataquescuintla, Jalapa.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del edificio municipal

En los siguientes apartados se describe el diseño del edificio municipal.

2.1.1. Descripción del proyecto

Este proyecto consiste en el diseño de un edificio de 2 niveles que servirá para albergar el mercado municipal, estará dividido en distintas áreas, en cada una de estas se venderá un tipo distinto de producto, contará con servicios sanitarios, dos módulos de gradas, área de descarga de productos, área de recolección de desechos sólidos y un área de parqueos. La estructura tendrá una altura de 8 metros y una superficie cubierta de 5 292 m².

2.1.2. Descripción del área disponible

A continuación, se describe la localización del terreno dentro del casco urbano de Mataquescuintla y la topografía del mismo.

2.1.2.1. Localización del terreno

El terreno está ubicado en la zona 1 del casco urbano del Municipio de Mataquescuintla.

2.1.2.2. Topografía del terreno

El terreno tiene forma de polígono irregular, con un área de 6 545,15 m², este terreno es plano, ya que previamente se realizó un movimiento de tierras.

2.1.3. Estudio de mecánica de suelos

En los siguientes apartados se detallan los datos obtenidos en el ensayo de compresión auxiliar y luego se procede a determinar el valor soporte del suelo.

2.1.3.1. Ensayo de compresión triaxial

Se obtuvo una muestra inalterada del estrato de suelo de 1 pie³, a una profundidad de 1.40 m, realizado en Mataquescuintla, Jalapa (ver apéndices). El informe con los resultados del ensayo de compresión triaxial fue entregado por el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los datos obtenidos del ensayo de compresión triaxial son los siguientes:

Desplante	D = 1,40 m
Base	B = 1,00 m
Peso específico del suelo	$\gamma_s = 1,88 \text{ ton/m}^3$
Ángulo de fricción interna	$\Phi = 36,67^\circ$
Cohesión	$C_u = 6,87 \text{ ton/m}^2$
Factor de seguridad	F.S = 3,00
Tipo de suelo	Fragmentos de roca con arena limosa color <i>beige</i> .

2.1.3.2. Determinación del valor soporte

En este caso solo se utilizará la descripción del suelo y una tabla de valores de capacidad soporte para calcular el esfuerzo admisible en el suelo. Debido a la magnitud del proyecto lo recomendable hubiese sido sacar al menos 4 ensayos de compresión triaxial, ya que se recomienda sacar muestras inalteradas de suelo de 1 pie cúbico, con una separación de 50 metros. Es más conservador utilizar una capacidad de soporte menor a la obtenida con los datos del ensayo de compresión triaxial.

Tabla III. Valor de soporte según descripción del suelo

Material del suelo	Ton/m ²	Observaciones
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22 – 86	
Suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32 – 64	Densos
Arena fina	22 – 43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

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

Para este caso se tiene un tipo de suelo gravilloso, entonces la capacidad de soporte será:

$$q_{on} = 90 \text{ Ton/m}^2$$

La capacidad de soporte de diseño se obtiene al dividir el dato anterior dentro del factor de seguridad, que en este caso es igual a 3.

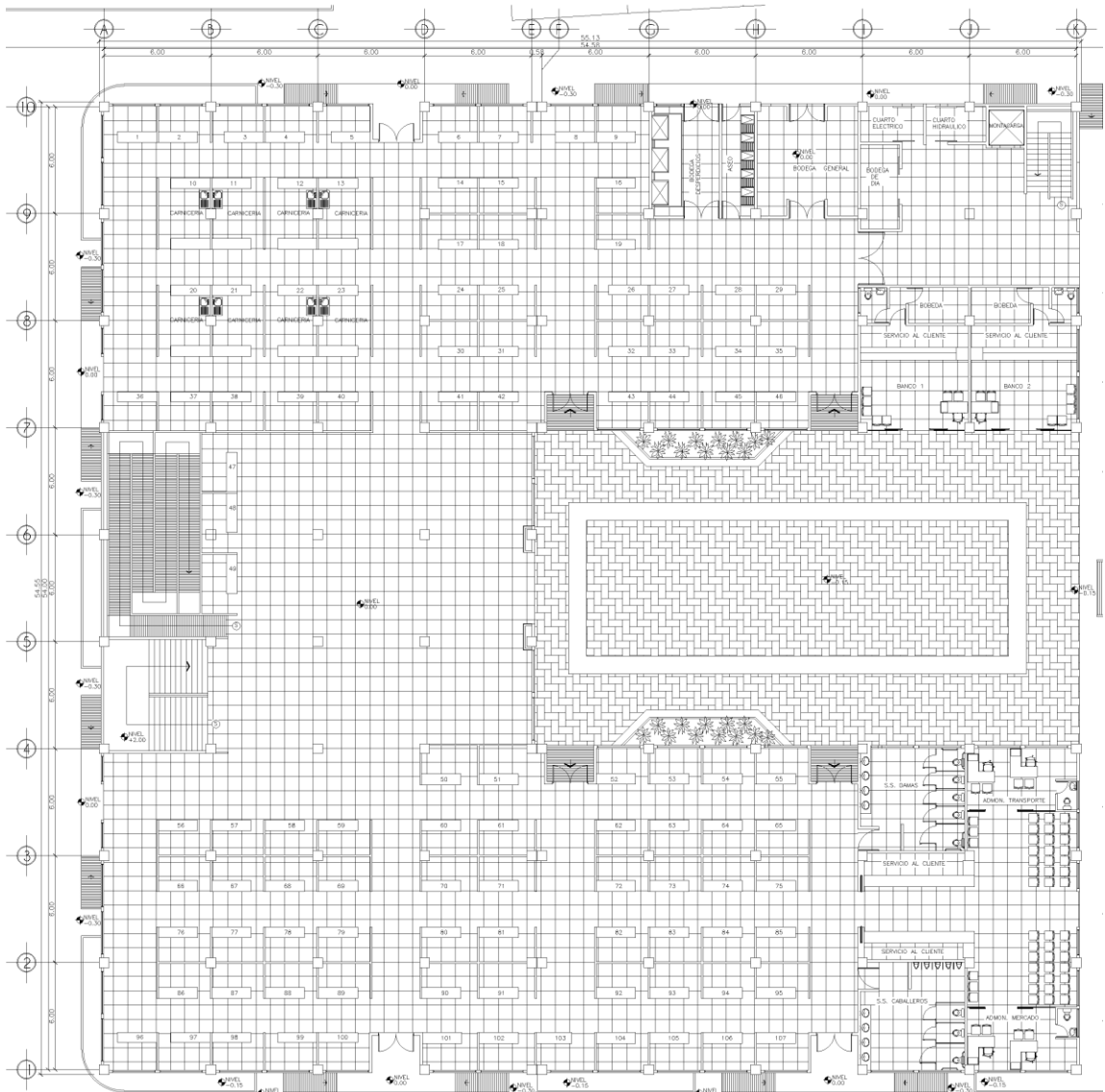
$$q_d = \frac{q_{on}}{f_c} \qquad q_d = \frac{90,00}{3,00}$$
$$q_d = 30,00 \text{ Ton/m}^2$$

Este es el valor de soporte del suelo que se utilizará para el diseño de las zapatas aisladas del edificio. En anexos se describe un procedimiento alternativo para el cálculo de la capacidad de soporte del suelo, esta toma en cuenta los datos obtenidos del ensayo de compresión triaxial. Como se mencionó anteriormente, se obtiene una capacidad de soporte mayor con este método alternativo, pero es más conservador utilizar el dato que se calculó a partir de la tabla III.

2.1.4. Principales elementos espaciales del mercado

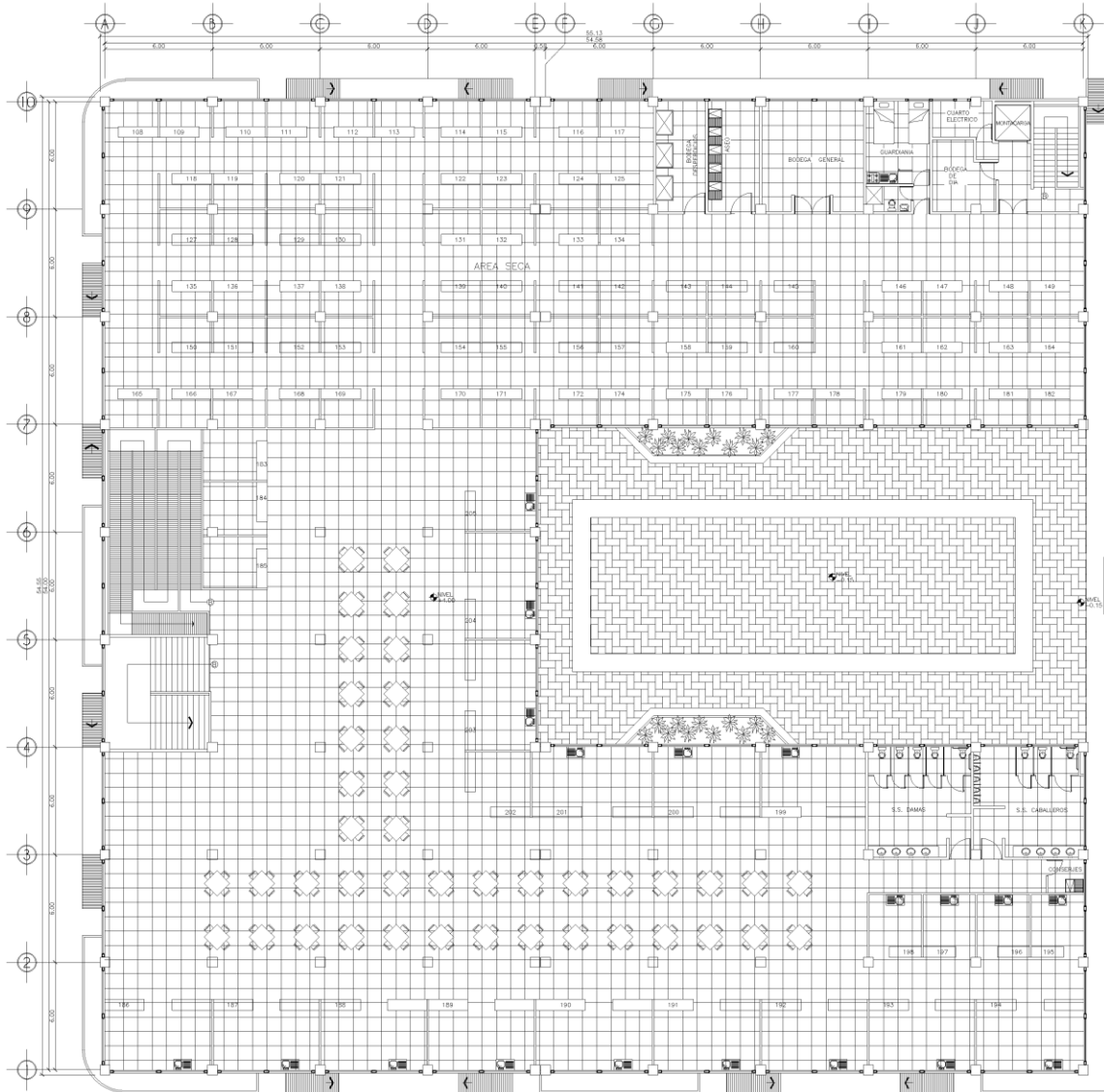
A continuación, se muestra la configuración en planta de los distintos locales del mercado municipal:

Figura 2. Configuración en planta de los locales comerciales (nivel 1)



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Figura 3. Configuración en planta de los locales comerciales (nivel 2)



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Una organización del mercado en términos espaciales puede darse por zonas de actividades semejantes, de la siguiente forma:

2.1.4.1. Zona de alimentos

Granos básicos, productos perecederos, productos lácteos o derivados, pescadería, productos cárnicos, comida preparada, abarrotes y otros similares.

2.1.4.2. Zona de artesanías y productos elaborados

Vestuario, cuero, calzado, artesanías, productos suntuarios, jugueterías.

2.1.4.3. Zona de bodegas

Pueden diferenciarse los productos a almacenar; por ejemplo, para alimentos que requieren refrigeración o condiciones adecuadas para que no se descompongan, o bien para almacenamiento de productos químicos, farmacéuticos, fertilizantes, etc. También debe ser apropiado el almacenaje, debido a sus propias características.

2.1.4.4. Zona de carga y descarga

Debe ubicarse cerca del área de almacenamiento o en un lugar equidistante de todas las áreas que demandan su uso. Este espacio no debe interferir con las actividades ordinarias de compra y venta que se realizan durante todo el día en las instalaciones del mercado.

2.1.4.5. Zona administrativa o intendencia

Es el cuerpo de gobierno de las instalaciones del mercado, es la gerencia o administración, la que debe contar con oficinas apropiadas para las actividades que desarrolla.

2.1.4.6. Zona de servicios sanitarios, lavaderos

Deben ubicarse en un área que no sea tan evidente, con cierta cobertura de elementos que pueden ser arbustos, biombos, etc. Su colocación debe responder a las exigencias propias de las instalaciones o sistema sanitario, como por ejemplo: cercanía de las tomas de agua potable, ubicación apropiada para la pendiente del drenaje, cerca de las áreas de trabajo o servicio, accesible a la circulación peatonal. Su disposición no debe afectar el funcionamiento de ninguna otra área; al contrario, debe facilitar el buen funcionamiento de todo el mercado. En esta área pueden colocarse tomas de emergencia para bomberos, en caso de incendios en las instalaciones del mercado.

2.1.4.7. Zona de recolección de desechos sólidos

Debe ubicarse en la zona de servicio del mercado, en un lugar donde no interfiera la actividad comercial. Debe tenerse mucho cuidado con este espacio, ya que si no existe un manejo apropiado de la basura, este lugar se convertirá en un peligroso foco de infección, criadero de moscas y roedores y toda clase de vectores o transmisores de enfermedades. Debe permitirse la entrada de un vehículo tipo tractor con su remolque a esta área, para recoger la basura y transportarla al vertedero municipal.

2.1.4.8. Zona de recolección y tratamiento de residuales líquidos

Por lo general, esta área de trabajo es un espacio soterrado que contiene las correspondientes tuberías, drenajes, cajas de captación de los residuales líquidos, trampas de grasa, fosa séptica y sumidero, entre otros dispositivos.

2.1.4.9. Zona de estacionamiento vehicular público

El mercado municipal debe contemplar un espacio adecuado para el estacionamiento de vehículos, el que no debe ubicarse a más de dos cuadras o 150 metros, considerando el transporte de bultos y carga hacia los vehículos. Debe haber una cantidad suficiente de plazas de estacionamiento.

2.1.4.10. Otras actividades y elementos a considerar

Otras actividades que deben contemplarse en el diseño de mercados municipales pueden ser la ubicación correcta de instalaciones eléctricas, equipos, motores, incineradores, casetas de vigilancia, áreas verdes, áreas de descanso, casetas de promoción del turismo, información general y depósitos de agua potable, entre otros.

2.1.5. Análisis y diseño arquitectónico

Al realizar el análisis para crear el diseño arquitectónico se deben tomar en cuenta varios factores. Para el caso particular del diseño de un edificio para un mercado municipal se debe tomar en cuenta la cantidad de puestos de venta que tendrá la construcción, así como la distribución de los mismos según su tipo

y, en general, la distribución en planta de los diferentes ambientes que conformarán el edificio.

2.1.5.1. Ubicación del edificio dentro del terreno

El edificio se colocó de tal forma que se optimizara el espacio de construcción en relación a la forma del terreno. Dos factores influyeron principalmente en la orientación que tendría el edificio, el primero es que quedara de frente hacia una calle que representa la conexión con el casco urbano de Mataquescuintla. El terreno en sí tiene forma de un cuadrado irregular, solo uno de sus lados tiene como lindero la calle del casco urbano anteriormente mencionada. El segundo factor principal a considerar fue que dentro del mismo terreno se debe construir la terminal de buses del municipio, esta se debe ubicar justo frente al edificio del mercado.

2.1.5.2. Distribución de ambientes

Una de las primicias en donde se apoyó la distribución de ambientes fue la circulación peatonal, se tomó en consideración un ancho adecuado entre cada uno de los locales para permitir la libre locomoción de personas, así mismo el primer nivel cuenta con un área que funcionará como suelo plaza, esta área tendrá una utilidad multipropósito: para ventas móviles, quioscos, eventos temporales, entre otros.

2.1.5.3. Altura de la edificación

Se utilizará una altura de 4 m por nivel, esta permite tener una buena iluminación y ventilación dentro del edificio.

2.1.6. Análisis y diseño estructural

Se procede a realizar el análisis y diseño estructural del edificio.

2.1.6.1. Sistema estructural

El sistema estructural que se utilizará para el diseño del edificio será un sistema de marcos (sistema integrado con marcos de columnas y vigas que soportan toda la carga vertical y además todas las solicitaciones horizontales)⁵. La razón por la que se escogió este sistema fue principalmente porque se pueden dejar espacios libres entre cada columna, dicho de otra forma, no es necesario que existan muros que obstaculicen la iluminación y ventilación de los ambientes, esto es fundamental en un espacio en donde típicamente se espera tener una continua afluencia de personas. Además, es un sistema constructivo muy utilizado en la actualidad, por lo que los materiales, mano de obra y métodos constructivos son accesibles.

2.1.6.2. Predimensionamiento de elementos estructurales

Para el pre dimensionamiento de elementos estructurales se utilizaron los criterios siguientes:

- Columnas: a continuación, se presenta el requerimiento para columnas según ACI 318 S-08.
 - El código ACI estipula que el refuerzo longitudinal A_{st} no debe ser menor que $0,01A_g$ ni mayor que $0,08A_g$ para zonas no sísmicas,

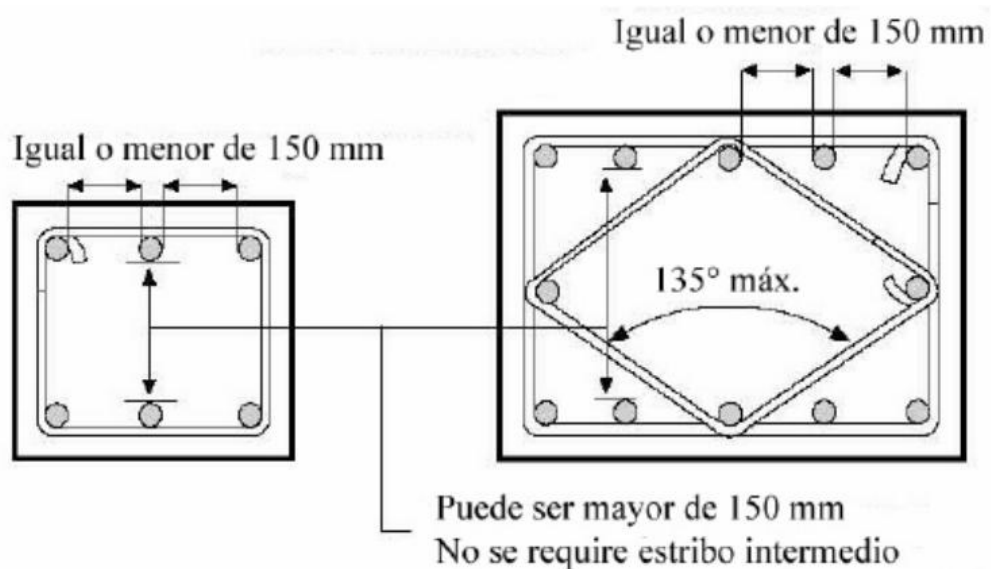
⁵ AGIES NSE 3-10. *Diseño estructural de edificaciones*. p. 6.

para zonas sísmicas no debe ser menor que $0,01A_g$ ni mayor que $0,06A_g$. El valor mínimo de acero disminuye el flujo pástico, la contracción y proporciona a la columna un poco de resistencia a flexión, se evita la probabilidad que ocurra una falla no dúctil repentina. Bajo ninguna circunstancia puede ser menor al $0,005A_g$ el área de acero suministrada. En la práctica es algo difícil ajustar más del 5 ó 6 % de acero. Usualmente no debe excederse un 4 % cuando las barras van a empalmarse por traslape.

- El número mínimo de barras longitudinales permisibles en elementos a compresión deben ser 4 barras dentro de estribos circulares o rectangulares, para barras dentro de estribos triangulares serán 3 barras y 6 barras para circulares rodeadas por espirales.
- La dimensión menor de la sección transversal medida en línea recta que pase a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 30 cm. La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular no debe ser menor que 0,4.
- En columnas con estribos, el acero de los estribos no debe ser menor al No. 3, siempre que las barras del refuerzo longitudinal sean del No. 10 o menores. Cuando el refuerzo longitudinal son paquetes de barras o barras mayores al No. 10, se utilizarán barras No. 4 para estribos.
- La distancia libre entre barras de refuerzo longitudinal no debe ser menor de $1,5d_a$, ni de 4 cm, se recomienda que tampoco sea

menor a 1,5 veces el diámetro del agregado grueso. Ninguna barra longitudinal debe estar separada más de 15 cm (6") libres de una barra apoyada lateralmente.

Figura 4. **Separación de barras longitudinales**



Fuente: Código ACI 318S-08. p.102.

- Los estribos se deberán arreglar de modo que cada esquina y barra longitudinal alternada tenga soporte lateral. El espaciamiento de los estribos no debe exceder:
 - 16 diámetros de barra longitudinal
 - 48 diámetros de barra o alambre de los estribos
 - La menor dimensión del elemento sometido a compresión

Los estribos no deberán colocarse a más de medio espaciamiento arriba de la superficie de una zapata o losa y a más de medio espacio debajo de la barra de refuerzo inferior en una losa.

- El confinamiento en columnas deberá proveerse en una longitud ℓ_o medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos del pórtico. La ℓ_o no debe ser menor que la mayor que:
 - 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 recomienda que la longitud de confinamiento se tome como $\frac{1}{4}$ de la longitud libre de la columna. El espaciamiento que poseerán los estribos en la longitud de esparcimiento será la mitad del esparcimiento del inciso seis o el menor de:

- $\frac{1}{4}$ de la dimensión mínima del elemento.
- Seis veces el diámetro de la barra de refuerzo longitudinal menor.
- S_o , donde $10 \text{ cm} \leq S_o \leq 15 \text{ cm}$

$$S_o = 10 \left(\frac{35 - h_x}{3} \right)$$

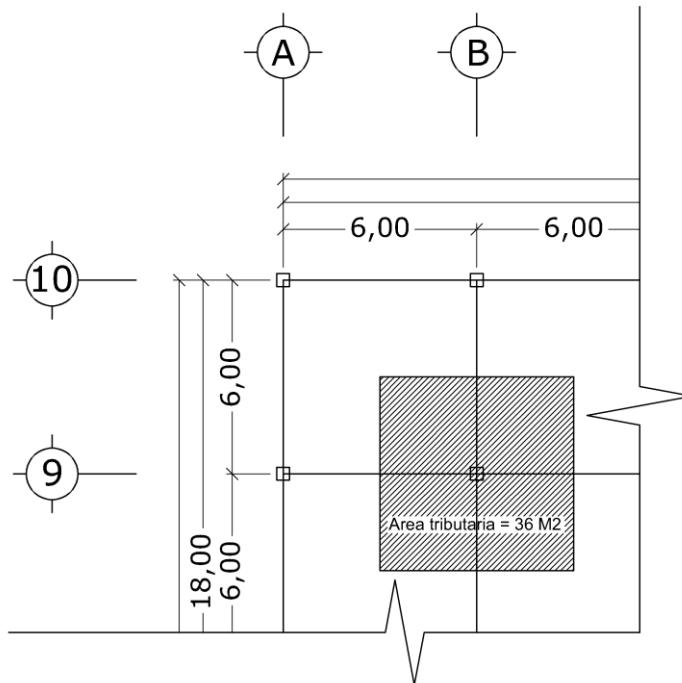
Donde:

- S_o = espaciamiento centro a centro del refuerzo transversal.
- h_x = espaciamiento máximo horizontal, medido centro a centro, entre ganchos suplementarios o ramas de estribos cerrados de confinamiento en todas las caras de la columna.
 - La separación libre entre vueltas de espirales no debe exceder 7,5 cm ni ser menor de 2,5 cm. El anclaje de la espiral debe consistir en 1,5 vueltas adicionales de la barra en cada extremo de la espiral.
 - Los ductos y tuberías de todo tipo, junto con sus conexiones, no deben ocupar más del 4 % del área de la sección transversal. Cuando se utilicen 89 embebidos de aluminio deben ser protegidos en su superficie o recubiertos para evitar reacciones con el concreto.
 - Los factores de reducción de resistencia ϕ para elementos gobernados a compresión deben ser:
 - Elementos con refuerzos en espiral 0,75
 - Otros elementos reforzados 0,65

Se recomienda que los paquetes de varillas longitudinales del número 2 al 4 deben colocarse en las esquinas. Los empalmes deberán ser escalonados.

En la siguiente figura se representa el área tributaria crítica para cada columna:

Figura 5. Área tributaria para una columna típica



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

○ Fórmula:

$$P = 0,8(0,225f'_c * A_g + f_y * A_s)$$

Donde:

El área de acero oscila entre: $1\% A_g \leq A_s \leq 8\% A_g$

- Solución:

$$\text{Area tributaria} = A_T = 36 \text{ m}^2$$

- Cargas muertas – predimensionamiento:

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

$$\text{Peso de acabados} = AC = 90 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso sobre carga} = SC = 125 \text{ Kg/m}^2$$

- Carga viva – predimensionamiento:

$$\text{Carga viva} = 250 \text{ Kg/m}^2$$

Entonces se calcula la carga última que soportará la columna con la siguiente fórmula:

$$P_U = 1,4(CM) + 1,7(CV)$$

En donde $CM = \text{Carga Muerta}$ y $CV = \text{Carga Viva}$

Esta fórmula a su vez se puede expresar de la siguiente forma:

$$P_U = 1,4(A_T((t * 2\,400) + (AC) + (SC))) + 1,7(A_T * CV)$$

Asumiendo un espesor de losa de $t = 0,13 \text{ m}$, al sustituir datos se tiene que:

$$P_U = 1,4(36((0,13 * 2\,400) + (90) + (125))) + 1,7(36 * 250)$$

$$P_U = 41,861 \text{ Kg}$$

Dado que son dos niveles, esta carga se multiplica por 2:

$$P_U = 2 * 41,861 = 83,722 \text{ Kg}$$

Con este valor de carga puntual, se retoma la siguiente fórmula:

$$P = 0,8(0,225f'_c * A_g + f_y * A_s)$$

Al sustituir datos en la fórmula anterior y despejando en función de A_g , se tiene que:

$$83,722 = 0,8(0,225(210) * A_g + (2\ 810 * 0,01) * A_g)$$

$$A_g = 1\ 388,88 \text{ cm}^2$$

Se propone una columna cuadrada de $(55 \times 55) \text{ cm}^2 = 3,025 \text{ cm}^2 > A_g$, como segunda opción, se propone una columna circular con $D = 62$, entonces el área para esta columna sería: $A = \frac{\pi}{4} D^2$, y al sustituir datos se obtiene que: $A = \frac{\pi}{4} (62)^2 = 3,019 \text{ cm}^2 > A_g$. Se propuso esta sección, ya que luego de analizar la estructura del edificio por medio de ETABS, se determinó que esta sería la sección óptima para las columnas del primer nivel.

- Vigas: se utilizó el criterio de darle a la viga 8 centímetros de peralte por cada metro de luz libre de la viga. La base de la sección transversal de la viga se consideró menor que el lado más pequeño de la columna, con esto se evitan problemas de acoplamiento en la unión viga-columna.

$$h_{viga} = (\text{luz libre de la viga}) * 0,08$$

$$h_{viga} = (5,45) * 0,08$$

$$h_{viga} = 0,436$$

$$h_{viga} = 0,45 \text{ m}$$

Se proponen unas dimensiones de sección transversal para vigas de:

$$b = 0,35 \text{ m}$$

$$h = 0,50 \text{ m}$$

- Losas: para el diseño de losas macizas en dos direcciones existen algunas limitaciones de las cuales se debe tener conocimiento⁶, las limitaciones que poseen las losas macizas en dos direcciones son las siguientes:
 - La relación a/b tiene que ser mayor o igual que 0,50, donde a es el lado corto y b el lado largo.
 - Tienen que poseer 4 apoyos (vigas).
 - El espesor máximo es de 15 cm (idealmente debe estar entre 10 a 12 cm).
 - La separación entre las barras de refuerzo no puede ser mayor a tres veces el espesor de la losa, ni mayor a 30 cm.

Para el predimensionamiento de la losa, primero se chequea la relación $a/b = 5,45/5,45 = 0,50$, por lo que se analiza como una losa maciza en dos

⁶ ACI 318-99.

direcciones. Se utilizó el criterio de perímetro de luz libre entre vigas, dividido dentro de 180. Entonces:

$$\text{espesor de losa} = t = \frac{\text{perímetro}}{180}$$

$$t = \frac{(6 - 2(0,35/2)) * 4}{180} = 0,1255$$

$$t \approx 0,12 \text{ m}$$

- Cimientos: se diseñarán zapatas aisladas, el método para su predimensionamiento se incluye en la sección de diseño de las mismas.

2.1.6.3. Modelos matemáticos de marcos rígidos

Los modelos matemáticos de marcos rígidos representan gráficamente la geometría de la estructura, tanto en planta como en elevación, también muestran las cargas que actúan en los marcos. Con esto se realiza el análisis estructural.

En las figuras 8, 9, 10 y 11 se muestran los modelos de marcos rígidos que se hallan en las direcciones X y Y, de la vista en planta del edificio. Todas las vigas tienen un mismo espaciamiento, por lo que solo se analizarán los tres casos típicos de marcos que se encuentran en la estructura.

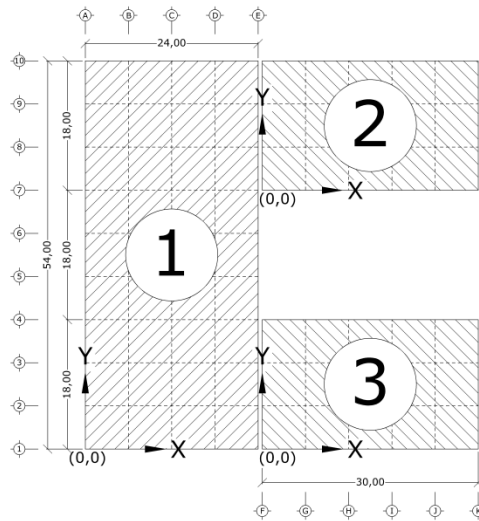
2.1.6.4. Juntas de construcción

Es recomendable que la forma cuente con simetría en la planta. Se deben evitar edificios de forma irregular, en caso necesario, subdividir en formas regulares que puedan responder independientemente. La colocación de juntas en los lugares donde se tenga previsto una concentración de esfuerzos impide

el colapso de la estructura ante la acción de sismo, ya que la estructura completa ha de reaccionar como un conjunto de estructuras independientes debido a la distribución de las rigideces. Esto también se traduce a que se tendrá un valor de cortante por torsión menor en el edificio.

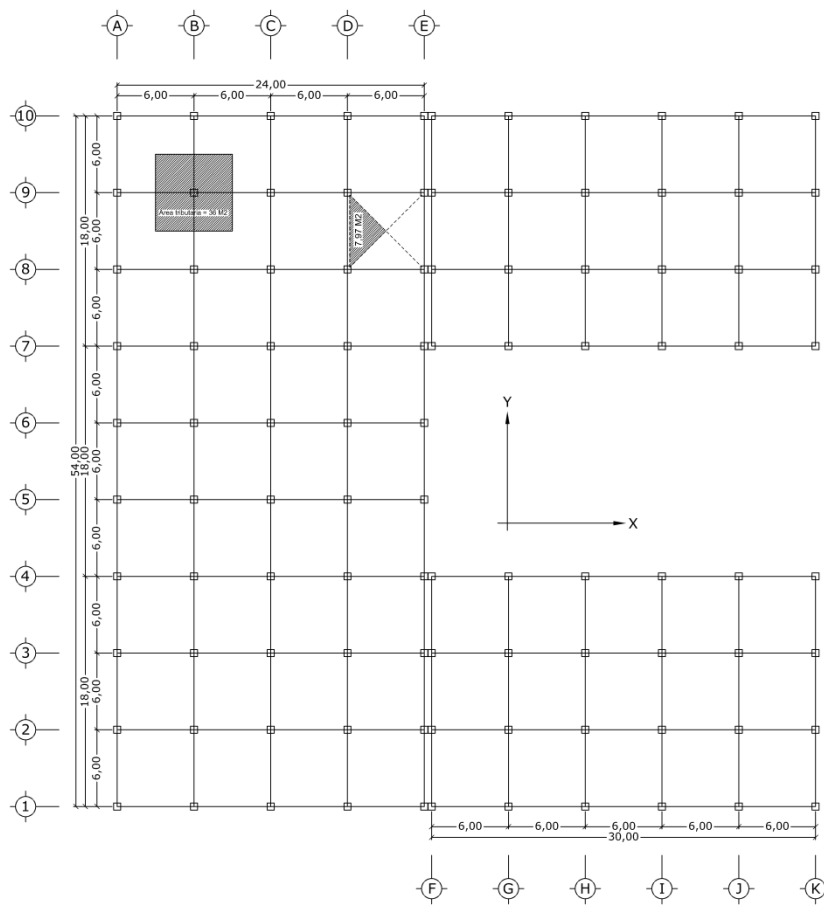
Por lo anteriormente descrito se decidió dividir la planta del edificio en 3 módulos, en algunas figuras se exagerará la separación entre módulos, únicamente para hacer evidente los límites de cada módulo. En la siguiente figura se ilustra tal división:

Figura 6. **División en planta de los 3 módulos del edificio**



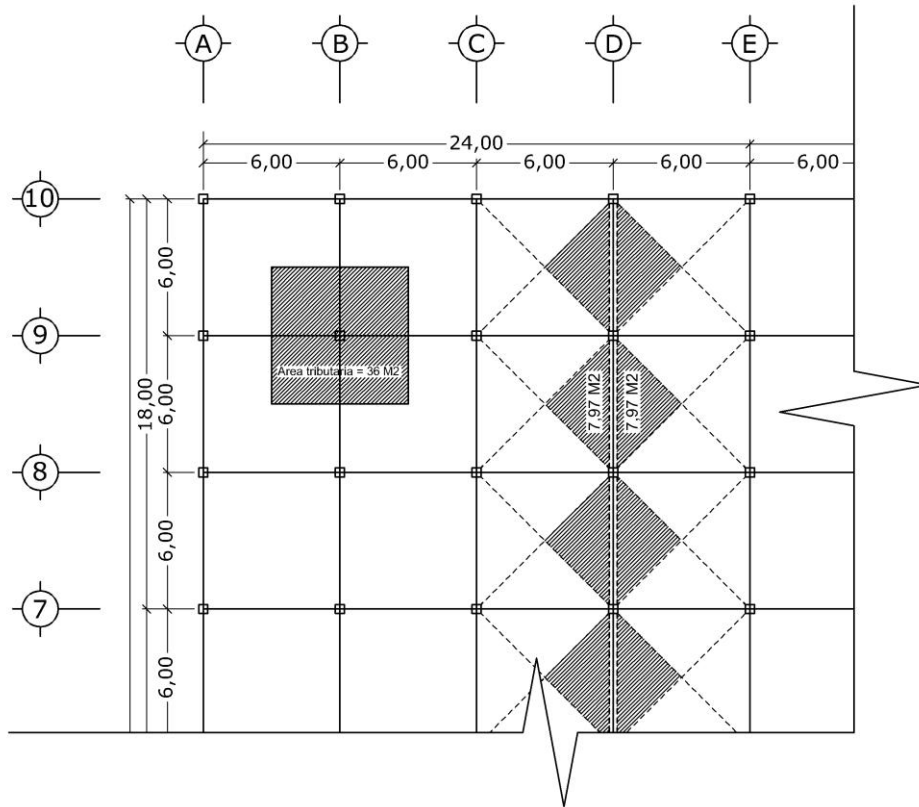
Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Figura 7. **Planta típica de niveles 1 y 2 del edificio de mercado municipal**



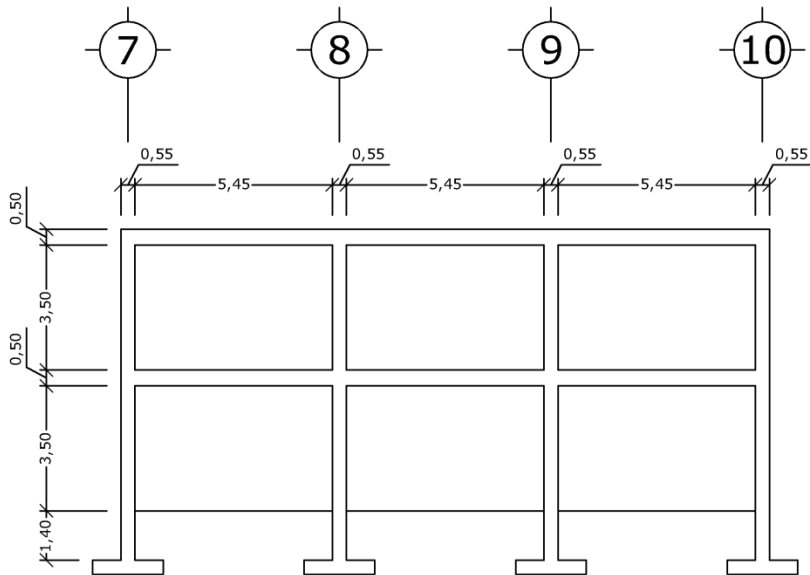
Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Figura 8. **Acercamiento de la planta típica de edificio municipal**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

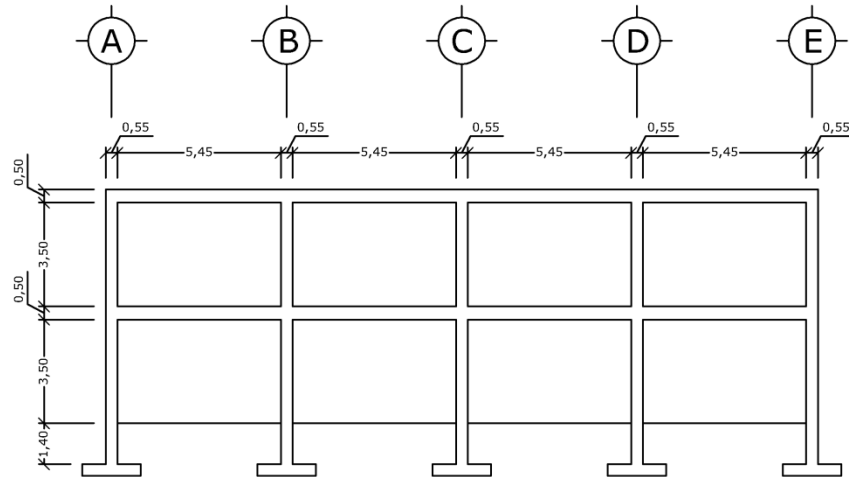
Figura 9. Elevación marco clase A



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Este marco se encuentra típicamente en la dirección del eje Y de la vista en planta del edificio.

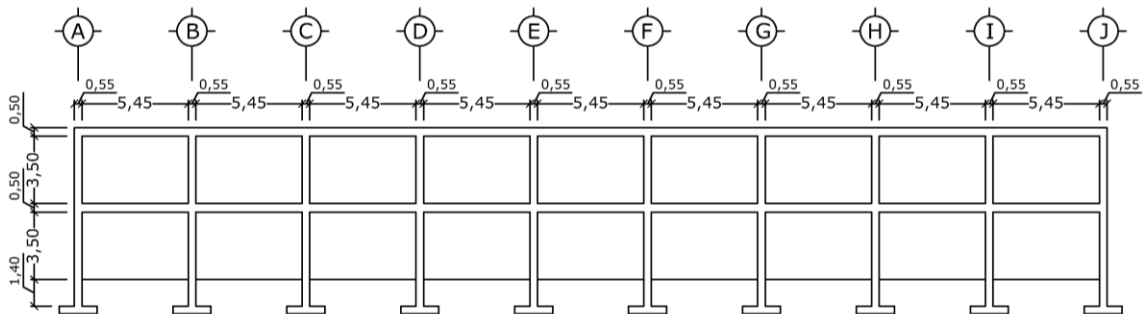
Figura 10. Elevación marco clase B



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Este marco se encuentra típicamente en la dirección X de la vista en planta del edificio.

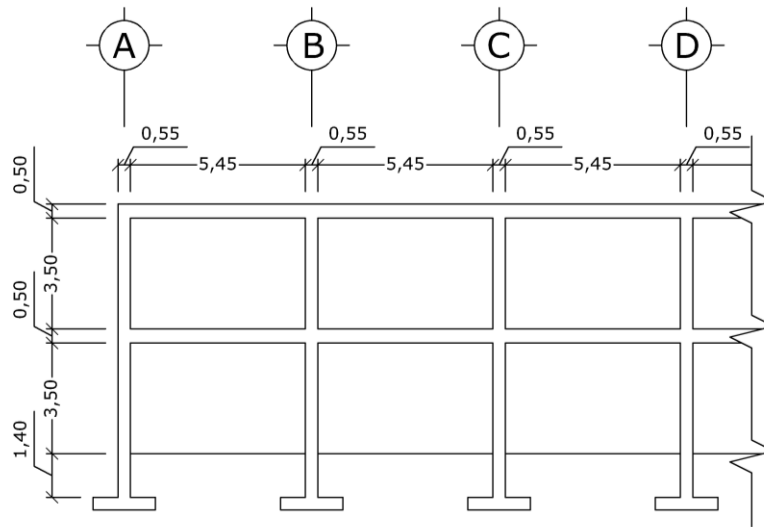
Figura 11. Elevación marco clase C



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Este marco se encuentra típicamente en la dirección Y de la vista en planta del edificio.

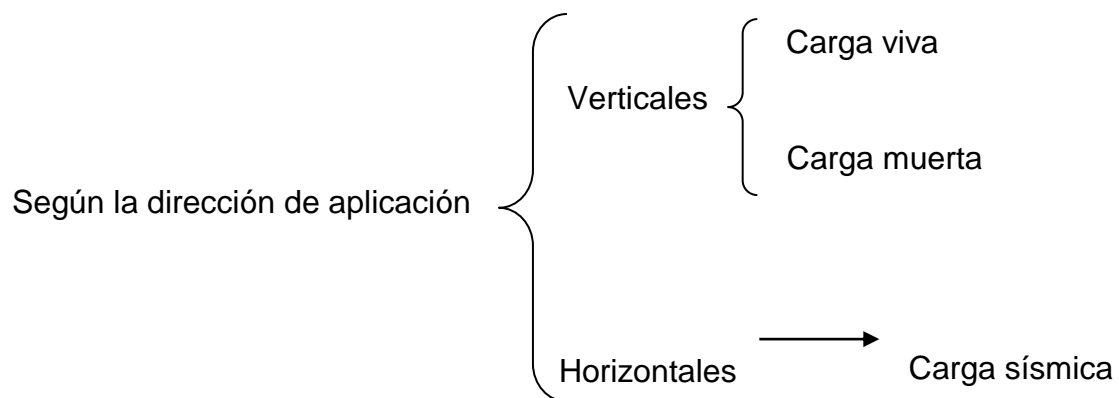
Figura 12. **Acercamiento a la elevación de marco clase C**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

2.1.6.5. Cargas de diseño

Se presentan los tipos de cargas que actuarán sobre la estructura:



2.1.6.5.1. Cargas verticales en marcos rígidos

- Cargas vivas: son las cargas de ocupación y equipos móviles. Pueden estar total o parcialmente en su sitio, o no estar presentes, y pueden cambiar su ubicación. La magnitud y distribución son inciertas en un momento dado.
- Cargas muertas: son las cargas permanentes, debidas al peso de los elementos estructurales y de los elementos que actúan en forma permanente sobre la estructura.
- Carga sísmica: este tipo de carga se refiere a las fuerzas inerciales causadas por movimientos sísmicos, estas a su vez pueden ser determinadas mediante un análisis dinámico elástico o inelástico, teniendo en cuenta las aceleraciones esperadas del terreno, la masa, la rigidez y el amortiguamiento de la construcción. Además, en este caso el diseño está basado en un análisis de fuerzas estáticas equivalentes, calculadas a partir de lo establecido en las normas AGIES NSE 2010.

La mayor parte de la carga muerta es debida al peso propio de la estructura. Esta se calcula usando la geometría y peso específico de los elementos estructurales.

- Cargas verticales

Carga Muerta (CM)

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

Peso de acabados = 90 Kg/m^2

Carga Viva (CV)

En techo = 100 Kg/m^2

Entrepiso = 500 Kg/m^2

Peso de muros = 210 Kg/m^2

Peso sobre carga = 125 Kg/m^2

La carga viva se tomó de la tabla 3-1 del documento AGIES NSE 2-10, para el primer nivel se tomó la carga viva correspondiente a un almacén minorista, para el segundo nivel se tomó la carga viva correspondiente a una cubierta pesada sin acceso horizontal.

Integración de cargas:

- Marco dúctil típico clase B (tramos B-E y C-D)
 - Nivel 1

La carga muerta se tomó como referencia la tabla 2.1 de la tesis *Guía práctica dirigida del curso de diseño estructural*. En esta tabla se establecen las cargas muertas mínimas para el diseño de un edificio.

Tabla IV. **Integración de carga muerta, nivel 1**

Losa = $(2400 \text{ Kg/m}^3)(0,12 \text{ m})$	= 288 Kg/m^2
Acabados	= 90 Kg/m^2
Sobre carga	= 125 Kg/m^2
Muros	= 210 Kg/m^2
Total	= 713 Kg/m^2

Fuente: elaboración propia.

$$PP_v = \text{Peso propio de la viga} = (2\,400\text{ Kg/m}^3)(0,35\text{m})((0,50 - 0,12)\text{m})$$

$$= 319\text{ Kg/m}$$

$$CM = \frac{(\text{área tributaria en viga}) * (\Sigma \text{ de cargas muertas en viga})}{\text{longitud de viga}} + PP_v$$

$$CM = \frac{(7,97 + 7,97)\text{m}^2 * (713) \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}}{5,45\text{ m}} + 319 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

$$CM = 2\,404\text{ Kg/m}$$

Carga viva:

$$CV = \frac{(\text{área tributaria en viga}) * (\Sigma \text{ de cargas en viga})}{\text{longitud de viga}}$$

$$CV = \frac{(7,97 + 7,97)\text{m}^2 * 500 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}}{5,45\text{m}}$$

$$CV = 1\,462\text{ Kg/m}$$

- Nivel 2

Carga muerta.

Tabla V. Integración de carga muerta, nivel 2

$Losa = (2\,400\text{Kg/m}^3)(0,12\text{m})$	$= 288\text{ Kg/m}^2$
Sobre carga	$= 125\text{ Kg/m}^2$
Total	$= 413\text{ Kg/m}^2$

Fuente: elaboración propia.

$$PP_v = \text{Peso propio de la viga} = (2\,400\text{ Kg/m}^3)(0,35\text{m})((0,50 - 0,12)\text{m})$$

$$= 319\text{ Kg/m}$$

$$CM = \frac{(\text{área tributaria en viga}) * (\Sigma \text{ de cargas muertas en viga})}{\text{longitud de viga}} + PP_v$$

$$CM = \frac{(7,97 + 7,97)m^2 * (413) \frac{Kg}{m^2}}{5,45 m} + 319 \frac{Kg}{m}$$

$$CM = 1 527 Kg/m$$

Carga viva:

$$CV = \frac{(7,97 + 7,97)m^2 * (100) \frac{Kg}{m^2}}{5,45m}$$

$$CV = 292 Kg/m$$

Este mismo procedimiento se utilizó para calcular las cargas distribuidas de los marcos a analizar. Las siguientes tablas resumen la integración de cargas para 3 marcos típicos que se analizarán por el método de Kani. De acuerdo con la planta del edificio, los marcos típicos que se analizarán son:

- El marco clase A está ubicado entre los ejes 7 a 10 y el eje H
- El marco clase B está ubicado en el eje 6
- El marco clase C está ubicado en el eje D

Tabla VI. Integración de cargas para el marco clase C

Marco clase C										
			Carga muerta nivel 2					Carga viva nivel 2		
Tramo	L. viga m	Area tr. m ²	Losa Kg/m ²	Acabados Kg/m ²	Sobre carga Kg/m ²	Muros Kg/m ²	Viga Kg/m	Carga dist. Kg/m	Carga viva Kg/m ²	Carga dist. Kg/m
C-D	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
D-I	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
I-J	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
J-O	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
O-P	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
P-U	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
U-V	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
V-A1	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
A1-B1	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
			Carga muerta nivel 1					Carga viva nivel 1		
Tramo	L. viga m	Area tr. m ²	Losa Kg/m ²	Acabados Kg/m ²	Sobre carga Kg/m ²	Muros Kg/m ²	Viga Kg/m	Carga dist. Kg/m	Carga viva Kg/m ²	Carga dist. Kg/m
B-E	5,45	15,94	288	90	125	210	319	2 404	500	1 462
E-H	5,45	15,94	288	90	125	241	319	2 495	500	1 462
H-K	5,45	15,94	288	90	125	214	319	2 416	500	1 462
K-N	5,45	15,94	288	90	125	214	319	2 416	500	1 462
N-Q	5,45	15,94	288	90	125	280	319	2 609	500	1 462
Q-T	5,45	15,94	288	90	125	280	319	2 609	500	1 462
T-W	5,45	15,94	288	90	125	252	319	2 527	500	1 462
W-Z	5,45	15,94	288	90	125	322	319	2 732	500	1 462
Z-C1	5,45	15,94	288	90	125	338	319	2 779	500	1 462

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla VII. Integración de cargas para el marco clase B

Marco clase B										
			Carga muerta nivel 2					Carga viva nivel 2		
Tramo	L. viga m	Area tr. m ²	Losa Kg/m ²	Acabados Kg/m ²	Sobre carga Kg/m ²	Muros Kg/m ²	Viga Kg/m	Carga dist. Kg/m	Carga viva Kg/m ²	Carga dist. Kg/m
C-D	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
D-I	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
I-J	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
J-O	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
			Carga muerta nivel 1					Carga viva nivel 1		
Tramo	L. viga m	Area tr. m ²	Losa Kg/m ²	Acabados Kg/m ²	Sobre carga Kg/m ²	Muros Kg/m ²	Viga Kg/m	Carga dist. Kg/m	Carga viva Kg/m ²	Carga dist. Kg/m
B-E	5,45	15,94	288	90	125	210	319	2 404	500	1 462
E-H	5,45	15,94	288	90	125	180	319	2 317	500	1 462
H-K	5,45	15,94	288	90	125	160	319	2 258	500	1 462
K-N	5,45	15,94	288	90	125	171	319	2 290	500	1 462

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla VIII. Integración de cargas para el marco clase A

Marco clase A										
			Carga muerta nivel 2					Carga viva nivel 2		
Tramo	L. viga m	Area tr. m ²	Losa Kg/m ²	Acabados Kg/m ²	Sobre carga Kg/m ²	Muros Kg/m ²	Viga Kg/m	Carga dist. Kg/m	Carga viva Kg/m ²	Carga dist. Kg/m
C-D	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
D-I	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
I-J	5,45	15,94	288	0	125	0	319	1 527	100	292
			Carga muerta nivel 1					Carga viva nivel 1		
Tramo	L. viga m	Area tr. m ²	Losa Kg/m ²	Acabados Kg/m ²	Sobre carga Kg/m ²	Muros Kg/m ²	Viga Kg/m	Carga dist. Kg/m	Carga viva Kg/m ²	Carga dist. Kg/m
B-E	5,45	15,94	288	90	125	260	319	2 551	500	1 462
E-H	5,45	15,94	288	90	125	168	319	2 282	500	1 462
H-K	5,45	15,94	288	90	125	274	319	2 592	500	1 462

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

2.1.6.6. Cargas horizontales en marcos rígidos

En cuanto a las cargas ambientales, en Guatemala se consideran, principalmente, las cargas ocasionadas por sismos. Los sismos consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener la estructura en su sitio original, esto hace que la estructura sufra desplazamientos que, a su vez, ocasionan esfuerzos en los elementos que componen la edificación. Por lo tanto, el diseño sísmico depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, particularmente su altura.

2.1.6.6.1. Fuerzas sísmicas por el método de AGIES

El cortante basal simula una fuerza de reacción que se presenta en todos los marcos de la estructura al momento de verse afectada por una carga externa y se distribuye a todo lo alto de la misma. Representa la fuerza

equivalente al peso sísmico de la estructura (peso de la estructura + 25 % de las cargas vivas) por un coeficiente sísmico de diseño.

$$V_B = C_s W_s$$

En donde:

C_s Coeficiente sísmico de diseño
 W_s Peso sísmico de la edificación

Calculando el peso sísmico de la estructura:

$$W_{n1} = W_{losa} + W_{muros} + W_{vigas} + W_{columnas} + W_{acabados} + W_{sobre\ carga} \\ + (25\%)(Carga\ viva)$$

$$W_{n2} = W_{losa} + W_{muros} + W_{vigas} + W_{columnas} + W_{sobre\ carga} + (25\%)(Carga\ viva)$$

$$W = W_{n1} + W_{n2}$$

En las siguientes tablas se resume el cálculo del peso sísmico de los 3 módulos que conforman el edificio:

Tabla IX. **Resumen del cálculo del peso sísmico del módulo 1**

Módulo 1						
	Nivel 1			Nivel 2		
	Cantidad	Peso unitario <i>Kg</i>	Total <i>Kg</i>	Cantidad	Peso unitario <i>Kg</i>	Total <i>Kg</i>
Vigas	85	1 740	147 900	85	1 740	147 900
Columnas	50	3 557	177 850	50	2 541	127 050
Losas	36	10 368	373 248	36	10 368	373 248
(Acab.)+(S.C.)+(Muros)	Global	481 212	481 212	Global	162 000	162 000
25% de carga viva	Global	162 000	162 000	Global	32 400	32 400
<i>Peso del nivel =</i>			1 342 210	<i>Peso del nivel =</i>		
				842 598		
<i>Peso total del módulo = 2 184 808 Kg</i>						

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla X. **Resumen del cálculo del peso sísmico del módulo 2**

Módulo 2						
	Nivel 1			Nivel 2		
	Cantidad	Peso unitario <i>Kg</i>	Total <i>Kg</i>	Cantidad	Peso unitario <i>Kg</i>	Total <i>Kg</i>
Vigas	38	1 740	66 120	38	1 740	66 120
Columnas	24	3 557	85 368	24	2 541	60 984
Losas	15	10 368	155 520	15	10 368	155 520
(Acab.)+(S.C.)+(Muros)	Global	223 488	223 488	Global	67 500	67 500
25% de carga viva	Global	67 500	67 500	Global	13 500	13 500
<i>Peso del nivel =</i>			597 996	<i>Peso del nivel =</i>		
				363 624		
<i>Peso total del módulo = 961 620 Kg</i>						

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XI. **Resumen del cálculo del peso sísmico del módulo 3**

Módulo 3						
	Nivel 1			Nivel 2		
	Cantidad	Peso unitario <i>Kg</i>	Total <i>Kg</i>	Cantidad	Peso unitario <i>Kg</i>	Total <i>Kg</i>
Vigas	38	1 740	66 120	38	1 740	66 120
Columnas	24	3 557	85 368	24	2 541	60 984
Losas	15	10 368	155 520	15	10 368	155 520
(Acab.)+(S.C.)+(Muros)	Global	246 348	246 348	Global	67 500	67 500
25% de carga viva	Global	67 500	67 500	Global	13 500	13 500
<i>Peso del nivel =</i>			620 856	<i>Peso del nivel =</i>		363 624
			<i>Peso total del módulo = 984 480 Kg</i>			

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

- Cálculo de ordenada espectral ajustada

Se empieza calculando el valor de S_{cr} y S_{1r} ; para ello se observan las tablas de listado de amenaza sísmica por municipios (ver anexos). De allí se obtienen los siguientes datos para Mataquescuintla, Jalapa:

$$I_o = 4$$

$$S_{cr} = 1,50$$

$$S_{1r} = 0,55$$

De acuerdo con AGIES NSE 1-10, numeral 3.1.5.2, la estructura se clasifica como obra importante⁷. A continuación se determina la clase de sitio, esto se hace con el índice de sismicidad I_o y la clase de obra.

⁷ AGIES NSE 1-10. *Generalidades, administración de las normas y supervisión técnica*. p. 8.

Tabla XII. Nivel mínimo de protección sísmica

Índice de Sismicidad	Clase de obra			
	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
lo = 5	E	E	D	C
lo = 4	E	/ / / / /	D	C
lo = 3	D	C	C	B
lo = 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

Fuente: AGIES NSE 2-10. Capítulo 4. p. 11.

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a$$

El valor de F_a se obtiene a partir de la clase de sitio y el índice de sismicidad, en la siguiente tabla:

Tabla XIII. 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	/ / / / /
E	1.7	1.2	1.0	0.9	0.9
F	se requiere evaluación específica -- ver sección 4.4.1				

Fuente: AGIES NSE 2-10. Capítulo 4. p. 15.

Entonces:

$$S_{cs} = 1,50 * 1,0 = 1,50$$

Cálculo de ordenada espectral ajustada con período de vibración de 1 segundo:

$$S_{1s} = S_{1r} * F_v$$

El valor de F_v se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla XIV. **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: AGIES NSE 2-10. *Capítulo 4*. p. 15.

Entonces:

$$S_{1s} = 0,55 * 1,5 = 0,825$$

En algunos casos el valor de S_{cs} y S_{1s} deberá ser ajustado debido a intensidades sísmicas especiales:

$$S_{CS} = S_{Cr} * F_a * N_a$$

$$S_{1S} = S_{1r} * F_v * N_v$$

En donde N_a y N_v son factores que se aplican por la proximidad de las amenazas especiales, según la siguiente tabla:

Tabla XV. **Amenazas especiales**

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	$M_o < 6.5$	$TC < 2$

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 NSE 2-10. *Capítulo 4*. p. 24.

Tabla XVI. **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 NSE 2-10. *Capítulo 4*. p. 24.

Tabla XVII. 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 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_v que mayor haya salido al cotejar todas las fuentes relevantes

Fuente: AGIES NSE 2-10. *Capítulo 4*. p. 25.

Para este caso no se aplica ninguna de las condiciones especiales mencionadas anteriormente, por lo que: $N_a = N_v = 1$

- Cálculo del espectro calibrado al nivel de diseño

Para el cálculo del espectro calibrado es necesario conocer el tipo de sismo sobre el cual se diseñará y el porcentaje de probabilidad de ocurrencia; con estos datos se observa en la tabla el valor del factor de determinación del nivel de diseño y se multiplica por la ordenada espectral ajustada.

$$S_{cd} = K_d * S_{cs}$$

$$S_{1d} = K_d * S_{1s}$$

El valor de K_d dependerá de probabilidad de ocurrencia de los sismos.

Tabla XVIII. **Factor de determinación del nivel de diseño**

Sismo ordinario	10% de probabilidad de ser excedido en 50 años	$K_d = 0,66$
Sismo severo	5% de probabilidad de ser excedido en 50 años	$K_d = 0,80$
Sismo extremo	2% de probabilidad de ser excedido en 50 años	$K_d = 1,00$
Sismo mínimo	Condición de excepción	$K_d = 0,55$

Fuente: AGIES NSE 2-10. *Capítulo 4*. p. 16.

De acuerdo con la tabla XVIII, K_d corresponde a un sismo severo, entonces:

$$S_{cd} = 0,80 * 1,50 = 1,2$$

$$S_{1d} = 0,80 * 0,825 = 0,66$$

- Cálculo de ordenada espectral para cualquier periodo de vibración

Para esto se procede a calcular el período fundamental de la estructura⁸.

- Fórmula empírica para calcular el período de vibración:

$$T_d = K_T(h_n)^x$$

En donde: h_n es la altura total del edificio, en m, desde la base y según el sistema estructural se dan los siguientes 5 casos de la ecuación anterior.

⁸ AGIES NSE 3-10, numeral 2.1.4.

Tabla XIX. **Variaciones de la ecuación para el cálculo del periodo fundamental**

(a)	$K_T = 0,049, x = 0,75$ para sistemas estructurales E2, E3, E4 o E5
(b)	$K_T = 0,047, x = 0,90$ solamente para sistemas estructurales E1 de concreto reforzado que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas
(c)	$K_T = 0,047, x = 0,85$ para sistemas E1 de concreto reforzado con fachadas rígidas o que no cumplan con el párrafo anterior
(d)	$K_T = 0,072, x = 0,80$ solamente para sistemas estructurales E1 de acero que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas
(e)	$K_T = 0,072, x = 0,75$ para sistemas E1 de acero rigidizados

Fuente: AGIES NSE 3-10. *Capítulo 2*. p. 25.

Nota: la tabla anterior fue corregida de acuerdo a lo establecido en la fe de erratas AGIES nse-10 de octubre 2013.

Las características que corresponden a la estructura que se diseñará en este caso corresponden al caso (c), entonces:

$$T_a = (0,047)(9,4)^{0,85} = 0,3157$$

Además: $T_a = T$

Entonces, se tiene que:

$$S_a(T) = S_{cd}$$

$$S_a(T) = \frac{S_{1d}}{T}$$

Sustituyendo datos se tiene que:

$$S_a(T) = 1,2$$

$$S_a(T) = \frac{0,66}{0,3157} = 2,0906$$

- Cálculo del período expresado en segundos

El período expresado en segundos que separa los períodos cortos de los largos, se calcula dividiendo la ordenada espectral ajustada con período de vibración de un segundo dentro de la ordenada espectral ajustada en el sitio de interés.

$$T_s = \frac{S_{1d}}{S_{cd}}$$

$$T_s = \frac{0,825}{1,50} = 0,55$$

Luego se realiza la comparación entre T y T_s :

$$T = 0,3157 \leq T_s = 0,55$$

Tabla XX. **Comparación de períodos**

$T \leq T_s$	$T > T_s$
$S_a(T) = S_{cd}$	$S_a(T) = S_{1d}/T$
$S_{cd} = K_d S_{cs}$	$S_{1d} = K_d S_{1s}$

Fuente: AGIES. *Revisión de los aspectos sísmicos y del método de la carga sísmica estática equivalente de la norma de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la república de Guatemala.* p. 26.

Como se puede observar el valor obtenido $T \leq T_s$ entonces se debe utilizar el valor obtenido en la fórmula $S_a(T) = S_{cd}$ que para este caso sería:

$$S_a(T) = S_{cd}$$

$$S_a(T) = 1,2$$

- Cálculo de coeficiente sísmico

El coeficiente sísmico es el coeficiente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la edificación por efectos del sismo; dicho coeficiente se calcula por la división de la ordenada espectral para cualquier período de vibración entre un factor de reducción R .

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

Donde:

S_a : demanda sísmica de diseño

R : factor de reducción

T : período fundamental

El valor de R dependerá del sistema estructural y del tipo de material con que se realice la construcción. Valor obtenido de tablas según AGIES (ver anexos).

Tabla XXI. **Coficiente y factores para diseño de sistemas sismorresistentes**

	SISTEMA ESTRUCTURAL (sección 1.5)	Sistema Constructivo Véase Secc1.5.8	R	Ω_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 De acero estructural	NSE 7.1	8	3	5.5	SL	SL	SL	SL
		NSE 7.5	8	3	5.5	SL	SL	SL	SL
E1-B	Marcos tipo B De concreto reforzado De acero estructural	NSE 7.1	5	3	4.5	50	30	12	NP
		NSE 7.5	4.5	3	4	50	30	12	NP
E1-C	Marcos tipo C De concreto reforzado De acero estructural	NSE 7.1	3	3	3	30	NP	NP	NP
		NSE 7.5	3.5	3	2.5	30	NP	NP	NP

Fuente: AGIES NSE 3-10. *Capítulo 1*. p. 11

Para este caso se utilizará un valor de $R = 5$, ya que será un marco E1-B de concreto reforzado.

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R} = \frac{(1,2) * (0,31569)}{5} = 0,075765$$

Después se realizan 2 chequeos con lo siguiente:

$$C_s \geq 0,044 S_{cd}$$

Para este segundo chequeo se toma en consideración lo establecido en la fe de erratas AGIES nse-10 de octubre 2013, por lo que se utiliza la siguiente fórmula corregida:

$$C_s \geq \frac{0,75 * K_d * S_{1r}}{R}$$

$$C_s \geq 0,044 S_{cd}$$

$$0.075765 \geq 0,044(1.20)$$

$$0.075765 \geq 0,0528$$

$$C_s \geq \frac{0,75 * K_d * S_{1r}}{R}$$

$$0.075765 \geq \frac{0,75 * (0,80) * (0,55)}{(8)}$$

$$0.075765 \geq 0,066$$

En este caso el valor de C_s cumple los dos chequeos, ya que es mayor en ambos casos.

- Cálculo del valor de corte basal

Con todos los valores obtenidos en los incisos anteriores, se procede a calcular el corte basal que se distribuirá posteriormente en cada uno de los niveles de la edificación, de acuerdo a la fuerza sísmica que soporte cada uno de ellos. Se dará una muestra de cálculo para el módulo 1, posteriormente se muestran los resultados para los módulos 2 y 3.

$$V_B = C_s W_s$$

$$V_B = (0,075765)(2\ 184\ 808\ Kg)$$

$$V_B = 165\ 532\ Kg$$

- Distribución de fuerzas sísmicas por nivel

La fuerza sísmica va relacionada con la altura y el peso de cada nivel; los niveles superiores soportan mayor fuerza sísmica debido a que la altura desde la base es mayor que la altura de niveles inferiores. Dicha fuerza debe distribuirse a los diversos miembros verticales del sistema sismorresistente para que sean transmitidas a las cimentaciones.

$$F_x = C_{vx}V_B$$

Donde:

$$C_{vx} = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n (W_i h_i^k)}$$

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

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

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

Se utilizará $k = 1$, ya que el período en este caso es menor que 0,5 segundos.

$$C_{vx1} = \frac{(7\ 247\ 934) * (5,40)^1}{(15\ 168\ 355)} = 0,4778$$

$$C_{vx2} = \frac{(7\ 920\ 421) * (9,40)^1}{(15\ 168\ 355)} = 0,5222$$

Se procede a calcular la fuerza por nivel:

$$F_1 = (0,4778) * (165\ 532\ Kg) = 165\ 532\ Kg$$

$$F_2 = (0,5222) * (165\ 532\ Kg) = 86\ 435\ Kg$$

Tabla XXII. **Cálculo de la distribución del corte basal por nivel (módulo 1)**

Losa	W_{nivel} (Kg)	h (m)	$W_i h^k$	$C_{vx} = \frac{W_i h_i^k}{\sum W_i h_i}$	$C_{vx} C_B$ (Kg)	Fuerza cortante por nivel
1	1 342 210	5,40	7 247 934	0,4778	79 096	165 532
2	842 598	9,40	7 920 421	0,5222	86 435	86 435
W=	2 184 808	Σ=	15 168 355	Σ=	165 532	

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XXIII. **Fuerzas por nivel en las direcciones “x”, “y” (módulo 1)**

Losa	W_{nivel} (Kg)	h (m)	Dirección x		Dirección y	
			F_i (Kg)	V_i (Kg)	F_i (Kg)	V_i (Kg)
1	1 342 210	5,40	79 096	165 532	79 096	165 532
2	842 598	9,40	86 435	86 435	86 435	86 435
W=	2 184 808					

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XXIV. **Cálculo de la distribución del corte basal por nivel (módulo 2)**

Losa	W_{nivel} (Kg)	h (m)	$W_i h^k$	$C_{vx} = \frac{W_i h_i^k}{\sum W_i h_i}$	$C_{vx} C_B$ (Kg)	Fuerza cortante por nivel
1	597 996	5,40	3 229 178	0,4858	35 393	72 857
2	363 624	9,40	3 418 066	0,5142	37 464	37 464
W=	961 620	Σ=	6 647 244	Σ=	72 857	

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XXV. **Fuerzas por nivel en las direcciones “x”, “y” (módulo 2)**

Losa	W_{nivel} (Kg)	h (m)	<i>Dirección x</i>		<i>Dirección y</i>	
			F_i (Kg)	V_i (Kg)	F_i (Kg)	V_i (Kg)
1	597 996	5,40	35 393	72 857	35 393	72 857
2	363 624	9,40	37 464	37 464	37 464	37 464
W=	961 620					

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XXVI. **Cálculo de la distribución del corte basal por nivel (módulo 3)**

Losa	W_{nivel} (Kg)	h (m)	$W_i h^k$	$C_{vx} = \frac{W_i h_i^k}{\sum W_i h_i}$	$C_{vx} C_B$ (Kg)	Fuerza cortante por nivel
1	620 856	5,40	3 352 622	0,4952	36 934	74 589
2	363 624	9,40	3 418 066	0,5048	37 655	37 655
W=	984 480	Σ=	6 770 688	Σ=	74 589	

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

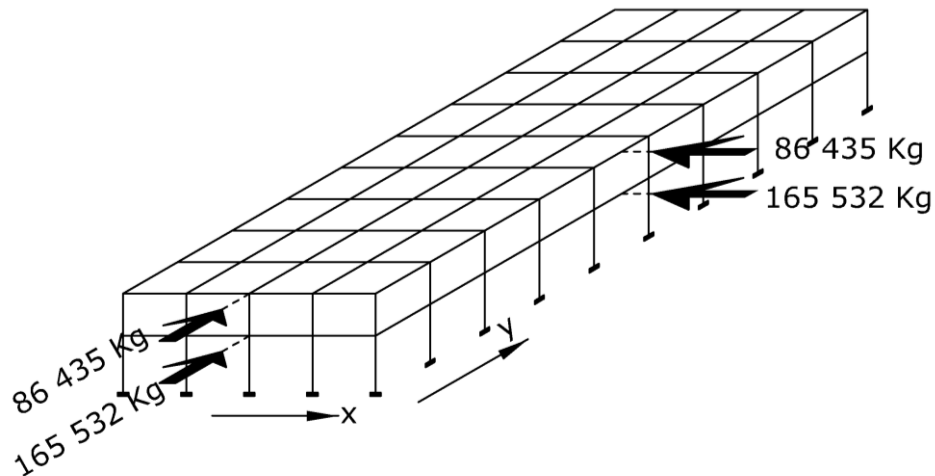
Tabla XXVII. Fuerzas por nivel en las direcciones “x”, “y” (módulo 3)

Losa	W_{nivel} (Kg)	h (m)	Dirección x		Dirección y	
			F_i (Kg)	V_i (Kg)	F_i (Kg)	V_i (Kg)
1	620 856	5,40	36 934	74 589	36 934	74 589
2	363 624	9,40	37 655	37 655	37 655	37 655
$W=$	984 480					

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

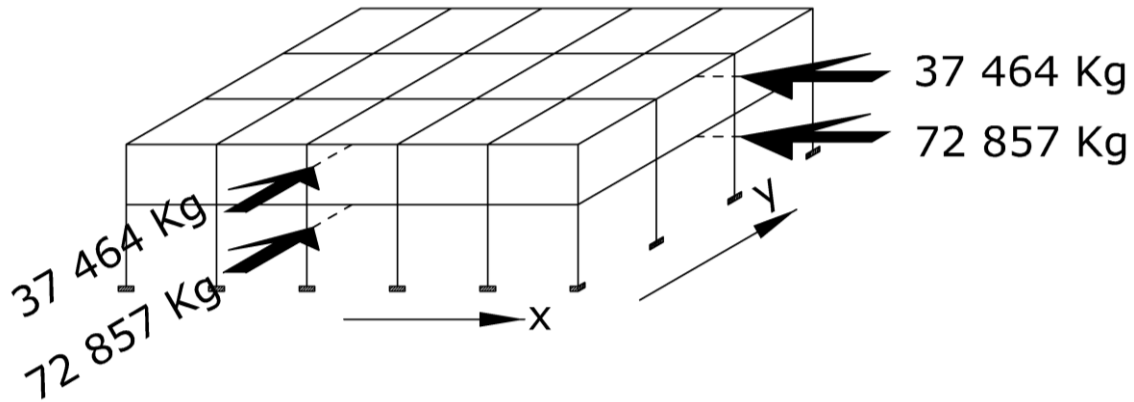
Se debe recalcar que, a este punto, únicamente se ha calculado el valor del corte basal que absorberá cada nivel en cada módulo por separado. A continuación se muestran los diagramas de las fuerzas anteriormente calculadas en cada uno de los 3 módulos:

Figura 13. Esquema de fuerzas por nivel (módulo 1)



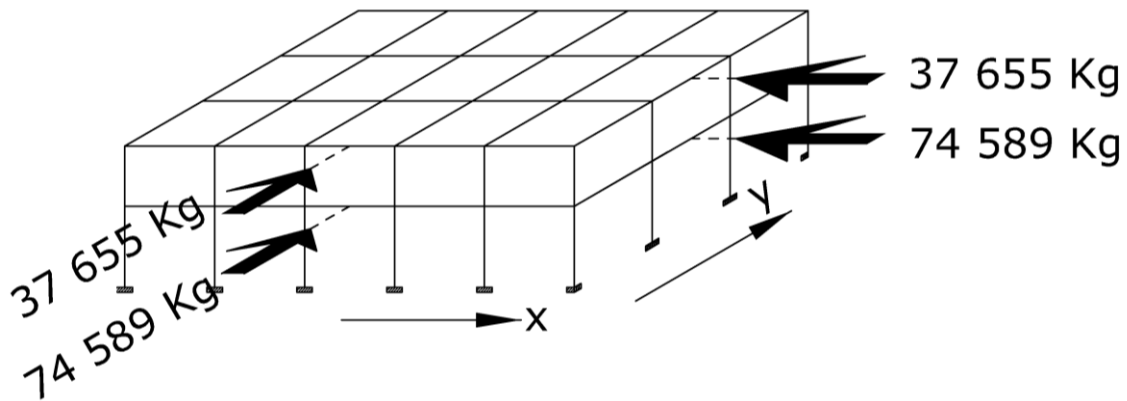
Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

Figura 14. **Esquema de fuerzas por nivel (módulo 2)**



Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

Figura 15. **Esquema de fuerzas por nivel (módulo 3)**



Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

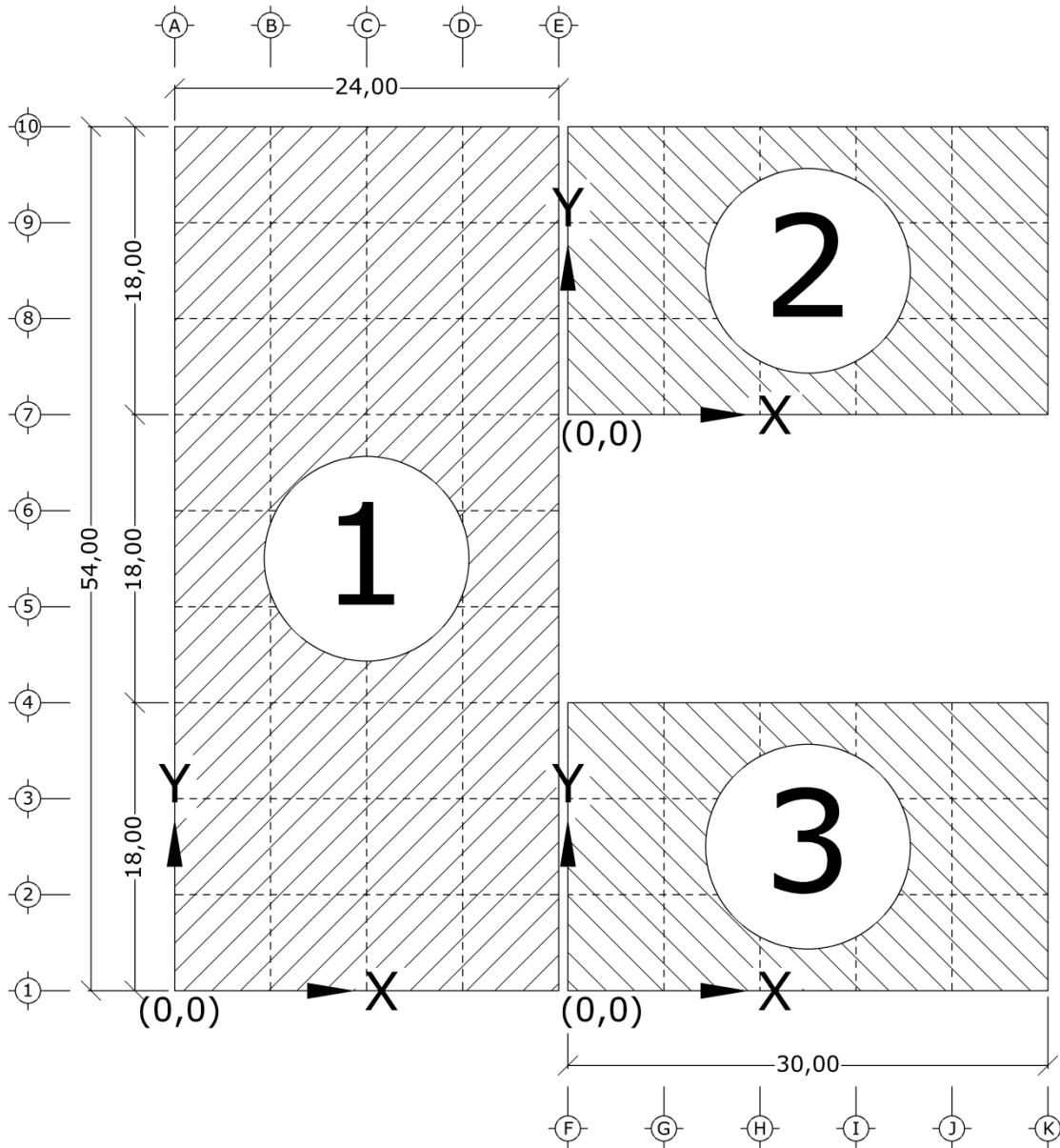
- Determinación de las fuerzas sísmicas en los diferentes marcos

Para calcular las fuerzas sísmicas que soportará cada uno de los marcos deberán realizarse varios cálculos como: fuerzas por nivel, rigidez, corte directo, centro de torsión y corte total.

- Determinación del centro de masa

La planta del edificio está conformada por 3 estructuras independientes (módulos), cada una de estas estructuras tienen forma de rectángulo, como se ilustra en la siguiente figura:

Figura 16. **Planta del edificio dividida en 3 rectángulos**



Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

Se coloca un sistema de ejes coordenados localmente en cada uno de los módulos del edificio, el centroide de un rectángulo cualquiera se ubica a la

mitad de cada uno de sus lados, en este caso el origen del sistema de coordenadas se ubica en la esquina inferior izquierda, a partir de este punto se mide la distancia hacia el centroide (en x y en y) de cada uno de los 3 rectángulos. Entonces, para el módulo 1 se tiene que:

$$CM_{x1} = \frac{24 \text{ m}}{2} = 12 \text{ m}$$

$$CM_{y1} = \frac{54 \text{ m}}{2} = 27 \text{ m}$$

En la siguiente tabla se resumen las coordenadas centroidales de cada uno de los módulos, se recalca que estas coordenadas son respecto del sistema de ejes coordenados local de cada uno de los módulos.

Tabla XXVIII. **Cálculo de coordenadas del centro de masa de cada uno de los módulos**

Figura	$\bar{x} \text{ (m)}$	$\bar{y} \text{ (m)}$
1	12	27
2	15	9
3	15	9

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

- Determinación del centro de rigidez

Se utilizará el método de Wilbur para calcular el centro de rigidez, utilizando las siguientes expresiones:

$$CR_x = \frac{\sum(Rix Zi)}{\sum Rix}$$

$$CR_y = \frac{\sum(Riy Zi)}{\sum Riy}$$

- Cálculo de inercia y rigidez relativa por nivel

A continuación, se muestran las ecuaciones para realizar los cálculos de inercia y rigidez:

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

$$Kc_n = \frac{I_g}{h_{total}}$$

$$Kv_n = \frac{I_g}{L_{total}}$$

En donde:

I_g = inercia de la sección.

Kc_n = rigidez relativa de las columnas del piso n.

Kv_n = rigidez relativa de las vigas del nivel sobre el entrepiso n.

h_n = altura del piso n.

L = longitud total de la viga.

A este punto se introduce el marco clase D, que se encuentra en la dirección x de los módulos 2 y 3, para efectos de cálculo de rigideces.

- Nivel 2

Tabla XXIX. **Inercia y rigidez relativa de vigas y columnas del nivel 2
(marcos clase A, B, C, D)**

Vigas					
	<i>Inercia (cm⁴)</i>	<i>L (cm)</i>	<i>No. vigas</i>	<i>K_{viga}</i>	<i>K_{viga total}</i>
Marco clase A	364 583,33	600	3	607,64	1 822,92
Marco clase B	364 583,33	600	4	607,64	2 430,56
Marco clase C	364 583,33	600	9	607,64	5 468,75
Marco clase D	364 583,33	600	5	607,64	3 038,19
Columnas					
	<i>Inercia (cm⁴)</i>	<i>h (cm)</i>	<i>No. colum</i>	<i>K_{colum}</i>	<i>K_{colum total}</i>
Marco clase A	762 552,08	400	4	1 906,38	7 625,52
Marco clase B	762 552,08	400	5	1 906,38	9 531,90
Marco clase C	762 552,08	400	10	1 906,38	19 063,80
Marco clase D	762 552,08	400	6	1 906,38	11 438,28

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

- Nivel 1

Tabla XXX. **Inercia y rigidez relativa de vigas y columnas del nivel 1**
(marcos clase A, B, C, D)

Vigas					
	<i>Inercia (cm⁴)</i>	<i>L (cm)</i>	<i>No. vigas</i>	<i>K_{viga}</i>	<i>K_{viga total}</i>
Marco clase A	364 583,33	600	3	607,64	1 822,92
Marco clase B	364 583,33	600	4	607,64	2 430,56
Marco clase C	364 583,33	600	9	607,64	5 468,75
Marco clase D	364 583,33	600	5	607,64	3 038,19
Columnas					
	<i>Inercia (cm⁴)</i>	<i>h (cm)</i>	<i>No. colum</i>	<i>K_{colum}</i>	<i>K_{colum total del marco}</i>
Marco clase A	762 552,08	540	4	1 412,13	5 648,53
Marco clase B	762 552,08	540	5	1 412,13	7 060,67
Marco clase C	762 552,08	540	10	1 412,13	14 121,33
Marco clase D	762 552,08	540	6	1 412,13	8 472,80

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

- Aplicación del método de Wilbur por nivel

El método de Wilbur es utilizado para calcular desplazamientos de pórticos sometidos a carga lateral. Se basa en la definición de rigidez de piso, la cual es la relación entre la fuerza cortante absorbida por un pórtico o muro en un entrepiso y el desplazamiento horizontal relativo entre los dos niveles que lo limitan. El método plantea unas ecuaciones para determinar la rigidez de piso en función de las dimensiones de los elementos que conforman el pórtico, las cuales son:

- Para el primer piso:

$$R_n = \frac{48E}{h_n \left[\frac{4h_n}{\sum Kc_n} + \frac{h_n + h_o}{\sum Kv_n + \frac{\sum Kc_n}{12}} \right]}$$

- Para pisos intermedios:

$$R_n = \frac{48E}{h_n \left[\frac{4h_n}{\sum Kc_n} + \frac{2h_m + h_n}{\sum Kv_m} + \frac{h_n + h_o}{\sum Kv_n} \right]}$$

- Para el último piso:

$$R_n = \frac{48E}{h_n \left[\frac{4h_n}{\sum Kc_n} + \frac{2h_m + h_n}{\sum Kv_m} + \frac{h_n}{\sum Kv_n} \right]}$$

Donde:

R_n = rigidez lateral del piso n .

E = módulo de elasticidad del material.

h_n = altura del piso n .

Kv_n = rigidez relativa de las vigas del nivel sobre el entrepiso n .

m, n, o = identifican los tres niveles consecutivos de abajo hacia arriba.

Kc_n = rigidez relativa de las columnas del piso n .

Para este caso, solo se utilizarán las expresiones para calcular el primer y último piso, ya que es un edificio de 2 niveles.

Tabla XXXI. Centro de rigidez, módulo 1, eje X, nivel 2

$h = 400 \text{ cm}$								
Marco	$\frac{4h_n}{\sum Kc_n}$	$\frac{h_m + h_n}{\sum Kv_m}$	$\frac{h_n}{\sum Kv_n}$	Suma	$h_n * (Suma)$	R_{nx}	Z_n	$R_{nx} \cdot Z_n$
A (clase C)	0,0839	0,1719	0,0731	0,3290	131,5829	0,36	0	0,00
B (clase C)	0,0839	0,1719	0,0731	0,3290	131,5829	0,36	6	2,19
C (clase C)	0,0839	0,1719	0,0731	0,3290	131,5829	0,36	12	4,38
D (clase C)	0,0839	0,1719	0,0731	0,3290	131,5829	0,36	18	6,57
E (clase C)	0,0839	0,1719	0,0731	0,3290	131,5829	0,36	24	8,75
$\Sigma =$						1,82	$\Sigma =$	21,89

CR_x = 12,00

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XXXII. Centro de rigidez, módulo 1, eje X, nivel 1

$h = 540 \text{ cm}$							
Marco	$\frac{4h_n}{\sum Kc_n}$	$\frac{h_n + h_o}{\sum Kv_n + \frac{\sum Kc_n}{12}}$	Suma	$h_n * (Suma)$	R_{nx}	Z_n	$R_{nx} \cdot Z_n$
A (clase C)	0,1530	0,1414	0,2944	158,9806	0,30	0	0,00
B (clase C)	0,1530	0,1414	0,2944	158,9806	0,30	6	1,81
C (clase C)	0,1530	0,1414	0,2944	158,9806	0,30	12	3,62
D (clase C)	0,1530	0,1414	0,2944	158,9806	0,30	18	5,43
E (clase C)	0,1530	0,1414	0,2944	158,9806	0,30	24	7,25
$\Sigma =$					1,51	$\Sigma =$	18,12

CR_x = 12,00

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XXXIII. Centro de rigidez, módulo 1, eje Y, nivel 2

$h = 400 \text{ cm}$								
Marco	$\frac{4h_n}{\sum Kc_n}$	$\frac{h_m + h_n}{\sum Kv_m}$	$\frac{h_n}{\sum Kv_n}$	Suma	$h_n * (Suma)$	R_{ny}	Z_n	$R_{ny} \cdot Z_n$
1 (clase B)	0,1679	0,3867	0,1646	0,7192	287,6687	0,17	0	0,00
2 (clase B)	0,1679	0,3867	0,1646	0,7192	287,6687	0,17	6	1,00
3 (clase B)	0,1679	0,3867	0,1646	0,7192	287,6687	0,17	12	2,00
4 (clase B)	0,1679	0,3867	0,1646	0,7192	287,6687	0,17	18	3,00
5 (clase B)	0,1679	0,3867	0,1646	0,7192	287,6687	0,17	24	4,00
6 (clase B)	0,1679	0,3867	0,1646	0,7192	287,6687	0,17	30	5,01
7 (clase B)	0,1679	0,3867	0,1646	0,7192	287,6687	0,17	36	6,01
8 (clase B)	0,1679	0,3867	0,1646	0,7192	287,6687	0,17	42	7,01
9 (clase B)	0,1679	0,3867	0,1646	0,7192	287,6687	0,17	48	8,01
10 (clase B)	0,1679	0,3867	0,1646	0,7192	287,6687	0,17	54	9,01
					$\Sigma =$	1,67	$\Sigma =$	45,05

CR_y = 27,00

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XXXIV. Centro de rigidez, módulo 1, eje Y, nivel 1

$h = 540 \text{ cm}$							
Marco	$\frac{4h_n}{\sum Kc_n}$	$\frac{h_n + h_o}{\sum Kv_n + \frac{\sum Kc_n}{12}}$	Suma	$h_n * (Suma)$	R_{ny}	Z_n	$R_{ny} \cdot Z_n$
1 (clase B)	0,3059	0,3114	0,6173	333,3351	0,14	0	0,00
2 (clase B)	0,3059	0,3114	0,6173	333,3351	0,14	6	0,86
3 (clase B)	0,3059	0,3114	0,6173	333,3351	0,14	12	1,73
4 (clase B)	0,3059	0,3114	0,6173	333,3351	0,14	18	2,59
5 (clase B)	0,3059	0,3114	0,6173	333,3351	0,14	24	3,46
6 (clase B)	0,3059	0,3114	0,6173	333,3351	0,14	30	4,32
7 (clase B)	0,3059	0,3114	0,6173	333,3351	0,14	36	5,18
8 (clase B)	0,3059	0,3114	0,6173	333,3351	0,14	42	6,05
9 (clase B)	0,3059	0,3114	0,6173	333,3351	0,14	48	6,91
10 (clase B)	0,3059	0,3114	0,6173	333,3351	0,14	54	7,78
				$\Sigma =$	1,44	$\Sigma =$	38,88

CR_y = 27,00

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XXXV. Centro de rigidez, módulo 2, eje X, nivel 2

$h = 400 \text{ cm}$								
Marco	$\frac{4h_n}{\sum Kc_n}$	$\frac{h_m + h_n}{\sum Kv_m}$	$\frac{h_n}{\sum Kv_n}$	Suma	$h_n * (Suma)$	R_{nx}	Z_n	$R_{nx} \cdot Z_n$
F (clase A)	0,2098	0,5157	0,2194	0,9449	377,9630	0,13	0	0,00
G (clase A)	0,2098	0,5157	0,2194	0,9449	377,9630	0,13	6	0,76
H (clase A)	0,2098	0,5157	0,2194	0,9449	377,9630	0,13	12	1,52
I (clase A)	0,2098	0,5157	0,2194	0,9449	377,9630	0,13	18	2,29
J (clase A)	0,2098	0,5157	0,2194	0,9449	377,9630	0,13	24	3,05
K (clase A)	0,2098	0,5157	0,2194	0,9449	377,9630	0,13	30	3,81
$\Sigma =$						0,76	$\Sigma =$	11,43

CR_x = 15,00

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XXXVI. Centro de rigidez, módulo 2, eje X, nivel 1

$h = 540 \text{ cm}$							
Marco	$\frac{4h_n}{\sum Kc_n}$	$\frac{h_n + h_o}{\sum Kv_n + \frac{\sum Kc_n}{12}}$	Suma	$h_n * (Suma)$	R_{nx}	Z_n	$R_{nx} \cdot Z_n$
F (clase A)	0,3824	0,4098	0,7922	427,8048	0,11	0	0,00
G (clase A)	0,3824	0,4098	0,7922	427,8048	0,11	6	0,67
H (clase A)	0,3824	0,4098	0,7922	427,8048	0,11	12	1,35
I (clase A)	0,3824	0,4098	0,7922	427,8048	0,11	18	2,02
J (clase A)	0,3824	0,4098	0,7922	427,8048	0,11	24	2,69
K (clase A)	0,3824	0,4098	0,7922	427,8048	0,11	30	3,37
$\Sigma =$					0,67	$\Sigma =$	10,10

CR_x = 15,00

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XXXVII. Centro de rigidez, módulo 2, eje Y, nivel 2

$h = 400 \text{ cm}$								
Marco	$\frac{4h_n}{\sum Kc_n}$	$\frac{h_m + h_n}{\sum Kv_m}$	$\frac{h_n}{\sum Kv_n}$	Suma	$h_n * (Suma)$	R_{ny}	Z_n	$R_{ny} \cdot Z_n$
7 (clase D)	0,1399	0,3094	0,1317	0,5809	232,3730	0,21	0	0,00
8 (clase D)	0,1399	0,3094	0,1317	0,5809	232,3730	0,21	6	1,24
9 (clase D)	0,1399	0,3094	0,1317	0,5809	232,3730	0,21	12	2,48
10 (clase D)	0,1399	0,3094	0,1317	0,5809	232,3730	0,21	18	3,72
$\Sigma =$						0,83	$\Sigma =$	7,44

CR_y = 9,00

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XXXVIII. Centro de rigidez, módulo 2, eje Y, nivel 1

$h = 540 \text{ cm}$							
Marco	$\frac{4h_n}{\sum Kc_n}$	$\frac{h_n + h_o}{\sum Kv_n + \frac{\sum Kc_n}{12}}$	Suma	$h_n * (Suma)$	R_{ny}	Z_n	$R_{ny} \cdot Z_n$
7 (clase D)	0,2549	0,2511	0,5060	273,2315	0,18	0	0,00
8 (clase D)	0,2549	0,2511	0,5060	273,2315	0,18	6	1,05
9 (clase D)	0,2549	0,2511	0,5060	273,2315	0,18	12	2,11
10 (clase D)	0,2549	0,2511	0,5060	273,2315	0,18	18	3,16
$\Sigma =$					0,70	$\Sigma =$	6,32

CR_y = 9,00

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XXXIX. Centro de rigidez, módulo 3, eje X, nivel 2

$h = 400 \text{ cm}$								
Marco	$\frac{4h_n}{\sum Kc_n}$	$\frac{h_m + h_n}{\sum Kv_m}$	$\frac{h_n}{\sum Kv_n}$	Suma	$h_n * (Suma)$	R_{nx}	Z_n	$R_{nx} \cdot Z_n$
F (clase A)	0,2098	0,5157	0,2194	0,9449	377,9630	0,13	0	0,00
G (clase A)	0,2098	0,5157	0,2194	0,9449	377,9630	0,13	6	0,76
H (clase A)	0,2098	0,5157	0,2194	0,9449	377,9630	0,13	12	1,52
I (clase A)	0,2098	0,5157	0,2194	0,9449	377,9630	0,13	18	2,29
J (clase A)	0,2098	0,5157	0,2194	0,9449	377,9630	0,13	24	3,05
K (clase A)	0,2098	0,5157	0,2194	0,9449	377,9630	0,13	30	3,81
$\Sigma =$						0,76	$\Sigma =$	11,43

CR_x = 15,00

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XL. Centro de rigidez, módulo 3, eje X, nivel 1

$h = 540 \text{ cm}$							
Marco	$\frac{4h_n}{\sum Kc_n}$	$\frac{h_n + h_o}{\sum Kv_n + \frac{\sum Kc_n}{12}}$	Suma	$h_n * (Suma)$	R_{nx}	Z_n	$R_{nx} \cdot Z_n$
F (clase A)	0,3824	0,4098	0,7922	427,8048	0,11	0	0,00
G (clase A)	0,3824	0,4098	0,7922	427,8048	0,11	6	0,67
H (clase A)	0,3824	0,4098	0,7922	427,8048	0,11	12	1,35
I (clase A)	0,3824	0,4098	0,7922	427,8048	0,11	18	2,02
J (clase A)	0,3824	0,4098	0,7922	427,8048	0,11	24	2,69
K (clase A)	0,3824	0,4098	0,7922	427,8048	0,11	30	3,37
$\Sigma =$					0,67	$\Sigma =$	10,10

CR_x = 15,00

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XLI. Centro de rigidez, módulo 3, eje Y, nivel 2

$h = 400 \text{ cm}$								
Marco	$\frac{4h_n}{\sum Kc_n}$	$\frac{h_m + h_n}{\sum Kv_m}$	$\frac{h_n}{\sum Kv_n}$	Suma	$h_n * (Suma)$	R_{ny}	Z_n	$R_{ny} \cdot Z_n$
1 (clase D)	0,1399	0,3094	0,1317	0,5809	232,3730	0,21	0	0,00
2 (clase D)	0,1399	0,3094	0,1317	0,5809	232,3730	0,21	6	1,24
3 (clase D)	0,1399	0,3094	0,1317	0,5809	232,3730	0,21	12	2,48
4 (clase D)	0,1399	0,3094	0,1317	0,5809	232,3730	0,21	18	3,72
$\Sigma =$						0,83	$\Sigma =$	7,44

$CR_y = 9,00$

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XLII. Centro de rigidez, módulo 3, eje Y, nivel 1

$h = 540 \text{ cm}$							
Marco	$\frac{4h_n}{\sum Kc_n}$	$\frac{h_n + h_o}{\sum Kv_n + \frac{\sum Kc_n}{12}}$	Suma	$h_n * (Suma)$	R_{ny}	Z_n	$R_{ny} \cdot Z_n$
1 (clase D)	0,2549	0,2511	0,5060	273,2315	0,18	0	0,00
2 (clase D)	0,2549	0,2511	0,5060	273,2315	0,18	6	1,05
3 (clase D)	0,2549	0,2511	0,5060	273,2315	0,18	12	2,11
4 (clase D)	0,2549	0,2511	0,5060	273,2315	0,18	18	3,16
$\Sigma =$					0,70	$\Sigma =$	6,32

$CR_y = 9,00$

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

En algunos textos se hace referencia a esto como el centro de rigidez, entonces como nota aclaratoria: centro de torsión y centro de rigidez son lo mismo. A continuación, se hace un resumen de las coordenadas del centro de rigidez y centro de masa en cada uno de los niveles de los 3 módulos.

