



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

**DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE
SAN MARTÍN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

Samuel Isaac Fuentes Velásquez

Asesorado por el Ing. Civil Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, noviembre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE
SAN MARTÍN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

SAMUEL ISAAC FUENTES VELÁSQUEZ

ASESORADO POR EL INGENIERO LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Marco Antonio García Díaz
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE
SAN MARTÍN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, dieciséis de febrero de dos mil nueve.



Samuel Isaac Fuentes Velásquez



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 16 de octubre de 2009.
Ref.EPS.DOC.1471.10.09.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

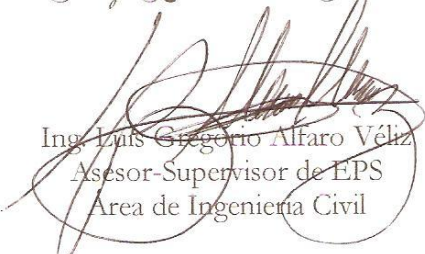
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Samuel Isaac Fuentes Velásquez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200413235**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTÍN JILOTEPÉQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


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

c.c. Archivo
LGAV/ra





Guatemala,
3 de noviembre de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTÍN JILOTEPÉQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Samuel Isaac Fuentes Velásquez, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 16 de octubre de 2009.
Ref.EPS.D.718.10.09

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

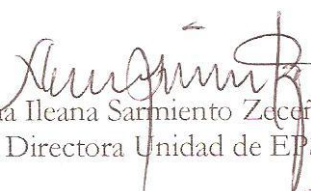
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTÍN JILOTEPÉQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Samuel Isaac Fuentes Velásquez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

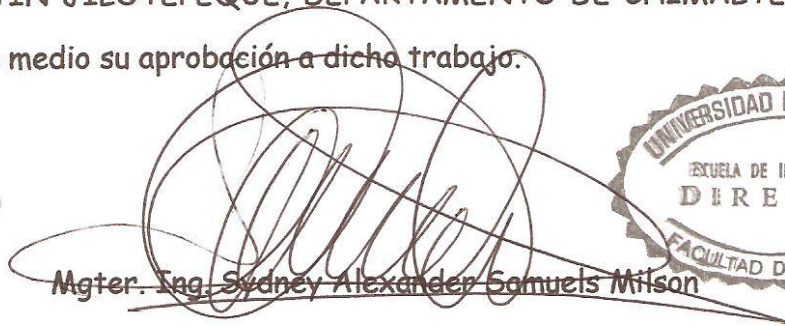

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecón de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Samuel Isaac Fuentes Velásquez, titulado DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTÍN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Magter. Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, noviembre 2009.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTÍN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Samuel Isaac Fuentes Velásquez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in dark ink, consisting of a large loop and a vertical stroke.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, noviembre de 2009

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Porque el conocimiento suyo es la inteligencia, reconociendo que por Él he llegado hasta aquí.
- MIS PADRES** Elfego Fuentes y Reina Velásquez de Fuentes, por instruirme con amor, paciencia y buenos ejemplos, manifestarme su apoyo incondicionalmente
- MIS HERMANOS** Mariela y Daniel, por mantener siempre esa unidad y apoyarme, este triunfo también es suyo.
- MI ABUELO** Cándido Fuentes, por el legado que esta marcando en mi vida
- MI FAMILIA** Fuentes y Velásquez

AGRADECIMIENTO A:

DIOS

Porque: "Hasta aquí me ayudó"

ING. LUIS ALFARO

Por compartirme sus conocimientos profesionales en el desarrollo de este trabajo de graduación

FAMILIA MENCOS VELASQUEZ

Por abrirme las puertas de su corazón y tomarme como un hijo más

MI FAMILIA

Porque en el momento preciso ha estado ahí para brindarme su apoyo

MIS COMPAÑEROS

Por cada momento compartido durante nuestra formación profesional, que Dios los bendiga

MIS AMIGOS

Dios los ha puesto en mi vida como una de las mas grandes bendiciones

IGLESIA EVANGELICA C.A.

El Candelero de Oro y Buenas Nuevas, lugares donde en su momento me han dado el alimento espiritual y me han visto crecer en mi fe hacia Dios "Mi Salvador"

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XIX
RESÚMEN	XXIII
OBJETIVOS	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1	Monografía del municipio de San Martín Jilotepeque	1
1.1.1	Aspectos generales	1
1.1.2	Localización del lugar	4
1.1.3	Ubicación geográfica	5
1.1.4	Aspectos topográficos	6
1.1.5	Vías de acceso	6
1.1.6	Clima	7
1.1.7	Colindancias	9
1.1.8	Turismo	9
1.1.9	Demografía	10
1.1.10	Actividades socio-económicas	11
1.1.10.1	Breve descripción de las actividades productivas de la comunidad	11
1.1.11	Idioma	12
1.1.12	Servicios existentes	13
1.1.13	Salud	14

1.1.13.1	Condiciones sanitarias	14
1.1.13.2	Natalidad	16
1.1.13.3	Mortalidad	16
1.1.13.4	Morbilidad	16
1.2	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango	18
1.2.1	Descripción de las necesidades	18
1.2.2	Priorización de las necesidades	18

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1	Diseño del Centro Comercial de la Cabecera Municipal de San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango	19
2.1.1	Descripción del proyecto	19
2.1.2	Investigación preliminar	22
2.1.2.1	Topografía	22
2.1.2.2	Análisis de suelos	24
2.1.2.2.1	Ensayo triaxial	24
2.1.3	Diseño arquitectónico	26
2.1.3.1	Localización y ubicación del edificio	26
2.1.3.2	Distribución de ambientes	27
2.1.3.3	Altura del edificio	37
2.1.3.4	Selección del sistema estructural a usar	38
2.1.4	Análisis estructural	38
2.1.4.1	Pre-dimensionamiento estructural	38
2.1.4.2	Modelos matemáticos de marcos rígidos	48
2.1.4.3	Cargas verticales y cargas horizontales aplicadas a los marcos rígidos	51

2.1.4.3.1	Cargas verticales	51
2.1.4.3.2	Cargas horizontales	58
2.1.4.4	Análisis de marcos rígidos por métodos aproximados	71
2.1.4.4.1	Método de Cross	71
2.1.4.4.2	Método de Kani	82
2.1.4.4.3	Método de Kani para carga sísmica	96
2.1.4.4.3	Análisis comparativo entre los métodos aproximados (Cross y Kani) y un software (Etabs)	109
2.1.4.5	Momentos últimos por envolvente de momentos	110
2.1.4.6	Diagrama de cortes y momentos	115
2.1.5	Diseño estructural	119
2.1.5.1	Losas, basado en el método 3 del ACI 1963	119
2.1.5.2	Vigas	134
2.1.5.3	Columnas	140
2.1.5.4	Cimientos	156
2.1.6	Instalaciones eléctricas	163
2.1.7	Instalaciones hidráulicas	165
2.1.8	Planos constructivos	166
2.1.9	Presupuesto	166
	CONCLUSIONES	171
	RECOMENDACIONES	173
	BIBLIOGRAFÍA	175
	ANEXOS	177

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Fotografía del casco urbano de San Martín Jilotepeque	5
2.	Planta topográfica	23
3.	Localización del proyecto	26
4.	Distribución de ambientes módulo I, primer nivel	27
5.	Distribución de ambientes módulo I, segundo nivel	28
6.	Distribución de ambientes módulo II, primer nivel	28
7.	Distribución de ambientes módulo II, segundo nivel	29
8.	Distribución de ambientes módulo III, primer nivel	29
9.	Distribución de ambientes módulo III, segundo nivel	29
10.	Distribución de módulos	30
11.	Medidas para un estacionamiento	32
12.	Detalle de diseño de escaleras	34
13.	Diagrama de pendientes recomendadas para el diseño de escaleras y rampas	36
14.	Altura del edificio	37
15.	Distribución de losas ambos niveles módulo I	41
16.	Distribución de losas ambos niveles módulo II	42
17.	Distribución de losas ambos niveles módulo III	42
18.	Sección transversal de viga	44
19.	Área tributaria sobre la columna módulo I, eje 15	45
20.	Sección transversal de columna 40 x 40	47
21.	Sección transversal de columna 35 x 35	48
22.	Detalle de altura de marcos	48

23.	Modelo matemático marco sobre el eje 15 módulo I	49
24.	Modelo matemático marco sobre el eje B, C, D, E, F, G, H, I, J Módulo I	49
25.	Modelo matemático marco sobre el eje I, H', G', 18, 19, 20 Módulo IIA Y III	50
26.	Modelo matemático marco sobre el eje I, H', G' módulo IIB	50
27.	Modelo matemático marco sobre el eje 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 7', 8, 9, 10, 11, 12, A', B', C', D', E', F' Módulo IIA IIB Y III	51
28.	Distribución de áreas tributarias para cada viga ambos niveles módulo I	52
29.	Distribución de áreas tributarias para cada viga ambos niveles módulo IIA & III	53
30.	Distribución de áreas tributarias para cada viga ambos niveles módulo IIB	53
31.	Área tributaria en viga B-C, eje 15 módulo I	54
32.	Distribución de cargas verticales en marco sobre el eje 15, módulo I	55
33.	Dimensiones del módulo I	61
34.	Dimensiones de viga	62
35.	Dimensiones de servicios sanitarios de locales	63
36.	Distribución de carga muerta y carga viva sobre marco eje C	71
37.	Diagrama de momentos carga muerta en vigas y columnas, marco sobre el eje C	94
38.	Diagrama de momentos carga viva en vigas y columnas, marco sobre el eje C	94
39.	Diagrama de momentos carga muerta en vigas, marco sobre el eje 15	95
40.	Diagrama de momentos carga muerta en columnas, marco sobre el eje 15	95
41.	Diagrama de momentos carga viva en vigas, marco sobre el eje 15	96

42.	Diagrama de Momentos carga viva en columnas, marco sobre el eje 15	96
43.	Fuerzas horizontales aplicadas al marco sobre el eje C	98
44.	Diagrama de momentos carga sísmica en vigas y columnas, marco sobre el eje C	108
45.	Diagrama de momentos carga sísmica en vigas, marco sobre el eje 15	109
46.	Diagrama de momentos carga sísmica en columnas, marco sobre el eje 15	109
47.	Diagrama de momentos últimos en vigas y columnas, marco sobre el eje C	114
48.	Diagrama de momentos últimos en vigas, marco sobre el eje 15	114
49.	Diagrama de momentos últimos en columnas, marco sobre el eje 15	114
50.	Diagrama de cortes últimos en vigas y columnas, marco sobre el eje C	118
51.	Diagrama de cortes últimos en vigas, marco sobre el eje 15	118
52.	Diagrama de cortes últimos en columnas, marco sobre el eje 15	118
53.	Planta distribución de losas, primer nivel y segundo nivel, módulo I	120
54.	Planta distribución de losas, primer nivel y segundo nivel, módulo IIA y III	120
55.	Planta distribución de losas, primer nivel y segundo nivel, módulo IIB	120
56.	Momentos últimos en losa MI-9	122
57.	Momentos últimos en losas MII-11, MII-12, MII-13, MII-14, MII-15, MII-16, MII-17, MII-18, MII-19, MII-20	122
58.	Momentos últimos en losa MI-1	123

59.	Momentos últimos en losas MI-2, MI-3, MI-4, MI-5, MI-6, MI-7, MI-8, MI-10, MI-25, MI-26, MI-27, MI-28, MI-29, MI-30, MI-31, MI-32, MI-33	124
60.	Momentos últimos en módulo I, primer y segundo nivel	125
61.	Momentos últimos en módulo IIA y III, primer y segundo nivel	125
62.	Módulo IIB, primer y segundo nivel	125
63.	Momentos últimos balanceados módulo I, primer y segundo nivel	127
64.	Momentos últimos balanceados módulo IIA y III, primer y segundo nivel	128
65.	Momentos últimos balanceados módulo IIB, primer y segundo nivel	128
66.	Diseño de viga 14-15, primer nivel marco sobre el eje C	134
67.	Detalle armado final de viga	139
68.	Detalles de columnas principales	155
69.	Pre dimensionamiento de zapatas	156
70.	Chequeo por corte simple	159
71.	Chequeo por corte punzonante	160
72.	Detalle armado de zapata	162

TABLAS

I.	Demografía del municipio de San Martín Jilotepeque	10
II.	Morbilidad prioritaria (primeras consultas 2,009)	17
III.	Causas de morbilidad infantil	17
IV.	Libreta topográfica	22
V.	Ventajas y desventajas de algunas disposiciones de los parqueos	33
VI.	Cargas vivas recomendadas por el AGIES	39
VII.	Espesores mínimos de losas macizas en dos direcciones	40
VIII.	Alturas o espesores mínimos de losas macizas en un solo sentido	40
IX.	Trabajabilidad y espesor de losa ambos niveles módulo I	41
X.	Trabajabilidad y espesor de losa ambos niveles módulo II	42
XI.	Trabajabilidad y espesor de losa ambos niveles módulo III	43
XII.	Alturas o espesores mínimos de vigas	43
XIII.	Distribución de cargas verticales para los marcos del módulo I	56
XIV.	Distribución de cargas verticales para los marcos del módulo II	57
XV.	Distribución de cargas verticales para los marcos del módulo III	57
XVI.	Coeficientes I según el tipo de ocupación del edificio	58
XVII.	Cálculo de la rigidez rotacional modulo I	68
XVIII.	Fuerzas por marco módulo I, sentido X	69
XIX.	Fuerzas por marco módulo I, sentido Y	69
XX.	Fuerzas por marco módulo IIA Y III, sentido X	70
XXI.	Fuerzas por marco módulo IIA Y III, sentido Y	70
XXII.	Fuerzas por marco módulo IIB, sentido X	70
XXIII.	Fuerzas por marco módulo IIB, sentido Y	70
XXIV.	Desarrollo del método de Cross	78
XXV.	Momentos carga muerta en vigas, marco sobre el eje C (Método de Cross)	79

XXVI. Momentos carga muerta en columnas, marco sobre el eje C (método de Cross)	79
XXVII. Momentos carga viva en vigas, marco sobre el eje C (método de Cross)	80
XXVIII. Momentos carga viva en columnas, marco sobre el eje C (método de Cross)	80
XXIX. Momentos carga muerta en vigas, marco sobre el eje 15 (método de Cross)	80
XXX. Momentos carga muerta en columnas, marco sobre el eje 15 (método de Cross)	81
XXXI. Momentos carga viva en vigas, marco sobre el eje 15 (método de Cross)	81
XXXII. Momentos carga viva en columnas, marco sobre el eje 15 (método de Cross)	82
XXXIII. Desarrollo del método de Kani	89
XXXIV. Momentos carga muerta en vigas, marco sobre el eje C (método de Kani)	91
XXXV. Momentos carga muerta en columnas, marco sobre el eje C (método de Kani)	91
XXXVI. Momentos carga viva en vigas, marco sobre el eje C (método de Kani)	91
XXXVII. Momentos carga viva en columnas, marco sobre el eje C (método de Kani)	92
XXXVIII. Momentos carga muerta en vigas, marco sobre el eje 15 (método de Kani)	92
XXXIX. Momentos carga muerta en columnas, marco sobre el eje 15 (método de Kani)	92
XL. Momentos carga viva en vigas, marco sobre el eje 15 (método de Kani)	93

XL I.	Momentos carga viva en columnas, marco sobre el eje 15 (método de Kani)	93
XL II.	Desarrollo del método de Kani para fuerzas que provocan ladeo	105
XL III.	Momentos carga sísmica en vigas, marco sobre el eje C	107
XL IV.	Momentos carga sísmica en columnas, marco sobre el eje C	107
XL V.	Momentos carga sísmica en vigas, marco sobre el eje 15	107
XL VI.	Momentos carga sísmica en columnas, marco sobre el eje 15	108
XL VII.	Envolvente de momentos negativos en vigas, marco sobre el eje C	111
XL VIII.	Envolvente de momentos en columnas, marco sobre el eje C	111
XL IX.	Envolvente de momentos negativos en vigas, marco sobre el eje 15	112
L.	Envolvente de momentos en columnas, marco sobre el eje 15	112
LI.	Envolvente de momentos positivos en vigas, marco sobre el eje C	113
LII.	Envolvente de momentos positivos en vigas, marco sobre el eje 15	113
LIII.	Cortes últimos en vigas, marco sobre el eje C	115
LIV.	Cortes últimos en vigas, marco sobre el eje 15	116
LV.	Cortes últimos en columnas, marco sobre el eje C	117
LVI.	Cortes últimos en columnas, marco sobre el eje 15	117
LVII.	Resumen del presupuesto, primer nivel	167
LVIII.	Resumen del presupuesto, segundo nivel	169
LIX.	Resumen total del presupuesto	170

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperios
ACI	American Concrete Institute, código en el que se basa el diseño estructural del proyecto
A_g	Área bruta de la sección transversal de un elemento sin incluir el área de acero
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural
A_s	Área de acero
$A_{s_{max}}$	Área máxima de acero
$A_{s_{min}}$	Área mínima de acero
A_{s_t}	Área de acero para cubrir los esfuerzos de retracción y temperatura
A_{tri}	Área tributaria
A_z	Área de la zapata vista en planta
b	Base de la sección transversal de un elemento
b_w	Base de la sección transversal de la viga según ACI 21.3.1.3
C	Coficiente que depende del período de oscilación sísmica
C_a, C_b	Coficientes según método 3 ACI versión 1963 para el cálculo de momentos últimos en losas
C_m	Centro de masa
CM	Carga muerta
CR	Centro de rigidez
C_u	Carga última ACI 9.1

C_u	Cohesión del suelo
CV	Carga viva
d	Peralte
D_f	Desplante del suelo
d_i	Distancia medida desde un origen arbitrario hasta el elemento analizado
$DIST_h$	Distancia horizontal
$DIST_{inc.}$	Distancia inclinada
D_{ik}	Factor de distribución
e	Excentricidad
E	Esbeltez de un elemento
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
e_d	Excentricidad de diseño
E_m	Módulo de elasticidad del material
f_c	Factor de seguridad aplicado al valor soporte último del suelo, varía según el tipo de estructura a implementar
f'_c	Resistencia mínima a compresión del concreto bajo un tratamiento de fraguado adecuado después de 28 días.
F_{cu}	Factor de carga última
F_m	Fuerza por marco
F'_m	Distribución uniforme de la fuerza por nivel en un mismo sentido entre cada uno de los marcos correspondientes al mismo nivel
F_{ni}	Fuerza por nivel en base al corte basal
F_T	Fuerza de techo o cubierta
f_y	Resistencia nominal a tensión del acero estructural.
H	Altura
h_i	Altura del nivel considerado, medida desde la base del marco.
H_n	Fuerzas de sujeción
h_{viga}	Altura efectiva de la viga

I	Coeficiente numérico que depende del tipo de ocupación que se le da al edificio
J	Rigidez rotacional
K	Rigidez de un elemento
K'	Coeficientes obtenidos en las graficas para fallas balanceadas en columnas
kV	Kilovoltios
kA	Kiloamperios
Kv	Coeficiente numérico que depende del tipo de estructura a implementar
L	Altura de la sección transversal de un elemento
l_a	Longitud de la losa analizada en el sentido corto
l_b	Longitud de la losa analizada en el sentido largo
L_c	Longitud medida de eje a eje en una columna
l_n	Luz libre medida entre las caras internas de los apoyos
L_v	Longitud medida de eje a eje en una viga
$L_{v/m}$	Longitud vista en planta de vigas y muros (pre dimensionamientos)
m	Dimensional de longitud, metro
m^2	Dimensional de área, metro cuadrado
m^3	Dimensional de volumen, metro cúbico
MF_{ik}	Momentos fijos
M'_{ik}	Influencias de giro
M_n	Momento de piso
M_s	Momentos de sujeción
$M_u(+)$	Momento positivo último
$M_u(-)$	Momento negativo último
N_c	Factor de flujo de carga última

No.	Se refiere a la nomenclatura del acero estructural la cual mide el diámetro de la barra en múltiplos de 1/8" sin tomar en cuenta los anillos, por ejemplo: No.2 es igual a 2/8", No.3 es igual a 3/8" y así sucesivamente
N_q	Factor de flujo de carga
N_γ	Factor de flujo
P	Suma de todas las cargas que son transmitidas y que ejercen presión al suelo
P_{cr}	Carga axial crítica a la que estará sometida la columna
P_{nc}	Resistencia axial nominal de la sección transversal de la columna en condiciones óptimas, utilizada generalmente para pre dimensionar dicho elemento.
P_o	Carga axial máxima que puede resistir la columna cuando no existen excentricidades $e_x = 0, e_y = 0$
P'_u	Carga normal máxima que actúa a excentricidades e_x y e_y
P'_x	Carga normal máxima cuando se encuentra presente la excentricidad $e_y, e_x = 0$
P'_y	Carga normal máxima cuando se encuentra presente la excentricidad $e_x, e_y = 0$
pie^3	Dimensional de volumen, pie cúbico
q_d	Valor soporte del suelo
q_{dis}	Presión última de diseño
q_o	Valor soporte Último del suelo
Q_n	Fuerza cortante de piso
q'	Presión transmitida al suelo
R	Radio de giro, se emplea para el cálculo de la esbeltez en las columnas
R_i	Rigidez de un elemento

<i>rec</i>	Recubrimiento de la estructura
S	Espaciamiento medido centro a centro de unidades tales como refuerzo longitudinal, refuerzo transversal, etc.
S	Factor que depende de la interacción suelo-estructura
T	Período de oscilación sísmica
T_n	Momento torsional
V	Corte basal
V	Voltios
V_{ac}	Esfuerzo de corte que es producido por los esfuerzos externos
V_c	Esfuerzo de corte que el concreto es capaz de resistir en una columna
V_c	Corte producido en una columna debido a las cargas que actúan sobre ella
V_{res}	Esfuerzos de corte que el concreto es capaz de resistir en una viga
V_v	Corte producido en una viga debido a las cargas que actúan sobre ella
W	Peso total
W_c	Peso promedio del concreto armado por unidad de volumen (Kg/m ³)
W_i	Peso correspondiente al nivel analizado
W_{par}	Peso promedio de las paredes de mampostería de block de 15 cm de espesor por unidad de área (Kg/m ²)
\bar{X}_t	Distancia medida desde el centro de rigidez hasta el elemento analizado
Z	Coefficiente numérico que depende de la zona sísmica
β_d	Flujo plástico, relación utilizada para calcular los momentos magnificados en columnas debidos a las cargas permanentes

β_1	Factor que relaciona la profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos de compresión con la profundidad del eje neutro (ACI Capitulo 10)
γ	Relación entre el área transversal encerrada por el refuerzo longitudinal en las columnas y el área total de la sección transversal de la columna
γ_{hum}	Peso específico del suelo húmedo, tal y como se encuentra en realidad
γ_{suelo}	Peso específico del suelo
δ	Factor de magnificación o amplificación de momentos
ΔV	Variación de la fuerza por nivel que depende de la rigidez de toda la estructura
θ	Ángulo de fricción interna
μ_{ik}	Factor de giro
ρ	Cuantía de acero
ρ_b	Cuantía balanceada de acero
ρ_{max}	Cuantía máxima de acero
ρ_{min}	Cuantía mínima de acero
ρ_{tu}	Cuantía de diseño según el método de Bresler
v_{ik}	Factor de corrimiento
ϕ	Factor de reducción de resistencia
ψ_i	Grado de empotramiento o restricción de las columnas
$\sum R_i$	Sumatoria de rigideces del marco analizado

GLOSARIO

Acabados	Son las decoraciones finales que se le hacen a las estructuras, cuya finalidad es obtener una superficie con características adecuadas con la finalidad de lograr que el elemento cumpla con las especificaciones y dimensiones diseñadas; dentro de las cuales están: repellos, colocación de pisos, colocación de azulejos, alicatado de paredes, etc.
Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, denominados de esta manera ya que tienen poca o casi nula influencia en el comportamiento de los diseños ya sea estos para sistemas de agua potable o sistemas de drenajes.
Altura	En el diseño estructural se define “Altura” al lado paralelo al eje vertical de la sección transversal de un elemento analizado.
Análisis estructural	Estudio del comportamiento que tendrán las estructuras como resultado de la aplicación de carga.
Apoyo	Es aquel que impide el movimiento traslacional más no así el movimiento rotacional.

Área tributaria	Teóricamente se define como la zona de acción de las cargas para el análisis estructural.
Base	En el diseño estructural se define “Base” al lado paralelo al eje horizontal de la sección transversal de un elemento analizado.
Calicanto	Obra de mampostería.
Columnas	Son elementos estructurales que trabajan principalmente a compresión, se encargan de recibir toda la carga actuante de losas, vigas y acabados y transmitirlos a las cimentaciones.
Confinamiento	Adecuada distribución de estribos en un elemento estructural de concreto armado de acuerdo a los lineamientos de códigos y especificaciones técnicas para un perfecto amarre perimetral de la estructura.
Contrahuella	Cara vertical de cada peldaño de una escalera.
Corte basal	Fuerza de corte provocada por la acumulación de fuerzas aplicadas en la base de una edificación.
Desplante	Profundidad de la cimentación medida desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la misma.
Eje	Centro geométrico de un elemento estructural.

Envolvente de momentos	Combinación de cargas mayoradas con la cual se procede al diseño estructural.
Factor de distribución	Utilizado en los métodos de Kani y Cross para distribuir en base a las rigideces, los momentos hacia los nudos.
Grado 60	Resistencia nominal del acero, dado en sistema inglés KPSI.
Huella	Cara horizontal de cada peldaño de una escalera.
Luz	Distancia libre entre apoyos.
Mampostería	Aparejo de un muro realizado con componentes prefabricados (block) de dimensiones establecidas colocadas en orden y en unión de soga, unidas con aditivos o mezcla de materiales aglomerantes y/o cementantes.
Módulo	Cada uno de los sistemas estructurales, módulo I; módulo II; y módulo III.
Nivel de piso	Altura correspondiente de cada nivel medida desde un punto u origen en común.
Nudo	Punto donde convergen los elementos tales como columnas y vigas.

Peralte	Distancia desde la fibra extrema de un elemento hasta el centroide de la sección transversal del refuerzo longitudinal opuesto a dicha fibra.
Pórtico	Estructura compuesta por columnas y vigas.
Recubrimiento	Protección de concreto que se le da a las estructuras o armaduras de acero y así evitar que se deterioren por causas que no son propiamente estructurales (ver capítulo 7 del código ACI).
Sobrecarga	Cargas de diseño que no pertenecen a las cargas vivas ni a las cargas muertas, se deben de tomar en cuenta como parte de los factores de seguridad o márgenes de diseño con los cuales se garantiza que la estructura no ceda por cargas imprevistas.
Viga	Elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Encargados de transmitir las cargas de piso hacia la columnas o apoyos.
Zapatas	Elementos estructurales encargadas de recibir las cargas de toda la estructura superior y transmitir las al suelo que las soporta.

RESUMEN

En el municipio de San Martín Jilotepeque, ubicado en el departamento de Chimaltenango, el cual dista 72.5 Km de la Capital de Guatemala, se hizo un estudio para determinar las necesidades prioritarias y así contribuir a través del programa EPS proyectado por la Universidad de San Carlos de Guatemala una solución a las mismas. Una de las problemáticas del municipio es la falta de un edificio de uso comercial, la solución contempla la creación de un Centro Comercial en el casco urbano, para lo cual se tomaron premisas de diseño de Centros Comerciales, priorizando las áreas: administrativa, área húmeda, área semi-húmeda, área seca, área de comedores, servicios sanitarios, basurero, gradas, rampa y parqueo.

Para el análisis y diseño estructural se contemplaron marcos rígidos, tomando como fuente principal el código ACI 2005, se integro la carga (AGIES 2000) de cada uno de los elementos que producen cargas verticales, para determinar las fuerzas horizontales aplicadas a los marcos únicamente se tomaron en cuenta las fuerzas sísmicas ya que según la región se consideró que son las únicas que producirían esfuerzos considerables en la estructura. En el análisis estructural se incluyen dos métodos aproximados, método de kani y método de cross y una comparación con un software en este caso ETABS 9.0.0. Se incluye además el diseño de cada uno de los elementos estructurales, presentando un ejemplo del diseño de cada uno.

OBJETIVOS

General

Contribuir al desarrollo infraestructural del país a través del aporte de diseños de obras de ingeniería a las municipalidades u organizaciones gubernamentales que soliciten apoyo a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos:

1. Proponer a través del diseño del Centro Comercial de la Cabecera Municipal de San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango, una solución a la problemática actual que el municipio tiene de no contar con instalaciones adecuadas para el desarrollo de toda actividad comercial.
2. Aumentar la importancia comercial del municipio de San Martín Jilotepeque, con la implementación de un edificio de uso comercial.
3. Proporcionar a la Municipalidad de San Martín Jilotepeque, el diseño estructural del centro comercial, el cual contemplará: Juego de planos, presupuesto detallado de cada uno de los renglones de trabajo contemplados para la ejecución de este proyecto, cronograma del tiempo de ejecución, cronogramas de inversión, así como las especificaciones técnicas.

INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es un programa por el cual la Universidad de San Carlos de Guatemala, brinda una ayuda a través del estudiante epesista a las comunidades del interior del país.

El Ejercicio Profesional Supervisado se llevó a cabo en el municipio de San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango, durante el período de tiempo del mismo se propusieron alternativas para la solución de problemas de infraestructura existentes en todo el municipio, priorizando las siguientes; diseño de edificios educativos de uno y dos niveles, diseño y planificación de sistemas de abastecimiento de agua potable, mejoramiento de la infraestructura vial, diseño del centro comercial de la cabecera municipal de San Martín Jilotepeque; este último es el tema en el que se basa este informe en el cual se detalla cada una de las fases de diseño estructural de dicha edificación.

No todos los diseños son iguales aun cuando el mismo esta catalogado como edificio, dependiendo el uso que se le vaya a dar así es como se determinan las premisas para el diseño tanto arquitectónico como estructural.

El diseño arquitectónico del centro comercial se basa en varios códigos y normativos vigentes en nuestro país, dentro de los cuales se pueden mencionar las especificaciones y recomendaciones para construcción de edificios de uso comercial propuestos por el INFOM, y la distribución de ambientes en base al libro de diseño arquitectónico NEUFERT.

Después de analizar cada una de las alternativas de construcción se propone utilizar un sistema de marcos rígidos construidos con concreto de alta resistencia armadas con acero estructural. Dentro de este informe se encontrará el análisis estructural del sistema mediante dos métodos aproximados siendo estos el método de Cross y el método de Kani, con los que después de compararlos se decide utilizar uno de ellos para el diseño de cada uno de los elementos (vigas, columnas, zapatas) que componen dicho sistema.

Como parte del diseño, se diseñan las distintas instalaciones que todo edificio debe contar acomodándose a los servicios públicos con los que cuenta el municipio de San Martín Jilotepeque, se diseñaron los sistemas de agua potable basándose en circuitos cerrados utilizando para ello tubería PVC en diferentes diámetros y resistencias, dos sistemas de drenajes siendo uno de ellos un sistema de recolección de aguas negras o aguas servidas y un sistema totalmente independiente de recolección de aguas pluviales dichos sistemas se diseñaron para una utilización de tubería PVC que cumpla con los requisitos de la norma ASTM 3034. Además de un sistema eléctrico que cumple con los requisitos de la Normas ANSI NEC (National Electric Code) aplicables en Guatemala.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del municipio de San Martín Jilotepeque

1.1.1 Aspectos generales

El nombre de San Martín Jilotepeque etimológicamente se compone de dos palabras Xilotepec que viene de la voz Náhuatl Xilotl, cuyo significado en español es “Maíz tierno o elotes”; y Topetl, cuyo significado en español es “Cerro”, por lo que uniendo los significados de las dos voces, Jilotepeque significa “Cerro de maíz tierno”, otros señalan que la palabra Xilotepec proviene de la lengua Otomí y que significa “Diosa de las mieces”. Poéticamente se le ha llamado, a la vía de San Martín “Cuna del elote tierno”.

Breve historia del municipio de San Martín Jilotepeque

La actual villa de San Martín Jilotepeque tuvo sus antecedentes históricos en el período post-clásico maya del siglo XIII cuando se produjo la diseminación de esta cultura por el sur del departamento de Petén. En el “Título Jilotepeque,” señala que los habitantes del primer asentamiento ocurrieron en “Jilotepeque Viejo”, a donde llegaron los Chajomas provenientes de Joyabaj. Ya establecidos los Chajomas en Jilotepeque Viejo se les conoce también con el nombre de Acajal Wuinak o sea “Pueblo de Abejas o Colmenas.”

El pueblo sigue creciendo y a la venida de los españoles en 1524, Xilotepec Viejo vivía una de sus mejores épocas con organización, trabajo y disciplina. Jilotepeque Viejo fue ubicado a pocos kilómetros de la confluencia de los ríos Pixcayá y Motagua, en el extremo noroeste del departamento de Chimaltenango, localizado sobre una meseta ondulada de más de ochenta metros de altura, fue el escenario de asentamiento humano Kaqchikel. Debido a su conformación llega a constituirse en una fortaleza natural difícil de escalar de ahí que cuando en 1525 Pedro de Alvarado, recibiera un refuerzo de españoles se decidiera a la realización de la campaña militar de asalto a la fortaleza de Jilotepeque Viejo. El capitán Gonzalo de Alvarado, los cabos Alonso de Ojeda, Luis de Vivar y Hernando Chávez, así como el soldado García de Aguilar, recibieron el encargo de conquistador de Guatemala para someter a esta indómita región, contando con la ayuda de muchos habitantes de Jilotepeque Viejo, les revelaron a los conquistadores la única entrada a esos dominios “La Senda Sagrada”.

Al entrar los españoles a Jilotepeque Viejo, tomaron como rehenes a quienes aún quedaban, quemaron a los principales de este centro estratégico centro militar, Los Kaqchikeles que sobrevivieron a esta masacre huyeron y dentro de lo que es el territorio de San Martín Jilotepeque, fueron fundados pequeños asentamientos humanos ya sea en lo que hoy se conoce como las aldeas Estancia de San Martín, Estancia de la Virgen, Quimal, Choatulún Chijocón, Patzaj, Las Escobas, Varituc, El Molino, Xejuyú, en donde dejaron huella de su paso; finalmente se establecieron en el actual valle que se conoce con el nombre de Paz y Amor, en donde encontraron características especiales, por un lado la defensa de los vientos del norte y oriente, en el valle que se sitúa entre los cerros El Pelón o Reformador, Los Conejos y La Cruz.

Por otro lado, la situación envidiable del valle, ubicando entre dos ríos no muy caudalosos, El frío y el Cucuyá con nacimientos de agua de donde se abastecían. Aparte de ello, la planicie necesaria para establecer y construir sus viviendas. Por transmisión oral de generaciones, se tiene conocimiento que el 11 de noviembre de 1545, inicialmente los españoles de aquel tiempo reconocieron el asentamiento del pueblo a cual dieron el nombre de San Martín Jilotepeque en honor a San Martín de Tours y le dejaron como apellido el nombre españolizado de Jilotepeque, para que quedara parte de lo que antaño fue el nombre de Jilotepeque viejo.

La vida del pueblo continua, nuevas construcciones surgen, especialmente de adobe y techo de teja, sus habitantes conforman un lugar en donde se respira paz. Sin embargo el pueblo es estremecido por temblores al igual que casi todo el territorio nacional, de esa forma se llega al 4 de Febrero de 1,976 cuando un fenómeno telúrico de grandes dimensiones sacude violentamente el lugar, se mueven las entrañas mismas y el pueblo de San Martín Jilotepeque, de corte colonial cae por los suelos, se pone al descubierto todas sus interioridades, la destrucción es de un 99% la pérdida de vidas humanas es de más de cuatro mil; cientos y cientos de heridos y mucha desolación, duda, incertidumbre y pena. Los pobladores poco a poco salen de su asombro y con verdadero valor y entusiasmo se inicia la reconstrucción, se vislumbran los primeros trabajos de construcción de casas hechas por paredes de block, techo de lamina, piso de cemento, olvidando el calicanto, paredes de adobe, techos de teja y piso de ladrillos de barro cocido.

El municipio de San Martín Jilotepeque tiene 12 aldeas, las cuales se mencionan a continuación.

1. Chijocón
2. Choatalún
3. El Molino
4. Estancia de San Martín
5. Estancia de La Virgen
6. Las Escobas
7. Las Lomas
8. Patzaj
9. Quimal
10. Varituc
11. Xejuyú
12. Xesúj

1.1.2 Localización del lugar

El municipio de San Martín Jilotepeque se localiza a una distancia de 18.5 km de la cabecera departamental de Chimaltenango, y a 72 Km de la capital del país, la Ciudad de Guatemala, con carretera asfaltada; localizándose además a una altitud de 1,755.00 metros sobre el nivel del mar, con una extensión territorial de 251 kilómetros cuadrados.

Posición geográfica

Latitud, 14°46'48" Norte

Longitud, 90°47'35" Oeste

Figura 1. Fotografía del casco urbano de San Martín Jilotepeque



- Ubicación del Centro Comercial diseñado
- 🏠 Ubicación de la municipalidad

1.1.3 Ubicación geográfica

El municipio de San Martín Jilotepeque se encuentra ubicado en el departamento de Chimaltenango; al norte de la cabecera departamental y al oeste de la ciudad capital, y perteneciente a la región V dentro del funcionamiento del Consejo de Desarrollo Urbano y Rural.

A la cabecera municipal se puede ingresar por medio de una carretera completamente asfaltada de 18.5 km que comunica a este municipio con Chimaltenango y a las aldeas por medio de carreteras de terracería, algunas en mal estado en la época de invierno.

1.1.4 Aspectos topográficos

La topografía del municipio presenta algunos contrastes, por un lado tiene partes planas y por el otro, pendientes no muy pronunciadas. Sus calles especialmente del área urbana algunas son empedradas con piedra oculta, otras con piedra vista, algunas adoquinadas y otras pavimentadas.

1.1.5 Vías de acceso

Además se comunica con los siguientes municipios por medio de carreteras de terracería de la siguiente manera.

1. Con San Juan Comalapa por 2 carreteras, una que sale por el caserío Sacalá aldea Las Lomas y la otra que sale por el caserío San Bartolomé de aldea Varituc. Ambas de 15 y 18 kilómetros respectivamente son de terracería que están en mal estado.
2. Con Joyabaj El Quiché, por una carretera que sale por el caserío Choabaj Grande aldea Patzaj, con una longitud de 45 kilómetros son de terracería que está en mal estado.

3. Con Pachalúm el Quiché, por una carretera que sale por el caserío La Vega de Godínez, aldea Las Escobas. 9 de estos kilómetros están asfaltados, y 23 Kilómetros son de terracería que está en mal estado.
4. Con San Juan Sacatepéquez, Guatemala, por una carretera que sale el caserío Chi Pastor de la aldea Las Escobas. Aproximadamente 28 de estos kilómetros están asfaltados, 23 son de terracería que están en mal estado.
5. Con la cabecera departamental de Chimaltenango, por una carretera que sale por la Aldea Xesúj. Esta carretera es la principal vía de comercio y son 18.5 kilómetros los que separan al municipio de la cabecera departamental, con un 70% de pavimento flexible (asfalto) y un 30% de pavimento rígido en las pendientes más pronunciadas.

De la cabecera municipal hay comunicación con todas las aldeas por medio de carreteras de terracería, de las cuales se ponen en malas condiciones durante el invierno. Las personas utilizan para transportarse el servicio de camionetas, camiones y pick up que van a las aldeas, principalmente los días de mercado que son domingo, jueves y martes.

1.1.6 Clima

La estación meteorológica más cercana se identifica con el número 3.13.1 y de nombre Vista Bella, ésta estación reporta temperaturas promedio anuales máximas de 20.1° C, temperaturas absolutas máximas de 29° C y mínimas de 3° C y una precipitación anual de 1,134 mm con 96 días anuales de lluvia.

San Martín Jilotepeque cuenta con, tres zonas de vida bien diferenciadas y que manifiestan las tres clases de clima

- **Frío:** Con este clima se encuentran las aldeas Las Lomas, Varituc y el Molino.
- **Templado:** Lo comprenden las aldeas Xesúj, Xejuyú, Choatalún, Quimal y la propia cabecera municipal.
- **Cálido:** Lo comprenden las aldeas de Chijocón, Estancia de la Virgen, Estancia de San Martín, Las Escobas y la parte norte de Patzaj.

Humedad: La humedad relativa promedio es del 78%

Evapotranspiración: Una evapotranspiración promedio de 0.75

Precipitación pluvial: El patrón de lluvias durante 20 años tiene una precipitación anual de 1360 mm y un promedio de 1134 mm, durante 96 días de lluvia distribuidos durante los meses de mayo a noviembre.

Zona de vida: San Martín Jilotepeque se encuentra dentro de tres zonas de vida según Holdridge, las cuales son:

1. Bosque húmedo montano bajo sub-tropical (bhs-MB)
2. Bosque húmedo montano bajo (bh-MB)
3. Bosque Seco Subtropical

1.1.7 Colindancias

El municipio limita

AL NORTE: Los municipios de Joyabaj y Pachalúm, departamento de Quiché, río Motagua de por medio.

AL SUR: San Jacinto y Tonajuyú, departamento de Chimaltenango, río Tonajuyú de por medio.

AL ESTE: San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala, río Pixcayá de por medio.

AL OESTE: Los municipios de San Juan Comalapa y San José Poaquil, departamento de Chimaltenango, río Quizayá de por medio.

1.1.8 Turismo

Cuenta con gran historia; ya que dentro de la jurisdicción del municipio se encuentran las ruinas de Mixco Viejo que ha ganado mucho enriquecimiento turístico por sus bellos escenarios donde estuvo situado el pueblo maya, encontrándose a 23 km de la cabecera central del municipio en camino de terracería donde se pasa por fincas de bosques coníferos y espinosos, así mismo encontramos el balneario Ojo de Agua a una distancia de 2 km del centro de la población con aguas termales dentro de montañas donde se pueden realizar caminatas ya que el clima y la ecología se prestan para dar una sensación de relajación, donde se puede sentir el contacto con la naturaleza, en el casco urbano tenemos la Plaza Central con su fuente, que fue constituida como patrimonio cultural ya que según la historia era el lugar de enamoramiento, de reuniones y cabildos que realizaban los ancestros del lugar.

1.1.9 Demografía

Habitantes: Los habitantes del municipio se encuentran tanto en el área urbana como en el área rural con sus aldeas y caseríos, haciendo un total de 69,927 habitantes siendo el 54% mujeres y el 46% hombres.

La población crece a un ritmo promedio de 2.26% cada año.

Tabla I. Demografía del municipio de San Martín Jilotepeque

Demografía	Total
Población Total	69,927
Población Urbana	8,866
Población Rural	61,061
% población indígena	85%
Población Mayor de 15 años	38,009
Población Mayor de 15 años analfabeta	1,900
Tasa de Analfabetismo	50%
Población Migrante	5,594
Total de Nacimientos 2007	1,811
Total de Nacimientos 2008	1,583
Tasa de Natalidad	22.64
Crecimiento Vegetativo	-32.06
Tasa de Fecundidad	108.90
No. de Mortinatos	15

Datos tomados según estadísticas del puesto de salud de San Martín Jilotepeque, año 2008.

1.1.10 Actividades socio-económicas

1.1.10.1 Breve descripción de las actividades productivas de la comunidad: Siendo parte del sistema económico nacional, muestra muchas de las características económicas del país. En este aspecto de la vida comunitaria, se describen todas aquellas actividades que determinan el desenvolvimiento económico.

Producción agrícola: La producción agrícola comprende los diferentes tipos de cultivos que se siembran, los cuales están determinados por un lado, por la porción de tierra que tiene cada familia, mientras que el otro factor lo condiciona el clima donde se ubica el municipio. La producción agrícola es una de las fuentes sobresalientes del municipio, esto se debe a que existen productos de esta rama productiva que son base de alimentación de la población. Los habitantes de ese municipio se dedican a la siembra de maíz, que se utiliza en su mayoría para el autoconsumo y también para la venta, también la producción de café, las hortalizas locales, y de exportación como: la arveja china, ejote francés, brócoli, aguacate, frijol, tomate, chiles y algunas frutas. Cabe mencionar que las actividades agrícolas que desarrollan los habitantes del municipio, son solamente un complemento de otras actividades que realizan como parte de las fuentes de ingresos económicos, para cubrir las necesidades individuales y familiares.

Fuentes de trabajo: El trabajo que realizan las personas está asociado a la venta de su fuerza de trabajo para obtener un salario, con el cual puedan satisfacer las necesidades de su familia y personales, se emplean frecuentemente en oficios tales como: jornaleros, oficios domésticos, obreros, tejedoras, mecánicos, sastres, agricultores, comerciantes, maestros/as, albañiles, herreros, médicos, panaderos, carpinteros, pintores, secretarias, enfermera, barberos, zapateros, electricistas y otros.

Comercialización: Existen varios productos que comercializan los habitantes del municipio por lo que podemos hacer mención de estos productos: tejidos típicos, maíz, frijol, café, arveja china, ejote francés, tomate, fresas, moras, exportación de leche; éstos productos se venden en varias cantidades y diferentes lugares tales como: en el mercado de la cabecera departamental, cabeceras de municipio cercanos, mercados de la capital.

En el municipio existe: café-internet, bancos del sistema nacional, antenas telefónicas, abarroterías, depósitos que ofrecen granos básicos, comerciales para la venta de electrodomésticos, panaderías las cuales sirven de complementos para las actividades que realizan las familias de esta localidad, mini-restaurante.

1.1.11 Idioma

Idiomas que se hablan en la población

Español

Kaqchikel

1.1.12 Servicios existentes

Drenajes: El municipio cuenta con sistema de drenaje dentro del casco urbano, implementando dos sistemas más en las aldeas Chi-Armira y Choatalún, el resto de comunidades utilizan pozos ciegos, algunos sistema de letrización, donde no existe drenaje utilizan ríos para lavar ropa y vertientes de agua en montañas.

Energía eléctrica: En el último censo un 97 % cuenta con este servicio, cada casa cuenta con las instalaciones respectivas y como también la mayoría de sectores sobre calles principales, cuentan con alumbrado público.

Servicio telefónico: La comunicación que se realiza en todo el municipio es de 95 % de servicio celular, y el 5 % de plantas o líneas telefónicas domiciliarias.

Casas: En lo que respecta a viviendas que existen en el casco urbano son de block con terraza o techado de lámina en su mayoría de un nivel.

Educación:

- 2 escuelas oficiales de nivel primario
- 1 escuela oficial de nivel pre-primario
- 1 instituto oficial de nivel básico
- 3 colegios privados que atienden los niveles de educación primaria, básica y diversificada
- 1 instituto tecnológico municipal que atiende el nivel de educación básica y diversificada impartiendo en éste último las carreras de perito en mecánica automotriz, perito en electricidad y magisterio.
- 1 escuela normal bilingüe intercultural de magisterio

Haciendo un total de doscientos nueve establecimientos en todo el municipio entre escuelas PRONADE, de autogestión comunitario, anexo, e institutos.

Servicios privados:

- Servicio de internet
- Servicios bancarios: Banrural, banco G&T Continental, BAM.
- Centros recreativos:

1.1.13 Salud

1.1.13.1 Condiciones sanitarias

En el campo de la salud, la población urbana es cubierta por un Centro de Salud. En el Centro de Salud se atiende emergencias, campañas de vacunación, coordinación de trabajo de los otros centros de salud. El servicio se toma como deficiente en algunas situaciones debido a la carencia de insumos y equipo.

El área urbana, además, cuenta con los servicios de aproximadamente ocho médicos particulares para consultas de pacientes, por lo menos dos de ellos poseen sanatorios donde se practican cirugías. En la rama de la odontología, San Martín Jilotepeque solo cuenta con mecánicos dentales que son quienes dan el servicio odontológico a la población con todas las carencias que eso significa.

Para la cobertura de salud, en el área rural existen puestos de salud en las siguientes comunidades

1. Sacalá, aldea Las Lomas
2. Colonia Nueve de Septiembre, aldea Choatalún
3. Las Escobas Centro, aldea Las Escobas
4. Los Jometes, aldea Patzaj
5. Chipastor, aldea Las Escobas
6. Estancia de la Virgen Centro, aldea Estancia de la Virgen
7. Oratorio, aldea Estancia de San Martín
8. Rosario Canajal, aldea Patzaj

Asimismo existen 50 centros de convergencia distribuidos en las comunidades más necesitadas de los servicios básicos de salud. Así mismo esta en proceso de construcción un hospital equipado al norte de la cabecera municipal. En estos puestos y centros de convergencia la atención es a través de técnicos en salud rural o bien por enfermeras auxiliares. Se atiende campañas de vacunación, control de embarazos, control de niños, consulta general y otros servicios de salud.

Las enfermedades más frecuentes en todo el municipio que afecta la salud humana son: Infecciones respiratorias, diarreas, sarampión, tos ferina, paperas, amigdalitis, viruela, infecciones urinarias, enfermedades de la piel, parásitos, y reumatismo, entre otras.

1.1.13.2 Natalidad

La tasa de natalidad se define de la siguiente manera:

$$\text{Tasa de natalidad} = \left(\frac{\text{Total de nacimientos 2008}}{\text{poblacion 2008}} \right) * 1000$$

$$\text{Tasa de natalidad} = \left(\frac{1,583}{69,927} \right) * 100 = 2.26\%$$

1.1.13.3 Mortalidad

La tasa de mortalidad se define de la siguiente manera:

$$\text{Tasa de mortalidad} = \left(\frac{\text{Total de muertes 2008}}{\text{poblacion 2008}} \right) * 1000$$

$$\text{Tasa de mortalidad} = \left(\frac{240}{69,927} \right) * 100 = 0.34\%$$

1.1.13.4 Morbilidad

Según las enfermedades más comunes presentadas en el municipio de San Martín se establecen las siguientes:

Tabla II. Morbilidad prioritaria (primeras consultas 2,009)

No.	Reporte (20) Primeras causas de Morbilidad General	Frecuencia Masculinos	% masculinos	Frecuencia Femeninos	% femeninos	Total
1	Infecciones Respiratorias Agudas	3,003	42.41	4,650	30.94	7,653
2	Enfermedad Péptica	244	3.45	1,324	8.81	1,568
3	Diarreas	524	7.40	629	4.18	1,153
4	Parasitismo Intestinal	328	4.63	652	4.34	980
5	Infecciones Urinarias	122	1.72	815	5.42	937
6	Amebiasis	281	3.97	504	3.35	785
7	Dorsalgia	180	2.54	586	3.90	766
8	Bronconeumonía	346	4.89	369	2.45	715
9	Cefalea	91	1.29	584	3.89	675
10	Conjuntivitis	197	2.78	349	2.32	546
11	Anemia	82	1.16	354	2.36	438
12	Micosis	158	2.23	276	1.84	434
13	Dermatitis	150	2.12	261	1.74	411
14	Alergia	139	1.96	239	1.59	378
15	Sarcoptiosis	135	1.91	237	1.58	372
16	Mialgia	84	1.19	263	1.75	347
17	Impetigo	159	2.25	187	1.24	346
18	Artritis	61	0.86	247	1.64	308
19	Vaginitis	0	0.00	202	1.34	202
20	Enfermedades periodontal	36	0.51	114	0.76	150
	Otras causas	761	10.75	2,189	14.56	2,950
	TOTAL	7,081	100.00	15,031	100.00	22,112

Tabla III. Causas de morbilidad infantil

No.	Diez primeras causas de morbilidad infantil	Numero de Casos	%
1	Infecciones Respiratorias Agudas	1,173	55.75
2	Neumonías	225	10.69
3	Diarreas	199	9.46
4	Conjuntivitis	105	4.99
5	Dermatitis	55	2.61
6	Candidiasis	44	2.09
7	Alergia	37	1.76
8	Sarcoptiosis	34	1.62
9	Impetigo	30	1.43
10	Micosis	29	1.38
	Otras causas	173	8.22
	TOTAL	2,104	100.00

1.2 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango.

1.2.1 Descripción de las necesidades

Las necesidades que se encuentran en el municipio de San Martín Jilotepeque son las de: edificios de uso comercial, edificios escolares, agua potable, drenajes, vías de comunicación, electrificación, salud, etc.

1.2.2 Priorización de las necesidades

El municipio no cuenta con un local donde la población pueda realizar todo tipo de actividades comerciales, ya que la compra y venta de los productos mencionados se hace en algunas de las calles y avenidas del casco urbano.

Los principales días de mercado son domingo, jueves y martes.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del centro comercial de la cabecera municipal de San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el Diseño del Centro Comercial de la Cabecera Municipal de San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango, basado en los requerimientos y necesidades comerciales del lugar. El área propiedad de la municipalidad, en el cual se construirá dicho edificio es de 2,029.50 m², localizado sobre la 10 calle y 6^a. Avenida Barrio El Calvario.

El centro comercial se ha diseñado por módulos, denominados de aquí en adelante como módulo I, módulo II y módulo III, los cuales toman una forma simétrica visto en planta.

El diseño arquitectónico se basa en premisas generales para el diseño de centros públicos, es éste caso el centro comercial contará con:

- **Área administrativa:** Entiéndase como área administrativa, el área física donde se lleven a cabo las actividades de administración del centro comercial, la oficina administrativa contará con un área de 7.50 m².

- **Parqueo:** Para la comodidad de los usuarios del edificio se contará con un área de estacionamiento o parqueo en el interior del predio, con lo cual se evitará el desorden vehicular en la vía pública. El área destinada a parqueos será de 842.50 m².
- **Área húmeda:** Lugar donde se ubicarán los productos refrigerados, estos podrán ser: carnicerías, marranerías, pollerías, etc. Los locales han sido ubicados en un área aparte del resto de comercios para evitar las incomodidades del resto de usuarios. Locales 101 al 104, área de cada local 23.00m².
- **Área semi-húmeda:** Definida como el área dentro del centro comercial cuyo destino será la venta de productos perecederos tales como: frutas, verduras, especias, etc. Locales 105 al 114, área de cada local 23.00m².
- **Área seca:** Definida como el área dentro del centro comercial cuyo destino será: tiendas, abarroterías, venta de electrodomésticos, ferreterías, librerías, etc. Locales 115 al 129 y locales 213 al 227, área de cada local 23.00 m².
- **Área de comedores:** El que se ha destinado para el uso de comedores cuenta con detalles especiales respecto a la cocina o área dentro de los mismos destinado para la preparación de alimentos, además se localizan en el segundo nivel del módulo 1 del centro comercial puesto que los corredores en ese lugar son más amplios.

