



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

**DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES CON PARQUEO EN SÓTANO DE
MERCADO MUNICIPAL No. 2 PARA PALÍN, ESCUINTLA**

Yoselin Elvira López Tul

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, mayo de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES CON PARQUEO EN SÓTANO DE
MERCADO MUNICIPAL No. 2 PARA PALÍN, ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

YOSELIN ELVIRA LÓPEZ TUL

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL I	
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES CON PARQUEO EN SÓTANO DE MERCADO MUNICIPAL No. 2 PARA PALÍN, ESCUINTLA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de junio de 2014.



Yoselin Elvira López Tul

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 19 de enero de 2015
Ref.EPS.DOC.33.01.15

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

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Yoselin Elvira López Tul** con carné No. **200915317**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES CON PARQUEO EN SÓTANO DE MERCADO MUNICIPAL No. 2 PARA PALÍN, ESCUINTLA.**

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"


Inga. Christa Classon de Pinto
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
CDRSdP/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de febrero de 2015
Ref.EPS.D.142.03.15

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 EDIFICIO DE DOS NIVELES CON PARQUEO EN SÓTANO DE MERCADO MUNICIPAL No. 2 PARA PALÍN, ESCUINTLA**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Yoselin Elvira López Tul, carné 200915317**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
9 de marzo de 2015

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 EDIFICIO DE DOS NIVELES CON PARQUEO EN SÓTANO DE MERCADO MUNICIPAL No. 2 PARA PALÍN, ESCUINTLA**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Yoselin Elvira López Tul, con Carnet No. 200915317, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

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





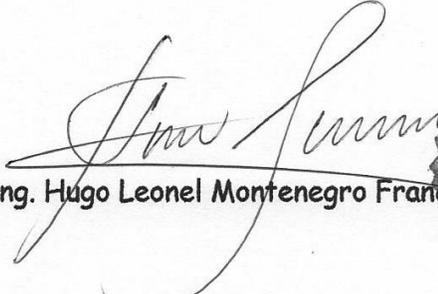
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Kevin Donald Martínez Gómez, titulado **DISEÑO DE EDIFICIO DE DOS NIVELES CON PARQUEO EN SÓTANO DE MERCADO MUNICIPAL No. 2 PARA PALÍN, ESCUINTLA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

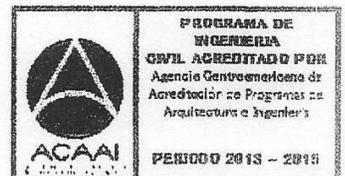

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2015.

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 209.2015

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 EDIFICIO DE DOS NIVELES CON PARQUEO EN SÓTANO DE MERCADO MUNICIPAL No. 2 PARA PALÍN, ESCUINTLA**, presentado por la estudiante universitaria: **Yoselin Elvira López Tul**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Decano



Guatemala, 19 de mayo de 2015

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Salmos 36:7 ¡Cuán preciosa, oh Dios, es tu misericordia! Por eso los hijos de los hombres se amparan bajo la sombra de tus alas.
- Mis padres** Isaac Agustín López Orozco y Elvira Cecilia Tul Fuentes, por el apoyo económico y espiritual, brindándome sabios consejos, cariño y esfuerzo que permitió alcanzar este logro; que sea también para ustedes.
- Mis hermanos** Luis Felipe y Claudio Roberto López Tul, por su apoyo espiritual; especialmente Ana María López, quien con su apoyo espiritual y económico, agregando corrección y cariño en este tiempo de estudio, podrá decir: misión cumplida.
- San Marcos** Lugar que me vio nacer; que este triunfo sea dedicado a ese pedacito de tierra, y sea de inspiración para la generación futura del pueblo sampedrano.

AGRADECIMIENTOS A:

**Facultad de Ingeniería,
Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Casa de estudio que me permitió obtener conocimientos que serán puestos en práctica en el campo laboral.

**Municipalidad de Palín,
Escuintla**

Especialmente a todo el equipo de trabajo del Departamento de Planificación: Rolando Gutiérrez, José Ramírez, Moisés Orozco, Edgar Gómez y Diana Pellecer, por compartir un espacio en su escritorio.

Ing. Mario Corzo

Por el entusiasmo y energía que siempre me motiva a seguir adelante; porque nunca dudó en ofrecer un tiempo para escucharme y cuestionar mis inquietudes.

**Inga. Christa Classon de
Pinto**

Por su asesoría y aún más la amistad brindada en el tiempo del Ejercicio Profesional Supervisado y en la realización de este proyecto.

Mis amigos

Porque cada uno ocupa un lugar en mi corazón; especialmente aquellos que formaron parte de un grupo de estudio desde el 2010; pasando tiempo de desvelo, risas y tristezas, y de todo un poco, Tony Velásquez, Cesar Bernal, Josué Chic, Robín Gómez, Juan Pablo Burrero y Hamilton Ta Quej; de manera especial a Ana Cecilia Domínguez, por ser de esas pocas amigas leales y cariñosas.

Mario R. Pacay G.

Por su noble trabajo en la extracción de suelo y realización de ensayos en laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería; especial recuerdo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Palín, Escuintla	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.1.2. Ubicación del proyecto	2
1.1.3. Ubicación geográfica	2
1.1.4. Aspectos topográficos	2
1.1.5. Vías de acceso	2
1.1.6. Clima	3
1.1.7. Colindancias	3
1.1.8. Demografía	3
1.1.8.1. Población	4
1.1.8.2. Distribución de viviendas	4
1.1.8.3. Tipología de viviendas	4
1.1.9. Idioma	5
1.1.10. Aspectos económicos.....	5
1.1.11. Servicios existentes	5
1.1.11.1. Educación	5
1.1.11.2. Salud	6

1.1.11.3.	Correos y telégrafos	6
1.1.11.4.	Energía eléctrica	7
1.1.11.5.	Agua potable	7
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño de edificio de dos niveles con parqueo en sótano de mercado municipal No. 2, Palín, Escuintla	9
2.1.1.	Investigación preliminar	9
2.1.1.1.	Antecedentes	9
2.1.1.2.	Reconocimiento del terreno.....	9
2.1.1.3.	Análisis de suelos.....	10
2.1.1.4.	Ensayo de compresión triaxial.....	10
2.1.1.4.1.	Etapas de un ensayo de compresión triaxial ...	12
2.1.1.4.2.	Ensayo triaxial no consolidado – no drenado (UU)	12
2.1.1.4.3.	Ensayo triaxial no consolidado – drenado (CD)	13
2.1.1.4.4.	Ensayo triaxial consolidado – no drenado (CU)	13
2.1.1.4.5.	Determinación valor soporte del suelo.....	14
2.1.1.5.	Límites de Atterberg	16
2.1.1.5.1.	Límite líquido.....	17
2.1.1.5.2.	Límite plástico	17
2.1.1.6.	Granulometría para suelos.....	17

2.1.2.	Distribución arquitectónica.....	18
2.1.2.1.	Distribución de ambientes en el edificio	18
2.1.2.2.	Alturas y cotas	19
2.1.2.3.	Selección de sistema estructural	19
2.1.3.	Análisis estructural.....	19
2.1.3.1.	Predimensionamiento	20
2.1.3.1.1.	Vigas	20
2.1.3.1.2.	Columnas	22
2.1.3.1.3.	Losas.....	25
2.1.3.2.	Distribución de cargas gravitacionales e integración de pesos en elementos.....	26
2.1.3.2.1.	Peso estructural.....	29
2.1.3.2.2.	Peso no estructural.....	37
2.1.3.3.	Integración de cargas sobre marcos....	44
2.1.3.3.1.	Integración de cargas eje X	44
2.1.3.4.	Determinación de fuerzas horizontales, corte basal, método UBC – 97	49
2.1.3.4.1.	Determinación de fuerzas por nivel	55
2.1.3.4.2.	Determinación de centro de masa.....	57
2.1.3.4.3.	Determinación de centro de rigidez	58
2.1.3.4.4.	Cálculo de excentricidades.....	59

	2.1.3.4.5.	Fuerzas por marco	60
	2.1.3.4.6.	Fuerzas producidas por torsión	62
	2.1.3.5.	Análisis estructural por método numérico y SAP	72
	2.1.3.5.1.	Análisis de marcos dúctiles, método de Kani.....	72
	2.1.3.5.2.	Análisis por SAP	89
	2.1.3.6.	Momentos máximos para envolventes	97
	2.1.3.7.	Comparación de resultados SAP- KANI.....	104
2.1.4.		Diseño estructural	105
	2.1.4.1.	Diseño de losa.....	105
	2.1.4.1.1.	Diseño de losa crítica ..	106
	2.1.4.2.	Vigas	119
	2.1.4.2.1.	Diseño de viga crítica ..	119
	2.1.4.3.	Diseño de columna.....	128
	2.1.4.4.	Cimientos	139
	2.1.4.5.	Módulo de gradas.....	151
	2.1.4.6.	Diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias	157
	2.1.4.6.1.	Instalaciones hidráulicas	157
	2.1.4.6.2.	Instalaciones sanitarias.....	160
	2.1.4.7.	Diseño de instalaciones eléctricas	163

2.1.5.	Propuesta de muro de contención en sótano, área de parqueo	165
2.1.5.1.	Estabilización de taludes por el método de <i>Soil Nailing</i>	165
2.1.6.	Planos constructivos.....	170
2.1.7.	Presupuesto del proyecto	170
2.1.8.	Evaluación de impacto ambiental	174
2.1.9.	Análisis socioeconómico.....	175
2.1.9.1.	Valor presente neto	177
2.1.9.2.	Tasa interna de retorno	178
CONCLUSIONES		179
RECOMENDACIONES.....		181
BIBLIOGRAFÍA.....		183
APÉNDICES		185
ANEXOS		225

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Áreas tributarias para diferentes vigas según luz efectiva eje X y Y	27
2.	Áreas tributarias para diferentes vigas según su luz efectiva eje X y Y	28
3.	Diagrama de carga muerta y viva eje Y crítica (eje 2)	45
4.	Diagrama de carga muerta y viva eje X crítica (eje B)	46
5.	Diagrama de carga muerta y viva eje X crítica (eje A').....	47
6.	Diagrama de carga muerta y viva eje Y crítica (eje 3).....	48
7.	Mapa de macrozonificación sísmica de la República de Guatemala.....	51
8.	Análisis de envolventes momento – corte en viga A–B, eje X.....	89
9.	Análisis de envolventes momento – corte en columna K – U, eje X.....	90
10.	Análisis de envolventes momento – corte en viga H – I, eje Y.....	91
11.	Análisis de envolventes momento – corte en columna Q – X, eje Y.....	92
12.	Análisis de envolventes momento – corte en viga A – B, eje X....	93
13.	Análisis de envolventes momento – corte en columna A – B, eje X.....	94
14.	Análisis de envolventes momento – corte en viga A – B, eje Y.....	95
15.	Análisis de envolventes momento – corte en columna C – E, eje Y.....	96
16.	Planta de distribución de losas.....	106
17.	Planta de momentos actuantes en losa módulo A	109

18.	Esquema de ubicación de varillas en armado de losa, eje X.....	113
19.	Esquema de ubicación de varillas en armado de losa, eje Y.....	114
20.	Planta de distribución de losas	114
21.	Planta de momentos actuantes en losa, módulo B.....	116
22.	Esquema de ubicación de varillas en armado de losa, eje X y Y	118
23.	Mpr1 y Mpr2.....	122
24.	Análisis por corte	124
25.	Cortante	125
26.	Armado de viga tipo 1, módulo A.....	127
27.	Corte típico de viga.....	128
28.	Cargas	129
29.	Armado longitudinal columna.....	136
30.	Armado transversal de columna	138
31.	Zapata.....	141
32.	Chequeo por punzonamiento.....	142
33.	Armado de varillas	144
34.	Zapata combinada	144
35.	Distribución de carga en zapata combinada	146
36.	Diagrama de corte zapata combinada	148
37.	Armado de zapata combinada	151
38.	Diagrama de momento flexionante transversal en tramo de escaleras	154
39.	Viga de diseño	154
40.	Esquema de armado de escaleras apoyadas trasversalmente	156
41.	Valores para determinar la demanda máxima, unidades de gasto Hunter.....	158
42.	Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones.....	161
43.	Terminación de anclaje pasivo.....	167

44.	Refuerzo al suelo mediante la instalación de barras de acero	168
45.	Colocación de electromalla	169
46.	Colocación de pernos e inyección de pernos	169
47.	Lanzado de concreto	170
48.	Clasificación de proyecto en el listado taxativo	176
49.	Valor presente neto	177

TABLAS

I.	Factores de capacidad de carga.....	15
II.	Factor (Z) de zona sísmica	51
III.	Fuerzas por nivel I	56
IV.	Fuerzas por nivel II	57
V.	Cálculo de fuerzas de marco eje 1 hasta eje 10	61
VI.	Cálculo de fuerzas de marco eje A hasta eje G	61
VII.	Cálculo de fuerzas de marco eje 1 hasta eje 6	62
VIII.	Cálculo de fuerzas de marco eje A' y B'	62
IX.	Fuerzas laterales por marco, módulo A	68
X.	Fuerzas laterales por marco, módulo B	71
XI.	Cálculo de momentos fijos, momentos de sujeción	75
XII.	Rigideces en vigas.....	76
XIII.	Rigideces en columnas.....	76
XIV.	Factores de giro en azotea	77
XV.	Factores de giro en segundo nivel.....	78
XVI.	Factores de giro en primer nivel	79
XVII.	Fuerzas cortantes y momentos de piso para cada nivel.....	82
XVIII.	Factores de corrimiento	82
XIX.	Marco sentido Y, momentos de vigas carga muerta.....	85
XX.	Marco sentido Y, momentos de columnas carga muerta.....	85

XXI.	Marco sentido Y, momentos positivos de vigas carga muerta.....	86
XXII.	Marco sentido Y, momentos de vigas carga viva	86
XXIII.	Marco sentido Y, momentos de columnas carga viva	87
XXIV.	Marco sentido Y, momentos positivos de vigas carga viva	87
XXV.	Marco sentido Y, momentos de vigas carga sísmica.....	88
XXVI.	Marco sentido Y, momentos de columnas carga sísmica.....	88
XXVII.	Momentos de vigas en azotea, eje Y.....	98
XXVIII.	Momentos de vigas en segundo nivel, eje Y	99
XXIX.	Momentos de vigas en primer nivel, eje Y	100
XXX.	Momentos de columnas azotea, eje Y.....	101
XXXI.	Momentos de columnas segundo nivel, eje Y	102
XXXII.	Momentos de columnas primer nivel, eje Y.....	103
XXXIII.	SAP-KANI Tramo T – U primer nivel	104
XXXIV.	SAP-KANI Tramo H – I segundo nivel.....	105
XXXV.	Carga axial	130
XXXVI.	Coeficientes de empotramiento	131
XXXVII.	Carga crítica de Euler.....	133
XXXVIII.	Momentos magnificados.....	133
XXXIX.	Área de acero propuesta	135
XL.	Valores	135
XLI.	Cargas.....	136
XLII.	Espaciamiento	137
XLIII.	Longitud de área de confinamiento	137
XLIV.	Cálculo de espaciamiento en centro de columna	138
XLV.	Área de acero mínimo	143
XLVI.	Área de acero requerida.....	143
XLVII.	Demanda por aparatos sanitarios	159
XLVIII.	Gastos probables	159
XLIX.	Demanda de consumo	162

L.	Diámetro de derivaciones en colecto	162
LI.	Consumo energía eléctrica	164
LII.	Consumo energía eléctrica I	164
LIII.	Presupuesto.....	171

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área de sección
At	Área tributaria
q	Capacidad de soporte del suelo
CM	Carga muerta
CU	Carga última
CV	Carga viva
Cm	Centro de masa
Cr	Centro de rigidez
V	Corte basal
ρ_b	Cuantía balanceada de acero
Δ	Deriva causada por torsión
S	Espaciamiento del refuerzo
e	Excentricidad del elemento
Fcu	Factor de carga última
U	Factor de corrimiento
μ	Factor de giro
Kg-m	Kilogramo metro
M	Momento
M_b	Momento balanceado
γ	Peso específico
f_y	Resistencia de fluencia del acero
f'c	Resistencia del concreto a compresión

J

Rigidez rotacional

GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto (American Institute of the Concrete).
Carga axial	Carga aplicada en el eje longitudinal de un elemento.
Carga muerta	Cargas permanentes soportadas por un elemento en movimiento estático.
Carga viva	Cargas de ocupación en edificios, pudiendo estar total o parcialmente en un sitio o no estar presentes, cambiando la ubicación.
Deflexión	Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje longitudinal al ser cargados.
Esfuerzo	Es la fuerza aplicada por unidad de área que soporta un material.
Estribo	Refuerzo empleado para resistir esfuerzos cortantes y de torsión en una estructura.
Momento resistente	Resultado de multiplicar la fuerza de tensión o la de compresión por el brazo del par interno.

Momento último	Momento resistente afectado por un factor de magnificación con el objetivo de asegurar que los elementos estructurales son diseñados para soportar las fuerzas actuantes.
Peso específico	Se define como el peso por unidad de volumen.
Punzonamiento	Efecto producido por una fuerza que insiste sobre una superficie pequeña, obligando a penetrar en el interior del elemento o pieza a que pertenece.

RESUMEN

El proyecto desarrollado del mercado ubicado en el municipio de Palín, Escuintla, surge como una propuesta para resolver un problema existente, generado por la actividad de la comercialización.

Existen dos mercados dedicados para este tipo de comercio, tanto para las personas que residen en este municipio como para las comunidades vecinas que son Santa Lucía, San Vicente Pacaya, Santa María de Jesús y Amatitlán; pero son aún insuficientes para cubrir la demanda que se da en el municipio, existiendo vendedores que obstruyen las calles principales, culturales y pasos peatonales, por lo cual las personas no se sienten cómodas para hacer compras.

La administración actual de la Municipalidad de Palín, Escuintla y los habitantes exponen que es prioritario el diseño del proyecto de un nuevo mercado, debido al impacto positivo que se tendrá.

El desarrollo de este diseño permitirá la elaboración de un estudio que brinde a la Municipalidad de Palín, Escuintla, un ahorro significativo y una ayuda en la investigación, planificación y diseño, debido a la oportunidad del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería, USAC, que estima la necesidad que tiene el municipio de Palín, que en la construcción hará crecer al municipio en el comercio.

OBJETIVOS

General

Diseñar edificio de dos niveles con parqueo en sótano para el nuevo mercado municipal Núm. 2 Palín, Escuintla.

Específicos

1. Realizar una investigación para el diseño de nuevo mercado municipal, haciendo énfasis en las necesidades básicas de consumo y el entorno.
2. Mejorar las condiciones de infraestructura de Palín, Escuintla, mediante el diseño de nuevo mercado municipal.
3. Contribuir a través del Ejercicio Profesional Supervisado con la elaboración del proyecto, aplicando diseño, planificación y presupuesto.

INTRODUCCIÓN

Palín es un municipio del departamento de Escuintla, localizado a 40 km de la ciudad de Guatemala; es de múltiples costumbres y tradiciones.

Haciendo una evaluación sobre los censos realizados en el municipio, la población de Palín va en aumento; lo que requiere de un análisis sobre las necesidades que se deben priorizar para el bien común de los habitantes.

El proyecto que destacó dentro del diagnóstico fue el diseño de un nuevo mercado municipal, que dará solución a las actividades del intercambio comercial de productos e insumos.

La actividad comercial de este municipio carece de un nuevo mercado municipal que satisfaga las necesidades de consumo básico y/o primario de la población, lo que ocasiona que vendedores ambulantes dañen las calles principales y causen pérdidas económicas y viales.

La propuesta del proyecto consiste en un edificio que centralice las actividades del mercado para el comercio de frutas, granos, verduras, carnes, comidas y enseres, produciendo mejoras en los ingresos de la comercialización; para esta necesidad se plantea el siguiente proyecto: diseño de edificio de dos niveles con parqueo en sótano de mercado municipal Núm. 2 para Palín, Escuintla.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Palín, Escuintla

Palín es un municipio del departamento de Escuintla, localizado a 40 km de la ciudad de Guatemala; fue fundado el 2 de mayo de 1935; el nombre proviene de la palabra indígena *Pa'laqja'* que significa “agua parada”. Es un municipio de múltiples costumbres y tradiciones; su fiesta titular es el 30 de julio en honor a San Cristóbal.

1.1.1. Aspectos generales

El pueblo de Palín no fue tomado en cuenta durante la colonia pues no aparece en el índice alfabético de las ciudades, villas y pueblos del reino de Guatemala; comienza a figurar cuando se distribuyeron los pueblos del Estado de Guatemala para la administración de justicia, por el sistema de jurados adoptado con el Código de Livingston, decretado el 27 de agosto de 1836.

Es un poblado del período indígena durante los primeros años del período hispánico, ya se conocía como San Cristóbal Palín, por haber sido puesto bajo la advocación de San Cristóbal; por decreto del 6 de noviembre de 1839, formó un distrito independiente junto con Amatitlán y Villa Nueva para el gobierno político.

1.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado entre la zona central del municipio de Palín, Escuintla, con las siguientes colindancias: norte el mercado núm. 1, sur a carretera CA-9, al este con la sede de la Municipalidad de Palín y al oeste con la iglesia católica.

1.1.3. Ubicación geográfica

El municipio de Palín, Escuintla se encuentra ubicado a una altitud de 1 150 m sobre el nivel del mar; longitud de 90° 41' 55" y latitud de 14° 24' 14", con una extensión territorial de 88 km cuadrados.

1.1.4. Aspectos topográficos

En la parte norte se encuentra la cordillera eruptiva del país, ofreciendo en consecuencia un aspecto variado en la topografía: grupos volcánicos como los del Pacaya, notable en el sistema de la América Central serranía de complicadas y elevadas crestas altiplanicies dilatadas desfiladeros y barrancos profundos, cráteres que revelan la actividad volcánica y lagunas que son pruebas de los trastornos geológicos verificados en el suelo.

1.1.5. Vías de acceso

El municipio de Palín está localizado a 40 km al sur de la ciudad capital de Guatemala, 12 km al sur del lago de Amatitlán y a 17 km al norte de la cabecera departamental de Escuintla. Es atravesado de este a oeste por la Carretera Interoceánica CA-9, ruta al Pacífico, asfaltada, de cuatro carriles transitable en todo tiempo.

Se cuenta también con caminos y veredas vecinales de terracería que lo unen con los municipios vecinos y propiedades rurales, transitable en todo tiempo hacia Santa María de Jesús y Antigua Guatemala, Sacatepéquez, San Vicente Pacaya, Escuintla, aldea La Periquera; para llegar al municipio hay diversidad de transporte, debido a que está ubicado estratégicamente entre los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla, por lo que es fácil el acceso por medio de los transportes extraurbanos de primera y segunda categoría que cubren la costa sur con buses y camiones.

1.1.6. Clima

El clima es variado, predominando el caliente, que origina selvas tupidas de tipo tropical.

1.1.7. Colindancias

Al norte colinda con el municipio de Santa María de Jesús, departamento de Sacatepéquez; al sur, con el municipio de Escuintla y San Vicente Pacaya, del departamento de Escuintla; al oriente, con el municipio de Amatitlán departamento de Guatemala y San Vicente Pacaya, del departamento de Escuintla; al poniente con el municipio de Escuintla, departamento de Escuintla y San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez.

1.1.8. Demografía

Los datos demográficos importantes del lugar se describen en los siguientes subtítulos.

1.1.8.1. Población

El municipio de Palín está compuesto por tres pueblos: el mestizo o ladino, maya y el inmigrante, integrado por familias venidas de diferentes partes de Guatemala y países centroamericanos. En 1981 según datos del Instituto Nacional de Estadística, se cuenta con la siguiente información.

- Habitantes 14 140
- 8 362 habitan en el área rural
- 5 778 habitan en el área urbana
- 7 296 hombres
- 6 944 mujeres
- 5 195 indígenas
- 3 996 personas económicamente activas
- 4 481 analfabetas

1.1.8.2. Distribución de viviendas

Como es común en Guatemala el casco urbano y los alrededores son los sectores con densidades poblacionales más altas; sin embargo, actualmente se están construyendo urbanizaciones y residenciales fuera del límite de casco, incrementando la población en las aldeas.

1.1.8.3. Tipología de viviendas

La mayoría de casa son de construcción formal de bloque de pómez, acero de refuerzo y cemento en los muros y cimientos con techos de lámina de zinc y duralita; otras con techo de losa reforzada.

1.1.9. Idioma

Los idiomas que se hablan en Palín son el castellano y poqoman.

1.1.10. Aspectos económicos

La economía de la población se basa en la producción y comercialización agrícola en un 80 %, especialmente en la producción de café, cítricos, legumbres y frutas silvestres; el otro 20 % se refiere a la población obrera de las diferentes fábricas, granjas y maquilas que se encuentran en el municipio y los demás habitantes viajan a municipios vecinos y la ciudad capital para vender la fuerza de trabajo.

1.1.11. Servicios existentes

En los siguientes subtítulos se describen los servicios que existen en la localidad.

1.1.11.1. Educación

En aspectos de servicio de educación se conoce que la Escuela de Obreros, fue creada por el acuerdo del 14 de septiembre de 1920; sin embargo, por acuerdo del 6 de mayo de 1925 se dispuso la reconstrucción de la Escuela de Varones y el 30 de mayo de 1927, el edificio de la Escuela de Niñas; en 1973, en la cabecera municipal funcionaban las escuelas nacionales urbanas de varones José Domingo Guzmán de niñas con párvulos anexo, Nocturno anexa a la Escuela de Varones, así como el Colegio San Carlos; existían escuelas rurales mixtas, en varias fincas como en la colonia Los Sauces, en el caserío Montecristo y en la aldea La Periquera.

Actualmente el municipio de Palín cuenta con Escuela Oficial de Párvulos, escuelas nacionales de Educación Primaria, siendo ellas: José Domingo Guzmán, Escuela Nacional Urbana, jornada matutina y vespertina Arturo Paiz Arriaza y Escuela Nacional Urbana, jornada vespertina, Barrio San Antonio; además existen los demás colegios de educación primaria: el colegio San Carlos, el Panamericano y Mixto Parroquial Nocturno San Cristóbal; desde 1977 se cuenta con el Instituto Básico por Cooperativa Palín, INPAL.

Existen 6 colegios privados de educación primaria y básico y 16 academias; entre estas las hay de belleza, corte y confección y mecanografía; el Colegio QAWINAQEL donde se da formación educativa solamente a poqomanes.

1.1.11.2. Salud

En el municipio se cuenta con un centro de salud de parte del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, así como un puesto del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS, 5 clínicas médicas privadas, 3 laboratorios clínicos y una subestación de bomberos voluntarios.

1.1.11.3. Correos y telégrafos

El 4 de junio de 1949 abrió el servicio público la oficina de Correos y Telecomunicaciones de segunda categoría; en la actualidad funciona una oficina postal y telegráfica de la Dirección General de Correos y Telégrafos; el edificio actual fue construido por la Dirección General de Obras Públicas y se inauguró el 28 de octubre de 1972.

1.1.11.4. Energía eléctrica

Palín fue el primer poblado en el país que fue beneficiado con el servicio eléctrico, instalándolo el mismo año que en la ciudad alemana de Hamburgo; por acuerdo gubernativo del 12 de septiembre de 1912 se aprobó el contrato.

Actualmente, la Empresa Eléctrica de Guatemala presta el servicio; estimándose que el 80 % de la población la obtiene y un 75 % de las calles están iluminadas.

1.1.11.5. Agua potable

Según datos de 1955, la cabecera municipal contaba con un buen servicio de agua potable; en la actualidad se tiene el servicio que presta la Municipalidad.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de edificio de dos niveles con parqueo en sótano de mercado municipal Núm. 2 Palín, Escuintla

El municipio de Palín posee dos mercados municipales, siendo deficientes para la población existente; prestan servicio a las personas que viven en municipios vecinos que trasladan las ventas propiamente hacia Palín, causando descontentos entre personas y ventas ambulantes que obstruyen pasos peatonales y viales.

2.1.1. Investigación preliminar

En los siguientes subtítulos se realiza la descripción de la investigación realizada para la elaboración del diseño del edificio.

2.1.1.1. Antecedentes

En el municipio de Palín no se han realizado proyectos relacionados con el ámbito propiamente comercial y no se encuentran registrados estudios enfocados a la infraestructura de un mercado.

2.1.1.2. Reconocimiento del terreno

Actualmente el lugar que se tiene destinado para esta construcción del mercado municipal es ocupada por una escuela de formación parvularia, antigua estación de bomberos voluntarios, centro de salud y mercado Núm. 2

existente, que pretende ser demolido para darle lugar a la construcción del edificio que se diseñará; la escuela de formación parvularia será trasladada a una nueva sede que se tiene en construcción, la estación de bomberos y el centro de salud fueron trasladados a nuevas sedes.

2.1.1.3. Análisis de suelos

En terreno donde se realizará la construcción del mercado municipal tiene un suelo que es predominantemente limo-arenoso color café oscuro; cercano al lugar existen dos calles que son vías de acceso hacia el parque central de Palín llamado La Ceiba; de frente se tiene acceso a la carretera principal de la CA-9; no se cuenta con registros de ensayos de suelos en los que se pueda comprobar la resistencia, tipo de consolidación o capacidad de drenaje para futuras construcciones; se realizó un análisis del tipo de suelo existente y un ensayo para comprobar las distintas propiedades mecánicas; los ensayos realizados se conocen con el nombre de compresión triaxial, límites de Atterberg y granulometría para suelos finos.

2.1.1.4. Ensayo de compresión triaxial

En la actualidad es el ensayo que más se utiliza para determinar los parámetros de resistencia al corte de los suelos; teóricamente se pueden variar las presiones actuantes en tres direcciones ortogonales sobre el espécimen de suelo en busca de mayor sencillez; los esfuerzos en dos de las direcciones son iguales; se realizan sobre muestras inalteradas de suelo de forma cilíndrica con un diámetro que varía desde 3,6 a 7,6 cm y con una relación de altura/diámetro de 2,2 a 3.

Ventajas del ensayo triaxial:

- Controlar la presión de confinamiento
- Control de la presión de poros
- Cuando la cámara se modifica apropiadamente es posible simular condiciones iniciales isotrópicas o anisotrópicas

La prueba triaxial se puede desarrollar en tres modalidades:

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

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

2.1.1.4.1. Etapas de un ensayo de compresión triaxial

- Primera etapa: se inicia con la aplicación de la presión de cámara, en caso de condiciones drenadas y no drenadas; lo que influirá si es consolidado o no.
- Segunda etapa: la muestra se somete a esfuerzos cortantes, induciendo esfuerzos principales diferentes entre sí.
- Esta etapa depende si es drenada o no, este proceso tiene sentido si se dreno en la primera etapa.

Tipos de ensayos triaxial:

- No consolidado-no drenado (UU): conocido como ensayo rápido – rápido.
- Consolidado-drenado (CD): es llamado también ensayo lento-lento, permite determinar los parámetros efectivos de resistencia al corte.
- Consolidado-no drenado (CU): cuando durante la ejecución del ensayo es posible la medición del exceso de presión de poros, se pueden determinar los parámetros de resistencia del suelo tanto en términos totales como efectivos.

2.1.1.4.2. Ensayo triaxial no consolidado – no drenado (UU)

Durante la ejecución de este ensayo no se permite la consolidación de la muestra, la válvula permanece cerrada durante todo el ensayo, tanto en la

etapa de consolidación durante la aplicación del esfuerzo principal menor, como en la etapa de carga, se hacen tres círculos con diferentes valores del esfuerzo principal menor, siempre procurando que en cada ensayo se duplique la presión de cámara inmediatamente anterior; con estos tres círculos se traza la envolvente Mohr Coulomb.

2.1.1.4.3. Ensayo triaxial no consolidado – drenado (CD)

La característica fundamental de la prueba es que los esfuerzos aplicados al espécimen son efectivos; el suelo se somete a una presión hidrostática, con la válvula abierta y se deja transcurrir el tiempo necesario para que haya una completa consolidación bajo la presión actuante; seguidamente la muestra es llevada a la falla aplicando la carga axial en pequeños incrementos, cada uno de los cuales se mantiene el tiempo necesario para disipar la presión de poros. Es un tipo de ensayo costoso que se usa normalmente en trabajos de investigación y el resultado es similar al del CU.

2.1.1.4.4. Ensayo triaxial consolidado – no drenado (CU)

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

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

Para el diseño del edificio del mercado municipal se realizó un ensayo de suelos a compresión triaxial (UU), dando los siguientes resultados:

Tipo de ensayo:	No consolidado – no drenado (UU)
Descripción del suelo:	Limo arenoso color café oscuro
Ángulo de fricción interna:	$\phi = 25,03^\circ$ (FS = 1)
Cohesión:	$C_u = 0,00$ (FS = 1)
Desplante:	2,50 m
Peso específico:	$\gamma_s = 1,55 \text{ t/m}^3$

Con estos valores se podrá determinar el valor soporte del suelo para el diseño de la cimentación del edificio de mercado.

2.1.1.4.5. Determinación valor soporte del suelo

Para la determinación del valor soporte se utiliza la ecuación general de Meyerhof, utilizando los datos obtenidos del ensayo triaxial realizada a la muestra de suelo.

$$q_u = c'N_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + 0.5\gamma BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

Donde:

C' = cohesión

Q = esfuerzo al nivel del desplante de la cimentación

Γ = peso específico del suelo

B = ancho de la cimentación

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$ = factores de forma

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$ = factores profundidad

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$ = factores de inclinación de carga

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga

Tabla I. Factores de capacidad de carga

Φ	N_c	N_q	N_γ
25	20,72	10,66	10,88
26	22,25	11,85	12,54

Fuente: BRAJA M. Das. *Principios de ingeniería*. p. 130.

$N_q = 10,70$ (interpolado)

$N_c = 20,76$ (interpolado)

$N_\gamma = 10,93$ (interpolado)

$$F_{cs} = 1 + B/L * N_q/N_c = 1,52$$

$$F_{qs} = 1 + B/L * \tan \phi = 1,47$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0,4 * B/L = 0,60$$

$$F_{cd} = 1 - 0,4 \tan^{-1} * B/L = 0,59$$

$$F_{qd} = 1 - 2 \tan \phi * B/L * (1 - \sin \phi)^2 * \tan^{-1} (dt/B) = 0,71$$

$$F_{ys} = 1$$

$$F_{ci} = F_{qi} = F_{yi} = 1$$

Sustituyendo valores en la ecuación general de Meyerhof:

$$q_u = 0 + (1,55) * (2,50) * (10,70) * (1,47) * (0,71) * (1) + (0,5) * (1,55) * (1,50) * (10,93) * (0,60) * (1) * (1)$$

$$q_u = 50,89 \text{ ton/m}^2 \text{ (esfuerzo límite)}$$

Cálculo de esfuerzo admisible o de diseño

$$q_a = q_d / F_s$$

$$q_a = 50,89 / 3$$

$$q_a = 16,97 \text{ Ton/m}^2 \approx 17 \text{ Ton/m}^2$$

2.1.1.5. Límites de Atterberg

Llamados límites de consistencia; se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, aunque el comportamiento varía a lo largo del tiempo; su nombre se debe al científico sueco Albert Mauritz Atterberg (1846-1916).

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según la humedad; un suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco, al agregársele agua poco a poco

va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg. Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y el contenido de humedad; para ello se forman pequeños cilindros de espesor con el suelo.

2.1.1.5.1. Límite líquido

Ocurre cuando el suelo pasa de un estado plástico a uno líquido, para la determinación de este límite se utiliza la cuchara de Casagrande.

2.1.1.5.2. Límite plástico

Cuando el suelo pasa de un estado semisólido a uno plástico.

2.1.1.6. Granulometría para suelos

Los granos que conforman el suelo y tienen diferente tamaño van desde los grandes que son los que se pueden tomar fácilmente con las manos hasta los granos pequeños, los que no se pueden ver con un microscopio; el análisis granulométrico al que se somete un suelo es de gran ayuda para la construcción de proyectos de estructuras y de carreteras, porque se puede conocer la permeabilidad y cohesión del suelo.

Los análisis granulométricos se realizarán mediante ensayos en el laboratorio con tamices de diferente enumeración, dependiendo de la separación de los cuadros de la malla, los granos que pasen o se queden en el tamiz tienen las características ya determinadas; para el ensayo o el análisis de granos gruesos será recomendado el método del tamiz, aunque cuando se trata

de granos finos no es muy preciso, porque se le es más difícil a la muestra pasar por una malla tan fina; debido a esto para el análisis granulométrico de granos finos será conveniente utilizar otro método.

2.1.2. Distribución arquitectónica

La necesidad de realizar actividades comerciales en un lugar adecuado con servicios públicos básicos, obliga a contar con una distribución de ambientes adecuados en el área de terreno; para fines estructurales es necesario considerar una distribución regular que facilite el diseño y construcción.

2.1.2.1. Distribución de ambientes en el edificio

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

El diseño del mercado municipal contará con dos módulos de edificios; siendo de dos niveles y un sótano para uso exclusivo de estacionamiento de vehículos y área de carga y descarga; de los niveles se distribuye los ambientes de la siguiente manera:

- Módulo A: es de las mayores dimensiones posee 51,63 m de largo por 26 m de ancho a ejes; aquí se ubican la mayoría de áreas de ventas tales como: frutas y verduras, carnes, pollería, mariscos, abarrotes y servicios sanitarios, ambas en el primer nivel; además de trece locales comerciales y doce locales para ventas de comidas en el segundo nivel.

- Módulo B: cuenta con dimensiones 28,63 m de largo por 6 m de ancho; aquí se ubicada el módulo de gradas y rampas de salida y entrada hacia el parqueo en el primer nivel, además de servicios sanitarios en el segundo nivel.

2.1.2.2. Alturas y cotas

La altura de los módulos A y B será de 11,5 m tomada desde el cimiento; la altura de sótano será de 5,50 m; la altura del primer y segundo nivel será de 3 m del nivel de piso al cielo raso. Los marcos del módulo A tendrán una luz crítica de 6,00 m sobre el eje X, y de 5,00 m sobre el eje Y; los marcos del módulo B tendrán una luz crítica de 6,00 m ambos sentidos.

2.1.2.3. Selección de sistema estructural

Para el diseño del edificio de dos niveles del mercado municipal se ha seleccionado el sistema de marcos rígidos, el cual consiste en elementos de un marco lineal que están sujetos rígidamente (vigas y columnas); es decir, cuando las juntas son capaces de transferir flexión entre los miembros, el sistema asume un carácter particular; si todas las juntas son rígidas es imposible cargar algunos de los miembros transversalmente sin provocar la flexión de los demás.

2.1.3. Análisis estructural

Los elementos que forman la estructura deben diseñarse para la combinación de cargas más desfavorable que pueda esperarse que ocurra durante la vida útil; los momentos, fuerzas cortantes y axiales internos se producen por el efecto combinado de cargas muertas, vivas y de sismo.

2.1.3.1. Predimensionamiento

Los marcos estructurales se diseñan para resistir cargas verticales y laterales; la respuesta ante estos eventos está en función de varios factores; inicialmente se considera el material que lo compone y las dimensiones de los elementos.

El predimensionamiento de los elementos estructurales se realiza con la finalidad de establecer la capacidad de resistir las cargas que el diseñador estime para un tipo de edificio en particular; posteriormente se verifica si las dimensiones propuestas satisfacen los requerimientos de los reglamentos de diseño.

Datos de diseño:

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

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

$$Y_{\text{concreto}} = 2\ 400 \text{ kg/ m}^3$$

2.1.3.1.1. Vigas

Es un elemento estructural horizontal diseñado para resistir deformaciones por corte, deflexión y torsión, causados por la acción de cargas gravitacionales o laterales.

En el predimensionamiento de una viga es necesario considerar las cargas que la viga soportará y la longitud que tendrá que cubrir; a través de ensayos se ha llegado a concluir que el peralte y la base están relacionados con la longitud de la viga.

Limitantes: la luz libre del elemento l_n no debe ser menor que cuatro veces la altura útil. $l_n > 4h$ (ACI 318-05, cap. 21.3.1.2)

El ancho del elemento b_w no debe ser menor que el más pequeño de 0,3 de la altura y 25 cm (ACI 318-05, cap. 21.3.1.3).

La experiencia en el diseño ha demostrado que por cada metro lineal de longitud de la viga el peralte aumenta 8 cm y su base es dividida a 1,5 del peralte, por lo que se tiene:

$$d = 0,08 * Lu$$

Donde:

d = peralte efectivo

Lu = luz peralte entre columnas

Módulo 1:

$$d = 0,08 * 6,00 = 0,48 \text{ m} \approx 0,50 \text{ m}$$

Con el resultado anterior se propone una base de 0,35 m; por lo que las dimensiones iniciales de viga son de 0,50 * 0,35 m.

Módulo 2:

$$d = 0,08 * 6,00 = 0,48 \text{ m} \approx 0,50 \text{ m}$$

Con el resultado anterior se propone una base de 0,35 m; por lo que las dimensiones iniciales de viga son de 0,50 * 0,35 m.

2.1.3.1.2. Columnas

Limitantes: la dimensión menor de la sección transversal no debe ser menor de 30 cm. (ACI 318-05, cap. 21.4.1.1).

La relación base-altura no debe ser menor que 0,4 (ACI 318-05, cap. 21.4.1.1).