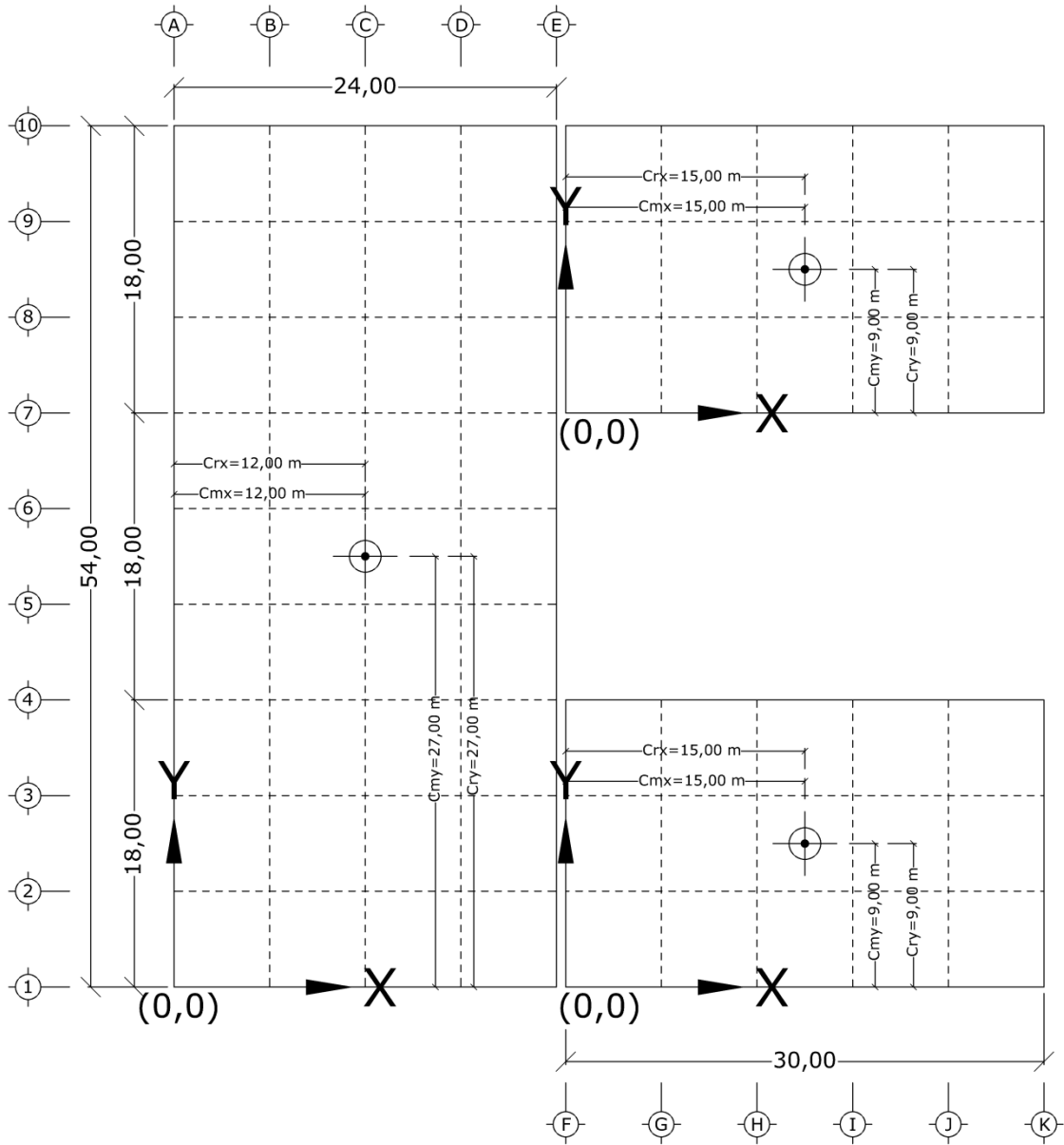
Tabla XLIII. **Resumen de coordenadas de centro de rigidez y centro de masa (m)**

Módulo	Centro de rigidez				Centro de masa			
	Nivel 1		Nivel 2		Nivel 1		Nivel 2	
	Cr_x	Cr_y	Cr_x	Cr_y	Cm_x	Cm_y	Cm_x	Cm_y
1	12,00	27,00	12,00	27,00	12,00	27,00	12,00	27,00
2	15,00	9,00	15,00	9,00	15,00	9,00	15,00	9,00
3	15,00	9,00	15,00	9,00	15,00	9,00	15,00	9,00

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

En la siguiente figura se ilustra la posición del centro de masa y centro de rigidez de los 3 módulos del edificio, se ilustra una planta típica, ya que en ambos niveles la posición del centro de masa y centro de rigidez es la misma.

Figura 17. Coordenadas del centro de rigidez y centro de masa



Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

- Cálculo de corte directo

El corte directo se obtiene de la multiplicación de la rigidez del marco en estudio, dividido entre la sumatoria de rigideces de todo el eje, y luego este valor se multiplica por el corte del nivel en estudio, para este caso, en el eje x del módulo 1 en el nivel 2 el corte es de 86,435 Kg. Se presenta una muestra de cálculo, más adelante se mostrará la tabla de resumen. Para el marco A:

$$V_{di} = \frac{R_{ix}}{\sum R_{ix}} \cdot V_i$$

$$V_{dx} = \frac{(0,364789)}{(1,823945)} \cdot (86\ 435)Kg = 17\ 287\ Kg$$

- Torsión

Como se observó anteriormente, el centro de rigidez y el centro de masa coinciden tanto en el eje X como en el eje Y, esto se debe a la simetría que existe en la planta de cada uno de los módulos en los 2 niveles. Por lo tanto, se tiene una excentricidad real o directa igual a cero que, a su vez, no genera torsión. Según AGIES se debe considerar una excentricidad accidental además de la excentricidad que se obtenga, esta excentricidad es del 5 % con respecto a cada eje, de la siguiente manera:

$$ed_{x1} = |CM_x - CR_x| + (0,05 \cdot b)$$

$$ed_{y1} = |CM_y - CR_y| + (0,05 \cdot b)$$

$$ed_{x2} = |CM_x - CR_x| - (0,05 \cdot b)$$

$$ed_{y2} = |CM_y - CR_y| - (0,05 \cdot b)$$

Donde:

ed_{x1} = es la excentricidad de diseño 1 en el sentido x

ed_{y1} = es la excentricidad de diseño 1 en el sentido y

ed_{x2} = es la excentricidad de diseño 2 en el sentido x

ed_{y2} = es la excentricidad de diseño 2 en el sentido y

b = corresponde al lado del edificio en el sentido de la excentricidad que se esta calculando.

Para el módulo 1:

$$ed_{x1} = |12,00 - 12,00| + (0,05 \cdot 24) = 1,20$$

$$ed_{y1} = |27,00 - 27,00| + (0,05 \cdot 54) = 2,70$$

$$ed_{x2} = |12,00 - 12,00| - (0,05 \cdot 24) = -1,20$$

$$ed_{y2} = |27,00 - 27,00| - (0,05 \cdot 54) = -2,70$$

De estos resultados se toman los valores más críticos para cada sentido, en este caso son: $ed_{x1} = 1,20$, $ed_{y1} = 2,70$

- Cálculo de cortante por torsión

Para determinar el valor de cortante por torsión, es necesario conocer primero el valor del momento torsor, el cual se calcula multiplicando el valor de la excentricidad por el valor del cortante en el nivel de estudio; ya teniendo este dato se puede introducir a la fórmula que se describe a continuación:

$$V_{ix} = \frac{R_{ix} \cdot Y_{iT}}{\sum (R_{ix} Y_{iT}^2 + R_{iy} X_{iT}^2)} M_{Tx}$$

$$M_{Tx} = V_x \cdot e_y$$

$$M_{Tx} = (86\,435)Kg \cdot (2,70)m = 233\,375 Kg \cdot m$$

$$M_{Ty} = V_y \cdot e_x$$

$$M_{Ty} = (86\,435)Kg \cdot (1,20)m = 103\,722 Kg \cdot m$$

$$V_{ix} = \frac{(0,3648) \cdot (-12,00)}{(495,5701) + (131,3240)} (233\,375) = -1,630 Kg$$

$$V_{iy} = \frac{(0,1669) \cdot (-27,00)}{(495,5701) + (131,3240)} (103\,722) = -745 Kg$$

- Cálculo de cortante total

El corte total es la capacidad que soporta cada uno de los marcos, tanto en el eje X como en el eje Y. Para calcularlo solamente de debe sumar de manera algebraica el corte directo (columna 5 de las tablas de resumen) con el cortante por torsión (columna 9 de las tablas de resumen).

$$V_{total\ x} = V_{dx} + V_{ix}$$

$$V_{total\ x} = (8,644) + (-745) = 7,898 Kg$$

$$V_{total\ y} = (17,287) + (-745) = 7,898 Kg$$

- Resumen

En las siguientes tablas se encuentran calculados todos los datos anteriores para cada uno de los marcos, de los 3 módulos, ya que en los cálculos elaborados para ejemplificación solamente se calcula el dato del marco A en el eje X y los datos del marco 1 en el eje Y, del módulo 1.

Tabla XLIV. Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido vertical Y, nivel 2, módulo 1

Marco	R_{iy}	X_i	$R_{iy} \cdot X_i$	V_{dy}	X_{iT}	$R_{iy} \cdot X_{iT}$	$R_{iy} \cdot X_{iT}^2$	V_{iy}	$V_{total y}$
A	0,3648	0	0,00	17 287	-12,00	-4,38	52,53	-1 630	15 657
B	0,3648	6	2,19	17 287	-6,00	-2,19	13,13	-815	16 472
C	0,3648	12	4,38	17 287	0,00	0,00	0,00	0	17 287
D	0,3648	18	6,57	17 287	6,00	2,19	13,13	815	18 102
E	0,3648	24	8,75	17 287	12,00	4,38	52,53	1 630	18 917
SUMA	1,8239		21,89	86 435			131,3240		

$CR_y =$	27,00 m
$CM_y =$	27,00 m
$ed_y =$	2,70 m

$$M_{Tx} = 233\,375 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XLV. Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido horizontal X, nivel 2, módulo 1

Marco	R_{ix}	Y_i	$R_{ix} \cdot Y_i$	V_{dx}	Y_{iT}	$R_{ix} \cdot Y_{iT}$	$R_{ix} \cdot Y_{iT}^2$	V_{ix}	$V_{total x}$
1	0,1669	0	0,00	8 644	-27,00	-4,51	121,64	-745	7 898
2	0,1669	6	1,00	8 644	-21,00	-3,50	73,58	-580	8 064
3	0,1669	12	2,00	8 644	-15,00	-2,50	37,54	-414	8 229
4	0,1669	18	3,00	8 644	-9,00	-1,50	13,52	-248	8 395
5	0,1669	24	4,00	8 644	-3,00	-0,50	1,50	-83	8 561
6	0,1669	30	5,01	8 644	3,00	0,50	1,50	83	8 726
7	0,1669	36	6,01	8 644	9,00	1,50	13,52	248	8 892
8	0,1669	42	7,01	8 644	15,00	2,50	37,54	414	9 058
9	0,1669	48	8,01	8 644	21,00	3,50	73,58	580	9 223
10	0,1669	54	9,01	8 644	27,00	4,51	121,64	745	9 389
SUMA	1,67		45,05	86 435			495,5701		

$CR_x =$	12,00 m
$CM_x =$	12,00 m
$ed_x =$	1,20 m

$$M_{Ty} = 103\,722 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XLVI. Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido vertical
Y, nivel 1, módulo 1

Marco	R_{iy}	X_i	$R_{iy} \cdot X_i$	V_{dy}	X_{iT}	$R_{iy} \cdot X_{iT}$	$R_{iy} \cdot X_{iT}^2$	V_{iy}	$V_{total y}$
A	0,3019	0	0,00	33 106	-12,00	-3,62	43,48	-3 019	30 087
B	0,3019	6	1,81	33 106	-6,00	-1,81	10,87	-1 509	31 597
C	0,3019	12	3,62	33 106	0,00	0,00	0,00	0	33 106
D	0,3019	18	5,43	33 106	6,00	1,81	10,87	1 509	34 616
E	0,3019	24	7,25	33 106	12,00	3,62	43,48	3 019	36 125
SUMA	1,51		18,12	165 532			108,6925		

$CR_y =$	27,00 m
$CM_y =$	27,00 m
$ed_y =$	2,70 m

$$M_{Tx} = 446\,935 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla XLVII. Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido
horizontal X, nivel 1, módulo 1

Marco	R_{ix}	Y_i	$R_{ix} \cdot Y_i$	V_{dx}	Y_{iT}	$R_{ix} \cdot Y_{iT}$	$R_{ix} \cdot Y_{iT}^2$	V_{ix}	$V_{total x}$
1	0,1440	0	0,00	16 553	-27,00	-3,89	104,98	-1 440	15 113
2	0,1440	6	0,86	16 553	-21,00	-3,02	63,50	-1 120	15 433
3	0,1440	12	1,73	16 553	-15,00	-2,16	32,40	-800	15 753
4	0,1440	18	2,59	16 553	-9,00	-1,30	11,66	-480	16 073
5	0,1440	24	3,46	16 553	-3,00	-0,43	1,30	-160	16 393
6	0,1440	30	4,32	16 553	3,00	0,43	1,30	160	16 713
7	0,1440	36	5,18	16 553	9,00	1,30	11,66	480	17 033
8	0,1440	42	6,05	16 553	15,00	2,16	32,40	800	17 353
9	0,1440	48	6,91	16 553	21,00	3,02	63,50	1 120	17 673
10	0,1440	54	7,78	16 553	27,00	3,89	104,98	1 440	17 993
SUMA	1,44		38,88	165 532			427,6778		

$CR_x =$	12,00 m
$CM_x =$	12,00 m
$ed_x =$	1,20 m

$$M_{Ty} = 198\,638 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

**Tabla XLVIII. Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido vertical
Y, nivel 2, módulo 2**

Marco	R_{iy}	X_i	$R_{iy} \cdot X_i$	V_{dy}	X_{iT}	$R_{iy} \cdot X_{iT}$	$R_{iy} \cdot X_{iT}^2$	V_{iy}	$V_{total y}$
F	0,1270	0	0,00	6 244	-15,00	-1,90	28,57	-548	5 696
G	0,1270	6	0,76	6 244	-9,00	-1,14	10,29	-329	5 915
H	0,1270	12	1,52	6 244	-3,00	-0,38	1,14	-110	6 134
I	0,1270	18	2,29	6 244	3,00	0,38	1,14	110	6 354
J	0,1270	24	3,05	6 244	9,00	1,14	10,29	329	6 573
K	0,1270	30	3,81	6 244	15,00	1,90	28,57	548	6 792
SUMA	0,7620		11,43	37 464			80,01		

$CR_y =$	9,00	m
$CM_y =$	9,00	m
$ed_y =$	0,90	m

$$M_{Tx} = 33\,717 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

**Tabla XLIX. Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido
horizontal X, nivel 2, módulo 2**

Marco	R_{ix}	Y_i	$R_{ix} \cdot Y_i$	V_{dx}	Y_{iT}	$R_{ix} \cdot Y_{iT}$	$R_{ix} \cdot Y_{iT}^2$	V_{ix}	$V_{total x}$
7	0,2066	0	0,00	9 366	-9,00	-1,86	16,73	-891	8 474
8	0,2066	6	1,24	9 366	-3,00	-0,62	1,86	-297	9 069
9	0,2066	12	2,48	9 366	3,00	0,62	1,86	297	9 663
10	0,2066	18	3,72	9 366	9,00	1,86	16,73	891	10 257
SUMA	0,83		7,44	37 464			37,18		

$CR_x =$	15,00	m
$CM_x =$	15,00	m
$ed_x =$	1,50	m

$$M_{Ty} = 56\,195 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla L. **Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido vertical Y, nivel 1, módulo 2**

Marco	R_{iy}	X_i	$R_{iy} \cdot X_i$	V_{dy}	X_{iT}	$R_{iy} \cdot X_{iT}$	$R_{iy} \cdot X_{iT}^2$	V_{iy}	$V_{total y}$
F	0,1122	0	0,00	12 143	-15,00	-1,68	25,25	-1 023	11 120
G	0,1122	6	0,67	12 143	-9,00	-1,01	9,09	-614	11 529
H	0,1122	12	1,35	12 143	-3,00	-0,34	1,01	-205	11 938
I	0,1122	18	2,02	12 143	3,00	0,34	1,01	205	12 347
J	0,1122	24	2,69	12 143	9,00	1,01	9,09	614	12 757
K	0,1122	30	3,37	12 143	15,00	1,68	25,25	1 023	13 166
SUMA	0,67		10,10	72 857			70,69		

$CR_y =$	9,00	m
$CM_y =$	9,00	m
$ed_y =$	0,90	m

$$M_{Tx} = 65\,571 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla Ll. **Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido horizontal X, nivel 1, módulo 2**

Marco	R_{ix}	Y_i	$R_{ix} \cdot Y_i$	V_{dx}	Y_{iT}	$R_{ix} \cdot Y_{iT}$	$R_{ix} \cdot Y_{iT}^2$	V_{ix}	$V_{total x}$
7	0,2066	0	0,00	18 214	-9,00	-1,86	16,73	-1 884	16 331
8	0,2066	6	1,24	18 214	-3,00	-0,62	1,86	-628	17 586
9	0,2066	12	2,48	18 214	3,00	0,62	1,86	628	18 842
10	0,2066	18	3,72	18 214	9,00	1,86	16,73	1 884	20 098
SUMA	0,83		7,44	72 857			37,18		

$CR_x =$	15,00	m
$CM_x =$	15,00	m
$ed_x =$	1,50	m

$$M_{Ty} = 109\,285 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla LII. Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido vertical
Y, nivel 2, módulo 3

Marco	R_{iy}	X_i	$R_{iy} \cdot X_i$	V_{dy}	X_{iT}	$R_{iy} \cdot X_{iT}$	$R_{iy} \cdot X_{iT}^2$	V_{iy}	$V_{total y}$
F	0,1270	0	0,00	6 276	-15,00	-1,90	28,57	-551	5 725
G	0,1270	6	0,76	6 276	-9,00	-1,14	10,29	-331	5 945
H	0,1270	12	1,52	6 276	-3,00	-0,38	1,14	-110	6 166
I	0,1270	18	2,29	6 276	3,00	0,38	1,14	110	6 386
J	0,1270	24	3,05	6 276	9,00	1,14	10,29	331	6 606
K	0,1270	30	3,81	6 276	15,00	1,90	28,57	551	6 827
SUMA	0,76		11,43	37 655			80,01		

$CR_y =$	9,00 m
$CM_y =$	9,00 m
$ed_y =$	0,90 m

$$M_{Tx} = 33\,889 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla LIII. Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido
horizontal X, nivel 2, módulo 3

Marco	R_{ix}	Y_i	$R_{ix} \cdot Y_i$	V_{dx}	Y_{iT}	$R_{ix} \cdot Y_{iT}$	$R_{ix} \cdot Y_{iT}^2$	V_{ix}	$V_{total x}$
1	0,2066	0	0,00	9 414	-9,00	-1,86	16,73	-896	8 518
2	0,2066	6	1,24	9 414	-3,00	-0,62	1,86	-299	9 115
3	0,2066	12	2,48	9 414	3,00	0,62	1,86	299	9 712
4	0,2066	18	3,72	9 414	9,00	1,86	16,73	896	10 310
SUMA	0,83		7,44	37 655			37,18		

$CR_x =$	15,00 m
$CM_x =$	15,00 m
$ed_x =$	1,50 m

$$M_{Ty} = 56\,482 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla LIV. Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido vertical Y, nivel 1, módulo 3

Marco	R_{iy}	X_i	$R_{iy} \cdot X_i$	V_{dy}	X_{iT}	$R_{iy} \cdot X_{iT}$	$R_{iy} \cdot X_{iT}^2$	V_{iy}	$V_{total y}$
F	0,1122	0	0,00	12 431	-15,00	-1,68	25,25	-1 104	11 327
G	0,1122	6	0,67	12 431	-9,00	-1,01	9,09	-663	11 769
H	0,1122	12	1,35	12 431	-3,00	-0,34	1,01	-221	12 211
I	0,1122	18	2,02	12 431	3,00	0,34	1,01	221	12 652
J	0,1122	24	2,69	12 431	9,00	1,01	9,09	663	13 094
K	0,1122	30	3,37	12 431	15,00	1,68	25,25	1 104	13 536
SUMA	0,67		10,10	74 589			70,69		

$CR_y =$	9,00 m
$CM_y =$	9,00 m
$ed_y =$	0,90 m

$$M_{Tx} = 67\,130 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla LV. Resumen de fuerzas sísmicas, marcos en el sentido horizontal X, nivel 1, módulo 3

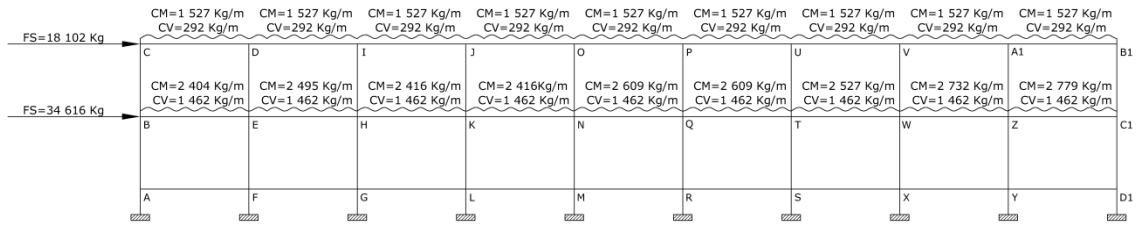
Marco	R_{ix}	Y_i	$R_{ix} \cdot Y_i$	V_{dx}	Y_{iT}	$R_{ix} \cdot Y_{iT}$	$R_{ix} \cdot Y_{iT}^2$	V_{ix}	$V_{total x}$
1	0,1757	0	0,00	18 647	-9,00	-1,58	14,23	-1 729	16 918
2	0,1757	6	1,05	18 647	-3,00	-0,53	1,58	-576	18 071
3	0,1757	12	2,11	18 647	3,00	0,53	1,58	576	19 224
4	0,1757	18	3,16	18 647	9,00	1,58	14,23	1 729	20 376
SUMA	0,70		6,32	74 589			31,62		

$CR_x =$	15,00 m
$CM_x =$	15,00 m
$ed_x =$	1,50 m

$$M_{Ty} = 111\,883 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

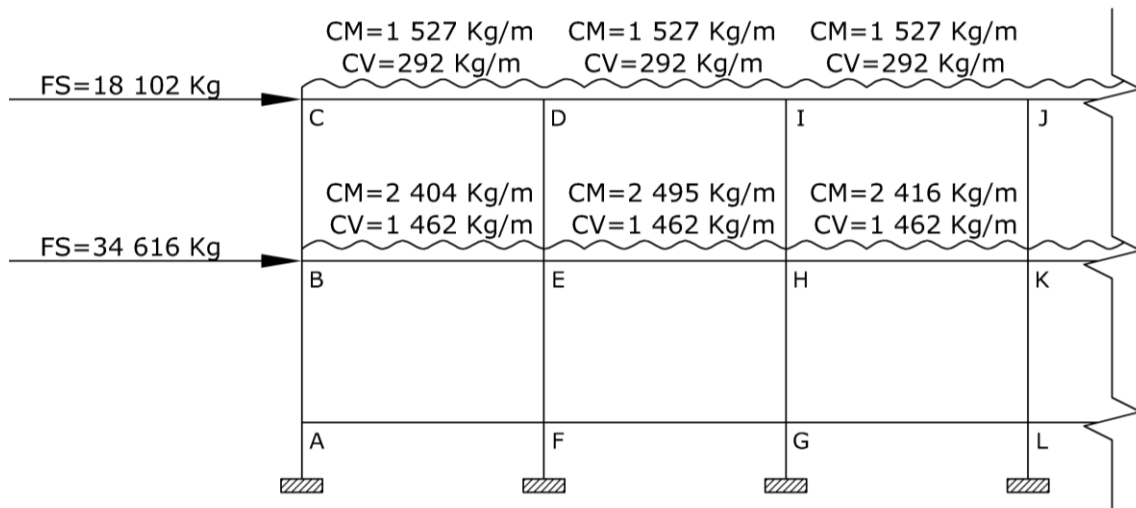
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Figura 18. **Cargas aplicadas, marco clase C**



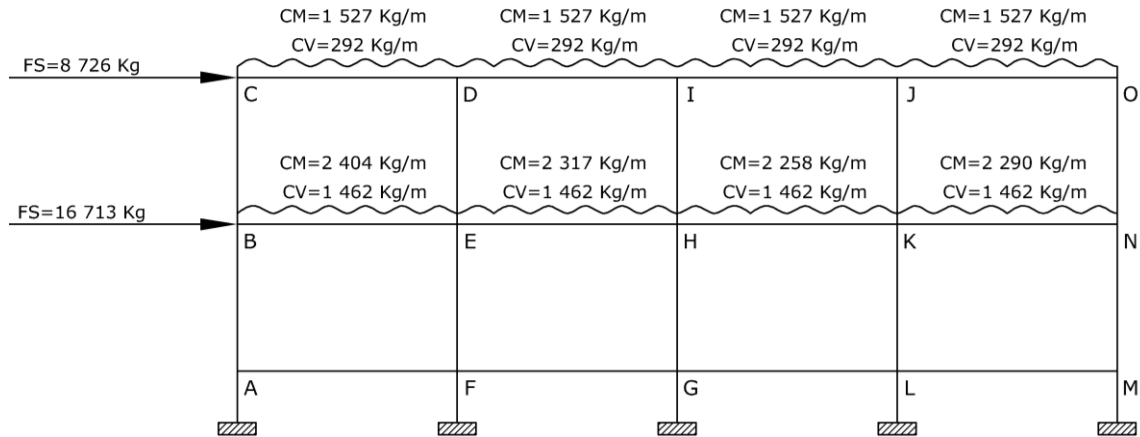
Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

Figura 19. **Acercamiento a las cargas aplicadas, marco clase C**



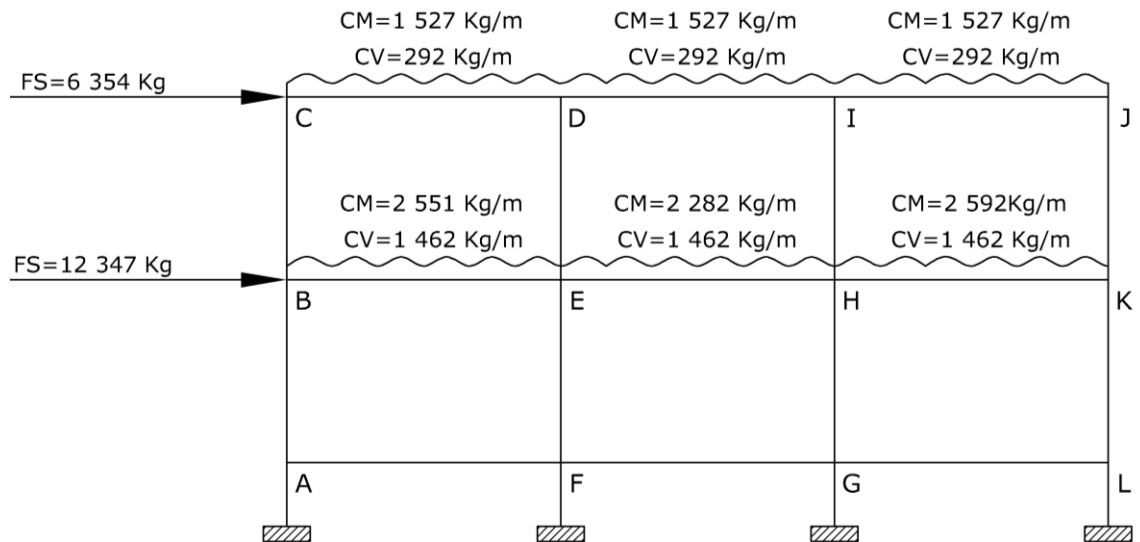
Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

Figura 20. **Cargas aplicadas, marco clase B**



Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

Figura 21. **Cargas aplicadas, marco clase A**



Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

2.1.6.7. Análisis de marcos rígidos por el método de Kani

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

- Momentos fijos (MF_{ik}) se calculan cuando existen cargas verticales.

$$MF_{ik} = \pm \frac{WL^2}{12}$$

- Rigideces de los elementos (K_{ik}).

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

Donde:

$I =$ Inercia del elemento

$L =$ Longitud del elemento

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

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

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

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

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

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

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

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

- 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 (Mn) se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Mn = \frac{Q_n * H_n}{3} \quad H_n \text{ es la altura del piso "n"}$$

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

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(Ms + \Sigma (M'_{ni})) \quad \text{sin ladeo}$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(Ms + \Sigma (M'_{ni} + M''_{ni})) \quad \text{con ladeo}$$

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

$$M''_{ik} = \ddot{U}_{ik} * \Sigma (M'_{ik} + M'_{ki}) \quad \text{ladeo por asimetría}$$

$$M''_{ik} = \ddot{U}_{ik} * (Mn + \Sigma (M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{ladeo por fuerza horizontal}$$

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

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

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

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

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

Donde:

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

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

El método de Kani para carga muerta toma en cuenta:

Marco clase A:

- Momentos fijos (MF_{ik})

Para cargas uniformemente distribuidas $MF = \pm WL^2/12$

$$MF_{BE} = -\frac{2\,675 \cdot (6)^2}{12} = -7\,653 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{EB} = 7\,653 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{CD} = -4\,581 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{DC} = 4\,581 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{DI} = -4\,581 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{ID} = 4\,581 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{EH} = -6\,846 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{HE} = 6\,846 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{HK} = -7\,776 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{KH} = 7\,776 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{IJ} = -4\,581 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{JI} = 4\,581 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

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

- Inercia de los elementos rectangulares

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

$$I_{viga} = \frac{(35) \cdot (50)^3}{12} = 364\,583 \text{ cm}^4$$

$$I_{columna} = \frac{(55) \cdot (55)^3}{12} = 762\,552 \text{ cm}^4$$

- Inercias relativas $I_{columna} = \ddot{I}$

$$I_{columna} = \frac{I_{columna}}{I_{columna}} = \frac{762\,552}{762\,552} = 1$$

$$I_{viga} = \frac{I_{viga}}{I_{columna}} = \frac{364\,583}{762\,552} = 0,48$$

- Rigidez

$$K_{AB} = K_{BA} = K_{EF} = K_{FE} = K_{GH} = K_{HG} = K_{KL} = K_{LK} = \frac{1}{5,4} = 0,19$$

$$K_{BC} = K_{CB} = K_{DE} = K_{ED} = K_{HI} = K_{IH} = K_{JK} = K_{KJ} = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$K_{BE} = K_{EB} = K_{EH} = K_{HE} = K_{HK} = K_{KH} = K_{CD} = K_{DC} = K_{DI} = K_{ID} = K_{IJ} \\ = K_{JI} = \frac{75}{6} = 0,08$$

- Factor de giro o coeficiente de reparto $\mu_{ik} = -\frac{1}{2} \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$

- Nodo B

$$\mu_{BA} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,19}{0,19 + 0,08 + 0,25} \right) = -0,18$$

$$\mu_{BE} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,08}{0,19 + 0,08 + 0,25} \right) = -0,08$$

$$\mu_{BC} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,25}{0,19 + 0,08 + 0,25} \right) = -0,24$$

- Momentos de sujeción $M_s = \sum MF_{ik}$

$$\text{Nudo B} = MF_{BE} = -7,653 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo C} = MF_{CD} = -4,581 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo D} = MF_{DC} + MF_{DI} = 4,581 + (-4,581) = 0 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo E} = MF_{EB} + MF_{EH} = 7,653 + (-6,846) = 807 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo H} = MF_{HE} + MF_{HK} = 7,846 + (-7,776) = -930 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo I} = MF_{ID} + MF_{IJ} = 4,581 + (-4,581) = 0 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo J} = MF_{JI} = 4,581 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo K} = MF_{KH} = 7,776 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

- Influencia de giro (M'_{ik}) – primera iteración

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

$$\begin{aligned}
\text{Nodo C} &= M'_{CB} = \mu_{CB}(M_{SC} + \Sigma (M'_{BC} + M'_{DC})) \\
&= -0,3791(-4,581 + (0 + 0)) = 1,737 \text{ Kg} \cdot \text{m} \\
M'_{CD} &= \mu_{CD}(M_{SC} + \Sigma (M'_{BC} + M'_{DC})) \\
&= -0,1209(-4,581 + (0 + 0)) = 554 \text{ Kg} \cdot \text{m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Nodo D} &= M'_{DC} = \mu_{DC}(M_{SD} + \Sigma (M'_{CD} + M'_{ED} + M'_{ID})) \\
&= -0,0973(0 + (554 + 0 + 0)) = -54 \text{ Kg} \cdot \text{m} \\
M'_{DE} &= \mu_{DE}(M_{SD} + \Sigma (M'_{CD} + M'_{ED} + M'_{ID})) \\
&= -0,3053(0 + (554 + 0 + 0)) = -169 \text{ Kg} \cdot \text{m} \\
M'_{DI} &= \mu_{DI}(M_{SD} + \Sigma (M'_{CD} + M'_{ED} + M'_{ID})) \\
&= -0,0973(0 + (554 + 0 + 0)) = -54 \text{ Kg} \cdot \text{m}
\end{aligned}$$

- Influencia de giro (M'_{ik}) – segunda iteración

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(M_S + \Sigma(M'_{ni} + M''_{ni}))$$

$$\begin{aligned}
\text{Nodo C} &= M'_{CB} = \mu_{CB}(M_{SC} + \Sigma (M'_{BC} + M'_{DC})) \\
&= -0,3791(-4\ 953 + (1\ 504 + (-58))) = 1\ 208 \text{ Kg} \cdot \text{m} \\
M'_{CD} &= \mu_{CD}(M_{SC} + \Sigma (M'_{BC} + M'_{DC})) \\
&= -0,1209(-4\ 953 + (1\ 504 + (-58))) = 385 \text{ Kg} \cdot \text{m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Nodo D} &= M'_{DC} = \mu_{DC}(M_{SD} + \Sigma (M'_{CD} + M'_{ED} + M'_{ID})) \\
&= -0,0973(0 + (385 - 154 + 5)) = -23 \text{ Kg} \cdot \text{m} \\
M'_{DE} &= \mu_{DE}(M_{SD} + \Sigma (M'_{CD} + M'_{ED} + M'_{ID})) \\
&= -0,3053(0 + (385 - 154 + 5)) = -72 \text{ Kg} \cdot \text{m} \\
M'_{DI} &= \mu_{DI}(M_{SD} + \Sigma (M'_{CD} + M'_{ED} + M'_{ID})) \\
&= -0,0973(0 + (385 - 154 + 5)) = -23 \text{ Kg} \cdot \text{m}
\end{aligned}$$

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

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

Columnas:

$$M_{CB} = MF_{CB} + 2M'_{CB} + M'_{BC} + M''_{BC}$$

$$= 0 + 2(1\ 130) + 1\ 606 + 0 = 3\ 867\ Kg \cdot m$$

$$M_{BC} = MF_{BC} + 2M'_{BC} + M'_{CB} + M''_{CB}$$

$$= 0 + 2(1\ 606) + 1\ 130 + 0 = 4\ 343$$

Vigas:

$$M_{CD} = MF_{CD} + 2M'_{CD} + M'_{DC} + M''_{DC}$$

$$= -4\ 581 + 2(360) + (-7) + 0 = -3\ 867\ Kg \cdot m$$

$$M_{DC} = MF_{DC} + 2M'_{DC} + M'_{CD} + M''_{CD}$$

$$= 4\ 581 + 2(-7) + 360 + 0 = 4\ 928\ Kg \cdot m$$

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

$$M_{ik(+)} = \frac{WL^2}{8} - \frac{|Mi(-)| + |Mk(-)|}{2}$$

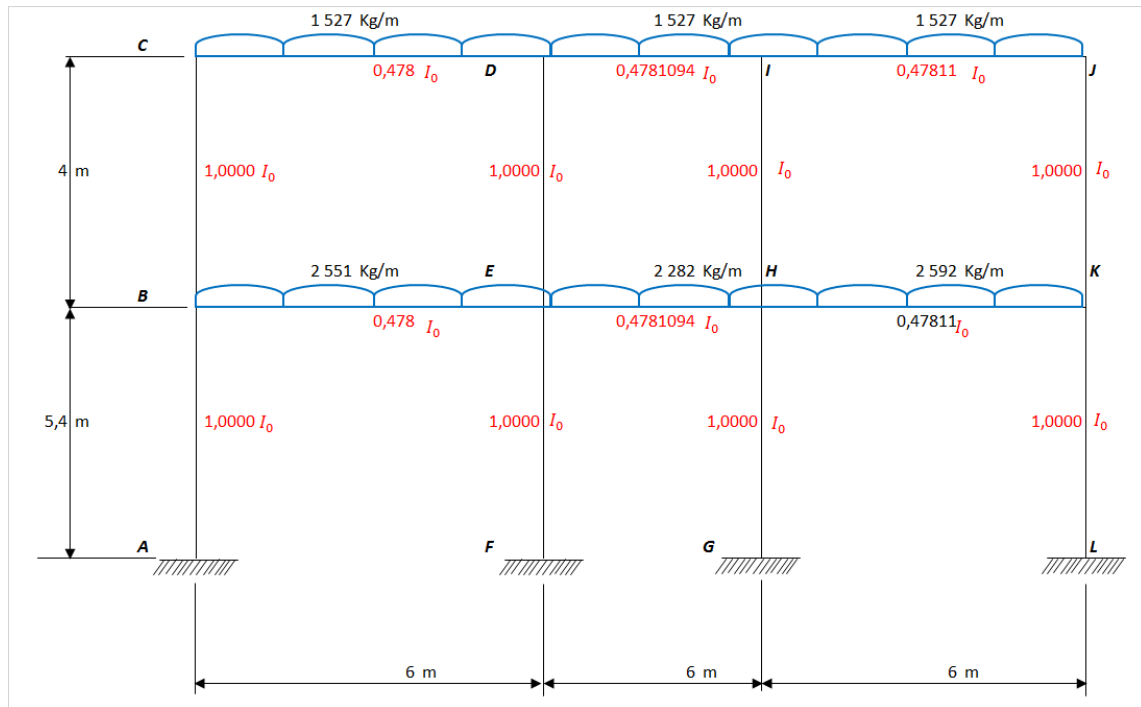
$$M_{ik(+)} = \frac{(1\ 551)(6)^2}{8} - \frac{|-3\ 867| + |4\ 928|}{2}$$

$$M_{ik(+)} = 2\ 474\ Kg \cdot m$$

Este mismo procedimiento se aplicó para encontrar los momentos finales para vigas y columnas.

El desarrollo completo del método de Kani se realizó por medio de Microsoft Excel. A continuación, se muestra el resumen del análisis de carga muerta para el marco clase A:

Figura 22. Método de Kani, condiciones iniciales, marco clase A, carga muerta



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

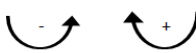
Tabla LVI. **Método de Kani, dimensiones de elementos, momento de inercia, inercia relativa**

DIMENSIONES DE ELEMENTOS			
COLUMNAS			VIGAS
h=	55 cm		h= 50 cm
b=	55 cm		b= 35 cm
MOMENTO DE INERCIA			
COLUMNAS			VIGAS
I=	762 552,08 cm ⁴		I= 364 583,33 cm ⁴
INERCIA RELATIVA			
COLUMNAS			VIGAS
	1,00 I		0,48 I

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

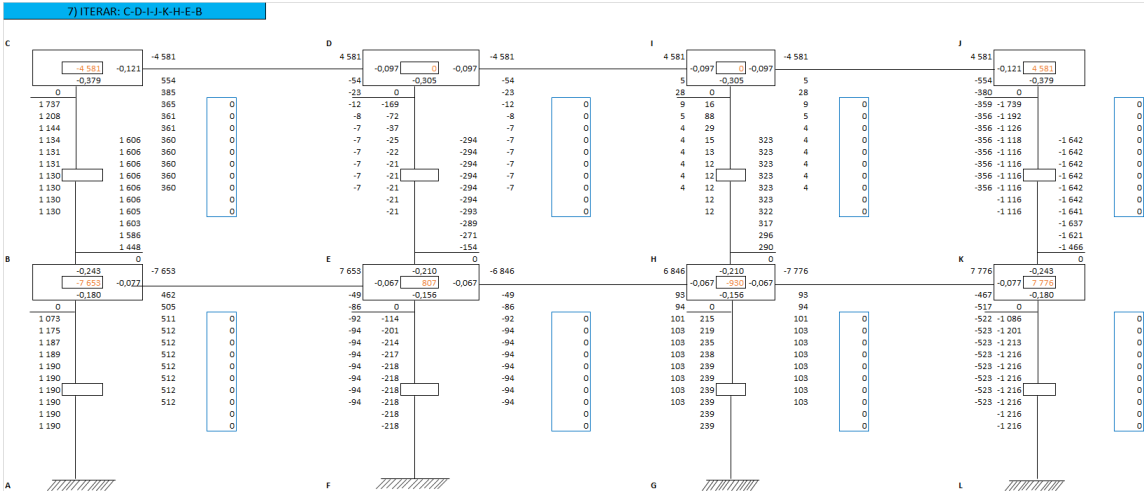
Lo siguiente es el resumen del método de Kani en 8 pasos, hasta llegar a los momentos finales, tanto de vigas como de columnas.

Tabla LVII. Pasos 1, 2, 3, 4, 5, y 6 del método de Kani calculado en Excel

1) ODEEN DE ITERACION: C-D-I-J-K-H-E-B			
2) RIGIDEZ RELATIVA			
$K_{Columnas\ N2} = 0,25$	$K_{Columnas\ N1} = 0,19$	$K = \frac{I}{L}$	
$K_{Vigas} = 0,08$			
3) FACTORES DE DISTRIBUCION			
$\mu = \left(-\frac{1}{2} \right) \cdot \frac{K}{\sum K_{NUDO}}$		μ	
μ		BC= -0,24	
CD= -0,12		BE= -0,08	
CB= -0,38		BA= -0,18	
		EB= -0,07	
DC= -0,10		ED= -0,21	
DE= -0,31		EH= -0,07	
DI= -0,10		EF= -0,16	
		HE= -0,07	
ID= -0,10		HI= -0,21	
IH= -0,31		HK= -0,07	
IJ= -0,10		HG= -0,16	
		KH= -0,08	
JI= -0,12		KJ= -0,24	
JK= -0,38		KL= -0,18	
4) FACTORES DE CORRIMIENTO			
$v = \left(-\frac{3}{2} \right) \cdot \frac{K_{COL}}{\sum K_{COL\ NIVEL}}$			
$v_{2do\ nivel} =$	NO APLICA		
$v_{1er\ nivel} =$	NO APLICA		
5) MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO			
$M = \pm \frac{\omega L^2}{12}$			
M			
CD= -4 581	DC= 4 581	BE= -7 653	EB= 7 653
DI= -4 581	ID= 4 581	EH= -6 846	HE= 6 846
IJ= -4 581	JI= 4 581	HK= -7 776	KH= 7 776
6) MOMENTOS DE PISO			
$M_p = \frac{Qh}{3}$			
$M_{P\ 2N} =$	NO APLICA	$M_{P\ 1N} =$	NO APLICA

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Figura 23. Resumen del proceso de iteración realizado del método de Kani (paso 7)



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

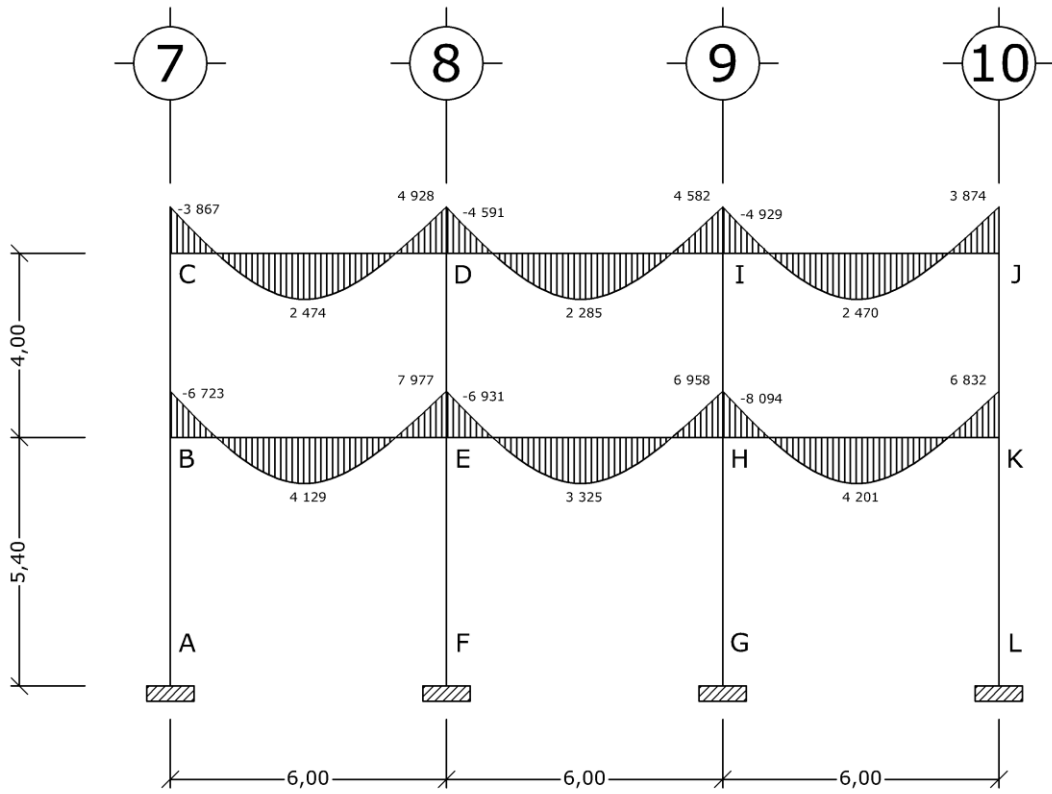
Tabla LVIII. Momentos finales por el método de Kani para carga muerta
(paso 8)

8) MOMENTOS FINALES	
CD=	-3 867
CB=	3 867
DC=	4 928
DE=	-337
DI=	-4 591
ID=	4 582
IH=	347
IJ=	-4 929
JI=	3 874
JK=	-3 874
KJ=	-4 400
KH=	6 832
KL=	-2 432
HE=	6 958
HI=	658
HK=	-8 094
HG=	478
EB=	7 977
ED=	-610
EH=	-6 931
EF=	-436
BC=	4 343
BE=	-6 723
BA=	2 380
AB=	1 190
FE=	-218
GH=	239
LK=	-1 216

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

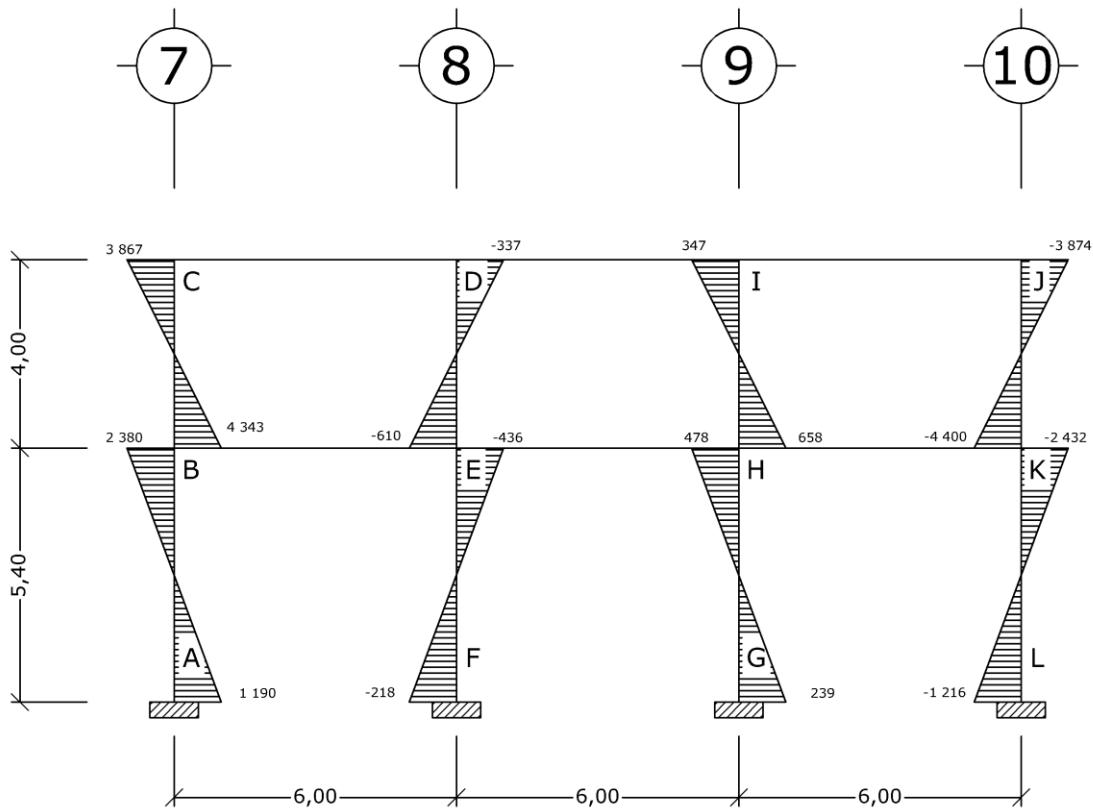
En las siguientes figuras se muestran los diagramas de momentos para vigas y columnas:

Figura 24. Diagrama de momentos en vigas ($Kg \cdot m$) – carga muerta – marco clase A



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD 2014.

Figura 25. Diagrama de momentos en columnas ($Kg \cdot m$) – carga muerta
– marco clase A

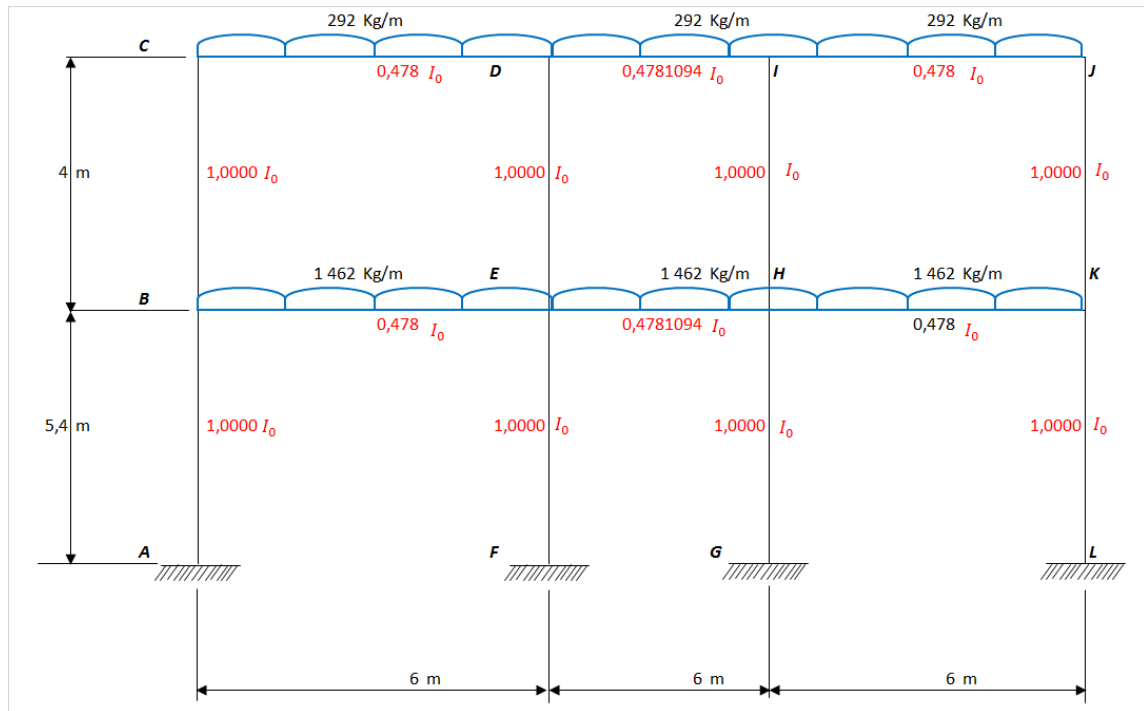


Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD 2014.

- Método de Kani para carga viva – Marco rígido clase A

A continuación, se muestra el resumen del análisis de carga viva para el marco clase A:

Figura 26. **Método de Kani, condiciones iniciales, marco clase A, carga viva**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.


Tabla LIX. **Método de Kani, dimensiones de elementos, momento de inercia, inercia relativa**

DIMENSIONES DE ELEMENTOS			
COLUMNAS			VIGAS
h=	55 cm		h= 50 cm
b=	55 cm		b= 35 cm
MOMENTO DE INERCIA			
COLUMNAS			VIGAS
I=	762 552 cm ⁴		I= 364 583 cm ⁴
INERCIA RELATIVA			
COLUMNAS			VIGAS
	1,00 I		0,48 I

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

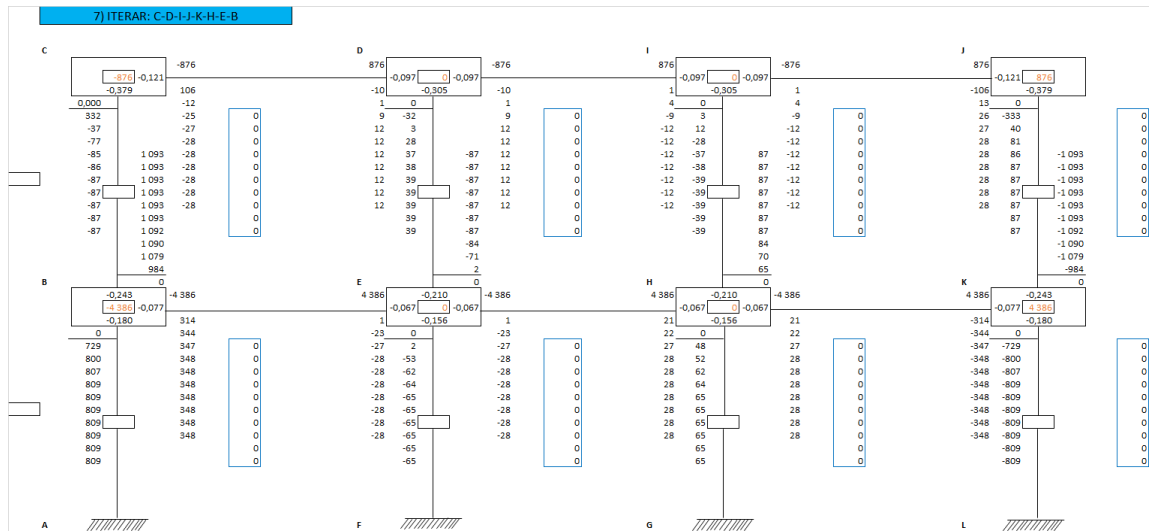
Lo siguiente es el resumen del método de Kani en 8 pasos, hasta llegar a los momentos finales, tanto de vigas como de columnas:

Tabla LX. Pasos 1, 2, 3, 4, 5, y 6 del método de Kani calculado en Excel

1) ODEN DE ITERACION: C-D-I-J-K-H-E-B																											
2) RIGIDEZ RELATIVA																											
$\frac{K_{Columnas\ N2} = 0,25}{K_{vigas} = 0,08}$		$\frac{K_{Columnas\ N1} = 0,19}{K = \frac{I}{L}}$																									
3) FACTORES DE DISTRIBUCION																											
$\mu = \left(-\frac{1}{2} \right) \cdot \frac{K}{\sum K_{NUDO}}$		μ																									
μ	<table border="1"> <tr><td>CD= -0,121</td></tr> <tr><td>CB= -0,379</td></tr> <tr><td>DC= -0,097</td></tr> <tr><td>DE= -0,305</td></tr> <tr><td>DI= -0,097</td></tr> <tr><td>ID= -0,097</td></tr> <tr><td>IH= -0,305</td></tr> <tr><td>IJ= -0,097</td></tr> <tr><td>JI= -0,121</td></tr> <tr><td>JK= -0,379</td></tr> </table>	CD= -0,121	CB= -0,379	DC= -0,097	DE= -0,305	DI= -0,097	ID= -0,097	IH= -0,305	IJ= -0,097	JI= -0,121	JK= -0,379	<table border="1"> <tr><td>BC= -0,243</td></tr> <tr><td>BE= -0,077</td></tr> <tr><td>BA= -0,18</td></tr> <tr><td>EB= -0,067</td></tr> <tr><td>ED= -0,21</td></tr> <tr><td>EH= -0,067</td></tr> <tr><td>EF= -0,156</td></tr> <tr><td>HE= -0,067</td></tr> <tr><td>HI= -0,21</td></tr> <tr><td>HK= -0,067</td></tr> <tr><td>HG= -0,156</td></tr> <tr><td>KH= -0,077</td></tr> <tr><td>KJ= -0,243</td></tr> <tr><td>KL= -0,18</td></tr> </table>	BC= -0,243	BE= -0,077	BA= -0,18	EB= -0,067	ED= -0,21	EH= -0,067	EF= -0,156	HE= -0,067	HI= -0,21	HK= -0,067	HG= -0,156	KH= -0,077	KJ= -0,243	KL= -0,18	
CD= -0,121																											
CB= -0,379																											
DC= -0,097																											
DE= -0,305																											
DI= -0,097																											
ID= -0,097																											
IH= -0,305																											
IJ= -0,097																											
JI= -0,121																											
JK= -0,379																											
BC= -0,243																											
BE= -0,077																											
BA= -0,18																											
EB= -0,067																											
ED= -0,21																											
EH= -0,067																											
EF= -0,156																											
HE= -0,067																											
HI= -0,21																											
HK= -0,067																											
HG= -0,156																											
KH= -0,077																											
KJ= -0,243																											
KL= -0,18																											
4) FACTORES DE CORRIMIENTO																											
$v = \left(-\frac{3}{2} \right) \cdot \frac{K_{COL}}{\sum K_{COL\ NIVEL}}$		<table border="1"> <tr><td>$v_{2do\ nivel} =$ NO APLICA</td></tr> <tr><td>$v_{1er\ nivel} =$ NO APLICA</td></tr> </table>		$v_{2do\ nivel} =$ NO APLICA	$v_{1er\ nivel} =$ NO APLICA																						
$v_{2do\ nivel} =$ NO APLICA																											
$v_{1er\ nivel} =$ NO APLICA																											
5) MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO																											
$M = \pm \frac{\omega L^2}{12}$																											
M	<table border="1"> <tr><td>CD= -876</td></tr> <tr><td>DI= -876</td></tr> <tr><td>IJ= -876</td></tr> </table>	CD= -876	DI= -876	IJ= -876	<table border="1"> <tr><td>DC= 876</td></tr> <tr><td>ID= 876</td></tr> <tr><td>JI= 876</td></tr> </table>	DC= 876	ID= 876	JI= 876	<table border="1"> <tr><td>BE= -4 386</td></tr> <tr><td>EH= -4 386</td></tr> <tr><td>HK= -4 386</td></tr> </table>	BE= -4 386	EH= -4 386	HK= -4 386	<table border="1"> <tr><td>EB= 4 386</td></tr> <tr><td>HE= 4 386</td></tr> <tr><td>KH= 4 386</td></tr> </table>	EB= 4 386	HE= 4 386	KH= 4 386											
CD= -876																											
DI= -876																											
IJ= -876																											
DC= 876																											
ID= 876																											
JI= 876																											
BE= -4 386																											
EH= -4 386																											
HK= -4 386																											
EB= 4 386																											
HE= 4 386																											
KH= 4 386																											
6) MOMENTOS DE PISO																											
$M_P = \frac{Qh}{3}$		<table border="1"> <tr><td>$M_{P\ 2N} =$ NO APLICA</td></tr> <tr><td>$M_{P\ 1N} =$ NO APLICA</td></tr> </table>		$M_{P\ 2N} =$ NO APLICA	$M_{P\ 1N} =$ NO APLICA																						
$M_{P\ 2N} =$ NO APLICA																											
$M_{P\ 1N} =$ NO APLICA																											

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Figura 27. Resumen del proceso de iteración realizado del método de Kani (paso 7)



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

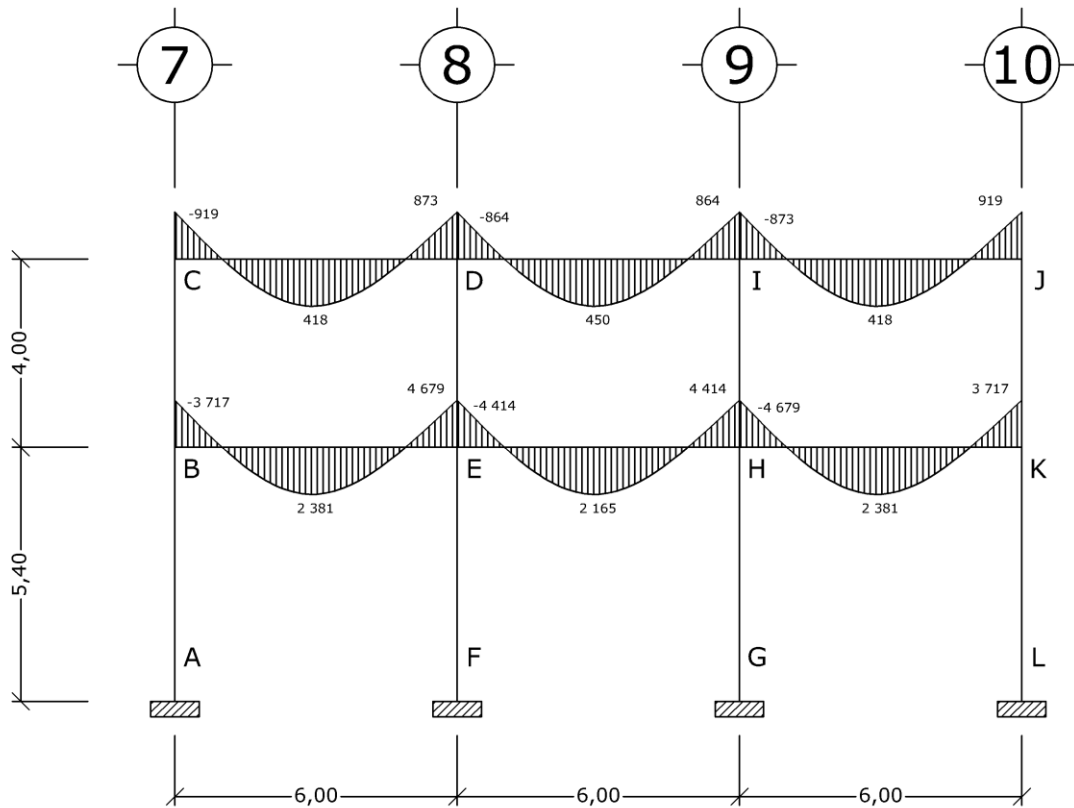
Tabla LXI. **Momentos finales por el método de Kani para carga muerta (paso 8)**

8) MOMENTOS FINALES	
CD=	-919
CB=	919
DC=	873
DE=	-9
DI=	-864
ID=	864
IH=	9
IJ=	-873
JI=	919
JK=	-919
KJ=	-2 098
KH=	3 717
KL=	-1 619
HE=	4 414
HI=	136
HK=	-4 679
HG=	129
EB=	4 679
ED=	-136
EH=	-4 414
EF=	-129
BC=	2 098
BE=	-3 717
BA=	1 619
AB=	809
FE=	-65
GH=	65
LK=	-809

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

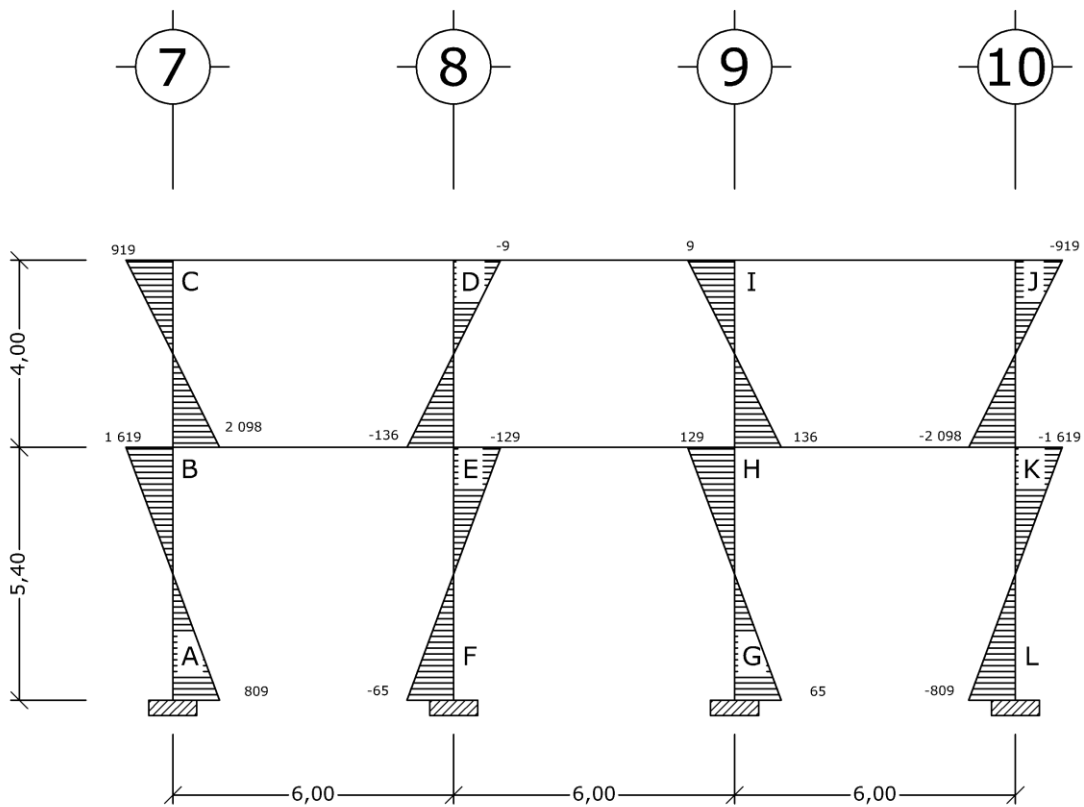
En las siguientes figuras se muestran los diagramas de momentos para vigas y columnas:

Figura 28. Diagrama de momentos en vigas ($Kg \cdot m$) – carga viva – marco clase A



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD 2014.

Figura 29. Diagrama de momentos en columnas ($Kg \cdot m$) – carga viva – marco clase A



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD 2014.

El método de Kani para fuerza sísmica toma en cuenta:

Marco típico clase A:

- Factores de corrimiento \ddot{U}

Nivel 1

$$\ddot{U}_{AB} = \ddot{U}_{FE} = \ddot{U}_{GH} = \ddot{U}_{LK} = -\frac{3}{2} \left(\frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{FE} + K_{GH} + K_{LK}} \right)$$

$$\ddot{U}_{AB} = \ddot{U}_{FE} = \ddot{U}_{GH} = \ddot{U}_{LK} = -\frac{3}{2} \left(\frac{0,25}{0,25 + 0,25 + 0,25 + 0,25} \right) = -0,375$$

Nivel 2

$$\ddot{U}_{BC} = \ddot{U}_{ED} = \ddot{U}_{HI} = \ddot{U}_{KJ} = -\frac{3}{2} \left(\frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{FE} + K_{GH} + K_{LK}} \right)$$

$$\ddot{U}_{BC} = \ddot{U}_{ED} = \ddot{U}_{HI} = \ddot{U}_{KJ} = -\frac{3}{2} \left(\frac{0,19}{0,19 + 0,19 + 0,19 + 0,19} \right) = -0,375$$

- Fuerzas de sujeción: $H = FM_{nivel\ n}$

$$N_{nivel\ 2} = 6\ 354\ Kg$$

$$N_{nivel\ 1} = 12\ 347\ Kg$$

- Fuerza cortante en el piso: $Q_n = \sum H$

$$Q_{nivel\ 2} = 6\ 354\ Kg$$

$$Q_{nivel\ 1} = (6\ 354 + 12\ 347)Kg = 18\ 701\ Kg$$

- Momentos de piso: $M_n = \frac{Q_n * H_n}{3}$

$$M_{nivel\ 2} = \frac{6\ 354 * 4}{3} = 8\,472\ Kg \cdot m$$

$$M_{nivel\ 1} = \frac{18\ 701 * 5,4}{3} = 33\ 662\ Kg \cdot m$$

- Los valores de las rigideces, factores de giro y factores de corrimiento, son los que se calcularon en el análisis de la carga muerta.
- Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) – primera iteración

$$M''_{ik} = \ddot{U}_{ik} * (Mn + \Sigma (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

Nivel 2

$$M''_{CB} = \ddot{U}_{CB} * (M_{nivel\ 2} + (M'_{CB} + M'_{BC} + M'_{DE} + M'_{ED} + M'_{IH} + M'_{HI} + M'_{JK} + M'_{KJ}))$$

$$M''_{CB} = -0,375 * (8\ 472 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -3\ 177\ Kg \cdot m$$

$$M''_{CB} = M''_{ED} = -3\ 177\ Kg \cdot m$$

Nivel 1

$$M''_{BA} = \ddot{U}_{BA} * (M_{nivel\ 1} + (M'_{BA} + M'_{EF} + M'_{HG} + M'_{KL}))$$

$$M''_{BA} = -0,375 * (33\ 662 + (0 + 0 + 0 + 0)) = -12\ 623\ Kg \cdot m$$

$$M''_{BA} = M''_{EF} = -12\ 623\ Kg \cdot m$$

- Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) – segunda iteración

$$M''_{ik} = \ddot{U}_{ik} * (Mn + \Sigma (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

Nivel 2

$$M''_{CB} = \ddot{U}_{CB} * (M_{nivel\ 2} + (M'_{CB} + M'_{BC} + M'_{DE} + M'_{ED} + M'_{IH} + M'_{HI} + M'_{JK} + M'_{KJ}))$$

$$M''_{CB} = -0,375 * (8\ 472 + (1\ 205 + 3\ 315 + 853 + 2\ 948 + 887 + 2\ 896 + 1\ 097 + 3\ 570))$$

$$M''_{CB} = -9\ 466\ Kg \cdot m$$

$$M''_{CB} = M''_{DE} = -9\ 466\ Kg \cdot m$$

Nivel 1

$$M''_{BA} = \ddot{U}_{BA} * (M_{nivel\ 1} + (M'_{BA} + M'_{EF} + M'_{HG} + M'_{KL}))$$

$$M''_{BA} = -0.375 * (33\ 662 + (2\ 456 + 2\ 184 + 2\ 145 + 2\ 644)) = -16\ 159\ Kg \cdot m$$

$$M''_{BA} = M''_{EF} = -16\ 159\ Kg \cdot m$$

- Influencia de giro (M'_{ik}) – segunda iteración

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(M_S + \Sigma(M'_{ni} + M''_{ni}))$$

$$\text{Nodo C} = M'_{CB} = \mu_{CB}(M_{S_C} + (M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{CB}))$$

$$= -0,3791(0 + (0 + 0 + (-3\ 177))) = 1\ 205\ Kg \cdot m$$

$$M'_{CD} = \mu_{CD}(M_{S_C} + (M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{CB}))$$

$$= -0,1209(0 + (0 + 0 + (-3\ 177))) = 384\ Kg \cdot m$$

$$\text{Nodo D} = M'_{DC} = \mu_{DC}(M_{S_D} + (M'_{CD} + M'_{ED} + M'_{ID} + M''_{DE}))$$

$$= -0,0973(0 + (384 + 0 + 0 - 3\ 177)) = 272\ Kg \cdot m$$

$$M'_{DE} = \mu_{DE}(M_{S_D} + (M'_{CD} + M'_{ED} + M'_{ID} + M''_{DE}))$$

$$= -0,3053(0 + (384 + 0 + 0 - 3\ 177)) = 853\ Kg \cdot m$$

$$M'_{DI} = \mu_{DI}(M_{S_D} + (M'_{CD} + M'_{ED} + M'_{ID} + M''_{DE}))$$

$$= -0,0973(0 + (384 + 0 + 0 - 3\ 177)) = 272\ Kg \cdot m$$

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

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

$$\text{Columnas: } M_{AB} = MF_{AB} + 2M'_{AB} + M'_{BA} + M''_{AB}$$

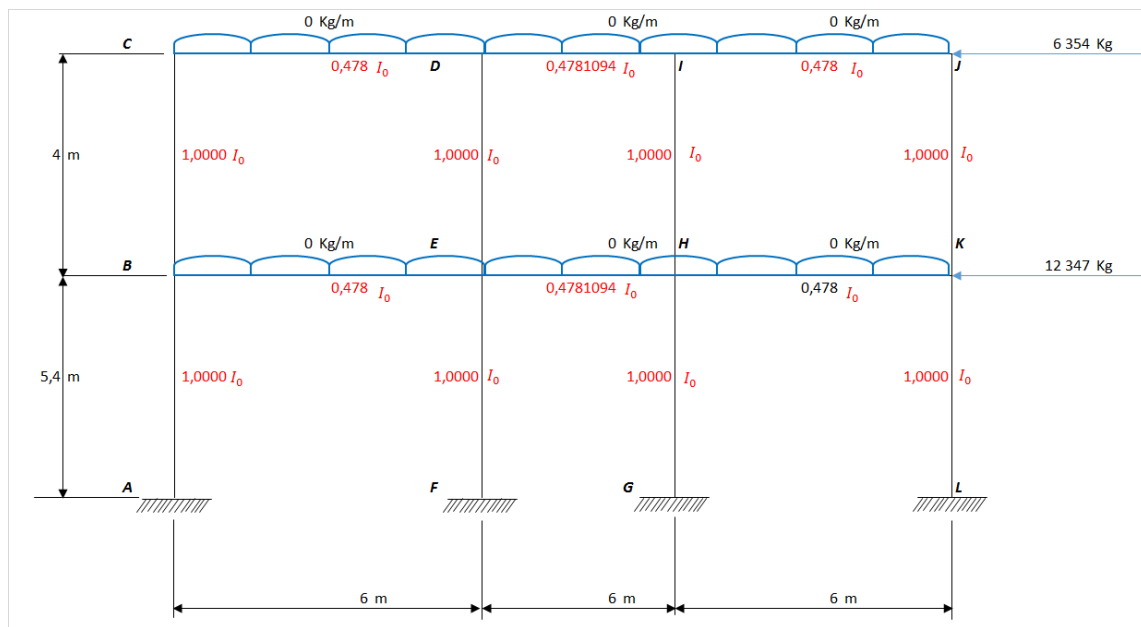
$$= 0 + (2 * 0) + 6\ 389 + (-21\ 327) = -14\ 938\ Kg \cdot m$$

$$M_{BA} = MF_{AB} + 2M'_{BA} + M'_{AB} + M''_{BA}$$

$$= 0 + (2 * 6\ 389) + 0 + (-21\ 327) = -8\ 549\ Kg \cdot m$$

A continuación, se muestra el resumen del análisis de fuerza sísmica para el marco clase A:

Figura 30. **Método de Kani, condiciones iniciales, marco clase A, fuerza sísmica**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

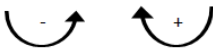
Tabla LXII. **Método de Kani, dimensiones de elementos, momento de inercia, inercia relativa**

DIMENSIONES DE ELEMENTOS			
COLUMNAS			VIGAS
h=	55 cm		h= 50 cm
b=	55 cm		b= 35 cm
MOMENTO DE INERCIA			
COLUMNAS			VIGAS
I=	762 552 cm ⁴		I= 364 583 cm ⁴
INERCIA RELATIVA			
COLUMNAS			VIGAS
	1,00 I		0,48 I

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

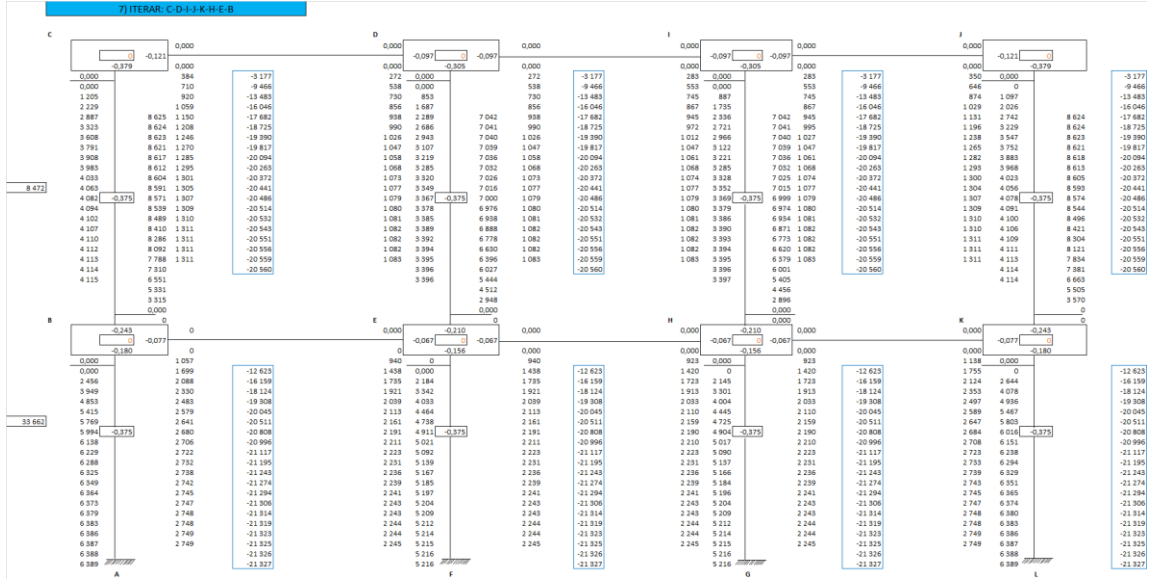
Lo siguiente es el resumen del método de Kani en 8 pasos, hasta llegar a los momentos finales, tanto de vigas como de columnas:

Tabla LXIII. Pasos 1, 2, 3, 4, 5, y 6 del método de Kani calculado en Excel

1) ORDEN DE ITERACION: C-D-I-J-K-H-E-B			
2) RIGIDEZ RELATIVA			
$K_{Columnas\ N2} = 0,25$ $K_{Vigas} = 0,08$		$K_{Columnas\ N1} = 0,19$	$K = \frac{I}{L}$
3) FACTORES DE DISTRIBUCION			
$\mu = \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot \frac{K}{\sum K_{NUDO}}$		μ	
μ CD= -0,121 CB= -0,379		BC= -0,243 BE= -0,077 BA= -0,18	
DC= -0,097 DE= -0,305 DI= -0,097		EB= -0,067 ED= -0,21 EH= -0,067 EF= -0,156	
ID= -0,097 IH= -0,305 IJ= -0,097		HE= -0,067 HI= -0,21 HK= -0,067 HG= -0,156	
JI= -0,121 JK= -0,379		KH= -0,077 KJ= -0,243 KL= -0,18	
4) FACTORES DE CORRIMIENTO			
$v = \left(-\frac{3}{2}\right) \cdot \frac{K_{COL}}{\sum K_{COL\ NIVEL}}$			
$v_{2do\ nivel} = -0,375$ $v_{1er\ nivel} = -0,375$			
5) MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO			
$M = \pm \frac{\omega L^2}{12}$			
			
M CD= 0 DC= 0 BE= 0 EB= 0 DI= 0 ID= 0 EH= 0 HE= 0 IJ= 0 JI= 0 HK= 0 KH= 0			
6) MOMENTOS DE PISO			
$M_p = \frac{Qh}{3}$			
$M_{p\ 2N} = 8\ 472$		$M_{p\ 1N} = 33\ 662$	

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Figura 31. Resumen del proceso de iteración realizado del método de Kani (paso 7)



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

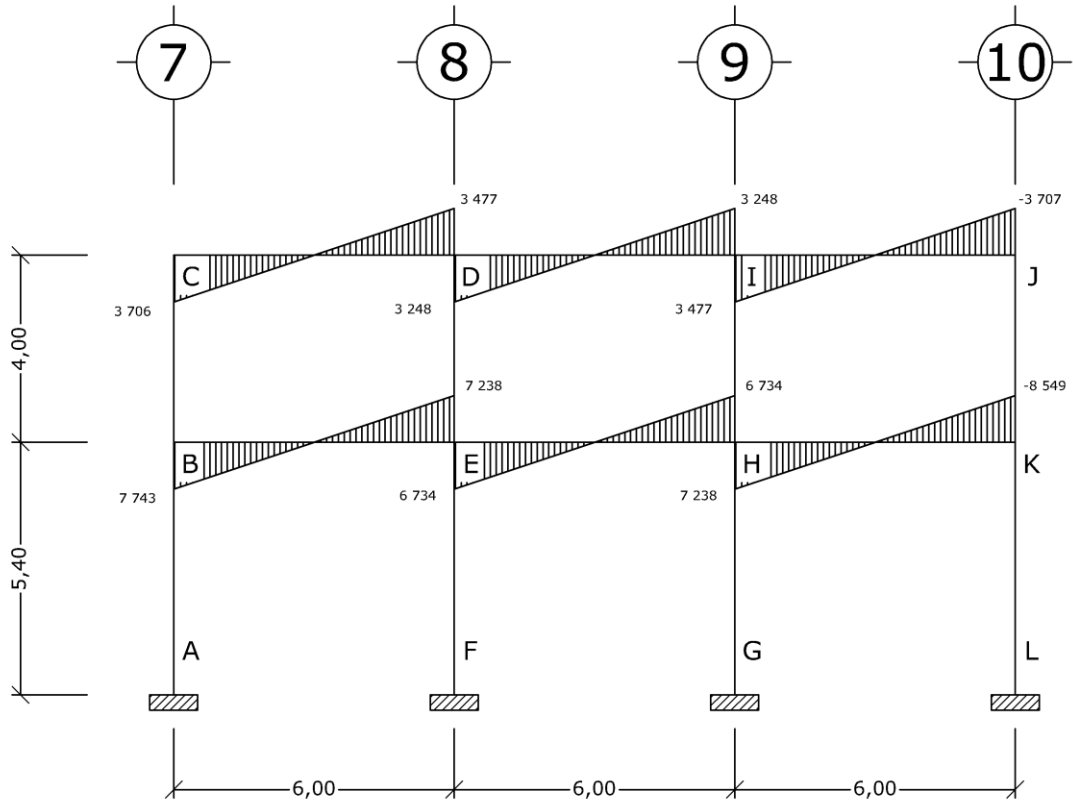
Tabla LXIV. Momentos finales por el método de Kani para carga muerta
(paso 8)

8) MOMENTOS FINALES	
CD=	3 706
CB=	-3 706
DC=	3 477
DE=	-6 725
DI=	3 248
ID=	3 248
IH=	-6 725
IJ=	3 477
JI=	3 705
JK=	-3 707
KJ=	803
KH=	7 743
KL=	-8 549
HE=	6 734
HI=	-3 080
HK=	7 238
HG=	-10 894
EB=	7 238
ED=	-3 080
EH=	6 734
EF=	-10 894
BC=	804
BE=	7 743
BA=	-8 549
AB=	-14 938
FE=	-16 111
GH=	-16 111
LK=	-14 938

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

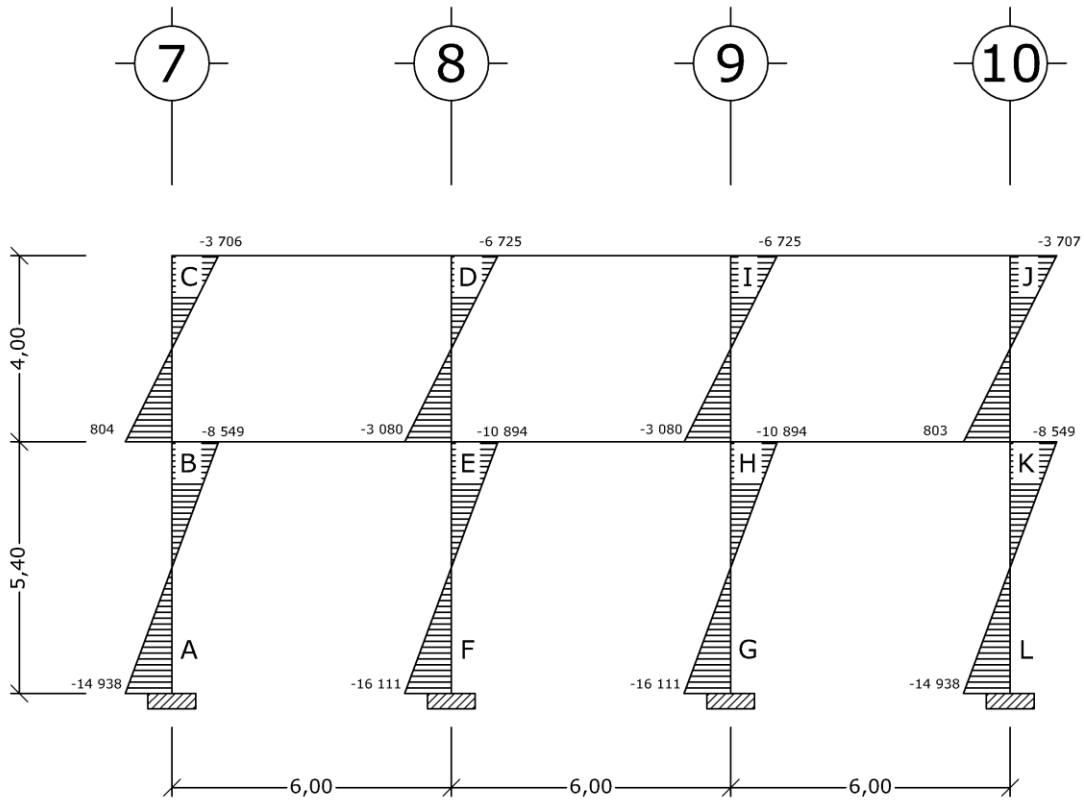
En las siguientes figuras se muestran los diagramas de momentos para vigas y columnas:

Figura 32. Diagrama de momentos en vigas ($Kg \cdot m$) – fuerza sísmica – marco clase A



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD 2014.

Figura 33. Diagrama de momentos en columnas ($Kg \cdot m$) – fuerza sísmica – marco clase A



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD 2014.

Para el análisis de los marcos clase B y clase C se aplicaron los mismos parámetros utilizados en el marco clase A.

2.1.6.8. Momentos últimos por envolvente de momentos

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

El reglamento del ACI 318-99, en las secciones 9.1, 9.2 y 9.3, proporciona los factores de carga para las combinaciones específicas y toma en consideración la probabilidad de ocurrencia simultánea al asignar los factores, aunque solo incluye los más probables generalmente. El análisis consistirá en llevar a cabo el cálculo de las fuerzas correspondientes para cada una de las cinco combinaciones de cargas a las que será sometido cada marco:

- 1) $M = 1,4M_{CM} + 1,7M_{CV}$
- 2) $M = 0,75(1,4M_{CM} + 1,7M_{CV} + 1,87Ms)$
- 3) $M = 0,75(1,4M_{CM} + 1,7M_{CV} - 1,87Ms)$
- 4) $M = 0,90M_{CM} + 1,43Ms$
- 5) $M = 0,90M_{CM} - 1,43Ms$

Momentos últimos positivos en vigas:

$$M_{(+)} = CU + \frac{\sum M(-)}{2} = (1,4M_{CM} + 1,7M_{CV}) + \frac{\sum M(-)}{2}$$

- Envolvente de momentos, marco clase A

Vigas:

$$M_{BE} = 1,4(-6\ 723) + 1,7(-3\ 717) = -15\ 731\ Kg \cdot m$$

$$M_{BE} = 0,75(1,4(-6\ 723) + 1,7(-3\ 717) + 1,87(7\ 743)) = -939\ Kg \cdot m$$

$$M_{BE} = 0,75(1,4(-6\ 723) + 1,7(-3\ 717) - 1,87(7\ 743)) = -22\ 658\ Kg \cdot m$$

$$M_{BE} = 0,90(-6\ 723) + 1,43(7\ 743) = 5\ 022\ Kg \cdot m$$

$$M_{BE} = 0,90(-6\ 723) - 1,43(7\ 743) = -17\ 123\ Kg \cdot m$$

$$M_{EB} = 1,4(7\ 977) + 1,7(4\ 679) = 19\ 122\ Kg \cdot m$$

$$M_{EB} = 0,75(1,4(7,977) + 1,7(4\ 679) + 1,87(7\ 238)) = 24\ 493\ Kg \cdot m$$

$$M_{EB} = 0,75(1,4(7,977) + 1,7(4\ 679) - 1,87(7\ 238)) = 4\ 190\ Kg \cdot m$$

$$M_{EB} = 0,90(7\ 977) + 1,43(7\ 238) = 17\ 530\ Kg \cdot m$$

$$M_{EB} = 0,90(7\ 977) - 1,43(7\ 238) = -3\ 171\ Kg \cdot m$$

De estos resultados se toman los valores respectivos que más se alejen de cero.

$$M_{BE} = 0,75(1,4(-7\ 041) + 1,7(-3\ 717) - 1,87(11\ 350)) = -22\ 658\ Kg \cdot m$$

$$M_{EB} = 0,75(1,4(8\ 368) + 1,7(4\ 679) + 1,87(10\ 609)) = 24\ 493\ Kg \cdot m$$

Columnas:

$$M_{CB} = 1,4(3\ 867) + 1,7(919) = 6\ 976\ Kg \cdot m$$

$$M_{CB} = 0,75(1,4(3\ 867) + 1,7(919) + 1,87(-3\ 706)) = 34\ Kg \cdot m$$

$$M_{CB} = 0,75(1,4(3\ 867) + 1,7(919) - 1,87(-3\ 706)) = 10\ 430\ Kg \cdot m$$

$$M_{CB} = 0,90(3\ 867) + 1,43(-3\ 706) = -1\ 819\ Kg \cdot m$$

$$M_{CB} = 0,90(3\ 867) - 1,43(-3\ 706) = 8\ 780\ Kg \cdot m$$

$$M_{BC} = 1,4(4\ 343) + 1,7(2\ 098) = 9\ 648\ Kg \cdot m$$

$$M_{BC} = 0,75(1,4(4\ 343) + 1,7(2\ 098) + 1,87(804)) = 8\ 364\ Kg \cdot m$$

$$M_{BC} = 0,75(1,4(4\ 343) + 1,7(2\ 098) - 1,87(804)) = 6\ 108\ Kg \cdot m$$

$$M_{BC} = 0,90(4\ 343) + 1,43(804) = 5\ 059\ Kg \cdot m$$

$$M_{BC} = 0,90(4\ 343) - 1,43(804) = 2\ 759\ Kg \cdot m$$

De estos resultados se toman los valores respectivos que más se alejen de cero.

$$M_{CB} = 0,75(1,4(4\ 167) + 1,7(919) - 1,87(-5\ 374)) = 10\ 430\ Kg \cdot m$$

$$M_{BC} = 1,4(4\ 585) + 1,7(2\ 098) = 9\ 648\ Kg \cdot m$$

En las siguientes tablas se muestra el resumen de las combinaciones de cargas con las que se obtuvo la envolvente de momentos para el marco clase A:

Tabla LXV. **Combinación No. 1 para envoltorio de momentos**

$M = (1.4)M_{CM} + (1.7)M_{CV}$	
CD=	-6 976
CB=	6 976
DC=	8 383
DE=	-488
DI=	-7 895
ID=	7 883
IH=	502
IJ=	-8 385
JI=	6 985
JK=	-6 985
KJ=	-9 727
KH=	15 884
KL=	-6 157
HE=	17 245
HI=	1 151
HK=	-19 285
HG=	889
EB=	19 122
ED=	-1 085
EH=	-17 207
EF=	-830
BC=	9 648
BE=	-15 731
BA=	6 084
AB=	3 042
FE=	-415
GH=	445
LK=	-3 079

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla LXVI. Combinaciones No. 2 y No. 3 para envolvente de momentos

$M = (1.05)M_{CM} + (1.275)M_{CV} \pm (1.4025)M_S$	
(+) M_S	(-) M_S
CD= -35	CD= -10 429
CB= 34	CB= 10 430
DC= 11 163	DC= 1 411
DE= -9 798	DE= 9 066
DI= -1 366	DI= -10 476
ID= 10 467	ID= 1 357
IH= -9 056	IH= 9 809
IJ= -1 413	IJ= -11 165
JI= 10 436	JI= 42
JK= -10 438	JK= -40
KJ= -6 169	KJ= -8 421
KH= 22 773	KH= 1 054
KL= -16 608	KL= 7 372
HE= 22 377	HE= 3 489
HI= -3 456	HI= 5 183
HK= -4 312	HK= -24 615
HG= -14 613	HG= 15 946
EB= 24 493	EB= 4 190
ED= -5 133	ED= 3 506
EH= -3 461	EH= -22 349
EF= -15 902	EF= 14 657
BC= 8 364	BC= 6 108
BE= -939	BE= -22 658
BA= -7 428	BA= 16 553
AB= -18 670	AB= 23 232
FE= -22 907	FE= 22 284
GH= -22 262	GH= 22 929
LK= -23 260	LK= 18 642

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

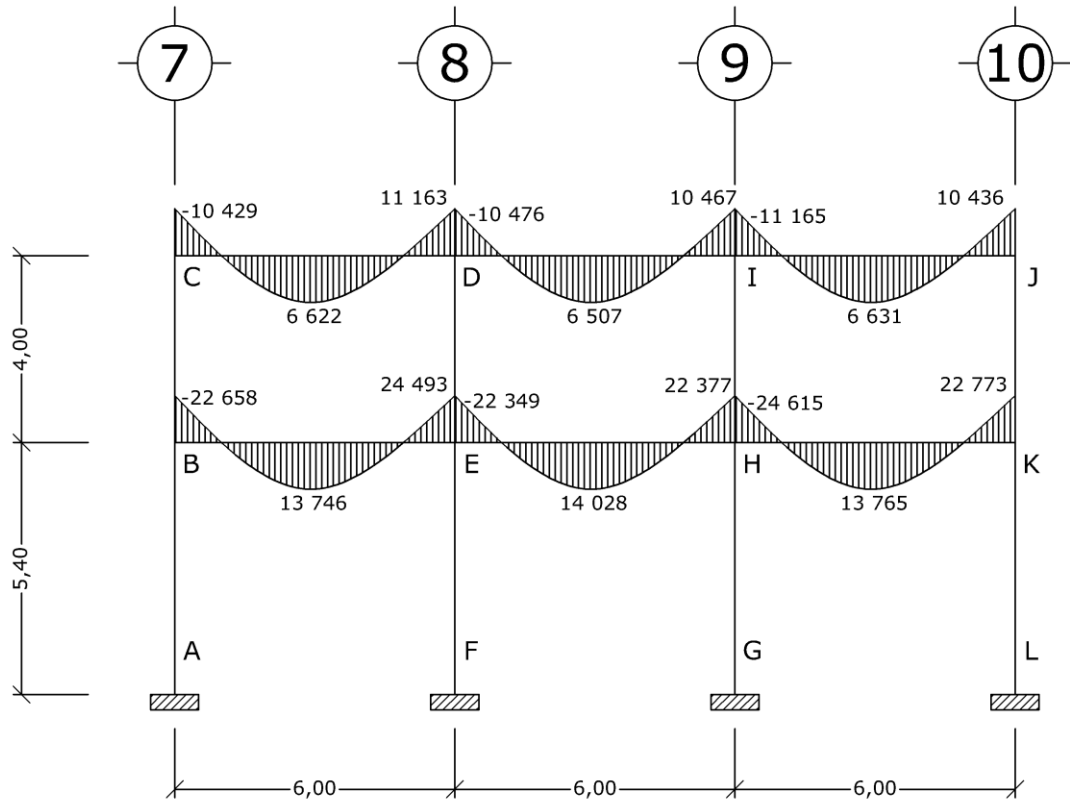
Tabla LXVII. Combinaciones No. 4 y No. 5 para envolvente de momentos

$M = (0.90)M_{CM} \pm (1.43)M_S$	
(+) M_S	(-) M_S
CD= 1 818	CD= -8 779
CB= -1 819	CB= 8 780
DC= 9 407	DC= -537
DE= -9 920	DE= 9 314
DI= 513	DI= -8 776
ID= 8 768	ID= -521
IH= -9 305	IH= 9 929
IJ= 536	IJ= -9 408
JI= 8 785	JI= -1 813
JK= -8 787	JK= 1 815
KJ= -2 811	KJ= -5 108
KH= 17 221	KH= -4 923
KL= -14 415	KL= 10 036
HE= 15 891	HE= -3 367
HI= -3 812	HI= 4 996
HK= 3 066	HK= -17 635
HG= -15 149	HG= 16 009
EB= 17 530	EB= -3 171
ED= -4 953	ED= 3 855
EH= 3 391	EH= -15 867
EF= -15 972	EF= 15 186
BC= 5 059	BC= 2 759
BE= 5 022	BE= -17 123
BA= -10 084	BA= 14 367
AB= -20 291	AB= 22 433
FE= -23 235	FE= 22 842
GH= -22 823	GH= 23 254
LK= -22 456	LK= 20 267

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

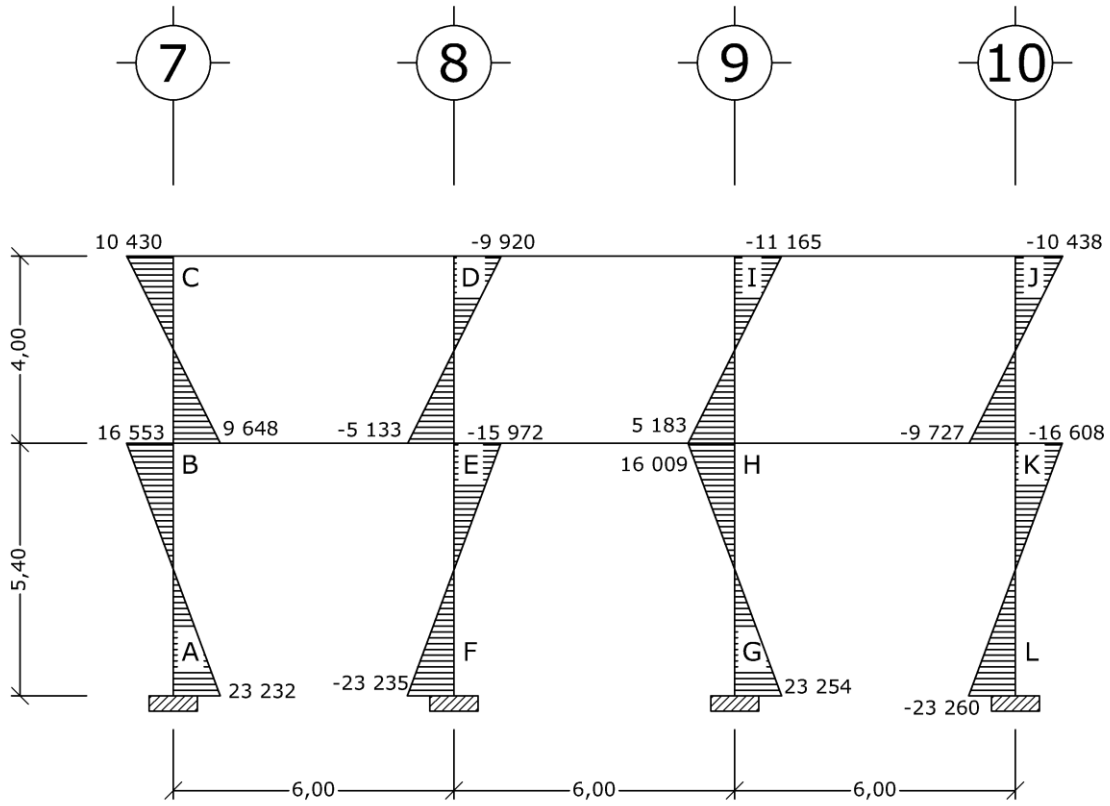
Los resultados se presentan en las figuras 31, 32, 33, 34, 35 y 36:

Figura 34. Diagrama de momentos últimos en vigas ($Kg \cdot m$) – marco clase A



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD 2014.