- **Servicios sanitarios:** Los servicios sanitarios, han sido diseñados bajo estándares de diseño de los mismos tomando como base las horas pico de comercio los cuales van desde las 10:00 am hasta las 11:30 am. El módulo de servicio sanitario para mujeres cuenta con 6 inodoros y 3 lavamanos; el módulo de servicios sanitarios para hombres cuenta con 5 inodoros, 3 mingitorios y 3 lavamanos.
- **Área para basurero:** El centro comercial cuenta además con un área donde los inquilinos del Centro Comercial deberán depositar la basura producida en cada local de los 3 Módulos en ambos niveles, la cual se extraerá sobre la 9ª calle. El basurero tiene una capacidad de 10 m³.
- **Rampa y gradas:** Los accesos hacia el segundo nivel han sido diseñados de acuerdo al fácil desplazamiento de las personas, la rampa tiene una pendiente de 16.8% contando con una meseta al centro de la altura del primer nivel la cual su función es dar un descanso a los usuarios. Las gradas por su parte fueron diseñadas para dar la comodidad de desplazamiento de una persona cuando ascienda o descienda los escalones.

2.1.2 Investigación preliminar

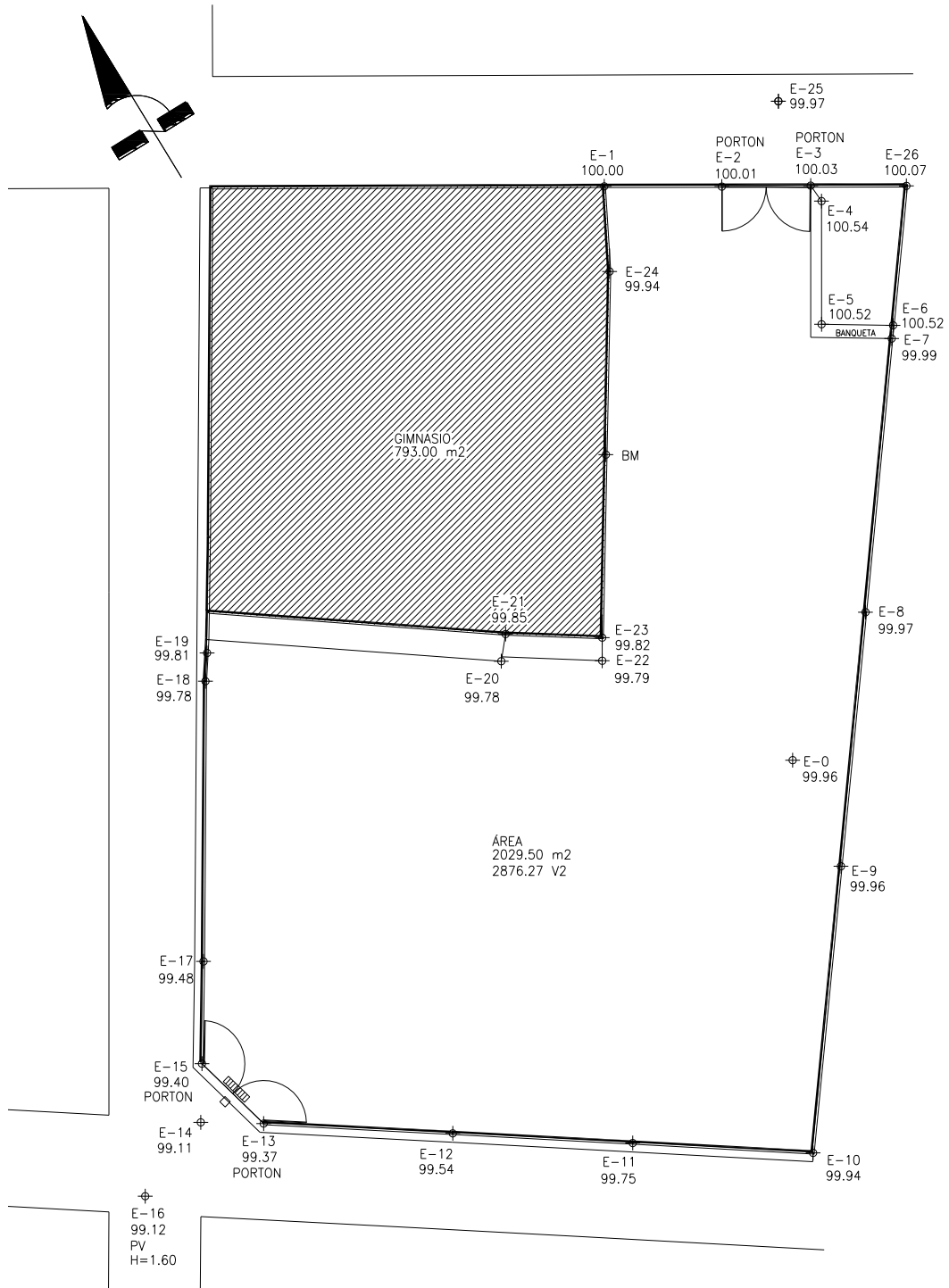
2.1.2.1 Topografía

El método utilizado para el levantamiento topográfico es radiación desde un punto, el cual consiste en ubicar el aparato topográfico (Teodolito o Estación Total) en un punto desde donde se pueda visualizar la mayor cantidad de puntos a los que se les denominará “Radiaciones”, y con ello obtener las coordenadas de dichos puntos.

Tabla IV. Libreta topográfica

EST	P.O	DIST inc.	DIST h	AZIMUT			AZIMUT (vertical)			h instru	h prisma	Totales		Cota
				o	'	"	o	'	"			YT	XT	
	0											0	0	99.96
0	1	40.7012	40.70	13	17	21	90	26	11	1.55	1.20	39.612	9.3555	100.00
0	2	38.931	38.93	24	28	27	90	24	44	1.55	1.20	35.4321	16.1280	100.03
0	3	38.721	38.72	33	21	3	90	24	51	1.55	1.20	32.3436	21.2869	100.03
0	4	37.7107	37.71	34	30	39	89	39	2	1.55	1.20	31.0738	21.3651	100.54
0	5	29.4307	29.43	35	21	21	89	35	28	1.55	1.20	24.0023	17.0297	100.52
0	6	30.0707	30.07	44	36	9	89	35	59	1.55	1.20	21.4097	21.1147	100.52
0	7	29.1818	29.18	44	49	3	90	37	42	1.55	1.20	20.6990	20.5676	99.99
0	8	11.1252	11.12	57	51	57	91	45	5	1.55	1.20	5.9148	9.4165	99.97
0	9	7.8678	7.86	186	57	33	92	32	59	1.55	1.20	-7.8021	-0.9523	99.96
0	10	26.4926	26.49	208	32	21	90	48	1	1.55	1.20	-23.271	-12.655	99.94
0	11	27.9756	27.97	234	17	57	91	8	49	1.55	1.20	-16.322	-22.713	99.75
0	12	34.0787	34.07	253	59	9	91	17	41	1.55	1.20	-9.399	-32.747	99.54
0	13	43.3702	43.36	267	9	51	91	14	31	1.55	1.20	-2.145	-43.306	99.37
0	14	46.9054	46.89	270	11	15	91	27	58	1.55	1.20	0.1534	-46.889	99.11
0	15	44.8992	44.89	274	26	51	91	9	41	1.55	1.20	3.4810	-44.754	99.40
0	16	52.7534	52.74	267	41	39	91	17	33	1.55	1.20	-2.1219	-52.697	99.12
0	17	42.1082	42.10	282	45	27	91	7	46	1.55	1.20	9.2967	-41.060	99.48
0	18	40.0835	40.08	309	9	45	90	45	27	1.55	1.20	25.3114	-31.076	99.78
0	19	40.2731	40.27	311	52	9	90	42	41	1.55	1.20	26.8775	-29.987	99.81
0	20	20.8167	20.81	320	13	9	91	27	32	1.55	1.20	15.9924	-13.315	99.78
0	21	21.205	21.20	325	11	21	91	14	35	1.55	1.20	17.4061	-12.102	99.85
0	22	14.5293	14.52	329	0	33	92	3	4	1.55	1.20	12.4473	-7.4764	99.79
0	23	13.5089	13.50	334	10	45	92	4	43	1.55	1.20	12.1522	-5.8800	99.82
0	24	35.1019	35.10	10	55	21	90	36	14	1.55	1.20	34.4641	6.6508	99.94
0	25	44.4013	44.40	30	17	44	90	26	19	1.55	1.20	38.3365	22.3981	99.97
25	3	6.0969	6.09	190	29	42	92	43	35	1.55	1.20	32.3484	21.2888	100.03
25	26	10.373	10.37	154	53	21	91	22	52	1.55	1.20	28.9466	26.7988	100.07

Figura 2. Planta topográfica



2.1.2.2 Análisis de suelos

2.1.2.2.1 Ensayo triaxial

Se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie³ a una profundidad de 2 m, en el lugar donde se construirá el centro comercial.

Cálculo del valor soporte q_d

Datos:

$$D_f = 2 \text{ m}$$

$$\text{Angulo de fricción interna} = \theta = 24.17^\circ$$

$$\text{Cohesión } C_u = 4.40 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma_{suelo} = 0.96 \text{ ton/m}^3$$

Ángulo en radianes:

$$24.17^\circ * \frac{\pi}{180^\circ} = 0.42185 \text{ rad}$$

Factor de flujo de carga:

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - \theta_{fi} \text{ rad}\right) \tan \theta_{fi}}}{2 \cos^2 \left[45^\circ + \frac{\theta_{fi}}{2}\right]}$$

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - 0.42185\right) \tan(24.17^\circ)}}{2 \cos^2 \left[45^\circ + \frac{24.17^\circ}{2}\right]} = 11.61 \text{ ton/m}^2$$

Factor de flujo de carga última:

$$N_c = \cot \theta (N_q - 1)$$

$$N_c = \cot(24.17^\circ) (11.61 - 1) = 23.64 \text{ ton/m}^2$$

Factor de flujo de γ

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

$$N_\gamma = 2(11.61 + 1)\tan(24.17^\circ) = 11.32 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte último

$$q_o = 0.4\gamma_{suelo}BN_\gamma + 1.3CN_C + \gamma_{suelo}D_fN_q$$

$$q_o = (0.4(0.96)1.00 * 11.32) + (1.3 * 4.4 * 23.64) + (0.96 * 2 * 11.61)$$

$$q_o = \mathbf{161.86 \text{ ton/m}^2}$$

Valor soporte neto último

$$q_u = q_o - (\gamma_{suelo}D_f)$$

$$q_u = 161.86 \text{ ton/m}^2 - (0.96 \text{ ton/m}^3 * 2\text{m}) = 159.95 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte de diseño:

$$q_d = \frac{q_u}{f_c}$$

f_c = factor de seguridad 3

$$q_d = \frac{159.95 \text{ ton/m}^2}{3} = \mathbf{53.3 \text{ ton/m}^2}$$

2.1.3 Diseño arquitectónico

2.1.3.1 Localización y ubicación del edificio

El área destinada para la construcción del centro comercial de la cabecera municipal de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango, se localiza sobre la 6ª.avenida y 10ª.calle barrio El Calvario, zona 1, San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango; teniendo ingresos por la dirección mencionada y por la 6ª.calle, a un costado del gimnasio municipal.

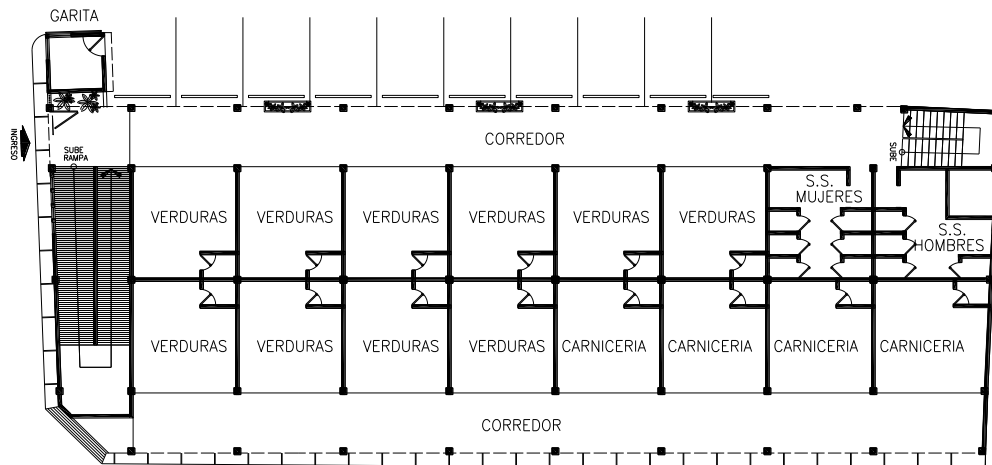
Figura 3. Localización del proyecto



2.1.3.2 Distribución de ambientes

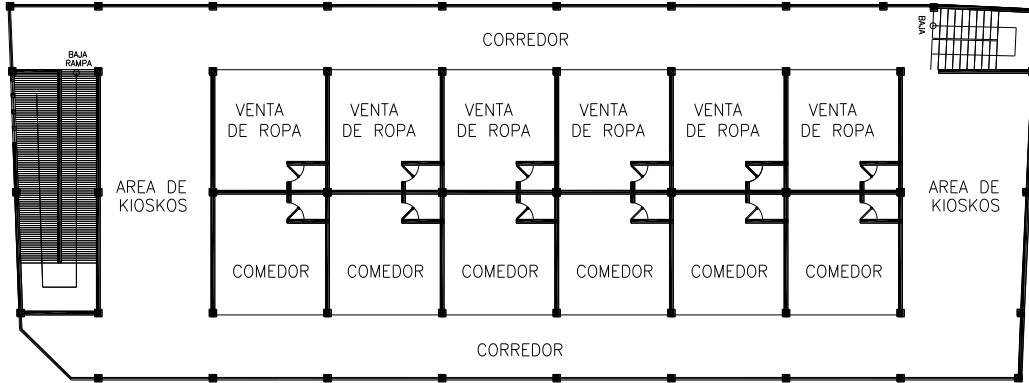
La distribución de ambientes del centro comercial de la cabecera municipal de San Martín Jilotepeque departamento de Chimaltenango, se detalla a continuación:

Figura 4. Distribución de ambientes módulo I, primer nivel:



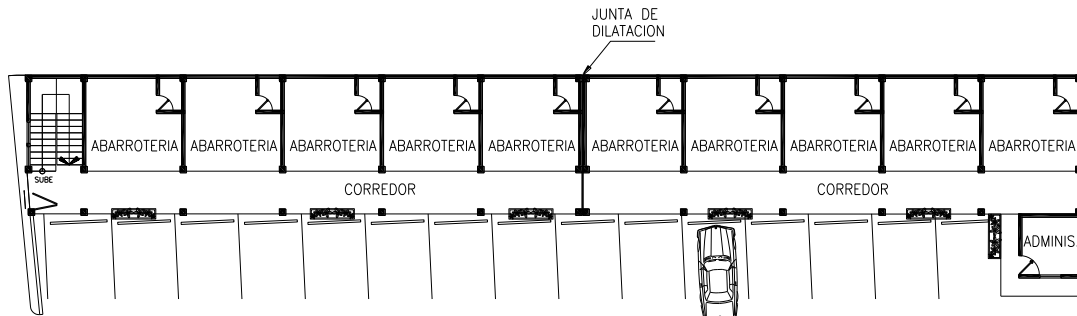
- Carnicerías (4 locales)
- Venta de verduras (10 locales)
- Servicios sanitarios para damas
- Servicios sanitarios para caballeros
- Rampa de acceso hacia el segundo nivel
- Módulo de escaleras hacia el segundo nivel
- Garita de control de ingreso

Figura 5. Distribución de ambientes módulo I, segundo nivel:



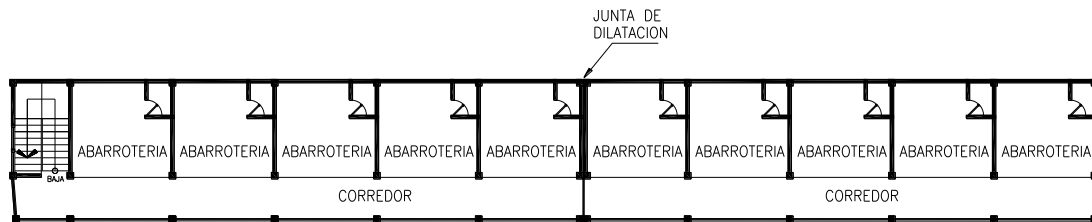
- Comedores (6 locales)
- Venta de ropa o almacenes de ropa (6 locales)
- Área para kioscos
- Amplios corredores laterales.

Figura 6. Distribución de ambientes módulo II, primer nivel:



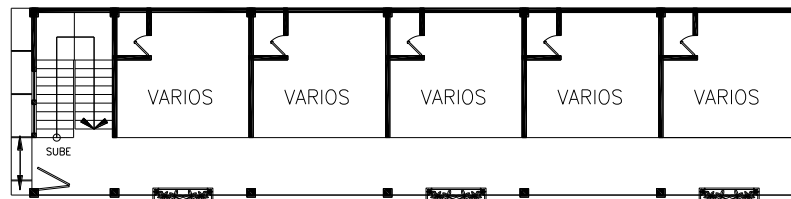
- Abarroterías (10 locales)
- Módulo de escaleras hacia el segundo nivel
- Oficina de administración

Figura 7. Distribución de ambientes módulo II, segundo nivel



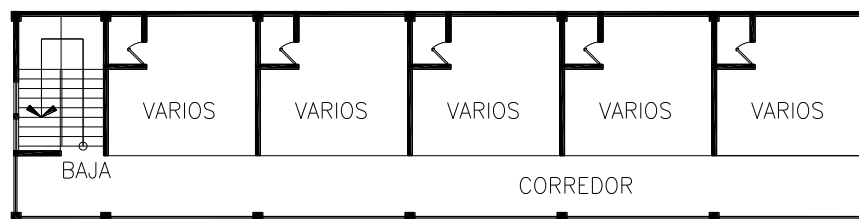
- Abarroterías (10 locales)
- Amplios corredores

Figura 8. Distribución de ambientes módulo III, primer nivel:



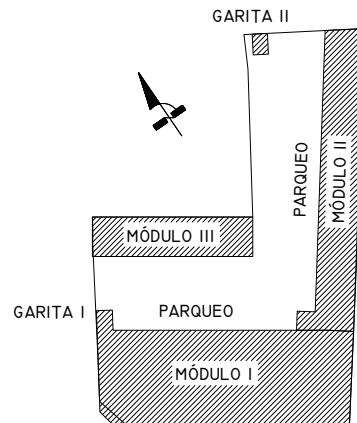
- Almacenes (5 locales)
- Módulo de escaleras hacia el segundo nivel

Figura 9. Distribución de ambientes módulo III, segundo nivel



- Almacenes (5 locales)
- Amplio corredor

Figura 10. Distribución de módulos



Servicios sanitarios

Definición: Las instalaciones de inodoros para ≤ 250 caballeros o ≤ 160 mujeres, deben tener una toma de electricidad y una toma de agua para manguera. Pavimento antideslizante y fácil de limpiar. Paredes lavables hasta una altura no menor a 2 m. Por cada 5 inodoros ha de instalarse ≥ 1 lavamanos, así como un secador de manos (si fuera posible), si se colocan expendedores de jabón, basta con uno para cada dos lavamanos. Altura mínima en los lavabos si hay menos de 4 inodoros 1.20 m (instalaciones sanitarias Normas DIN 18229, Neufert 14^a. edición 1955)

Criterio utilizado: Se estima que para cada local, en la hora pico la cual es de 11:00 am a 11:45 am será de 8 por local, y con base a la tasa de crecimiento poblacional 54% para mujeres y 46% para hombres, tenemos:

No. de locales: 56

Total de usuarios en hora pico:

$$usuarios = 56 \times 8$$

$$Usuarios = 448 \cong 450 \text{ personas}$$

Caballeros

$$\begin{aligned} &= 450 \times 46\% \\ &= \mathbf{207 \textit{ usuarios}} \end{aligned}$$

Damas

$$\begin{aligned} &= 450 \times 54\% \\ &= \mathbf{243 \textit{ usuarios}} \end{aligned}$$

El índice recomendado a servir es del 25%, entonces:

Caballeros

$$\begin{aligned} &= 207 \times 25\% \\ &= \mathbf{52 \textit{ usuarios}} \end{aligned}$$

Damas

$$\begin{aligned} &= 243 \times 25\% \\ &= \mathbf{61 \textit{ usuarios}} \end{aligned}$$

Si el tiempo promedio de uso de cada servicio es de 4 minutos, y el período denominado hora pico es de 45 minutos, tenemos:

Número de turnos por artefacto

$$\begin{aligned} &= \frac{45 \textit{ min}}{4 \textit{ min/servicio}} \\ &= \mathbf{11 \textit{ turnos/artefacto}} \end{aligned}$$

Servicios sanitarios para caballeros

$$\begin{aligned} &= \frac{52 \textit{ turnos}}{11 \textit{ turnos/artefacto}} \\ &= \mathbf{5 \textit{ artefactos sanitarios}} \end{aligned}$$

Según el diseño 4 inodoros y 3 mingitorios, que hacen un total de 7 servicios > a los servicios necesarios.

Servicios sanitarios para damas

$$= \frac{61 \text{ turnos}}{11 \text{ turnos/artefacto}}$$

$$= 6 \text{ artefactos sanitarios}$$

Según el diseño tenemos 6 inodoros = a los servicios necesarios.

Área para estacionamiento o parqueo

Definición: Los parqueos suelen delimitarse por franjas de 12 a 20 cm de anchura pintadas de color blanco o amarillo. Para una mayor visibilidad, en las plazas delimitadas por una pared, estas franjas se pintan a una altura aproximada de 1.0 m. Como delimitación también se puede utilizar bordillos laterales de 50 a 60 cm de longitud, 20 cm de anchura y 10 cm de altura. En los parqueos que delimitan con paredes o pilares prever la colocación de protecciones de goma; en los parqueos enfrentados se han de colocar topes de delimitación de aproximadamente 10 cm de altura.

Figura 11. Medidas para un estacionamiento: Las medidas mínimas para un estacionamiento son: Longitud 5.0 m anchura 2.30 m.

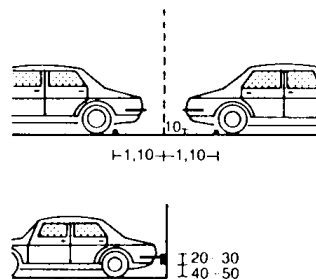


Tabla V. Ventajas y desventajas de algunas disposiciones de los parqueos

No.	Disposiciones de los parqueos	Superficie Necesaria por parqueo	Número de Parqueos por cada 100 m ²	Número de Parqueos por cada 100 ml
1	0° en paralelo: Es difícil entrar y salir, apropiada para calles estrechas	22.70 m ²	4.4	17
2	30° en diagonal: Es relativamente fácil entrar y Salir, optimo aprovechamiento de la superficie	26.30 m ²	3.8	21
3	45° en Diagonal: Es fácil entrar y salir, aprovechamiento relativamente bueno de la superficie disposición más usual.	20.30 m ²	4.9	31
4	60° en diagonal: Es fácil entrar y salir, buen aprovechamiento de la superficie. Disposición bastante usual	19.20 m ²	5.2	37
5	90° en perpendicular (anchura de los parqueos 2.50 m), los vehículos han de girar con un radio muy pequeño.	19.40 m ²	5.1	40
6	90° en perpendicular (anchura de los parqueos 2.30 m), los parqueos ocupan menos superficies. Apropiado para instalaciones compactas; utilizado con mucha frecuencia	19.20 m ²	5.2	37

Criterio utilizado: Para el diseño del parqueo se utilizó el criterio de parqueo a 90°.

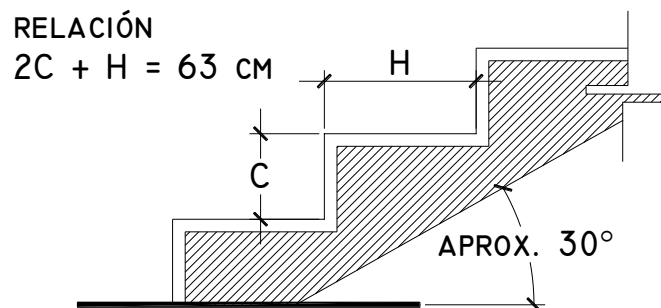
Escaleras

Definición: Las sensaciones al ascender por una escalera pueden variar mucho, desde las diferentes posibilidades de diseñar las escaleras de una vivienda, un edificio, hasta las posibilidades que ofrece una escalera en el exterior, por lo que ascender o descender apenas requiere esfuerzo. Ascender por una escalera exige un consumo energético siete veces superior al requerido para andar sobre una superficie horizontal; el esfuerzo psicológicamente óptimo se consigue con una pendiente de unos 30° y una relación entre contrahuella (C) y huella (H) de 17/29. DIN 18064-65, 4174.

Esta relación se obtiene a partir de la longitud del paso normal de una persona adulta (aproximadamente 61- 65 cm). Para calcular la relación óptima que minimiza el consumo energético se ha de aplicar la siguiente ecuación:

$$2C + H = 63 \text{ cm}$$

Figura 12. Detalle de diseño de escaleras



Al dimensionar y diseñar una escalera, además de las características citadas arriba, es importante tener en cuenta la función posterior de la escalera y el objetivo formal.

En las escaleras exentas de gran circulación, los peldaños han de ser más bajos 16 cm X 30 cm; en cambio, las escaleras de un taller o una salida de emergencia han de permitir superar con rapidez el desnivel.

Criterio utilizado: El dimensionamiento de los peldaños de las escaleras se hizo de la siguiente forma:

$$61\text{cm} \leq 2C + H \leq 65\text{ cm}$$
$$2(17.5\text{ cm}) + (30\text{ cm}) = 65\text{ cm},$$

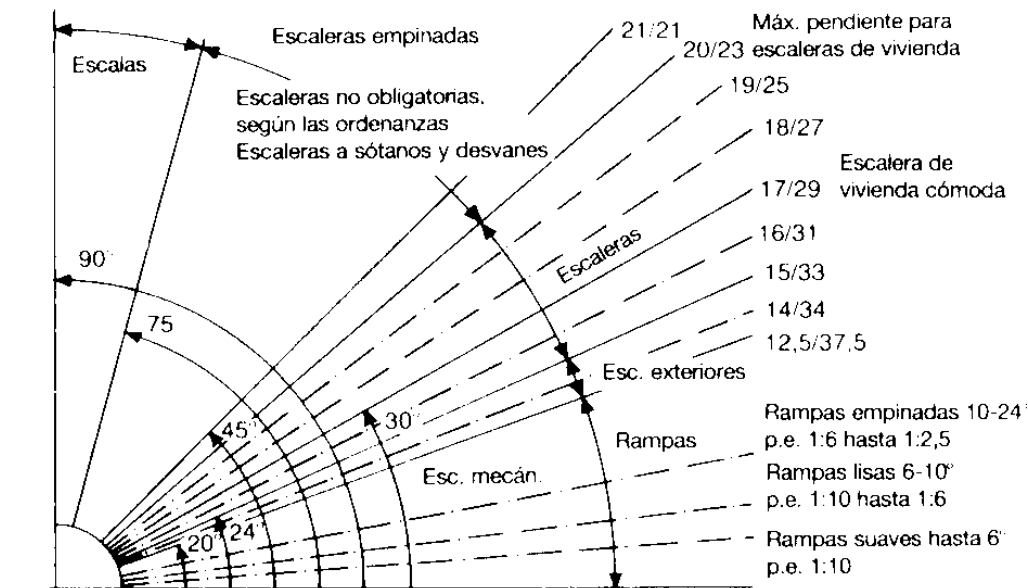
Cálculo del total de peldaños

$$\text{Número de Peldaños} = \frac{\text{Altura a cubrir}}{\text{Contrahuella}}$$
$$\text{Número de Peldaños} = \frac{330\text{ cm}}{17.5\text{ cm}} = \mathbf{19\text{ peldaños}}$$

Rampas: Las rampas han de diseñarse, bajo las condiciones que una persona que transporta mercadería pueda desplazarse con comodidad, sin tener que esforzarse demasiado.

Las especificaciones de diseño respecto a pendientes, tanto de escaleras como rampas se da a continuación:

Figura 13. Diagrama de pendientes recomendadas para el diseño de escaleras y rampas



Pendientes de rampas, escaleras exentas, escaleras de vivienda, cuartos de maquinaria y escaleras empinadas (Neufert 14 edición. México)

Para el diseño de la pendiente de la rampa, según la gráfica para pendientes lisas la relación debe estar entre 1:10 y 1:6 (10% a 16.8%). La rampa para el centro comercial tiene 16.8%.

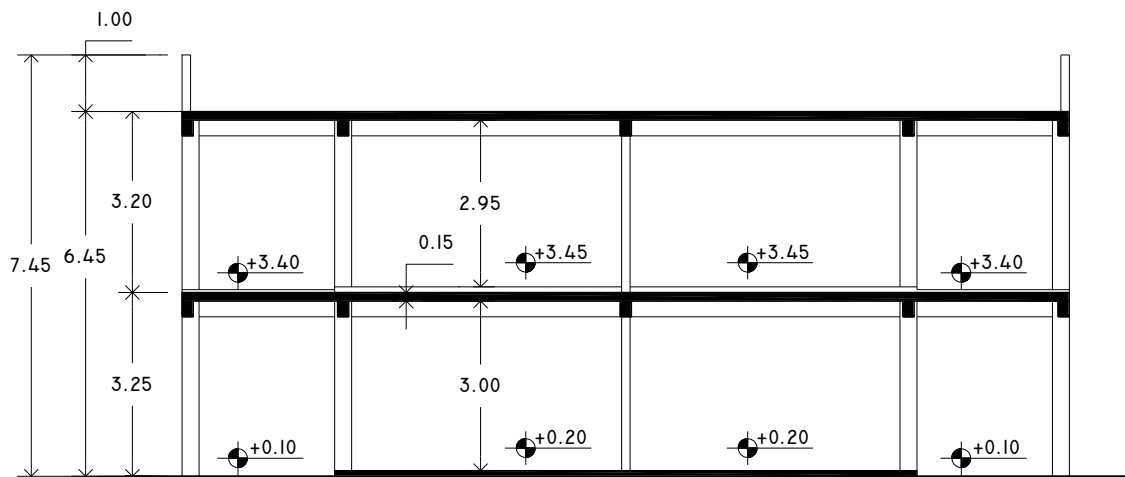
Locales: Para el diseño de los locales no existe un parámetro que marque las dimensiones apropiadas, ya que con base al uso que se le de a los mismos es como se determinan las dimensiones, para que tanto los vendedores como los clientes tengan un espacio suficiente y cómodo para realizar sus actividades comerciales.

Corredores: Los corredores o áreas de evacuación deben ser lo suficientemente amplios y estar libres de obstáculos, para que las personas puedan desplazarse sin complicaciones. En base a los criterios que toman algunos libros de diseño, marcan que por cada 60 a 70 personas que circulen en las áreas de pasillos o corredores se debe dejar una anchura libre de 1.0 m. La anchura mínima que se dejó en los corredores es de 2.00 m.

2.1.3.3 Altura del edificio

La altura de diseño tomada para el centro comercial es de 3.00 m, medida desde el nivel del piso de cada local hasta la altura del cielo en el primer nivel, y de 2.95 m medida desde el nivel del piso de cada local hasta la altura del cielo en el segundo nivel.

Figura 14. Altura del edificio



2.1.3.4 Selección del sistema estructural a usar

Existen diversos sistemas estructurales para implementar en la construcción de un edificio, sin embargo cada uno tiene sus ventajas y desventajas. Para este caso en particular el sistema estructural a implementar, se basa en el sistema de Marcos Rígidos como estructura principal, sistema de losas planas en una y dos direcciones y muros divisorios de mampostería de block, y sistemas de gradas y rampa.

2.1.4 Análisis estructural

2.1.4.1 Pre-dimensionamiento estructural

Cargas muertas (CM): Las cargas muertas comprenden todas las cargas de elementos permanentes de la construcción incluyendo la estructura en sí, pisos, rellenos, cielos, vidrieras, tabiques fijos, equipo permanente rígidamente anclado. Las fuerzas netas de pre-esfuerzo también se consideran cargas muertas.

Cargas vivas (CV): Las cargas vivas son aquellas producidas por el uso y la ocupación de la edificación. Los agentes que producen estas cargas no están rígidamente sujetos a la estructura. Estos incluyen, pero no están limitados a los ocupantes en sí, el mobiliario y su contenido así como el equipo no fijo.

TablaVI. Cargas vivas recomendadas por el AGIES

carga viva	Kg/m ²	fuelle
Locales, restaurantes, almacenes	500	AGIES NR-2:200, Capitulo 8
Corredores de circulación	500	AGIES NR-2:200, Capitulo 8
Rampas de uso colectivo	750	AGIES NR-2:200, Capitulo 8
Escaleras	500	AGIES NR-2:200, Capitulo 8

Se ha seleccionado una carga viva común igual a 500 Kg/m², para todos los ambientes.

Especificaciones técnicas de diseño:

$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (4000 PSI)}$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 \text{ (acero grado 60=60000 PSI)}$$

$$W_c = 2400 \text{ Kg/m}^3 \text{ (peso específico del concreto armado)}$$

$$W_{par} = 220 \text{ Kg/m}^2 \text{ (peso específico promedio de paredes de block espesor 15 cm)}$$

Trabajabilidad de las losas: Según el código ACI 318, 13.6.1.2, una losa de concreto armado trabaja en dos direcciones si los paneles de las mismas son rectangulares, con una relación entre la luz menor y mayor, medidas centro a centro de los apoyos del panel, no menor a 0.5. Si la relación es menor a 0.5, trabaja en una dirección.

a= lado corto

b= lado largo

$$m = a/b$$

Pre-dimensionamiento de losas:

El pre-dimensionamiento del peralte de losas cuando es en doble sentido se basa en el código ACI 9.5.3.2,

Tabla VII. Espesores mínimos de losas macizas en dos direcciones

fy (kg/cm ²)	paneles exteriores		paneles interiores
	sin viga de borde	con viga de borde	
4200	$\frac{l_n}{30}$	$\frac{l_n}{33}$	$\frac{l_n}{33}$

El pre-dimensionamiento del peralte de losas cuando es en un sentido, esta basado en el código ACI 9.5.2,

Tabla VIII. Alturas o espesores mínimos de losas macizas en un sólo sentido

losas macizas en una dirección	simplemente apoyada	con un extremo continuo	ambos extremos continuos	en voladizo
losas macizas en una dirección	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{24}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$

Figura 15. Distribución de losas ambos niveles, módulo I

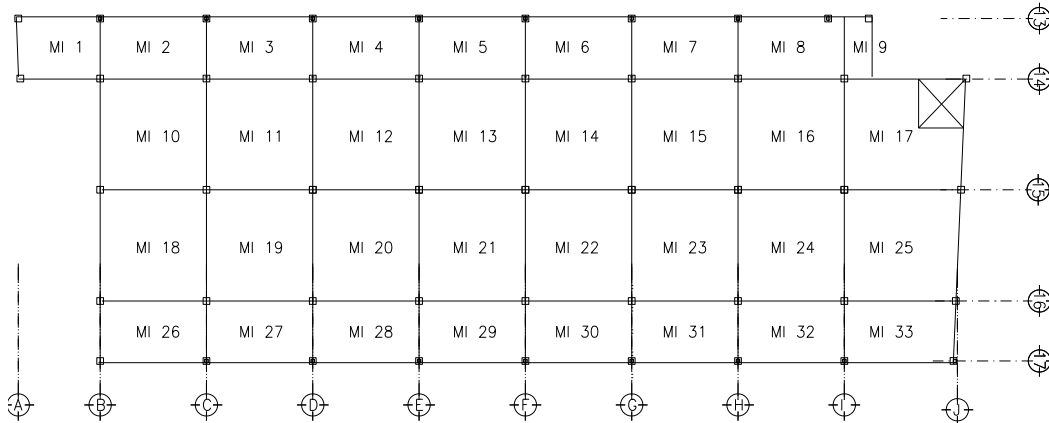


Tabla VIX. Trabajabilidad y espesor de losa ambos niveles, módulo I

Losa	a	b	m=a/b	Trabajabilidad	t_{losa}
MI 1	2.65	3.60	0.74	2 sentidos	0.11
MI 2	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 3	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 4	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 5	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 6	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 7	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 8	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 9	2.10	2.65	0.78	2 sentidos	0.11
MI 10	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 11	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 12	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 13	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 14	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 15	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 16	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 17	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 18	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 19	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 20	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 21	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 22	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 23	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 24	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 25	4.75	5.00	0.95	2 sentidos	0.15
MI 26	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 27	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 28	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 29	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 30	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 31	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 32	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14
MI 33	2.65	4.75	0.56	2 sentidos	0.14

Figura 16. Distribución de losas ambos niveles, módulo II

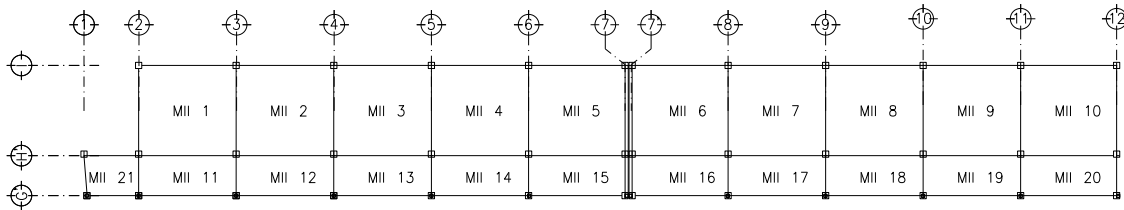


Tabla X. Trabajabilidad y espesor de losa ambos niveles, módulo II

Losa	a	b	m=a/b	Trabajabilidad	t_{losa}
MII 1	4.25	4.70	0.90	2 sentidos	0.14
MII 2	4.25	4.70	0.90	2 sentidos	0.14
MII 3	4.25	4.70	0.90	2 sentidos	0.14
MII 4	4.25	4.70	0.90	2 sentidos	0.14
MII 5	4.25	4.70	0.90	2 sentidos	0.14
MII 6	4.25	4.70	0.90	2 sentidos	0.14
MII 7	4.25	4.70	0.90	2 sentidos	0.14
MII 8	4.25	4.70	0.90	2 sentidos	0.14
MII 9	4.25	4.70	0.90	2 sentidos	0.14
MII 10	4.25	4.70	0.90	2 sentidos	0.14
MII 11	1.95	4.70	0.42	1 sentidos	0.10
MII 12	1.95	4.70	0.42	1 sentidos	0.10
MII 13	1.95	4.70	0.42	1 sentidos	0.10
MII 15	1.95	4.70	0.42	1 sentidos	0.10
MII 16	1.95	4.70	0.42	1 sentidos	0.10
MII 17	1.95	4.70	0.42	1 sentidos	0.10
MII 18	1.95	4.70	0.42	1 sentidos	0.10
MII 19	1.95	4.70	0.42	1 sentidos	0.10
MII 20	1.95	4.70	0.42	1 sentidos	0.10
MII 21	1.95	2.56	0.76	2 sentidos	0.08

Figura 17. Distribución de losas ambos niveles, módulo III

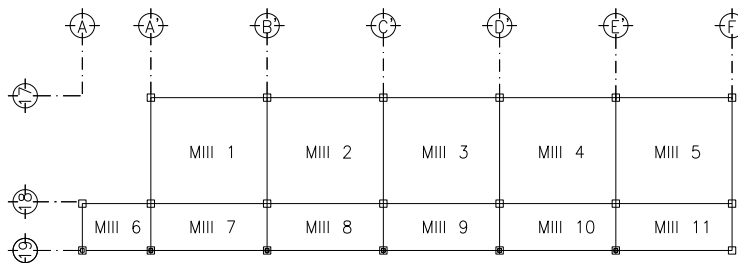


Tabla XI. Trabajabilidad y espesor de losa ambos niveles, módulo III

Losa	a	b	m=a/b	Trabajabilidad	t_{losa}
MIII 1	4.25	4.75	0.89	2 sentidos	0.14
MIII 2	4.25	4.75	0.89	2 sentidos	0.14
MIII 3	4.25	4.75	0.89	2 sentidos	0.14
MIII 4	4.25	4.75	0.89	2 sentidos	0.14
MIII 5	4.25	4.75	0.89	2 sentidos	0.14
MIII 6	1.95	2.73	0.71	2 sentidos	0.08
MIII 7	1.95	4.75	0.41	1 sentidos	0.10
MIII 8	1.95	4.75	0.41	1 sentidos	0.10
MIII 9	1.95	4.75	0.41	1 sentidos	0.10
MIII 10	1.95	4.75	0.41	1 sentidos	0.10
MIII 11	1.95	4.75	0.41	1 sentidos	0.10

Resumen: por uniformidad constructiva, se proponen 15 cm de espesor de losa en todos los módulos.

Pre-dimensionamiento de vigas: En base a las recomendaciones del código ACI 9.5.2, el espesor mínimo para vigas se determina de la siguiente manera. Cuando se trata de un pre dimensionamiento de vigas las luces de las mismas se deben tomar a ejes de los apoyos ACI 8.7.2.

Tabla XII. Alturas o espesores mínimos de Vigas

viga	simplemente apoyada	con un extremo continuo	ambos extremos continuos	en voladizo
Espesor	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18.5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

Ejemplo Viga 14-15, eje 15

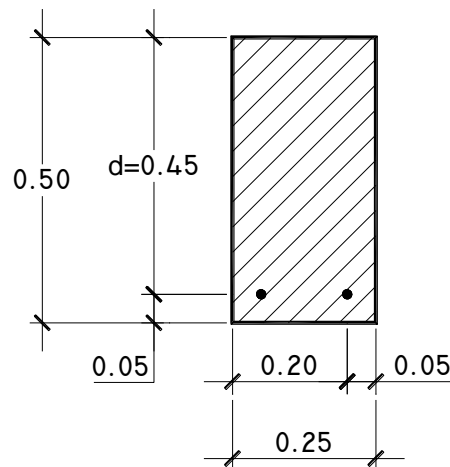
Altura

$$h_{viga} = \frac{(4.98 \text{ m})}{16} = 0.32 \text{ m}$$

Base: Según el código ACI 21.3.1.3, el ancho de un elemento b_w sometido a flexión en pórticos resistentes a momentos en condiciones sísmicas no debe ser menor que 25 cm.

Recubrimiento: El recubrimiento mínimo que se le debe dar a la estructura principal de una viga de concreto es de 4 cm, según ACI 7.7.1(c).

Figura 18. Sección transversal de viga



Pre-dimensionamiento de columnas: Consiste en determinar las dimensiones de la sección transversal que soporte las cargas axiales transmitidas por las vigas, para ello nos basamos en las siguientes condiciones:

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

$$fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (grado 60)}$$

$$Wc = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

$$Cv = 500 \text{ Kg/m}^2$$

Para el cálculo pre-dimensionamiento de la sección de la columna, según el ACI se utiliza la siguiente ecuación:

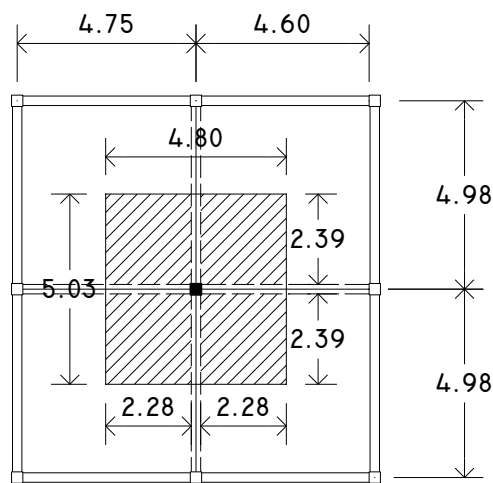
$$P_{nc} = 0.8[(0.225f'c * Ag) + As * fy]$$

Donde el área de acero longitudinal A_s , debe satisfacer, (ACI 10.9.1)

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

Como criterio tomamos el limite inferior ($1\%A_g = A_s$)

Figura 19. Área tributaria sobre la columna módulo I, eje 15



Según el área analizada, se obtienen los siguientes datos:

Área tributaria:

$$A_{tri} = (2 * 2.28) * (2 * 2.39) = 21.75 \text{ m}^2$$

Longitud de viga y muros:

$$L_{v/m} = (2 * 2.28) + (2 * 2.39) = 9.33 \text{ m}$$

Altura de muros:

$$= 2.70 \text{ m}$$

Cálculo de la carga muerta (CM)

Losa: Se tomo en cuenta para calcular la carga muerta generada por la losa lo siguiente:

$$\text{Peso de losa} = 2400 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0.15 \text{ m} = 360 \text{ Kg/m}^2$$

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

$$\text{Acabados (piso, repello)} = 50 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Total carga muerta de losa} = 510 \text{ Kg/m}^2$$

Vigas:

$$\text{Peso de viga} = 2400 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0.50 \text{ m} * 0.25 \text{ m} = 300 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Acabados (repello)} = 20 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Total carga muerta de vigas} = 320 \text{ Kg/m}$$

Muros:

$$\text{Peso de muros} = 220 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 2.70 \text{ m} = 594 \text{ Kg/m}$$

Tomando en cuenta las recomendaciones del ACI Apéndice C.2.1 para cargas mayoradas, y de acuerdo al área tributaria la carga P_{nc} que soporta la columna del segundo nivel es:

$$P_{nc} = (CM_{Losa} * A_{tri}) + (CV_{Losa} * A_{tri}) + (CM_{vigas} * \frac{L_v}{m}) + (CM_{muros} * L_v/m)$$

$$\begin{aligned} P_{nc} &= (1.4 * 510 \text{ Kg/m}^2 * 21.75\text{m}^2) + (1.7 * 500 \text{ Kg/m}^2 * 21.75\text{m}^2) \\ &\quad + (1.4 * 320 \text{ Kg/m} * 9.33 \text{ m}) + (1.4 * 594 \text{ Kg/m} * 9.33 \text{ m}) \\ &= 45956 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Según las especificaciones del ACI 10.9.1, el área gruesa de la sección de la columna propuesta para el segundo nivel es:

$$P_{nc} = 0.8[(0.225f'c * Ag) + As * fy]$$

$$45956 \text{ Kg} = 0.8 \left[\left(0.225 \left(280 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) * Ag \right) + 0.01Ag * 4200 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

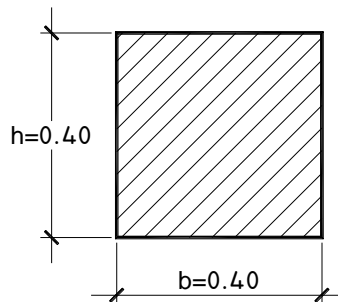
$$Ag = 550 \text{ cm}^2$$

Para el primer nivel es:

$$Ag = 1100 \text{ cm}^2$$

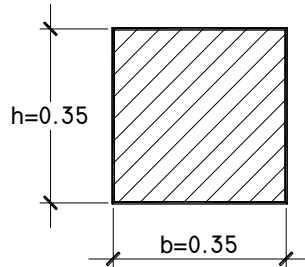
Las dimensiones de la sección transversal para las columnas del eje 15 del módulo I, tanto para el primer nivel como para el segundo nivel son:

Figura 20. Sección transversal de columna 40 x 40



La sección transversal para las columnas restantes del módulo I, y las columnas de los módulos II y III tanto para el primer nivel como para el segundo nivel, se calcularon de la misma manera que la columna anterior, llegando a proponer la siguiente sección:

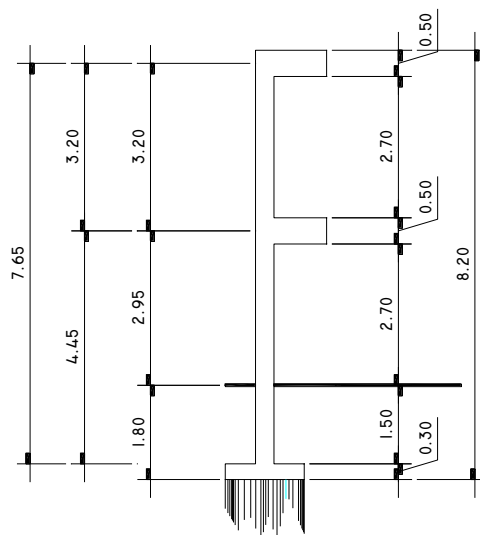
Figura 21. Sección transversal de columna 35 x 35



2.1.4.2 Modelos matemáticos de marcos rígidos

Los modelos matemáticos son representaciones gráficas de los marcos rígidos para el análisis de los mismos, en los cuales se detallan las magnitudes de las cargas que soporta cada marco. Cabe mencionar que las medidas de los marcos corresponden a las distancias a ejes entre cada elemento analizado, según ACI 8.7.2.

Figura 22. Detalle de altura de marcos



La distribución de modelos matemáticos se detalla a continuación:

Figura 23. Modelo matemático marco sobre el eje 15, módulo I

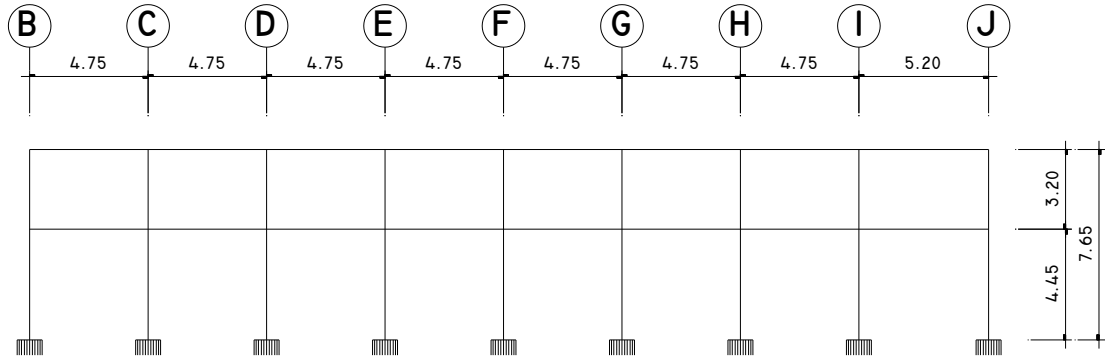


Figura 24. Modelo matemático marco sobre el eje B, C, D, E, F, G, H, I, J, módulo I

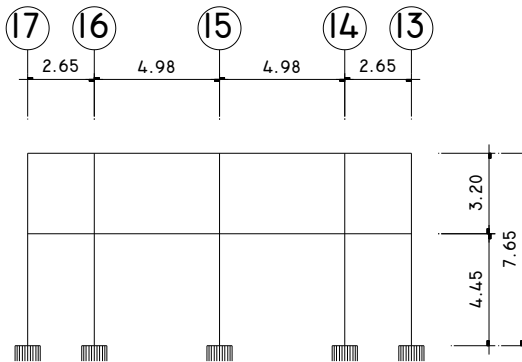


Figura 25. Modelo matemático marco sobre el eje I, H', G', 18, 19, 20, módulo IIA Y III

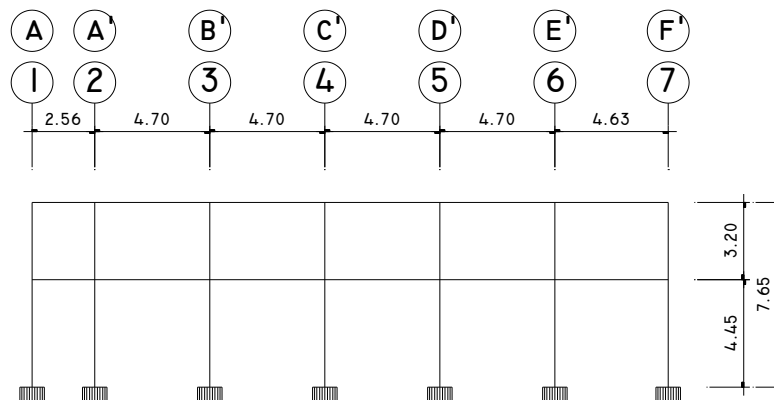


Figura 26. Modelo matemático marco sobre el eje I, H', G', módulo IIB

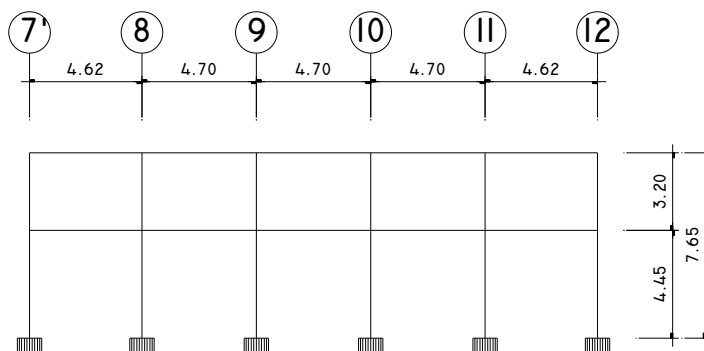
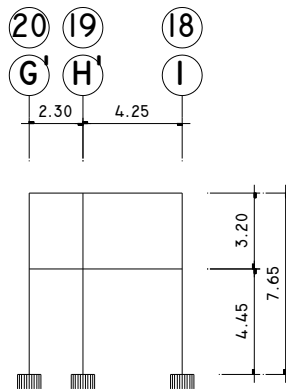


Figura 27. Modelo matemático marco sobre el eje 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 7', 8, 9, 10, 11, 12, A', B', C', D', E', F' módulo IIA IIB Y III



2.1.4.3 Cargas verticales y cargas horizontales aplicadas a los marcos rígidos

2.1.4.3.1 Cargas verticales

Las cargas verticales aplicadas a los marcos rígidos son aquellas que actúan por gravedad, dentro de las cuales se encuentra:

Cargas muertas (CM):

Peso del concreto armado	= 2400 Kg/m ³
Peso de muros	= 220 Kg/m ²
Peso piso granito + aditivo	= 30 Kg/m ²
Peso de acabados en losa	= 20 Kg/m ²
Peso de acabados en vigas y columnas	= 20 Kg/m

Cargas vivas (CV):

Se ha seleccionado una carga viva común igual a 500 Kg/m², para todos los ambientes. Para este diseño, tanto las cargas muertas como las cargas vivas serán las mismas para ambos niveles.

Integración de cargas verticales: Se hace con el fin de distribuir tanto las cargas muertas como las cargas vivas a cada uno de los marcos rígidos en la dirección X y en la dirección Y, para su posterior análisis. La integración de cargas para en este caso se hizo utilizando el método de áreas tributarias.