Datos de carga:

- Bodegas livianas
CV = 600 Kg / m² (AGIES NR-2)
CM = losa + sobrecarga
CM = (0,12 * 2 400 kg / m³) + 100 kg / m²
CM = 388 kg / m²
- Azotea
CV = 100 kg / m² (AGIES NR-2)
CM = losa + sobrecarga
CM = (0,12 * 2 400 kg / m³) + 40 kg / m²
CM = 328 kg / m²

Módulo A

$$\text{Área tributaria columna} = 26,17 \text{ m}^2$$

Cargas totales factorizadas

$$P_u = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV (ACI 318-08, capítulo 9.2.1)}$$

- Bodegas livianas

$$P_u = 1,4 (388 \text{ kg} / \text{m}^2 * 26,17 \text{ m}^2) + 1,7 (600 \text{ kg} / \text{m}^2 * 26,17 \text{ m}^2)$$

$$P_u = 40\,908,94 \text{ kg}$$

- Azotea

$$P_u = 1,4 (328 \text{ kg} / \text{m}^2 * 26,17 \text{ m}^2) + 1,7 (100 \text{ kg} / \text{m}^2 * 26,17 \text{ m}^2)$$

$$P_u = 5\,474,76 \text{ kg}$$

Sumatoria de peso bodegas livianas más azotea:

$$\Sigma P_u = 40\,908,94 \text{ kg} + 5\,474,76 \text{ kg}$$

$$\Sigma P_u = 46\,390 \text{ kg}$$

Con el peso que soporta la columna se determinará la sección de la columna.

$$P_u = 0,80 \Phi (0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}) \quad (\text{ACI 318-05, capítulo 10.3.6.2})$$

$$0,01 A_g A_{st} \quad 0,06 A_g \quad (\text{ACI 318-05, cap. 21.4.3.1})$$

$$\Phi = 0,70, f'_c = 280 \text{ kg} / \text{cm}^2, f_y = 2\,810 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Sustituyendo valores en ecuación:

$$46\,390 \text{ kg} = 0,80 * (0,70) (0,85 * (280 \text{ kg} / \text{cm}^2) * (A_g - 0,01 A_g) + (2\,810 \text{ kg} / \text{cm}^2) * (0,01 A_g)).$$

$$46\,390 \text{ kg} = 0,56 (235,62 A_g + 28,10 A_g)$$

$$46\,390 \text{ kg} = 147,68 A_g$$

$$A_g = 314,13 \text{ cm}^2$$

Se propone una columna de 35 x 35 que supera el área necesaria y las limitantes.

Módulo B:

$$\text{Área tributaria columna} = 18 \text{ m}^2$$

Cargas totales factorizadas

$$P_u = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV (ACI 318-08, capítulo 9.2.1)}$$

- Bodegas livianas

$$P_u = 1,4 (388 \text{ kg} / \text{m}^2 * 18 \text{ m}^2) + 1,7 (600 \text{ kg} / \text{m}^2 * 18 \text{ m}^2)$$

$$P_u = 28\,137,6 \text{ kg}$$

- Azotea

$$P_u = 1,4 (328 \text{ kg} / \text{m}^2 * 18 \text{ m}^2) + 1,7 (100 \text{ kg} / \text{m}^2 * 18 \text{ m}^2)$$

$$P_u = 11\,325,6 \text{ kg}$$

Sumatoria de peso bodegas livianas más azotea:

$$\Sigma P_u = 28\,137,6 \text{ kg} + 11\,325,6 \text{ kg}$$

$$\Sigma P_u = 39\,463,2 \text{ kg}$$

Con el peso que soporta la columna se determinará la sección de la columna.

$$39\,463,2 \text{ kg} = 0,80 * (0,70) (0,85 * (280 \text{ kg} / \text{cm}^2) * (A_g - 0,01 A_g) + (2\,810 \text{ kg} / \text{cm}^2) * (0,01 A_g).$$

$$394\,63,2 \text{ kg} = 0,56 (235,62 A_g + 28,10 A_g)$$

$$394\,63,2 \text{ kg} = 147,68 A_g$$

$$A_g = 267,22 \text{ cm}^2$$

Se propone una columna de 35 x 35 que supera el área necesaria y las limitantes.

2.1.3.1.3. Losas

Es el elemento que se ocupa de la transmisión de las cargas gravitacionales a las vigas y columnas del sistema.

El espesor de la losa se obtiene mediante la expresión:

$$t = \frac{P}{180}$$

Donde:

t = espesor

p = perímetro

Para el edificio que se diseña se utilizan las dimensiones de la losa de mayor tamaño, por lo tanto el espesor calculado con la ecuación anterior es:

Módulo A:

$$t = \frac{6(2) + 5(2)}{180}$$

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

Módulo B:

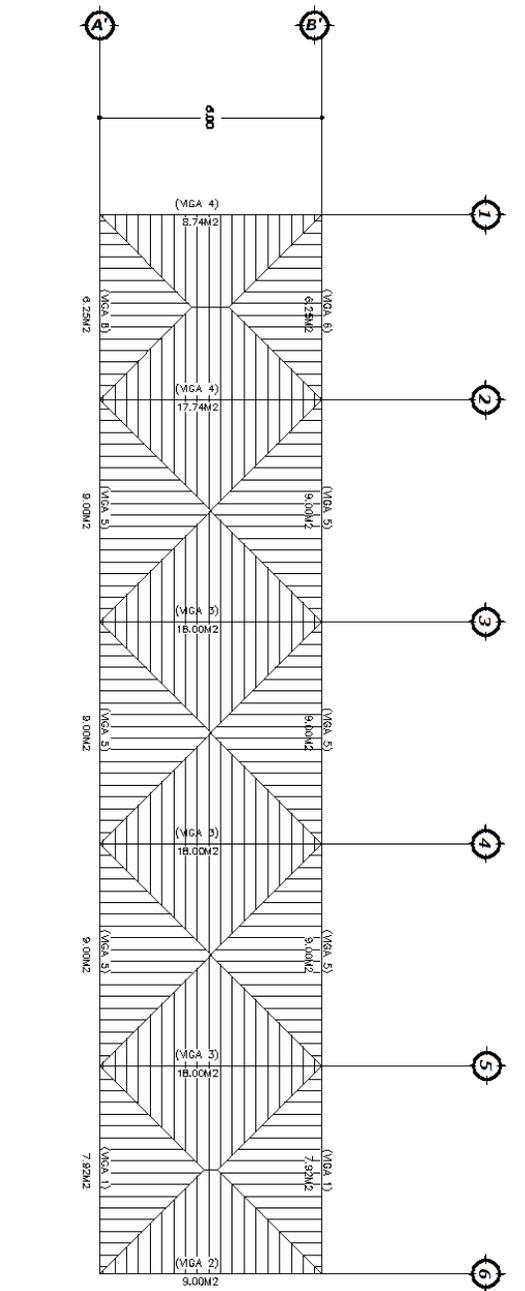
$$t = \frac{6(4)}{180}$$

$$t = 0,13 \text{ m} \approx 0,12 \text{ m}$$

2.1.3.2. Distribución de cargas gravitacionales e integración de pesos en elementos

En las siguientes figuras se detalla la distribución de cargas. Módulo A en la figura 1 y módulo B en la figura 2.

Figura 2. **Áreas tributarias para diferentes vigas según su luz efectiva eje X yY**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

2.1.3.2.1. Peso estructural

Fórmula a utilizar:

$$C_m = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{muros}}$$

Módulo A:

Azotea

$$W = 328 \text{ kg / m}^2$$

Eje A, tramo 1 – 2

Viga 1:

$$CM = (6,26 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 729,86 \text{ kg / m.}$$

Eje A, tramo 2 – 3

Viga 8:

$$CM = (8,75 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 797,53 \text{ kg / m.}$$

Eje A, tramo 5 – 6

Viga 13:

$$CM = (7,81 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 774,21 \text{ kg / m}$$

Eje B, tramo 1 – 2

Viga 2:

$$CM = (12,25 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 1\ 122,8 \text{ kg / m}$$

Eje B, tramo 2 – 3

Viga 9:

$$CM = (16,75 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 1\ 234,87 \text{ kg / m}$$

Eje B, tramo 5 – 6

Viga 14:

$$CM = (15,0 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 1\ 193,09 \text{ kg / m.}$$

Eje C, tramo 1 – 2

Viga 3:

$$CM = (12,00 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 1\ 106,4 \text{ kg / m.}$$

Eje C, tramo 2 – 3

Viga 10:

$$CM = (16,00 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 1\ 193,87 \text{ kg / m.}$$

Eje C, tramo 3 – 4

Viga 11:

$$CM = (8,00 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m})(2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 756,53 \text{ kg / m}$$

Eje C, tramo 5 – 6

Viga 15:

$$CM = (14,60 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 1\ 169,79 \text{ kg / m}$$

Eje 1, tramo A – B

Viga 4:

$$CM = (6,25 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 729,2 \text{ kg / m}$$

Eje 1, tramo B – C

Viga 5:

$$CM = (4,0 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 4 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 647,2 \text{ kg / m}$$

Eje 2, tramo A – B

Viga 6:

$$CM = (12,25 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 1\ 122,8 \text{ kg / m}$$

Eje 2, tramo B – C

Viga 7:

$$CM = (8,0 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 4 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\ 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 975,2 \text{ kg / m}$$

Eje 3, tramo C – E

Viga 12:

$$CM = (20,07 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 8 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\,400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 1\,142,07 \text{ kg / m}$$

Primer nivel y segundo nivel

$$W = 388 \text{ kg / m.}$$

Eje A, tramo 1 – 2

Viga 1:

$$CM = (6,26 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\,400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 3 \text{ m})$$

$$CM = 924,98 \text{ kg / m.}$$

Eje A, tramo 2 – 3

Viga 8:

$$CM = (8,75 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\,400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 3 \text{ m}).$$

$$CM = 1\,005,03 \text{ kg / m.}$$

Eje A, tramo 5 – 6

Viga 13:

$$CM = (7,81 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\,400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 3 \text{ m}).$$

$$CM = 977,44 \text{ kg / m}$$

Eje B, tramo 1 – 2

Viga 2:

$$CM = (12,25 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 1,5 \text{ m}).$$

$$CM = 1 329,8 \text{ kg / m}$$

Eje B, tramo 2 – 3

Viga 9:

$$CM = (16,75 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 1,5 \text{ m}).$$

$$CM = 1 462,37 \text{ kg / m.}$$

Eje B, tramo 5 – 6

Viga 14:

$$CM = (15,0 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 1,5 \text{ m}).$$

$$CM = 1 412,94 \text{ kg / m.}$$

Eje C, tramo 1 – 2

Viga 3:

$$CM = (12,00 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 1,5 \text{ m}).$$

$$CM = 1 310,4 \text{ kg / m.}$$

Eje C, tramo 2 – 3

Viga 10:

$$CM = (16,00 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 1,5 \text{ m}).$$

$$CM = 1 413,87 \text{ kg / m.}$$

Eje C, tramo 3 – 4

Viga 11:

$$CM = (8,00 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 1,5 \text{ m}).$$

$$CM = 896,53 \text{ kg / m}.$$

Eje C, tramo 5 – 6

Viga 15:

$$CM = (14,60 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 1,5 \text{ m}).$$

$$CM = 1 385,38 \text{ kg / m}.$$

Eje 1, tramo A – B

Viga 4:

$$CM = (6,25 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 1,5 \text{ m}).$$

$$CM = 864,2 \text{ kg / m}.$$

Eje 1, tramo B – C

Viga 5:

$$CM = (4,0 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 4 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 1,5 \text{ m}).$$

$$CM = 767,2 \text{ kg / m}.$$

Eje 2, tramo A – B

Viga 6:

$$CM = (12,25 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 1,5 \text{ m}).$$

$$CM = 1 329,8 \text{ kg / m}.$$

Eje 2, tramo B – C

Viga 7:

$$CM = (8,0 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 4 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\,400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 1,5 \text{ m}).$$

$$CM = 1\,155,2 \text{ kg / m}.$$

Eje 3, tramo C – E

Viga 12:

$$CM = (20,07 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 8 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\,400 \text{ kg / m}^3) + (40 \text{ kg / m}^2 * 1,5 \text{ m}).$$

$$CM = 1\,352,60 \text{ kg / m}.$$

Módulo B

Azotea

$$W = 328 \text{ kg / m}^2$$

Eje A tramo 1 – 2

Viga 6:

$$CM = (6,25 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\,400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 729,2 \text{ kg / m}.$$

Eje A tramo 2 – 3

Viga 5:

$$CM = (9 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\,400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 811,2 \text{ kg / m}.$$

Eje A tramo 5 – 6

Viga 1:

$$CM = (7,92 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 780,61 \text{ kg / m.}$$

Eje 3 tramo A' – B'

Viga 3:

$$CM = (16 \text{ m}^2 * 328 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 1 193,87 \text{ kg / m.}$$

Primer y segundo nivel

$$W = 388 \text{ kg / m}^2$$

Eje A' tramo 1 – 2

Viga 6:

$$CM = (6,25 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 804,2 \text{ kg / m.}$$

Eje A' tramo 2 – 3

Viga 5:

$$CM = (9 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 901,2 \text{ kg / m.}$$

Eje A' tramo 5 – 6

Viga 1:

$$CM = (7,92 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2 400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 865,02 \text{ kg / m.}$$

Eje 3, tramo A' – B'

Viga 3:

$$CM = (16 \text{ m}^2 * 388 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m} + (0,38 \text{ m}) (0,35 \text{ m}) (2\,400 \text{ kg / m}^3)$$

$$CM = 1\,353,87 \text{ kg / m.}$$

2.1.3.2.2. Peso no estructural

Ecuaciones a utilizar:

$$CV = \frac{\text{Área total} * \sum \text{carga en viga}}{\text{Longitud de la viga}}$$

Módulo A

Azotea

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

Eje A, tramo 1 – 2

Viga 1:

$$CV = (6,26 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m}$$

$$CV = 125 \text{ kg / m}^2$$

Eje A, tramo 2 – 3

Viga 8:

$$CV = (8,75 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m}$$

$$CV = 145,83 \text{ kg / m}^2$$

Eje A, tramo 5 – 6

Viga 13:

$$CV = (7,81 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m}$$

$$CV = 136,72 \text{ kg / m}^2$$

Eje B, tramo 1 – 2

Viga 2:

$$CV = (12,25 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m}$$

$$CV = 245 \text{ kg / m}^2$$

Eje B, tramo 2 – 3

Viga 9:

$$CV = (16,75 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m}$$

$$CV = 279,17 \text{ kg / m}^2$$

Eje B, tramo 5 – 6

Viga 14:

$$CV = (15,0 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m}$$

$$CV = 266,43 \text{ kg / m}^2$$

Eje C, tramo 1 – 2

Viga 3:

$$CV = (12,00 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m}$$

$$CV = 240 \text{ kg / m}^2$$

Eje C, tramo 2 – 3

Viga 10:

$$CV = (16,00 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m}$$

$$CV = 266,67 \text{ kg / m}^2$$

Eje C, tramo 3 – 4

Viga 11:

$$CV = (8,00 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m}$$

$$CV = 133,33 \text{ kg / m}^2$$

Eje C, tramo 5 – 6

Viga 15:

$$V = (14,60 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m}$$

$$CV = 259,33 \text{ kg / m}^2$$

Eje 1, tramo A – B

Viga 4:

$$CV = (6,25 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m}$$

$$CV = 125 \text{ kg / m}^2$$

Eje 1, tramo B – C

Viga 5:

$$CV = (4,0 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 4 \text{ m.}$$

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

Eje 2, tramo A – B

Viga 6:

$$CV = (12,25 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m.}$$

$$CV = 250 \text{ kg / m}^2$$

Eje 2, tramo B – C

Viga 7:

$$CV = (8,0 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 4 \text{ m.}$$

$$CV = 200 \text{ kg / m}^2$$

Eje 3, tramo C – E

Viga 12:

$$CV = (20,07 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 8 \text{ m.}$$

$$CV = 250,88 \text{ kg / m}^2.$$

Primer y segundo nivel

$$W = 600 \text{ kg / m}^2.$$

Eje A, tramo 1 – 2

Viga 1:

$$CV = (6,26 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m.}$$

$$CV = 751,2 \text{ kg / m}^2.$$

Eje A, tramo 2 – 3

Viga 8:

$$CV = (8,75 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m.}$$

$$CV = 875 \text{ kg / m}^2.$$

Eje A, tramo 5 – 6

Viga 13:

$$CV = (7,81 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m.}$$

$$CV = 832,33 \text{ kg / m}^2.$$

Eje B, tramo 1 – 2

Viga 2:

$$CV = (12,25 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m.}$$

$$CV = 1470 \text{ kg / m}^2.$$

Eje B, tramo 2 – 3

Viga 9:

$$CV = (16,75 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m.}$$

$$CV = 1\,675 \text{ kg / m}^2.$$

Eje B, tramo 5 – 6

Viga 14:

$$CV = (15,0 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m.}$$

$$CV = 1\,598,58 \text{ kg / m}^2.$$

Eje C, tramo 1 – 2

Viga 3:

$$CV = (12,00 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m.}$$

$$CV = 1\,440 \text{ kg / m}^2.$$

Eje C, tramo 2 – 3

Viga 10:

$$CV = (16,00 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m.}$$

$$CV = 1\,600 \text{ kg / m}^2.$$

Eje C, tramo 3 – 4

Viga 11:

$$CV = (8,00 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m.}$$

$$CV = 800 \text{ kg / m}^2.$$

Eje C, tramo 5 – 6

Viga 15:

$$CV = (14,60 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m.}$$

$$CV = 1\,555,95 \text{ kg / m}^2.$$

Eje 1, tramo A – B

Viga 4:

$$CV = (6,25 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m.}$$

$$CV = 750 \text{ kg / m}^2.$$

Eje 1, tramo B – C

Viga 5:

$$CV = (4,0 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 4 \text{ m.}$$

$$CV = 600 \text{ kg / m}^2.$$

Eje 2, tramo A – B

Viga 6:

$$CV = (12,25 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m.}$$

$$CV = 1\,500 \text{ kg / m}^2.$$

Eje 2, tramo B – C

Viga 7:

$$CV = (8,0 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 4 \text{ m.}$$

$$CV = 1\,200 \text{ kg / m}^2.$$

Eje 3, tramo C – E

Viga 12:

$$CV = (20,07 \text{ m}^2 * 600 \text{ g / m}^2) / 8 \text{ m.}$$

$$CV = 1\,505,25 \text{ kg / m}^2.$$

Módulo B

Azotea

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

Eje A' tramo 1 – 2

Viga 6:

$$CV = (6,25 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m.}$$

$$CV = 125 \text{ kg / m.}$$

Eje A' tramo 2 – 3

Viga 5:

$$CV = (9 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m.}$$

$$CV = 150 \text{ kg / m.}$$

Eje A' tramo 5 – 6

Viga 1:

$$CV = (7,92 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m.}$$

$$CV = 140,68 \text{ kg / m.}$$

Eje 3, tramo A' – B'

Viga 3:

$$CV = (16 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m.}$$

$$CV = 266,67 \text{ kg / m.}$$

Primer y segundo nivel

$$W = 600 \text{ kg / m}^2$$

Eje A' tramo 1 – 2

Viga 6:

$$CV = (6,25 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 5 \text{ m.}$$

$$CV = 750 \text{ kg / m.}$$

Eje A' tramo 2 – 3

Viga 5:

$$CV = (9 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m.}$$

$$CV = 900 \text{ kg / m.}$$

Eje A' tramo 5 – 6

Viga 1:

$$CV = (7,92 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 5,63 \text{ m.}$$

$$CV = 844,05 \text{ kg / m.}$$

Eje 3, tramo A' – B'

Viga 3:

$$CV = (16 \text{ m}^2 * 600 \text{ kg / m}^2) / 6 \text{ m.}$$

$$CV = 1 600 \text{ kg / m.}$$

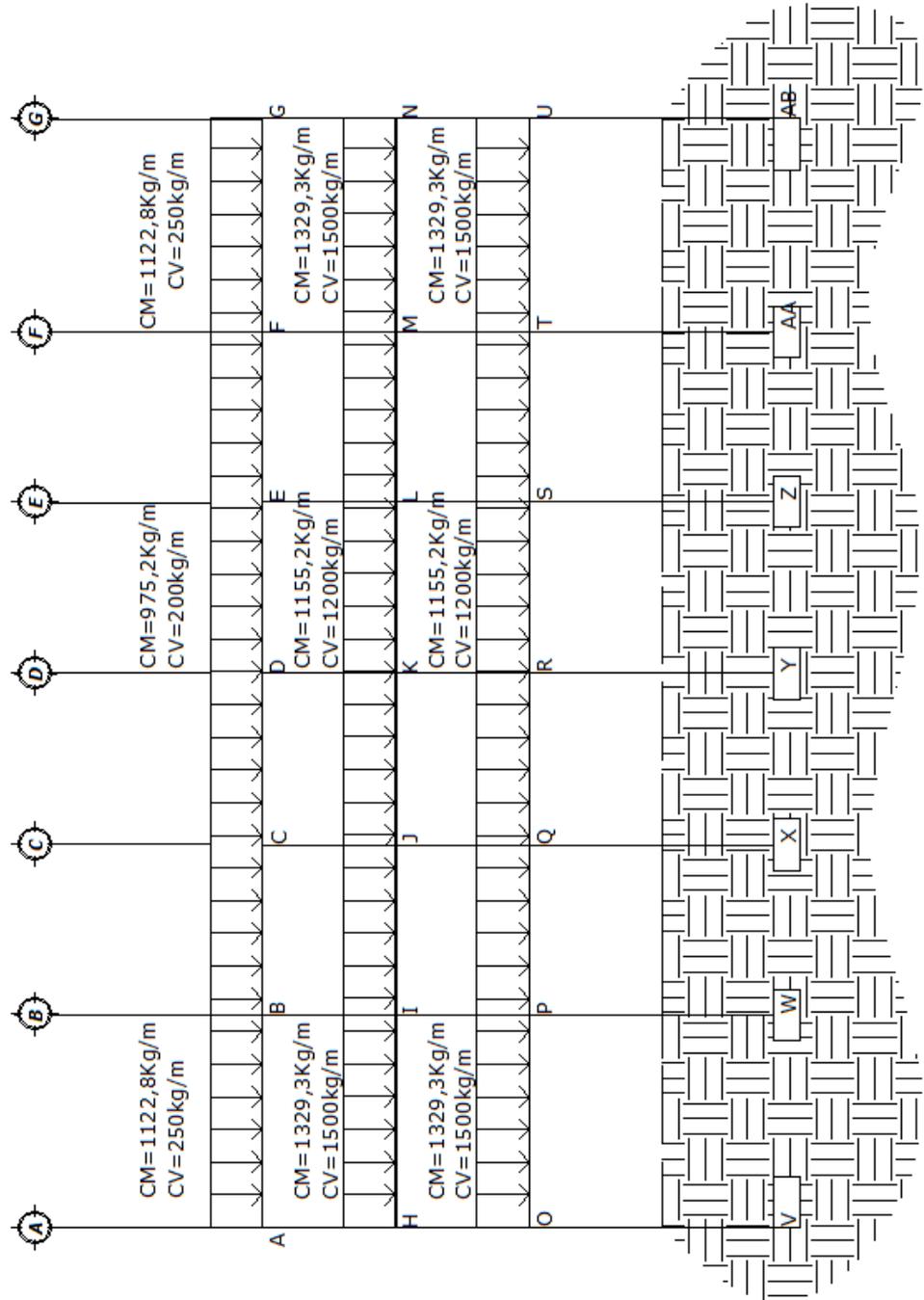
2.1.3.3. Integración de cargas sobre marcos

La integración de cargas sobre marcos se presenta en los siguientes subtítulos.

2.1.3.3.1. Integración de cargas eje X

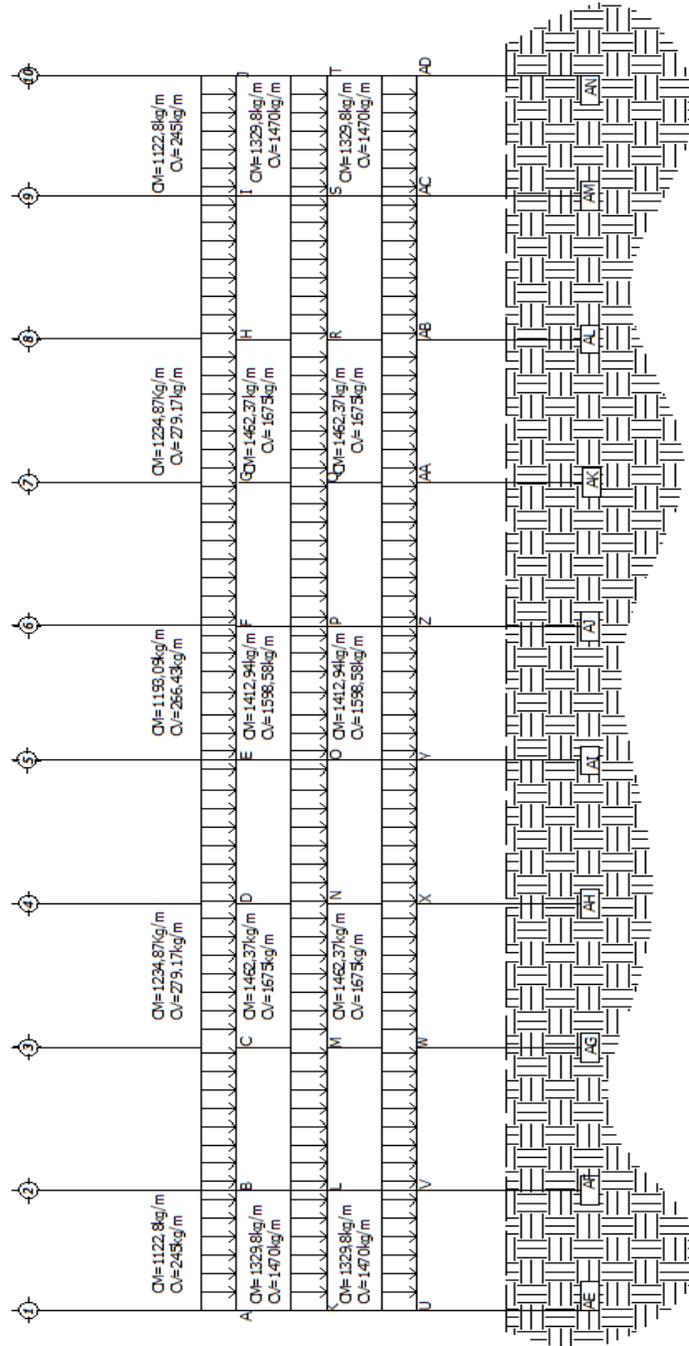
Para el módulo A se presenta el diseño correspondiente en las figuras 3 y 4.

Figura 3. Diagrama de carga muerta y viva eje Y crítica (eje 2)



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

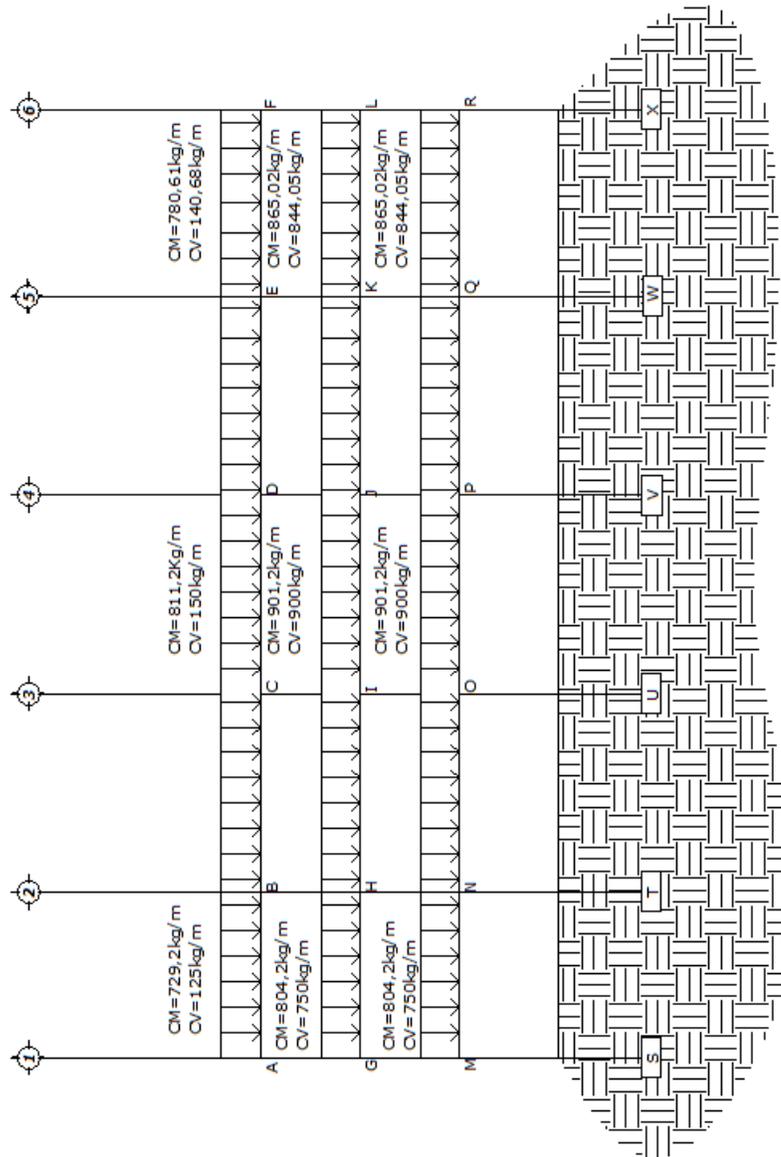
Figura 4. Diagrama de carga muerta y viva eje X crítica (eje B)



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

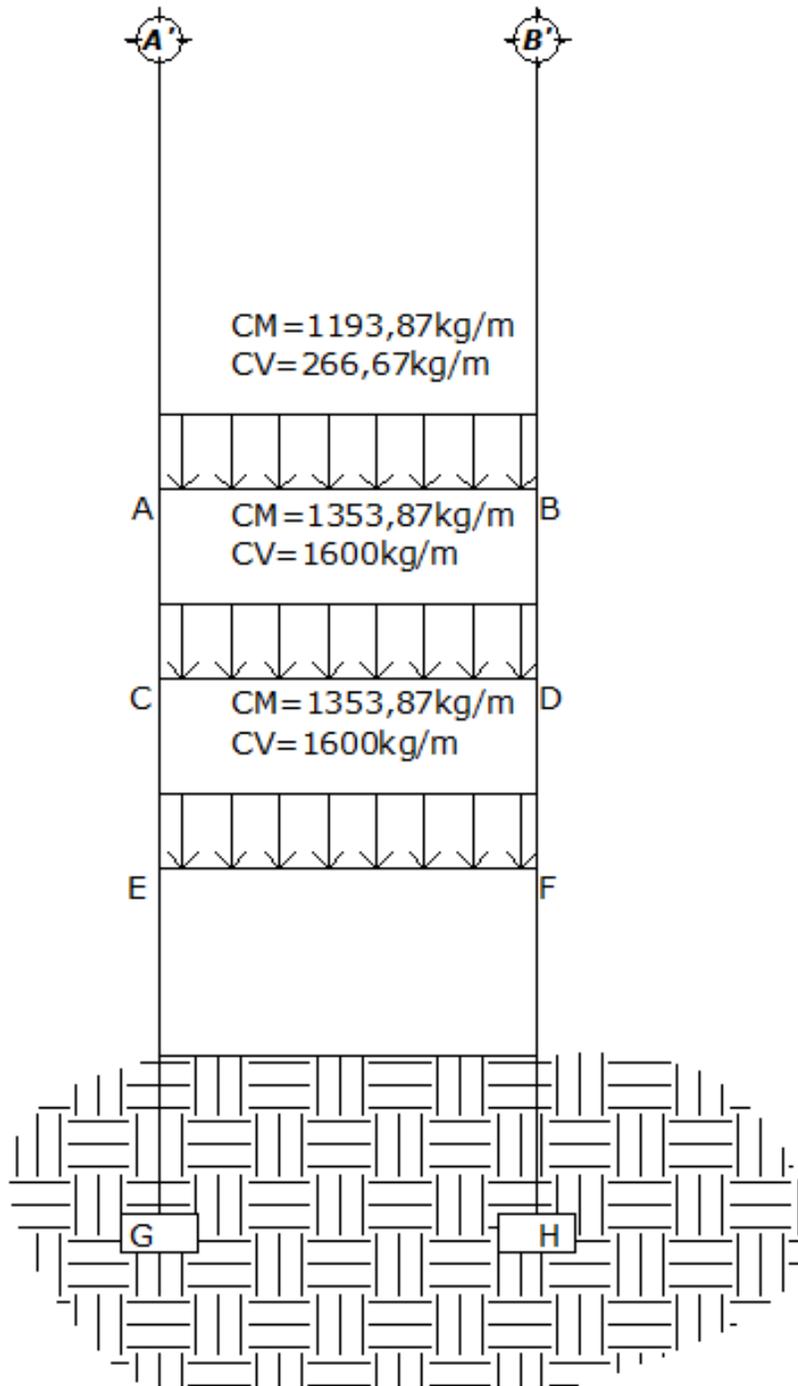
Para el módulo B se presenta el diseño correspondiente en las figuras 5 y 6.

Figura 5. Diagrama de carga muerta y viva eje X crítica (eje A')



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 6. Diagrama de carga muerta y viva eje Y crítica (eje 3)



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

2.1.3.4. Determinación de fuerzas horizontales, corte basal, método UBC – 97

Existen dos fuerzas horizontales que son de viento y sismo, a las que se encuentra expuesto comúnmente un edificio; regularmente se considera en el análisis estructural únicamente una de las dos, ya que los fenómenos naturales que la provocan no se presentan simultáneamente. En este caso se diseñará con la fuerza de sismo, ya que Guatemala es un país con alto riesgo sísmico; por esa razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas al edificio se utilizará el método UBC-97 (Uniform Building Code, California) volumen 2, de la manera siguiente:

- Corte basal (V): es la fuerza que se transmite al edificio en la base.

Para obtener el valor, se usa la fórmula siguiente:

$$V = C_v * I * \frac{W}{R * T} \text{ (UBC 1 630,2,1 (30 – 4))}$$

Pero no debe exceder a lo siguiente:

$$V = \frac{2,5 C_a * I}{R} * W \text{ (UBC 1 630,2,1 (30 – 5))}$$

No necesita de lo siguiente:

$$V = 0,11 * C_a * I * W \text{ (UBC 1 630,2,1 (30 – 6))}$$

Para zona sísmica 4 no debe ser menor de lo siguiente:

$$V = \frac{0,8 * Z * N_v * I}{R} * W \text{ (UBC 1 630,2,1 (30 - 6))}$$

Donde:

Z = coeficiente que depende de la zona; para Palín, Escuintla usar 0,40 (ver figura 18).

I = coeficiente de importancia de la obra; para este caso usar 1,00, se tomará el valor de un mercado municipal (Tabla 16-K UBC).

R= coeficiente que depende del tipo de sistema estructural por ser marcos rígidos se tomará un valor de 8,5 (UBC TABLA 16-N).

T = período natural de vibración. $T = C_t * (h_n)^{3/4}$ (UBC 1630.2.2 (308)).

C_t = coeficiente que depende del tipo de sistema estructural utilizado para marcos resistentes a momentos $C_t = 0,0731$ (sistema métrico) (UBC 1630.2.2).

C_a = coeficiente sísmico; para este caso utilizar $C_a = 0,44 * N_a$ (UBC Tabla 16-Q).

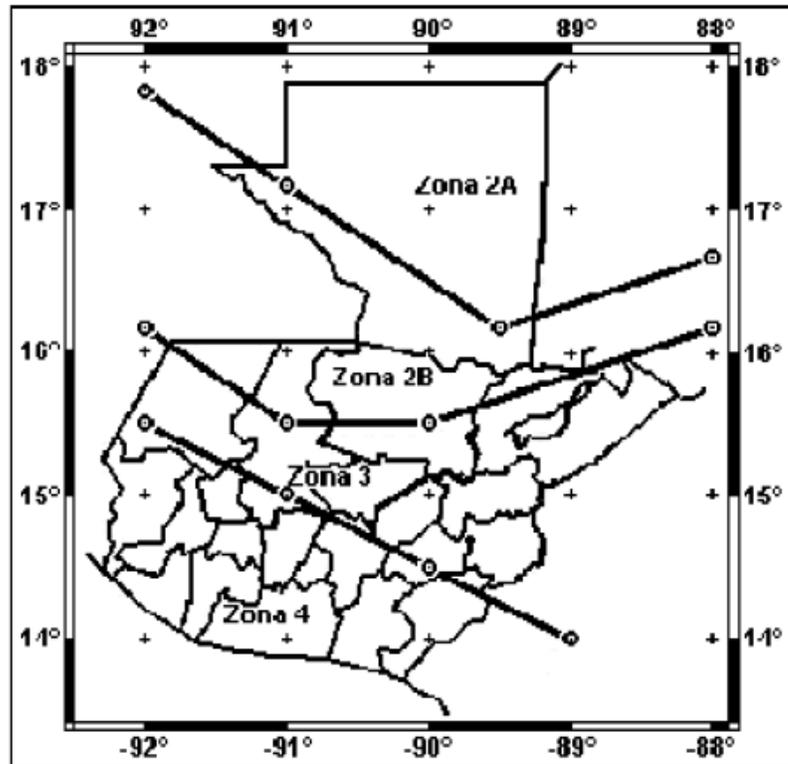
C_v = coeficiente sísmico; para este caso utilizar $C_v = 0,64 * N_v$ (UBC Tabla 16-R).

N_a = factor que depende del tipo de estructura y del punto más cercano del origen de la actividad sísmica; para este caso utilizar 1,3 (UBC tabla 16-S).

N_v = factor que depende del tipo de estructura y del punto más cercano del origen de la actividad sísmica; para este caso utilizar 1,6 (UBC tabla 16-T).

W = peso propio de la estructura + 50 % de la carga viva (CV).

Figura 7. **Mapa de macrozonificación sísmica de la República de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Tabla II. **Factor (Z) de zona sísmica**

Zona	Z
2 ^a	0,15
2B	0,20
3	0,30
4	0,40

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Módulo A

El valor del peso de la estructura se calcula así:

$$W_{\text{losa}} = 2\,400 \text{ kg} / \text{m}^3 * 0,12 \text{ m} = 288 \text{ kg} / \text{m}^2.$$

$$W_{\text{viga}} = 2\,400 \text{ kg} / \text{m}^3 * 0,38 \text{ m} * 0,35 \text{ m} = 319 \text{ kg} / \text{m}.$$

$$W_{\text{columna}} = 2\,400 \text{ kg} / \text{m}^3 * 0,35 \text{ m} * 0,35 \text{ m} = 294 \text{ kg} / \text{m}$$

$$W_{\text{sillar}} = 40 \text{ kg} / \text{m}^2 * 1,50 \text{ m} = 60 \text{ kg} / \text{m}.$$

$$W_{\text{viva (azotea)}} = 100 \text{ Kg} / \text{m}^2.$$

$$W_{\text{viva (2do y 1er nivel)}} = 600 \text{ kg} / \text{m}^2.$$

Para el corte basal los pesos serán tomados a la mitad de la estructura

$$W_{\text{losa}} = 288 \text{ kg} / \text{m}^2 * 1\,352 \text{ m}^2 = 389\,376 \text{ kg}.$$

$$W_{\text{viga}} = 319 \text{ kg} / \text{m} * 612 \text{ m} = 195\,228 \text{ kg}.$$

$$W_{\text{columna}} = 294 \text{ kg} / \text{m} * (2,5 \text{ m} / 2) * 70 = 25\,725 \text{ kg}.$$

$$W_{\text{sillar}} = 60 \text{ kg} / \text{m} * 156 \text{ m} = 9\,360 \text{ kg}.$$

$$W_{\text{viva (azotea)}} = 100 \text{ kg} / \text{m}^2 * 1\,352 \text{ m}^2 = 135\,200 \text{ kg}.$$

$$W_{\text{viva (2do y 1er nivel)}} = 600 \text{ kg} / \text{m}^2 * 1\,352 \text{ m}^2 = 811\,200 \text{ kg}.$$

$$C_{\text{m (azotea)}} = (389\,376 + 195\,228 + 9\,360 + 12\,862,5) = 606\,826,5 \text{ kg}.$$

$$C_{\text{m (2do nivel)}} = (389\,376 + 195\,228 + 9\,360 + 25\,725) = 619\,689,0 \text{ kg}.$$

$$C_{\text{m (1er nivel)}} = (389\,376 + 195\,228 + 9\,360 + 51\,450) = 645\,414,0 \text{ kg}.$$

$$W_{\text{t}} = 606\,826,5 \text{ kg} + 0,25 (135\,200 \text{ kg}) + 619\,689,0 \text{ kg} + 0,250 (811\,200 \text{ kg}) + \\ 645\,414,0 \text{ kg} + 0,520 (811\,200 \text{ kg}).$$

$$W_{\text{t}} = 2\,311\,329,5 \text{ kg} \simeq 2\,311,33 \text{ ton}.$$

Módulo B

Para el corte basal los pesos serán tomados a la mitad de la estructura

$$W_{\text{losa}} = 288 \text{ kg / m}^2 * 173,15 \text{ m}^2 = 49\,867,2 \text{ kg.}$$

$$W_{\text{viga}} = 319 \text{ kg / m} * 111,26 \text{ m} = 35\,600,0 \text{ kg.}$$

$$W_{\text{columna}} = 294 \text{ kg / m} * (2,5 \text{ m} / 2) * 14 = 5145,0 \text{ kg.}$$

$$W_{\text{sillar}} = 60 \text{ kg / m} * 46,63 \text{ m} = 2797,8 \text{ kg.}$$

$$W_{\text{viva (azotea)}} = 100 \text{ kg / m}^2 * 173,15 \text{ m}^2 = 17\,315 \text{ kg.}$$

$$W_{\text{viva (2do y 1er nivel)}} = 600 \text{ kg / m}^2 * 173,15 \text{ m}^2 = 103\,890 \text{ kg.}$$

$$C_m \text{ (azotea)} = (49\,867,2 + 35\,600,0 + 2\,572,2 + 2\,797,8) = 90\,837,6 \text{ kg.}$$

$$C_m \text{ (2do nivel)} = (49\,867,2 + 35\,600,0 + 5154 + 2\,797,8) = 93\,410,4 \text{ kg.}$$

$$C_m \text{ (1er nivel)} = (38\,937,6 + 195\,228 + 9\,360 + 51\,450) = 97\,526,4 \text{ kg.}$$

$$W_t = 90\,837,6 \text{ kg} + 0,250 (17\,315 \text{ kg}) + 93\,410,4 \text{ kg} + 0,250 (103\,890 \text{ kg}) + 97\,526,4 \text{ kg} + 0,250 (103\,890 \text{ kg}).$$

$$W_t = 3\,338\,047,55 \text{ kg} \approx 338,05 \text{ ton.}$$

Y los factores para el corte basal en ambos módulos son los siguientes:

Factor de zona	$Z = 0,400$
Coeficiente de importancia	$I = 1,000$
Coeficiente de sistema estructura	$R = 8,500$
Período natural de vibración	$T = 0,4565$
Coeficiente de sistema estructural para período	$C_t = 0,073$
Coeficiente sísmico	$C_a = 0,572$
Coeficiente sísmico	$C_v = 1,024$

Factor de cercanía a fuente	$N_a = 1,300$
Factor de cercanía a fuente	$N_v = 1,600$

Por tanto los valores para el corte basal dan como resultado

Módulo A

Valor base:

$$V = 1,024 * 1,00 * \frac{2311,33}{8,5 * 0,4565} = 609,96 \text{ Ton}$$

Pero no debe exceder a lo siguiente:

$$V = \frac{2,5 * 0,572 * 1,00}{8,5} * 2311,33 = 388,85 \text{ Ton}$$

No necesita de lo siguiente:

$$V = 0,11 * 0,572 * 1,00 * 2311,33 = 145,43 \text{ Ton}$$

Para zona sísmica 4 no debe ser menor de lo siguiente:

$$V = \frac{0,8 * 0,40 * 1,6 * 1,00}{8,5} * 2311,33 = 139,22 \text{ Ton}$$

Por tanto el valor de corte basal a usarse será el determinado como el factor de la ecuación (30-5) $V = 388,85 \text{ ton}$.