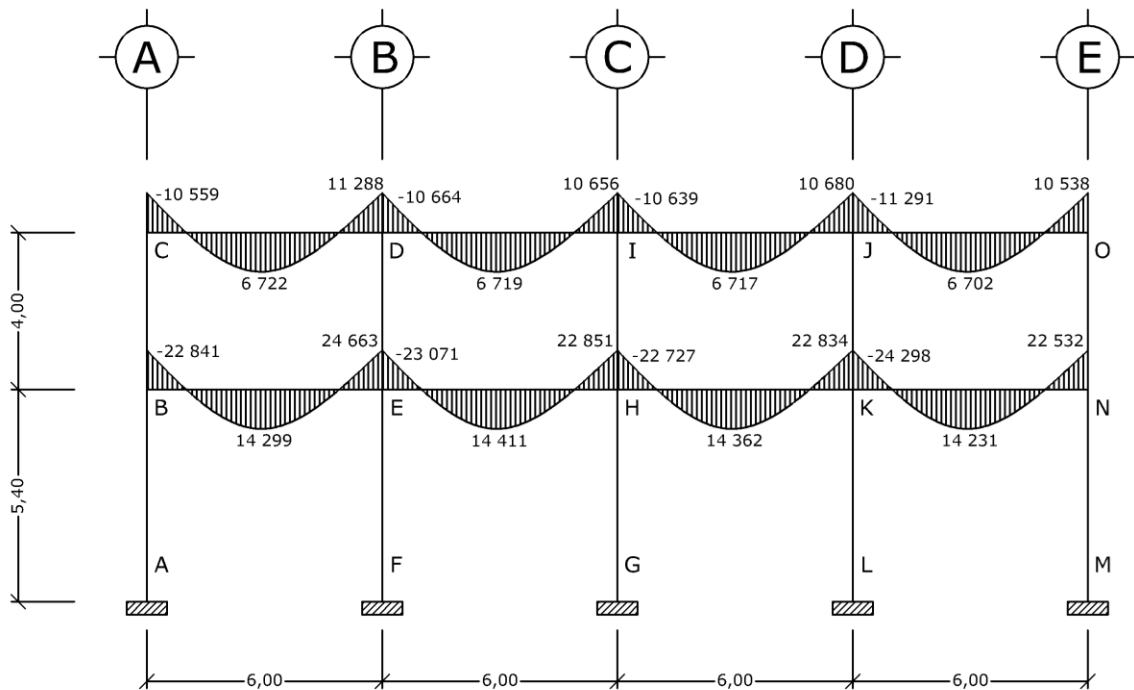
Figura 35. Diagrama de momentos últimos en columnas ($Kg \cdot m$) – marco clase A



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD 2014.

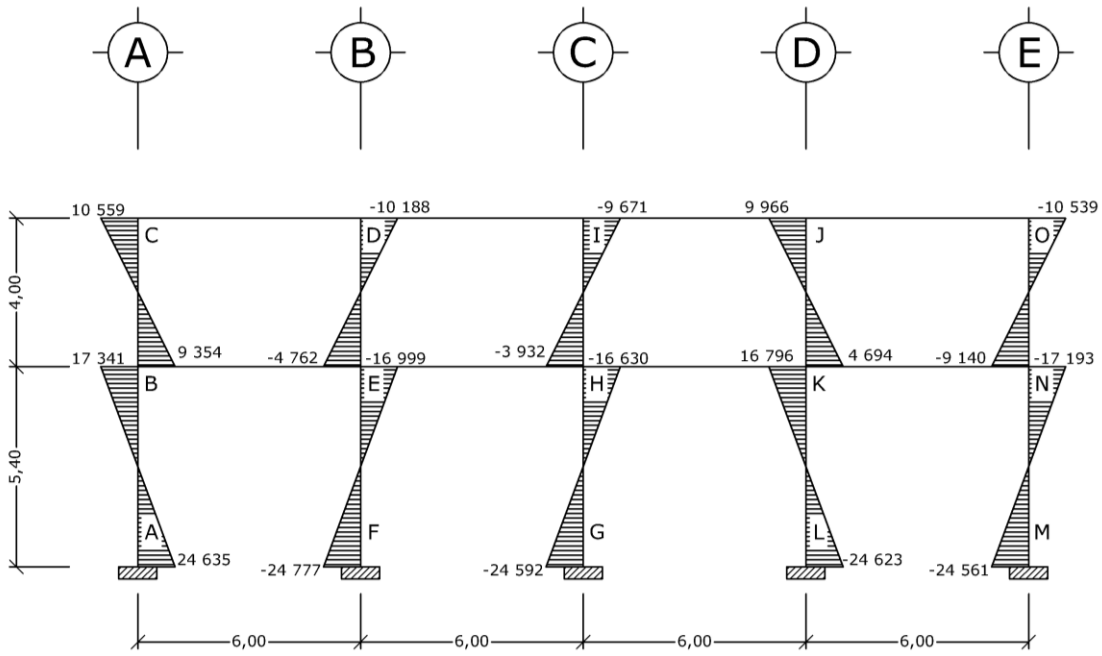
- Envolvente de momentos, marco clase B

Figura 36. Diagrama de momentos últimos en vigas ($Kg \cdot m$) – marco clase B



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD 2014.

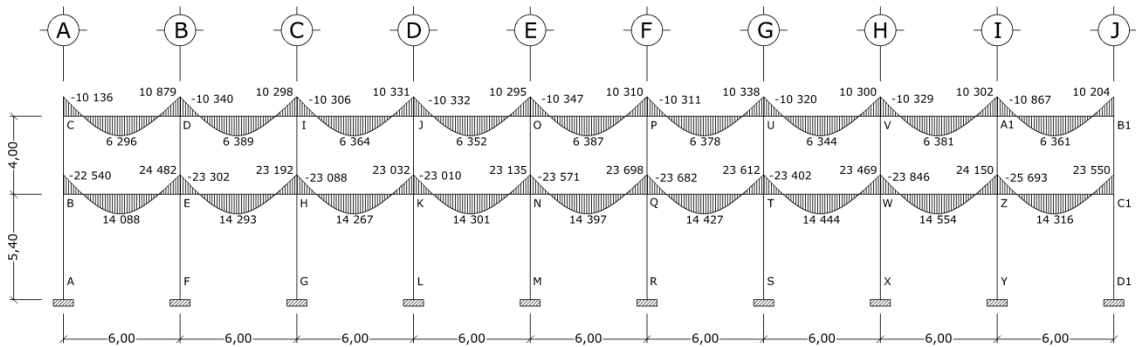
Figura 37. Diagrama de momentos últimos en columnas ($Kg \cdot m$) – marco clase B



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD 2014.

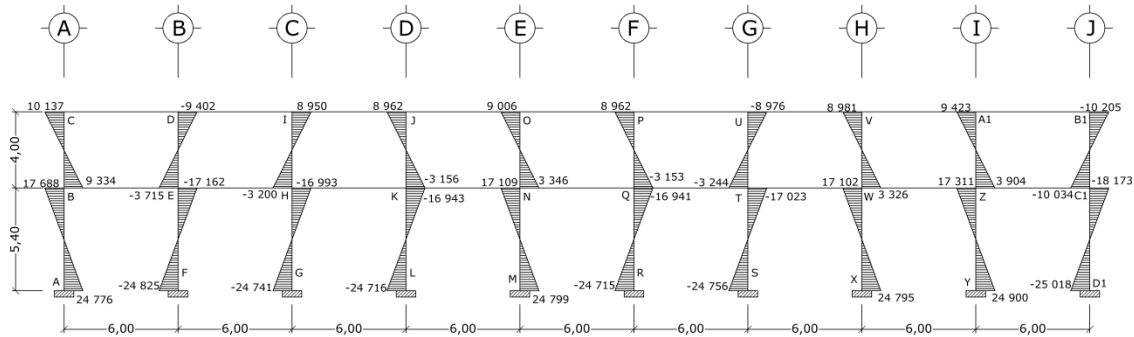
- Envoltente de momentos, marco clase C

Figura 38. Diagrama de momentos últimos en vigas ($Kg \cdot m$) – marco clase C



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD 2014.

Figura 39. **Diagrama de momentos últimos en columnas ($Kg \cdot m$) – marco clase C**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa AutoCAD 2014.

2.1.6.9. Diagrama de cortes últimos en marcos rígidos

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

- Corte en vigas:

$$V_v = 0.75 \left[\frac{1,4(W_{cm} * L)}{2} + \frac{1,7(W_{cv} * L)}{2} + \frac{1,87(\sum Ms)}{2} \right]$$

- Corte en columnas:

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

- Cortes en marcos típicos

- Vigas del marco clase A:

$$V_{BE} = 0,75 \left[\frac{1,4(2\,551 * 6)}{2} + \frac{1,7(1\,462 * 6)}{2} + \frac{1,87(7\,743 + 7\,238)}{2} \right]$$

$$V_{BE} = 17\,130 \text{ Kg}$$

- Columnas 1er nivel, marco clase A:

$$V_{AB} = \frac{16\,553 + 23\,232}{5,4} = 7\,368 \text{ Kg}$$

En la siguiente tabla se muestra el resumen de la fuerza cortante última que actúa en cada tramo del marco clase A:

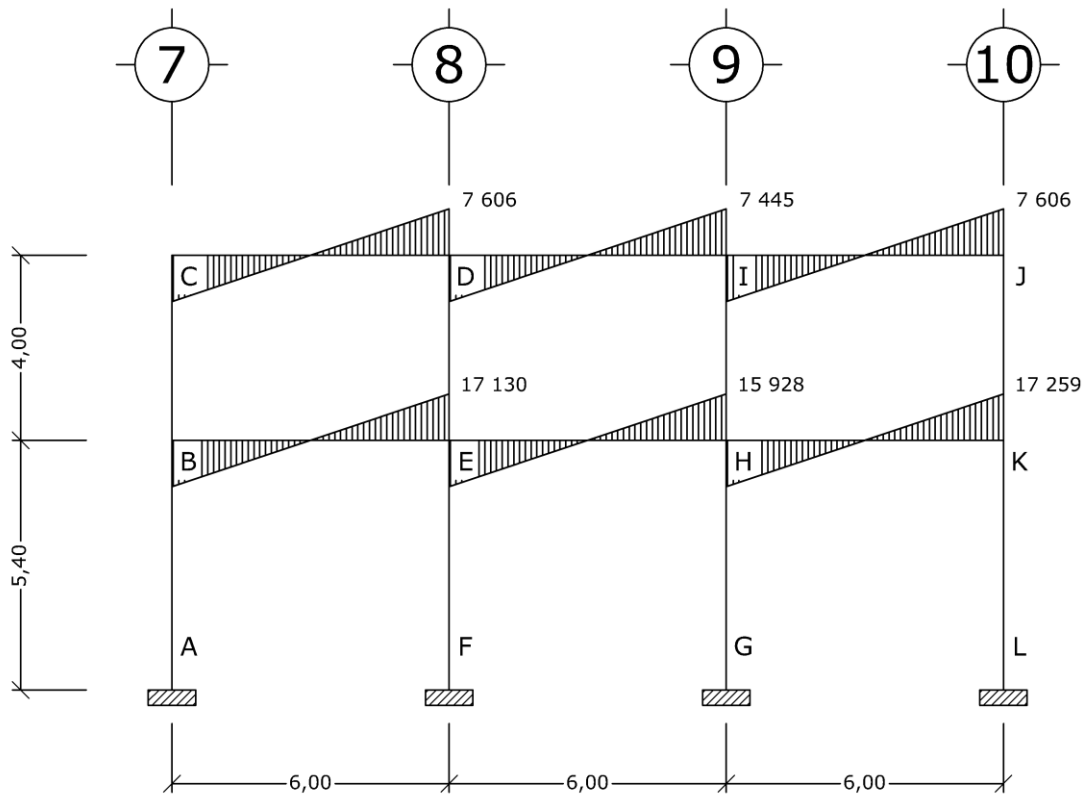
Tabla LXVIII. Fuerza cortante última, actuante en el marco clase A (Kg)

Resumen de fuerza cortante	
Tramo	Fuerza
CB=	5 019
CD=	7 606
DE=	-3 763
DI=	7 445
IH=	4 087
IJ=	7 606
JK=	-5 041
KL=	-7 383
KH=	17 259
HG=	7 271
HE=	15 928
EF=	-7 260
EB=	17 130
BA=	7 368

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Los diagramas de corte para los marcos clase A, B y C se muestran en las siguientes figuras:

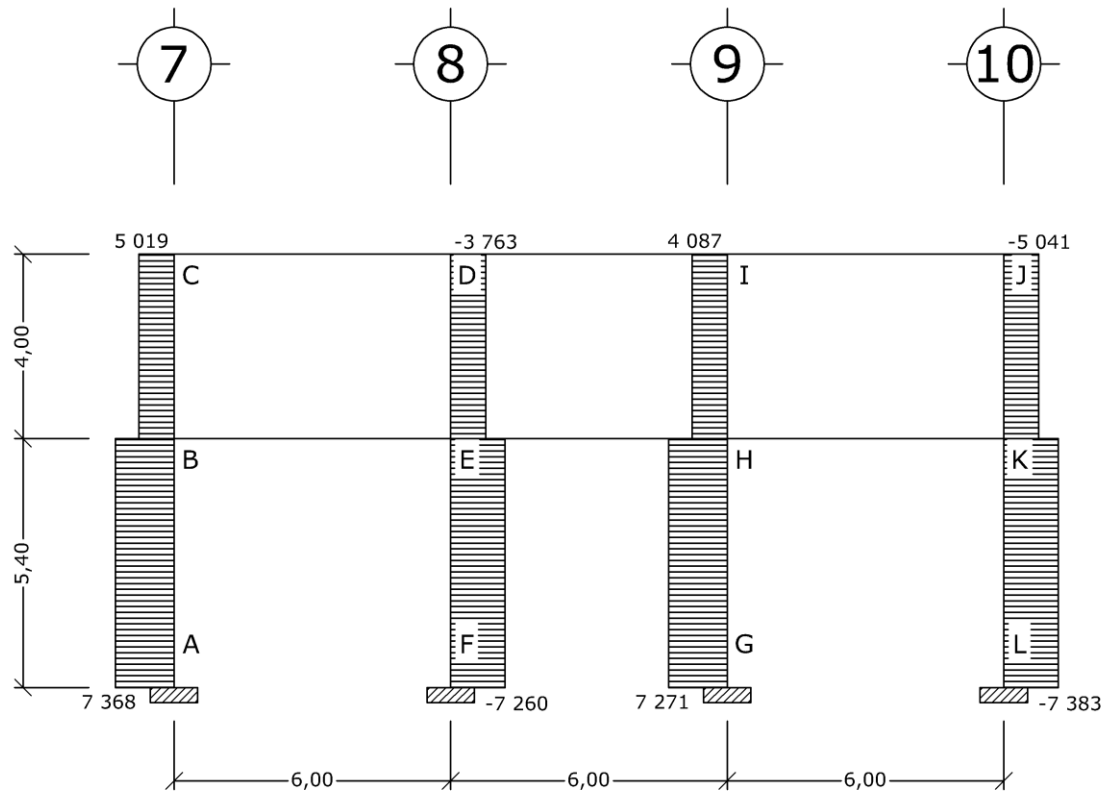
Figura 40. Diagrama de cortes últimos en vigas (Kg) – marco clase A



Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

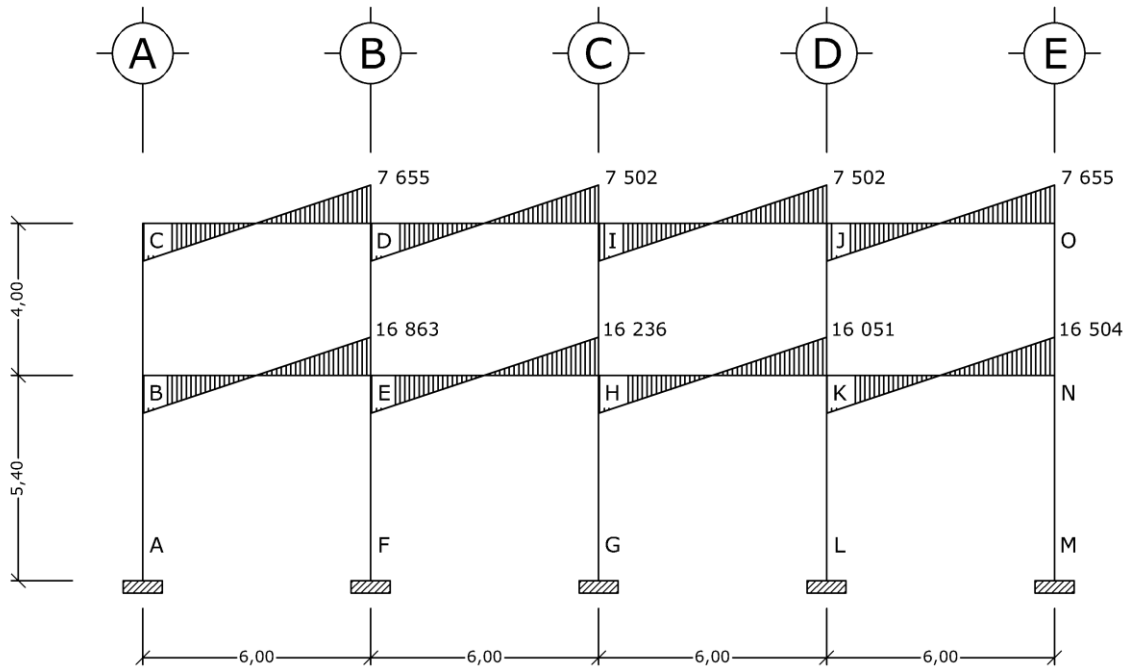
Figura 41. Diagrama de cortes últimos en columnas (Kg) - marco clase

A



Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

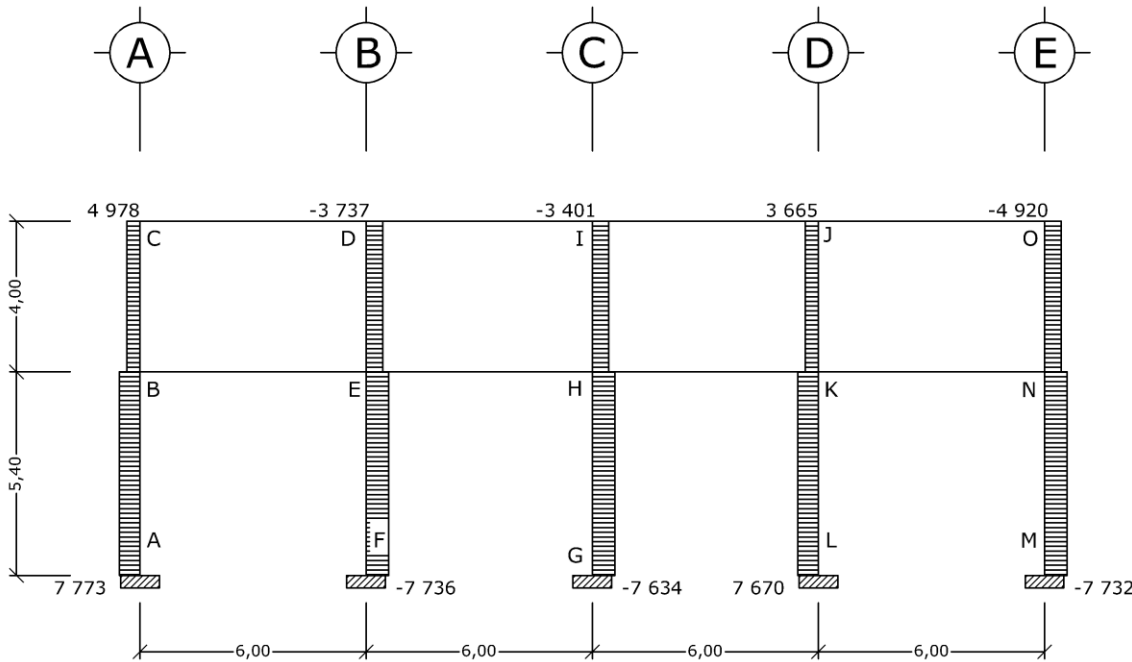
Figura 42. Diagrama de cortes últimos en vigas (Kg) – marco clase B



Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

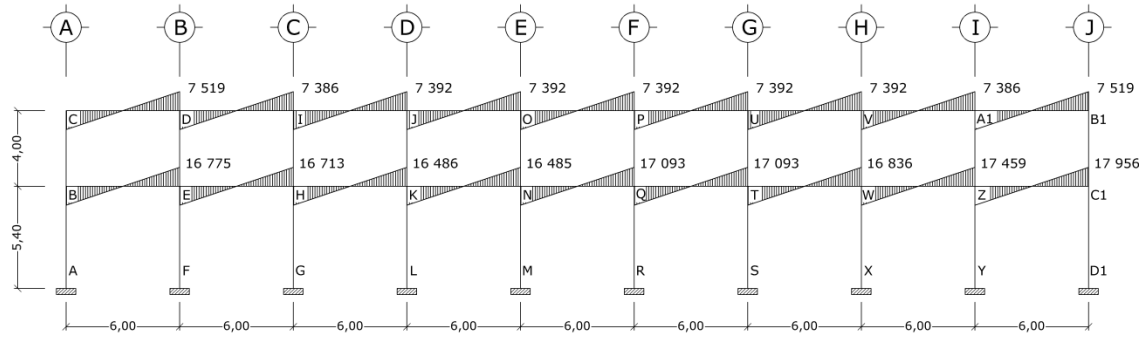
Figura 43. Diagrama de cortes últimos en columnas (Kg) – marco clase

B



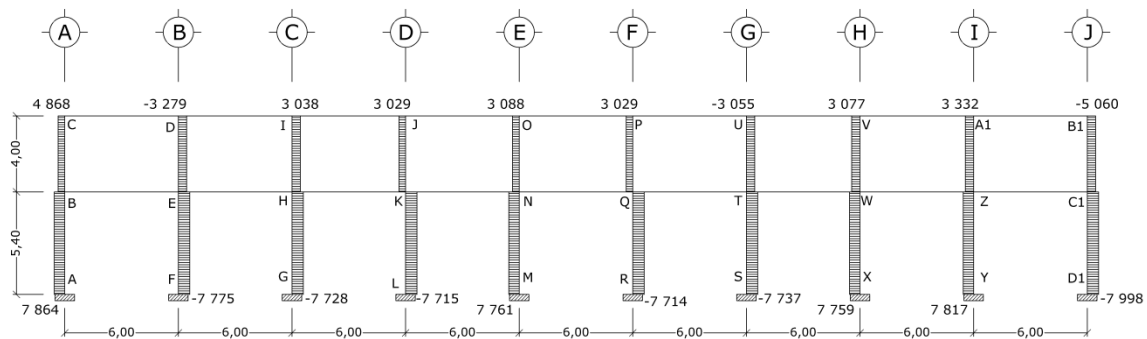
Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

Figura 44. Diagrama de cortes últimos en vigas (Kg) – marco clase C



Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

Figura 45. Diagrama de cortes últimos en columnas (Kg) – marco clase C

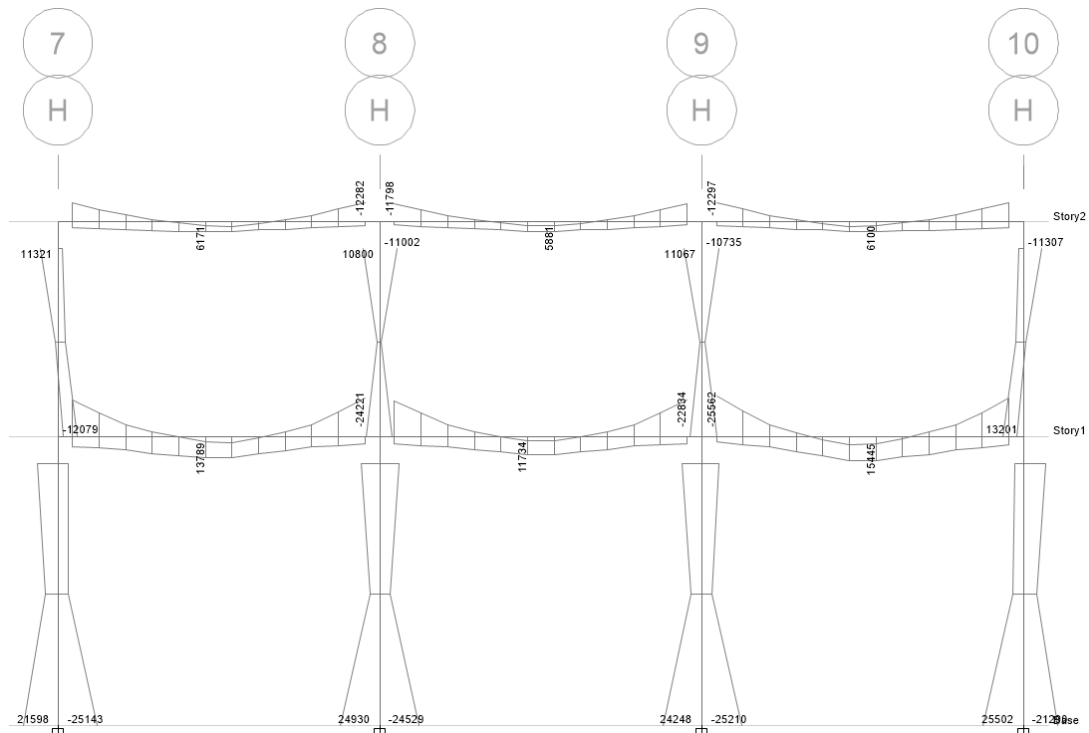


Fuente: elaboración propia, utilizando programa AutoCAD 2014.

2.1.6.10. Comparación del análisis estructural con programa ETABS V

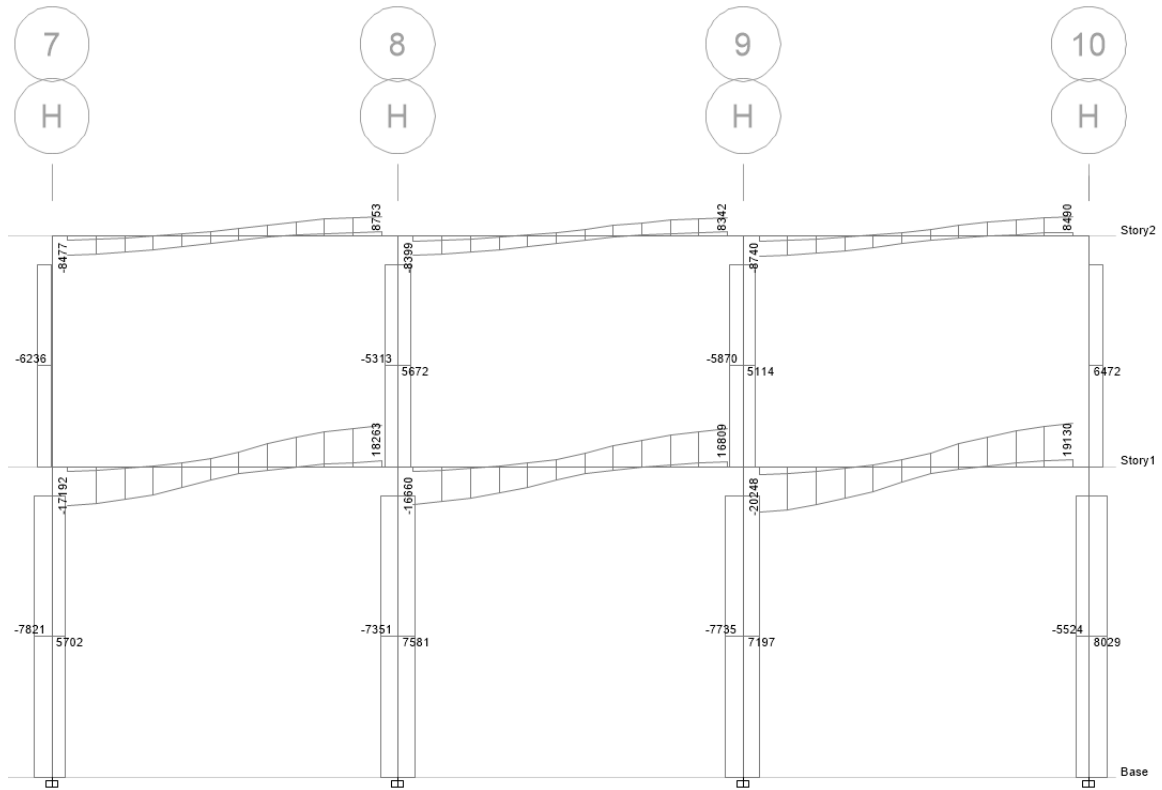
Los resultados obtenidos con el programa ETABS V 15.2.2 se muestran en los siguientes diagramas:

Figura 46. **Envolvente de momentos, marco clase A ($Kg \cdot m$)**



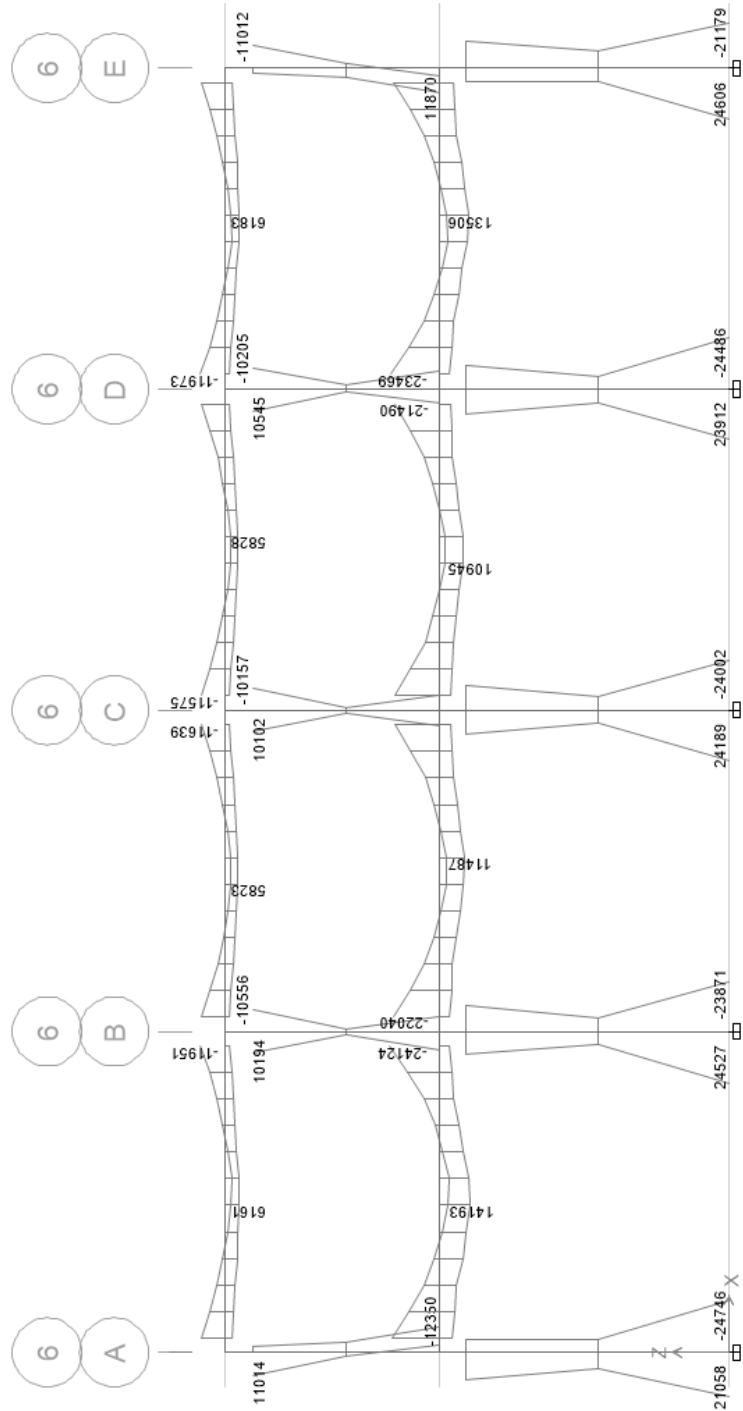
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa ETABS V 15.2.2.

Figura 47. Diagrama de cortes últimos, marco clase A (Kg)



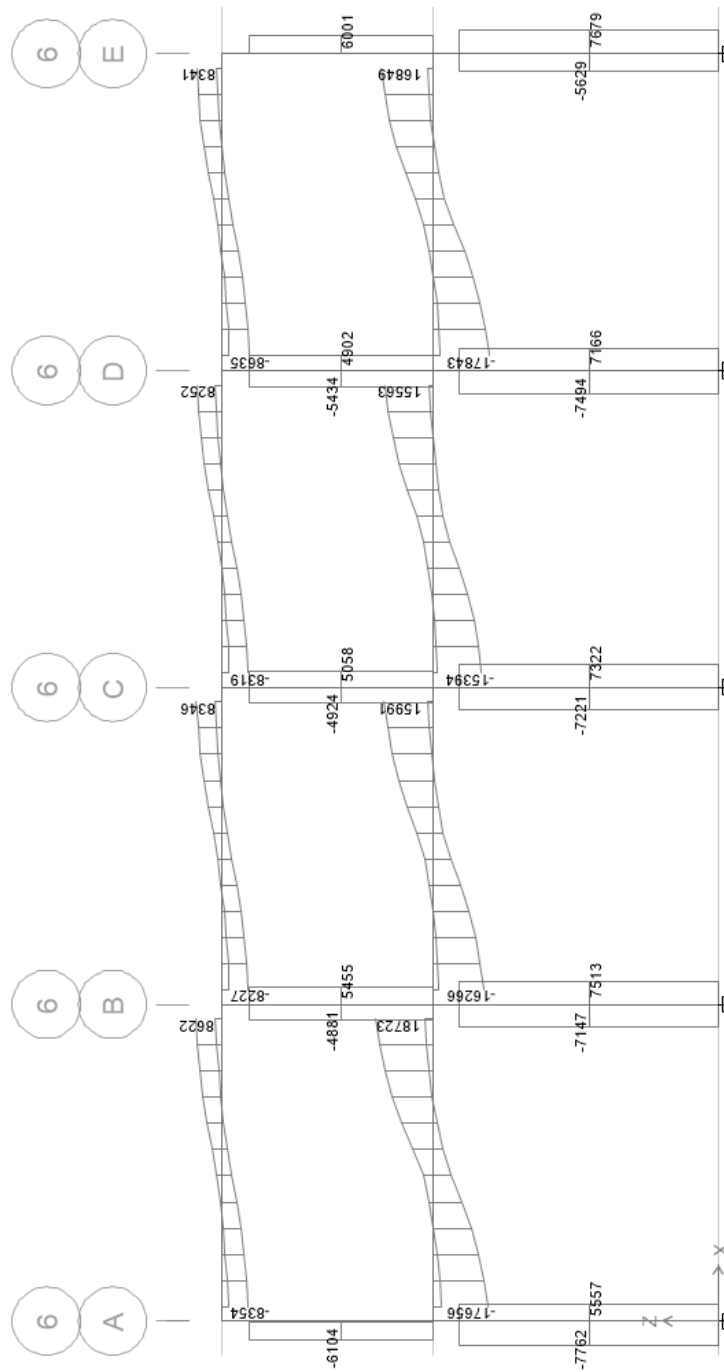
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa ETABS V 15.2.2.

Figura 48. **Envolvente de momentos, marco clase B ($Kg \cdot m$)**



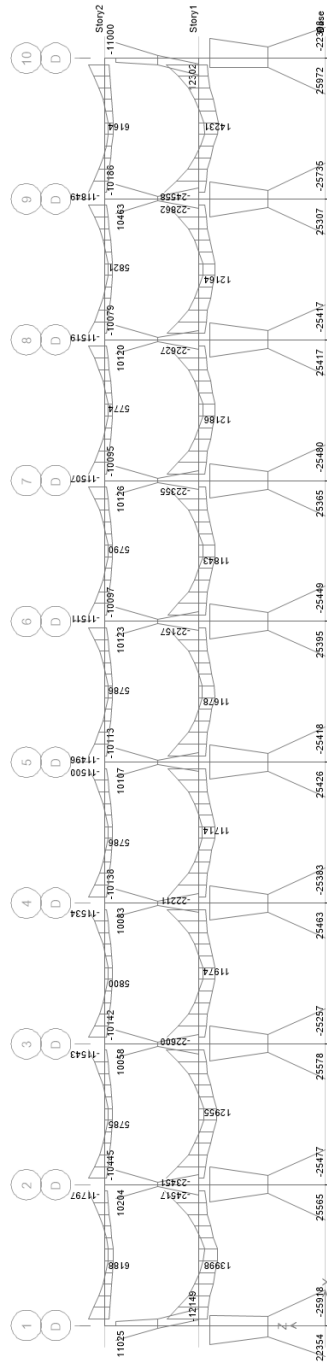
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa ETABS V 15.2.2.

Figura 49. Diagrama de cortes últimos, marco clase B (Kg)



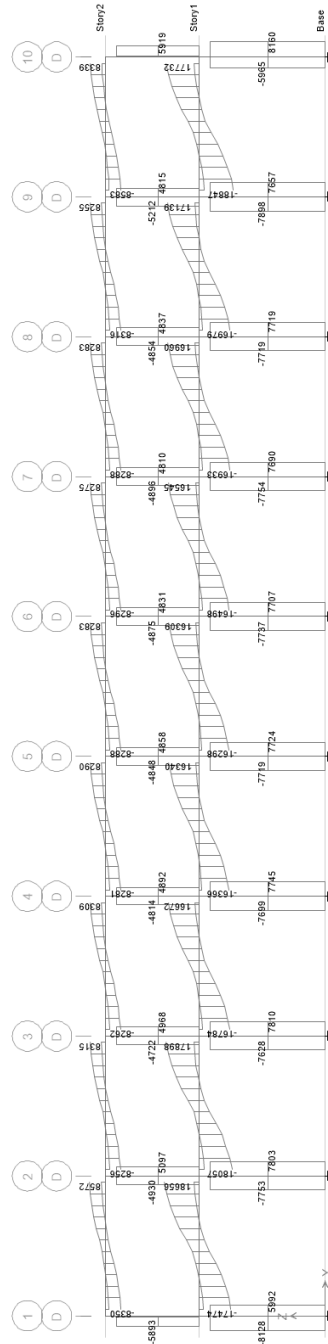
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa ETABS V 15.2.2.

Figura 50. **Envolvente de momentos, marco clase C ($Kg \cdot m$)**



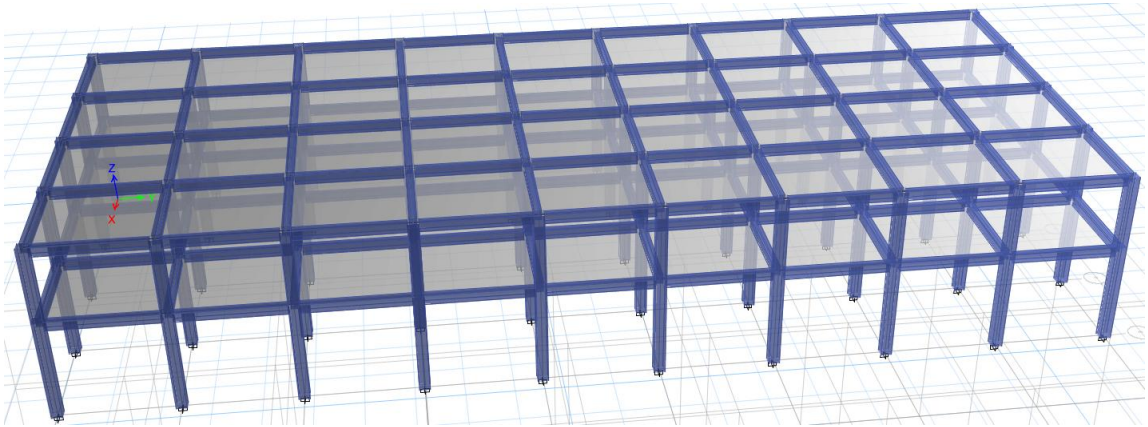
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa ETABS V 15.2.2.

Figura 51. Diagrama de cortes últimos, marco clase C (Kg)



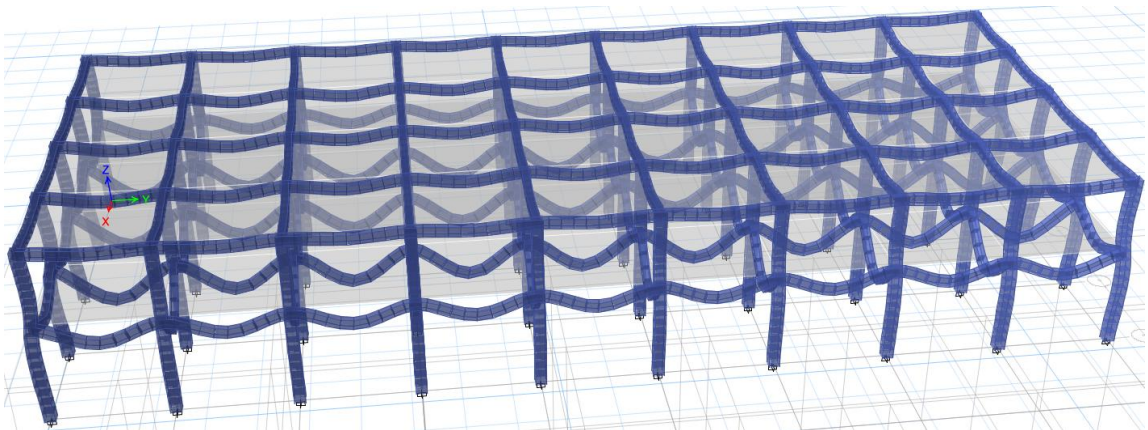
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa ETABS V 15.2.2.

Figura 52. **Isométrico de marcos rígidos, módulo 1**



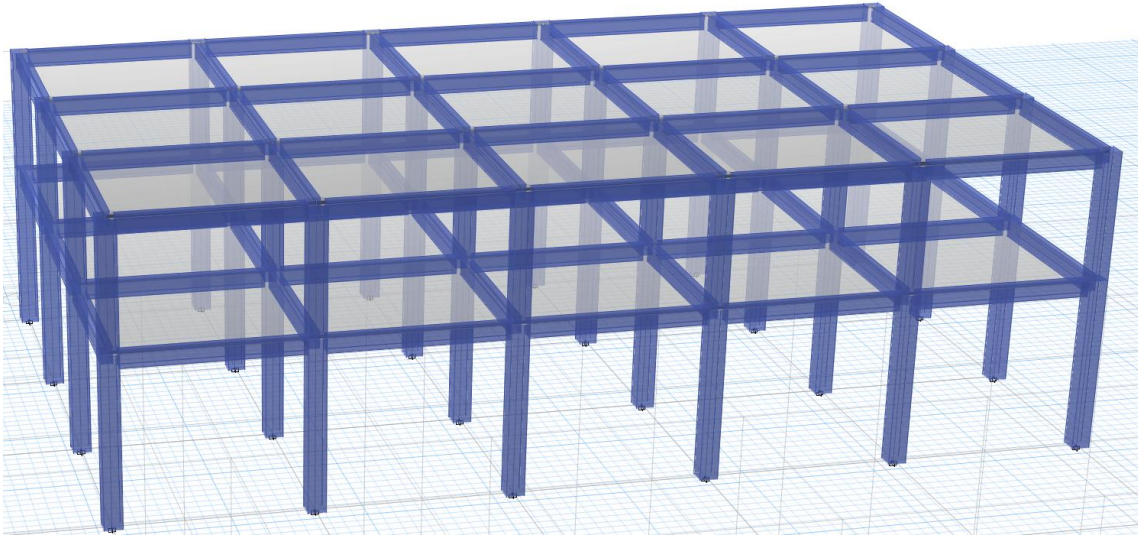
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa ETABS V 15.2.2.

Figura 53. **Isométrico de deformaciones en marcos rígidos, módulo 1**



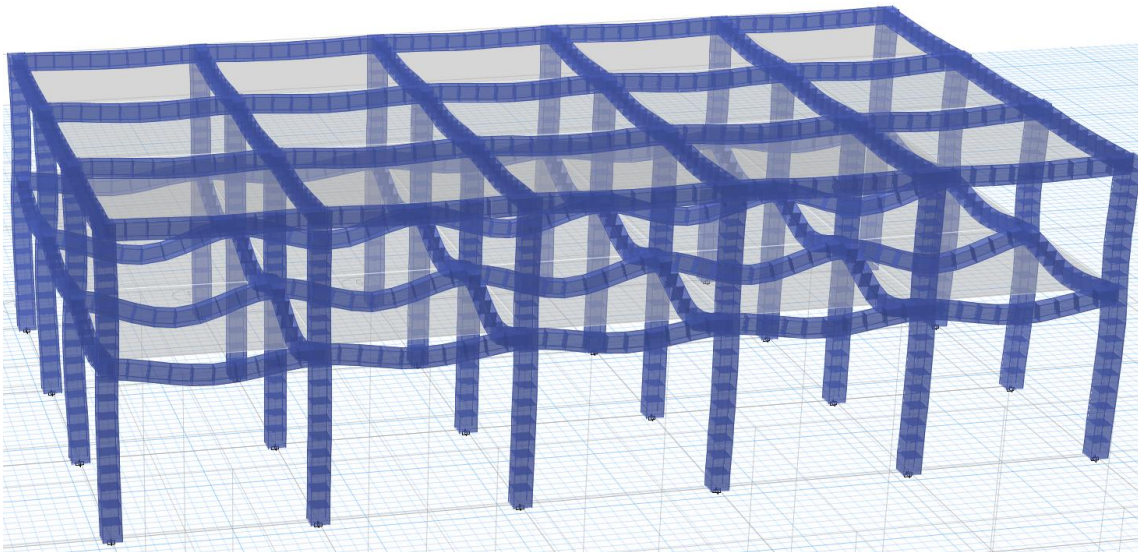
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa ETABS V 15.2.2.

Figura 54. **Isométrico de marcos rígidos, módulo 2**



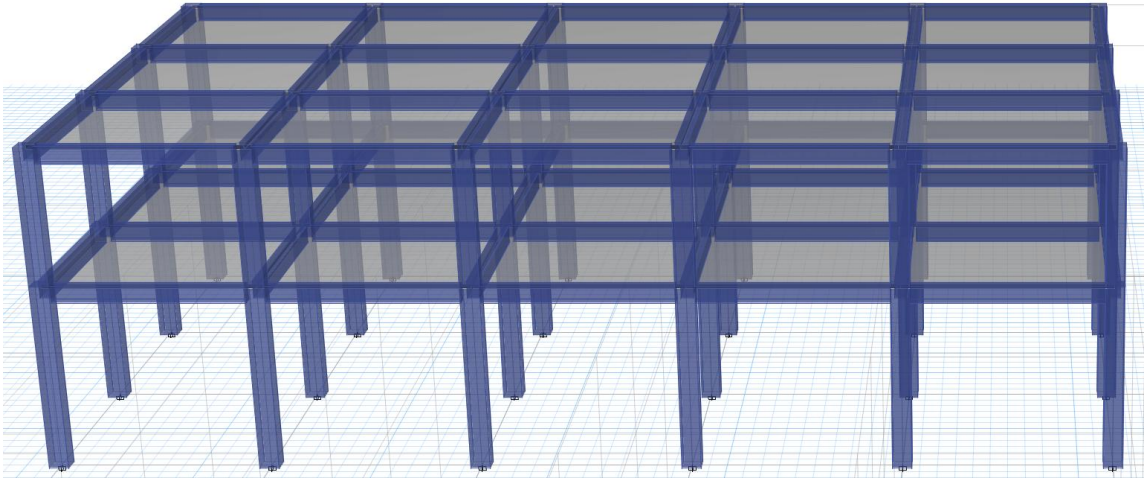
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa ETABS V 15.2.2.

Figura 55. **Isométrico de deformaciones en marcos rígidos, módulo 2**



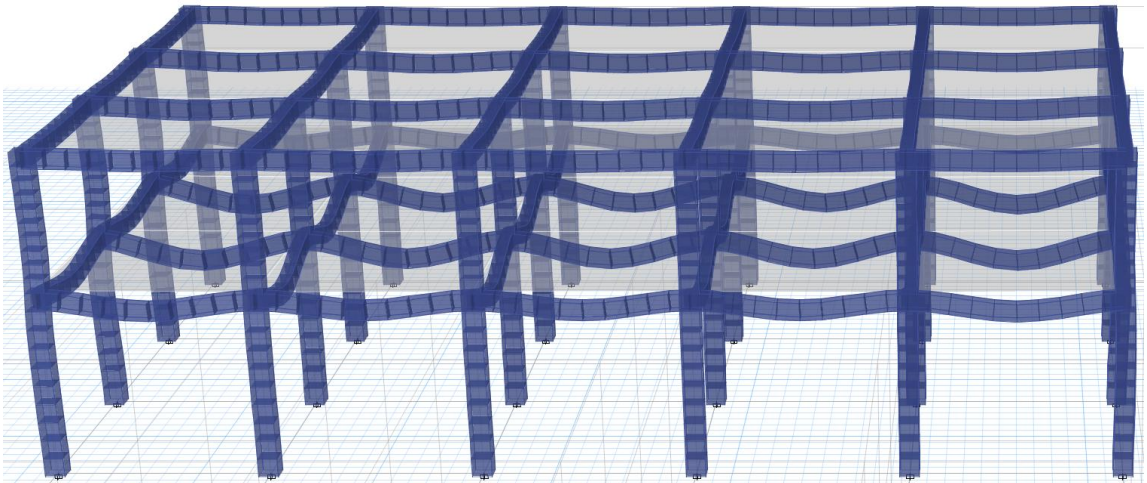
Fuente: elaboración propia, utilizando el programa ETABS V 15.2.2.

Figura 56. **Isométrico de marcos rígidos, módulo 3**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa ETABS V 15.2.2.

Figura 57. **Isométrico de deformaciones en marcos rígidos, módulo 3**



Fuente: elaboración propia, utilizando el programa ETABS V 15.2.2.

En la siguiente tabla se muestra una comparación entre resultados de momentos flexionantes calculados con ETABS y con Kani.

Tabla LXIX. Comparación de resultados del análisis estructural, método de Kani y ETABS – envolvente de momentos

	Kani	Etabs	% de variación
CD=	-10 429	-12 282	15,09%
CB=	10 430	12 079	13,65%
DC=	11 163	-12 282	9,11%
DE=	-9 920	10 800	8,14%
DI=	-10 476	-11 798	11,20%
ID=	10 467	11 642	10,09%
IH=	-11 165	-10 735	3,85%
IJ=	-11 165	-12 297	9,21%
JI=	10 436	-12 191	14,40%
JK=	-10 438	-11 307	7,69%
KJ=	-9 727	10 130	3,98%
KH=	22 773	-24 114	5,56%
KL=	-16 608	-13 838	16,68%
HE=	22 377	-22 834	2,00%
HI=	5 183	6 370	18,64%
HK=	-24 615	-25 562	3,70%
HG=	16 009	12 753	20,34%
EB=	24 493	-24 221	1,11%
ED=	-5 133	5 827	11,91%
EH=	-22 349	22 529	0,80%
EF=	-15 972	-12 216	23,51%
BC=	9 648	-12 079	20,13%
BE=	-22 658	-22 869	0,92%
BA=	16 553	13 182	20,37%
AB=	23 232	-25 143	7,60%
FE=	-23 235	24 930	6,80%
GH=	23 254	24 248	4,10%
LK=	-23 260	21 290	8,47%
% promedio=			9,97%

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

2.1.6.10.1. Análisis de resultados de comparación

El programa ETABS utiliza un método matricial para modelar y realizar el análisis estructural solicitado y el método de Kani en esencia es un método iterativo que reparte los momentos a cada elemento (vigas y columnas) en función de su rigidez, sin embargo, ambos métodos deben mostrar resultados congruentes el uno con el otro, tal como en este caso. Al realizar la comparación de los momentos obtenidos por la envolvente de momentos para el marco clase A, se tiene una variación global del 9,97 %, en algunos casos el método de Kani arroja momentos relativamente grandes, sin embargo, se debe de tomar en consideración que el método matricial modela la estructura como un todo; de una forma simplificada, la estructura en 3 dimensiones se expresa matemáticamente a través de matrices. Por otra parte, el método de Kani considera los marcos por separado. Además, el programa ETABS es mucho más práctico en el proceso de análisis y diseño estructural: si es necesario cambiar secciones, simplemente se definen de nuevo en el programa; si es necesario cambiar las cargas, entonces se cambia el valor de las cargas en el programa, y así sucesivamente. Es una herramienta bastante útil en el proceso de diseño estructural, sin embargo es importante conocer más a fondo el proceso de análisis de una estructura, de allí la importancia de conocer el método de Kani.

En conclusión, se utilizarán los resultados obtenidos con el programa ETABS para la fase de diseño (vigas, columnas y zapatas).

2.1.6.11. Estructuración

El diseño estructural consiste en definir las características de los elementos que componen una estructura. La resistencia real es la característica particular más relevante de cualquier elemento estructural, esta debe ser lo más alta posible para resistir, con buen margen de reserva, todas las cargas previsible que puedan actuar sobre aquel, durante la vida de la estructura, sin presentar falla o cualquier otro efecto. Es decir que el diseño estructural tiene el fin de dimensionar los elementos, para que la resistencia sea adecuada para soportar las fuerzas resultantes ante ciertos estados hipotéticos de sobrecarga, aplicando cargas mayores que las cargas que se espera que actúen en la realidad durante el servicio. En el diseño estructural de este proyecto se aplicaron las siguientes especificaciones:

- Materiales:

$$f_y = 4\,200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_s = 2,1E6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = 2,53E5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2\,400 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1\,880 \text{ Kg/m}^3$$

- Recubrimientos:

$$\text{Cimentación} = 0,075 \text{ m}$$

$$\text{Columnas} = 0,03 \text{ m}$$

$$\text{Vigas} = 0,04 \text{ m}$$

$$\text{Losas} = 0,025 \text{ m}$$

- Capacidad de soporte del suelo:

$$q_d = 30\,000 \text{ Kg/m}^2$$

2.1.6.11.1. Análisis y diseño de losas

Las losas macizas son las más comunes en edificios. Todo su espesor está constituido por concreto, complementado por la correspondiente armadura, dispuesta para soportar los esfuerzos de tracción que las solicitan por acción de los momentos flectores provocados por las cargas. Pueden clasificarse en: losas macizas en una dirección y losas macizas en dos direcciones. Las losas macizas transmiten la carga directamente a las vigas o a los muros de carga donde están apoyadas. Las losas macizas pueden estar apoyadas sobre vigas, muros de mampostería, muros de concreto, elementos de acero estructural o apoyadas directamente sobre el terreno.

- Características de las losas macizas
 - Son fáciles de fundir, lo que posibilita el mismo precio, el uso de mejores concretos con más bajo contenido de agua y menor relación agua-cemento, y vaciado con ayuda de vibradores.
 - Estas están apoyadas directamente sobre vigas o sobre muros de carga.
 - No se utilizan para espesores mayores de 15 cm, puesto que no es aconsejable.
 - Funcionan como diafragma en el momento de transmitir las cargas laterales de un extremo a otro.
 - Son funcionales para pisos, entresijos y techos.

- Límites para el diseño de losas macizas

Para el diseño de losas macizas existen algunas limitaciones de las cuales se debe tener conocimiento. Según el código ACI 318-99 las limitaciones que poseen las losas macizas unidireccionales y en dos direcciones son las siguientes:

- Losas en un sentido
 - La relación a/b debe ser menor a 0,50, donde a es el lado corto y b el lado largo.
 - Pueden tener 2, 3 o 4 apoyos (vigas o muros).
 - El espesor máximo es de 15 cm.
 - La separación entre las barras de refuerzo no puede ser mayor a tres veces el espesor de la losa, ni mayor a 30 cm.
 - La dimensión mínima de cualquier columna no será menor de 25 cm por lado.
- Losas en dos sentidos
 - La relación a/b debe ser mayor que 0,50, donde a es el lado corto y b el lado largo.
 - Pueden tener 2, 3 o 4 apoyos (vigas o muros).
 - El espesor máximo es de 15 cm.
 - La separación entre las barras de refuerzo no puede ser mayor a tres veces el espesor de la losa, ni mayor a 30 cm.

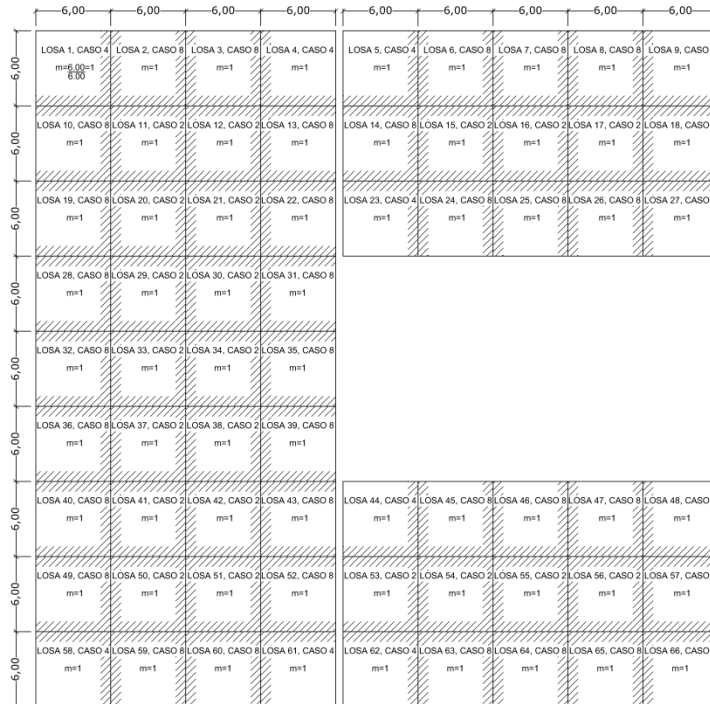
Para diseñarlas existen varios métodos, en este caso se utiliza el método 3 del ACI – 318 – 66.

- Losas del nivel 1

A continuación se detalla el procedimiento para diseñar losas en dos direcciones:

- Datos: las dimensiones y clasificación de losas, según el método 3 del ACI 318-66, se muestran en la siguiente figura, y a continuación se muestra la integración de cargas para las losas.
- Espesor losa (t): el espesor de losas es $t = 0.12 \text{ m}$ (ver la sección 2.1.6.2).

Figura 58. Planta típica de distribución de losas



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

- Carga última o carga de diseño

Losa 1

$$Cu = 1,4((2\ 400 * 0,12) + 90 + 125) + 1,7 * (500)$$

$$Cu = 1\ 554\ Kg/m^2$$

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja unitaria de 1,00 metro de ancho:

Losa 1

$$CUu = 1\ 554\ Kg/m^2 * 1,00\ m$$

$$CUu = 1\,554 \text{ Kg/m}$$

Losa 2

$$CUu = 1\,554 \text{ Kg/m}^2 * 1,00 \text{ m}$$

$$CUu = 1\,554 \text{ Kg/m}$$

- Momentos actuantes

Las fórmulas para calcular los momentos son las siguientes:

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

$$M_{A(+)} = C * CMUu * A^2 + C * CVUu * A^2$$

$$M_{B(-)} = C * CUu * B^2$$

$$M_{B(+)} = C * CMUu * B^2 + C * CVUu * B^2$$

En donde:

C: Coeficientes de tablas ACI (ver anexos)

A: Dimensión del lado corto considerado de la losa

B: Dimensión del lado largo considerado de la losa

Relación *m*

$$m = \frac{A}{B}$$

$$m = \frac{6,00}{6,00} = 1,00 \text{ (losa 1)}$$

$$m = \frac{6,00}{6,00} = 1,00 \text{ (losa 2)}$$

Las losas actúan en dos sentidos.

- Cargas últimas:

$$CVU = 1,7 * (500) = 850 \text{ Kg/m}^2$$

$$CMU = 1,4((2\ 400 * 0,12) + 90 + 125) = 704 \text{ Kg/m}^2$$

Utilizando las fórmulas y cálculos anteriores se procede a calcular los momentos respectivos:

Losa 1 (caso 4)

$$M_{A(-)} = 0,05 * 1\ 554 * 6^2 = 2\ 797 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{A(+)} = 0,027 * 704 * 6^2 + 0,032 * 850 * 6^2 = 1\ 663 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{B(-)} = 0,05 * 1\ 554 * 6^2 = 2\ 797 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{B(+)} = 0,027 * 704 * 6^2 + 0,032 * 850 * 6^2 = 1\ 663 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Losa 2 (caso 8)

$$M_{A(-)} = 0,033 * 1\ 554 * 6^2 = 1\ 846 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

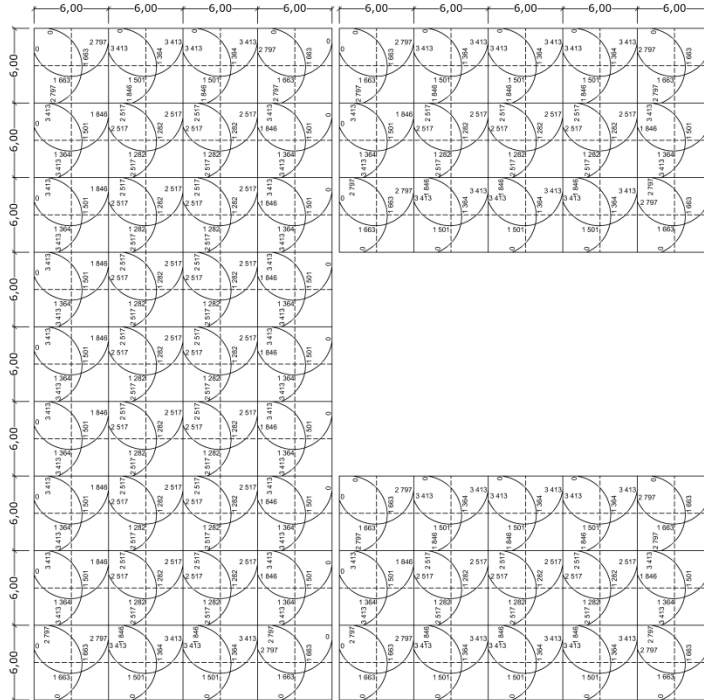
$$M_{A(+)} = 0,028 * 704 * 6^2 + 0,020 * 850 * 6^2 = 1\ 296 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{B(-)} = 0,061 * 1\ 554 * 6^2 = 3\ 413 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{B(+)} = 0,023 * 704 * 6^2 + 0,030 * 850 * 6^2 = 1\ 501 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

En la siguiente figura se presentan los resultados de todos los momentos obtenidos en las losas:

Figura 59. **Planta de momentos actuantes en losas típicas, nivel 1**



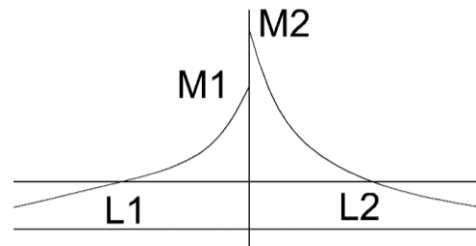
Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Balace de momentos: cuando dos losas tienen un lado en común y momentos diferentes, se deben balancear estos momentos antes de proceder a calcular los refuerzos. Se balancean de acuerdo a lo siguiente:

$$\text{Si } 0.80 * M_2(\text{mayor}) \leq M_1(\text{menor}) \rightarrow M_b = \frac{M_2(\text{mayor}) + M_1(\text{menor})}{2}$$

Si $0,80 * M_2(\text{mayor}) > M_1(\text{menor}) \rightarrow$ se balancean proporcionalmente a su rigidez y se procede de la siguiente manera:

Figura 60. Diagrama de momentos desbalanceados en losas



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

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

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

L_1 y L_2 = Longitud de losa considerada

Tabla LXX. Balance de momentos

D_1	D_2
$M_1 + D_1 * (M_2 - M_1)$	$M_2 - D_2 * (M_2 - M_1)$
Mb	Mb

Fuente: elaboración propia.

- Balance de momentos entre losas 1 y 2:

$$M_2 = 3\,413 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$M_1 = 2\,797 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$0.80(3,413) = 2\,730 < 2\,797$$

Entonces:

$$Mb = \frac{3\,413 + 2\,797}{2}$$

$$Mb = 3\,105 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

- Balance de momentos entre losas 10 y 11:

$$M_2 = 2\,517 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$M_1 = 1\,846 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$0,80(2\,517) = 2\,014 > 1\,846 \rightarrow \text{balancear por su rigidez}$$

$$K_1 = \frac{1}{L_1} = \frac{1}{6}$$

$$K_2 = \frac{1}{L_2} = \frac{1}{6}$$

$$D_1 = \frac{(1/6)}{(1/6) + (1/6)} = 0,50$$

$$D_2 = \frac{(1/6)}{(1/6) + (1/6)} = 0,50$$

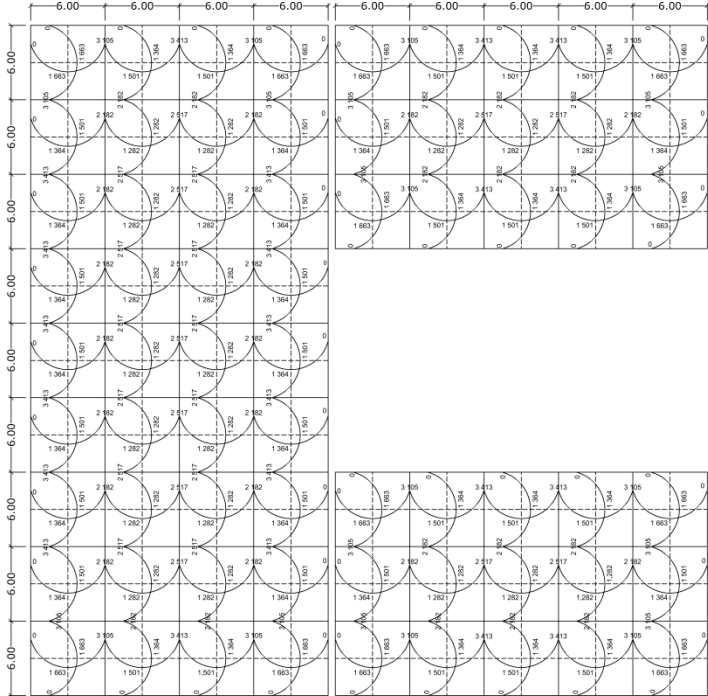
Tabla LXXI. **Balance de momentos entre las losas 22 y 23**

0,50	0,50
$1\,846 + 0,50 * (2\,517 - 1\,846)$	$2\,517 - 0,50 * (2\,517 - 1\,846)$
2 182	2 182

Fuente: elaboración propia.

Los resultados, al hacer el balance de momentos en todos los puntos necesarios, pueden observarse en la siguiente figura:

Figura 61. **Planta de momentos balanceados en las losas típicas nivel 1**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

- Cálculo de límites para el acero (losa 1):
 - Peralte efectivo " d "

$$d = t - rec - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 12 - 2,54 - \frac{0,95}{2}$$

$$d = 8,985 \text{ cm}$$

- Acero mínimo

$$A_{S_{min}} = \rho_{min} * b * d$$

$$A_{S_{min1}} = \left[\frac{14,1}{f_y} \right] * b * d$$

$$A_{S_{min2}} = \left[0,8 * \frac{\sqrt{f_c'}}{f_y} \right] * b * d$$

Donde:

$b =$ ancho unitario (100 cm)

$d =$ peralte efectivo

$f_y =$ punto de fluencia del acero

$A_g =$ área gruesa de la franja unitaria

$$A_{S_{min1}} = \left[\frac{14,1}{4 200} \right] * 100 * 8,985$$

$$A_{S_{min2}} = \left[0,8 * \frac{\sqrt{280}}{4 200} \right] * (100 * 8 985)$$

$$A_{S_{min1}} = 3,02 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{min2}} = 2,86 \text{ cm}^2$$

Se toma el más crítico, que en este caso es: $A_{S_{min1}} = A_{S_{min}} = 3,02 \text{ cm}^2$

- Espaciamiento S para $A_{S_{min}}$ proponiendo varillas No. 3 ($A_s = 0,71 \text{ cm}^2$)

$$3,02 \text{ cm}^2 \text{ ————— } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ ————— } S \rightarrow S = 23,51 \text{ cm}$$

- Cálculo del momento que resiste el $A_{S_{min}} = 3,02 \text{ cm}^2$

$$MAS_{min} = 0,9 \left[AS_{min} * f_y \left(d - \frac{AS_{min} * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$MAS_{min} = 0,9 \left[3,02 * 4200 \left(8,985 - \frac{3,02 * 4200}{1,7 * 280 * 100} \right) \right]$$

$$MAS_{min} = 99\,527,24 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$MAS_{min} = 99\,527,24 \text{ Kg} \cdot \text{cm} * \frac{1,00 \text{ m}}{100 \text{ cm}}$$

$$MAS_{min} = 998,27 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

- El espaciamiento de la armadura en las secciones críticas no debe exceder de 2 veces el espesor de la losa.

Chequear el espaciamiento máximo $S_{m\acute{a}x} = 2t$

$$S_{m\acute{a}x} = 2(0,12) = 0,24 \text{ m},$$

Entonces usar: $S_{m\acute{a}x} = 0,24 \text{ m}$

- Acero máximo

Para este cálculo se modelará la franja unitaria de losa como si fuese una viga con $b = 100 \text{ cm}$ y $d = 10,985 \text{ cm}$, entonces se tiene que:

$$A_{sm\acute{a}x} = \rho_{m\acute{a}x} * bd$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0,5\rho_{bal}$$

$$\rho_{bal} = \frac{\beta_1 * 0,003 * E_y * 0,85 * f'_c}{f_y * (f_y + 0,003E_y)}$$

$$\beta_1 = 0,85 \text{ si } f'_c \leq 280 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\rho_{bal} = \frac{(0,85) * 0,003 * 2,10E6 * 0,85 * 280}{4\ 200 * (4\ 200 + 0,003(2,10E6))} = 0,0289$$

$$A_{sm\acute{a}x} = 0,5 * 0,0289 * 100 * 8,985 = 12,98\ cm^2$$

- Cálculo de las áreas de acero requeridas para las losas típicas del nivel

Para los momentos menores que resiste el $MAs_{m\acute{i}n}$, se usa $As_{m\acute{i}n}$ y con un espaciamiento de $S_{m\acute{a}x} = 0,24\ m$; para los momentos mayores al $MAs_{m\acute{i}n}$ se calcula el área de acero con la fórmula siguiente:

$$As_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'_c}} \right] * 0,85 * \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

Donde:

$Mu =$ momento último ($Kg \cdot m$)

b y $d =$ en cm

f'_c y $f_y = Kg/cm^2$

$As = cm^2$

$$As_{req} = \left[100 * 8,985 - \sqrt{(100 * 8,985)^2 - \frac{3\ 105 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\ 200} \right)$$

$$As_{req} = 10,15\ cm^2$$

El acero requerido cumple con: $A_{sm\acute{a}x} > As_{req} > As_{m\acute{i}n}$, los resultados se pueden observar en las tablas XLVII y XLVIII.

Tabla LXXII. Áreas de acero requeridas en losas, nivel 1, eje X

Tipo de momento	Momento (Kg · m)	Base "b" (cm)	Espesor "t" (cm)	Peralte "d" (cm)	As máx (cm ²)	As req (cm ²)	As min (cm ²)	No. Var	ACI 318 – 99 S _{máx} 2t (cm)	Chequeo $As_{máx} > As_{req} > As_{min}$	Usar: As_{min}/As_{req}
(-)	3 105	100	12	8,985	12,98	10,15	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	3 413	100	12	8,985	12,98	11,30	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	2 182	100	12	8,985	12,98	6,89	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	3 413	100	12	8,985	12,98	11,30	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	2 517	100	12	8,985	12,98	8,05	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(+)	1 663	100	12	8,985	12,98	5,16	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(+)	1 501	100	12	8,985	12,98	4,63	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(+)	1 364	100	12	8,985	12,98	4,19	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(+)	1 282	100	12	8,985	12,98	3,93	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla LXXIII. Áreas de acero requeridas en losas, nivel 1, eje Y

Tipo de momento	Momento (Kg · m)	Base "b" (cm)	Espesor "t" (cm)	Peralte "d" (cm)	As máx (cm ²)	As req (cm ²)	As min (cm ²)	No. Var	ACI 318 – 99 S _{máx} 2t (cm)	Chequeo $As_{máx} > As_{req} > As_{min}$	Usar: As_{min}/As_{req}
(-)	3 105	100	12	8,985	12,98	10,15	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	3 413	100	12	8,985	12,98	11,30	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	2 182	100	12	8,985	12,98	6,89	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	2 517	100	12	8,985	12,98	8,05	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(+)	1 663	100	12	8,985	12,98	5,16	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(+)	1 501	100	12	8,985	12,98	4,63	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(+)	1 364	100	12	8,985	12,98	4,19	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(+)	1 282	100	12	8,985	12,98	3,93	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

En el chequeo por corte el cortante puede ser crítico en losas donde se aplica una carga concentrada, tal es el caso de las losas planas, en este caso, por el tipo de losa que se utiliza, dichos esfuerzos deben resistirse únicamente por el concreto, y se debe chequear si el peralte predimensionado es el correcto.

- Corte máximo actuante

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{CUu * L}{2}$$

En donde:

$CUu =$ Carga \u00faltima unitaria

$L =$ lado corto de la losa que se est\u00e1 analizando

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{1\,554 * 5,45}{2} \qquad V_{m\acute{a}x} = 4\,235\,Kg$$

- o Corte m\u00e1ximo resistente

$$V_{res} = 45 * \sqrt{f'_c} * t \qquad V_{res} = 45 * \sqrt{280} * 12$$

$$V_{res} = 9\,036\,Kg$$

- o Comparaci\u00f3n de V_{res} con $V_{m\acute{a}x}$

Se debe chequear que el $V_{res} > V_{m\acute{a}x}$, de lo contrario se tendr\u00e1 que modificar t .

$$9\,036\,Kg > 4\,235\,Kg$$

Por lo tanto, s\u00ed cumple el chequeo.

- Losas del nivel 2

Para el c\u00e1lculo de las losas del nivel 2 se utiliza el procedimiento descrito en el numeral 2.1.6.10, por lo que solo se presentan los resultados en las tablas XLIX y L.

Tabla LXXIV. Áreas de acero requeridas en losas, nivel 2, eje X

Tipo de momento	Momento (Kg · m)	Base "b" (cm)	Espesor "t" (cm)	Peralte "d" (cm)	As máx (cm ²)	As req (cm ²)	As min (cm ²)	No. Var	ACI 318 – 99 S _{máx} 2t (cm)	Chequeo $As_{máx} > As_{req} > As_{min}$	Usar: As_{min}/As_{req}
(-)	1 495	100	12	8,985	12,98	7,01	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	1 643	100	14	8,985	12,98	7,76	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	1 050	100	14	8,985	12,98	4,83	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	1 495	100	14	8,985	12,98	7,01	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	1 212	100	14	8,985	12,98	5,61	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(+)	758	100	14	8,985	12,98	3,44	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(+)	662	100	14	8,985	12,98	2,99	3,02	3	24	Ok!	Usar: As min
(+)	588	100	14	8,985	12,98	2,52	3,02	3	24	Ok!	Usar: As min
(+)	540	100	14	8,985	12,98	2,52	3,02	3	24	Ok!	Usar: As min

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Tabla LXXV. Áreas de acero requeridas en losas, nivel 2, eje Y

Tipo de momento	Momento (Kg · m)	Base "b" (cm)	Espesor "t" (cm)	Peralte "d" (cm)	As máx (cm ²)	As req (cm ²)	As min (cm ²)	No. Var	ACI 318 – 99 S _{máx} 2t (cm)	Chequeo $As_{máx} > As_{req} > As_{min}$	Usar: As_{min}/As_{req}
(-)	1 495	100	12	8,985	12,98	7,01	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	1 643	100	12	8,985	12,98	7,76	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	1 050	100	12	8,985	12,98	4,83	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(-)	1 212	100	12	8,985	12,98	5,61	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(+)	758	100	12	8,985	12,98	3,44	3,02	3	24	Ok!	Usar: As req
(+)	662	100	12	8,985	12,98	2,99	3,02	3	24	Ok!	Usar: As min
(+)	588	100	12	8,985	12,98	2,52	3,02	3	24	Ok!	Usar: As min
(+)	540	100	12	8,985	12,98	2,52	3,02	3	24	Ok!	Usar: As min

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

El detalle de armado de losas de los niveles 1 y 2 se presenta en las hojas 304 y 311, respectivamente, del conjunto de planos.

2.1.6.11.2. Análisis y diseño de vigas

Son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Para el diseño de vigas se debe tomar en cuenta los tipos de fallas que pueden ocurrir. Una de ellas se presenta cuando el acero de refuerzo

alcanza su límite elástico aparente o límite de fluencia F_y ; sin que el concreto llegue aún a su fatiga de ruptura $0,85 F'_c$, la viga se agrietará fuertemente del lado de tensión, rechazando al eje neutro hacia las fibras más comprimidas, lo que disminuye el área de compresión, aumentando las fatigas del concreto hasta presentarse finalmente la falla de la pieza. Estas vigas se llaman subreforzadas y su falla ocurre más o menos lentamente y va precedida de fuertes deflexiones y grietas que la anuncian con anticipación.

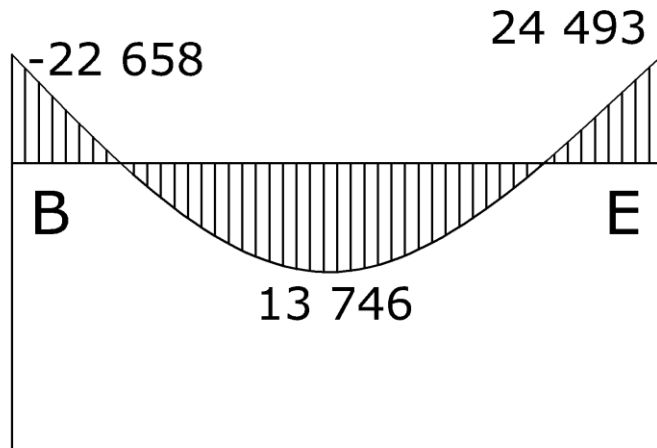
El segundo tipo de falla se presenta cuando el concreto alcanza su límite $0,85 F'_c$, mientras que el acero permanece por debajo de su fatiga F_y . Este tipo de falla es súbita y prácticamente sin anuncio previo, la cual la hace muy peligrosa. Las vigas que fallan por compresión se llaman sobreforzadas.

Puede presentarse un tipo de falla que ocurre simultáneamente para ambos materiales, es decir, que el concreto alcance su fatiga límite de compresión $0,85 F'_c$, a la vez que el acero llega también a su límite F_y . A estas vigas se les da el nombre de vigas balanceadas y también son peligrosas por la probabilidad de la falla de compresión.

Como muestra de cálculo, se hará el diseño de viga del tramo B-E, del marco clase A. Como se mencionó anteriormente se utilizarán los resultados obtenidos con ETABS. Para el diseño de vigas se utiliza el procedimiento siguiente:

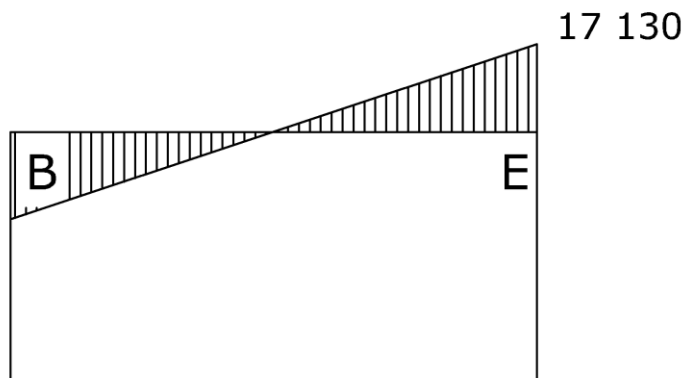
Datos:

Figura 62. **Diagrama de momentos ($Kg \cdot m$)**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Figura 63. **Diagrama de corte (Kg)**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Sección = 0,35 x 0,50 m

Peralte efectivo $d = 0,46$

Longitud = 5,45 m

Tramo: B – E, eje Y

- Límites de acero: cálculo de límites de acero máximo y mínimo

Área de acero mínimo = $A_{s_{min}}$

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d$$

$$A_{s_{min1}} = \left[\frac{14,1}{f_y} \right] * b * d$$

$$A_{s_{min2}} = \left[0,8 * \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \right] * b * d$$

$$A_{s_{min1}} = \left[\frac{14,1}{4\ 200} \right] * 35 * 46$$

$$A_{s_{min2}} = \left[0,8 * \frac{\sqrt{210}}{4\ 200} \right] * (35 * 46)$$

$$A_{s_{min1}} = 5,41\ cm^2$$

$$A_{s_{min2}} = 5,13\ cm^2$$

Se toma el más crítico, que en este caso es: $A_{s_{min1}} = A_{s_{min}} = 5,41\ cm^2$

Área de acero máximo = $A_{s_{máx}}$

$$\rho_{máx} = 0,5\rho_{bal}$$

$$A_{s_{máx}} = \rho_{máx} * b * d$$

$$A_{s_{máx}} = 0,5 \left[\frac{0,85 * B_1 * f'_c}{f_y} * \frac{6\ 090}{f_y + 6\ 090} \right] * b * d$$

$$B_1 = 0,85\ si\ y\ solo\ si\ f'_c \leq 280\ Kg/cm^2$$

$$y \text{ si } f'_c > 280 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow B_1 = 0,85 - \left[\frac{f'_c - 280}{70} \right] * 0,05$$

$$As_{m\acute{a}x} = 0,5 \left[\frac{0,85 * 0,85 * 280}{4 200} * \frac{6 090}{4 200 + 6,090} \right] * 35 * 46$$

$$As_{m\acute{a}x} = 22,95 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo longitudinal: cálculo de áreas de acero según la fórmula siguiente:

Momento: 24 493 Kg · m

$$As_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'_c}} \right] * 0,85 * \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$As_{req} = \left[35 * 46 - \sqrt{(35 * 46)^2 - \frac{24 493 * 35}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4 200} \right)$$

$$As_{req} = 15,38 \text{ cm}^2$$

Luego se procede a distribuir las varillas de acero, de tal forma que el área de estas supla lo solicitado en los cálculos de As , esto se hace tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

- Refuerzo en cama superior al centro: colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos varillas: 33 % del As calculado para el $M(-)$ mayor de la viga o As_{min} .

$$\begin{array}{l}
 33 \% * A_{s_{req}}(M -)_{izq} = 0,33 * 14,12 = 4,66 \text{ cm}^2 \\
 33 \% * A_{s_{req}}(M -)_{der} = 0,33 * 15,38 = 5,08 \text{ cm}^2 \\
 A_{s_{min}} = 5,41 \text{ cm}^2 \\
 A_{s_{corrido}} = 2 \text{ No. } 6 = 5,74 \text{ cm}^2 \\
 (14,12 - 5,74) \text{ cm}^2 = 8,38 \text{ cm}^2 \\
 (15,38 - 5,74) \text{ cm}^2 = 9,64 \text{ cm}^2
 \end{array}$$

$A_{s_{min}}$ en $M(-)$

En cama superior: 2 No. 6 corridos + 3 No. 6 en $(M -)_{der}$

En cama superior: 2 No. 6 corridos + 2 No. 8 en $(M -)_{izq}$

- Refuerzo en cama inferior en apoyos: colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos varillas: 50 % del A_s calculado para el $M(+)$; 50 % del A_s calculado para el $M(-)$ de ambos extremos de la viga o $A_{s_{min}}$.

$$\begin{array}{l}
 50 \% * A_{s_{req}}(M -)_{izq} = 0,50 * 14,12 = 7,06 \text{ cm}^2 \\
 50 \% * A_{s_{req}}(M -)_{der} = 0,50 * 15,38 = 7,69 \text{ cm}^2 \\
 50 \% * A_{s_{req}}(M +)_{cen} = 0,50 * 8,28 = 4,14 \text{ cm}^2 \\
 A_{s_{min}} = 5,41 \text{ cm}^2 \\
 A_{s_{corrido}} = 3 \text{ No. } 6 = 8,61 \text{ cm}^2 \\
 (14,12 - 8,61) \text{ cm}^2 = 5,51 \text{ cm}^2 \\
 (15,38 - 8,61) \text{ cm}^2 = 6,77 \text{ cm}^2
 \end{array}$$

$A_{s_{min}}$ en $M(+)$

En cama inferior: 3 No. 6 corridos + 2 No. 6 + 1 No. 5 en $(M -)_{der}$

En cama inferior: 3 No. 6 corridos + 2 No. 6 en $(M -)_{izq}$

La diferencia entre A_s calculado y A_s corrido, en ambas camas, se coloca como bastones. El resultado se muestra en la tabla LI.

Tabla LXXVI. Resumen de armado de viga tramo B – E marco clase A

	<i>Momento (Kg · m)</i>	<i>$A_{s,req}$ (cm²)</i>	<i>Acero en barras</i>	<i>As a usar (cm²)</i>
Cama superior	-22 658	14,12	2 No. 6 + 3 No. 6	14,35
	24 493	15,38	2 No. 6 + 2 No. 8	15,88
<i>M(+)</i>	13 746	8,28	3 No. 6	8,61
Cama inferior	-22 658	14,12	3 No. 6 + 2 No. 6	14,35
	24 493	15,38	3 No. 6 + 2 No. 6 + 1 No. 5	16,34

Fuente: elaboración propia.

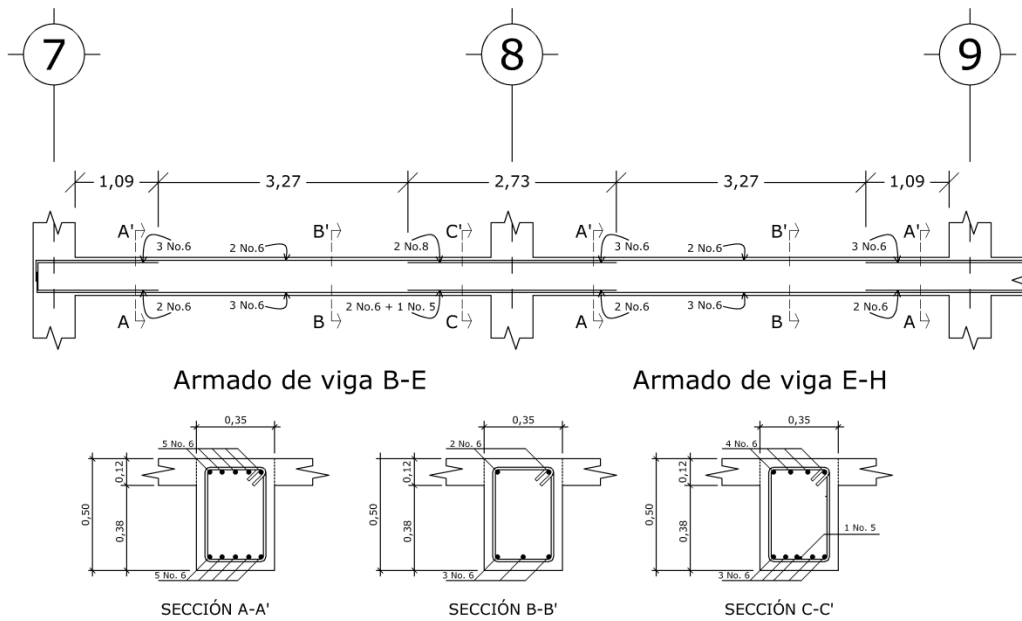
Se utilizaron los mismos criterios para calcular el siguiente tramo de viga en el marco clase A, es decir el tramo E-H, en la siguiente tabla se muestra el resumen de dicho cálculo:

Tabla LXXVII. Resumen de armado de viga tramo E – H, marco clase A

	Momento (Kg · m)	$A_{s,req}$ (cm ²)	Acero en barras	A_s a usar (cm ²)
Cama superior	-22 349	13,91	2 No. 6 + 3 No. 6	14,35
	22 377	13,93	2 No. 6 + 3 No. 6	14,35
$M(+)$	14 028	8,46	3 No. 6	8,61
Cama inferior	-22 349	13,91	3 No. 6 + 2 No. 6	14,35
	22 377	13,93	3 No. 6 + 2 No. 6	14,35

Fuente: elaboración propia.

Figura 64. Refuerzo longitudinal de tramos B – E, E-H, marco clase A



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Al acero transversal (estribos) también se le llama refuerzo en el alma, se coloca en forma de estribos espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga.

- Esfuerzo de corte que resiste el concreto (V_{cu})

Procedimiento de diseño:

Su fórmula es $V_{cu} = \phi * 0,53\sqrt{f'_c} * (b * d)$, dónde: $\phi = 0,85$ para corte

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53\sqrt{280} * (35 * 46) = 12\ 137\ Kg$$

Corte actuante, según el diagrama de corte último, viga tramo B – E

$$V_a = 15\ 928\ Kg$$

Comparar el corte que resiste el concreto V_{cu} con el corte actuante (V_a), si $V_{cu} \geq V_a$, la viga necesita estribos solo por armado y el espaciamiento de estos es, $S_{m\acute{a}x} = d/2$, usando como mínimo varillas No. 3. Como $d = 46\text{ cm}$, entonces, $S_{m\acute{a}x} = 46/2 = 23\text{ cm}$.

Si $V_{cu} < V_a$, se diseñan estribos por corte. Para este caso, $V_{cu} = 10\ 511\ Kg < V_a = 19\ 172\ Kg$

Para estribos por corte, el procedimiento de diseño es el siguiente:
longitud de viga = 5.45 m

$$X' = \frac{\text{luz libre de la viga}}{2}$$

$$X' = \frac{5,45}{2} = 2,73 \text{ m}$$

$$X'' = \frac{V_{cu} * X'}{V_a} \qquad X'' = \frac{12\,137 * 2,73}{15\,928}$$

$$X'' = 2,08 \text{ m}$$

Espaciamiento hasta X'' será:

$$S = \frac{2 * A_{var} * f_y * d}{V_a} = \frac{2 * 0,71 * 4\,200 * 46}{15\,928} = 17,23 \text{ cm}$$

Se utiliza el $S = 17 \text{ cm}$

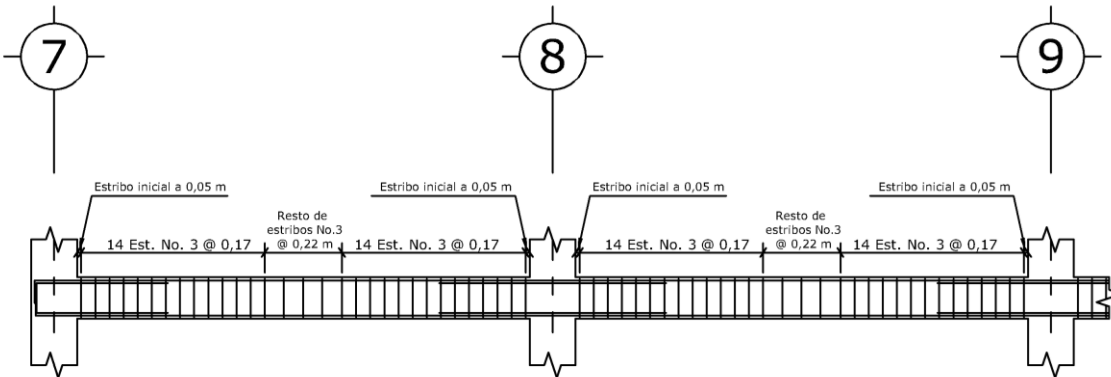
El resto de estribos se diseñan con el corte que resiste el concreto:

$$S = \frac{2 * A_{var} * f_f * d}{V_{cu}} = \frac{2 * 0,71 * 4\,200 * 46}{12\,137} = 22,60 \text{ cm}$$

Se utiliza el $S = 22 \text{ cm}$

Se utilizó el mismo procedimiento para calcular el refuerzo por corte para el tramo E-H del marco clase A, los resultados se muestran en la siguiente figura:

Figura 65. Armado por corte, tramos: B-E, E-H, marco clase A



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

2.1.6.11.3. Análisis y diseño de columnas

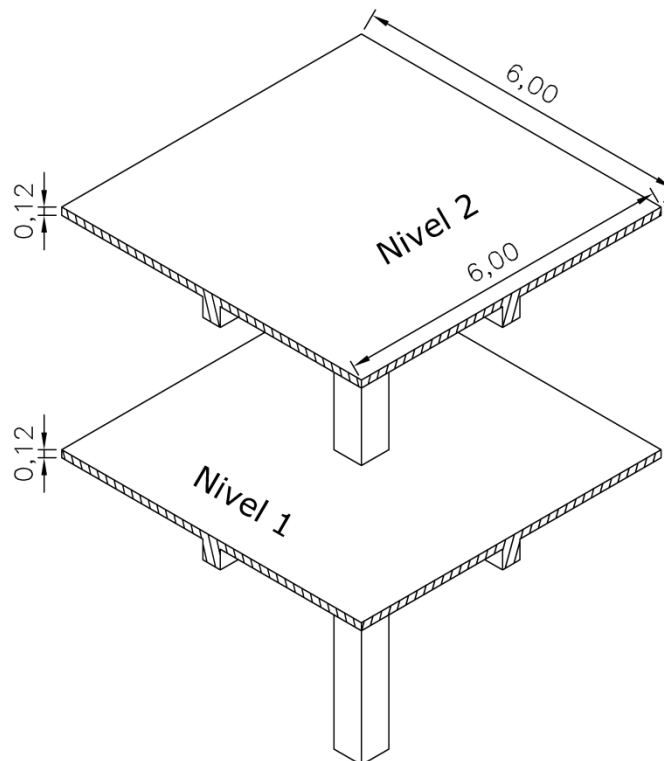
Son elementos estructurales que sostienen principalmente cargas a compresión. El refuerzo principal en las columnas es longitudinal, paralelo a la dirección de la carga. Según el código ACI 318-99, sección 10.9.2, se requiere un mínimo de cuatro barras longitudinales, cuando estas están encerradas por estribos regularmente espaciados y un mínimo de seis, cuando las barras longitudinales están encerradas por una espiral continua. Para lograr incrementos en la capacidad de deformación en elementos sujetos a efectos principales de carga axial y flexión se recomienda contemplar los siguientes aspectos para su diseño:

- Reducir la carga axial suficientemente, bajo la carga axial del estado de esfuerzos balanceados.
- Incrementar la cantidad de refuerzo longitudinal a compresión.

- Incrementar el confinamiento en el concreto del núcleo, con refuerzo lateral (espirales, ganchos, estribos).
- Reducir los esfuerzos por cortante al alcanzar la resistencia por flexión.