Datos calculados para el nivel 1 y el nivel 2 (pre-dimensionamiento de columnas)

$$\text{Carga muerta de losa} = 510 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Carga muerta de vigas} = 320 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Carga muerta de muros} = 594 \text{ Kg/m}$$

Figura 28. Distribución de áreas tributarias para cada viga ambos niveles módulo I

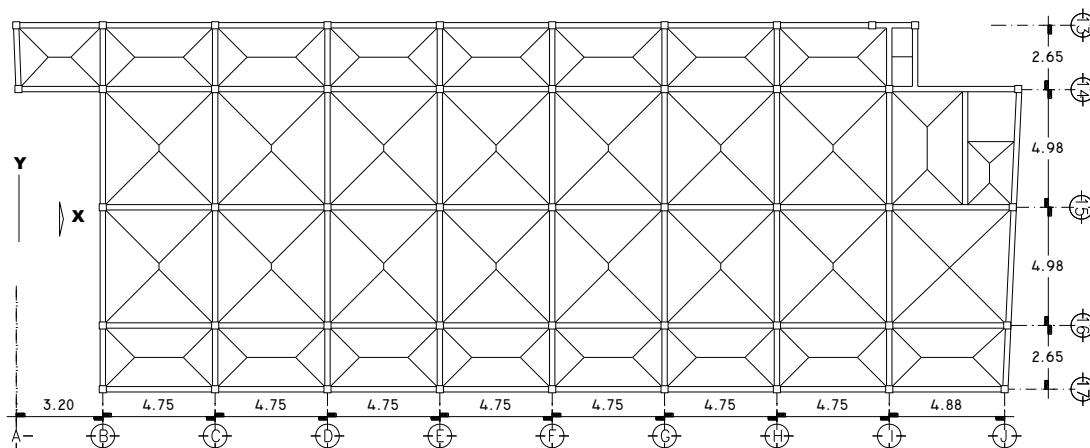


Figura 29. Distribución de áreas tributarias para cada viga ambos niveles
módulo IIA & III

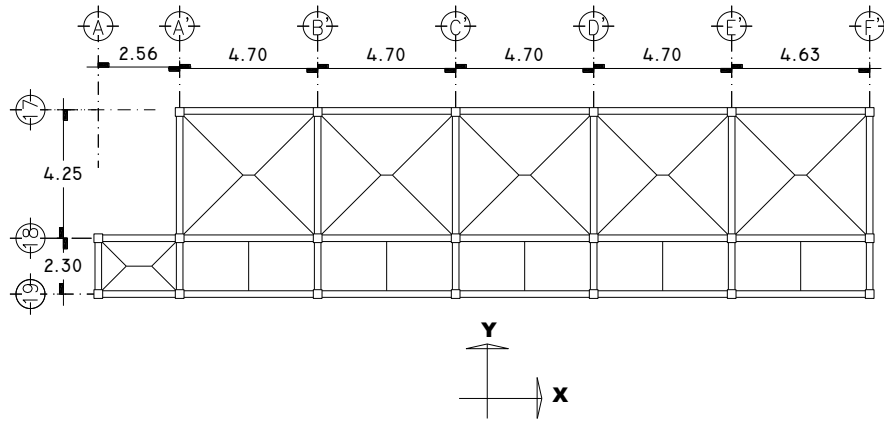
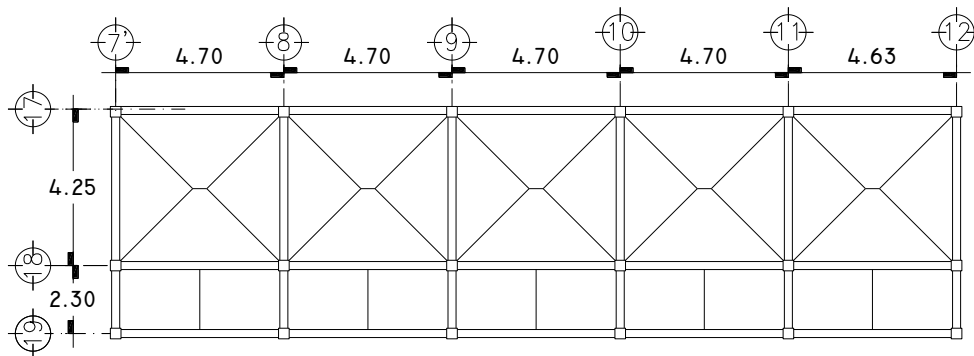
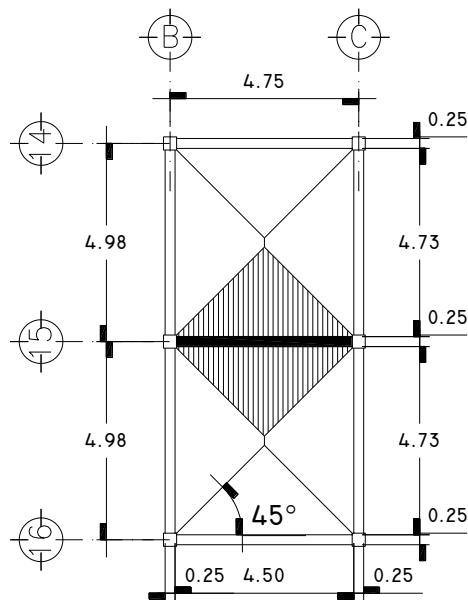


Figura 30. Distribución de áreas tributarias para cada viga ambos niveles
módulo IIB



Para demostrar el método se ha seleccionado la viga B-C primer y segundo nivel marco sobre el eje 15 del Módulo I.

Figura 31. Área tributaria en viga B-C, eje 15, módulo I



Área tributaria

$$A_{tri} = \left(\frac{1}{2} * base * altura \right) * 2$$

$$A_{tri} = \left(\frac{1}{2} * 4.50 \text{ m} * \left(\frac{4.50 \text{ m}}{2} \right) \right) * 2$$

$$A_{tri} = 10.125 \text{ m}^2$$

Longitud de viga

$$L = 4.50 \text{ m}$$

CARGA MUERTA (CM):

$$CM = \left(\frac{\text{Peso de losa} \cdot A_{tri}}{\text{Longitud de viga}} \right) + (\text{Peso de Vigas}) + (\text{Peso de Muros (si lo hubiera)})$$

$$CM = \left(\frac{510 \frac{Kg}{m^2} * 10.125 m^2}{4.50 m} \right) + 320 \frac{Kg}{m}$$

$$CM \cong 1470.00 \frac{Kg}{m}$$

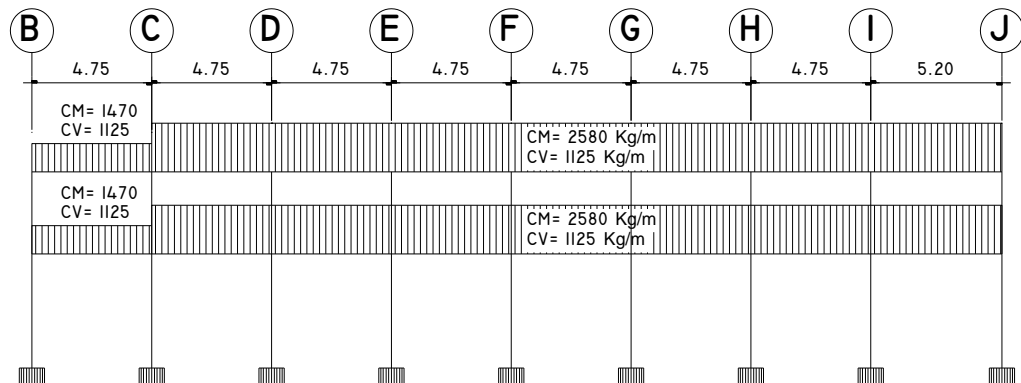
CARGA VIVA (CV):

$$CM = \left(\frac{CV \text{ sobre losa} * A_{tri}}{\text{Longitud de viga}} \right)$$

$$CM = \left(\frac{500 \frac{Kg}{m^2} * 10.125 m^2}{4.50 m} \right)$$

$$CV \cong 1125.00 \frac{Kg}{m}$$

Figura 32. Distribución de cargas verticales en marco sobre el eje 15, Módulo I



La distribución de carga muerta y carga viva, se detalla en las siguientes tablas.

Tabla XIII. Distribución de cargas verticales para los marcos del módulo I

VIGA	AREA TRIBUTARIA TOTAL SOBRE LA VIGA	CM (Kg/m)	CV (Kg/m)
MARCO EJE 13 (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
A-B	2.58	712.78	385.07
B-C	3.96	768.80	440.00
C-D	3.96	768.80	440.00
D-E	3.96	768.80	440.00
E-F	3.96	768.80	440.00
F-G	3.96	768.80	440.00
G-H	3.96	768.80	440.00
H-I'	3.10	737.71	409.52
I'-I''	0.86	502.82	178.26

VIGA	AREA TRIBUTARIA TOTAL SOBRE LA VIGA	CM (Kg/m)	CV (Kg/m)
MARCO EJE 14 (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
A-B	2.58	712.78	385.07
B-C	9.02	1342.55	1002.50
C-D	9.02	1342.55	1002.50
D-E	9.02	1342.55	1002.50
E-F	9.02	1342.55	1002.50
F-G	9.02	1342.55	1002.50
G-H	9.02	1342.55	1002.50
H-I	9.02	1342.55	1002.50
I-J	6.70	977.58	644.69

MARCO EJE 15 (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
B-C	10.13	1467.50	1125.00
C-D	10.13	2582.90	1125.00
D-E	10.13	2582.90	1125.00
E-F	10.13	2582.90	1125.00
F-G	10.13	2582.90	1125.00
G-H	10.13	2582.90	1125.00
H-I	10.13	2582.90	1125.00
I-J	12.23	1579.76	1292.50

MARCO EJE 16 (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
B-C	9.02	1292.83	953.75
C-D	9.02	1292.83	953.75
D-E	9.02	1292.83	953.75
E-F	9.02	1292.83	953.75
F-G	9.02	1292.83	953.75
G-H	9.02	1292.83	953.75
H-I	9.02	1292.83	953.75
I-J	10.26	1398.57	1057.43

MARCO EJE 17 (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
B-C	3.96	768.80	440.00
C-D	3.96	768.80	440.00
D-E	3.96	768.80	440.00
E-F	3.96	768.80	440.00
F-G	3.96	768.80	440.00
G-H	3.96	768.80	440.00
H-I	3.96	768.80	440.00
I-J	4.14	774.06	445.16

MARCO EJE B (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
13-14	2.88	932.00	320.00
14-15	5.58	1515.65	589.85
15-16	5.58	1515.65	589.85
16-17	3.96	768.80	440.00

MARCO EJE C, D, E, F, G, H, I (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
13-14	2.88	1526.00	600.00
14-15	11.16	2117.30	1179.70
15-16	11.16	2117.30	1179.70
16-17	2.88	1526.00	600.00

MARCO EJE J (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
13-14	0.00	914.00	0.00
14-15	5.59	1517.08	591.25
15-16	5.59	1517.08	591.25
16-17	1.44	1220.00	300.00

Tabla XIV. Distribución de cargas verticales para los marcos del módulo II

VIGA	AREA TRITUTARIA TOTAL SOBRE LA VIGA	CM (Kg/m)	CV (Kg/m)
MARCO EJE I (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
1-2	0.00	914.00	0.00
2-3, 12-11	4.91	1476.79	551.76
3-4, 11-10	4.91	1476.79	551.76
4-5, 10-9	4.91	1476.79	551.76
5-6, 9-8	4.91	1476.79	551.76
6-7, 8-7'	4.91	1476.79	551.76
MARCO EJE G' (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
1-2	1.36	614.74	288.96
2-3, 12-11	4.56	842.75	512.50
3-4, 11-10	4.56	842.75	512.50
4-5, 10-9	4.56	842.75	512.50
5-6, 9-8	4.56	842.75	512.50
6-7, 8-7'	4.56	842.75	512.50

VIGA	AREA TRITUTARIA TOTAL SOBRE LA VIGA	CM (Kg/m)	CV (Kg/m)
MARCO EJE H' (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
1-2	1.36	614.74	288.96
2-3, 12-11	9.47	1405.54	1064.26
3-4, 11-10	9.47	1405.54	1064.26
4-5, 10-9	9.47	1405.54	1064.26
5-6, 9-8	9.47	1405.54	1064.26
6-7, 8-7'	9.47	1405.54	1064.26
MARCO EJE 2, 12, 7, 7' (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
H'-I'	4.10	1430.38	506.25
G'-H'	0.00	320.00	0.00
MARCO EJE 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
H'-I'	8.20	2225.42	1012.50
G'-H'	0.00	320.00	0.00

Tabla XV. Distribución de cargas verticales para los marcos del módulo III

VIGA	AREA TRITUTARIA TOTAL SOBRE LA VIGA	CM (Kg/m)	CV (Kg/m)
MARCO EJE 18 (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
A-A'	0.00	914.00	0.00
A'-B'	4.91	1476.79	551.76
B'-C'	4.91	1476.79	551.76
C'-D'	4.91	1476.79	551.76
D'-E'	4.91	1476.79	551.76
E'-F'	4.91	1476.79	551.76
MARCO EJE 20 (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
A-A'	1.36	614.74	288.96
A'-B'	4.56	842.75	512.50
B'-C'	4.56	842.75	512.50
C'-D'	4.56	842.75	512.50
D'-E'	4.56	842.75	512.50
E'-F'	4.56	842.75	512.50

VIGA	AREA TRITUTARIA TOTAL SOBRE LA VIGA	CM (Kg/m)	CV (Kg/m)
MARCO EJE 19 (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
A-A'	1.36	614.74	288.96
A'-B'	9.57	1417.14	1075.63
B'-C'	9.57	1417.14	1075.63
C'-D'	9.57	1417.14	1075.63
D'-E'	9.57	1417.14	1075.63
E'-F'	9.57	1417.14	1075.63
MARCO EJE A' - F' (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
18-19	4.10	1430.38	460.74
19-20	1.05	581.38	223.54
MARCO EJE B' - C' - D' - E' (PRIMER Y SEGUNDO NIVEL)			
18-19	4.10	1430.38	506.25
19-20	0.00	320.00	0.00

2.1.4.3.2 Cargas horizontales

Las cargas horizontales son aquellas que actúan de forma perpendicular a la línea de acción de la gravedad, estas pueden ser producidas por viento, sismo o impacto y son cargas puramente dinámicas.

En el municipio de San Martín Jilotepeque las cargas por viento son menos críticas que las cargas por sismo, tiene mayor importancia el cálculo de estas en el diseño de edificios de gran altura, torres de agua, puentes, entre otras estructuras. Debido a que Guatemala es considerada una zona sísmica y, siendo esta la fuerza horizontal más crítica, solo se realiza el análisis de este tipo para fuerzas horizontales, para tal caso se utiliza el método SEAOC; que permite calcular la fuerza de corte en la base de una estructura, de la siguiente forma:

Corte basal (V):

Es la fuerza sísmica que transmite el suelo a la base de la estructura. Se calcula en base a la siguiente ecuación:

$$V = ZIKvCSW$$

Donde:

V = Corte producido en la base de la estructura (Kg)

Z = Coeficiente que depende de la zona sísmica donde se ubicara la estructura, para el departamento de Chimaltenango = 1

I = El valor del coeficiente "I" depende del tipo de uso ocupacional que se le de a la estructura, los cuales se determinan a continuación:

Tabla XVI. Coeficientes I según el tipo de ocupación del edificio

Tipo de Ocupación	I
Suma Importancia	1.5
Alta Importancia	1.25
Otras	1.00

Suma importancia: Son aquellas que deben permanecer operantes durante y después de un desastre o evento adverso. Pertenecen a esta categoría las obras estatales o privadas especificadas a continuación:

1. Hospitales con instalaciones de emergencia, de cuidado intensivo y/o quirófanos.
2. Instalaciones de defensa civil, de bomberos, de policía y de comunicaciones asociadas con la atención de desastres, plantas de energía e instalaciones conexas, instalaciones de captación y tratamiento de agua, instalaciones de importancia estratégica, centrales de telecomunicación, líneas troncales de transmisión eléctrica, líneas de abastecimiento de agua a ciudades y villas, puentes sobre carreteras de primer orden.

Alta importancia: Son aquéllas que albergan o pueden afectar a gran número de personas; aquéllas donde los ocupantes estén restringidos a desplazarse, aquéllas donde se prestan servicios importantes (pero no esenciales después de un desastre) a gran número de personas o entidades, obras que albergan valores culturales reconocidos o equipo de alto costo. Pertenecen a esta categoría, entre otras, las obras que se enumeran a continuación:

1. Las obras y edificaciones del estado que no son esenciales; todos los edificios educativos y guarderías públicos y privados; todos los hospitales; sanatorios; centros y puestos de salud públicos y privados que no clasifiquen como esenciales; prisiones; museos y similares.
2. Todos los edificios de 5 pisos o más; todos los edificios de más de 3,000 metros cuadrados de área interior (excluyendo estacionamientos).
3. Teatros, cines, templos, auditorios, mercados, restaurantes y similares que alojen más de 300 personas simultáneamente.

El factor de importancia para este diseño es de $I = 1.4$

Kv = Coeficiente que depende del tipo de estructura a implementar, para un sistema de marcos rígidos $Kv=0.67$

$$C = \left(\frac{1}{15\sqrt{T}} \right) \leq 0.12$$

Período de oscilación, $T = \frac{0.0906 h_n}{\sqrt{D}}$

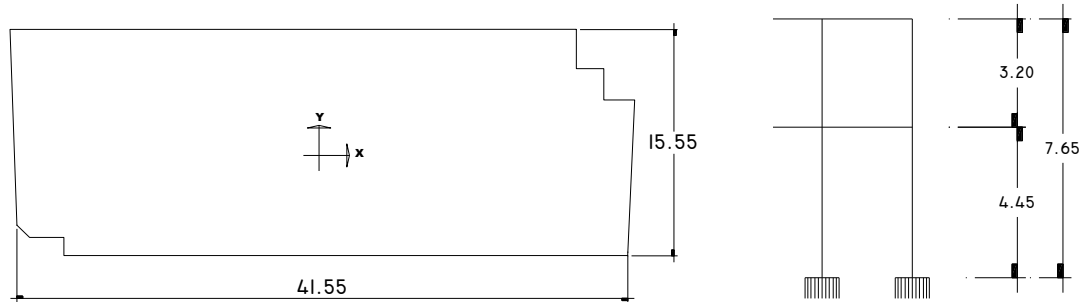
S = Factor que depende del tipo de suelo donde se cimenta la estructura = 1.5

Nota: el producto CS no debe ser mayor a 0.14, si lo es usar 0.14.

W = Peso total de la estructura. Si la carga viva asumida es mayor o igual a 500 Kg/m² se debe considerar el 25% de la misma en el peso total de la estructural.

Cálculo del corte basal, $V=ZIKvCSW$

Figura 33. Dimensiones del módulo I



$$Z = 1, I = 1.4, K_v = 0.67$$

Cálculo del periodo de oscilación T y constante C:

$$T_x = \frac{0.0906 (7.65)}{\sqrt{41.55}} = 0.11, \text{ por lo tanto } C_x = \frac{1}{15\sqrt{0.11}} = 0.20$$

$$C_x S = 0.20 * 1.5 = 0.30$$

Como $CS > 0.14$, entonces usamos $CS = 0.14$

$$T_y = \frac{0.0906 (7.65)}{\sqrt{15.55}} = 0.18, \text{ por lo tanto } C_y = \frac{1}{15\sqrt{0.18}} = 0.16$$

$$C_y S = 0.16 * 1.5 = 0.24$$

Como $CS > 0.14$, entonces usamos $CS = 0.14$

Cálculo del peso total de la estructura W

Segundo nivel:

Columnas:

$$\text{Columnas } 40 \times 40 = 2400 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * (0.40\text{m} * 0.40\text{m}) * 3.07\text{m} * 7\text{uni} = 8260 \text{ Kg}$$

$$\text{Columnas } 35 \times 35 = 2400 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * (0.35\text{m} * 0.35\text{m}) * 3.07\text{m} * 43\text{uni} = 38829 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso Total de Columnas} = 47089 \text{ Kg}$$

Muros:

$$\text{Longitud sentido X: } (4.40m * 6) + 3.07m = 29.47 m$$

$$\text{Longitud sentido Y: } (4.65 * 20) + 2.65m + 2.15m = 97.80m$$

$$\text{Peso total de muros} = 127.27m * 2.70m * 220 \frac{Kg}{m^2} = \mathbf{75680 Kg}$$

Vigas:

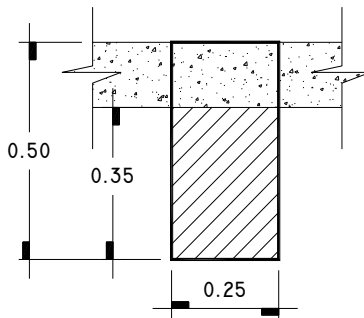
Longitud sentido X:

$$3.30m + (4.45m * 34) + 1.80m + 3.90m + (4.90m * 4) = 184.50 m$$

Longitud sentido Y:

$$15.55m * 10 = 155.50 m$$

Figura 34. Dimensiones de viga



Volumen:

$$Vol = (184.50m + 155.50m) * 0.25m * 0.35m = 31.45m^3$$

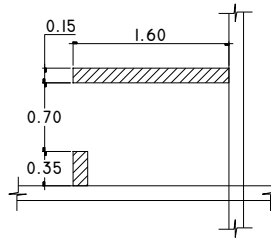
$$\text{Peso Total de Vigas} = 31.45m^3 * 2400 \frac{Kg}{m^3} = \mathbf{75480 Kg}$$

Losa: El área aproximada del entrepiso es de 600m²

$$\text{Peso total de losa} = 600m^2 * 0.15m * 24000 \frac{Kg}{m^3} = \mathbf{216000 Kg}$$

Muros internos: Se han denominado muros internos aquellos que son parte de los servicios sanitarios.

Figura 35. Dimensiones de servicios sanitarios de locales



Cálculo de áreas:

$$A_1 = (1.60m + 0.35m) * 3.07m \cong 6.00 m^2$$

$$A_2 = 0.70m * (2.62 - 2.10) \cong 0.30 m^2$$

$$\text{Peso total de muros internos} = 6.30m^2 * 220 \frac{Kg}{m^3} * 12uni = \mathbf{16720 Kg}$$

Otros: Se incluyen los artefactos sanitarios, puertas.

$$\text{Peso total de artefactos} = 52 \frac{Kg}{uni} * 12uni = \mathbf{625 Kg}$$

Piso granito: área aproximada para instalación de piso granito 575m²

$$\text{Peso total de piso} = 575m^2 * 30 \frac{Kg}{m^3} = \mathbf{17250 Kg}$$

Peso total del primer nivel = **448844 Kg**

Peso total del segundo nivel = **448844 Kg**

Por razones de diseño, el primer nivel y el segundo nivel son simétricos, por lo que el peso de la estructura para ambos es aproximadamente el mismo.

Peso total de la estructura = 897688 Kg

Peso generado por el 25% de la CV

$$\text{Peso total 25\% CV primer nivel} = 575m^2 * 500 \frac{Kg}{m^2} * 25\% = \mathbf{71875 Kg}$$

$$\text{Peso total 25\% CV segundo nivel} = 575m^2 * 500 \frac{Kg}{m^2} * 25\% = \mathbf{71875 Kg}$$

Cálculo del corte basal, módulo I

$$\mathbf{V = Z I K_v C S W}$$

$$V = 1 * 1.40 * 0.67 * 0.14 * (897688 + 71875 + 71875)$$

$$\mathbf{V \cong 136760 Kg}$$

Cálculo de las fuerzas por nivel:

$$F_{ni} = \frac{(V - F_T)(W_i h_i)}{\sum W_i h_i}$$

Donde:

F_{ni} = Fuerza por nivel

V = Corte basal

F_T = Fuerza de techo, esta en función del período de oscilación T, por lo que:

$$F_T = 0, \quad \text{cuando } T < 0.25$$

$$F_T = 0.07TV, \quad \text{cuando } T \geq 0.25$$

W_i = Peso del nivel + 25% del peso generado por la CV

h_i = Altura del nivel considerado, medida desde la base del marco.

Las fuerzas por nivel tanto en el sentido X como en el sentido Y son las mismas, debido a que $T < 0.25$.

$$F_{n1} = \frac{(136760Kg - 0)(520720Kg * 4.45m)}{(520720Kg * 4.45m) + (520720Kg * 7.65m)} \cong 50295 Kg$$

$$F_{n2} = \frac{(136760Kg - 0)(520720Kg * 7.65m)}{(520720Kg * 4.45m) + (520720Kg * 7.65m)} \cong 86465 Kg$$

Cálculo de fuerzas por marco:

Cálculo del centro de rigidez

$$CR = \frac{\sum R_i * d_i}{\sum R_i}$$

Rigidez de columnas de sección rectangular:

$$K = \frac{E_c * b * L}{H \left[\left(\frac{H}{L} \right)^2 + 3 \right]}$$

Columna 40x40

$$K = \frac{E_c * (0.40 * 0.40)}{2.70 \left[\left(\frac{2.70}{0.40} \right)^2 + 3 \right]} = 12.20 * 10^{-4} E_c$$

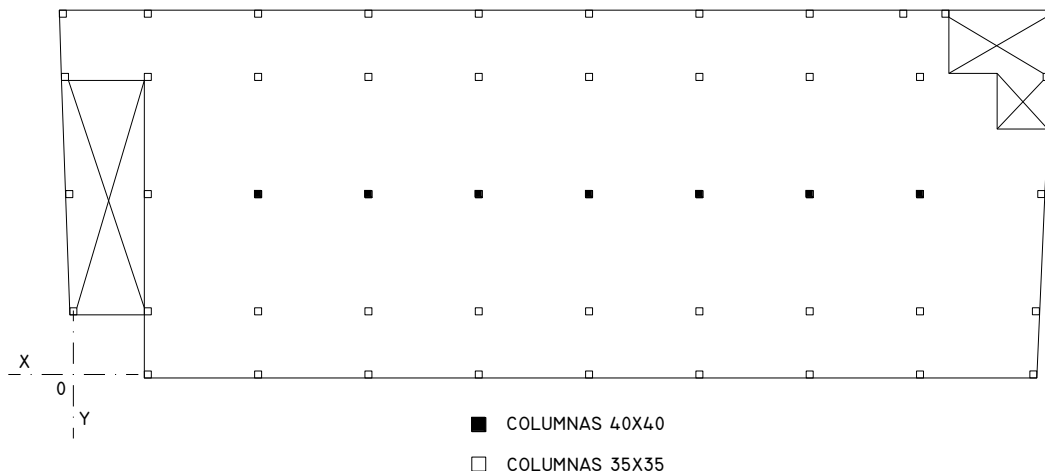
Columna 35x35

$$K = \frac{E_c * (0.35 * 0.35)}{2.70 \left[\left(\frac{2.70}{0.35} \right)^2 + 3 \right]} = 7.26 * 10^{-4} E_c$$

Inercias relativas en columnas:

$$Col_{35x35} = \frac{7.26x10^{-4} E_c}{7.26x10^{-4} E_c} = 1$$

$$Col_{40x40} = \frac{12.20 * 10^{-4} E_c}{7.26x10^{-4} E_c} = 1.68$$



Centro de rigidez en X:

$$R_i * d_i = (4 * 0m) + (5 * 3.2m) + (5.68 * 7.65m) + (5.68 * 12.9m) \\ + (5.68 * 17.45m) + (5.68 * 22.2m) + (5.68 * 26.95m) \\ + (5.68 * 31.70m) + (5.68 * 36.45m) + (5 * 41.6m) + (1 * 37.8m)$$

$$R_i * d_i = 1140.50m$$

$$\sum R_i = 4 + 5 + (5.68 * 7) + 5 + 1 = 54.76$$

$$CR_x = \frac{1140.50m}{54.76} = 20.92m$$

Centro de rigidez en Y:

$$R_i * d_i = (9 * 0m) + (10 * 2.65m) + (14.76 * 7.63m) + (10 * 12.6m) + (11 \\ * 15.25m)$$

$$R_i * d_i = 433m$$

$$CR_y = \frac{433m}{54.76} = 7.90m$$

Centro de masa: El centro de masa se determino por medio del método de áreas

$$Cm_x = 21.79m$$

$$Cm_y = 7.80m$$

Calculo de la excentricidad:

$$e = Cm - CR$$

$$e_x = 21.79m - 20.92m = 0.87m$$

$$e_y = 7.80m - 7.90m = 0.10m$$

Excentricidad de diseño: según el método SEAOC para determinar la excentricidad de diseño debe considerarse un 5% como excentricidad accidental:

$$e_d = 1.5e + 5\%b'$$

$$e_{dx} = 1.5(0.87m) + 5\%(41.55m) = 3.38m$$

$$e_{dy} = 1.5(0.10m) + 5\%(15.55m) = 0.93m$$

Momento torsional “ T_n ”

$$T_{n1x} = \pm 100\%F_{ni} * e_d \pm 30\%F_{ni} * e_d$$

$$T_{n1x} = \pm 50295kg(0.93m) \pm 0.3(50295kg)(3.38m) = \pm 97775kg - m$$

$$T_{n2x} = \pm 86465kg(0.93m) \pm 0.3(86465kg)(3.38m) = \pm 168088kg - m$$

$$T_{n1y} = \pm 50295kg(3.38m) \pm 0.3(50295kg)(0.93m) = \pm 184030kg - m$$

$$T_{n2y} = \pm 86465kg(3.38m) \pm 0.3(86465kg)(0.93m) = \pm 316375kg - m$$

Rigidez rotacional “ J ”

$$J = \sum (K_{xi} * \bar{Y}_i^2) + (K_{yi} * \bar{X}_i^2)$$

Tabla XVII Cálculo de la rigidez rotacional, módulo I

	\bar{X}	\bar{X}_i^2	K_{yi}	$(K_{yi} * \bar{X}_i^2)$
A	-20.92	437.65	4	1750.59
B	-17.77	315.77	5	1578.86
C	-13.02	169.52	5.68	962.88
D	-8.27	68.39	5.68	388.47
E	-3.52	12.39	5.68	70.38
F	1.23	1.51	5.68	8.59
G	5.98	35.76	5.68	203.12
H	10.73	115.13	5.68	653.95
I	15.48	239.63	5.68	1361.10
J	20.69	428.08	5	2140.38
I'	16.85	283.92	1	283.92

9402.25

	\bar{Y}	\bar{Y}_i^2	K_{xi}	$(K_{xi} * \bar{Y}_i^2)$
13	7.35	54.02	11	594.25
14	4.70	22.09	10	220.90
15	-0.28	0.08	14.76	1.16
16	-5.25	27.56	10	275.63
17	-7.90	62.41	9	561.69

1653.62

$$J = 9402.25 + 1653.62 = 11054.26$$

Fuerzas sísmicas por marco

$$F_m = F'_m + \Delta V$$

$$\Delta V_x = \frac{\pm T_{yi} * \bar{X}_i}{J} * K$$

Primer nivel, sobre el marco eje A

$$\Delta V_A = \frac{\pm 184030 * (-20.92)}{11054.26} * 4 = \pm 1393.09 \text{ Kg}$$

Segundo nivel, sobre el marco eje A

$$\Delta V_A = \frac{\pm 316375 * (-20.92)}{11054.26} * 4 = \pm 2394.94 \text{ Kg}$$

$$F'_{m1x} = \frac{50295}{10(\text{marcos})} \text{ Kg} = 5029.50 \text{ Kg} \quad F'_{m2x} = \frac{86465}{10(\text{marcos})} \text{ Kg} = 8646.50 \text{ Kg}$$

$$F'_{m1y} = \frac{50295}{5(\text{marcos})} \text{ Kg} = 10059.00 \text{ Kg} \quad F'_{m2y} = \frac{86465}{5(\text{marcos})} \text{ Kg} = 17293.00 \text{ Kg}$$

$$F_{m1A} = 5029.50 \text{ Kg} + 1393.09 = \mathbf{6422.59 \text{ Kg}}$$

$$F_{m2A} = 8646.50 \text{ Kg} + 2394.94 = \mathbf{11041.44 \text{ Kg}}$$

Resumen fuerzas por marco

Tabla XVIII. Fuerzas por marco módulo I, sentido X

EJE	$\Delta V(+)$	$\Delta V(-)$	F'_m	F_m (1er. Nivel)		$\Delta V(+)$	$\Delta V(-)$	F'_m	F_m (2do. Nivel)	
A	-1393.09	1393.09	5029.50	3636.41	6422.59	-2394.94	2394.94	8646.50	6251.56	11041.44
B	-1479.16	1479.16	5029.50	3550.34	6508.66	-2542.90	2542.90	8646.50	6103.60	11189.40
C	-1231.17	1231.17	5029.50	3798.33	6260.67	-2116.57	2116.57	8646.50	6529.93	10763.07
D	-782.01	782.01	5029.50	4247.49	5811.51	-1344.39	1344.39	8646.50	7302.11	9990.89
E	-332.85	332.85	5029.50	4696.65	5362.35	-572.22	572.22	8646.50	8074.28	9218.72
F	116.31	-116.31	5029.50	5145.81	4913.19	199.95	-199.95	8646.50	8846.45	8446.55
G	565.47	-565.47	5029.50	5594.97	4464.03	972.12	-972.12	8646.50	9618.62	7674.38
H	1014.63	-1014.63	5029.50	6044.13	4014.87	1744.30	-1744.30	8646.50	10390.80	6902.20
I	1463.79	-1463.79	5029.50	6493.29	3565.71	2516.47	-2516.47	8646.50	11162.97	6130.03
J	1722.22	-1722.22	5029.50	6751.72	3307.28	2960.76	-2960.76	8646.50	11607.26	5685.74

Tabla XIX. Fuerzas por marco módulo I, sentido Y

EJE	$\Delta V(+)$	$\Delta V(-)$	F'_m	F_m (1er. Nivel)		$\Delta V(+)$	$\Delta V(-)$	F'_m	F_m (2do. Nivel)	
13	715.12	-715.12	10059.00	10774.12	9343.88	-1229.38	17293.00	18522.38	18522.38	16063.62
14	415.72	-415.72	10059.00	10474.72	9643.28	-714.67	17293.00	18007.67	18007.67	16578.33
15	-39.13	39.13	10059.00	10019.87	10098.13	67.27	17293.00	17225.73	17225.73	17360.27
16	-464.36	464.36	10059.00	9594.64	10523.36	798.30	17293.00	16494.70	16494.70	18091.30
17	-628.88	628.88	10059.00	9430.12	10687.88	1081.13	17293.00	16211.87	16211.87	18374.13

Tabla XX. Fuerzas por marco módulo IIA Y III, sentido X

EJE	$\Delta V(+)$	$\Delta V(-)$	F'_m	$F_m(1er. Nivel)$		$\Delta V(+)$	$\Delta V(-)$	F'_m	$F_m(2do. Nivel)$	
1	-1337.69	1337.69	2322.14	984.45	3659.83	-2300.10	2300.10	3992.86	1692.76	6292.95
2	-1059.46	1059.46	2322.14	1262.68	3381.60	-1821.69	1821.69	3992.86	2171.17	5814.55
3	-546.64	546.64	2322.14	1775.50	2868.78	-939.92	939.92	3992.86	3052.93	4932.78
4	-32.73	32.73	2322.14	2289.41	2354.88	-56.28	56.28	3992.86	3936.57	4049.14
5	480.08	-480.08	2322.14	2802.23	1842.06	825.48	-825.48	3992.86	4818.34	3167.37
6	992.90	-992.90	2322.14	3315.04	1329.24	1707.25	-1707.25	3992.86	5700.11	2285.61
7	1496.99	-1496.99	2322.14	3819.13	825.15	2574.01	-2574.01	3992.86	6566.86	1418.85

Tabla XXI. Fuerzas por marco módulo IIA Y III, sentido Y

EJE	$\Delta V(+)$	$\Delta V(-)$	F'_m	$F_m(1er. Nivel)$		$\Delta V(+)$	$\Delta V(-)$	F'_m	$F_m(2do. Nivel)$	
G'	-384.04	384.04	5556.67	5172.62	5940.71	-660.23	660.23	9550.00	8889.77	10210.23
H'	-84.62	84.62	5556.67	5472.05	5641.29	-145.48	145.48	9550.00	9404.52	9695.48
I	468.66	-468.66	5556.67	6025.33	5088.00	805.71	-805.71	9550.00	10355.71	8744.29

Tabla XXII. Fuerzas por marco módulo IIB, sentido X

EJE	$\Delta V(+)$	$\Delta V(-)$	F'_m	$F_m(1er. Nivel)$		$\Delta V(+)$	$\Delta V(-)$	F'_m	$F_m(2do. Nivel)$	
7'	-557.34	557.34	2363.33	1806.00	2920.67	-958.09	958.09	4062.50	3104.41	5020.59
8	-336.55	336.55	2363.33	2026.78	2699.88	-578.55	578.55	4062.50	3483.95	4641.05
9	-112.18	112.18	2363.33	2251.15	2475.52	-192.85	192.85	4062.50	3869.65	4255.35
10	112.18	-112.18	2363.33	2475.52	2251.15	192.85	-192.85	4062.50	4255.35	3869.65
11	336.55	-336.55	2363.33	2699.88	2026.78	578.55	-578.55	4062.50	4641.05	3483.95
12	557.34	-557.34	2363.33	2920.67	1806.00	958.09	-958.09	4062.50	5020.59	3104.41

Tabla XXIII. Fuerzas por marco módulo IIB, sentido Y

EJE	$\Delta V(+)$	$\Delta V(-)$	F'_m	$F_m(1er. Nivel)$		$\Delta V(+)$	$\Delta V(-)$	F'_m	$F_m(2do. Nivel)$	
G'	-237.94	237.94	4845.00	4607.06	5082.94	-409.05	409.05	8330.00	7920.95	8739.05
H'	-52.43	52.43	4845.00	4792.57	4897.43	-90.13	90.13	8330.00	8239.87	8420.13
I	290.37	-290.37	4845.00	5135.37	4554.63	499.18	-499.18	8330.00	8829.18	7830.82

2.1.4.4 Análisis de marcos rígidos por métodos aproximados

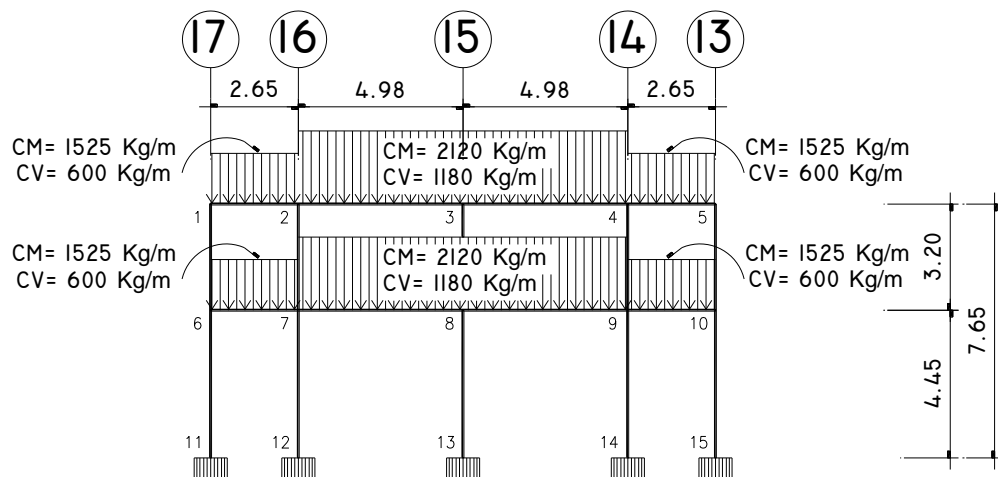
A continuación se presentan dos métodos aproximados para análisis de marcos rígidos.

Para ejemplificar los métodos se ha seleccionado el marco sobre el eje C para el análisis en el sentido Y, y el marco sobre el eje 15 para el análisis en el sentido X

2.1.4.4.1 Método de Cross

Método de Cross para cargas verticales, marco eje Y

Figura 36. Distribución de carga muerta y carga viva sobre marco eje C



Cálculo de rigideces de elementos:

$$K = \frac{I}{L}$$

Donde:

K = Rigidez del elemento

I = Inercia del elemento

L = Longitud efectiva del elemento

Inercia de viga:

$$I = \frac{25 \text{ cm} * (50 \text{ cm})^3}{12} = 260417 \text{ cm}^4$$

Inercia de columna 40x40:

$$I = \frac{40 \text{ cm} * (40 \text{ cm})^3}{12} = 213333 \text{ cm}^4$$

Inercia de columna 35X35:

$$I = \frac{35 \text{ cm} * (35 \text{ cm})^3}{12} = 125052 \text{ cm}^4$$

Inercias relativas:

$$\text{Columnas 40x40} = \frac{213333 \text{ cm}^4}{260417 \text{ cm}^4} = 0.82$$

$$\text{Columnas 35x35} = \frac{125052 \text{ cm}^4}{260417 \text{ cm}^4} = 0.48$$

$$\text{Vigas} = \frac{260417 \text{ cm}^4}{260417 \text{ cm}^4} = 1.00$$

Rigideces de vigas:

$$K_{12,45} = \frac{1}{2.65} = 0.38$$

$$K_{23,34} = \frac{1}{4.98} = 0.20$$

Rigideces de columnas:

$$K_{16,27,49,510} = \frac{0.48}{3.20} = 0.15$$

$$K_{611,712,914,1015} = \frac{0.48}{4.45} = 0.11$$

$$K_{38} = \frac{0.82}{3.20} = 0.26$$

$$K_{813} = \frac{0.82}{4.45} = 0.18$$

Factores de distribución "D": Para el cálculo de los factores de distribución se emplea la siguiente ecuación:

$$D_{ik} = \frac{K_i}{\sum K_i}$$

Nudo 1

$$D_{12} = \frac{0.38}{0.38+0.15} = 0.72$$

$$D_{16} = \frac{0.15}{0.38+0.15} = 0.28$$

Nudo 2

$$D_{21} = \frac{0.38}{0.38+0.20+0.15} = 0.52$$

$$D_{23} = \frac{0.20}{0.38+0.20+0.15} = 0.27$$

$$D_{27} = \frac{0.15}{0.38+0.20+0.15} = 0.21$$

Nudo 3

$$D_{32} = \frac{0.20}{0.20+0.20+0.26} = 0.30$$

$$D_{34} = \frac{0.20}{0.20+0.20+0.26} = 0.30$$

$$D_{38} = \frac{0.26}{0.20+0.20+0.26} = 0.40$$

Nudo 4

$$D_{43} = \frac{0.20}{0.38+0.20+0.15} = 0.27$$

$$D_{45} = \frac{0.38}{0.38+0.20+0.15} = 0.52$$

$$D_{49} = \frac{0.15}{0.38+0.20+0.15} = 0.21$$

Nudo 5

$$D_{54} = \frac{0.38}{0.38+0.15} = 0.72$$

$$D_{510} = \frac{0.15}{0.38+0.15} = 0.28$$

Nudo 6

$$D_{67} = \frac{0.38}{0.38+0.15+0.11} = 0.59$$

$$D_{61} = \frac{0.15}{0.38+0.15+0.11} = 0.23$$

$$D_{611} = \frac{0.11}{0.38+0.15+0.11} = 0.17$$

Nudo 7

$$D_{76} = \frac{0.38}{0.38+0.20+0.15+0.11} = 0.45$$

$$D_{78} = \frac{0.20}{0.38+0.20+0.15+0.11} = 0.24$$

$$D_{72} = \frac{0.15}{0.38+0.20+0.15+0.11} = 0.18$$

$$D_{712} = \frac{0.11}{0.38+0.20+0.15+0.11} = 0.13$$

Nudo 8

$$D_{87} = \frac{0.20}{0.20+0.20+0.26+0.18} = 0.24$$

$$D_{89} = \frac{0.20}{0.20+0.20+0.26+0.18} = 0.24$$

$$D_{83} = \frac{0.26}{0.20+0.20+0.26+0.18} = 0.31$$

$$D_{813} = \frac{0.18}{0.20+0.20+0.26+0.18} = 0.21$$

Nudo 9

$$D_{98} = \frac{0.20}{0.38+0.20+0.15+0.11} = 0.24$$

$$D_{910} = \frac{0.38}{0.38+0.20+0.15+0.11} = 0.45$$

$$D_{94} = \frac{0.15}{0.38+0.20+0.15+0.11} = 0.18$$

$$D_{914} = \frac{0.11}{0.38+0.20+0.15+0.11} = 0.13$$

Nudo 10

$$D_{109} = \frac{0.38}{0.38+0.15+0.11} = 0.59$$

$$D_{105} = \frac{0.15}{0.38+0.15+0.11} = 0.23$$

$$D_{1015} = \frac{0.11}{0.38+0.15+0.11} = 0.17$$

Cálculo de momentos fijos (MF_{ik}): Son los momentos transmitidos entre los extremos de los elementos, resultantes de la aplicación de cargas verticales.

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

Momentos fijos provocados por la carga muerta:

$$MF_{12,45} = \frac{1525Kg*(2.65m)^2}{12} = 892 Kg - m$$

$$MF_{23,34} = \frac{2120Kg*(4.98m)^2}{12} = 4380 Kg - m$$

Momentos fijos provocados por la carga viva

$$MF_{12,45} = \frac{600Kg*(2.65m)^2}{12} = 350 Kg - m$$

$$MF_{23,34} = \frac{1180Kg*(4.98m)^2}{12} = 2440 Kg - m$$

El desarrollo del método de cross, es el siguiente:

$$M_{uik(-)} = MF_{ik} + M'_{cik} + MF'_{cik} + M''_{cik}$$

$$M'_{cik} = - \sum \text{momentos en el nudo} * D_{ik}$$

$$MF'_{cik} = \frac{1}{2} (M'_{cki})$$

$$M''_{cik} = \sum MF'_{cik} \text{ en el nudo} * D_{ik}$$

Primera iteración: M'_{cik}

$$M'_{16} = -1 * (892Kg m + 0) * 0.28 = -249.76Kg m$$

$$M'_{12} = -1 * (892Kg m + 0) * 0.72 = -642.24Kg m$$

$$M'_{21} = -1 * (-892Kg m + 0 + 4380 Kg m) * 0.52 = -1814.0Kg m$$

$$M'_{27} = -1 * (-892Kg m + 0 + 4380 Kg m) * 0.21 = -732.48Kg m$$

$$M'_{23} = -1 * (-892Kg m + 0 + 4380 Kg m) * 0.27 = -941.76Kg m$$

$$M'_{32} = -0Kg m$$

$$M'_{38} = -0Kg m$$

$$M'_{34} = -0Kg m$$

$$M'_{43} = 941.76 Kg m$$

$$M'_{49} = 732.48 Kg m$$

$$M'_{45} = 1813.76 Kg m$$

$$M'_{54} = 642.24Kg m$$

$$M'_{510} = 249.76 Kg m$$

$$M'_{611} = -151.64 Kg m$$

$$M'_{61} = -205.16 Kg m$$

$$M'_{67} = -526.28 Kg m$$

$$M'_{76} = -1569.60 Kg m$$

$$M'_{72} = -627.84 Kg m$$

$$M'_{712} = -453.44 Kg m$$

$$M'_{78} = -837.12 Kg m$$

$$\begin{aligned}
M'_{87} &= 0 \text{ Kg m} & M'_{83} &= 0 \text{ Kg m} & M'_{813} &= 0 \text{ Kg m} & M'_{89} &= 0 \text{ Kg m} \\
M'_{98} &= 837.12 \text{ Kg m} & M'_{94} &= 627.84 \text{ Kg m} \\
M'_{914} &= 453.44 \text{ Kg m} & M'_{910} &= 1569.60 \text{ Kg m} \\
M'_{109} &= 526.28 \text{ Kg m} & M'_{105} &= 205.16 \text{ Kg m} & M'_{1015} &= 151.64 \text{ Kg m}
\end{aligned}$$

Debido a que únicamente se están analizando cargas verticales, no existen momentos fijos en columnas y los factores de distribución en empotramientos es igual a cero, entonces: $M'_{ik} = 0$

Primera iteración: MF'_{cik}

$$\begin{aligned}
MF'_{16} &= (-205.16 \text{ Kg m} * 1/2) = -102.58 \text{ Kg m} \\
MF'_{12} &= (-1813.76 \text{ Kg m} * 1/2) = -906.88 \text{ Kg m} \\
MF'_{21} &= (-642.24 \text{ Kg m} * 1/2) = -321.12 \text{ Kg m} \\
MF'_{27} &= (-627.84 \text{ Kg m} * 1/2) = -313.92 \text{ Kg m} \\
MF'_{23} &= (0 \text{ Kg m} * 1/2) = 0 \text{ Kg m} \\
MF'_{32} &= -470.88 \text{ Kg m} & MF'_{38} &= 0 \text{ Kg m} & MF'_{34} &= 470.88 \text{ Kg m} \\
MF'_{43} &= 0 \text{ Kg m} & MF'_{49} &= 313.92 \text{ Kg m} & MF'_{45} &= 321.12 \text{ Kg m} \\
MF'_{54} &= 906.88 \text{ Kg m} & MF'_{510} &= 102.58 \text{ Kg m} \\
MF'_{611} &= 0 \text{ Kg m} & MF'_{61} &= -124.88 \text{ Kg m} & MF'_{67} &= -784.80 \text{ Kg m} \\
MF'_{76} &= -263.14 \text{ Kg m} & MF'_{72} &= -366.24 \text{ Kg m} \\
MF'_{712} &= 0 \text{ Kg m} & MF'_{78} &= 0 \text{ Kg m} \\
MF'_{87} &= -418.56 \text{ Kg m} & MF'_{83} &= 0 \text{ Kg m} \\
MF'_{813} &= 0 \text{ Kg m} & MF'_{89} &= 418.56 \text{ Kg m} \\
MF'_{98} &= 0 \text{ Kg m} & MF'_{94} &= 366.24 \text{ Kg m} \\
MF'_{914} &= 0 \text{ Kg m} & MF'_{910} &= 263.14 \text{ Kg m} \\
MF'_{109} &= 784.80 \text{ Kg m} & MF'_{105} &= 124.88 \text{ Kg m} & MF'_{1015} &= 0 \text{ Kg m} \\
MF'_{116} &= -75.82 \text{ Kg m} & MF'_{127} &= -226.72 \text{ Kg m} & MF'_{138} &= -0 \text{ Kg m} \\
MF'_{149} &= 226.72 \text{ Kg m} & MF'_{1510} &= 72.82 \text{ Kg m}
\end{aligned}$$

Segunda iteración: M''_{cik}

$$M''_{16} = -1 * (-102.58 Kg m - 906.88 Kg m) * 0.28 = 282.65 Kg m$$

$$M''_{12} = -1 * (-102.58 Kg m - 906.88 Kg m) * 0.72 = 726.81 Kg m$$

$$M''_{21} = -1 * (-321.12 Kg m - 313.92 Kg m - 0) * 0.52 = 330.22 Kg m$$

$$M''_{27} = -1 * (-321.12 Kg m - 313.92 Kg m - 0) * 0.21 = 133.36 Kg m$$

$$M''_{23} = -1 * (-321.12 Kg m - 313.92 Kg m - 0) * 0.27 = 171.46 Kg m$$

$$M''_{32} = -0 Kg m \quad M''_{38} = -0 Kg m \quad M''_{34} = -0 Kg m$$

$$M''_{43} = -171.46 Kg m \quad M''_{49} = -133.36 Kg m \quad M''_{45} = -330.22 Kg m$$

$$M''_{54} = -726.81 Kg m \quad M''_{510} = -282.65 Kg m$$

$$M''_{611} = 154.65 Kg m \quad M''_{61} = 209.23 Kg m \quad M''_{67} = 536.71 Kg m$$

$$M''_{76} = 283.22 Kg m \quad M''_{72} = 113.29 Kg m$$

$$M''_{712} = 81.82 Kg m \quad M''_{78} = 151.05 Kg m$$

$$M''_{87} = 0 Kg m \quad M''_{83} = 0 Kg m \quad M''_{813} = 0 Kg m \quad M''_{89} = 0 Kg m$$

$$M''_{98} = -151.05 Kg m \quad M''_{94} = -113.29 Kg m$$

$$M''_{914} = -81.82 Kg m \quad M''_{910} = -283.22 Kg m$$

$$M''_{109} = -536.71 Kg m \quad M''_{105} = -209.23 Kg m \quad M''_{1015} = -154.65 Kg$$

Tabla XXIV. Desarrollo del método de Cross (siguiente página)

	1-6	1-2	2-1	2-7	2-3	3-2	3-8	3-4	4-3	4-9	4-5	5-4	5-10		
	0.28	0.72	0.52	0.21	0.27	0.30	0.40	0.30	0.27	0.21	0.52	0.72	0.28		
	0.00	892.00	-892.00	0.00	4380.00	-4380.00	0.00	4380.00	-4380.00	0.00	892.00	-892.00	0.00		
	-249.76	-642.24	-1813.76	-732.48	-941.76	941.76	732.48	1813.76	941.76	732.48	1813.76	642.24	249.76		
	-102.58	-906.88	-321.12	-313.92	0.00	-470.88	0.00	470.88	0.00	313.92	321.12	906.88	102.58		
	282.65	726.81	330.22	133.36	171.46	0.00	0.00	0.00	-171.46	-133.36	-330.22	-726.81	-282.65		
	104.61	165.11	363.41	56.64	0.00	85.73	0.00	-85.73	0.00	-56.64	-363.41	-165.11	-104.61		
	-75.52	-194.20	-218.43	-88.21	-113.41	0.00	0.00	0.00	113.41	88.21	218.43	194.20	75.52		
	-32.54	-109.21	-97.10	-30.15	0.00	-56.71	0.00	56.71	0.00	30.15	97.10	109.21	32.54		
	39.69	102.06	66.17	26.72	34.36	0.00	0.00	0.00	-34.36	-26.72	-66.17	-102.06	-39.69		
	13.01	33.09	51.03	11.48	0.00	17.18	0.00	-17.18	0.00	-11.48	-51.03	-33.09	-13.01		
	-12.91	-33.19	-32.51	-13.13	-16.88	0.00	0.00	0.00	16.88	13.13	32.51	33.19	12.91		
	-33.34	33.34	-2564.08	-949.68	3513.77	-4804.68	0.00	4804.68	-3513.77	949.68	2564.08	-33.34	33.34		
6-11	6-1	6-7	7-6	7-2	7-12	8-7	8-3	8-13	9-8	9-4	9-14	10-9	10-5	10-15	
0.17	0.23	0.59	0.45	0.18	0.13	0.24	0.31	0.21	0.24	0.18	0.13	0.45	0.59	0.23	0.17
0.00	0.00	892.00	-892.00	0.00	0.00	-4380.00	0.00	4380.00	-4380.00	0.00	0.00	892.00	-892.00	0.00	0.00
-151.64	-205.16	-526.28	-1569.60	-627.84	-453.44	0.00	0.00	0.00	837.12	627.84	453.44	1569.60	526.28	205.16	151.64
0.00	-124.88	-784.80	-263.14	-366.24	0.00	-418.56	0.00	418.56	0.00	366.24	0.00	263.14	784.80	124.88	0.00
154.65	209.23	536.71	283.22	113.29	81.82	0.00	0.00	0.00	-151.05	-113.29	-81.82	-283.22	-536.71	-209.23	-154.65
0.00	141.32	141.61	268.36	66.68	0.00	75.53	0.00	0.00	0.00	66.68	0.00	-268.36	-141.61	-141.32	0.00
-48.10	-65.08	-166.93	-150.77	-60.31	-43.55	0.00	0.00	0.00	80.41	60.31	43.55	150.77	166.93	65.08	48.10
0.00	-37.76	-75.38	-83.47	-44.11	0.00	-40.20	0.00	40.20	0.00	44.11	0.00	83.47	75.38	37.76	0.00
19.23	26.02	66.76	57.41	22.96	16.58	0.00	0.00	0.00	-30.62	-22.96	-16.58	-57.41	-66.76	-26.02	-19.23
0.00	19.85	28.70	33.38	13.36	0.00	15.31	0.00	0.00	0.00	-13.36	0.00	-33.38	-28.70	-19.85	0.00
-8.25	-11.17	-28.64	-21.03	-8.41	-6.08	0.00	0.00	0.00	11.22	8.41	6.08	21.03	28.64	11.17	8.25
-34.11	-47.62	83.74	-2337.64	-890.61	-404.67	-4747.93	0.00	4747.93	-3632.92	890.61	404.67	2337.64	-83.74	47.62	-34.11
11-6	0	0	12-7	0	0	13-8	0	0	14-9	0	0	15-10	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-75.8	0.00	0.00	-226.7	0.00	0.00	226.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.8
77.32	0.00	0.00	40.91	0.00	0.00	0	0.00	0.00	-40.91	0.00	0.00	-77.32	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-24	0.00	0.00	-21.78	0.00	0.00	0	0.00	0.00	21.78	0.00	0.00	-24.05	0.00	0.00	0.00
9.617	0.00	0.00	8.2921	0.00	0.00	-8.292	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.617	0.00	0.00	0.00
-12.93	0.00	0.00	-199.30	0.00	0.00	199.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-12.93	0.00	0.00	0.00