Módulo B

Valor base:

$$V = 1,024 * 1,00 * \frac{388,05}{8,5 * 0,4565} = 102,41 \text{ ton}$$

Pero no debe exceder a lo siguiente:

$$V = \frac{2,5 * 0,572 * 1,00}{8,5} * 388,05 = 65,28 \text{ ton}$$

No necesita de lo siguiente:

$$V = 0,11 * 0,572 * 1,00 * 388,05 = 24,42 \text{ ton}$$

Para zona sísmica 4 no debe ser menor de lo siguiente:

$$V = \frac{0,8 * 0,40 * 1,6 * 1,00}{8,5} * 388,05 = 23,37 \text{ ton}$$

Por tanto el valor de corte basal a usarse será el determinado como el factor de la ecuación (30-5), $V = 65,28 \text{ ton}$.

2.1.3.4.1. Determinación de fuerzas por nivel

Fórmula:

$$F_x = \frac{(V - F_t) * W_n H_n}{\sum W_n H_n}$$

Donde:

Fx = fuerza por nivel V corte basal

Ft = fuerza de tope

Wn = peso propio de la estructura + 50 % de las cargas vivas por nivel

Hn = altura medida desde la cimentación al nivel considerado

Dado que se utiliza el valor de corte basal promedio se aplicará el mismo valor tanto para los ejes X y Y.

Módulo A:

$F_t = 0,7 * T * V$ se toma en cuenta debido que el valor del T > 0,25

$$F_t = 0,7 * 0,4565 * 388,85$$

$$F_t = 124,26$$

Tabla III. **Fuerzas por nivel I**

Nivel	Wn(ton)	Hn(m)	HnWn	Ft	V	Fx(ton)
Azotea	640,63	11,5	7367,24	124,26	388,85	226,73
2	822,49	8,50	6991,17	124,26	388,85	97,24
1	848,21	5,50	4665,15	124,26	388,85	64,89
			19023,57		Total	388,85

Fuente: elaboración propia.

Módulo B:

$F_t = 0,7 * T * V$ se toma en cuenta debido que el valor del $T > 0,25$

$$F_t = 0,7 * 0,4565 * 65,28$$

$$F_t = 21,00$$

Tabla IV. **Fuerzas por nivel II**

Nivel	Wn(ton)	Hn(m)	HnWn	Ft	V	Fx(ton)
Azotea	95,17	11,5	1094,45	21,00	65,28	38,38
2	119,38	8,50	1014,73	21,00	65,28	16,11
1	123,50	5,50	679,25	21,00	65,28	10,79
			2788,43	Total		65,28

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.4.2. **Determinación de centro de masa**

Debido a que existe simetría entre los elementos estructurales, el valor de centro de masa tanto del sótano, nivel 1 y 2, será el mismo; por lo que se calculará únicamente para el primer nivel, por ser el más crítico.

El centro de masa se determina como la distancia al centro de cada eje

$$X_{cm} = X/2; Y_{cm} = Y/2$$

Por lo que el centro de masa se encuentra ubicado según las dimensiones del

Módulo A:

$$X_{cm} = 51,63 \frac{m}{2} = 25,82 \text{ m}$$

$$Y_{cm} = 26,00 \frac{m}{2} = 13,00 \text{ m}$$

Módulo B:

$$X_{cm} = \frac{34,63 \text{ m}}{2} = 17,315 \text{ m}$$

$$Y_{cm} = \frac{6,00 \text{ m}}{2} = 3,00 \text{ m}$$

2.1.3.4.3. Determinación de centro de rigidez

Para la determinación del centro de rigidez, dado que existe simetría entre los elementos estructurales (columnas), se utilizará un valor de $K = 1$ para cada una de ellas.

El centro de rigidez se define como:

$$C_{rx} = \frac{\sum K * X}{\sum K}$$

$$C_{ry} = \frac{\sum K * Y}{\sum K}$$

Donde:

K = rigidez de los elementos por ser de igual sección la rigidez es la misma

Módulo A:

$$C_{rx} = (260 K + 210 K + 170 K + 130 K + 90 K + 50 K + 0 K) / 70 K$$

$$C_{rx} = 13,00 \text{ m}$$

$$C_{ry} = (361,41 K + 319,41 K + 277,41 K + 235,41 K + 196 K + 154 K + 112 K + 70 K + 35 K + 0 K) / 70 K$$

$$C_{ry} = 25,152$$

Módulo B:

$$C_{rx} = (42 K + 0 K) / 14 K$$

$$C_{rx} = 3,00 \text{ m}$$

$$C_{ry} = (69,26 K + 58 K + 46 K + 34 K + 22 K + 10 K + 0 K) / 14 K$$

$$C_{ry} = 17,09 \text{ m}$$

2.1.3.4.4. Cálculo de excentricidades

Se conoce como excentricidad a la distancia tanto horizontal como vertical que existe entre el centro de masa y el de rigidez, por lo que se define como:

Módulo A:

$$e_x = (25,815 - 25,152) = 0,663$$

$$e_y = (13,00 - 13,00) = 0,00$$

Excentricidad de diseño

$$e_{xy} = 1,5e + 0,05b_{xy}$$

$$e_{dx} = 1,5(0,663) + 0,05(51,63) = 3,576$$

$$e_{dy} = 1,5(0) + 0,05(26) = 1,30$$

Módulo B:

$$e_x = (17,315 - 17,09) = 0,225$$

$$e_y = (3,00 - 3,00) = 0,00$$

Excentricidad de diseño

$$e_{xy} = 1,5e + 0,05b_{xy}$$

$$e_{dx} = 1,5(0,225) + 0,05(34,63) = 2,069$$

$$e_{dy} = 1,5(0) + 0,05(6,00) = 0,30$$

2.1.3.4.5. Fuerzas por marco

Fórmula:

$$F_{\text{marco}} = \frac{K_{\text{lateral del marco}}}{K_{\text{lateral total}}} * F_{\text{piso}}$$

Módulo A:

Tabla V. **Cálculo de fuerzas de marco eje 1 hasta eje 10**

Nivel	Klat. muro/ Klat. total	Fpiso	Fmarco
Azotea	1/10	226,73	22,67
2	1/10	97,24	9,72
1	1/10	64,89	6,49

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Cálculo de fuerzas de marco eje A hasta eje G**

Nivel	Klat. muro/ Klat. total	Fpiso	Fmarco
Azotea	1/7	226,73	32,39
2	1/7	97,24	13,89
1	1/7	64,89	9,27

Fuente: elaboración propia.

Módulo B:

Tabla VII. **Cálculo de fuerzas de marco eje 1 hasta eje 6**

Nivel	Klat. muro/ Klat. total	Fpiso	Fmarco
Azotea	1/7	38,38	5,48
2	1/7	16,11	2,30
1	1/7	10,79	1,54

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Cálculo de fuerzas de marco eje A' y B'**

Nivel	Klat. muro/ Klat. total	Fpiso	Fmarco
Azotea	½	38,38	19,19
2	½	16,11	8,06
1	½	10,79	5,40

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.4.6. Fuerzas producidas por torsión

Momento torsional:

$$V_x = \frac{M_r * C_{rx}}{J_r} * K_x$$

$$V_y = \frac{M_r * C_{ry}}{J_r} * K_y$$

Donde:

$$Mr = 100 \% Fy * edx + 30 \% Fx * edy$$

$$Jr = \sum(Kx * Ycr^2 + Ky * Xcr^2)$$

Módulo A:

Sentido Y

$$Mr3 = 226,73 * 3,576 + 0,30 * 226,73 * 1,30 = 899,21$$

$$Mr2 = 97,24 * 3,576 + 0,30 * 97,24 * 1,30 = 385,65$$

$$Mr1 = 64,89 * 3,576 + 0,30 * 64,89 * 1,30 = 257,35$$

Sentido X

$$Mr3 = 226,73 * 1,30 + 0,30 * 226,73 * 3,576 = 537,98$$

$$Mr2 = 97,24 * 1,30 + 0,30 * 97,24 * 3,576 = 230,73$$

$$Mr1 = 64,89 * 1,30 + 0,30 * 64,89 * 3,576 = 153,97$$

Rigidez rotacional:

$$Kmarco 1 = (0,0052E) (7) = 0,0364E$$

$$Kmarco A = (0,0052E) (10) = 0,052E$$

$$Jr = [(0,0364E) * (25,1522 + 20,1522 + 14,1522 + 8,1522 + 2,1522 \\ + 3,4782 + 9,4782 + 15,4782 + 21,4782 + 26,4782) \\ + (0,052E)(132 + 82 + 42 + 02 + 44 + 82 + 132)]$$

$$Jr = 128,325 E$$

Cortante torsional:

Azotea:

$$Vm_1 = (899,21 * 25,152) * 0,0364E / 128,325E = 6,41 \text{ ton}$$

$$Vm_2 = (899,21 * 20,152) * 0,0364E / 128,325E = 5,14 \text{ ton}$$

$$Vm_3 = (899,21 * 14,152) * 0,0364E / 128,325E = 3,61 \text{ ton}$$

$$Vm_4 = (899,21 * 8,152) * 0,0364E / 128,325E = 2,08 \text{ ton}$$

$$Vm_5 = (899,21 * 2,152) * 0,0364E / 128,325E = 0,55 \text{ ton}$$

$$Vm_6 = (899,21 * 3,478) * 0,0364E / 128,325E = 0,89 \text{ ton}$$

$$Vm_7 = (899,21 * 9,478) * 0,0364E / 128,325E = 2,42 \text{ ton}$$

$$Vm_8 = (899,21 * 15,478) * 0,0364E / 128,325E = 3,95 \text{ ton}$$

$$Vm_9 = (899,21 * 21,478) * 0,0364E / 128,325E = 5,48 \text{ ton}$$

$$Vm_{10} = (899,21 * 26,478) * 0,0364E / 128,325E = 6,75 \text{ ton}$$

$$Vm_A = (537,98 * 13) * 0,052E / 128,325E = 2,83 \text{ ton}$$

$$Vm_B = (537,98 * 8) * 0,052E / 128,325E = 1,74 \text{ ton}$$

$$Vm_C = (537,98 * 4) * 0,052E / 128,325E = 0,87 \text{ ton}$$

$$Vm_D = (537,98 * 0) * 0,052E / 128,325E = 0 \text{ ton}$$

$$Vm_E = (537,98 * 4) * 0,052E / 128,325E = 0,87 \text{ ton}$$

$$Vm_F = (537,98 * 8) * 0,052E / 128,325E = 1,74 \text{ ton}$$

$$Vm_G = (537,98 * 13) * 0,052E / 128,325E = 2,83 \text{ ton}$$

Nivel 2:

$$Vm_1 = (385,65 * 25,152) * 0,0364E / 128,325E = 2,75 \text{ ton}$$

$$Vm_2 = (385,65 * 20,152) * 0,0364E / 128,325E = 2,20 \text{ ton}$$

$$Vm_3 = (385,65 * 14,152) * 0,0364E / 128,325E = 1,55 \text{ ton}$$

$$Vm_4 = (385,65 * 8,152) * 0,0364E / 128,325E = 0,89 \text{ ton}$$

$$Vm_5 = (385,65 * 2,152) * 0,0364E / 128,325E = 0,24 \text{ ton}$$

$$Vm_6 = (385,65 * 3,478) * 0,0364E / 128,325E = 0,38 \text{ ton}$$

$$Vm_7 = (385,65 * 9,478) * 0,0364E / 128,325E = 1,04 \text{ ton}$$

$$Vm_8 = (385,65 * 15,478) * 0,0364E / 128,325E = 1,69 \text{ ton}$$

$$Vm_9 = (385,65 * 21,478) * 0,0364E / 128,325E = 2,35 \text{ ton}$$

$$Vm_{10} = (385,65 * 26,478) * 0,0364E / 128,325E = 2,90 \text{ ton}$$

$$Vm_A = (230,73 * 13) * 0,052E / 128,325E = 1,22 \text{ ton}$$

$$Vm_B = (230,73 * 8) * 0,052E / 128,325E = 0,75 \text{ ton}$$

$$Vm_C = (230,73 * 4) * 0,052E / 128,325E = 0,37 \text{ ton}$$

$$Vm_D = (230,73 * 0) * 0,052E / 128,325E = 0 \text{ ton}$$

$$Vm_E = (230,73 * 4) * 0,052E / 128,325E = 0,37 \text{ ton}$$

$$Vm_F = (230,73 * 8) * 0,052E / 128,325E = 0,75 \text{ ton}$$

$$Vm_G = (230,73 * 13) * 0,052E / 128,325E = 1,22 \text{ ton}$$

Nivel 1:

$$Vm_1 = (257,35 * 25,152) * 0,0364E / 128,325E = 1,84 \text{ ton}$$

$$Vm_2 = (257,35 * 20,152) * 0,0364E / 128,325E = 1,47 \text{ ton}$$

$$Vm_3 = (257,35 * 14,152) * 0,0364E / 128,325E = 1,03 \text{ ton}$$

$$Vm_4 = (257,35 * 8,152) * 0,0364E / 128,325E = 0,60 \text{ ton}$$

$$Vm_5 = (257,35 * 2,152) * 0,0364E / 128,325E = 0,16 \text{ ton}$$

$$Vm_6 = (257,35 * 3,478) * 0,0364E / 128,325E = 0,25 \text{ ton}$$

$$Vm_7 = (257,35 * 9,478) * 0,0364E / 128,325E = 0,69 \text{ ton}$$

$$Vm_8 = (257,35 * 15,478) * 0,0364E / 128,325E = 1,23 \text{ ton}$$

$$Vm_9 = (257,35 * 21,478) * 0,0364E / 128,325E = 1,57 \text{ ton}$$

$$Vm_{10} = (257,35 * 26,478) * 0,0364E / 128,325E = 1,93 \text{ ton}$$

$$Vm_A = (153,97 * 13) * 0,052E / 128,325E = 0,81 \text{ ton}$$

$$Vm_B = (153,97 * 8) * 0,052E / 128,325E = 0,50 \text{ ton}$$

$$Vm_C = (153,97 * 4) * 0,052E / 128,325E = 0,25 \text{ ton}$$

$$Vm_D = (153,97 * 0) * 0,052E / 128,325E = 0 \text{ ton}$$

$$Vm_E = (153,97 * 4) * 0,052E / 128,325E = 0,25 \text{ ton}$$

$$Vm_F = (153,97 * 8) * 0,052E / 128,325E = 0,50 \text{ ton}$$

$$Vm_G = (153,97 * 13) * 0,052E / 128,325E = 0,81 \text{ ton}$$

Para determinar las cargas por marco se debe sumar la fuerza torsional con la traslacional.

Tabla IX. Fuerzas laterales por marco, módulo A

Sentido	Marco	Azotea	Nivel 2	Nivel 1
X-X	A	35,42	15,11	10,08
	B	34,33	14,64	9,77
	C	33,46	14,26	9,52
	D	32,39	13,89	9,27
	E	33,46	14,26	9,52
	F	34,33	14,64	9,77
	G	35,42	15,11	10,08
Y-Y	1	29,08	12,47	8,33
	2	27,81	11,92	7,96
	3	26,28	11,27	7,52
	4	24,75	10,61	7,09
	5	23,22	9,96	6,65
	6	23,56	10,1	6,74
	7	25,09	10,76	7,18
	8	26,62	11,41	7,72
	9	28,15	12,07	8,06
	10	29,42	12,67	8,42

Fuente: elaboracion propia.

Módulo B:

Sentido Y

$$Mr3 = 38,38 * 2,069 + 0,30 * 38,38 * 0,30 = 82,86$$

$$Mr2 = 16,11 * 2,069 + 0,30 * 16,11 * 0,30 = 34,78$$

$$Mr1 = 10,79 * 2,069 + 0,30 * 10,79 * 0,30 = 23,30$$

Sentido X

$$Mr_3 = 38,30 * 0,30 + 0,30 * 38,30 * 2,069 = 35,26$$

$$Mr_2 = 16,11 * 0,30 + 0,30 * 16,11 * 2,069 = 14,83$$

$$Mr_1 = 10,79 * 0,30 + 0,30 * 10,79 * 0,30 = 4,21$$

Rigidez rotacional:

$$K_{marco 1} = (0,0052E) (2) = 0,0104E$$

$$K_{marco A'} = (0,0052E) (7) = 0,0364E$$

$$J_r = [(0,0104E) * (17,09^2 + 12,09 + 6,09^2 + 0,09^2 + 5,91^2 + 11,91^2 + 17,54^2) + (0,0364E) * (3^2 + 0^2 + 3^2)]$$

$$J_r = 10,6337E$$

Cortante torsional:

Azotea:

$$V_{m_1} = (82,86 * 17,09) * 0,0104E / 10,6337E = 1,38 \text{ ton}$$

$$V_{m_2} = (82,86 * 12,09) * 0,0104E / 10,6337E = 0,98 \text{ ton}$$

$$V_{m_3} = (82,86 * 6,09) * 0,0104E / 10,6337E = 0,49 \text{ ton}$$

$$V_{m_4} = (82,86 * 0,09) * 0,0104E / 10,6337E = 0,007 \text{ ton}$$

$$Vm_5 = (82,86 * 5,91) * 0,0104E / 10,6337E = 0,48 \text{ ton}$$

$$Vm_6 = (82,86 * 11,91) * 0,0104E / 10,6337E = 0,97 \text{ ton}$$

$$Vm_{A'} = (35,26 * 3,00) * 0,052E / 10,6337E = 0,52 \text{ ton}$$

$$Vm_{B'} = (35,26 * 3,00) * 0,052E / 10,6337E = 0,52 \text{ ton}$$

Nivel 2

$$Vm_1 = (34,78 * 17,09) * 0,0104E / 10,6337E = 0,58 \text{ ton}$$

$$Vm_2 = (34,78 * 12,09) * 0,0104E / 10,6337E = 0,41 \text{ ton}$$

$$Vm_3 = (34,78 * 6,09) * 0,0104E / 10,6337E = 0,21 \text{ ton}$$

$$Vm_4 = (34,78 * 0,09) * 0,0104E / 10,6337E = 0,003 \text{ ton}$$

$$Vm_5 = (34,78 * 5,91) * 0,0104E / 10,6337E = 0,09 \text{ ton}$$

$$Vm_6 = (34,78 * 11,91) * 0,0104E / 10,6337E = 0,20 \text{ ton}$$

$$Vm_{A'} = (14,83 * 3,00) * 0,052E / 10,6337E = 0,21 \text{ ton}$$

$$Vm_{B'} = (14,83 * 3,00) * 0,052E / 10,6337E = 0,21 \text{ ton}$$

Nivel 1

$$Vm_1 = (23,30 * 17,09) * 0,0104E / 10,6337E = 0,38 \text{ ton}$$

$$Vm_2 = (23,30 * 12,09) * 0,0104E / 10,6337E = 0,28 \text{ ton}$$

$$Vm_3 = (23,30 * 6,09) * 0,0104E / 10,6337E = 0,14 \text{ ton}$$

$$Vm_4 = (23,30 * 0,09) * 0,0104E / 10,6337E = 0,002 \text{ ton}$$

$$Vm_5 = (23,30 * 5,91) * 0,0104E / 10,6337E = 0,13 \text{ ton}$$

$$Vm_6 = (23,30 * 11,91) * 0,0104E / 10,6337E = 0,27 \text{ ton}$$

$$Vm_{A'} = (4,21 * 3,00) * 0,052E / 10,6337E = 0,06 \text{ ton}$$

$$Vm_{B'} = (4,21 * 3,00) * 0,052E / 10,6337E = 0,06 \text{ ton}$$

Tabla X. **Fuerzas laterales por marco, módulo B**

Sentido	Marco	Azotea (ton)	Nivel 2 (ton)	Nivel 1 (ton)
X-X	A'	19,71	8,27	5,46
	B'	19,71	8,27	5,46
Y-Y	1	6,86	2,88	1,92
	2	6,46	2,71	1,82
	3	5,97	2,51	1,68
	4	5,49	2,30	1,54
	5	5,96	2,39	1,67
	6	6,45	2,50	1,81

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.5. Análisis estructural por método numérico y SAP

En los siguientes subtítulos se detalla el análisis estructural por el método numérico y SAP.

2.1.3.5.1. Análisis de marcos dúctiles, método de Kani

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

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

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

$$MFik = + - WL^2 / 12$$

- Rigideces de los elementos (Kik)

$$Kik = I/Lik$$

Donde: I = inercia del elemento

L= longitud del elemento

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

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

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

$$M_s = \sum M_{Fik}$$

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

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

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

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

- Fuerza cortante en el piso (Qn): 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.

$$M_n = Q_n * H_n / 3$$

$$H_n = \text{es la altura del piso n}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Donde:

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

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

Tabla XI. **Cálculo de momentos fijos, momentos de sujeción**

NODOS	MOMENTOS FIJOS	MOMENTOS DE SUJECION
A-B	-2339.17	-2339.17
B-A	2339.17	1038.90
B-C	-1300.27	
C-B	1300.27	0.00
C-D	-1300.27	
D-C	1300.27	0.00
D-E	-1300.27	
E-D	1300.27	0.00
E-F	-1300.27	
F-E	1300.27	-1038.90
F-G	-2339.17	
G-F	2339.17	2339.17
H-I	-2770.42	-2770.42
I-H	2770.42	1230.15
I-J	-1540.27	
J-I	1540.27	0.00
J-K	-1540.27	
K-J	1540.27	0.00
K-L	-1540.27	
L-K	1540.27	0.00
L-M	-1540.27	
M-L	1540.27	-1230.15
M-N	-2770.42	
N-M	2770.42	2770.42
O-P	-2770.42	-2770.42
P-O	2770.42	1230.15
P-Q	-1540.27	
Q-P	1540.27	0.00
Q-R	-1540.27	
R-Q	1540.27	0.00
R-S	-1540.27	
S-R	1540.27	0.00
S-T	-1540.27	
T-S	1540.27	4310.68
T-U	2770.42	
U-T	-2770.42	-2770.42

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de rigideces de viga y columna:

$$I_{\text{viga}} = (0,35) (0,50)^3 / 12 = 364\,583,33 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{columna}} = (0,35) (0,35)^3 / 12 = 125\,052,08 \text{ cm}^4$$

$$\text{Inercia relativa viga} = 364\,583,33 / 125\,052,08 = 2,92$$

$$\text{Inercia relativa columna} = 1$$

Tabla XII. **Rigideces en vigas**

A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G
0,58309	0,72886				0,58309
H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	M-N
0,58309	0,72886				0,58309
O-P	P-Q	Q-R	R-S	S-T	T-U
0,58309	0,72886				0,58309

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Rigideces en columnas**

A-H	B-I	C-J	D-K	E-L	F-M	G-N
0,33333						
H-O	I-P	J-Q	K-R	L-S	M-T	N-U
0,33333						
O-V	P-W	K-R	R-Y	S-Z	T-AA	U-AB
0,18182						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Factores de giro en azotea

	AZOTEA	FACTORES DE GIRO
NODO A	A-B	-0,31813
	A-H	-0,18187
NODO B	B-A	-0,17720
	B-C	-0,22150
	B-I	-0,10130
NODO C	C-B	-0,20347
	C-D	-0,20347
	C-J	-0,09305
NODO D	D-C	-0,20347
	D-E	-0,20347
	D-K	-0,09305
NODO E	E-D	-0,20347
	E-F	-0,20347
	E-L	-0,09305
NODO F	F-E	-0,22150
	F-G	-0,17720
	F-M	-0,10130
NODO G	G-F	-0,31813
	G-N	-0,18187

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Factores de giro en segundo nivel

	2DO NIVEL	FACTORES DE GIRO
NODO H	H-I	-0,23328
	H-A	-0,13336
	H-O	-0,13336
NODO I	I-H	-0,14735
	I-J	-0,18418
	I-B	-0,08423
	I-P	-0,08423
NODO J	J-I	-0,17155
	J-K	-0,17155
	J-C	-0,07845
	J-Q	-0,07845
NODO K	K-J	-0,17155
	K-L	-0,17155
	K-D	-0,07845
	K-R	3,35511
NODO L	L-K	-0,17155
	L-M	-0,17155
	L-E	-0,07845
	L-S	-0,07845
NODO M	M-L	-0,18418
	M-N	-0,14735
	M-F	-0,08423
	M-T	-0,08423
NODO N	N-M	-0,23328
	N-G	-0,13336
	N-U	-0,13336

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Factores de giro en primer nivel

	1ER NIVEL	FACTORES DE GIRO
NODO O	O-P	-0,26547
	O-H	-0,15176
	O-V	-0,08278
NODO P	P-O	-0,15957
	P-Q	-0,19946
	P-I	-0,09122
	P-W	-0,04976
NODO Q	Q-P	-0,18472
	Q-R	-0,18472
	Q-J	-0,08448
	Q-X	-0,04608
NODO R	R-Q	-0,18472
	R-S	-0,18472
	R-K	-0,08448
	R-Y	-0,04608
NODO S	S-R	-0,18472
	S-T	-0,18472
	S-L	-0,08448
	S-Z	-0,04608
NODO T	T-S	-0,19946
	T-U	-0,15957
	T-M	-0,09122
	T-AA	-0,04976
NODO U	U-T	-0,26547
	U-N	-0,15176
	U-AB	-0,08278

Fuente: elaboración propia.

Primera iteración

Nodo A:

$$M'_{AB} = (-0,3181) (-2339,17) = 744,17$$

$$M'_{AH} = (-0,1819) (-2339,17) = 425,42$$

Nodo B:

$$M'_{BA} = (-0,1772) (1\ 038,90 + 744,17) = -315,96$$

$$M'_{BC} = (-0,2215) (1\ 038,90 + 744,17) = -394,95$$

$$M'_{BI} = (-0,1013) (1\ 038,90 + 744,17) = -180,62$$

Nodo C:

$$M'_{CB} = (-0,2035) (0 - 394,95) = 80,36$$

$$M'_{CD} = (-0,2035) (0 - 394,95) = 80,36$$

$$M'_{CJ} = (-0,0931) (0 - 394,95) = 36,75$$

Este procedimiento se repite hasta culminar con el último nudo en la secuencia A – B – C – D – E – F – G – N – M – L – K – J – I – H – O – P – Q – R – S – T-U.

Segunda iteración:

Nodo A:

$$M'_{AB} = (-0,3181) (-2339,17 - 315,96 + 333,19) = 744,17$$

$$M'_{AH} = (-0,1819) (-2893,75 - 315,96 + 333,19) = 422,28$$

Nodo B:

$$M'_{BA} = (-0,1772) (1\ 038,90 + 738,69 + 80,36 - 87,72) = -313,68$$

$$M'_{BC} = (-0,2215) (1\ 038,90 + 738,69 + 80,36 - 87,72) = -392,10$$

$$M'_{BI} = (-0,1013) (1\ 038,90 + 738,69 + 80,36 - 87,72) = -179,32$$

Nodo C:

$$M'_{CB} = (-0,2035)(0 - 392,10 - 16,35 - 3,69) = 83,86$$

$$M'_{CD} = (-0,2035)(0 - 392,10 - 16,35 - 3,69) = 83,86$$

$$M'_{CJ} = (-0,0931)(0 - 392,10 - 16,35 - 3,69) = 38,35$$

Las iteraciones se siguen realizando hasta que los valores de la influencia de giro obtenidos en todos los nudos, sean iguales o próximos.

Momentos finales

Nudo A:

$$M_{AB} = -2\,339,17 + 2(752,84) - 310,27 = -1\,143,75$$

$$M_{AH} = 0 + 2(430,37) + 283,00 = 1\,143,75$$

Nudo B:

$$M_{BA} = 2\,339,17 + 2(-310,27) + 752,84 = 2\,471,48$$

$$M_{BC} = -1\,300,27 + 2(-387,83) + 77,16 = -1\,998,77$$

$$M_{BI} = 0 + 2(-177,37) - 117,97 = -472,71$$

Nodo C:

$$M'_{CB} = 1\,300,37 + 2(77,16) - 387,83 = 1\,066,76$$

$$M'_{CD} = -1\,300,37 + 2(77,16) - 4,71 = -1\,150,66$$

$$M'_{CJ} = 0 + 2(35,28) + 13,33 = 83,90$$

Este mismo procedimiento se utilizó para determinar los momentos en todos los demás marcos en carga muerta y viva.

Carga sísmica:

Tabla XVII. **Fuerzas cortantes y momentos de piso para cada nivel**

FUERZAS CORTANTES
27810,00
39 730,00
47690,00
MOMENTOS DE PISO
27 810,00
39730,00
87 431,67

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Factores de corrimiento**

FACTORES DE CORRIMIENTO						
SEGUNDO NIVEL						
A-H	B-I	C-J	D-K	E-L	F-M	G-N
-0,21429						
PRIMER NIVEL						
H-O	I-P	J-Q	K-R	L-S	M-T	N-U
-0,21429						
SOTANO						
O-V	P-W	K-R	R-Y	S-Z	T-AA	U-AB
-0,21429						

Fuente: elaboración propia.

Primera iteración:

Influencia de giro:

Nodo A:

$$M'_{AB} = (-0,3181)(0) = 0$$

$$M'_{AH} = (-0,1819)(0) = 0$$

Nodo B:

$$M'_{BA} = (-0,1772)(0 + 0) = 0$$

$$M'_{BC} = (-0,2215)(0 + 0) = 0$$

$$M'_{BI} = (-0,1013)(0 + 0) = 0$$

Nodo C:

$$M'_{CB} = (-0,2035)(0 + 0) = 0$$

$$M'_{CD} = (-0,2035)(0 + 0) = 0$$

$$M'_{CJ} = (-0,0931)(0 + 0) = 0$$

Este procedimiento se repite hasta culminar con el último nudo en la secuencia A – B – C – D – E – F – G – N – M – L – K – J – I – H – O – P – Q – R – S – T-U.

Segunda iteración:

Nodo A:

$$M'_{AB} = (-0,3181)(0 + 0 + 0 - 5\,959,29) = 1895,85$$

$$M'_{AH} = (-0,1819)(0 + 0 + 0 - 5\,959,29) = 1083,79$$

Nodo B:

$$M'_{BA} = (-0,1772) (0 + 0 + 1\ 895,85 - 5\ 959,29) = 720,04$$

$$M'_{BC} = (-0,2215) (0 + 0 + 1\ 895,85 - 5\ 959,29) = 900,05$$

$$M'_{BI} = (-0,1013) (0 + 0 + 1\ 895,85 - 5\ 959,29) = 411,62$$

Nodo C:

$$M'_{CB} = (-0,2035) (0 + 900,05 - 5\ 959,29) = 1029,42$$

$$M'_{CD} = (-0,2035) (0 + 900,05 - 5\ 959,29) = 1029,42$$

$$M'_{CJ} = (-0,0931) (0 + 900,05 - 5\ 959,29) = 470,79$$

Las iteraciones se siguen realizando hasta que los valores de la influencia de giro obtenidos en todos los nudos sean iguales o próximos.

Momentos finales:

Nudo A:

$$M_{AB} = 0 + 2 (1\ 992,62) + 856,64 = 4\ 841,97$$

$$M_{AH} = 0 + 2 (1\ 139,14) + 2\ 177,74 - 9\ 297,99 = -4841,97$$

Nodo B:

$$M_{BA} = 0 + 2 (856,64) + 1\ 992,62 = 3\ 705,95$$

$$M_{BC} = 0 + 2 (1\ 070,80) + 1\ 183,78 = 3\ 325,38$$

$$M_{BI} = 0 + 2 (489,71) + 1\ 287,22 - 9\ 297,99 = -7031,33$$

Nodo C:

$$M'_{CB} = 0 + 2 (1\ 183,78) + 1\ 070,80 = 3\ 438,36$$

$$M'_{CD} = 0 + 2 (1\ 183,78) + 1\ 152,00 = 3\ 519,5$$

$$M'_{CJ} = 0 + 2 (531,38) + 1\ 257,32 - 9\ 297,99 = -6\ 957,91$$

Tabla XIX. **Marco sentido Y, momentos de vigas carga muerta**

A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G
-1 143,75	-1 998,77	-1 150,66	-1 371,16	-1 072,97	-2 469,01
B-A	C-B	D-C	E-D	F-E	G-F
2 471,48	1 066,76	1 368,00	1 172,62	1 939,26	1 238,92
H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	N-M
-1 986,70	-2 027,04	-1 465,67	-1 602,56	-1 272,28	1 563,15
I-H	J-I	K-J	L-K	M-L	M-N
2 852,73	1 340,58	1 602,06	1 366,69	2 361,11	-2 824,57
O-P	P-Q	Q-R	R-S	S-T	T-U
-1 594,54	-2 232,07	-1 440,18	-1 424,42	-2 238,99	2 003,95
P-O	Q-P	R-Q	S-R	T-S	U-T
2 895,40	1 314,06	1 501,06	1 950,45	-561,72	-1 499,17

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Marco sentido Y, momentos de columnas carga muerta**

A-H	B-I	C-J	D-K	E-L	F-M	G-N
1 143,75	-472,71	83,90	3,16	-99,65	529,75	-1 238,92
H-A	I-B	J-C	K-D	L-E	M-F	N-G
996,37	-413,31	61,94	12,78	-114,96	578,99	-1 294,13
H-O	I-P	J-Q	K-R	L-S	M-T	N-U
990,32	-412,38	63,14	-12,28	20,55	-115,53	-269,02
O-H	P-I	Q-J	R-K	S-L	T-M	U-N
1131,65	-470,85	86,31	-46,95	171,38	-859,30	811,15
O-V	P-W	Q-X	R-Y	S-Z	T-AA	U-AB
462,90	-192,48	39,81	-29,68	117,17	-582,93	687,86
V-O	W-P	X-Q	Y-R	Z-S	AA-T	AB-U
231,45	-96,24	19,91	-14,84	58,58	-291,47	343,93

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Marco sentido Y, momentos positivos de vigas carga muerta**

A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G
1701,14	417,64	691,07	678,51	444,29	1 654,78
H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	N-M
1 735,91	626,59	776,54	825,77	493,71	1 961,76
O-P	P-Q	Q-R	R-S	S-T	T-U
1910,66	537,34	839,78	622,96	910,04	2 404,07

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Marco sentido Y, momentos de vigas carga viva**

A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G
-446,48	-323,62	-267,87	-261,65	-248,29	-519,82
B-A	C-B	D-C	E-D	F-E	G-F
522,60	241,28	258,09	292,64	256,49	553,83
H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	N-M
-2 059,77	-2298,13	-1 473,52	-1691,43	-1 254,93	1 582,02
I-H	J-I	K-J	L-K	M-L	M-N
3206,32	1 331,98	1690,86	1 361,88	2674,95	-3 174,56
O-P	P-Q	Q-R	R-S	S-T	T-U
-1 842,78	-2 412,72	-1 484,45	-1 470,65	-2 373,96	2 302,72
P-O	Q-P	R-Q	S-R	T-S	U-T
3223,68	1 330,64	1 557,10	2 060,04	-738,64	-1 646,89

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Marco sentido Y, momentos de columnas carga viva**

A-H	B-I	C-J	D-K	E-L	F-M	G-N
446,48	-198,98	26,59	3,56	-44,35	263,33	-553,83
H-A	I-B	J-C	K-D	L-E	M-F	N-G
808,95	-357,48	50,36	14,42	-110,17	544,37	-1 144,82
H-O	I-P	J-Q	K-R	L-S	M-T	N-U
1 250,82	-550,71	91,19	-13,85	3,22	-44,77	-437,19
O-H	P-I	Q-J	R-K	S-L	T-M	U-N
1330,20	-585,44	108,25	-52,96	182,42	-914,94	861,27
O-V	P-W	Q-X	R-Y	S-Z	T-AA	U-AB
512,58	-225,52	45,57	-33,48	131,50	-649,14	785,47
V-O	W-P	X-Q	Y-R	Z-S	AA-T	AB-U
256,29	-112,76	22,78	-16,74	65,75	-324,57	392,73

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Marco sentido Y, momentos positivos de vigas carga viva**

A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G
296,71	117,55	137,02	122,85	147,61	244,42
H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	N-M
2 054,46	584,95	817,81	873,34	435,06	2 309,21
O-P	P-Q	Q-R	R-S	S-T	T-U
2154,27	528,32	879,22	634,65	843,70	2712,69

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Marco sentido Y, momentos de vigas carga sísmica

A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G
4841,97	3 325,38	3 438,36	3 487,78	3 438,36	3 705,95
B-A	C-B	D-C	E-D	F-E	G-F
3705,95	3 438,36	3 487,78	3 519,56	3 325,38	4 841,97
H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	M-N
9 870,64	8 378,53	8 272,67	8 297,61	8 313,13	8 312,89
I-H	J-I	K-J	L-K	M-L	N-M
8312,89	8 313,13	8 297,61	8 272,67	8 378,53	9 870,64
O-P	P-Q	Q-R	R-S	S-T	T-U
19641,13	13 520,02	14 190,56	14 101,98	13 899,58	15 076,75
P-O	Q-P	R-Q	S-R	T-S	U-T
15076,75	13 899,58	14 101,98	14 190,56	13 520,02	19 641,13

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Marco sentido Y, momentos de columnas carga sísmica

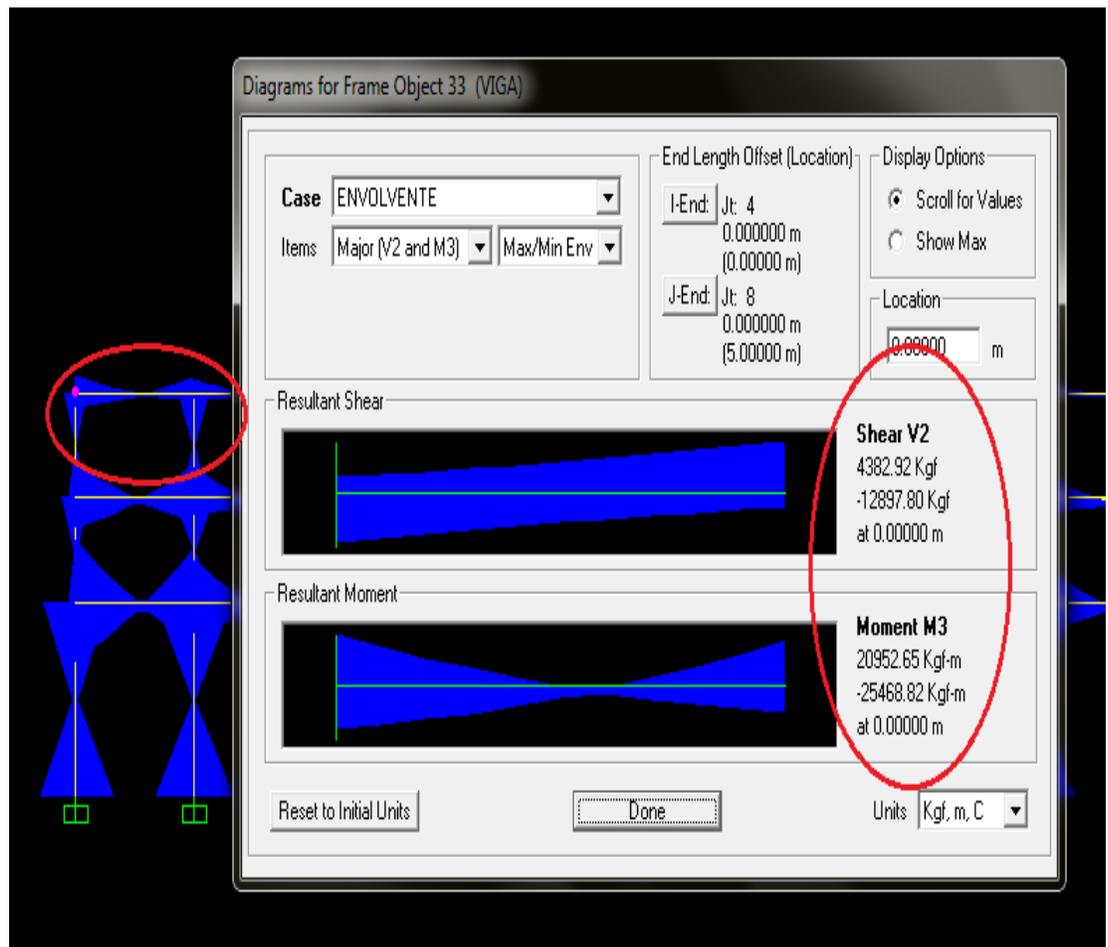
A-H	B-I	C-J	D-K	E-L	F-M	G-N
-4841,97	-7 031,33	-6 957,91	-6 975,57	-6 957,91	-7 031,33	-4 841,97
H-A	I-B	J-C	K-D	L-E	M-F	N-G
-3 803,37	-6 233,82	-6241,97	-6 233,69	-6 241,97	-6 233,82	-3 803,37
H-O	I-P	J-Q	K-R	L-S	M-T	N-U
-6067,27	-10 457,60	-10 343,83	-10 361,53	-10 343,83	-10 457,60	-6 067,27
O-H	P-I	Q-J	R-K	S-L	T-M	U-N
-3 632,52	-9 741,64	-9 424,38	-9 494,00	-9 424,38	-9 741,64	-3 632,67
O-V	P-W	Q-X	R-Y	S-Z	T-AA	U-AB
-16008,62	-18 855,13	-18 665,77	-18 709,96	-18 665,77	-18 855,13	-16 008,62
V-O	W-P	X-Q	Y-R	Z-S	AA-T	AB-U
-18 524,52	-19 947,78	-19 853,10	-19 875,20	-19 853,10	-19 947,78	-18 524,52