En este caso se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas. El procedimiento describe el cálculo para la columna del nivel 1, que está ubicada en la intersección entre el eje 8 y el eje I, de la vista en planta del edificio. En la siguiente figura se muestra el isométrico de áreas tributarias de cada nivel:

Figura 66. **Isométrico de áreas tributarias de columnas**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

A. Datos de diseño:

$$\text{Sección} = 0,55 \times 0,55 \text{ m} \quad Lu = 4,90 \text{ m}$$

$$M_x = 21\,312 \text{ Kg} \cdot \text{m} \quad M_y = 24\,930 \text{ Kg} \cdot \text{m} \quad V_c = 7\,581 \text{ Kg}$$

B. Carga axial:

- Carga última $CU = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}$

$$CU \text{ nivel } 2 = 1,4((0,12 * 2\,400) + 125) + 1,7(100) = 748 \text{ Kg/m}^2$$

$$CU \text{ nivel } 1 = 1,4((0,12 * 2\,400) + 90 + 210 + 125) + 1,7(500) = 1\,848 \text{ Kg/m}^2$$

$$CU \text{ total} = (CU \text{ nivel } 2) + (CU \text{ nivel } 1) = 2\,596 \text{ Kg/m}^2$$

- Factor de carga última

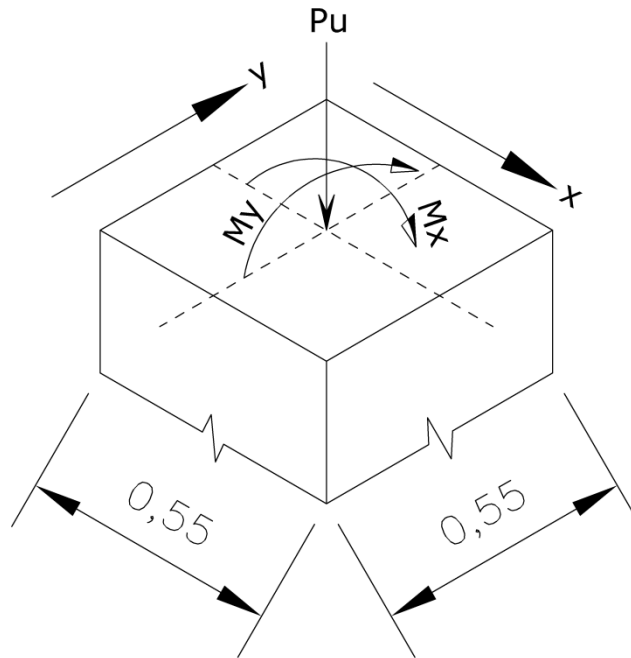
$$F_{CU} = CU / (CM + CV) = 2\,596 / 1\,726 = 1,50$$

- Carga axial: $Pu = A_{\text{losas}} * CU + Pp_{\text{vigas}} * F_{CU}$

$$Pu = (6 * 6) * 2\,596 + (0,35 * 0,50 * (5,45 * 4) * 2\,400) * (1,50)$$

$$Pu = 107\,244 \text{ Kg}$$

Figura 67. Carga axial y momentos actuantes en columna típica



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

- Cálculo de la esbeltez

Es importante establecer relaciones entre la altura, ancho y luz libre de los elementos, particularmente si se espera que el elemento exhiba una respuesta dúctil ante el sismo de diseño. Si el elemento es demasiado esbelto, puede ocurrir el pandeo lateral del borde comprimido. Si el elemento es demasiado robusto (poco esbelto), se torna difícil controlar la degradación de rigidez y resistencia que resulta de los esfuerzos de corte.

Clasificación de columnas por su esbeltez (E): columnas cortas $E < 21$, intermedias ($21 \leq E \leq 100$), y largas ($E > 100$).

Esta clasificación es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes y si son largas no se construyen.

- Esbeltez de la columna en el sentido Y (plano Y, Z):

Tabla LXXVIII. **Datos de secciones de elementos**

VIGA	
BASE (cm)	35
ALTURA (cm)	50

COLUMNA	
BASE (cm)	55
ALTURA (cm)	55

No. VIGA	LONGITUD (m)
1	5,45
2	5,45
3	5,45
4	5,45

COLUMNA	LONGITUD (m)
Nivel 1	4,90
Nivel 2	3,50

Fuente: elaboración propia.

- Inercia:

$$Inercia = I = \frac{b * h^3}{12} \quad \text{donde: } h = \text{altura}$$

$$I_{viga} = \frac{35 * 50^3}{12} = 364\ 583\ cm^4$$

$$I_{col} = \frac{55 * 55^3}{12} = 762\ 552\ cm^4$$

Tabla LXXIX. **Datos de longitud e inercia que se utilizarán en el análisis de columnas**

No. VIGA	LONGITUD (m)	INERCIA (cm ⁴)	COLUMNA	LONGITUD (m)	INERCIA (cm ⁴)
1	5,45	364 583	Nivel 1	4,90	762 552
2	5,45	364 583	Nivel 2	3,50	762 552
3	5,45	364 583			
4	5,45	364 583			

Fuente: elaboración propia.

- Coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación:

Extremo superior:

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{Em * I}{L} \right)_{columnas}}{\sum \left(\frac{Em * I}{L} \right)_{vigas}}$$

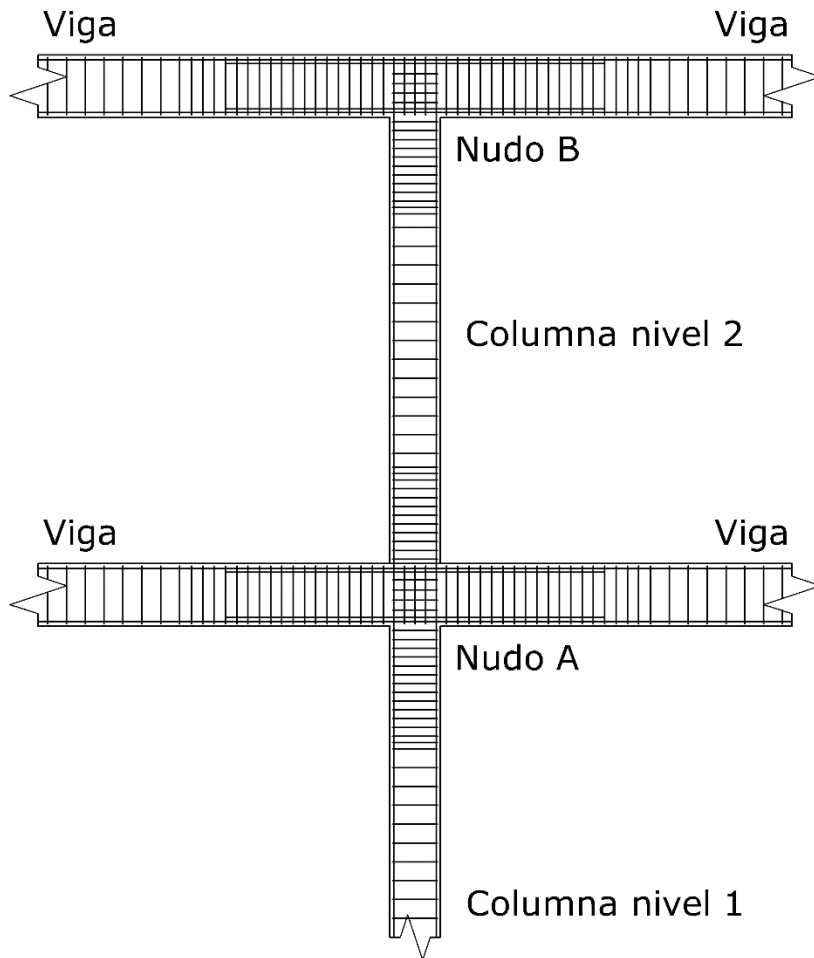
Donde:

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

I = Inercias de cada elemento estructural

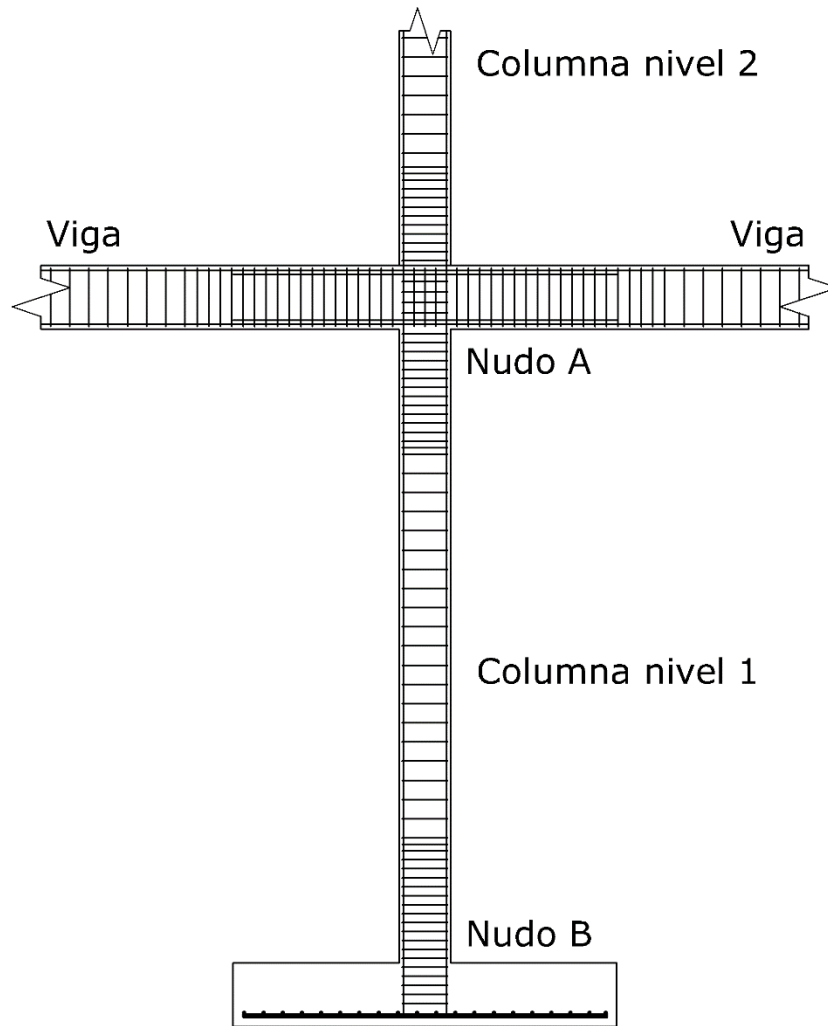
L = Longitud de cada elemento estructural

Figura 68. **Esquema de viga-columna, nivel 2**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Figura 69. Esquema de viga-columna, nivel 1



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

$$\psi_a = \frac{1 * 762\,552}{490} + \frac{1 * 762\,552}{350}$$
$$\psi_a = \frac{1 * 364\,583}{545} + \frac{1 * 364\,583}{545}$$
$$\psi_a = 2,7916$$

Extremo inferior: $\Psi_b = 0$ (empotramiento en la base)

$$\text{Promedio } \Psi_p = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2} = \frac{2,7916 + 0}{2}$$

$$\Psi_p = 1,40$$

- Coeficiente K :

$$K = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{para } \Psi_p < 2$$

$$K = 0,9 * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{para } \Psi_p \geq 2$$

$$\text{Entonces: } K = \frac{20 - 1,40}{20} * \sqrt{1 + 1,40}$$

$$K = 1,44$$

- Esbeltez de la columna

$$E = \frac{K * Lu}{\sigma}$$

Donde: $\sigma = 0,30 * (\text{lado menor}) \rightarrow$ para columnas rectangulares

$$E = \frac{1,44 * 4,90}{(0,30 * 0,55)} = 42,76 \quad (\text{columna intermedia; } 21 < E < 100)$$

La esbeltez de esta columna en el sentido X se determinó con el mismo procedimiento del sentido Y. Según los resultados de E , la columna se clasifica como intermedia, por lo que se deben magnificar los momentos actuantes.

- Magnificación de momentos

Los momentos sin desplazamiento lateral no amplificados en los extremos de las columnas son sumados a los momentos por desplazamiento lateral amplificados en los mismos puntos. Generalmente, uno de los momentos extremos resultantes es el momento máximo en la columna. Sin embargo, en columnas esbeltas con elevadas cargas axiales el punto de momento máximo puede estar entre los extremos de la columna, de tal forma que los momentos extremos dejan de ser los momentos máximos.

Para este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de los desplazamientos laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos del desplazamiento.

Sentido Y:

- Factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta d = \frac{CMU}{CU} = \frac{998 + 578}{2\ 596}$$

$$\beta d = 0,6071$$

- Total del material:

$$EI = \frac{Ec * Ig}{2,5(1 + \beta d)}$$

Donde:

$$Ec = 15\,100 \sqrt{f'_c} \rightarrow \text{módulo de elasticidad del concreto}$$

$$Ig = \frac{b * h^3}{12} \rightarrow \text{inercia bruta del elemento}$$

$$EI = \frac{(15\,100 \sqrt{280}) * \left(\frac{55 * 55^3}{12}\right)}{2,5(1 + 0,6071)} = 4,80 * 10^{10} \text{ Kg} \cdot \text{cm}^2 \rightarrow EI = 4\,795 \text{ Ton} \cdot \text{m}^2$$

- Carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * (EI)}{(K * Lu)^2} = \frac{\pi^2 * (4\,795)}{(1,44 * 4,90)^2} = 951 \text{ Ton}$$

- Magnificación de momento:

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{Pu}{\phi P_{cr}}\right)} \geq 1$$

Donde:

$$\phi = 0,70 \text{ para estribos y } 0,75 \text{ para zunchos.}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{107,24}{0,70 * 951} \right)} = 1,19 \rightarrow \delta_y = 1,19$$

- Momentos de diseño:

$$Md = \delta * Mu$$

$$Md_y = 1,19 * 24\ 930$$

$$Md_y = 29\ 718\ Kg \cdot m$$

Sentido X:

- Para este caso el resultado del factor de magnificación de momento en el sentido “y” es el mismo que en el sentido “x”.

$$Md_x = 1,19 * 21\ 312$$

$$Md_x = 25\ 405\ Kg \cdot m$$

- Refuerzo longitudinal

Las columnas están sometidas a carga axial y momento biaxial, por lo que se aplica el método de Bresler, el cual es sencillo y da cálculos exactos. El método consiste en que, dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular el sistema de cargas resistentes. A continuación, se describe este método:

Límite de acero: según el código ACI 318-99, capítulo 10.9.1.

- El área de acero en una columna debe estar dentro de los límites siguientes: $1\% Ag \leq As \leq 8\% Ag$

$$As_{min} = 0,01(55 * 55) = 30,25 \text{ cm}^2$$

$$As_{m\acute{a}x} = 0,08(55 * 55) = 242 \text{ cm}^2$$

Se utiliza el 2,68 %

$$2,68\% Ag = 0,0268(3\ 025) = 81,07 \text{ cm}^2$$

$$As = 81,07 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto: 16 No. 8 = 16 (5,07) = 81,12 cm^2

Utilizando el diagrama de interacción para diseño de columnas (ver anexos), los valores son:

- Valor de la gráfica:

$$\gamma = \frac{H_{n\acute{u}cleo}}{H_{columna}} = \frac{b - 2 * rec}{h} = \frac{0,55 - 2 * 0,03}{0,55}$$

$$\gamma = 0,89 \cong 0,90$$

- Valor de la curva:

$$\rho_{tu} = \frac{As * f_y}{Ag * 0,85 f'_c} = \frac{81,12 * 4\ 200}{(55 * 55) * 0,85 * 280}$$

$$\rho_{tu} = 0,47$$

- Excentricidades:

$$e_x = Md_x / Pu = 25\ 405 / 107\ 244$$

$$e_x = 0,24$$

$$e_y = Md_y/Pu = 29\,718/107\,244$$

$$e_y = 0,28$$

- Con las excentricidades se calcula el valor de las diagonales:

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,30}{0,55} = 0,43$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,34}{0,55} = 0,50$$

Con los valores obtenidos, se buscan los valores de los coeficientes K'_x y K'_y , siendo estos:

$$K'_x = 0,95$$

$$K'_y = 0,92$$

Cálculo de las resistencias de la columna a una excentricidad dada:

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

$$P'u_x = K'_x * \phi * f'_c * b * h = 1,10(0,70 * 280 * 55 * 55)$$

$$P'u_x = 563\,255\,Kg$$

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

$$P'u_y = K'_y * \phi * f'_c * b * h = 0,85(0,70 * 280 * 55 * 55)$$

$$P'u_y = 545\,468\,Kg$$

- Carga axial de resistencia para la columna:

$$P'_{o} = \phi [0,85 * f'_{c} (A_{g} - A_{s}) + A_{s} * f'_{y}]$$

$$P'_{o} = 0,70 [0,85 * 280 (3\ 025 - 81,12) + 81,12 * 4\ 200]$$

$$P'_{o} = 728\ 943\ Kg$$

- Carga de resistencia de la columna:

$$P'_{u} = \frac{1}{\frac{1}{P'_{u_x}} + \frac{1}{P'_{u_y}} - \frac{1}{P'_{o}}}$$

$$P'_{u} = \frac{1}{\frac{1}{563\ 255} + \frac{1}{545\ 668} - \frac{1}{728\ 943}}$$

$$P'_{u} = 447\ 060\ Kg$$

Según este resultado $P'_{u} > P_{u}$, por lo que el armado propuesto resiste las cargas aplicadas, en caso contrario se deberá aumentar el área de acero hasta que cumpla con la condición.

- Acero transversal

En zonas sísmicas, como en Guatemala, se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas, esto se logra por medio del confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la misma. En los elementos con bajos niveles de la carga axial, la necesidad de armadura transversal de confinamiento disminuye y los requerimientos relativos a la prevención del pandeo de las barras longitudinales se vuelven menos críticos.

Según el ACI 318-99, capítulo 2, las armaduras empleadas para resistir esfuerzos de corte y de torsión en un elemento estructural pueden ser estribos, amarras, zunchos.

Para el refuerzo transversal debe tomarse en cuenta:

- Esfuerzo de corte que resiste el concreto (V_{cu})

$$V_{cu} = \phi * 0,53\sqrt{f'_c} * (b * d), \text{ donde: } \phi = 0,85 \text{ para corte}$$

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53\sqrt{280} * (55 * 52) = 21\ 560 \text{ Kg}$$

Corte actuante, según lo establecido al principio del cálculo de diseño de columnas:

$$V_a = 7\ 581 \text{ Kg}$$

- Requerimientos de armado para confinamiento

Se armará una longitud de confinamiento (L_o) a partir del rostro de la viga. La longitud de confinamiento será el valor mayor de las siguientes condiciones:

- El lado mayor de la columna = 0,55 m.
- 1/6 de la altura libre de la columna = 4,90/6 m = 0,82 m

Entonces se toma: 0,82 m

El espaciamiento de la longitud de confinamiento (S_o) será el menor de las siguientes consideraciones:

- $\frac{1}{4}$ del lado menor de la columna = $(0,55/4)m = 0,14 m$.
- $0,10 m$
- El S_o calculado
- El primer espaciamiento será igual a $S_o/2$.

S_o esta dado por:

$$S_o = \frac{2A_v}{L_n\rho}$$

En donde:

A_v = área varilla de estribo

L_n = longitud máxima no soportada por el estribo

ρ = relación volumetrica

ρ está determinada por:

$$\rho = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) * 0,85 \frac{f'_c}{f_y}$$

En donde:

A_g = área gruesa de la sección transversal de la columna

A_{ch} = área del nucleo confinado de la columna

$$\rho = 0,45 \left(\frac{(55 * 55)}{(52 * 52)} - 1 \right) * 0,85 \frac{280}{4 200}$$

$$\rho = 0,0030$$

Se procede a calcular S_o , utilizando varillas No. 4:

$$S_o = \frac{2A_v}{L_n \rho} = \frac{2 * 1,27}{52 * 0,0074} = 16,14 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se debe colocar estribo No. 4 @ 0,10 m en la longitud de confinamiento. Fuera de la longitud de confinamiento, los estribos tendrán el menor espaciamiento (S') de los siguientes:

- $6 * \phi_v = 6 * 2,54 \text{ cm} = 15,24 \text{ cm}$
- $0,15 \text{ m}$

En donde:

$\phi_v =$ diámetro de la barra longitudinal principal.

Entonces el armado por confinamiento quedará de la siguiente manera: estribo inicial No. 4 @ 0,08 m + 10 No. 4 @ 0,10 m, los siguientes 2 @ 0,05 m en extremos, resto @ 0,15 m. Los resultados para las columnas típicas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla LXXX. Resultado de armado de columnas típicas del nivel 1

Geometría	Refuerzo longitudinal			Refuerzo transversal		
Columna	Cargas (Kg)	Momentos (Kg · m)	Refuerzo longitudinal	Cortes (Kg)	Confinar (m)	Refuerzo
Tipo 1, nivel 1, sección (m): 0,55*0,55	$P_u = 107\ 244$	$M_x = 21\ 312$	16 Var. No. 8	$V_x = 7\ 581$	$L_o = 0,82$	Primer estribo No.4 @ 0,035 m + 10 Est. No.4 @ 0,1 m + 2 Est. No.4 @ 0,08m, en ambos extremos, resto @ 0,15 m
		$M_y = 24\ 930$		$V_y = 6\ 450$		
	$P'_u = 447\ 060$	$M_{dx} = 25\ 405$		$V_{cu} = 7\ 581$	$S_i = 0,10$	
		$M_{dy} = 29\ 718$				

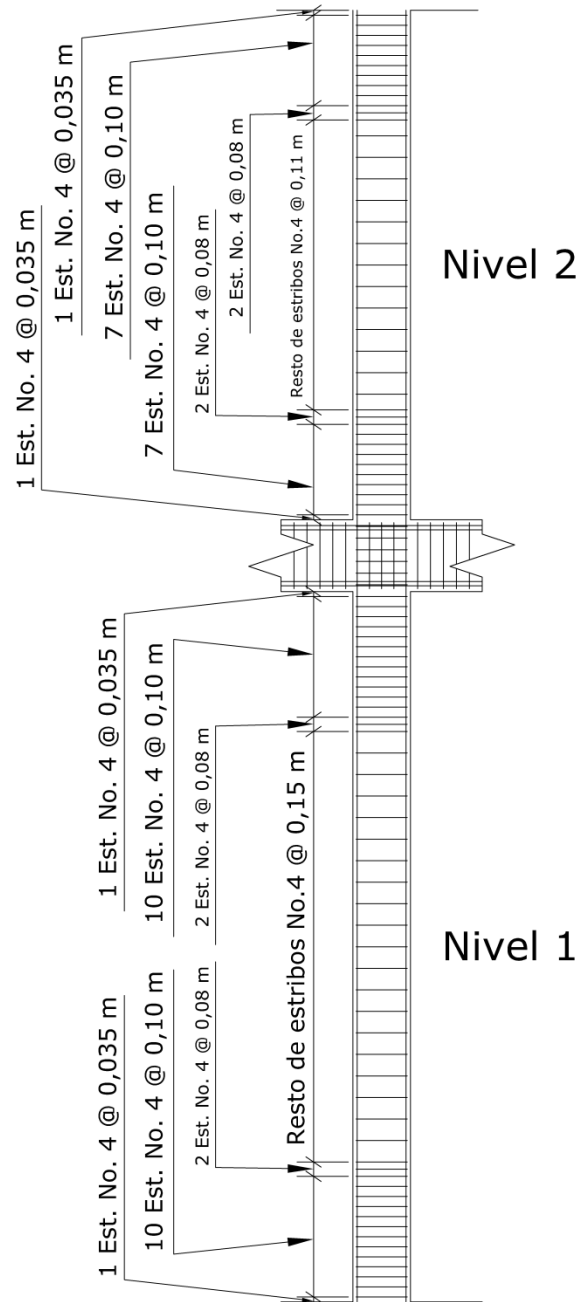
Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXI. Resultado de armado de columnas típicas del nivel 2

Geometría	Refuerzo longitudinal			Refuerzo transversal		
Columna	Cargas (Kg)	Momentos (Kg · m)	Refuerzo longitudinal	Cortes (Kg)	Confinar (m)	Refuerzo
Tipo 1, nivel 2, sección (m): 0,55*0,55	$P_u = 31\ 739$	$M_x = 8\ 706$	16 Var. No. 6	$V_x = 4\ 327$	$L_o = 0,58$	Primer estribo No.4 @ 0,035 m + 7 Est. No.4 @ 0,1 m + 2 Est. No.4 @ 0,08m, en ambos extremos, resto @ 0,11 m
		$M_y = 11\ 002$		$V_y = 5\ 672$		
	$P'u = 211\ 590$	$M_{dx} = 8\ 985$		$V_{cu} = 5\ 672$	$S_i = 0,10$	
		$M_{dy} = 11\ 354$				

Fuente: elaboración propia.

Figura 70. Armado por corte de columnas típicas, niveles 1 y 2



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

2.1.6.11.4. Análisis y diseño de cimientos

- Zapata tipo 1 (zapata cuadrada)

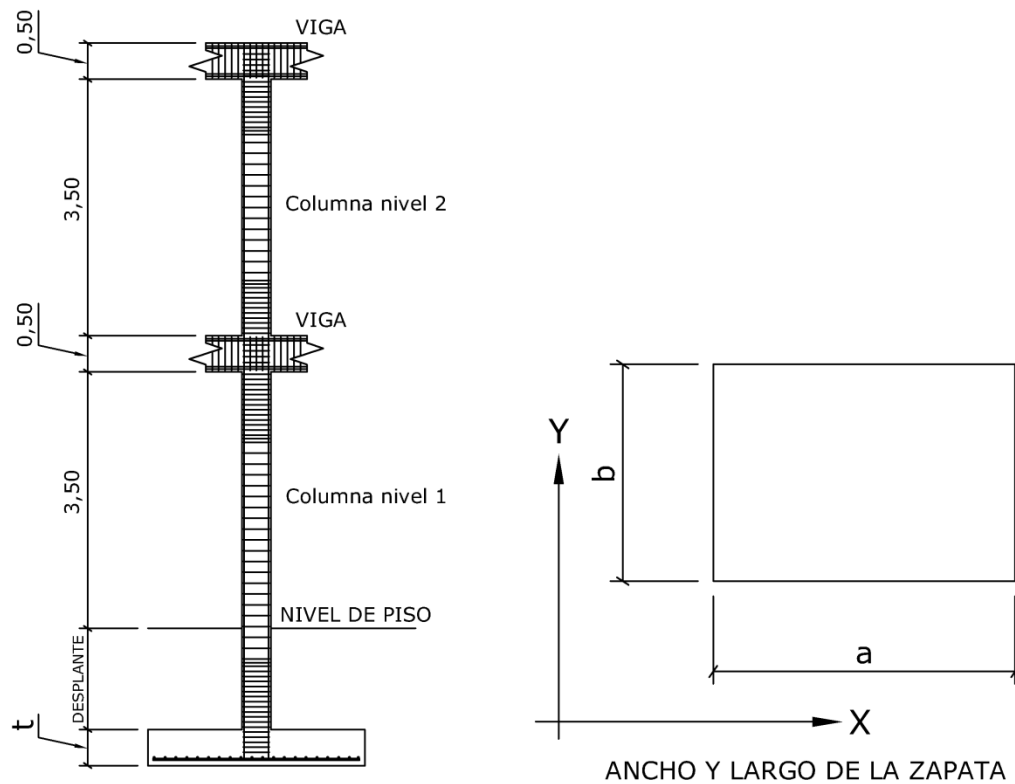
La cimentación es la parte estructural del edificio encargada de transmitir las cargas al terreno, la finalidad de la cimentación es sustentar estructuras, garantizando la estabilidad y evitando daños a los materiales estructurales y no estructurales. Un cimiento es aquella parte de la estructura que recibe la carga de la construcción y la transmite al terreno por medio del ensanchamiento de su base, puede ser superficial, profundo o especial.

Generalmente, toda construcción sufre un asentamiento en mayor o menor grado, lo cual depende de lo adecuado que haya sido el estudio de la mecánica de suelos y la cimentación escogida. No obstante, un asentamiento no causará mayores problemas cuando el hundimiento sea uniforme y se hayan tomado las debidas precauciones para ello. Sin embargo, en las cimentaciones aisladas y en las corridas, con frecuencia aparecen hundimientos diferenciales más pronunciados en el centro de la construcción. Esto se debe principalmente a la presencia de los bulbos de presión y a la costumbre generalizada de mandar mayores cargas en la parte central de la edificación. Por lo anterior resulta más conveniente cargar el edificio en los extremos que en el centro y diseñar la cimentación, de tal manera que esta permanezca muy bien ligada entre sí.

Si el peso de la construcción hace que las zapatas empiecen a juntarse, es mejor optar por la cimentación corrida o losas de cimentación. Cuando el peso de un edificio es muy grande, al grado que el terreno es ya incapaz de soportarlo, será entonces necesario recurrir a los pilotes, pilas o cajones, para

transmitir la carga a otros estratos más profundos y resistentes del suelo. Para este proyecto se usan zapatas aisladas. Los datos para diseñar las zapatas se toman del análisis estructural y del estudio de suelos realizado. Los datos para el diseño de la zapata tipo 1 son:

Figura 71. Geometría de zapata tipo 1



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

$$\begin{array}{lll}
 M_x = 21\,312 \text{ Kg} \cdot \text{m} & M_y = 24\,930 \text{ Kg} \cdot \text{m} & P_u = 107\,244 \text{ Kg} \\
 F_{CU} = 1,50 & q_d = 30,00 \text{ Ton}/\text{m}^2 & \gamma_{\text{suelo}} = 1,88 \text{ Ton} \cdot \text{m}^3
 \end{array}$$

En cuanto al área de zapata, la losa de la zapata y su peralte, se dimensionan según las cargas aplicadas y las reacciones inducidas.

- Cargas de trabajo:

$$P' = \frac{Pu}{F_{CU}} = \frac{107\,244}{1,50} = 71\,496 \text{ Kg}$$

$$M'_x = \frac{M_x}{F_{CU}} = \frac{21\,312}{1,50} = 14\,208 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$M'_y = \frac{M_y}{F_{CU}} = \frac{24\,930}{1,50} = 16\,620 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

- Predimensionamiento:

$$\sigma_{axial} = 1,5 * \frac{P'}{A} = \rho_{suelo}$$

$$Az = 1,50 * \frac{P'}{q_d}$$

$$Az = 1,50 * \frac{71\,496}{30\,000} = 3,57 \text{ m}^2$$

La raíz cuadrada del área es: $\sqrt{3,57} = 1,89 \text{ m}$. Como los momentos actuantes son muy similares en los ejes x, y, se propone una zapata cuadrada. Dando dimensiones aproximadas, se propone usar $3,00 \times 3,00$, para obtener un área de zapata: $Az = 9,00 \text{ m}^2$

- Chequeo de presión sobre el suelo:

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{M'_x}{S_x} \pm \frac{M'_y}{S_y}$$

Donde:

$$S_x = \frac{1}{6} * a * b^2$$

$$S_y = \frac{1}{6} * b * a^2$$

q no debe ser negativa, ni mayor que el valor soporte del suelo (q_d)

$$S_x = \frac{1}{6} * 3,00 * (3,00)^2 = 4,50$$

$$S_y = \frac{1}{6} * 3,00 * (3,00)^2 = 4,50$$

$$P = P' + P_{columna} + P_{suelo} + P_{zapata}$$

$$P = 71,50 + 6,82 + 22,89 + 10,80$$

$$P = 112,01 \text{ Ton}$$

$$q_{\min} = \frac{112,01}{9,00} - \frac{14,21}{4,50} - \frac{16,62}{4,50} = 5,60 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \text{ (no existe presión de tensión)}$$

$$q_{\max} = \frac{112,01}{9,00} + \frac{14,21}{4,50} + \frac{16,62}{4,50} = 19,30 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \text{ (no excede } q_d)$$

- Presión última:

$$q_{dis} = q_{\max} * F_{CU} = 19,30 * 1,50$$

$$q_{dis} = 29,30 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

- Espesor de la zapata: según el ACI 318-99, capítulo 7.7.1, inciso a, el recubrimiento del refuerzo no debe ser menor que 0,075 m, cuando el concreto es colocado contra el suelo y permanentemente expuesto a él, también considera la altura mínima de las zapatas sobre la armadura

inferior, que no debe ser menor de 150 mm para zapatas apoyadas sobre el terreno, ni menor de 300 mm en el caso de zapatas apoyadas sobre pilotes. Este espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte.

$$\text{Asumir } t = 0,60 \text{ m}$$

- Chequeo por corte simple: la sección crítica para esfuerzos de corte se localiza en un plano vertical, paralelo a la cara de la columna, la falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna, por lo que se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante.

Peralte efectivo usando varilla No. 8:

$$d = t - \frac{\emptyset}{2} - rec \qquad d = 50 - \frac{1,91}{2} - 7.5$$

$$d = 51,23 \text{ cm}$$

Corte actuante = V_a

$$Va_x = A_x * q_{dis} = (0,7095 * 3,00) * 29,30 = 62,66 \text{ Ton}$$

$$Va_y = A_y * q_{dis} = (0,7095 * 3,00) * 29,30 = 62,66 \text{ Ton}$$

Esfuerzo de corte que resiste el concreto (V_{cu})

$$V_{cu} = \frac{\phi * 0,53\sqrt{f'_c} * (b * d)}{1\ 000}, \qquad \text{donde: } \phi = 0,85 \text{ para corte}$$

$$V_{cu_x} = \frac{0,85 * 0,53\sqrt{280} * (300 * 51,23)}{1\ 000} = 115,86 \text{ Ton}$$

$$V_{cu_y} = \frac{0,85 * 0,53\sqrt{280} * (300 * 51,23)}{1\ 000} = 115,86\ Ton$$

Comparar $V_{cu} > V_a$, en ambos ejes es mayor, por lo tanto, cumple.

- Chequeo por corte punzonante: la columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna.

$$V_a = A * q_{dis} = (3,00 * 3,00 - 1,07 * 1,07) * (29,30) = 230,67\ Ton$$

$$V_{cu} = \frac{\phi * 1,06\sqrt{f'_c} * (\beta_o * d)}{1\ 000},$$

Donde:

$$\phi = 0,85\ para\ corte$$

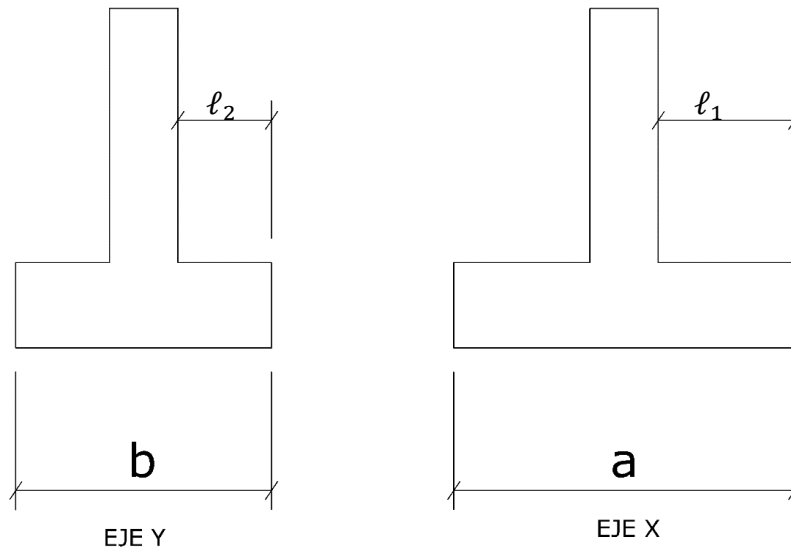
$$\beta_o = \text{perímetro del área de punzonamiento}$$

$$V_{cu} = \frac{0,85 * 1,06\sqrt{280} * (107 * 4) * 51,23}{1\ 000} = 328,20\ Ton$$

Comparar $V_{cu} > V_a \rightarrow V_{cu} = 328,20 > V_a = 230,67$, por lo tanto sí chequea.

Diseño de refuerzo: se calcula el refuerzo de la forma siguiente:

Figura 72. Elevaciones de zapata



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Donde:

$$\ell_2 = \frac{b - col_y}{2}$$

$$\ell_1 = \frac{a - col_x}{2}$$

$$\ell_2 = \frac{3,00 - 0,55}{2} = 1,23 \text{ m}$$

$$\ell_1 = \frac{3,00 - 0,55}{2} = 1,23 \text{ m}$$

Refuerzo en eje X

- Momento último – se toma la losa en voladizo:

$$Mu_x = \frac{q_{dis} * \ell_1^2}{2} = \frac{(29,30 * 1\ 000) * (1,23)^2}{2}$$

$$Mu_x = 22\ 164 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Donde ℓ es la distancia del rostro de la columna al borde de la zapata.

- Área de acero:

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu_x * b}{0,003825 * f'_c}} \right] * 0,85 * \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$A_{s_{min1}} = \left[\frac{14,1}{f_y} \right] * b * d$$

$$A_{s_{min2}} = \left[0,8 * \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \right] * b * d$$

Para los datos de diseño:

$$Mu_x = 23\,821 \text{ Kg} \cdot \text{m} \quad b = 100 \text{ cm} \quad d = 51,23 \text{ cm} \quad No. \text{ var} = 8$$

Se tiene que:

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 51,23 - \sqrt{(100 * 51,23)^2 - \frac{22\,164 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\,200} \right)$$

$$A_{s_{req}} = 11,68 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min1}} = \left[\frac{14,1}{4\,200} \right] * 100 * 51,23 = 17,20 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min2}} = \left[0,8 * \frac{\sqrt{280}}{4\,200} \right] * 100 * 51,23 = 16,33 \text{ cm}^2$$

Se toma el mayor, $A_{s_{min}} = 17,20 \text{ cm}^2$ con varilla No. 8

No. de varillas a utilizar:

$$Var * eje = \frac{As}{\text{Área varilla}}$$

$$Var * eje = \frac{17,20}{5,07} = 3,39 \text{ varillas, se aproxima al mayor}$$

$$Var * eje = 4 \text{ No. 8}$$

Separación entre varillas:

$$S = \frac{b - rec}{Var * eje}$$

S debe de cumplir: $S < 0.30 \text{ m}$

$$S = \frac{100 - 7,5}{4} = 23,13 \text{ cm} \rightarrow S = 23 \text{ cm (separación entre varillas)}$$

- Refuerzo en eje Y

Con varilla No. 8, el nuevo peralte efectivo es:

$$d_y = d - \emptyset_x - \frac{\emptyset_y}{2} = 51,23 - 2,54 - \frac{2,54}{2}$$

$$d_y = 47,42 \text{ cm}$$

- Momento último:

$$Mu_y = \frac{q_{dis} * \ell_2^2}{2} = \frac{(29,30 * 1\ 000) * (1,23)^2}{2}$$

$$Mu_y = 22\ 164 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Donde ℓ es la distancia del rostro de la columna al borde de la zapata.

- Área de acero:

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M u_y * b}{0,003825 * f'_c}} \right] * 0,85 * \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$A_{s_{min1}} = \left[\frac{14,1}{f_y} \right] * b * d$$

$$A_{s_{min2}} = \left[0,8 * \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \right] * b * d$$

Para los datos de diseño:

$$M u_y = 22\ 164\ Kg \cdot m \quad b = 100\ cm \quad d = 47,42\ cm \quad No.\ var = 8$$

Se tiene que:

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 47,42 - \sqrt{(100 * 47,42)^2 - \frac{22\ 164 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\ 200} \right)$$

$$A_{s_{req}} = 12,66\ cm^2$$

$$A_{s_{min1}} = \left[\frac{14,1}{4\ 200} \right] * 100 * 47,42 = 15,92\ cm^2$$

$$A_{s_{min2}} = \left[0,8 * \frac{\sqrt{280}}{4\ 200} \right] * 100 * 47,42 = 15,11\ cm^2$$

Se toma el mayor, $A_{s_{min}} = 15,92\ cm^2$ con varilla No. 8

No. de varillas a utilizar:

$$Var * eje = \frac{As}{\text{Área varilla}}$$

$$Var * eje = \frac{15,92}{5,07} = 3,14 \text{ varillas, se aproxima al mayor}$$

$$Var * eje = 4 \text{ No. 8}$$

Separación entre varillas:

$$S = \frac{b - rec}{Var * eje}$$

S debe de cumplir: $S < 0,30 \text{ m}$

$$S = \frac{100 - 7,5}{4} = 23,13 \text{ cm} \rightarrow S = 23 \text{ cm (separación entre varillas)}$$

Tabla LXXXII. **Refuerzo en zapata tipo 1**

ZAPATA	DATOS	DIMENSIONES	CORTE (Ton)	REFUERZO
T - 1	$M_x = 21\,312 \text{ Kg} \cdot \text{m}$	$a = 3,00 \text{ m}$	SIMPLE	$Mu_x = 22\,164 \text{ Kg} \cdot \text{m}$
			$Va_x = 62,66 \text{ Ton}$	$As_{req} = 11,68 \text{ cm}^2$
	$M_y = 24\,930 \text{ Kg} \cdot \text{m}$	$b = 3,00 \text{ m}$	$Va_y = 62,66 \text{ Ton}$	$As_{min} = 17,20 \text{ cm}^2$
	$Pu = 107\,244 \text{ Kg}$	$A = 9,00 \text{ m}^2$	$Vcu_x = 115,86 \text{ Ton}$	No. 8 @ 0,23 m
			$Vcu_y = 115,86 \text{ Ton}$	$Mu_y = 22\,164 \text{ Kg} \cdot \text{m}$
	$F_{cu} = 1,50$	$t = 0,60 \text{ m}$	PUNZONANTE	$As_{req} = 12,66 \text{ cm}^2$
			$Va = 230,67 \text{ Ton}$	$As_{min} = 15,92 \text{ cm}^2$
		$Vcu = 328,20 \text{ Ton}$	No. 8 @ 0,23 m	

Fuente: elaboración propia.

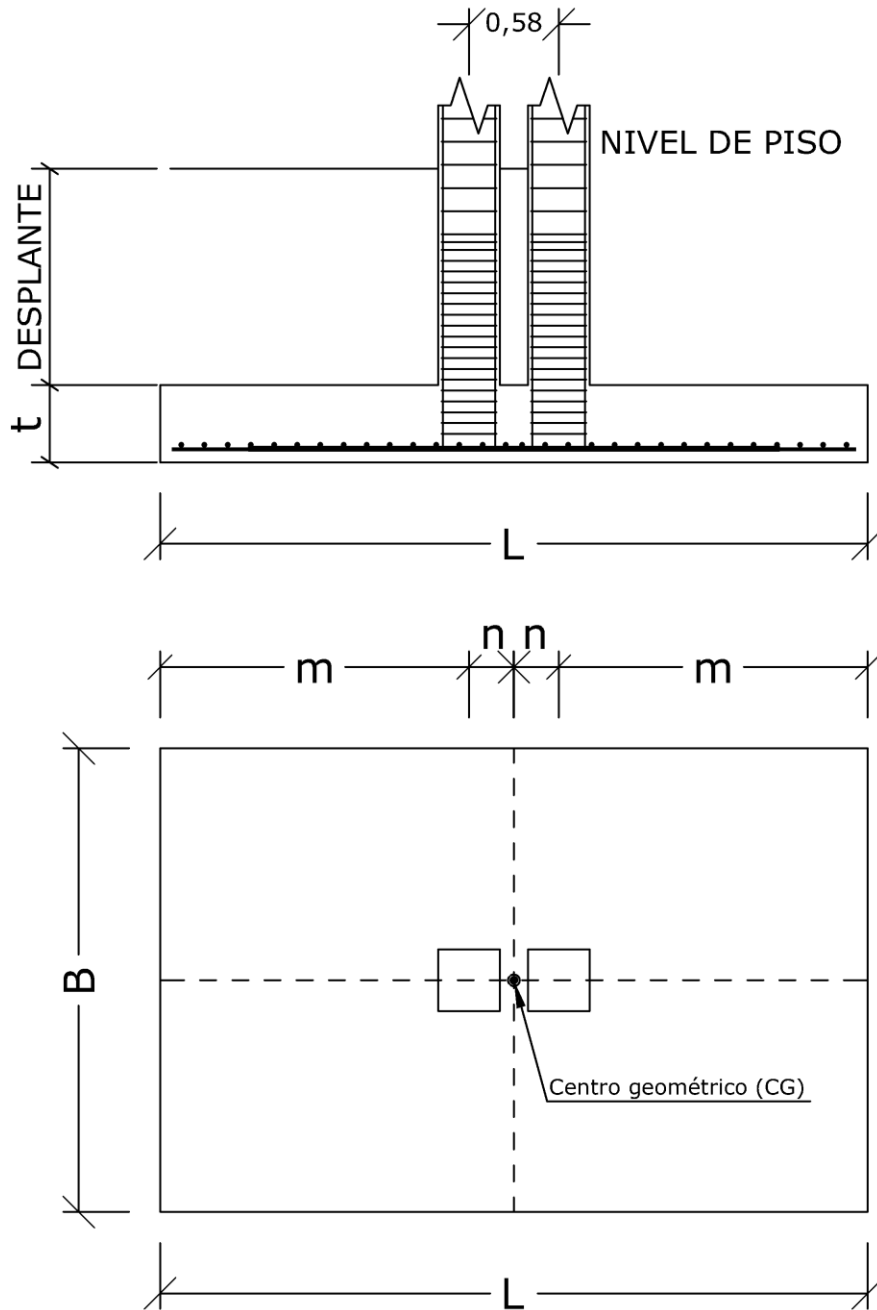
- Zapata tipo 2 (zapata combinada)

Se diseñará la zapata combinada que resistirá las columnas que están ubicadas en los ejes E, F y el eje 8. Para efectos de diseño se nombrarán las columnas como 1 y 2 a las columnas de los ejes E y F, respectivamente.

- Datos de diseño:

$$\begin{array}{lll} M_{x1} = 26\,443 \text{ Kg} \cdot m & M_{y1} = 28\,031 \text{ Kg} \cdot m & Pu_1 = 61\,583 \text{ Kg} \\ M_{x2} = 21\,958 \text{ Kg} \cdot m & M_{y2} = 21\,820 \text{ Kg} \cdot m & Pu_2 = 61\,583 \text{ Kg} \\ F_{CU} = 1,50 & q_d = 30,00 \text{ Ton}/m^2 & \gamma_{suelo} = 1,88 \text{ Ton} \cdot m^3 \end{array}$$

Figura 73. Geometría de zapata tipo 2



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Se tiene que:

$$L = 2(m + n) \qquad B = \frac{R}{q * L}$$
$$R = P_1 + P_2 \qquad q_d = V_s$$

Cargas de trabajo:

$$P'_T = \frac{61\,583 \text{ Kg}}{1,50} = 41\,055 \text{ Kg}$$
$$M_{Tx1} = \frac{26\,443 \text{ Kg} \cdot \text{m}}{1,50} = 17\,629 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$
$$M_{Ty1} = \frac{28\,031 \text{ Kg} \cdot \text{m}}{1,50} = 18\,687 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$
$$M_{Tx2} = \frac{21\,958 \text{ Kg} \cdot \text{m}}{1,50} = 14\,639 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$
$$M_{Ty2} = \frac{21\,820 \text{ Kg} \cdot \text{m}}{1,50} = 14\,547 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

Predimensionamiento, se asume: $m = 2,00 \text{ m}$

$$n = 0,29 \text{ m}$$
$$L = 2(2 \text{ m} + 0,29 \text{ m}) = 4,58 \text{ m}$$
$$B = \frac{61\,583 + 61\,583}{30\,000 * 4,58} = 0,90 \text{ m}$$
$$A = 4,58 * 0,90 = 4,12 \text{ m}^2$$

De acuerdo a los datos anteriores, se proponen las siguientes dimensiones para la zapata combinada:

$$B = 3,00 \text{ m} \qquad L = 5,00 \text{ m}$$

Presiones sobre el suelo:

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{M_{Tx}}{S_x} \pm \frac{M_{Ty}}{S_y}$$

Se tiene que:

$$S = \frac{b * h^2}{6}$$

$$S_x = \frac{5 * 3^2}{6} = 7,50$$

$$S_y = \frac{3 * 5^2}{6} = 12,50$$

$$P = P_T + P_{col} + P_{suelo} + P_{cim} = 41,06 + 3,56 + 38,68 + 21,60$$

$$P = 104,90$$

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{104,90}{15} + \frac{32,27}{7,50} + \frac{33,24}{12,50}$$

$$q_{m\acute{a}x} = 13,96 \frac{Ton}{m^2} < q_d$$

$$q_{min} = \frac{104,90}{15} - \frac{32,27}{7,50} - \frac{33,24}{12,50}$$

$$q_{min} = 0,03 \frac{Ton}{m^2} > 0$$

Presi3n 3ltima de dise1o:

$$q_u = q_{m\acute{a}x} * F_{cu}$$

$$q_u = 13,96 * 1,50 = 20,94 \frac{Ton}{m^2}$$

$$q_u = q_{min} * F_{CU}$$

$$q_u = 0,03 * 1,50 = 0,045 \frac{Ton}{m^2}$$

Se encuentra una expresión matemática que describa cómo varía la presión en la zapata en función de la distancia. Utilizando una relación de triángulos se tiene que:

$$\frac{5,0}{20,94 - 0,05} = \frac{x}{q_d(x) - 0,05}$$

$$q_d(x) = 4,18x + 0,01$$

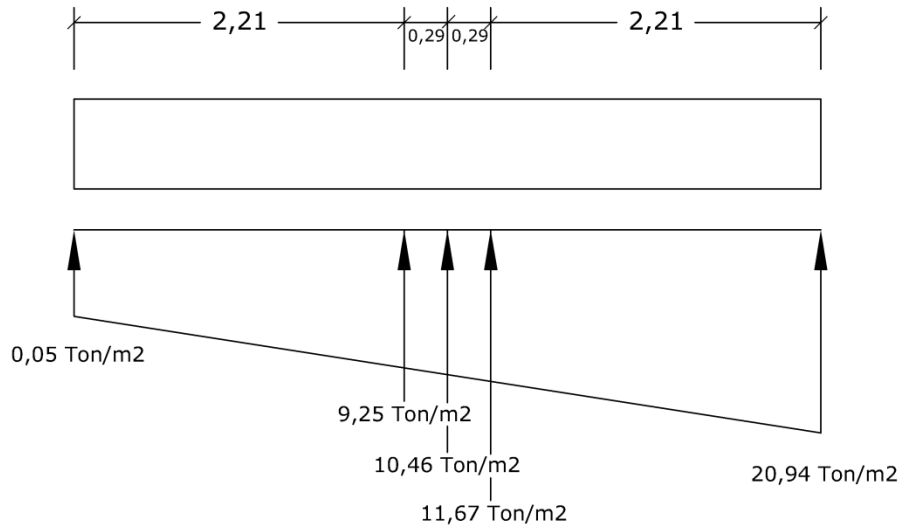
Se valúan los siguientes puntos en la función:

$$x = 2,21, \quad q_d(x) = 4,18(2,21) + 0,01 = 9,25 \frac{Ton}{m^2}$$

$$x = 2,50, \quad q_d(x) = 4,18(2,50) + 0,01 = 10,46 \frac{Ton}{m^2}$$

$$x = 2,79, \quad q_d(x) = 4,18(2,79) + 0,01 = 11,67 \frac{Ton}{m^2}$$

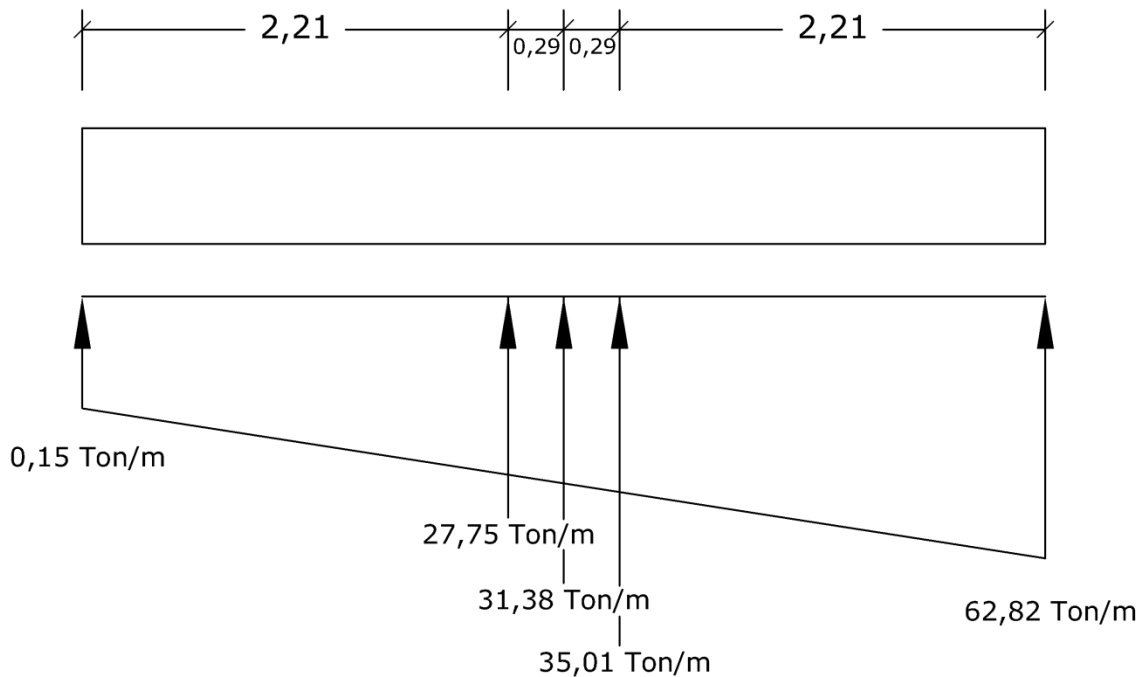
Figura 74. Variación de presión última bajo el cimiento



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Las presiones últimas por metro lineal se obtienen de $W = b * q_d$. En donde: $b = 3 m$, por lo que se tiene el siguiente diagrama de presiones por metro lineal.

Figura 75. Variación de presión última por metro lineal bajo el cimiento



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Se encuentra una expresión matemática que describa cómo varía la presión en la zapata en función de la distancia. Utilizando una relación de triángulos se tiene que:

$$\frac{5,0}{62,82 - 0,15} = \frac{x}{W(x) - 0,15}$$

$$\mathbf{W(x) = 12,53x + 0,15}$$

Se valúa $W(x)$, para cuando $x_{(cg)} = 2,50$, se tiene que:

$$W(x) = 12,53(2,50) + 0,15 = 31,48 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

$$V_{ab} = (0,15 + 27,75) * 0,50 = 13,95 \text{ Ton}$$

$$V_b = V_{ab} - 61,58 = 13,95 - 61,58 = -47,63 \text{ Ton}$$

$$V_{bc} = V_b + 15,72y + 12,53y^2, \text{ cuando } V_{bc} = 0, y = 1,42 \text{ m}$$

Calcular el valor de presión última por metro lineal cuando $V_{bc} = 0, y = 1,42 \text{ m}$.

$$W(x) = 12,53(1,42) + 0,15 = 17,94 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

$$V_{cd} = (35,01 + 62,82) * 0,50 = 48,92 \text{ Ton}$$

$$V_c = V_{cd} - 61,58 = 48,92 - 61,58 = -12,66 \text{ Ton}$$

$$M_{ab} = \frac{0,15 * 1^2}{2} + \frac{12,53 * 1^2}{3} = 4,25 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{12,53 * 1^2}{2} + \left(\frac{31,38 * 1^2}{3} \right) * \frac{1}{3} - 47,63 * 1,00 = -37,88 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{cd} = \frac{35,01 * 1^2}{2} + \left(\frac{12,53 * 1^2}{2} \right) * \frac{2}{3} = 21,68 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

Chequeo por corte simple:

Asumiendo: $t = 0,60 \text{ m}$ y Barras No. 8

$$d = 60 - 7,5 - \frac{2,54}{2} = 51,23 \text{ cm}$$

$$V_{m\acute{a}x} = 47,63 \text{ Ton}$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 300 * 51,23 = 115,86 \text{ Ton}$$

$$V_r > V_{m\acute{a}x}, \text{ si cumple}$$

Chequeo por corte punzonante:

- Área punzonante:

$$A_p = (b + d)^2 = (0,55 + 0,51)^2 = 1,12 \text{ m}^2$$

- Corte actuante:

$$V_{act} = Pu - A_p * q_{dis} = 61,58 - 1,12 * 11,67$$

$$V_{act} = 48,51 \text{ Ton}$$

- Corte resistente:

$$b_o = 2(a + d) + 2(b + d)$$

$$b_o = 2(55,00 + 51,23) + 2(55,00 + 51,23) = 424,92 \text{ cm}$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b_o * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 424,92 * 51,23$$

$$V_{res} = 164,10 \text{ Ton}$$

$$V_{res} > V_{act}, \text{ si cumple}$$

- Diseño a flexión:

$$A_{S_{min1}} = \left[\frac{14,1}{4 \cdot 200} \right] * 100 * 51,23 = 17,20 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{min2}} = \left[0,8 * \frac{\sqrt{280}}{4 \cdot 200} \right] * 100 * 51,23 = 16,33 \text{ cm}^2$$

Usar el más crítico, en este caso $As_{\min} = 17,20 \text{ cm}^2$

- Refuerzo mínimo en el ancho de 5,00 m.

$$As_{\min 1} = \left[\frac{14,1}{4 \cdot 200} \right] * 500 * 51,23 = 86,00 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min 2} = \left[0,8 * \frac{\sqrt{280}}{4 \cdot 200} \right] * 500 * 51,23 = 81,65 \text{ cm}^2$$

Usar el más crítico, en este caso $As_{\min} = 86,00 \text{ cm}^2$

- Momento resistente

El momento resistente con una franja $B = 5,00 \text{ m}$ y $As = 86,00 \text{ cm}^2$

$$Mr = 0,9 * \left[f_y * As * d - \left(\frac{As * f_y}{1,70 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$Mr = \frac{0,9 * \left[4 \cdot 200 * 86,00 * 51,23 - \left(\frac{86,00 * 4 \cdot 200}{1,70 * 280 * 500} \right) \right]}{100 * 1 \cdot 000} = 166,54 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{res} = 166,54 \text{ Ton} \cdot \text{m} > M_{act} = 37,88, \text{ si resiste}$$

Separación entre varillas:

$$S = \frac{As_{varilla} * (franja)}{As}$$

S debe de cumplir: $S < 0,30 \text{ m}$

$$S = \frac{5,07 * 500}{86,00} = 29,48 \rightarrow S = 28 \text{ cm (separación entre varillas)}$$

Se utilizarán varillas No.8 @ 0,28 m → En la dirección x

- Refuerzo mínimo en el ancho de 3,00 m.

$$As_{min1} = \left[\frac{14,1}{4 \cdot 200} \right] * 300 * 51,23 = 51,60 \text{ cm}^2$$

$$As_{min2} = \left[0,8 * \frac{\sqrt{280}}{4 \cdot 200} \right] * 300 * 51,23 = 49,00 \text{ cm}^2$$

Usar el más crítico, en este caso $As_{min} = 51,60 \text{ cm}^2$

- Momento resistente

El momento resistente con una franja $B = 3,00 \text{ m}$ y $As = 51,60 \text{ cm}^2$

$$Mr = 0,9 * \left[f_y * As * d - \left(\frac{As * f_y}{1,70 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$Mr = \frac{0,9 * \left[4 \cdot 200 * 51,60 * 51,23 - \left(\frac{51,60 * 4 \cdot 200}{1,70 * 280 * 300} \right) \right]}{100 * 1 \cdot 000} = 99,92 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{res} > M_{act}, \text{ si resiste}$$

Separación entre varillas:

$$S = \frac{As_{varilla} * (franja)}{As}$$

S debe de cumplir: $S < 0,30 \text{ m}$

$$S = \frac{5,07 * 300}{51,60} = 29,49 \rightarrow S = 28 \text{ cm (separación entre varillas)}$$

Se utilizarán varillas No. 8 @ 0,28 m → En la dirección y

- Armado por temperatura:

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * b * t = 0,002 * 500 * 60 = 60,00 \text{ cm}^2$$

Separación entre varillas:

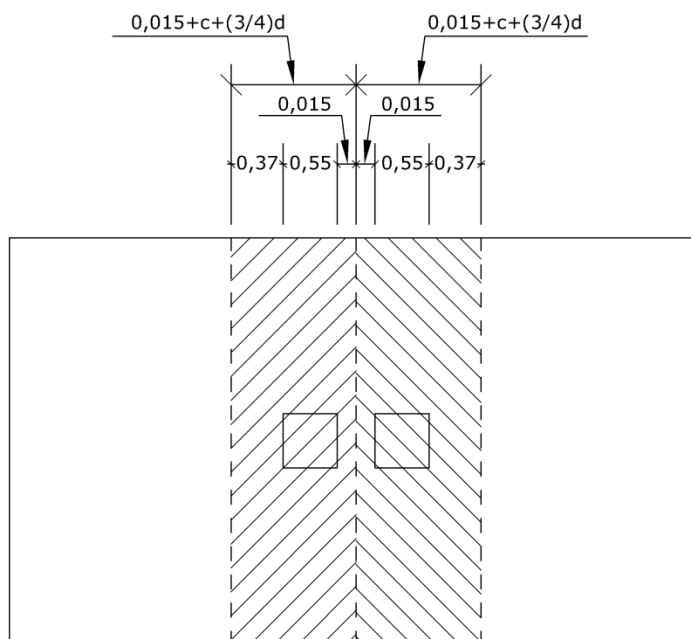
$$S = \frac{A_{s_{varilla}} * (franja)}{A_s}$$

S debe de cumplir: $S < 0,30 \text{ m}$

$$S = \frac{2,87 * 500}{60,00} = 23,91 \text{ cm} \rightarrow S = 25 \text{ cm (separación entre varillas)}$$

Se utilizarán varillas No. 6 @ 0,25 m

Figura 76. Vigas transversales



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Asumiendo un ancho de viga de $(0,015 + c + 3/4d)$, se chequea bajo la columna crítica 1 y, considerando que la viga será igual para las dos columnas:

$$d_{y-y} = (\text{peralte } e.) - \frac{\phi_x}{2} - \frac{\phi_y}{2} \rightarrow (51,64) - \frac{2,54}{2} - \frac{1,91}{2} = 49,42 \text{ cm}$$

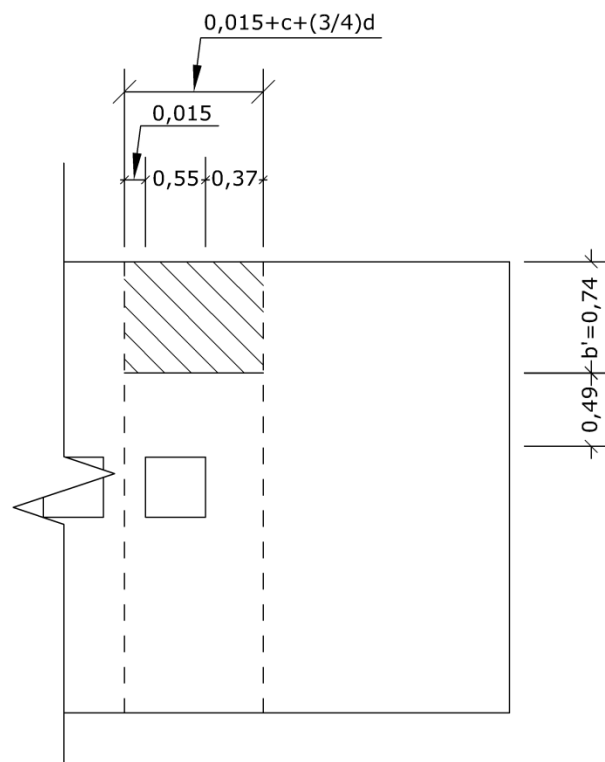
$$1,5 + c + (0,75 * d) = 1,5 + 55 + (0,75 * 49,42) = 93,565 \text{ cm}$$

La viga transversal se diseñará con la presión uniforme, causada por la carga puntual de la columna.

$$q_{dis} = \frac{Pu}{B * (0,29 + c + 0,75 * 0,49)} = \frac{61,58}{3,00 * (0,015 + 0,55 + 0,75 * 0,49)}$$

$$q_{dis} = 22,01 \frac{Ton}{m^2}$$

Figura 77. Área tributaria de corte actuante, viga transversal



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

Chequeo por corte simple:

$$V_{act} = q_{dis} * b' * (0,015 + c + (0,75 * d))$$

$$V_{act} = 22,01 * 0,74 * (0,015 + 0,55 + (0,75 * 0,49)) = 15,19 Ton$$

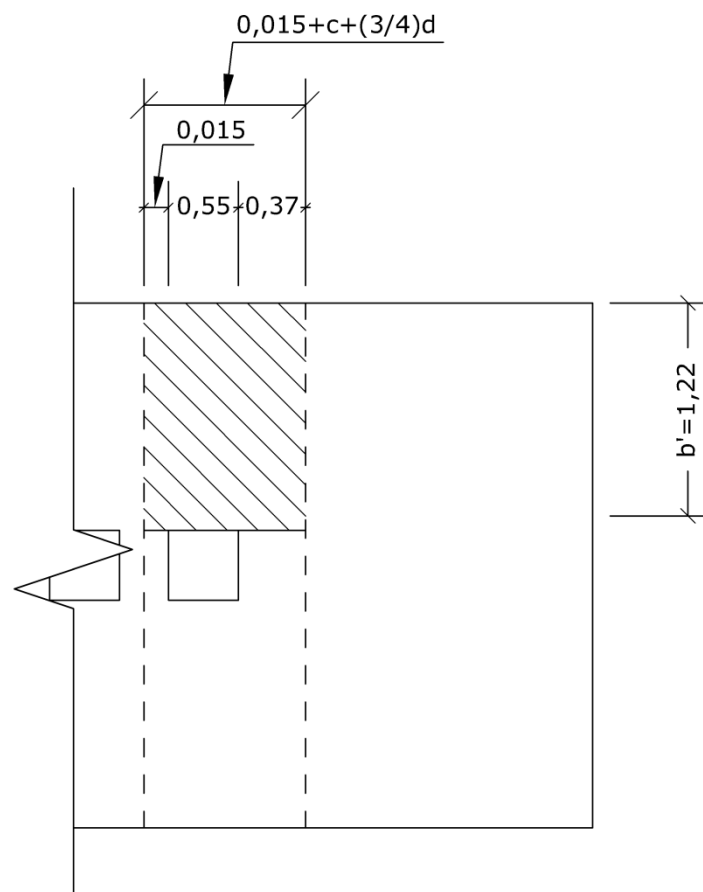
$$V_{res} = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d}{1\ 000} = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 49,42 * 121,07}{1\ 000}$$

$$V_{res} = 45,10\ Ton$$

$$V_{res} > V_{act},\ si\ cumple$$

Chequeo por flexión:

Figura 78. **Área tributaria de chequeo por flexión**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

$$M_{act} = \frac{q_d * (b')^2}{2} = \frac{22,01 * (1,22)^2}{2}$$

$$M_{act} = 16,38 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$A_{s_{req}} = \left[122 * 51,64 - \sqrt{(122 * 51,64)^2 - \frac{(16,38 * 1\ 000) * 122}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\ 200} \right)$$

$$A_{s_{req}} = 8,49 \text{ cm}^2 \cong 9,00 \text{ cm}^2$$

Separación entre varillas:

$$S = \frac{A_{s_{varilla}} * (\text{franja})}{A_s}$$

S debe de cumplir: $S < 0,30 \text{ m}$

$$S = \frac{2,89 * 122}{9,00} = 39,18 \rightarrow S = 28 \text{ cm (separación entre varillas)}$$

Se utilizarán varillas No. 6 @ 0,28 m

Tabla LXXXIII. Resumen de zapata tipo 2

ZAPATA	DATOS	DIMENSIONES	CORTE (Ton)	REFUERZO
T - 2	$M_{x1} = 26\,443\text{ Kg} \cdot \text{m}$	$B = 3,00\text{ m}$	SIMPLE	Cama inferior: Barras No. 8 en ambos sentidos @ 0,28 m + Barras No. 6 @ 0,28 m en ambos sentidos, en un área de 3,00x2,00 m, centrada en la zapata. Cama superior: Barras No. 6 @ 0,25 m, en ambos sentidos.
	$M_{x2} = 21\,958\text{ Kg} \cdot \text{m}$			
	$M_{y1} = 28\,031\text{ Kg} \cdot \text{m}$	$L = 5,00\text{ m}$	$V_{m\acute{a}x} = 47,63\text{ Ton}$	
	$M_{y2} = 21\,820\text{ Kg} \cdot \text{m}$		$V_r = 115,86\text{ Ton}$	
	$P_u = 61\,583\text{ Kg}$	$A = 15,00\text{ m}^2$	PUNZONANTE	
	$F_{cu} = 1,50$	$t = 0,60\text{ m}$	$V_{act} = 48,51\text{ Ton}$	
$V_r = 164,10\text{ Ton}$				

Fuente: elaboración propia.

2.1.7. Planos constructivos

Los planos que se adjuntan son (ver apéndice):

- Polígono del terreno.
- Curvas de nivel.
- Plantas amobladas.
- Plantas acotadas.
- Planos de acabados.
- Elevaciones y secciones.
- Planta de distribución de zapatas.
- Cimentación y columnas.
- Plantas de columnas.
- Armado de vigas.
- Armado de losas.

- Instalaciones hidráulicas – agua potable, drenaje de aguas negras y aguas servidas, drenaje pluvial.
- Instalaciones eléctricas: fuerza, iluminación, acometida eléctrica y diagrama unifilar.

2.1.8. Presupuesto

Se elaboró con base en precios unitarios, tomando en cuenta lo siguiente:

- Costo directo: está conformado por el costo de los materiales, mano de obra, maquinaria y equipo.
- Costo indirecto: en este se incluyen los renglones como dirección técnica, administración y utilidad. Se consideró un 43 % del costo directo.

Para el efecto se tomaron como base los precios de los materiales y mano de obra que se trabajan en la cabecera municipal. Algunos materiales, por motivos de disponibilidad, se cotizaron con precios de la ciudad capital.

Tabla LXXXIV. Presupuesto del edificio para el mercado municipal

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PRIMER NIVEL					
1	TRABAJOS PRELIMINARES	M ²	2 983,89	Q0,71	Q2 116,02
2	ZAPATAS CUADRADAS	U	82,00	Q16 319,57	Q1 338 204,66
3	ZAPATAS COMBINADAS	U	8,00	Q20 945,39	Q167 563,10
4	CIMIENTO CORRIDO	ML	459,07	Q496,51	Q227 932,26
5	COLUMNAS	U	90,00	Q8 384,29	Q754 585,77
6	COLUMNAS PARA MUROS	UNIDAD	194,00	Q2 704,02	Q524 579,25
7	SOLERAS	ML	1 526,00	Q301,57	Q460 202,50
8	LOSA DE CIMENTACION PARA PISO CERAMICO	M ²	2 243,15	Q172,37	Q386 658,83
9	LEVANTADO DE BLOCK (espesor t=0,15 m)	M ²	684,77	Q338,03	Q231 469,88
10	LEVANTADO DE BLOCK (t=0,10 m PIN No. 3 @ 0,60)	M ²	487,20	Q365,37	Q178 008,18
11	VIGAS	ML	844,75	Q1 260,43	Q1 064 749,49
12	LOSAS	M ²	2 343,44	Q934,61	Q2 190 206,88
13	MODULOS DE GRADAS	GLOBAL	1,00	Q93 688,94	Q93 688,94
14	RAMPA	GLOBAL	1,00	Q76 363,48	Q76 363,48
15	ELEVADOR DE CARGA	GLOBAL	1,00	Q305 000,00	Q305 000,00
SEGUNDO NIVEL					
16	COLUMNAS PARA MUROS	UNIDAD	169,00	Q1 097,34	Q185 450,78
17	COLUMNAS	U	90,00	Q5 768,28	Q519 145,12
18	SOLERAS	ML	981,00	Q301,57	Q295 844,46
19	LEVANTADO DE BLOCK (espesor t=0,15 m)	M ²	704,05	Q338,03	Q237 987,02
20	LEVANTADO DE BLOCK (espesor t=0,10 m)	M ²	385,16	Q365,37	Q140 725,85
21	VIGAS	ML	844,75	Q1 053,61	Q890 037,71
22	LOSAS	M ²	2 446,80	Q934,61	Q2 286 808,37
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL					
23	INSTALACIÓN DE DRENAJE SANITARIO	GLOBAL	1,00	Q192 197,14	Q192 197,14
24	INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE	GLOBAL	1,00	Q117 282,67	Q117 282,67
25	INSTALACIÓN DE DRENAJE PLUVIAL	GLOBAL	1,00	Q192 089,97	Q192 089,97
26	ACOMETIDA ELECTRICA	GLOBAL	1,00	Q214 613,04	Q214 613,04
27	INSTALACIONES ELECTRICAS (FUERZA)	GLOBAL	1,00	Q40 465,56	Q40 465,56
28	INSTALACIONES ELECTRICAS (ILUMINACIÓN)	GLOBAL	1,00	Q140 268,71	Q140 268,71
29	REPELLO	M ²	9 858,80	Q62,90	Q620 088,12
30	CERNIDO	M ²	9 858,80	Q73,54	Q724 979,76
31	PUERTAS Y VENTANERIA	GLOBAL	1,00	Q547 445,95	Q547 445,95
32	PISO CERAMICO	M ²	4 790,24	Q244,94	Q1 173 329,60
33	AZULEJO PARA CARNICERIAS	M ²	38,40	Q215,05	Q8 257,86
34	AZULEJO PARA BAÑOS	M ²	265,60	Q222,44	Q59 080,46
35	PINTURA PARA INTERIORES	M ²	10 604,31	Q64,62	Q685 226,06
36	CIELO FALSO	M ²	309,10	Q195,20	Q60 336,32
37	PINTURA PARA EXTERIORES	M ²	1 593,80	Q68,40	Q109 020,73
TOTAL DEL PROYECTO					Q17 442 010,50

Fuente: elaboración propia.

2.1.9. Cronograma de ejecución

Es una guía para programar la ejecución de cada renglón del proyecto (ver anexos).

2.2. Diseño de pavimento rígido para la terminal de buses

Se inicia el proceso de diseño de pavimento rígido para la terminal de buses.

2.2.1. Descripción del proyecto a desarrollar

El proyecto a desarrollar es el diseño de un pavimento rígido de cemento Portland, de 3 560,74 metros cuadrados, empezando desde los trabajos preliminares, estudio de suelos, diseño de carpeta de rodadura, presupuesto y cronograma de actividades.

2.2.2. Definición de pavimentos

Es una estructura cuya función fundamental es distribuir suficientemente las cargas concentradas de las ruedas de los vehículos, de manera que el suelo subyacente pueda soportarlas sin falla o deformación excesiva. Las condiciones que debe reunir un pavimento son: una superficie lisa, no resbaladiza, que resista la interperie y finalmente proteja el suelo de la pérdida de sus propiedades, por efecto del sol, las lluvias y el frío.

2.2.3. Tipos de pavimentos

Atendiendo a la forma de cómo se distribuyen las cargas sobre la subrasante, se definen dos tipos de pavimento: los pavimentos rígidos, que están formados por losas de concreto, los que debido a su consistencia y alto módulo de elasticidad utilizan la acción de viga para distribuir la carga en un área de suelo relativamente grande. En este tipo de pavimento, la mayor parte de la capacidad estructural es proporcionada por la losa de concreto.

Además, existen los pavimentos flexibles, los que están constituidos por asfaltos y en los cuales la carpeta de rodadura produce una mínima distribución de cargas, la cual se distribuye por el contacto de partícula a partícula en todo el espesor del pavimento y, en este caso, su capacidad estructural es proporcionada por las capas de base, sub-base y subrasante. También se puede mencionar en la clasificación de pavimentos los de tipo adoquín, que por la forma de cómo se distribuyen las cargas en las capas inferiores a la superficie de rodadura se les considera un pavimento semiflexible.

2.2.3.1. Pavimento flexible

Los materiales bituminosos empleados en la construcción de pavimentos son el asfalto y el alquitrán. En estos pavimentos las cargas del tránsito se distribuyen a través de las diferentes capas, en tal forma que los esfuerzos en el suelo de la subrasante sean los mínimos aceptables. En el medio de la construcción de pavimentos flexibles se utilizan los asfaltos de fraguado lento (S.C.), fraguado medio (M.C.) y fraguado rápido (R.C.).

2.2.3.2. Pavimentos rígidos

Es un pavimento rígido, concreto de cemento hidráulico, con o sin refuerzo, que se diseña y construye para resistir las cargas e intensidad del tránsito. Los factores que afectan al espesor de un pavimento rígido son principalmente el nivel de carga que ha de soportar, es decir, el tipo y cantidad de vehículos que pasarán sobre él, el módulo de reacción del suelo de apoyo y las propiedades mecánicas del concreto. Por lo general el pavimento consta de dos capas que son la base, muchas veces puede ser la sub-base y la losa o superficie de rodadura de concreto hidráulico.

2.2.4. Topografía

Se llama así a la descripción y delineación detallada de la superficie de un terreno de la línea preliminar seleccionada, siguiendo las señales indicadas en el reconocimiento.

La planimetría y altimetría son fundamentales en todo proyecto de ingeniería civil, como: proyectos viales, abastecimientos de agua potable, drenajes, construcción, etc. El fin de esto es obtener libretas de campo que posteriormente reflejarán las condiciones topográficas del lugar donde se ejecutará el proyecto.

2.2.4.1. Planimetría

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

se utilizó el método de conservación del azimut; para esto se utilizó un teodolito, un estadal, plomada y cinta métrica.

2.2.4.2. Altimetría

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción. Para ello es necesario medir distancias verticales, ya sea directa o indirectamente, con base en un banco de marca o punto de referencia. A todo este procedimiento se le llama nivelación.

2.2.5. Ensayos de laboratorio de suelos

Son los ensayos para clasificar el tipo de suelo en el área de trabajo, son de mucha importancia para describir y clasificarlos adecuadamente. Dentro de estos ensayos es posible determinar si el suelo cumple o no con las condiciones requeridas o hay necesidad de tratarlo o cambiarlo. Los ensayos de suelos se hicieron a partir de una muestra representativa: se tomaron dos muestras en el lindero este del terreno, la profundidad de los pozos de donde se obtuvo la muestra fue de 0,50 metros. A continuación se describen los ensayos de mayor importancia en un pavimento.

2.2.5.1. Ensayo de granulometría

El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso sirve para discernir sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado. El ensayo granulométrico se basa en dos normas que son la AASHTO-T27 y la AASHTO-T11.

El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Conocidas las composiciones granulométricas del material, se les representa gráficamente. Según los resultados obtenidos en el laboratorio, el suelo posee un 58,30 % de arena, 20,78 % de grava y 20,92 % de finos. El suelo se clasifica como arena limosa con fragmentos de grava color café.

2.2.5.2. Límites de Atterberg

A continuación, se describe en que consiste cada uno de los límites de Atterberg.

2.2.5.2.1. Límite líquido

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje, respecto del peso seco de la muestra con el cual el suelo cambia del estado líquido al estado plástico. El método que actualmente se utiliza para determinar el límite líquido es el que ideó Casagrande y su norma es AASHTO T-89. El límite líquido debe determinarse con muestras del suelo que hayan cruzado la malla o tamiz No. 40. Si el espécimen es arcilloso, es preciso que nunca haya sido secado a humedades menores que su límite plástico.

2.2.5.2.2. Límite plástico

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje de su peso secado al horno, que tiene el material cuando permite su arrollamiento en tiras de 1/8 de pulgada sin romperse y su norma es AASHTO T-90. Según los ensayos de laboratorio el suelo no posee plasticidad debido a que no se pudo formar cilindros con el material.

2.2.5.2.3. Índice plástico

Representa la variación de humedad que puede tener un suelo, que se conserva en estado plástico según AASHTO T-90. Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la calidad y del tipo arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo. Según Atterberg:

- Índice plástico = 0, entonces suelo no plástico
- Índice plástico = 7, entonces suelo tiene baja plasticidad
- Índice plástico $7 \leq I.P. \leq 17$ suelo medianamente plástico

Dado que el índice plástico es de 0 según el resultado obtenido en el laboratorio, el suelo se encuentra clasificado como un suelo no plástico.

2.2.5.3. Ensayo de compactación o Proctor modificado

La prueba de Proctor modificado se realiza según la norma AASTHO T-180. La densidad que se puede obtener en un suelo por medio de un método de compactación dado depende de su contenido de humedad. Al contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad) se le llama contenido óptimo de humedad para aquel método de compactación. En general, esta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación. Antes de la realización de este ensayo el material debe ser triturado, secado y pasado por el tamiz No. 4. Se entiende por triturado únicamente el espolvorear terrones, no así las gravas si las hubiere.

La prueba de Proctor reproduce en el laboratorio el tipo de compactación uniforme de la parte inferior hacia la superficie de la capa compactada. En este ensayo se utilizó un pistón de 10 libras y una altura de caída de 18 pulgadas, compactando en 5 capas, usando para ello 25 golpes.

Los resultados indican que posee una densidad seca máxima de 1 658,07 Kg/m³, humedad óptima de 18,00 %. La humedad que contenga el suelo representa la cantidad de agua necesaria para que el suelo pueda alcanzar el grado máximo de resistencia y acomodo de sus partículas.

2.2.5.4. Ensayo de valor soporte (CBR)

Normado por la AASHTO T-193. Este ensayo sirve para determinar el valor soporte del suelo compactado a la densidad máxima y humedad óptima, simulando las peores condiciones probables en el terreno. El ensayo de razón soporte California (CBR) se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón hasta la misma profundidad de una muestra, patrón de piedra triturada bien graduada.

Para determinar el CBR se toma, como material de comparación o patrón, piedra triturada bien graduada, que tiene un CBR igual al 100 %. Los resultados de laboratorio demuestran que la subrasante tiene un valor soporte del 71,16 %, clasificando al suelo de apto para una subrasante con una estabilización mínima.

2.2.5.5. Análisis de resultados del laboratorio de suelos

Para los resultados obtenidos de los ensayos realizados a la muestra representativa, así como las gráficas, véase apéndice. De estos resultados dependen los espesores de las diferentes capas que conforman el pavimento.

De los ensayos realizados se obtuvo que el suelo estudiado tiene las siguientes características:

Clasificación S.C.U.	=	SM
Clasificación P.R.A.	=	A – 1 – b
Descripción del suelo	=	Arena limosa con fragmentos de grava color café
Límite líquido	=	0 %
Índice plástico	=	0 %
Peso unitario seco máximo	=	1 658,07 Kg/m^3 – 103,50 lb/pe^3
Humedad óptima	=	18,00 %
CBR crítico	=	33,11 % al 89,4 % de compactación

2.2.6. Consideraciones de diseño de pavimentos rígidos

En el diseño de losas de concreto para pavimentos rígidos se debe contemplar con mucho cuidado los componentes de la losa, y si todos estos componentes son proporcionados de forma adecuada, el producto terminado resultará fuerte y durable. El concreto se produce por la interacción mecánica y química de un gran número de materiales constituyentes.

De estos materiales es vital saber las funciones de cada uno antes de concebir el concreto como producto terminado, el ingeniero deberá desarrollar

la habilidad de seleccionar los materiales adecuados y así proporcionarlos para obtener un concreto eficiente, que satisfaga los requisitos de resistencia y condiciones de servicio.

Para el diseño del pavimento rígido se va a utilizar el método simplificado de la PCA, en que se han elaborado tablas basadas en distribuciones de carga-eje para diferentes categorías de calles y carreteras. Estas tablas están formuladas para un período de diseño de 20 años y contemplan un factor de seguridad de carga. Este factor es de 1, 1.1, 1.2 y 1.3 para las categorías 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Para determinar el espesor de la losa es necesario conocer los esfuerzos combinados de la subrasante y la base, ya que mejoran la estructura del pavimento rígido. El éxito de un diseño de pavimento rígido se basa en un buen estudio de suelos, ya que este da como resultado la capacidad de absorber esfuerzo de deformación y valor soporte tanto de la sub-base como los de la base, para así poder diseñar el espesor adecuado de la carpeta de rodadura del pavimento rígido para el lugar.

2.2.6.1. Subrasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde a la estructura prevista. Los materiales que forman la sub-base deberán cumplir con ciertos requisitos para producir un pavimento de buena calidad, dichos requisitos dependen de las propiedades de los materiales que se determinan por ensayos debidamente normalizados, por la American Society for Testing Materials (ASTM) y por la American Association of

State Highways Officials (AASHTO). Los siguientes requisitos deben cumplirse en una profundidad de al menos cincuenta centímetros para calles y carreteras:

Tabla LXXXV. **Propiedades y requisitos ideales para suelo ensayado**

PROPIEDAD	REQUISITO
Tamaño máximo de partícula	7,5 cm.
Límite líquido	Mayor del 50 %
CBR	5 % mínimo
Expansión	5 % máximo
Compactación	95 % mínimo

Fuente: American Association of State Highways Officials (AASHTO).

Los suelos que no cumplan con estas condiciones deberán ser sustituidos por un material adecuado o bien ser estabilizados, aunque lo más importante es que el porcentaje de compactación alcance como mínimo el 95 %.

2.2.6.2. Subbase

Es la primera capa del pavimento rígido y está constituida por una capa de material selecto o estabilizado según el estudio de suelos, de un espesor compactado según las condiciones y características de los suelos existentes en la subrasante, pero en ningún caso menor de 10 centímetros ni mayor de 70 centímetros. Las principales funciones de la subbase son:

- Transmitir y distribuir las cargas provenientes de la base o, en el caso de un pavimento rígido, de la carpeta de rodadura.

- Servir de material de transición entre la terracería y la base, así también como elemento aislador, previniendo la contaminación de la base cuando la terracería contenga materiales muy plásticos.
- Romper la capilaridad de la terracería y drenar el agua proveniente de la base hacia las cunetas. Es importante que la sub-base y la base en su sección transversal sean interceptadas por las cunetas, para que estas drenen fácilmente el agua que aquellas eliminan.

La capa de subbase debe estar constituida por suelos de tipo granular en su estado natural o mezclados, que formen y produzcan un material que llene los siguientes requisitos:

- Valor soporte: el material debe tener un CBR, según AASHTO T-193, mínimo de 30 %, efectuado sobre una muestra saturada a 95 % de compactación según AASHTO T-180, o bien un valor de plasticidad según AASHTO T-90 mayor a 50 %.
- Piedras grandes y excesos de finos: el tamaño máximo de las piedras que contengan material de sub-base no debe exceder de 7 centímetros, el material de sub-base no deber tener más del 50 % en peso de partículas que pasen el tamiz No. 200 (0,075 mm).
- Plasticidad y cohesión: debe tener las características siguientes: la porción que pasa el tamiz No. 40 (0,425 mm) no debe tener un índice de plasticidad, según AASHTO T-90, mayor a 6, en el límite según AASHTO T-89 mayor de 25, determinados ambos sobre muestra preparada en húmedo según AASHTO T-146. Cuando las disposiciones especiales lo indiquen expresamente, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero en ningún caso mayor a 8.

2.2.6.3. Carpeta de rodadura

Es la capa sobre la cual se aplican directamente las cargas del tránsito, se coloca encima de la base cuando es un pavimento flexible y muchas veces sobre la subbase cuando es un pavimento rígido, y está formada por una mezcla bituminosa si el pavimento es flexible, o por una losa de concreto hidráulico de cemento Portland si es pavimento rígido, o por adoquines si es un pavimento semiflexible. Esta capa protege a las capas inferiores de los efectos del sol, las lluvias y las heladas, además resiste con un desgaste mínimo los esfuerzos producidos por el tránsito.

2.2.6.3.1. Juntas en el pavimento de concreto

Se forman las juntas en el pavimento de concreto para reducir los efectos de la expansión y la contracción, para facilitar el colado del concreto y para dejar espacio para la liga de las losas colindantes. Las juntas pueden ser perpendiculares a la línea central del pavimento (trasversales) y, dependiendo de la función a que se les destine, longitudinales.

2.2.6.3.2. Juntas transversales de expansión

La función principal de una junta de expansión en un pavimento de concreto es permitir el movimiento de la losa debido a cambios en la temperatura. Por ejemplo, cuando se eleva la temperatura, aumenta la longitud de la losa, creando en consecuencia esfuerzos de compresión en el concreto. Si no se colocaran juntas de expansión, la losa, dependiendo de su longitud, podría abombarse o reventarse.

En el pavimento de concreto en general se colocan juntas de expansión cada 40 a 60 pies, a lo largo de la longitud del pavimento. Las juntas que pueden variar en espesor de $\frac{3}{4}$ " a una pulgada deben incorporar dispositivos apropiados de transferencia de carga. En las juntas se debe colocar relleno, como caucho, bitumen o corcho que permita la expansión de la losa y excluya la suciedad.

2.2.6.3.3. Juntas transversales de contracción

Se ponen juntas de contracción para limitar los efectos de las fuerzas de tensión en una losa de concreto, causados por una caída en la temperatura. El objetivo es debilitar la losa, de modo que, si las fuerzas de tensión son suficientemente grandes como para agrietarla, las grietas se formarán en las juntas. En general, la profundidad de las juntas de contracción solo es un cuarto a un tercio del espesor de la losa. No obstante, cuando se diseñan y espacian apropiadamente, también pueden minimizar el agrietamiento de la losa fuera de las juntas. Las juntas de contracción se pueden formar al aserrar en el concreto endurecido, colocando insertos de plástico en los lugares de las juntas antes de colocar el concreto, o bien, trabajando el concreto después de haber sido colado, pero antes de que este haya endurecido por completo.

2.2.6.3.4. Juntas longitudinales

Son juntas paralelas al eje longitudinal del pavimento. Estas juntas se colocan para prevenir la formación de grietas longitudinales, puede ser en forma mecánica o con unión macho-hembra. La profundidad de la ranura superior de esta junta no debe ser inferior de un cuarto del espesor de la losa.

2.2.6.3.5. Juntas de construcción

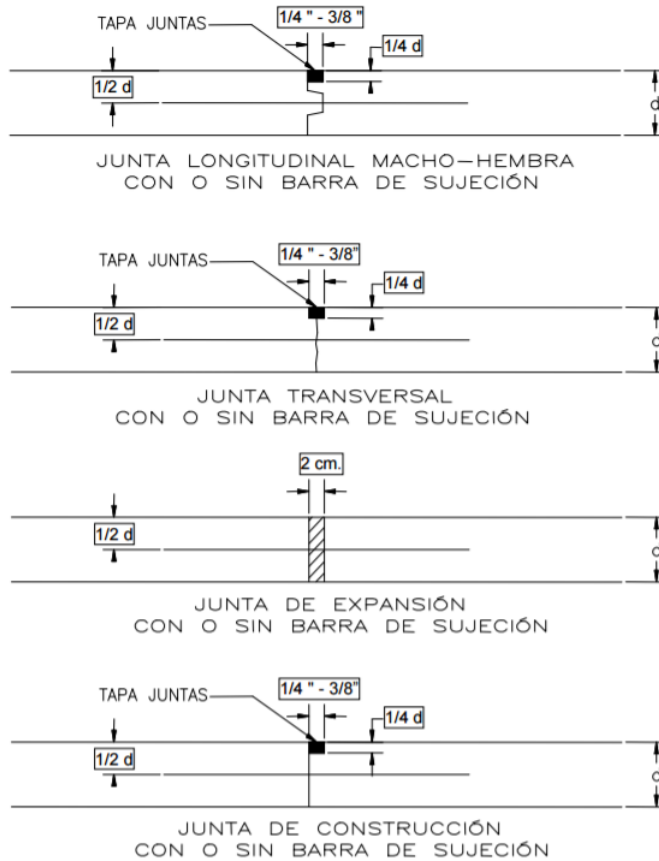
Se construyen cuando hay una interrupción no mayor de treinta minutos en la colocación del concreto. Son del tipo trabado, es decir llevan barras de acero o material adecuado para formar tabiques, de modo que se forme una cara vertical con una traba apropiada.

Existen dos dispositivos de transferencia de cargas entre las losas en zonas de juntas: las barras de sujeción y las dovelas o pasajuntas.

Las barras de sujeción se utilizan en las juntas longitudinales para ligar losas de carriles o franjas contiguas. Se deben utilizar barras de acero de refuerzo corrugadas, colocadas a la mitad del espesor con el espaciamiento especificado, y son hechas solamente para garantizar la continuidad del pavimento. La junta de trabe por agregados o barras de sujeción se construye insertando una barra de acero para hacer la interconexión entre dos losas separadas. Este tipo de junta es más sencillo en su construcción, pero requiere de espesores más altos de la losa de concreto.

Las dovelas o pasajuntas se utilizan normalmente en juntas transversales de construcción, contracción y expansión, y fueron diseñadas para la transmisión de carga de una losa hacia la siguiente. La junta tipo dovela se logra haciendo un detalle macho-hembra en el concreto, en el sentido longitudinal. Este detalle requiere más trabajo, pero garantiza una disminución en el espesor de la losa.

Figura 79. Tipos de juntas



Fuente: CHACÓN VALDEZ, Henry Ernesto. *Diseño de pavimento rígido de la calzada principal al Municipio de El Progreso.* p. 38.

Las tablas de diseño de la PCA incluyen dos tipos de juntas debido a su transferencia de carga, del tipo dovela o pasajunta y del tipo de trabe por agregado. El tipo de trabe por agregado se utiliza en las juntas longitudinales para ligar losas de carriles o franjas contiguas. Este tipo de junta es más sencillo en su construcción, pero requiera de espesores más altos de la losa de concreto. El tipo dovela o pasajunta se utiliza normalmente en juntas transversales de construcción, contracción y expansión. Estas juntas fueron diseñadas para la transmisión de carga de una losa hacia la siguiente.

2.2.6.4. Especificaciones técnicas

- Excavación de cajuela: la excavación comúnmente comprenderá los trabajos de excavación, remoción y disposición de todos los materiales que se encuentren dentro de los límites de construcción indicados en plano adjunto y en las especificaciones que establezca la municipalidad.

Los límites o cotas máximas a las cuales deberá cortarse el fondo de la excavación se fijarán en la obra. El contratista deberá apegarse, estrictamente, como mínimo a las cotas indicadas y preestablecidas.

Los suelos que se encuentran en el proyecto de pavimentación, durante las operaciones de preparación del fondo de las excavaciones o de las subrasante, según el caso que se encuentren suaves, húmedos o inestables (baches), por excesiva humedad o por zanjas mal compactadas, deberán ser removidos, total o parcialmente, por el contratista, a requerimiento de la municipalidad o a juicio del contratista con la previa autorización de esta.

Los materiales resultantes de la excavación de las zanjas y baches serán transportados y depositados en los lugares que elija el supervisor, en forma similar que para los materiales de excavación común. Los materiales de relleno para reemplazar los suelos extraídos de los baches y zanjas mal compactadas, serán de calidad y deberán ser aprobadas previamente por la municipalidad.

Como mínimo tendrán un CBR de 30, compactados a un grado de compactación de 95 % según el método AASHTO T-180 (AASHTO modificado). El contratista no iniciará la ejecución de ninguna excavación especial de baches ni la construcción de ningún relleno especial de baches hasta que el supervisor nombrado por la municipalidad haya aprobado previamente el volumen

excavado, respectivamente. El relleno para baches o zanjas mal compactadas dentro de las áreas a pavimentar se compactará por capas a un mínimo de 95 % según el método AASHTO modificado. La operación de la excavación deberá ejecutarse de modo que el material afuera de los límites de la obra no sea alterado.

El contratista deberá notificar a la municipalidad con suficiente anticipación el inicio de cualquier excavación y no deberá empezar ninguna operación sin que antes se levanten las elevaciones respectivas del terreno original y se coloquen las correspondientes estacas de corte en el área a excavar.

- Preparación de la subrasante: se considera como subrasante la superficie que servirá de apoyo al pavimento a construir. El material de la subrasante preparado como se indicó deberá ser compactado inmediatamente con el equipo adecuado para el tipo de suelo que se trate o con el que apruebe la municipalidad, hasta alcanzar una densidad seca máxima del 95,2 % de la obtenida en el laboratorio por el método AASHTO T-180 (AASHTO modificado). La compactación se hará gradualmente de las orillas hasta el centro, paralelamente a un eje longitudinal de modo que traslape uniformemente cada pasada de la compactación en la mitad de su ancho con la pasada anterior. Se deberá continuar así hasta obtener la compactación especificada.

El afinamiento y la compactación deberán ejecutarse alternativamente hasta lograr una superficie lisa y uniformemente compactada. Si la superficie de la subrasante se seca durante la compactación deberá regarse con la cantidad de agua necesaria para mantener el contenido de humedad de compactación especificado.

La compactación de los materiales de la subrasante cercanos a los pozos de visita, cajas de registro, bordillos y lugares no accesibles por el equipo de compactación, deberá efectuarse mecánicamente con compactadoras neumáticas (sapos) o con platos vibratorios, y como alternativa manual con mazos en forma tal de asegurar la compactación especificada.

La superficie de la subrasante terminada después de escarificar, homogenizar, humedecer y conformar adecuadamente los materiales, deberá quedar completamente lisa. No debe tener depresiones o salientes que excedan 2 centímetros con relación a lo indicado en los planos o por la municipalidad. Las zonas que estén fuera de ese límite serán corregidas.