Momentos últimos $M_u(+)$: provocados por la carga muerta

$$M_{u(+)} = \frac{WL^2}{8} - \left(\frac{|M_{uik(-)}| + |M_{uki(-)}|}{2} \right)$$

$$M_{1314(+)} = \frac{1470 \text{ Kg} \cdot (2.65 \text{ m})^2}{8} - \left(\frac{|83.74 \text{ Kg m}| + |-2337.64 \text{ Kg m}|}{2} \right) = 79.69 \text{ Kg m}$$

$$M_{1415(+)} = \frac{2005 \text{ Kg} \cdot (4.98 \text{ m})^2}{8} - \left(\frac{|3632.92 \text{ Kg m}| + |-4747.93 \text{ Kg m}|}{2} \right) = 20025.17 \text{ Kg m}$$

El método anterior fue aplicado para hallar los momentos finales provocados por la carga viva y carga muerta en el marco sobre el eje C en el sentido Y, y en el marco sobre el eje 15 en el sentido X, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla XXV. Momentos carga muerta en vigas, marco sobre el eje C (método de Cross)

Eje	Viga	L (m)	primer nivel			segundo nivel		
			$M_u(-)$		$M_u(+)$	$M_u(-)$		$M_u(+)$
			IZQ	DER		IZQ	DER	
C	13-14	2.65	83.74	-2337.64	79.69	33.34	-2564.08	8.33
C	14-15	4.98	3632.92	-4747.93	2025.17	3513.77	-4804.68	2056.38
C	15-16	4.98	4747.93	-3632.92	2025.17	4804.68	-3513.77	2056.38
C	16-17	2.65	2337.64	-83.74	79.69	2564.08	-33.34	8.33

Tabla XXVI. Momentos carga muerta en columnas, marco sobre el eje C (método de Cross)

Eje	Marco	M_u primer nivel		M_u segundo nivel	
		ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA
C	17	-13.00	-34.11	-47.62	-33.34
C	16	-199.30	-404.67	-890.61	-949.68
C	15	0.00	0.00	0.00	0.00
C	14	199.30	404.67	890.61	949.68
C	13	12.93	34.11	47.62	33.34

Tabla XXVII. Momentos carga viva en vigas, marco sobre el eje C (método de Cross)

Eje	Viga	L (m)	primer nivel			segundo nivel		
			$M_u(-)$		$M_u(+)$	$M_u(-)$		$M_u(+)$
			IZQ	DER		IZQ	DER	
C	13-14	2.65	-44.41	-1186.06	88.55	-50.11	-1318.93	157.83
C	14-15	4.98	1982.05	-2665.94	1334.06	1904.72	-2702.90	1354.25
C	15-16	4.98	2665.94	-1982.05	1334.06	2702.90	-1904.72	1354.25
C	16-17	2.65	1186.06	44.41	88.55	1318.93	50.11	157.83

Tabla XXVIII. Momentos carga viva en columnas, marco sobre el eje C (método de Cross)

Eje	Marco	M_u primer nivel		M_u segundo nivel	
		ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA
C	17	6.51	8.42	35.55	50.11
C	16	-122.38	-248.06	-547.94	-585.79
C	15	0.00	0.00	0.00	0.00
C	14	122.38	248.06	547.94	585.79
C	13	-6.51	-8.42	-35.50	-50.11

Tabla XXIX. Momentos carga muerta en vigas, marco sobre el eje 15 (método de Cross)

Eje	Viga	L (m)	primer nivel			segundo nivel		
			$M_u(-)$		$M_u(+)$	$M_u(-)$		$M_u(+)$
			IZQ	DER		IZQ	DER	
15	B-C	4.75	1639.58	-3573.46	1229.10	1276.92	-3798.17	1298.08
15	C-D	4.75	4533.56	-4982.19	2222.40	4485.98	-4987.50	2243.54
15	D-E	4.75	4879.69	-4835.69	2122.58	4900.31	-4828.28	2115.98
15	E-F	4.75	4847.05	-4850.81	2131.35	4840.93	-4852.25	2133.69
15	F-G	4.75	4850.24	-4847.90	2131.20	4851.10	-4846.31	2131.56
15	G-H	4.75	4842.35	-4865.16	2126.52	4842.07	-4862.02	2128.23
15	H-I	4.75	4910.32	-4698.21	2176.01	4889.18	-4745.13	2163.12
15	I-J	5.20	4297.15	-2303.85	1651.20	4509.87	-1816.27	1788.63

Tabla XXX. Momentos carga muerta en columnas, marco sobre el eje 15
(método de Cross)

Eje	Marco	M_u primer nivel		M_u segundo nivel	
		ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA
15	B-C	-242	-493.07	-493.07	1276.92
15	C-D	-139.74	-294.75	-651.31	-687.81
15	D-E	16.99	24.95	76.37	87.19
15	E-F	0.16	-3.59	-7.60	-12.65
15	F-G	0.13	0.01	0.55	1.14
15	G-H	-0.67	2.57	2.86	4.25
15	H-I	-10.14	-11.71	-32.89	-27.17
15	I-J	61.08	138.08	262.98	235.26
15	B-C	348.76	707.89	1595.96	1795.88

Tabla XXXI. Momentos carga viva en vigas, marco sobre el eje 15 (método de Cross)

Eje	Viga	L (m)	primer nivel			segundo nivel		
			$M_u(-)$		$M_u(+)$	$M_u(-)$		$M_u(+)$
			IZQ	DER		IZQ	DER	
15	B-C	4.75	1364.02	-2436.44	1272.62	1084.70	-2506.71	1377.15
15	C-D	4.75	2183.08	-2082.60	1040.01	2263.78	-2057.43	1012.24
15	D-E	4.75	2108.95	-2116.89	1059.94	2091.27	-2121.84	1066.30
15	E-F	4.75	2114.77	-2114.17	1058.38	2117.75	-2112.29	1057.83
15	F-G	4.75	2113.86	-2115.28	1058.28	2111.66	-2120.73	1056.66
15	G-H	4.75	2120.68	-2100.66	1062.18	2129.49	-2070.10	1073.06
15	H-I	4.75	2042.02	-2276.25	1013.72	2002.89	-2407.40	967.71
15	I-J	5.20	2820.18	-1731.00	1526.91	2898.41	-1372.71	1666.94

Tabla XXXII. Momentos carga viva en columnas, marco sobre el eje 15
(método de Cross)

Eje	Marco	M_u primer nivel		M_u segundo nivel	
		ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA
15	B-C	-199.89	-403.91	-403.91	1084.70
15	C-D	34.37	60.94	189.51	242.92
15	D-E	-1.37	-6.02	-20.04	-33.84
15	E-F	0.72	-0.28	2.40	4.09
15	F-G	0.08	0.00	0.31	0.63
15	G-H	-1.00	-0.32	-5.07	-8.76
15	H-I	5.29	13.55	44.45	67.21
15	I-J	-74.32	-140.53	-403.39	-491.01
15	B-C	261.37	527.02	1203.98	1372.71

2.1.4.4.2 Método de Kani

Método de Kani para cargas verticales, marco eje Y

Momentos fijos: los momentos fijos se calcularon en el método de Cross.

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

Momentos fijos provocados por la carga muerta:

$$MF_{12,45} = \frac{1525Kg*(2.65m)^2}{12} = 892 Kg - m$$

$$MF_{23,34} = \frac{2120Kg*(4.98m)^2}{12} = 4380 Kg - m$$

Momentos fijos provocados por la carga viva

$$MF_{\frac{12,45}{67,910}} = \frac{600Kg*(2.65m)^2}{12} = 350 Kg - m$$

$$MF_{\frac{23,34}{78,89}} = \frac{1180Kg*(4.98m)^2}{12} = 2440 Kg - m$$

Inercias de los elementos: las mismas calculadas en el método de Cross.

Factores de giro:

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

Nudo 1

$$\mu_{12} = -\frac{1}{2} * \frac{0.38}{0.38+0.15} = -0.36$$

$$\mu_{16} = -\frac{1}{2} * \frac{0.15}{0.38+0.15} = -0.14$$

Nudo 2

$$\mu_{21} = -\frac{1}{2} * \frac{0.38}{0.38+0.20+0.15} = -0.26$$

$$\mu_{23} = -\frac{1}{2} * \frac{0.20}{0.38+0.20+0.15} = -0.135$$

$$\mu_{27} = \frac{0.15}{0.38+0.20+0.15} = 0.105$$

Nudo 3

$$\mu_{32} = -\frac{1}{2} * \frac{0.20}{0.20+0.20+0.26} = -0.15$$

$$\mu_{34} = -\frac{1}{2} * \frac{0.20}{0.20+0.20+0.26} = -0.15$$

$$\mu_{38} = \frac{0.26}{0.20+0.20+0.26} = -0.20$$

Nudo 4

$$\mu_{43} = -\frac{1}{2} * \frac{0.20}{0.38+0.20+0.15} = -0.135$$

$$\mu_{45} = -\frac{1}{2} * \frac{0.38}{0.38+0.20+0.15} = -0.255$$

$$\mu_{49} = \frac{0.15}{0.38+0.20+0.15} = -0.105$$

Nudo 5

$$\mu_{54} = -\frac{1}{2} * \frac{0.38}{0.38+0.15} = -0.36$$

$$\mu_{510} = -\frac{1}{2} * \frac{0.15}{0.38+0.15} = -0.14$$

Nudo 6

$$\mu_{67} = -\frac{1}{2} * \frac{0.38}{0.38+0.15+0.11} = -0.295$$

$$\mu_{61} = -\frac{1}{2} * \frac{0.15}{0.38+0.15+0.11} = -0.115$$

$$\mu_{611} = -\frac{1}{2} * \frac{0.11}{0.38+0.15+0.11} = -0.085$$

Nudo 7

$$\mu_{76} = -\frac{1}{2} * \frac{0.38}{0.38+0.20+0.15+0.11} = -0.225$$

$$\mu_{78} = -\frac{1}{2} * \frac{0.20}{0.38+0.20+0.15+0.11} = -0.12$$

$$\mu_{72} = -\frac{1}{2} * \frac{0.15}{0.38+0.20+0.15+0.11} = -0.09$$

$$\mu_{712} = -\frac{1}{2} * \frac{0.11}{0.38+0.20+0.15+0.11} = -0.065$$

Nudo 8

$$\mu_{87} = -\frac{1}{2} * \frac{0.20}{0.20+0.20+0.26+0.18} = -0.12$$

$$\mu_{89} = -\frac{1}{2} * \frac{0.20}{0.20+0.20+0.26+0.18} = -0.12$$

$$\mu_{83} = -\frac{1}{2} * \frac{0.26}{0.20+0.20+0.26+0.18} = -0.155$$

$$\mu_{813} = -\frac{1}{2} * \frac{0.18}{0.20+0.20+0.26+0.18} = -0.105$$

Nudo 9

$$\mu_{98} = -\frac{1}{2} * \frac{0.20}{0.38+0.20+0.15+0.11} = -0.12$$

$$\mu_{910} = -\frac{1}{2} * \frac{0.38}{0.38+0.20+0.15+0.11} = -0.225$$

$$\mu_{94} = -\frac{1}{2} * \frac{0.15}{0.38+0.20+0.15+0.11} = -0.09$$

$$\mu_{914} = -\frac{1}{2} * \frac{0.11}{0.38+0.20+0.15+0.11} = -0.065$$

Nudo 10

$$\mu_{109} = -\frac{1}{2} * \frac{0.38}{0.38+0.15+0.11} = -0.295$$

$$\mu_{105} = -\frac{1}{2} * \frac{0.15}{0.38+0.15+0.11} = -0.11$$

$$\mu_{1015} = -\frac{1}{2} * \frac{0.11}{0.38+0.15+0.11} = -0.085$$

Momentos de sujeción: Son los momentos resultantes en cada nodo, provocados por los momentos fijos que los elementos transmiten hacia el.

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

$$M_{s1} = -892 \text{ Kg m}$$

$$M_{s2} = 892 \text{ Kg m} - 4380 \text{ Kg m} = -3488 \text{ Kg m}$$

$$M_{s3} = 4380 \text{ Kg m} - 4380 \text{ Kg m} = 0 \text{ Kg m}$$

$$M_{s4} = -892 \text{ Kg m} + 4380 \text{ Kg m} = 3488 \text{ Kg m}$$

$$M_{s5} = 892 \text{ Kg m}$$

$$M_{s6} = -892 \text{ Kg m}$$

$$M_{s7} = 892 \text{ Kg m} - 4380 \text{ Kg m} = -3488 \text{ Kg m}$$

$$M_{s8} = 4380 \text{ Kg m} - 4380 \text{ Kg m} = 0 \text{ Kg m}$$

$$M_{s9} = -892 \text{ Kg m} + 4380 \text{ Kg m} = 3488 \text{ Kg m}$$

$$M_{s10} = 892 \text{ Kg m}$$

Cálculo de iteraciones:

Influencias de giro: Las influencias de giro son las iteraciones, que permiten por medio de aproximaciones continuas, acercarse al momento que está actuando en un nodo o elemento estructural, cuando este es afectado por determinada carga o fuerza. Cuando no existe lado.

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

Primera iteración:

Nudo 1

$$M'_{12} = -0.36 * (-892 \text{ Kg m} + 0) = 321.12 \text{ Kg m}$$

$$M'_{16} = -0.14 * (-892 \text{ Kg m} + 0) = 124.88 \text{ Kg m}$$

Nudo 2

$$M'_{21} = -0.26 * (-3488 \text{ Kg m} + 321.12 \text{ Kg m}) = 823.39 \text{ Kg m}$$

$$M'_{27} = -0.105 * (-3488 \text{ Kg m} + 321.12 \text{ Kg m}) = 332.52 \text{ Kg m}$$

$$M'_{23} = -0.135 * (-3488 \text{ Kg m} + 321.12 \text{ Kg m}) = 427.53 \text{ Kg m}$$

Nudo 3

$$M'_{32} = -0.15 * (-0 \text{ Kg m} + 427.53 \text{ Kg m}) = -64.13 \text{ Kg m}$$

$$M'_{38} = -0.20 * (-0 \text{ Kg m} + 427.53 \text{ Kg m}) = -85.51 \text{ Kg m}$$

$$M'_{34} = -0.15 * (-0 \text{ Kg m} + 427.53 \text{ Kg m}) = -64.13 \text{ Kg m}$$

Nudo 4

$$M'_{43} = -0.135 * (-3488 \text{ Kg m} - 64.13 \text{ Kg m}) = -462.22 \text{ Kg m}$$

$$M'_{49} = -0.105 * (-3488 \text{ Kg m} - 64.13 \text{ Kg m}) = -359.51 \text{ Kg m}$$

$$M'_{45} = -0.255 * (-3488 \text{ Kg m} - 64.13 \text{ Kg m}) = -873.09 \text{ Kg m}$$

Nudo 5

$$M'_{54} = -0.36 * (892 \text{ Kg m} - 873.09 \text{ Kg m}) = -6.81 \text{ Kg m}$$

$$M'_{510} = -0.14 * (892 \text{ Kg m} - 873.09 \text{ Kg m}) = -2.65 \text{ Kg m}$$

Nudo 6

$$M'_{61} = -0.115 * (-892 \text{ Kg m} + 124.88 \text{ Kg m}) = 88.22 \text{ Kg m}$$

$$M'_{67} = -0.295 * (-892 \text{ Kg m} + 124.88 \text{ Kg m}) = 226.30 \text{ Kg m}$$

$$M'_{611} = -0.085 * (-892 \text{ Kg m} + 124.88 \text{ Kg m}) = 65.21 \text{ Kg m}$$

Nudo 7

$$M'_{76} = -0.225 * (-3488 + 226.30 + 332.52) = 659.06 \text{ Kg m}$$

$$M'_{72} = -0.09 * (-3488 + 226.30 + 332.52) = 263.63 \text{ Kg m}$$

$$M'_{78} = -0.12 * (-3488 + 226.30 + 332.52) = 351.50 \text{ Kg m}$$

$$M'_{712} = -0.065 * (-3488 + 226.30 + 332.52) = 190.40 \text{ Kg m}$$

Nudo 8

$$M'_{87} = -0.12 * (-0 \text{ Kg} + 351.50 - 85.51) = -31.92 \text{ Kg m}$$

$$M'_{83} = -0.155 * (-0 \text{ Kg} + 351.50 - 85.51) = -41.23 \text{ Kg m}$$

$$M'_{89} = -0.12 * (-0 \text{ Kg} + 351.50 - 85.51) = -31.92 \text{ Kg m}$$

$$M'_{813} = -0.105 * (-0 \text{ Kg} + 351.50 - 85.51) = -27.93 \text{ Kg m}$$

Nudo 9

$$M'_{98} = -0.12 * (3488 - 31.92 - 359.51) = -371.59 \text{ Kg m}$$

$$M'_{94} = -0.09 * (3488 - 31.92 - 359.51) = -278.69 \text{ Kg m}$$

$$M'_{910} = -0.225 * (3488 - 31.92 - 359.51) = -696.72 \text{ Kg m}$$

$$M'_{914} = -0.065 * (3488 - 31.92 - 359.51) = -201.28 \text{ Kg m}$$

Nudo 10

$$M'_{109} = -0.295 * (892 - 696.72 - 2.65) = -56.83 \text{ Kg m}$$

$$M'_{105} = -0.115 * (892 - 696.72 - 2.65) = -22.15 \text{ Kg m}$$

$$M'_{1015} = -0.085 * (892 - 696.72 - 2.65) = -16.37 \text{ Kg m}$$

Segunda iteración

Nudo 1

$$M'_{12} = -0.36 * (-892 + 823.39 + 88.22) = -7.06 \text{ Kg m}$$

$$M'_{16} = -0.14 * (-892 + 823.39 + 88.22) = -2.75 \text{ Kg m}$$

Nudo 2

$$M'_{21} = -0.26 * (-3488 - 7.06 + 263.63 - 64.13) = 856.85 \text{ Kg m}$$

$$M'_{27} = -0.105 * (-3488 - 7.06 + 263.63 - 64.13) = 311.58 \text{ Kg m}$$

$$M'_{23} = -0.135 * (-3488 - 7.06 + 263.63 - 64.13) = 444.90 \text{ Kg m}$$

Nudo 3

$$M'_{32} = -0.15 * (-0 + 444.90 - 41.23 - 462.22) = 8.78 \text{ Kg m}$$

$$M'_{38} = -0.20 * (-0 + 444.90 - 41.23 - 462.22) = 18.18 \text{ Kg m}$$

$$M'_{34} = -0.15 * (-0 + 444.90 - 41.23 - 462.22) = 8.78 \text{ Kg m}$$

Nudo 4

$$M'_{43} = -0.135 * (-3488 + 8.78 - 278.69 - 6.81) = -433.52 \text{ Kg m}$$

$$M'_{49} = -0.105 * (-3488 + 8.78 - 278.69 - 6.81) = -329.53 \text{ Kg m}$$

$$M'_{45} = -0.255 * (-3488 + 8.78 - 278.69 - 6.81) = -818.88 \text{ Kg m}$$

Nudo 5

$$M'_{54} = -0.36 * (892 - 818.88 - 22.15) = -18.35 \text{ Kg m}$$

$$M'_{510} = -0.14 * (892 - 818.88 - 22.15) = -0.45 \text{ Kg m}$$

Nudo 6

$$M'_{61} = -0.115 * (-892 - 2.74 + 659.06) = 27.10 \text{ Kg m}$$

$$M'_{67} = -0.295 * (-892 - 2.74 + 659.06) = 69.52 \text{ Kg m}$$

$$M'_{611} = -0.085 * (-892 - 2.74 + 659.06) = 20.03 \text{ Kg m}$$

Nudo 7

$$M'_{76} = -0.225 * (-3488 + 69.52 + 311.57 - 31.92) = 706.23 \text{ Kg m}$$

$$M'_{72} = -0.09 * (-3488 + 69.52 + 311.57 - 31.92) = 228.49 \text{ Kg m}$$

$$M'_{78} = -0.12 * (-3488 + 69.52 + 311.57 - 31.92) = 376.66 \text{ Kg m}$$

$$M'_{712} = -0.065 * (-3488 + 69.52 + 311.57 - 31.92) = 193.83 \text{ Kg m}$$

Nudo 8

$$M'_{87} = -0.12 * (-0 \text{ Kg} + 376.66 + 15.18 - 371.91) = -2.43 \text{ Kg m}$$

$$M'_{83} = -0.155 * (-0 \text{ Kg} + 376.66 + 15.18 - 371.91) = -3.14 \text{ Kg m}$$

$$M'_{89} = -0.12 * (-0 \text{ Kg} + 376.66 + 15.18 - 371.91) = -2.43 \text{ Kg m}$$

$$M'_{813} = -0.105 * (-0 \text{ Kg} + 376.66 + 15.18 - 371.91) = 0.51 \text{ Kg m}$$

Nudo 9

$$M'_{98} = -0.12 * (3488 - 2.43 - 329.53 - 53.82) = -371.91 \text{ Kg m}$$

$$M'_{94} = -0.09 * (3488 - 2.43 - 329.53 - 53.82) = -278.93 \text{ Kg m}$$

$$M'_{910} = -0.225 * (3488 - 2.43 - 329.53 - 53.82) = -697.32 \text{ Kg m}$$

$$M'_{914} = -0.065 * (3488 - 2.43 - 329.53 - 53.82) = -199.53 \text{ Kg m}$$

Nudo 10

$$M'_{109} = -0.295 * (892 - 697.32 - 0.45) = -57.56 \text{ Kg m}$$

$$M'_{105} = -0.115 * (892 - 697.32 - 0.45) = -22.44 \text{ Kg m}$$

$$M'_{1015} = -0.085 * (892 - 697.32 - 0.45) = -16.64 \text{ Kg m}$$

Tabla XXXII. Desarrollo del método de Kani (siguiente página)

Momentos últimos en el extremo de cada barra: Para determinar los momentos últimos en los extremos de las barras, provocados únicamente por cargas verticales se emplea la ecuación siguiente:

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

Vigas:

$$M_{12} = -892.00 \text{ Kg m} + 2(14.19 \text{ kg m}) + 830.77 \text{ Kg m} = -32.85 \text{ Kg m}$$

$$M_{21} = 892.00 \text{ Kg m} + 2(830.77 \text{ kg m}) + 14.19 \text{ Kg m} = 2567.73 \text{ Kg m}$$

$$M_{23} = -4380.00 \text{ Kg m} + 2(431.36 \text{ kg m}) - 0.15 \text{ Kg m} = -3517.42 \text{ Kg m}$$

$$M_{32} = 4380.00 \text{ Kg m} + 2(-0.15 \text{ kg m}) + 431.36 \text{ Kg m} = 4811.06 \text{ Kg m}$$

Columnas:

$$M_{16} = 0 \text{ Kg m} + 2(5.52 \text{ kg m}) + 21.8 \text{ Kg m} = 32.86 \text{ Kg m}$$

$$M_{61} = 0 \text{ Kg m} + 2(21.8 \text{ kg m}) + 5.52 \text{ Kg m} = 49.17 \text{ Kg m}$$

$$M_{27} = 0 \text{ Kg m} + 2(335.50 \text{ kg m}) + 278.68 \text{ Kg m} = 949.69 \text{ Kg m}$$

$$M_{72} = 0 \text{ Kg m} + 2(278.68 \text{ kg m}) + 335.50 \text{ Kg m} = 892.87 \text{ Kg m}$$

Momentos últimos $M_u(+)$: Provocados por la carga muerta, segundo nivel

$$M_{u(+)} = \frac{WL^2}{8} - \left(\frac{|M_{uik(-)}| + |M_{uki(-)}|}{2} \right)$$

$$M_{1314(+)} = \frac{1470 \text{ Kg} \cdot (2.65 \text{ m})^2}{8} - \left(\frac{|32.85 \text{ Kg m}| + |-2567.73 \text{ Kg m}|}{2} \right) = 9.91 \text{ Kg m}$$

$$M_{1415(+)} = \frac{2005 \text{ Kg} \cdot (4.98 \text{ m})^2}{8} - \left(\frac{|3517.42 \text{ Kg m}| + |-4811.06 \text{ Kg m}|}{2} \right) = 2051.36 \text{ Kg m}$$

El método anterior fue aplicado para hallar los momentos finales provocados por la carga viva y carga muerta en el marco sobre el eje C en el sentido Y, y en el marco sobre el eje 15 en el sentido X, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla XXXIV. Momentos carga muerta en vigas, marco sobre el eje C
(método de Kani)

Eje	Viga	L (m)	primer nivel			segundo nivel		
			$M_u(-)$		$M_u(+)$	$M_u(-)$		$M_u(+)$
			IZQ	DER		IZQ	DER	
C	13-14	2.65	83.33	-2341.39	78.02	32.85	-2567.73	9.91
C	14-15	4.98	3636.80	-4751.67	2021.36	3517.42	-4811.06	2051.36
C	15-16	4.98	4751.68	-3636.49	2021.51	4810.72	-3519.00	2050.74
C	16-17	2.65	2341.29	-84.66	77.41	2538.74	-37.59	9.92

Tabla XXXV. Momentos carga muerta en columnas, marco sobre el eje C
(método de Kani)

Eje	Marco	M_u primer nivel		M_u segundo nivel	
		ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA
C	17	-16.13	-32.26	-49.17	-32.86
C	16	-201.27	-402.54	-892.87	-949.69
C	15	-0.04	-0.08	0.08	0.34
C	14	201.38	402.76	892.44	948.38
C	13	15.88	31.77	51.03	37.59

Tabla XXXVI. Momentos carga viva en vigas, marco sobre el eje C
(método de Kani)

Eje	Viga	L (m)	primer nivel			segundo nivel		
			$M_u(-)$		$M_u(+)$	$M_u(-)$		$M_u(+)$
			IZQ	DER		IZQ	DER	
C	13-14	2.65	-44.66	-1188.17	89.73	-50.41	-1320.79	158.91
C	14-15	4.98	1984.26	-2667.91	1331.97	1906.61	-2706.55	1351.48
C	15-16	4.98	2667.92	-1984.07	1332.06	2706.35	-1907.59	1351.09
C	16-17	2.65	1188.11	43.83	89.28	1302.86	47.49	148.49

Tabla XXXVII. Momentos carga viva en columnas, marco sobre el eje C
(método de Kani)

Eje	Marco	M_u primer nivel		M_u segundo nivel	
		ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA
C	17	6.51	8.42	35.55	50.11
C	16	-122.38	-248.06	-547.94	-585.79
C	15	0.00	0.00	0.00	0.00
C	14	122.38	248.06	547.94	585.79
C	13	-6.51	-8.42	-35.50	-50.11

Tabla XXXVIII. Momentos carga muerta en vigas, marco sobre el eje 15
(método de Kani)

Eje	Viga	L (m)	primer nivel			segundo nivel		
			$M_u(-)$		$M_u(+)$	$M_u(-)$		$M_u(+)$
			IZQ	DER		IZQ	DER	
15	B-C	4.75	1639.37	-3575.45	1228.21	1276.44	-3801.01	1296.90
15	C-D	4.75	4534.81	-4985.11	2220.32	4487.88	-4990.80	2240.94
15	D-E	4.75	4881.68	-4837.62	2120.62	4902.54	-4831.44	2113.28
15	E-F	4.75	4848.36	-4852.37	2129.91	4843.23	-4854.10	2131.60
15	F-G	4.75	4851.86	-4849.18	2129.75	4852.87	-4848.82	2129.43
15	G-H	4.75	4844.16	-4867.45	2124.47	4845.63	-4864.23	2125.34
15	H-I	4.75	4913.72	-4699.50	2173.67	4892.32	-4747.28	2160.47
15	I-J	5.20	4298.82	-2303.43	1650.58	4512.99	-1804.55	1792.93

Tabla XXXIX. Momentos carga muerta en columnas, marco sobre el eje 15
(método de Kani)

Eje	Marco	M_u primer nivel		M_u segundo nivel	
		ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA
15	B-C	-244.96	-489.92	-1149.45	-1276.46
15	C-D	-145.33	-290.66	-654.85	-686.86
15	D-E	13.99	27.99	74.11	88.25
15	E-F	-1.14	-2.29	-8.34	-11.79
15	F-G	-0.03	-0.05	0.56	1.24
15	G-H	0.81	1.62	3.33	3.19
15	H-I	-7.60	-15.21	-30.34	-28.09
15	I-J	67.28	134.56	266.12	234.29

Tabla XL. Momentos carga viva en vigas, marco sobre el eje 15 (método de Kani)

Eje	Viga	L (m)	primer nivel			segundo nivel		
			$M_u(-)$		$M_u(+)$	$M_u(-)$		$M_u(+)$
			IZQ	DER		IZQ	DER	
15	B-C	4.75	1363.91	-2437.22	1272.29	1084.61	-2508.42	1376.34
15	C-D	4.75	2183.66	-2084.34	1038.85	2264.96	-2058.62	1011.06
15	D-E	4.75	2110.13	-2117.41	1059.08	2092.07	-2123.65	1064.99
15	E-F	4.75	2115.02	-2115.01	1057.83	2119.03	-2112.55	1057.06
15	F-G	4.75	2114.72	-2115.51	1057.73	2111.87	-2122.12	1055.86
15	G-H	4.75	2121.13	-2102.00	1061.29	2131.50	-2070.89	1071.66
15	H-I	4.75	2044.00	-2276.86	1012.42	2004.00	-2408.71	966.49
15	I-J	5.20	2820.86	-1730.78	1526.68	2900.27	-1372.70	1666.01

Tabla XLI. Momentos carga viva en columnas, marco sobre el eje 15 (método de Kani)

Eje	Marco	M_u primer nivel		M_u segundo nivel	
		ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA
15	B-C	-201.03	-402.06	-961.85	-1084.63
15	C-D	31.11	62.21	188.39	243.47
15	D-E	-2.14	-4.28	-21.31	-33.46
15	E-F	0.02	0.03	2.35	4.62
15	F-G	-0.01	-0.03	0.31	0.68
15	G-H	-0.22	-0.43	-5.16	-9.39
15	H-I	5.79	11.59	45.86	66.89
15	I-J	-70.76	-141.53	-402.47	-491.56

Al comparar los resultados en este análisis, el método de Cross y el método de Kani difieren en 1% por lo que de aquí en adelante se analizará únicamente con el método de Kani, ya que es el método que muestra los resultados más conservadores.

Figura 37. Diagrama de momentos carga muerta en vigas y columnas, marco sobre el eje C

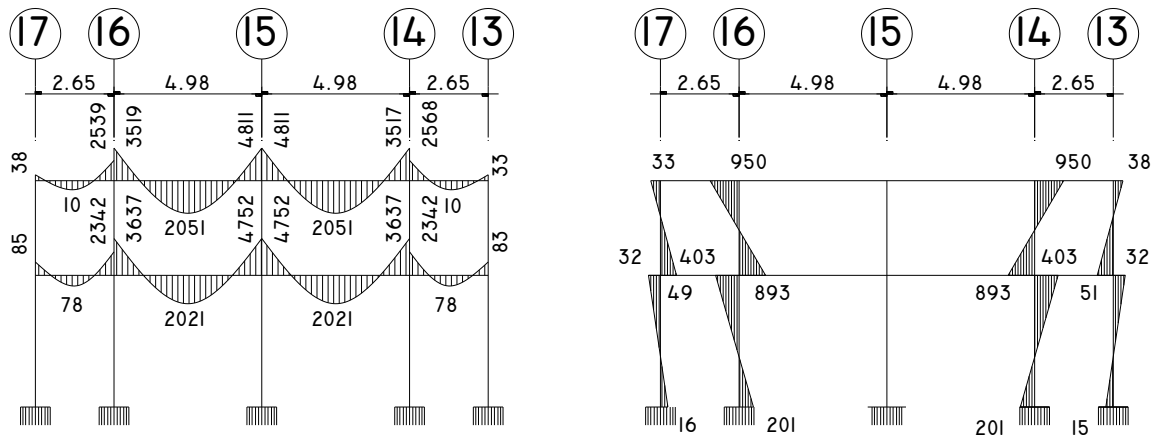


Figura 38. Diagrama de momentos carga viva en vigas y columnas, marco sobre el eje C

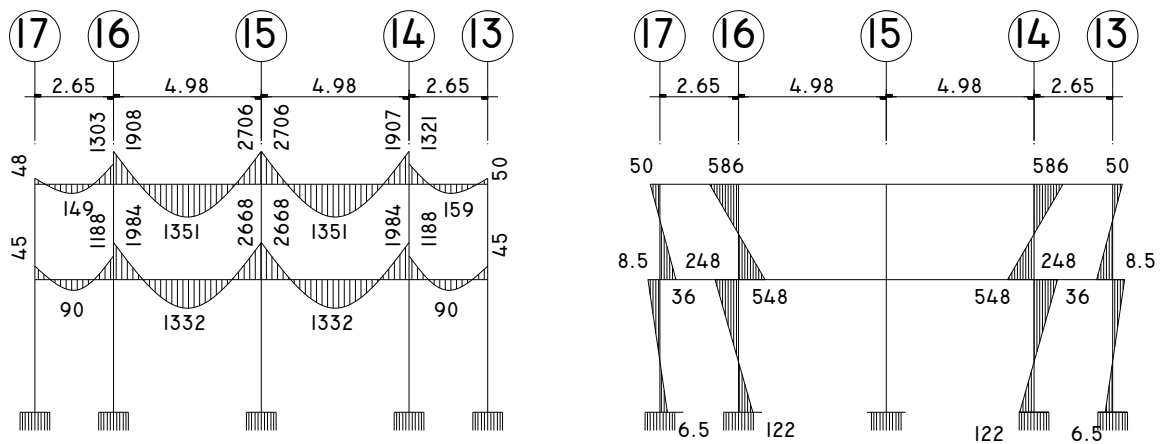


Figura 39. Diagrama de momentos carga muerta en vigas, marco sobre el eje 15

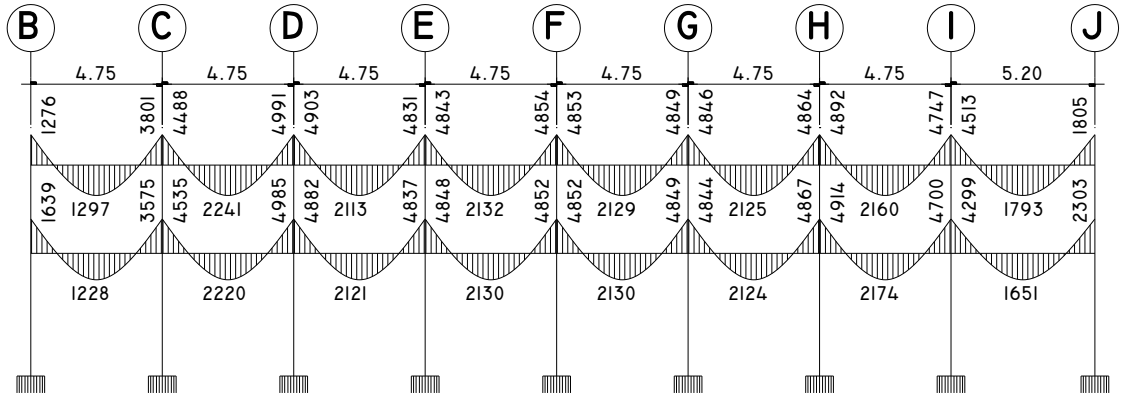


Figura 40. Diagrama de momentos carga muerta en columnas, marco sobre el eje 15

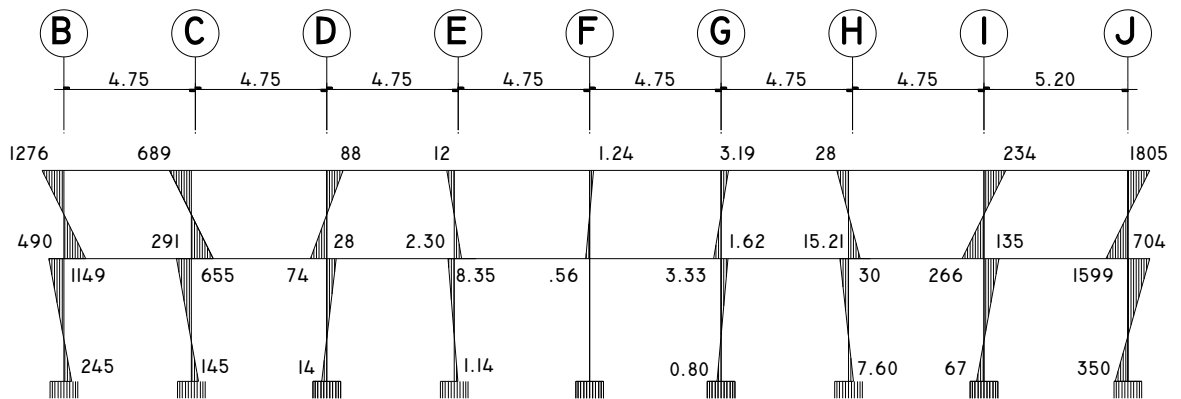


Figura 41. Diagrama de momentos carga viva en vigas, marco sobre el eje 15

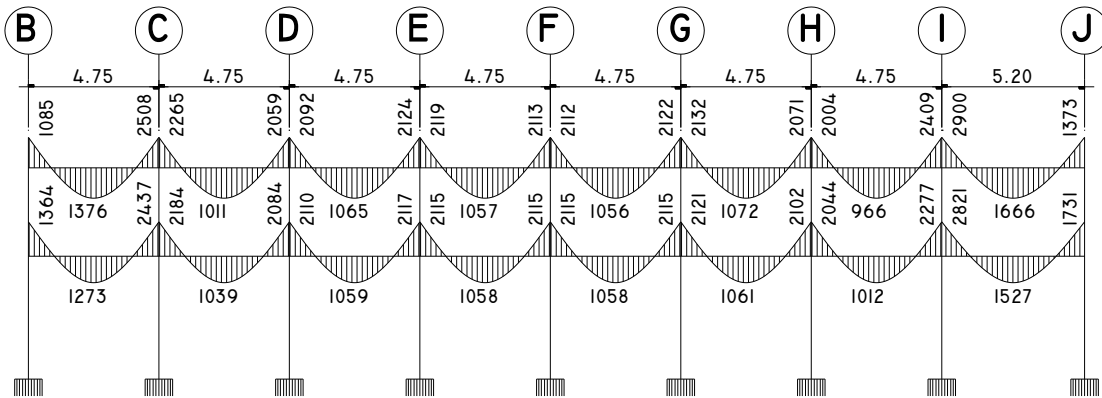
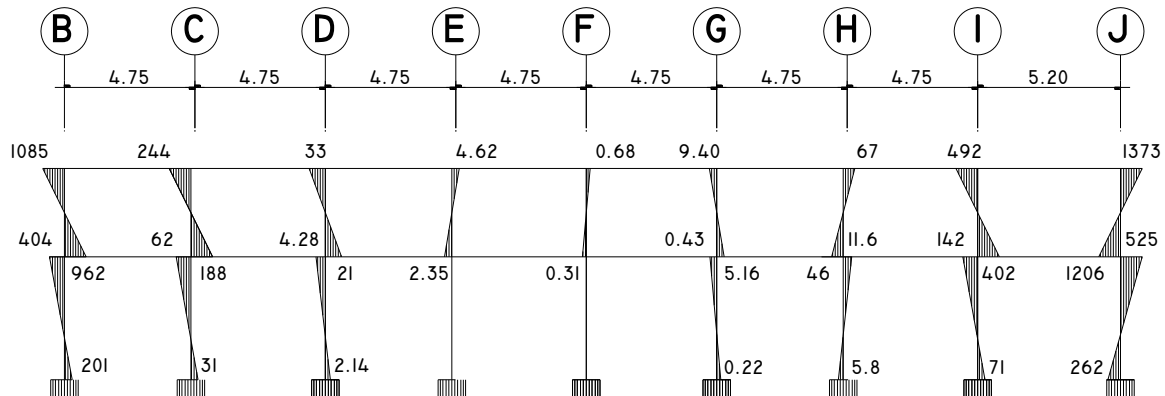


Figura 42. Diagrama de momentos carga viva en columnas, marco sobre el eje 15



2.1.4.4.3 Método de Kani para cargas sísmicas

Para el análisis de carga sísmica se utiliza el método de Kani con lado, asumiendo que no existen cargas verticales y las únicas cargas que provocan esfuerzos en la estructura son las cargas horizontales.

Factores de giro:

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

$\mu_{12} = 0.36$	$\mu_{16} = -0.14$		
$\mu_{21} = 0.26$	$\mu_{23} = 0.135$	$\mu_{27} = 0.105$	
$\mu_{32} = 0.15$	$\mu_{34} = -0.15$	$\mu_{38} = \frac{0.26}{0.20+0.20+0.26} = -0.20$	
$\mu_{43} = -0.135$	$\mu_{45} = -0.255$	$\mu_{49} = -0.105$	
$\mu_{54} = -0.36$	$\mu_{510} = -0.14$		
$\mu_{67} = -0.295$	$\mu_{61} = -0.115$	$\mu_{611} = -0.085$	
$\mu_{76} = -0.225$	$\mu_{78} = -0.12$	$\mu_{72} = -0.09$	$\mu_{712} = -0.065$
$\mu_{87} = -0.12$	$\mu_{89} = -0.12$	$\mu_{83} = -0.155$	$\mu_{813} = -0.105$
$\mu_{98} = -0.12$	$\mu_{910} = -0.225$	$\mu_{94} = -0.09$	$\mu_{914} = -0.065$
$\mu_{109} = -0.295$	$\mu_{105} = -0.11$	$\mu_{1015} = -0.085$	

Factores de corrimiento: Se calculan cuando existen fuerzas que provocan ladeo en la estructura. Este procedimiento se hace con todos los nodos del marco, los factores de corrimiento se calculan por nivel para considerar el desplazamiento lateral:

$$v_{ik} = -\frac{3}{2} * \left(\frac{K_{ik}}{\sum k_{ik}} \right)$$

Las fuerzas que provocan ladeo son las fuerzas horizontales o fuerzas sísmicas aplicadas al marco, las cuales fueron calculadas en el corte basal.

Fuerzas de sujeción:

$$H_n = F_{mn} \text{ (Fuerza por marco del nivel } n, \text{ tomada del análisis sísmico)}$$

Fuerzas cortantes de piso:

$$Q_n = \sum H_n$$

Momento de piso:

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

Influencias de giro: Cuando el análisis es únicamente para carga horizontal, el $M_s = 0$.

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

Influencias de desplazamiento: Se calculan únicamente para las columnas.

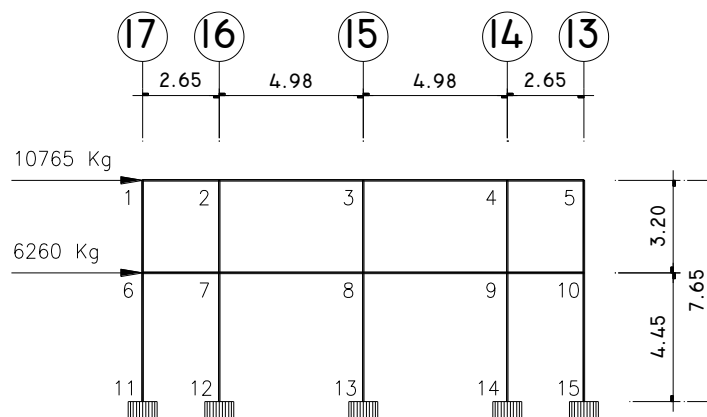
$$M''_{ik} = v_{ik} \left(M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right)$$

Momentos últimos en el extremo de cada barra: Para determinar los momentos últimos en los extremos de las barras, provocados por cargas horizontales se emplea la ecuación siguiente:

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

Método de Kani para cargas sísmica, marco eje Y

Figura 43. Fuerzas horizontales aplicadas al marco sobre el eje C



Factores de corrimiento: las rigideces relativas fueron calculadas en el desarrollo del método de Cross.

$$v_{16,27,45,510} = -\frac{3}{2} * \left(\frac{0.15}{0.15 + 0.15 + 0.26 + 0.15 + 0.15} \right) \cong -0.26$$

$$v_{38} = -\frac{3}{2} * \left(\frac{0.26}{0.15 + 0.15 + 0.26 + 0.15 + 0.15} \right) \cong -0.45$$

$$v_{611,712,914,1015} = -\frac{3}{2} * \left(\frac{0.11}{0.11 + 0.11 + 0.18 + 0.11 + 0.11} \right) \cong -0.26$$

$$v_{813} = -\frac{3}{2} * \left(\frac{0.18}{0.11 + 0.11 + 0.18 + 0.11 + 0.11} \right) \cong -0.45$$

Fuerzas de sujeción:

$$H_1 = F_{m1c} = 6260.67 \text{ Kg}$$

$$H_2 = F_{m2c} = 10763.07 \text{ Kg}$$

Cálculo de la fuerza cortante de piso:

$$Q_1 = 6260.67 \text{ Kg} + 10763.07 \text{ Kg} = 17023.74 \text{ Kg}$$

$$Q_2 = 10763.07 \text{ Kg}$$

Cálculo de los momentos de piso:

$$M_1 = \frac{17023.74 \text{ Kg} * 4.45 \text{ m}}{3} \cong 25252 \text{ Kg m}$$

$$M_2 = \frac{10763.07 \text{ Kg} * 3.20 \text{ m}}{3} \cong 11481 \text{ Kg m}$$

Primera iteración, influencias de giro:

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

Por definición la primera iteración para las influencias de giro es igual a cero.