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.5.2. Análisis por SAP

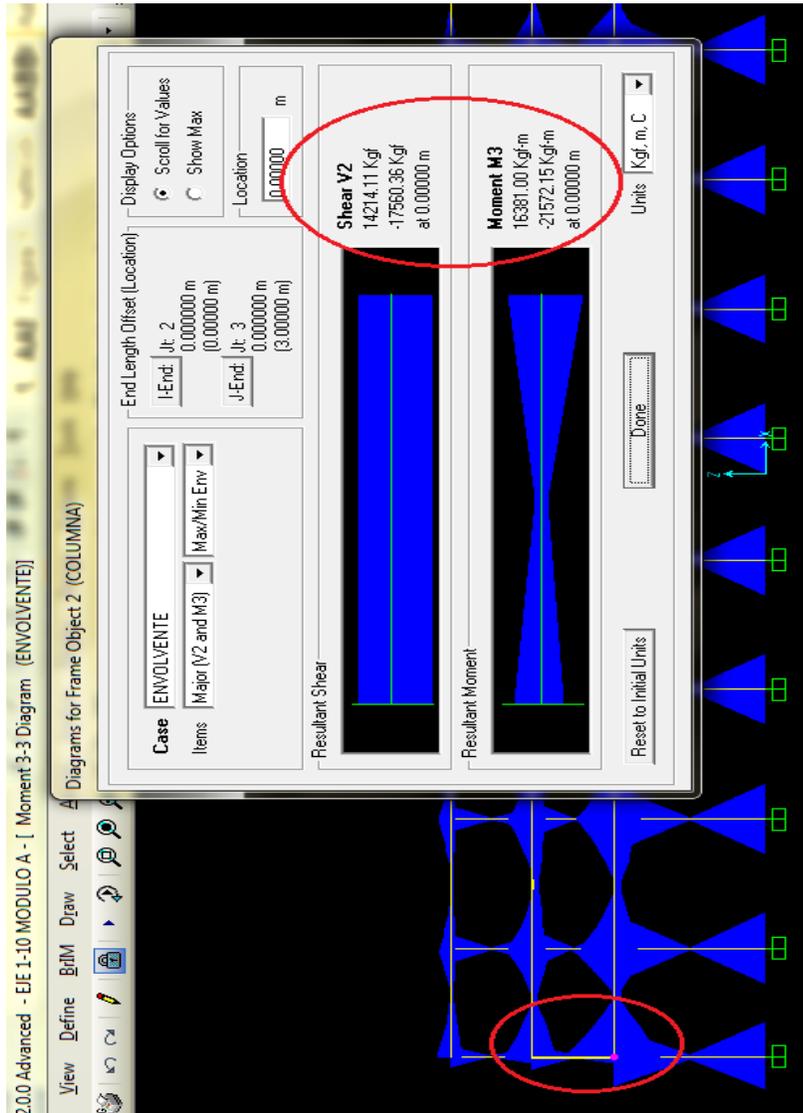
El programa SAP es utilizado para comparar resultados entre un análisis numérico y uno por programación; en el análisis se utilizan las combinaciones de cargas más críticas llamadas envolventes marcadas por el ACI; a continuación se muestran imágenes donde detallan los resultados obtenidos

Figura 8. Análisis de envolventes momento – corte en viga A-B, eje X



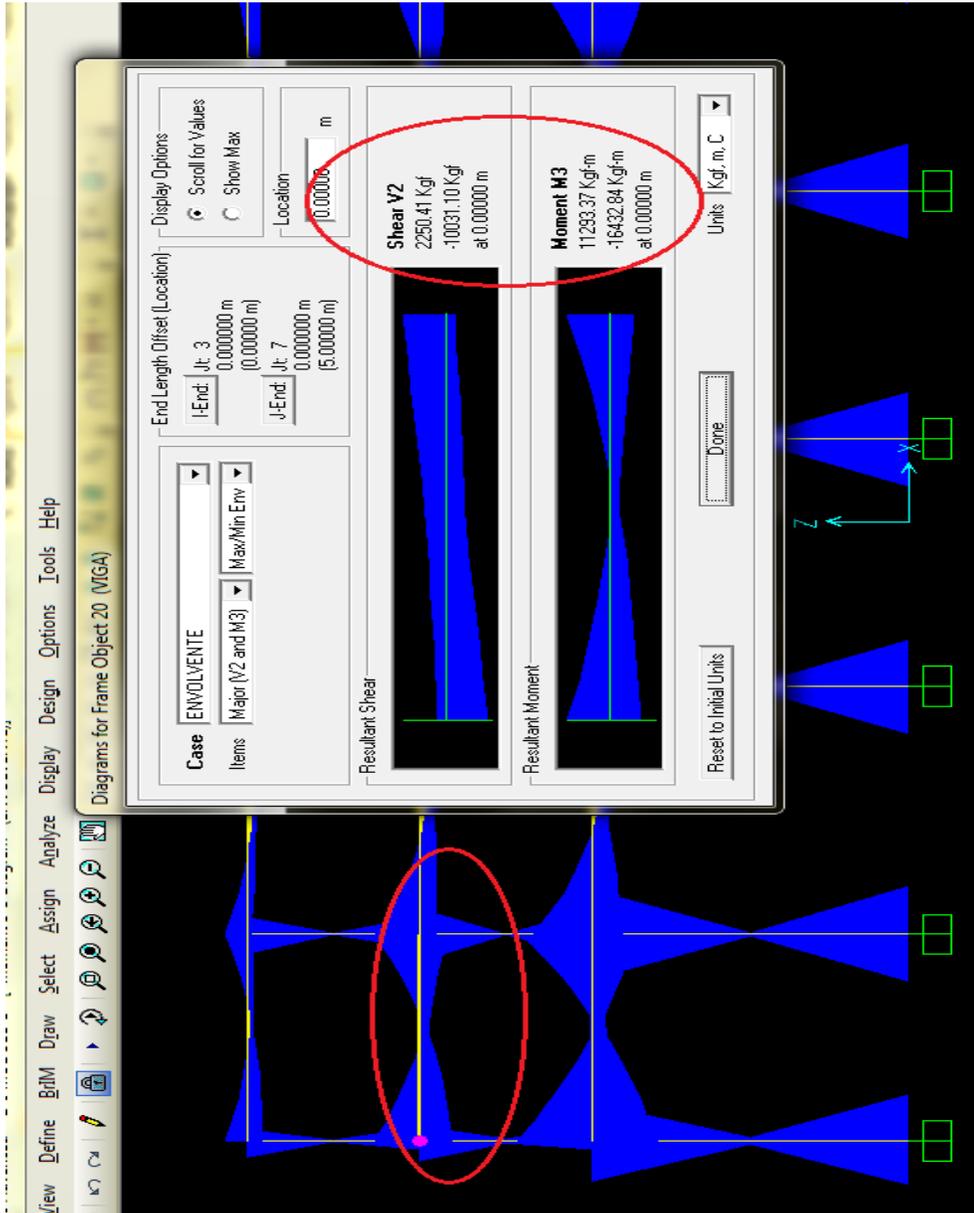
Fuente: resultados obtenidos del programa SAP.

Figura 9. Análisis de envolventes momento – corte en columna K – U, eje X



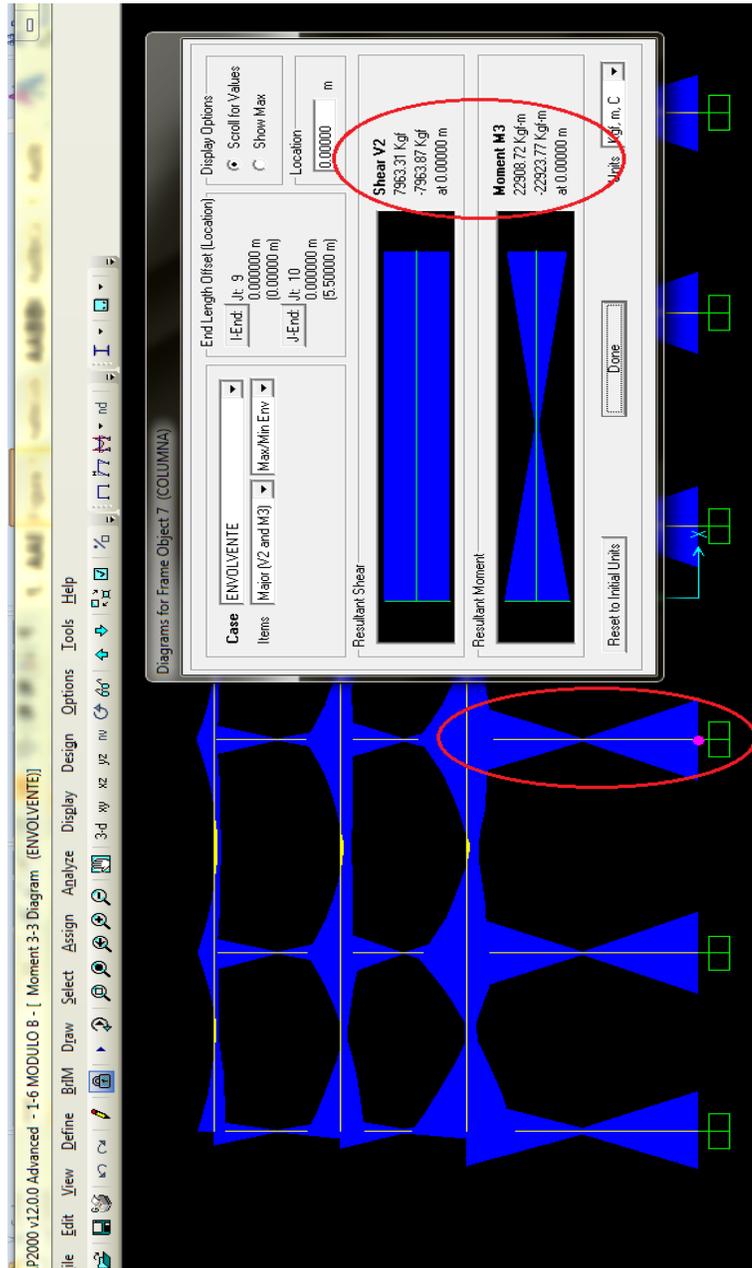
Fuente: resultados obtenidos del programa SAP.

Figura 10. Análisis de envolventes momento – corte en viga H – I, eje Y



Fuente: resultados obtenidos del programa SAP.

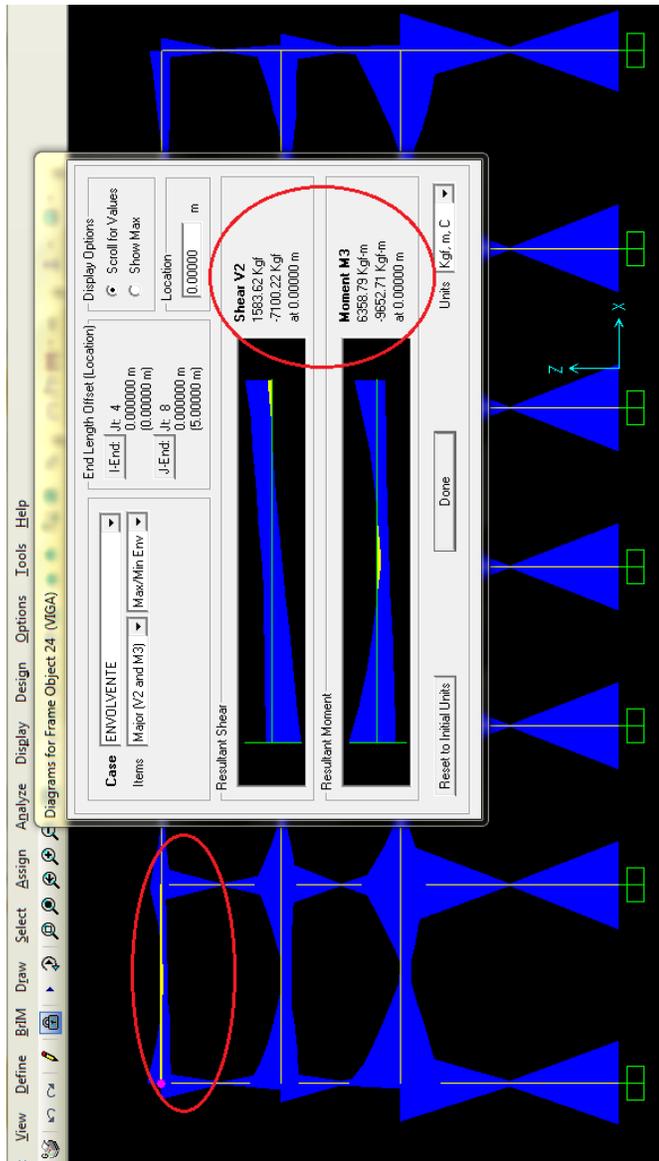
Figura 11. Análisis de envolventes momento – corte en columna Q – X, eje Y



Fuente: resultados obtenidos del programa SAP.

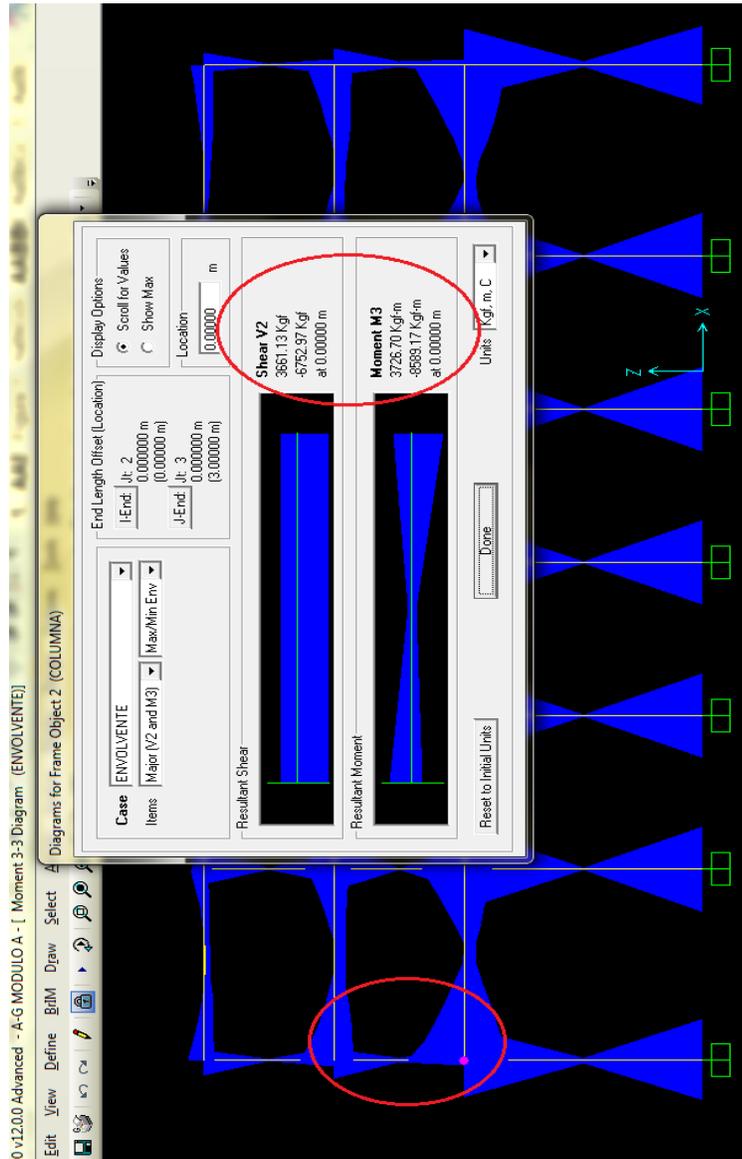
Módulo B

Figura 12. Análisis de envolventes momento – corte en viga A – B, eje X



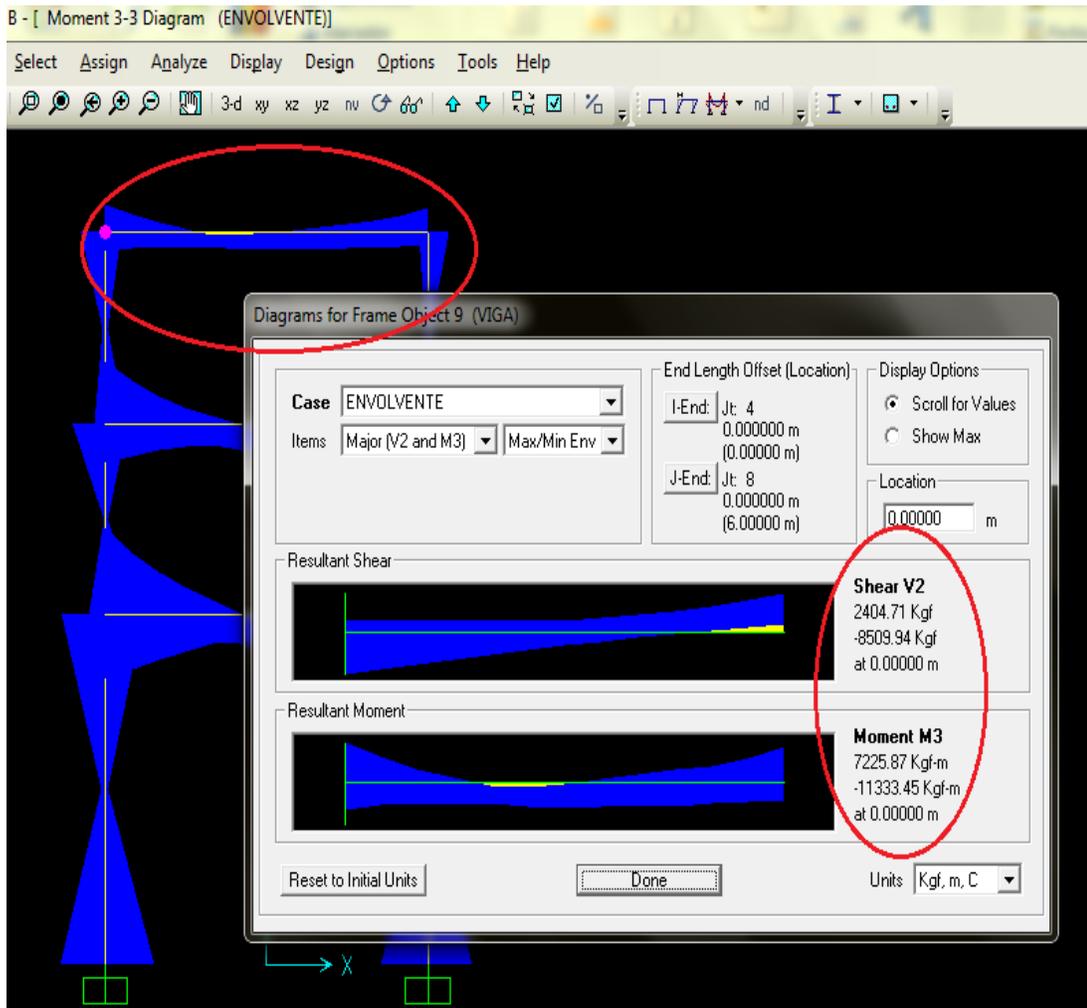
Fuente: resultados obtenidos del programa SAP.

Figura 13. Análisis de envolventes momento – corte en columna A – B, eje X



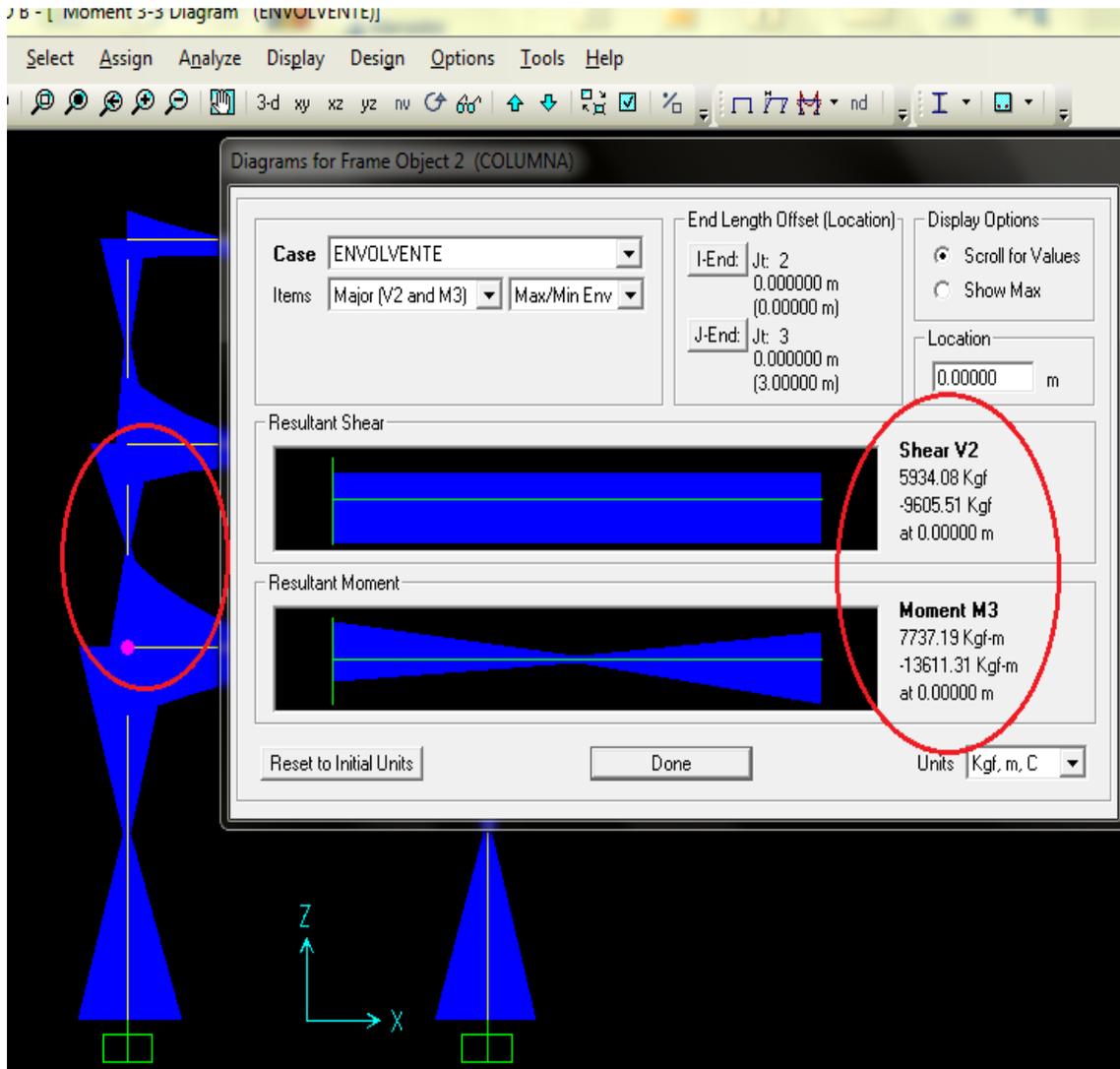
Fuente: resultados obtenidos del programa SAP.

Figura 14. Análisis de envolventes momento – corte en viga A – B, eje Y



Fuente: resultados obtenidos del programa SAP.

Figura 15. **Análisis de envolventes momento – corte en columna C – E, eje Y**



Fuente: resultados obtenidos del programa SAP.

2.1.3.6. Momentos máximos para envolventes

La combinación de las diferentes cargas aplicadas (viva, muerta, sísmica) a la estructura, se le conoce como envolventes de momentos, el ACI da factores de carga aplicada y la combinación.

Combinaciones ACI 318-08 apéndices C.9.2, ecuaciones (C. 9-1), (C. 9-2) y (C. 9-3).

$$1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}$$

$$0,75 (1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}) + 1,4\text{S}$$

$$0,90 (\text{CM}) + 1,4\text{S}$$

Para determinar la envolvente de momentos de los marcos se realizaron las combinaciones propuestas por el ACI; los resultados se muestra a continuación.

Módulo A

Tabla XXVII. **Momentos de vigas en azotea, eje Y**

COMBINACIONES	VIGAS						SENTIDO
	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G	IZQUIERDA
1.4M + 1.7V	-2360,25885	-3348,43441	-2066,29469	-2364,43458	-1924,24839	-4340,31699	
							DERECHA
	4348,49498	1903,62765	2353,96089	2139,15437	3150,9999	2676,01346	
							POSITIVO
0.75(1.4M+1.7V)+1.4E							IZQUIERDA
	5008,56506	2144,21135	3263,97685	3109,5705	3370,51157	1933,09244	
							DERECHA
	8449,70141	6241,41861	6648,3671	6531,74328	7018,78708	8785,7693	
0.75(1.4M+1.7V)-1.4E							IZQUIERDA
	-8548,95334	-7166,86297	-6363,41889	-6656,22237	-6256,88416	-8443,56792	
							DERECHA
	-1926,95895	-3385,97713	-3117,42576	-3323,01173	-2292,28723	-4771,74911	
0.90M + 1.4E							IZQUIERDA
	5749,38555	2856,64461	3778,10586	3648,85315	3848,02309	2966,21888	
							DERECHA
	7412,66002	5773,77861	6114,09839	5982,73503	6400,86928	7893,79139	
0.90M - 1.4E							IZQUIERDA
	-7808,13286	-6454,4297	-5849,28987	-6116,93971	-5779,37265	-7410,44148	
							DERECHA
	-2964,00034	-3853,61712	-3651,69447	-3872,01999	-2910,20503	-5663,72702	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Momentos de vigas en segundo nivel, eje Y

COMBINACIONES	VIGAS						SENTIDO
	H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	N-M	IZQUIERDA
1.4M + 1.7V	-6282,97733	-6744,6746	-4556,92376	-5119,02525	-3914,56436	4877,84824	
	I-H	J-I	K-J	L-K	M-L	N-M	DERECHA
	9444,5719	4141,18188	5117,35411	4228,55751	7852,97099	-9351,14634	
	H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	N-M	POSITIVO
	5922,85038	1871,63176	2477,42107	2640,76862	1430,79232	6672,12771	
0.75(1.4M+1.7V)+1.4E	H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	N-M	IZQUIERDA
	9106,65986	6671,43462	8164,04759	7777,38662	8702,45964	15296,4319	
	I-H	J-I	K-J	L-K	M-L	N-M	DERECHA
	18721,4746	14744,2693	15454,6711	14753,1585	17619,6688	6805,5331	
0.75(1.4M+1.7V)-1.4E	H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	N-M	IZQUIERDA
	-18531,1259	-16788,4465	-14999,4332	-15455,9245	-14574,3062	-7979,65953	
	I-H	J-I	K-J	L-K	M-L	N-M	DERECHA
	-4554,61679	1871,63176	2477,42107	2640,76862	1430,79232	6672,12771	
0.90M + 1.4E	H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	N-M	IZQUIERDA
	12030,8672	9905,60479	10262,6414	10174,3484	10493,334	13044,8852	
	I-H	J-I	K-J	L-K	M-L	N-M	DERECHA
	14205,5043	12844,9091	13058,5093	12811,7596	13854,9372	11276,7789	
0.90M - 1.4E	H-I	I-J	J-K	K-L	L-M	N-M	IZQUIERDA
	-15606,9185	-13554,2763	-12900,8394	-13058,9627	-12783,4319	-10231,2063	
	I-H	J-I	K-J	L-K	M-L	N-M	DERECHA
	-9070,58713	-10431,8567	-10174,8018	-10351,7212	-9604,94399	-16361,0068	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Momentos de vigas en primer nivel, eje Y

COMBINACIONES	VIGAS						SENTIDO
	O-P	P-Q	Q-R	R-S	S-T	T-U	
1,4M + 1,7V	-5365,08912	-	-	-	-	6720,153	IZQUIERDA
		7226,51499	4539,81633	4494,30346	7170,32174		
							DERECHA
	9533,81014	4101,76577	4748,56081	6232,69514	-	-	
					2042,09723	4898,54983	
	O-P	P-Q	Q-R	R-S	S-T	T-U	POSITIVO
	6337,17537	1650,41962	2670,37143	1951,0607	2708,35051	7977,27358	
0,75(1,4M+1,7V)+1,4E	O-P	P-Q	Q-R	R-S	S-T	T-U	IZQUIERDA
	23473,7708	13508,1439	16461,9229	16372,0417	14081,6742	26147,5665	
							DERECHA
	28257,8093	22535,7399	23304,1899	24541,3065	17396,4572	23823,6753	
0,75(1,4M+1,7V)-1,4E	O-P	P-Q	Q-R	R-S	S-T	T-U	IZQUIERDA
	-31521,4045	-	-	-	-	-16067,337	
		24347,9164	23271,6474	23113,4969	24837,1569		
							DERECHA
	P-O	Q-P	R-Q	S-R	T-S	U-T	
	-13957,0941	-	-	-	-	-31171,5	
		16383,0912	16181,3487	15192,2638	20459,6031		
0,90M + 1,4E	O-P	P-Q	Q-R	R-S	S-T	T-U	IZQUIERDA
	26062,4987	16919,1681	18570,6255	18460,7887	17444,3204	22911,0027	
							DERECHA
	23713,3076	20642,0669	21093,7253	21622,1922	18422,485	26148,3366	
0,90 M - 1,4E	O-P	P-Q	Q-R	R-S	S-T	T-U	IZQUIERDA
	-28932,6766	-	-	-	-	-	
		20936,8922	21162,9448	21024,7499	21474,5107	19303,9008	
							DERECHA
	P-O	Q-P	R-Q	S-R	T-S	U-T	
	-18501,5959	-	-	-18111,378	-	-	
		18276,7642	18391,8133		19433,5753	28846,8387	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Momentos de columnas azotea, eje Y

COMBINACIONES	COLUMNAS							SENTIDO
1,4M + 1,7V	A-H	B-I	C-J	D-K	E-L	F-M	G-N	IZQUIERDA
	2360,26	-1 000,06	162,67	10,47	-214,91	1189,32	- 2676,01	
	H-A	I-B	J-C	K-D	L-E	M-F	N-G	DERECHA
	2 770,14	-1 186,35	172,32	42,40	-348,23	1 736,02	- 3757,99	
0,75(1,4M+1,7V)+1,4E	A-H	B-I	C-J	D-K	E-L	F-M	G-N	IZQUIERDA
	-5008,57	-10593,91	-9619,08	- 9757,94	-9902,25	-8 951,88	-8 785,77	
	H-A	I-B	J-C	K-D	L-E	M-F	N-G	DERECHA
	-3 247,11	-9 617,11	-8 609,52	- 8695,37	-8 999,93	-7425,33	-8 143,21	
0,75(1,4M+1,7 V)- 1,4E	A-H	B-I	C-J	D-K	E-L	F-M	G-N	IZQUIERDA
	8 548,95	9 093,82	9 863,08	9 773,65	9 579,90	10 735,86	4 771,75	
	H-A	I-B	J-C	K-D	L-E	M-F	N-G	DERECHA
	7 402,32	7 837,58	8 868,00	8 758,96	8 477,58	10 029,36	2 506,22	
0,90M + 1,4E	A-H	B-I	C-J	D-K	E-L	F-M	G-N	IZQUIERDA
	-5749,39	-10269,30	-9665,56	- 9762,95	-9830,76	-9 367,09	-7 893,79	
	H-A	I-B	J-C	K-D	L-E	M-F	N-G	DERECHA
	-4 427,98	-9 099,33	-8683,01	- 8715,66	-8 842,22	-8 206,25	-6 489,44	
0,90M – 1,4E	A-H	B-I	C-J	D-K	E-L	F-M	G-N	IZQUIERDA
	7 808,13	9 418,43	9 816,59	9 768,63	9 651,39	10 320,65	5 663,73	
	H-A	I-B	J-C	K-D	L-E	M-F	N-G	DERECHA
	6 221,45	8 355,37	8 794,50	8 738,67	8 635,29	9 248,44	4 159,99	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Momentos de columnas segundo nivel, eje Y**

COMBINACIONES	COLUMNAS							SENTIDO
1,4M + 1,7V	H-O	I-P	J-Q	K-R	L-S	M-T	N-U	IZQUIERDA
	3512,84	-1513,54	243,42	-40,73	34,24	-237,85	-1119,86	
	O-H	P-I	Q-J	R-K	S-L	T-M	U-N	DERECHA
	3845,65	-1654,44	304,85	-155,78	550,05	-2758,42	2599,77	
0,75(1,4M+1,7V)+ 1,4E	H-O	I-P	J-Q	K-R	L-S	M-T	N-U	IZQUIERDA
	-5859,55	-15775,80	-14 298,80	-14 536,69	-14 455,68	-14 819,03	-9334,07	
	O-H	P-I	Q-J	R-K	S-L	T-M	U-N	DERECHA
	-2 201,29	-14 879,13	-12 965,49	-13408,42	-12 781,59	-15 707,11	-3 135,91	
0,75(1,4M+1,7V)- 1,4E	H-O	I-P	J-Q	K-R	L-S	M-T	N-U	IZQUIERDA
	11 128,80	13505,48	14 663,93	14475,60	14 507,05	14462,26	7 654,28	
	O-H	P-I	Q-J	R-K	S-L	T-M	U-N	DERECHA
	7 969,76	12 397,46	13422,77	13 174,76	13606,66	11 569,48	7035,56	
0,90M + 1,4E	H-O	I-P	J-Q	K-R	L-S	M-T	N-U	IZQUIERDA
	-7 602,89	-15 011,78	-14 424,54	-14 517,19	-14 462,87	-14 744,62	-8 736,30	
	O-H	P-I	Q-J	R-K	S-L	T-M	U-N	DERECHA
	-4 067,04	-14 062,06	-13 116,45	-13 333,85	-13 039,89	-14 411,66	-4 355,70	
0,90 M – 1,4E	H-O	I-P	J-Q	K-R	L-S	M-T	N-U	IZQUIERDA
	9 385,47	14269,50	14 538,19	14495,10	14 499,86	14536,66	8 252,06	
	O-H	P-I	Q-J	R-K	S-L	T-M	U-N	DERECHA
	6 104,00	13 214,53	13271,81	13 249,33	13348,37	12 864,93	5 815,77	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Momentos de columnas primer nivel, eje Y

COMBINACIONES	COLUMNAS							SENTIDO
1,4M + 1,7V	O-V	P-W	Q-X	R-Y	S-Z	T-AA	U-AB	IZQUIERDA
	1519,44	-652.85	133.20	-98.48	387.58	-1919.63	2298.31	
	V-O	W-P	X-Q	Y-R	Z-S	AA-T	AB-U	DERECHA
	759,72	-326.43	66.60	-49.24	193.79	-959.82	1149.15	
0,75(1,4M+1,7V)+1,4E	O-V	P-W	Q-X	R-Y	S-Z	T-AA	U-AB	IZQUIERDA
	-21272,48	-26886,82	-26032,18	-26267,81	-25841,39	-27836,91	-20688,33	
	V-O	W-P	X-Q	Y-R	Z-S	AA-T	AB-U	DERECHA
	-25364,54	-28171,71	-27744,39	-27862,21	-27649,00	-28646,76	-25072,47	
0,75(1,4M+1,7V)-1,4E	O-V	P-W	Q-X	R-Y	S-Z	T-AA	U-AB	IZQUIERDA
	23551,64	25 907,55	26231,97	26 120,08	26422,76	24 957,46	24135,80	
	V-O	W-P	X-Q	Y-R	Z-S	AA-T	AB-U	DERECHA
	26504,12	27682,08	27 844,29	27788,34	27939,68	27207,03	26 796,20	
0.90M + 1.4E	O-V	P-W	Q-X	R-Y	S-Z	T-AA	U-AB	IZQUIERDA
	-21 995,46	-26570,42	-26096,24	-26220,66	-26 026,62	-2692182	-21792,99	
	V-O	W-P	X-Q	Y-R	Z-S	AA-T	AB-U	DERECHA
	-25726,03	-28013,51	-27776,42	-27838,63	-27741,61	-28189,21	-25624,80	
0,90M – 1,4E	O-V	P-W	Q-X	R-Y	S-Z	T-AA	U-AB	IZQUIERDA
	22828,67	26 223,96	26167,90	26 167,23	2 623,52	25 872,55	23031,14	
	V-O	W-P	X-Q	Y-R	Z-S	AA-T	AB-U	DERECHA
	26142,64	27840,28	27 812,25	27811,92	27 847,06	27664,58	26 243,87	

Fuente: elaboración propia.

De los resultados obtenidos a partir de las diferentes combinaciones, se toman los valores mayores tanto en vigas como columnas.

2.1.3.7. Comparación de resultados SAP-KANI

De los resultados obtenidos por el programa SAP y el análisis numérico de Kani, se puede realizar una comparación entre estos dos métodos; se tomaron como ejemplo los momentos más críticos de las envolventes en el eje A al eje G del módulo A.

Tabla XXXIII. SAP-KANI Tramo T – U primer nivel

Kani	SAP	DIFERENCIA
Momento izquierda		
26 147,57	28 372,95	8 %
19 303,90	17 609,63	9 %
Momento derecha		
31 171,5	29 785,23	7 %
26 148,33	25 258,42	4 %
Momento positivo		
7 977,07	8 755,85	9%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **SAP-KANI Tramo H – I segundo nivel**

Kani	SAP	DIFERENCIA
Momento izquierda		
18 531,12	20 008,30	7,38 %
12 030,87	11 516,97	4,27 %
Momento derecha		
14 205,50	15 411,02	7,82 %
9 070,58	8 607,95	5,10 %
Momento positivo		
5 922,85	6 838,70	9,10 %

Fuente: elaboración propia.

En la comparación de los resultados se obtiene una diferencia promedio de 7,4 % entre un análisis y otro; esta diferencia es significativa con base en el costo y armado y seguridad propia de la estructura; por eso es importante la comparación. De acuerdo con esto, se interpreta que el análisis realizado por medio del programa SAP da valores más exactos, permitiendo realizar mejores armados.

2.1.4. Diseño estructural

En los siguientes subtítulos se detalla el diseño estructural realizado.

2.1.4.1. Diseño de losa

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

2.1.4.1.1. Diseño de losa crítica

Datos:

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

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

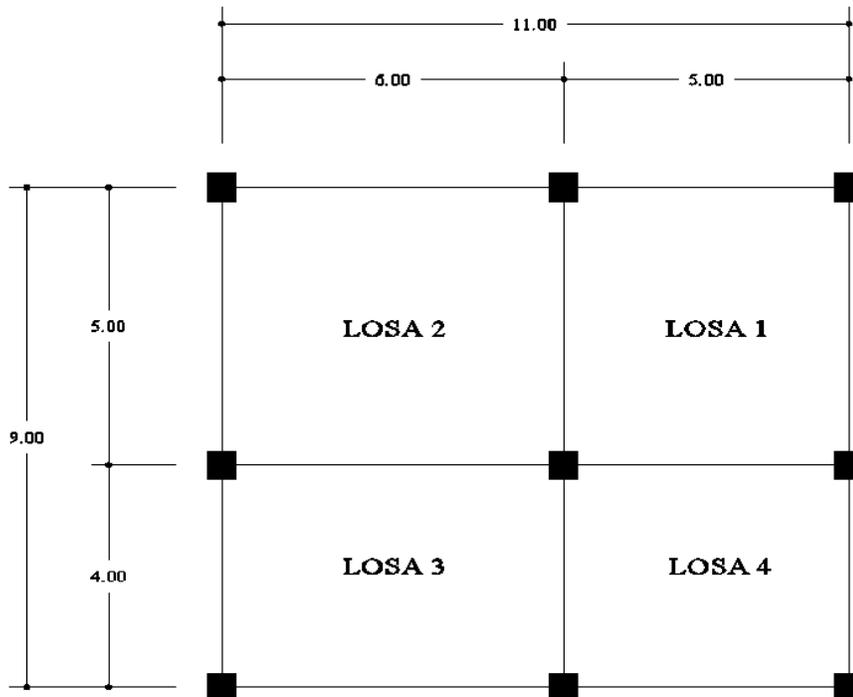
$$\gamma_{\text{CONCRETO}} = 2\,400 \text{ kg / cm}^3$$

Recubrimiento = 2,00 cm

Espesor de losa = 12,00 cm (sección 2.1.3.1.3)

Módulo A

Figura 16. Planta de distribución de losas



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Determinación de cargas últimas:

$$CU = 1,4 CM + 1,7 CM$$

$$CM = 1,4 (716 \text{ kg/m}^2) = 1000 \text{ kg / m}^2$$

$$CV = 1,7 (700 \text{ kg/m}^2) = 1190 \text{ kg / m}^2$$

$$CU = 2190 \text{ kg / m}^2$$

Momentos actuantes

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

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

$$M_{A(+)} = C * CM * A^2 + C * CV * A^2$$

$$M_{B(+)} = C * CM * B^2 + C * CV * B^2$$

Donde:

C = coeficiente para momentos (Nilson, 2005; tabla 12-3)

A = lado corto de la losa

B = lado largo de la losa

Para las losas se usará el caso número 2, donde se explica que existe continuidad en los cuatro lados de la losa que se está analizando.