El contenido de humedad y compactación deberá estar entre el 80 y 95 % del contenido óptimo de humedad del material en cuestión, determinado en el laboratorio. El contenido óptimo de humedad corresponde a los diferentes suelos que forman la subrasante; será determinado por el contratista y aprobado por la municipalidad, previo a las operaciones de compactación. Las densidades secas del campo se determinarán por el método del cono de arena AASHTO T-191 u otro aprobado por la municipalidad. La corrección de las densidades por partículas gruesas, si es necesario, se harán con el método AASHTO T-224; la densidad se obtendrá cada 40 metros lineales, siguiendo el alineamiento de un eje longitudinal en la siguiente forma: orilla derecha, centro, orilla izquierda, centro, orilla derecha, etc. En las zonas donde por inspección se crea deficiente la compactación se debe también medir la densidad de campo.

En las áreas que no alcancen el 95 % o el porcentaje que se indique en las especificaciones especiales de la densidad máxima seca obtenida en el laboratorio, por medio del ensayo de compactación AASHTO T-180 (AASHTO modificado), deberá seguirse compactando hasta obtener la densidad

especificada. Las densidades secas máximas de laboratorio correspondiente a los diferentes suelos que forman la subrasante serán determinadas por el contratista y serán comprobadas y aprobadas por la municipalidad previamente a las operaciones de compactación.

- Preparación de sub-base granular: los materiales de sub-base deberán ser uniformemente distribuidos, mezclados, humedecidos, conformados y compactados de acuerdo con estas especificaciones, de modo que el espesor de la misma no sea menor del indicado. Todos los materiales que se utilicen para sub-base deberán estar libres de materiales vegetales, tierra negra, terrones de arcilla, etc. La máxima dimensión de cualquier partícula contenida en el material, y que no sea posible desintegrar con el equipo de conformación o de compactación, no deberá ser mayor de 1/3 del espesor especificado de la sub-base. La fracción del material en peso seco que pase el tamiz N. 200 deberá estar comprendida entre 5 y 20 % (análisis granulométrico en húmedo).

El agregado grueso (pasa tamiz No. 10) deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- La fracción que pasa el tamiz N. 200 debe ser menor de 2/3 de la fracción que pasa el tamiz No. 40.
- La fracción que pasa el tamiz No. 40 tendrá un límite líquido menor a 25 (AASHTO T-90).

El material de sub-base, humedecido y conformado, deberá ser compactado inmediatamente después con el equipo adecuado para el tipo de material o con el que apruebe la municipalidad, hasta alcanzar una densidad seca no menor a 95 % de la densidad seca máxima obtenida en el laboratorio

con el método AASHTO T-180 (AASHTO modificado). La compactación se hará gradualmente de las orillas hacia el centro, paralelamente al eje longitudinal, de modo que cada pasada de la máquina traslape uniformemente con la pasada anterior en la mitad de su ancho. La operación deberá continuarse de esta forma hasta obtener la compactación específica.

Cuando el espesor total compactado de la sub-base sea mayor de 20 centímetros, este se compactará con la compactadora con dos capas de igual espesor. Cuando se utilice equipo vibratorio o de otro tipo aprobado, el espesor compactado de cada capa de sub-base podrá incrementarse a 30 centímetros previa aprobación de la municipalidad. El afinamiento y aplanado deberá ejecutarse alternativamente a modo de obtener una superficie lisa y uniformemente compactada. Si la superficie de la sub-base se seca durante la compactación, deberá agregarse a la misma la cantidad necesaria de agua para mantener el contenido de humedad de compactación especificada.

Todo el material suave o inestable, que no se compacte o que de acuerdo con la municipalidad no sirva para ese uso, será removido o extraído, colocando en su lugar material nuevo según indique la municipalidad.

El contenido de humedad de compactación será ajustado a un valor tal que esté comprendido entre el 90 y 95 % del contenido de humedad óptima determinado por ensayo de compactación de laboratorio o de campo del material en cuestión. El contenido de humedad correspondiente a los materiales de la sub-base será determinado por el contratista y aprobado por la municipalidad, previo a las operaciones de compactación. Las densidades secas de campo se determinarán preferentemente por el método del cono de la arena (AASHTO T-191) u otro aprobado por la municipalidad. La corrección de las densidades por partículas gruesas se hará de acuerdo con el método

AASHTO-124. Estas densidades se obtendrán cada 400 metros cuadrados siguiendo el alineamiento de un eje longitudinal de: orilla derecha, centro, orilla izquierda, centro, orilla derecha, etc. En las zonas donde por inspección se cree eficiente la compactación se deberá hacer también ensayos de densidad de campo.

- Pavimento de concreto con Cemento Portland: los materiales que se utilizan en la construcción de este pavimento deben llenar fundamentalmente los requisitos y normas siguientes:
 - Cemento Portland: debe corresponder a los tipos I y II, de acuerdo a AASHTO M 85-63.
 - Agregado fino: deben consistir en arena natural o de trituración, compuesta de partículas duras y durables de acuerdo a AASHTO M6, exceptuando el ensayo de desintegración al sulfato de sodio en que la pérdida de peso no debe ser mayor del 15 % después de cinco ciclos, conforme AASHTO T-104.

El módulo de finura no debe ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1. La graduación del agregado debe estar dentro de los siguientes límites:

Tabla LXXXVI. **Graduación de agregados**

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso
3/8"	100
4	95-100
N. 16	45-80
N. 50	10-30
N. 100	2-10
N. 200	0-5

Fuente: INFOM.

- Agregado grueso: debe consistir en grava o tierra triturada, procesada adecuadamente para formar un agregado clasificado que cumpla con los requisitos de AASHTO M-80, excepto que no se aplicará el ensayo de congelamiento y deshielo alternos, y que el ensayo de desintegración al sulfato de sodio y pérdida de peso no será mayor del 15 % después de cinco ciclos conforme AASHTO T-104. Además, el porcentaje de desgaste no debe ser mayor de 50 % después de 500 revoluciones en el ensayo de abrasión (los ángeles) AASHTO T-96.

El porcentaje de partículas desmenuzables no debe exceder del 56 % en peso, el contenido de terrones de arcilla no debe ser mayor de 0,25 % en peso.

El agregado grueso a utilizar será de 3/4", dado que es bastante resistente al desgaste, y por esto es utilizado en pavimentos rígidos.

- Agua: el agua para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados debe ser limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, azúcar, sales como cloruros o sulfatos, material orgánico y otras sustancias que pueden ser nocivas al concreto. El agua debe analizarse de acuerdo a AASHTO T-26. En ningún caso la cantidad de impurezas en el agua debe ser tal que cause un cambio en el tiempo de fraguado del cemento Portland en más del 25 % o una reducción de más del 10 % en la resistencia a compresión en morteros de cemento a 7 y 28 días. En relación a la resistencia obtenida con morteros hechos con agua potable, de acuerdo a AASHTO T-106, el agua proveniente de abastecimiento o cisternas de distribución de agua potable puede usarse sin ensayos previos.

La planta y equipo para producción del concreto debe estar en el sitio de la obra en condiciones óptimas de servicio, debe ser inspeccionado y aprobado antes de que inicien las operaciones de construcción. El agua puede medirse por peso o volumen. El equipo para medir el agua debe tener una exactitud de $\pm 0,5$ % de la capacidad del tanque y debe ser adoptado de manera que la exactitud de dicha medida no sea afectada por las variaciones de presión en la red de suministro de agua. Cuando el cemento se dosifique en sacos, no se requiere el pesado del mismo, puede medirse con base en el peso marcado de fábrica en los sacos. El agregado grueso y fino podrá medirse por volumen, contando en el sitio de la obra con moldes de un volumen definido y conocido y también por peso, cuando se cuente en el sitio de la obra con un equipo de capacidad y exactitud suficientes para la operación.

2.2.7. Descripción de trabajos preliminares

Desde antes de comenzar el diseño del pavimento, la Municipalidad de Mataquescuintla realizó trabajos de topografía en el terreno en cuestión, se hizo un movimiento de tierras en donde se niveló y compactó el terraplén en donde se ubicará la terminal. Se dibujaron los niveles de la línea central, del carril de circulación y el área de la terminal. Una vez trazado el perfil longitudinal, se procedió al diseño de la rasante final, tomando en consideración las especificaciones técnicas y criterios de diseño.

- Hechura de cajuela: antes de proceder al corte del terreno natural, se deberá tener en cuenta la profundidad de los conductos subterráneos existentes utilizados para servicios públicos, como agua potable, drenaje, electricidad, teléfono, etc., para evitar ruptura de ellos al momento de iniciar la excavación.

Se deberá definir la profundidad del corte tomando en cuenta los planos de diseño, así como las diferencias de la altura con la superficie de rodadura existente. La excavación podrá hacerse con la maquinaria adecuada y, si se detectan instalaciones subterráneas comprendidas dentro de la profundidad del corte, se procederá a mano o con maquinaria, pero tomando precauciones pertinentes para evitar daños e interrupciones de los servicios públicos.

2.2.8. Diseño de carpeta de rodadura

Como se indicó anteriormente, para realizar el diseño de la carpeta de rodadura se utilizó el método simplificado de la PCA, en que se han elaborado tablas basadas en distribuciones de carga – eje para diferentes categorías de calles y carreteras. Estas tablas están formuladas para un período de diseño de

20 años y contemplan un factor de seguridad de carga. Para determinar el espesor de la losa es necesario conocer los esfuerzos combinados de la subrasante y la base, ya que mejoran la estructura del pavimento. Valores aproximados del módulo de reacción K, cuando se usan bases de diferentes tipos de material, se muestran en las tablas siguientes.

Los pasos del método simplificado de la PCA son:

- Estimar TPDC (tránsito promedio de camiones) en dos direcciones, excluyendo camiones de dos ejes y cuatro llantas.
- Seleccionar la categoría de carga-eje, según su tabla correspondiente.
- Encontrar el espesor de losa en la tabla apropiada.

Tras conocer el CBR de la subrasante se busca su correspondiente módulo de reacción K en la tabla correspondiente. Luego se determinará el espesor de base, de acuerdo al tipo de suelo y módulo de ruptura del concreto, que es el 15 % de $f'c$. Con la información anterior y conociendo el tipo de junta a utilizar, se localiza el espesor de la losa en la tabla correspondiente.

2.2.8.1. Tránsito

El factor más importante en la determinación del diseño del espesor de un pavimento es el número y peso de la carga por eje que pasará sobre él, por eso es necesario conocer datos como:

- TPD: tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos.
- TPDC: tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones.

El TPCD puede ser expresado como un porcentaje del TPD o como un valor aparte. El dato del TPD se obtiene de contadores especiales, por censos de vehículos que circulan por el lugar o por cualquier otro método de conteo. Las tablas del método simplificado están especificadas para un período de diseño de 20 años con su respectivo tránsito promedio de camiones en dos direcciones; si el período de diseño fuera diferente de 20 años se multiplica el TPDC por un factor adecuado, por ejemplo, si fueran 25 años, entonces el factor a utilizar es 25/30.

2.2.8.2. Cálculo de espesor de pavimento

Para el cálculo del espesor del pavimento lo primero que se determinó fue el tránsito promedio diario en ambas direcciones (TPD). Este dato se estableció tomando en cuenta lo que representa el lugar a diseñar; para el tramo a pavimentar se tomó como parámetro la entrada que actualmente se utiliza, para lo cual se consideraron más de 700 vehículos diarios para 20 años, de los cuales se tomó un porcentaje del 6 % del TPDC en ambas direcciones. Según lo mencionado anteriormente, se clasifica en la categoría número 2 de la siguiente tabla:

Tabla LXXXVII. **Clasificación de vehículos según su categoría de cargas por eje**

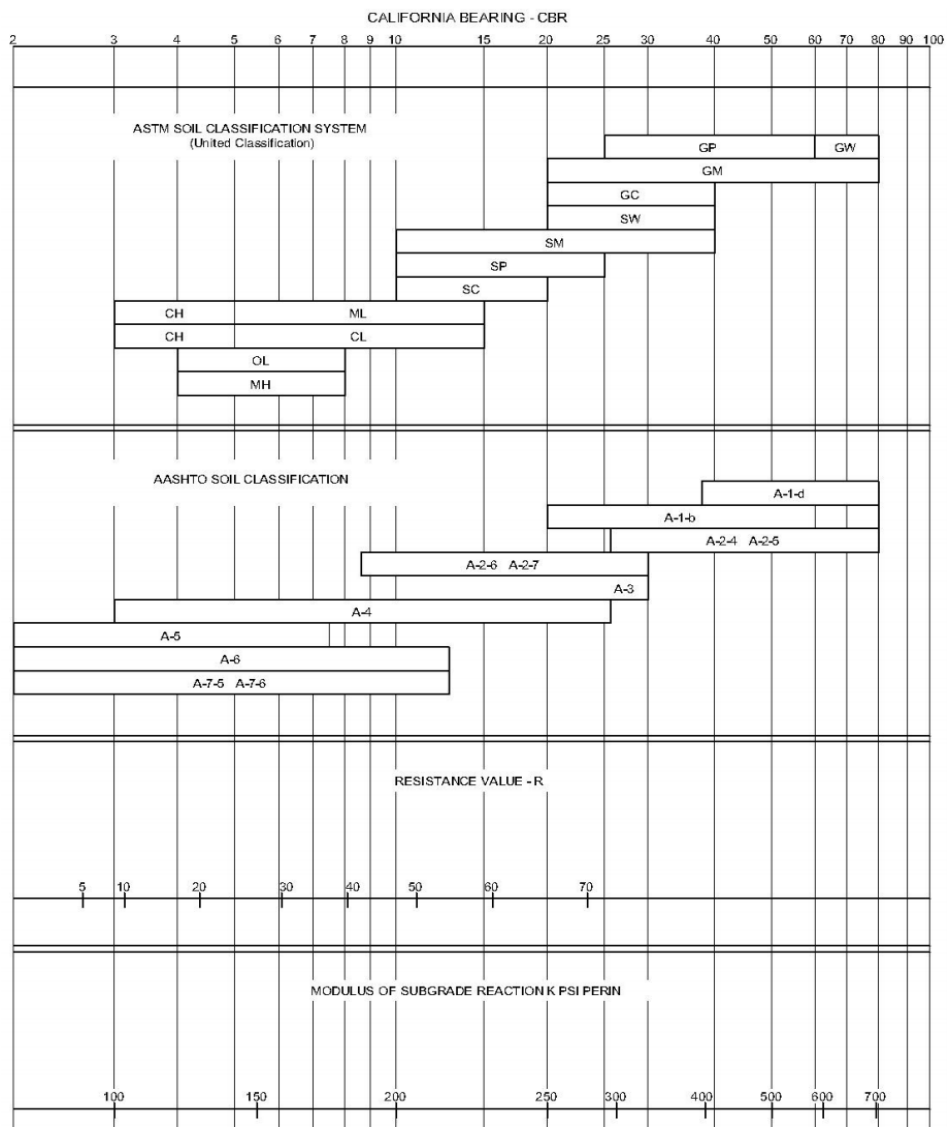
Categoría	Descripción	Tráfico			Máxima carga por eje, KIPS	
		TDP	%	TPDC por día	Sencillo	Tándem
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio).	200 a 800	1 A 3	arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo).	700 a 5 000	5 A 10	de 40 a 1 000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio), supercarreteras interestatales urbanas y rurales (bajo a medio).	3000 a 12 000 para 2 carriles, 3000 a 5000 Para 4 carriles o más	8 A 30	de 500 a 5 000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas), interestatales urbanas y rurales (medio a alto).	3 000 a 20 000 para 2 carriles, 3 000 a 15 000 para 4 carriles o más.	8 A 30	de 1500 a 8 000	34	60

Fuente: HERNÁNDEZ MONZÓN, Jorge. *Consideraciones generales para el diseño de los diferentes tipos de pavimentos*. p. 67.

Las descripciones altas, medias y bajas se refieren al peso relativo de las cargas por eje para el tipo de calle o carretera. TPDC: camiones de dos ejes, camiones de cuatro llantas excluidos.

Una vez conocida la categoría a la que pertenece, se encuentra el módulo de reacción K. Este valor se establece por medio del CBR del laboratorio, que en este caso es de 33,11 %, según la siguiente figura:

Tabla LXXXVIII. **Determinación de la reacción K por medio del CBR**



Fuente: American Concrete Pavement Association.

Se localiza la relación de soporte de California (C.B.R.) en 30, que es el que se aproxima a 33,11 %, en donde le corresponde el módulo de reacción K de 335 lb/pulg³. Identificado el módulo de reacción K, se clasifica la subrasante según la siguiente tabla:

Tabla LXXXIX. **Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de K**

TIPO DE SUELO	SOPORTE	Rango de valores de K lb/pulg³
Suelo de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75 – 120
Arenas y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo arcilla	Mediano	130 – 170
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos	Alto	180 – 220
Sub-base tratada con cementos	Muy alto	250 - 400

Fuente: HERNÁNDEZ MONZÓN, Jorge. *Consideraciones generales para el diseño de los diferentes tipos de pavimentos*. p. 67.

A continuación, se calcula el módulo de ruptura del concreto, tomando un porcentaje de la resistencia a compresión, la cual es del 15 % f'_c ; el f'_c tiene un valor de 4 000 psi y el módulo de ruptura es de 600 psi.

Para poder encontrar el espesor se necesita definir el tipo de junta a utilizar: se utilizan juntas de trabe por agregados sin bordillo integrado, ya que este no será monolítico. Ahora se procede a buscar el espesor del pavimento siguiendo los pasos en la siguiente tabla:

Tabla XC. TPDC permisible, carga por eje categoría 2, pavimento con juntas con dovelas

MR	Espesor de losa pulg.	Sin hombros de concreto o bordillo Soporte sub-rasante subbase				Espesor de losa pulg.	Con hombros de concreto o bordillo Soporte sub-rasante subbase			
		Bajo	Mediano	Alto	Muy alto		Bajo	Mediano	Alto	Muy alto
650 PSI	5,5				5	5,0		3	9	42
	6,0		4	12	59	5,5	9	42	120	450
	6,5	9	43	120	490	6,0	96	380	970	3 400
	7,0	80	320	840	3 100	6,5	710	2 600		
	7,5	490	1 800			7,0	4 200			
	8,0	2 500								
600 PSI	6,0				11	5,0			1	8
	6,5		8	24	110	5,5	1	8	23	98
	7,0	15	70	190	750	6,0	19	84	220	810
	7,5	110	440	1 100		6,5	160	620	1 500	5 200
	8,0	590	2 300			7,0	1 000	3 600		
	8,5	2 700								
550 PSI	6,5			4	19	5,5			3	17
	7,0		11	34	150	6,0	3	14	41	160
	7,5	19	84	230	890	6,5	29	120	320	1 100
	8,0	120	470	1 200		7,0	210	770	1 900	
	8,5	560	2 200			7,5	1 100	4 000		
	9,0	2 400								

Fuente: HERNÁNDEZ MONZÓN, Jorge. *Consideraciones generales para el diseño de los diferentes tipos de pavimentos.* p. 70.

Se busca en el lado izquierdo, por no incluir bordillo, el diseño de losa. El soporte de la subrasante tiene un carácter muy alto al buscar en el sector

correspondiente en un módulo de ruptura de 600 psi, el cual es de 6,5 pulgadas, ya que el valor TPDC se encuentra entre 11 y 110, por facilidad su construcción se dejará de 16 cm de espesor y el bordillo (no monolítico) será de 0,30 m de alto y 0,10 m de ancho, así como se indica en los planos.

Las juntas transversales serán construidas a cada 3,00 metros para el área de parqueos, y en el área de terminal se construirán losas de 3,00 x 3,00 m. La pendiente de bombeo será de 2 % en el área de parqueos y del 1 % en el área de la terminal, así como se indica en los planos.

2.2.8.3. Diseño de mezcla

En el diseño de mezcla de concreto se utilizaron tablas que son resultado de numerosos ensayos de laboratorio y que ayudan a obtener mezclas con las características deseadas.

Tabla XCI. **Revenimientos recomendados para varios tipos de construcción**

Tipos de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo	Mínimo
Muros y zapatas de cimentación reforzados	12,50	5,00
Zapatas simples y muros para subestructuras	10,00	2,50
Losas, vigas y muros reforzados	15,00	7,50
Columnas para edificios	15,00	7,50
Pavimentos	7,50	5,00
Construcciones masivas	7,50	2,50

Fuente: GONZÁLEZ IXCOLIN, César Enrique. *Estudio y diseño de mejoramiento y pavimentación de carretera que comunica el Caserío Primera Joya con la Aldea Plan Grande*. Palencia, Guatemala. p. 72.

Tabla XCII. **Relación agua/cemento para distintas resistencias**

Resistencia a la compresión en Kg/cm^2	Relación A/C (agua cemento)
70	0,88
105	0,82
140	0,74
176	0,68
211	0,62
246	0,58
281	0,52
316	0,48
350	0,44

Fuente: GONZÁLEZ IXCOLIN, César Enrique. *Estudio y diseño de mejoramiento y pavimentación de carretera que comunica el Caserío Primera Joya con la Aldea Plan Grande*. Palencia, Guatemala. p. 73.

Tabla XCIII. **Requisitos aproximados de agua de mezclado para diferentes revenimientos y tamaño máximo de agregado**

Revenimiento en <i>cm</i>	Agua en <i>Lts/m³</i> de concreto para el tamaño del agregado indicado en <i>cm</i> y <i>plg.</i>							
	0,95	1,27	1,90	2,50	3,80	5,10	7,60	15,20
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
2,50 a 5,00	207	198	183	178	163	154	144	124
7,60 a 10,00	227	217	202	193	178	168	158	138
15,20 a 17,20	242	227	213	202	188	178	168	148

Fuente: GONZÁLEZ IXCOLIN, César Enrique. *Estudio y diseño de mejoramiento y pavimentación de carretera que comunica el Caserío Primera Joya con la Aldea Plan Grande.*
Palencia, Guatemala. p. 73.

Tabla XCIV. **Porcentaje de agregado fino/agregado total para distintas resistencias y tamaño máximo de agregado grueso**

Resistencia <i>Kg/cm²</i>	Tamaño máx. Agregado <i>Cm</i>	% agregado fino		
		Módulo de finura 2.2 a 2.6	Módulo de finura 2.6 a 2.9	Módulo de finura 2.9 a 3.2
105	1,91	50	51	52
	2,54	47	48	50
	3,81	45	46	48
140	1,91	48	50	32
	2,54	45	47	49
	3,81	43	45	47
175	1,91	46	48	50
	2,54	43	45	47
	3,81	41	43	45
210	1,91	45	47	49
	2,54	42	44	46
	3,81	46	42	44
246	1,91	43	45	47
	2,54	40	42	44
	3,81	38	40	42
281	1,91	41	45	45
	2,54	38	42	42
	3,81	36	40	40
316	1,91	39	43	43
	2,54	36	40	40
	3,81	34	38	38
350	1,91	36	41	42
	2,54	34	38	39
	3,81	32	36	37

Fuente: GONZÁLEZ IXCOLIN, César Enrique. *Estudio y diseño de mejoramiento y pavimentación de carretera que comunica el Caserío Primera Joya con la Aldea Plan Grande.*
Palencia, Guatemala. p. 74

Al requerir un concreto con una resistencia a la compresión de 4 000 lb/plg² (281 Kg/cm²), a los 28 días de curado, la tabla XXII indica un revenimiento máximo de 7,5 cm., mientras que la tabla XXIII da una relación agua-cemento de 0,52. Conociendo el revenimiento máximo de la mezcla, se obtiene de la tabla XXIV la cantidad de agua por metro cúbico de concreto, que para este caso es de 193 lt/m³, utilizando un tamaño máximo del agregado grueso de 1 plg. El porcentaje de arena sobre el agregado total se obtiene de la tabla XXV, al conocer el tamaño máximo del agregado grueso. Para este caso es de 42 %. Los pasos a seguir son:

- Calcular la cantidad de cemento, dividiendo la cantidad de agua por metro cúbico por la relación agua cemento:

$$Cemento = \frac{193 \text{ lt/m}^3}{0.52}$$

$$Cemento = 371,15 \text{ Kg/m}^3$$

Lo anterior es válido si se considera que un litro de agua pesa un kilogramo.

- Calcular la cantidad de agregado, restando el peso del agua y cemento, del peso total de un metro cúbico de concreto:

$$Agregado = 2\,400,00 - 371,15 - 193,00$$

$$Agregado = 1\,835,85 \text{ Kg/m}^3$$

- La cantidad de arena se obtiene multiplicando el peso total de agregado por el porcentaje de arena correspondiente:

$$\text{Arena} = 1\,835,85 \cdot 42\%$$

$$\text{Arena} = 771,06 \text{ Kg/m}^3$$

- La cantidad de pedrín será el agregado total menos la cantidad de arena:

$$\text{Pedrín} = 1\,835,85 - 771,06$$

$$\text{Pedrín} = 1\,064,79 \text{ Kg/m}^3$$

Se concluye entonces que la proporción final será:

Cemento:	Arena:	Pedrín:
$\frac{371,15}{371,15}$	$\frac{771,06}{371,15}$	$\frac{1\,064,79}{371,15}$
1	: 2,08	: 2,87

2.2.9. Drenaje pluvial

El sistema de drenaje pluvial tiene como objetivo recolectar el agua de lluvia y trasladarla a un punto de descarga en donde no dañe la urbanización para la cual se diseñó ni los terrenos o colonias colindantes.

2.2.9.1. Normas de diseño

Para que el sistema funcione de manera correcta y la tubería y pozos no se vean maltratados por el agua que corre en su interior, se debe cumplir con normas preestablecidas que han sido determinadas a través de muchos análisis, observaciones y comparaciones.

2.2.9.1.1. Diámetros mínimos

En el diseño de drenaje pluvial el diámetro de tubería debe ser como mínimo de 10" en tubería de concreto (TC), aunque se sugiere diseñar a partir de 12", y de 8" de diámetro en tubería de PVC. Por razones económicas y para que no exista un sobrediseño, se debe utilizar el menor diámetro que permita al sistema cumplir con las especificaciones.

2.2.9.1.2. Velocidades mínimas y máximas

Se recomienda, en tubería de concreto, que la velocidad del flujo en la red de alcantarillado pluvial no sea mayor de 3,00 m/s ni menor de 0,60 m/s. Al sobrepasar la velocidad de 3,00 m/s se corre el peligro de dañar la tubería, las reposaderas u otras obras complementarias; y si la velocidad es menor de 0,60 m/s el sistema no contará con autolimpieza.

2.2.9.1.3. Cotas *invert*

Las cotas *invert* son las cotas en la parte inferior del interior de la tubería cuando salen o entran a una reposadera o pozo de visita. La colocación de la tubería se debe hacer a una profundidad en la cual no sea afectada por las condiciones climáticas y principalmente por las cargas transmitidas por el tráfico de vehículos, las que pueden ocasionar rupturas en la tubería.

La profundidad mínima de colocación se mide desde la superficie al suelo hasta la parte superior del tubo; para tráfico normal = 1,00 metro y para tráfico pesado = 1,20 metros.

Para el diseño del sistema de drenajes pluviales se consideraron los siguientes aspectos referentes a las cotas *invert* de entrada y de salida de las tuberías en las reposaderas, así como una serie de especificaciones que se deben tomar en cuenta. Éstas se indican a continuación:

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

Cuando:

$$\emptyset A = \emptyset B$$

Se tiene que:

$$CIS = CIE + 0,03$$

En donde:

$\emptyset A$ = diámetro con que la tubería entra a la reposadera

$\emptyset B$ = diámetro con que la tubería sale de la reposadera

CIE = cota *invert* de entrada

CIS = cota *invert* de salida

Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra de diferente diámetro, la cota *invert* de salida estará como mínimo debajo de la cota *invert* de entrada, igual a la diferencia de los diámetros de la cota *invert* de entrada y salida.

$$\varnothing A > \varnothing B$$

$$CIS = CIE + ((\varnothing B - \varnothing A) * 0,0254)$$

Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro a las que ingresan en él, la cota *invert* de salida mínima estará 3 cm debajo de la cota más baja que entre.

Cuando:

$$\varnothing A = \varnothing B = \varnothing C$$

Se tiene que:

$$CIS = CIE A + 0,03$$

$$CIS = CIE B + 0,03$$

Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresan en él, la cota *invert* de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor. Solo una tubería de las que sale es de seguimiento, las demás que salgan del pozo de visita deberán ser iniciales.

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

2.2.9.1.4. Cálculo del volumen de excavación

La fórmula que se utilizará para calcular el volumen de excavación es la siguiente:

$$V = \left(\frac{H_1 + H_2}{2} \right) \cdot D \cdot T$$

Donde:

$V =$ volumen de excavación (m^3)

$H_1 =$ profundidad de la primer reposadera (m)

$H_2 =$ profundidad de la segunda reposadera (m)

$D =$ distancia entre reposaderas (m)

$T =$ ancho de zanja (m)

2.2.9.1.5. Diseño hidráulico

- Coeficiente de escorrentía

Es el porcentaje de agua total llovida tomada en consideración, puesto que no todo el volumen de precipitación pluvial drena por medio de alcantarilla natural o artificial. Esto se debe a la evaporación, infiltración, retención del suelo, etc, por lo que existirá diferente coeficiente para cada tipo de terreno, el cual será mayor cuanto más impermeable sea la superficie. Este coeficiente está en función del material sobre el cual circula el agua y varía desde 0,01 a 0,95. El coeficiente de escorrentía promedio se calcula por medio de la siguiente relación:

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

Donde:

c = Coeficiente de escorrentía en cada área parcial.

a = Área parcial.

C = Coeficiente de escorrentía promedio del área drenada.

Tabla XCV. **Algunos coeficientes de escorrentía utilizados en Guatemala**

Tipo de superficie	C
Comercial	
Centro de la ciudad	0,70 – 0,75
Periferia	0,50 – 0,70
Residencial	
Casas individuales	0,30 – 0,50
Colonias	0,40 – 0,60
Condominios	0,60 – 0,75
Residencial suburbana	0,25 – 0,40
Industrial	
Pequeñas fábricas	0,50 – 0,80
Grandes fábricas	0,60 – 0,90
Parque y cementerios	0,10 – 0,25
Campos de recreo	0,20 – 0,35
Campos	0,10 – 0,30
Techos	0,10 – 0,30
Pavimentos	0,70 – 0,90
Concreto y asfalto	0,85 – 0,90
Piedra, ladrillo o madera en buenas condiciones	0,75 – 0,90
Piedra, ladrillo o madera en malas condiciones	0,40 – 0,75
Calles	
Terracota	0,25 – 0,60
De arena	0,15 – 0,30
Parques, jardines, paradas, etc.	0,05 – 0,25
Bosques y tierra cultivada	0,01 – 0,20

Fuente: GIL LAROJ, Joram Matías. *Evaluación de tragantes pluviales para la Ciudad de Guatemala*. 1984. Consulta: 2017.

- Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia es el espesor de la lámina de agua por unidad de tiempo producida por esta, suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó. Se mide en milímetros por hora. La intensidad de lluvia se determina a través de registros pluviográficos elaborados por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), con base en estaciones pluviométricas ubicadas a inmediaciones de las cabeceras departamentales. Este tipo de información es por lo común insuficiente en localidades muy pequeñas, pero se puede hacer uso de información de localidades vecinas o de características similares. Se ha adoptado como norma general para los sistemas de alcantarillado pluvial en el interior de la República, diseñarlos para una intensidad que se vea igualada o excedida una vez cada cinco o diez años en promedio.

Tabla XCVI. **Fórmulas de intensidad de lluvia**

	1 año	2 años	5 años	10 años	20 años
Ciudad de Guatemala (Zona Atlántica)		$\frac{2\ 838}{t + 18}$	$\frac{3\ 706}{t + 22}$	$\frac{4\ 204}{t + 23}$	$\frac{4\ 604}{t + 24}$
Ciudad de Guatemala (Zona Pacífica)					$\frac{6\ 889}{t + 40}$
Bananera, Izabal		$\frac{5\ 771}{t + 48,89}$	$\frac{7\ 103,95}{t + 53,80}$	$\frac{7\ 961}{t + 56,63}$	$\frac{3\ 667,77}{t + 58,43}$
Labor Ovalle, Quetzaltenango		$\frac{977,7}{t + 3,80}$	$\frac{1\ 128,5}{t + 3,24}$	$\frac{1\ 323,5}{t + 3,49}$	
El Pito Chicolá, Suchitepequez		$\frac{11\ 033,6}{t + 101,10}$	$\frac{11\ 618,7}{t + 92,19}$	$\frac{13\ 455,4}{t + 104,14}$	
La Fragua, Zacapa		$\frac{3\ 700,5}{t + 50,69}$	$\frac{3\ 990,50}{t + 41,75}$	$\frac{4\ 040}{t + 37,14}$	
Chimaltenango, Balanya	$\frac{1\ 538}{t + 16,68}$	$\frac{1\ 712}{t + 8,70}$	$\frac{22,01}{t + 10,17}$		

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

- Áreas tributarias

Son las que contribuyen a la escorrentía del agua de la estructura de drenaje. El área por drenar se determinará sumando al área de las calles el área de los lotes que son tributarios al ramal en estudio.

- Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo necesario para que el agua superficial descienda desde el punto más remoto de la cuenca hasta el punto de estudio. Se divide en tiempo de entrada y tiempo de flujo dentro de la alcantarilla.

Para el diseño de sistemas de alcantarillado pluvial se considera que los tramos iniciales tienen un tiempo de concentración de doce minutos. El tiempo de flujo dentro de la alcantarilla, para tramos consecutivos, se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$T_2 = T_1 + \frac{L}{60 \cdot V}$$

Donde:

T_1 = *Tiempo de concentración en el tramo anterior en minutos*

L = *Longitud del tramo anterior en metros.*

V = *velocidad a sección llena en el tramo anterior en metros por segundo*

- Pendiente del terreno

Siendo el criterio general que los sistemas de alcantarillado trabajen por gravedad, existe una pendiente mínima al sistema, que permite que el agua conducida se desplace libremente, la que es del 0,50 % y la máxima la que alcance la velocidad máxima admisible para la tubería por utilizar. Para calcular la pendiente del terreno se utiliza la relación siguiente:

$$S\% = \frac{Cota\ del\ terreno_{FINAL} - Cota\ del\ terreno_{INICIAL}}{Longitud\ del\ tramo} \times 100$$

Para calcular el caudal de diseño se utilizan dos métodos: el empírico y el racional. Por la naturaleza del proyecto se utilizará el racional, el cual asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su esorrentía. Durante un período de precipitación máxima debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana para llegar hasta el punto considerado. Este método está representado por la siguiente fórmula:

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

Donde:

$q =$ Caudal (m^3/s)

$C =$ Es la relación entre la esorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área

$I =$ Intensidad de lluvia (mm/h)

$A =$ Área por drenar en hectáreas

- Velocidad de flujo a sección llena

La velocidad del flujo a sección llena se calculó con la relación de *Manning*:

$$V = \frac{0,03429 \cdot D^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

Donde:

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

D = Diámetro de la sección circular (plg.)

S = Pendiente del gradiente hidráulico (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning (Para tubería de concreto con diámetros menores de 24" n=0,015, para diámetros mayores de 24" n=0,013 y para PVC n=0,009)

- Ejemplo de cálculo del drenaje pluvial

Tramo 1-2

- Pendiente del terreno

En este caso la pendiente es la misma que la de los pañuelos que conducirán el flujo de agua pluvial hacia las reposaderas.

$$S = 0,50\%$$

$$\text{Área tributaria acumulada} = 0,01105 \text{ ha}$$

- Integración del coeficiente de escorrentía

Se hará uso de un solo valor de coeficiente de escorrentía (ver tabla XXVI), que corresponde a calles pavimentadas, no se tomará en cuenta el techo del edificio porque el mismo cuenta con un sistema de drenaje pluvial independiente.

$$C = 0,85$$

- Tiempo de concentración

Para el tramo inicial se utilizará la fórmula de Kirpich, para calcular el tiempo de concentración inicial:

$$T = 0,02 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

En donde:

$T =$ tiempo de concentración (minutos)

$L =$ longitud máxima de salida (m)

$S =$ pendiente media del lecho (m/m)

Al aplicar la fórmula y sustituir datos para el tramo 1-2 se tiene que:

$$T = 0,02 \cdot (12,00)^{0,77} \cdot (0,005)^{-0,385}$$

$$T = 1,04 \text{ min}$$

- Intensidad de lluvia

$$I = \frac{4\,604}{1,04 + 24} = 183,86 \text{ mm/h}$$

- Caudal de diseño

$$q = \frac{(0,85 * 183,86 * 0,01105)}{360} * 1\,000 = 4,80 \text{ L/s}$$

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0,03429 \cdot (8)^{2/3} \cdot (1/100)^{1/2}}{(0,009)} = 1,52 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = (1,52) \left(\pi \cdot \frac{(8 * 0,0254)^2}{4} \right) (1\,000) = 49,29 \text{ L/s}$$

- Relaciones q/Q y v/V

$$q/Q = 4,80/49,29 = 0,09738$$

De la tabla de relaciones hidráulicas (ver apéndices) de una alcantarilla de sección transversal circular (sin correcciones por variaciones en aspereza con la profundidad) se obtiene la siguiente relación de v/V para la relación q/Q encontrada:

$$v/V = 0,6344$$

- Velocidad de diseño

$$v = 0,6344 * 1,52 = 0,96 \text{ m/s}$$

Entonces:

$Q > q$	$49,29 > 4,80$	Si cumple
$0,60 < v < 3,00$	$0,60 < 0,96 < 3,00$	Si cumple

En la siguientes dos tablas se presenta el resumen del cálculo de la tubería pluvial:

Tabla XCVII. Resumen de cálculo de drenaje pluvial

Reposadera De	Cota del terreno (m)		Longitud (m)	Pendiente Terr. %	Áreas tributarias (ha)		Tiempo de concentración (min)	Intensidad de lluvia (mm/h)	Coeficiente de escorrentía %	Pendiente de tubería %	Diámetro de tubo (pulg.)	Sección llena	
	Inicial	Final			Local	Acumulada						V (m/s)	Q (L/s)
1	2	100	20.15	0.50	0.011050	0.011050	1.04	183.87	0.85	1.00	8	1.52	49.42
2	3	100	20.15	0.50	0.024192	0.035242	1.26	182.26	0.85	1.00	8	1.52	49.42
3	4	100	20.15	0.50	0.024231	0.059473	1.48	180.69	0.85	1.00	8	1.52	49.42
4	5	100	22.00	0.50	0.018178	0.077651	1.70	179.14	0.85	1.00	8	1.52	49.42
5	6	100	22.00	0.50	0.015575	0.093226	1.94	177.47	0.85	1.00	8	1.52	49.42
6	7	100	22.00	0.50	0.018146	0.111372	2.18	175.84	0.85	1.00	8	1.52	49.42
8	9	100	21.70	0.50	0.011274	0.011274	1.04	183.87	0.85	1.00	8	1.52	49.42
8	9	100	21.70	0.50	0.021980	0.033254	1.28	182.14	0.85	1.00	8	1.52	49.42
9	10	100	21.70	0.50	0.021643	0.054897	1.51	180.45	0.85	1.00	8	1.52	49.42
10	11	100	21.70	0.50	0.023368	0.078265	1.75	178.78	0.85	1.00	8	1.52	49.42
11	12	100	16.14	0.50	0.025673	0.103938	1.99	177.15	0.85	1.00	8	1.52	49.42
12	13	100	16.14	0.50	0.047420	0.151358	2.17	175.96	0.85	1.00	10	1.77	89.61
13	14	100	16.14	0.50	0.042253	0.193611	2.32	174.94	0.85	1.00	10	1.77	89.61
14	7	100	15.43	0.50	0.029725	0.223336	2.47	173.93	0.85	1.00	12	2.00	145.71
7	15	100	7.73	0.50	0.022436	0.357144	2.42	174.24	0.85	1.00	15	2.32	264.20

Continuación de la tabla XCVII.

Reposadera De	A	Relación q/Q	Relación v/V	Datos de diseño		Profundidad de tubo (m)		Cota invert (m)		Ancho (m)	Excavación (m^3)
				v (m/s)	q (L/s)	Inicial	Final	Inicial	Final		
1	2	0.09706	0.6338	0.97	4.80	1.20	1.40	98.60	98.40	0.60	18.18
2	3	0.30687	0.8793	1.34	15.17	1.43	1.63	98.37	98.16	0.60	20.98
3	4	0.51338	1.0070	1.53	25.37	1.66	1.86	98.13	97.93	0.60	23.78
4	5	0.66455	1.0729	1.64	32.84	1.89	2.11	97.90	97.68	0.60	29.14
5	6	0.79044	1.1102	1.69	39.07	2.14	2.36	97.65	97.43	0.60	32.44
6	7	0.93562	1.14	1.74	46.24	2.39	2.61	97.40	97.18	0.60	35.74
1	8	0.09903	0.6375	0.97	4.89	1.20	1.42	98.60	98.38	0.60	19.68
8	9	0.28936	0.8658	1.32	14.30	1.45	1.66	98.35	98.13	0.60	22.90
9	10	0.47325	0.9863	1.50	23.39	1.69	1.91	98.10	97.89	0.60	26.11
10	11	0.66848	1.0740	1.64	33.04	1.94	2.16	97.86	97.64	0.60	29.33
11	12	0.87965	1.1274	1.72	43.47	2.19	2.35	97.61	97.45	0.60	23.94
12	13	0.70174	1.08	1.91	62.88	2.38	2.54	97.37	97.21	0.60	26.28
13	14	0.89245	1.13	2.00	79.97	2.57	2.73	97.18	97.01	0.60	28.14
14	7	0.62945	1.0571	2.11	91.72	2.76	2.92	96.93	96.78	0.60	29.11
7	15	0.55615	1.0290	2.38	146.93	2.95	3.02	96.67	96.60	0.60	15.61
$\Sigma =$											381.37

Fuente: elaboración propia.

2.2.9.1.6. Consideraciones de operación y mantenimiento de pavimentos rígidos

Todas las mezcladoras deben ser de un tipo aprobado y diseñado en tal forma que aseguren una distribución uniforme de los materiales en toda la mezcla. No se debe usar ninguna mezcladora cuya capacidad indicada sea inferior a la carga de un saco y que cuente con un accesorio que cierre automáticamente el dispositivo de carga, con el fin de evitar que la mezcladora se vacíe antes de que los materiales hayan sido mezclados durante el tiempo mínimo especificado.

Cuando en el área de construcción de la losa de concreto, antes o después de colocar las formaletas, se produzcan baches o presiones causadas por el movimiento de equipo y actividades propias de la construcción, estas deben ser corregidas antes de colocar el concreto, llenándolas con material igual al de la superficie preparada y nunca de concreto, lechada o mortero. Seguidamente se debe proceder a conformar y compactar el material, con compactadora mecánica de operación manual, efectuándose el control de compactación conforme a lo establecido en estas especificaciones técnicas. Todo material excedente debe removerse, dejando la superficie nivelada y de acuerdo a los planos constructivos.

Las losas de concreto deben ser construidas sobre las superficies previamente preparadas de conformidad con estas especificaciones. El concreto de la carpeta de rodadura del pavimento a la hora de ser colocado debe ser vibrado para obtener un mejor acomodo de los agregados finos como gruesos, luego debe ejecutarse un alisado longitudinal por medio de un flotador o niveladora, maniobrada con un movimiento de uno a otro lado de la losa,

procediéndose al acabado final por medio de una escoba, colocada en dirección transversal y operada con un movimiento rápido de uno a otro lado de la losa, o deslizándose en sentido longitudinal del pavimento. La ejecución del acabado final debe ejecutarse antes del endurecimiento, eliminándose las aristas de las juntas. El acabado de los bordes debe ser igual al de la superficie, posteriormente al acabado se debe aplicar un aditivo antisol para mejorar el curado, aprobado por el supervisor de la obra o, en su efecto, agua, con el objetivo de evitar un fraguado brusco del concreto.

El concreto debe dosificarse y producirse para asegurar una resistencia a la compresión de 4 000 psi a los 28 días. La resistencia del concreto debe supervisarse por medio de pruebas de cilindros fabricados en el lugar donde se está realizando la fundición del pavimento, a los cuales se les realizarán ensayos de resistencia a compresión del concreto a diferentes edades como a los 7 y 28 días. Las muestras para las pruebas de resistencia de cada bachada de concreto producido por la mezcladora deben consistir de por lo menos dos y preferentemente tres probetas para cada edad de prueba y se deben sacar cilindros a cada 60 metros cúbicos, los testigos de concreto deben tomarse de acuerdo al método AASHTO T 14.

El material sellante debe colocarse en las juntas previamente secas y limpias, se debe emplear herramientas que penetren en la ranura de las juntas. El material de relleno debe ser cuidadosamente colocado, sin producir desbordamiento. Cualquier exceso debe moverse inmediatamente, limpiando la superficie. No se permitirá que queden rebordes o túmulos, especialmente en las juntas transversales. Las formaletas no pueden ser retiradas hasta después de transcurridas por lo menos 12 horas de haber sido colocado el concreto, y la operación debe ser hecha con cuidado para evitar dañar los bordes del mismo.

El pavimento no debe ser abierto al tránsito sino hasta transcurridos por lo menos 14 días después de la colocación del concreto o que lleguen las probetas de prueba, al ensayarlas a una resistencia de 3 500 psi a la compresión. Este tiempo puede ser mejorado utilizando aditivos como acelerantes de fraguado rápido.

Las fallas en los pavimentos rígidos pueden deberse a dos causas principales: una de ellas se refiere a las deficiencias de la propia losa y comprende por un lado el defecto del concreto propiamente dicho, y la otra engloba utilización de materiales y agregados no adecuados, desintegración por reacción de los agregados del cemento y, por otro lado, defectos de construcción o de insuficiencia estructural en la losa, tales como la inapropiada colocación y baja resistencia a la compresión del concreto debido al uso en exceso de agua en la dosificación de la mezcla, produciendo un concreto pobre en resistencia.

También son orígenes de falla la mala compactación de la capa de base o sub-base de un pavimento rígido, dado que en estas descansa la losa de concreto y transfiere las cargas de compresión producidas por el tránsito de vehículos a dichas capas. Si una capa de base o de sub-base se encuentra mal compactada dará como resultado un bache que producirá un agrietamiento y hundimiento de la carpeta de rodadura muy brusco.

Para evitar fallas en la construcción de un pavimento rígido es necesario tener una buena y adecuada supervisión basada en las especificaciones técnicas como en los planos constructivos y así asegurar un perfecto funcionamiento de la obra realizada en el lugar. Es necesario que el supervisor asignado tenga experiencia y sea conocedor en el área de pavimentos rígidos.

2.2.10. Planos constructivos

En el apéndice los planos que se adjuntan son:

- Planta de losa de pavimentación
- Planta de línea central de colectores pluviales
- Planta de ubicación de reposaderas

2.2.11. Presupuesto

Se elaboró con base en precios unitarios, tomando en cuenta lo siguiente:

- Costo directo: está conformado por el costo de los materiales, mano de obra, maquinaria y equipo.
- Costo indirecto: en este se incluyen los renglones como dirección técnica, administración y utilidades, se consideró un 43 % del costo directo.

Para el efecto se tomaron como base los precios de los materiales y mano de obra que se trabajan en la cabecera municipal, algunos materiales, por motivos de disponibilidad, se cotizaron con precios de la Ciudad Capital.

Tabla XCVIII. Presupuesto del pavimento rígido para la terminal de buses

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TRAZO Y NIVELACIÓN	M ²	3 560,74	Q2,19	Q7 801,79
2	CONFORMACION DEL TERRENO	M ²	3 560,74	Q9,33	Q33 221,17
3	BASE MATERIAL SELECTO	M ³	534,11	Q300,39	Q160 439,82
4	BORDILLO	ML	329,90	Q129,27	Q42 645,66
5	PAVIMENTO (e=0,16m)	M ²	3 560,74	Q435,64	Q1 551 214,34
6	DISPADORES DE ENERGIA	ML	42,50	Q1 487,99	Q63 239,41
7	DRENAJE PLUVIAL	GLOBAL	1,00	Q166 170,84	Q166 170,84
8	TOPE DE LLANTA	U	46,00	Q141,68	Q6 517,39
			TOTAL DEL PROYECTO		Q2 031 250,43

Fuente: elaboración propia.

2.2.12. Cronograma de ejecución

Es una guía para programar la ejecución de cada renglón del proyecto (ver anexos).

CONCLUSIONES

1. Se presenta el diseño del edificio del mercado municipal y la terminal de buses. En este diseño se tomaron en cuenta varias consideraciones estéticas, de funcionalidad, aprovechamiento del terreno y sobre todo el sustento estructural del edificio.
2. Se prevé que el direccionamiento de vías dentro del nuevo mercado municipal facilite la afluencia de vehículos, tanto particulares como del servicio de transporte.
3. El diseño que se presenta se realizó con base en normas, por medio de la consulta de varias bibliografías y documentos de apoyo.
4. En los planos constructivos se presenta un ordenamiento de lotes de parqueo, tanto para el área de parqueos del mercado como para la terminal de buses.
5. El diseño del edificio para el nuevo mercado municipal de Mataquescuintla considera un suelo plaza que servirá para ventas temporales que forman parte del comercio del mercado.

RECOMENDACIONES

1. Contratar mano de obra local que esté calificada para el desempeño de las distintas tareas que sean requeridas durante la fase de construcción del proyecto.
2. Apegarse a especificaciones técnicas, dadas en planos constructivos y en el cuerpo de este trabajo.
3. Involucrar a la Policía Municipal de Tránsito (PMT) para la modificación de las vías de circulación del transporte urbano y extraurbano, con el fin de tener una mejor locomoción vehicular.
4. Una vez construido, dar mantenimiento durante toda su vida útil, tanto al edificio del mercado municipal como al área de la terminal de buses.

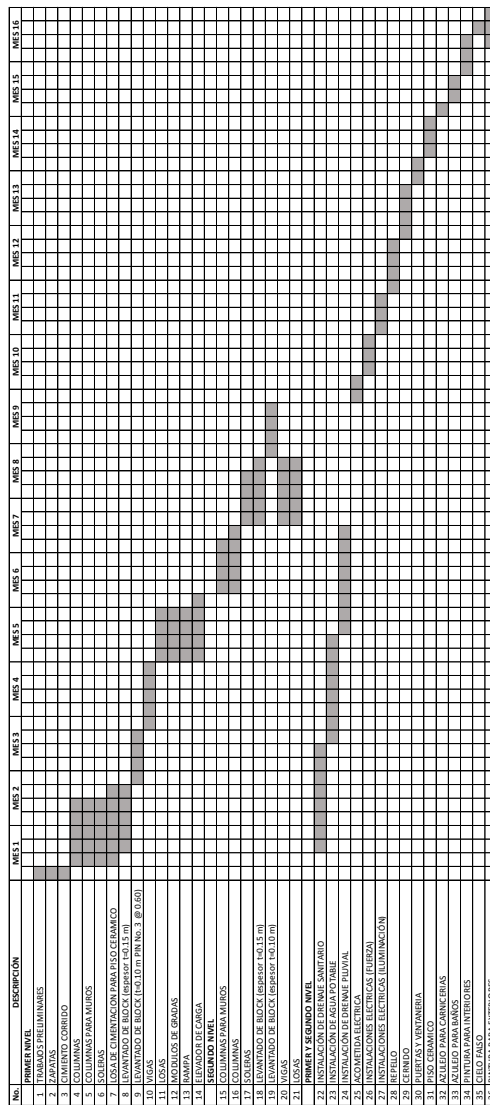
BIBLIOGRAFÍA

1. ARGUETA POLICARPIO, Ana Lucía. *Revisión de los aspectos sísmicos y del método de la carga sísmica estática equivalente de la norma de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la República de Guatemala AGIES, edición 2010*. Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2014. 270 p.
2. HERNÁNDEZ JUÁREZ, Lester Iván. *Diseño de la edificación de dos niveles para el salón de usos múltiples y alcantarillado sanitario para el barrio El Molino, Municipio de Chiquimula, Chiquimula*. Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2012. 193 p.
3. HERNÁNDEZ MONZÓN, Jorge Mynor. *Consideraciones generales para el diseño de los diferentes tipos de pavimentos*. Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1997. 394 p.
4. MUÑOZ MALDONADO, María Del Rosario. *Diseño del edificio municipal y diseño del sistema de agua potable para los cantones San Lorencito y Chitá, Zunilito, Suchitepéquez*. Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2008. 350 p.

5. PAZ CHACÓN, Sindy Anabella. *Diseño del edificio escolar de dos niveles para la Aldea El Manzanillo y sistema de alcantarillado sanitario para el sector sur del casco urbano de San Lucas Sacatepéquez, Departamento de Sacatepéquez*. Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2014. 293 p.
6. RAMÍREZ RIÁN, Abner Benjamín. *Diseño del pavimento rígido para el microparciamiento El Naranjo y drenaje sanitario para el parcelamiento Velasquitos, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla*. Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2008. 204 p.
7. SELKIN ALDANA, Bill Tommy. *Diseño del edificio escolar para el Instituto Óscar Humberto Enríque Guerra y sistema de abastecimiento de agua potable para la Aldea Santa Marta del Municipio de Sumpango, Sacatepéquez*. Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2005. 291 p.
8. YOC JUÁREZ, Elmer Thomas. *Evaluación de concretos elaborados de acuerdo a los métodos de diseño "Vitervo O'reilly y práctica estándar de selección de proporciones de concreto de masa normal y pesada (ACI 211.1)*. Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2007. 115 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Cronograma de ejecución para el edificio del mercado municipal



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

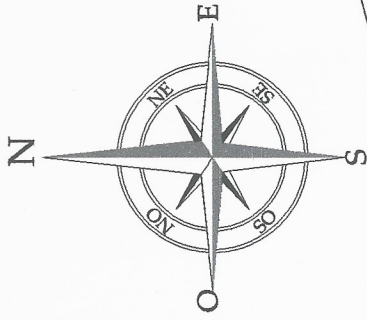
Apéndice 2. Cronograma de ejecución del pavimento rígido de la terminal de buses

No.	DESCRIPCIÓN	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
1	TRAZO Y NIVELACIÓN	■					
2	CONFORMACION DEL TERRENO		■				
3	BASE MATERIAL SELECTO			■			
4	BORDILLO				■		
5	PAVIMENTO					■	
6	DISPADORES DE ENERGIA						■
7	TOPE DE LLANTA						■

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

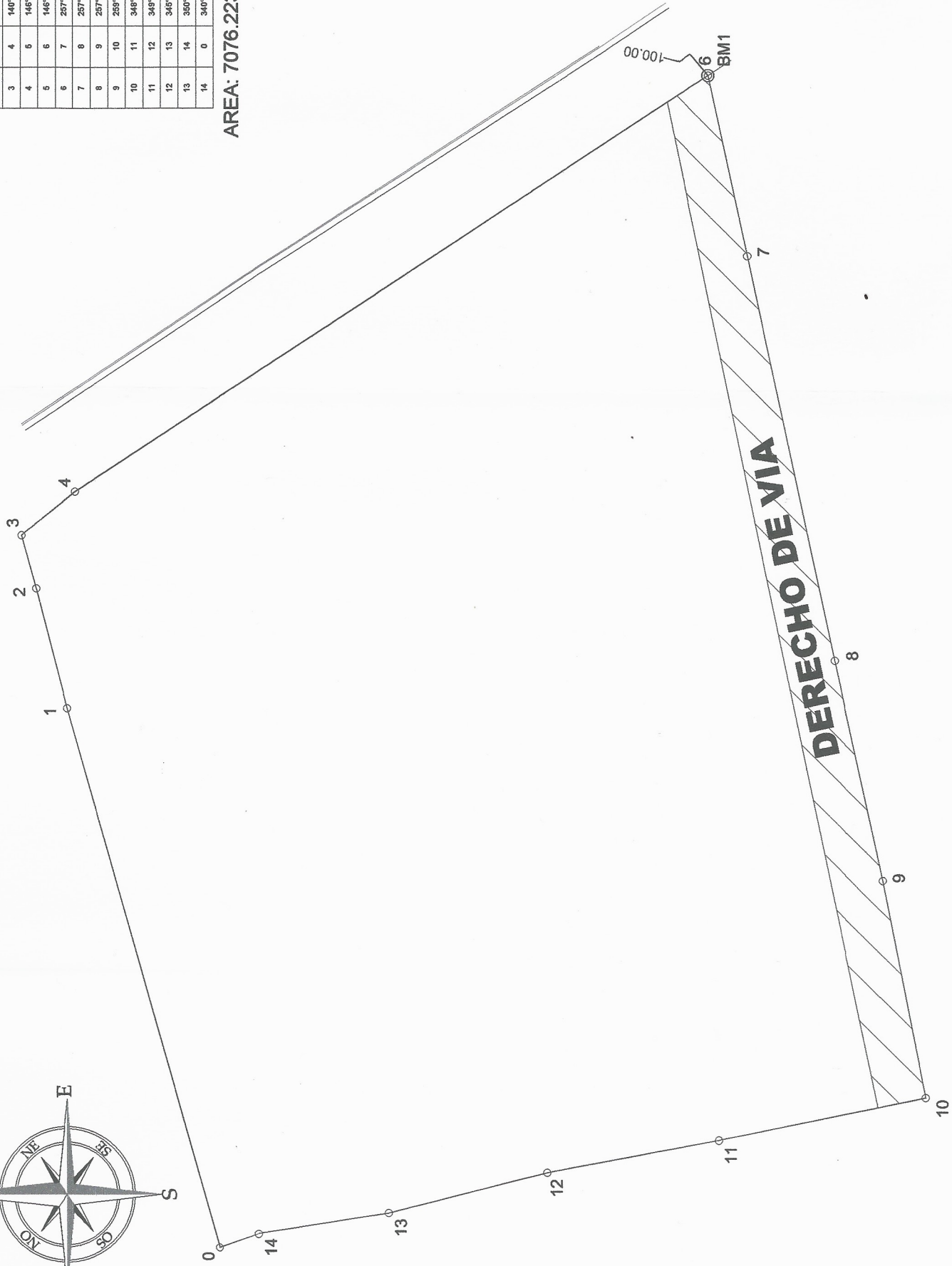
Planos

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA
0	1	74°21'10"	57.64 m.
1	2	75°28'51"	12.88 m.
2	3	74°55'54"	6.85 m.
3	4	140°54'30"	7.08 m.
4	5	145°45'00"	38.00 m.
5	6	146°46'00"	39.75 m.
6	7	257°46'30"	10.97 m.
7	8	257°52'29"	42.51 m.
8	9	257°43'40"	23.13 m.
9	10	258°00'49"	22.74 m.
10	11	348°28'25"	21.68 m.
11	12	348°18'38"	17.94 m.
12	13	345°53'06"	16.81 m.
13	14	350°57'31"	13.52 m.
14	0	340°38'26"	4.24 m.

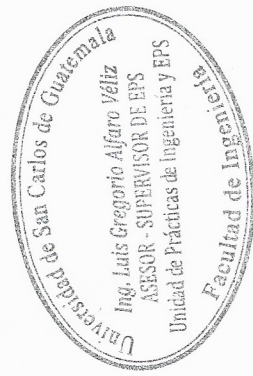
AREA: 7076.2238M2 = 10,127.1377 VI



POLIGONO DEL TERRENO

ESCALA: 1:250

1



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

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES

POLICIONO DEL TERRENO MUNICIPAL

ESCALA INDICADA: CARNE 2611020829

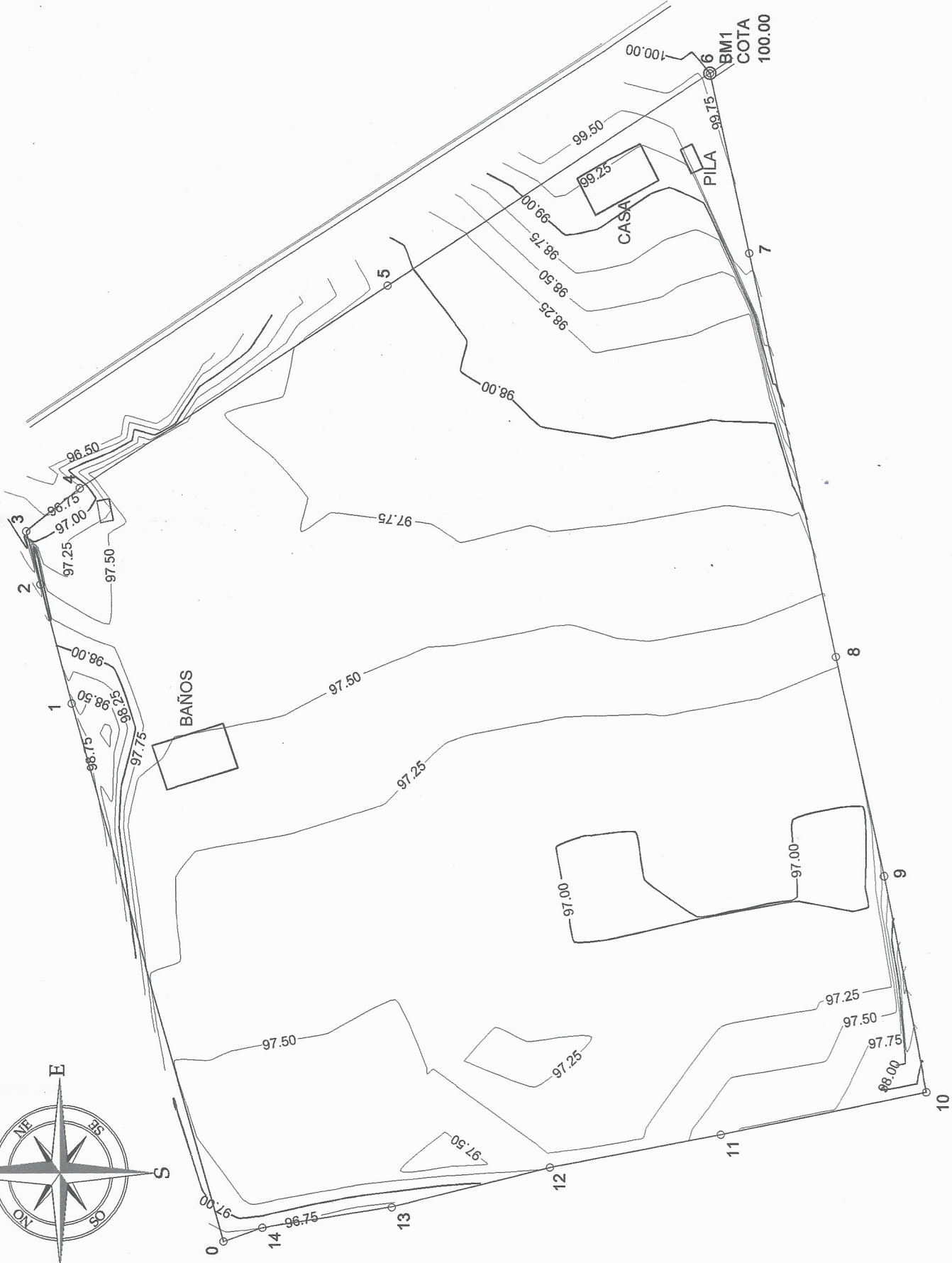
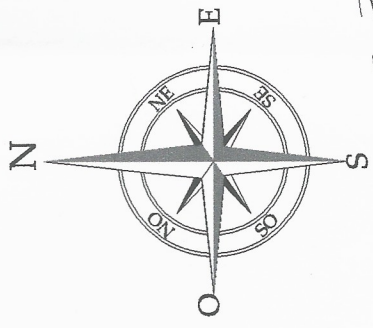
FECHA: ABRIL 2018

UBICACION: MATAQUESCUINTLA, JALAPA

ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO CECILIA RAMOS

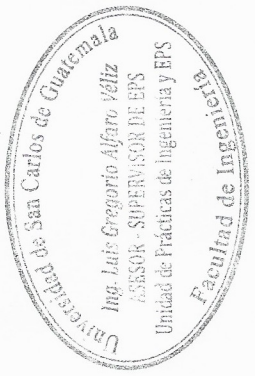
Volvo.

HOJA No. 100



CURVAS DE NIVEL
TERRENO NATURAL

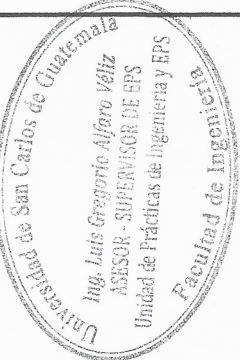
ESCALA 1:250



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

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACIÓN: MATAQUESCUINTLA, JALAPA
CURVAS DE NIVEL	ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO CORDERO MARTÍNEZ
ESCALA: INDICADA	VALOR: Valbo.
FECHA: ABRIL 2018	HOJA No. 101

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS



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

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO
MUNICIPAL DE DOS NIVELES

UBICACIÓN:
MATAESCUNTLA, JALAPA

PLANTA DE CONJUNTO

ESTUDIANTE:
OSCAR ADOLFO GONZALEZ

ESCALA:
INDICADA

Volvo

FECHA:
ABRIL 2018

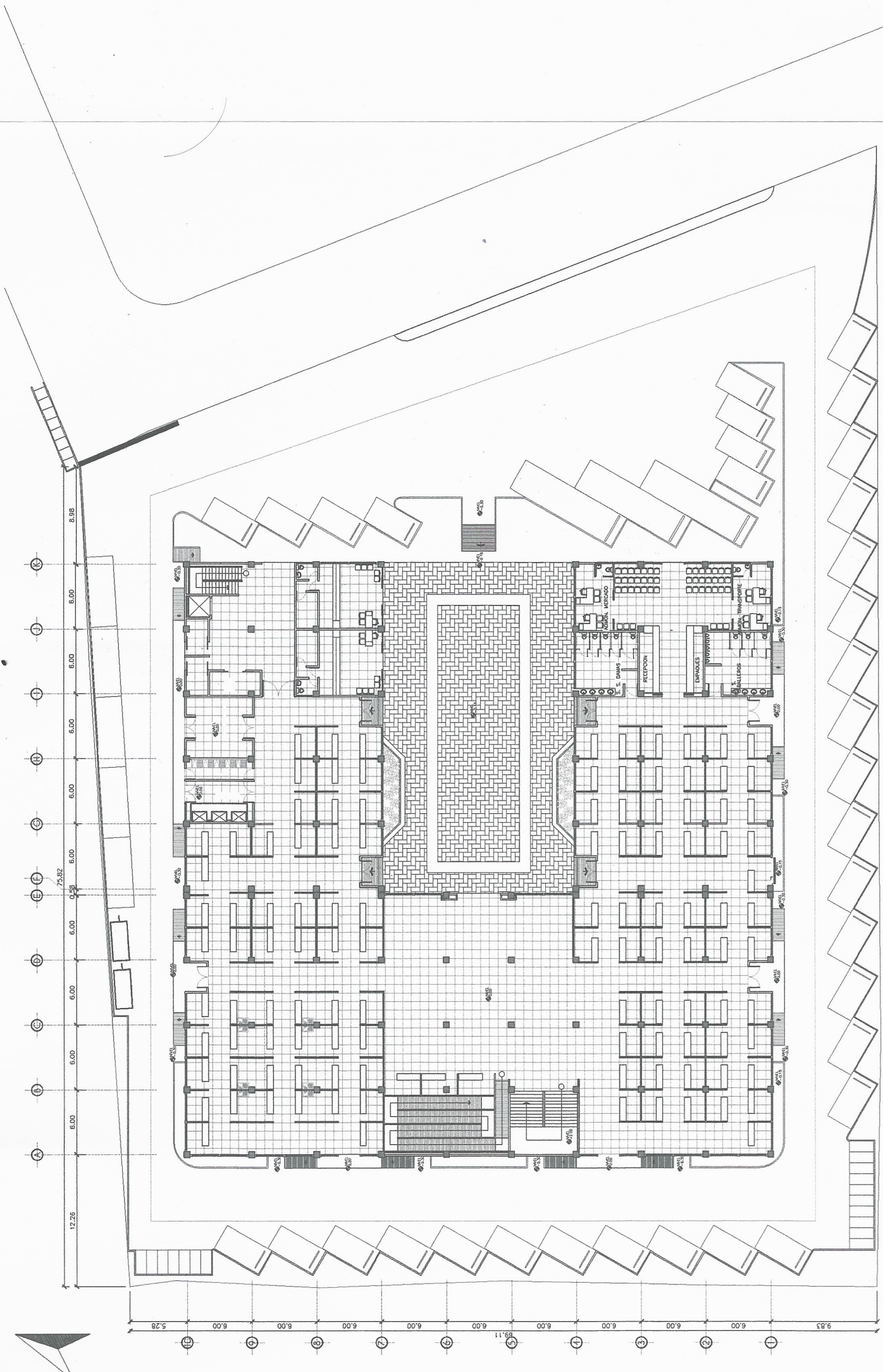
CARNE:
201020829

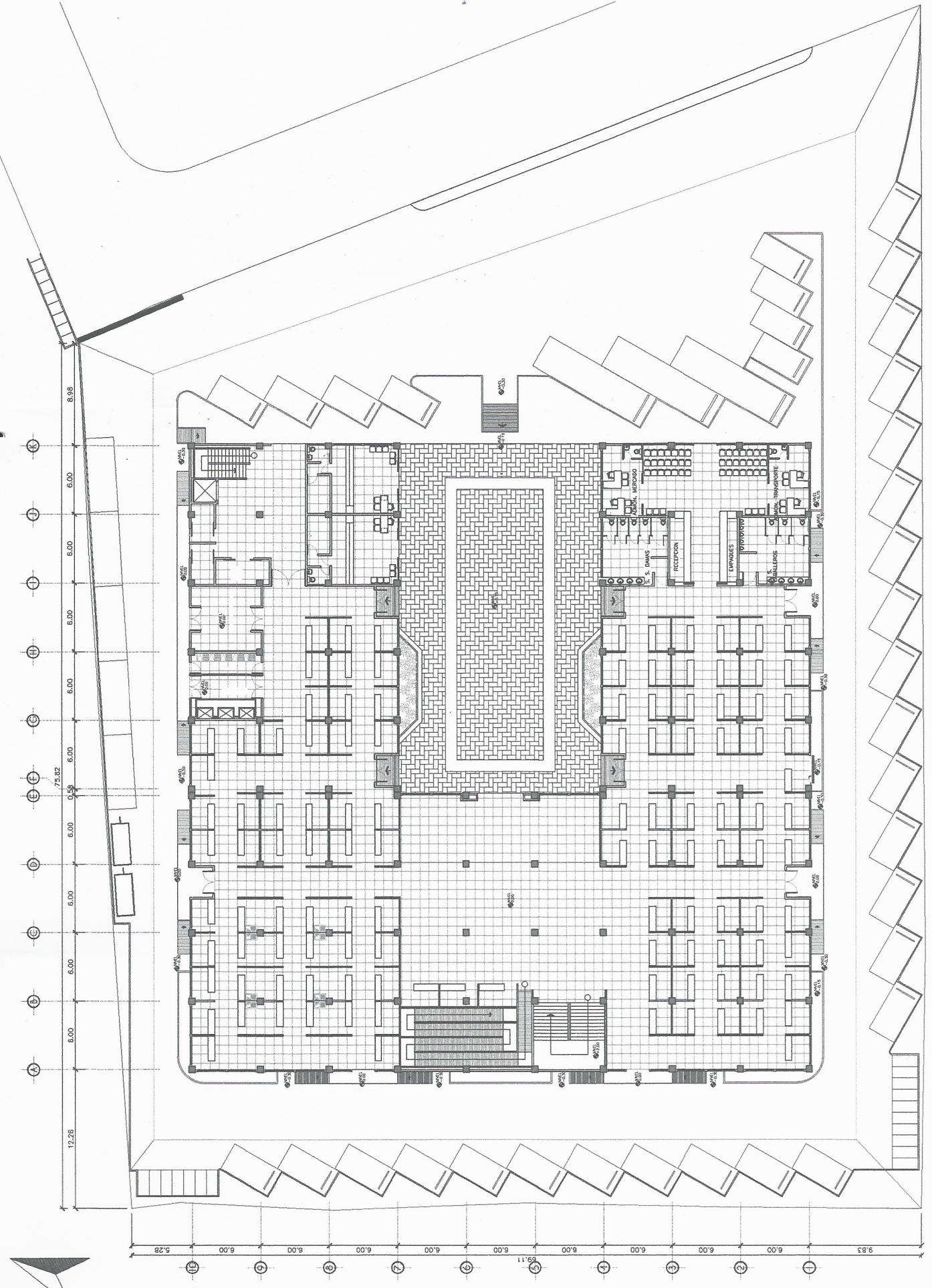
HOJA No. 102

TEL. FIELLE JUSTITIA
9553 5111

ESCALA 1:300

PLANTA
CONJUNTO

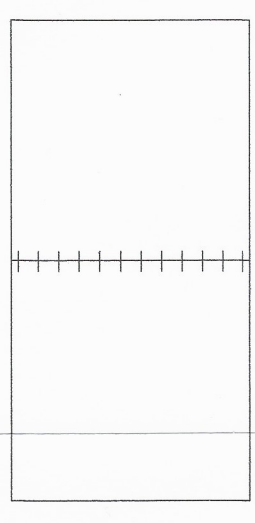




PLANTA CONJUNTO

ESCALA 1:200

1

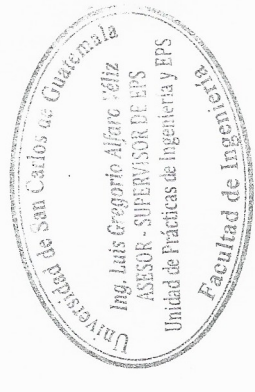


12 BARRAS LISAS DE ACERO GRADO 40, Ø 0.30 M. DE LONGITUD 0.30M. COLOCADAS A UNA ALTURA MEDIDA DESDE LA BASE, IGUAL A LA MITAD DEL ESPESOR DE LA LOSA

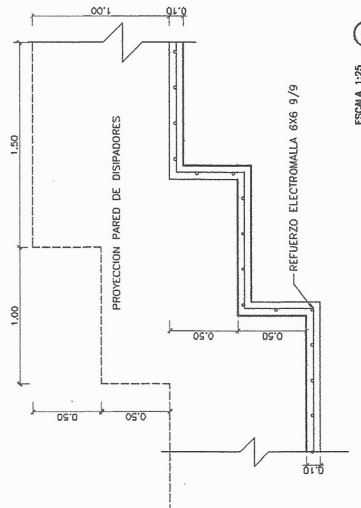
PLANTA UNION DE LOSAS DE PAVIMENTACION

ESCALA 1:50

4



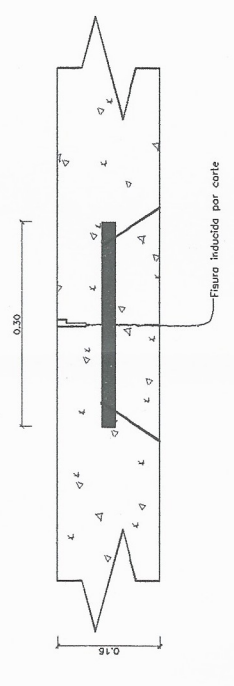
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	UBICACION: MATAQUESCUNTIL, JALAPA	ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO GONZALEZ
	PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	PLANTA DE LOSA DE PAVIMENTACION	Votbo.
ESCALA INDICADA	CARNE: 201C20209	HOJA No. 103	FECHA: ABRIL 2018



DETALLE DISIPADORES DE CONCRETO

ESCALA 1:25

2



DETALLE DE DOVELAS

ESCALA 1:5

3

ESPECIFICACIONES DE CARPETA DE RODADURA

TODA LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECIFICA PARA ESTE PROYECTO.

DIMENSIONALES:
 SISTEMA METRICO O INDICADO

SUB-RASANTE:
 HOMOGENIZACION DE PRESENCIA CON SIELOS GRANULARES CON MENOS DEL 3 % DE FACTOR DE HINCHAMIENTO SEGUN ASHTO T-193 (CBR)

BASE:
 MATERIAL GRANULAR, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TERRONES DE ARCILLA, RAICES, CIEPEDA.

LA COMPACTACION DEBERA SER COMO MINIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA, DETERMINADA SEGUN EL METODO ASHTO T-180

CARPETA DE RODADURA:
 DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS PREESPECIFICACIONES DE LA ASTM C-150 O EQUIVALENTE. LOS AGREGADOS DEBERAN SER GRANULOSOS SEGUN ASHTO M-207 O EQUIVALENTE. EL AGREGADO DEBERA SER COMO MINIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA, DETERMINADA SEGUN EL METODO ASHTO T-180.

AGREGADO GRUESO: DEBERA SER GRAMA O PIEDRA TRITURADA PROCESADA ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMA SEGUN ASHTO M-60 O ASTM C-33.

AGREGADO FINO: DEBERA SER PREFERENTEMENTE POTABLE, LIMPIO Y LIBRE DE CANTIDADES PREJUDICIALES DE ACEITE, ACIDOS, ALUMINOS, SODAS, SALES COMO CLORURO DE SODIO, SODIO SULFADO Y OTROS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIAS AL CONCRETO O AL ACERO.

ASENTAMIENTO RECOMENDADO PARA EL CONCRETO: 40 +/- 20 MM

BORDELLOS:
 SERAN DE CONCRETO CON RESISTENCIA A LOS 28 DIAS DE 3,000 PSI, DE ESPESOR INDICADO.

SIMBOLOGIA	
—	C.I.E.COTA INVERT DE ENTRADA
—	C.I.S.COTA INVERT DE SALIDA
—	TUBERIA PVC ø INDICADO
■	CAJA REPOSADORA 0.60x0.60 MTS



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

UBICACION: MATAQUESCUNTLA, JALAPA

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES

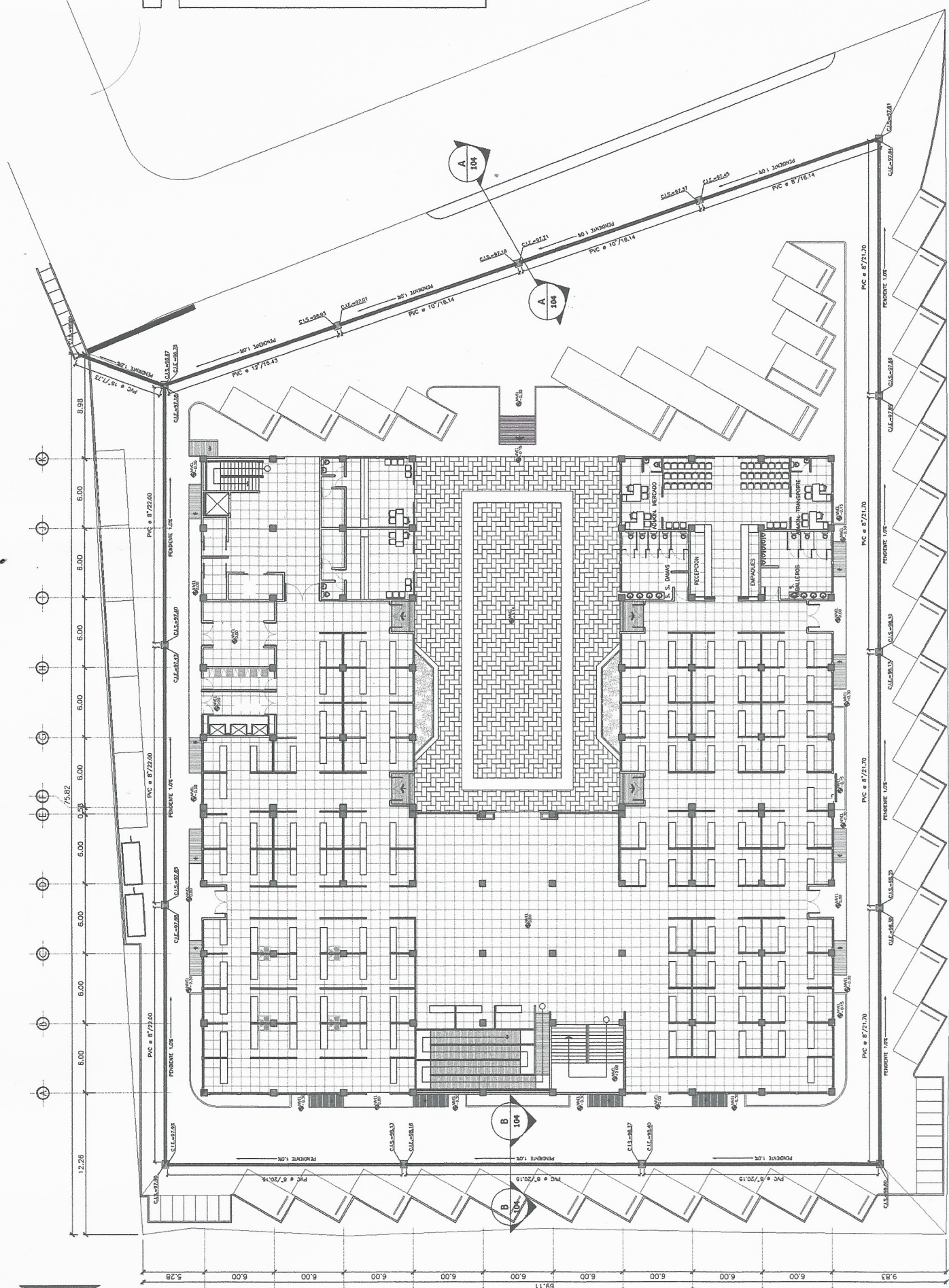
LINEA CENTRAL DE COLECTORES DE AGUA PLUVIAL

ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO GONZALEZ VILLALBA

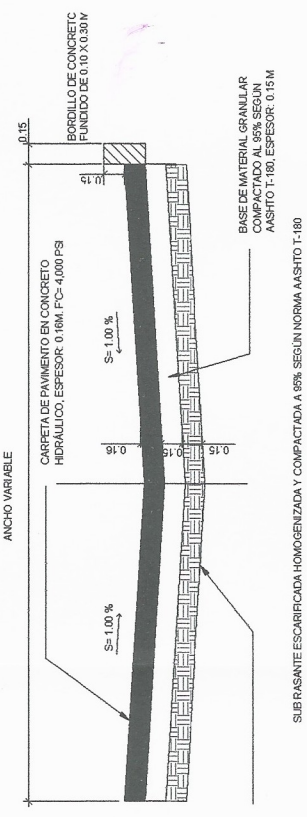
ESCALA INDICADA: CARNE: 20:1; C20:829

FECHA: ABRIL 2018

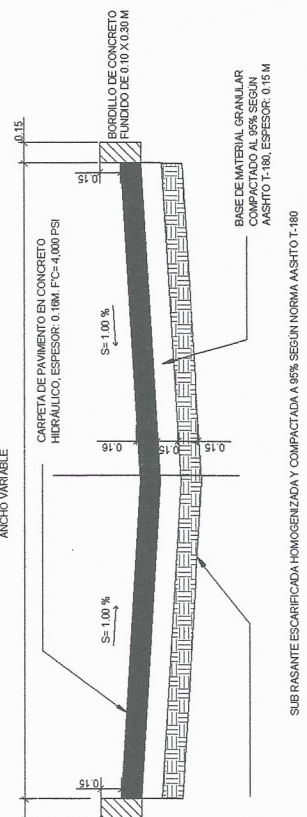
HOJA No. 104



ESCALA 1:200



SECCION B-B



SECCION A-A

PLANTA CONJUNTO

ESPECIFICACIONES DE CARPETA DE RODADURA

TOA LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECIFICA PARA ESTE PROYECTO.

DIMENSIONALES:
 SISTEMA METRICO O INDICADO

SUB-PASANTE:
 HOMOGENIZACION DE PREFERENCIA CON SIELOS GRANULARES CON MENOS DEL 3 % DE FACTOR DE FINICHIAMIENTO SEGUN ASHTO T 193 (GR)

BASE:
 MATERIAL GRANULAR, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TERRONES DE ARCILLA, RAICES, CEPED.

LA COMPACTACION DEBERA SER COMO MINIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA, DETERMINADA SEGUN EL METODO ASHTO T 1180

CARPETA DE RODADURA:
 DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS ASHTO M 85, ASHTO C 150 O COQUANOR NG 41005, ASHTO M 100 O COQUANOR NG 41003, ASHTO M 101 O COQUANOR NG 41003, H10.

ASBESTO FINO, REBERA, SER ARENA NATURAL O MANUFACTURADA, COMUESTA DE PARTICULAS DIVERSAS Y DISTRIBUCION SEGUN ASHTO M 6, CLASE B.

AGREGADO GRUESO: DEBERA SER GRANA O PIEDRA TRITURADA PROCEASAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMA SEGUN ASHTO M 60 O ASHTO C-33.

AGUA PARA MEZCLA: DEBERA SER PREFERENTEMENTE POTABLE, LIMPA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITE, AZUCAR, ALCAHALS, AZOAR, SALES COMO CLORURO O SULFATOS.

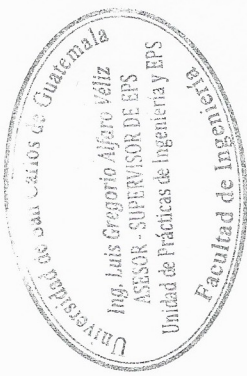
MATERIAL ORGANOICO: O OTROS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER INCORPORADO AL CONCRETO O AL ACERO.

ASISTAMIENTO RECOMENDADO PARA EL CONCRETO: 40 +/- 20 MM

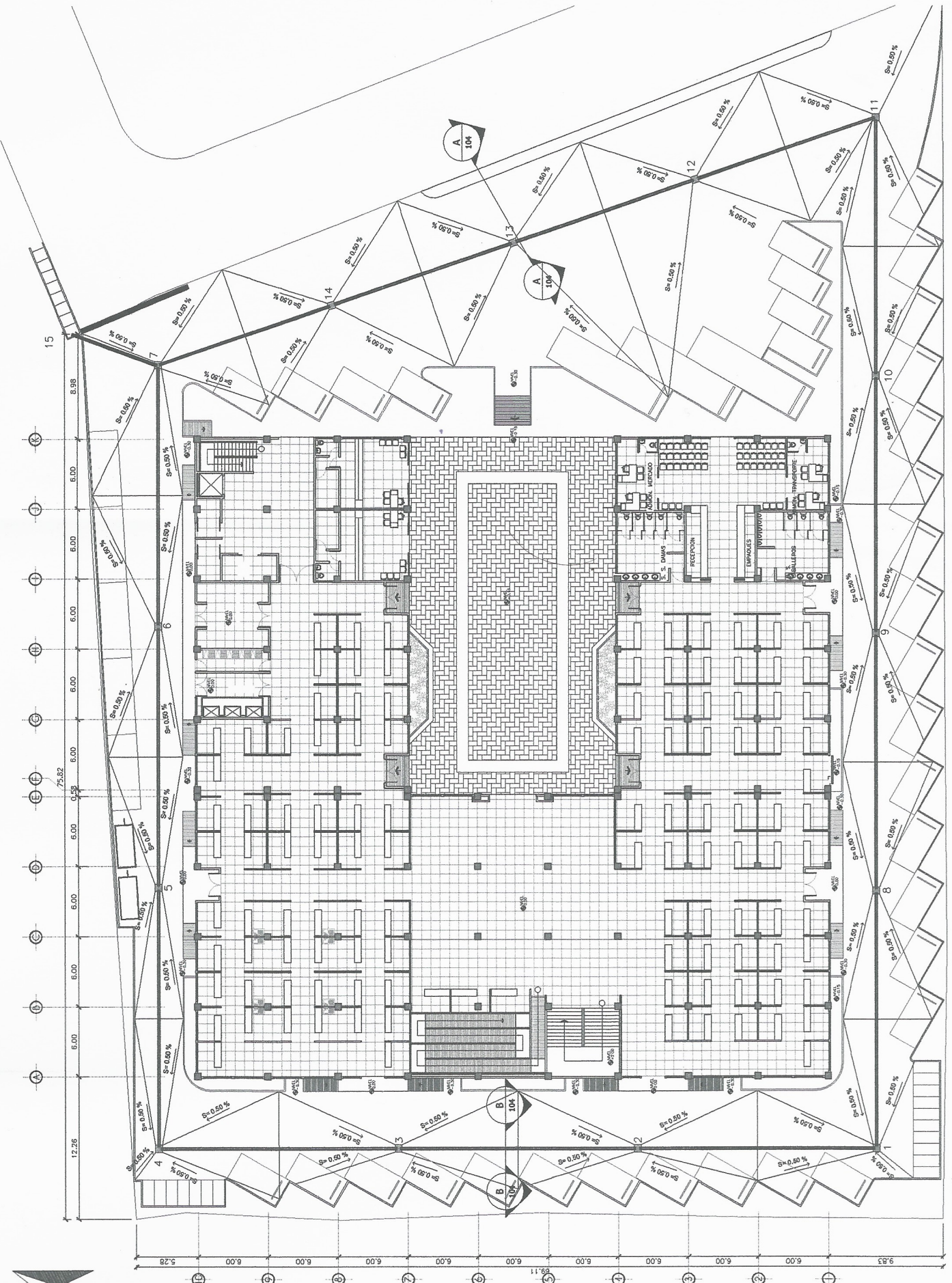
BORDELLOS:
 SEGUN DE CONCRETO CON RESISTENCIA A LOS 28 DMS DE 3,000 PSI. DE ESPESOR INDICADO.

SIMBOLOGIA

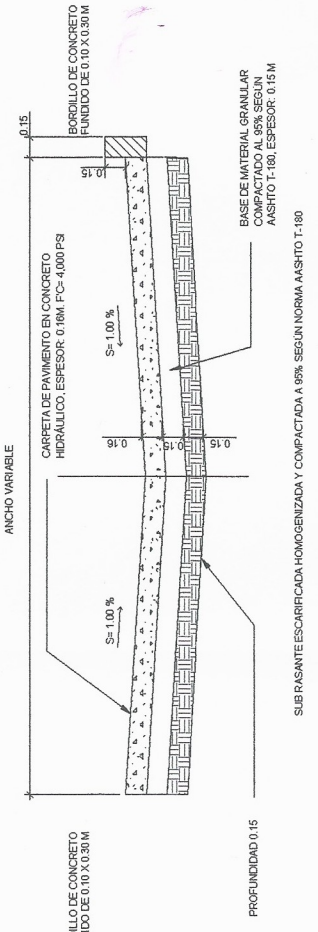
	TUBERIA PVC Ø INDICADO
	CAJA REPOSADERA 0.60x0.60 MTS



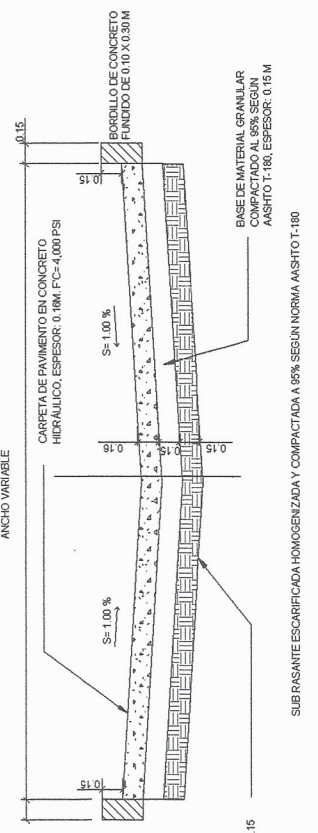
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACION: MATAQUESCUILTA, JALAPA
UBICACION DE REPOSADERAS	ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO OLIVERA VILLAS
ESCALA: INDICADA	CARNE: 201022029
FECHA: ABRIL 2018	HOJA No. 105
	Vobo.



ESCALA 1:200

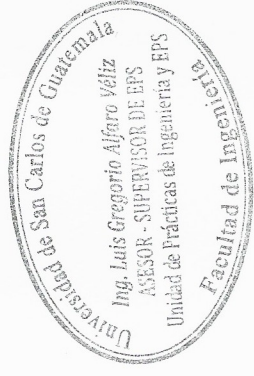


ESCALA 1:25



ESCALA 1:25

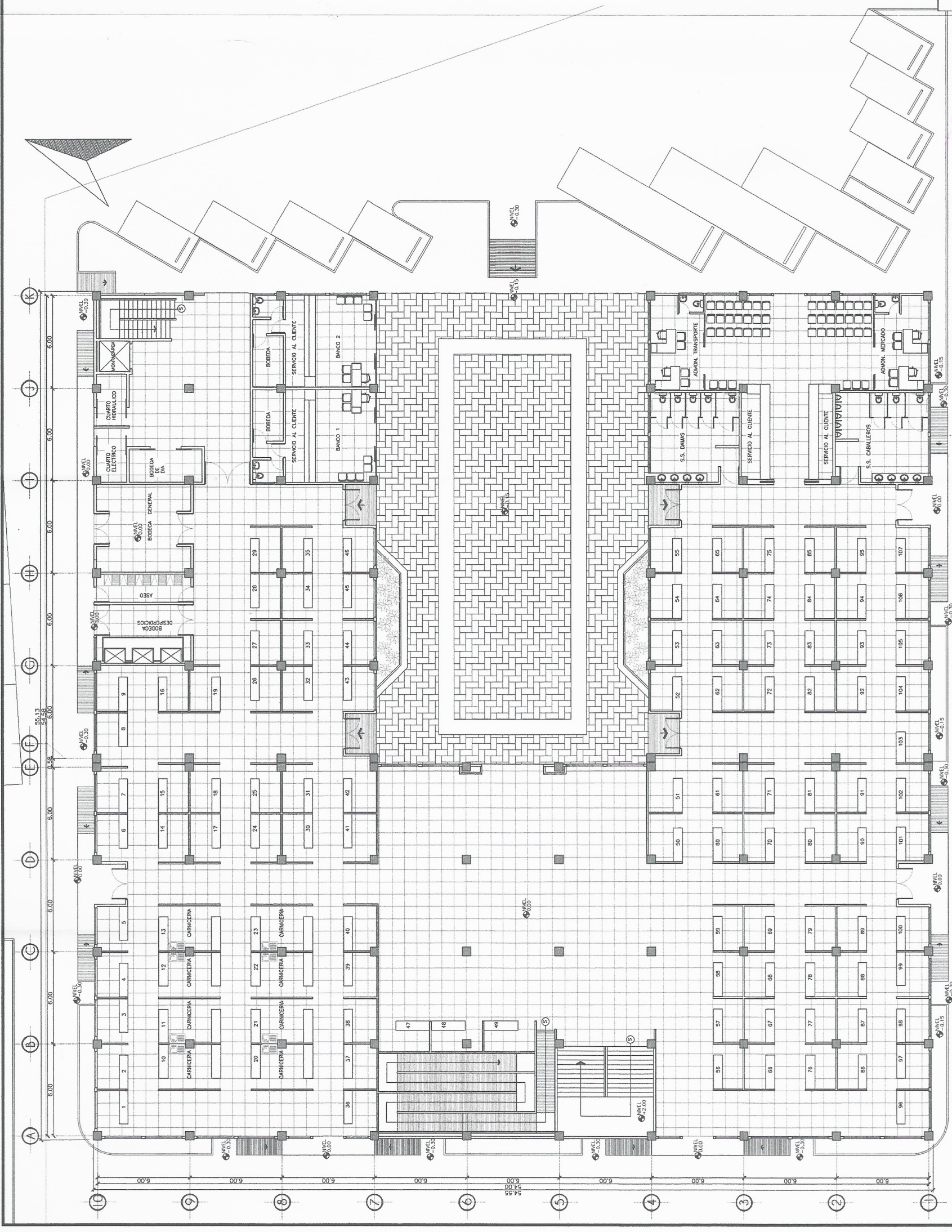
PLANTA CONJUNTO



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



PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACIÓN: MATAQUECUNTLA, JALAPA
PLANTA AMOBLADA NIVEL 1	ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO ESCOBAR JIMÉNEZ
ESCALA: INDICADA	Carre: 2011020809
FECHA: ABRIL 2018	HOJA No. 200



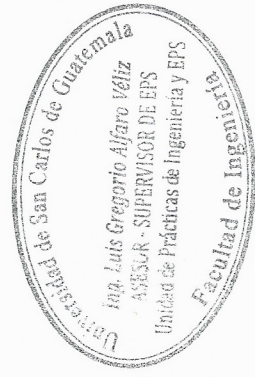
PLANTA AMOBLADA NIVEL 1



PLANTA
AMOBLADA NIVEL 2

ESCALA: 1:125

1



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

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACION: MATAQUEUNTILTA, JALAPA
PLANTA AMOBLADA NIVEL 2	ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO ESCOBAR VELIZ
ESCALA: INDICADA	VoBo.
FECHA: ABRIL 2018	CARNE: 201020209
	HOJA No. 201

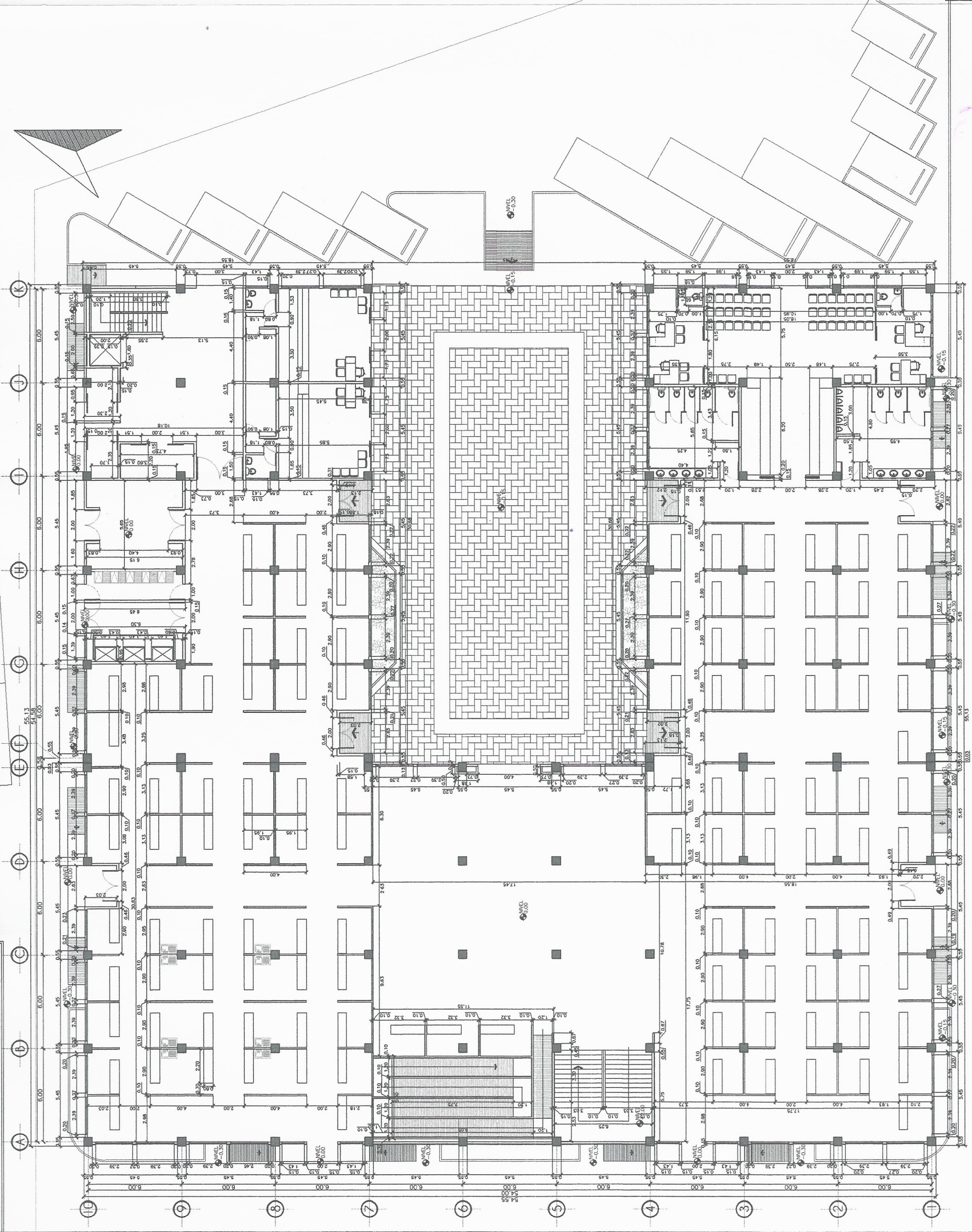
FECHA: ABRIL 2018
HOJA No. 201
CARNE: 201020209
ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO ESCOBAR VELIZ
VoBo.