Primera iteración, influencias de desplazamiento:

$$M''_{16} = -0.26(11481 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -2985.06$$

$$M''_{27} = -0.26(11481 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -2985.06$$

$$M''_{38} = -0.45(11481 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -5166.45$$

$$M''_{49} = -0.26(11481 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -2985.06$$

$$M''_{510} = -0.26(11481 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -2985.06$$

$$M''_{611} = -0.26(25252 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -6565.52$$

$$M''_{712} = -0.26(25252 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -6565.52$$

$$M''_{813} = -0.45(25252 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -11363.40$$

$$M''_{914} = -0.26(25252 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -6565.52$$

$$M''_{1015} = -0.26(25252 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0)) = -6565.52$$

Segunda iteración, influencia de giro:

Nudo 1

$$M'_{12} = -0.36 * (0 + 0 + 0 - 2985.06) = 1074.62 \text{ Kg m}$$

$$M'_{16} = -0.14 * (0 + 0 + 0 - 2985.06) = 417.91 \text{ Kg m}$$

Nudo 2

$$M'_{21} = -0.26 * (0 + 1074.62 + 0 + 0 - 2985.06) = 496.71 \text{ Kg m}$$

$$M'_{27} = -0.105 * (0 + 1074.62 + 0 + 0 - 2985.06) = 200.60 \text{ Kg m}$$

$$M'_{23} = -0.135 * (0 + 1074.62 + 0 + 0 - 2985.06) = 257.91 \text{ Kg m}$$

Nudo 3

$$M'_{32} = -0.15 * (0 + 257.91 + 0 + 0 - 5166.45) = 736.28 \text{ Kg m}$$

$$M'_{38} = -0.20 * (0 + 257.91 + 0 + 0 - 5166.45) = 981.71 \text{ Kg m}$$

$$M'_{34} = -0.15 * (0 + 257.91 + 0 + 0 - 5166.45) = 736.28 \text{ Kg m}$$

Nudo 4

$$M'_{43} = -0.135 * (0 + 736.28 + 0 + 0 - 2985.06) = 303.59 \text{ Kg m}$$

$$M'_{49} = -0.105 * (0 + 736.28 + 0 + 0 - 2985.06) = 236.12 \text{ Kg m}$$

$$M'_{45} = -0.255 * (0 + 736.28 + 0 + 0 - 2985.06) = 573.44 \text{ Kg m}$$

Nudo 5

$$M'_{54} = -0.36 * (0 + 573.44 + 0 - 2985.06) = 868.18 \text{ Kg m}$$

$$M'_{510} = -0.14 * (0 + 573.44 + 0 - 2985.06) = 337.63 \text{ Kg m}$$

Nudo 6

$$M'_{61} = -0.115 * (0 + 417.91 + 0 - 6565.52 - 2985.06) = 1050.26 \text{ Kg m}$$

$$M'_{67} = -0.295 * (0 + 417.91 + 0 - 6565.52 - 2985.06) = 2694.14 \text{ Kg m}$$

$$M'_{611} = -0.085 * (0 + 417.91 + 0 - 6565.52 - 2985.06) = 776.28 \text{ Kg m}$$

Nudo 7

$$M'_{76} = -0.225 * (0 + 2694.14 + 200.6 + 0 - 6565.52 - 2985.06) =$$

$$1497.57 \text{ Kg m}$$

$$M'_{72} = -0.09 * (0 + 2694.14 + 200.6 + 0 - 6565.52 - 2985.06) = 599.03 \text{ Kg m}$$

$$M'_{78} = -0.12 * (0 + 2694.14 + 200.6 + 0 - 6565.52 - 2985.06) = 798.70 \text{ Kg m}$$

$$M'_{712} = -0.065 * (0 + 2694.14 + 200.6 + 0 - 6565.52 - 2985.06) = 432.63 \text{ Kg m}$$

Nudo 8

$$M'_{87} = -0.12 * (0 + 798.70 + 981.71 + 0 - 11363.40 - 5166.45) =$$

$$1769.93 \text{ Kg m}$$

$$M'_{83} = -0.155 * (0 + 798.70 + 981.71 + 0 - 11363.40 - 5166.45) =$$

$$1696.19 \text{ Kg m}$$

$$M'_{89} = -0.12 * (0 + 798.70 + 981.71 + 0 - 11363.40 - 5166.45) =$$

$$1769.93 \text{ Kg m}$$

$$M'_{813} = -0.105 * (0 + 798.70 + 981.71 + 0 - 11363.40 - 5166.45) =$$

$$1548.69 \text{ Kg m}$$

Nudo 9

$$M'_{98} = -0.12 * (0 + 1769.93 + 236.12 + 0 - 6565.52 - 2985.06) = 905.34 \text{ Kg m}$$

$$M'_{94} = -0.09 * (0 + 1769.93 + 236.12 + 0 - 6565.52 - 2985.06) = 679.00 \text{ Kg m}$$

$$M'_{910} = -0.225 * (0 + 1769.93 + 236.12 + 0 - 6565.52 - 2985.06) =$$

$$1697.52 \text{ Kg m}$$

$$M'_{914} = -0.065 * (0 + 1769.93 + 236.12 + 0 - 6565.52 - 2985.06) =$$

$$490.39 \text{ Kg m}$$

Nudo 10

$$M'_{109} = -0.295 * (0 + 1697.52 + 337.63 - 6565.52 - 2985.06) = 2217.05 Kg m$$

$$M'_{105} = -0.115 * (0 + 1697.52 + 337.63 - 6565.52 - 2985.06) = 864.28 Kg m$$

$$M'_{1015} = -0.085 * (0 + 1697.52 + 337.63 - 6565.52 - 2985.06) = 638.81 Kg m$$

Segunda iteración, influencias de desplazamiento:

$$M''_{16} = -0.26(11481 + (417.91 + 1050.26 + 200.6 + 599.03 + 981.71 + 1696.19 + 236.12 + 679 + 337.63 + 864.28)) = -4821.37$$

$$M''_{27} = -0.26(11481 + (417.91 + 1050.26 + 200.6 + 599.03 + 981.71 + 1696.19 + 236.12 + 679 + 337.63 + 864.28)) = -4821.37$$

$$M''_{38} = -0.45(11481 + (417.91 + 1050.26 + 200.6 + 599.03 + 981.71 + 1696.19 + 236.12 + 679 + 337.63 + 864.28)) = -8344.67$$

$$M''_{49} = -0.26(11481 + (417.91 + 1050.26 + 200.6 + 599.03 + 981.71 + 1696.19 + 236.12 + 679 + 337.63 + 864.28)) = -4821.37$$

$$M''_{510} = -0.26(11481 + (417.91 + 1050.26 + 200.6 + 599.03 + 981.71 + 1696.19 + 236.12 + 679 + 337.63 + 864.28)) = -4821.37$$

$$M''_{611} = -0.26(25252 + (776.28 + 432.63 + 1548.69 + 490.39 + 638.81)) = -7576.09$$

$$M''_{712} = -0.26(25252 + (776.28 + 432.63 + 1548.69 + 490.39 + 638.81)) = -7576.09$$

$$M''_{813} = -0.45(25252 + (776.28 + 432.63 + 1548.69 + 490.39 + 638.81)) = -13112.46$$

$$M''_{914} = -0.26(25252 + (776.28 + 432.63 + 1548.69 + 490.39 + 638.81)) = -7576.09$$

$$M''_{1015} = -0.26(25252 + (776.28 + 432.63 + 1548.69 + 490.39 + 638.81)) = -7576.09$$

Tercera iteración, influencia de giro:

Nudo 1

$$M'_{12} = -0.36 * (0 + 1050.28 + 496.71 - 4821.37) = 1178.78 \text{ Kg m}$$

$$M'_{16} = -0.14 * (0 + 1050.28 + 496.71 - 4821.37) = 458.41 \text{ Kg m}$$

Nudo 2

$$M'_{21} = -0.26 * (0 + 1178.78 + 736.28 + 599.03 - 4821.37) = 599.89 \text{ Kg m}$$

$$M'_{27} = -0.105 * (0 + 1178.78 + 736.28 + 599.03 - 4821.37) = 242.26 \text{ Kg m}$$

$$M'_{23} = -0.135 * (0 + 1178.78 + 736.28 + 599.03 - 4821.37) = 311.48 \text{ Kg m}$$

Nudo 3

$$M'_{32} = -0.15 * (0 + 311.48 + 303.59 + 1696.19 - 8344.67) = 905.01 \text{ Kg m}$$

$$M'_{38} = -0.20 * (0 + 311.48 + 303.59 + 1696.19 - 8344.67) = 1206.68 \text{ Kg m}$$

$$M'_{34} = -0.15 * (0 + 311.48 + 303.59 + 1696.19 - 8344.67) = 905.01 \text{ Kg m}$$

Nudo 4

$$M'_{43} = -0.135 * (0 + 905.01 + 868.18 + 679 - 4821.37) = 319.84 \text{ Kg m}$$

$$M'_{49} = -0.105 * (0 + 905.01 + 868.18 + 679 - 4821.37) = 248.76 \text{ Kg m}$$

$$M'_{45} = -0.255 * (0 + 905.01 + 868.18 + 679 - 4821.37) = 604.14 \text{ Kg m}$$

Nudo 5

$$M'_{54} = -0.36 * (0 + 604.14 + 864.28 - 4821.37) = 1207.06 \text{ Kg m}$$

$$M'_{510} = -0.14 * (0 + 604.14 + 864.28 - 4821.37) = 469.41 \text{ Kg m}$$

Nudo 6

$$M'_{61} = -0.115 * (0 + 458.42 + 1497.56 - 7576.09 - 4821.37) = 1200.77 \text{ Kg m}$$

$$M'_{67} = -0.295 * (0 + 458.42 + 1497.56 - 7576.09 - 4821.37) = 3080.24 \text{ Kg m}$$

$$M'_{611} = -0.085 * (0 + 458.42 + 1497.56 - 7576.09 - 4821.37) = 887.53 \text{ Kg m}$$

Nudo 7

$$M'_{76} = -0.225 * (0 + 3080.24 + 242.26 + 1769.93 - 7576.09 - 4821.37) \\ = 1643.63 \text{ Kg m}$$

$$M'_{72} = -0.09 * (0 + 3080.24 + 242.26 + 1769.93 - 7576.09 - 4821.37) \\ = 657.45 \text{ Kg m}$$

$$M'_{78} = -0.12 * (0 + 3080.24 + 242.26 + 1769.93 - 7576.09 - 4821.37) \\ = 876.60 \text{ Kg m}$$

$$M'_{712} = -0.065 * (0 + 3080.24 + 242.26 + 1769.93 - 7576.09 - 4821.37) \\ = 474.83 \text{ Kg m}$$

Nudo 8

$$M'_{87} = -0.12 * (0 + 876.60 + 1206.68 + 905.34 - 13112.46 - 8344.67) \\ = 2216.22 \text{ Kg m}$$

$$M'_{83} = -0.155 * (0 + 876.60 + 1206.68 + 905.34 - 13112.46 - 8344.67) \\ = 2123.88 \text{ Kg m}$$

$$M'_{89} = -0.12 * (0 + 876.60 + 1206.68 + 905.34 - 13112.46 - 8344.67) \\ = 2216.22 \text{ Kg m}$$

$$M'_{813} = -0.105 * (0 + 876.60 + 1206.68 + 905.34 - 13112.46 - 8344.67) \\ = 1939.19 \text{ Kg m}$$

Nudo 9

$$M'_{98} = -0.12 * (0 + 2216.22 + 248.76 + 2217.05 - 7576.09 - 4821.37) \\ = 925.85 \text{ Kg m}$$

$$M'_{94} = -0.09 * (0 + 2216.22 + 248.76 + 2217.05 - 7576.09 - 4821.37) \\ = 694.39 \text{ Kg m}$$

$$M'_{910} = -0.225 * (0 + 2216.22 + 248.76 + 2217.05 - 7576.09 - 4821.37) \\ = 1735.97 \text{ Kg m}$$

$$M'_{914} = -0.065 * (0 + 2216.22 + 248.76 + 2217.05 - 7576.09 - 4821.37) \\ = 501.50 \text{ Kg m}$$

Nudo 10

$$M'_{109} = -0.295 * (0 + 1735.97 + 469.41 - 7576.09 - 4821.37) = 3006.66 \text{ Kg m}$$

$$M'_{105} = -0.115 * (0 + 1735.97 + 469.41 - 7576.09 - 4821.37) = 1172.09 \text{ Kg m}$$

$$M'_{1015} = -0.085 * (0 + 1735.97 + 469.41 - 7576.09 - 4821.37) = 866.33 \text{ Kg m}$$

Tabla XLII. Desarrollo del método de Kani para fuerzas que provocan ladeo (siguiente página)

Momentos últimos en el extremo de cada barra: Para determinar los momentos últimos en los extremos de las barras, provocados por las cargas sísmicas emplea la ecuación siguiente:

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

Vigas: $M''_{ik} = 0$

$$M_{12} = 0 \text{ Kg m} + 2(1210.97 \text{ kg m}) + 645.48 \text{ Kg m} = 3067.42 \text{ Kg m}$$

$$M_{21} = 0 \text{ Kg m} + 2(645.48 \text{ kg m}) + 1210.97 \text{ Kg m} = 2501.93 \text{ Kg m}$$

$$M_{23} = 0 \text{ Kg m} + 2(335.15 \text{ kg m}) + 928.88 \text{ Kg m} = 1599.19 \text{ Kg m}$$

$$M_{32} = 4380.00 \text{ Kg m} + 2(928.88 \text{ kg m}) + 335.15 \text{ Kg m} = 2192.92 \text{ Kg m}$$

Columnas:

$$M_{16} = 0 \text{ Kg m} + 2(0 \text{ kg m}) + 935.83 \text{ Kg m} - 7834.75 \text{ Kg m} = -6898.92 \text{ Kg m}$$

$$M_{61} = 0 \text{ Kg m} + 2(935.83 \text{ kg m}) + 0 \text{ Kg m} - 7834.75 \text{ Kg m} = -5027.27 \text{ Kg m}$$

$$M_{27} = 0 \text{ Kg m} + 2(0 \text{ kg m}) + 470.29 \text{ Kg m} - 7834.75 \text{ Kg m} = -7364.45 \text{ Kg m}$$

$$M_{72} = 0 \text{ Kg m} + 2(470.29 \text{ kg m}) + 0 \text{ Kg m} - 7834.75 \text{ Kg m} = -6423.87 \text{ Kg m}$$

El método anterior fue aplicado para hallar los momentos finales provocados por la carga sísmica en el marco sobre el eje C en el sentido Y, y en el marco sobre el eje 15 en el sentido X, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla XLIII. Momentos carga sísmica en vigas, marco sobre el eje C

Eje	Viga	L (m)	primer nivel			segundo nivel		
			$M_u(-)$		$M_u(+)$	$M_u(-)$		$M_u(+)$
			IZQ	DER		IZQ	DER	
C	13-14	2.65	-8123.65	-6503.72	0.00	-3067.42	-2501.93	0.00
C	14-15	4.98	-4102.06	-5599.43	0.00	-1599.19	-2192.92	0.00
C	15-16	4.98	-5599.55	-4102.30	0.00	-2192.29	-1597.93	0.00
C	16-17	2.65	-6503.71	-8122.95	0.00	-2479.33	-3063.04	0.00

Tabla XLIV. Momentos carga sísmica en columnas, marco sobre el eje C

Eje	Marco	M_u primer nivel		M_u segundo nivel	
		ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA
C	17	-6898.92	-5027.27	-2271.10	-63.12
C	16	-7364.45	-6423.87	-3711.24	-2538.72
C	15	-11490.24	-7350.43	-3355.94	1388.11
C	14	-7364.39	-6423.68	-3711.55	-2539.92
C	13	-6899.06	-5027.67	-2269.66	-58.28

Tabla XLV. Momentos carga sísmica en vigas, marco sobre el eje 15

Eje	Viga	L (m)	primer nivel			segundo nivel		
			$M_u(-)$		$M_u(+)$	$M_u(-)$		$M_u(+)$
			IZQ	DER		IZQ	DER	
15	B-C	4.75	-4896.42	-4847.64	0.00	-2032.54	-2036.20	0.00
15	C-D	4.75	-4805.09	-4811.31	0.00	-2038.01	-2036.15	0.00
15	D-E	4.75	-4816.73	-4815.92	0.00	-2034.75	-2035.20	0.00
15	E-F	4.75	-4815.06	-4815.00	0.00	-2035.64	-2035.62	0.00
15	F-G	4.75	-4816.22	-4817.49	0.00	-2035.34	-2035.08	0.00
15	G-H	4.75	-4808.61	-4798.46	0.00	-2034.78	-2034.76	0.00
15	H-I	4.75	-4871.54	-4954.77	0.00	-2048.24	-2061.75	0.00
15	I-J	5.20	-4634.30	-4633.63	0.00	-1910.10	-1939.50	0.00

Tabla XLVI. Momentos carga sísmica en columnas, marco sobre el eje 15

Eje	Marco	M_u primer nivel		M_u segundo nivel	
		ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA
15	B-C	-4388.79	-2703.76	-1349.15	802.51
15	C-D	-8278.25	-5478.91	-2906.49	760.02
15	D-E	-8272.80	-5462.57	-2893.20	776.54
15	E-F	-8273.51	-5464.69	-2894.67	775.18
15	F-G	-8273.56	-5464.84	-2894.83	774.91
15	G-H	-8272.44	-5461.50	-2891.97	778.71
15	H-I	-8281.33	-5488.15	-2917.39	740.52
15	I-J	-8267.28	-5445.99	-2731.21	1037.31
15	B-C	-4312.07	-2473.59	-1240.81	1003.92

Figura 44. Diagrama de momentos carga sísmica en vigas y columnas, marco sobre el eje C

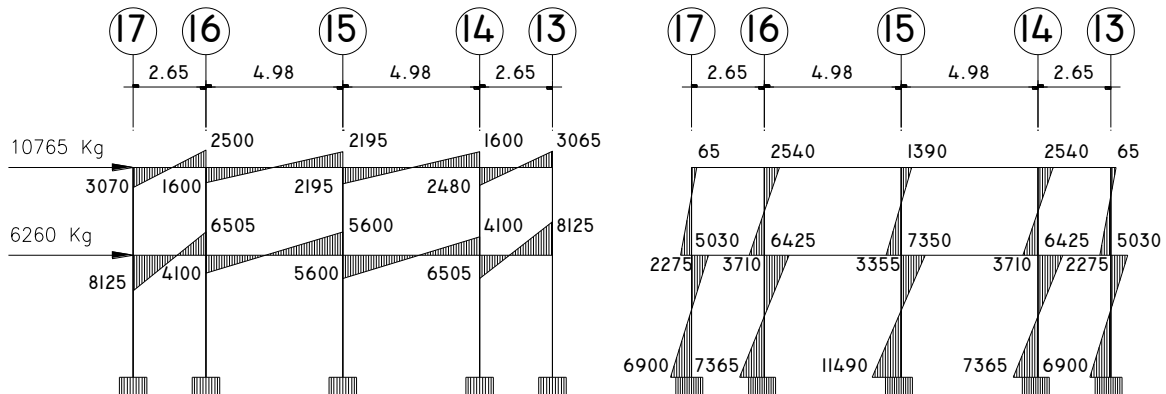


Figura 45. Diagrama de momentos carga sísmica en vigas, marco sobre el eje 15

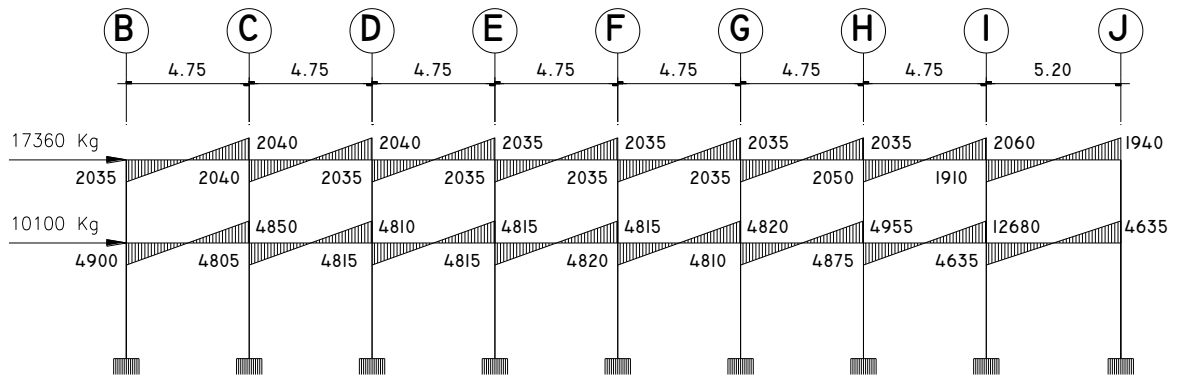
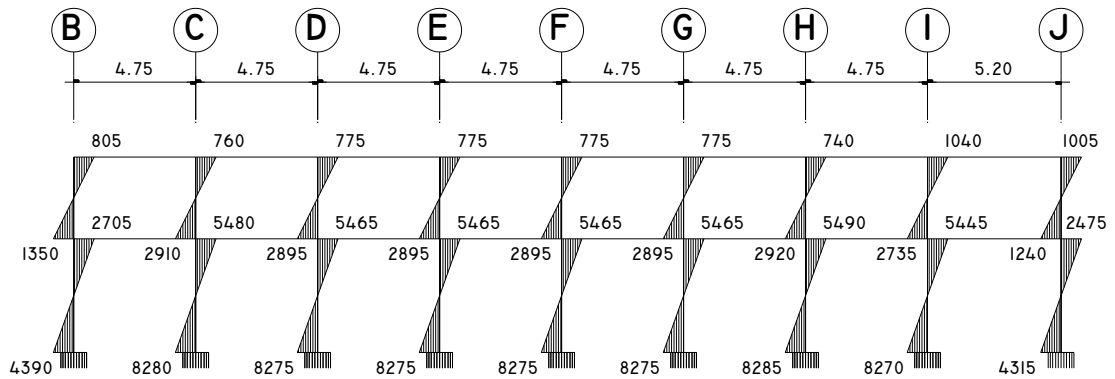


Figura 46. Diagrama de momentos carga sísmica en columnas, marco sobre el eje 15



2.1.4.4.3 Análisis comparativo entre los métodos aproximados (Cross y Kani) y un software (ETABS)

Se hizo un análisis con un programa de computadora llamado ETABS, y después de compararlo con los métodos manuales, se llegó a la determinación que entre los métodos existe una diferencia promedio de 7%, mostrando resultados más conservadores el método manual, por lo que se diseñó con dicho método.

2.1.4.5 Momentos últimos por envolvente de momentos

El código ACI 9.2.1, establece las diferentes combinaciones para la envolvente de momentos. Para este análisis se han tomado en consideración los efectos producidos por la carga muerta, la carga viva y la carga sísmica.

Para demostrar la envolvente de momentos se tomarán los marcos sobre el eje C y sobre el eje 15.

Momentos últimos negativos en vigas y columnas:

$$M_{(-)} = 0.75(1.4M_{(-)CM} + 1.7M_{(-)CV}) \pm 1.0M_{CS}$$

Momentos últimos de inversión en vigas:

$$M_i = 0.9M_{(-)CM} \pm 1.0M_{(-)CS}$$

Momentos últimos positivos en vigas:

$$M_{(+)} = 1.4M_{(+)CM} + 1.7M_{(+)CV}$$

Cálculo de momentos últimos negativos en vigas sobre el marco eje C: debe usarse el resultado crítico de las diferentes combinaciones.

$$M_{12(-)} = (0.75[1.4(32.85) + 1.7(-50.41)]) + 1.0(-3067.42) \cong -3097.19$$

$$M_{12(-)} = (0.75[1.4(32.85) + 1.7(-50.41)]) - 1.0(-3067.42) \cong 3037.64$$

$$M_{21(-)} = (0.75[1.4(-2567.73) + 1.7(-1320.79)]) + 1.0(-2501.63) \cong -6882.06$$

$$M_{21(-)} = (0.75[1.4(-2567.73) + 1.7(-1320.79)]) - 1.0(-2501.63) \cong -1878.19$$

$$M_{23(-)} = (0.75[1.4(3517.42) + 1.7(1906.61)]) + 1.0(-1599.19) \cong 452503$$

$$M_{23(-)} = (0.75[1.4(3517.42) + 1.7(1906.61)]) - 1.0(-1599.19) \cong 7723.42$$

$$M_{32(-)} = (0.75[1.4(-4811.06) + 1.7(-2706.55)]) + 1.0(-2192.92) \cong -10695.39$$

$$M_{32(-)} = (0.75[1.4(-4811.06) + 1.7(-2706.55)]) - 1.0(-2192.92) \cong -6309.55$$

$$M_{34(-)} = (0.75[1.4(4811.72) + 1.7(2706.35)]) + 1.0(-2192.29) \cong 6309.56$$

$$M_{34(-)} = (0.75[1.4(4811.72) + 1.7(2706.35)]) - 1.0(-2192.29) \cong 10694.14$$

$$M_{43(-)} = (0.75[1.4(-3519.0) + 1.7(-1907.59)]) + 1.0(-1597.93) \cong -7725.05$$

$$M_{43(-)} = (0.75[1.4(-3519.0) + 1.7(-1907.59)]) - 1.0(-1597.93) \cong -4529.20$$

$$M_{45(-)} = (0.75[1.4(2538.74) + 1.7(1302.86)]) + 1.0(-2479.33) \cong 1847.50$$

$$M_{45(-)} = (0.75[1.4(2538.74) + 1.7(1302.86)]) - 1.0(-2479.33) \cong 6806.16$$

$$M_{54(-)} = (0.75[1.4(-37.59) + 1.7(47.49)]) + 1.0(-3063.04) \cong -3041.96$$

$$M_{54(-)} = (0.75[1.4(-37.59) + 1.7(47.49)]) - 1.0(-3063.04) \cong 3084.12$$

Tabla XLVII. Envoltente de momentos negativos en vigas, marco sobre el eje C

Viga	$M_{CM(-)}$		$M_{CV(-)}$		M_{CS}		$M_{(-)}$ $= 0.75(1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}) + 1.0M_{CS}$		$M_{(-)}$ $= 0.75(1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}) - 1.0M_{CS}$	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
6-7	83.33	-2341.39	-44.66	-1188.17	-8123.65	-6503.72	-8093.10	-10477.10	8154.20	2530.34
7-8	3636.80	-4751.67	1984.26	-2667.91	-4102.06	-5599.43	2246.51	-13990.28	10450.63	-2791.41
8-9	4751.68	-3636.49	2667.92	-1984.07	-5599.55	-4102.30	2791.31	-10450.31	13990.42	-2245.71
9-10	2341.29	-84.66	1188.11	43.83	-6503.71	-8122.95	-2530.51	-8155.96	10476.90	8089.94
1-2	32.85	-2567.73	-50.41	-1320.79	-3067.42	-2501.93	-3097.19	-6882.06	3037.64	-1878.19
2-3	3517.42	-4811.06	1906.61	-2706.55	-1599.19	-2192.92	4525.03	-10695.39	7723.42	-6309.55
3-4	4810.72	-3519.00	2706.35	-1907.59	-2192.29	-1597.93	6309.56	-7725.05	10694.14	-4529.20
4-5	2538.74	-37.59	1302.86	47.49	-2479.33	-3063.04	1847.50	-3041.96	6806.16	3084.12

Tabla XLVIII. Envoltente de momentos en columnas, marco sobre el eje C

Viga	M_{CM}		M_{CV}		M_{CS}		$M_{(-)}$ $= 0.75(1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}) + 1.0M_{CS}$		$M_{(-)}$ $= 0.75(1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}) - 1.0M_{CS}$	
	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba
6-11	-16.13	-32.26	4.69	9.38	6898.92	5027.27	6887.97	5005.36	-6909.88	-5049.18
7-12	-201.27	-402.54	-123.42	-246.84	7364.45	6423.87	6995.76	5686.48	-7733.15	-7161.26
8-13	-0.04	-0.08	-0.03	-0.05	11490.24	7350.43	11490.16	7350.28	-11490.31	-7350.59
9-14	201.38	402.76	123.49	246.98	7364.39	6423.68	7733.29	7161.47	-6995.49	-5685.88
10-15	15.88	31.77	-4.84	-9.69	6899.06	5027.67	6909.56	5048.68	-6888.55	-5006.67
1-6	-49.17	-32.86	34.73	50.41	2271.10	63.12	2263.75	92.89	-2278.44	-33.34
2-7	-892.87	-949.69	-549.25	-585.82	3711.24	2538.72	2073.44	794.62	-5349.04	-4282.81
3-8	0.08	0.34	0.05	0.21	3355.94	-1388.11	3356.08	-1387.49	-3355.81	1388.73
4-9	892.44	948.38	548.98	585.01	3711.55	2539.92	5348.57	4281.61	-2074.54	-798.23
5-10	51.03	37.59	-33.58	-47.49	2269.66	58.28	2280.43	37.20	-2258.89	-79.36

Tabla XLIX. Envolvente de momentos negativos en vigas, marco sobre el eje 15

Viga	M_{CM}		M_{CV}		M_{CS}		$M_{(-)} = 0.75(1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}) + 1.0M_{CS}$		$M_{(-)} = 0.75(1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}) - 1.0M_{CS}$	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
10-11	1639.37	-3575.45	1363.91	-2437.22	-4896.42	-4847.64	-1436.09	-11709.32	8356.75	-2014.04
11-12	4534.81	-4985.11	2183.66	-2084.34	-4805.09	-4811.31	2740.62	-12703.21	12350.80	-3080.58
12-13	4881.68	-4837.62	2110.13	-2117.41	-4816.73	-4815.92	2999.45	-12595.11	12632.91	-2963.27
13-14	4848.36	-4852.37	2115.02	-2115.01	-4815.06	-4815.00	2972.37	-12606.62	12602.49	-2976.62
14-15	4851.86	-4849.18	2114.72	-2115.51	-4816.22	-4817.49	2974.51	-12606.41	12606.95	-2971.43
15-16	4844.16	-4867.45	2121.13	-2102.00	-4808.61	-4798.46	2982.19	-12589.34	12599.41	-2992.43
16-17	4913.72	-4699.50	2044.00	-2276.86	-4871.54	-4954.77	2893.97	-12792.24	12637.04	-2882.70
17-18	4298.82	-2303.43	2820.86	-1730.78	-4634.30	-4633.63	3476.05	-9258.98	12744.65	8.29
1-2	1276.44	-3801.01	1084.61	-2508.42	-2032.54	-2036.20	690.60	-9225.49	4755.67	-5153.09
2-3	4487.88	-4990.80	2264.96	-2058.62	-2038.01	-2036.15	5562.09	-9901.22	9638.11	-5828.92
3-4	4902.54	-4831.44	2092.07	-2123.65	-2034.75	-2035.20	5780.31	-9815.88	9849.81	-5745.47
4-5	4843.23	-4854.10	2119.03	-2112.55	-2035.64	-2035.62	5751.52	-9825.94	9822.80	-5754.69
5-6	4852.87	-4848.82	2111.87	-2122.12	-2035.34	-2035.08	5752.81	-9832.04	9823.49	-5761.89
6-7	4845.63	-4864.23	2131.50	-2070.89	-2034.78	-2034.76	5770.79	-9782.58	9840.36	-5713.07
7-8	4892.32	-4747.28	2004.00	-2408.71	-2048.24	-2061.75	5643.80	-10117.50	9740.28	-5994.01
8-9	4512.99	-1804.55	2900.27	-1372.70	-1910.10	-1939.50	6526.38	-5584.48	10346.59	-1705.48

Tabla L. Envolvente de momentos en columnas, marco sobre el eje 15

Viga	M_{CM}		M_{CV}		M_{CS}		$M_{(-)} = 0.75(1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}) + 1.0M_{CS}$		$M_{(-)} = 0.75(1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}) - 1.0M_{CS}$	
	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba
10-19	-244.96	-489.92	-201.03	-402.06	4388.79	2703.76	3875.27	1676.72	-4902.31	-3730.80
11-20	-145.33	-290.66	31.11	62.21	8278.25	5478.91	8165.31	5253.04	-8391.19	-5704.79
12-21	13.99	27.99	-2.14	-4.28	8272.80	5462.57	8284.77	5486.50	-8260.84	-5438.64
13-22	-1.14	-2.29	0.02	0.03	8273.51	5464.69	8272.33	5462.34	-8274.69	-5467.05
14-23	-0.03	-0.05	-0.01	-0.03	8273.56	5464.84	8273.51	5464.75	-8273.60	-5464.93
15-24	0.81	1.62	-0.22	-0.43	8272.44	5461.50	8273.02	5462.64	-8271.87	-5460.35
16-25	-7.60	-15.21	5.79	11.59	8281.33	5488.15	8280.73	5486.96	-8281.92	-5489.34
17-26	67.28	134.56	-70.76	-141.53	8267.28	5445.99	8247.70	5406.83	-8286.86	-5485.15
18-27	352.05	704.10	262.42	524.84	4312.07	2473.59	5016.30	3882.06	-3607.83	-1065.12
1-10	-1149.45	-1276.46	-961.85	-1084.63	1349.15	-802.51	-1084.14	-3525.68	-3782.43	-1920.67
2-11	-654.85	-686.86	188.39	243.47	2906.49	-760.02	2459.09	-1170.81	-3353.89	349.23
3-12	74.11	88.25	-21.31	-33.46	2893.20	-776.54	2943.85	-726.53	-2842.56	826.54
4-13	-8.34	-11.79	2.35	4.62	2894.67	-775.18	2888.90	-781.67	-2900.44	768.69
5-14	0.56	1.24	0.31	0.68	2894.83	-774.91	2895.82	-772.74	-2893.84	777.08
6-15	3.33	3.19	-5.16	-9.39	2891.97	-778.71	2888.89	-787.33	-2895.05	770.09
7-16	-30.34	-28.09	45.86	66.89	2917.39	-740.52	2944.01	-684.74	-2890.77	796.31
8-17	266.12	234.29	-402.47	-491.56	2731.21	-1037.31	2497.49	-1418.04	-2964.93	656.58
9-18	1599.33	1804.55	1205.94	1372.70	1240.81	-1003.92	4457.68	2641.06	1976.07	4648.90

Cálculo de momentos últimos positivos en vigas sobre el marco eje C

$$M_{12(+)} = 1.4(9.91) + 1.7(158.91) \cong 284.03$$

$$M_{23(+)} = 1.4(2051.36) + 1.7(1351.48) \cong 5169.41$$

$$M_{34(+)} = 1.4(2050.74) + 1.7(1351.09) \cong 5167.89$$

$$M_{45(+)} = 1.4(2.22) + 1.7(148.49) \cong 255.54$$

Tabla LI. Envoltente de momentos positivos en vigas, marco sobre el eje C

Viga	M_{CM}	M_{CV}	$M_{(+)} = 1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}$
6-7	78.02	89.73	261.78
7-8	2021.36	1331.97	5094.26
8-9	2021.51	1332.06	5094.63
9-10	77.41	89.28	260.15
1-2	9.91	158.91	284.03
2-3	2051.36	1351.48	5169.41
3-4	2050.74	1351.09	5167.89
4-5	2.22	148.49	255.54

Tabla LII. Envoltente de momentos positivos en vigas, marco sobre el eje 15

Viga	M_{CM}	M_{CV}	$M_{(+)} = 1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}$
10-11	1228.21	1272.29	3882.38
11-12	2220.32	1038.85	4874.49
12-13	2120.62	1059.08	4769.32
13-14	2129.91	1057.83	4780.19
14-15	2129.75	1057.73	4779.80
15-16	2124.47	1061.29	4778.44
16-17	2173.67	1012.42	4764.24
17-18	1650.58	1526.68	4906.17
1-2	1296.90	1376.34	4155.44
2-3	2240.94	1011.06	4856.11
3-4	2113.28	1064.99	4769.07
4-5	2131.60	1057.06	4781.25
5-6	2129.43	1055.86	4776.16
6-7	2125.34	1071.66	4797.30
7-8	2160.47	966.49	4667.70
8-9	1792.93	1666.01	5342.32

Figura 47. Diagrama de momentos últimos en vigas y columnas, marco sobre el eje C

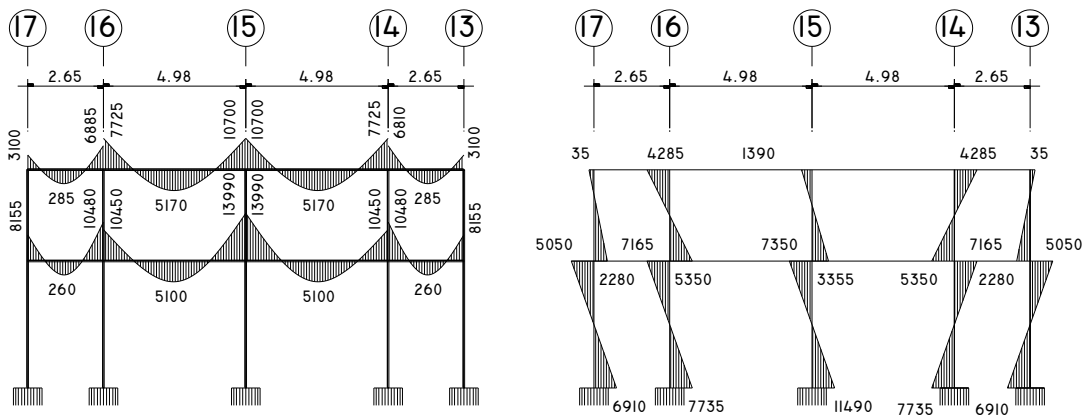


Figura 48. Diagrama de momentos últimos en vigas, marco sobre el eje 15

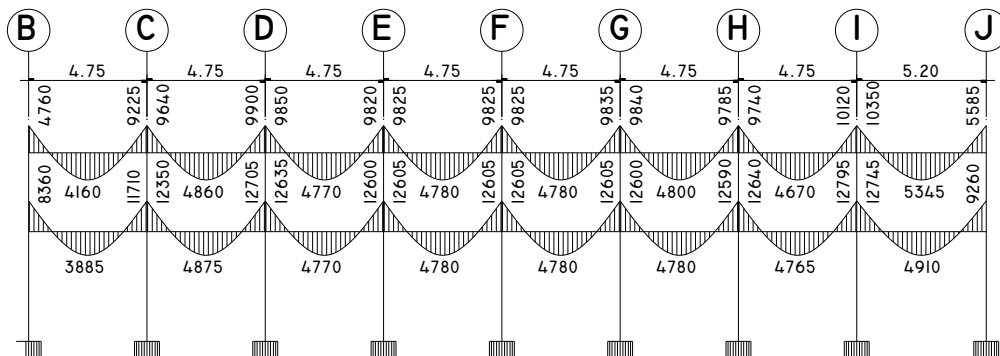
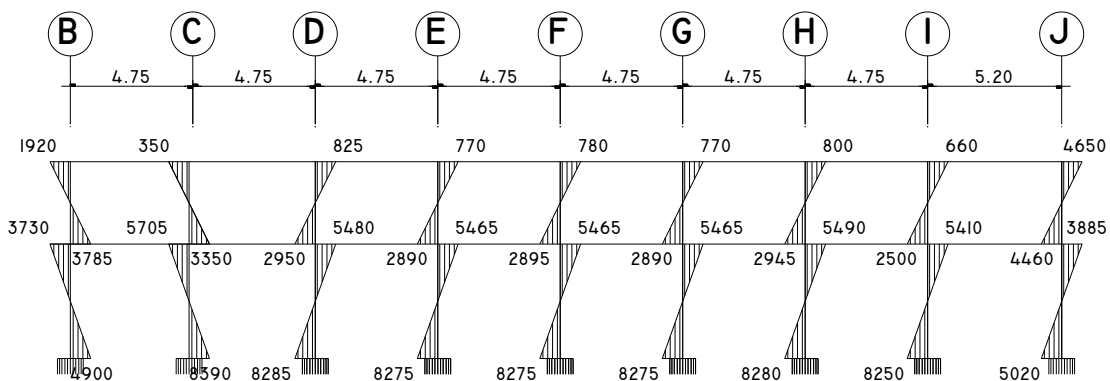


Figura 49. Diagrama de momentos últimos en columnas, marco sobre el eje 15



2.1.4.6 Diagramas de cortes últimos en marcos rígidos

Los cortes que se producen en los marcos se calculan con las siguientes ecuaciones:

Corte en vigas:

$$V_V = 0.75 \left[\frac{1.4(W_{CM})L_V}{2} + \frac{1.7(W_{CV})L_V}{2} + \frac{1.87(\sum M_{CS})}{L_V} \right]$$

Donde:

W_{CM} = Carga muerta uniformemente distribuida sobre la viga

W_{CV} = Carga viva uniformemente distribuida sobre la viga

M_{CS} = Momentos producidos en los extremos de la viga por la carga sísmica

L_V = Longitud de la viga (a ejes)

$$V_{12} = 0.75 \left[\frac{1.4(1525)2.65}{2} + \frac{1.7(600)2.65}{2} + \frac{1.87(3067.42 + 2501.93)}{2.65} \right] = 6082.83$$

$$V_{23} = 0.75 \left[\frac{1.4(2120)4.98}{2} + \frac{1.7(1180)4.98}{2} + \frac{1.87(1599.19 + 2192.92)}{4.98} \right] = 10356.90$$

$$V_{34} = 0.75 \left[\frac{1.4(2120)4.98}{2} + \frac{1.7(1180)4.98}{2} + \frac{1.87(2192.29 + 1597.33)}{4.98} \right] = 10356.37$$

$$V_{45} = 0.75 \left[\frac{1.4(1525)2.65}{2} + \frac{1.7(600)2.65}{2} + \frac{1.87(2479.33 + 3063.04)}{2.65} \right] = 6068.55$$

A continuación se presenta los cortes para los marcos analizados

Tabla LIII. Cortes últimos en vigas, marco sobre el eje C

Viga	Lv	W_{CM}	W_{CV}	M_{CS} izquierda	M_{CS} derecha	V_V
6-7	2.65	1525	600	-8123.65	-6503.72	10876.75
7-8	4.98	2120	1180	-4102.06	-5599.43	12021.14
8-9	4.98	2120	1180	-5599.55	-4102.30	12021.24
9-10	2.65	1525	600	-6503.71	-8122.95	10876.37
1-2	2.65	1525	600	-3067.42	-2501.93	6082.83
2-3	4.98	2120	1180	-1599.19	-2192.92	10356.90
3-4	4.98	2120	1180	-2192.29	-1597.93	10356.37
4-5	2.65	1525	600	-2479.33	-3063.04	6068.55

Tabla LIV. Cortes últimos en vigas, marco sobre el eje 15

Viga	Lv	W_{CM}	W_{CV}	M_{CS} izquierda	M_{CS} derecha	V_V
10-11	4.75	1470	1125	-4896.42	-4847.64	9949.51
11-12	4.75	2580	1125	-4805.09	-4811.31	12679.88
12-13	4.75	2580	1125	-4816.73	-4815.92	12684.68
13-14	4.75	2580	1125	-4815.06	-4815.00	12683.92
14-15	4.75	2580	1125	-4816.22	-4817.49	12685.00
15-16	4.75	2580	1125	-4808.61	-4798.46	12677.13
16-17	4.75	2580	1125	-4871.54	-4954.77	12741.86
17-18	5.2	1580	1300	-4634.30	-4633.63	11122.57
1-2	4.75	1470	1125	-2032.54	-2036.20	8273.80
2-3	4.75	2580	1125	-2038.01	-2036.15	11043.46
3-4	4.75	2580	1125	-2034.75	-2035.20	11042.22
4-5	4.75	2580	1125	-2035.64	-2035.62	11042.61
5-6	4.75	2580	1125	-2035.34	-2035.08	11042.36
6-7	4.75	2580	1125	-2034.78	-2034.76	11042.10
7-8	4.75	2580	1125	-2048.24	-2061.75	11054.04
8-9	5.2	1580	1300	-1910.10	-1939.50	9661.18

Corte en columnas:

$$V_C = \frac{\sum M_u}{L_C}$$

Donde:

M_u = Momentos últimos en columnas

L_C = Longitud de la columna (a ejes)

$$V_{16} = \frac{-2278.44 - 33.34}{3.20} = -722.43$$

$$V_{27} = \frac{-5349.04 - 4282.81}{3.20} = -3009.95$$

$$V_{38} = \frac{-3355.81 + 1388.73}{3.20} = -614.71$$

$$V_{49} = \frac{5348.57 + 4281.61}{3.20} = 3009.43$$

$$V_{510} = \frac{2280.43 + 37.20}{3.20} = 724.26$$

Tabla LV. Cortes últimos en columnas, marco sobre el eje C

Viga	Lc	M_{CS} abajo	M_{CS} arriba	V_v
6-11	4.45	-6909.88	-5049.18	-2687.43
7-12	4.45	-7733.15	-7161.26	-3347.06
8-13	4.45	-11490.31	-7350.59	-4233.91
9-14	4.45	7733.29	7161.47	3347.14
10-15	4.45	6909.56	5048.68	2687.24
1-6	3.20	-2278.44	-33.34	-722.43
2-7	3.20	-5349.04	-4282.81	-3009.95
3-8	3.20	-3355.81	1388.73	-614.71
4-9	3.20	5348.57	4281.61	3009.43
5-10	3.20	2280.43	37.20	724.26

Tabla LVI. Cortes últimos en columnas, marco sobre el eje 15

Viga	Lv	M_{CS} abajo	M_{CS} arriba	V_v
10-19	4.45	-4902.31	-3730.80	-1940.03
11-20	4.45	-8391.19	-5704.79	-3167.63
12-21	4.45	8284.77	5486.50	3094.67
13-22	4.45	8272.33	5462.34	3086.44
14-23	4.45	8273.51	5464.75	3087.25
15-24	4.45	8273.02	5462.64	3086.66
16-25	4.45	8280.73	5486.96	3093.87
17-26	4.45	8247.70	5406.83	3068.43
18-27	4.45	5016.30	3882.06	1999.63
1-10	3.20	-3782.43	-1920.67	-1782.22
2-11	3.20	-3353.89	349.23	-938.96
3-12	3.20	2943.85	826.54	1178.25
4-13	3.20	2888.90	768.69	1143.00
5-14	3.20	2895.82	777.08	1147.78
6-15	3.20	2888.89	770.09	1143.43
7-16	3.20	2944.01	796.31	1168.85
8-17	3.20	2497.49	656.58	985.65
9-18	3.20	4457.68	4648.90	2845.81

Figura 50. Diagrama de cortes últimos en vigas y columnas, marco sobre el eje C

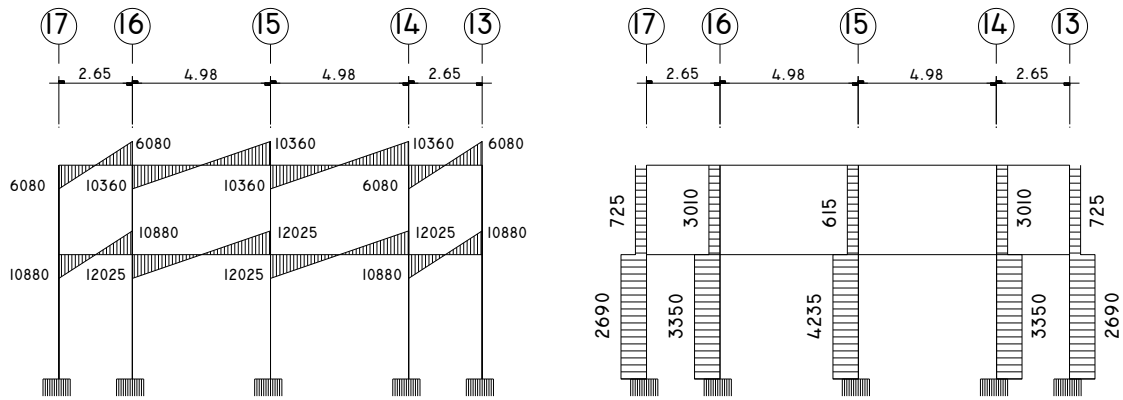


Figura 51. Diagrama de cortes últimos en vigas, marco sobre el eje 15

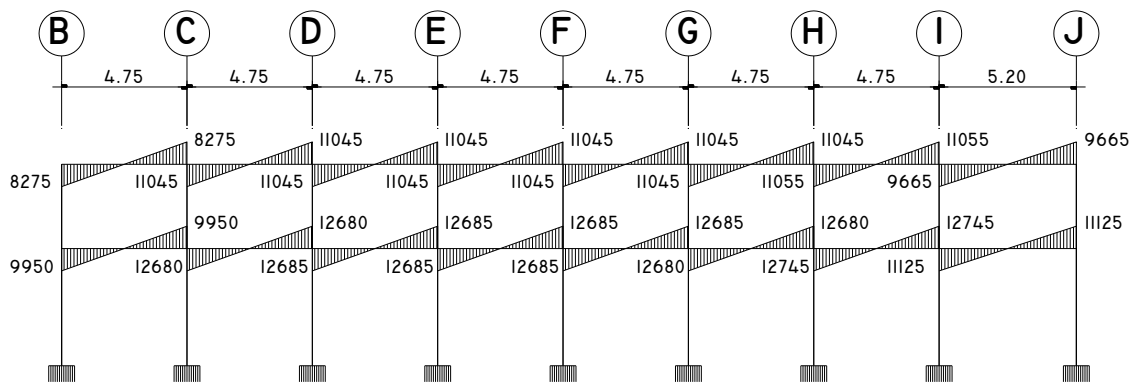
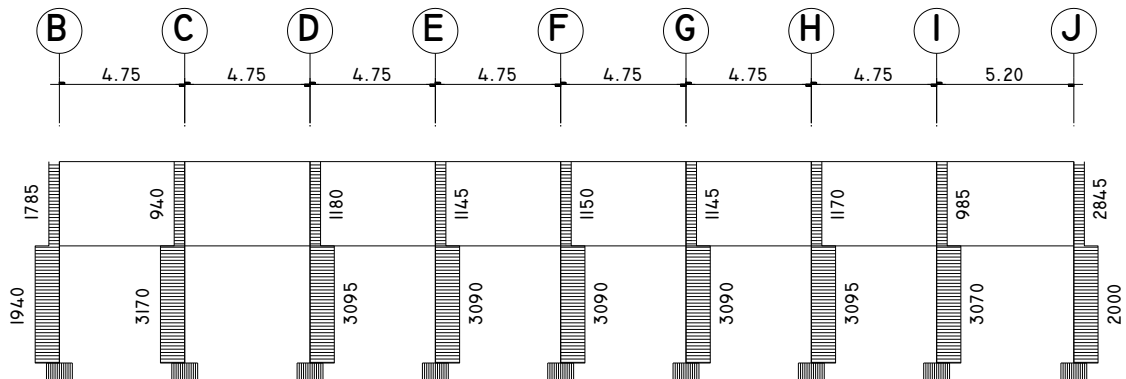


Figura 52. Diagrama de cortes últimos en columnas, marco sobre el eje 15



2.1.5 Diseño estructural

En el diseño estructural de los elementos se persigue determinar la cantidad necesaria de acero de refuerzo para que estos puedan soportar las condiciones más críticas de combinación de momentos, esto con el fin de proporcionar una estructura funcional y segura, los diseños de los respectivos elementos se presentan a continuación

2.1.5.1 Diseño de losas

Para el diseño de losas en dos direcciones, se utilizó el método 3 del ACI 1963.

Especificaciones:

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

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

Espesores de losa: fueron calculados en el pre dimensionamiento de losas (inciso 2.1.4.1), $t_{losa} = 0.15 \text{ m}$

El ACI establece lo siguiente respecto a los espesores de losa

Si $t < 0.09 \text{ m}$	diseñar como cascarones
Si $0.09 \leq t \leq 0.15 \text{ m}$	diseñar como losas planas
Si $t > 0.15$	diseñar como losas reticulares o nervadas

Diseño de losas planas: Debido a que las cargas de servicio son similares en la losa del primer nivel como la losa del segundo nivel, el diseño será el mismo.

Figura 53. Planta distribución de losas, primer nivel y segundo nivel, módulo I

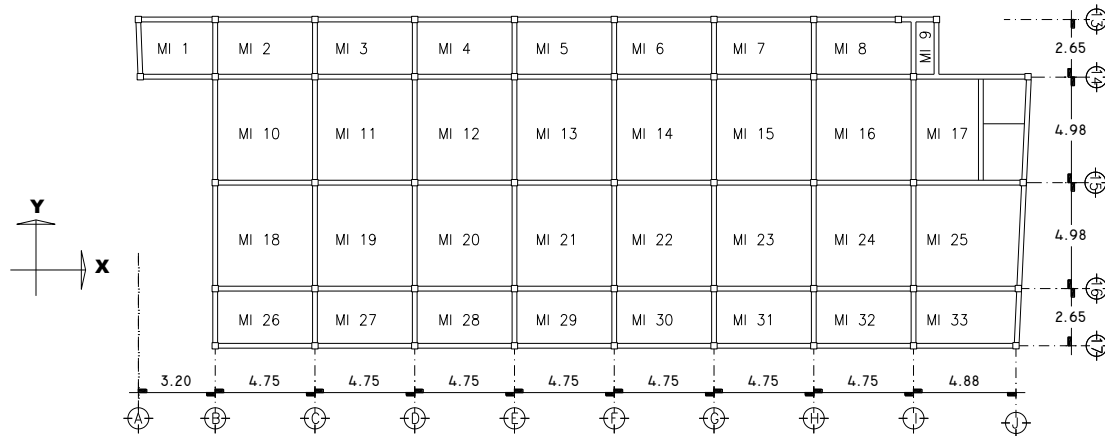


Figura 54. Planta distribución de losas, primer nivel y segundo nivel, módulo IIA y III

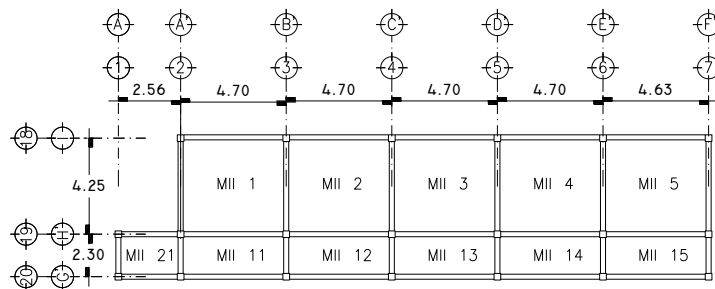
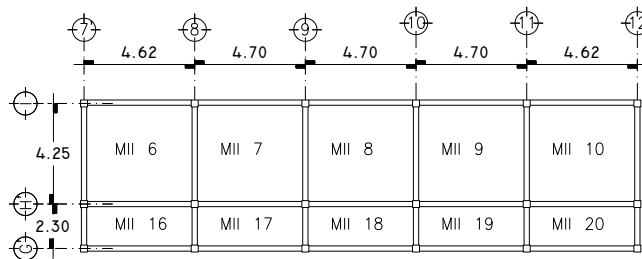


Figura 55. Planta distribución de losas, primer nivel y segundo nivel, módulo IIB



Carga de diseño para losas:

$$C_u = 1.4CM + 1.7CV$$
$$C_u = 1.4 \left(510 \text{ Kg/m}^2 \right) + 1.7 \left(500 \text{ Kg/m}^2 \right) = 1565 \text{ Kg/m}^2$$

Cálculo de momentos para losas en una dirección: la trabajabilidad de las losas fue definida en el inciso 2.1.4.1. Según el código ACI 8.3 los momentos actuantes en losas en una dirección resultan de las ecuaciones siguientes:

Momento negativo en la cara exterior del primer apoyo interior:

$$M_{(-)} = \frac{C_u * l_n^2}{10}$$

Momento negativo en la cara interior del apoyo exterior cuando el apoyo es una viga de borde:

$$M_{(-)} = \frac{C_u * l_n^2}{24}$$

Momento positivo en vanos extremos cuando son monolíticos con los apoyos:

$$M_{(+)} = \frac{C_u * l_n^2}{14}$$

Para el análisis de momentos se toma una franja unitaria de 1.00 m de ancho, por lo tanto

$$C_u = 1565 \text{ Kg/m}^2 * 1.0 \text{ m} = 1565 \text{ Kg/m}$$

Figura 56. Momentos últimos en losa MI-9

LOSA MI-9

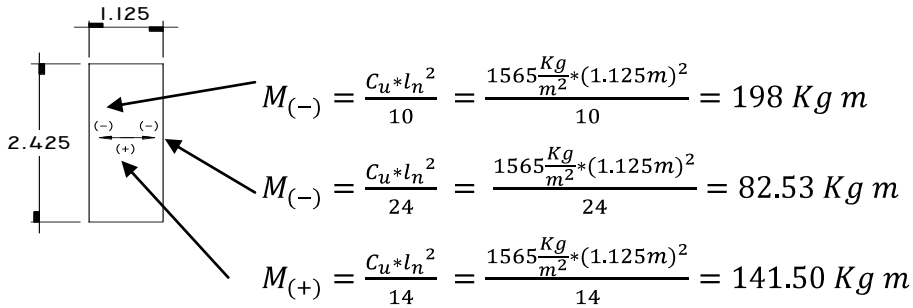
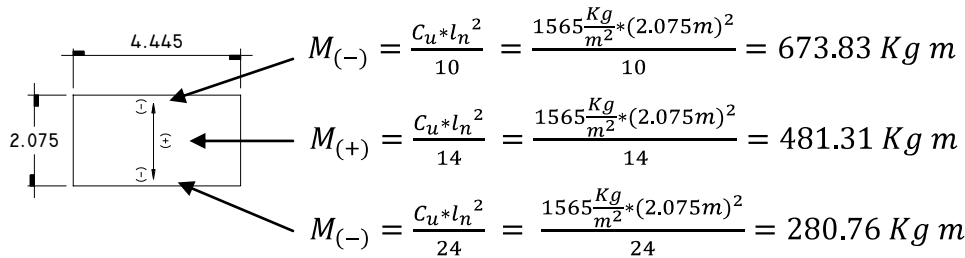


Figura 57. Momentos últimos en losas MII-11, MII-12, MII-13, MII-14, MII-15, MII-16, MII-17, MII-18, MII-19, MII-20



Cálculo de momentos para losas en dos direcciones: la trabajabilidad de las losas fue definida en el inciso 2.1.4.1. El análisis se hace en base al método 3 del ACI del año 1963.