Losa 1 relación A/B = 1

$$M_{A(-)} = 0,045 * (5 \text{ m})^2 * 2190 \text{ kg / m}^2 = 2 463,75 \text{ kg - m}$$

$$M_{B(-)} = 0,045 * (5 \text{ m})^2 * 2190 \text{ kg / m}^2 = 2 463,75 \text{ kg - m}$$

$$M_{A(+)} = 0,018 * (5 \text{ m})^2 * 1 000 \text{ kg / m}^2 + 0,027 * (5 \text{ m})^2 * 1 190 \text{ kg / m}^2 = 1 253,25 \text{ kg - m}$$

$$M_{B(+)} = 0,018 * (5 \text{ m})^2 * 1\,000 \text{ kg} / \text{m}^2 + 0,027 * (5 \text{ m})^2 * 1\,190 \text{ kg} / \text{m}^2 = 1\,253,25 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Losa 2 relación A/B = 0,85

$$M_{A(-)} = 0,060 * (5 \text{ m})^2 * 2\,190 \text{ kg} / \text{m}^2 = 3\,285 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{B(-)} = 0,031 * (6 \text{ m})^2 * 2\,190 \text{ kg} / \text{m}^2 = 2\,444,04 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{A(+)} = 0,024 * (5 \text{ m})^2 * 1\,000 \text{ kg} / \text{m}^2 + 0,037 * (5 \text{ m})^2 * 1\,190 \text{ kg} / \text{m}^2 = 1\,700,75 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{B(+)} = 0,012 * (6 \text{ m})^2 * 1\,000 \text{ kg} / \text{m}^2 + 0,019 * (6 \text{ m})^2 * 1\,190 \text{ kg} / \text{m}^2 = 1\,245,96 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Losa 3 relación A/B = 0,70

$$M_{A(-)} = 0,074 * (4 \text{ m})^2 * 2\,190 \text{ kg} / \text{m}^2 = 2\,592,96 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{B(-)} = 0,031 * (6 \text{ m})^2 * 2\,190 \text{ kg} / \text{m}^2 = 2\,444,04 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{A(+)} = 0,030 * (4 \text{ m})^2 * 1\,000 \text{ kg} / \text{m}^2 + 0,049 * (4 \text{ m})^2 * 1\,190 \text{ kg} / \text{m}^2 = 1\,412,96 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{B(+)} = 0,012 * (6 \text{ m})^2 * 1\,000 \text{ kg} / \text{m}^2 + 0,019 * (6 \text{ m})^2 * 1\,190 \text{ kg} / \text{m}^2 = 1\,245,96 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Losa 4 relación A/B = 0,80

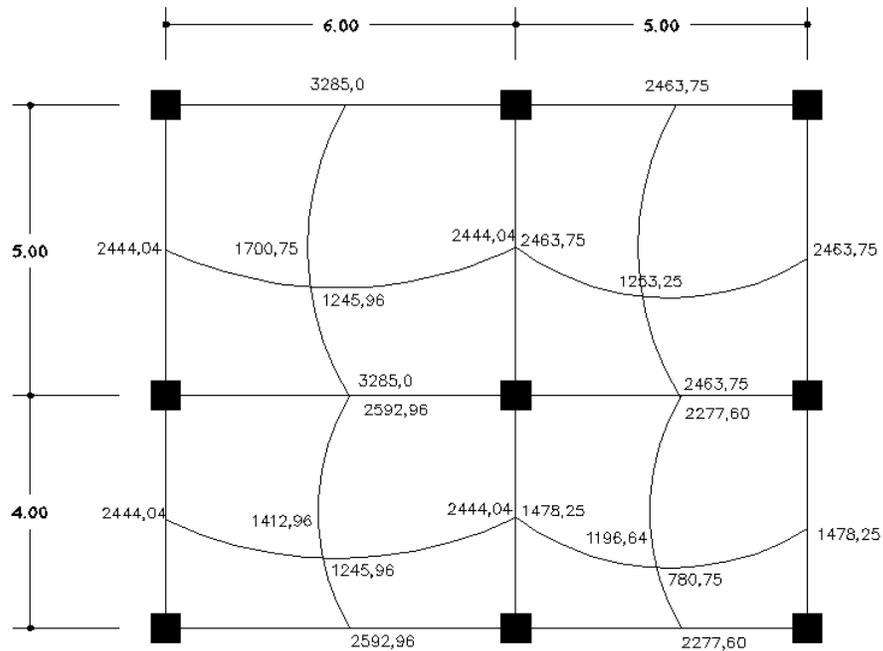
$$M_{A(-)} = 0,065 * (4 \text{ m})^2 * 2\,190 \text{ kg} / \text{m}^2 = 2\,277,60 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{B(-)} = 0,027 * (5 \text{ m})^2 * 2\,190 \text{ kg} / \text{m}^2 = 1\,478,25 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{A(+)} = 0,026 * (4 \text{ m})^2 * 1\,000 \text{ kg / m}^2 + 0,041 * (4 \text{ m})^2 * 1\,190 \text{ kg / m}^2 = 1\,196,64 \text{ kg - m}$$

$$M_{B(+)} = 0,011 * (5 \text{ m})^2 * 1\,000 \text{ kg / m}^2 + 0,017 * (5 \text{ m})^2 * 1\,190 \text{ kg / m}^2 = 780,75 \text{ kg - m}$$

Figura 17. **Planta de momentos actuantes en losa módulo A**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Balance de momentos

Se da porque los momentos en losa continua son diferentes y tienen que ser balanceados para tener un armado uniforme.

Si $0,80 * M_{mayor} \leq M_{menor}$

$$M_b = (M_{mayor} + M_{menor}) / 2$$

Si $0,80 * M_{mayor} > M_{menor}$

$M_b =$ método de rigideces

Balance de losas:

Losa 1 y 4

$$M_{\text{mayor}} = 2\,463,75 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{menor}} = 2\,277,63 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$0,8 * 2\,463,75 = 1\,971 \text{ kg} \cdot \text{m} < 2\,277,63 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_b = (2\,463,75 + 2\,277,63) / 2 = 2\,370,69 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Losa 2 y 3

$$M_{\text{mayor}} = 3\,285 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{menor}} = 2\,592,96 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$0,8 * 3\,285 = 2\,628 \text{ kg} \cdot \text{m} > 2\,592,96 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_b = 2\,980,50 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Losa 1 y 2

$$M_{\text{mayor}} = 2\,463,75 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{menor}} = 2\,444,04 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$0,8 * 2\,463,75 = 1\,971 < 2\,444,04 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_b = (2\,463,75 + 2\,444,04) / 2 = 2\,453,90 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Losa 3 y 4

$$M_{\text{mayor}} = 2\,444,04 \text{ kg-m}$$

$$M_{\text{menor}} = 1\,478,25 \text{ kg-m}$$

$$0,8 * 2\,444,04 = 1\,955,23 \text{ kg -m} > 1\,478,25\text{-m}$$

$$M_b = 2\,009,43 \text{ kg-m}$$

Diseño de acero de refuerzo en losa:

Si se diseña con base en el momento mayor actuante en la losa en dirección X y Y.

Cálculo de peralte:

$$d = t - \text{recubrimiento} - (\text{diámetro de la varilla} / 2)$$

$$d = 12 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - (3/8 * 2,54 / 2)$$

$$d = 9,52 \text{ cm}$$

Cálculo de área de acero mínimo

$$A_{\text{smin}} = 0,40 * (14,1 / f_y) * b d$$

$$A_{\text{smin}} = 0,40 * (14,1 / 2\,810) * 100 \text{ cm} * 9,52 = 1,9176 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento:

$$A_{\text{smin}} \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$A_{\text{s V\#3}} \text{ ----- } S_{\text{min}}$$

$$A_s V\#3 = 0,71 \text{ cm}^2$$

$$S_{\max} = 3t = 3 * 12 = 36 \text{ cm}$$

$$1,9176 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ ----- } S \quad S = 37,02 \text{ cm}$$

Momento que resiste el $A_{s\min}$

$$M_u = 0,90 (A_{s\min} * f_y (d - ((A_{s\min} * f_y) / (1,7 * f'_c * b)))$$

$$M_u = 0,90 (1,9176 * 2810 (9,52 - ((1,9176 * 2810) / (1,7 * 281 * 100)))$$

$$M_u = 452,78 \text{ kg - m}$$

Momento actuante máximo eje X = 2 453,90 kg-m

$$452,78 \text{ ----- } 1,92$$

$$2453,90 \text{ ----- } A_s \quad A_s = 10,40 \text{ cm}^2$$

$$10,40 \text{ ----- } 100$$

$$0,71 \text{ ----- } S \quad S = 6,80 \text{ (valor demasiado pequeño)}$$

Usando bastones varilla número 4 y el resto, número 3

$$A_{st} = 1,27 \text{ cm}^2 + 0,71 \text{ cm}^2 = 1,98 \text{ cm}^2$$

$$10,40 \text{ ----- } 100$$

$$1,98 \text{ ----- } S \quad S = 20 \text{ cm (distancia de riel a riel)}$$

Momento actuante máximo eje Y = 2 980,50 kg – m

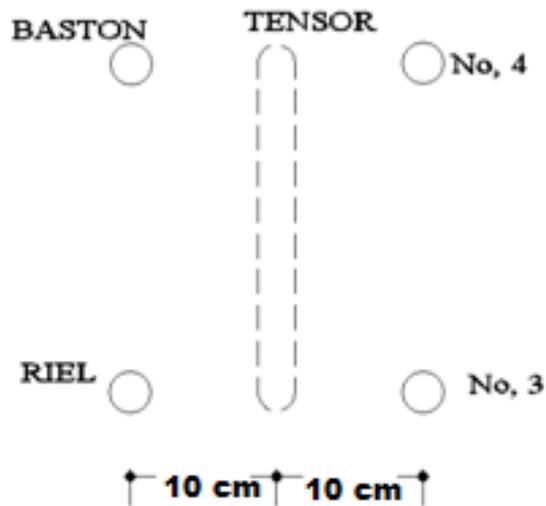
452,78 ----- 1,98

2 980,50----- As As = 13,03 cm²

13,03----- 100

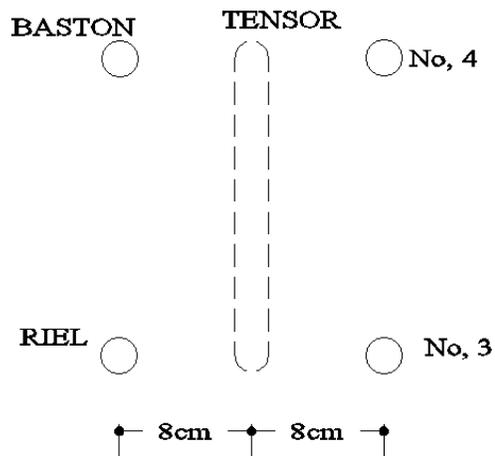
1,98 ----- S S = 16 cm (distancia de riel a riel)

Figura 18. **Esquema de ubicación de varillas en armado de losa, eje X**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

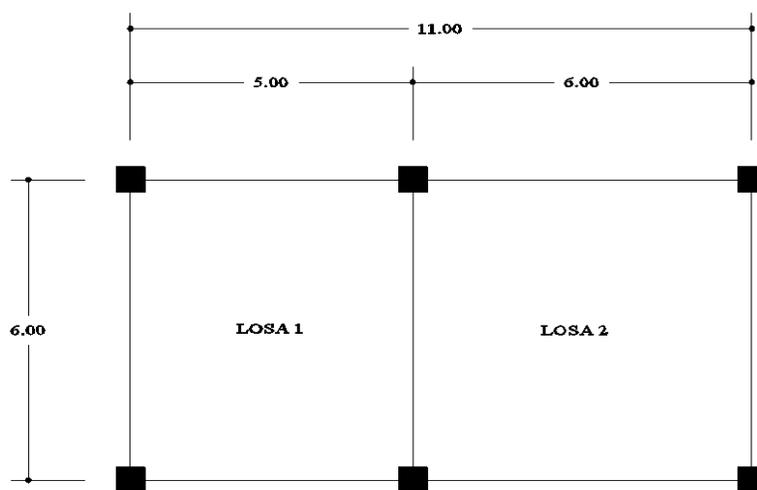
Figura 19. Esquema de ubicación de varillas en armado de losa, eje Y



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Módulo B

Figura 20. Planta de distribución de losas



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Para las losas se usará el caso número 2 donde explica que existe continuidad en los cuatro lados de la losa que se está analizando.

Losa 1 relación A/B = 0,85

$$M_{A(-)} = 0,060 * (5 \text{ m})^2 * 2 \text{ 190 kg / m}^2 = 3 \text{ 285 kg - m}$$

$$M_{B(-)} = 0,031 * (6 \text{ m})^2 * 2 \text{ 190 kg / m}^2 = 2 \text{ 444,04 kg - m}$$

$$M_{A(+)} = 0,024 * (5 \text{ m})^2 * 1 \text{ 000 kg / m}^2 + 0,037 * (5 \text{ m})^2 * 1 \text{ 190 kg / m}^2 = 1 \text{ 700,75 kg - m}$$

$$M_{B(+)} = 0,012 * (6 \text{ m})^2 * 1 \text{ 000 kg / m}^2 + 0,019 * (6 \text{ m})^2 * 1 \text{ 190 kg / m}^2 = 1 \text{ 245,96 kg - m}$$

Losa 2 relación A/B = 1

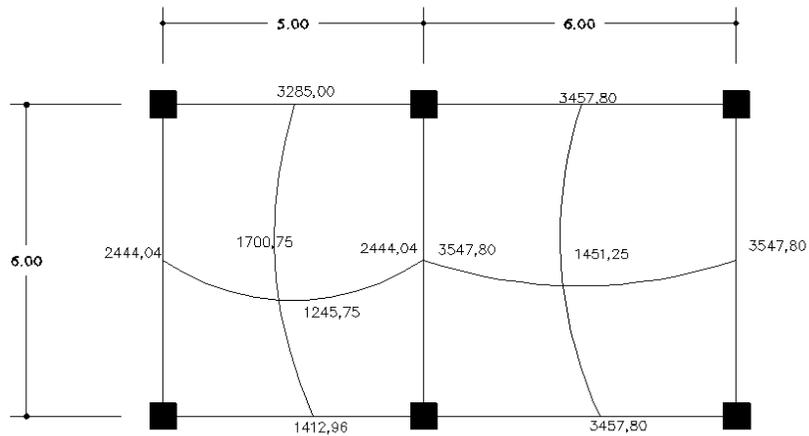
$$M_{A(-)} = 0,045 * (6 \text{ m})^2 * 2 \text{ 190 kg / m}^2 = 3 \text{ 547,80 kg - m}$$

$$M_{B(-)} = 0,045 * (6 \text{ m})^2 * 2 \text{ 190 kg / m}^2 = 3 \text{ 547,80 kg - m}$$

$$M_{A(+)} = 0,018 * (6 \text{ m})^2 * 1000 \text{ kg / m}^2 + 0,027 * (5 \text{ m})^2 * 1 \text{ 190 kg / m}^2 = 1 \text{ 451,25 kg - m}$$

$$M_{B(+)} = 0,018 * (6 \text{ m})^2 * 1 \text{ 000 kg / m}^2 + 0,027 * (5 \text{ m})^2 * 1 \text{ 190 kg / m}^2 = 1 \text{ 451,25 kg - m}$$

Figura 21. **Planta de momentos actuantes en losa, módulo B**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Balance de losas:

Losa 1 y 2

$$M_{\text{mayor}} = 3\,547,80 \text{ kg-m}$$

$$M_{\text{menor}} = 2\,444,04 \text{ ton-m}$$

$$0,8 * 3\,547,80 = 2\,838,24 \text{ kg-m} > 2\,444,04 \text{ kg-m}$$

$$M_b = 3\,051,11 \text{ kg-m}$$

$$\text{Momento actuante máximo eje X} = 3\,547,80 \text{ kg - m}$$

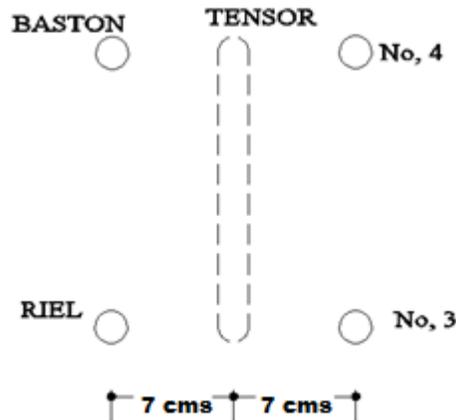
Usando bastones varilla número 4 y el resto número 3

$$\begin{array}{l} 452,78 \text{ ----- } 1,98 \\ 3547,80 \text{ ----- } As \quad \quad \quad As = 15,51 \text{ cm}^2 \\ 15,51 \text{ ----- } 100 \\ 1,98 \text{ ----- } S \quad \quad \quad S = 14 \text{ cm} \end{array}$$

Momento actuante máximo eje Y = 3 547,80 kg – m

$$\begin{array}{l} 452,78 \text{ ----- } 1,98 \\ 3\ 547,80 \text{ ----- } As \quad \quad \quad As = 15,51 \text{ cm}^2 \\ \\ 15,51 \text{ ----- } 100 \\ 1,98 \text{ ----- } S \quad \quad \quad S = 14 \text{ cm (distancia de riel a riel)} \end{array}$$

Figura 22. Esquema de ubicación de varillas en armado de losa, eje X y Y



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Chequeo por corte:

Dimensiones de losa

A= 5 m y B = 6 m

Corte máximo actuante

$$V_{\text{máx}} = W_u * (L_{AB} / 2) * C_{ab}$$

W_u = carga de losa

L_{AB} = lado corto o largo de la losa

C_{ab} = coeficiente tomado de la obra: Diseño estructural de concreto de Nilson, tabla 12.6

$$W_u = 1,4 (388 \text{ kg} / \text{m}^2 + 328 \text{ kg} / \text{m}^2) + 1,7 (600 \text{ kg} / \text{m}^2 + 100 \text{ kg} / \text{m}^2)$$

$$W_u = 2 192,4 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$V_{\text{máxA}} = 2 192,4 \text{ kg} / \text{m}^2 * 0,50 (5 \text{ m}) (0,66) = 3 617,46 \text{ kg} / \text{m}$$

$$V_{\text{máxB}} = 2 192,4 \text{ kg} / \text{m}^2 * 0,50 (6 \text{ m}) (0,34) = 2 236,25 \text{ kg} / \text{m}$$

Corte máximo resistente

$$V_{res} = \phi * 0,53 * \sqrt{f'c} * bd \quad d = t - rec - (\text{diametro de la varilla número } 3 / 2)$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * bd \quad d = 12 - 3,81 - 0,48$$

$$d = 7,71 \text{ cm}$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 100 * 7,71$$

$$V_{res} = 5\,812,03 \text{ kg / m}$$

$V_{res} \gg \gg \gg V_{m\acute{a}x}$ el armado está correcto, si no se revisa se propondría aumento en espesor de losa.

2.1.4.2. Vigas

Son elementos sometidos a flexión que transmiten las cargas hacia las columnas; el diseño de vigas se realizó con base en el capítulo 21 del ACI 318-08.

2.1.4.2.1. Diseño de viga crítica

Datos

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

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

$$\gamma_{CONCRETO} = 2\,400 \text{ kg / cm}^3$$

Recubrimiento = 4,00 cm (ACI 318-08 cap. 7.7.1)

Dimensiones de viga = 35 x 50 cm. (ver sección 1.5 2.1.3.1.1)

La viga que se analizará para ejemplo es en el eje 1-10 del módulo A.

Diseño por flexión:

M(izq) = -2 7129,73 kg - cm; 2 5000,73 kg-cm

M(der) = -2 4010,30 kg -cm; 15 860,78 kg-cm

M(+) = 6 042,11 kg-cm

Área de acero máx y mín:

$$\rho_{\min} = \frac{14,1}{f_y} = \frac{14,1}{2810} = 0,005$$

$$\rho_b = 0,85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{6090}{6090 + f_y} \right); \beta_1 = 0,85 \text{ si } f'_c \leq 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\rho_b = 0,85 * 0,85 * \frac{280}{2810} \left(\frac{6090}{6090 + 2810} \right) = 0,0493$$

$$\rho_{\max} = 0,5 * \rho_b \text{ zona sísmica}$$

$$\rho_{\max} = 0,5 * 0,0493 = 0,02463$$

$$d = 50 - \text{rec} - \emptyset \text{ estribo} - \frac{\emptyset \text{ varilla Núm. 9}}{2}$$

$$d = 50 - 4 - 0,95 - 1,43 = 43,42 \text{ cm}$$

$$A_{s\min} = \rho_{\min} * b * d = 0,005 * 35 * 43,62 = 7,63 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\max} = \rho_{\max} * b * d = 0,025 * 35 * 43,62 = 38,18 \text{ cm}^2$$

Acero necesario:

$$a = \frac{A_s * f_y}{0,85 * f'_c * b} = \frac{38,18 * 2810}{0,85 * 280 * 35} = 12,88 \text{ cm}$$

$$M_u = 0,90 * A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_u = 0,90 * 38,16 * 2810 * \left(43,62 - \frac{12,88}{2} \right)$$

$$M_u = 35899,97 \text{ kg} - \text{m}$$

Este momento es mayor a todos los momentos de análisis; se procede a analizar las áreas de aceros necesarios.

$$A_{s\text{necesario}} = \frac{A_s \text{ máx} * M_u \text{ analisis}}{M_u \text{ máx}}$$

$$A_s \text{ (izq)} = 28,85 \text{ cm}^2; 26,59 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ (der)} = 25,54 \text{ cm}^2; 16,87 \text{ cm}^2$$

$$A_s (+) = 6,43 \text{ cm}^2$$

Armado longitudinal para viga:

Cama superior: 3 Núm. 9 corridos + 2 Núm. 9 tensores (ambos momentos)

Cama inferior: 2 Núm. 9 corridos + 2 Núm. 9 tensores (ambos momentos)

Chequeo del ACI 21-3-4

$M (+) = 1/3 M (-)$ } en la misma cara o sección de diseño

$28,85 \text{ cm}^2 * 1/3 = 9,62 \text{ cm}^2$ = las varillas corridas en ambas caras satisfacen el área de acero necesaria para el momento positivo.

Diseño por corte:

Antes de este análisis se procede a encontrar los momentos probables llamados comúnmente Mpr de la viga, analizando el sentido del sismo, encontrando el espaciamiento para los estribos.

Figura 23. **Mpr1 y Mpr2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$C_c + C_s = T_s$$

$$0,85 * f'c * ab + A' * fy = 1,25 As * fy$$

$$a = \frac{fy * As}{0,85 * f'c * b}$$

Mpr1 = 32,07 cm² a tensión y 25,65 a compresión; determinación de fluencia

$$0,85 * f'c * ab + A' * fy = 1,25 As * fy$$

$$a = \frac{2810 * 32,07}{0,85 * 280 * 35} = 10,82$$

$$0,85 * 280 * 10,82 * 35 + 25,65(2810) = 1,25 * 32,07 * 2810$$

$$162207,1 = 112645,88, \quad \text{fluye}$$

Encontrando a para el Mpr1

$$a = \frac{1,25 * 32,07 * 2810 - 25,65 * 2810}{0,85 * 280 * 35} = 4,87 \text{ cm}$$

$$M_{pr1} = 0,85 f'c * ab * \left(d - \frac{a}{2}\right) + A's * f_y(d - d')$$

$$M_{pr1} = 0,85 * 280 * 4,87 * 35 * \left(43,62 - \frac{4,87}{2}\right) + 25,65 * 2810 (43,62 - 6,38)$$

$$M_{pr1} = 43\,548,85 \text{ kg} - \text{m}$$

Mpr2 = 25,65 cm² a tensión y 32,07 a compresión; determinación de fluencia

$$a = \frac{2810 * 25,65}{0,85 * 280 * 35} = 8,65 \text{ cm}$$

$$162\,171,2 = 90\,095,62, \quad \text{no fluye}$$

Encontrando a con ecuación cuadrática.

$$8\,330a^2 - 90\,095,63a - 86\,3839,77 = 0$$

$$a = 16,94 \text{ cm}$$

$$M_{pr2} = 0,85 * 280 * 16,94 * 35 * \left(43,62 - \frac{16,94}{2}\right) + 32,07 * 2810 (43,62 - 6,38)$$

$$M_{pr2} = 83\,159,69 \text{ kg} - \text{m}$$

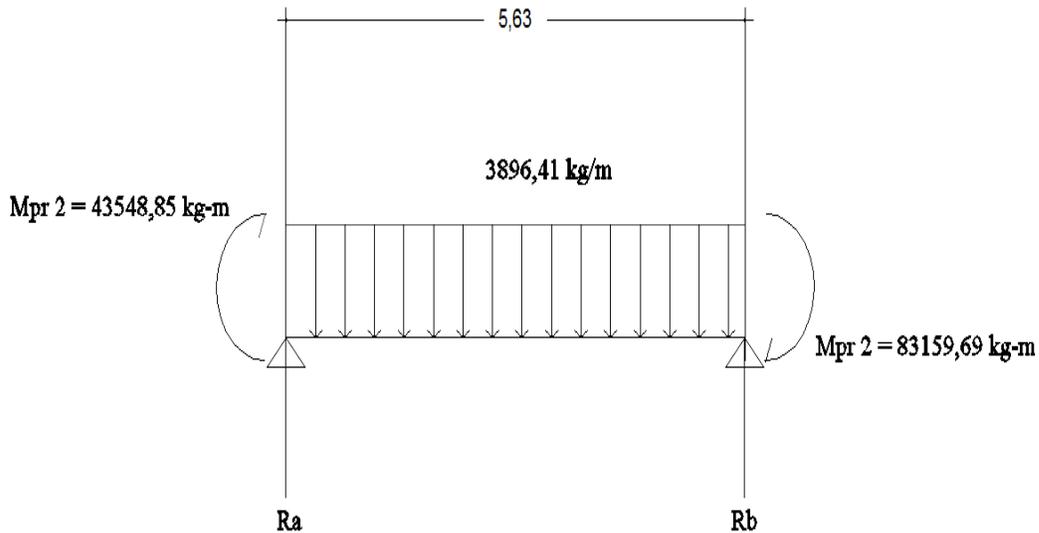
Análisis por corte:

$$W_u = 1,2 \text{ CM} + 1,0 \text{ CV} + 0,2\text{S, ACI 21.3}$$

$$W_u = 1,2 (1\ 412,94) + 1,0 (1\ 598,58) + 0,2 (1\ 412,94 + 1\ 598,58)$$

$$W_u = 3\ 896,41 \text{ kg / m}$$

Figura 24. **Análisis por corte**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_A = -43548,85 - 83\ 159,69 - \frac{(3\ 896,41)(5,63)^2}{2} + R_b(5,63)$$

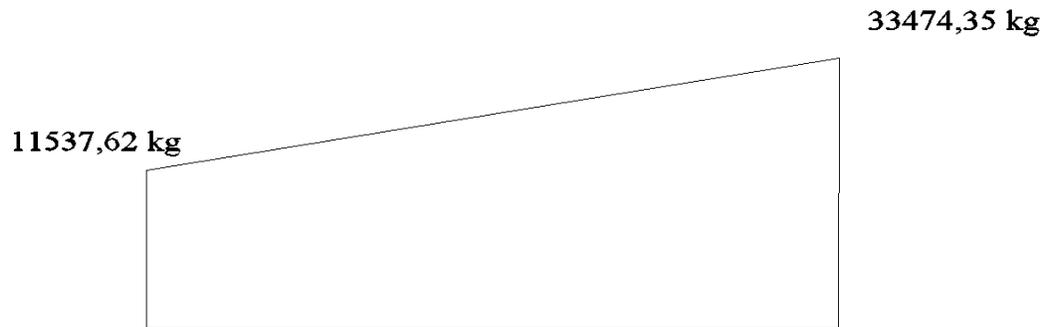
$$R_b = 3\ 3474,35 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0 \uparrow +$$

$$\sum F_y = Ra + 33\,474,35 - (3\,896,41)(5,63)$$

$$Ra = -11\,537,62 \text{ kg}$$

Figura 25. **Cortante**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Con esta gráfica se puede encontrar el cortante a diferentes distancias con relación de triángulos semejantes; pueden encontrarse los cortantes a distancias deseadas.

Espaciamiento a $d/2$

$$\frac{33\,474,35 - 11\,537,62}{5,63 * 100} = \frac{V_{d/2} - 11\,537,62}{5,63 * 100 - \frac{43,62}{2}}$$

$$V_{\frac{d}{2}} = 32\,624,55 \text{ kg}$$

$$S = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_s} \text{ donde } V_s = V_a - V_{cu}$$

Va = cortante actuante

Vcu = cortante por resistir

$$V_{cu} = 0,53 * 0,85 * \sqrt{280} * 35 * 43,62$$

$$V_{cu} = 11\,508,73 \text{ kg}$$

$$S = \frac{2 * 0,71 * 2\,810 * 43,62}{32\,624,55 - 11\,508,73} = 8 \text{ cms}$$

Espaciamiento a 2H

$$\frac{33\,474,35 - 11\,537,62}{5,63 * 100} = \frac{V_{d/2} - 11\,537,62}{5,63 * 100 - 2(50)}$$

$$V_{2H} = 29\,577,95 \text{ kg}$$

$$S = \frac{2 * 0,71 * 2810 * 53,62}{29\,577,95 - 11\,508,73} = 10 \text{ cms}$$

Longitud de desarrollo:

ACI 318-08, capítulo 21.3.4.2

h viga L

$$L = 2h \text{ 60 cm} \quad 120 \text{ cm}$$

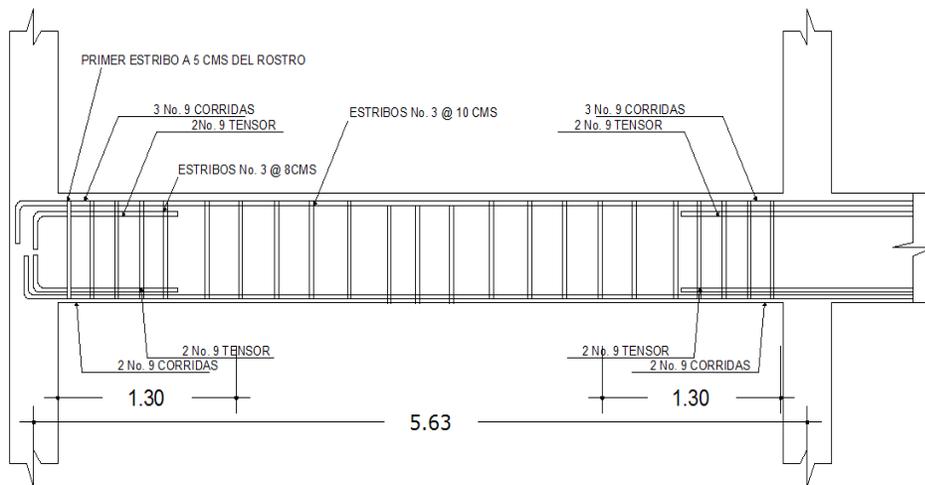
Armado transversal para viga:

Primer estribo: 1 Núm. 3 @ 0,05m

Hasta un 1,30 m de desarrollo: Núm.3 @ 0,08m

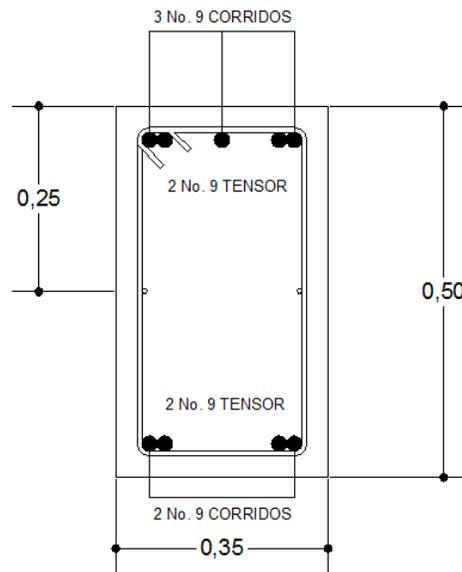
Hasta centro de viga: Núm. 3 @ 0,10m

Figura 26. Armado de viga tipo 1, módulo A



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 27. Corte típico de viga



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

2.1.4.3. Diseño de columnas

Las columnas son elementos sometidos a carga axial y flexión en cargados de transmitir la carga a los cimientos de la estructura; para el diseño de las columnas del mercado municipal se tomó como guía el capítulo 21, del ACI 318-08.

Datos

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

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

$$\gamma_{\text{CONCRETO}} = 2400 \text{ kg/cm}^3$$

Recubrimiento = 4,00 cm (ACI 318-08 cap. 7.7.1)

Cálculo de cargas

Carga última: $W_u = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}$

Carga última: $W_u = 1,4 (338 \text{ kg / m}^2) + 1,7 (600 \text{ kg / m}^2) = 1 493,2 \text{ kg / m}^2$

FCU = 1,54 (ambos sentidos)

Diseño de columna

- Carga axial

$P_u = A_t * W_u + (A_c * L_v * W_c * f_{cu})$

Tabla XXXV. Carga axial

Sentido	Area trib.	CM kg/m ²	CV kg/m ²	Cu kg/m ²	Fcu	Pu (Ton)
X	24,75	338	600	1 493,2	1,54	42,87
Y	24,75	338	600	1 493,2	1,54	43,87

Fuente: elaboración propia.

- Magnificadores

$K = I/L$

$$K_{col_{x,y}} = \frac{\left(\frac{1}{12}\right) * (40)(40)^3}{550} = 387,88 \text{ cms}^3$$

$$K_{viga_x} = \frac{\left(\frac{1}{12}\right) * (35)(50)^3}{600} = 607,64 \text{ cms}^3$$

$$K_{viga_x} = \frac{\left(\frac{1}{12}\right) * (35)(50)^3}{500} = 729,17 \text{ cms}^3$$

Coeficiente de empotramiento:

$$\psi_A = \frac{K_{col}}{K_{viga}} ; \psi_B = 0 \text{ (empotramiento en la base)}$$

$$\psi_p = \frac{(\psi_A + \psi_B)}{2}$$

Tabla XXXVI. **Coeficientes de empotramiento**

Sentido	ψ_A	ψ_B	ψ_p
X	0,64	0	0,32
Y	0,53	0	0,27

Fuente: elaboración propia.

Coeficiente

$$K = \frac{20 - \psi_p}{20} * \sqrt{1 + \psi_p}$$

Para

$$\psi_p < 2$$

Sentido X 1,13 K

Sentido Y 1,11 K

Relación de esbeltez:

$$E = KLn / r$$

Donde:

$E < 22$ columna corta

$E < 22$ considerar esbeltez (magnificar momentos)

$$E_x = \frac{(1,13 * 550)}{0,30 * 40} = 51,79 > 22, \quad \text{magnificar momento}$$

$$E_y = \frac{(1,11 * 550)}{0,30 * 40} = 50,88 > 22, \quad \text{magnificar momento}$$

Factor de flujo plástico

$$\beta d = \frac{1,4 \text{ CM}}{1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}}$$

$$\beta d = \frac{1,4 (338)}{1,4 (338) + 1,7 (600)} = 0,3075$$

Carga crítica de Euler:

$$Ei = \frac{15\,100 * \sqrt{f'c} * \frac{1}{12} * bcol * \frac{hcol^3}{2,5}}{(1 + \beta d)}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * L)^2}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\theta * P_{cr}}}$$

Tabla XXXVII. **Carga crítica de Euler**

Sentido	EI (Ton – m ²)	Pcr (Ton)	δ
X	1 649,04	370,26	0,86
Y	1 649,04	372,50	0,86

Fuente: elaboración propia.

Momentos magnificados:

Tabla XXXVIII. **Momentos magnificados**

Sentido	Mmagnificado (kg – m)
X	21 135,14
Y	24 017,73

Fuente: elaboración propia.

Refuerzo longitudinal:

Por el método de Bresler se determinan las fuerzas resistentes a las actuantes en columna.

Áreas de acero máx. y mín.

$$0,01A_g \leq f'_c \leq 0,06 A_g \quad \text{ACI 318 - 08 Cap 21.6.3.1}$$

$$A_{s\min} = 0,01 * (40 * 40) = 16 \text{ cms}^2$$

$$A_{s\max} = 0,06 * (40 * 40) = 96 \text{ cms}^2$$

Parámetros independientes:

$$P_u = 42,87 \text{ ton}$$

$$M_{ux} = 21,14 \text{ ton} - \text{m} \quad M_{uy} = 24,02 \text{ ton} - \text{m}$$

$$e_c = 4 \text{ cms}$$

$$f'_c = 0,28 \text{ ton} / \text{m}^2 \quad f_y = 2,81 \text{ ton} / \text{m}^2$$

$$e_x = M_{ux} / P_u = 21,14 / 42,87 = 0,49$$

$$e_y = M_{uy} / P_u = 24,02 / 42,87 = 0,56$$

$$(e/h)_x = 0,49 / 0,40 = 1,20$$

$$(e/h)_y = 0,56 / 0,40 = 1,40$$

$$Y_x = (40 - 2 * 4) / 40 = 0,80 \text{ (valor para gráfica)}$$

$$Y_y = (40 - 2 * 4) / 40 = 0,80 \text{ (valor para gráfica)}$$

Carga de falla:

$$P'_{uf} = P_u / 0,70 = 42,87 / 0,70 = 61 \text{ ton}$$

Área de acero propuesta:

Tabla XXXIX. **Área de acero propuesta**

Núm. Var	Cant. Var	Av	As
10	8	7,91	63,34

As	Agruesa	f'c	fy	Ptu
63,34	1600	280	2810	0,50

Fuente: elaboración propia.

$$Ptu = (A_{st} / A_g) * (fy / 0,85f'c)$$

Valores obtenidos con la gráfica

Tabla XL. **Valores**

K'x	K'y
0,25	0,25

Fuente: elaboración propia.

Con estos valores se obtiene la carga

$$P'o = 0,85 * f'c * Ag + Ast * fy$$

$$P'xo = K'x * f'c * Ag$$

$$P'yo = K'y * f'c * Ag$$

Tabla XLI. **Cargas**

P'o	P'xo	P'yo
558,78	112	112

Fuente: elaboración propia.

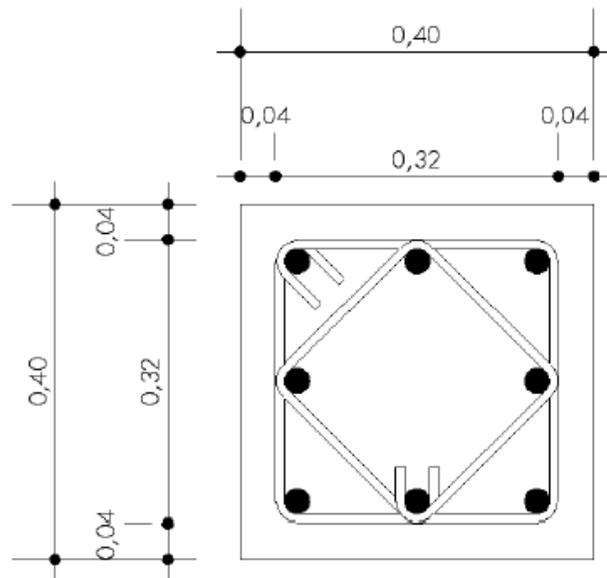
Cálculo de P'u con la ecuación de Bresler

$$P'u = 1 / (P'xo + P'yo - P'o)$$

$$P'u = 67 \text{ ton} > 61 \text{ (carga de falla)}$$

Figura 29. **Armado longitudinal columna**

8 varillas Núm. 10



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Refuerzo transversal ACI 318 – 08, Cap 21.6.4.3

Cálculo del espaciamiento de los estribos en la columna.

SACI 318 – 08, Capítulo 21.6.4.3

El menor (cms)

Tabla XLII. **Espaciamiento**

C1 o C2	ϕvar. Long.	Hx	$\frac{1}{4}$ C1 o C2	6dbL	S
40	2,8575	35	10	17,15	10

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de longitud de área de confinamiento en columna.