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

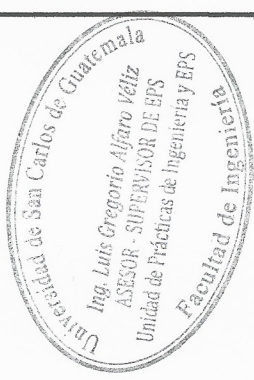
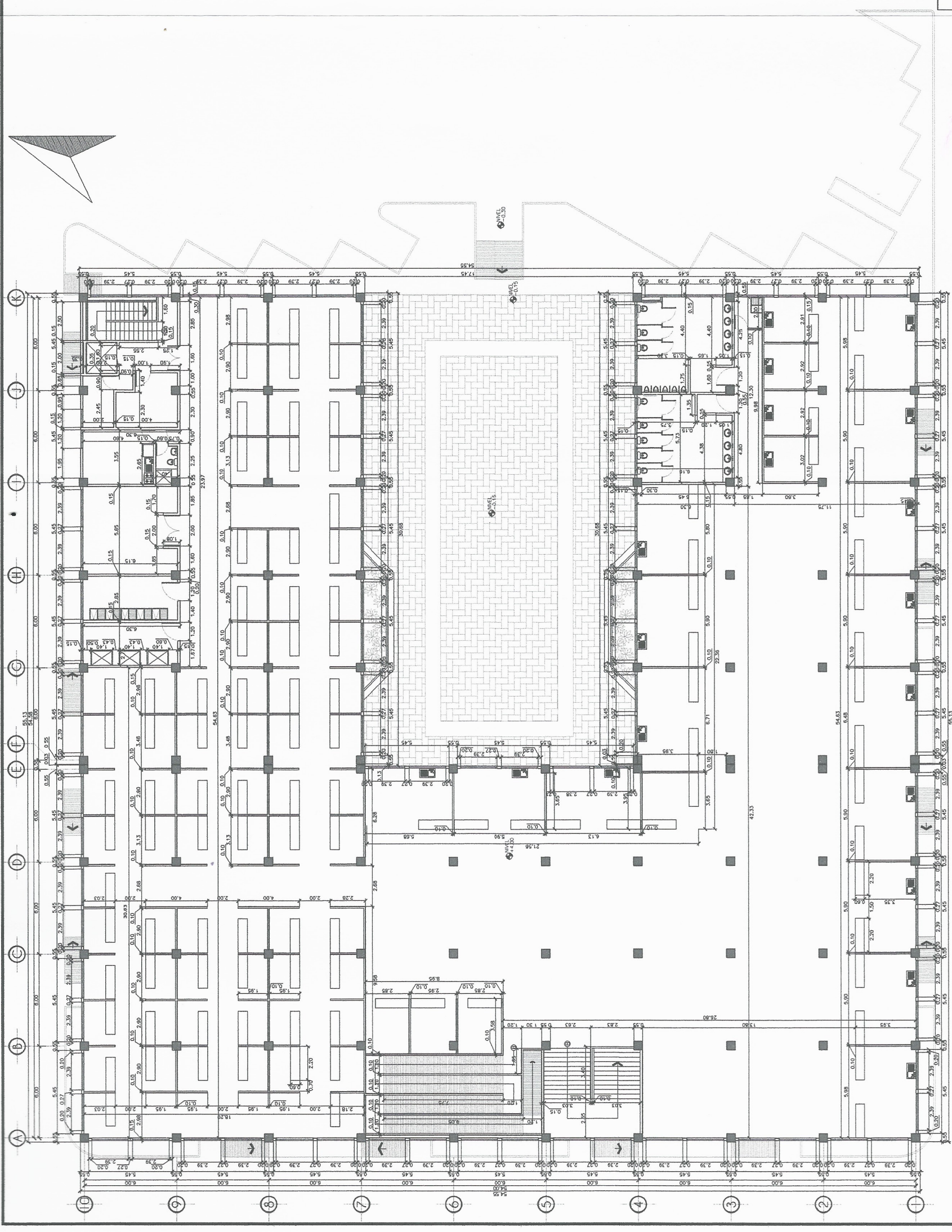


PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	PLANTA ACOTADA NIVEL 1	ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO CAYARA AMAYES	Volvo.
ESCALA: INDICADA	CARNE: 20122029	FECHA: ABRIL 2018	



ESCALA 1:125

PLANTA
ACOTADA NIVEL 1



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

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACIÓN: MATAQUICUILTA, JALAPA
PLANTA ACOTADA NIVEL 2	ESTUDIANTE: OSCAR ALBERTO CECILIA VILLARREAL
ESCALA: INDICADA	VOLÚMEN: 26/1020829
FECHA: ABRIL 2018	HOJA No. 203

PLANTA
ACOTADA NIVEL 2

ESCALA 1:115

1

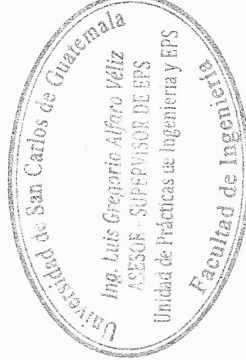
PLANILLA DE PUERTAS NIVEL 1									
TIPO	ANCHO	DIANTEL	ALTO	AREA VANO	AREA TOTAL	MATERIAL			
P1	2.00	2.80	0.70	2.10	5.80	4.20	1.1	61.80	METAL
P2	3.00	2.80	0.70	2.10	8.40	6.30	1	8.40	METAL
P3	1.00	2.80	0.70	2.10	2.80	2.10	2	5.60	METAL
P4	1.20	2.80	0.70	2.10	3.36	2.52	4	13.44	METAL
P5	2.00	2.80	0.70	2.10	5.60	4.20	1	5.60	METAL CORREDIZA
P6	3.00	2.80	0.00	2.80	8.40	8.40	1	8.40	PERSIANA METAL
P7	4.00	2.80	0.00	2.80	11.20	11.20	1	11.20	PERSIANA METAL
P8	2.00	2.80	0.00	2.80	5.60	5.60	3	16.80	PERSIANA METAL
P9	0.80	2.10	0.00	2.10	1.68	1.68	2	3.36	MADERA
P10	1.20	2.10	0.00	2.10	2.52	2.52	2	5.04	MADERA
P11	2.00	2.80	0.70	2.10	5.60	4.20	1	4.20	METAL CORREDIZA
P12	0.70	2.10	0.00	2.10	1.47	1.47	2	2.94	MADERA
P13	4.92	2.80	0.00	2.10	13.77	3.78	2	27.55	ALUMINIO Y VIDRIO
P14	5.45	2.80	0.00	2.10	15.17	4.20	2	30.34	ALUMINIO Y VIDRIO
AREA TOTAL MTS.²							204.47		

PLANILLA DE VENTANAS NIVEL 1								
TIPO	SILLAR	DIANTEL	ANCHO	ALTO	MTS. 2 UN	TOTAL MT. 2	MATERIAL	
V-1	1.20	2.80	2.39	1.60	3.82	4.7	179.54	ALUMINIO ANODIZADO COLOR CAFE + VIDRIO 5 MM.BRONCE
V-2	1.80	2.80	2.39	1.00	2.39	4	9.56	ALUMINIO ANODIZADO COLOR CAFE + VIDRIO 5 MM.BRONCE
V-3	1.20	2.80	1.43	1.80	2.29	6	13.74	ALUMINIO ANODIZADO COLOR CAFE + VIDRIO 5 MM.BRONCE
V-4	1.20	2.80	1.99	1.80	3.18	2	6.36	ALUMINIO ANODIZADO COLOR CAFE + VIDRIO 5 MM.BRONCE
V-5	1.80	2.80	1.59	1.00	1.59	2	3.18	ALUMINIO ANODIZADO COLOR CAFE + VIDRIO 5 MM.BRONCE
V-6	1.80	2.80	1.43	1.00	1.43	2	2.86	ALUMINIO ANODIZADO COLOR CAFE + VIDRIO 5 MM.BRONCE
V-7	1.20	2.80	1.39	1.80	2.22	1	2.22	ALUMINIO ANODIZADO COLOR CAFE + VIDRIO 5 MM.BRONCE
AREA TOTAL MTS.²						217.46		

INDICA ACABADO EN PISO
INDICA ACABADO EN MURO
INDICA ACABADO EN CIELO

PLANILLA DE ACABADOS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
(P)	TIPO DE PUERTA
(V)	TIPO DE VENTANA
(PC)	INDICA PISO CERAMICO O PORCELANATO
(R+C+P)	REPELLO+ CERNIDO + PINTURA
(AZ)	AZULEJO A ALTURA MURO
(B)	BANQUETA DE CONCRETO
(C)	CONCRETO CON COLOR COFRE

NOTA:
LOS MUROS INTERIORES COMO LOS EXTERIORES EL ACABADO SERA REPULLUCERADO MAS PINTURA DE LATEX. LAS COLUMNAS LLEVARAN MONOCAPA GRIS Y BLANCO MAS PINTURA.
NOTA:
EL PROVEEDOR O FABRICANTE DE LAS PUERTAS Y VENTANAS DEBERA VERIFICAR VANOS Y MEDIDAS EN OBRA.



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

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES

PLANTA ACABADOS 1

ESCALA: INDICADA

FECHA: ABRIL 2018

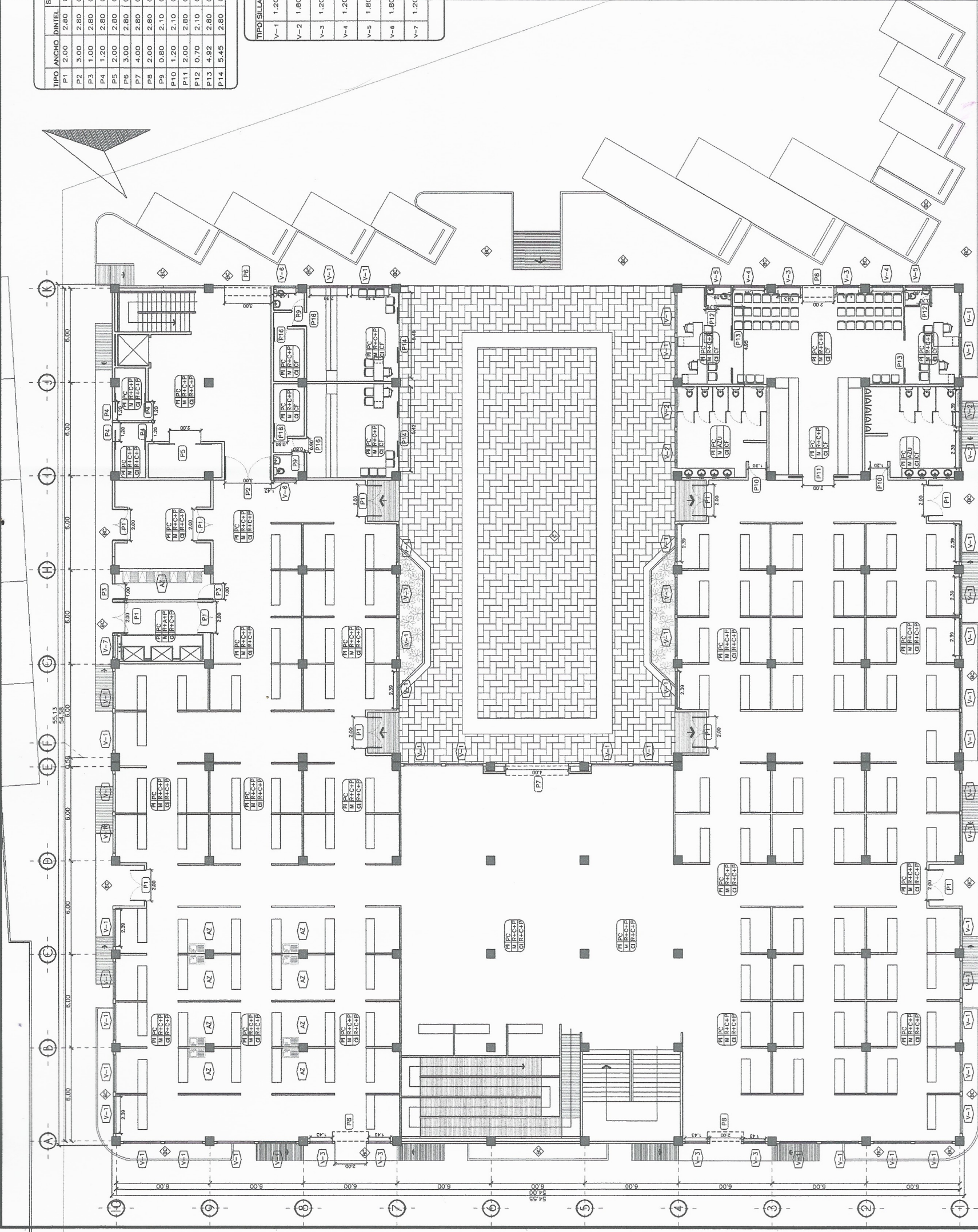
UBICACION: MATAQUECUNTLA, JALAPA

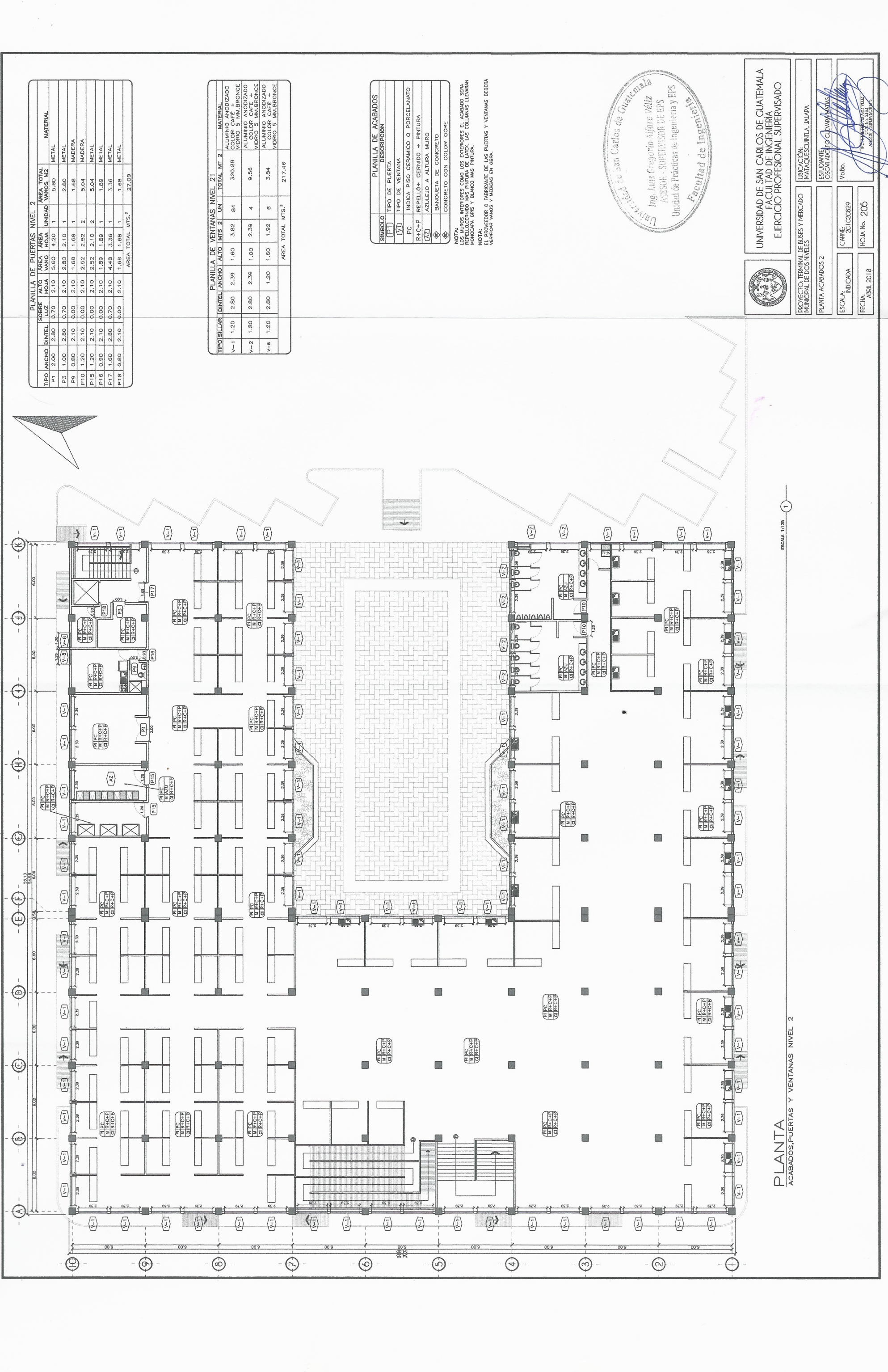
ESTUDIANTE: OSCOR ADOLFO CERVANTES MALIN

Volvo.

CARNE: 2010202829

HOJA No. 204





PLANILLA DE PUERTAS NIVEL 2

TIPO	ANCHO	ALTO	AREA MOJA	AREA LIZ	AREA TOTAL	UNIDAD	WANGOS	MZ	MATERIAL
P1	2.00	2.80	5.60	2.10	7.70	1	4.20	1	METAL
P3	1.00	2.80	2.80	0.70	3.50	1	2.10	1	METAL
P9	0.80	2.10	1.68	0.00	1.68	1	1.68	1	MADERA
P10	1.20	2.10	2.52	0.00	2.52	2	2.52	2	MADERA
P15	1.20	2.10	2.52	0.00	2.52	2	2.10	2	METAL
P17	0.90	2.10	1.89	0.00	1.89	1	1.89	1	METAL
P18	1.60	2.80	4.48	0.70	5.18	1	3.56	1	METAL
P18	0.80	2.10	1.68	0.00	1.68	1	1.68	1	METAL
AREA TOTAL MTS.²									27.09

PLANILLA DE VENTANAS NIVEL 21

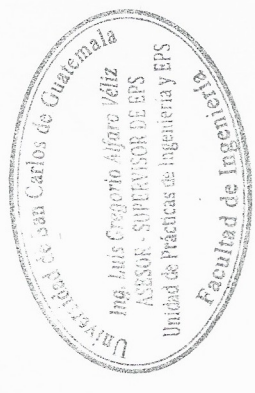
TIPO/SILLAS	DINTEL	ANCHO	ALTO	MTS. 2	UN	TOTAL	MT. 2	MATERIAL
V-1	1.20	2.80	1.60	3.82	84	320.88		ALUMINIO ANODIZADO COLOR CAFÉ + VIDRIO 5 MM.BRONCE
V-2	1.80	2.80	1.00	2.39	4	9.56		ALUMINIO ANODIZADO COLOR CAFÉ + VIDRIO 5 MM.BRONCE
V-8	1.20	2.80	1.20	1.92	6	3.84		ALUMINIO ANODIZADO COLOR CAFÉ + VIDRIO 5 MM.BRONCE
AREA TOTAL MTS.²							217.46	

PLANILLA DE ACABADOS

SIMBOLO	TIPO DE PUERTA	DESCRIPCION
(P1)	TIPO DE PUERTA	
(V1)	TIPO DE VENTANA	
(PC)	INDICA PISO CERAMICO O PORCELANATO	
(R+C+P)	REPELLO+ CERNIDO + PINTURA	
(AZ)	AZULEJO A ALTURA MURO	
(B)	BANQUETA DE CONCRETO	
(C)	CONCRETO CON COLOR OCRE	

NOTA:
LOS MUROS INTERIORES COMO LOS EXTERIORES EL ACABADO SERA
CONCRETO PULIDO, LAS COLUMNAS LLEVRAN
MOKOGAPA GRIS Y BLANCO MAS PINTURA.

NOTA:
EL PROVEEDOR O FABRICANTE DE LAS PUERTAS Y VENTANAS DEBERA
VERIFICAR VANDOS Y MEDIDAS EN OBRA.



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

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES

PLANTA ACABADOS 2

ESCALA: INDICADA

FECHA: ABRIL 2018

UBICACION: MATAQUECUNTILA, JALAPA

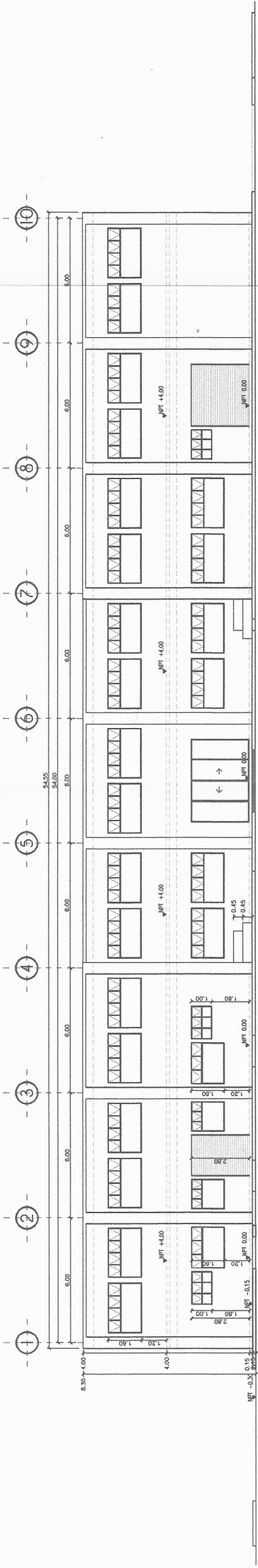
ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO CALVO MARTINEZ

Carne: 2011020829

HOJA No. 205

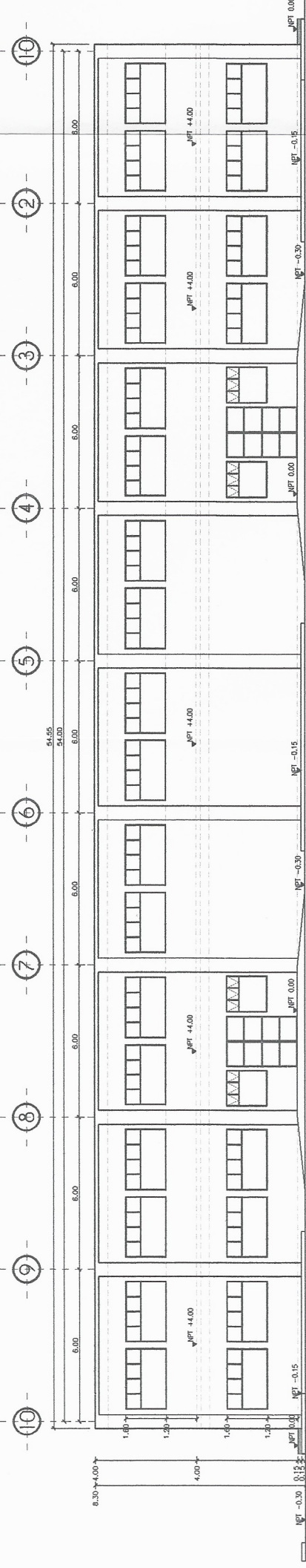
PLANTA ACABADOS PUERTAS Y VENTANAS NIVEL 2

ESCALA 1:125



ELEVACION FRONTAL

ESCALA 1:100



ELEVACION POSTERIOR

ESCALA 1:100



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

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES

ELEVACIONES 1

ESCALA: INDICADA

FECHA: ABRIL 2018

UBICACION: MATAQUECUNTILA, JALAPA

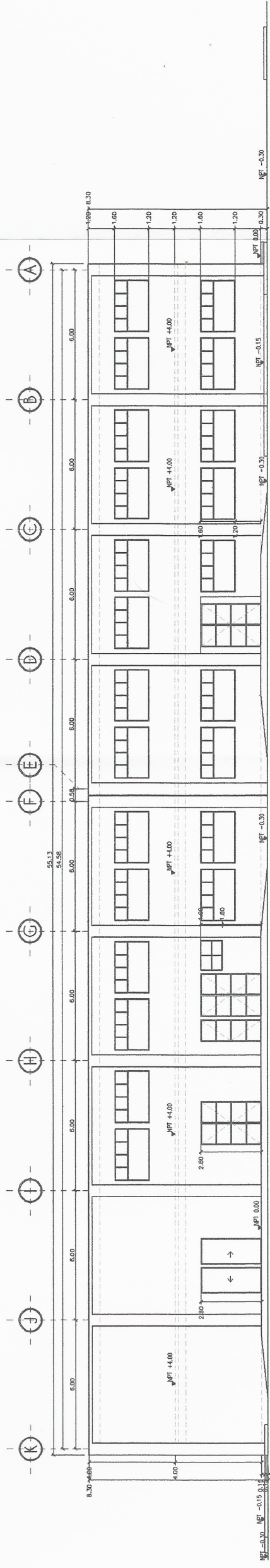
ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO GONZALEZ VARGAS

Volvo

CARNE: 2011020809

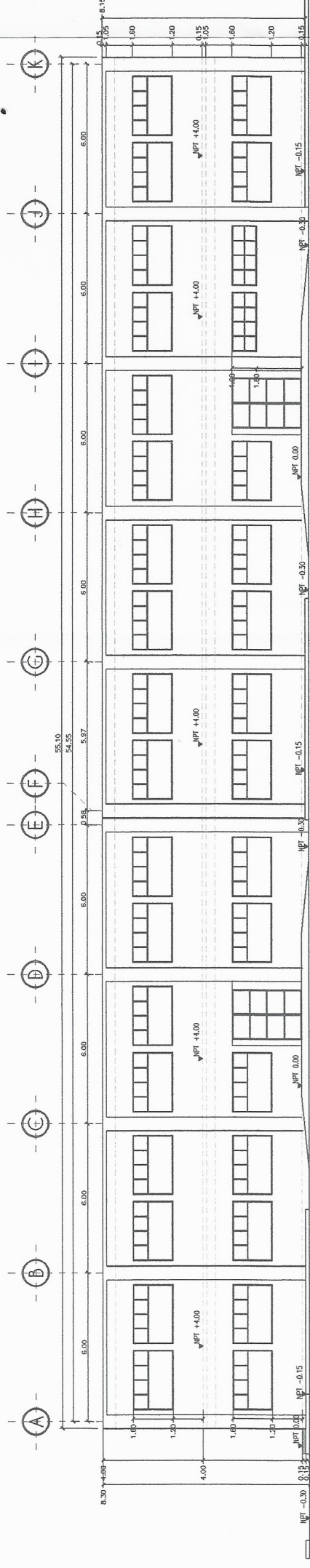
HOJA No. 206

[Handwritten signature]



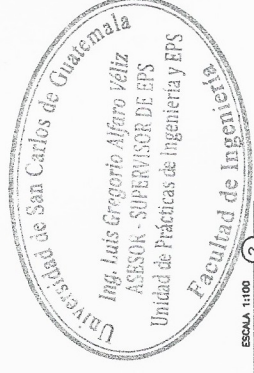
ELEVACION DERECHA

ESCALA 1:100 1



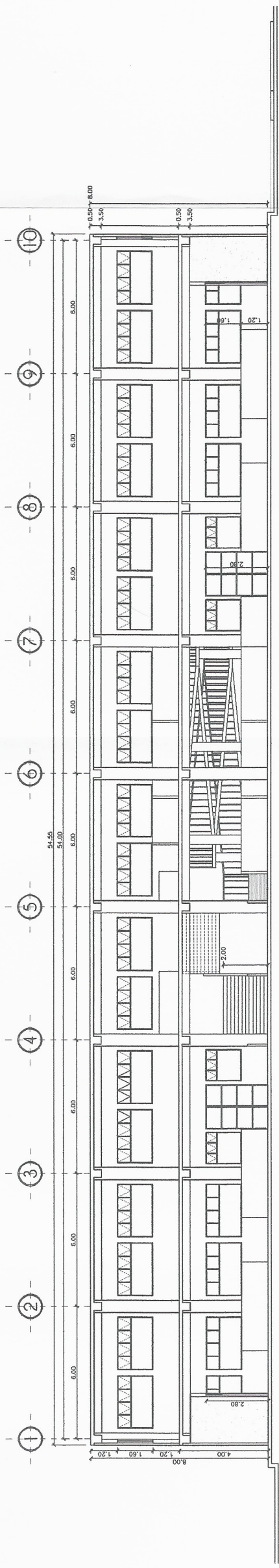
ELEVACION LATERAL IZQUIERDA

ESCALA 1:100 2



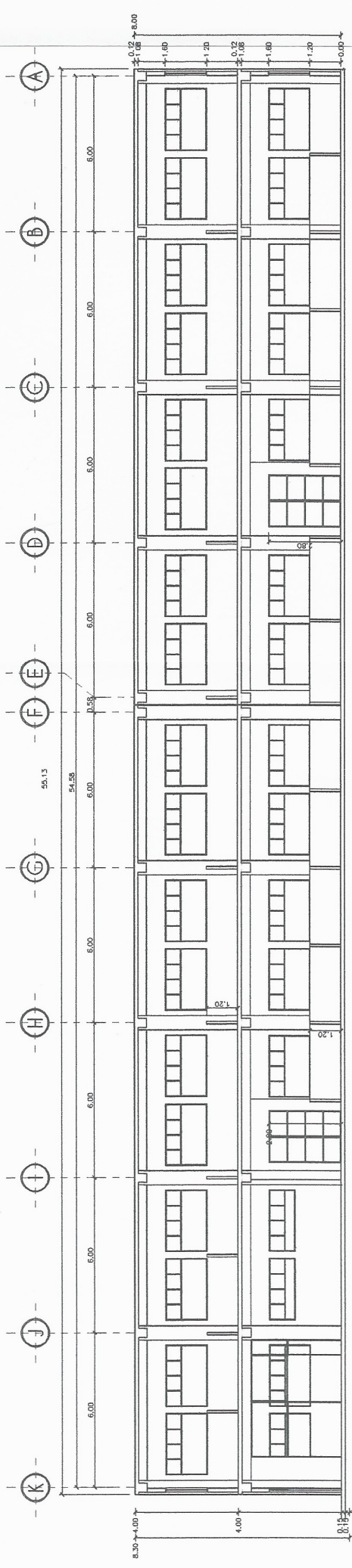
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACION: MATAQUECUNTLA, JALAPA
ELEVACIONES 2	ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO CAJON RAMIREZ
ESCALA: INDICADA	VOLU: [Handwritten]
FECHA: ABRIL 2018	CARNE: 2011020829
	HOJA No. 207



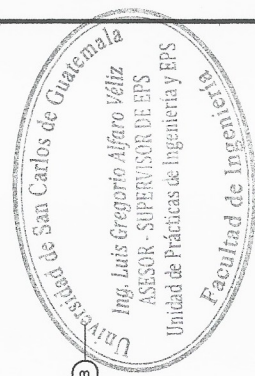
SECCION A-A

ESCALA 1:100 A



SECCION B-B

ESCALA 1:100 B



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

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES

SECCIONES

ESCALA INDICADA
CARNE: 201020829

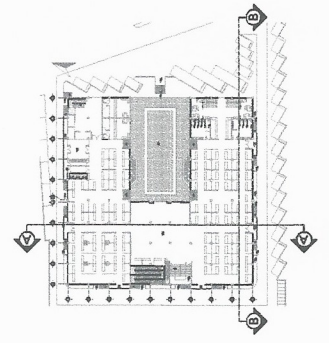
FECHA: ABRIL 2018
HOJA No. 208

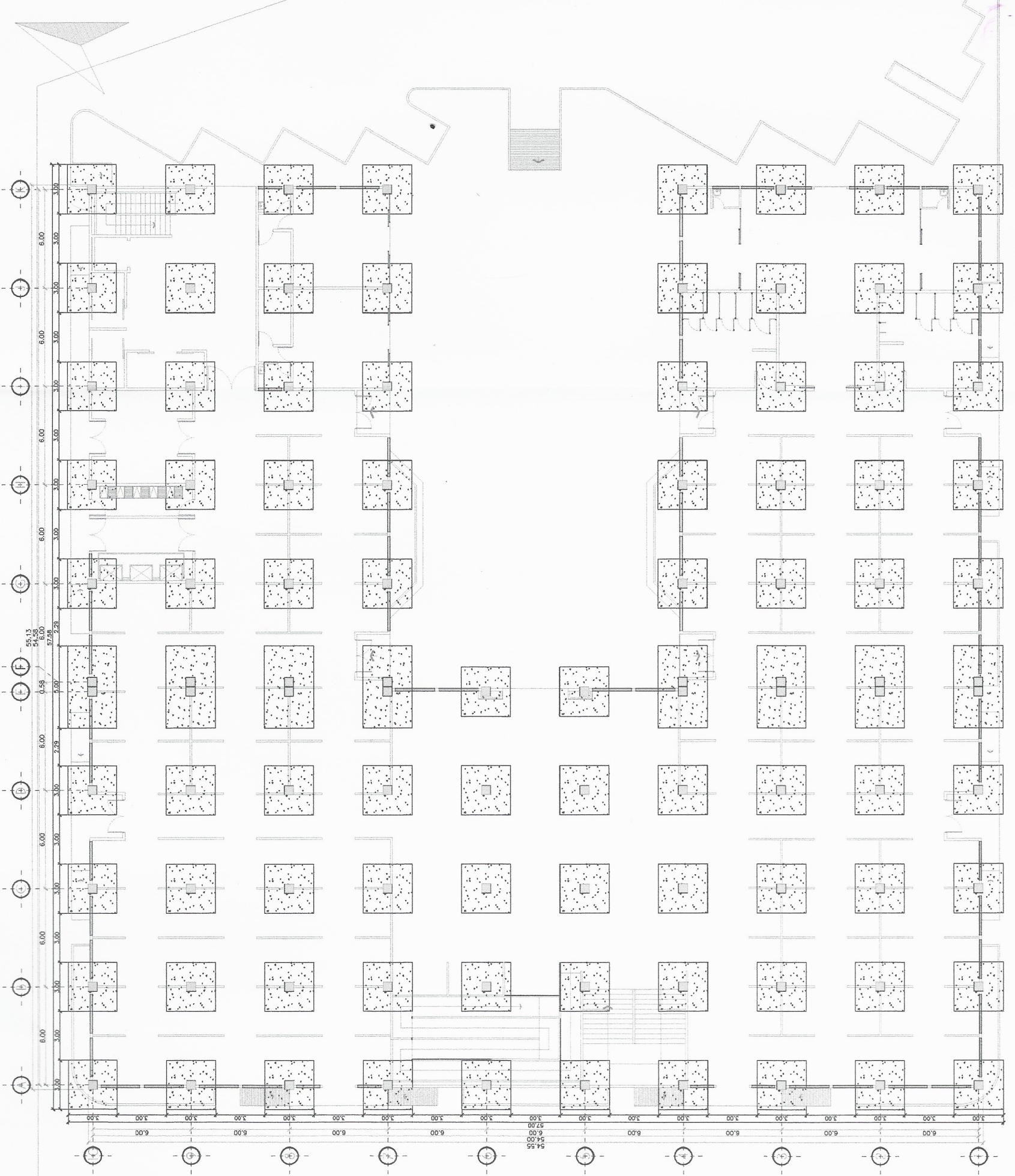
UBICACIÓN: MATAQUESCINTLA, JALAPA

ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO GARCIA HANES

Volvo

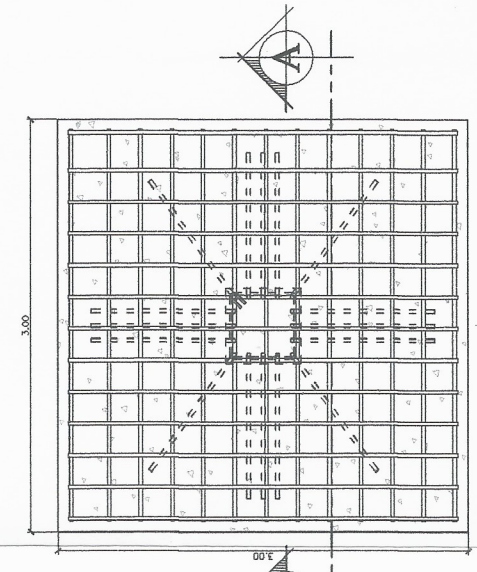
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA





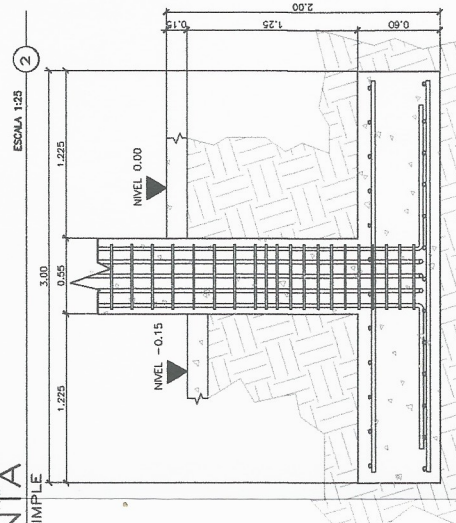
ESCALA 1:125 1

PLANTA DISTRIBUCION DE ZAPATAS



PLANTA ZAPATA SIMPLE ESCALA 1:25 2

REFUERZO EN CAMA INFERIOR CON RECUBRIMIENTO DE 0.075 CMS.
 VARILLAS No.8 @ 0.23 CMS. EN AMBOS SENTIDOS.
 REFUERZO EN CAMA SUPERIOR CON RECUBRIMIENTO DE 0.075 CMS.
 VARILLAS No.8 @ 0.25 CMS. EN AMBOS SENTIDOS.



REFUERZO EN CAMA INFERIOR CON RECUBRIMIENTO DE 0.075 CMS.
 VARILLAS No.8 @ 0.23 CMS. EN AMBOS SENTIDOS.
 REFUERZO EN CAMA SUPERIOR CON RECUBRIMIENTO DE 0.075 CMS.
 VARILLAS No.8 @ 0.25 CMS. EN AMBOS SENTIDOS.

SECCION A-A ZAPATA SIMPLE ESCALA 1:25 2

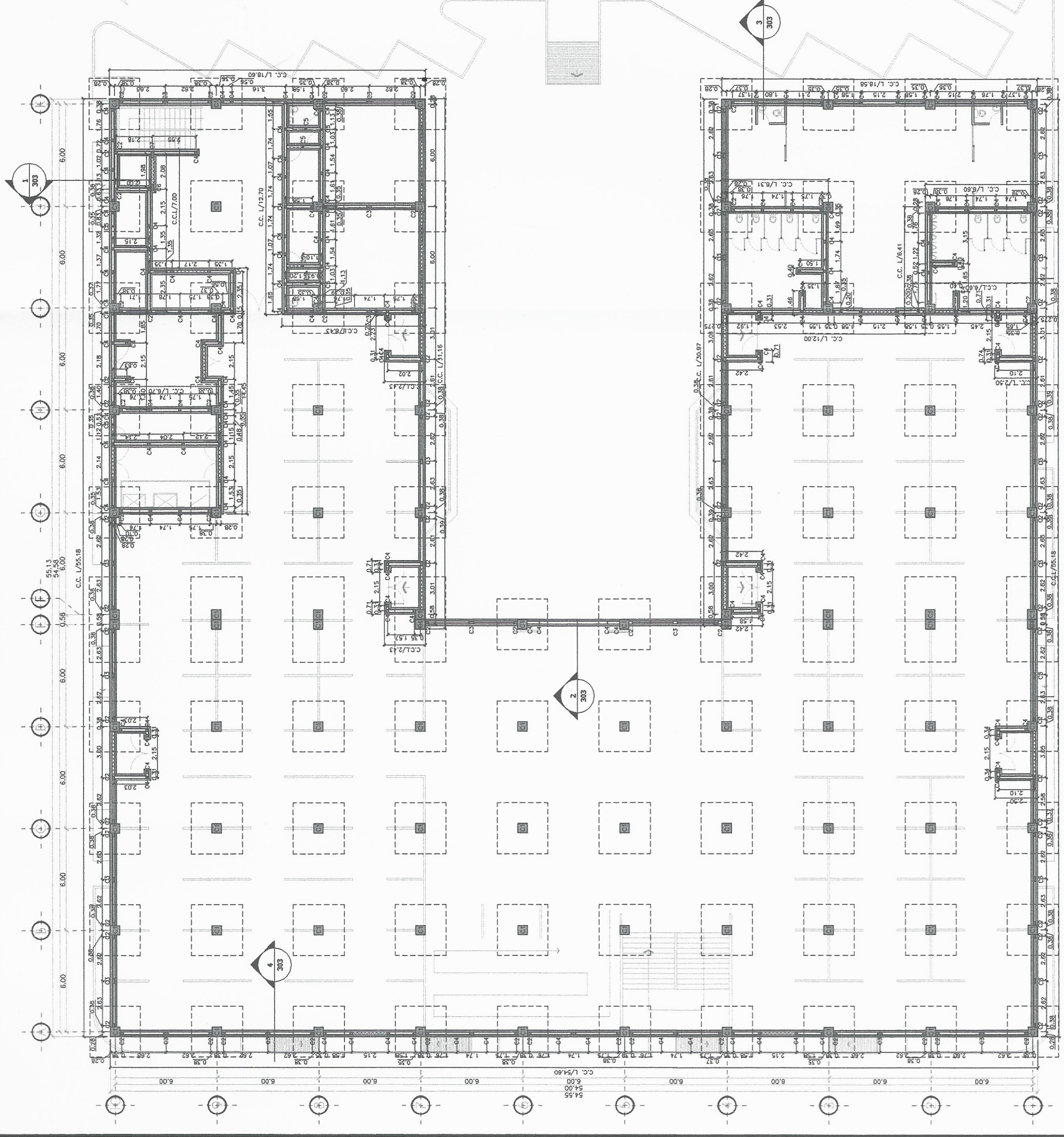


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACION: MATAQUESCUNTLA, JALAPA
PLANTA DE DISTRIBUCION DE ZAPATAS	ESTUDIANTE: OSCAR ADRIANO VELASCO
ESCALA: INDICADA	Vol. No.
FECHA: ABRIL 2018	HOJA No. 300

PLANILLA DE COLUMNAS NIVEL 1		
SIMBOLO	REFUERZO	LARGO (cm)
C1	16 No. 8 PRIMER ESTRIBO No. 4 ϕ 0.10 M + 2 EST. No. 4 ϕ 0.10 M + 2 RESTO EST. No. 4 ϕ 0.15 M.	0.55
C2	4 No. 3 ESTRIBO No. 2 ϕ 0.15	0.15
C3	6 No. 3 ESTRIBO No. 2 ϕ 0.15	0.15
C4	4 No. 3 ESTRIBO No. 2 ϕ 0.15	0.15
C5	2 No. 4 ESABON No. 2 ϕ 0.15	0.10
C6	9 No. 3 ESTRIBO No. 2 ϕ 0.15	VARIABLE
C7	6 No. 3 ESABON No. 2 ϕ 0.15	0.35

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	ZAPATA
	DIMIENTO CORRIDO
	SOLERA HIDROFUGA
	COLUMNA
	MURO DE BLOCK, ANCHO 0.15 cm
	MURO BAJO BLOCK 0.10 CON PINES ϕ 0.60 cm.



PLANTA
CIMENTACION Y COLUMNAS

ESCALA 1:125

1

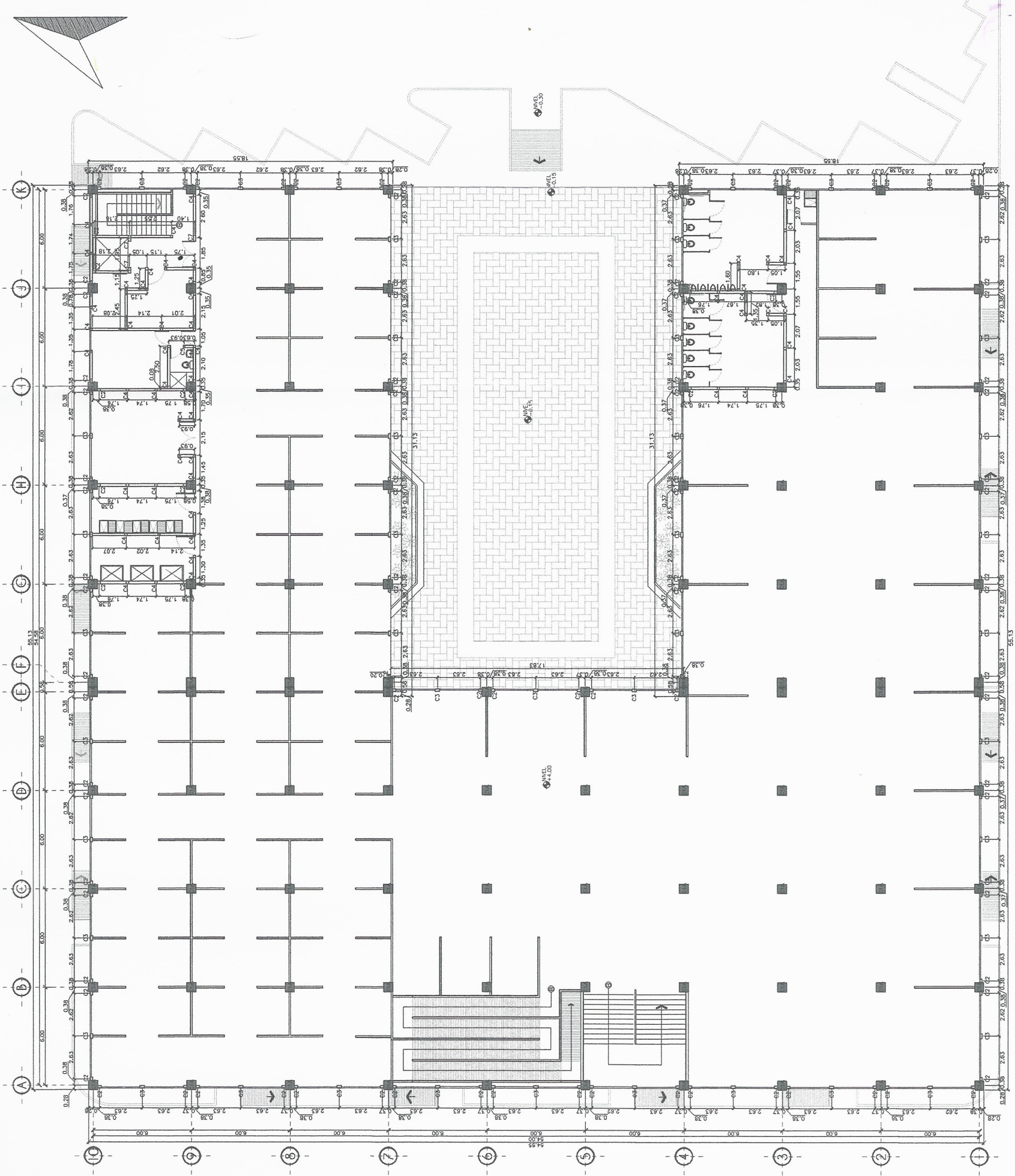


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACION: MATAQUESCUNTILLA, JALAPA
PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS	ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO JUEPMA MATIAS
ESCALA INDICADA	Vo.Bo.
FECHA: ABRIL 2018	CARNE: 201020829
	HOJA No. 301

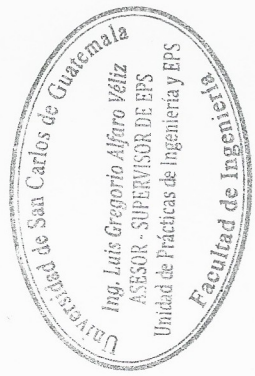
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
C1	MUR DE COLUMNA CON P.N. 0.60 CM.

PLANILLA DE COLUMNAS NIVEL 2		
SIMBOLO	REFUERZO	ANCHO (cm) LARGO (cm)
C1A	16 No. 6 PRIMER ESTRIBO No. 4 @ 0.05M + 2 EST. No. 4 @ 0.10M + 2 EST. No. 4 @ 0.05 M. EN AMBOS EXTREMOS. RESTO @ 0.15 M.	0.35 0.35
C2	4 No. 3 ESTRIBO No. 2 @ 0.15	0.15 0.20
C3	8 No. 3 ESTRIBO No. 2 @ 0.15	0.15 0.27
C4	4 No. 3 ESTRIBO No. 2 @ 0.15	0.15 0.15
C5	2 No. 4 ESLABON No. 2 @ 0.15	0.10 0.15
C7	8 No. 3 ESTRIBO No. 2 @ 0.15	0.15 0.35



PLANTA
COLUMNAS NIVEL 2

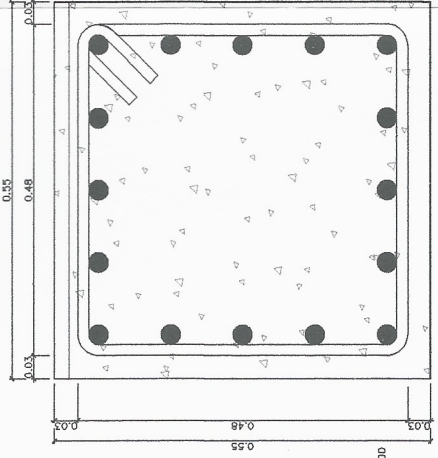
ESCALA 1:125



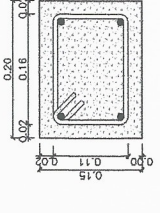
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACION: MATAQUESCUNTILA, JALAPA
PLANTA DE COLUMNAS NIVEL 2	ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO COLUMBA RAMIREZ
ESCALA: INDICADA	Carpe: 201020829
FECHA: ABRIL 2018	HOJA No. 302

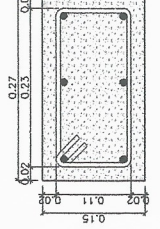
[Handwritten Signature]
Ing. Oscar Adolfo Columba Ramirez
C. COL. 2018
EPS - 2018



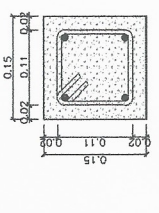
16 VARILLAS No. 4, 1ER ESTRIBO 1 No. 4 @ 0.035 CM, 10 ESTRIBOS No. 4 @ 0.10 CM, 2 ESTRIBOS No. 4 @ 0.08 CM EN EXTREMOS, RESTO DE ESTRIBOS No. 4 @ 0.15 CM.
DETALLE
 COLUMNA C1 NIVEL 1
 ESCALA 1:5



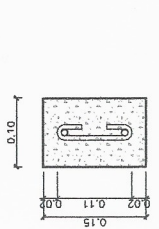
4 No. 3 ESTRIBO No. 2 @ 0.15 CM.
DETALLE
 COLUMNA C2
 ESCALA 1:5



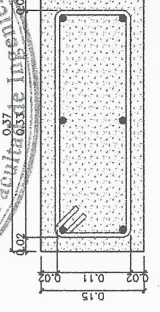
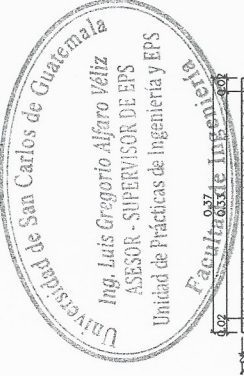
6 No. 3 ESTRIBO No. 2 @ 0.15 CM.
DETALLE
 COLUMNA C3
 ESCALA 1:5



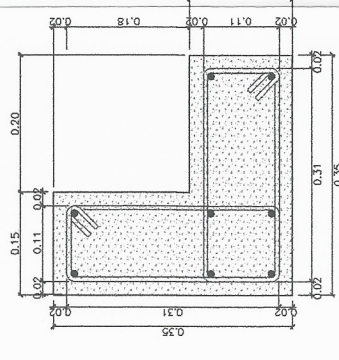
4 No. 3 ESTRIBO No. 2 @ 0.15 CM.
DETALLE
 COLUMNA C4
 ESCALA 1:5



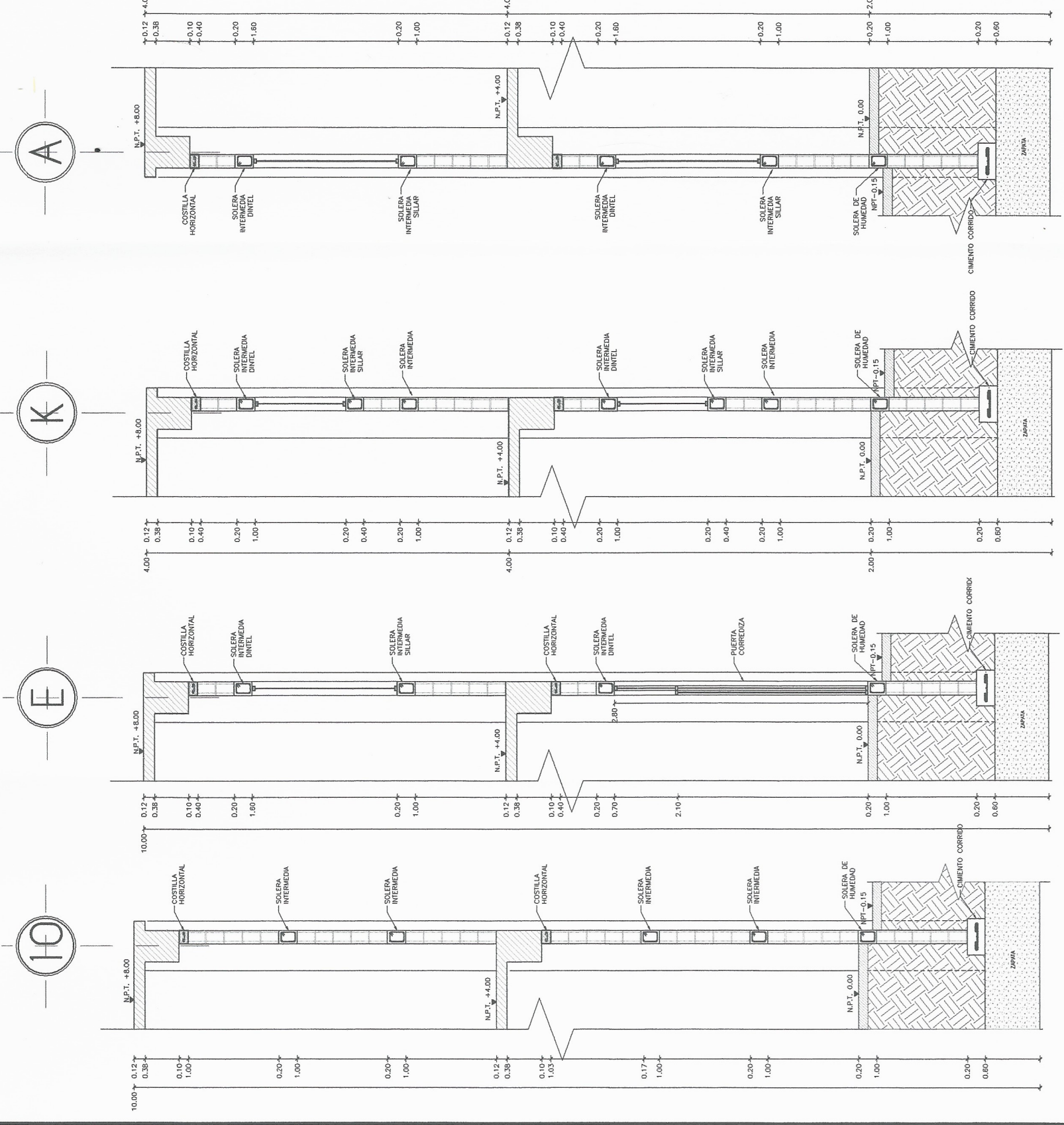
4 No. 3 ESTRIBO No. 2 @ 0.15 CM.
DETALLE
 COLUMNA C5
 ESCALA 1:5



6 No. 3 ESTRIBO No. 2 @ 0.15 CM.
DETALLE
 COLUMNA C7
 ESCALA 1:5



8 No. 3 ESTRIBO No. 2 @ 0.15 CM.
DETALLE
 COLUMNA C6
 ESCALA 1:5



CORTE ESCALA 1:25
 MURO

CORTE ESCALA 1:25
 MURO

CORTE ESCALA 1:25
 MURO

CORTE ESCALA 1:25
 MURO



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

UBICACION: MATAQUECUNTLA, JALAPA	ESTUDIANTE: OSCAR ACEVEDO GONZALEZ
PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	Vol. No.
DETALLES DE COLUMNAS Y CORTESES DE MURO	CARNE 201000829
ESCALA: INDICADA	HOJA No. 303
FECHA: ABRIL 2018	

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

CARGA MUJERTA
 PESO DEL CONCRETO = 2,400 kg/m³
 PESO DE ACABADOS = 90 kg/m²
 PESO DE MUROS = 210 kg/m²
 PESO DE SOBRECARGA = 125 kg/m²

RECURRIMIENTOS:
 ACI 318-08
 CAPITULO 7.7.1
 CIMENTACION: 0.075 m
 VICAS: 0.035 m
 COLUMNAS: 0.030 m
 LOSAS: 0.025 m

CANCHOS SISMICOS

ACI 318-08
 CAPITULO 21.1
 -DOBLEZ NO MENOR A 135°
 -CANCHOS A EXTENSION DE 6 VECES EL DIAMETRO.
 (PERO NO MENOR A 0.075m)

LONGITUD DE DESARROLLO

ACI 318-08
 CAPITULO 7.1
 PARA CANCHOS DE 90°: 12 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA
 PARA CANCHOS DE 180°: 4 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA

CAPITULO 12.12
 PARA MOMENTO NEGATIVO EN VICAS: 12 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA.

CAPITULO 12.16.1
 TRASLAPE EN COLUMNAS NO MENOR DE 0.30m

ZONA SISMICA:
 SEGUN LA EVALUACION DEL CODIGO SISMICO, EL PAIS ESTA DIVIDIDO EN 4 ZONAS SISMICAS, A CADA ZONA SISMICA CORRESPONDE UN INDICE DE SISMICIDAD, EL MUNICIPIO DE MATAQUECUNTIA, JALAPA, TIENE UN INDICE DE SISMICIDAD IO=4 QUE ES EL DE MAYOR INTENSIDAD DE ACUERDO CON ACIES.

LAS DIMENSIONES DEL EDIFICIO DISEÑADO INDICAN QUE SE DEBE DE TRATAR COMO UNA OBRA IMPORTANTE, YA QUE TIENE MAS DE 3,000 M2 DE AREA RENTABLE, POR LO QUE SE DISENARA CON UN "SISMO SEVERO". SE DEFINE COMO "SISMO SEVERO" AL QUE TIENE UN 5 POR CIENTO DE PROBABILIDAD DE SER EXCEDIDO EN UN PERIODO DE 50 AÑOS.



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

UBICACION:
 MATAQUECUNTIA, JALAPA

ESTUDIANTE:
 OSCAR ACOSTA

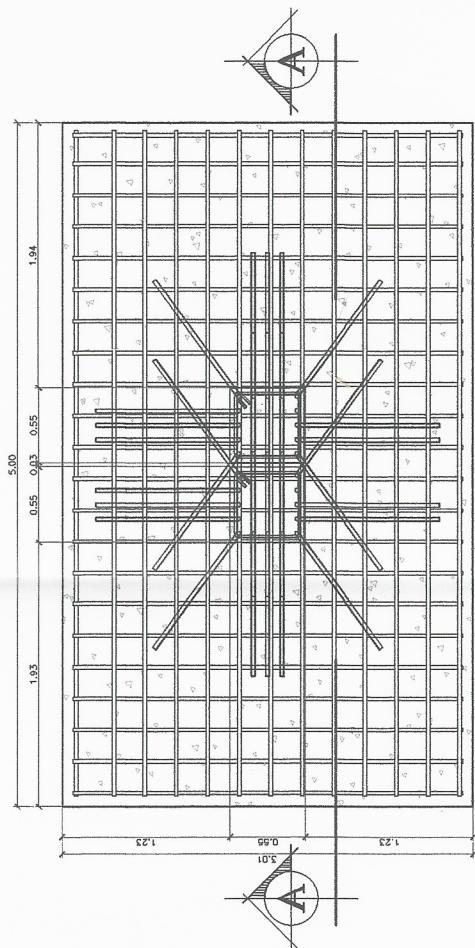
CARRERA:
 ZC 1000829

HOJA No. 303A

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES

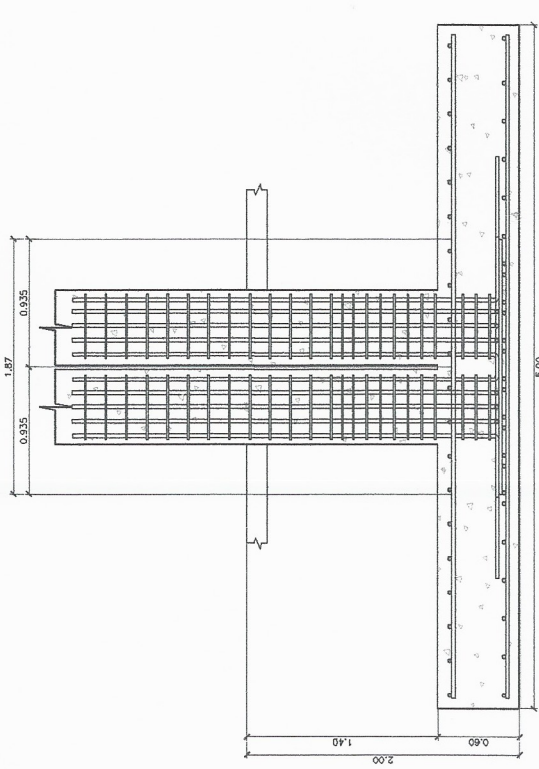
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y DETALLES DE ESTRUCTURAS

FECHA:
 ABRIL 2018



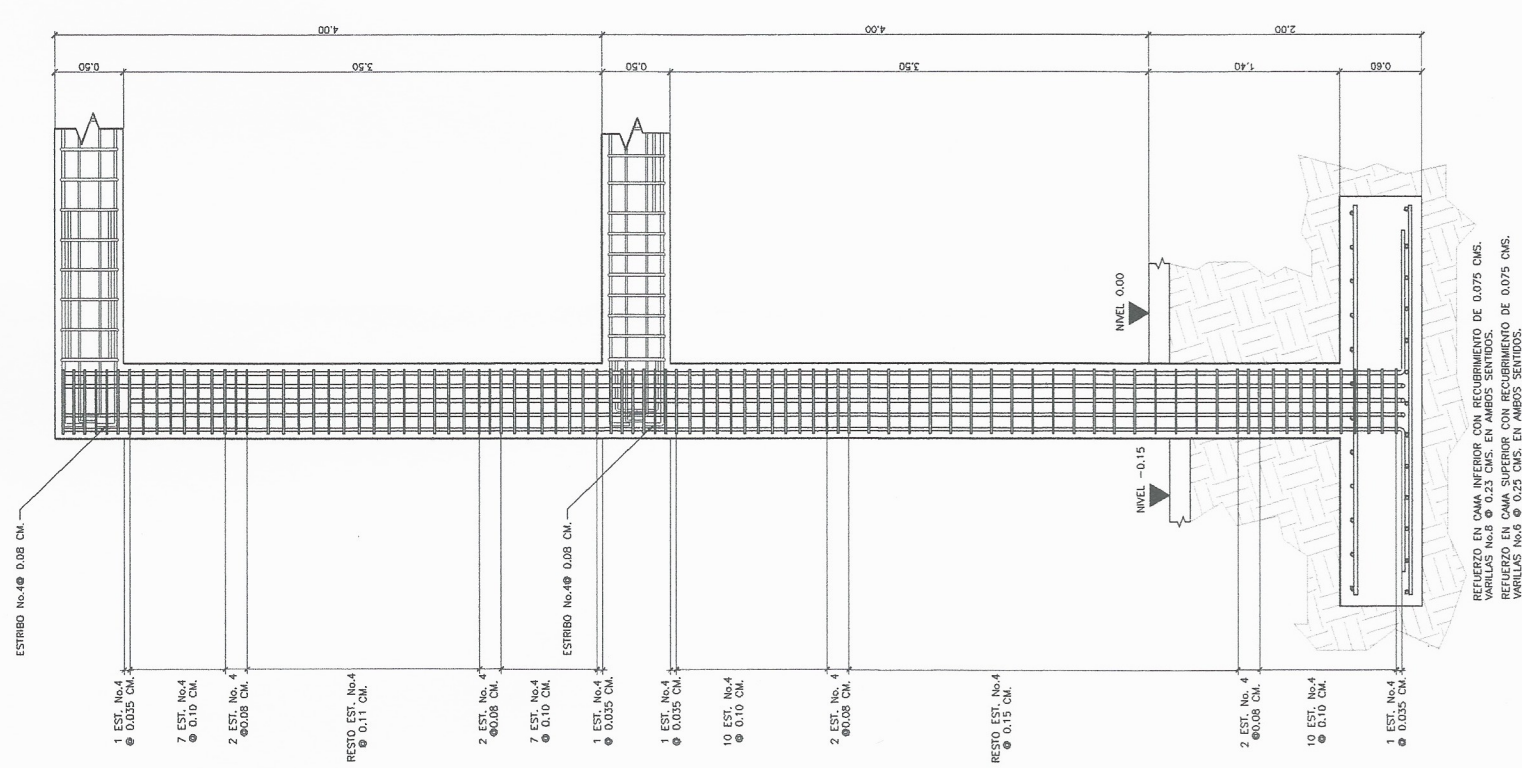
REFUERZO EN CAMA INFERIOR CON RECURRIMIENTO DE 0.075 CMS.
 VARRILLAS No.8 @ 0.28 CMS. EN AMBOS SENTIDOS.
 REFUERZO EN VICAS TRANSVERSALES ARRIBA DE CAMA INFERIOR, VARRILLA No.6 @ 0.28 CMS. EN AMBOS SENTIDOS.
 REFUERZO EN CAMA SUPERIOR CON RECURRIMIENTO DE 0.075 CMS.
 VARRILLAS No.6 @ 0.25 CMS. EN AMBOS SENTIDOS.

PLANTA
 ZAPATA COMBINADA
 ESCALA 1:25



REFUERZO EN CAMA INFERIOR CON RECURRIMIENTO DE 0.075 CMS.
 VARRILLAS No.8 @ 0.28 CMS. EN AMBOS SENTIDOS.
 REFUERZO EN VICAS TRANSVERSALES ARRIBA DE CAMA INFERIOR, VARRILLA No.6 @ 0.28 CMS. EN AMBOS SENTIDOS.
 REFUERZO EN CAMA SUPERIOR CON RECURRIMIENTO DE 0.075 CMS.
 VARRILLAS No.6 @ 0.25 CMS. EN AMBOS SENTIDOS.

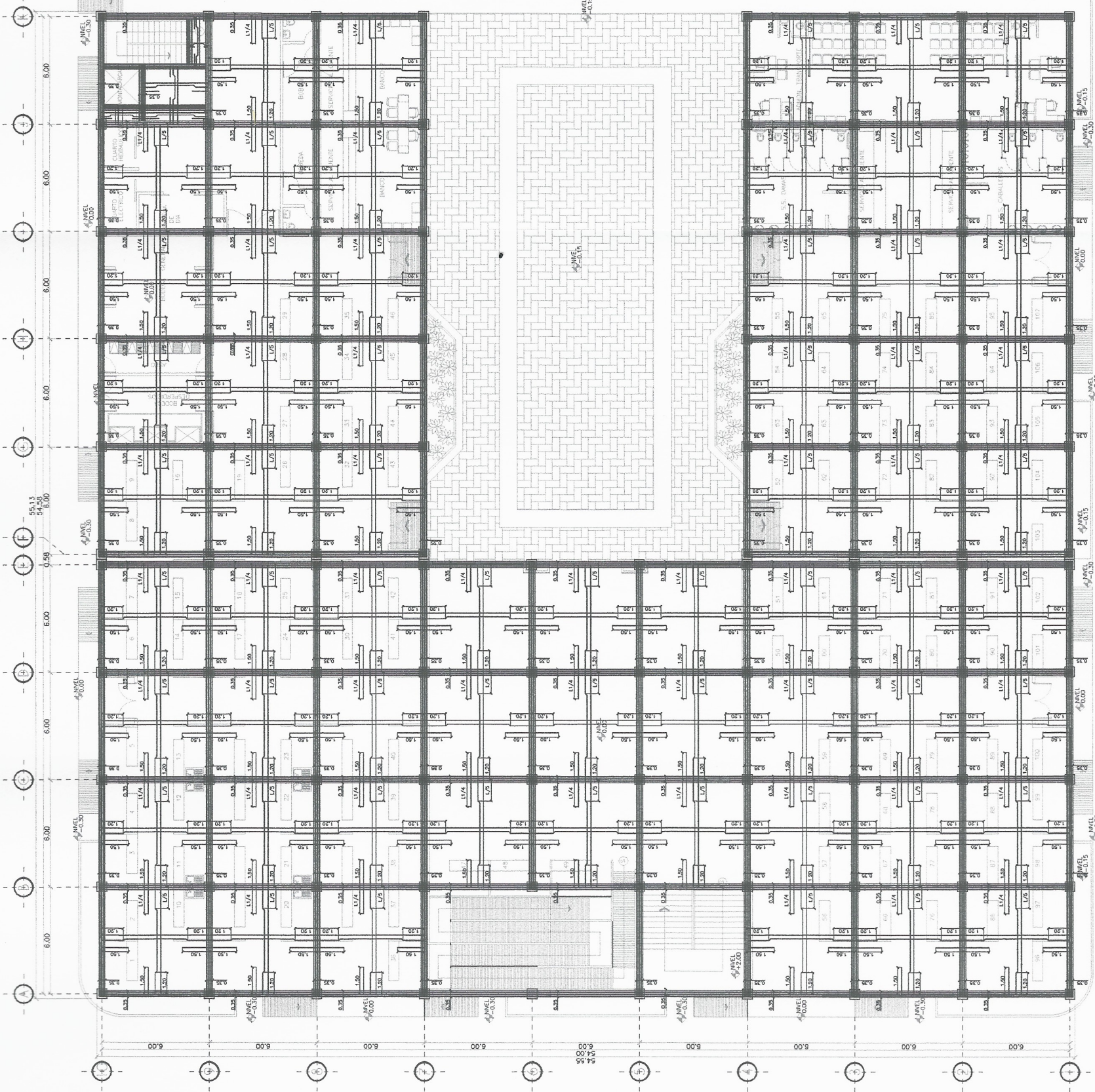
SECCION A-A
 ZAPATA COMBINADA
 ESCALA 1:25



- 1 EST. No.4 @ 0.035 CM.
- 7 EST. No.4 @ 0.10 CM.
- 2 EST. No.4 @ 0.08 CM.
- RESTO EST. No.4 @ 0.11 CM.
- 2 EST. No.4 @ 0.08 CM.
- 7 EST. No.4 @ 0.10 CM.
- 1 EST. No.4 @ 0.035 CM.
- 1 EST. No.4 @ 0.035 CM.
- 10 EST. No.4 @ 0.10 CM.
- 2 EST. No.4 @ 0.08 CM.
- RESTO EST. No.4 @ 0.15 CM.
- 2 EST. No.4 @ 0.08 CM.
- 10 EST. No.4 @ 0.10 CM.
- 1 EST. No.4 @ 0.035 CM.

REFUERZO EN CAMA INFERIOR CON RECURRIMIENTO DE 0.075 CMS.
 VARRILLAS No.8 @ 0.23 CMS. EN AMBOS SENTIDOS.
 REFUERZO EN CAMA SUPERIOR CON RECURRIMIENTO DE 0.075 CMS.
 VARRILLAS No.6 @ 0.25 CMS. EN AMBOS SENTIDOS.

DETALLE
 DE ARMADO TÍPICO DE ESTRUCTURA
 ESCALA 1:25



PLANTA VIGAS Y LOSA
ENTREPISO

ESCALA 1:125

SIMBOLOGIA DE LOSAS	
	SIMBOLO
	SIMBOLO
	SIMBOLO
	SIMBOLO
	SIGNIFICADO
	BASTÓN No. 3 Ø 0.25 M
	TENSON No. 3 Ø 0.25 M
	RIEL No. 3 Ø 0.25 M
	VIGA TIPO V1

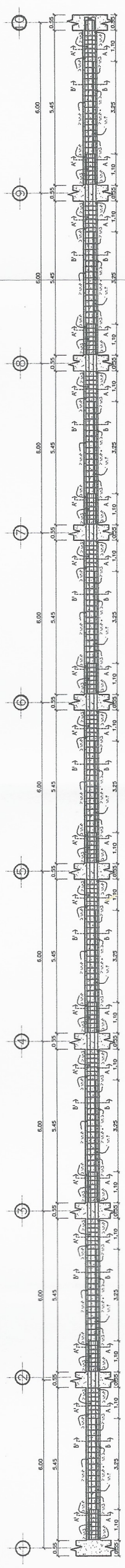
NOTA:
VER DETALLES DE VIGAS EN HOJA No. 305
VER DETALLES DE GRADAS EN HOJA No. 306,309,310

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE LOSAS

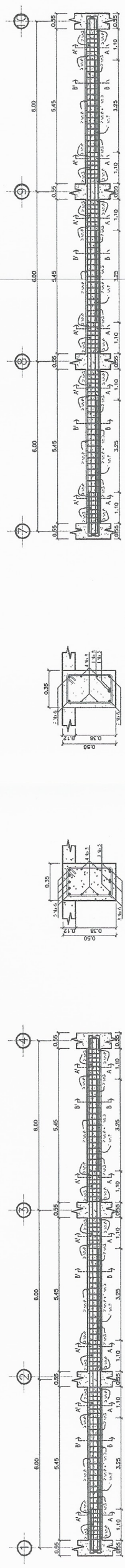
DISEÑO DE LOSAS BAJO METODO 3 ACT 318-86
ESPESES DE LOSAS: 9, SECCION 9.5.3, Y 13
TENSON No. 3 Ø 0.25 M (1/2L + DOBLEZ A 45°)
BASTÓN No. 3 Ø 0.25 M (1/4L)
RIEL No. 3 Ø 0.25 M



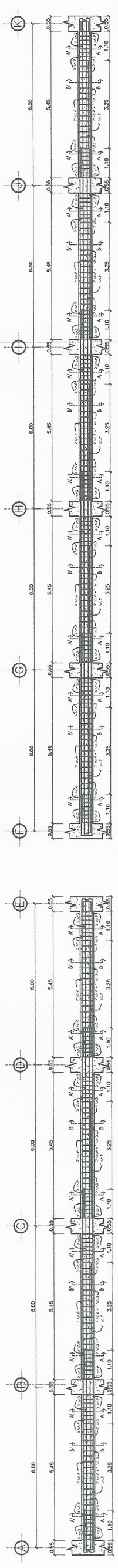
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	LUBICACION: MATAQUECUNTILA, JALAPA
PLANTA DE VIGAS Y LOSA ENTREPIESO	ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO GONZALEZ
ESCALA: INDICADA	CARTEL: 2011C20829
FECHA: ABRIL 2018	HOJA No. 304



VIGA V-1
 DETALLE DE VIGA 1
 NIVEL 1 DEL EJE A AL EJE E
 ESCALA 1:75

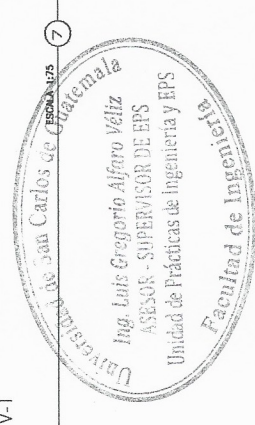


VIGA V-1
 DETALLE DE VIGA 1
 NIVEL 1 DEL EJE F AL EJE K
 ESCALA 1:75

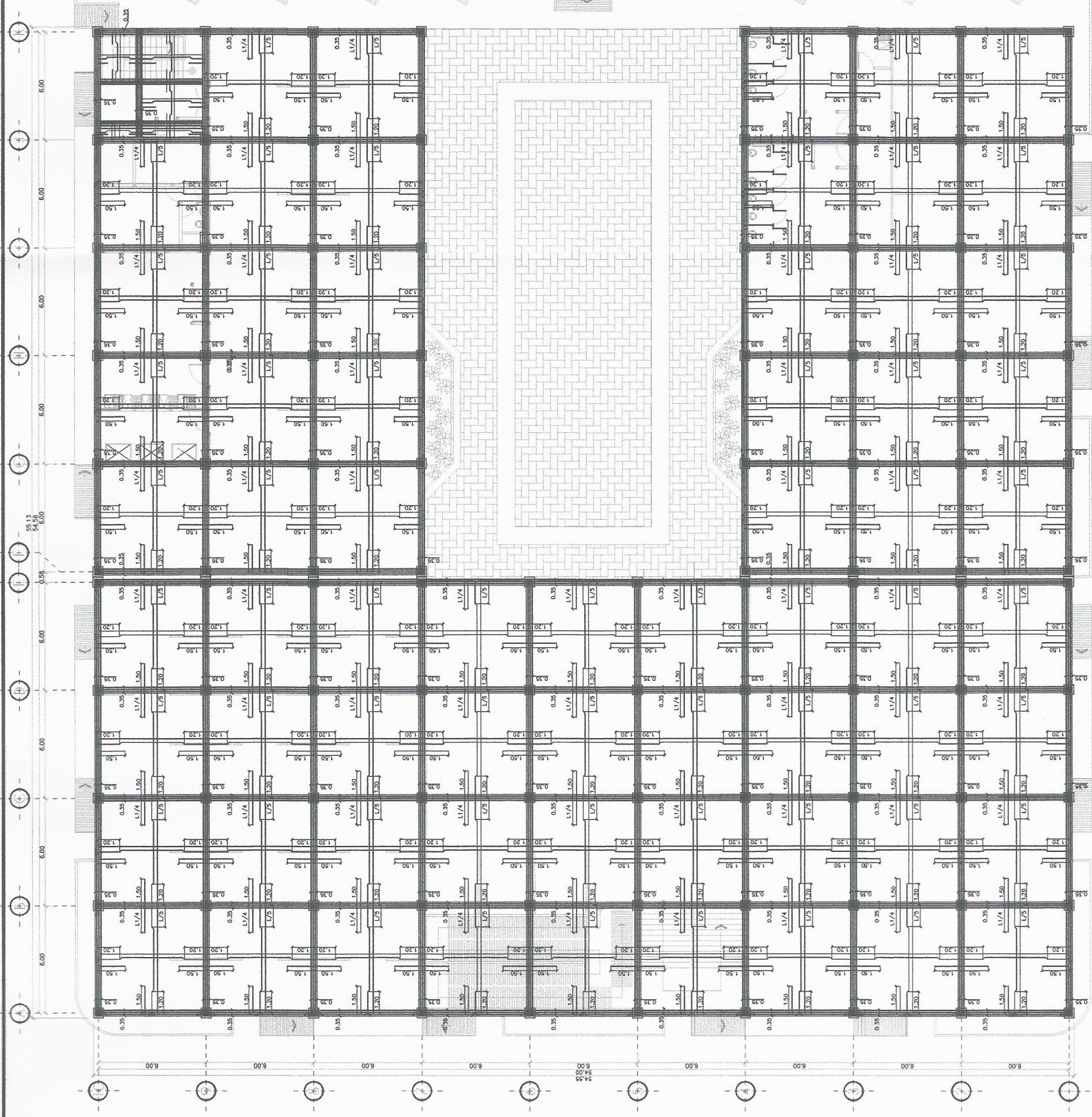


VIGA V-1
 DETALLE DE VIGA 1
 NIVEL 1 DE EJES 1 AL EJE 10
 ESCALA 1:75

DISEÑO DE VICAS
 ACI 318-08
 CAPITULO 21, SECCION 21.5
 Ancho = 0.35 m
 Espesor = 0.50 m
 Elementos sometidos a flexión en pórticos especiales resistentes a momento
 EMPALMES ACI 318-08, CAPITULO 12, SECCION 12.15.1
 La longitud mínima del empalme por tracción no debe ser menor que 300 mm
 Acero grado 60



		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES		UBICACION: MATAQUICUNTIA, JALAPA	
DETALLES DE VICAS 1 NIVEL 1		ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO RAMIREZ	
ESCALA: INDICADA		No. de: 2011022829	
FECHA: ABRIL 2018		HOJA No. 305	



PLANTA VIGAS Y LOSA
FINAL

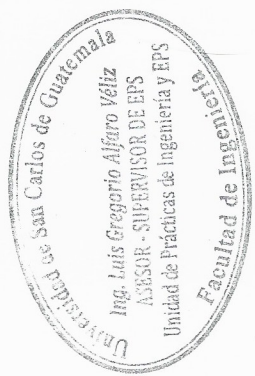
ESCALA 1:125

SIMBOLOGIA DE LOSAS	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	BASTÓN No. 3 Ø 0.25 M
	TENSIÓN No. 3 Ø 0.25 M
	REL No. 3 Ø 0.25 M
	VIGA TIPO VI

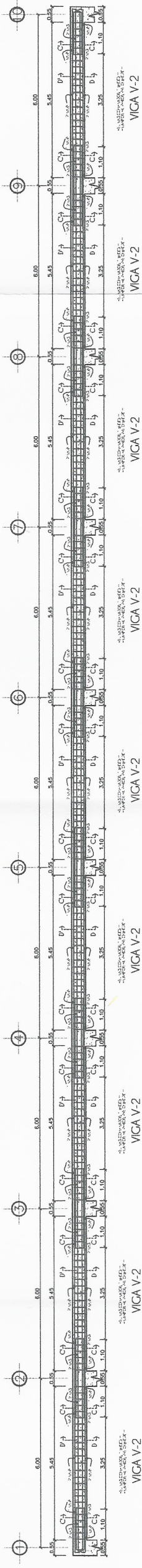
NOTA:
VER DETALLES DE VIGAS EN HOJA No. 308
VER DETALLES DE GRUAS EN HOJA No. 308.309.310

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE LOSAS

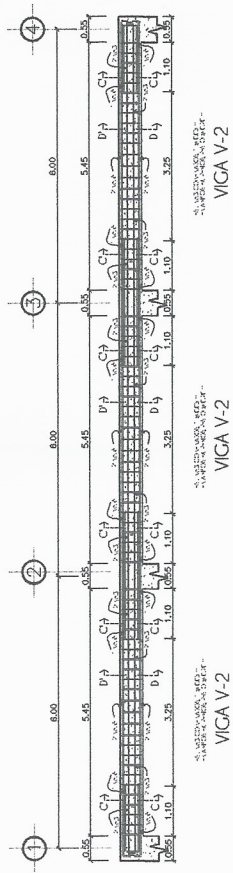
DISEÑO DE LOSAS BAJO METODO 3 ACI 318-88
CAPITULO 17, SECCION 17.4.2; 9, SECCION 9.5.3; Y 13
TENSION No. 3 Ø 0.25 M (1/5L + DOBLIZ A 4F)
BASTÓN No. 3 Ø 0.25 M (1/4L)
REL No. 3 Ø 0.25 M



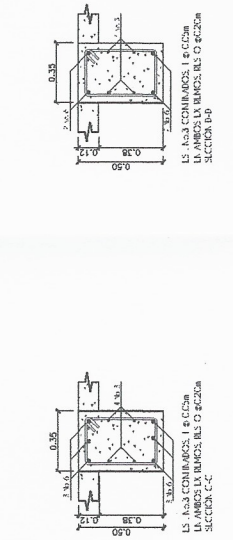
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACIÓN: MATAESCUNTLA, JALAPA
ESCALA INDICADA: 2C/1C2C829	ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO DE VARGAS
FECHA: ABRIL 2018	VOBO:
HOJA No. 306	



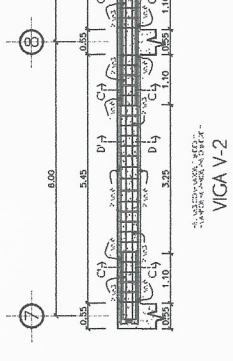
DETALLE DE VIGA 2
NIVEL 2 DEL EJE A AL EJE E



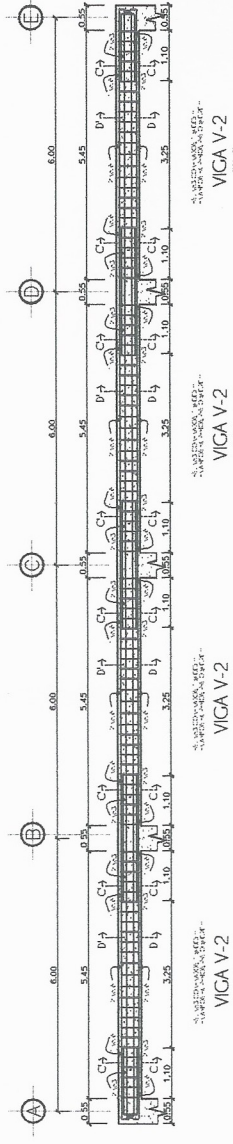
DETALLE DE VIGA 2
NIVEL 2 DEL EJE F AL EJE K



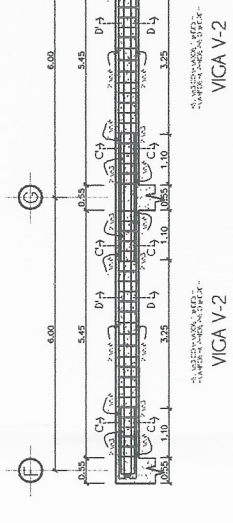
SECCION C-C—ESCALA 1:20
VIGAS 2 NIVEL 2



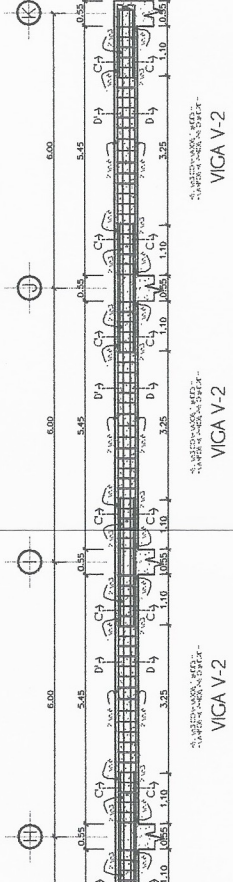
DETALLE DE VIGA 2
NIVEL 2 DEL EJE F AL EJE K



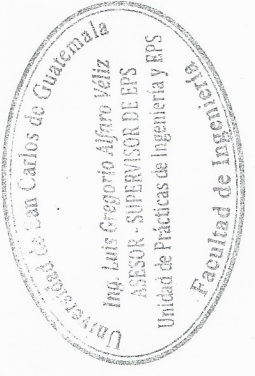
DETALLE DE VIGA 2
NIVEL 2 DE EJES 1 AL EJE 10



DETALLE DE VIGA 2
NIVEL 2 DE EJES 1 AL EJE 4 Y DEL EJE 7 AL EJE 10

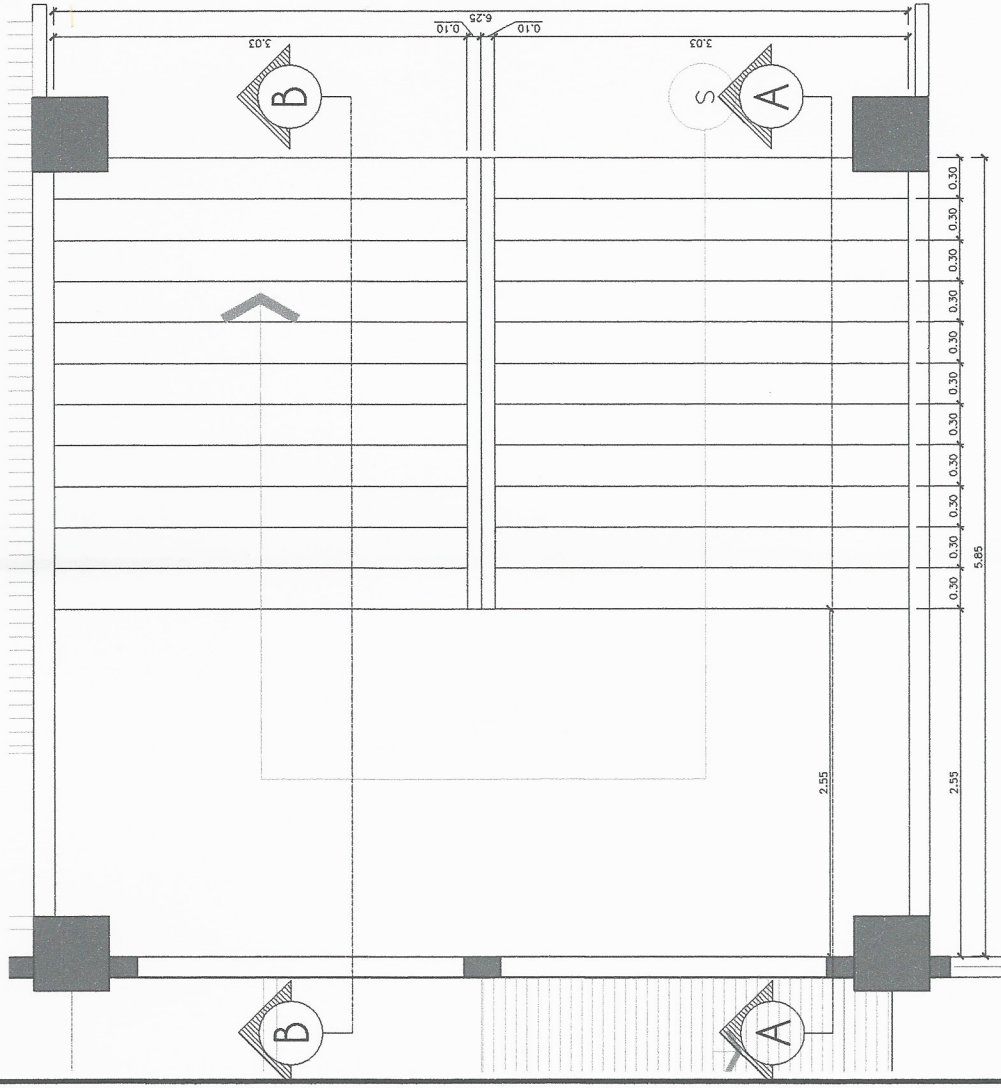


DETALLE DE VIGA 2
NIVEL 2 DE EJES 1 AL EJE 10



DISEÑO DE VIGAS
ACI 318-08
CAPITULO: 21, SECCION 21.5
Ancho = 0.35 m
Espesor = 0.50 m
Elementos sometidos a flexión en pórticos especiales resistentes a momento
EMPALMES, ACI 318-08, CAPITULO 12, Sección 12.15.1
La longitud mínima del empalme por traslapo en tracción no debe ser menor que 300 mm
Acero grado 60

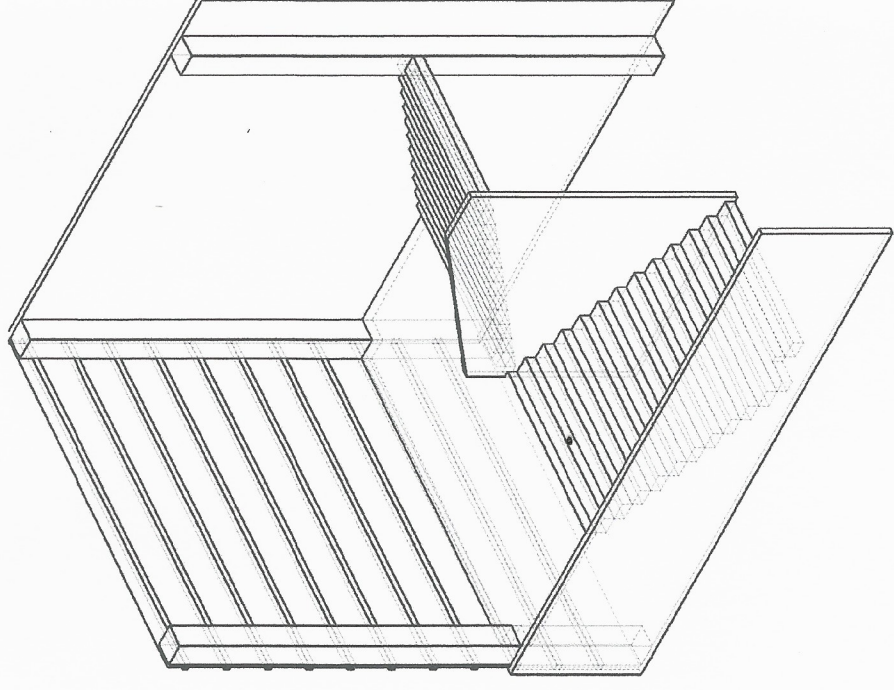
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACION: MATAQUECUNTA, JALAPA	ESTUDIANTE: OSCAR ADOLFO GARCIA MARTINEZ	No. de:
DETALLES VIGAS NIVEL 2	ESCALA: INDICADA	CARNE: 251 022829	Hoja No. 307
FECHA: ABRIL 2018	REVISADO POR: INGENIERO SUPERVISOR	FECHA: ABRIL 2018	Hoja No. 307