Para el cálculo de los momentos negativos actuantes se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$M_{a(-)} = C_a C_u l_a^2$$

$$M_{b(-)} = C_b C_u l_b^2$$

Donde:

$M_{a(-)}$ = Momento actuante en la dirección a

$M_{b(-)}$ = Momento actuante en la dirección b

$C_{a,b}$ = Coeficientes de momentos, método 3 ACI

C_u = Carga última

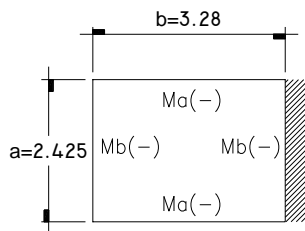
$l_{a,b}$ = Longitud de la losa en el sentido analizado

Para el cálculo de los momentos positivos actuantes se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$M_{a(+)} = C_a * 1.4CM * l_a^2 + C_a * 1.7CV * l_a^2$$

$$M_{b(+)} = C_b * 1.4CM * l_b^2 + C_b * 1.7CV * l_b^2$$

Figura 58. Momentos últimos en losa MI-1



Relación "m"

$$m = \frac{2.425}{3.28} = 0.74, \text{ caso 7}$$

Coeficientes (ver tabla método 3 ACI)

$$C_a = 0 \qquad C_{aCM} = 0.051$$

$$C_b = 0.044 \qquad C_{aCV} = 0.056$$

$$C_{bCM} = 0.020$$

$$C_{bCV} = 0.020$$

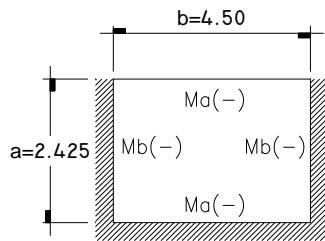
$$M_{a(-)} = 0$$

$$M_{b(-)} = 0.044(1565 \text{ kg/m})(3.28 \text{ m})^2 = 740.86 \text{ kg m}$$

$$M_{a(+)} = 0.051(1.4 * 510)(2.425)^2 + 0.056(1.7 * 500)(2.425)^2 = 494.05 \text{ kg m}$$

$$M_{b(+)} = 0.020(1.4 * 510)(3.28)^2 + 0.020(1.7 * 500)(3.28)^2 = 336.52 \text{ kg m}$$

Figura 59. Momentos últimos en losas MI-2, MI-3, MI-4, MI-5, MI-6, MI-7, MI-8, MI-10, MI-25, MI-26, MI-27, MI-28, MI-29, MI-30, MI-31, MI-32, MI-33



Relación “m”

$$m = \frac{2.425}{4.50} = 0.54, \text{ caso 8}$$

Coefficientes (ver tabla método 3 ACI)

$$C_a = 0.085$$

$$C_{aCM} = 0.052$$

$$C_b = 0.014$$

$$C_{aCV} = 0.070$$

$$C_{bCM} = 0.005$$

$$C_{bCV} = 0.007$$

$$M_{a(-)} = 0.085(1565 \text{ kg/m})(2.425 \text{ m})^2 = 782.27 \text{ kg m}$$

$$M_{b(-)} = 0.014(1565 \text{ kg/m})(4.50 \text{ m})^2 = 443.68 \text{ kg m}$$

$$M_{a(+)} = 0.052(1.4 * 510)(2.425)^2 + 0.07(1.7 * 500)(2.425)^2 = 568.23 \text{ kg m}$$

$$M_{b(+)} = 0.005(1.4 * 510)(4.50)^2 + 0.007(1.7 * 500)(4.50)^2 = 192.78 \text{ kg m}$$

Después de calcular los momentos actuantes en cada losa, el diagrama de momentos actuantes en losas es el siguiente:

Figura 60. Momentos últimos en módulo I, primer y segundo nivel

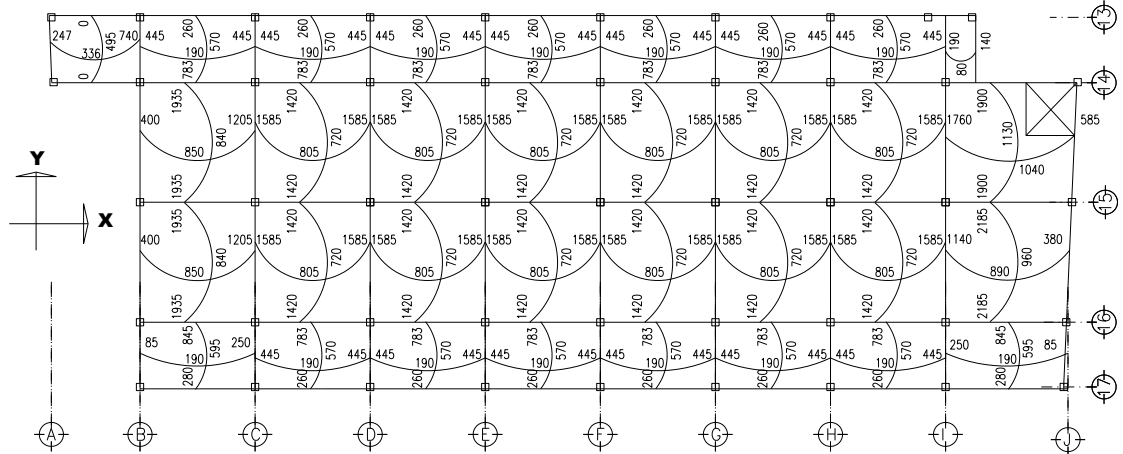


Figura 61. Momentos últimos en módulo IIA y III, primer y segundo nivel

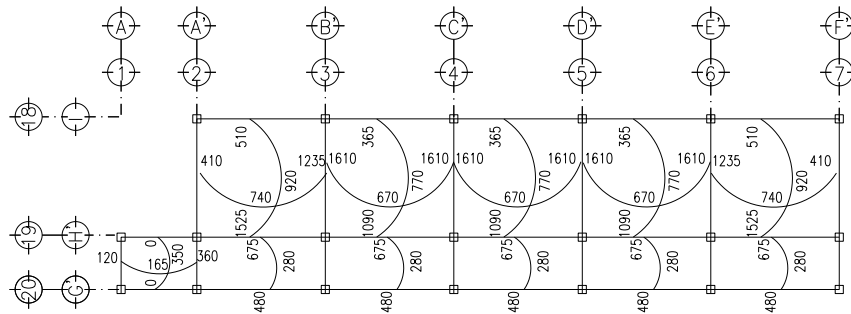
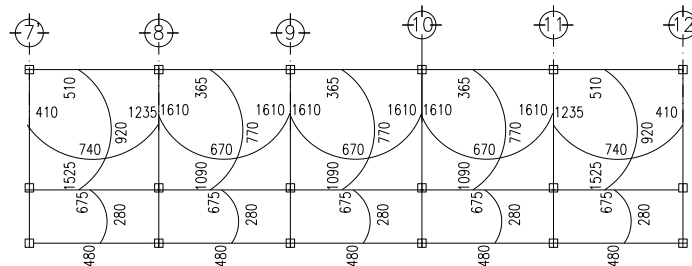


Figura 62. Módulo IIB, primer y segundo nivel



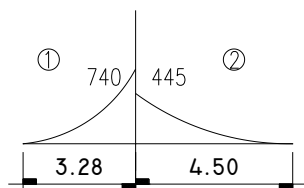
Balance de momentos

Cuando dos losas comparten un lado en común y, en el mismo ambas presentan diferencia de momentos actuantes, deben balancearse aplicando el siguiente criterio:

Si $0.8 * M_{mayor} \leq M_{menor}$, entonces $M_B = \frac{M_{mayor} + M_{menor}}{2}$

Si $0.8 * M_{mayor} > M_{menor}$, entonces $M_B =$ proporcional a su rigidez

Balance de momentos losas MI-1 Y MI-2



$$0.8 * 740 = 592 \text{ Kg m} > 445 \text{ Kg m}$$

Calculo de rigideces

$$k_1 = \frac{1}{3.28} = 0.305$$

$$k_2 = \frac{1}{4.50} = 0.222$$

Factor de distribución

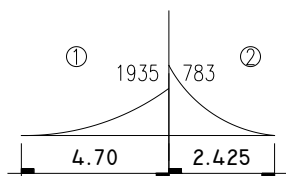
$$D_1 = \frac{0.305}{0.305 + 0.222} = 0.58$$

$$D_2 = \frac{0.222}{0.305 + 0.222} = 0.42$$

$$M_{B1} = 740 - [(740 - 445) * 0.58] \cong 570 \text{ kg m}$$

$$M_{B2} = 445 + [(740 - 445) * 0.42] \cong 570 \text{ kg m}$$

Balance de momentos losas MI-2 Y MI-10



$$0.8 * 1935 = 1548 \text{ Kg m} > 783 \text{ Kg m}$$

Calculo de rigideces

$$k_1 = \frac{1}{4.70} = 0.213$$

$$k_2 = \frac{1}{2.425} = 0.412$$

Factor de distribución

$$D_1 = \frac{0.213}{0.213+0.412} = 0.34$$

$$D_2 = \frac{0.412}{0.213+0.412} = 0.66$$

$$M_{B1} = 1935 - [(1935 - 783) * 0.34] \cong 1545 \text{ kg m}$$

$$M_{B2} = 783 + [(1935 - 783) * 0.66] \cong 1545 \text{ kg m}$$

Después de balancear los momentos actuantes en cada losa, el diagrama de momentos en losas es el siguiente:

Figura 63. Momentos últimos balanceados módulo I, primer y segundo nivel

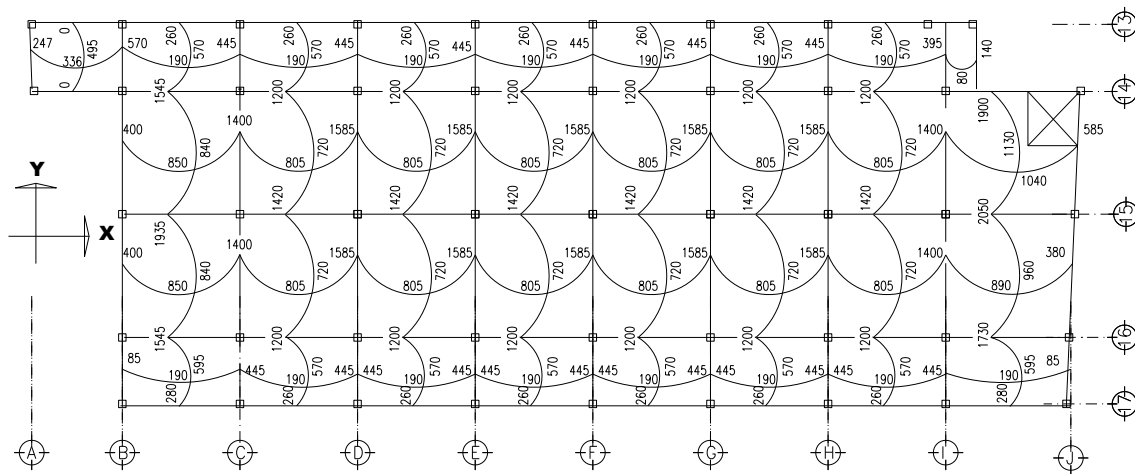


Figura 64. Momentos últimos balanceados módulo IIA y III, primer y segundo nivel

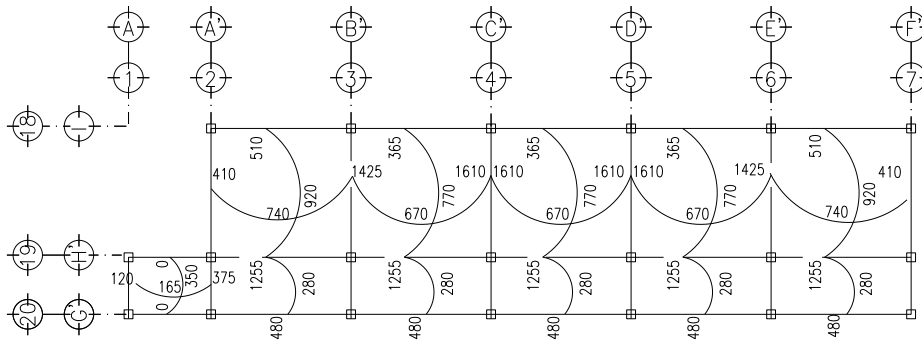
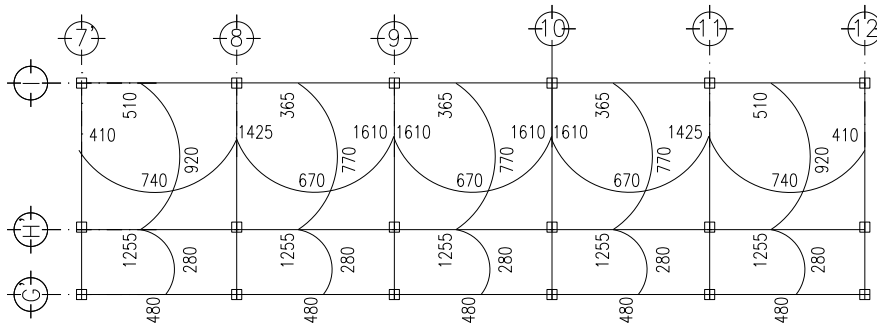


Figura 65. Momentos últimos balanceados módulo IIB, primer y segundo nivel



Cálculo del área de acero para el refuerzo a flexión

Datos:

$$h_{losa} = 15 \text{ cm}$$

$$rec = 2.0 \text{ cm, según ACI 7.7.1}$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

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

Cuantía de acero

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$\rho_{min} = \frac{14.1}{f_y}, \text{ según ACI 10.5.1}$$

$$\rho_{max} = 0.5\rho_b, \text{ para zona sísmica}$$

$$\rho_b = 0.85\beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left[\frac{6120}{6120+f_y} \right], \text{ según ACI apéndice F}$$

Para concretos menores a f'_c 280 kg/cm² usar $\beta_1=0.85$, según ACI 10.2.7.3

Cálculo de la cuantía de acero máximo para zona sísmica

$$\rho_{max} = 0.50 \left[0.85 * 0.85 \frac{280 \text{ Kg/cm}^2}{4200 \text{ Kg/cm}^2} \left[\frac{6120}{6120 + 4200 \text{ Kg/cm}^2} \right] \right] = 0.014$$

Franja unitaria 100 cm, se propone usar acero No. 3 cuyo diámetro es 0.95 cm y Área es 0.71 cm²

Cálculo del peralte en losa

$$d = 15 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - \frac{0.95}{2} \text{ cm} = 12.5 \text{ cm}$$

Área máxima de acero

$$A_{s_{max}} = \rho_{max} * b * d$$

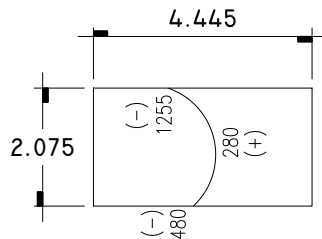
$$A_{s_{max}} = 0.014 * 100 \text{ cm} * 12.5 \text{ cm} = 17.50 \text{ cm}^2$$

Área mínima de acero

$$A_{s_{min}} = 40\%(\rho_{min} * b * d)$$

$$A_{s_{min}} = 40\% \left(\frac{14.1}{4200 \text{ Kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 12.5 \text{ cm} \right) = 1.70 \text{ cm}^2$$

LOSA MII-11: la trabajabilidad de esta losa es en un sentido por lo que solo se necesita calcular el área de acero en el sentido Y, y en el sentido X se calculará el área de acero para que resista los esfuerzos por temperatura.



$$A_{s_{req}} = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u b}{0.003825 f'_c}} \right] \frac{0.85 f'_c}{f_y}$$

$$A_{s_{req}(-)} = \left[(100 * 12.5) - \sqrt{(100 * 12.5)^2 - \frac{480 * 100}{0.003825(280)}} \right] \frac{0.85(280)}{4200} = 1.02 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{req}(-)} = \left[(100 * 12.5) - \sqrt{(100 * 12.5)^2 - \frac{1255 * 100}{0.003825(280)}} \right] \frac{0.85(280)}{4200} = 2.70 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{req}(+)} = \left[(100 * 12.5) - \sqrt{(100 * 12.5)^2 - \frac{280 * 100}{0.003825(280)}} \right] \frac{0.85(280)}{4200} = 0.60 \text{ cm}^2$$

Cuando el $A_{s_{req}} < A_{s_{mín}}$, usamos el área de acero mínimo.

Espaciamiento de barras: según el código ACI 7.6.5 el espaciamiento del refuerzo a flexión no debe ser mayor a 3 veces el espesor de la losa, no debe ser mayor a 45 cm.

$$1.70 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \longrightarrow S$$

$$\text{Espaciamiento} \quad S = 40 \text{ cm}$$

$$S = 3(15 \text{ cm}) = 45 \text{ cm}$$

$2.70 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$
 $0.71 \text{ cm}^2 \longrightarrow S$
 Espaciamiento $S = 25 \text{ cm}$
 $S = 3(15 \text{ cm}) = 45 \text{ cm}$

Cálculo del área de acero para el refuerzo de retracción y temperatura

Según ACI 7.12.2.1, $\rho_t = 0.002$.

$$A_{s_t} = \rho_t * b * d$$

$$A_{s_t} = 0.002 * b * d$$

$$A_{s_t} = 0.002 * 100 * 12.5 = 2.5 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento de barras: Según el código ACI 7.12.2.2 el espaciamiento del refuerzo de retracción y temperatura no debe ser mayor a 5 veces el espesor de la losa ni debe ser mayor a 45 cm

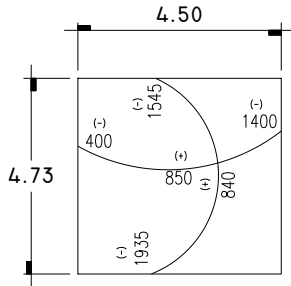
$2.50 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$
 $0.71 \text{ cm}^2 \longrightarrow S$
 Espaciamiento $S = 25 \text{ cm}$
 $S = 5(15 \text{ cm}) = 75 \text{ cm}$

Armado final: Se propone uniformizar el armado de la siguiente manera

Sentido X: Acero No. 3 @ 25 cm

Sentido Y: Acero No. 3 @ 25 cm

LOSA MI-10: la trabajabilidad de esta losa es en dos sentidos por lo que se necesita calcular el área de acero en ambos sentidos



$$A_{sreq} = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u b}{0.003825 f'_c}} \right] \frac{0.85 f'_c}{f_y}$$

Sentido X

$$A_{sreq(-)} = \left[(100 * 12.5) - \sqrt{(100 * 12.5)^2 - \frac{400 * 100}{0.003825(280)}} \right] \frac{0.85(280)}{4200} = 0.85 \text{ cm}^2$$

$$A_{sreq(+)} = \left[(100 * 12.5) - \sqrt{(100 * 12.5)^2 - \frac{850 * 100}{0.003825(280)}} \right] \frac{0.85(280)}{4200} = 1.82 \text{ cm}^2$$

$$A_{sreq(-)} = \left[(100 * 12.5) - \sqrt{(100 * 12.5)^2 - \frac{1400 * 100}{0.003825(280)}} \right] \frac{0.85(280)}{4200} = 3.03 \text{ cm}^2$$

3.03 cm² → 100 cm

0.71 cm² → S

Espaciamiento S = 20 cm

$$S = 3(15 \text{ cm}) = 45 \text{ cm}$$

1.82 cm² → 100 cm

0.71 cm² → S

Espaciamiento S = 39 cm

$$S = 3(15 \text{ cm}) = 45 \text{ cm}$$

Sentido Y

$$A_{sreq(-)} = \left[(100 * 12.5) - \sqrt{(100 * 12.5)^2 - \frac{1935 * 100}{0.003825(280)}} \right] \frac{0.85(280)}{4200} = 4.22 \text{ cm}^2$$

$$A_{sreq(+)} = \left[(100 * 12.5) - \sqrt{(100 * 12.5)^2 - \frac{840 * 100}{0.003825(280)}} \right] \frac{0.85(280)}{4200} = 1.80 \text{ cm}^2$$

$$A_{sreq(-)} = \left[(100 * 12.5) - \sqrt{(100 * 12.5)^2 - \frac{1545 * 100}{0.003825(280)}} \right] \frac{0.85(280)}{4200} = 3.49 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento de barras

4.22 cm ² →	100 cm
0.71 cm ² →	S
Espaciamiento	S = 15 cm
	S = 3(15 cm) = 45 cm
3.49 cm ² →	100 cm
0.71 cm ² →	S
Espaciamiento	S = 20 cm
	S = 3(15 cm) = 45 cm

Armado final: se propone uniformizar el armado de la siguiente manera

Sentido X: Acero No. 3 @ 25 cm corridos + bastones Acero No. 4 @ 25 cm

Sentido Y: Acero No. 3 @ 25 cm corridos + bastones Acero No. 4 @ 25 cm

Chequeo por corte en la losa: Las losas están sometidas a esfuerzos de corte, por lo que debe comprobarse si el espesor resiste este esfuerzo.

Para este chequeo se tomo la losa con dimensiones mayores ya que esta es la que presenta el valor de corte actuante más grande.

$$V_{ac} < V_{res}$$
$$V_{ac} = \frac{C_u L_{corto}}{2} \qquad V_{res} = 45 h_{losa} \sqrt{f'_c}$$

Donde:

V_{ac} = Corte actuante en losas

V_{res} = Corte resistente

C_u = Carga última

L_{corto} = Lado corto de la losa

h_{losa} = Espesor de losa

$$V_{ac} = \frac{1565 \text{ Kg/m} * 4.50 \text{ m}}{2} = 3521 \text{ Kg}$$

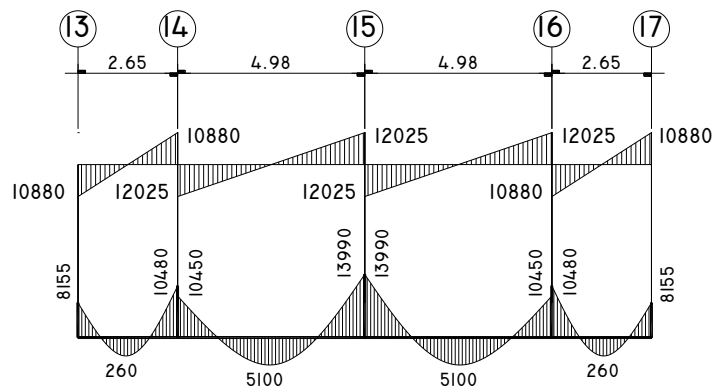
$$V_{res} = 45 * 15 \text{ cm} \sqrt{280 \text{ Kg/cm}^2} = 11295 \text{ Kg}$$

El espesor es adecuado para soportar los esfuerzos de corte.

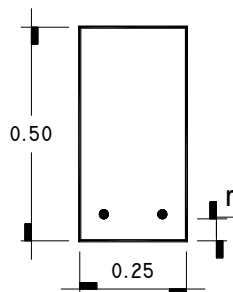
2.1.5.2 Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Los datos necesarios para su diseño son los momentos y cortes últimos actuantes, que resultan del análisis estructural.

Figura 66. Diseño de viga 14-15, primer nivel marco sobre el eje C.



Cálculo del peralte: el diámetro de las barras corridas será No. 5. El recubrimiento mínimo de las barras principales debe de 4 cm, según ACI 7.7.1



$$d = 50 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - \frac{1.59}{2} \text{ cm} = 45 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{4200 \text{ Kg/cm}^2} * 25 \text{ cm} * 45 \text{ cm} = 3.78 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo

$$A_{s_{max}} = 0.5\rho_b * b * d, \text{ para zona sísmica}$$

$$\rho_b = 0.85\beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left[\frac{6120}{6120+f_y} \right], \text{ según ACI Apéndice F}$$

Para concretos menores a f'_c 280 kg/cm² usar $\beta_1=0.85$, según ACI 10.2.7.3

$$A_{s_{max}} = 0.5 \left[0.85 * 0.85 \frac{280 \text{ Kg/cm}^2}{4200 \text{ Kg/cm}^2} \left[\frac{6120}{6120 + 4200 \text{ Kg/cm}^2} \right] \right] * 25 \text{ cm} * 45 \text{ cm}$$
$$= 16.07 \text{ cm}^2$$

El $A_{s_{min}}$ y el $A_{s_{max}}$, deben ser consideradas en el diseño de cada viga.

Área de acero para el refuerzo longitudinal

$$M_{(-)} = 10450 \text{ Kg m}$$

$$A_{s_{req}} = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u b}{0.003825 f'_c}} \right] \frac{0.85 f'_c}{f_y}$$

$$A_{s_{req}(-)} = \left[(25 * 45) - \sqrt{(25 * 45)^2 - \frac{10450 * 25}{0.003825(280)}} \right] \frac{0.85(280)}{4200} = 6.43 \text{ cm}^2$$

$$M_{(+)} = 5100 \text{ Kg m}$$

$$A_{s_{req}(-)} = \left[(25 * 45) - \sqrt{(25 * 45)^2 - \frac{5100 * 25}{0.003825(280)}} \right] \frac{0.85(280)}{4200} = \mathbf{3.07 \text{ cm}^2}$$

$$M_{(-)} = 13990 \text{ Kg m}$$

$$A_{s_{req}(-)} = \left[(25 * 45) - \sqrt{(25 * 45)^2 - \frac{13990 * 25}{0.003825(280)}} \right] \frac{0.85(280)}{4200} = \mathbf{8.85 \text{ cm}^2}$$

Distribución del área de acero: según especificaciones del ACI para armado en zona sísmica, la distribución debe hacerse de la siguiente manera:

Refuerzo cama superior al centro

- 33% $A_{s_{req}(-)}$ mayor: 33%(8.85 cm²) = 2.92 cm²
- $A_{s_{min}}$ = 3.78 cm²
- 2 barras corridas, 2 No. 5 = 3.96 cm²

Nudo eje 14: 2 No.5 corridas + 2 bastones No. 4, total $A_s = 6.45 \text{ cm}^2$

Nudo eje 15: 2 No.5 corridas + 2 bastones No. 5 + 1 bastón No. 4, total $A_s = 9.16 \text{ cm}^2$

Refuerzo cama inferior en los apoyos:

- 50% $A_{s_{req}(-)}$ mayor: 50%(8.85 cm²) = 2.92 cm²
- 50% $A_{s_{req}(+)}$ 50%(3.07 cm²) = 1.54 cm²
- $A_{s_{min}}$ = 3.78 cm²
- 2 barras corridas, 2 No. 5 = 3.96 cm²

Nudo eje 14: 2 No.5 corridas

Nudo eje 15: 2 No.5 corridas

Refuerzo a corte (estribos)

El objetivo del refuerzo a corte o acero transversal (estribos), es asegurar que el elemento estructural sea capaz de resistir los esfuerzos cortantes a los que estará sometido, además de contribuir a que el refuerzo longitudinal permanezca en la posición correcta y confinar el concreto.

El diámetro mínimo para refuerzos estructurales de acuerdo al ACI 7.10.5.1 es No. 3 para barras longitudinales menores al acero No. 10.

Distribución de estribos

Cuando la sección de la viga resiste el corte actuante no se necesitan estribos de confinamiento por lo que el ACI 21.3.3.4 establece que para zona sísmica deben colocarse estribos espaciados a no más de $d/2$ en toda la longitud del elemento.

ACI 21.3.3.2, cuando el corte actuante es mayor al corte que resiste el elemento, el espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de:

- (a) $d/4$
- (b) 8 veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas
- (c) 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento
- (d) 30 cm

Corte que resiste el concreto

$$V_c = 0.53\phi\sqrt{f'_c}bd, \text{ donde } \phi = 0.85 \text{ para corte}$$

$$V_c = 0.53 * 0.85\sqrt{280} * 25 * 45 = 8424 \text{ Kg}$$

$$V_{ac} = 12025 \text{ Kg}$$

Separación de estribos de confinamiento

$$S = \frac{2A_v * f_y * d}{V_{ac}}$$

$$S = \frac{2(0.71 \text{ cm}^2) * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 45 \text{ cm}}{12025 \text{ Kg}} = 22.3 \text{ cm}$$

Comprobaciones con el ACI

$$S = \frac{d}{4} = \frac{45}{4} \text{ cm} = 10 \text{ cm}$$

$$S = 8\emptyset = 8 * 1.59 \text{ cm (acero No.5)} = 12.80 \text{ cm}$$

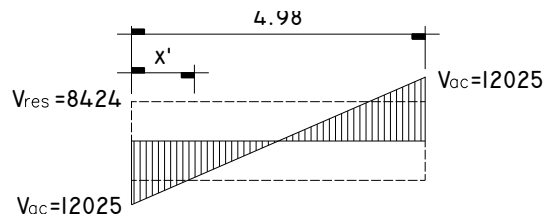
$$S = 24\emptyset_{\text{estribos}} = 24 * 0.95 \text{ cm (acero No.3)} = 23 \text{ cm}$$

La separación deberá ser igual a la más pequeña de las anteriores, $S = 10$ cm, primer estribo de confinamiento a 5 cm desde el rostro del apoyo (ACI 21.3.3.2)

Longitud de confinamiento: Según el ACI 21.3.3.1 la longitud de confinamiento debe ser igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión.

$$x' = 2h$$

$$x' = 2(50 \text{ cm}) = 100 \text{ cm}$$



Chequear el corte actuante a 1 metro desde cada extremo hacia el centro del elemento

$$x = \frac{4.98}{2} m = 2.49 m$$

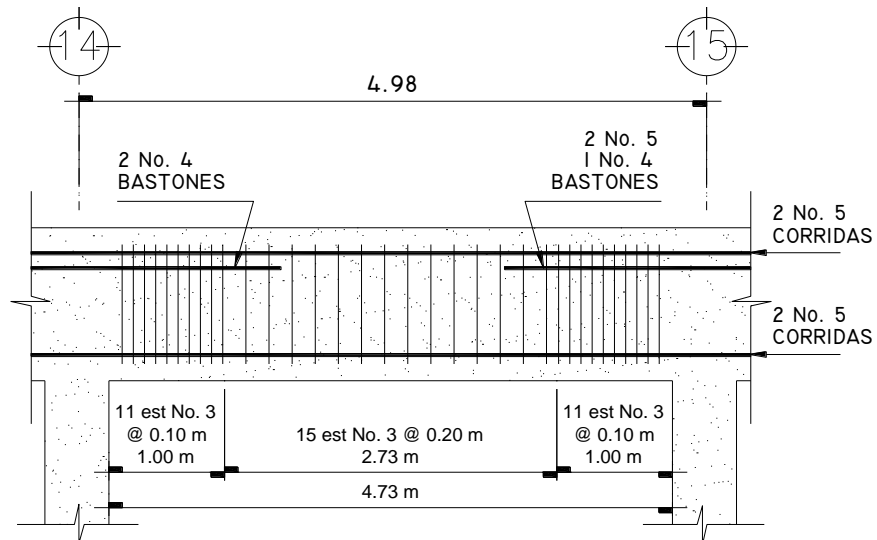
$$\frac{12025 kg}{2.49 m} = \frac{V_{ac}}{2.49 m - 1 m}$$

$$V_{ac} = \frac{12025 Kg * 1.49 m}{2.49 m} = 7195 Kg$$

A una distancia de $2h = 1 m$, el $V_{res} > V_{ac}$, por lo que en la longitud de la viga que resta no es necesario colocar estribos de confinamiento por lo que la separación debe ser:

$$S = \frac{45}{2} cm = 22.5 cm \cong 20 cm$$

Figura 67. Detalle armado final de viga



2.1.5.3 Columnas

Son elementos estructurales que trabajan principalmente a compresión, se encargan de recibir toda la carga actuante de losas, vigas y acabados, su refuerzo principal son barras longitudinales, colocadas en sentido paralelo a la aplicación de la carga.

Especificaciones del código ACI

El % de refuerzo longitudinal respecto al área de la sección transversal es 1%Ag – 8%Ag (ACI 10.9.1), siendo el número mínimo de barras longitudinales igual a 4 (ACI 10.9.2) para columnas de sección rectangular, cuya separación entre ellas no debe ser mayor a 15 cm (ACI 7.10.5.3)

El diámetro de los refuerzos transversales debe cumplir las siguientes especificaciones (ACI 7.10.5.1):

- No. 3 cuando las barras longitudinales utilizadas son de diámetro menor o igual a las barras No. 10
- No. 4 cuando las barras longitudinales utilizadas son de diámetro mayor a las barras No. 10 y cuando se utilizan racimos o paquetes de barras.

Según el ACI 7.10.5.2, el espaciamiento vertical de los estribos debe cumplir con el menor de:

(a) $> 16\phi$ *acero longitudinal*

(b) $> 48\phi$ *estribos*

(c) Menor dimensión de la sección de la columna.

Para el diseño de columnas se ha seleccionado la columna ubicada en la intersección de los ejes C y 15 del primer nivel.

Datos:

Sección de la columna	= 40 cm x 40 cm
Momento máximo en Y (eje C)	= 11490 Kg m
Momento máximo en X (eje 15)	= 8390 Kg m
Corte último en Y	= 4235 Kg
Corte último en X	= 3170 Kg
Recubrimiento	= 4 cm (ACI 7.7.1)

Carga de diseño en losas, primer y segundo nivel:

$$C_u = 1.4CM + 1.7CV$$

$$C_u = 1.4 \left(510 \text{ Kg/m}^2 \right) + 1.7 \left(500 \text{ Kg/m}^2 \right) = 1565 \text{ Kg/m}^2$$

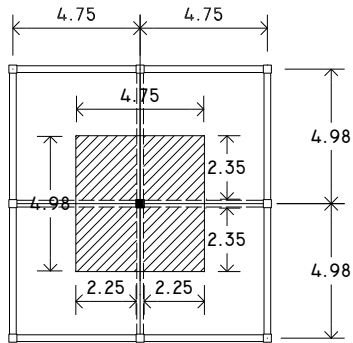
Carga última producida en los niveles uno y dos:

Nivel 2	$C_u = 1565 \text{ Kg/m}^2$
Nivel 1	$C_u = 1565 \text{ Kg/m}^2$
Total	$C_u = 3130 \text{ Kg/m}^2$

Factor de carga última:

$$F_{cu} = \frac{C_u \text{ total}}{CM + CV}$$

$$F_{cu} = \frac{3130 \text{ Kg/m}^2}{510 \text{ Kg/m}^2 + 500 \text{ Kg/m}^2} = 1.55$$



Según el área analizada, se obtienen los siguientes datos:

Área tributaria

$$A_{tri} = (2 * 2.25) * (2 * 2.35) = 21.15 \text{ m}^2$$

Longitud de viga y muros

$$L_{v/m} = (2 * 2.25) + (2 * 2.35) = 9.20 \text{ m}$$

Altura de columna

$$h_c = 2.70 \text{ m}$$

Cálculo de carga axial segundo nivel

$$P_u = (A_{tri} * C_u) + (L_{v/m} * W_{viga} * F_{cu}) + (L_{v/m} * W_{muro} * F_{cu}) + (h_c * seccion \ de \ columna * W_c * F_{cu})$$

$$P_u = (21.15 \text{ m}^2 * 1565 \text{ Kg/m}^2) + (9.20 \text{ m} * 320 \text{ Kg/m} * 1.55) + (9.20 \text{ m} * 594 \text{ Kg/m} * 1.55) + (2.7 \text{ m} * 0.4 \text{ m} * 0.4 \text{ m} * 2400 \text{ Kg/m}^3 * 1.55) = 47740.45 \text{ Kg}$$

Cálculo de carga axial primer nivel:

$$P_u = (A_{tri} * C_u) + (L_{v/m} * W_{viga} * F_{cu}) + (L_{v/m} * W_{muro} * F_{cu}) \\ + (h_c * seccion\ de\ columna * W_c * F_{cu})$$

$$P_u = (21.15\ m^2 * 1565\ Kg/m^2) + (9.20m * 320\ Kg/m * 1.55) + (9.20m * \\ 594\ Kg/m * 1.55) + (2.7m * 0.4m * 0.4m * 2400\ Kg/m * 1.55) = 47740.45Kg$$

Carga axial total

$$P_u = 47740.45 + 47740.45 = 95480.9\ Kg$$

Cálculo de la esbeltez

Una columna se considera esbelta cuando su relación B/L es muy grande, para clasificar una columna de acuerdo a su esbeltez se debe tomar en cuenta:

Cortas; si $E < 21$

Intermedias; $21 < E < 100$, y

Largas; si $E > 100$

Si la columna es corta, su diseño se realiza con los momentos resultantes del análisis estructural, si son intermedias se magnifican sus momentos y si son largas no se construyen.

Esbeltez:

$$E = \frac{K * L_u}{R}$$

Donde:

K = coeficiente de rigidez de la columna

L_u = longitud efectiva de pandeo

R = radio de giro = 30%(lado menor de la sección transversal de la columna)

Inercia de la columna

$$I = \frac{40 \text{ cm} * (40 \text{ cm})^3}{12} = 213333 \text{ cm}^4$$

Inercia de la viga

$$I = \frac{25 \text{ cm} * (50 \text{ cm})^3}{12} = 260417 \text{ cm}^4$$

Grado de empotramiento o restricción

En estructuras de concreto reforzado, las columnas se encuentran restringidas parcialmente por los sistemas de piso, sin que existan articulaciones o empotramientos perfectos. El grado de restricción depende de la relación entre las rigideces de las columnas y el sistema de piso, la cual puede definirse de la siguiente forma:

$$\psi_i = \frac{\sum \left(\frac{E_m I}{L} \right)_{columnas}}{\sum \left(\frac{E_m I}{L} \right)_{vigas}}$$

Sentido X

Grado de empotramiento extremo superior

$$\psi_A = \frac{\left(\frac{1(213333 \text{ cm}^4)}{270 \text{ cm}}\right) + \left(\frac{1(213333 \text{ cm}^4)}{420 \text{ cm}}\right)}{\left(\frac{260417 \text{ cm}^4}{450 \text{ cm}}\right)} = 2.24$$

Extremo inferior: por definición el grado de restricción en la base es igual a cero.

$$\psi_A = 0$$

El grado de restricción debe ser igual al promedio en los extremos

$$\psi_p = \frac{2.24 + 0}{2} = 1.12$$

Cálculo del coeficiente de rigidez

$$K = \left(\frac{20 - \psi_p}{20}\right) \sqrt{1 - \psi_p}, \text{ cuando } \psi_p < 2$$

$$K = 0.9 \sqrt{1 - \psi_p}, \text{ cuando } \psi_p \geq 2$$

$$K = \left(\frac{20 - 1.12}{20}\right) \sqrt{1 - 1.12} = 1.37$$

Esbeltez en X

$$E = \frac{1.37 * 4.20 \text{ m}}{0.30 * (0.40)} = 47.95 > 21, \text{ por lo que se considera como columna intermedia.}$$

Sentido Y

Grado de empotramiento extremo superior

$$\psi_A = \frac{\left(\frac{1(213333 \text{ cm}^4)}{270 \text{ cm}}\right) + \left(\frac{1(213333 \text{ cm}^4)}{420 \text{ cm}}\right)}{\left(\frac{260417 \text{ cm}^4}{470 \text{ cm}}\right)} = 2.34$$

Extremo inferior: por definición el grado de restricción en la base es igual a cero

$$\psi_A = 0$$

El grado de restricción debe ser igual al promedio en los extremos

$$\psi_p = \frac{2.34 + 0}{2} = 1.17$$

Cálculo del coeficiente de rigidez

$$K = \left(\frac{20-1.17}{20}\right) \sqrt{1-1.17} = 1.39$$

Esbeltez en Y

$$E = \frac{1.39 * 4.20m}{0.30 * (0.40)} = 48.53 > 21, \text{ por lo que se considera como columna intermedia.}$$

Magnificación de momentos: Según el código ACI 10.12.3 los momentos cuando una columna tiene una esbeltez intermedia se deben magnificar los momentos actuantes de la siguiente manera:

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{P_{uc}}{\phi P_{cr}} \right)}$$

Donde $\Phi = 0.70$ para estribos y 0.75 para zunchos

Método de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(K * L_u)^2}$$

$$EI = \frac{0.4E_c * I}{1 + \beta_d}$$

El código ACI 10.11.1, recomienda utilizar $E_c = 15000\sqrt{f'_c}$

Flujo plástico

$$\beta_d = \frac{1.4CM}{1.4CM + 1.7CV}$$

$$\beta_d = \frac{1.4(510 \text{ Kg/m}^2)}{1.4(510 \text{ Kg/m}^2) + 1.7(500 \text{ Kg/m}^2)} = 0.46$$

Cálculo del EI del material

$$EI = \frac{0.4 * 15000\sqrt{280} * 213333}{1 + 0.46} = 1.467 * 10^{10}$$

Sentido X

Carga crítica de pandeo por el método de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 1.467 * 10^{10}}{(1.37 * 420)^2} = 4.35 * 10^5 \text{ Kg}$$

Magnificación de momento

$$\delta_x = \frac{1}{1 - \left(\frac{95480.9 \text{ Kg}}{0.70 * (4.37 * 10^5 \text{ Kg})} \right)} = 1.46$$

Sentido Y

Carga crítica de pandeo por el método de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 1.467 * 10^{10}}{(1.39 * 420)^2} = 4.25 * 10^5 \text{ Kg}$$

Magnificación de momento

$$\delta_y = \frac{1}{1 - \left(\frac{95480.9 \text{ Kg}}{0.70 * (4.25 * 10^5 \text{ Kg})} \right)} = 1.47$$

Momentos de diseño

$$M_{dx} = \delta_x M_x = 1.46 * 8390 \text{ Kg m} = 12250 \text{ Kg m}$$

$$M_{dy} = \delta_y M_y = 1.47 * 11490 \text{ Kg m} = 16890 \text{ Kg m}$$

Refuerzo longitudinal

Como las columnas están sometidas a carga axial y momento biaxial usamos el método de Bresler, el cual se basa en calcular los valores máximos de la carga de compresión que actúa a excentricidades e_x y e_y en secciones con refuerzo simétrico.

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{P'_x} + \frac{1}{P'_y} - \frac{1}{P_o}$$

Donde:

P'_u = carga normal máxima que actúa a excentricidades e_x y e_y

P'_x = carga normal máxima cuando se encuentra presente la excentricidad e_y , $e_x = 0$

P'_y = carga normal máxima cuando se encuentra presente la excentricidad e_x , $e_y = 0$

P_o = carga axial máxima que puede resistir la columna cuando no existen excentricidades $e_x = 0$, $e_y = 0$

El método se basa en proponer secciones de columnas y armados en base a los límites de acero recomendados por el código ACI. El armado propuesto es correcto, si y solo si $P'_u > P_u$; de lo contrario se debe reconsiderar el área de acero y realizar de nuevo los cálculos.

Especificaciones del código ACI

El código ACI 10.9.1, especifica que los límites del área de acero respecto a la sección transversal de la columna deben estar entre el 1% A_g y el 8% A_g .

Datos:

$$P_u = 95480.9 \text{ Kg}$$

$$M_{dx} = 12250 \text{ Kg m}$$

$$M_{dy} = 16890 \text{ Kg m}$$

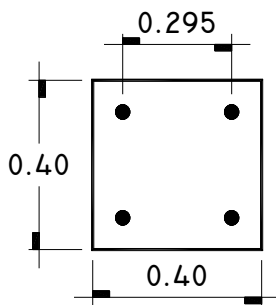
$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{recubrimiento} = 4 \text{ cm}$$

Se propone utilizar un $1.6\% A_g = 25.36 \text{ cm}^2$, armado 4 No.8 + 4 No. 4

Valor de la gráfica



$$\gamma = \frac{H_{nucleo}}{H_{columna}}$$

$$\gamma = \frac{40 \text{ cm} - 2(4 \text{ cm}) - 2.54 \text{ cm}}{40} \cong 0.75$$

Valor de la curva

$$\rho_{tu} = \frac{A_s}{A_g} = \frac{25.36 \text{ cm}^2}{40 \text{ cm} * 40 \text{ cm}} = 0.016$$

Excentricidades

$$e = \frac{M_d}{P_u}$$

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{12250 \text{ Kg m}}{95480.9 \text{ Kg}} = 0.128 \text{ m (5.04 pulg)}$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{16890 \text{ Kg m}}{95480.9 \text{ Kg}} = 0.177 \text{ m (6.96 pulg)}$$

Cálculo de la pendiente

$$e_x/h = \frac{0.128 \text{ m}}{0.40 \text{ m}} = 0.32$$

$$e_y/h = \frac{0.177 \text{ m}}{0.40 \text{ m}} = 0.44$$

Coeficientes K'_x, K'_y (ver gráfica A7, Diseño de estructuras de concreto duodécima edición Arthur H. Nilson)

$$K'_x = 0.44$$

$$K'_y = 0.45$$

Cálculo de la resistencia de la columna bajo excentricidades

$$P' = \frac{K' * A_g * h}{\phi * e}$$

Donde:

$K' \left(\frac{Klb}{pulg^2} \right)$ = ver anexos diagrama de interacción

$A_g(pulg^2)$ = área gruesa

e (pulg) = excentricidad

Φ = 0.85

h (pulg) = altura de la sección transversal de la columna

$$P'_x = \frac{K'_x * A_g * h}{\Phi * e_x} = \frac{0.44 \frac{Klb}{pulg^2} * 1000 * (15.748 \text{ pulg})^2 * 15.748 \text{ pulg}}{0.85 * 5.04 \text{ pulg}} = 401125 \text{ lb}$$

$$P'_x = \frac{401125 \text{ lb}}{2.2 \text{ lb/Kg}} = 182330 \text{ Kg}$$

$$P'_y = \frac{K'_y * A_g * h}{\Phi * e_y} = \frac{0.45 \frac{Klb}{pulg^2} * 1000 * (15.748 \text{ pulg})^2 * 15.748 \text{ pulg}}{0.85 * 6.96 \text{ pulg}} = 297070 \text{ lb}$$

$$P'_y = \frac{297070 \text{ lb}}{2.2 \text{ lb/Kg}} = 135032 \text{ Kg}$$

Cálculo de la carga axial máxima que resiste la columna, según el ACI 10.3.6.2 se determina con la ecuación

$$P_0 = 0.8[0.85f'_c(A_g - A_s) + A_s f_y]$$

$$P_0 = 0.8[0.85(280)((40 * 40) - 25.36) + (25.36 * 4200)] = 385021 \text{ Kg}$$

Ecuación de Euler:

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{182330 \text{ Kg}} + \frac{1}{135032 \text{ Kg}} - \frac{1}{385021 \text{ Kg}}$$

$$P'_u = 97153.85 \text{ Kg} > 95480.9 \text{ Kg}$$

Refuerzo de corte: El refuerzo a corte consistirá en estribos perpendiculares a la dirección de la carga axial, las cuales sirven para contrarrestar los esfuerzos de corte actuantes, tomando en cuenta que es una zona sísmica, debe asegurarse la ductilidad del elemento.

Esfuerzo de corte que resiste el concreto en una columna

$$V_c = 0.53\phi\sqrt{f'_c}bd, \quad \Phi = 0.85 \text{ para estribos.}$$

$$V_c = 0.53(0.85)\sqrt{280} * 40 * 35 = 10555 \text{ Kg}$$

Esfuerzo de corte actuante en la columna

$$V_{ac} = 4235 \text{ Kg, marco sobre el eje C}$$

$$V_{ac} = 31790 \text{ Kg, marco sobre el eje 15}$$

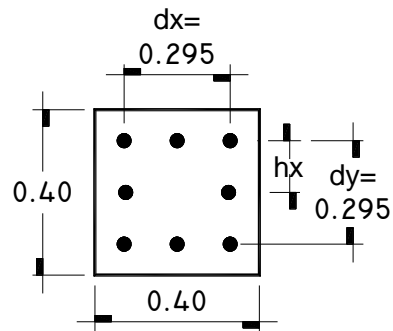
V_c resiste el V_{ac} , por lo que la separación entre estribos en zona confinada debe hacerse de acuerdo a las especificaciones del código ACI 21.4.4.1(c), cuando la resistencia de diseño del núcleo del elemento satisface los requisitos de las combinaciones de carga de diseño, incluyendo el efecto sísmico, debe confinarse de acuerdo al ACI 21.4.4.2, donde la separación del refuerzo transversal no debe exceder el menor de:

- a) La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento
- b) Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal
- c) $S = 100 + \left(\frac{350-h_x}{3}\right)$, el valor de S no debe ser mayor a 15 cm ni menor a 10 cm.

$$S = \frac{40}{4} \text{ cm} \cong 10 \text{ cm}$$

$$S = 6(2.54 \text{ cm}) \cong 15 \text{ cm}$$

$$S_o = 10.0 + \left(\frac{35.0 - 14.75 \text{ mm}}{3} \right) \cong 17 \text{ cm}, 15 \text{ cm}$$



La longitud de confinamiento de estribos en los extremos de la columna como lo recomienda el código ACI 21.4.4.4, debe tomarse el mayor de:

Primer nivel

$$l_o = L_u/6 = 4.20 \text{ m}/6 = \mathbf{0.70 \text{ m}}$$

$$l_o = \text{lado de la columna} = 0.40 \text{ m}$$

$$l_o = 0.45 \text{ m}$$

Segundo nivel

$$l_o = L_u/6 = 2.70 \text{ m}/6 = \mathbf{0.45 \text{ m}}$$

$$l_o = \text{lado de la columna} = 0.40 \text{ m}$$

$$l_o = 0.45 \text{ m}$$

La distribución de estribos en zona no confinada debe hacerse de acuerdo al ACI 21.4.4.6 que dice que la separación entre estribos en el resto de la longitud de la columna (zona no confinada) no debe exceder el menor de:

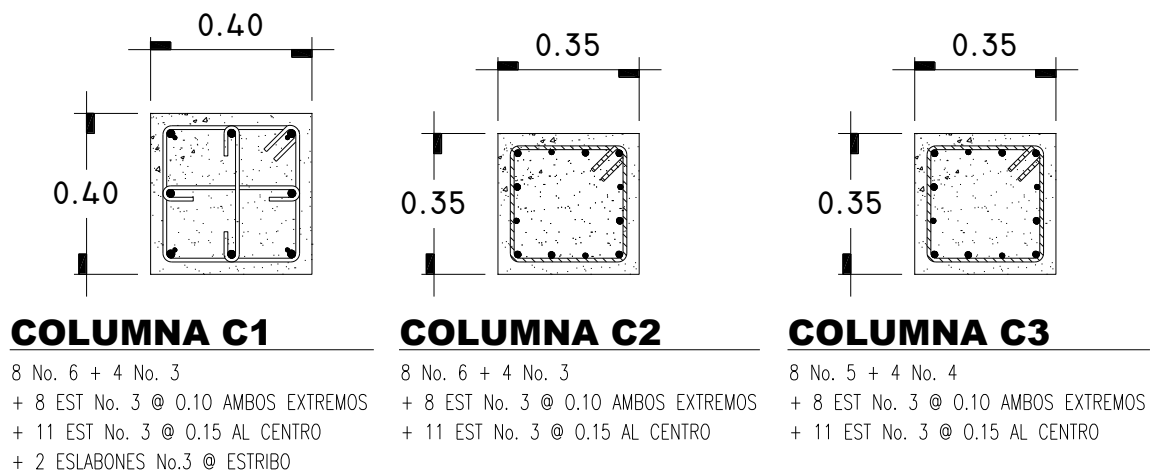
- a) Seis veces el diámetro de las barras longitudinales
- b) 15 cm

Para este caso:

$$S = 6(2.54 \text{ cm}) \cong 15 \text{ cm}$$

Con el procedimiento anterior se diseñaron las siguientes secciones de columnas:

Figura 68. Detalles de columnas principales



2.1.5.4 Cimientos

Los cimientos de una estructura se diseñan con la finalidad de recibir la carga actuante de las columnas y transmitirla al suelo, el suelo debe ser lo suficientemente resistente para asegurar la estabilidad de las estructuras que sobre él descansan.

Diseño de zapatas

Datos:

$$P_u = 95480.9 \text{ Kg}$$

$$M_x = 8390 \text{ Kg m}$$

$$M_y = 11490 \text{ Kg m}$$

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

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_{cu} = 1.55$$

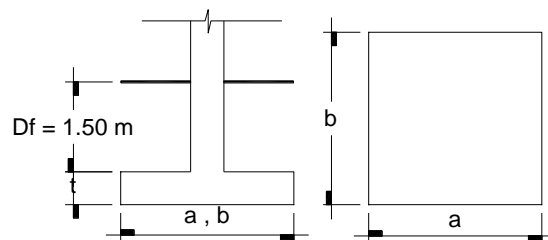
$$\gamma_{suelo} = 0.96 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma_{hum} = 1.40 \text{ ton/m}^3$$

$$q_d = 53.3 \text{ ton/m}^2$$

$$H_{col} = 4.40 \text{ m}$$

Figura 69. Pre-dimensionamiento de zapatas



Cargas de trabajo

$$P' = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{95480.9 \text{ Kg}}{1.55} = 61600 \text{ Kg}$$

$$M'_x = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{8390 \text{ Kg m}}{1.55} = 5415 \text{ Kg}$$

$$M'_y = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{11490 \text{ Kg m}}{1.55} = 7415 \text{ Kg}$$

Pre-dimensionamiento de zapatas:

$$\sigma_{axial} = A_z * q_d = 1.5 \frac{P'}{A_z}$$

$$A_z = 1.5 \frac{P'}{q_d} = 1.5 \frac{(61600 \text{ Kg})}{53300 \text{ Kg/m}^2} = 1.75 \text{ m}^2$$

Se propone una zapata de 1.60 m X 1.60 m X 0.45 m, respecto a la altura o espesor de la zapata debe estar basado en el código ACI 15.7.

La dimensión propuesta debe cumplir con los siguientes chequeos:

1. Chequeo de la presión transmitida al suelo

$$q' = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_x}{S_x} \pm \frac{M'_y}{S_y}$$

Donde:

$$P' = 61600 \text{ Kg}$$

$$P_{col} = 0.40m * 0.40m * 4.20m * 2400 \text{ Kg/m}^3 = 1613 \text{ Kg}$$

$$P_{suelo} = ((1.60m)^2 - (0.40m)^2) * 1.50m * 1400 \text{ Kg/m}^2 = 5040 \text{ Kg}$$

$$P_{cimiento} = (1.60m)^2 * 0.45m * 2400 \text{ Kg/m}^2 = 2765 \text{ Kg}$$

$$P = 71018 \text{ Kg}$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} ab^2$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} (1.6 \text{ m})(1.6)^2 = 0.6827 \text{ m}^3$$

$$q' = \frac{71018 \text{ Kg}}{(1.60 \text{ m})^2} + \frac{5415 \text{ Kg m}}{0.6827 \text{ m}^3} + \frac{7415 \text{ Kg m}}{0.6827 \text{ m}^3} = 46535 \text{ Kg/m}^2$$

$$q' = \frac{71018 \text{ Kg}}{(1.60 \text{ m})^2} - \frac{5415 \text{ Kg m}}{0.6827 \text{ m}^3} - \frac{7415 \text{ Kg m}}{0.6827 \text{ m}^3} = 8948 \text{ Kg/m}^2$$

El valor de $q' > 0$, y $q' < q_d$, para este caso se cumple.

Presión última de diseño: La presión del suelo en un punto cualquiera de la zapata, es distinta a la presión en otro punto distinto de la misma, sin embargo para efectos de diseño se determina una presión constante, la cual puede ser un valor promedio, pero si se quiere tomar un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, esta debe estar afectada por el factor de carga última:

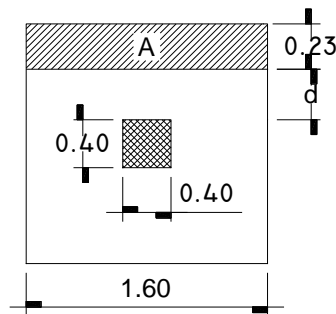
$$q_{dis} = q_{max} * F_{cu}$$

$$q_{dis} = 46535 \text{ Kg/m}^2 * 1.55 = 72130 \text{ Kg/m}^2$$

2. Chequeo por corte simple

Según el código ACI 7.7.1 el recubrimiento del refuerzo del concreto expuesto directamente al suelo debe ser como mínimo 7.5 cm. El Acero que se empleará en el refuerzo de las zapatas será No. 5 cuyo diámetro es 1.6 cm y $A_v = 1.98 \text{ cm}^2$

Figura 70. Chequeo por corte simple



Cálculo del peralte

$$d = 45 \text{ cm} - 7.5 \text{ cm} - \frac{1.60}{2} \text{ cm} = 37 \text{ cm}$$

$$\frac{(1.60 \text{ m} - 0.40 \text{ m})}{2} - 0.37 \text{ m} = 0.23 \text{ m}$$

$$V_{ac} = q_{dis} A$$

$$V_{ac} = 72130 \text{ Kg/m}^2 * (0.23 \text{ m} * 1.60 \text{ m}) = \mathbf{26544 \text{ Kg}}$$

$$V_{res} = \frac{0.53 \phi \sqrt{f'_c} b d}{1000}, \quad \phi = 0.85$$

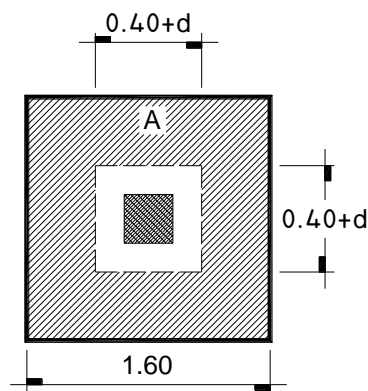
$$V_{res} = \frac{0.53(0.85)\sqrt{280}(160)(37)}{1000} = \mathbf{44627 \text{ Kg}}$$

$$V_{res} > V_{ac}$$

3. Chequeo por corte punzonante

La fuerza que la columna ejerce sobre la zapata es una acción que tiende a perforarla, por lo que debe chequearse el corte punzonante, este actúa a una distancia $d/2$ del borde de la columna.

Figura 71. Chequeo por corte punzonante



$$V_{ac} = q_{dis}A$$

$$V_{ac} = 72130 \text{ Kg/m}^2 ((1.6\text{m})^2 - (0.4\text{m} + 0.37\text{m})^2)$$

$$V_{ac} = \mathbf{140716 \text{ Kg}}$$

$$V_{res} = 1.06\phi\sqrt{f'_c}(\beta_o d)$$

β_o = perímetro donde actúa el punzonamiento

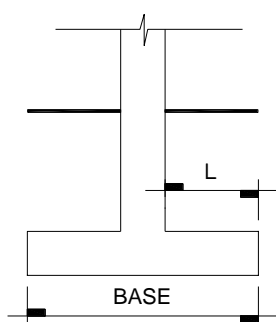
$$V_{res} = 1.06(0.85)\sqrt{280}(4(0.40 + 0.37)0.37) = \mathbf{171813 \text{ Kg}}$$

$$V_{res} > V_{ac}$$

Diseño del refuerzo por flexión en zapatas

Los tramos de la zapata donde existe flexión se diseñan como losa en voladizo.

Ecuación para M_u en voladizo:



$$M_u = \frac{q_{dis} * L^2}{2}$$

$$M_{ux} = \frac{72130 \text{Kg/m}^2 * \left(\frac{1.6\text{m} - 0.4\text{m}}{2}\right)^2}{2} = 12985 \text{Kg m}$$

$$M_{uy} = \frac{72130 \text{Kg/m}^2 * \left(\frac{1.6\text{m} - 0.4\text{m}}{2}\right)^2}{2} = 12985 \text{Kg m}$$

Cálculo del área de acero: al igual que en el cálculo del área de acero en losas, se determina para una franja unitaria de ancho 1.0 m.