Lo ACI 318 – 08, Cap 21. 6.4.1

El mayor (cms)

Tabla XLIII. **Longitud de área de confinamiento**

Luz	H elemento	1/6 luz	Long.
550	40	100	45

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de espaciamiento en centro de columna

S ACI 318 – 08, Cap 21.6.4.3

Tabla XLIV. **Cálculo de espaciamiento en centro de columna**

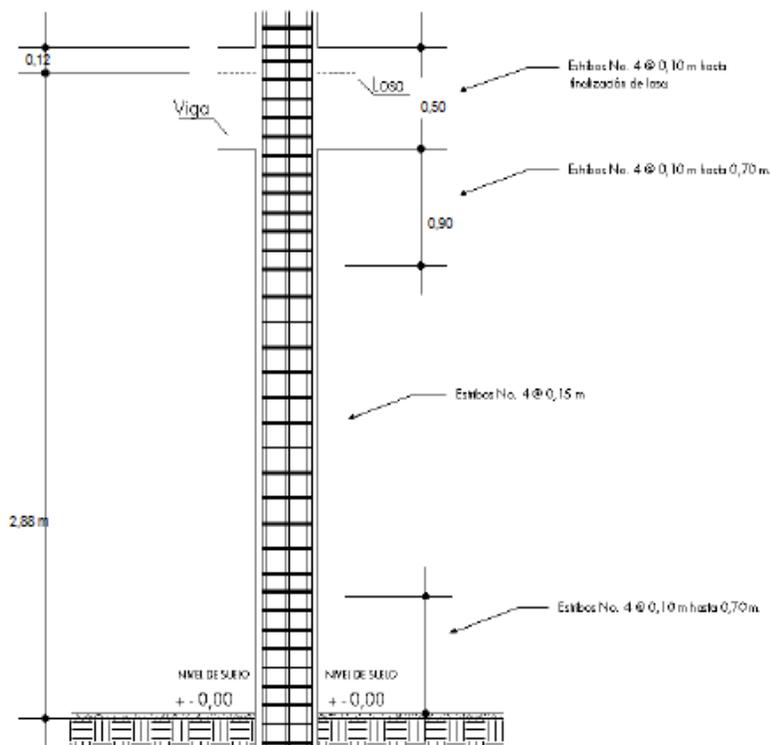
6dbL	S
17,15 cm	15 cm

Fuente: elaboración propia.

Armado transversal en columna

Armado en zonas de confinamiento hierro número 4 @ 0,10 m, hasta una longitud de 0,90 m de los nudos, resto de columna @ 0,15 m.

Figura 30. **Armado transversal de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

2.1.4.4. Cimientos

Los cimientos de una estructura son los encargados de transmitir las cargas al suelo, por eso la importancia de haber realizado un buen estudio de mecánica de suelos determinando la capacidad de soporte y así realizar un diseño adecuado para no tener problemas de hundimiento desfavorables.

Zapata aislada tipo Z-1

Datos

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

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

$$\gamma_{\text{CONCRETO}} = 2\,400 \text{ kg / cm}^3$$

$$\gamma_{\text{SUELO}} = 1\,600 \text{ Kg / cm}^3$$

Recubrimiento = 7,50 cm (ACI 318-08, cap. 7.7.1)

$$Mx = 22,72 \text{ ton - m}$$

$$My = 26,62 \text{ ton - m}$$

$$P = 42,87 \text{ ton}$$

$$Q_{\text{adm}} = 17 \text{ ton / m}^2$$

Espesor propuesto $t = 50 \text{ cms}$

$$q_e = 17,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \left[2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,50\text{m} + 1600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (2,50 - 0,50) \right]$$

$$q_e = 12,600 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{área} = 1,50 * \frac{42,87}{12,60} = 5,10 \text{ m}^2$$

$$B = \sqrt{5,10} = 2,50 \text{ m}$$

Chequeo de excentricidades con las $q_{\text{máx}}$ y $q_{\text{mín}}$

$$e_y = \frac{26,62 \text{ ton} - \text{m}}{1,5 * 42,87 \text{ ton}} = 0,41 \text{ m}$$

$$q_{\text{mín}} = 42,87 * \frac{1,5}{(2,5)^2} \left[1 + \frac{6 * 0,41}{2,5} \right] = 18,93 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{mín}} = 42,87 * \frac{1,5}{(2,5)^2} \left[1 - \frac{6 * 0,41}{2,5} \right] = 1,65 \text{ ton/m}^2$$

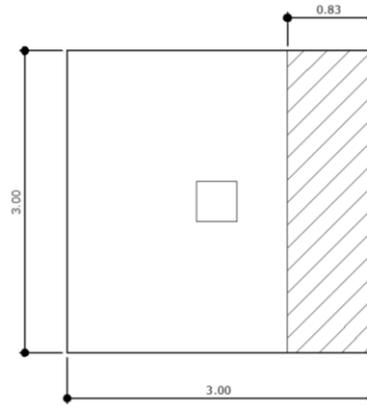
Aumento del área de la zapata

$$q_{\text{máx}} = 42,87 * \frac{1,5}{(3,00)^2} \left[1 + \frac{6 * 0,41}{3,0} \right] = 13 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} < q_{\text{adm}}$$

Sección de la zapata de 3,00 m x 3,00 m

Chequeo por corte simple:

Figura 31. Zapata



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

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

$$d = 50 - 0,95 - 7,5$$

$$d = 41,55$$

Corte actuante $V_a = A \cdot q_{\text{diseño}}$

$$q_{\text{diseño}} = 13 \text{ ton/m}^2 \cdot 1,57 = 20,41 \text{ ton/m}^2$$

$$V_a = 1,24 (20,41) = 25,44 \text{ ton}$$

Cortante que resiste el concreto

$$V_{cu} = \phi \cdot 0,53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

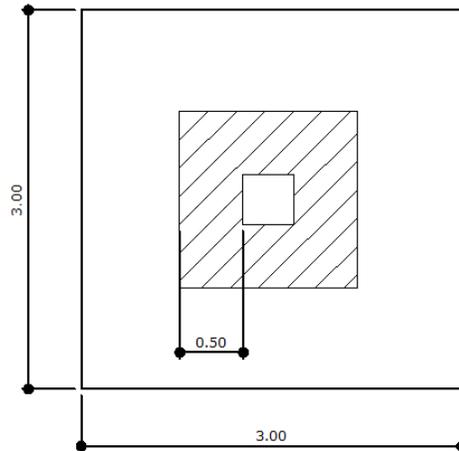
$$V_{cu} = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{280} \cdot 300 \cdot 41,55$$

$$V_{cu} = 93,96 \text{ ton}$$

$V_{cu} \gg V_a$; el espesor de la zapata es correcto

Chequeo por punzonamiento:

Figura 32. Chequeo por punzonamiento



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$V_a = A * q_{\text{diseño}}$$

$$V_a = 8,36 * 20,41 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$V_a = 170,63 \text{ ton}$$

$$b_o = 4(a + d)$$

$$b_o = 4(0,40 + 0,4155)$$

$$b_o = 3,26$$

$$V_{cu} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

$$V_{cu} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{280} * 326 * 41,55$$

$$V_{cu} = 240,28 \text{ ton}$$

$V_{cu} \gg V_a$; sí chequea por punzonamiento.

Armado de zapata

Refuerzo

$$M_u = \frac{1}{2} * W L^2$$

$$M_u = \frac{1}{2} * (q_{\text{diseño}} * a) L^2$$

$$M_u = \frac{1}{2} * (20,4 \text{ ton} / \text{m}^2 * 3 \text{ m}) (1,30)^2 = 51,74$$

Área de acero mínimo

Tabla XLV. **Área de acero mínimo**

fy	f'c	Pmín	B	d	As mín
2810	280	0,005	300	41,55	62,32

Fuente: elaboración propia.

Área de acero requerida

Tabla XLVI. **Área de acero requerida**

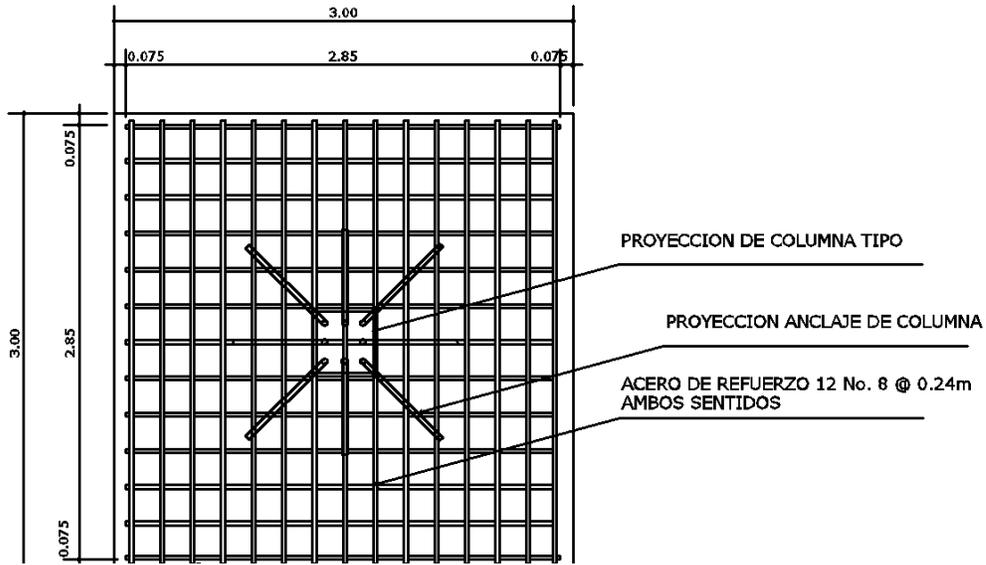
momento	fy	f'c	b	d	As req
51,740	2 810	280	300	41,55	62,03

Fuente: elaboración propia.

Usar As mín

Se propone como armado 12 varillas número 8 @ 0,23 m para ambos sentidos.

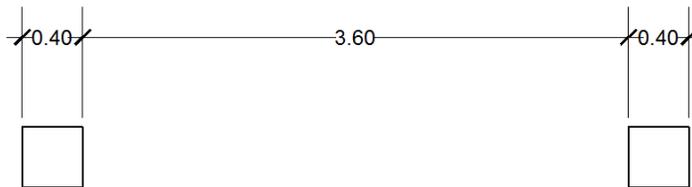
Figura 33. Armado de varillas



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Zapata combinada tipo z-3

Figura 34. Zapata combinada



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Datos

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

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

$$\gamma_{\text{CONCRETO}} = 2400 \text{ kg / cm}^3$$

$$\gamma_{\text{SUELO}} = 1600 \text{ Kg / cm}^3$$

$$\text{Recubrimiento} = 7,50 \text{ cm (ACI 318-08, cap. 7.7.1)}$$

$$M_x = 22,72 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_y = 26,62 \text{ ton} - \text{m}$$

$$P = 42,87 \text{ ton}$$

$$Q_{adm} = 17 \text{ ton / m}^2$$

$$F_{cu} = 1,57$$

Cargas de trabajo:

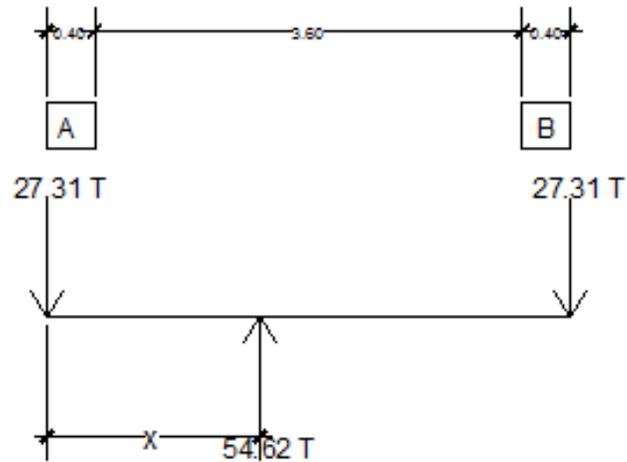
$$P'u = P_u / F_{cu} = 27,31 \text{ T}$$

$$M'x = M_x / F_{cu} = 14,47 \text{ T-m}$$

$$M'y = M_y / F_{cu} = 16,96 \text{ T} - \text{m}$$

Cálculo de centro de gravedad

Figura 35. **Distribución de carga en zapata combinada**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$\sum M_A = 0$$

$$(27,31)(4) = x (54,62)$$

$$x = 2,00 \text{ m}$$

Calculando longitud de la zapata

$$L = 2(a + x)$$

$$L = 2(0,70 + 2)$$

$$L = 5,40 \text{ m}$$

Calculando base de la zapata

$$B = \frac{6,52}{5,4} = 1,21$$

Área de zapata

$$A_z = 1,5 * \left(27,32 * \frac{2}{12,6} \right) = 6,52 \text{ m}^2$$

Presión sobre el suelo

$$q = \frac{P}{A_z} + \frac{M'_x}{S_x} + \frac{M'_y}{S_y}$$

$$q = 8,36 + \frac{14,47}{5,81} + \frac{16,96}{2,38}$$

$$q = 17,99 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \approx \frac{18 \text{ ton}}{\text{m}^2}$$

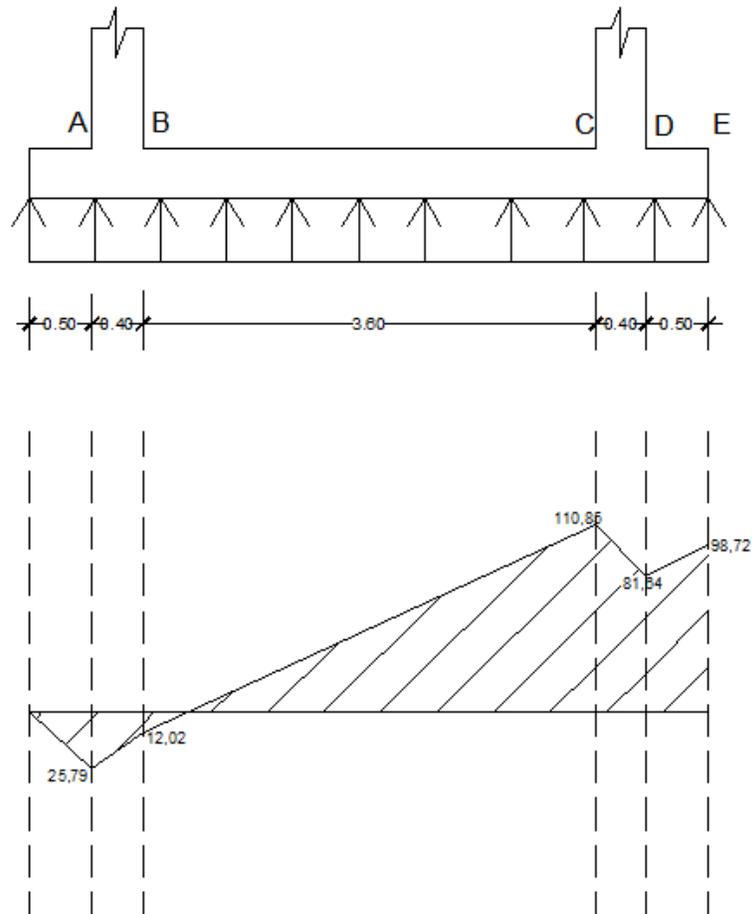
Presión última:

$$q_{\text{diseño}} = 18 * 1,57 = 28,25 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Carga distribuida sobre zapata

$$W = 28,25 * 1,48 = 41,81 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Figura 36. Diagrama de corte zapata combinada



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Determinación de corte en zapatas:

$$V_a = 34,16 * 0,50 - 42,87 = -25,79 \text{ ton} - \text{m}$$

$$V_b = 34,16 * 0,90 - 42,87 = -12,12 \text{ ton} - \text{m}$$

$$V_c = 34,16 * 4,50 - 42,87 = 110,85 \text{ ton} - \text{m}$$

$$V_d = 34,16 * 4,90 - 42,87 - 42,87 = 81,64 \text{ ton} - \text{m}$$

$$V_e = 34,16 * 5,40 - 42,87 - 42,87 = 98,72 \text{ ton} - \text{m}$$

Chequeo por corte flexionante:

$$V_U = 110,15 - (34,16 * 0,40) = 96,486 \text{ ton}$$

$$d = \frac{96\ 486}{0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 121} = 105,78 > 40 \text{ cm no chequea}$$

Se debe aumentar peralte $t = 1,00 \text{ m}$ $d = 92,5$

$$V_U = 110,15 - (34,16 * 0,925) = 78,552 \text{ ton}$$

$$d = \frac{78\ 552}{0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 121} = 86,12 < 92,5 \text{ sí chequea}$$

Chequeo por punzonamiento

$$V_U = 42,87 - (0,40 + 0,40)^2 34,16 = 21,01 \text{ ton}$$

$$d = \frac{21\ 007,96}{0,85 * 1,06 * \sqrt{280} * 4 * 80} = 4,35 \ll 40 \text{ cm, sí chequea}$$

Armado de zapata combinada

$M = 180,13 \text{ ton-m}$ (dado por la gráfica de corte)

Área de acero mínimo.

$$A_s \text{ min} = 0,0018 * 121 * 92,5 = 20,14 \text{ cm}^2$$

Área de acero requerido

$$As = 0,90 \left[121 * 92,5 - \sqrt{(121 * 92,5)^2 - \frac{(180130)(121)}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{2 * 810}$$

$$As = 72,37 \text{ cm}^2$$

Se propone como armado 16 var número 8 @ 0,30 cms.

Para el lado transversal de la zapata se diseña como voladizo:

$$q = 34,16 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$W = 34,16 * 5,4 = 184,47 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

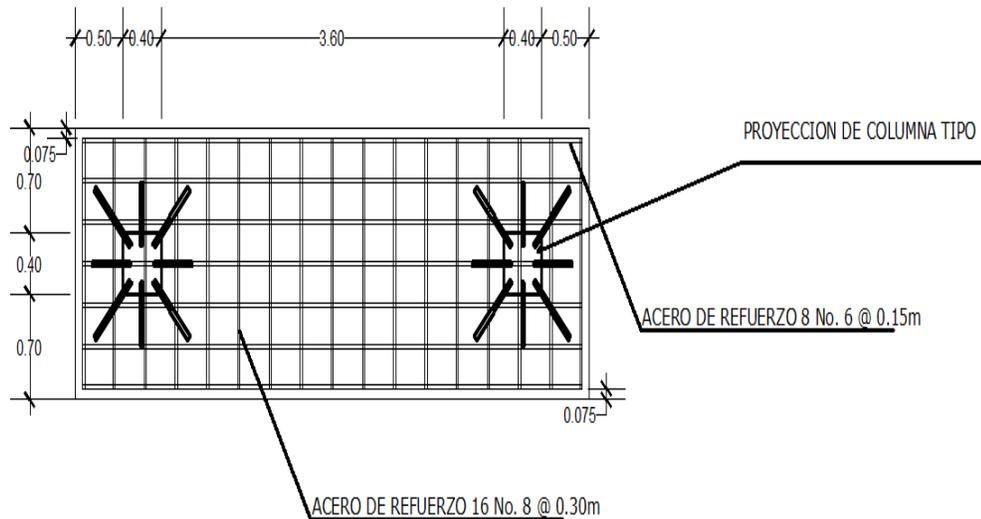
$$W = \frac{1,80 - 0,40}{2} = 0,70$$

$$Mu = 0,50 * (187,47) * (0,41)^2 = 45,20 \text{ ton} - \text{m}$$

$$As = 17,43 \text{ usar } As_{\text{mínimo}}$$

Se propone como armado 8 var número 6 @ 0,15 cms.

Figura 37. Armado de zapata combinada



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

2.1.4.5. Módulo de gradas

Un sistema de escalera se puede definir como una parte integral de una estructura que conecta un punto con otro, ubicado dentro de la misma estructura pero con diferentes cotas de nivel, medidas que se dan a partir de un punto común.

Todo análisis de escaleras deberá iniciar por evaluar las características físicas del sistema; hay muchos factores que participarán en este método de diseño físico, pero los que se deben analizar principalmente son: qué longitud tiene el tramo en el cual se deberán construir las escaleras, qué altura es la que deberá conectar el tramo, pues se deberá recordar que se han establecido algunos parámetros de diseño para estos sistemas. En los cálculos se podrá apreciar lo expuesto.

Estableciendo datos:

- Altura que conectará el tramo 1,50 m.
- Tramo de longitud que cubrirá 3,00 m.

Para este caso se propondrá emplear para la huella 30 cm y para la contrahuella 15 cm, con el fin de que todas las gradas o escalones tengan uniformidad.

Determinación de cargas:

$$W_{viva} = 250 \text{ kg / m}^2 * 3,35 \text{ m} = 837,5 \text{ kg / m} + 1,15 * 837,5 = 963,13 \text{ kg / m}$$

$$W_{muerta} = \text{volumen del concreto} * \text{peso específico del concreto}$$

Volumen = volumen de la losa plana + volumen de escalones

$$V = \sqrt{(1,50)^2 + (3,00)^2} * 2,80 * 0,12 + \frac{1}{2} * 0,30 * 0,15 * 10 \text{ unidades}$$

$$V = 1,3519 \text{ m}^3$$

$$W_{muerta} = 968,58 \text{ kg/m} = 1,3519 \text{ m}^3 * 2\,400 \text{ kg / m}^3 = 3\,244,75 \text{ kg / 3,35 m}$$

Se puede citar el código ACI 318S en la sección 8.3.3, que señala que para una estructura de concreto armado, la carga viva mayorada no debe exceder tres veces la carga muerta no mayorada.

$$L / D = (1,7 * 963,13 \text{ kg / m}) / 968,58 \text{ kg / m} = 1,69 < 3$$

Estableciendo cargas:

$$U = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}$$

$$U = 1,4 (968,58 \text{ kg / m}) + 1,7 (963,13 \text{ kg / m})$$

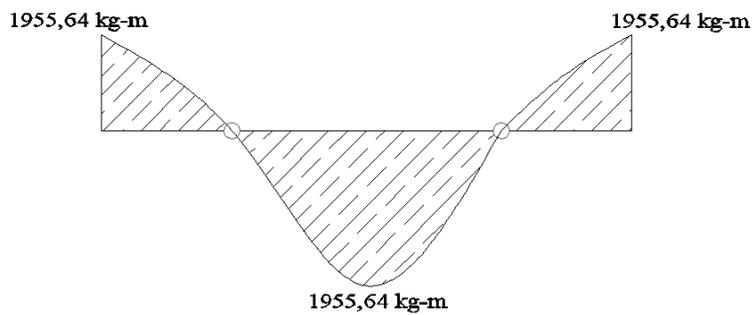
$$U = 2 993,33 \text{ kg / m}$$

Determinando momentos:

$$M_{\text{extremos}} = (1/12) * W_u * L^2 = (1/12) * (2 993,33 \text{ kg / m}) * (2,80)^2 = 1 955,64 \text{ kg - m}$$

$$M_{\text{extremos}} = (1/12) * W_u * L^2 = (1/12) * (2 993,33 \text{ kg / m}) * (2,80)^2 = 1 955,64 \text{ kg - m}$$

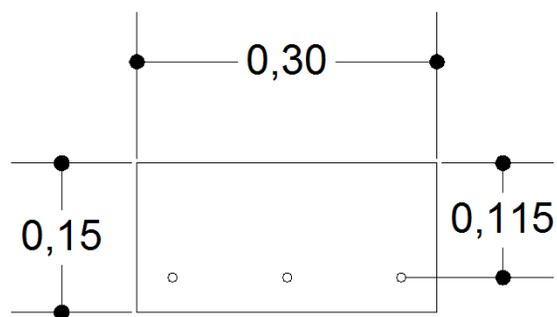
Figura 38. **Diagrama de momento flexionante transversal en tramo de escaleras**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

La sección transversal de la viga tendrá como base la huella y como altura la contrahuella; el peralte estará dado por la distancia que hay desde el eje centroidal de la barra de refuerzo hasta la fibra extrema en compresión como en cualquier otra viga, por lo tanto la viga a diseñar es la siguiente:

Figura 39. **Viga de diseño**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Determinando el acero:

$$\frac{M_u}{\phi * b * d^2} = \rho * f_y \left(1 - \frac{0,59 * f_y * \rho}{f'_c} \right)$$

Ecuación de grado dos para la determinación del valor de la cuantía de acero.

$$\frac{1\,955,64 \text{ kg} - \text{m} * 100}{0,90 * 30 * 11,5^2} = \rho * 2810 * \left(1 - \frac{0,59 * 2\,810 * \rho}{280} \right)$$

$$\rho = 0,1464$$

$$\rho = 0,0224$$

Mediante el sistema de descarte de cuantías que se ha utilizado, se puede observar que debe emplearse el valor de la cuantía mínima, ya que los valores obtenidos en el cálculo no se encuentran en los valores establecidos o están por encima de ellos.

$$\rho_{\text{mín}} = 0,00333$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,01425$$

$A_s = 0,00333 * 11,5 * 30 = 1,138 \text{ cm}^2$ usar varilla número 3 @ 0,15 m en un metro no debe ir < de 7 varillas para ambos momentos.

Este como todos los sistemas deberá poseer un sistema de armado de acero para resistir aquellos esfuerzos provocados por los cambios de

temperatura y contracción en el concreto; dicha área se determina siguiendo el procedimiento que se muestra a continuación:

$$A_{s_{tem}} = 0,00333 * 280 * 11,5 = \frac{10,72 \text{ cm}^2}{6 \text{ unidades}} = 1,77 \text{ cm}^2; 2 \text{ Núm. 3 @ 15 cm}$$

Chequeo por corte:

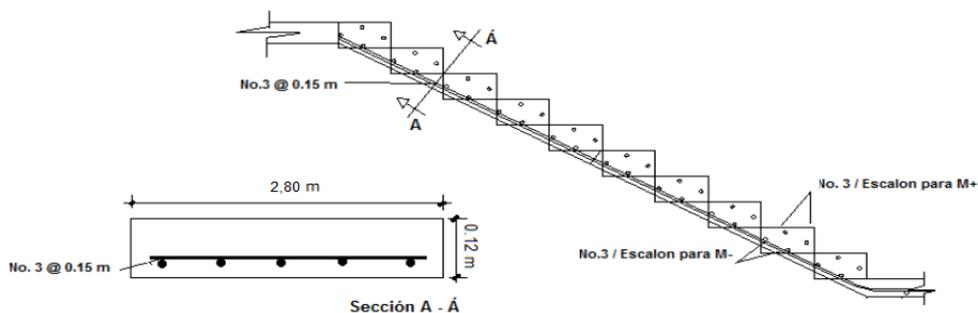
$$V_d = 2993,33 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \left(2,80 - \frac{11,5}{100} \right) = 8\,037,09 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$V_c = 8 * \sqrt{f'_c} = 7213,99 \text{ kg/cm}$$

$$V_u = \frac{8\,037,09 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}}{30 * 15} = 17,86 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

$V_u \lll V_c$ por lo tanto, sí resiste el corte que se le induce y no requiere estribos.

Figura 40. **Esquema de armado de escaleras apoyadas transversalmente**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

2.1.4.6. Diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias

Sirven para garantizar el buen funcionamiento de los servicios de agua potable y drenajes del mercado municipal.

2.1.4.6.1. Instalaciones hidráulicas

Se diseñaron para mantener la presión de agua dentro del circuito. El tipo de material a usar será tubería de PVC, siendo utilizado para instalaciones hidráulicas por la ventaja que ofrece sobre otro material en costo, manejo y resistencia.

Para el diseño hidráulico se toma el método de Hunter que asigna a cada aparato sanitario, un número de unidades de gasto determinado experimentalmente.

Para determinar la máxima demanda de agua de un edificio o sección de él, se tendrá en consideración el tipo de servicio que prestarán los aparatos (si es público o privado).

Figura 41. **Valores para determinar la demanda máxima, unidades de gasto Hunter**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Tina		4	3	3
Lavadero de ropa		8	4,5	4,5
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	...
Inodoro	Con válvula semiautomática	8	8	...
Lavadero	Cocina hotel, restaurante	4	3	3
Lavadero	Repostería	3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	...
Bebedero	Múltiple	1	1	...
Lavatorio	Corriente	2	1,5	1,5
Lavatorio	Múltiple	2	1,5	1,5
Botadero		3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	...
Urinario	Con válvula semiautomática	5	5	...

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 48.

Aplicando a la tabla anterior se obtiene la demanda para los diferentes aparatos sanitarios dentro del mercado municipal.

Tabla XLVII. **Demanda por aparatos sanitarios**

Aparato sanitario	Cantidad (u)	Demanda U.H.	Demanda total U.H.
Inodoros	33	5	165
Urinarios	24	3	72
Lavamanos	33	2	66
			Total = 303

Fuente: elaboración propia.

Gastos probables, método de Hunter (lt/s)

Tabla XLVIII. **Gastos probables**

Núm. de unidades de Hunter	Gasto probable	
	Tanque	Válvula
290	3,32	4,04
300	3,32	4,12
320	3,37	4,24

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*.

p. 51

De la tabla anterior se obtiene el gasto probable para los aparatos sanitarios, que es de 3,32 litros por segundo.

Aplicando el factor de corrección de 0,60

$$\text{DMP} = 3,32 * 0,60 = 2 \text{ lt/s} \approx 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}.$$

Diámetro de la tubería:

$$Q = A * V$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

La velocidad promedio de la red municipal para el mercado municipal es de 5 metros sobre segundo.

$$A = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s} / 5 \text{ m} / \text{s} = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \approx 0,62 \text{ plg}^2$$

Se usará tubería de 1" con área de 0,78 plg².

2.1.4.6.2. Instalaciones sanitarias

Son una parte importante porque en ellas se transportarán todas las aguas negras provenientes de los aparatos sanitarios. Para el diseño se determinan los diámetros necesarios para las descargas y pendiente necesaria para el traslado de las mismas.

Se utiliza tubería de PVC como ya se ha indicado anteriormente, por las ventajas que ofrece en instalación, manejo, resistencia y durabilidad.

Para el cálculo o dimensionamiento de las instalaciones de drenaje es necesario definir un concepto que se conoce como unidad de descarga, que

constituye la referencia para estimar las descargas de todos los demás muebles, accesorios y aparatos sanitarios.

Según el uso de las instalaciones sanitarias se pueden clasificar en tres clases:

- 1ra. clase: de uso privado en vivienda, cuartos de baño privado, hoteles de uso familiar de pocas personas.
- 2da. clase: de uso semipúblico, utilizado en oficinas, fábricas, entre otros, donde el uso es solamente por las personas del edificio ocupado.
- 3era. clase: de uso público, donde no existe límite de número de personas que puedan usarlo.

Figura 42. **Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones**

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo derivación		
	Clase			Clase		
	1ra.	2da.	3ra.	1ra.	2da.	3ra.
Lavado	1	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Urinario	2	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 71.

El mercado municipal se toma como de tercera clase porque será de uso público.

Tabla XLIX. **Demanda de consumo**

Aparato sanitario	Cantidad (u)	Demanda U.H.	Demanda total U.H.
Inodoros	33	6	198
Urinarios	24	2	48
Lavamanos	33	2	66
			Total = 312

Fuente: elaboración propia.

Para la determinación del diámetro de la tubería a utilizar se compara con los valores recomendados por la cantidad de descarga y pendiente que tendrá la tubería.

Tabla L. **Diámetro de derivaciones en colector**

Derivación en conector		Número máximo de unidades de descarga			
mm	pulg.	Derivación horizontal S=0	Pendiente		
			1/100	2/100	3/100
125	5	133	180	234	280
150	6	264	330	440	580
200	8	696	870	1150	1680

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*.

p. 71

Con los valores obtenidos y comparados con la tabla L, se propone una tubería de 6 pulgadas, con una pendiente del 1 %, para los drenajes sanitarios.

2.1.4.7. Diseño de instalaciones eléctricas

Una instalación eléctrica se refiere a uno o varios circuitos eléctricos destinados a un uso específico y que cuenta con los equipos necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de ellos y los aparatos eléctricos conectados.

Para determinar el tipo de calibre de cables por circuito se realiza el cálculo por la fórmula de potencia:

$$P = I * V$$

Se determina el consumo de energía de aparatos, conociendo así la corriente que circulará en cada circuito. Se dividirá en dos partes que son instalaciones de iluminación e instalaciones de fuerza; se requiere de estudios iniciales de carga para iluminación y contactos de salida; debe indicarse la capacidad de watts de los circuitos conservando las condiciones, reglamentos y el buen funcionamiento que se tendrá en todo el edificio.

$$I = \frac{P}{E}$$

Donde:

I = corriente

P = potencia

E = voltaje

Tabla LI. **Consumo energía eléctrica**

Corriente	Potencia (asumido)	Voltaje
6.5 Amperios	780 watts	120 volts

Fuente: elaboración propia.

En la instalación de fuerza se asigna una carga de salida en cada tomacorriente; en este caso de 175 watts, aproximadamente; cada local o puesto cuenta con 3 unidades; haciendo cálculo se tiene la siguiente corriente:

Tabla LII. **Consumo energía eléctrica I**

Corriente	Potencia	Voltaje
4,38 Amperios	525 watts	120 volts

Fuente: elaboración propia.

Los detalles de calibre y número de unidades se pueden ver en los planos del 33 al 39; la instalación eléctrica del mercado tanto en iluminación como en fuerza queda distribuida de la siguiente manera: un tablero principal conectado a la acometida a un solo contador, el cual se encuentra en el sótano del edificio (plano 34 y 37) hacia el tablero secundario del sótano en cual hay 2 circuitos de fuerza y 5 de iluminación, con 12 unidades cada uno.

El primer nivel cuenta con un tablero secundario (caja de *flipon*) conectado al general, el cual tiene 5 circuitos de iluminación y 4 de fuerza; cada circuito con 12 unidades cada uno.

El segundo nivel cuenta con un tablero secundario (caja de *flipon*) conectado al general, el cual tiene 6 circuitos de iluminación y 4 de fuerza cada circuito con 12 unidades cada uno.

Cada uno de los circuitos cuenta con conductores de calibre 10 y 12 THNN, que tienen una capacidad de conducción máxima de 20 amperios; se recomienda que los cables sean de colores normales rojo blanco y negro o rojo blanco y azul.

2.1.5. Propuesta de muro de contención en sótano, área de parqueo

El detalle para el diseño del muro de contención se incluye en los siguientes subtítulos:

2.1.5.1. Estabilización de taludes por el método de *Soil Nailing*

Se propone este procedimiento debido a que permite tratar taludes de diversos tipos de suelos y rocas, donde se hace necesario dejar un corte de suelo autosoportante y estable en el tiempo; en otra definición, es una técnica para reforzar el suelo *in-situ*. El sistema consiste en una cubierta o revestimiento de concreto lanzado, construido regularmente de arriba hacia abajo y un arreglo de inclusiones, miembros reforzados, perforados o insertados en una masa de suelo. El suelo enclavado se compone de tres elementos: el suelo *in-situ*, el refuerzo y la cubierta o revestimiento (no siempre se utiliza).

La disposición de las inclusiones puede afectarse para actuar durante un tiempo de servicio más o menos prolongado, por lo que se distinguen las siguientes clases:

- Inclusiones provisionales: tienen el carácter de medio auxiliar y proporcionan las condiciones de estabilidad a la estructura durante el tiempo necesario para disponer otros elementos resistentes que los sustituyan.
- Inclusiones permanentes: se dimensionan evidentemente con mayores coeficientes de seguridad.

En la actualidad la popularidad para la protección de taludes en la excavación de sótanos para edificios es debido a que ofrece ventajas tales como:

- Facilidad de adaptación a la geometría del proyecto.
- Casi total ausencia de vibraciones lo cual es importante si existen edificaciones aledañas.
- Notoria reducción de descompresión o modificaciones en el terreno evitando de esta manera, los daños a las estructuras existentes.
- Posibilidad de incorporar los paneles a la estructura permanente.
- Posibilidad de ser usados como contención de excavaciones profundas.

La técnica de suelo enclavado o *soil nailing* cuenta con dos metodologías constructivas que son en forma general muy parecidas, pero con la diferencia de que una de ellas emplea un mecanismo neumático de presión que aumenta la tensión en la varilla de hierro; en este caso se utilizará el primer método llamado anclajes pasivos, consistente en un anclaje de una o más barras; no posee longitud libre y generalmente no se pretensa. El término pasivo se debe a que al terminar la colocación del mismo, esto no ejerce ningún tipo de esfuerzo, sino que hasta que la masa de material que contiene se mueve, el anclaje empieza a trabajar.

Figura 43. **Terminación de anclaje pasivo**



Fuente: ARIAS PINEDA, Laura María. *Seguridad industrial en la estabilización de taludes por el método de Soil Nailing según normas OSHA*. p. 16.

Se describe brevemente el proceso constructivo de este método:

- Materiales: barras y platinas de acero, electromalla, lechada de alta resistencia, concreto.
- Pasos:
 - Primero: se refuerza el suelo mediante la instalación de barras de acero
 - Segundo: colocación de electromalla por medio de pines al suelo, anclados al mismo y normalmente pequeñas.
 - Tercero: colocación e inyección de pernos con lechadas de alta resistencias.
 - Cuarto: lanzamiento de concreto con dos capas aplicando a toda la superficie; posteriormente se colocan las platinas.

Figura 44. **Refuerzo al suelo mediante la instalación de barras de acero**



Fuente: ARIAS PINEDA, Laura María. *Seguridad industrial en la estabilización de taludes por el método de SoilNailing según normas OSHA*. p. 30.

Figura 45. **Colocación de electromalla**



Fuente: ARIAS PINEDA, Laura María. *Seguridad industrial en la estabilización de taludes por el método de Soil Nailing según normas OSHA.* p. 31.

Figura 46. **Colocación de pernos e inyección de pernos**



Fuente: ARIAS PINEDA, Laura María. *Seguridad industrial en la estabilización de taludes por el método de Soil Nailing según normas OSHA.* p. 32.

Figura 47. **Lanzado de concreto**



Fuente: ARIAS PINEDA, Laura María. *Seguridad industrial en la estabilización de taludes por el método de Soil Nailing según normas OSHA*. p. 33.

2.1.6. Planos constructivos

Constituyen junto al presupuesto los parámetros más importantes para la toma de decisiones de parte de la entidad que dará financiamiento al proyecto; los planos realizados son: planta arquitectónica, acotada, planta de armado de techo, fachadas, secciones más detalles, cimentación, instalaciones hidráulicas y sanitarias y por último instalaciones eléctricas (iluminación y fuerza).

2.1.7. Presupuesto del proyecto

En la siguiente tabla se detallan los datos del presupuesto del proyecto.

Tabla LIII. Presupuesto

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P./UNITARIO	MONTO (Q.)	TOTAL (Q.)
100	PRELIMINARES					
101	Limpieza del terreno	m ²	1 900,00	Q18,60	Q35 339,82	
102	Excavación de sótano	m ³	8 625,00	Q117,90	Q1 016 887,50	
103	Nivelación del terreno	ml	200	Q46,87	Q9 374,36	
104	Trazo y estaqueado	ml	1 872,65	Q1 872,65	Q1 872,65	
						Q1 063 474,33
200	CIMENTACIÓN					
201	Zapata Z-1	Unidad	20	Q32 434,41	Q648 688,16	
202	Zapata Z-2	Unidad	22	Q8 897,92	Q195 754,30	
203	Zapata Z-3	Unidad	20	Q16 550,34	Q331 006,86	
						Q1 175 449,31
300	COLUMNAS, SOLERAS Y GRADAS					
301	Columnas C-A 0,40 X 0,40	Unidad	82	Q8 377,32	Q686 940,49	
302	Columnas C-A' 0,40 X 0,40	Unidad	164	Q3 655,00	Q599 420,04	
303	Soleras 4 Núm. 3 + EST Núm. 2 @ 0,15m	ml	776	Q74,53	Q57 834,91	
304	Gradastipo	Unidad	3	Q3 390,69	Q10 172,06	
						Q1 354 367,50

Continuación de la tabla LIII.

400 VIGAS Y LOSAS						
401	Viga 1 0,35 X 0,35	Unidad	38	Q10 729,93	Q407 737,33	
402	Viga 2 0,35 X 0,35	Unidad	42	Q12 585,13	Q528 575,32	
403	Viga 3 0,35 X 0,35	Unidad	9	Q12 297,70	Q110 679,31	
404	Viga 4 0,35 X 0,35	Unidad	40	Q8 404,17	Q336 166,81	
405	Viga 5 0,35 X 0,35	Unidad	38	Q9 879,03	Q375 403,00	
406	Viga 2 0,35 X 0,35	Unidad	42	Q11 828,48	Q496 796,28	
407	Viga 2 0,35 X 0,35	Unidad	9	Q11 075,52	Q99 679,71	
408	Viga 2 0,35 X 0,35	Unidad	40	Q7 876,64	Q315 065,70	
409	Viga 2 0,35 X 0,35	Unidad	38	Q9 592,54	Q364 516,67	
410	Viga 2 0,35 X 0,35	Unidad	42	Q11 314,96	Q475 228,22	
411	Viga 2 0,35 X 0,35	Unidad	9	Q10 622,96	Q95 606,61	
412	Viga 2 0,35 X 0,35	Unidad	40	Q7 558,21	Q302 328,58	
413	Losa 1 (5 X 5) t=0,12	Unidad	10	Q10 446,46	Q104 464,60	
414	Losa 2 (6 X 5) t=0,12	Unidad	39	Q13 553,21	Q528 575,20	
415	Losa 3 (6 X 4) t=0,12	Unidad	60	Q11 074,27	Q664 456,48	
416	Losa 4 (4 X 4) t=0,12	Unidad	24	Q7 652,48	Q183 659,59	
417	Losa 5 (5,63 X 5) t=0,12	Unidad	6	Q11 998,56	Q71 991,39	
418	Losa 6 (5,63 x 4) t=0,12	Unidad	13	Q11 652,08	Q151 477,02	
419	Losa 7 (6 X 6) t=0,12	Unidad	9	Q15 364,02	Q138 276,14	
					Q5 750 683,93	
500 MUROS REPELLOS Y CERNIDOS						
501	Levantado de bloxks 0,14 X 0,19 X 0,39	m ²	1 397,00	Q132,20	Q184 684,34	
502	Repello muros	m ²	3 492,00	Q33,13	Q115 673,51	
503	Repello cielo	m ²	2 217,84	Q42,14	Q93 457,42	
504	Cernido vertical	m ²	3 492,00	Q50,27	Q175 552,41	
505	Cernido en cielo	m ²	2217,84	Q66,61	Q147 735,41	
					Q717 103,10	

Continuación de la tabla LIII.