PLANTA
GRADAS

ESCALA 1:25

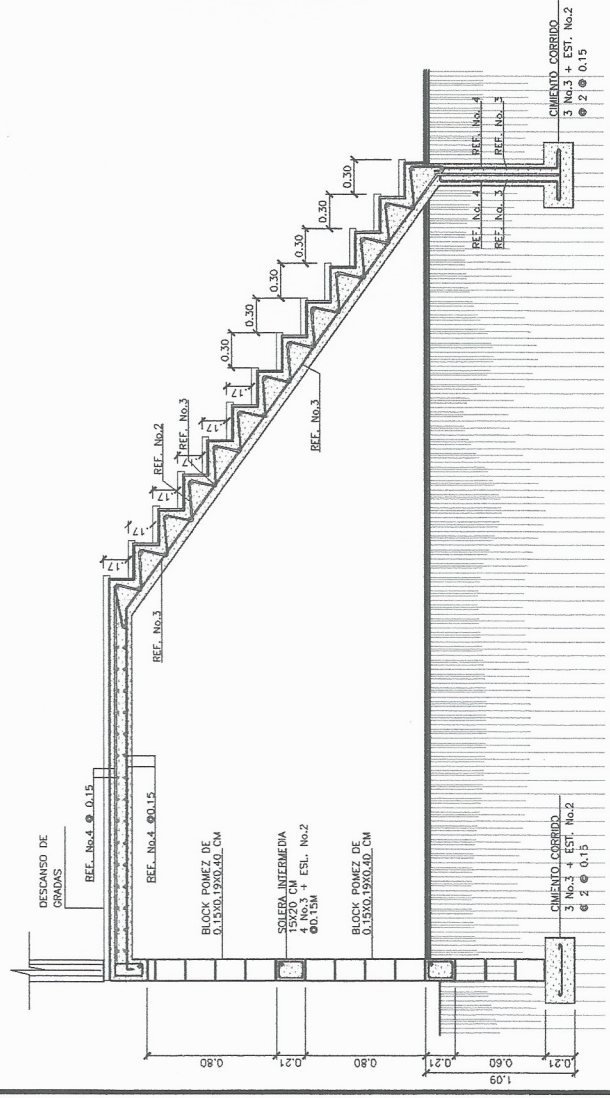
1



ISOMETRICO
GRADAS

SIN ESCALA

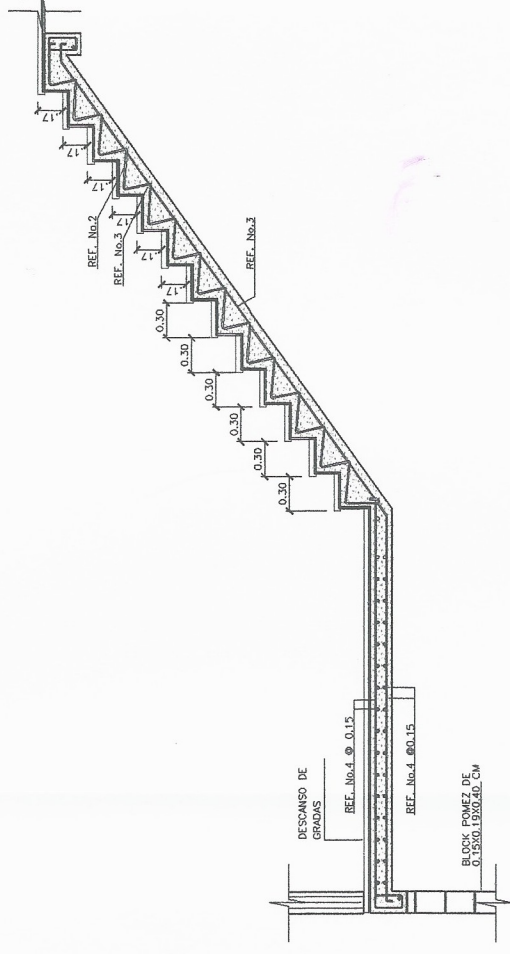
2



SECCION A-A
GRADAS

ESCALA 1:25

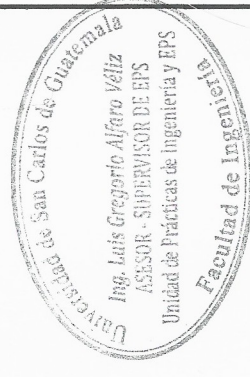
3



SECCION B-B
GRADAS

ESCALA 1:25

4



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

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO
MUNICIPAL DE DOS NIVELES

DETALLES CONSTRUCTIVOS

ESCALA INDICADA

FECHA: ABRIL 2018

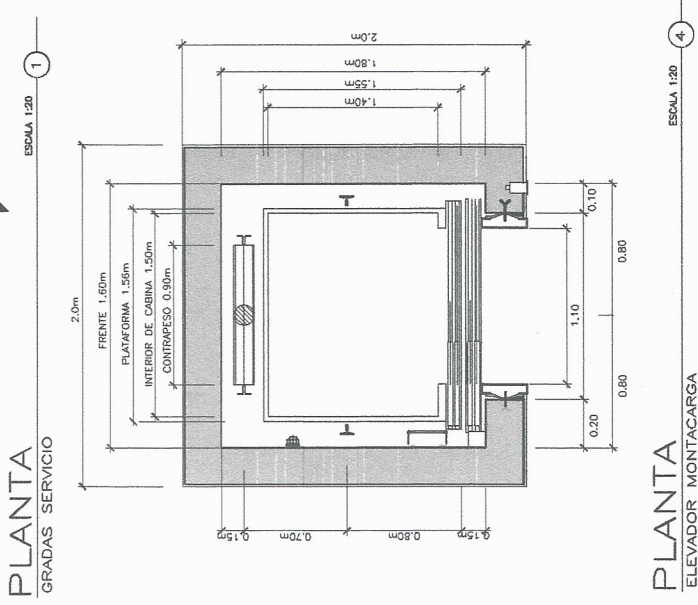
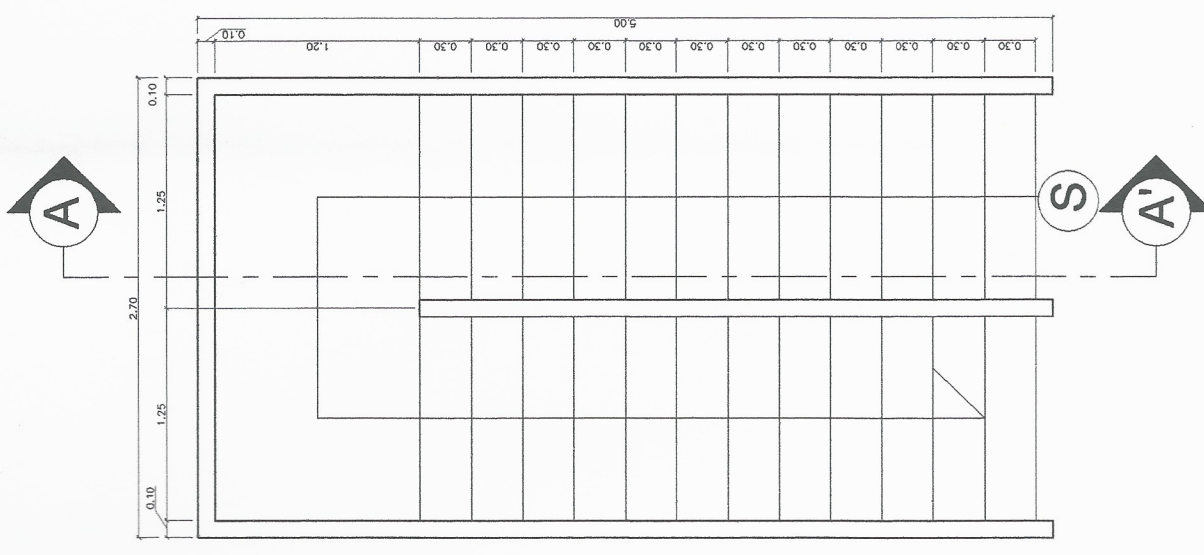
UBICACION:
MATAQUICUNTILA, JALAPA

ESTUDIANTE:
OSCAR ACHUC

VOL.:

HOJA No. 308

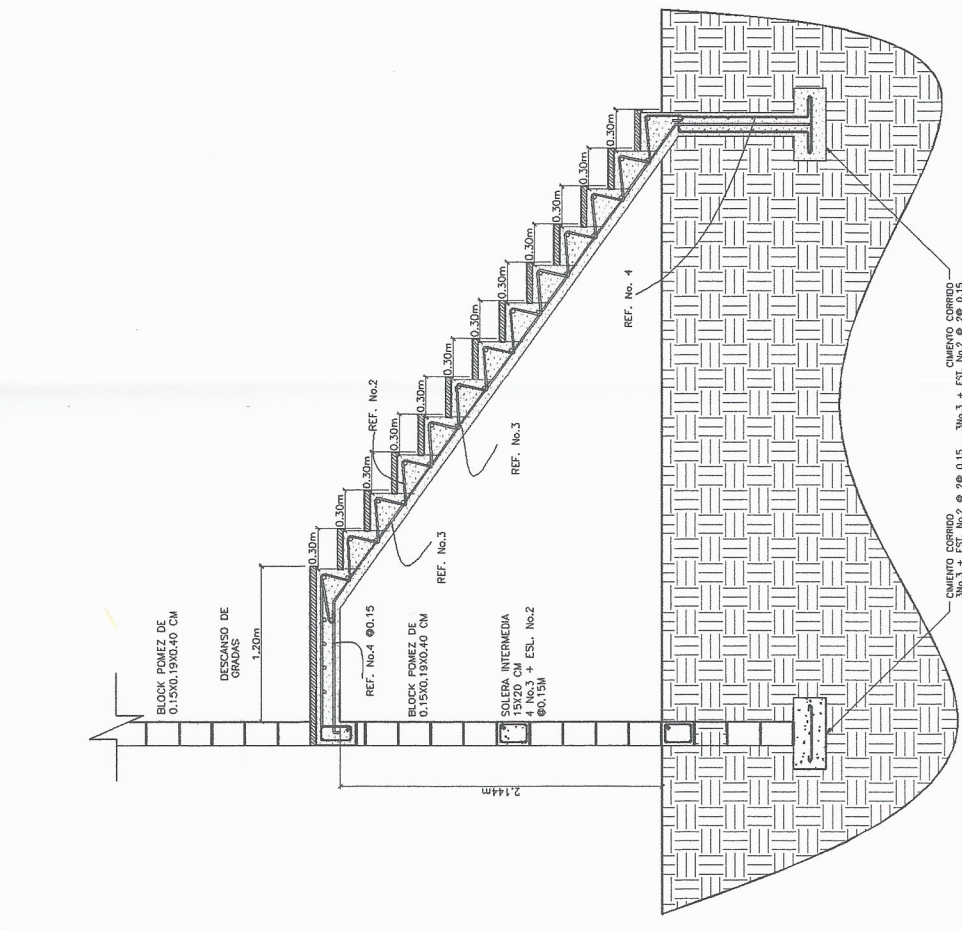
OSCAR ACHUC
ESTUDIANTE DE INGENIERIA



PLANTA ELEVADOR MONTACARGA

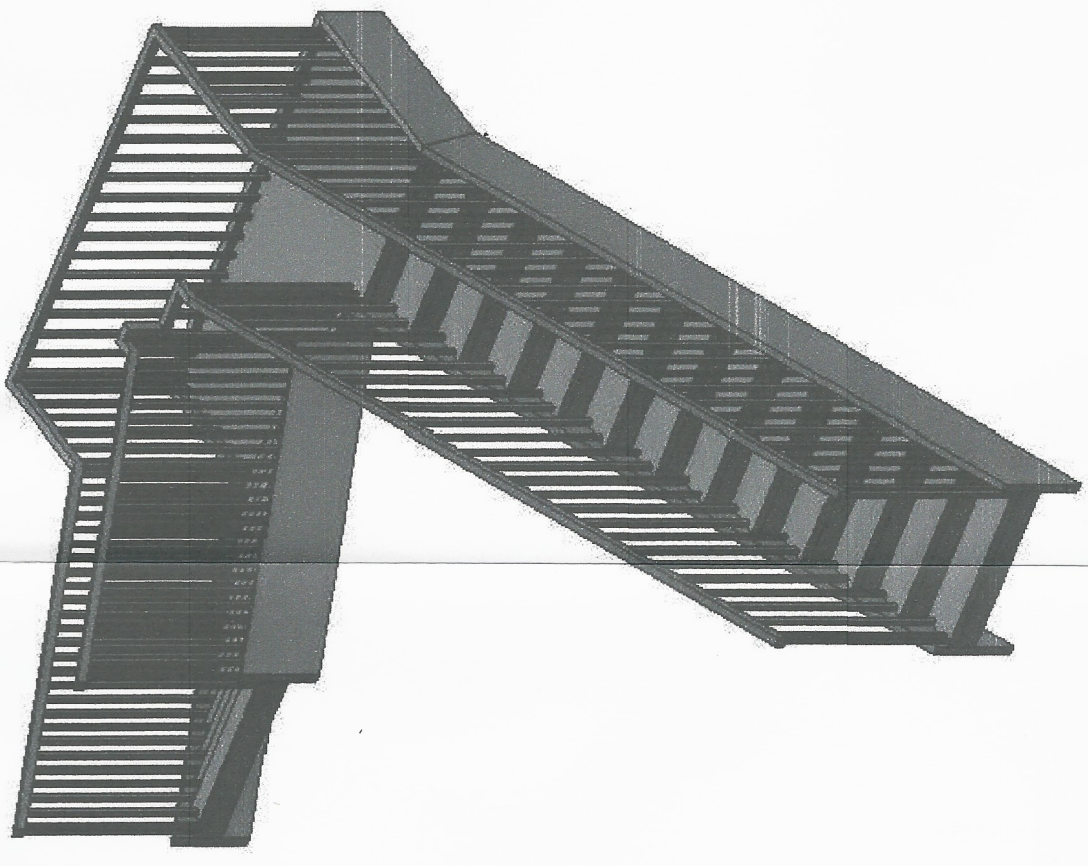
ESCALA 1:20

SIN ESCALA



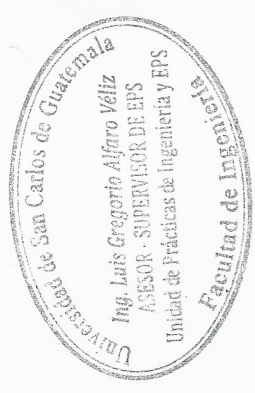
SECCION A-A ESCALERAS DE SERVICIO

ESCALA 1:25



VISTA ISOMETRICA ESCALERA DE SERVICIO

SIN ESCALA



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

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES

DETALLES CONSTRUCTIVOS MODULO GRADAS SERVICIO 2

ESCALA INDICADA

FECHA: ABRIL 2018

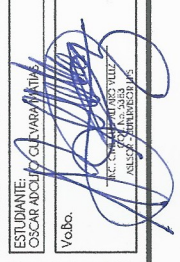
UBICACION: MATAQUICUINTLA, JALAPA

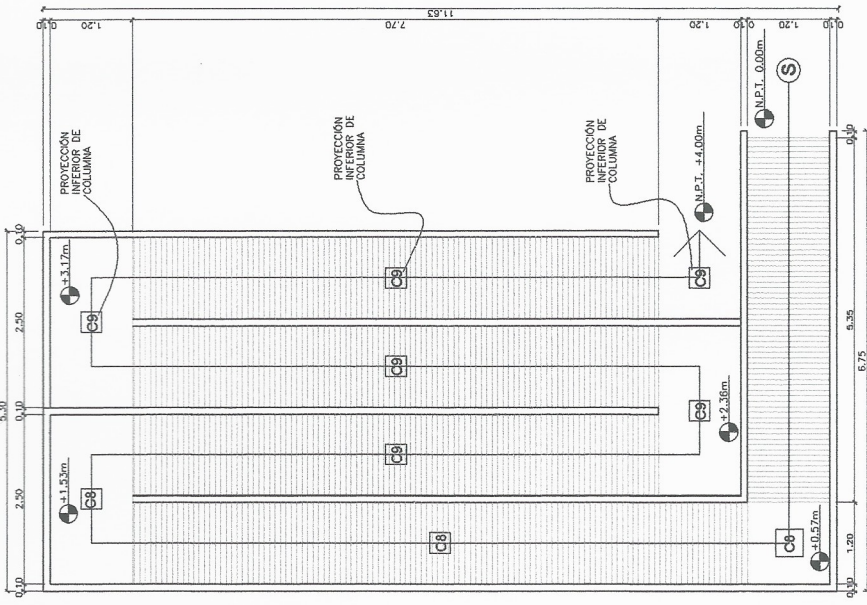
ESTUDIANTE: OSCAR ABOLIO OLIVERA

Valb.

CADRE 261000029

HOJA No. 309

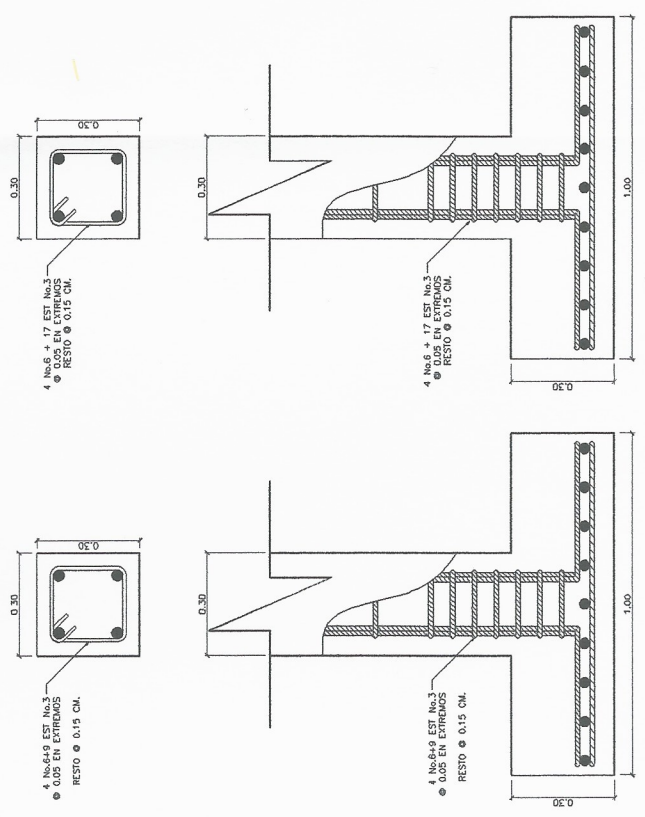




PLANTA
RAMPA

ESCALA 1:50

1



DETALLE
COLUMNA C8

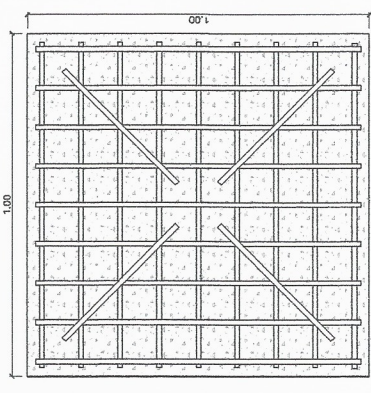
ESCALA 1:10

2

DETALLE
COLUMNA C9

ESCALA 1:10

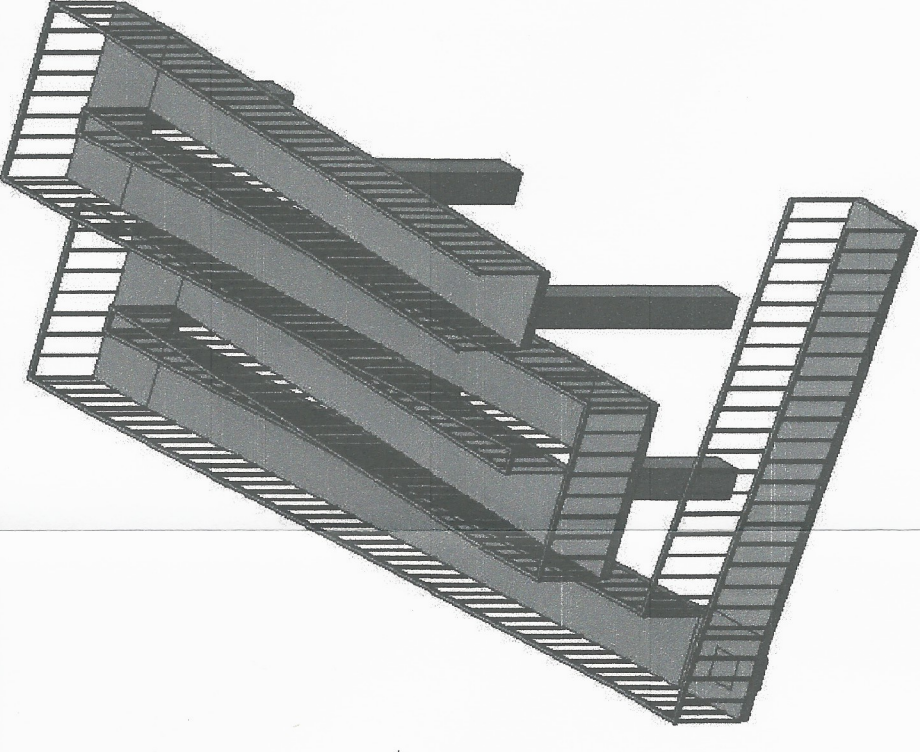
3



DETALLE
ZAPATA 2

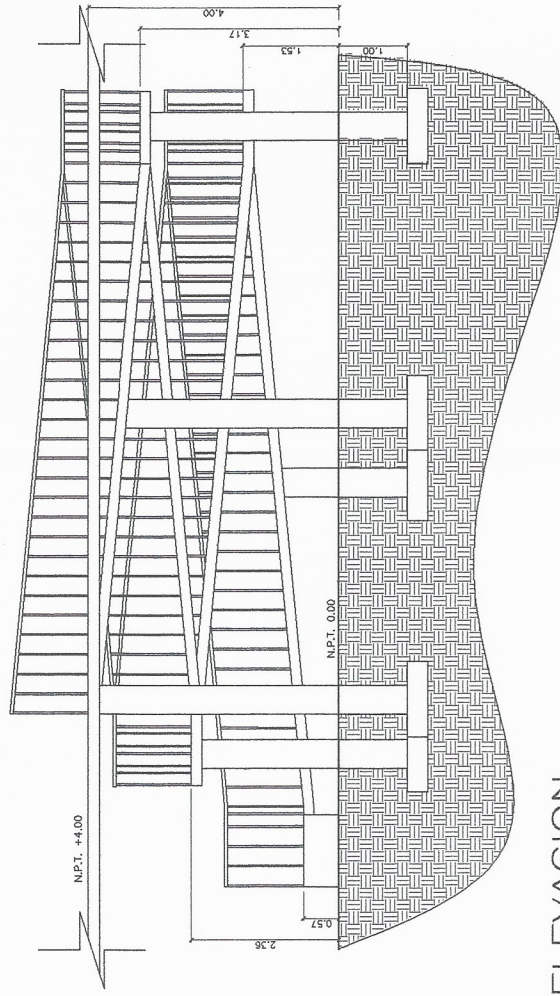
ESCALA 1:10

4



VISTA ISOMETRICA
RAMPA

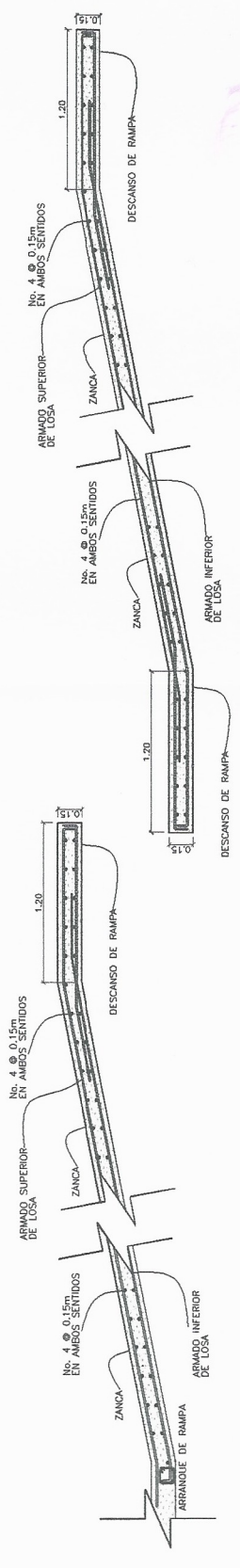
5



ELEVACION
RAMPA

ESCALA 1:50

6



DETALLE ARMADO LOSA
RAMPA

ESCALA 1:50

6



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

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES

DETALLES CONSTRUCTIVOS RAMPA

ESCALA: INDICADA

FECHA: ABRIL 2018

UBICACION: MATAQUESCUNTILLA, JALAPA

ESTUDIANTE: OSCAR ABOL JOCARRA MARI

Valb.

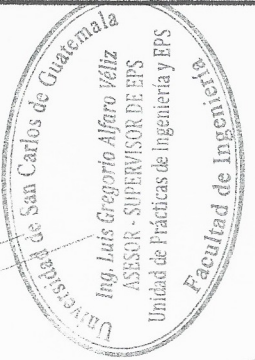
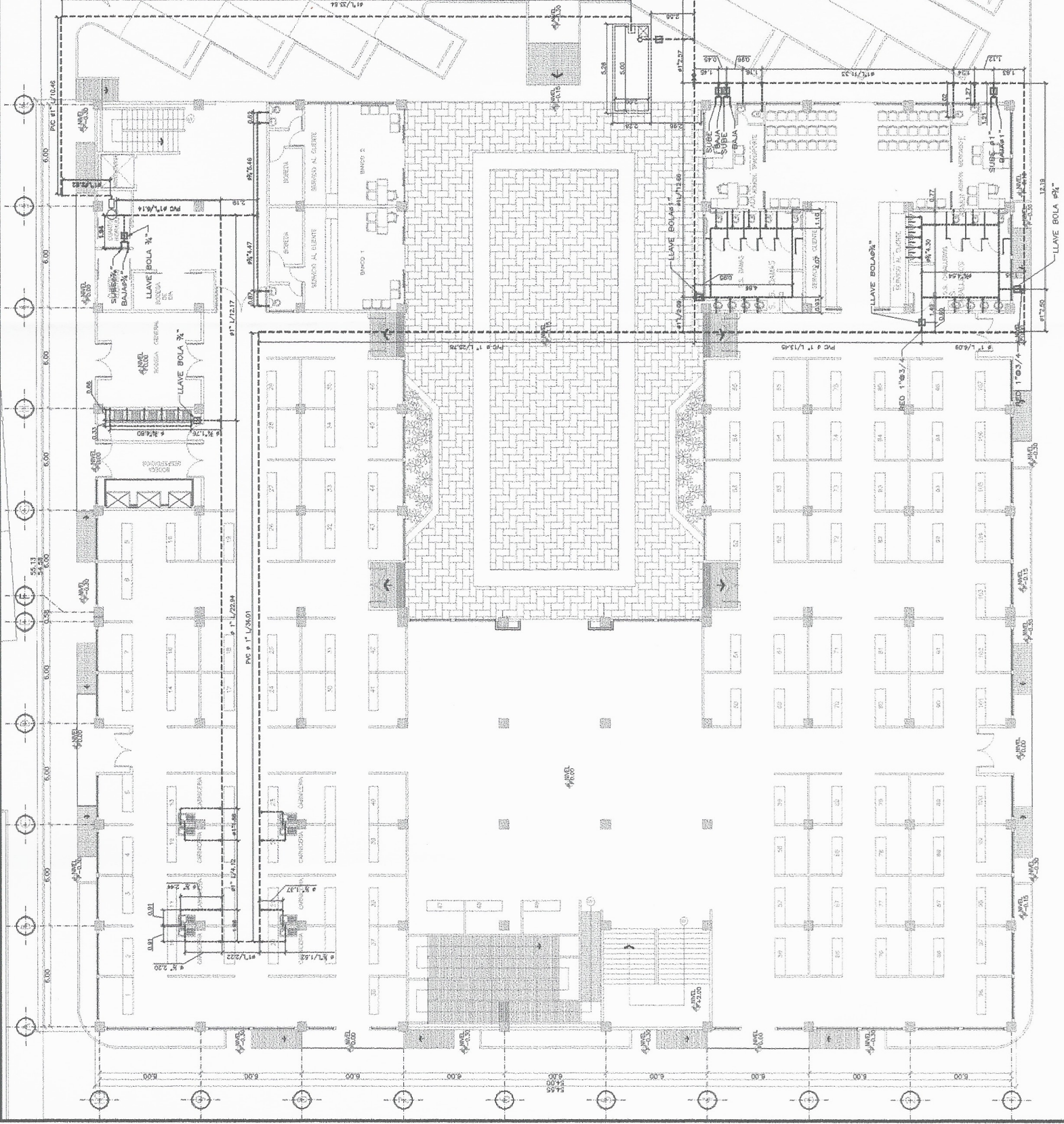
CARNE: 281008829

HOJA No. 310

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

SIMBOLOGIA	
—	TUBERIA PVC # INDICADO EN PISO O ANCLADO BAJO LOSA
∟	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL
—	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION HORIZONTAL
⊥	TEE P.V.C EN POSICION HORIZONTAL
⊥	REDUCCION PVC # INDICADO
—	TUBERIA PVC # INDICADO SUBE
⊞	DEPOSITO DE AGUA PVC 5.000 lbs.
⊞	CAJA + LLAVE DE BOLA # INDICADO
⊞	DOBLE CODO P.V.C. A 90° # INDICADO POSICION VERTICAL

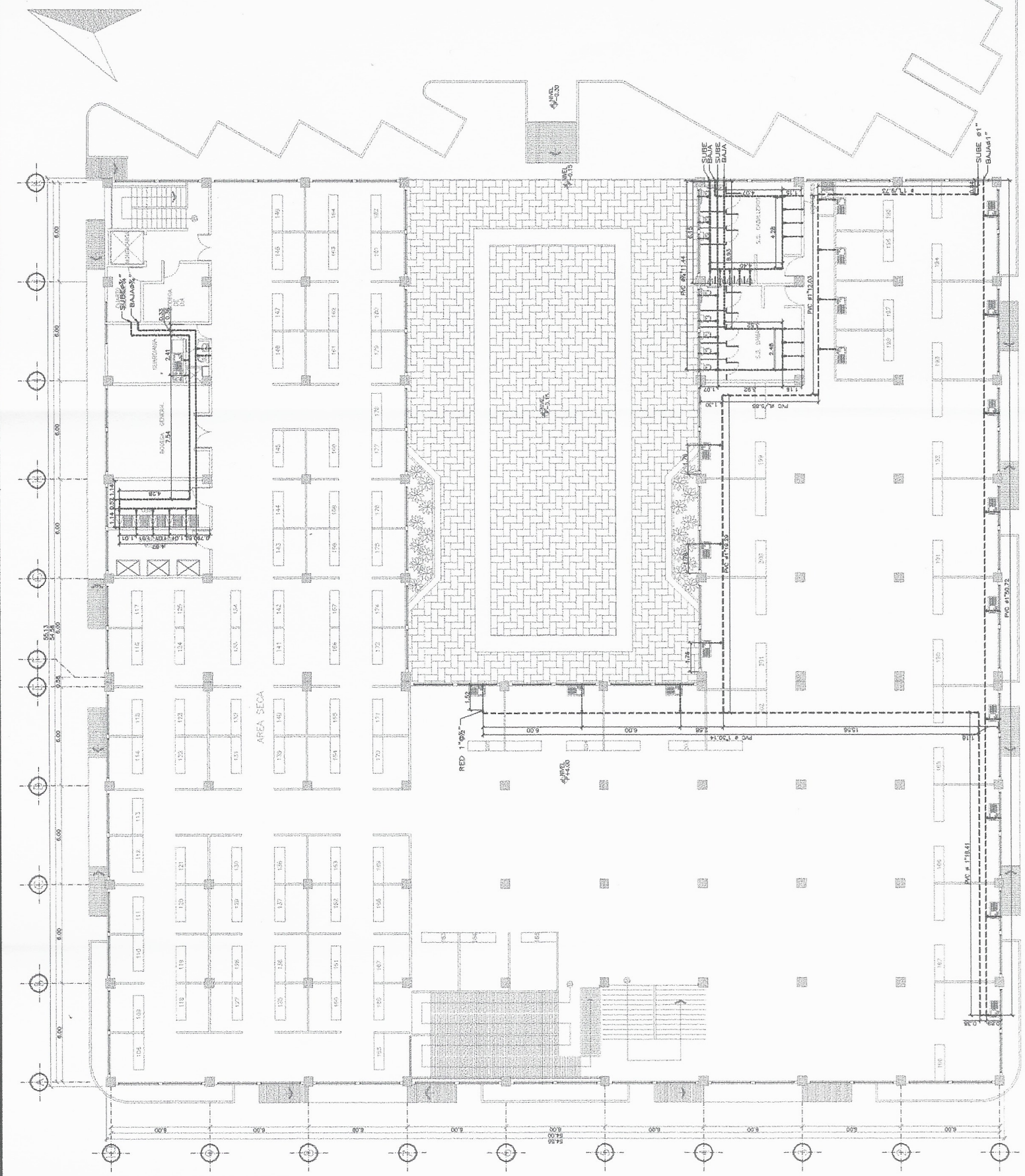
DIAMETROS PVC.	
—	TUBERIA PVC # 1/2" CONEXION A INODORO
—	TUBERIA PVC # 3/4" CONEXION A URNAL
—	TUBERIA PVC # 3/4" CONEXION A DUCHA
—	TUBERIA PVC # 1/2" CONEXION A LAVAMANOS
—	TUBERIA PVC # 1/2" CONEXION A LAVATRASTOS



PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE LOS NIVELES	UBICACION: PANAJOL, GUATEMALA, GUATEMALA
INSTALACION HIDRAULICA CONJUNTO	ESTUDIANTE: OSCAR AGUIAR
ESCALA: INDICADA	№ de: 16.00
FECHA: ABRIL 20 8	CARRIL: 20 020829
	HOJA No: 400

ESCALA 1:250

PLANTA INSTALACION HIDRAULICA NIVEL 1



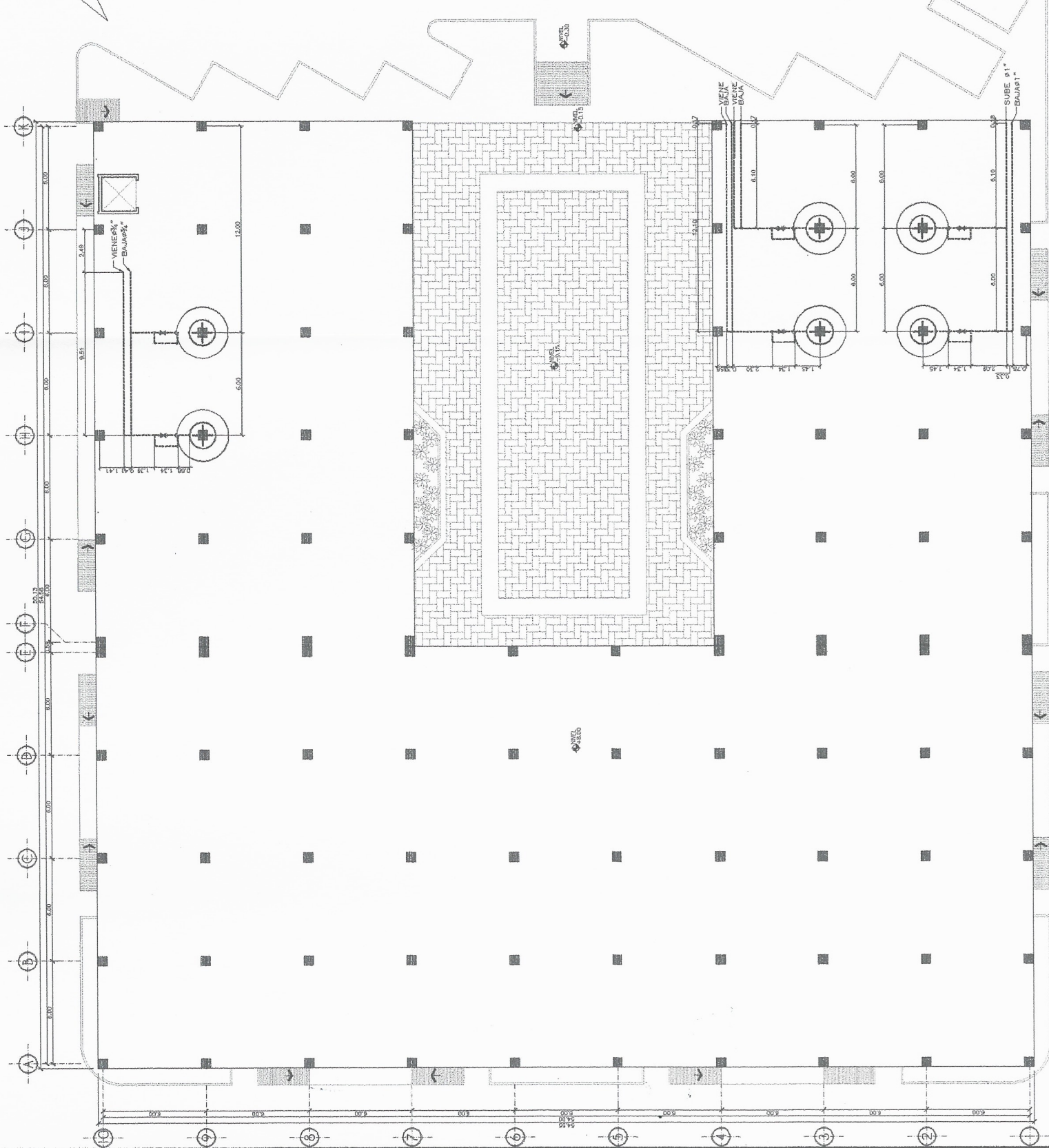
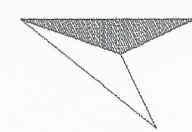
SIMBOLOGIA	
	TUBERIA PVC ø INDICADO EN PISO O ANCLADO BAJO LOSA
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION HORIZONTAL
	TEE P.V.C EN POSICION HORIZONTAL
	REDUCIDOR PVC ø INDICADO
	TUBERIA PVC ø INDICADO SUBE
	DEPOSITO DE AGUA PVC 5,000 lts.
	CAJA + LLAVE DE BOLA ø INDICADO
	DOBLE CODO P.V.C. A 90° ø INDICADO POSICION VERTICAL

DIAMETROS PVC.	
	TUBERIA PVC ø 1/2" CONEXION A INODORO
	TUBERIA PVC ø 3/4" CONEXION A URINAL
	TUBERIA PVC ø 3/4" CONEXION A DUCHA
	TUBERIA PVC ø 1/2" CONEXION A LAVAMANOS
	TUBERIA PVC ø 1/2" CONEXION A LAVATRASTOS



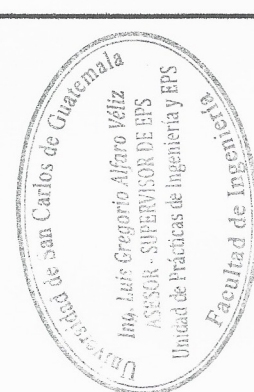
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO: TERMINAL DE INGRESO Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UNICION: MARAQUEZCUHTLA, JALAPA
INSTALACION HIDRAULICA NIVEL 2	ESTUDIANTE: OSCAR ABOGADO GONZALEZ
ESCALA: INDICADA	Nº Bo.:
FECHA: ABRIL 2018	CARRIC: 20 000829
	HOJA No. 401

PLANTA
INSTALACION HIDRAULICA NIVEL 2



SIMBOLOGIA	
-----	TUBERIA PVC Ø INDICADO EN RISO O ANCLADO BAJO LOSA
— —	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL
— —	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION HORIZONTAL
— —	TEE P.V.C EN POSICION HORIZONTAL
— —	REDUCTOR PVC Ø INDICADO
— —	TUBERIA PVC Ø INDICADO SUBE
— —	DEPOSITO DE AGUA PVC 5.000 ltr.
— —	CAJA + LLAVE DE BOLA Ø INDICADO
— —	DOBLE CODO P.V.C. A 90° Ø INDICADO POSICION VERTICAL

DIAMETROS PVC.	
— —	TUBERIA PVC Ø 1/2" CONEXION A INODORO
— —	TUBERIA PVC Ø 3/4" CONEXION A URINAL
— —	TUBERIA PVC Ø 3/4" CONEXION A PUERTA
— —	TUBERIA PVC Ø 1/2" CONEXION A LAVAMANDOS
— —	TUBERIA PVC Ø 1/2" CONEXION A LAVATRASTOS

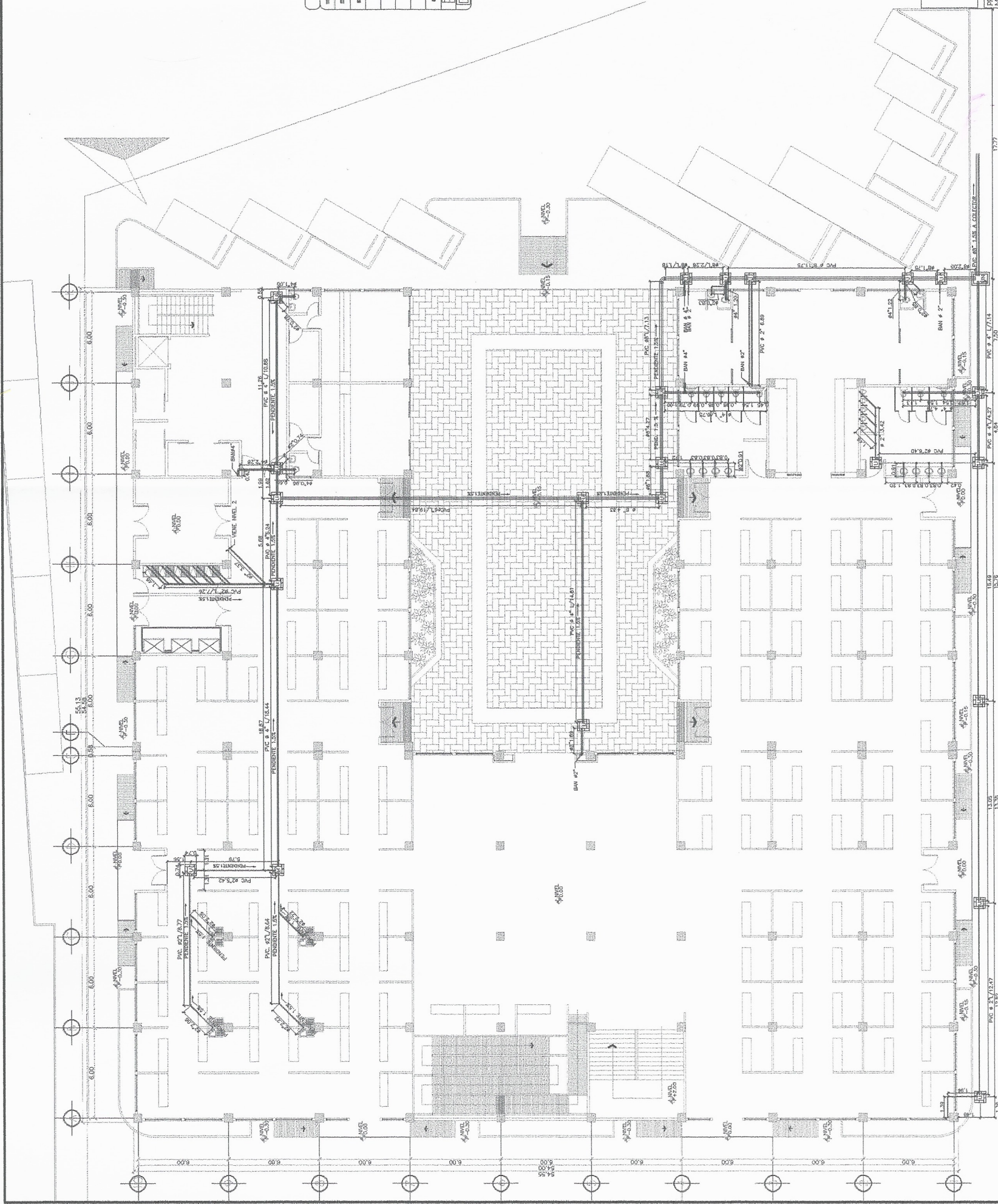


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

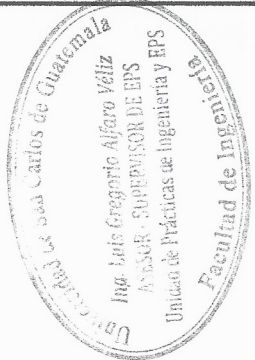


PROYECTO: TERMINAL DE INGRESO Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS INVILOS	UBICACION: PATATEQUECUILA, JALAPA
INSTALACION HIDRAULICA TITANICOS EN LOSA FINAL	ESTUDIANTE: OSCAR ROCHFO CHENYERBA
ESCALA: INDICADA	CARNE: 20 050859
FECHA: Abril 20 8	HOJA No. 402

PLANTA
INSTALACION HIDRAULICA DE TINACOS EN LOSA FINAL

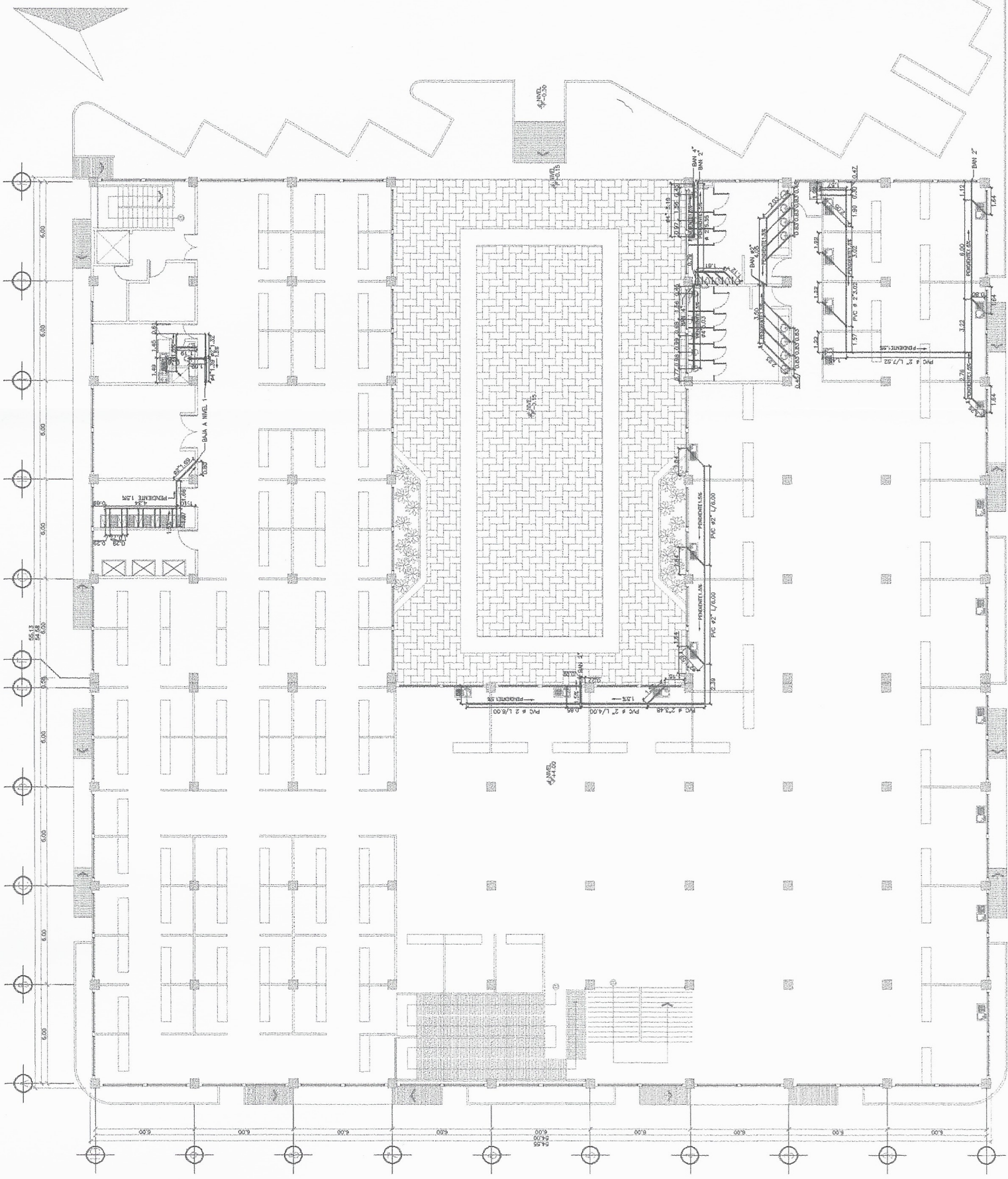


SIMBOLOGIA	
	TUBERIA PVC # INDICADO PARA AGUAS NEGRAS
	TUBERIA PVC # INDICADO PARA AGUAS GRISAS
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION HORIZONTAL
	TEE P.V.C. EN POSICION HORIZONTAL
	TEE P.V.C. EN POSICION VERTICAL
	CODO P.V.C. A 45° EN POSICION HORIZONTAL
	YEE P.V.C
	CAJA DE UNION DRENAJES
	CAJA DE UNIFICADORA

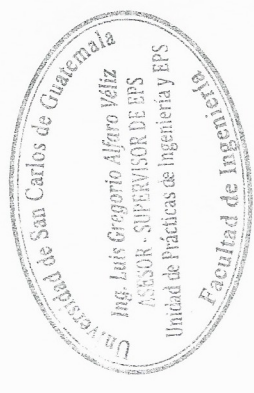


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE LOS NIVELES	UBICACION: PARAJES, UNTLA, JALAPA
DRENAJE SANITARIO NIVEL	ESTUDIANTE: OSCAR ROCHA DE LA ROSA
ESCALA: INDICADA	No. de: _____
FECHA: ABRIL 20 8	CARRIC: 20 020829
	HOJA No: 403

INSTALACIONES DRENAJE SANITARIO
NIVEL 1



SIMBOLOGIA	
	TUBERIA PVC # INDICADO PARA AGUAS NEGRAS
	TUBERIA PVC # INDICADO PARA AGUAS GRISAS
	CODD P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL
	CODD P.V.C. A 90° EN POSICION HORIZONTAL
	TEE P.V.C EN POSICION VERTICAL
	TEE P.V.C EN POSICION HORIZONTAL
	YEE P.V.C

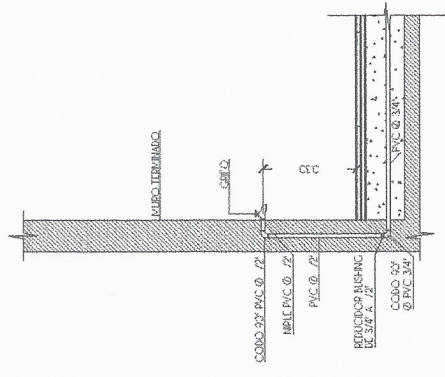
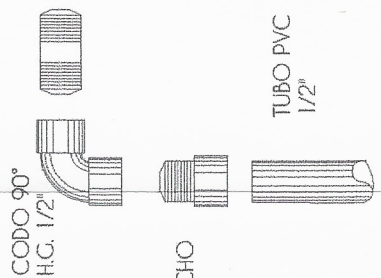


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACION: MARAQUELENTLA, JALAPA
ESCALA: INDICADA	ESTUDIANTE: OSCAR APOLLO GLEBARRA
TITULO: ABRIL 2013	No. de: 404
	CARRIL: 20 020829
	HOJA No: 404

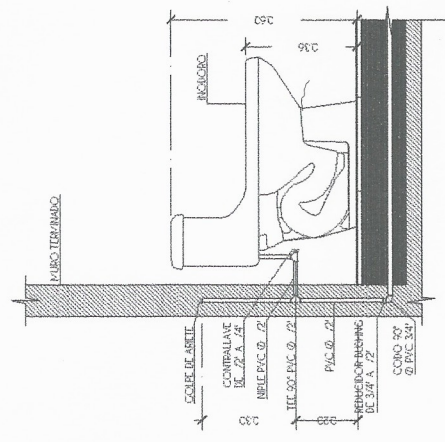
PLANTA DRENAJE SANITARIO
NIVEL 2

ESCALA 1:125

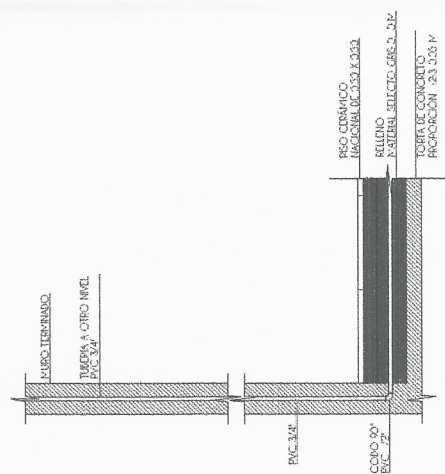
NIPLE H.C.
1/2" X 2



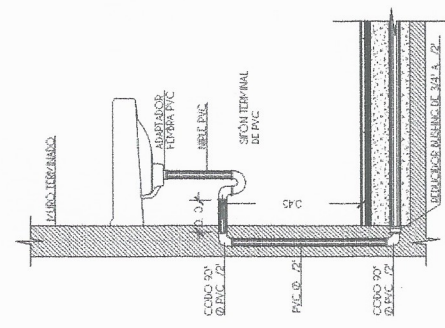
DETALLE POTABLE GRIFO
ESCALA 1:10



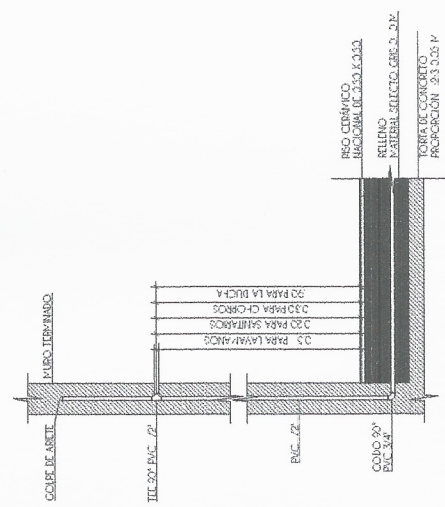
DETALLE POTABLE INODORO
ESCALA 1:10



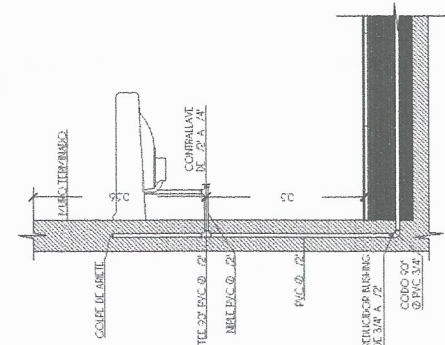
DETALLE DE TUBERIA A SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1:10



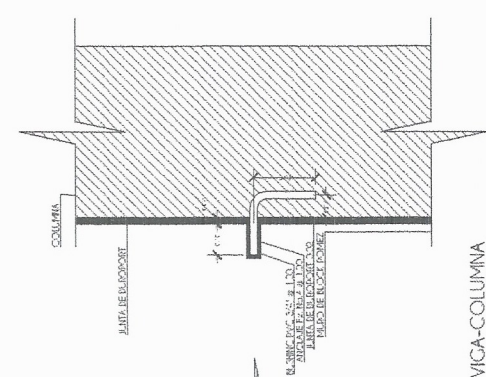
DETALLE DRENAJE LAVAMANOS
ESCALA 1:10



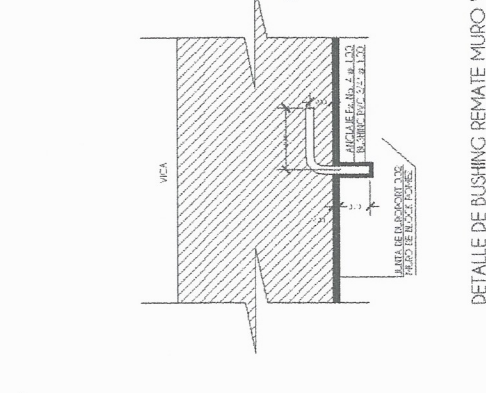
ALTURA DE TUBERIA PARA ARTEFACTOS
ESCALA 1:10



DETALLE POTABLE LAVAMANOS
ESCALA 1:10

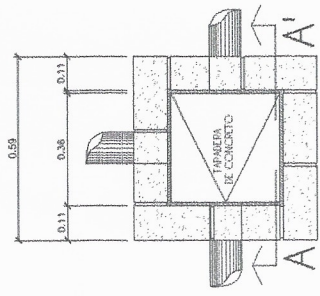


DETALLE DE BUSHING REMATE MURO VICA-COLUMNA
ESCALA 1:5

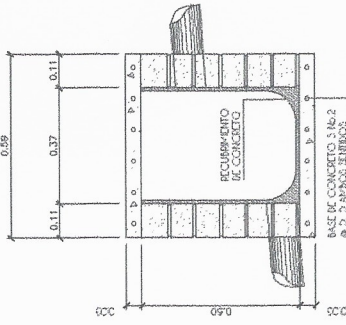


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	UBICACION: PARAQUECUNTUN, JALAPA
	PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	ESTUDIANTE: DOCCAR ROCHA
DETALLES HIDRAULICA	ESCALA: INDICADA	No. bo. 1
	FECHA: ABRIL 2018	HOJA No.: 404 A

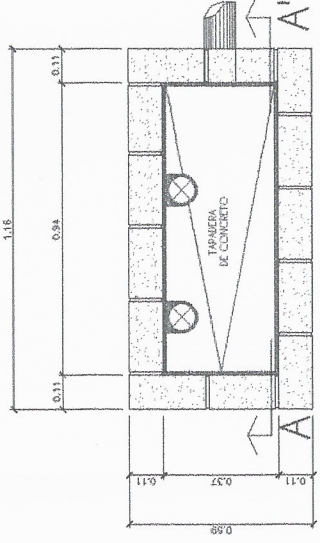
DETALLES INSTALACIONES HIDRAULICAS
ESCALA VARIADA



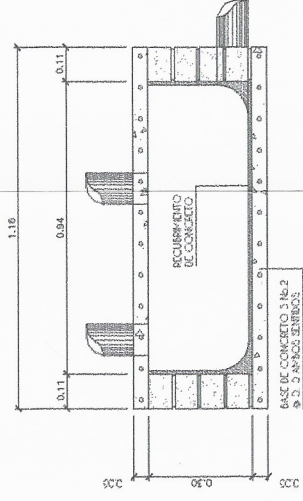
DETALLE CAJA DE DRENAJE
ENTRADA



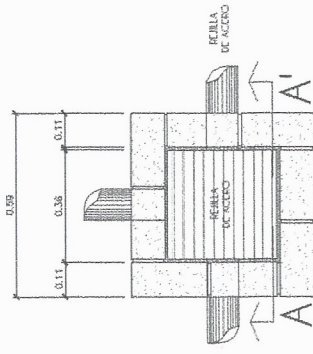
DETALLE CAJA DE DRENAJE
SECCION



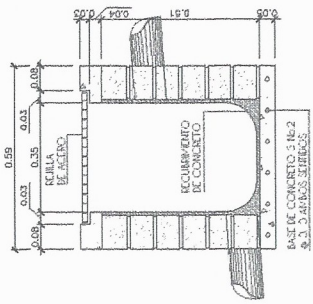
DETALLE CAJA DE DRENAJE PARA PILA
ENTRADA



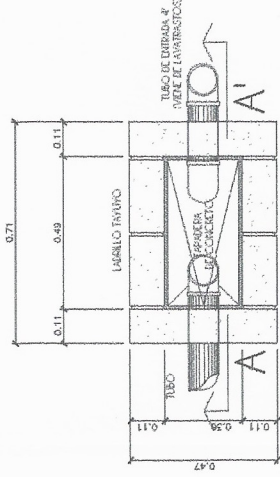
DETALLE CAJA DE DRENAJE PARA PILA
SECCION



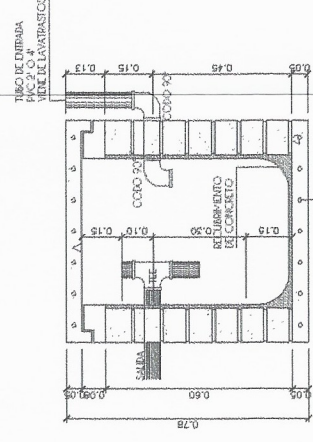
DETALLE CAJA DE DRENAJE CON REJILLA
ENTRADA



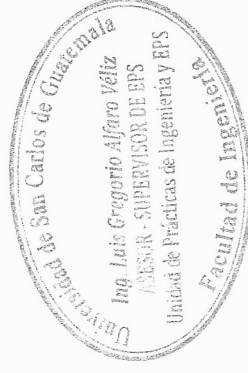
DETALLE CAJA DE DRENAJE CON REJILLA
SECCION



DETALLE CAJA DE TRAMPA DE GRASA
ENTRADA

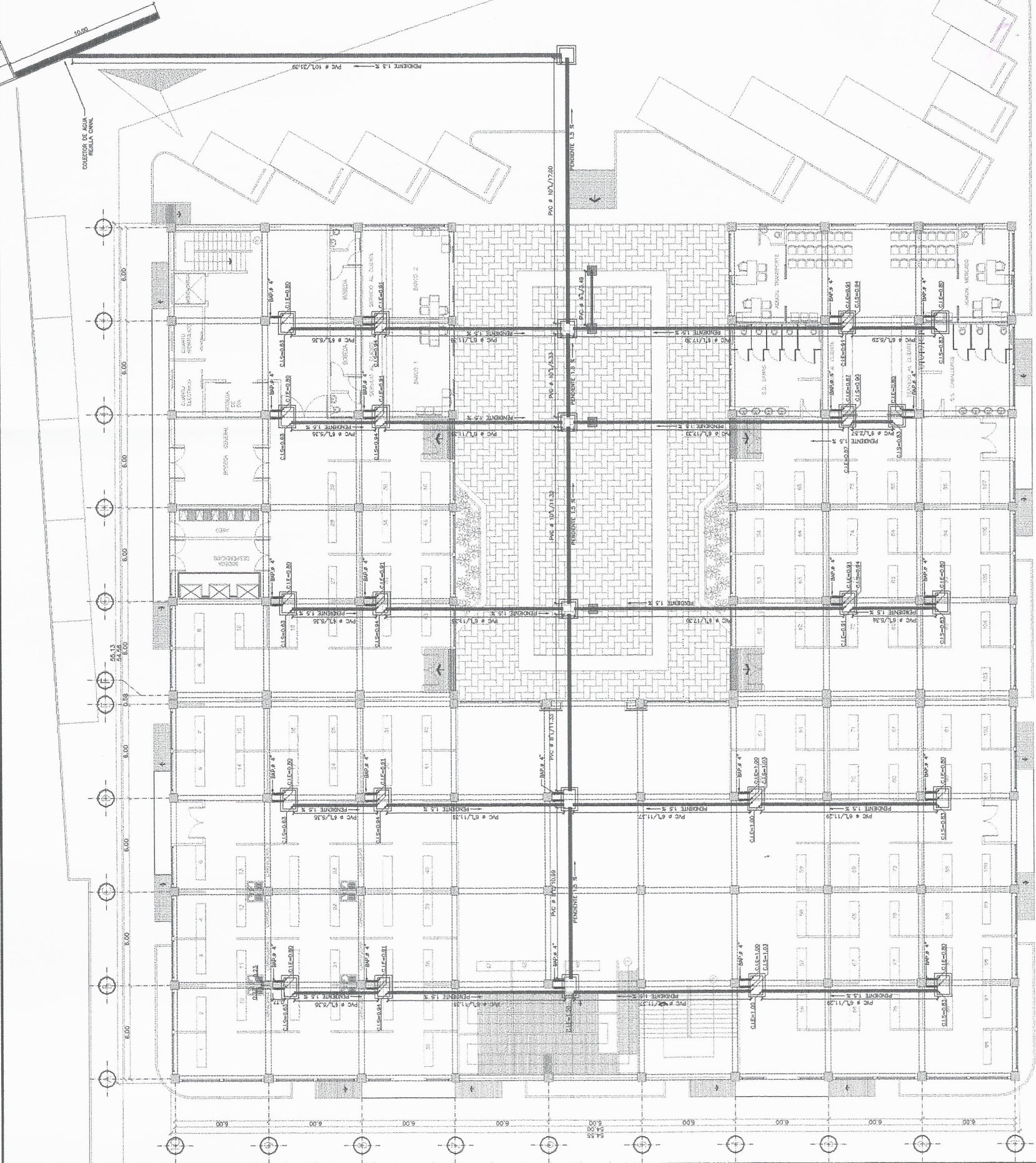


DETALLE CAJA DE TRAMPA DE GRASA
SECCION



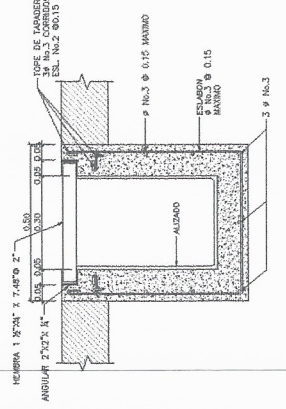
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: TERMINAL DE NUBES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACION: MARQUECECUILA, JALAPA
DETALLES CAJAS DRENAJE	ESTUDIANTE: OSCAR ABOCADO PARRAMAYAN
ESCALA: INDICADA	Fecha: No. de
TECNICO: ABRIL 2018	HOJA No. 404 B



SIMBOLOGIA

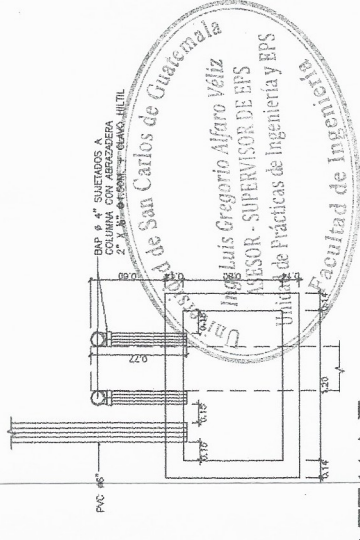
	TUBERIA PVC # INDICADO DRENAJE PLUVIAL
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL
	TEE P.V.C EN POSICION VERTICAL
	TUBERIA PVC # INDICADO DRENAJE PLUVIAL
	CAJA UNION DRENAJES 1.45 X 1.08 X 0.80 MTS.
	CAJA UNION DRENAJES 1.20X1.20X0.80 MTS.
	C.I.E. COTA INVERT DE ENTRADA
	C.I.S. COTA INVERT DE SALIDA
	CAJA REPOSADORA 0.80 X 0.60X 0.80 MTS.



NOTA:
LA REJILLA REPOSADA DE SERENA INTERIOR
FORMANDO TRAMOS DE IMPERIOS DE 2.00 MTS.

DETALLE
COLECTOR REJILLA CANAL

ESCALA 1:10



DETALLE
POSICION BAJADAS PLUVIALES

ESCALA 1:20



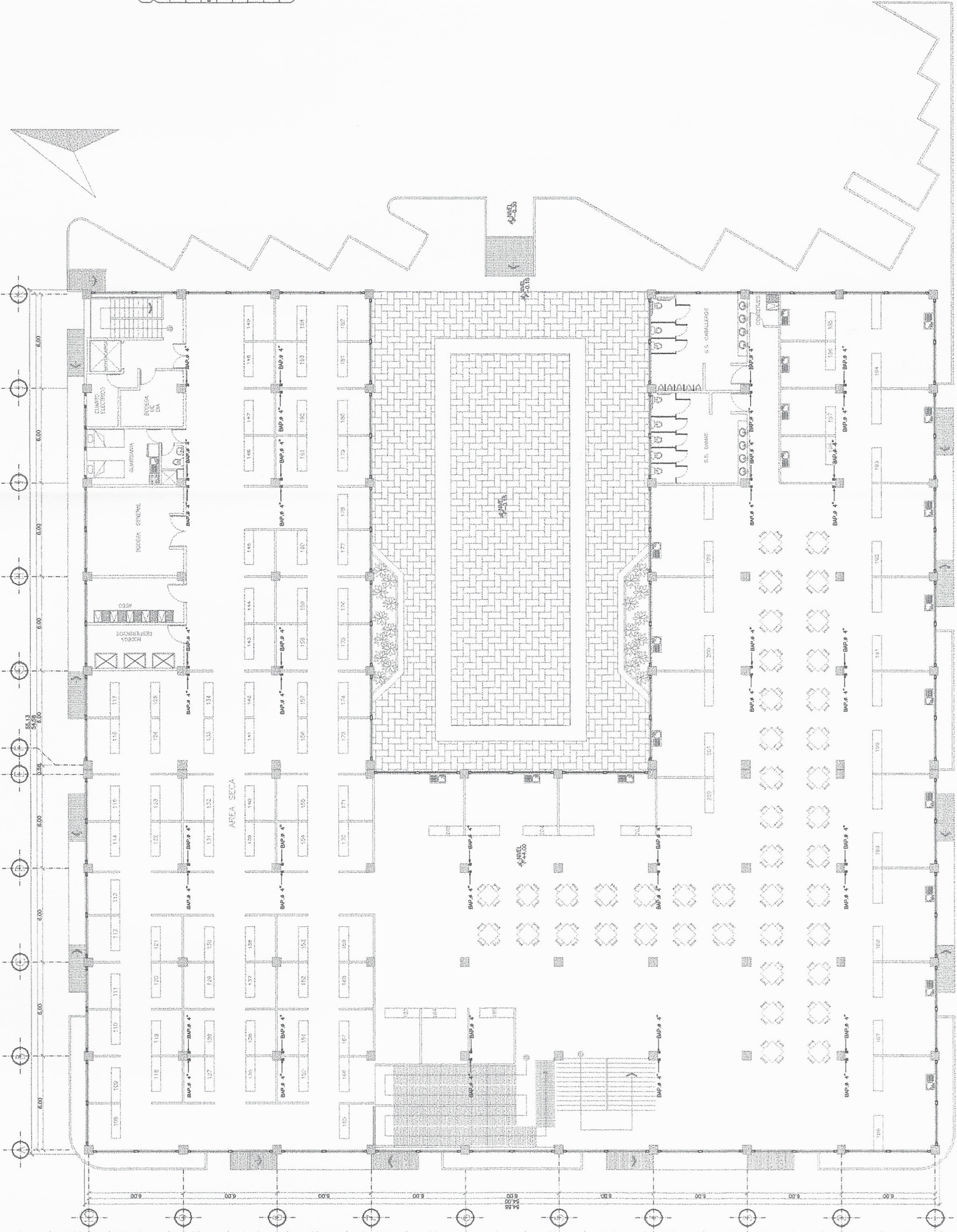
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: TERMINAL DE INGRESO Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UNICION: MARAQUEZ-CANTILLA, JALAPA
DRENAJE PLUVIAL NIVEL	ESTUDIANTE: OSCAR ABOGADO PARRA HAY
ESCALA: INDICADA	No. de
FECHA: ABRIL 20 08	CARR: 20 020829
	HOJA No. 405

PLANTA DRENAJE PLUVIAL
NIVEL 1

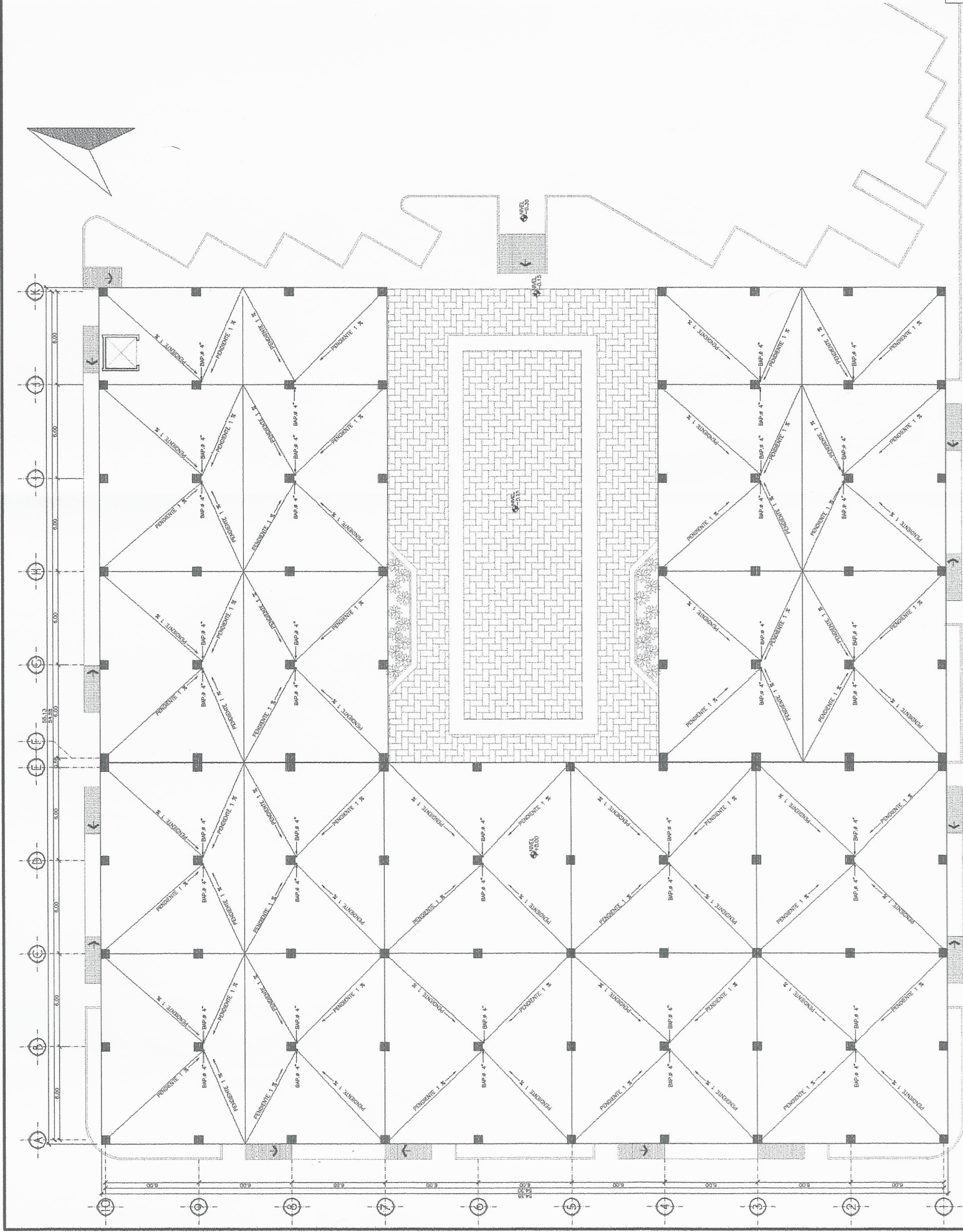
ESCALA 1:125

SIMBOLOGIA	
	TUBERIA PVC Ø INDICADO DRENAJE PLUVIAL
	CODO P.V.C. A 90° EN POSICION VERTICAL
	TEE P.V.C EN POSICION VERTICAL
	TUBERIA PVC Ø INDICADO DRENAJE PLUVIAL
	CAJA UNION DRENAJES 1.48 X 1.08 X 0.80 MTS.
	CAJA UNION DRENAJES 1.20 X 1.20 X 0.80 MTS.
	C.I.E. COTA INVERT DE ENTRADA
	C.I.S. COTA INVERT DE SALIDA
	CAJA REPOSADERA 0.60 X 0.60 X 0.80 MTS.



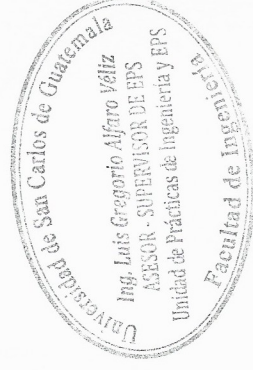
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACION: MARAQUELE, UNTA, JALAPA
DRENAJE PLUVIAL NIVEL	ESTUDIANTE: OSCAR ROJOLO GUERRA MORALES
ESCALA: INDICADA	Nº de: No. de
FECHA: ABRIL 20 8	CARRIL: 20 020829
	Hojas No: 406

PLANTA DRENAJE PLUVIAL
NIVEL 2



PLANTA DRENAJE PLUVIAL
PARQUELOS EN LOSA FINAL

ESCALA: 1:1125



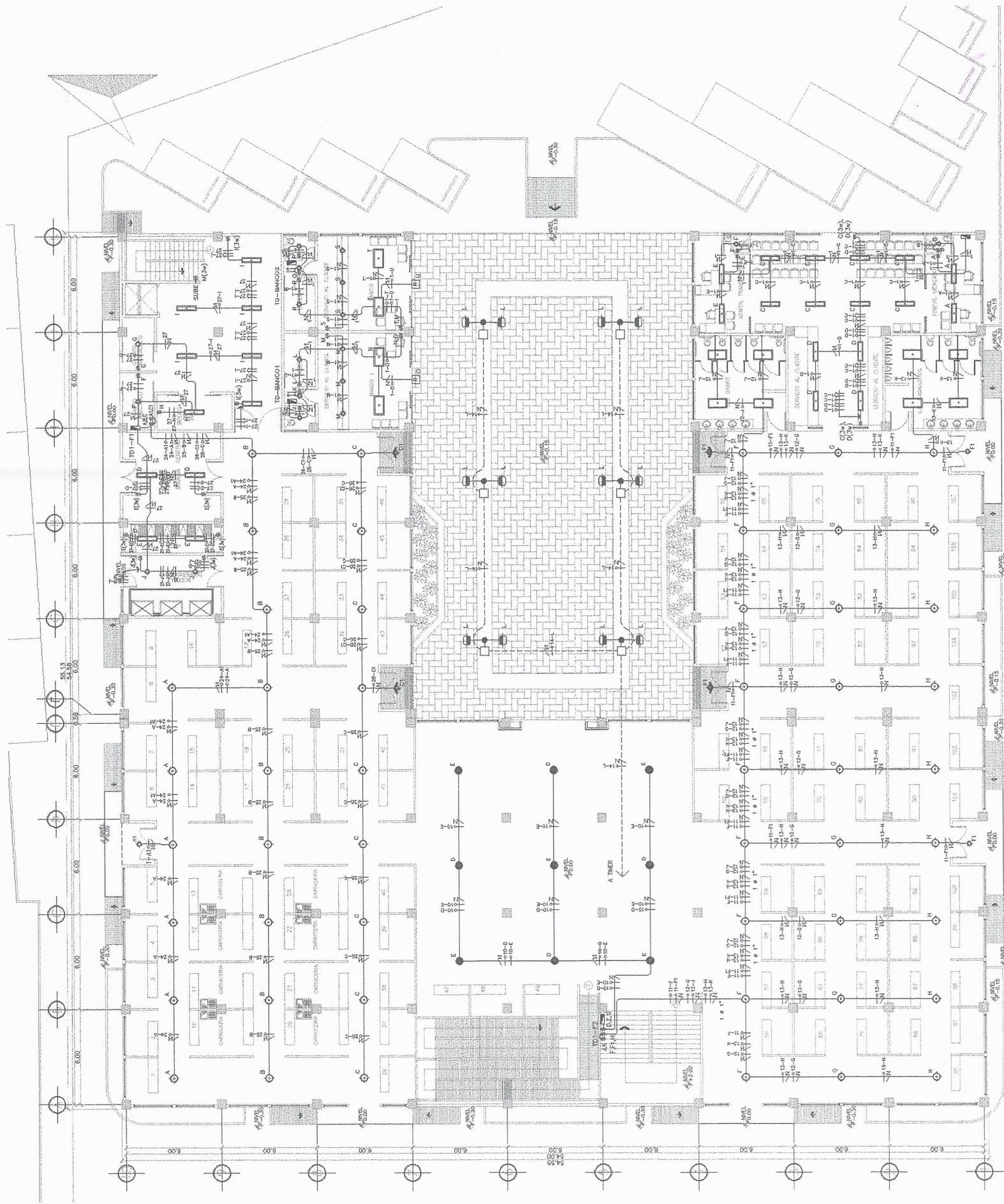
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES Y MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES	UBICACION: PARQUELOS, UNTLA, JALAPA
DISEÑO: RUIVAL LOSA FINAL	ESTUDIANTE: OSCAR ACEVEDO
ESCALA: INICIADA	VOL: 0
FECHA: ABRIL 20 8	HOJA No: 407

[Handwritten signature]

SIMBOLÓGIA INSTALACION DE ILUMINACION	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TUBERIA SOBREPUESTA EN CIELO
	LAMPARA DE ALTA INTENSIDAD DE BESCARGA (HID)
	METAL HALIDE 100W/120V. SUSPENDIDA EN CIELO
	METAL HALIDE 100W/120V. SUSPENDIDA EN CIELO
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 1' X 4' 2X32W T5 EN CIELO
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2' X 4' 3X32W T5 EN CIELO
	SALIDA PARA PLATONERA EN CIELO
	SALIDA PARA ROTULO
	CAJA DE REGISTRO DE 0.60X0.60 m. EN PISO
	SALIDA PARA LAMPARA TIPO FAROL EN POSTE DE TUBO METALICO DE 6" Ø DE 3 METROS DE ALTURA
	INTERRUPTOR SENCILLO, DOBLE O TRIPLE SEGUN CASO EN PARED A 1.10-1.20 m. SMP.
	INTERRUPTOR PARA TRES VIAS (3way)
	CONDUCTOR ACTIVO Y NEUTRAL
	CONDUCTOR RETORNO
	CONDUCTOR RETORNO

NOTAS:
 TODA LA TUBERIA SERA PVC ELECTRICO DE 3/4" SALVO INDICACION.
 TODOS LOS CONDUCTORES SERAN TIPO CABLE THHN # 12 SALVO INDICACION.

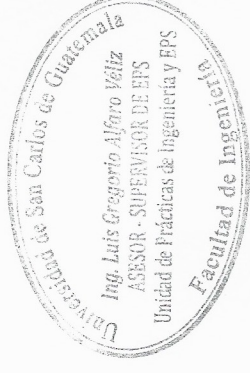
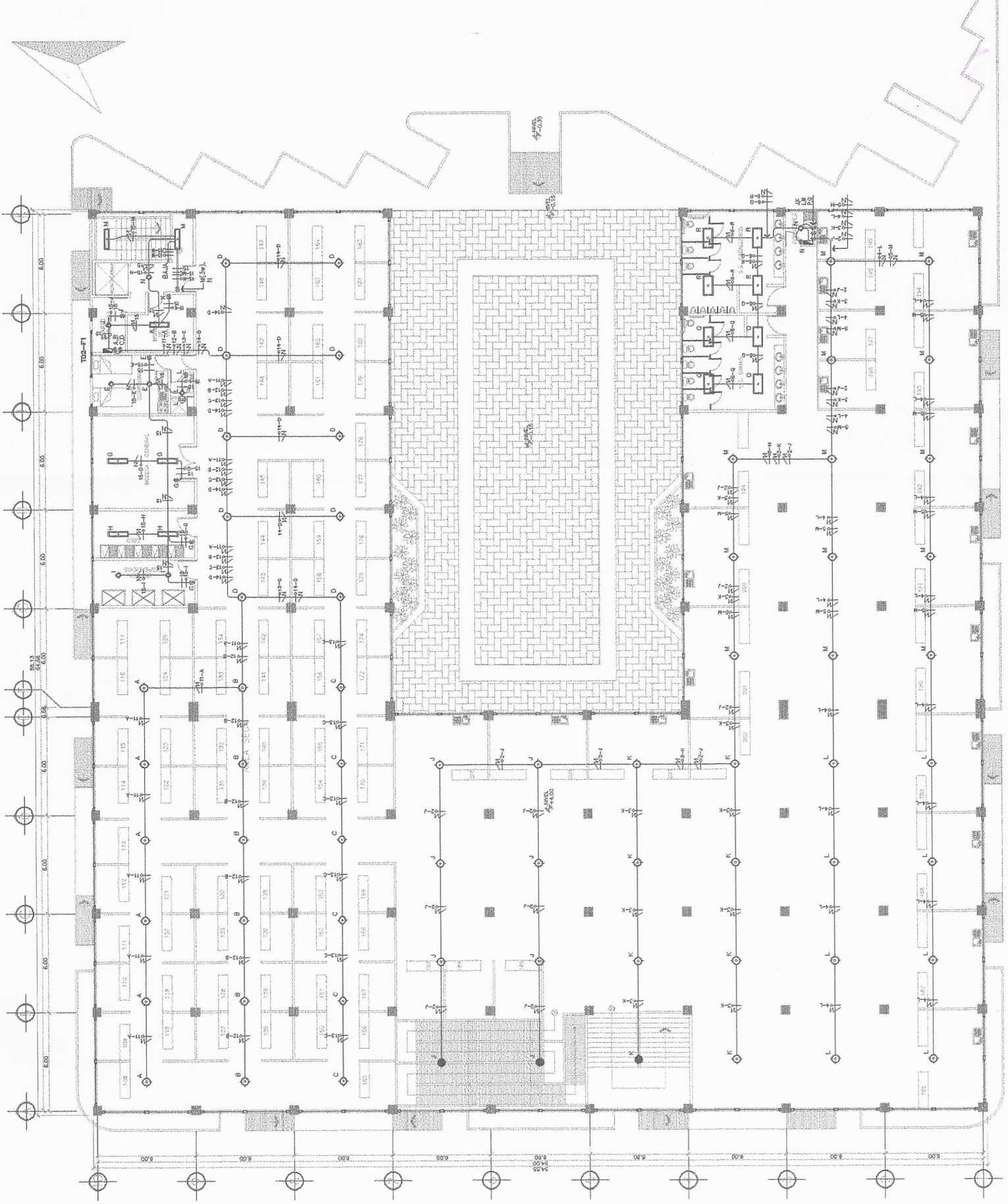


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO: TUBERIA, SENCILLO Y INTERRUPTOR PARA TRES VIAS	UBICACION: PARAGUACUMITLA, JALAPA
INSTALACION ELECTRICA DE ILUMINACION NIVEL	ESTUDIANTE: OSCAR ARIAS GONZALEZ
ESCALA: INDICADA	№ de: 16
FECHA: ABRIL 20 8	HOJA No: 406

PLANTA
 INSTALACION DE ILUMINACION NIVEL 1

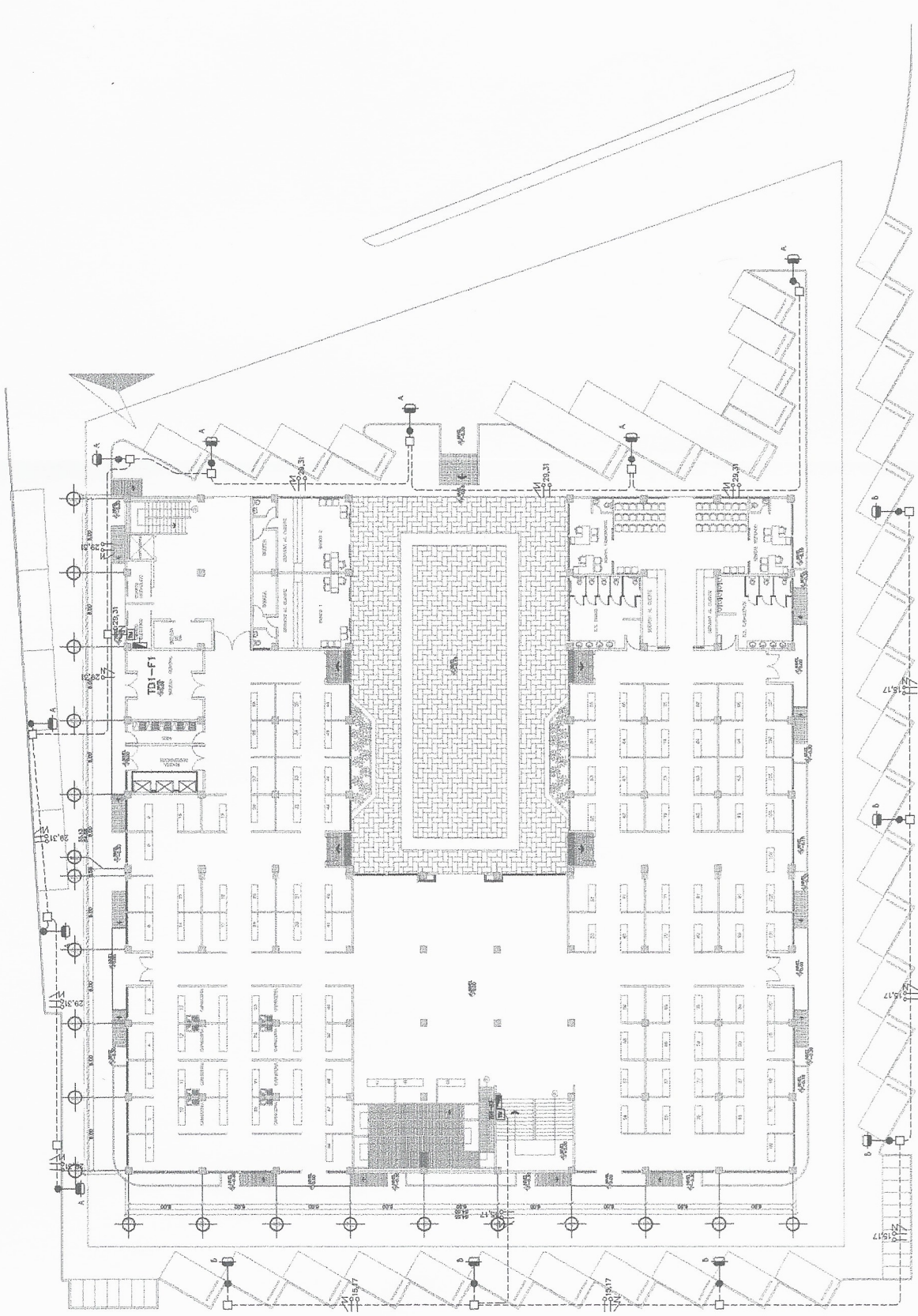
SIMBOLOGIA INSTALACION DE ILUMINACION	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TUBERIA SOBREPUESTA EN CIELO
	LAMPARA DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA (HID)
	METAL HALIDE 70W/120V. SUSPENDIDA EN CIELO
	METAL HALIDE 100W/120V. SUSPENDIDA EN CIELO
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 1' x 4' 2X32W T5 EN CIELO
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2' x 4' 3X32W T5 EN CIELO
	SAIDA PARA PLAFONERA EN CIELO
	SAIDA PARA EXTRACTOR DE COLORES
	INTERRUPTOR SENCILLO, DOBLE O TRIPLE SEGUN CASO EN PARED A H=1.20 m. S.M.R.
	INTERRUPTOR PARA TRES VIAS (3vdy)
	CONDUCTOR ACTIVO Y NEUTRAL
	CONDUCTOR RETORNO
	CONDUCTOR RETORNO

NOTAS:
 TODA LA TUBERIA SERA PVC ELECTRICO DE # 3/4" SALVO INDICACION.
 TODOS LOS CONDUCTORES SERAN TIPO CABLE THHN # 12 SALVO INDICACION.



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

PROYECTO: TUBERIA Y PUNTO DE ILUMINACION NIVEL 2	UBICACION: MARAQUELEMBLA, JALAPA
ESTUDIANTE: COCAN ACOSTA GLENNY	ESTUDIANTE: COCAN ACOSTA GLENNY
ESCALA: INDICADA	Nº Bo: 409
FECHA: ABRIL 2018	HOJA Nº: 409



PLANTA
ILUMINACION DE CONJUNTO

ESCALA 1:200

1

SIMBOLOGIA INSTALACION DE ILUMINACION	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TUBERIA POR PISO
	CAJA DE REGISTRO DE 0.60X0.60 m. EN PISO LAMPARA DE ALTA INTENSIDAD DE DESCARGA (HID) EN POSTE DE CONCRETO DE 30' DE ALTURA OPERADA POR TIMER
	SALIDA PARA TIMER
	CONDUCTOR ACTIVO Y NEUTRAL
	CONDUCTOR RETORNO

NOTAS:
TODA LA TUBERIA SERA PVC ELECTRICO DE # 1 1/4" SALVO INDICACION.
TODOS LOS CONDUCTORES SERAN TIPO CABLE THHN # 10 SALVO INDICACION.



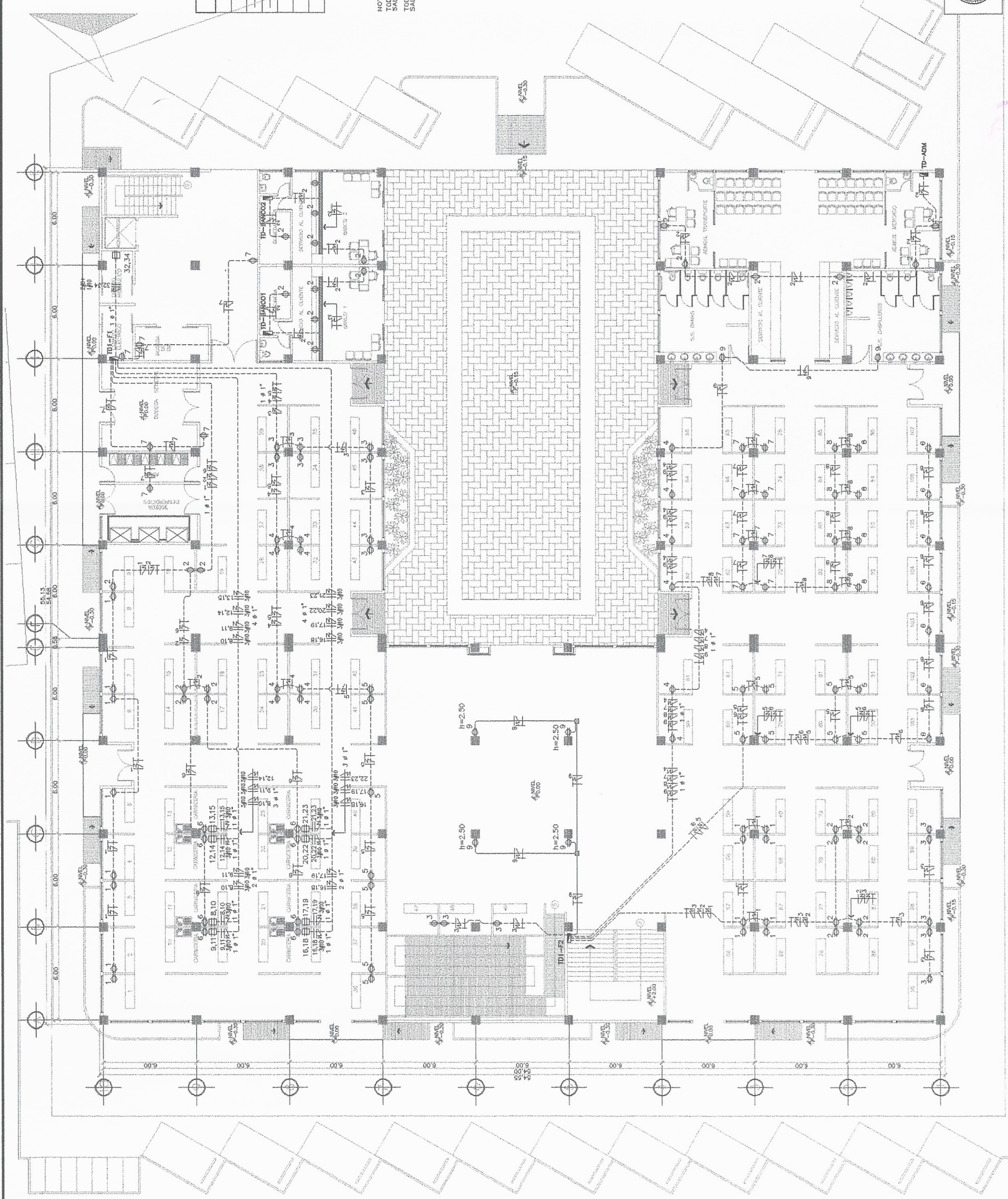
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: TITULO DE TUBERIAS Y CONDUCTORES DE LOS WIRLES	UBICACION: MARQUESCENTLA, JALAPA
INSTALACION ELECTRICA DE ILUMINACION EXTERIOR	ESTUDIANTE: OSCAR ACULFO PEREZ ARANZA
ESCALA: INDICADA	Vebo
FECHA: ABRIL 20 8	HOJA No: 410

[Handwritten signature]

SIMBOLOGIA INSTALACION DE FUERZA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLEROS DE DISTRIBUCION
	TUBERIA POR PISO
	TUBERIA SOBREPUESTA EN CIELO
	TOMACORRIENTE DESDE LOS/AS EN PARED Ø 0.30 m. SMPT. O ALTURA "n" INDICADA
	TOMACORRIENTE 240V. EN PARED Ø 0.30 m. SMPT.
	CONDUCTORES ACTIVO, NEUTRAL Y TIERRA

NOTAS:
 1. TUBERIA SERA PVC ELECTRICO DE Ø 3/4"
 2. SALVO INDICACION
 3. TODOS LOS CONDUCTORES SERAN TIPO CABLE THHN # 12
 4. SALVO INDICACION.