Área mínima de acero

$$A_{min} = \frac{14.1}{f_y} bd$$

$$A_{min} = \frac{14.1}{4200 \text{Kg/cm}^2} * 100\text{cm} * 37 \text{cm} = 12.42 \text{cm}^2$$

Área requerida de acero

$$A_{req} = \left[(bd) - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u b}{0.003025 f'_c}} \right] \frac{0.85 f'_c}{f_y}$$

$$A_{req} = \left[(100 * 37) - \sqrt{(100 * 37)^2 - \frac{12985 * 100}{0.003025 (280)}} \right] \frac{0.85 (280)}{(4200)} = 12.07 \text{cm}^2$$

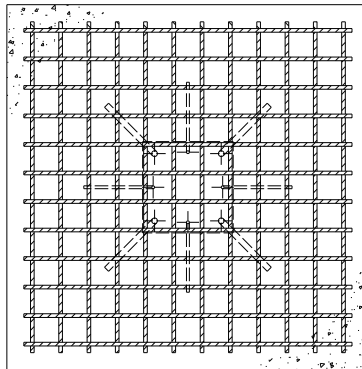
Utilizamos el área de acero mínimo, $A_s = 12.42 \text{cm}^2$

Separación de barras:

$$S = \frac{A_v * 100}{A_s}$$

$$S = \frac{1.98 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{12.42 \text{ cm}^2} \cong 12.5 \text{ cm}$$

Figura 72. Detalle de armado de zapata



Dimensiones: 1.60 m X 1.60 m

Armado de zapata: 12 No. 5 @ 0.125 m ambos sentidos

Diseño de cimiento corrido

Para el cálculo y diseño del cimiento corrido se toman condiciones similares a las expuestas en el diseño de las zapatas, el resultado es:

Sección transversal = 45 cm x 20 cm

Refuerzo longitudinal = 3 varillas No. 3

Refuerzo transversal = eslabones No. 2 colocados @ 15 cm

Recubrimiento = 7.5cm

2.1.6 Instalaciones eléctricas

El diseño eléctrico se diseño en base a los requisitos de la Normas ANSI NEC (National Electric Code) aplicables en Guatemala.

Acometida: Cada local tendrá su propia acometida con lo cual cuenta con 1 contador 120/240V 60Hz 1 fase 2 hilos + hilo de neutro. El calibre de cada cable será numero 8. El tablero de distribución tipo TR de 6 polos con corriente nominal de 125 A con una capacidad de corriente de cortocircuito de 10kA (IP21/NEMA 1) se utilizará un polo para iluminación y otro para fuerza y para cargas especiales como las carnicerías se utilizarán dos polos para un interruptor automático de 240 A.

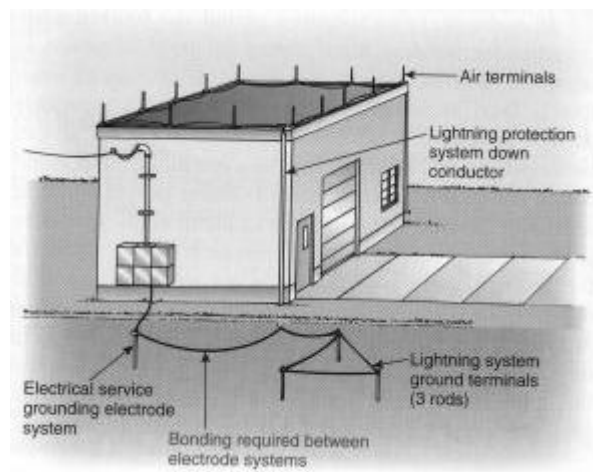
Electricidad fuerza: Se colocarán tomacorrientes doble tipo domino bticino o en cajas rectangulares con alimentación de cable calibre 10 en tubo PVC conduit diámetro 3/4". Se colocará a 40 cm \pm 10 cm del nivel del piso, para un total de 243 unidades.

Electricidad iluminación: La iluminación será con plafonera plástica bticino colocada en cajas octogonales. EL cable será calibre 12. Se conducirá en tubo PVC conduit diámetro 3/4". Llevará interruptor simple y uno doble Bticino para el encendido y apagado, total 243 unidades

Interruptores automáticos: Los interruptores automáticos termo magnético que se colocarán serán 1x15 A, 1x20 A, 2x20A todos con una capacidad interruptora de 10 kA. Se colocará un interruptor automático general para cada transformador con una capacidad de 250 A y una capacidad interruptora de 22kA.

Transformadores: Se utilizarán 2 transformadores de 50kVA monofásicos auto protegidos 13.8 kV/240/120 V con una capacidad de cortocircuito de 22kA. Se utilizará cable de aluminio ACSR desnudo 1/0 en el lado de alta tensión y un cable de cobre THW 3/0 uno para cada nivel en los 3 módulos. Dos transformadores se colocarán en poste enfrente del 1er módulo para la cual también existe la opción de colocarlo en la terraza del primer módulo pero para esto se debe construir un campo con malla sólidamente aterrizada.

Tierra física: Se deben colocar 3 varillas en formas de triángulo con una distancia de 8 pies entre cada varilla con una profundidad de 8 pies todos conectadas entre si, se colocará una varilla de prueba a una distancia de 12 pies del triangulo de varillas, la tierra física se conectará a la barra de neutro de los tableros de contadores, transformadores y cualquier otra cosa metálica que maneje alta tensión, el calibre del conductor debe ser 3/0 cobre color verde.



Barras: Las barras de contadores deben ser de cobre con una capacidad de cortocircuito de 12 kA. En las cuales se conectará una barra de neutro donde se derivarán todos los neutros

Tubería: La tubería de las acometidas se deben distribuir equitativamente entre las tuberías de 4 pulgadas para evitar calentamiento los calibres a ingresar por acometida son numero 8 para las 2 líneas vivas y el neutro para la distribución de cada local se utilizará tubería de 1 pulgada conduit y para los circuitos en general $\frac{3}{4}$ "

2.1.7 Instalaciones hidráulicas

Agua potable: Cumpliendo con las recomendaciones para el diseño de sistemas de agua potable, se diseño el sistema por medio de circuitos cerrados que abastecen cada módulo en ambos niveles. Las secciones de tubería utilizadas son PVC 315 PSI Ø1/2", PVC 250 PSI Ø 3/4".

Drenaje sanitario: El diseño incluye sistemas totalmente independientes para la recolección tanto de las aguas servidas como de las aguas pluviales, las cuales serán conducidas por tubería PVC en diferentes diámetros y deben cumplir con los requisitos de fabricación de la norma ASTM 3034. En el diseño se permite el uso de tubería de pared delgada únicamente para las bajadas de agua pluvial y únicamente cuando las mismas se encuentren empotradas en los muros, de lo contrario incluso para el drenaje pluvial se debe utilizar PVC Norma ASTM 3034. El diseño incluye también cajas recolectoras de caudal, cajas trampa de grasa y cajas de artefacto, las cuales se construirán con paredes, base y tapadera de concreto armado.

2.1.8 Planos constructivos

El juego de planos correspondiente a este proyecto incluye:

- Planta de conjunto y ubicación
- Plantas amueblada
- Plantas acotadas
- Plantas de acabados
- Detalle de gradas y rampa
- Plantas de cimientos y columnas
- Plantas de losas y vigas
- Plantas de instalación de agua potable
- Plantas de instalación de drenajes (pluvial y aguas negras)
- Plantas de instalaciones eléctricas

2.1.9 Presupuesto

Se elaboró en base a precios unitarios, tomando en cuenta lo siguiente:

Costo directo: Está conformado por el costo de los materiales de construcción y los costos de mano de obra

Costo indirecto: En este se incluyen los renglones como dirección técnica (supervisión), administración y utilidades, se consideró un 30% del costo directo

Para el efecto se tomaron como base los precios de los materiales y mano de obra que se trabajan en la cabecera municipal

Tabla LVII. Resumen del presupuesto, primer nivel

CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO, PRIMER NIVEL						
Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal (Q)	Subtotal (\$)
1	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.1	Corte/demolición de pavimento y paredes	m2	1193.00	Q22.00	Q26,246.00	\$3,181.33
1.2	Trazo y circulación	m2	1193.00	Q72.00	Q85,896.00	\$10,411.64
2	CIMENTACIÓN					
2.1	Zapatas tipo Z-1	Unidad	7.00	Q3,120.00	Q21,840.00	\$2,647.27
2.2	Zapatas tipo Z-2	Unidad	103.00	Q2,030.00	Q209,090.00	\$25,344.24
2.3	Cimiento corrido tipo CC-1, hasta solera de humedad	m	293.50	Q506.00	Q148,511.00	\$18,001.33
2.4	Solera de amarre SA	m	261.50	Q180.50	Q47,200.75	\$5,721.30
3	COLUMNAS					
3.1	Columnas tipo C-1	m	33.75	Q895.00	Q30,206.25	\$3,661.36
3.2	Columnas tipo C-2	m	206.40	Q755.00	Q155,832.00	\$18,888.73
3.3	Columnas tipo C-3	m	288.00	Q715.00	Q205,920.00	\$24,960.00
3.4	Columnas tipo C-4	m	947.60	Q176.00	Q166,777.60	\$20,215.47
3.5	Columnas tipo C-5	m	84.00	Q128.00	Q10,752.00	\$1,303.27
3.6	Columnas tipo C-6	m	14.50	Q260.00	Q3,770.00	\$456.97
4	MUROS					
4.1	Levantado de pared de block	m2	917.50	Q154.00	Q141,295.00	\$17,126.67
4.2	Solera intermedia	m	754.00	Q262.50	Q197,925.00	\$23,990.91
4.3	Sillares y dinteles	m	43.00	Q161.00	Q6,923.00	\$839.15
5	VIGAS					
5.1	Viga tipo V-1, eje 13 & 17	m	81.90	Q534.00	Q43,734.60	\$5,301.16
5.2	Viga tipo V-2, eje 14 & 16	m	81.80	Q560.00	Q45,808.00	\$5,552.48
5.3	Viga tipo V-3, eje 15	m	39.15	Q581.00	Q22,746.15	\$2,757.11
5.4	Viga tipo V-4, eje A B J	m	46.80	Q565.50	Q26,465.40	\$3,207.93
5.5	Viga tipo V-5, eje C D E F G H I	m	109.20	Q568.00	Q62,025.60	\$7,518.25
5.6	Viga tipo V-6	m	4.75	Q377.00	Q1,790.75	\$217.06
5.7	Viga tipo V-7, eje I & 18	m	76.45	Q526.00	Q40,212.70	\$4,874.27
5.8	Viga tipo V-8, eje H' & 19	m	76.45	Q523.00	Q39,983.35	\$4,846.47
5.9	Viga tipo V-9, eje G' & 20	m	76.45	Q525.00	Q40,136.25	\$4,865.00
5.10	Viga tipo V-10, eje A, A', F...	m	55.10	Q507.00	Q27,935.70	\$3,386.15
5.11	Viga tipo V-11, eje B', C', D'...	m	82.65	Q505.00	Q41,738.25	\$5,059.18
6	LOSA					
6.1	Losa de entrepiso	m2	1101.00	Q515.00	Q567,015.00	\$68,729.09
7	PISOS					
7.1	Instalación de pisos en interiores	m2	685.00	Q236.00	Q161,660.00	\$19,595.15
7.2	Instalación de pisos en corredores	m2	368.00	Q236.00	Q86,848.00	\$10,527.03
8	ACABADOS					\$0.00
8.1	Repello + cernido en paredes	m2	2023.00	Q67.00	Q135,541.00	\$16,429.21
8.2	Repello + alisado en Columnas	m	528.00	Q65.00	Q34,320.00	\$4,160.00

8.3	Repello + cernido en cielo de Losas	m2	1053.00	Q125.00	Q131,625.00	\$15,954.55
8.4	Tallado de molduras en cenefas	m	182.00	Q39.00	Q7,098.00	\$860.36
8.5	Colocación de fachaleta	m2	35.50	Q152.00	Q5,396.00	\$654.06
8.6	Colocación de azulejo	m2	258.50	Q140.00	Q36,190.00	\$4,386.67
9	HERRERÍA					
9.1	Puerta tipo P-1	Unidad	1.00	Q2,500.00	Q2,500.00	\$303.03
9.2	Puerta tipo P-2	Unidad	2.00	Q1,690.00	Q3,380.00	\$409.70
9.3	Puerta tipo P-3	Unidad	30.00	Q1,300.00	Q39,000.00	\$4,727.27
9.4	Puerta tipo P-4	Unidad	10.00	Q1,100.00	Q11,000.00	\$1,333.33
9.5	Puerta tipo P-6	Unidad	2.00	Q9,100.00	Q18,200.00	\$2,206.06
9.6	Puerta tipo P-7	Unidad	2.00	Q2,500.00	Q5,000.00	\$606.06
9.7	Persiana metálica 4.35 m	Unidad	15.00	Q5,200.00	Q78,000.00	\$9,454.55
9.8	Persiana metálica 4.40 m	Unidad	13.00	Q5,200.00	Q67,600.00	\$8,193.94
9.9	Persiana metálica 4.60 m	Unidad	1.00	Q5,200.00	Q5,200.00	\$630.30
10	VENTANERÍA					
10.1	Ventana tipo V-1	m2	1.90	Q553.00	Q1,050.70	\$127.36
10.2	Ventana tipo V-2	m2	2.75	Q553.00	Q1,520.75	\$184.33
10.3	Ventana tipo V-4	m2	3.15	Q553.00	Q1,741.95	\$211.15
10.4	Ventana tipo V-5	m2	2.85	Q553.00	Q1,576.05	\$191.04
10.5	Ventana tipo V-6	m2	2.50	Q553.00	Q1,382.50	\$167.58
11	ARTEFACTOS SANITARIOS					
11.1	Inodoro	Unidad	39.00	Q747.50	Q29,152.50	\$3,533.64
11.2	Lavamanos	Unidad	34.00	Q585.00	Q19,890.00	\$2,410.91
11.3	Mingitorios	Unidad	3.00	Q2,210.00	Q6,630.00	\$803.64
11.4	Pilas	Unidad	4.00	Q585.00	Q2,340.00	\$283.64
12	RED HIDRÁULICA					
12.1	Red hidráulica (1er. nivel módulo I)	Global	1.00	Q17,100.00	Q17,100.00	\$2,072.73
12.2	Red hidráulica (1er. nivel módulo II)	Global	1.00	Q14,935.00	Q14,935.00	\$1,810.30
12.3	Red hidráulica (1er. nivel módulo III)	Global	1.00	Q6,060.00	Q6,060.00	\$734.55
13	RED DE DRENAJES					
13.1	Drenaje Pluvial (hasta losa 2o. Nivel)					
13.1.1	Drenaje pluvial (1er. nivel módulo I)	Global	1.00	Q27,810.00	Q27,810.00	\$3,370.91
13.1.2	Drenaje pluvial (1er. nivel módulo II)	Global	1.00	Q16,565.00	Q16,565.00	\$2,007.88
13.1.3	Drenaje pluvial (1er. nivel módulo III)	Global	1.00	Q8,135.00	Q8,135.00	\$986.06
13.2	Drenaje Sanitario					
13.2.1	Drenaje sanitario (1er. nivel módulo I)	Global	1.00	Q51,740.00	Q51,740.00	\$6,271.52
13.2.2	Drenaje sanitario (1er. nivel módulo II)	Global	1.00	Q32,835.00	Q32,835.00	\$3,980.00
13.2.3	Drenaje sanitario (1er. nivel módulo III)	Global	1.00	Q23,595.00	Q23,595.00	\$2,860.00
13.3	Tragante tipo cuneta + rejilla	m	3.00	Q546.50	Q1,639.50	\$198.73
14	INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
14.1	Instalaciones eléctricas (iluminación y fuerza), (ambos niveles)	Global	1.00	Q237,185.00	Q237,185.00	\$28,749.70
15	JARDINERAS					
15.1	Jardineras, muros bajos con remate de ladrillo	m	69.25	Q400.00	Q27,700.00	\$3,357.58
16	VARIOS					
16.1	Construcción de garita de control tipo 1 y tipo 2	m2	16.00	Q4,290.00	Q68,640.00	\$8,320.00

16.2	Construcción de oficina de administración	m2	9.00	Q4,220.00	Q37,980.00	\$4,603.64
17	MÓDULOS DE ACCESO					\$0.00
17.1	Módulo de gradas (2 niveles)	m2	64.50	Q1,340.00	Q86,430.00	\$10,476.36
17.2	Módulo de rampas (2 niveles)	m2	71.00	Q577.50	Q41,002.50	\$4,970.00
17.3	Módulo de rampas hacia basurero	m2	49.00	Q460.00	Q22,540.00	\$2,732.12
17.4	Construcción de basurero	m2	6.50	Q3,050.00	Q19,825.00	\$2,403.03
Total primer nivel módulo I				Q4,053,335.80		\$491,313.43

Tabla LVIII. Resumen del presupuesto, segundo nivel

CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO, SEGUNDO NIVEL						
Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal (Q)	Subtotal (\$)
18	COLUMNAS					
18.1	Columnas tipo C-1	m	22.40	Q895.00	Q20,048.00	\$2,430.06
18.2	Columnas tipo C-2	m	137.70	Q755.00	Q103,963.50	\$12,601.64
18.3	Columnas tipo C-3	m	192.00	Q715.00	Q137,280.00	\$16,640.00
18.4	Columnas tipo C-4	m	716.80	Q176.00	Q126,156.80	\$15,291.73
18.5	Columnas tipo C-5	m	92.80	Q128.00	Q11,878.40	\$1,439.81
18.6	Columnas tipo C-6	m	12.80	Q260.00	Q3,328.00	\$403.39
19	MUROS					
19.1	Levantado de pared de block	m2	791.50	Q154.00	Q121,891.00	\$14,774.67
19.2	Solera intermedia	m	329.50	Q262.50	Q86,493.75	\$10,484.09
19.3	Solera final, sillares y dinteles	m	343.00	Q161.00	Q55,223.00	\$6,693.70
20	VIGAS					
20.1	Viga tipo V-1, eje 13 & 17	m	81.90	Q522.50	Q42,792.75	\$5,187.00
20.2	Viga tipo V-2, eje 14 & 16	m	81.80	Q548.00	Q44,826.40	\$5,433.50
20.3	Viga tipo V-3, eje 15	m	39.15	Q580.00	Q22,707.00	\$2,752.36
20.4	Viga tipo V-4, eje A B J	m	46.80	Q550.00	Q25,740.00	\$3,120.00
20.5	Viga tipo V-5, eje C D E F G H I	m	109.20	Q568.00	Q62,025.60	\$7,518.25
20.6	Viga tipo V-6	m	4.75	Q377.00	Q1,790.75	\$217.06
20.7	Viga tipo V-7, eje I & 18	m	76.45	Q518.00	Q39,601.10	\$4,800.13
20.8	Viga tipo V-8, eje H' & 19	m	76.45	Q518.00	Q39,601.10	\$4,800.13
20.9	Viga tipo V-9, eje G' & 20	m	76.45	Q518.00	Q39,601.10	\$4,800.13
20.10	Viga tipo V-10, eje A, A', F...	m	55.10	Q507.00	Q27,935.70	\$3,386.15
20.11	Viga tipo V-11, eje B', C', D'...	m	82.65	Q505.00	Q41,738.25	\$5,059.18
21	LOSA					
21.1	Losa de entrepiso	m2	1101.00	Q515.00	Q567,015.00	\$68,729.09
22	PISOS					
22.1	Instalación de pisos en interiores	m2	590.00	Q236.00	Q139,240.00	\$16,877.58
22.2	Instalación de pisos en corredores	m2	463.00	Q185.00	Q85,655.00	\$10,382.42
23	ACABADOS					
23.1	Repello + cernido en paredes	m2	1743.00	Q67.00	Q116,781.00	\$14,155.27
23.2	Repello + alisado en columnas	m	352.00	Q65.00	Q22,880.00	\$2,773.33

23.3	Repello + cernido en cielo de losas	m2	1053.00	Q125.00	Q131,625.00	\$15,954.55
23.4	Tallado de molduras en cenefas	m	364.00	Q39.00	Q14,196.00	\$1,720.73
23.5	Colocación de fachaleta	m2	35.50	Q152.00	Q5,396.00	\$654.06
23.6	Colocación de azulejo	m2	152.00	Q140.00	Q21,280.00	\$2,579.39
24	HERRERÍA					
24.1	Puerta tipo P-3	Unidad	27.00	Q1,300.00	Q35,100.00	\$4,254.55
24.2	Persiana metálica 4.35 m	Unidad	15.00	Q5,200.00	Q78,000.00	\$9,454.55
24.3	Persiana metálica 4.40 m	Unidad	12.00	Q5,200.00	Q62,400.00	\$7,563.64
24.4	Baranda metálica	m	116.10	Q450.00	Q52,245.00	\$6,332.73
25	VENTANERÍA					
25.1	Ventana tipo V-1	m2	0.50	Q553.00	Q276.50	\$33.52
25.2	Ventana tipo V-2	m2	2.75	Q553.00	Q1,520.75	\$184.33
25.3	Ventana tipo V-4	m2	3.15	Q553.00	Q1,741.95	\$211.15
25.4	Ventana tipo V-5	m2	2.85	Q553.00	Q1,576.05	\$191.04
25.5	Ventana tipo V-6	m2	2.50	Q553.00	Q1,382.50	\$167.58
26	ARTEFACTOS SANITARIOS					
26.1	Inodoro	Unidad	27.00	Q747.50	Q20,182.50	\$2,446.36
26.2	Lavamanos	Unidad	27.00	Q585.00	Q15,795.00	\$1,914.55
26.3	Lavatrastos	Unidad	6.00	Q1,075.00	Q6,450.00	\$781.82
27	RED HIDRÁULICA					
27.1	Red hidráulica (2do. nivel módulo I)	Global	1.00	Q3,475.00	Q3,475.00	\$421.21
27.2	Red hidráulica (2do. nivel módulo II)	Global	1.00	Q3,435.00	Q3,435.00	\$416.36
27.3	Red hidráulica (2do. nivel módulo III)	Global	1.00	Q1,715.00	Q1,715.00	\$207.88
28	DRENAJES					
28.1	Drenaje sanitario (2do. nivel módulo I)	Global	1.00	Q8,630.00	Q8,630.00	\$1,046.06
28.2	Drenaje sanitario (2do. nivel módulo II)	Global	1.00	Q6,055.00	Q6,055.00	\$733.94
28.3	Drenaje sanitario (2do. nivel módulo III)	Global	1.00	Q3,100.00	Q3,100.00	\$375.76
Total segundo nivel módulo I					Q2,461,770.45	\$298,396.42
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q6,515,106.25	\$789,709.85

Cambio del Quetzal frente al Dólar 8.25, a la fecha 13 de octubre de 2009

Tabla LIX. Resumen total del presupuesto, segundo nivel

RESUMEN TOTAL	
Mano de obra (MO)	Q1,896,322.18
Maquinaria	Q7,650.00
Material	Q3,101,751.41
Indirecto	Q1,509,382.67
Total	Q6,515,106.25

CONCLUSIONES

1. Se propuso un sistema de marcos estructurales basados en marcos rígidos con vigas, columnas. Las losas de entrepiso tanto para el primer nivel como para el segundo nivel serán de concreto armado, los muros serán de block de 15 cm de espesor más acabados tradicionales de repello más cernido. Cada local contará con los servicios básicos tales como: agua, sistemas de drenaje, energía eléctrica. El área total a construir será de 2202.00 m².
2. El costo total directo de la ejecución del proyecto asciende a la cantidad de US\$606,754.37 (Q5,005,723.58); costo unitario directo asciende a la cantidad de US\$275.55 (Q2,273.26)/m².
3. Por ser un edificio de dimensiones considerables se determinó que el sistema estructural a emplear debe ser el de marcos rígidos, cubriendo cada ambiente y separando uno del otro con mampostería de block sin que estos hayan sido diseñados para soportar carga vertical ni horizontal únicamente su propio peso.
4. Después de analizar cada marco rígido por dos métodos aproximados, es decir el método de Cross y el método de Kani que comparados posteriormente con el software ETABS, se pudo demostrar que entre los métodos existe poca variaciones, respecto a los resultados finales, queda a criterio del diseñador utilizar el que más sea conveniente.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango:

1. Cumplir con cada uno de los requisitos técnicos, y por ningún motivo cambiar la calidad y resistencia de los materiales especificados en planos, para garantizar un buen funcionamiento estructural del edificio.
2. Informar y concientizar a los usuarios sobre la buena utilización de los recursos físicos que proveerá el edificio, a fin reducir gastos en mantenimiento del mismo.
3. Con base a la estimación de costos que se deberán invertir en la construcción del edificio de uso comercial, tomar en cuenta que la estimación presentada podría tener una variación provocada por la variación de precios de materiales en el mercado local a la fecha que se publique la oferta.
4. Proporcionar la debida señalización dentro de las instalaciones del edificio, dando énfasis a las rutas de evacuación, cumpliendo con las todas las medidas de seguridad por ser un edificio de uso público.

BIBLIOGRAFÍA

1. Camas Calderón, Ángel Rubén. Diseño del mercado comunal de la aldea Suacite, del municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala, trabajo de graduación, Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 210 pp.
2. Linares Juárez, Dennis Leonel. Diseño de edificio para mercado, en el municipio de San Pedro Jocopilas, departamento de Quiché, trabajo de graduación, Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 246 pp.
3. Tampán Corado, Rolando Antonio. Guía teórica y práctica para uso de software de Etabs para diseño de estructuras de concreto, trabajo de graduación, Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 262 pp.
4. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la república de Guatemala. Guatemala, 2002
5. Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario (ACI 318S-05). 2005. 490 pp.
6. Crespo Villalaz, Carlos. **Mecánica de suelos y cimentaciones**, 5ª ed. México: Limusa editores, 2006. 650 pp.
7. Mc Cormac, Yac. **Diseño de concreto reforzado**, 4ª ed. México: Editorial alfa y omega, 1994. 779 pp.
8. Nilson, Arthur. **Diseño de estructuras de concreto**, 12ª ed. Colombia: Editorial McGraw-hill, 1999. 722 pp.

ANEXOS

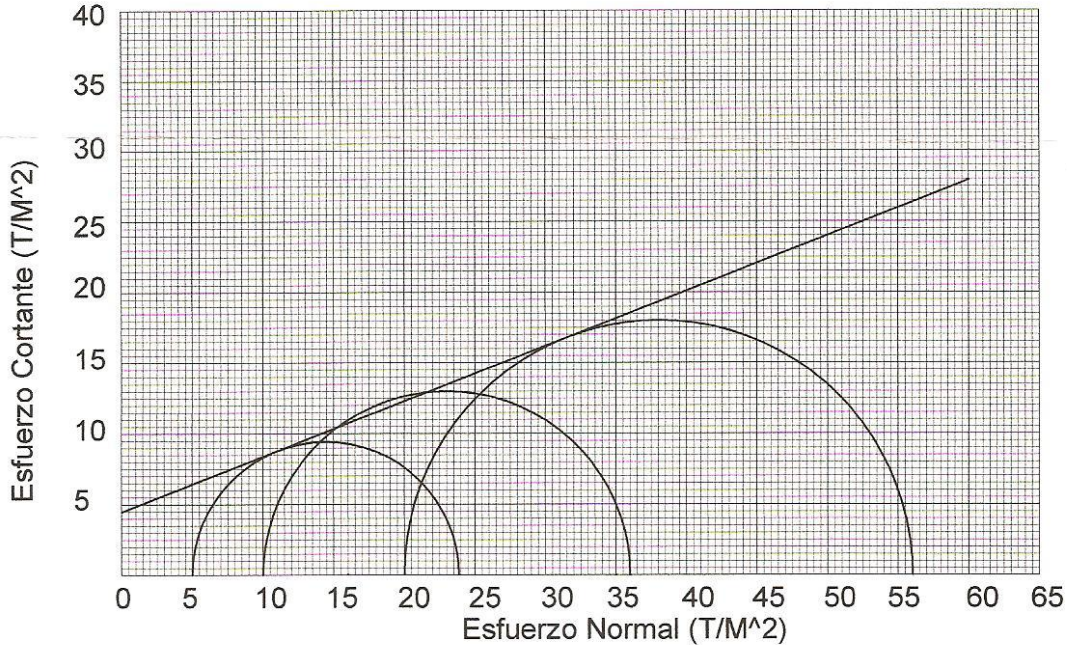
- Ensayo de compresión triaxial. Centro de investigaciones de ingeniería, facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala
- Nilson, Arthur. Diagrama de interacción de la resistencia de columnas de sección rectangular con barras en las cuatro caras, pág. 697
- Mapa de zonificación sísmica
- Nilson, Arthur. Coeficientes para momentos en losas, pág. 378
- Planos constructivos



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 086 S.S. O.T.No.: 24,597

INTERESADO: Samuel Isaac Fuentes Velasquez, Carné 200413235
 PROYECTO: EPS. Diseño del Centro Comercial.
 UBICACIÓN: San Martin Jilotenango, Chimaltenango.
 pozo: 1 Profundidad: 2.0 m. Muestra: 1
 Fecha: 24 de Febrero de 2009



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 24.17^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 4.40 \text{ T/m}^2$
---	--

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla Arenosa, color Café Oscuro.
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	11.54	22.30	38.00
PRESION INTERSTICIAL u (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	2.0	4.5	7.0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	0.96	0.96	0.96
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.40	1.40	1.40
HUMEDAD (%H)	43.7	43.7	43.7



Atentamente,

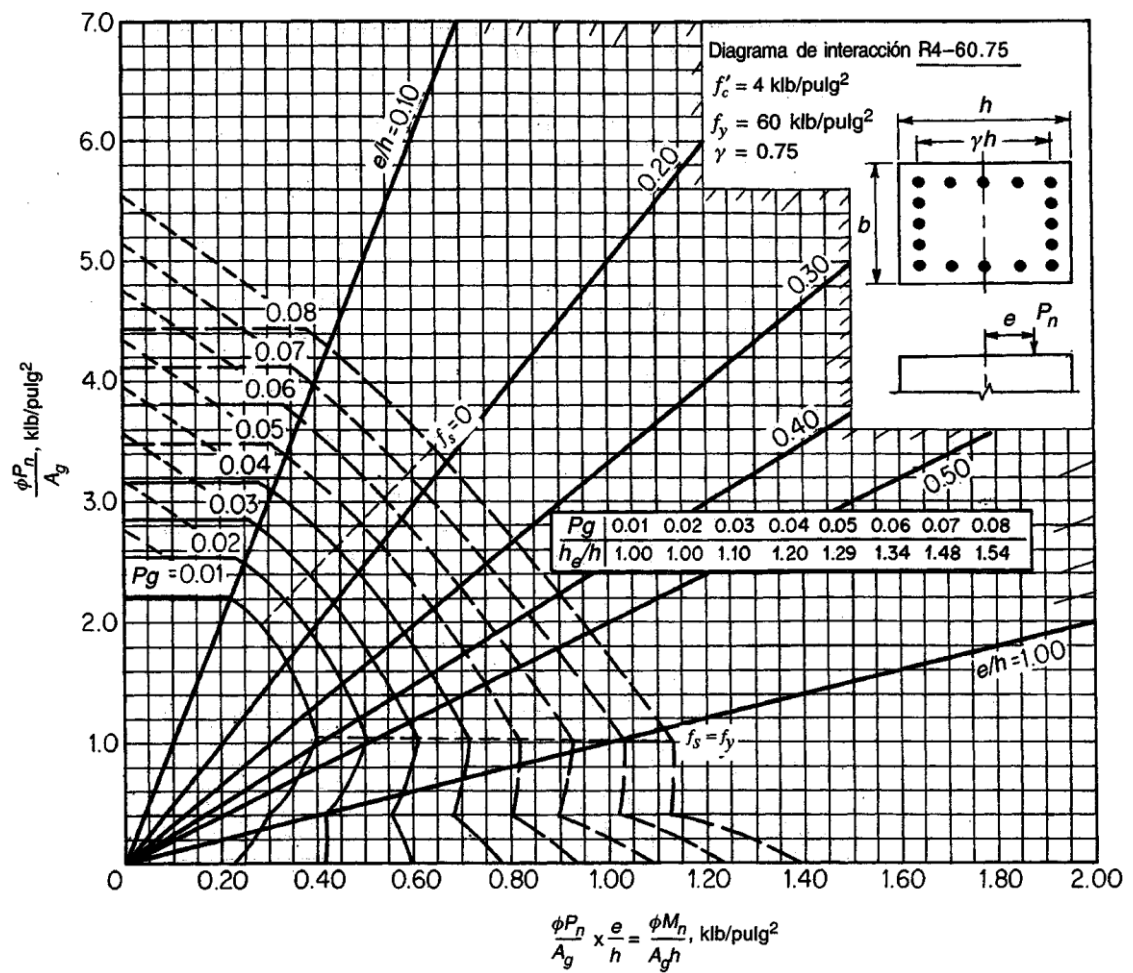
Vo. Bo.

[Signature]
 Inga. Telma Maricela Cano Morales
 DIRECTORA CII/USAC



[Signature]
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

Diagrama de interacción de la resistencia de columnas de sección rectangular con barras en las cuatro caras



Mapa de zonificación sísmica

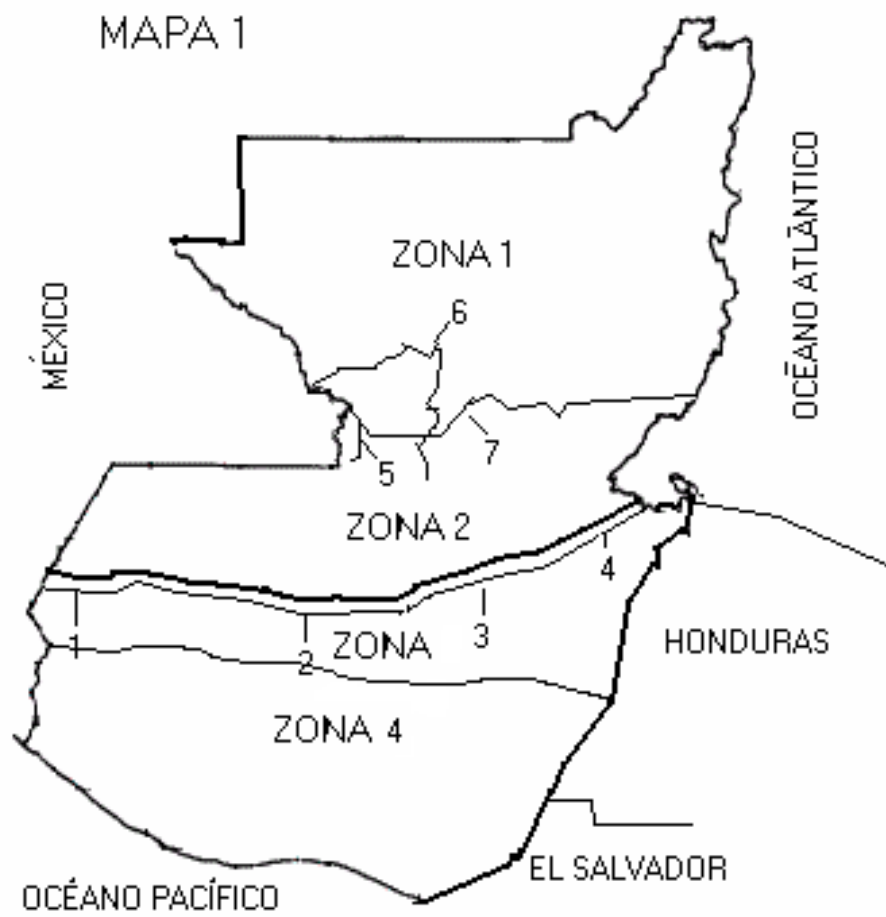


TABLA 12.3
Coefficientes para momentos negativos en losas^a

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_a^2 \quad \text{donde } w = \text{carga muerta más viva uniforme total}$$

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.045 0.045		0.050 0.050	0.075	0.071		0.033 0.061	0.061 0.033
0.95									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.050 0.041		0.055 0.045	0.079	0.075		0.038 0.056	0.065 0.029
0.90									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.055 0.037		0.060 0.040	0.080	0.079		0.043 0.052	0.068 0.025
0.85									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.060 0.031		0.066 0.034	0.082	0.083		0.049 0.046	0.072 0.021
0.80									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.065 0.027		0.071 0.029	0.083	0.086		0.055 0.041	0.075 0.017
0.75									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.069 0.022		0.076 0.024	0.085	0.088		0.061 0.036	0.078 0.014
0.70									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.074 0.017		0.081 0.019	0.086	0.091		0.068 0.029	0.081 0.011
0.65									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.077 0.014		0.085 0.015	0.087	0.093		0.074 0.024	0.083 0.008
0.60									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.081 0.010		0.089 0.011	0.088	0.095		0.080 0.018	0.085 0.006
0.55									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.084 0.007		0.092 0.008	0.089	0.096		0.085 0.014	0.086 0.005
0.50									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.086 0.006		0.094 0.006	0.090	0.097		0.089 0.010	0.088 0.003

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.










TABLA 12.4

Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas*

$$M_{i,posit,dl} = C_{a,dl} w l_a^2$$

donde w = carga muerta uniforme total

$$M_{b,posit,dl} = C_{b,dl} w l_b^2$$

Relación l_b		Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
1.00	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	 0.036 0.036	 0.018 0.018	 0.018 0.027	 0.027 0.027	 0.027 0.018	 0.033 0.027	 0.027 0.033	 0.020 0.023	 0.023 0.020
0.95	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.040 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021	0.024 0.017
0.90	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.045 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019	0.026 0.015
0.85	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.050 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017	0.028 0.013
0.80	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.056 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015	0.029 0.010
0.75	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.061 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013	0.031 0.007
0.70	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.068 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011	0.033 0.006
0.65	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.074 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009	0.034 0.005
0.60	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.081 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007	0.036 0.004
0.55	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.088 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005	0.037 0.003
0.50	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.095 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004	0.038 0.002

*Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

TABLA 12.5

Coefficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas^a

$$M_{a,poz,II} = C_{a,II} w l_a^2$$

donde w = carga viva uniforme total










$$M_{b,poz,II} = C_{b,II} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{a,II}$ 0.036	$C_{a,II}$ 0.027	$C_{a,II}$ 0.027	$C_{a,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.035	$C_{a,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.028	$C_{a,II}$ 0.030
	$C_{b,II}$ 0.036	$C_{b,II}$ 0.027	$C_{b,II}$ 0.032	$C_{b,II}$ 0.032	$C_{b,II}$ 0.027	$C_{b,II}$ 0.032	$C_{b,II}$ 0.035	$C_{b,II}$ 0.030	$C_{b,II}$ 0.028
0.95	$C_{a,II}$ 0.040	$C_{a,II}$ 0.030	$C_{a,II}$ 0.031	$C_{a,II}$ 0.035	$C_{a,II}$ 0.034	$C_{a,II}$ 0.038	$C_{a,II}$ 0.036	$C_{a,II}$ 0.031	$C_{a,II}$ 0.032
	$C_{b,II}$ 0.033	$C_{b,II}$ 0.025	$C_{b,II}$ 0.029	$C_{b,II}$ 0.029	$C_{b,II}$ 0.024	$C_{b,II}$ 0.029	$C_{b,II}$ 0.032	$C_{b,II}$ 0.027	$C_{b,II}$ 0.025
0.90	$C_{a,II}$ 0.045	$C_{a,II}$ 0.034	$C_{a,II}$ 0.035	$C_{a,II}$ 0.039	$C_{a,II}$ 0.037	$C_{a,II}$ 0.042	$C_{a,II}$ 0.040	$C_{a,II}$ 0.035	$C_{a,II}$ 0.036
	$C_{b,II}$ 0.029	$C_{b,II}$ 0.022	$C_{b,II}$ 0.027	$C_{b,II}$ 0.026	$C_{b,II}$ 0.021	$C_{b,II}$ 0.025	$C_{b,II}$ 0.029	$C_{b,II}$ 0.024	$C_{b,II}$ 0.022
0.85	$C_{a,II}$ 0.050	$C_{a,II}$ 0.037	$C_{a,II}$ 0.040	$C_{a,II}$ 0.043	$C_{a,II}$ 0.041	$C_{a,II}$ 0.046	$C_{a,II}$ 0.045	$C_{a,II}$ 0.040	$C_{a,II}$ 0.039
	$C_{b,II}$ 0.026	$C_{b,II}$ 0.019	$C_{b,II}$ 0.024	$C_{b,II}$ 0.023	$C_{b,II}$ 0.019	$C_{b,II}$ 0.022	$C_{b,II}$ 0.026	$C_{b,II}$ 0.022	$C_{b,II}$ 0.020
0.80	$C_{a,II}$ 0.056	$C_{a,II}$ 0.041	$C_{a,II}$ 0.045	$C_{a,II}$ 0.048	$C_{a,II}$ 0.044	$C_{a,II}$ 0.051	$C_{a,II}$ 0.051	$C_{a,II}$ 0.044	$C_{a,II}$ 0.042
	$C_{b,II}$ 0.023	$C_{b,II}$ 0.017	$C_{b,II}$ 0.022	$C_{b,II}$ 0.020	$C_{b,II}$ 0.016	$C_{b,II}$ 0.019	$C_{b,II}$ 0.023	$C_{b,II}$ 0.019	$C_{b,II}$ 0.017
0.75	$C_{a,II}$ 0.061	$C_{a,II}$ 0.045	$C_{a,II}$ 0.051	$C_{a,II}$ 0.052	$C_{a,II}$ 0.047	$C_{a,II}$ 0.055	$C_{a,II}$ 0.056	$C_{a,II}$ 0.049	$C_{a,II}$ 0.046
	$C_{b,II}$ 0.019	$C_{b,II}$ 0.014	$C_{b,II}$ 0.019	$C_{b,II}$ 0.016	$C_{b,II}$ 0.013	$C_{b,II}$ 0.016	$C_{b,II}$ 0.020	$C_{b,II}$ 0.016	$C_{b,II}$ 0.013
0.70	$C_{a,II}$ 0.068	$C_{a,II}$ 0.049	$C_{a,II}$ 0.057	$C_{a,II}$ 0.057	$C_{a,II}$ 0.051	$C_{a,II}$ 0.060	$C_{a,II}$ 0.063	$C_{a,II}$ 0.054	$C_{a,II}$ 0.050
	$C_{b,II}$ 0.016	$C_{b,II}$ 0.012	$C_{b,II}$ 0.016	$C_{b,II}$ 0.014	$C_{b,II}$ 0.011	$C_{b,II}$ 0.013	$C_{b,II}$ 0.017	$C_{b,II}$ 0.014	$C_{b,II}$ 0.011
0.65	$C_{a,II}$ 0.074	$C_{a,II}$ 0.053	$C_{a,II}$ 0.064	$C_{a,II}$ 0.062	$C_{a,II}$ 0.055	$C_{a,II}$ 0.064	$C_{a,II}$ 0.070	$C_{a,II}$ 0.059	$C_{a,II}$ 0.054
	$C_{b,II}$ 0.013	$C_{b,II}$ 0.010	$C_{b,II}$ 0.014	$C_{b,II}$ 0.011	$C_{b,II}$ 0.009	$C_{b,II}$ 0.010	$C_{b,II}$ 0.014	$C_{b,II}$ 0.011	$C_{b,II}$ 0.009
0.60	$C_{a,II}$ 0.081	$C_{a,II}$ 0.058	$C_{a,II}$ 0.071	$C_{a,II}$ 0.067	$C_{a,II}$ 0.059	$C_{a,II}$ 0.068	$C_{a,II}$ 0.077	$C_{a,II}$ 0.065	$C_{a,II}$ 0.059
	$C_{b,II}$ 0.010	$C_{b,II}$ 0.007	$C_{b,II}$ 0.011	$C_{b,II}$ 0.009	$C_{b,II}$ 0.007	$C_{b,II}$ 0.008	$C_{b,II}$ 0.011	$C_{b,II}$ 0.009	$C_{b,II}$ 0.007
0.55	$C_{a,II}$ 0.088	$C_{a,II}$ 0.062	$C_{a,II}$ 0.080	$C_{a,II}$ 0.072	$C_{a,II}$ 0.063	$C_{a,II}$ 0.073	$C_{a,II}$ 0.085	$C_{a,II}$ 0.070	$C_{a,II}$ 0.063
	$C_{b,II}$ 0.008	$C_{b,II}$ 0.006	$C_{b,II}$ 0.009	$C_{b,II}$ 0.007	$C_{b,II}$ 0.005	$C_{b,II}$ 0.006	$C_{b,II}$ 0.009	$C_{b,II}$ 0.007	$C_{b,II}$ 0.006
0.50	$C_{a,II}$ 0.095	$C_{a,II}$ 0.066	$C_{a,II}$ 0.088	$C_{a,II}$ 0.077	$C_{a,II}$ 0.067	$C_{a,II}$ 0.078	$C_{a,II}$ 0.092	$C_{a,II}$ 0.076	$C_{a,II}$ 0.067
	$C_{b,II}$ 0.006	$C_{b,II}$ 0.004	$C_{b,II}$ 0.007	$C_{b,II}$ 0.005	$C_{b,II}$ 0.004	$C_{b,II}$ 0.005	$C_{b,II}$ 0.007	$C_{b,II}$ 0.005	$C_{b,II}$ 0.004

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

TABLA 12.6

Relación de la carga W que se transmite en las direcciones l_a y l_b para calcular el cortante en la losa y las cargas en los apoyos^a

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
									
1.00	$\frac{W_a}{W_b}$ 0.50	0.50	0.17	0.50	0.83	0.71	0.29	0.33	0.67
	$\frac{W_b}{W_a}$ 0.50	0.50	0.83	0.50	0.17	0.29	0.71	0.67	0.33
0.95	$\frac{W_a}{W_b}$ 0.55	0.55	0.20	0.55	0.86	0.75	0.33	0.38	0.71
	$\frac{W_b}{W_a}$ 0.45	0.45	0.80	0.45	0.14	0.25	0.67	0.62	0.29
0.90	$\frac{W_a}{W_b}$ 0.60	0.60	0.23	0.60	0.88	0.79	0.38	0.43	0.75
	$\frac{W_b}{W_a}$ 0.40	0.40	0.77	0.40	0.12	0.21	0.62	0.57	0.25
0.85	$\frac{W_a}{W_b}$ 0.66	0.66	0.28	0.66	0.90	0.83	0.43	0.49	0.79
	$\frac{W_b}{W_a}$ 0.34	0.34	0.72	0.34	0.10	0.17	0.57	0.51	0.21
0.80	$\frac{W_a}{W_b}$ 0.71	0.71	0.33	0.71	0.92	0.86	0.49	0.55	0.83
	$\frac{W_b}{W_a}$ 0.29	0.29	0.67	0.29	0.08	0.14	0.51	0.45	0.17
0.75	$\frac{W_a}{W_b}$ 0.76	0.76	0.39	0.76	0.94	0.88	0.56	0.61	0.86
	$\frac{W_b}{W_a}$ 0.24	0.24	0.61	0.24	0.06	0.12	0.44	0.39	0.14
0.70	$\frac{W_a}{W_b}$ 0.81	0.81	0.45	0.81	0.95	0.91	0.62	0.68	0.89
	$\frac{W_b}{W_a}$ 0.19	0.19	0.55	0.19	0.05	0.09	0.38	0.32	0.11
0.65	$\frac{W_a}{W_b}$ 0.85	0.85	0.53	0.85	0.96	0.93	0.69	0.74	0.92
	$\frac{W_b}{W_a}$ 0.15	0.15	0.47	0.15	0.04	0.07	0.31	0.26	0.08
0.60	$\frac{W_a}{W_b}$ 0.89	0.89	0.61	0.89	0.97	0.95	0.76	0.80	0.94
	$\frac{W_b}{W_a}$ 0.11	0.11	0.39	0.11	0.03	0.05	0.24	0.20	0.06
0.55	$\frac{W_a}{W_b}$ 0.92	0.92	0.69	0.92	0.98	0.96	0.81	0.85	0.95
	$\frac{W_b}{W_a}$ 0.08	0.08	0.31	0.08	0.02	0.04	0.19	0.15	0.05
0.50	$\frac{W_a}{W_b}$ 0.94	0.94	0.76	0.94	0.99	0.97	0.86	0.89	0.97
	$\frac{W_b}{W_a}$ 0.06	0.06	0.24	0.06	0.01	0.03	0.14	0.11	0.03

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.



PLANOS CONSTRUCTIVOS

Planta de conjunto y ubicación,	1/24
Plantas amuebladas del primer nivel,	2/24
Plantas amuebladas del segundo nivel,	3/24
Fachadas,	4/24
Plantas acotadas del primer nivel,	5/24
Plantas acotadas del segundo nivel,	6/24
Secciones transversales y longitudinales,	7/24
Plantas de acabados del primer nivel,	8/24
Plantas de acabados del segundo nivel,	9/24
Módulo de gradas y módulo de rampas,	10/24
Plantas de cimientos y columnas del primer nivel,	11/24
Plantas de distribución de columnas en el segundo nivel,	12/24
Detalles de cimientos y columnas,	13/24
Plantas de estructura de losas del primer nivel,	14/24
Plantas de estructura de losas del segundo nivel,	15/24
Detalles de vigas,	16/24, 17/24
Plantas de instalaciones hidráulicas del primer nivel,	18/24
Plantas de instalaciones hidráulicas del segundo nivel,	19/24
Plantas de drenajes del primer nivel,	20/24
Plantas de drenajes del segundo nivel,	21/24
Detalles de instalaciones hidráulicas y drenajes,	22/24
Plantas de instalaciones eléctricas del primer nivel,	23/24
Plantas de instalaciones eléctricas del segundo nivel,	24/24



MUNICIPALIDAD DE
SAN MARTIN JILOTEPEQUE

6A. AVENIDA BARRIO EL CALVARIO

9A. CALLE BARRIO EL CALVARIO

BASURERO
10.00 m²

INGRESO

BARRITA
8.00 m²

GINNASIO 793.99 m²

MODULO III 3.45 M

MODULO III 182.00 m² / NIVEL

MODULO III 13.18 M

INGRESO

MODULO I 7.79 M

MODULO I 648.00 m² / NIVEL

MODULO I 41.55 M

10A. CALLE BARRIO EL CALVARIO

ADMINISTRACION
9.00 m²

MODULO IIB 164.00 m² / NIVEL

MODULO IIA 182.00 m² / NIVEL

MODULO II 3.45 M

MODULO II 25.02 M

RAMPA HACIA DESCARGA/BASURERO
PENDIENTE = 10%

PLANTA DE CONJUNTO

ESCALA 1/200

CABECERA DEPARTAMENTAL
DE CHIMALTENANGO



PARQUEO
MUNICIPAL

MUNICIPALIDAD

4a. AVENIDA

BANCO
G&T CONTINENTAL

SALON
CASA REAL

5a. AVENIDA

PLAZA CENTRAL
ZONA 1



IGLESIA
CATOLICA

8a. CALLE

CASA
PARROQUIAL

BIBLIOTECA

9a. CALLE

PARQUEO

COLEGIO "AMISTAD"

6a. AVENIDA

GINNASIO
MUNICIPAL

10a. CALLE

7a. AVENIDA

PLANTA DE LOCALIZACION

ESCALA 1/1250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FAACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DISEÑO/DEBUX/REALIZADO:

SAMUEL ISMAEL VELAZQUEZ

CARNE: 2004-13235

ING. LUIS ALFARO VELIZ

RESOR-SUPERVISOR

CONTIENE:

- PLANTA DE CONJUNTO

- PLANTA DE LOCALIZACION



FECHA: 2009

INDICADO

Hoja No.