600 PISOS						
601	Piso de granito	m ²	1 478,56	Q165,98	Q245 414,74	
						Q245 414,74
700 DRENAJE Y AGUA POTABLE						
701	Instalación de agua potable	ml	540	Q37,34	Q20 163,43	
702	Instalación drenajes	ml	424	Q124,86	Q52 942,36	
						Q73 105,78
800 ARTEFACTOS SANITARIOS						
801	Instalación de inodoros	Unidad	33	Q916,50	Q3 244,49	
802	Instalación de lavamanos	Unidad	33	Q809,60	Q26 716,92	
803	Instalación mijitorios	Unidad	20	Q716,07	Q14 321,39	
804	Instalación de lavatrazos	Unidad	12	Q664,49	Q7 973,91	
						Q79 256,70
900 ELECTRICIDAD						
901	Instalación fuerza	Global	1	Q35 450,00	Q35 450,00	
902	Instalación iluminación	Global	1	Q96 470,00	Q96 470,00	
903	Instalación acometida	Global	1	Q13 540,00	Q13 540,00	
						Q145 460,00
1000 PUERTAS						
1001	Puerta P-0	Unidad	19	Q691,48	Q13 138,19	
1002	Puerta P-1	Unidad	17	Q691,48	Q11 755,22	
1003	Puerta P-2	Unidad	2	Q691,48	Q1 382,97	
1004	Puerta P-3	Unidad	1	Q691,48	Q691,48	
1005	Puerta P-4	Unidad	2	Q1 533,96	Q3 067,92	
1006	Puerta P-5	Unidad	4	Q2 135,25	Q8 540,99	
						Q38 576,76

Continuación de la tabla LIII.

1000 PUERTAS						
1001	Puerta P-0	Unidad	19	Q691,48	Q13 138,19	
1002	Puerta P-1	Unidad	17	Q691,48	Q11 755,22	
1003	Puerta P-2	Unidad	2	Q691,48	Q1 382,97	
1004	Puerta P-3	Unidad	1	Q691,48	Q691,48	
1005	Puerta P-4	Unidad	2	Q1 533,96	Q3 067,92	
1006	Puerta P-5	Unidad	4	Q2 135,25	Q8 540,99	
						Q38 576,76

1100 PINTURA						
1101	Pintura vinilica color blanco	m ²	3010,68	Q136,49	Q410 936,23	
1102	Pintura vinilica color café	m ²	66,94	Q136,49	Q9 136,83	
						Q420 073,06

1200 LIMPIEZA GENERAL						
1201	Limpieza y entrega	Global	1	Q5 500,00	Q5 500,00	
						Q5 500,00
TOTAL						Q11 068 465,22

Fuente: elaboración propia.

2.1.8. Evaluación de impacto ambiental

Una evaluación del impacto que tendrá la construcción del mercado municipal Núm. 2 al medio ambiente es un prerrequisito que se debe analizar antes de la ejecución.

A continuación se presenta un formato evaluación de impacto ambiental (EIA), un listado taxativo que clasifica en orden un estudio ambiental sencillo y

eficaz que se debe presentar ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MAR); se llenarán algunas casillas, otras serán llenadas en el momento que se entregue papelería al ministerio. (Ver formulario en anexos).

Se clasificará el proyecto de acuerdo con la evaluación del Acuerdo Gubernativo 134 – 2005, del listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades, publicado en el Diario de Centroamérica, señalando que cae en división 4 520; por tratarse de una construcción de mercado se tomará como un edificio para centros comerciales y al corresponder a un área menor de 5 000 m², se incluye en la categoría B2.

2.1.9. Análisis socioeconómico

Como un mercado municipal tiene la función de proyecto comunitario para el municipio de Palín, Escuintla, el objetivo es proveer de un mejor servicio en compra – venta de productos de consumo, y otros enseres, sin embargo, este servicio que se presta estará a cargo de la entidad municipal quien será la encargada de cobros tanto en puesto de ventas, como alquiler de locales, parqueos y préstamo de servicio sanitarios; los cobros son especiales debido a que si se requiere de reparaciones o de pagos a personas encargadas del mantenimiento y limpieza del mercado, puede atender tal necesidad.

Por el momento no se puede tener un monto exacto de los cobros, pero al efectuarse la apertura, se tendría que realizar un análisis a través de los siguientes conceptos.

Figura 48. Clasificación de proyecto en el listado taxativo

Categoría	Division	Descripción	A	BT	B2	C
	4520	Diseño y construcción de terminales de buses.		todas		
	4520	Diseño, construcción y operación de parques y complejos industriales		mayor de 5 ha	hasta 5 ha	menor de 1 ha
	4520	Diseño, construcción y operación de hoteles, albergues, complejos turísticos y clubes campestres		mayor de 10,000 m ² de construcción	hasta 5,000 m ² de construcción	
	4520 5143	Diseño, construcción y operación de ferreterías.		mayor de 10,000 m ² de construcción	hasta 5,000 m ² de construcción	
	4520	Diseño y construcción de cementerios		todos		
	4520	Diseño y construcción de redes de acanalillado		todos		
	4520	Diseño y construcción de instalaciones deportivas.		todos		
	4520	Diseño, construcción y operación de locales comerciales		mayor de 10,000 m ² de construcción	hasta 5,000 m ² de construcción	
	4520	Diseño y Construcción de obras viales y ferroviarias de red nacional		mas de 5,000 m	hasta 5,000 m	
	4520	Diseño y construcción de puentes y obras especiales		todos		
	4520	Diseño y construcción de túneles		todas		
	4520	Diseño, construcción y operación de helipuertos	todas			

CONSTRUCCIÓN

Fuente: Diario de Centro América, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Listado taxativo*, p. 32.

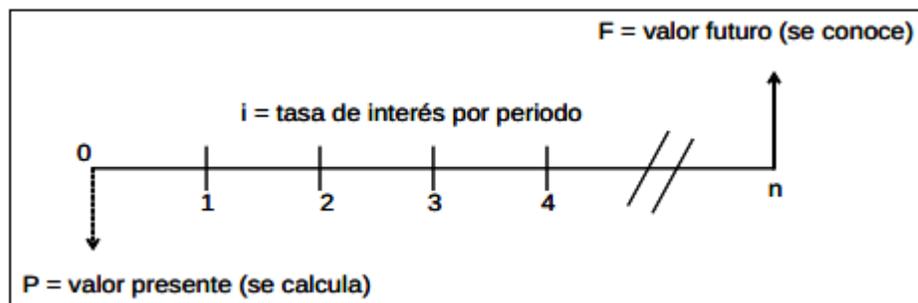
2.1.9.1. Valor presente neto

El valor presente del dinero es el valor actual neto de una cantidad que se recibirá en el futuro, las variables conocidas son el valor futuro, la tasa de interés y el número de períodos; la variable a encontrar es el valor presente, con el fin de tener una mejor visión del concepto.

VARIABLES:

- Valor futuro VF
- Tasa de interés i
- Núm. de períodos n (años)
- Valor presente VP

Figura 49. Valor presente neto



Fuente: elaboración propia.

Con el valor presente neto se puede evaluar el proyecto de inversión que se tendrá a largo plazo, permitiendo determinar si la inversión cumple con los objetivos básicos que se tienen planificados en la apertura, pero se tiende a

conocer también que siendo un edificio de servicio público, podría no generar ganancias más que solo el beneficio del servicio a la población.

2.1.9.2. Tasa interna de retorno

Puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor rentabilidad, la TIR es grande y se podría usar como criterio para aceptar o rechazar un proyecto; esta se obtiene al igualar el presente neto a cero y es conocida como la tasa de rentabilidad; producto de la reinversión de flujos netos de efectivo.

CONCLUSIONES

1. Al ejecutar en obra el proyecto y apertura del mercado municipal Núm. 2, la población palineca será beneficiada con nuevas fuentes de trabajo.
2. Con el aumento de crecimiento poblacional en Palín, Escuintla, el diseño y ejecución beneficiará grandemente a la población.
3. En ámbitos de infraestructura, el mercado ya construido será un centro donde las personas se beneficiarán con su uso y podrán satisfacer las necesidades de consumo, ya que se ha diseñado de acuerdo con las normas y criterios de diseño que garantizan estabilidad y movilidad dentro y fuera de ella.
4. En términos económicos se ayudará a la población, debido a las situaciones actuales, ya que se carece de coordinación y existen desacuerdos; en la construcción de este edificio se podrá gozar de espacios suficientes y hacer compras y ventas a gran escala.
5. Respecto del uso de un nuevo parqueo, este será favorablemente aceptable, debido que Palín carece de este servicio; el parqueo está en total disposición de la población.
6. Se propone un espacio exclusivo de desechos tóxicos, para evitar la contaminación ambiental.

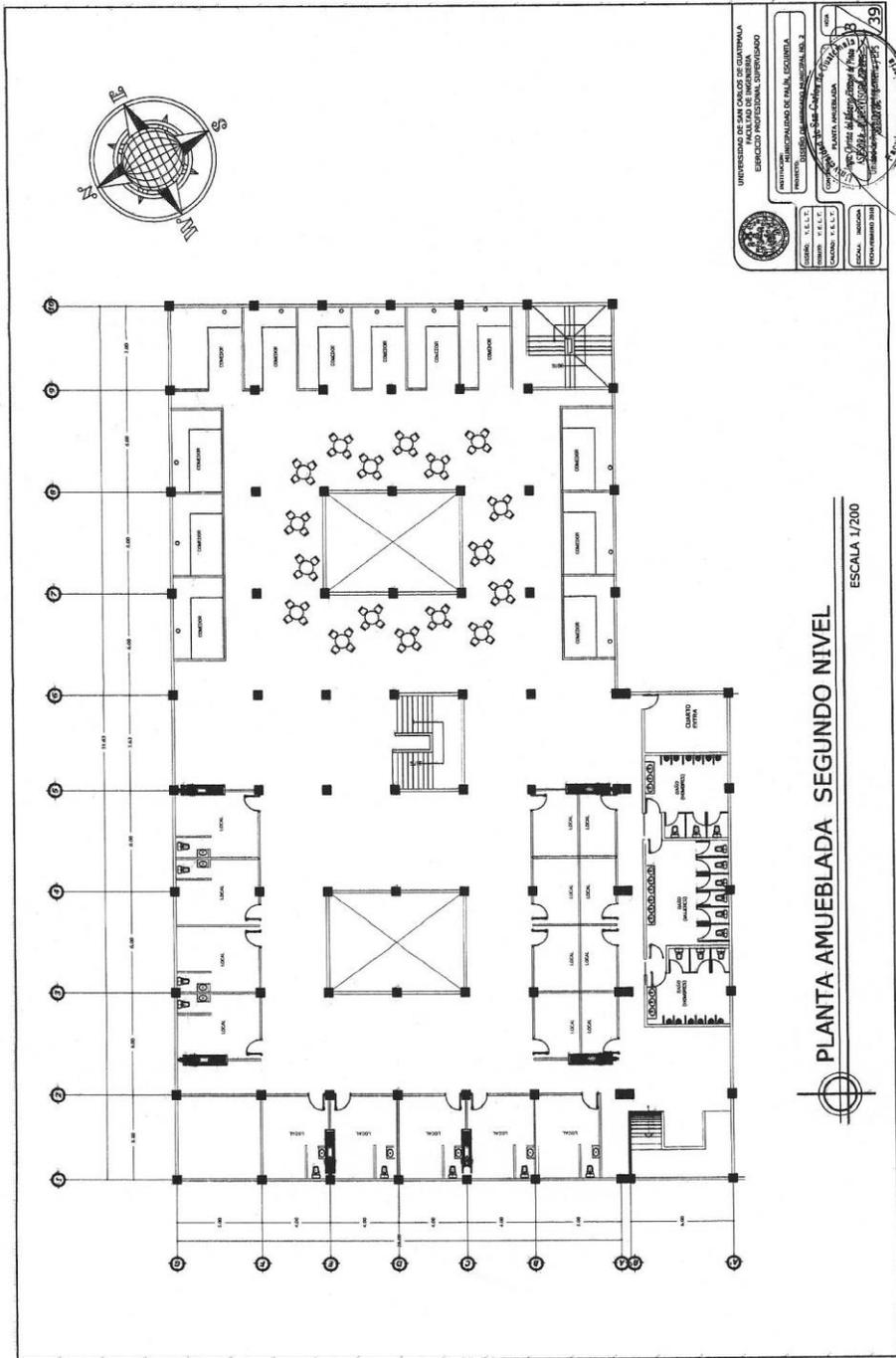
RECOMENDACIONES

1. La Municipalidad debe gestionar el desarrollo de este proyecto lo antes posible; debido al análisis de carencia de los servicios en el municipio, será recomendable la ejecución inmediata.
2. Para garantía en duración y funcionamiento del edificio se deben respetar las especificaciones relacionadas del material a utilizar, velando que sean de buena calidad y cumplan las normas requeridas en obra.
3. En el diseño se especifica la distribución de ambientes en ventas, permitiendo separar cada tipo de ella y gozar así de un ambiente agradable, limpio y de entidades de respeto.
4. Brindar el mantenimiento requerido a los dos módulos después de construidos, para prolongar el período de vida y el tiempo de servicio que estén prestando.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARIAS PINEDA, Laura María. *Seguridad industrial en la estabilización de taludes por el método de Soil Nailing según normas OSHA*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 186 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Sísmica y Estructural. *Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala*. AGIES NR-2-10. 45 p.
3. Comité 318 del Instituto Americano del Concreto. American concrete Institute. *ACI-318S-2008*. Estados Unidos: ACI, 2008. 490 p.
4. LÓPEZ NAVAS, Nancy Vanessa. *Elaboración de la monografía de Palín, departamento de Escuintla*. Trabajo de graduación de Lic. en Pedagogía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades, 2009. 78 p.
5. MORALES CALDERÓN, Estuardo René. *Criterio de análisis, diseño y ejecución y ejemplos de aplicación sobre sistemas de escaleras de concreto armado*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 176 p.

6. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2005. 722 p.
7. RAFAEL LOARCA, Marco Antonio. *Diseño del mercado comunal de la aldea San Carlos Yajaucu y diseño de pavimento de la avenida de ingreso al casco urbano del municipio de San Juan Ixcoy, departamento de Huehuetenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 236 p.
8. RODRÍGUEZ SOSA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. Trabajo de graduación de Ingeniería de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 138 p.
9. YAXCAL BERNAL, Josué Jonatán. *Diseño del edificio municipal del municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 210 p.



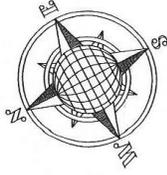
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESPECIALIDAD EN INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TAILANDIA
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TAILANDIA
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TAILANDIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESPECIALIDAD EN INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESPECIALIDAD EN INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

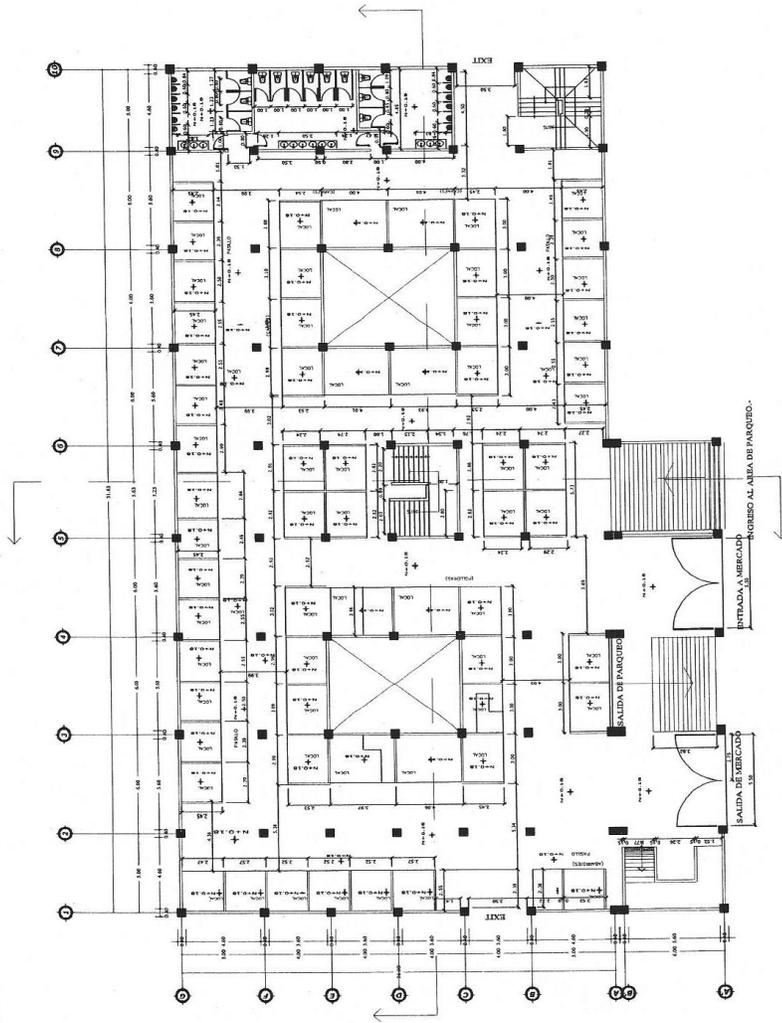
PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL
 ESCALA 1/200



INDICA CORTE



SIMBOLOGIA



PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL

ESCALA 1/225

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INSTITUTO NACIONAL DE ESCUELAS
PROFESIONALES DE GUATEMALA

PROFESOR: **DR. CARLOS DE GUATEMALA**

ALUMNO: **DR. CARLOS DE GUATEMALA**

FECHA: **15/05/2015**

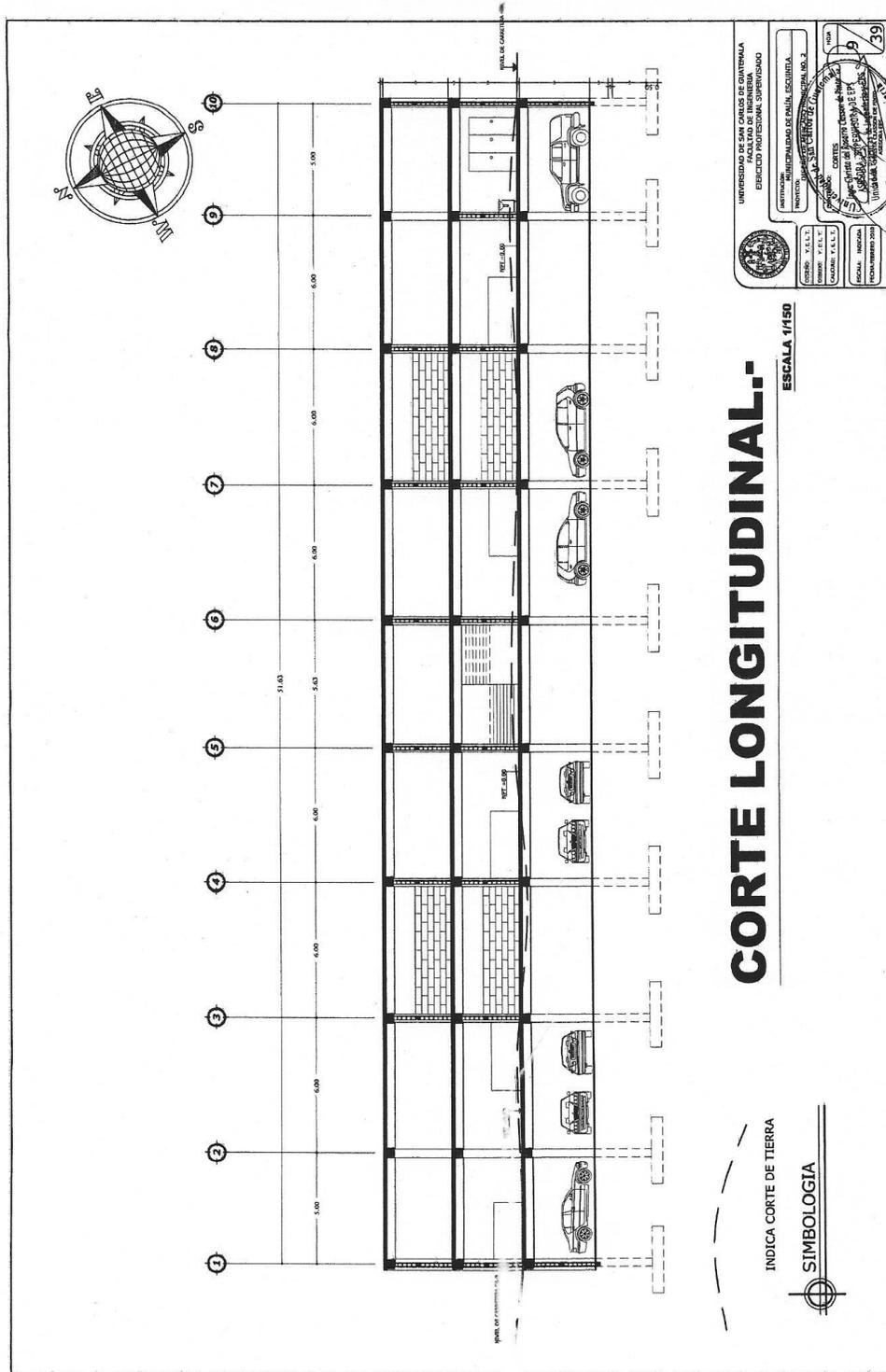
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROFESOR: **DR. CARLOS DE GUATEMALA**

ALUMNO: **DR. CARLOS DE GUATEMALA**

FECHA: **15/05/2015**

39



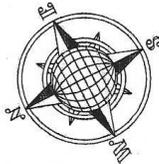
CORTE LONGITUDINAL.-

ESCALA 1/150

INDICA CORTE DE TIERRA

SIMBOLOGIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 INSTITUTO GUATEMALTECO DE CALIFICACION PROFESIONAL SUPERIOR
 INSTITUTO GUATEMALTECO DE CALIFICACION PROFESIONAL SUPERIOR
 INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA NO. 2
 TITULO: PLAN DE OBRAS
 AUTORES: JUAN CARLOS GONZALEZ, JUAN CARLOS GONZALEZ, JUAN CARLOS GONZALEZ
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: 15/05/2018



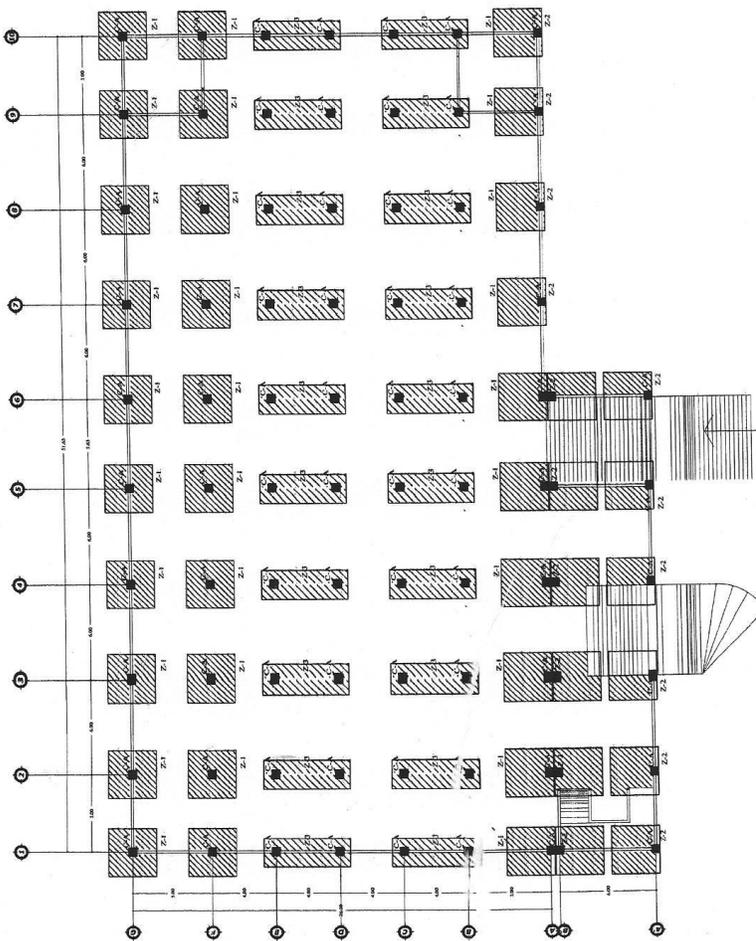
ESPECIFICACIONES:

REQUERIMIENTOS ACT 318-08 CAP. 7.7.1
 COLUMNAS: 0.04m
 VIGAS: 0.04m
 LOSAS: 0.025m
 CIMENTACION: 0.075m
 $f_c = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 $f_s = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días
 Hierro legítimo grado 40



SIMBOLOGIA

C-A; C-A'
 B,C,D,E
 COLUMNA TIPO PRINCIPAL
 TIPO DE COLUMNA SECUNDARIA
 MUROS DIVISORES



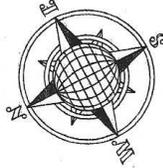
PLANTA DE CIMENTACION SOTANO

ESCALA 1/225

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

INSTITUTO NACIONAL DE EVALUACION ESCOLAR
 INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD EDUCACION

PROYECTO: [Illegible]
 TITULO: [Illegible]
 AUTOR: [Illegible]
 FECHA: [Illegible]
 TOTAL PÁGINAS: 39



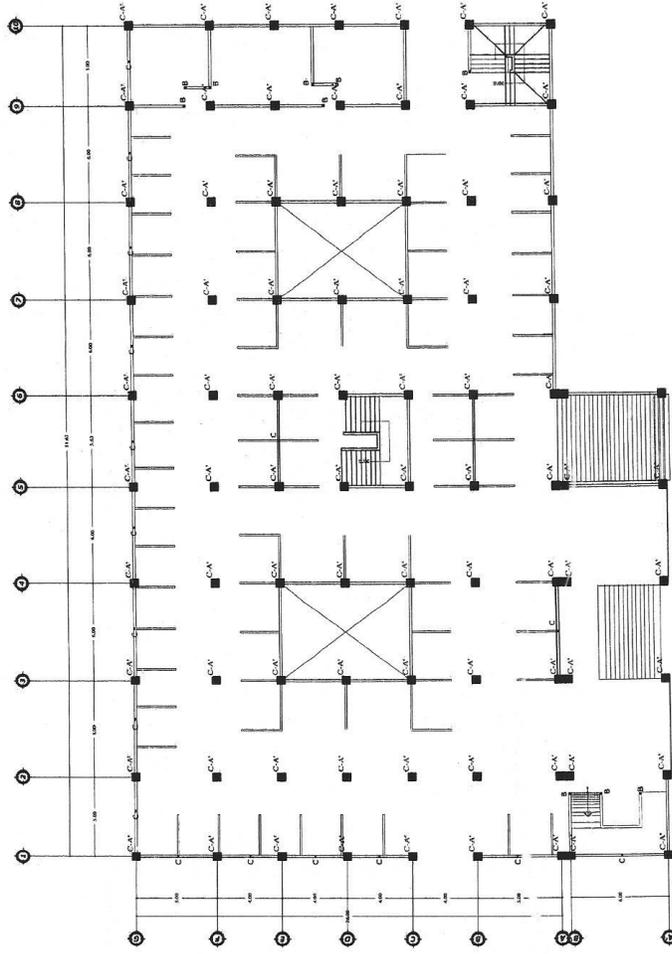
ESPECIFICACIONES:

RECURRIMIENTOS ACT 318-08 CAP. 7.7.1
 COLUMNAS: 0.04m
 VIGAS: 0.075m
 CIMENTACION: 0.075m
 $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
 $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días
 Hierro legítimo grado 40



SIMBOLOGIA

- CIMIENTO CORRIDO
- COLUMNA TIPO PRINCIPAL
- TIPO DE COLUMNA SECUNDARIA
- ===== MUROS DIVISORES



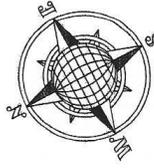
PLANTA DE CIMENTACION PRIMER NIVEL
 ESCALA 1/225

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 COMITÉ DE CALIFICACIONES
 CALIFICACION: Aprobado
 ESCALA: 1/225
 FECHAMIENTO: 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 COMITÉ DE CALIFICACIONES
 CALIFICACION: Aprobado
 ESCALA: 1/225
 FECHAMIENTO: 2013

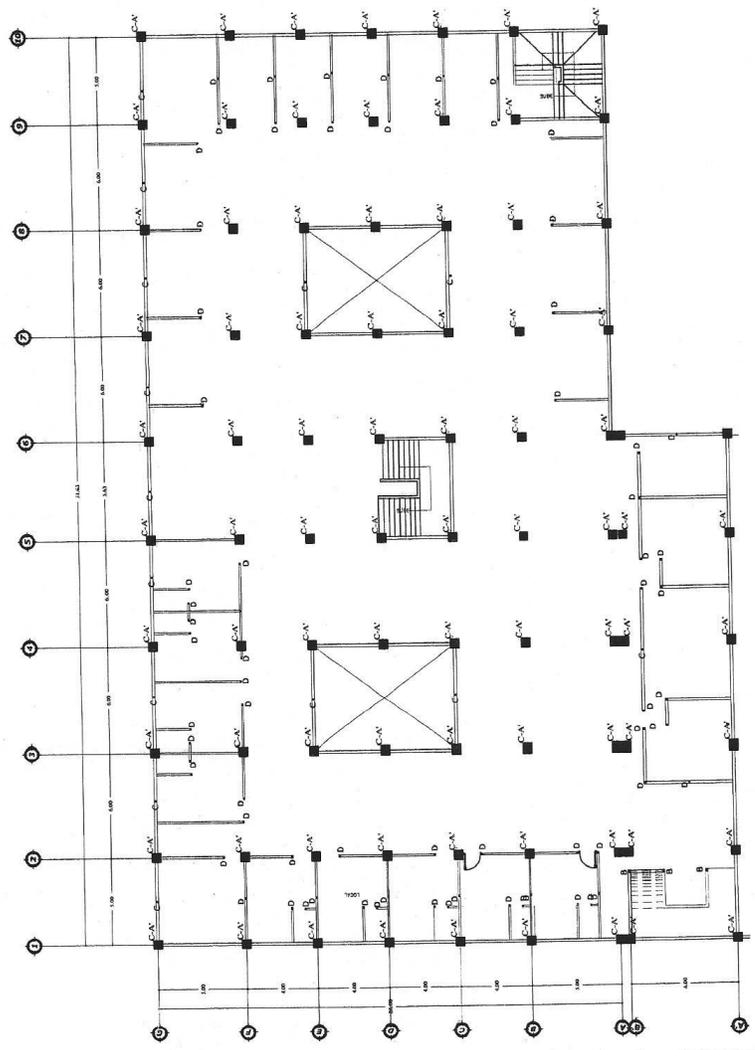


ESPECIFICACIONES:
 REQUERIMIENTOS ACT 318-08 CAP. 7.7.1
 COLUMNAS: 0.04m
 VIGAS: 0.04m
 LDSAS: 0.025m
 CIMENTACION: 0.075m
 fy=2810 kg/cm²
 fc=280 kg/cm² a los 28 dias
 Hierro legítimo grado 40



SIMBOLOGIA

----- CIMENTACION
 C-A; C-A'
 B,C,D,E
 CEMENTO CORRIDO
 COLUMNA TIPO-PRINCIPAL
 TIPO DE COLUMNA SECUNDARIA
 MUROS DIVISORES



PLANTA DE CIMENTACION SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1/200

UNIVERSIDAD DE CAYAMA
 INSTITUTO VARIACIONES DE TEMPERATURA
 M. S. DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CIMENTACION DE PAVIL. ESCUELA
 LOCALIDAD: CAYAMA, PERU

COORDINADOR: F.E.L.L.
 DISEÑO: F.E.L.L.
 ELABORADO: F.E.L.L.

FECHA: 15/05/2013
 HOJA: 01 DE 01

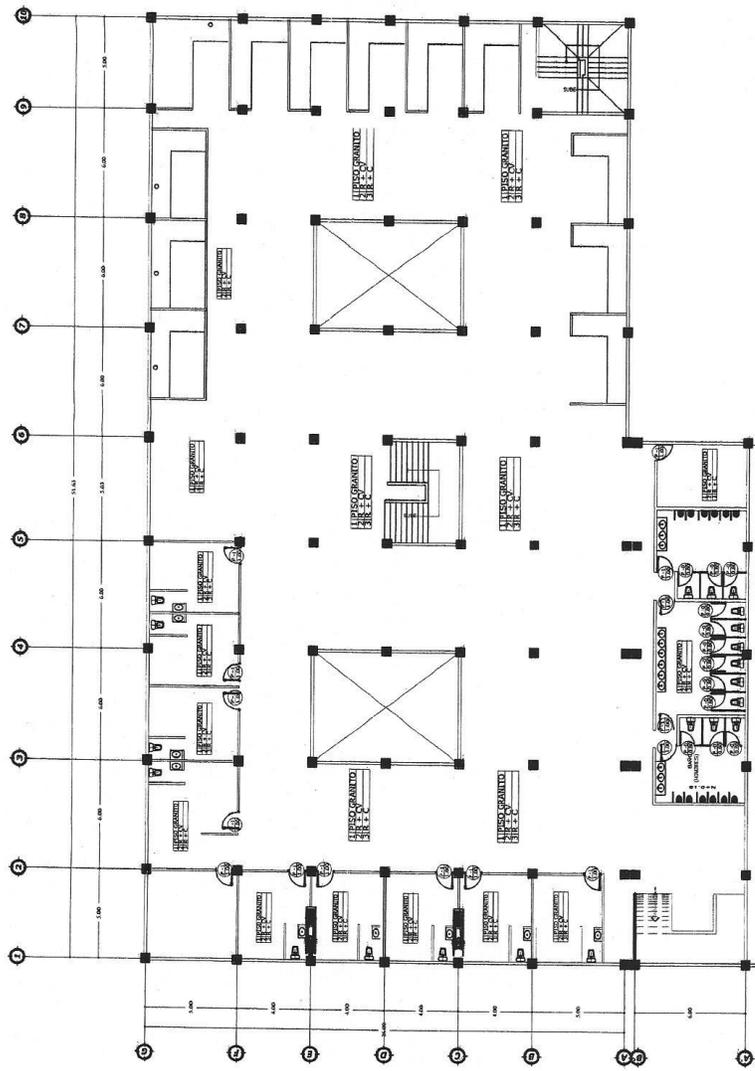
739



ESPECIFICACIONES:

LOS MUROS ALREDEDOR DEL EDIFICIO SON DE BLOCK DE POMEZ DE 0.14 X 0.19X 0.39 DE 50kg/cm² CON REPELLO + CEMENTO + PINTURA STANDARD EN MUROS SE APLICA DOS VECES PINTURA VINILICA COLOR BLANCO EN PAREDES MAS ZOCALO DE COLOR CAFE.

PROPORCIONES
 CEMENTO 1:2 (CAL HIDRATADA X 2 DE ARENA BLANCA)
 REPELLO: 1:3 (1 DE CAL X 3 DE ARENA AMARILLA + 10% CEMENTO)



PLANTA ACABADOS SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 SERVICIO PROFESIONAL SUPERIOR

INSTITUCION: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 CARRER: V.E.L.T.
 MAESTRO: V.E.L.T.
 COORDINADOR: V.E.L.T.
 ESCUELA: INGENIERIA
 INGENIERIA EN SISTEMAS DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE ACABADOS INTERIORES DE 2.
 CARRER: V.E.L.T.
 MAESTRO: V.E.L.T.
 COORDINADOR: V.E.L.T.
 ESCUELA: INGENIERIA
 INGENIERIA EN SISTEMAS DE INGENIERIA

Elaborado por: [Firma]
 Fecha: 19/09/2019
 No. de Hoja: 39

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, VENEZUELA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

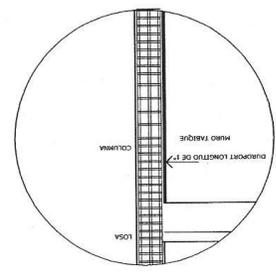
INSTITUCION: UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 PROFESOR: DR. JOSE ANTONIO GARCIA
 ESTUDIANTE: JOSE ANTONIO GARCIA

GRUPO: 7. E. L. L.
 BANCO: 7. E. L. L.
 CARRERA: 7. E. L. L.

FECHA: 23/05/2017

ESCALA: 1/30

DETALLE DE UNION COLUMNA-MURO
 ESCALA 1/20



ESPECIFICACIONES:

Block p6mez de 0.14 x 0.19 x 0.39 de arena y cemento, con una resistencia minima de 50 kg/cm².

MORTERO: El mortero para la union de blocks y juntas entre muros y columnas sera sabieda proporcion de 1:1 (1 de cemento y 1 de arena) que mantengan su forma y posiccion durante su uso.

Formalata: Seran de madera, lo suficientemente rigidas para evitar deformaciones al ser sometidas al paso del concreto y cargas de trabajo durante la fundicion, seran adecuadamente colocadas para garantizar que mantengan su forma y posiccion durante su uso.

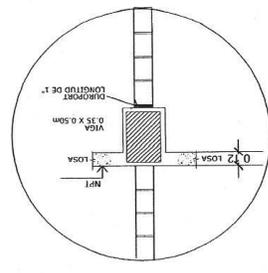
RECURSIVIENTES: ACI 318-08 CAP 7.7.1.

COLUMNAS: 0.04m

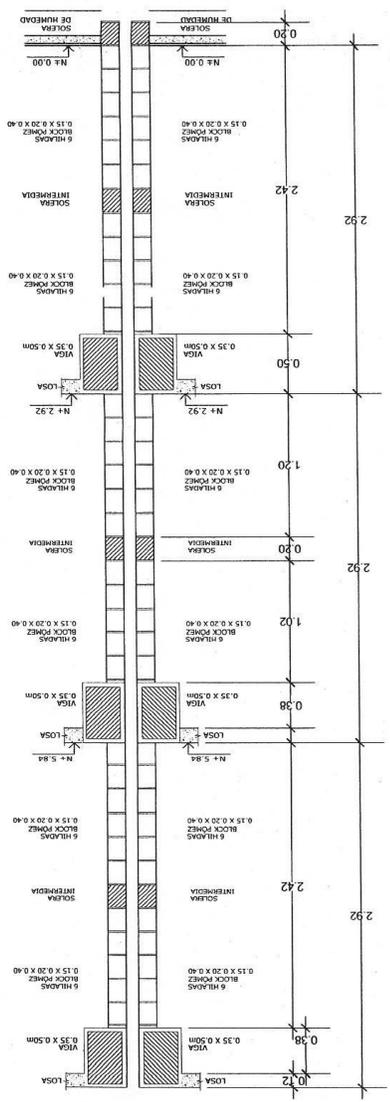
VIGAS: 0.04m

PESO DE MURO: 210 kg/cm²

DETALLE DE UNION VIGA-MURO
 ESCALA 1/30



CORTE EN JUNTA
 ESCALA 1/30

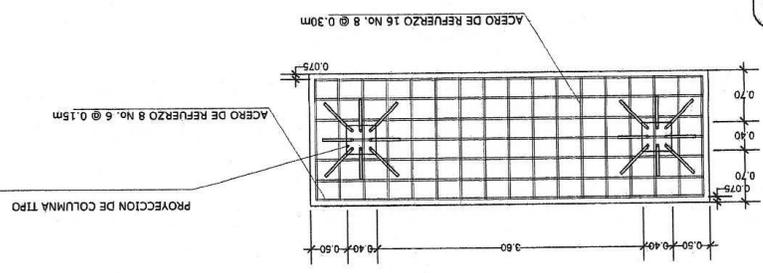


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 ESCUELA DE INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
 TITULO DE INGENIERO CIVIL
 NOMBRE DEL ESTUDIANTE: [Nombre del estudiante]
 NOMBRE DEL TUTOR: [Nombre del tutor]
 TITULO DEL PROYECTO: [Titulo del proyecto]

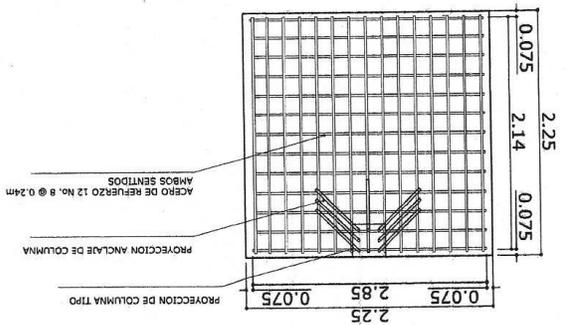
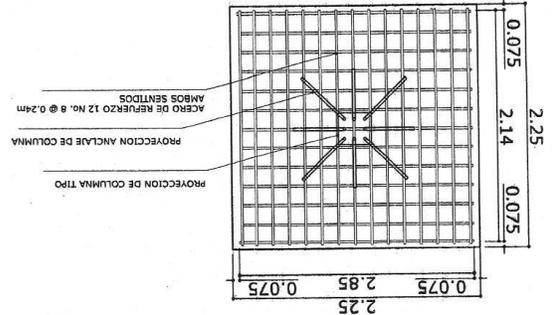
667

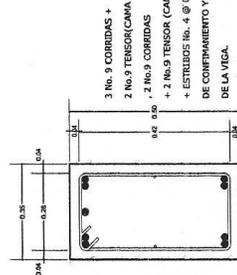
Escuela de Ingenieria

PLANTA ZAPATA Z-3
 ESCALA 1/50

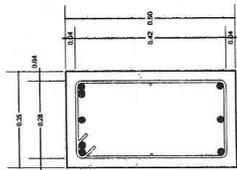


PLANTA ZAPATA Z-1
 ESCALA 1/40

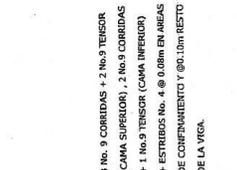




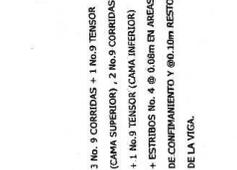
SECCION A
ESCALA 1/15



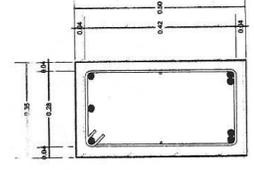
SECCION B
ESCALA 1/15



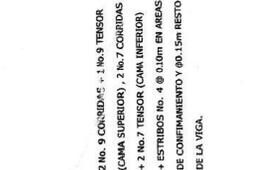
SECCION C
ESCALA 1/15



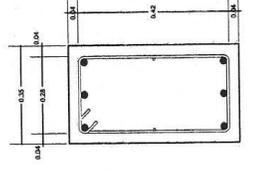
SECCION D
ESCALA 1/15



SECCION E
ESCALA 1/15



SECCION F
ESCALA 1/15



SECCION G
ESCALA 1/15

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DE LA ALCAZAR DE LA ESCUELA N. 2

COMUNIDAD: U.S. DE CALLES DE LA ZONA 20

FECHA: 15.11.11

PROFESOR: F. S. L. L.