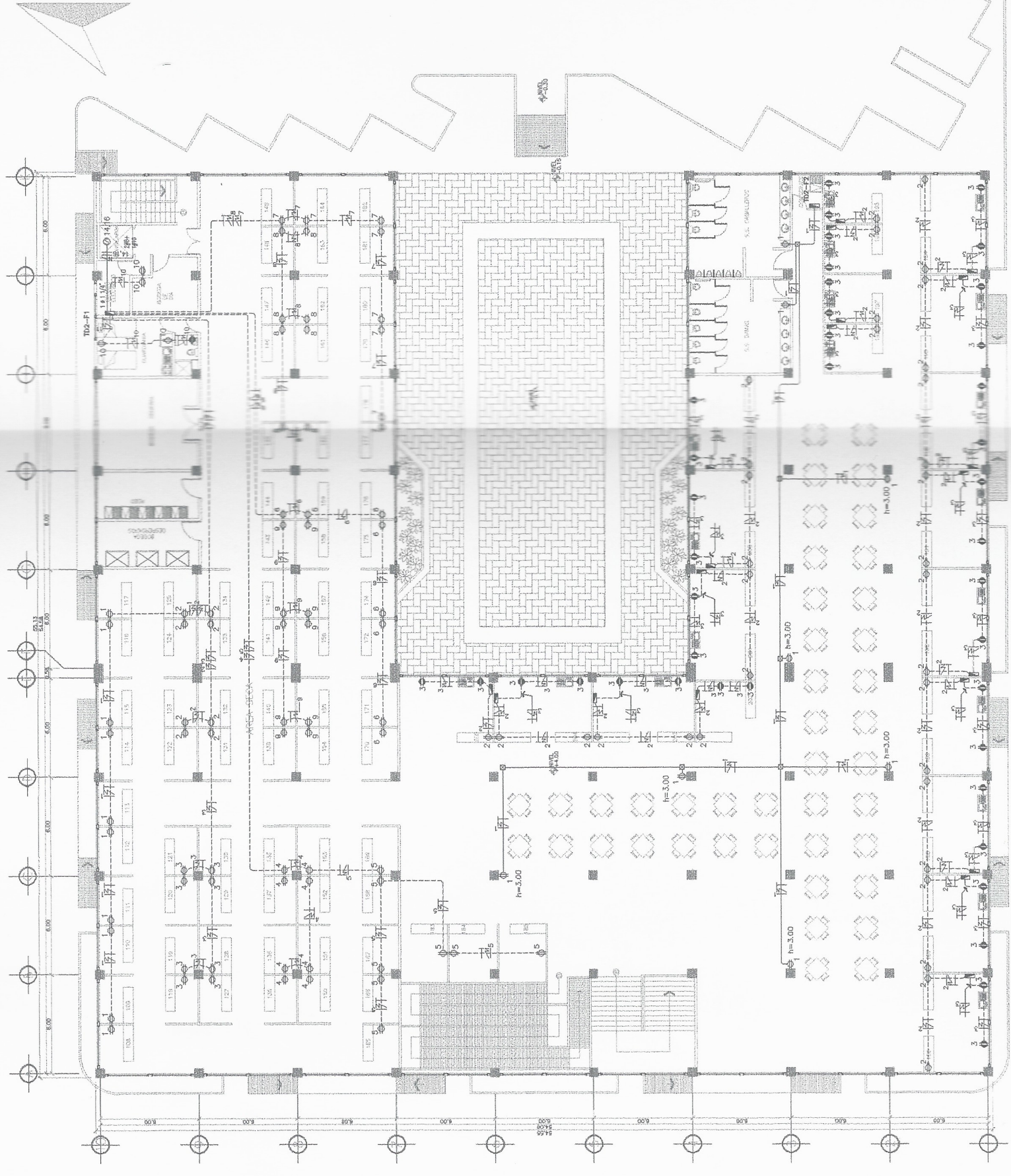


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROFESOR: JIMMY J. FUSTY PECCO V. NEPEL DE 23 AÑOS	UNION: MARQUELENTLA, JAJPA
INSTALACION ELECTRICA DE FUERZA NIVEL	ESTUDIANTE: OSCAR ACOSTA
ESCALA: INDICADA	No. Bo: 1
FECHA: ABRIL 2018	CARRIC: 20 020829 HOJA No: 411

PLANTA FUERZA NIVEL 1

ESCALA 1:125

1



SIMBOLOGIA INSTALACION DE FUERZA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLEROS DE DISTRIBUCION
	TUBERIA SOBRESUESTA EN CIELO
	TUBERIA POR PISO
	CONDUITO EN PARED
	TOMACORRIENTE DOBLE 120V/15A EN PARED
	TOMACORRIENTE 240V EN PARED 0.30 m. SPTI.
	SALIDA PARA MOTOR DE 3HP 240V
	CONDUCTORES ACTIVO, NEUTRAL Y TIERRA

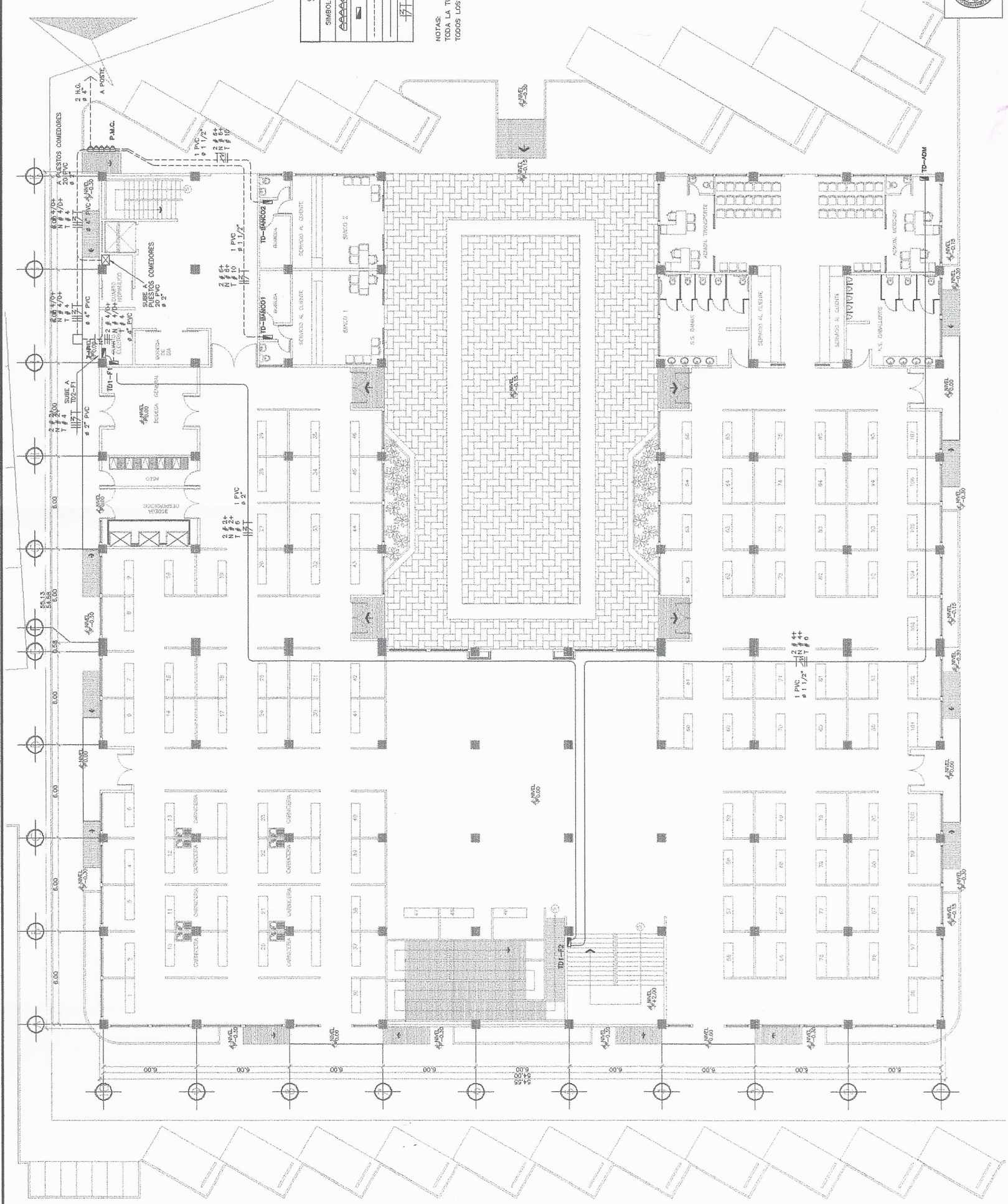
NOTAS:
 1. TUBERIA SEDA PVC ELECTRICO DE 3/4"
 2. SACOS INDICACION
 3. CONDUCTORES SERAN TIPO CABLE THHN # 12
 4. SACOS INDICACION



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		UNICACION: PATATEQUECOMITA, JALAPA	
FACULTAD DE INGENIERIA		ESTUDIANTE: OSCAR ANDRÉS LAVARADO	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		CARRG: 20 000829	
PROFESOR: RAMÓN DE RUISEY		ESCALA: INDICADA	
PRECIO: 4.000.000.000		FECHA: Abril 20 8	
INSTALACION ELECTRICA DE FUERZA NIVEL 2		HOJA No. 412	

PLANTA
 FUERZA NIVEL 2

FINAL (1)



SIMBOLOGIA INSTALACION DE ACOMETIDAS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	PANEL MULTIPLE DE CONTADORES
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TUBERIA SOBREPUESTA EN CIELO
	CONDUCTORES ACTIVO, NEUTRAL Y TIERRA

NOTAS:
 TODA LA TUBERIA SERA DEL DIAMETRO Y MATERIAL ESPECIFICADO EN EL PLANO.
 TODOS LOS CONDUCTORES SERAN TIPO CABLE THHN DEL GAUJRE INDICADO EN PLANO.



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

PROYECTO: AMPLIACION DE PUESTOS Y REPOSICIONAMIENTO DE TABLERO DE CONTADORES
 ESTUDIANTE: JOSE ANTONIO GUEVARA VILLALBA
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: ABRIL 2018

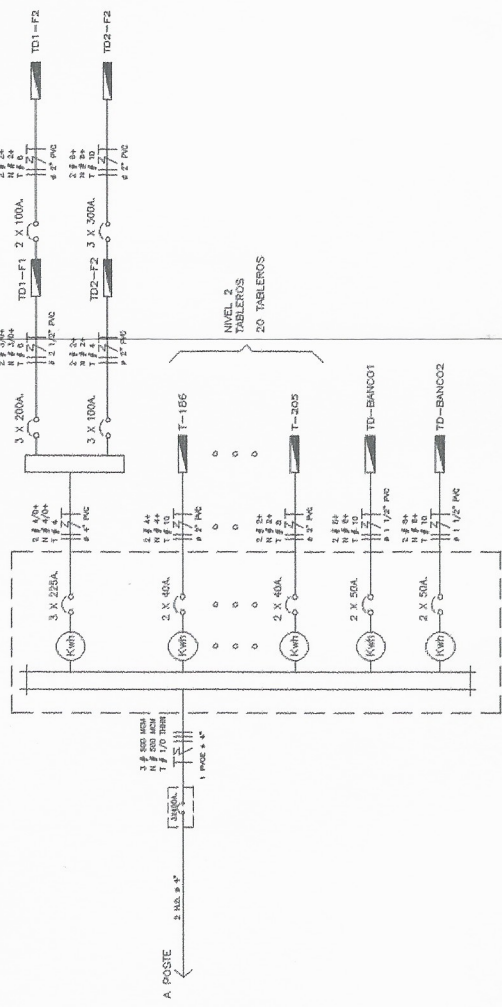
UNICION: PATATEQUILMILLA, JALAPA
 No. Bo. 020829
 HOJAS: 413

PLANTA
 ACOMETIDAS ELECTRICAS NIVEL 1

TABLERO: T-P	TIPO: CENTRO DE CARGA	BARRAS DE: 400A	PRINCIPAL: --				
VOLTAGE: 208/120V	VOLTIOS: 3	No. POLOS: 18	HILOS: 5				
DESCRIPCION DE CARGA	CONDUCTOR THHN	BREAKER	CIRCUITO No.	CIRCUITO No.	CONDUCTOR THHN	CARGA (WATTS)	DESCRIPCION DE CARGA
TABLERO TD1-F1	4/0 THHN	3X200A	1	2	2 THHN	20445	TABLERO TD2-F2
			3	4			
			5	6			
			7	8			
			9	10			
			11	12			

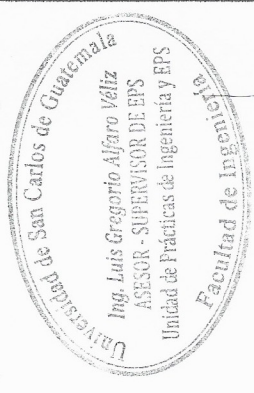
TABLEROS TÍPICOS PARA PUESTOS COMEDORES T-186-187-188-189-190-191-192-193-194-199-200-201-203-204							
TABLERO: T-186	TIPO: CENTRO DE CARGA	BARRAS DE: 125A	PRINCIPAL: --				
VOLTAGE: 208/120V	VOLTIOS: 2	No. POLOS: 6	HILOS: 4				
DESCRIPCION DE CARGA	CONDUCTOR THHN	BREAKER	CIRCUITO No.	CIRCUITO No.	CONDUCTOR THHN	CARGA (WATTS)	DESCRIPCION DE CARGA
PRESTO PARA ILUMINACION COCINA	12 THHN	1X20A	1	2	12 THHN	300	2 TOMACORRIENTES AREA DE USUARIO
201 TOMACORRIENTES AREA DE COCINA	12 THHN	1X20A	3	4	12 THHN		
			5	6	12 THHN		

TABLEROS TÍPICOS PARA PUESTOS COMEDORES T-195-196-197-199-202-205							
TABLERO: T-186	TIPO: CENTRO DE CARGA	BARRAS DE: 125A	PRINCIPAL: --				
VOLTAGE: 208/120V	VOLTIOS: 2	No. POLOS: 6	HILOS: 4				
DESCRIPCION DE CARGA	CONDUCTOR THHN	BREAKER	CIRCUITO No.	CIRCUITO No.	CONDUCTOR THHN	CARGA (WATTS)	DESCRIPCION DE CARGA
PRESTO PARA ILUMINACION COCINA	12 THHN	1X20A	1	2	12 THHN	150	1 TOMACORRIENTES AREA DE USUARIO
201 TOMACORRIENTES AREA DE COCINA	12 THHN	1X20A	3	4	12 THHN		
			5	6	12 THHN		



PMMC
 PANEL MULTIPLE DE CONTADORES
 120/208V, 3 F, 3 H, 60 HZ.
 BARRAS DE 400 AMPERES
 CON FLUJO PRINCIPAL DE 30300 AMPERES

DIAGRAMA UNIFILAR



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA	FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO: TRINTE DE ALSES Y REDES MUEBLES DE 20 HILOS	UBICACION: MARAGUESCUBTA, JALAPA
PLANTILLAS DE TABLEROS Y DIAGRAMA UNIFILAR	ESTUDIANTE: OSCAR AYOVA LEVANDOS
ESCALA: SIN ESCALA	Fecha: 20 DE 02 DE 2008
FECHA: ABRIL 20 8	HOJA No. 415

TABLERO: TD1-F1		TIPO: CENTRO DE CARGA		BARRAS DE: 225A		PRINCIPAL: 4	
VOLTAGE: 208/120V		VOLTIOS		No. POLOS: 42		HILOS: 4	
DESCRIPCION DE CARGA	CARGA (WATTS)	CONDUCTOR THHN	BREAKER	CIRCUITO No.	CONDUCTOR THHN	BREAKER	DESCRIPCION DE CARGA
80 TOMACORRIENTES PUESTOS 1,2,3,4,5,6,7,8	1200	12 THHN	1X20A	2	12 THHN	1X20A	7 TOMACORRIENTES PUESTOS 9,14,15,16,17,18,19
8 TOMACORRIENTES PUESTOS 25,26,27,28,29,30,31,32,33	1800	12 THHN	1X20A	3	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 34,35,36,37,38,39,40,41,42
7 TOMACORRIENTES PUESTOS 10,11,12,13,14,15,16,17	1000	12 THHN	1X20A	4	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 10,11,12,13,14,15,16,17,18
6 TOMACORRIENTES PUESTOS 18,19,20,21,22,23,24	600	12 THHN	1X20A	5	12 THHN	1X20A	1 TOMACORRIENTE CARRICHERA PUESTO 11
1 TOMACORRIENTE CARRICHERA PUESTO 10	1800	10 THHN	2X30A	6	10 THHN	2X30A	1 TOMACORRIENTE CARRICHERA PUESTO 12
1 TOMACORRIENTE CARRICHERA PUESTO 13	1800	10 THHN	2X30A	7	10 THHN	2X30A	1 TOMACORRIENTE CARRICHERA PUESTO 20
1 TOMACORRIENTE CARRICHERA PUESTO 21	1800	10 THHN	2X30A	8	10 THHN	2X30A	1 TOMACORRIENTE CARRICHERA PUESTO 22
1 TOMACORRIENTE CARRICHERA PUESTO 23	1800	10 THHN	2X30A	9	10 THHN	2X30A	9 LAMPARAS RETORNO A
9 LAMPARAS RETORNO B	600	12 THHN	1X20A	10	12 THHN	1X20A	11 LAMPARAS RETORNO C-E1-C2
15 LAMPARAS BODEGAS, CUARTO ELEC./ASEO	1125	12 THHN	1X20A	11	12 THHN	1X20A	TABLERO TD1-F2
8 LAMPARAS ILUMINACION EXTERIOR	2440	10 THHN	2X30A	12	10 THHN	2X30A	1 TOMACORRIENTE BOMBA HIDROELECTRICA
				13			
				14			
				15			
				16			
				17			
				18			
				19			
				20			
				21			
				22			
				23			
				24			
				25			
				26			
				27			
				28			
				29			
				30			
				31			
				32			
				33			
				34			

TABLERO: TD1-F2		TIPO: CENTRO DE CARGA		BARRAS DE: 125A		PRINCIPAL: 4	
VOLTAGE: 208/120V		VOLTIOS		No. POLOS: 24		HILOS: 4	
DESCRIPCION DE CARGA	CARGA (WATTS)	CONDUCTOR THHN	BREAKER	CIRCUITO No.	CONDUCTOR THHN	BREAKER	DESCRIPCION DE CARGA
80 TOMACORRIENTES PUESTOS 1,2,3,4,5,6,7,8,9	1200	12 THHN	1X20A	2	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 10,11,12,13,14,15,16,17,18,19
8 TOMACORRIENTES PUESTOS 20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34	1800	12 THHN	1X20A	3	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55
8 TOMACORRIENTES PUESTOS 56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75	1200	12 THHN	1X20A	4	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89
6 TOMACORRIENTES SERVIDORES, CUARTO BARRIOS	900	12 THHN	1X20A	5	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104,105,106,107
9 LAMPARAS RETORNO A	800	12 THHN	1X20A	6	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120
9 LAMPARAS RETORNO B	800	12 THHN	1X20A	7	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140
6 LAMPARAS RETORNO C	600	12 THHN	1X20A	8	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160
6 LAMPARAS RETORNO D	600	12 THHN	1X20A	9	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 161,162,163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,179,180
6 LAMPARAS RETORNO E	600	12 THHN	1X20A	10	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 181,182,183,184,185,186,187,188,189,190,191,192,193,194,195,196,197,198,199,200
6 LAMPARAS RETORNO F	600	12 THHN	1X20A	11	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,211,212,213,214,215,216,217,218,219,220
6 LAMPARAS RETORNO G	600	12 THHN	1X20A	12	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 221,222,223,224,225,226,227,228,229,230,231,232,233,234,235,236,237,238,239,240
6 LAMPARAS RETORNO H	600	12 THHN	1X20A	13	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 241,242,243,244,245,246,247,248,249,250,251,252,253,254,255,256,257,258,259,260
6 LAMPARAS RETORNO I	600	12 THHN	1X20A	14	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 261,262,263,264,265,266,267,268,269,270,271,272,273,274,275,276,277,278,279,280
6 LAMPARAS RETORNO J	600	12 THHN	1X20A	15	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 281,282,283,284,285,286,287,288,289,290,291,292,293,294,295,296,297,298,299,300
6 LAMPARAS RETORNO K	600	12 THHN	1X20A	16	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 301,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311,312,313,314,315,316,317,318,319,320
6 LAMPARAS RETORNO L	600	12 THHN	1X20A	17	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 321,322,323,324,325,326,327,328,329,330,331,332,333,334,335,336,337,338,339,340
6 LAMPARAS RETORNO M	600	12 THHN	1X20A	18	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 341,342,343,344,345,346,347,348,349,350,351,352,353,354,355,356,357,358,359,360

TABLERO: TD-ADM		TIPO: CENTRO DE CARGA		BARRAS DE: 125A		PRINCIPAL: 4	
VOLTAGE: 208/120V		VOLTIOS		No. POLOS: 12		HILOS: 4	
DESCRIPCION DE CARGA	CARGA (WATTS)	CONDUCTOR THHN	BREAKER	CIRCUITO No.	CONDUCTOR THHN	BREAKER	DESCRIPCION DE CARGA
18 LAMPARAS OF. ADMINISTRACIONES/AT. CLIENTE	1350	12 THHN	1X20A	1	12 THHN	1X20A	DESCRIPCION DE CARGA
PRENTO PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	1800	12 THHN	2X30A	2	12 THHN	2X30A	ADM. SERVIDORES/ADM. TRANSPORTE, ADM. ATENCION AL CLIENTE
				3			
				4			
				5			
				6			

TABLERO: TD-BANCO1		TIPO: CENTRO DE CARGA		BARRAS DE: 125A		PRINCIPAL: 4	
VOLTAGE: 208/120V		VOLTIOS		No. POLOS: 12		HILOS: 4	
DESCRIPCION DE CARGA	CARGA (WATTS)	CONDUCTOR THHN	BREAKER	CIRCUITO No.	CONDUCTOR THHN	BREAKER	DESCRIPCION DE CARGA
80 TOMACORRIENTES PUESTOS 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42	1200	12 THHN	1X20A	1	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80
8 TOMACORRIENTES PUESTOS 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42	1800	12 THHN	1X20A	2	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120
8 TOMACORRIENTES PUESTOS 121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160	1200	12 THHN	1X20A	3	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 161,162,163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,179,180,181,182,183,184,185,186,187,188,189,190,191,192,193,194,195,196,197,198,199,200
8 TOMACORRIENTES PUESTOS 201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,211,212,213,214,215,216,217,218,219,220,221,222,223,224,225,226,227,228,229,230,231,232,233,234,235,236,237,238,239,240	1200	12 THHN	1X20A	4	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 241,242,243,244,245,246,247,248,249,250,251,252,253,254,255,256,257,258,259,260,261,262,263,264,265,266,267,268,269,270,271,272,273,274,275,276,277,278,279,280
8 TOMACORRIENTES PUESTOS 281,282,283,284,285,286,287,288,289,290,291,292,293,294,295,296,297,298,299,300,301,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311,312,313,314,315,316,317,318,319,320	1200	12 THHN	1X20A	5	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 321,322,323,324,325,326,327,328,329,330,331,332,333,334,335,336,337,338,339,340,341,342,343,344,345,346,347,348,349,350,351,352,353,354,355,356,357,358,359,360

TABLERO: TD-BANCO2		TIPO: CENTRO DE CARGA		BARRAS DE: 125A		PRINCIPAL: 4	
VOLTAGE: 208/120V		VOLTIOS		No. POLOS: 12		HILOS: 4	
DESCRIPCION DE CARGA	CARGA (WATTS)	CONDUCTOR THHN	BREAKER	CIRCUITO No.	CONDUCTOR THHN	BREAKER	DESCRIPCION DE CARGA
80 TOMACORRIENTES PUESTOS 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42	1200	12 THHN	1X20A	1	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80
8 TOMACORRIENTES PUESTOS 81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120	1800	12 THHN	1X20A	2	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160
8 TOMACORRIENTES PUESTOS 161,162,163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,179,180,181,182,183,184,185,186,187,188,189,190,191,192,193,194,195,196,197,198,199,200	1200	12 THHN	1X20A	3	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,211,212,213,214,215,216,217,218,219,220,221,222,223,224,225,226,227,228,229,230,231,232,233,234,235,236,237,238,239,240
8 TOMACORRIENTES PUESTOS 241,242,243,244,245,246,247,248,249,250,251,252,253,254,255,256,257,258,259,260,261,262,263,264,265,266,267,268,269,270,271,272,273,274,275,276,277,278,279,280	1200	12 THHN	1X20A	4	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 281,282,283,284,285,286,287,288,289,290,291,292,293,294,295,296,297,298,299,300,301,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311,312,313,314,315,316,317,318,319,320
8 TOMACORRIENTES PUESTOS 321,322,323,324,325,326,327,328,329,330,331,332,333,334,335,336,337,338,339,340,341,342,343,344,345,346,347,348,349,350,351,352,353,354,355,356,357,358,359,360	1200	12 THHN	1X20A	5	12 THHN	1X20A	8 TOMACORRIENTES PUESTOS 361,362,363,364,365,366,367,368,369,370,371,372,373,374,375,376,377,378,379,380,381,382,383,384,385,386,387,388,389,390,391,392,393,394,395,396,397,398,399,400

TABLERO: TD2-F1		TIPO: CENTRO DE CARGA		BARRAS DE: 125A		PRINCIPAL: 4	
VOLTAGE: 208/120V		VOLTIOS		No. POLOS: 18		HILOS: 4	
DESCRIPCION DE CARGA	CARGA (WATTS)	CONDUCTOR THHN	BREAKER	CIRCUITO No.	CONDUCTOR THHN	BREAKER	DESCRIPCION DE CARGA
180 TOMACORRIENTES PUESTOS 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160,161,162,163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,179,180,181,182,183,184,185,186,187,188,189,190,191,192,193,194,195,196,197,198,199,200,201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,211,212,213,214,215,216,217,218,219,220,221,222,223,224,225,226,227,228,229,230,231,232,233,234,235,236,237,238,239,240,241,242,243,244,245,246,247,248,249,250,251,252,2							

ANEXOS

Anexo1. Ensayo de límites de Atterberg

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

INFORME No. 038 S.S. O.T.: 35,772 No. **7154**

Interesado: Oscar Adolfo Guevara Matías

Proyecto: EPS "Diseño de un Edificio de Dos Niveles para el Mercado Municipal y la Terminal de Buses, Ubicados en la Zona Urbana del Municipio de Mataquescuintla, Jalapa"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Mataquescuintla, Jalapa

FECHA: miércoles, 09 de marzo de 2016

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	LL (%)	LP (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Arena Limosa con Fragmentos de Grava Color Café

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,


Vo.Bo. Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
DIRECTOR CI/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos




FACULTAD DE INGENIERÍA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cil.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 2. Ensayo de granulometría



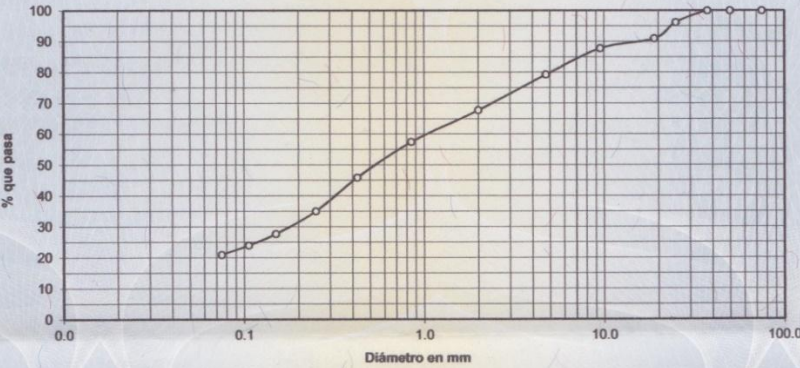
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Informe No.: 039 S.S. O.T.: 35,772 **No. 7155**


Interesado: Oscar Adolfo Guevara Matías
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico con tamices y lavado previo
 Norma: ASTM D6913-04
 Proyecto: EPS "Diseño de un Edificio de Dos Niveles para el Mercado Municipal y la Terminal de Buses,
 Ubicados en la Zona Urbana del Municipio de Mataquesuintla, Jalapa"
 Ubicación: Mataquesuintla, Jalapa
 Fecha: miércoles, 09 de marzo de 2016

Análisis con Tamices:			Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
3"	75 mm	100.00	10	2.00 mm	67.73
2"	50 mm	100.00	20	850 μm	57.47
1 1/2"	37.5 mm	100.00	40	425 μm	45.89
1"	25 mm	96.19	60	250 μm	35.04
3/4"	19.0 mm	90.96	100	150 μm	27.66
3/8"	9.5 mm	87.74	140	106 μm	23.99
4	4.75 mm	79.22	200	75 μm	20.92

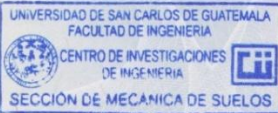


Descripción del suelo: Arena Limosa con Fragmentos de Grava Color Café % de Grava: 20.78 D10: *
 Clasificación: S.C.U.: SM % de Arena: 58.30 D30: 0.18 mm
 P.R.A.: A-1-b % de finos: 20.92 D60: 1.03 mm

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.
 * Diámetro efectivo no aplica. Atentamente,



Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC

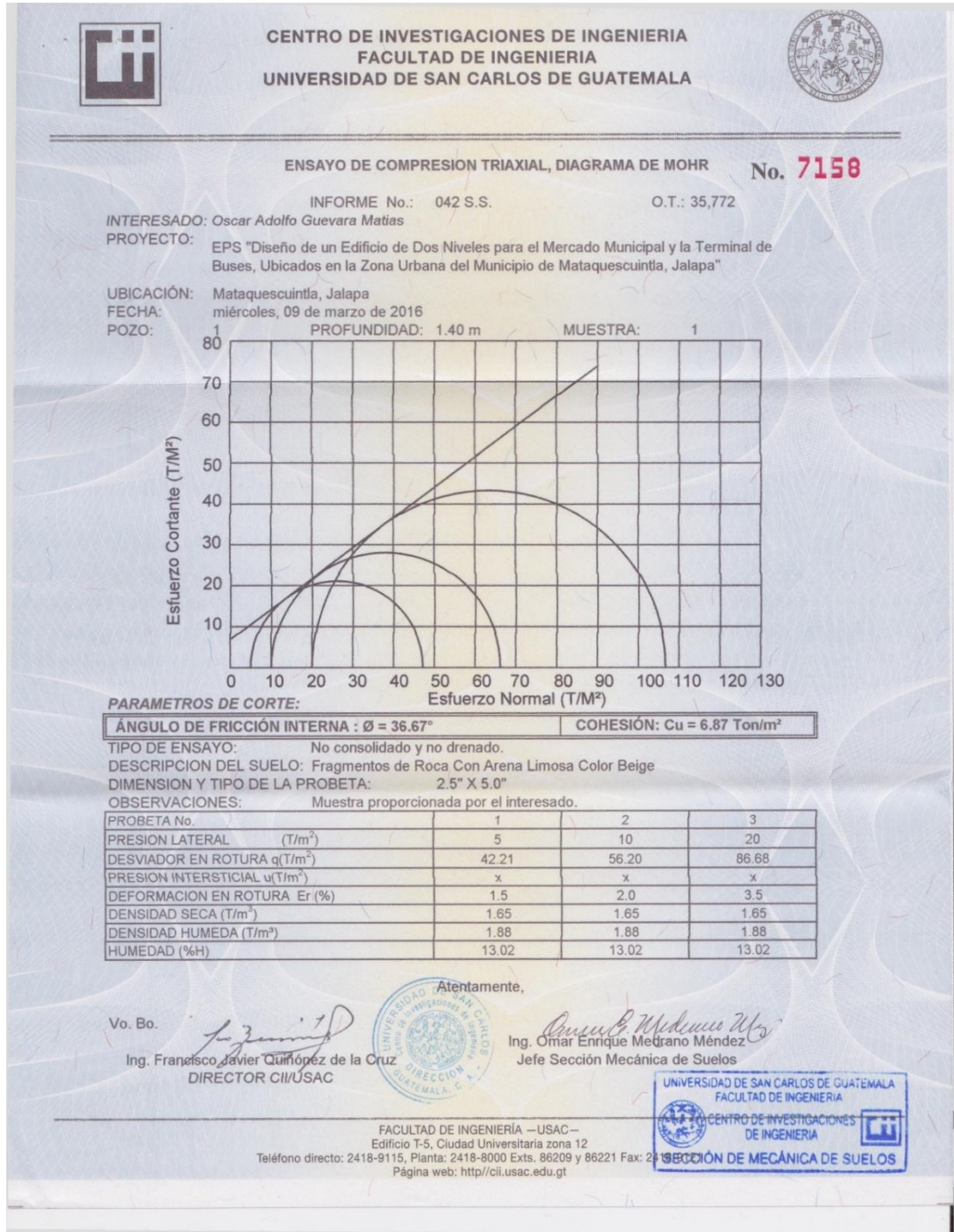


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERÍA –USAC–
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 3. Ensayo de compresión triaxial



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 4. Ensayo de compactación Proctor

	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
INFORME No. 040 S.S.		O.T.: 35,772 No. 7156
Interesado: Oscar Adolfo Guevara Matías	Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.	Proctor Estándar: () Norma: A.A.S.H.T.O. T-99
Proyecto: EPS "Diseño de un Edificio de Dos Niveles para el Mercado Municipal y la Terminal de Buses, Ubicados en la Zona Urbana del Municipio de Mataquescuintla, Jalapa"		Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180
Ubicación: Mataquescuintla, Jalapa		
Fecha: miércoles, 09 de marzo de 2016		

GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD



% HUMEDAD	DENSIDAD SECA lb/ft³
12	97.0
13	98.5
14	100.0
15	101.5
16	102.5
17	103.0
18	103.5
19	102.5
20	101.0
21	99.5
22	98.0
23	96.5

Descripción del suelo:	Arena Limosa con Fragmentos de Grava Color Café	
Densidad seca máxima γ_d :	1,658.07 Kg/m ³	103.50 lb/ft ³
Humedad óptima Hop.:	18.00 %	
Observaciones:	Muestra proporcionado por el interesado. Atentamente,	

Vo. Bo.



Ing. Francisco Javier Quirón de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS




Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos


FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 5. **Ensayo de razón soporte California (CBR)**



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

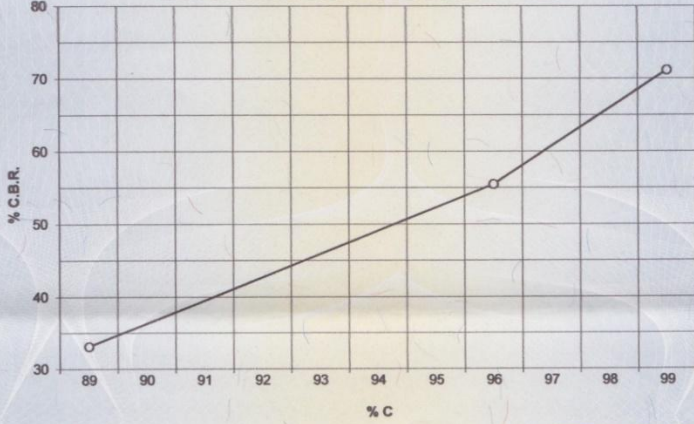


INFORME No. 041 S.S. O.T. No. 35,772 **No. 7157**

Interesado: Oscar Adolfo Guevara Matias
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193
 Proyecto: EPS "Diseño de un Edificio de Dos Niveles para el Mercado Municipal y la Terminal de Buses, Ubicados en la Zona Urbana del Municipio de Mataquesuintla, Jalapa"
 Ubicación: Mataquesuintla, Jalapa
 Descripción del suelo: Arena Limosa con Fragmentos de Grava Color Café
 Fecha: miércoles, 09 de marzo de 2016

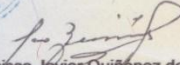
PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d (Lb/pie ³)			
1	10	18.00	92.52	89.4	0.89	33.11
2	30	18.00	99.53	96.2	0.00	55.48
3	65	18.00	103.28	99.8	0.00	71.16

GRAFICA DE % C.B.R. - % DE COMPACTACION

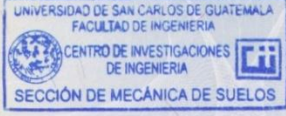


Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,



Vo. Bo.
 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERÍA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 6. **Diagrama de interacción utilizado en el diseño de la columna**

$\gamma = 0.9$

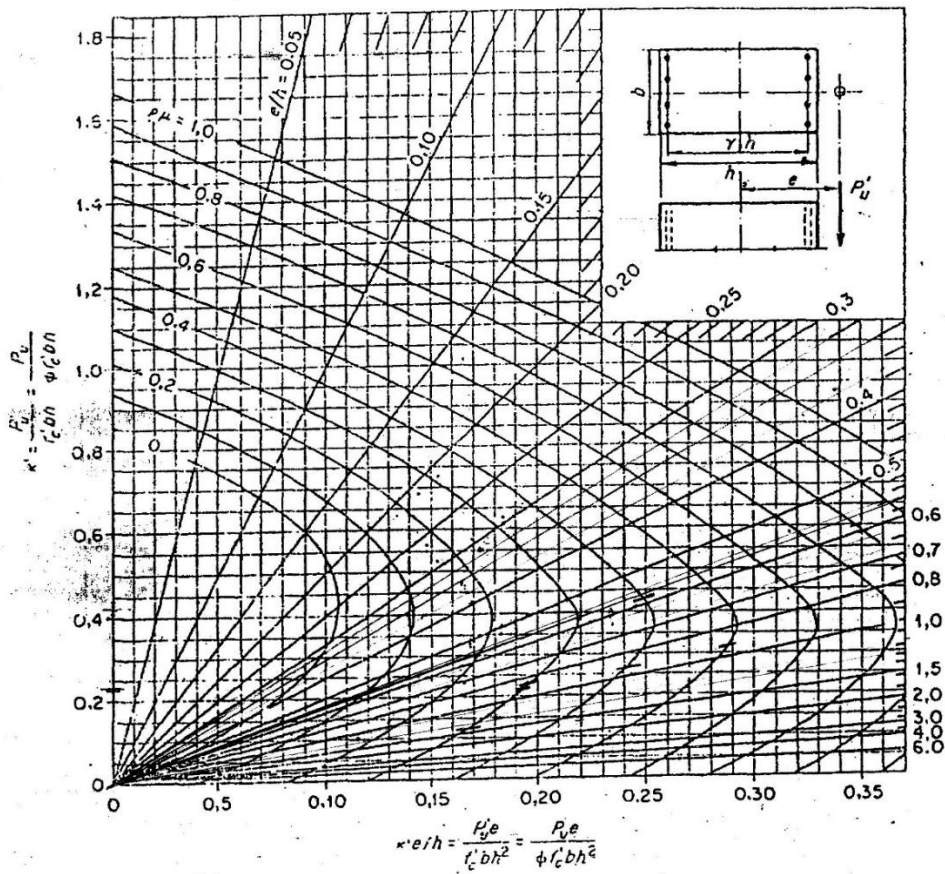


GRÁFICO A-4
 DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA COLUMNA RECTANGULAR
 $f'_c \leq 281 \text{ Kg/cm}^2$ & $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$.

Fuente: TÉLLEZ LIMA, Luis Ernesto. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la Colonia Chinchilla y puente vehicular para la Colonia Los Laureles, Municipio de Jalapa, Jalapa.*

Anexo 7. Relaciones hidráulicas para sección circular

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.0880	0.00015	0.1025	0.0540	0.4080	0.02202
0.0125	0.0237	0.1030	0.00024	0.1050	0.0558	0.4140	0.02312
0.0150	0.0031	0.1160	0.00036	0.1075	0.0578	0.4200	0.02429
0.0175	0.0039	0.1290	0.00050	0.1100	0.0599	0.4260	0.02550
0.0200	0.0048	0.1410	0.00067	0.1125	0.0619	0.4320	0.02672
0.0225	0.0057	0.1520	0.00087	0.1150	0.0639	0.4390	0.02804
0.0250	0.0067	0.1630	0.00108	0.1175	0.0659	0.4440	0.02926
0.0275	0.0077	0.1740	0.00134	0.1200	0.0680	0.4500	0.03059
0.0300	0.0087	0.1840	0.00161	0.1225	0.0701	0.4560	0.03194
0.0325	0.0099	0.1940	0.00191	0.1250	0.0721	0.4630	0.03340
0.0350	0.0110	0.2030	0.00223	0.1275	0.0743	0.4680	0.03475
0.0375	0.0122	0.2120	0.00258	0.1300	0.0764	0.4730	0.03614
0.0400	0.0134	0.2210	0.00223	0.1325	0.0786	0.4790	0.03763
0.0425	0.0147	0.2300	0.00338	0.1350	0.0807	0.4840	0.03906
0.0450	0.0160	0.2390	0.00382	0.1375	0.0829	0.4900	0.04062
0.0475	0.0173	0.2480	0.00430	0.1400	0.0851	0.4950	0.04212
0.0500	0.0187	0.2560	0.00479	0.1425	0.0873	0.5010	0.04375
0.0525	0.0201	0.2640	0.00531	0.1450	0.0895	0.5070	0.04570
0.0550	0.0215	0.2730	0.00588	0.1475	0.0913	0.5110	0.04665
0.0575	0.0230	0.2710	0.00646	0.1500	0.0941	0.5170	0.04863
0.0600	0.0245	0.2890	0.00708	0.1525	0.0964	0.5220	0.05031
0.0625	0.0260	0.2970	0.00773	0.1550	0.0986	0.5280	0.05208
0.0650	0.0276	0.3050	0.00841	0.1575	0.1010	0.5330	0.05381
0.0675	0.0292	0.3120	0.00910	0.1600	0.1033	0.5380	0.05556
0.0700	0.0308	0.3200	0.00985	0.1650	0.1080	0.5480	0.05916
0.0725	0.0323	0.3270	0.01057	0.1700	0.1136	0.5600	0.06359
0.0750	0.0341	0.3340	0.01138	0.1750	0.1175	0.5680	0.06677
0.0775	0.0358	0.3410	0.01219	0.1800	0.1224	0.5770	0.07063
0.0800	0.0375	0.3480	0.01304	0.1850	0.1273	0.5870	0.07474
0.0825	0.0392	0.3550	0.01392	0.1900	0.1323	0.6960	0.07885
0.0850	0.0410	0.3610	0.01479	0.1950	0.1373	0.6050	0.08304
0.0875	0.0428	0.3680	0.01574	0.2000	0.1424	0.6150	0.08756
0.0900	0.0446	0.3750	0.01672	0.2050	0.1475	0.6240	0.09104
0.0925	0.0464	0.3810	0.01792	0.2100	0.1527	0.6330	0.09663

Continuación del anexo 7.

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.1631	0.6510	0.10619	0.5900	0.6140	1.0700	0.65488
0.2250	0.1684	0.6590	0.11098	0.6000	0.6265	1.0700	0.64157
0.2300	0.1436	0.6690	0.11611	0.6100	0.6389	1.0800	0.68876
0.2350	0.1791	0.6760	0.12109	0.6200	0.6513	1.0800	0.70537
0.2400	0.1846	0.6840	0.12623	0.6300	0.6636	1.0900	0.72269
0.2450	0.1900	0.6920	0.13148	0.6400	0.6759	1.0900	0.73947
0.2500	0.1955	0.7020	0.13726	0.6500	0.6877	1.1000	0.75510
0.2600	0.2066	0.7160	0.14793	0.6600	0.7005	1.1000	0.77339
0.2700	0.2178	0.7300	0.15902	0.6700	0.7122	1.1100	0.78913
0.3000	0.2523	0.7760	0.19580	0.7000	0.7477	1.1200	0.85376
0.3100	0.2640	0.7900	0.20858	0.7100	0.7596	1.1200	0.86791
0.3200	0.2459	0.8040	0.22180	0.7200	0.7708	1.1300	0.88384
0.3300	0.2879	0.8170	0.23516	0.7300	0.7822	1.1300	0.89734
0.3400	0.2998	0.8300	0.24882	0.7400	0.7934	1.1300	0.91230
0.3500	0.3123	0.8430	0.26327	0.7500	0.8045	1.1300	0.92634
0.3600	0.3241	0.8560	0.27744	0.7600	0.8154	1.1400	0.93942
0.3700	0.3364	0.8680	0.29197	0.7700	0.5262	1.1400	0.95321
0.3800	0.3483	0.8790	0.30649	0.7800	0.8369	1.3900	0.97015
0.3900	0.3611	0.8910	0.32172	0.7900	0.8510	1.1400	0.98906
0.4000	0.3435	0.9020	0.33693	0.8000	0.8676	1.1400	1.00045
0.4100	0.3860	0.9130	0.35246	0.8100	0.8778	1.1400	1.00045
0.4200	0.3986	0.9210	0.36709	0.8200	0.8776	1.1400	1.00965
0.4400	0.4238	0.9430	0.39963	0.8400	0.8967	1.1400	1.03100
0.4500	0.4365	0.9550	0.41681	0.8500	0.9059	1.1400	1.04740
0.4600	0.4491	0.9640	0.43296	0.8600	0.9149	1.1400	1.04740
0.4800	0.4745	0.9830	0.46647	0.8800	0.9320	1.1300	1.06030
0.4900	0.4874	0.9910	0.48303	0.8900	0.9401	1.1300	1.06550
0.5000	0.5000	1.0000	0.50000	0.9000	0.9480	1.1200	1.07010
0.5100	0.5126	1.0090	0.51719	0.9100	0.9554	1.1200	1.07420
0.5200	0.5255	1.0160	0.53870	0.9200	0.9625	1.1200	1.07490
0.5300	0.5382	1.0230	0.55060	0.9300	0.9692	1.1100	1.07410
0.5400	0.5509	1.0290	0.56685	0.9400	0.9755	1.1000	1.07935
0.5500	0.5636	1.0330	0.58215	0.9500	0.9813	1.0900	1.07140

Fuente: TÉLLEZ LIMA, Luis Ernesto. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la Colonia Chinchilla y puente vehicular para la Colonia Los Laureles, Municipio de Jalapa, Jalapa.*

Anexo 8. Evaluación ambiental inicial

(Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>El proyecto se clasifica dentro de la categoría de "construcción"; en la división "4520", para el edificio, se refiere a "Diseño y construcción y operación de edificios." Dentro del renglón "B1" con un área mayor de 10,000 m2 de construcción por lo que se considera como un proyecto "de moderado a alto impacto ambiental/riesgo ambiental"</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:</p> <p>DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA EL MERCADO MUNICIPAL Y LA TERMINAL DE BUSES, UBICADOS EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE MATAQUESCUINTLA, JALAPA.</p>	
<p>1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento</p> <p>Edificio de dos niveles que servirá como instalaciones en donde se alojara gran parte del comercio del área urbana del municipio de Mataquescuintla, este edificio contara con un parqueo que servirá como terminal de buses.</p>	
<p>I.2. Información legal:</p> <p>A) Nombre del Proponente o Representante Legal:</p> <p>Dr. Hugo Manfredo Loy Solares, Alcalde Municipal.</p> <p>B) De la empresa:</p> <p>Razón social:</p> <p>Municipalidad de Mataquescuintla Jalapa.</p>	

Continuación del anexo 8.

Nombre Comercial:		
Municipalidad de Mataquescuintla Jalapa		
No. De Escritura Constitutiva: _____		
Fecha de constitución: _____		
Patente de Sociedad	Registro No. _____	Folio No. _____ Libro No. _____

Patente de Comercio	Registro No. _____	Folio No. _____ Libro No. _____

No. De Finca _____	Folio No. _____	Libro No. _____
_____ de _____		
_____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad. Cantón Calvario, Mataquescuintla, Jalapa.		
Número de Identificación Tributaria (NIT): _____		
I.3 Teléfono: 7961 1212 Correo electrónico: muniMataquescuintla@hotmail.com		
I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:		
Cantón calvario, Mataquescuintla Jalapa. Coordenadas UTM: 14°31'37.8"N 90°11'27.1"W		
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)		
Mataquescuintla, Jalapa, 2da Avenida "A" 1-23 Zona 1		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes: En la etapa de construcción: Se harán movimiento de tierras que servirá para construir la cimentación del edificio, así como también para la colocación de la tubería de agua potable y alcantarillado, se harán trabajos de compactación de suelo, se harán trabajos de fundición concreto, armado y encofrado de elementos estructurales, levantado de muros, acabados y en general, trabajos de albañilería, en el área de parqueos se utilizara maquinaria pesada, para la compactación de la base y subrasante del terreno. En la etapa de operación: movimiento de vehículos y transporte liviano y pesado así como también locomoción de personas. Abandono del proyecto: La empresa que ejecute la construcción del proyecto deberá de atenerse a las sanciones establecidas en el contrato de la obra.		
Etapas de:		
II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Actividades a realizar - Insumos necesarios - Maquinaria - Otros de relevancia <p style="text-align: center;">** Adjuntar planos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades o procesos - Materia prima e insumos - Maquinaria - Productos y subproductos (bienes o servicios) - Horario de trabajo - Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> - acciones a tomar en caso de cierre
II.3 Área		

Continuación del anexo 8.

a) Área total de terreno en metros cuadrados: 6,545.52

b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 4,752

II.4 Actividades colindantes al proyecto:
 NORTE: Agricultura-plantación de café
 SUR: Agricultura-plantación de café
 ESTE: viviendas
 OESTE: Área verde

Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO

II.5 Dirección del viento:
 La velocidad promedio anual es de 17.8 km/h con pequeñas variaciones en los meses de febrero, Abril y octubre que se vuelven en dirección sur este.

II.7 Datos laborales
 a) Jornada de trabajo: Diurna () Nocturna () Mixta (X) Horas Extras
 b) Número de empleados por jornada 20
 c) otros datos laborales, especifique
 Se contratara un guardián que dormirá en la bodega en donde se almacenen los materiales y la herramienta de construcción.

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	SI	5000 Lt/mes	Servicio municipal	Para la elaboración	Se utilizará agua en cantidades,	No almacenará agua por largos

Continuación del anexo 8.

					de concreto y limpieza de las herramientas	de racionadas de acuerdo a las necesidades de uso durante la ejecución del proyecto	de periodos de tiempo, y se hará en depósitos herméticos, donde no permita la reproducción de insectos que puedan causar enfermedades
	Pozo	No	-----	-----	-----	-----	-----
	Agua especial	No	-----	-----	-----	-----	-----
	Superficial	No	-----	-----	-----	-----	-----
Combustible	Otro						
	Gasolina	Si	5 Gal/dia	Constructora	Para el uso de mezcladora y vehículos para fletes	Se evitarán derrames de gasolina para no contaminar los recursos naturales y el medio ambiente.	Se almacenará con cuidado, tomando en cuenta que es inflamable por lo que se debe identificar el recipiente.
	Diesel	Si	20 Gal/dia	Constructora	Para uso en la maquinaria pesada	Se evitarán derrames de diesel para no contaminar los recursos naturales y el medio ambiente.	Se almacenará con cuidado, tomando en cuenta que es inflamable por lo que se debe identificar el recipiente.
	Bunker	No	-----	-----	-----	-----	-----
	Glp	No	-----	-----	-----	-----	-----
	Otro	No	-----	-----	-----	-----	-----
Lubricantes	Solubles	No	-----	-----	-----	-----	-----
	No	No	-----	-----	-----	-----	-----

Continuación del anexo 8.

	solubles						
Refrigerantes		No	-----	-----	-----	-----	-----
Otros		No	-----	-----	-----	-----	-----
NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia							
III. TRANSPORTE							
III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:							
a) Número de vehículos: 04 _____							
b) Tipo de vehículo: Maquinaria pesada y camiones de volteo _____							
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa: Los vehículos se estacionaran dentro del terreno de la construcción, el área estimada que ocuparan estos vehículos es de 120 m2							
IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD							

IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Si aplica en, en cantidades mínimas, por el uso de concreteiras y vehículos para fletes.	En los alrededores del proyecto, pero el impacto se causaría en un área corta, pues no se espera contaminar de manera excesiva.	Para evitar el daño al ambiente a causa de gases, humo y monóxido de carbono, se utilizará maquinaria en buen estado, para minimizar la contaminación.
		Ruido	Si aplica, al utilizar la maquinaria para la construcción.	Se generaran impactos y molestias a los vecinos del lugar.	Se deberá utilizar maquinaria en buen estado, para terminar los trabajos en el tiempo acordado y no atrasar la obra para seguir causando molestias.
		Vibraciones	Si aplica, al utilizar la	Esto ocurre principalmente	Las vibraciones que producen esta clase de maquinaria por lo general solo son

Continuación del anexo 8.

			maquinaria para la construcción.	cuando se utilizan motoniveladoras	sensibles a corta distancia por lo que no se espera causar molestias en las viviendas adyacentes a la construcción.
		Olores	No aplica, por no utilizarse químicos que produzcan olores fuertes	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
	Agua	Abastecimiento de agua	Si aplica, pues se necesitará para la elaboración de concreto mezclado en obra y limpieza de materiales.	El agua se utilizará racionalmente, exclusivamente para cubrir las necesidades del proyecto y no afectará a los vecinos ni al ambiente.	Se evitara el uso excesivo de este líquido, utilizando solamente lo necesario para realizar los trabajos de construcción.
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	No aplica, porque las aguas residuales están conectadas al drenaje principal.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Si aplica, pues se generarán aguas residuales provocadas por la elaboración de concreto y limpieza de materiales.	En toda el área del proyecto.	Se orientará a los trabajadores, para que cuando elaboren material, eviten utilizar agua en exceso, para no derramar la mezcla de estos materiales, que posteriormente no puedan limpiar.
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	No aplica, pues solo se generarán mezclas de las	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.

Continuación del anexo 8.

			agua antes mencionadas.		
		Agua de lluvia	Si aplica, en los casos cuando los materiales se queden a la intemperie y no sean cubiertos para evitar que se causen aguas residuales.	En el área de construcción del proyecto.	Se infundirá el orden y la limpieza a los trabajadores y encargados de dicho proyecto, así también, a los habitantes de los cantones beneficiados. Se tratará de cubrir todos los imprevistos, para que cuando ocurra una tormenta, no se derrame el material, causando contaminación de suelos y ríos, además se evitarán pérdidas económicas.
	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Si aplica, pues se utilizarán materiales empacados con plástico, papel, entre otros.	El impacto se causará en toda el área de construcción del proyecto.	Se educará a los trabajadores, para que al terminar la jornada laboral, limpien el área y depositen todos los desechos sólidos en un lugar específico.
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	No aplica, por el tipo de proyecto, ya que no se utilizan materiales que tengas estas características.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
		Modificación del relieve o topografía del área	No aplica, pues no habrá necesidad de talar árboles, ni destruir la flora del municipio.	No aplica, pues no habrá necesidad de talar árboles, ni destruir la flora del municipio.	No aplica, pues no habrá necesidad de talar árboles, ni destruir la flora del municipio. No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No aplica, pues no habrá	No aplica, pues no habrá necesidad	No aplica, pues no habrá necesidad de talar árboles, ni destruir la flora del

Continuación del anexo 8.

			necesidad de talar árboles, ni destruir la flora del municipio. No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	de talar árboles, ni destruir la flora del municipio.	municipio.
		Fauna (animales)	No aplica, ya que no se expondrá la vida de animales que habitan los alrededores del área de construcción.	No aplica, ya que no se expondrá la vida de animales que habitan los alrededores del área de construcción. No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, ya que no se expondrá la vida de animales que habitan los alrededores del área de construcción..
		Ecosistema	No aplica, pues no se destruirá el hábitat de las especies.	No aplica, pues no se destruirá el hábitat de las especies.	No aplica, pues no se destruirá el hábitat de las especies.
	Visual	Modificación del paisaje	No aplica, porque no se modificará ni la topografía, ni el paisaje, ya que no se verán cambios significativos en el área.	No aplica, porque no se modificará ni la topografía, ni el paisaje, ya que no se verán cambios significativos en el área..	No aplica, porque no se modificará ni la topografía, ni el paisaje, ya que no se verán cambios significativos en el área.
	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos			

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

Continuación del anexo 8.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA
<p>CONSUMO</p> <p>V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) <u>500 kW/mes</u></p> <p>V.2 Forma de suministro de energía</p> <p>a) Sistema público <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>a) Sistema privado</p> <p>c) generación propia</p> <p>V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?</p> <p>SI _____ NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?</p> <p>Dar instrucciones al personal que labore en la empresa sobre la correcta utilización de la energía eléctrica: no dejar focos encendidos si no se están utilizando, siempre desconectar los aparatos eléctricos, entre otras.</p>
VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD
<p>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</p> <p>a) <input type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p> <p>Cuando se realicen las excavaciones, y se despidan polvo a causa del suelo, se podrá presentar algún tipo de enfermedad respiratoria en algunos de los vecinos, y cuando se utilice maquinaria para elaboración de concreto habrá molestias a causa del ruido.</p>
<p>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()</p> <p>d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()</p> <p>) Detalle la información explicando el por qué?</p>
<p>VI.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: A causa de los materiales de construcción, podrían presentarse enfermedades respiratorias y molestias por los ruidos de maquinarias.</p>

Continuación del anexo 8.

VI.4 Equipo de protección personal

VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()

VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: A los trabajadores se les proporcionarán mascarillas, para impedir que el polvo, provocado por los materiales y el suelo, afecte su salud. Y también contarán con guantes, y botas de hule para que la piel no tenga un contacto directo con la mezcla de materiales.

VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

Dotar de equipo para la protección de los trabajadores, educarlos para que se trabaje con orden y limpieza, y contar con un botiquín de primeros auxilios para cubrir alguna emergencia.

Fuente: MARN.

Anexo 9. Documentos que deben adjuntar al formato

- Plano de localización o mapa escala 1:5000
- Plano de ubicación
- Plano de distribución
- Plano de los sistemas hidráulico sanitarios (agua potable, aguas pluviales, drenajes, planta de tratamiento)
- Presentar original del documento en forma física y una copia completa del mismo en medio magnético (cd) (si el proyecto se encuentra fuera del departamento de Guatemala deberán presentarse dos copias magnéticas.)
- El expediente se imprimirá en ambos lados de las hojas
- Presentar una copia para sellar de recibido
- El documento deberá foliarse de adelante hacia atrás (dicha foliación irá solamente en las parte frontal de las hojas, esquina superior derecha)
- Fotocopia de DPI
- Declaración jurada
- Fotocopia del Nombramiento del Representante Legal

NOTA: EL TAMAÑO DE PLANOS DEBERA SER:

- CARTA
- OFICIO
- DOBLE CARTA



DIRECCION GENERAL DE GESTION AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA UNICA - DELEGACION DEPARTAMENTAL

DGGA-GA-I-001

INSTRUCTIVO PARA LLENAR EL FORMATO DE EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

Este documento es una guía de referencia para llevar a cabo el llenado del Formato de Evaluación Ambiental Inicial, el cual amplía lo requerido en el documento de formato. Se recalca, que si el espacio considerado en el "Formato EAI" es insuficiente, puede hacerse uso de hojas adicionales, identificando debidamente el numeral a que pertenecen.

Continuación del anexo 9.

1. INFORMACION LEGAL

- I.1. Anotar el nombre completo de la actividad sometida al proceso de evaluación
- I.2. Completar los espacios solicitados, tomando como referencia la Patente de Comercio de Sociedad, Patente de Comercio de Empresa, la Escritura de Constitución de Sociedad, y el NIT, extendido por la SAT.
- I.3. Proveer la dirección exacta e información, para poder contactarle
- I.4. Proveer la dirección que está legalmente registrada. Las coordenadas UTM, solicitadas, se obtienen de la utilización de un aparato geoposicionador, las coordenadas geográficas, pueden ser tomadas utilizando un mapa a escala.
- I.5. Dirección clara, completa y exacta, registrada legalmente, para poder recibir las notificaciones
- I.6. Completar únicamente si se tuvo el apoyo de un consultor, o profesional, en el llenado de la información del presente formato.

II. INFORMACION GENERAL

En este apartado se debe describir la naturaleza del proyecto sometido a análisis y además indicar la información correspondiente a:

- II.1. Etapa de construcción: Especificar si será necesario realizar actividades de construcción y detallar apoyándose en planos, el tipo de construcción que será desarrollada.
- II.2. Etapa de operación: indicar con claridad, las actividades a desarrollar, y desarrollar los puntos solicitados. Si hubiere necesidad de agregar otro tipo de información, ésta puede ser incluida.
- II.3. La etapa de cierre o abandono, se refiere a un futuro, en el caso de que se trate de un proyecto con vida útil limitada o de corta duración, se debe indicar qué y como se hará para disminuir los impactos al ambiente, al momento del cierre.
- II.4. Indicar el área que abarcará la construcción total de las instalaciones, y el área total que abarca el terreno, donde se desarrollará el proyecto.
- II.5. Especificar que tipo de actividad se desarrolla en las colindancias (norte, sur, este y oeste) al lugar donde será desarrollado el proyecto.
- II.6. Indicar la dirección de hacia donde sopla comúnmente el viento.

Continuación del anexo 9.

- II.7. Se conoce en el área algún tipo de riesgo, como por ejemplo cuando llueve, existen inundaciones. Ha habido deslizamientos, o bien si la actividad en si, posee algunas características que puedan constituirse en riesgo, ej.: tanques de almacenamiento de combustible, que pudieran causar explosión o incendio, otros.
- II.8. Completar los datos laborales, indicando el número de personas laboran en la empresa, y en que horarios o jornadas de trabajo.
- II.9. Uso y consumo de agua, combustibles, lubricantes, refrigerantes, otros; debe identificarse lo que será utilizado cuando corresponda, así como, indicar quien es el proveedor de los servicios o productos, las cantidades que se estima serán utilizadas, en donde y para qué serán utilizadas, observaciones específicas del producto, material o servicio, que tengan relevancia, así como la forma de almacenamiento interno dentro de la empresa, si cuenta o no con medidas de seguridad específicas. Proporcionar la mayor cantidad posible de información.

III. TRANSPORTE

- III.1. Especificar la información correspondiente a la flotilla de vehículos que poseerá la empresa, así como una descripción del sitio destinado para parqueo y los horarios utilizados, sobre todo para la circulación del transporte pesado (si hubiere)

IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

IV.1. Cuadro de impactos ambientales

- Aspecto Ambiental: en esta columna no debe colocarse ninguna información, sino que es únicamente una referencia del aspecto o sistema ambiental al que se hará referencia en el resto del cuadro.
- Impacto Ambiental: esta columna sirve como una base de referencia, para identificar el tipo de impacto ambiental que podría generarse o que operaciones o acciones, podrían generar impactos ambientales derivado de las operaciones del proyecto.

Continuación del anexo 9.

- Tipo de Impacto Ambiental: con base en la información proporcionada en la columna de “Impacto Ambiental”, especificar el o los tipos de impactos ambientales que se darán. Si el impacto no se describió o consideró en la columna anterior, se puede adicionar indicando específicamente de que impacto se trata, en la columna siguiente. (NOTA: en el caso de los impactos relacionados con agua y suelo, es necesario estimar las cantidades que serán generadas).
- Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales. Especificar si el lugar será por ejemplo: chimenea, drenajes, etcétera. Así mismo, para el caso del aspecto ambiental agua y suelo, es necesario indicar, los puntos o sitios de descarga de aguas residuales y de desechos sólidos.
- Manejo ambiental (Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.). Es necesario conocer el manejo que se dará al tipo de impacto identificado, con el propósito de evitar la contaminación del ambiente y evitar las molestias al vecindario y a los trabajadores.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA.

- V.1. Establecer una estimación del consumo de energía.
- V.2. Indicar quién es el proveedor del servicio de energía.
- V.3. Es necesario se indique si la empresa hace uso de: transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos.
- V.4. Si existe algún proyecto o plan para reducir el consumo de energía, se debe plantear cuál es?

VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD

- VI.1. Si la actividad representa algún tipo de riesgo para la población circundante, explicar qué actividad o actividades pueden ser de riesgo (ejemplo, explosión, incendio, etc.)
- VI.2. De igual manera identificar que a que riesgos están expuestos los trabajadores.
- VI.3. Indicar si se provee de equipo de protección personal a los trabajadores, si no, indicar por qué.

Continuación del anexo 9.

- VI.4. Si se provee de equipo de protección personal, indicar, en qué consiste (mascarillas, guantes, gabachas, botas, lentes de seguridad, etc.)
- VI.5. Existe algún plan para evitar molestias o riesgos para los trabajadores y vecinos.

Fuente: MARN.

Anexo 10. Listado de amenaza sísmica por municipios

No.	Municipio	Departamento	I _o	S _{cr}	S _{1r}
1	Acatenango	Chimaltenango	4	1.65 g	0.60 g
2	Agua Blanca	Jutiapa	3b	1.10 g	0.43 g
3	Aguacatán	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
4	Almolonga	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
5	Alotenango	Sacatepéquez	4	1.65 g	0.60 g
6	Amatitlán	Guatemala	4	1.65 g	0.60 g
7	Antigua Guatemala	Sacatepéquez	4	1.65 g	0.60 g
8	Asunción Mita	Jutiapa	4	1.30 g	0.50 g
9	Atescatempa	Jutiapa	4	1.50 g	0.55 g
10	Ayutla	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
11	Barberena	Santa Rosa	4	1.65 g	0.60 g
12	Cabañas	Zacapa	4	1.30 g	0.50 g
13	Cabricán	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
14	Cajola	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
15	Camotán	Chiquimula	3b	1.10 g	0.43 g
16	Canillá	Quiché	4	1.30 g	0.50 g
17	Cantel	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
18	Casillas	Santa Rosa	4	1.50 g	0.55 g
19	Catarina	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
20	Chahal	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
21	Chajul	Quiché	3b	1.10 g	0.43 g
22	Champerico	Retalhuleu	4	1.65 g	0.60 g
23	Chiantla	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
24	Chicacao	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
25	Chicamán	Quiché	3b	1.10 g	0.43 g
26	Chiché	Quiché	4	1.50 g	0.55 g
27	Chichicastenango	Quiché	4	1.50 g	0.55 g
28	Chimaltenango	Chimaltenango	4	1.50 g	0.55 g
29	Chinautla	Guatemala	4	1.50 g	0.55 g
30	Chinique	Quiché	4	1.50 g	0.55 g
31	Chiquimula	Chiquimula	3b	1.10 g	0.43 g
32	Chiquimulilla	Santa Rosa	4	1.65 g	0.60 g
33	Chisec	Alta Verapaz	3a	0.90 g	0.35 g
34	Churranchó	Guatemala	4	1.50 g	0.55 g
35	Ciudad Vieja	Sacatepéquez	4	1.65 g	0.60 g
36	Coatepeque	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
37	Cobán (Norte)	Alta Verapaz	3a	0.90 g	0.35 g
	Cobán (Sur)	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
38	Colomba	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
39	Colotenango	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g

Continuación del anexo 10.

No.	Municipio	Departamento	I _o	S _{cr}	S _{1r}
40	Comapa	Jutiapa	4	1.50 g	0.55 g
41	Comitancillo	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
42	Concepción	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
43	Concepción Chiquirichapa	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
44	Concepción Huista	Huehuetenango	3b	1.10 g	0.43 g
45	Concepción Las Minas	Chiquimula	3b	1.10 g	0.43 g
46	Concepción Tutuapa	San Marcos	4	1.30 g	0.50 g
47	Conguaco	Jutiapa	4	1.65 g	0.60 g
48	Cubulco	Baja Verapaz	4	1.30 g	0.50 g
49	Cuilapa	Santa Rosa	4	1.65 g	0.60 g
50	Cuilco	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
51	Cunén	Quiché	3b	1.10 g	0.43 g
52	Cuyotenango	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
53	Dolores	Petén	2a	0.50 g	0.20 g
54	El Adelanto	Jutiapa	4	1.50 g	0.55 g
55	El Asintal	Retalhuleu	4	1.50 g	0.55 g
56	El Estor	Izabal	3b	1.10 g	0.43 g
57	El Júcaro	El Progreso	4	1.30 g	0.50 g
58	El Palmar	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
59	El Progreso	Jutiapa	4	1.30 g	0.50 g
60	El Quetzal	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
61	El Rodeo	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
62	El Tejar	Chimaltenango	4	1.50 g	0.55 g
63	El Tumbador	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
64	Escuintla	Escuintla	4	1.65 g	0.60 g
65	Esquipulas	Chiquimula	3b	1.10 g	0.43 g
66	Esquipulas Palo Gordo	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
67	Estanzuela	Zacapa	4	1.30 g	0.50 g
68	Flores	Petén	2a	0.50 g	0.20 g
69	Flores Costa Cuca	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
70	Fraijanes	Guatemala	4	1.65 g	0.60 g
71	Fray Bartolomé de las Casas	Alta Verapaz	3a	0.90 g	0.35 g
72	Génova	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
73	Granados	Baja Verapaz	4	1.30 g	0.50 g
74	Gualán	Zacapa	4	1.30 g	0.50 g
75	Guanagazapa	Escuintla	4	1.65 g	0.60 g
76	Guatatoya	El Progreso	4	1.30 g	0.50 g
77	Guatemala	Guatemala	4	1.50 g	0.55 g
78	Guazacapán	Santa Rosa	4	1.65 g	0.60 g
79	Huehuetenango	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g

Continuación del anexo 10.

No.	Municipio	Departamento	I _o	S _{cr}	S _{1r}
80	Huitán	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
81	Huité	Zacapa	4	1.30 g	0.50 g
82	Ipala	Chiquimula	3b	1.10 g	0.43 g
83	Ixcán	Quiché	3a	0.90 g	0.35 g
84	Ixchiguan	San Marcos	4	1.30 g	0.50 g
85	Iztapa	Escuintla	4	1.65 g	0.60 g
86	Jacaltenango	Huehuetenango	3b	1.10 g	0.43 g
87	Jalapa	Jalapa	4	1.30 g	0.50 g
88	Jalpatagua	Jutiapa	4	1.65 g	0.60 g
89	Jerez	Jutiapa	4	1.50 g	0.55 g
90	Jocotán	Chiquimula	3b	1.10 g	0.43 g
91	Jocotenango	Sacatepéquez	4	1.65 g	0.60 g
92	Joyabaj	Quiché	4	1.50 g	0.55 g
93	Jutiapa	Jutiapa	4	1.50 g	0.55 g
94	La Democracia	Escuintla	4	1.65 g	0.60 g
95	La Democracia	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
96	La Esperanza	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
97	La Gomera	Escuintla	4	1.65 g	0.60 g
98	La Libertad	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
99	La Libertad	Petén	2a	0.50 g	0.20 g
100	La Reforma	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
101	La Unión	Zacapa	4	1.30 g	0.50 g
102	Lanquín	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
103	Livingston Oriente	Izabal	4	1.30 g	0.50 g
	Livingston Poniente	Izabal	3b	1.10 g	0.43 g
104	Los Amates	Izabal	4	1.30 g	0.50 g
105	Magdalena Milpas Altas	Sacatepéquez	4	1.65 g	0.60 g
106	Malacatán	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
107	Malacatancito	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
108	Masagua	Escuintla	4	1.65 g	0.60 g
109	Mataquescuintla	Jalapa	4	1.50 g	0.55 g
110	Mazatenango	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
111	Melchor de Mencos	Petén	2a	0.50 g	0.20 g
112	Mixco	Guatemala	4	1.50 g	0.55 g
113	Momostenango	Totonicapán	4	1.50 g	0.55 g
114	Monjas	Jalapa	4	1.30 g	0.50 g
115	Morales	Izabal	4	1.30 g	0.50 g
116	Morazán	El Progreso	4	1.30 g	0.50 g
117	Moyuta	Jutiapa	4	1.65 g	0.60 g
118	Nahualá	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g

Continuación del anexo 10.

No.	Municipio	Departamento	I _o	S _{cr}	S _{1r}
119	Nebaj	Quiché	3b	1.10 g	0.43 g
120	Nentón	Huehuetenango	3b	1.10 g	0.43 g
121	Nueva Concepción	Escuintla	4	1.65 g	0.60 g
122	Nueva Santa Rosa	Santa Rosa	4	1.50 g	0.55 g
123	Nuevo Progreso	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
124	Nuevo San Carlos	Retalhuleu	4	1.50 g	0.55 g
125	Ocós	San Marcos	4	1.65 g	0.60 g
126	Olintepeque	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
127	Olopa	Chiquimula	3b	1.10 g	0.43 g
128	Oratorio	Santa Rosa	4	1.65 g	0.60 g
129	Pachalum	Quiché	4	1.50 g	0.55 g
130	Pajapita	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
131	Palencia	Guatemala	4	1.50 g	0.55 g
132	Palestina de Los Altos	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
133	Palín	Escuintla	4	1.65 g	0.60 g
134	Panajachel	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
135	Panzós	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
136	Parramos	Chimaltenango	4	1.65 g	0.60 g
137	Pasaco	Jutiapa	4	1.65 g	0.60 g
138	Pastores	Sacatepéquez	4	1.65 g	0.60 g
139	Patulul	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
140	Patzicía	Chimaltenango	4	1.65 g	0.60 g
141	Patzité	Quiché	4	1.50 g	0.55 g
142	Patzún	Chimaltenango	4	1.65 g	0.60 g
143	Pochuta	Chimaltenango	4	1.65 g	0.60 g
144	Poptún	Petén	2b	0.70 g	0.27 g
145	Pueblo Nuevo	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
146	Pueblo Nuevo Viñas	Santa Rosa	4	1.65 g	0.60 g
147	Puerto Barrios	Izabal	4	1.30 g	0.50 g
148	Purulhá	Baja Verapaz	4	1.30 g	0.50 g
149	Quesada	Jutiapa	4	1.50 g	0.55 g
150	Quetzaltenango	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
151	Quetzaltepeque	Chiquimula	3b	1.10 g	0.43 g
152	Rabinal	Baja Verapaz	4	1.30 g	0.50 g
153	Raxruhá	Alta Verapaz	3a	0.90 g	0.35 g
154	Retalhuleu	Retalhuleu	4	1.65 g	0.60 g
155	Río Blanco	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
156	Río Bravo	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
157	Río Hondo	Zacapa	4	1.30 g	0.50 g
158	Sacapulas	Quiché	4	1.30 g	0.50 g

Continuación del anexo 10.

No.	Municipio	Departamento	I _o	S _{cr}	S _{1r}
159	Salamá	Baja Verapaz	4	1.30 g	0.50 g
160	Salcajá	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
161	Samayac	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
162	San Agustín Acasaguastlán	El Progreso	4	1.30 g	0.50 g
163	San Andrés	Chimaltenango	4	1.65 g	0.60 g
164	San Andrés	Petén	2a	0.50 g	0.20 g
165	San Andrés Sajcabajá	Quiché	4	1.30 g	0.50 g
166	San Andrés Semetabaj	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
167	San Andrés Villa Seca	Retalhuleu	4	1.65 g	0.60 g
168	San Andrés Xecul	Totonicapán	4	1.50 g	0.55 g
169	San Antonio Aguas Calientes	Sacatepéquez	4	1.65 g	0.60 g
170	San Antonio Huista	Huehuetenango	3b	1.10 g	0.43 g
171	San Antonio Ilootenango	Quiché	4	1.50 g	0.55 g
172	San Antonio La Paz	El Progreso	4	1.30 g	0.50 g
173	San Antonio Palopó	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
174	San Antonio Sacatepéquez	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
175	San Antonio Suchitepéquez	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
176	San Bartolo	Totonicapán	4	1.50 g	0.55 g
177	San Bartolomé Jocotenango	Quiché	4	1.30 g	0.50 g
178	San Bartolomé Milpas Altas	Sacatepéquez	4	1.50 g	0.55 g
179	San Benito	Petén	2a	0.50 g	0.20 g
180	San Bernardino	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
181	San Carlos Alzatate	Jalapa	4	1.30 g	0.50 g
182	San Carlos Sija	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
183	San Cristóbal Acasaguastlán	El Progreso	4	1.30 g	0.50 g
184	San Cristóbal Cucho	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
185	San Cristóbal Totonicapán	Totonicapán	4	1.50 g	0.55 g
186	San Cristóbal Verapaz	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
187	San Diego	Zacapa	4	1.30 g	0.50 g
188	San Felipe	Retalhuleu	4	1.65 g	0.60 g
189	San Francisco	Petén	2a	0.50 g	0.20 g
190	San Francisco El Alto	Totonicapán	4	1.50 g	0.55 g
191	San Francisco La Unión	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
192	San Francisco Zapotitlán	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
193	San Gabriel	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
194	San Gaspar Ixchil	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
195	San Ildefonso Ixtahuacán	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
196	San Jacinto	Chiquimula	3b	1.10 g	0.43 g
197	San Jerónimo	Baja Verapaz	4	1.30 g	0.50 g
198	San José (Escuintla)	Escuintla	4	1.65 g	0.60 g

Continuación del anexo 10.

No.	Municipio	Departamento	I _o	S _{cr}	S _{1r}
199	San José (Petén)	Petén	2a	0.50 g	0.20 g
200	San José Acatempa	Jutiapa	4	1.65 g	0.60 g
201	San José Chacayá	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
202	San José del Golfo	Guatemala	4	1.50 g	0.55 g
203	San José El Idolo	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
204	San José La Arada	Chiquimula	3b	1.10 g	0.43 g
205	San José Ojetenam	San Marcos	4	1.30 g	0.50 g
206	San José Pinula	Guatemala	4	1.50 g	0.55 g
207	San José Poaquil	Chimaltenango	4	1.50 g	0.55 g
208	San Juan Atitán	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
209	San Juan Bautista	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
210	San Juan Chamelco	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
211	San Juan Comalapa	Chimaltenango	4	1.50 g	0.55 g
212	San Juan Cotzal	Quiché	3b	1.10 g	0.43 g
213	San Juan Ermita	Chiquimula	3b	1.10 g	0.43 g
214	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	3b	1.10 g	0.43 g
215	San Juan La Laguna	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
216	San Juan Ostuncalco	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
217	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	4	1.50 g	0.55 g
218	San Juan Tecuaco	Santa Rosa	4	1.65 g	0.60 g
219	San Lorenzo	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
220	San Lorenzo	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
221	San Lucas Sacatepéquez	Sacatepéquez	4	1.50 g	0.55 g
222	San Lucas Tolimán	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
223	San Luis	Petén	3a	0.90 g	0.35 g
224	San Luis Jilotepeque	Jalapa	3b	1.10 g	0.43 g
225	San Manuel Chaparrón	Jalapa	4	1.30 g	0.50 g
226	San Marcos	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
227	San Marcos La Laguna	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
228	San Martín Jilotepeque	Chimaltenango	4	1.50 g	0.55 g
229	San Martín Sacatepéquez	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
230	San Martín Zapotitlán	Retalhuleu	4	1.65 g	0.60 g
231	San Mateo Ixtatán	Huehuetenango	3b	1.10 g	0.43 g
232	San Mateo Ixtatán	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
233	San Miguel Acatán	Huehuetenango	3b	1.10 g	0.43 g
234	San Miguel Chicaj	Baja Verapaz	4	1.30 g	0.50 g
235	San Miguel Dueñas	Sacatepéquez	4	1.65 g	0.60 g
236	San Miguel Ixtahuacán	San Marcos	4	1.30 g	0.50 g
237	San Miguel Panán	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
238	San Miguel Petapa	Guatemala	4	1.65 g	0.60 g

Continuación del anexo 10.

No.	Municipio	Departamento	I _o	S _{cr}	S _{tr}
239	San Miguel Sigüilá	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
240	San Pablo	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
241	San Pablo Jocopilas	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
242	San Pablo La Laguna	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
243	San Pedro Ayampuc	Guatemala	4	1.50 g	0.55 g
244	San Pedro Carchá	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
245	San Pedro Jocopilas	Quiché	4	1.30 g	0.50 g
246	San Pedro La Laguna	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
247	San Pedro Necta	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
248	San Pedro Pinula	Jalapa	4	1.30 g	0.50 g
249	San Pedro Sacatepéquez	Guatemala	4	1.50 g	0.55 g
250	San Pedro Sacatepéquez	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
251	San Pedro Soloma	Huehuetenango	3b	1.10 g	0.43 g
252	San Rafael La Independencia	Huehuetenango	3b	1.10 g	0.43 g
253	San Rafael Las Flores	Santa Rosa	4	1.50 g	0.55 g
254	San Rafael Petzal	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
255	San Rafael Pie de la Cuesta	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
256	San Raymundo	Guatemala	4	1.50 g	0.55 g
257	San Sebastián	Retalhuleu	4	1.65 g	0.60 g
258	San Sebastián Coatán	Huehuetenango	3b	1.10 g	0.43 g
259	San Sebastián Huehuetenango	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
260	San Vicente Pacaya	Escuintla	4	1.65 g	0.60 g
261	Sanarate	El Progreso	4	1.30 g	0.50 g
262	Sansare	El Progreso	4	1.30 g	0.50 g
263	Santa Ana	Petén	2a	0.50 g	0.20 g
264	Santa Ana Huista	Huehuetenango	3b	1.10 g	0.43 g
265	Santa Apolonia	Chimaltenango	4	1.50 g	0.55 g
266	Santa Bárbara	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
267	Santa Bárbara	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
268	Santa Catalina La Tinta	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
269	Santa Catarina Barahona	Sacatepéquez	4	1.65 g	0.60 g
270	Santa Catarina Ixtahuacán	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
271	Santa Catarina Mita	Jutiapa	4	1.30 g	0.50 g
272	Santa Catarina Palopó	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
273	Santa Catarina Pinula	Guatemala	4	1.50 g	0.55 g
274	Santa Clara La Laguna	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
275	Santa Cruz Balanyá	Chimaltenango	4	1.50 g	0.55 g
276	Santa Cruz Barillas	Huehuetenango	3b	1.10 g	0.43 g
277	Santa Cruz del Quiché	Quiché	4	1.50 g	0.55 g
278	Santa Cruz el Chol	Baja Verapaz	4	1.30 g	0.50 g

Continuación del anexo 10.

No.	Municipio	Departamento	I _o	S _{cr}	S _{1r}
279	Santa Cruz La Laguna	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
280	Santa Cruz Muluá	Retalhuleu	4	1.65 g	0.60 g
281	Santa Cruz Naranjo	Santa Rosa	4	1.65 g	0.60 g
282	Santa Cruz Verapaz	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
283	Santa Eulalia	Huehuetenango	3b	1.10 g	0.43 g
284	Santa Lucía Cotzumalguapa	Escuintla	4	1.65 g	0.60 g
285	Santa Lucía La Reforma	Totonicapán	4	1.50 g	0.55 g
286	Santa Lucía Milpas Altas	Sacatepéquez	4	1.65 g	0.60 g
287	Santa Lucía Utatlán	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
288	Santa María Cahabón	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
289	Santa María Chiquimula	Totonicapán	4	1.50 g	0.55 g
290	Santa María de Jesús	Sacatepéquez	4	1.65 g	0.60 g
291	Santa María Ixhuateán	Santa Rosa	4	1.65 g	0.60 g
292	Santa María Visitación	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
293	Santa Rosa de Lima	Santa Rosa	4	1.50 g	0.55 g
294	Santiago Atitlán	Atitlán	4	1.65 g	0.60 g
295	Santiago Chimaltenango	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
296	Santiago Sacatepéquez	Sacatepéquez	4	1.50 g	0.55 g
297	Santo Domingo Suchitepéquez	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
298	Santo Domingo Xenacoj	Sacatepéquez	4	1.50 g	0.55 g
299	Santo Tomás La Unión	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g
300	Sayaxché	Petén	2b	0.70 g	0.27 g
301	Senahú	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
302	Sibilia	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
303	Sibinal	San Marcos	4	1.30 g	0.50 g
304	Sipacapa	San Marcos	4	1.30 g	0.50 g
305	Siquinalá	Escuintla	4	1.65 g	0.60 g
306	Sololá	Sololá	4	1.65 g	0.60 g
307	Sumpango	Sacatepéquez	4	1.50 g	0.55 g
308	Tacaná	San Marcos	4	1.30 g	0.50 g
309	Tactic	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
310	Tajumulco	San Marcos	4	1.50 g	0.55 g
311	Tamahú	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
312	Taxisco	Santa Rosa	4	1.65 g	0.60 g
313	Tecpán Guatemala	Chimaltenango	4	1.50 g	0.55 g
314	Tectitán	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
315	Teculután	Zacapa	4	1.30 g	0.50 g
316	Tejutla	San Marcos	4	1.30 g	0.50 g
317	Tiquisate	Escuintla	4	1.65 g	0.60 g
318	Todos Santos Cuchumatanes	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g

Continuación del anexo 10.

No.	Municipio	Departamento	I _o	S _{cr}	S _{1r}
319	Totonicapán	Totonicapán	4	1.50 g	0.55 g
320	Tucurú	Alta Verapaz	3b	1.10 g	0.43 g
321	Unión Cantinil	Huehuetenango	4	1.30 g	0.50 g
322	Uspantán	Quiché	3b	1.10 g	0.43 g
323	Usumatlán	Zacapa	4	1.30 g	0.50 g
324	Villa Canales	Guatemala	4	1.65 g	0.60 g
325	Villa Nueva	Guatemala	4	1.65 g	0.60 g
326	Yepocapa	Chimaltenango	4	1.65 g	0.60 g
327	Yupiltepeque	Jutiapa	4	1.50 g	0.55 g
328	Zacapa	Zacapa	4	1.30 g	0.50 g
329	Zacualpa	Quiché	4	1.50 g	0.55 g
330	Zapotitlán	Jutiapa	4	1.50 g	0.55 g
331	Zaragoza	Chimaltenango	4	1.50 g	0.55 g
332	Zunil	Quetzaltenango	4	1.50 g	0.55 g
333	Zunilito	Suchitepéquez	4	1.65 g	0.60 g

Fuente: AGIES NSE 2-10. Anexo A. p. 55.

Anexo 11. **Coeficientes y factores para diseño de sistemas sismorresistentes (tabla completa)**

	SISTEMA ESTRUCTURAL (sección 1.5)	Sistema Constructivo Véase Secc1.5.8	R	Ω_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

Continuación del anexo 11.

	SISTEMA ESTRUCTURAL (sección 1.5)	Sistema Constructivo Véase Secc1.5.8	R	Ω_r	C_d	Límite de altura en metros			
						Nivel de Protección			
						B	C	D	E
E4	SISTEMA DUAL								
	Marcos de concreto reforzado A Con muros estructurales De concreto reforzado A De mampostería reforzada A	NSE 7.1 NSE 7.4	7 5.5	2.5 3	5.5 5	SL SL	SL SL	SL SL	SL SL
	Marcos de acero tipo A con riostras excéntricas con riostras concéntricas especiales	NSE 7.5 NSE 7.5	8 7	2.5 2.5	4 5.5	SL SL	SL SL	SL SL	SL SL
E5	COLUMNAS VOLADIZAS o PÉNDULO INVERTIDO								
	De concreto reforzado Confinado	NSE 7.1	2.5	1.2	2.5	12	12	12	12
	De estructura de acero Con detalles sísmicos	NSE 7.5	2.5	1.2	2.5	12	12	12	12
	De estructura de madera	NSE 7.7	1.5	1.5	1.5	12	12	12	12
E6	OTRO TIPO								
	Clasificar como E5, o bien, consultar exclusiones en NSE 3.1, NSE 4, NSE 5 o NSE 6.								










Nota: SL = Sin límite, NP= No se permite

Fuente: AGIES NSE 2-10. Anexo A. p. 58.

Anexo 12. **Tabla No. 1 para el diseño de losas en dos direcciones, según el ACI 318-66.**

METHOD 3—TABLE 1—COEFFICIENTS FOR NEGATIVE MOMENTS IN SLABS*

$$\left. \begin{aligned} M_{A \text{ neg}} &= C_{A \text{ neg}} \times w \times A^2 \\ M_{B \text{ neg}} &= C_{B \text{ neg}} \times w \times B^2 \end{aligned} \right\} \text{ where } w = \text{total uniform dead plus live load}$$

Ratio $m = \frac{A}{B}$	Case 1 	Case 2 	Case 3 	Case 4 	Case 5 	Case 6 	Case 7 	Case 8 	Case 9 
1.00		0.045		0.050	0.075	0.071		0.033	0.061
		0.045	0.076	0.050			0.071	0.061	0.033
0.95		0.050		0.055	0.079	0.075		0.038	0.065
		0.041	0.072	0.045			0.067	0.056	0.029
0.90		0.055		0.060	0.080	0.079		0.043	0.068
		0.037	0.070	0.040			0.062	0.052	0.025
0.85		0.060		0.066	0.082	0.083		0.049	0.072
		0.031	0.065	0.034			0.057	0.046	0.021
0.80		0.065		0.071	0.083	0.086		0.055	0.075
		0.027	0.061	0.029			0.051	0.041	0.017
0.75		0.069		0.076	0.085	0.088		0.061	0.078
		0.022	0.056	0.024			0.044	0.036	0.014
0.70		0.074		0.081	0.086	0.091		0.068	0.081
		0.017	0.050	0.019			0.038	0.029	0.011
0.65		0.077		0.085	0.087	0.093		0.074	0.083
		0.014	0.043	0.015			0.031	0.024	0.008
0.60		0.081		0.089	0.088	0.095		0.080	0.085
		0.010	0.035	0.011			0.024	0.018	0.006
0.55		0.084		0.092	0.089	0.096		0.085	0.086
		0.007	0.028	0.008			0.019	0.014	0.005
0.50		0.086		0.094	0.090	0.097		0.089	0.088
		0.006	0.022	0.006			0.014	0.010	0.003

*A cross-hatched edge indicates that the slab continues across or is fixed at the support; an unmarked edge indicates a support at which torsional resistance is negligible.

Fuente: ACI 318-66.

Anexo 13. **Tabla No. 2 para el diseño de losas en dos direcciones, según el ACI 318-66**

METHOD 3—TABLE 2—COEFFICIENTS FOR DEAD LOAD POSITIVE MOMENTS IN SLABS*

$$\left. \begin{aligned} M_{A \text{ pos DL}} &= C_{A \text{ DL}} \times w \times A^2 \\ M_{B \text{ pos DL}} &= C_{B \text{ DL}} \times w \times B^2 \end{aligned} \right\} \text{ where } w = \text{total uniform dead load}$$

Ratio $m = \frac{A}{B}$	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9
1.00	$C_{A \text{ DL}}$ 0.036 $C_{B \text{ DL}}$ 0.036	0.018 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.027 0.018	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95	$C_{A \text{ DL}}$ 0.040 $C_{B \text{ DL}}$ 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021	0.024 0.017
0.90	$C_{A \text{ DL}}$ 0.045 $C_{B \text{ DL}}$ 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019	0.026 0.015
0.85	$C_{A \text{ DL}}$ 0.050 $C_{B \text{ DL}}$ 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017	0.028 0.013
0.80	$C_{A \text{ DL}}$ 0.056 $C_{B \text{ DL}}$ 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015	0.029 0.010
0.75	$C_{A \text{ DL}}$ 0.061 $C_{B \text{ DL}}$ 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013	0.031 0.007
0.70	$C_{A \text{ DL}}$ 0.068 $C_{B \text{ DL}}$ 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011	0.033 0.006
0.65	$C_{A \text{ DL}}$ 0.074 $C_{B \text{ DL}}$ 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009	0.034 0.005
0.60	$C_{A \text{ DL}}$ 0.081 $C_{B \text{ DL}}$ 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007	0.036 0.004
0.55	$C_{A \text{ DL}}$ 0.088 $C_{B \text{ DL}}$ 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005	0.037 0.003
0.50	$C_{A \text{ DL}}$ 0.095 $C_{B \text{ DL}}$ 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004	0.038 0.002

*A cross-hatched edge indicates that the slab continues across or is fixed at the support; an unmarked edge indicates a support at which torsional resistance is negligible.

Fuente: ACI 318-66.

Anexo 14. **Tabla No. 3 para el diseño de losas en dos direcciones, según el ACI 318-66**

METHOD 3—TABLE 3—COEFFICIENTS FOR LIVE LOAD POSITIVE MOMENTS IN SLABS*

$$\left. \begin{aligned} M_{A \text{ pos LL}} &= C_{A \text{ LL}} \times w \times A^2 \\ M_{B \text{ pos LL}} &= C_{B \text{ LL}} \times w \times B^2 \end{aligned} \right\} \text{ where } w = \text{total uniform live load}$$

Ratio $m = \frac{A}{B}$	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9	
1.00	$C_{A \text{ LL}}$	0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	$C_{B \text{ LL}}$	0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	$C_{A \text{ LL}}$	0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	$C_{B \text{ LL}}$	0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	$C_{A \text{ LL}}$	0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	$C_{B \text{ LL}}$	0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	$C_{A \text{ LL}}$	0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	$C_{B \text{ LL}}$	0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	$C_{A \text{ LL}}$	0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	$C_{B \text{ LL}}$	0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	$C_{A \text{ LL}}$	0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	$C_{B \text{ LL}}$	0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	$C_{A \text{ LL}}$	0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	$C_{B \text{ LL}}$	0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	$C_{A \text{ LL}}$	0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
	$C_{B \text{ LL}}$	0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	$C_{A \text{ LL}}$	0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	$C_{B \text{ LL}}$	0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	$C_{A \text{ LL}}$	0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	$C_{B \text{ LL}}$	0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	$C_{A \text{ LL}}$	0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	$C_{B \text{ LL}}$	0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

*A cross-hatched edge indicates that the slab continues across or is fixed at the support; an unmarked edge indicates a support at which torsional resistance is negligible.

Fuente: ACI 318-66.

Anexo 15. **Tabla No. 4 para el diseño de losas en dos direcciones, según el ACI 318-66**

METHOD 3—TABLE 4—RATIO OF LOAD w IN A and B DIRECTIONS FOR SHEAR IN SLAB AND LOAD ON SUPPORTS*

Ratio $m = \frac{A}{B}$		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9
1.00	W_A	0.50	0.50	0.17	0.50	0.83	0.71	0.29	0.33	0.67
	W_B	0.50	0.50	0.83	0.50	0.17	0.29	0.71	0.67	0.33
0.95	W_A	0.55	0.55	0.20	0.55	0.86	0.75	0.33	0.38	0.71
	W_B	0.45	0.45	0.80	0.45	0.14	0.25	0.67	0.62	0.29
0.90	W_A	0.60	0.60	0.23	0.60	0.88	0.79	0.38	0.43	0.75
	W_B	0.40	0.40	0.77	0.40	0.12	0.21	0.62	0.57	0.25
0.85	W_A	0.66	0.66	0.28	0.66	0.90	0.83	0.43	0.49	0.79
	W_B	0.34	0.34	0.72	0.34	0.10	0.17	0.57	0.51	0.21
0.80	W_A	0.71	0.71	0.33	0.71	0.92	0.86	0.49	0.55	0.83
	W_B	0.29	0.29	0.67	0.29	0.08	0.14	0.51	0.45	0.17
0.75	W_A	0.76	0.76	0.39	0.76	0.94	0.88	0.56	0.61	0.86
	W_B	0.24	0.24	0.61	0.24	0.06	0.12	0.44	0.39	0.14
0.70	W_A	0.81	0.81	0.45	0.81	0.95	0.91	0.62	0.68	0.89
	W_B	0.19	0.19	0.55	0.19	0.05	0.09	0.38	0.32	0.11
0.65	W_A	0.85	0.85	0.53	0.85	0.96	0.93	0.69	0.74	0.92
	W_B	0.15	0.15	0.47	0.15	0.04	0.07	0.31	0.26	0.08
0.60	W_A	0.89	0.89	0.61	0.89	0.97	0.95	0.76	0.80	0.94
	W_B	0.11	0.11	0.39	0.11	0.03	0.05	0.24	0.20	0.06
0.55	W_A	0.92	0.92	0.69	0.92	0.98	0.96	0.81	0.85	0.95
	W_B	0.08	0.08	0.31	0.08	0.02	0.04	0.19	0.15	0.05
0.50	W_A	0.94	0.94	0.76	0.94	0.99	0.97	0.86	0.89	0.97
	W_B	0.06	0.06	0.24	0.06	0.01	0.03	0.14	0.11	0.03

*A cross-hatched edge indicates that the slab continues across or is fixed at the support; an unmarked edge indicates a support at which torsional resistance is negligible.

Fuente: ACI 318-66.

Anexo 16. Procedimiento alternativo para el cálculo de la capacidad de soporte del suelo

Los datos obtenidos del ensayo de compresión triaxial son los siguientes:

Desplante	D = 1.40 m
Base	B = 1.00 m
Peso específico del suelo	$\gamma_s = 1.88 \text{ ton/m}^3$
Ángulo de fricción interna	$\Phi = 36.67^\circ$
Cohesión	$C_u = 6.87 \text{ ton/m}^2$
Factor de seguridad	F.S = 3.00
Tipo de suelo	Fragmentos de roca con arena limosa color beige.

Se utilizó la teoría del Dr. Karl Terzaghi como procedimiento alternativo para calcular la capacidad portante del suelo sobre el que se cimentará el edificio.

Se utilizarán los datos obtenidos del ensayo de compresión triaxial, para más detalles de los resultados obtenidos véase los apéndices.

- Realizar la conversión del ángulo de fricción interna a radianes:

$$\Phi_{rad} = \frac{(\theta)\pi}{180}$$

$$\Phi_{rad} = 0.640012$$

$$\Phi_{rad} = \frac{(36.67)\pi}{180}$$

Continuación del anexo 16.

- Calcular el factor de flujo de carga (N_q)

$$N_q = \frac{e^{\left(\left(\frac{3}{2}\right)\pi - \theta_{rad}\right) \tan \theta}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\theta}{2}\right)} \qquad N_q = \frac{e^{\left(\left(\frac{3}{2}\right)\pi - 0.640012\right) \tan(36.67^\circ)}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{36.67^\circ}{2}\right)}$$

$$N_q = 51.49$$

- Calcular factor de flujo de carga ultima (N_c)

$$N_c = \cot \theta (N_q - 1) \qquad N_c = \cot(36.67^\circ) * (51.49 - 1)$$

$$N_c = 67.32$$

- Calcular factor de flujo (N_γ)

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) * \tan \theta \qquad N_\gamma = 2(51.49 + 1) * \tan(36.87^\circ)$$

$$N_\gamma = 78.74$$

- Calcular capacidad de carga del suelo (q_u)

$$q_o = (0.4)(\gamma_{suelo})BN_\gamma + (1.3)C_uN_c + (\gamma_{suelo})DN_q$$

$$q_o = (0.4)(1.88)(1)(78.74) + (1.3)(6.87)(67.32) + (1.88)(1.40)(51.49)$$

$$q_o = 795.97 \text{ Ton/m}^2$$

- Calcular valor soporte neto ultimo q_{on}

$$q_{on} = q_o - (\gamma_{suelo})D$$

$$q_{on} = 795.97 - (1.88)(1.40)$$

Continuación del anexo 16.

$$q_{on} = 793.34 \text{ Ton/m}^2$$

- Calcular valor soporte de diseño (q_d)

$$q_d = \frac{q_{on}}{f_c} \qquad q_d = \frac{793.34}{3.00}$$
$$q_d = 264.45 \text{ Ton/m}^2$$

Fuente: DAS, Braja M. *Principios de ingeniería en cimentaciones internacional*. p. 106.