ALUMNO: F. S. L. L.

ESPECIALIDAD: INGENIERIA CIVIL

FECHA DE ENTREGA: 2011

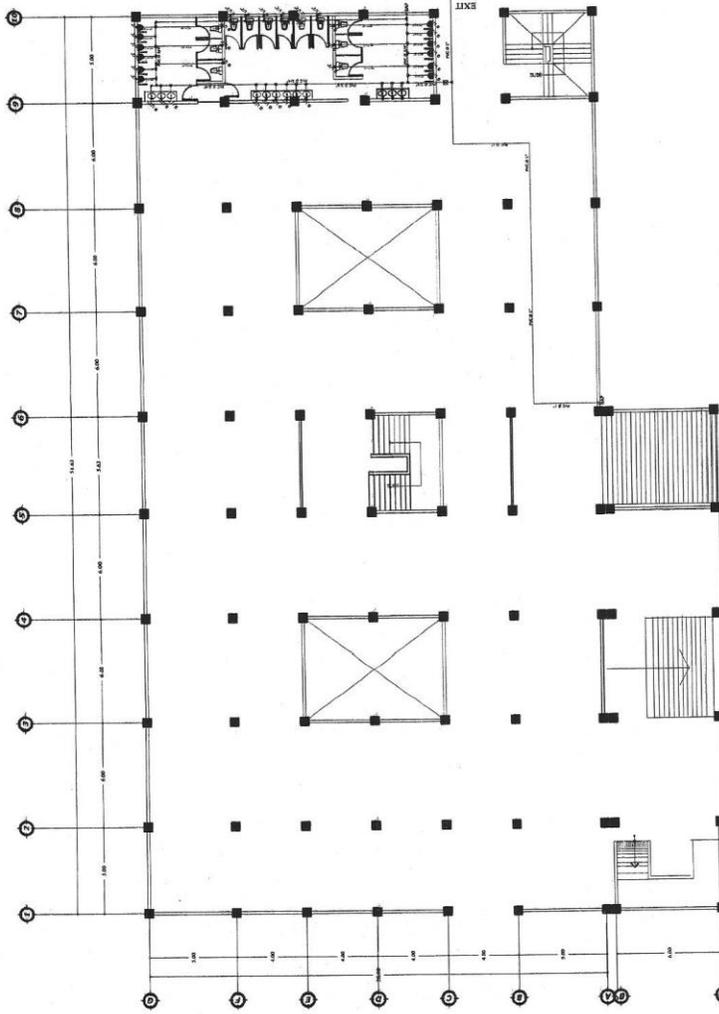
Resultado de Ingeniería

29

39



NOMENCLATURA DE AGUA POTABLE	
SIM	DESCRIPCIÓN
	TEE HORIZONTAL 90° PVC
	CODO HORIZONTAL 90° PVC
	CODO VERTICAL 90° PVC
	CONTADOR DE AGUA
	TURCO PVC Ø
	LLAVE DE CHEQUE
	LLAVE DE COMPUERTA
	LLAVE DE PASO



ESPECIFICACIONES:

LA TUBERIA A UTILIZAR ES DE PVC DE 160 PSI DE RESISTENCIA, Y DEBERA SATISFACER LAS NORMAS COMERCIALES STANDARD 25-36 Y ASTM 2466-87 O ASTM D-2911.

EL DIAMETRO DE LA TUBERIA, LAS DIMENSIONES DE LA TUBERIA Y LOS CIRCUITOS SE MUESTRAN EN LA PLANTA. CUALQUIER CAMBIO DE DIAMETRO POR CONDICIONES ESPECIALES ENCONTRADAS EN EL CAMPO DEBERA SER AUTORIZADA POR EL SUPERVISOR.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJECUCION PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL SALON DE LA ESCUELA
MUNICIPIO: SAN ALEJANDRO DEL MAR, GUATEMALA

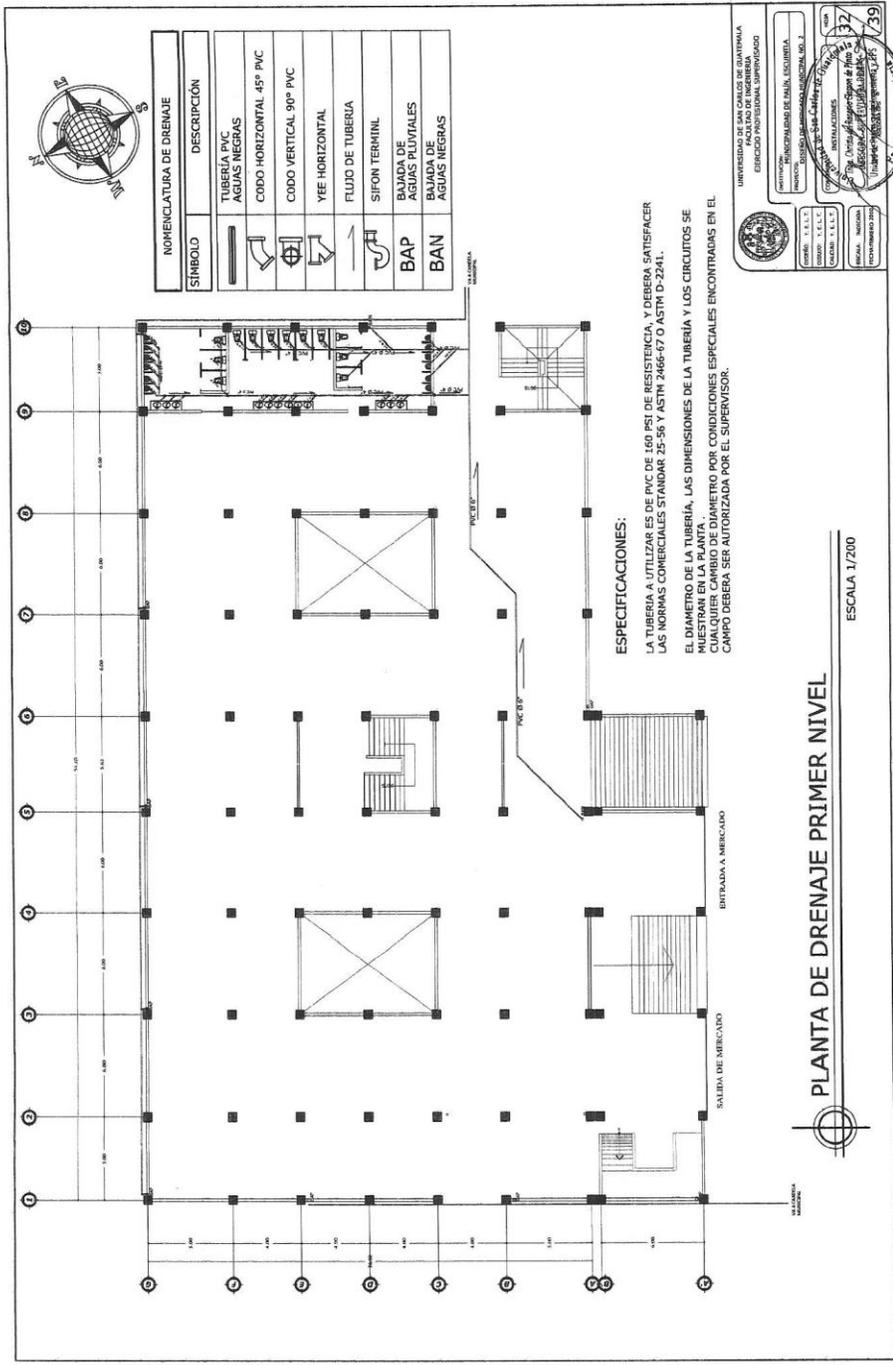
FECHA: 15/05/2017
Escala: 1/200

30

739

PLANTA DE AGUA POTABLE PRIMER NIVEL

ESCALA 1/200



NOMENCLATURA DE DRENAJE	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	AGUAS NEGRAS
	CODO HORIZONTAL 45° PVC
	CODO VERTICAL 90° PVC
	YEE HORIZONTAL
	FLUJO DE TUBERÍA
	SIFON TERMINI
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	BAP
	BAN

ESPECIFICACIONES:
 LA TUBERÍA A UTILIZARSE ES DE PVC DE 160 PSI DE RESISTENCIA Y DEBERÁ SATISFACER LAS NORMAS COMERCIALES STANDARD 25-58 Y ASTM 2466-87 O ASTM D-2241.
 EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA, LAS DIMENSIONES DE LA TUBERÍA Y LOS CIRCUITOS SE MUESTRAN EN LA PLANTA.
 CUALQUIER CAMBIO DE DIÁMETRO POR CONDICIONES ESPECIALES ENCONTRADAS EN EL CAMPO DEBERÁ SER AUTORIZADA POR EL SUPERVISOR.

PLANTA DE DRENAJE PRIMER NIVEL
 ESCALA 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
 INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
 INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL

REVISADO: S. E. L. L.
 GUATEMALA, S. E. L. L.
 GOBIERNO DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
 INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
 INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL

REVISADO: S. E. L. L.
 GUATEMALA, S. E. L. L.
 GOBIERNO DE GUATEMALA

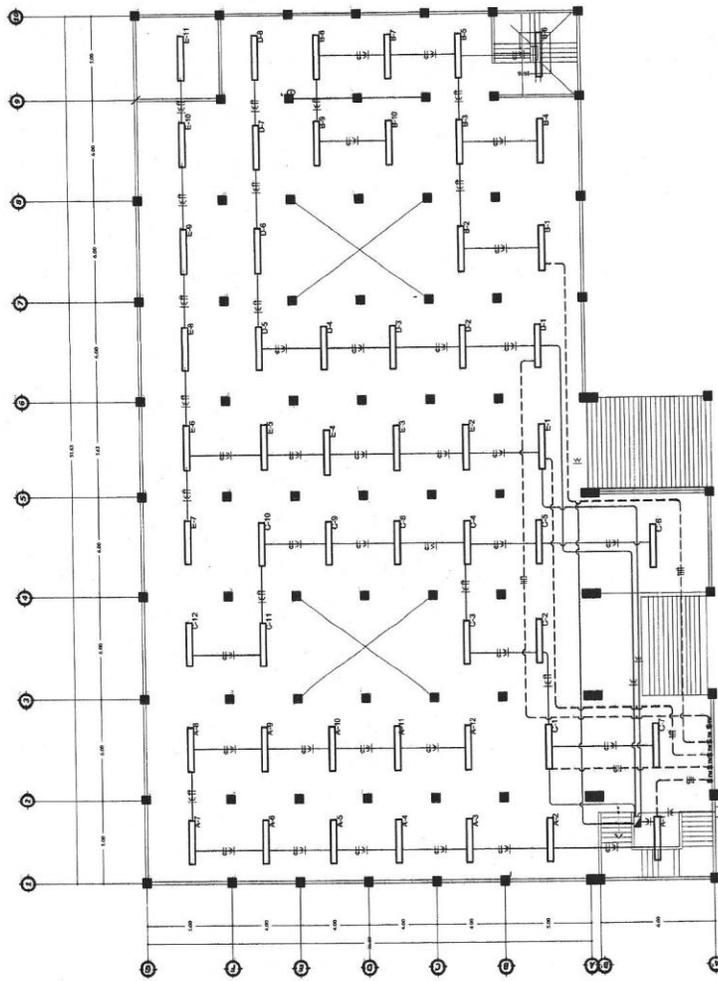
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
 INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL
 INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL

REVISADO: S. E. L. L.
 GUATEMALA, S. E. L. L.
 GOBIERNO DE GUATEMALA



SIMBOLOGIA ELECTRICA	
	CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCIONES
	LAMPARA FLUORESCENTE
	LAMPARA INCANDESCENTE EN TECHO
	LAMPARA INCANDESCENTE EN PARED
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR EN TREE WAY
	INTERRUPTOR DOBLE
	ENTUBADO EN CIELO (ILUMINACION)
	ENTUBADO EN PISO (FUERZA)
	LINEA POSITIVA CAL. 10
	LINEA NEGATIVA CAL. 10
	LINEA DE RETORNO CAL. 12
	LINEA DE PUENTE CAL. 12



PLANTA ILUMINACION SOTANO

ESCALA 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

PROYECTO: HOSPITALIDAD DE CALI, ESCUELA

FECHA: 14/05/2014

PROFESOR: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ

ESTUDIANTE: JUAN CARLOS GONZALEZ

NUMERO: 14/05/2014

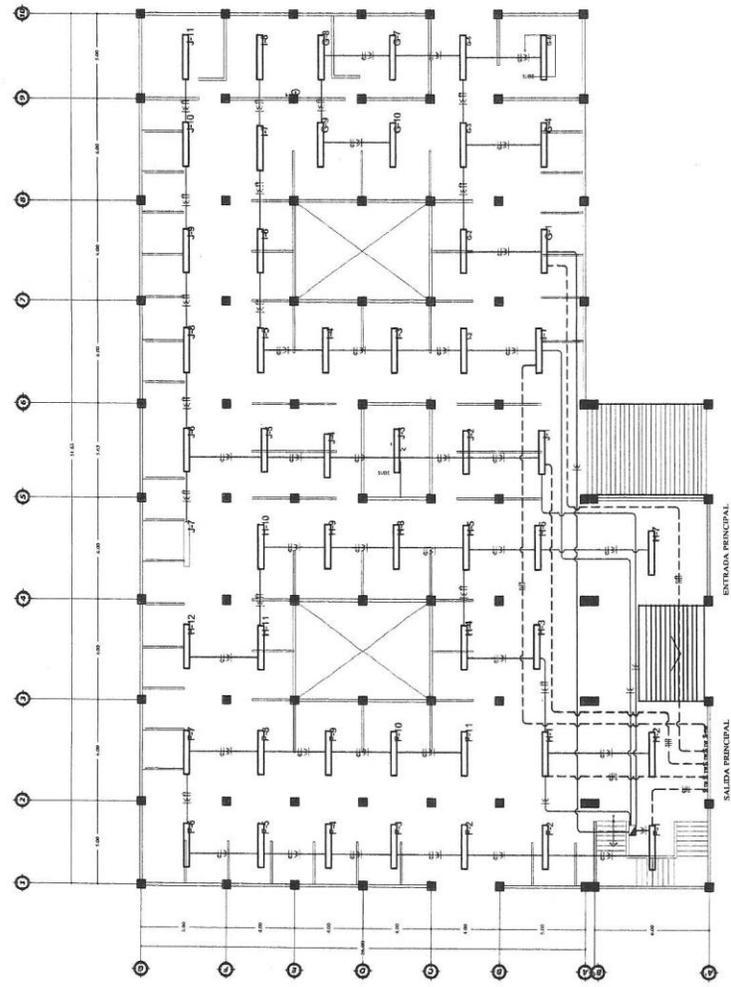
ESCALA: 1/200

PLANTA: PLANTA ILUMINACION SOTANO

39



SIMBOLOGIA ELECTRICA	
	CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCIONES
	LAMPARA FLUORESCENTE
	LAMPARA INCANDESCENTE EN TECHO
	LAMPARA INCANDESCENTE EN PARED
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR EN TREE WAY
	INTERRUPTOR DOBLE
	ENTUBADO EN CIELO (ILUMINACION)
	ENTUBADO EN PISO (FUERZA)
	LINEA POSITIVA CAL. 10
	LINEA NEGATIVA CAL. 10
	LINEA DE RETORNO CAL. 12
	LINEA DE PUENTE CAL. 12



PLANTA ILUMINACION PRIMER NIVEL

ESCALA 1/200

UNIVERSIDAD DEL CAUCA DE QUINDIA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACION DEL B. 1

CLIENTE: INSTITUCION EDUCATIVA "EL CAJON" (C.A.)

INGENIERO: *[Signature]*

FECHA: 15 DE FEBRERO DE 2011

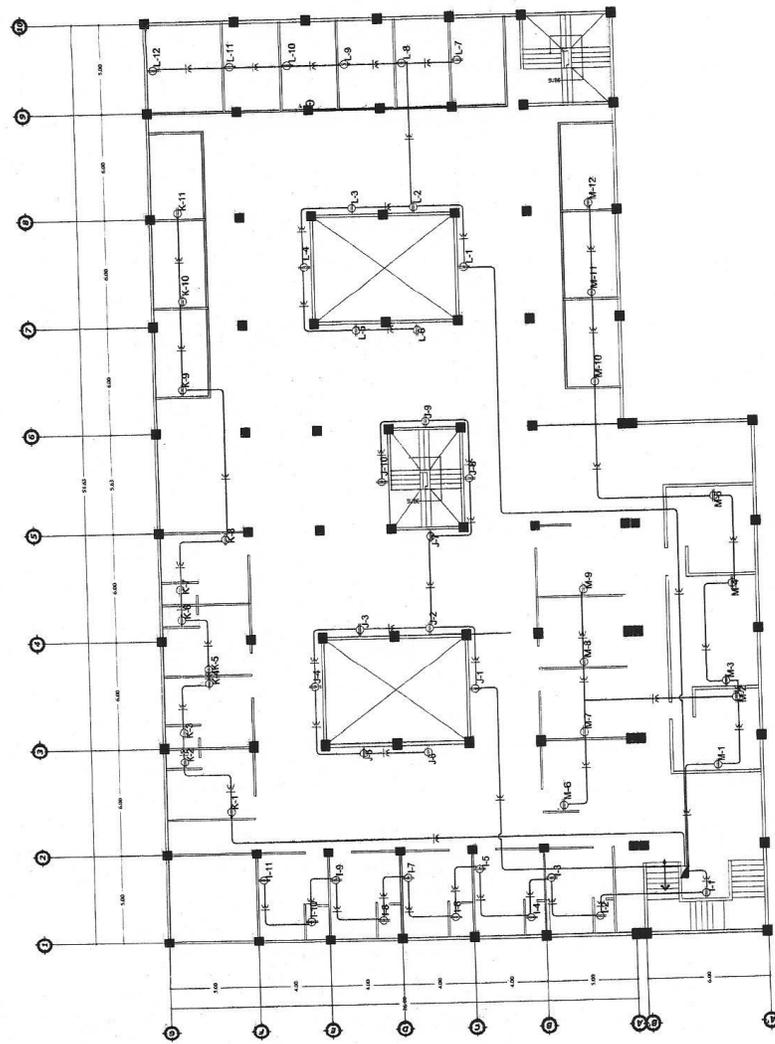
ESCUELA NACIONAL DE INGENIERIA

BOGOTA, D.C.

19



SIMBOLOGIA ELECTRICA	
	CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCIONES
	TOMACORRIENTES DOBLE
	ENTUBADO EN CIELO (ILUMINACION)
	ENTUBADO EN PISO (FUERZA)
	LINEA POSITIVA CAL. 10
	LINEA NEGATIVA CAL. 10



PLANTA ILUMINACION SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE ELECTRICIDAD

INSTITUCION: ESCUELA PROFESIONAL DE ELECTRICIDAD
 NOMBRE: JOSEPH DE JESUS GONZALEZ RIVERA, No. 2

GRUPO: 39
 TITULO: INSTALACIONES

FECHA: 15.11.11
 GRUPO: 39

PROFESOR: MSc. J. J. GONZALEZ RIVERA
 ESTUDIANTE: JOSEPH DE JESUS GONZALEZ RIVERA, No. 2

ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO PARA AVAL AMBIENTAL

DGGA-GA-R-001

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 <u>debe</u> 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 <u>debe</u> 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 electrónicas y 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 ListadoTaxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
I. INFORMACIÓN LEGAL	
I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad: Mercado municipal no. 2 Palín, Escuintla	
1.1.1. Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento: Presentación de la ejecución en obra de dicho proyecto.	

I.2. Información legal:**A) Nombre del proponente o Representante Legal:** Municipalidad de Palín, Escuintla.**B) De la empresa:** Municipalidad de Palín, Escuintla.

Razón social:

Nombre Comercial:

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.
	_____	_____	_____

Número de finca	Registro No.	Folio No.	Libro No.
	_____	_____	_____

donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

Número de Identificación Tributaria (NIT): NIT de la municipalidad de Palín.

I.3. Teléfono Fax Correo electrónico: número de teléfono oficinas del Depto. de Planificación de Palín.**I.4. Dirección de donde se ubicará el proyecto:** Ubicación exacta de ejecución del proyecto

Especificar Coordenadas UTM o Geográficas

Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	Coordenadas geográficas Datum WGS84
Búsqueda en programas	Latitud Norte:
Coordenadas X, Coordenadas Y	Latitud Sur:

I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal):**I.6. Si para consignar la información en este formato fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo:****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:

Etapas de:

II.1. Etapa de

Operación

Abandono

construcción**		
- Actividades a realizar	- Actividades o procesos	- acciones a tomar en caso de cierre
- Insumos necesarios	- Materia prima e insumos	
- Maquinaria	- Maquinaria	
- Otros de relevancia	- Productos y subproductos (bienes o servicios)	
** Adjuntar planos	- Horario de trabajo	
	- Otros de relevancia	

II.3. Área:

a) Área total de terreno en metros cuadrados: 2 261.77 m²

b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados y/o lineales: 2 261.77 m²

c) Área total de construcción en metros cuadrados o lineales: 1 574.65 m²

II.4. Actividades colindantes al proyecto:

NORTE: Mercado Municipal no. 1

SUR: carretera al Atlántico CA-9

ESTE: Sede Central de Municipalidad de Palín, Escuintla

OESTE: iglesia católica

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
Llenar antes de la ejecución de obra .	Llenar antes de la ejecución de obra .	Llenar antes de la ejecución de obra .

II.5. Dirección del viento:

Norte – sur

II.7. Datos laborales:

a) Jornada de trabajo: Diurna Nocturna Mixta Horas extras

b) Número de empleados por jornada: _____ Total empleados: _____

Otros datos laborales, especifique:

II.8. PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

	Tipo	Si/No	Cantidad (mes, día, hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
agua	Servicio público						
	Pozo						
	Agua especial						
	Superficial						
Combustibles*	Otro						
	Gasolina						
	Diesel						
	Bunker						
	GLP						
Lubricantes	Solubles						
	No solubles						
Refrigerantes							
OTROS							

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, proporcione los datos siguientes:

- a) Número de vehículos _____
- b) Tipo de vehículo _____
- c) sitio para estacionamiento y área que ocupa _____

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.)			
		Ruido			
		Vibraciones			
		Olores			
	Agua	Abastecimiento de agua			
		Aguas residuales ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad:		
		Aguas residuales Especiales (aguas	Cantidad:	Descarga:	

		residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)			
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad:	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación	Descarga:	
	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad:		
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad:	Disposición:	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)			
		Modificación del relieve o topografía del área			
	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)			

		Fauna (animales)			
		Ecosistema			
	Visual	Modificación del paisaje			
	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos			
	Otros				

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes:

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA

CONSUMO

V.1. Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/h o

kW/mes

V.2. Forma de suministro de energía

a) Sistema público	<input type="checkbox"/>
b) Sistema privado	<input type="checkbox"/>
c) Generación propia	<input type="checkbox"/>

V.3. Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitadores o inyectores eléctricos?

I

O

V.4. Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?

VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD

VI.1. Efectos en la salud humana del vecindario:

-) La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio
-) La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los pobladores
-) La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los pobladores

Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar qué o cuáles serían las actividades riesgosas:

VI.2. En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?

- a) Inundación
- b) Exposición
- c) Deslizamiento
- d) Derrame de combustible
- e) Fuga de combustible
- d) Incendio
- e) Otro

Detalle la información explicando el por qué?

VI.3 Riesgos ocupacionales:

- Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores
- La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
- La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
- No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información:

VI.4. Equipo de protección personal

VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores	I	<input type="checkbox"/>	O	<input type="checkbox"/>
VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección proporciona:				
VI.4.3 Qué medidas propone para evitar las molestias a la salud de la población y/o trabajadores?				

A parte de este formulario debe adjuntarse otros documentos de suma importancia, se presentan a continuación un listado de ellos

- 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 la parte frontal de las hojas, esquina superior derecha)
- Fotocopia de cédula de vecindad
- Declaración jurada
- Fotocopia del Nombramiento del Representante Legal

NOTA: EL TAMAÑO DE PLANOS DEBERA SER:

- CARTA
- OFICIO
- DOBLE CARTA



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No. 266 S.S.

O.T.: 32.917

Interesado: Yoselin Elvira López Tul

Proyecto: EPS "Diseño de Edificio de Dos Niveles con Parqueo en Sotano para Mercado No. 2 Municipal para Palín, Escuintla"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Palín, Escuintla

FECHA: Viernes, 02 de Mayo de 2014

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	59,8	9,2	MH	Limo Arenoso Color Café Oscuro

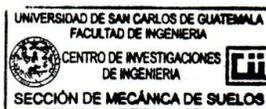
(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,

Vo.Bo.

Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CIIUSAC



Ómar Enrique Mégrano Méndez
Ing. Ómar Enrique Mégrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

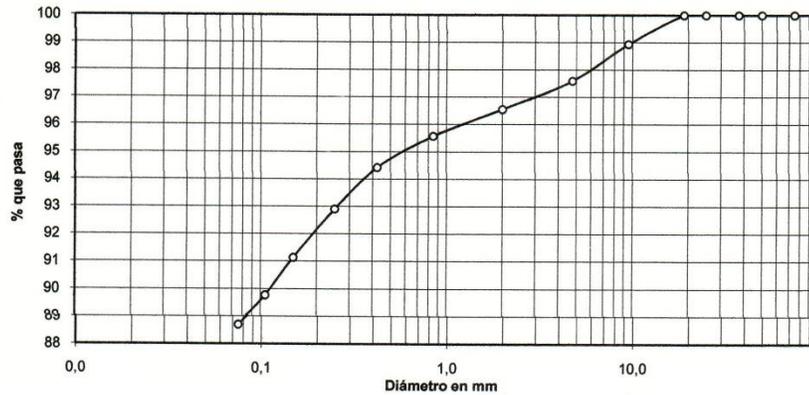


INFORME No. 267 S.S.

O.T. No. 32.917

Interesado: Yoselin Elvira López Tul
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico con tamices y lavado previo
 Norma: ASTM D6913-04
 Proyecto: EPS "Diseño de Edificio de Dos Niveles con Parqueo en Sotano para Mercado No. 2 Municipal para Palin, Escuintla"
 Ubicación: Palin, Escuintla
 Fecha: Viernes, 02 de Mayo de 2014 Muestra: 1

Análisis con Tamices:					
Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
3"	75 mm	100,00	10	2.00 mm	96,54
2"	50 mm	100,00	20	850 µm	95,57
1 1/2"	37.5 mm	100,00	40	425 µm	94,42
1"	25 mm	100,00	60	250 µm	92,90
3/4"	19.0 mm	100,00	100	150 µm	91,12
3/8"	9.5 mm	98,93	140	106 µm	89,77
4	4.75 mm	97,59	200	75 µm	88,69



Descripción del suelo: Limo Arenoso Color Café Oscuro

Clasificación: S.C.U.: MH
 P.R.A.: A-5

% de Grava: 2,41 D10: *
 % de Arena: 8,90 D30: *
 % de finos: 88,69 D60: *

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.
 * Diámetro efectivo no aplica

Atentamente,

Vo. Bo.
 Inga. Telma Maridela Cano Morales
 DIRECTORA CII/USAC

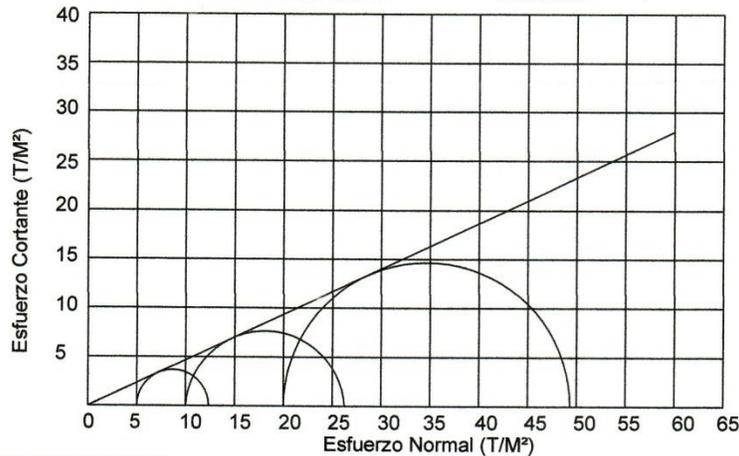


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 268 S.S. O.T.: 32.917
 INTERESADO: Yoselin Elvira López Tul
 PROYECTO: EPS "Diseño de Edificio de Dos Niveles con Parqueo en Sotano para Mercado No. 2 Municipal para Palín, Escuintla"
 UBICACIÓN: Palín, Escuintla
 FECHA: Viernes, 02 de Mayo de 2014
 POZO: 1 PROFUNDIDAD: 2,50 m MUESTRA: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 25,03^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 0,00 \text{ Ton/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Limo Arenoso Color Café Oscuro
 DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	2	3
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	7,33	16,25	29,35
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2,5	5,0	8,0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	0,98	0,98	0,98
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1,55	1,55	1,55
HUMEDAD (%H)	58,14	58,14	58,14

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

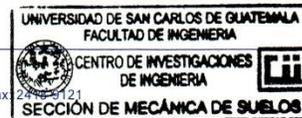
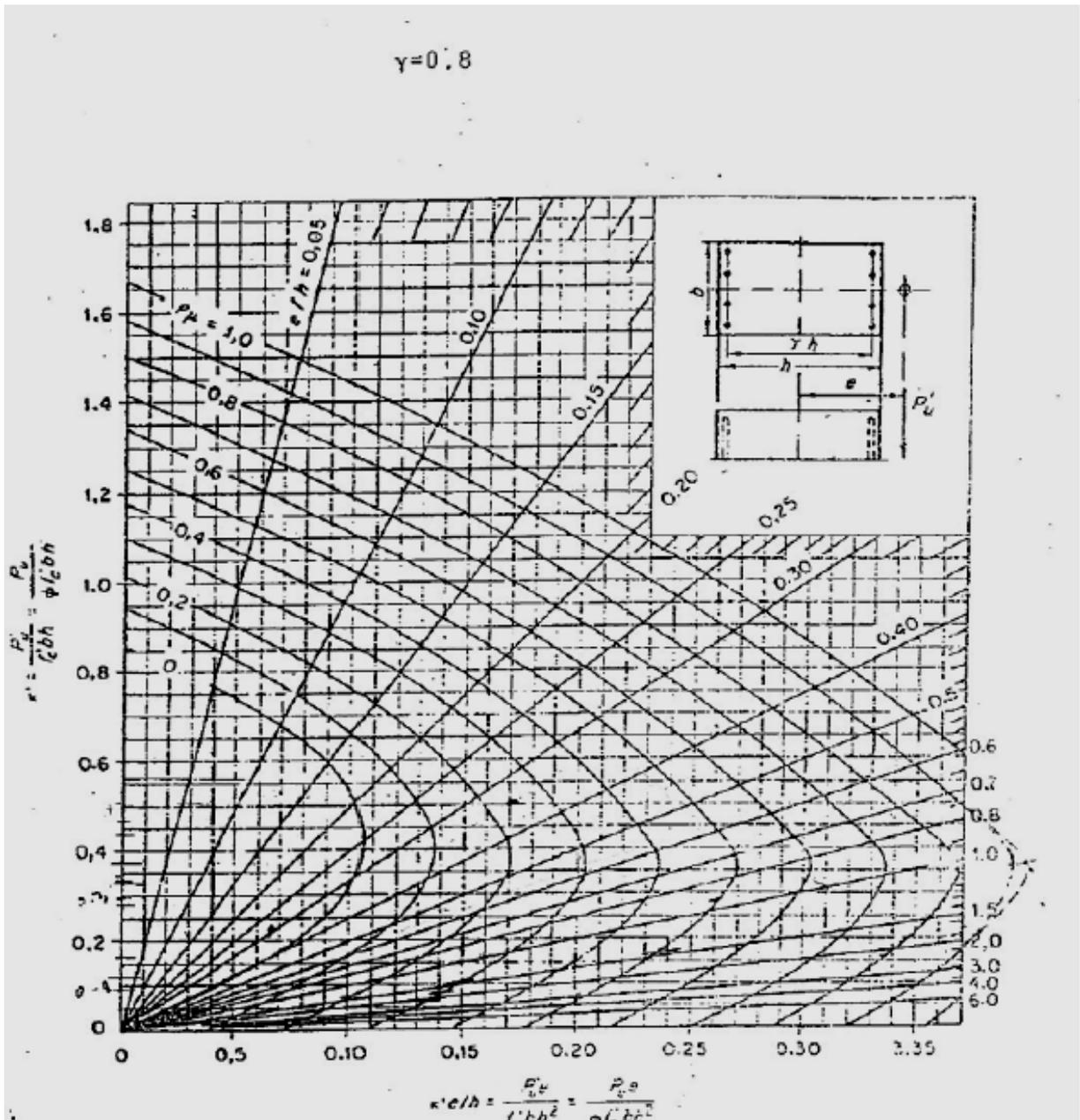


Grafico A-3; Diagrama de interacción para columna rectangular $f'_c=281$ kg/cm² y $f_y=4,200$ kg/cm²



Coeficientes para momentos negativos en losas

Relación A/B										
		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1,00	Ca -		0,045		0,05	0,075	0,71		0,033	0,061
	Cb -		0,045	0,076	0,05		0,29	0,071	0,061	0,033
0,95	Ca -		0,05		0,055	0,079	0,75		0,038	0,065
	Cb -		0,041	0,072	0,045		0,25	0,067	0,056	0,029
0,90	Ca -		0,055		0,06	0,08	0,79		0,043	0,068
	Cb -		0,037	0,07	0,04		0,21	0,062	0,052	0,025
0,85	Ca -		0,06		0,066	0,082	0,83		0,049	0,072
	Cb -		0,031	0,065	0,034		0,17	0,057	0,046	0,021
0,80	Ca -		0,065		0,071	0,083	0,86		0,055	0,075
	Cb -		0,027	0,061	0,029		0,14	0,051	0,041	0,017
0,75	Ca -		0,069		0,076	0,085	0,88		0,061	0,078
	Cb -		0,022	0,056	0,024		0,12	0,044	0,036	0,014
0,70	Ca -		0,074		0,081	0,086	0,91		0,068	0,081
	Cb -		0,017	0,05	0,019		0,09	0,038	0,029	0,011
0,65	Ca -		0,077		0,085	0,087	0,93		0,074	0,083
	Cb -		0,014	0,043	0,015		0,07	0,031	0,024	0,008
0,60	Ca -		0,081		0,089	0,088	0,95		0,08	0,085
	Cb -		0,01	0,035	0,011		0,05	0,024	0,018	0,006
0,55	Ca -		0,084		0,092	0,089	0,96		0,085	0,086
	Cb -		0,007	0,028	0,008		0,04	0,019	0,014	0,005
0,50	Ca -		0,086		0,094	0,09	0,97		0,089	0,088
	Cb -		0,006	0,022	0,006		0,03	0,014	0,01	0,003

Fuente: NILSON, Arthur H. Diseño de estructura de concreto. p. 380.

Coeficientes para momentos positivos debido a cargas vivas en losas

Relación A/B										
		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1,00	Ca CM	0,036	0,027	0,027	0,032	0,032	0,035	0,032	0,028	0,03
	Cb CM	0,036	0,027	0,032	0,032	0,027	0,032	0,035	0,03	0,028
0,95	Ca CM	0,04	0,03	0,031	0,035	0,034	0,038	0,036	0,031	0,032
	Cb CM	0,033	0,025	0,029	0,029	0,024	0,029	0,032	0,027	0,025
0,90	Ca CM	0,045	0,034	0,035	0,039	0,037	0,042	0,04	0,035	0,036
	Cb CM	0,029	0,022	0,027	0,026	0,021	0,025	0,029	0,024	0,022
0,85	Ca CM	0,05	0,037	0,04	0,043	0,041	0,046	0,045	0,04	0,039
	Cb CM	0,026	0,019	0,024	0,023	0,019	0,022	0,026	0,022	0,02
0,80	Ca CM	0,056	0,041	0,045	0,048	0,044	0,051	0,051	0,044	0,042
	Cb CM	0,023	0,017	0,022	0,02	0,016	0,019	0,023	0,019	0,017
0,75	Ca CM	0,061	0,045	0,051	0,052	0,047	0,055	0,056	0,049	0,046
	Cb CM	0,019	0,014	0,019	0,016	0,013	0,016	0,02	0,016	0,013
0,70	Ca CM	0,068	0,049	0,057	0,057	0,051	0,06	0,065	0,054	0,05
	Cb CM	0,016	0,012	0,016	0,014	0,011	0,013	0,017	0,014	0,011
0,65	Ca CM	0,074	0,053	0,064	0,062	0,055	0,064	0,07	0,059	0,054
	Cb CM	0,013	0,01	0,014	0,011	0,009	0,01	0,014	0,011	0,009
0,60	Ca CM	0,081	0,058	0,071	0,067	0,059	0,068	0,077	0,0165	0,059
	Cb CM	0,01	0,007	0,011	0,009	0,007	0,008	0,011	0,009	0,007
0,55	Ca CM	0,088	0,062	0,08	0,072	0,063	0,073	0,085	0,07	0,063
	Cb CM	0,008	0,006	0,009	0,007	0,005	0,006	0,009	0,007	0,006
0,50	Ca CM	0,095	0,066	0,088	0,077	0,067	0,078	0,092	0,076	0,067
	Cb CM	0,006	0,004	0,007	0,005	0,004	0,005	0,007	0,005	0,004

Fuente: NILSON, Arthur H. Diseño de estructura de concreto. p. 380.

Relaciones de carga W que se transiten en las dirección del lado corto (a) y lado largo (b) para calcular el cortante en losa y las cargas en los apoyos

Relación A/B										
		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1,00	Wa	0,5	0,5	0,17	0,5	0,83	0,71	0,29	0,33	0,67
	Wb	0,5	0,5	0,83	0,5	0,17	0,29	0,71	0,67	0,33
0,95	Wa	0,55	0,55	0,2	0,55	0,86	0,75	0,33	0,38	0,71
	Wb	0,45	0,45	0,8	0,45	0,14	0,25	0,67	0,62	0,29
0,90	Wa	0,6	0,6	0,23	0,6	0,88	0,79	0,38	0,43	0,75
	Wb	0,4	0,4	0,77	0,4	0,12	0,21	0,62	0,57	0,25
0,85	Wa	0,66	0,66	0,28	0,66	0,9	0,83	0,43	0,49	0,79
	Wb	0,4	0,34	0,72	0,34	0,1	0,17	0,57	0,51	0,21
0,80	Wa	0,71	0,71	0,33	0,71	0,92	0,86	0,49	0,55	0,83
	Wb	0,29	0,29	0,67	0,29	0,08	0,14	0,51	0,45	0,17
0,75	Wa	0,76	0,76	0,39	0,76	0,94	0,88	0,56	0,61	0,86
	Wb	0,24	0,24	0,61	0,24	0,06	0,12	0,44	0,39	0,14
0,70	Wa	0,81	0,81	0,45	0,81	0,95	0,91	0,62	0,68	0,89
	Wb	0,19	0,19	0,55	0,19	0,05	0,09	0,38	0,32	0,11
0,65	Wa	0,85	0,85	0,53	0,85	0,96	0,93	0,69	0,74	0,92
	Wb	0,15	0,15	0,47	0,15	0,04	0,07	0,31	0,26	0,08
0,60	Wa	0,89	0,89	0,61	0,89	0,97	0,95	0,76	0,8	0,94
	Wb	0,11	0,11	0,39	0,11	0,03	0,05	0,24	0,2	0,06
0,55	Wa	0,92	0,92	0,68	0,92	0,98	0,96	0,81	0,85	0,95
	Wb	0,08	0,08	0,31	0,08	0,02	0,04	0,19	0,15	0,05
0,50	Wa	0,94	0,94	0,76	0,94	0,99	0,97	0,86	0,89	0,97
	Wb	0,03	0,06	0,24	0,06	0,01	0,03	0,14	0,11	0,03

Fuente: NILSON, Arthur H. Diseño de estructura de concreto. p. 382.