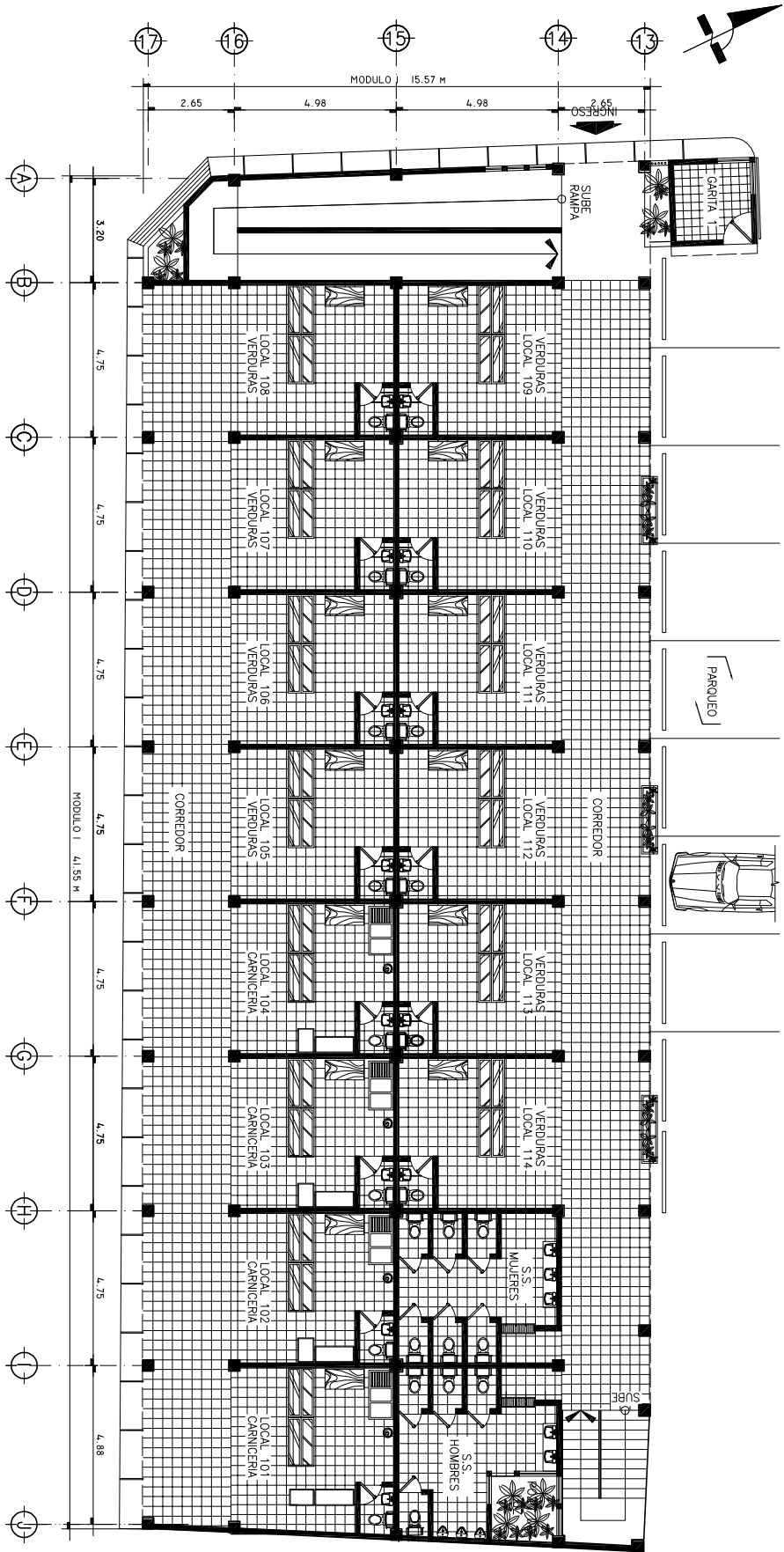
1
24

PROYECTO:
DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE
SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

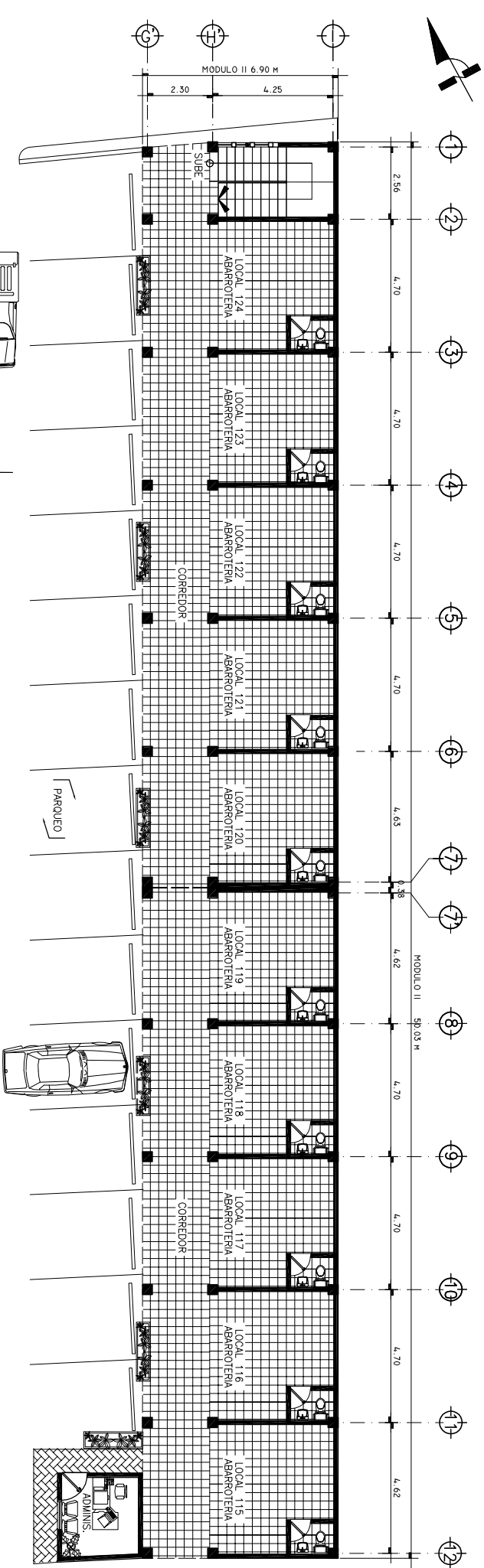
INGENIERO SUPERVISOR

INGENIERO SUPERVISOR

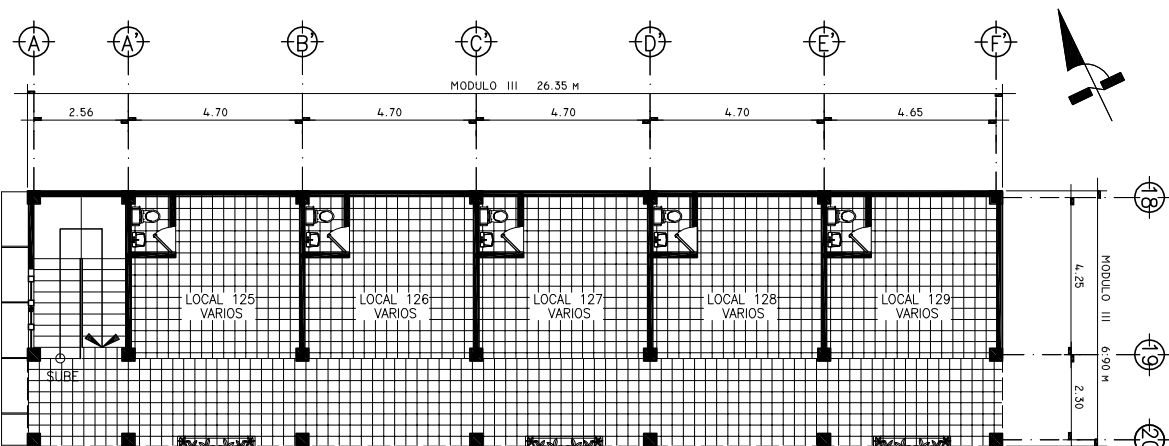
INDICADO



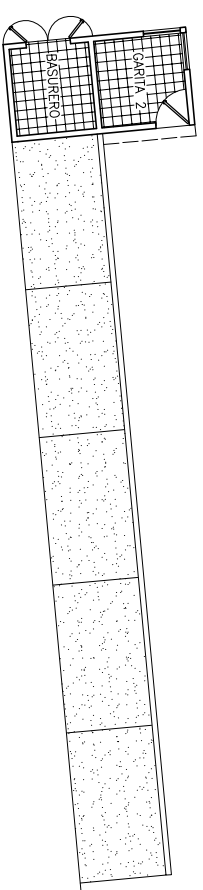
PLANTA AMUEBLADA
MODULO I, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100




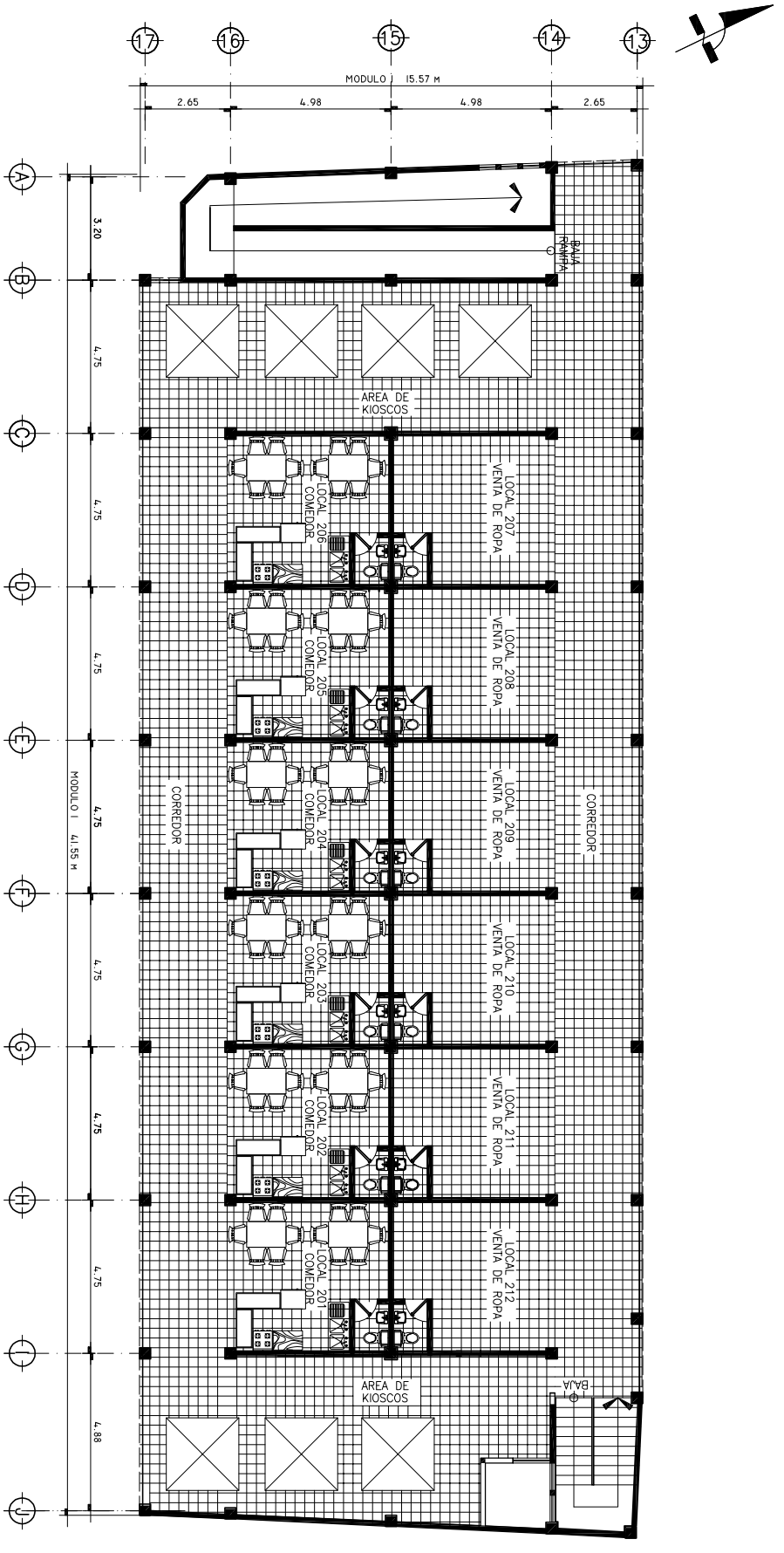
PLANTA AMUEBLADA
MODULO II, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100



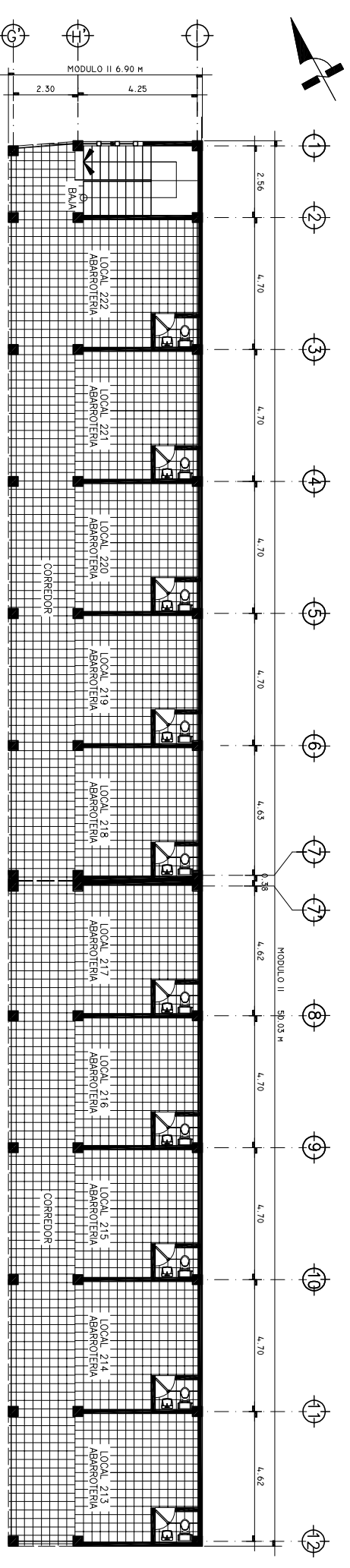
PLANTA AMUEBLADA
MODULO III, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100



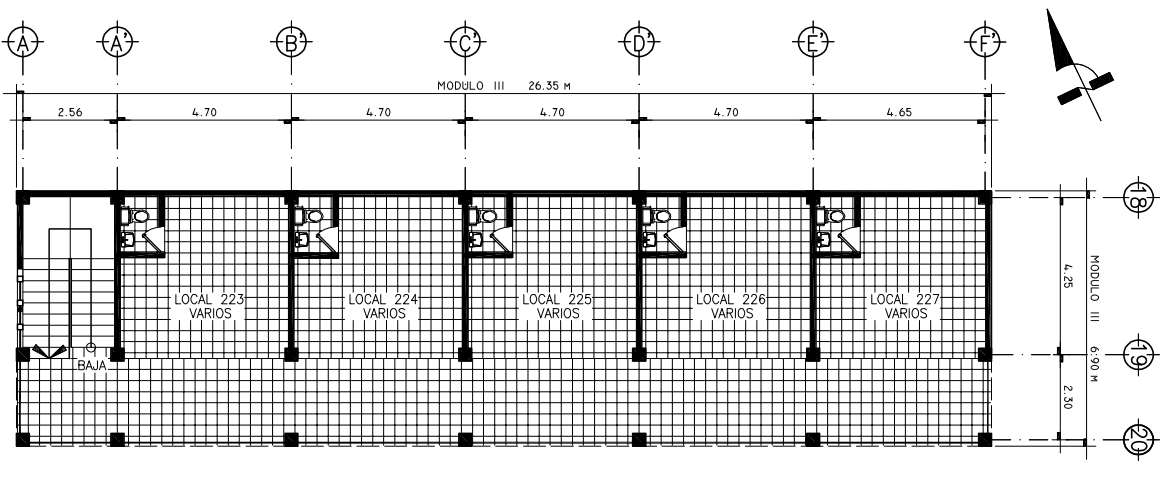
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL		LEGENDA ESCALA: 2.009 INDICADA
DISEÑO/DIBUJO/CALCULO: SAMUEL ISAC FUENTES VEJASQUEZ SANTEL 2004-19235 ASESOR-SUPERVISOR ING. LUIS ALFARO VELZ		CONTENIDO: PLANTAS AMUEBLADAS MODULO 1,2,3 PRIMER NIVEL		FECHA: 2009
PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO		VERIFICACION: ING. LUIS ALFARO VELZ		HOJA No. 2 24



PLANTA AMUEBLADA
Módulo I, Segundo Nivel
ESCALA 1/100

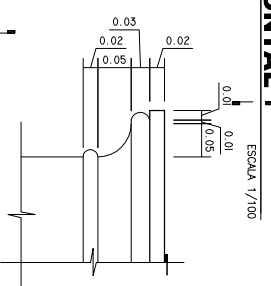
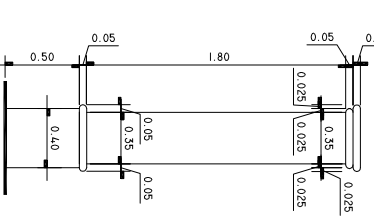
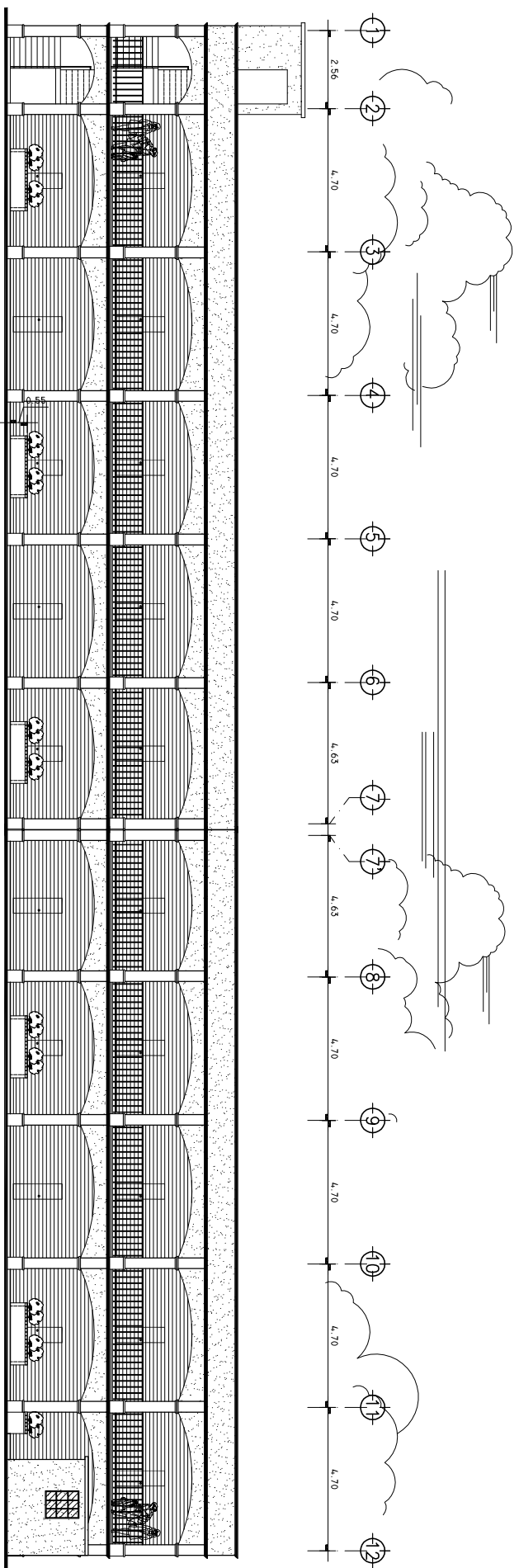
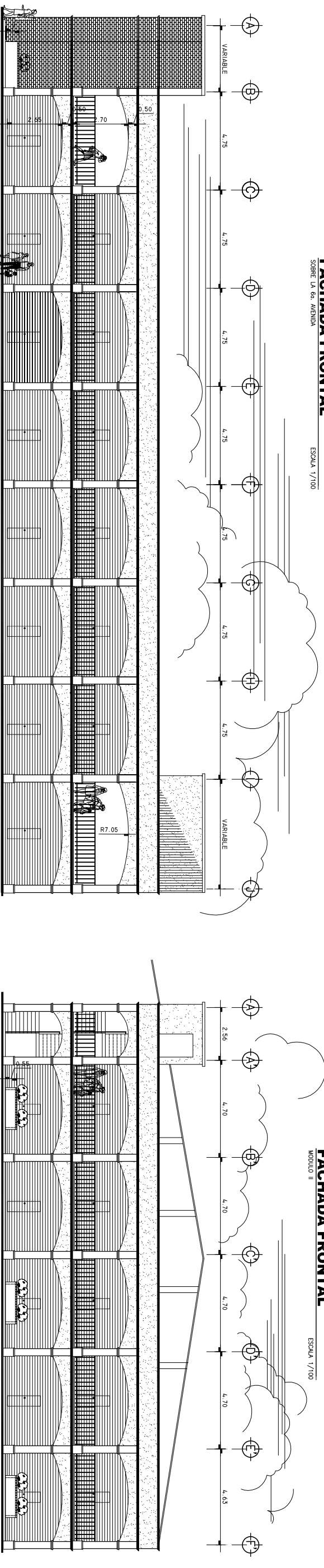
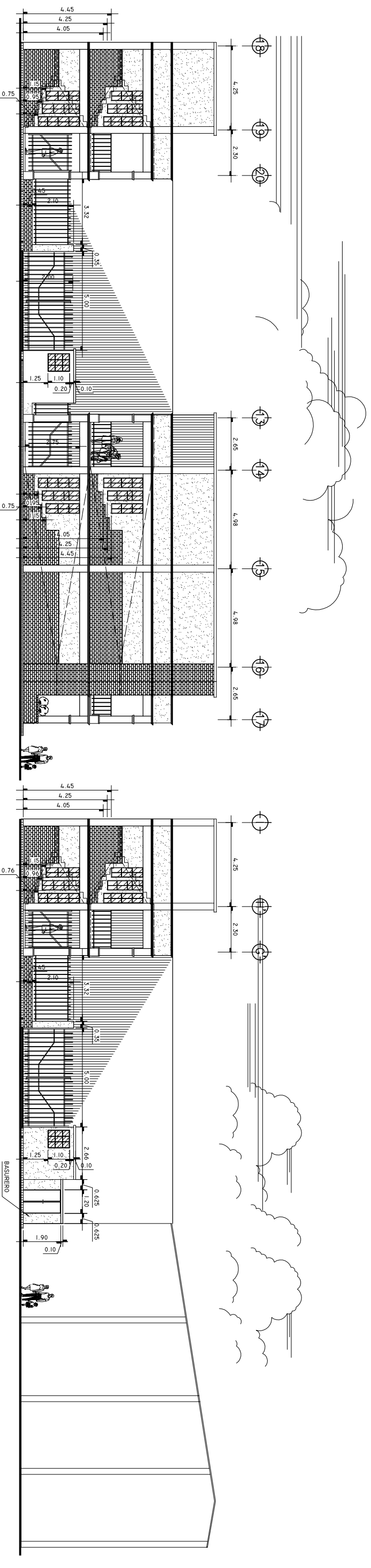


PLANTA AMUEBLADA
Módulo II y III, Segundo Nivel
ESCALA 1/100



PLANTA AMUEBLADA
Módulo III, Segundo Nivel
ESCALA 1/100

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
DISEÑO/OBJETO/CALCULO: SAMUEL ISAC FUENTES VELASQUEZ ASESOR-SUPERVISOR ING. LUIS ALFARO VELIZ		CONTENIDO: PLANTAS AMUEBLADAS MÓDULO 1,2,3 SEGUNDO NIVEL	
PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO		ESTADO PROYECTO: SERVIDO FECHA: 2.009 ESCALA: INDICADA	
INGENIERO EN CARIC: 		INGENIERO EN CARIC: 	
Hoja No. 3		Hoja No. 24	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

DISEÑO/DIRIGIDO/CALCULO:
SANKEL ISAAC PUENTES VELAZQUEZ
CARRIBE 2004-192335

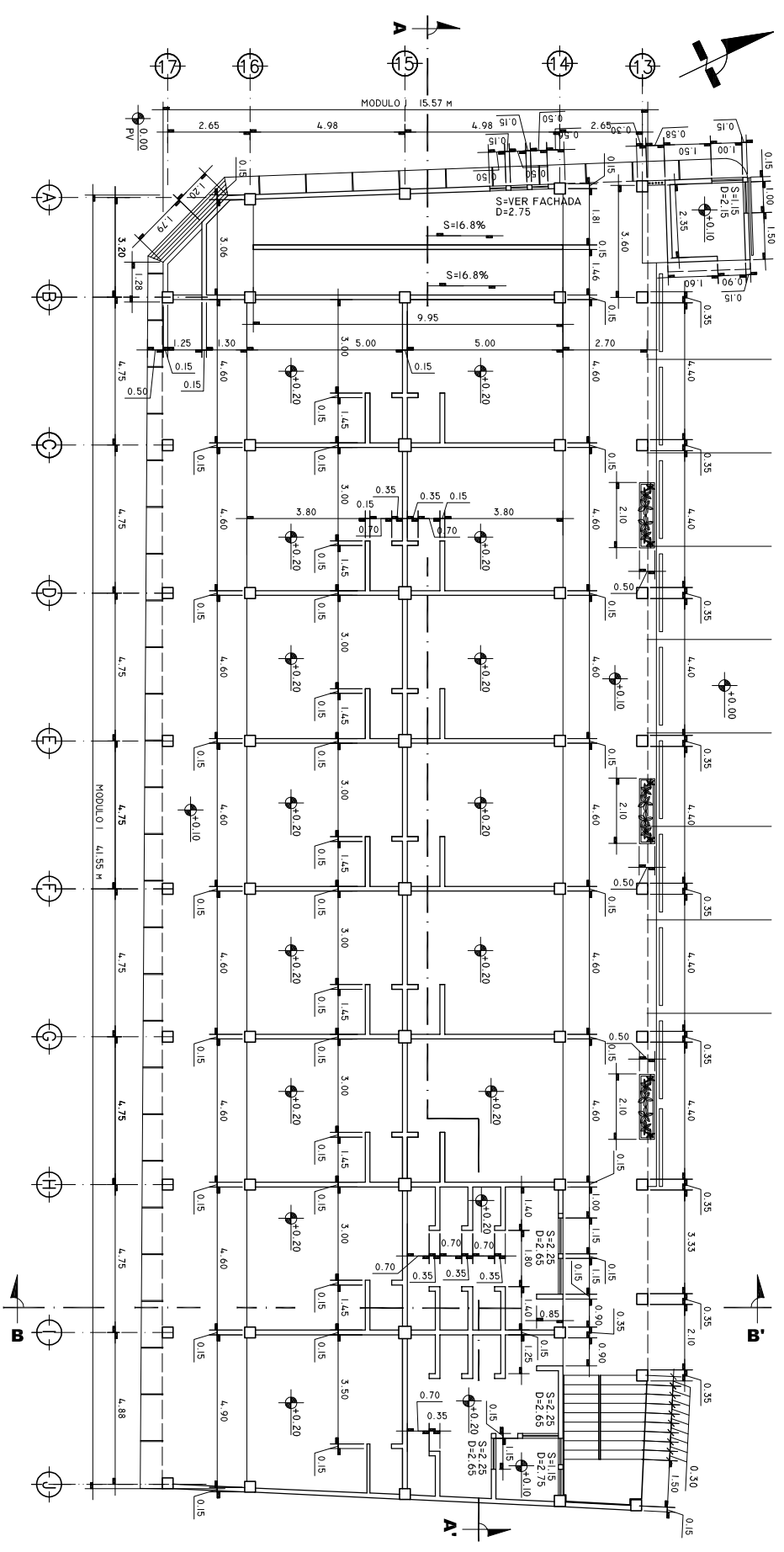
ZASESOR-SUPERVISOR:
ING. LUIS ALFREDO VEJIZ

CONTEXTO:
FACHADAS
DETALLES EN COLUMNAS

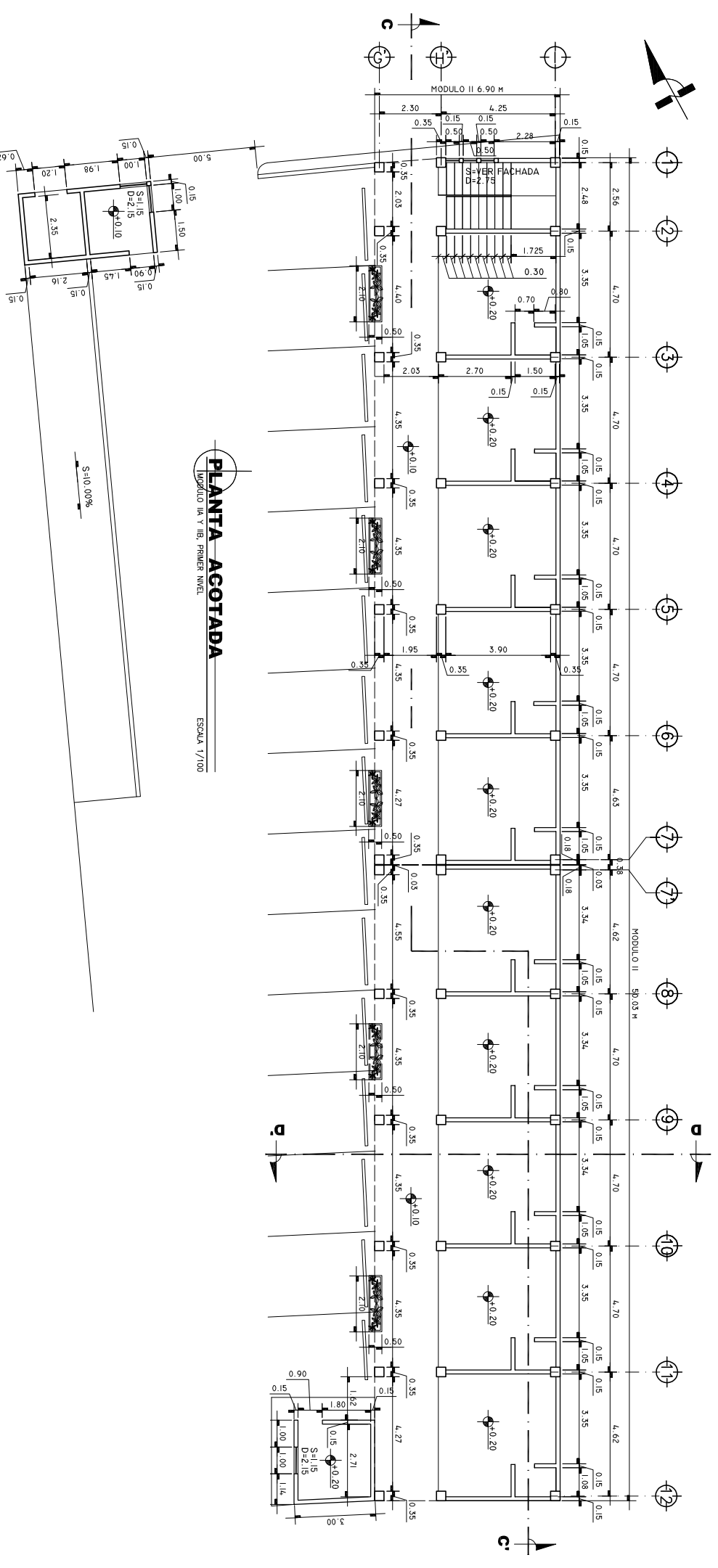
ESBOZO PROFESIONAL SUPERIOR
FECHA: 2.009
INDICADA

VEJIZ ALFREDO
ING. CIVIL, LUIS ALFREDO VEJIZ

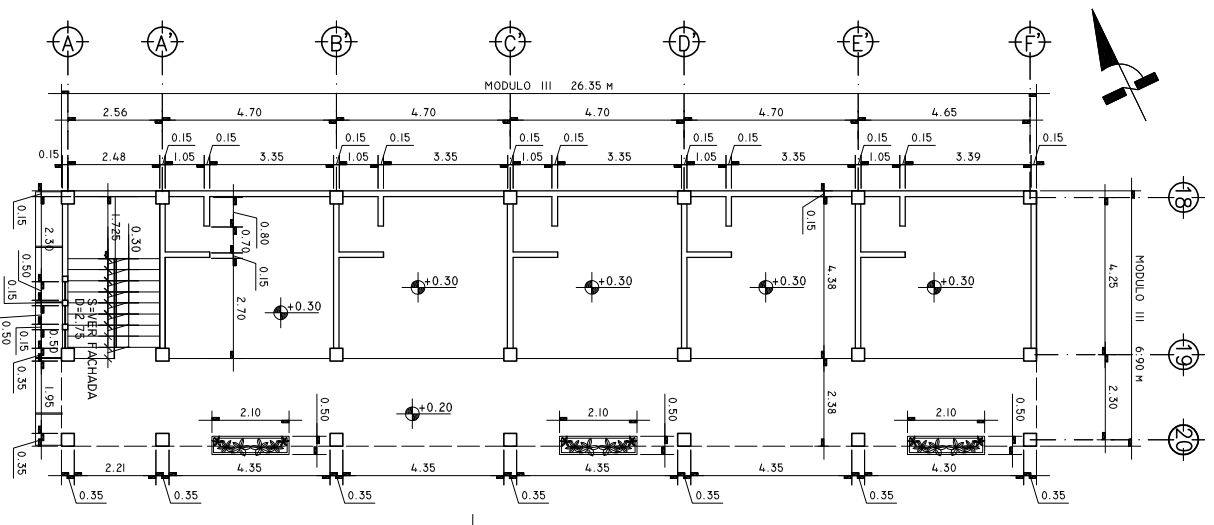
Hoja No. 4 / 24



PLANTA AGOTADA
MODULO I, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100

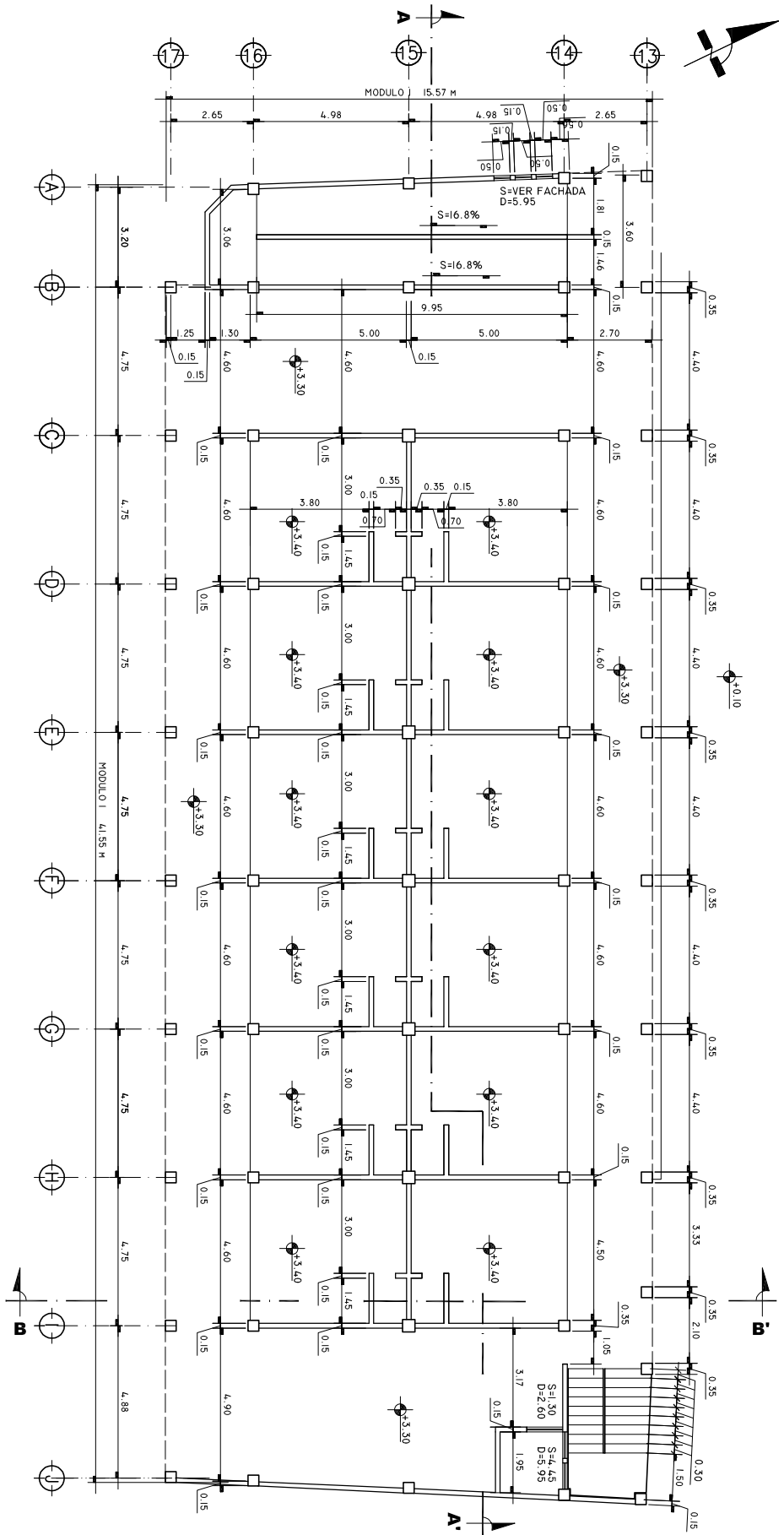


PLANTA AGOTADA
MODULO II, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100



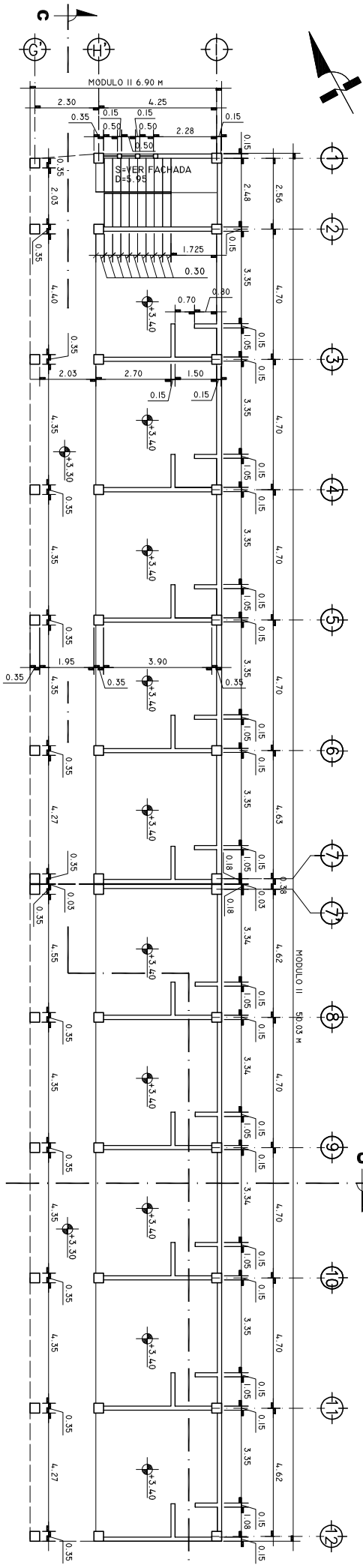
PLANTA AGOTADA
MODULO III, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	LEONDO ROBLES SERRANO
	FACULTAD DE INGENIERIA	ESCALA
DISEÑO/DIBUJO/CALCULO: SAMUEL ISAC FUENTES VELASQUEZ SANTEL 2004-19235	ASesor-SUPERVISOR ING. LUIS ALFARO VELIZ	CONTENIDO: PLANIS AGOTADAS, PRIMER NIVEL
PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO	INGENIERIA CIVIL	FECHA: 2009
INGENIERIA CIVIL	INGENIERIA CIVIL	INDICADA
INGENIERIA CIVIL	INGENIERIA CIVIL	HOJA No. 5 24



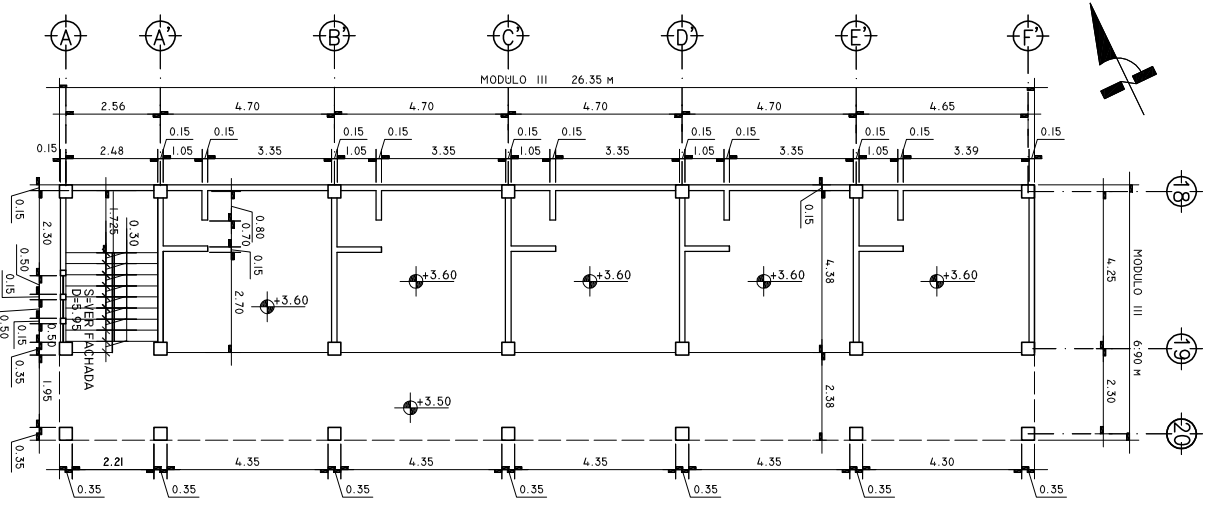
PLANTA AGOTADA
Módulo I, Segundo Nivel

ESCALA 1/100




PLANTA AGOTADA
Módulo II y III, Segundo Nivel

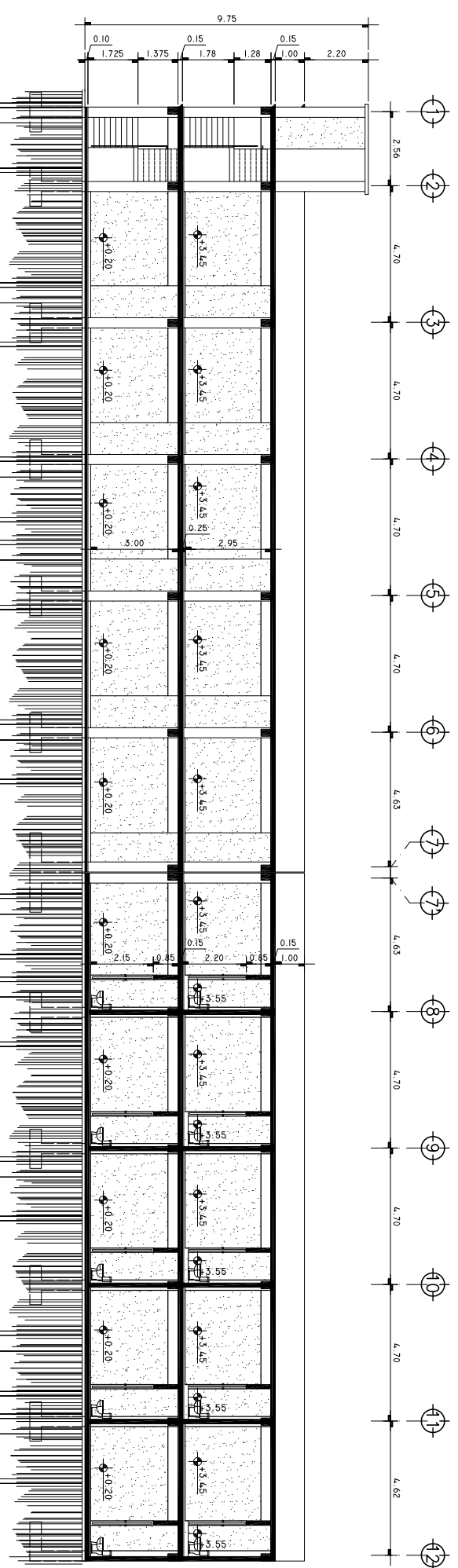
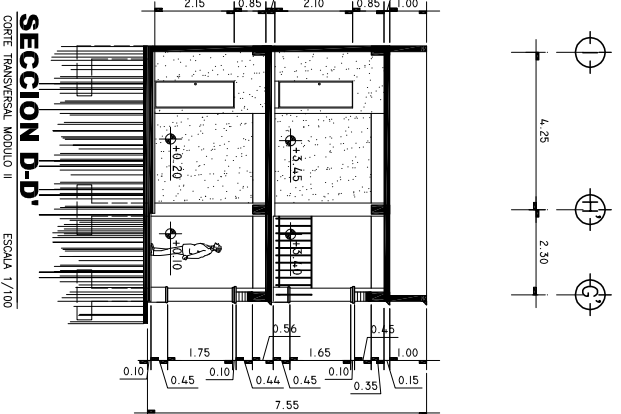
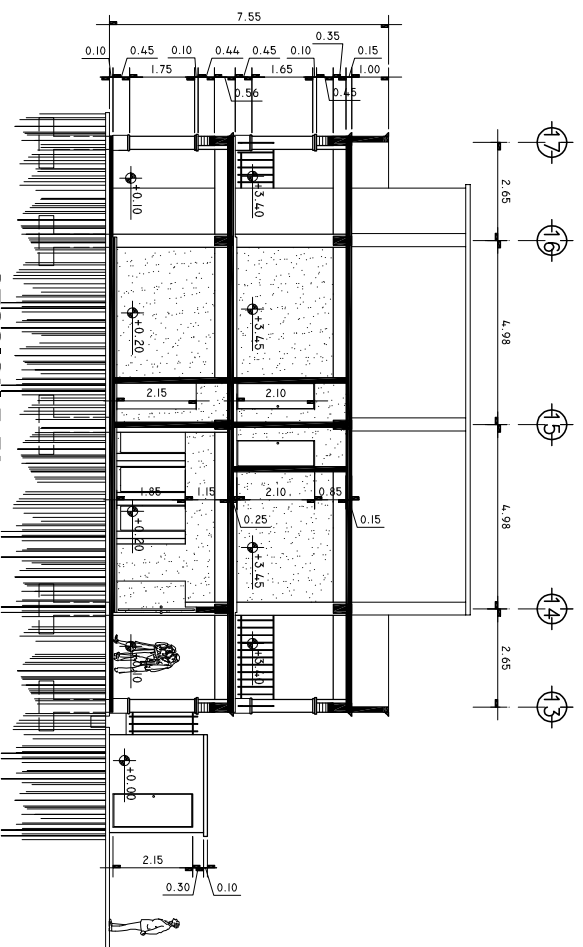
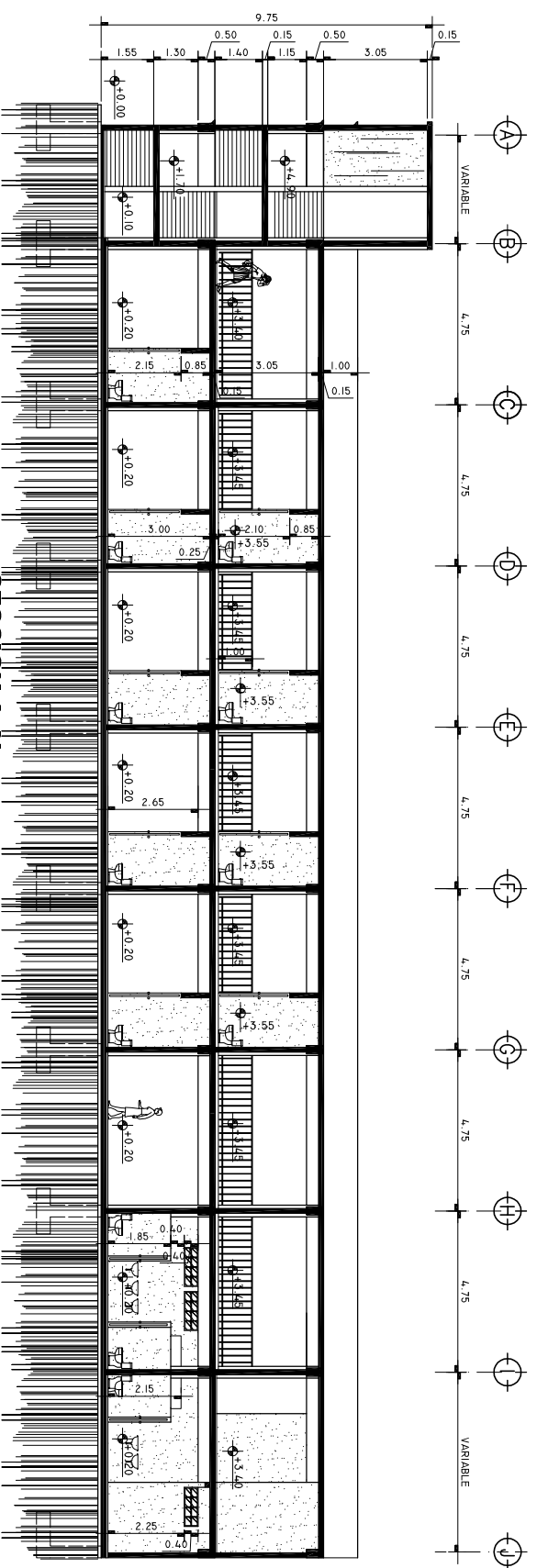
ESCALA 1/100




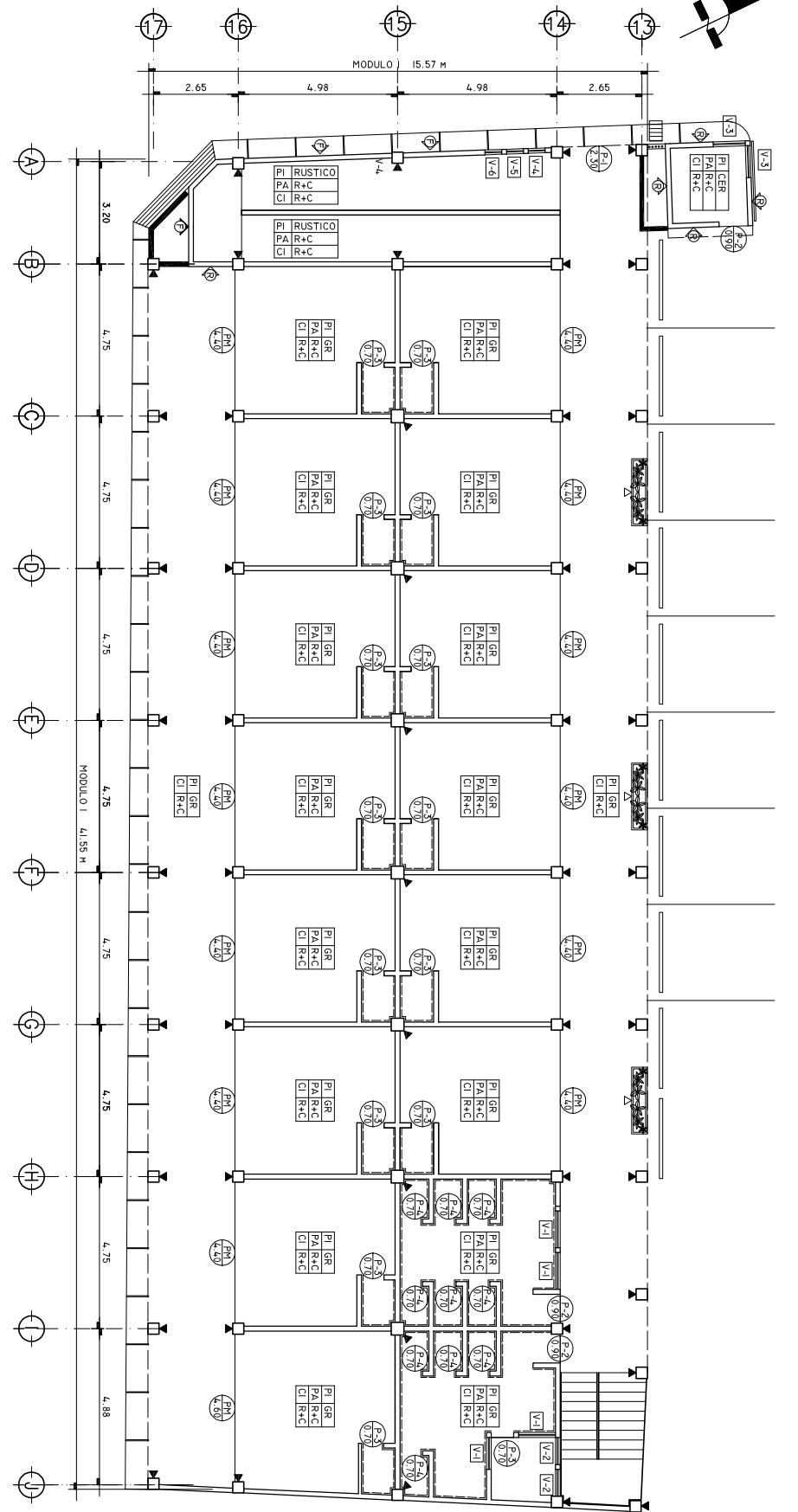
PLANTA AGOTADA
Módulo III, Segundo Nivel

ESCALA 1/100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	LEONDO ROBERTO SERRANO	
	FECHA:	ESCALA:
	2009	INDICADA
	CONTIENE:	
PLANIS AGOTADAS, SEGUNDO NIVEL		
DISEÑO/OBJETO/CALCULO: SAMUEL ISAC FUENTES VELASQUEZ ASESOR-SUPERVISOR ING. LUIS ALFARO VELIZ		HOJA No. 6 24
PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO		



 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</p>	DISEÑO/PROYECTO/CALCULO:	CONTIENE:	SECCIONES TRANSVERSALES Y SECCIONES LONGITUDINALES
	SAMIUEL ISAAC FLENTES VELASQUEZ	INGENIERO SUPERVISOR	ING. LUIS ALFARO VEJIZ
	CARNE: 2004-13235	INGENIERO SUPERVISOR	INGENIERO SUPERVISOR
PROYECTO:	DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO		
FECHA:	2.009	INDICADA	
HOJA No.	7	24	



PLANTA DE ACABADOS

MODULO I, PRIMER NIVEL

ESCALA 1/100

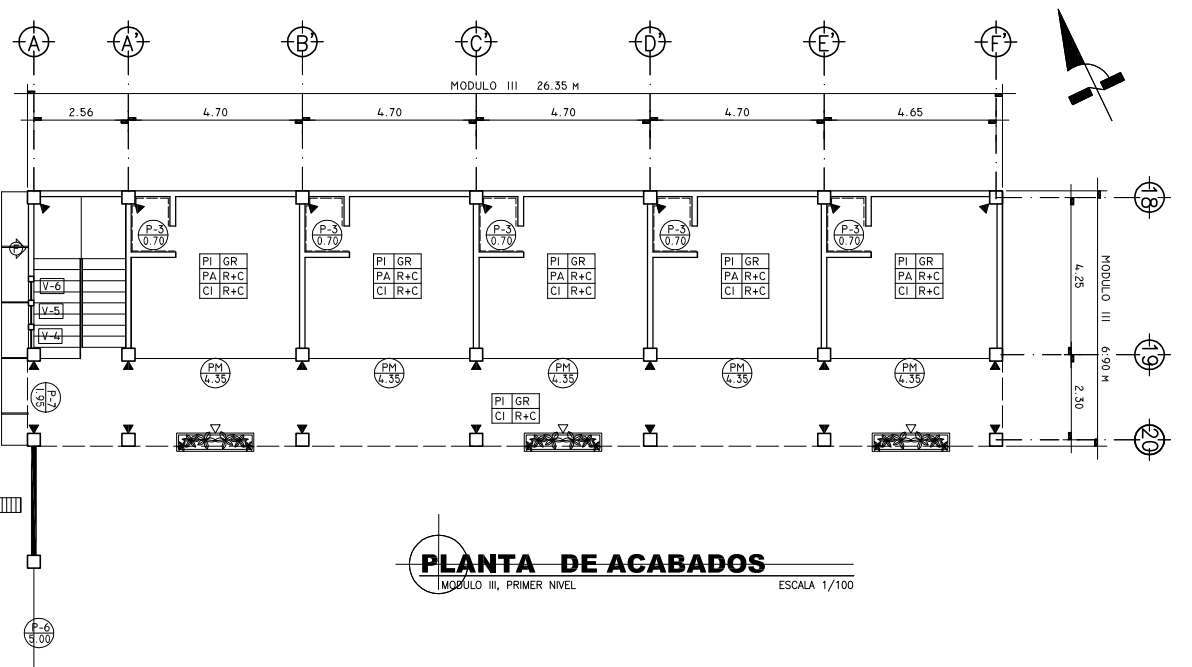
CUADRO DE SIMBOLOGIA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
(E)	FACHALETA MEDIA ALTIURA (VER FACHADA)
(F)	FACHALETA ALTIURA TOTAL (VER FACHADA)
(B)	BLOCK CISAÑO (RAMPA DE BARRIDERO)
(J)	JARDINERAS
(A)	ALISADO CARAS VISTAS
(C)	FACHADA, REPELLO + CERNUDO
(P)	INDICA PISO
(R)	INDICA PARED
(G)	INDICA CIELO
(GR)	INDICA RISO GRANITO
(R+C)	INDICA REPELLO + CERNUDO
(P+C)	RELA METALICA EN FACHADA
(R+C)	PERRO BAÑO H= 0,50M / ACABADO R+C
(P+C)	RELANTE CON GORNILLO EN UNION DE PANTA
(R+C)	AZULEJO IS X IS, H= 1,35M
(P)	PERSIANA METALICA
(P)	PAVIMENTO DE CONCRETO ESPESOR 15 CM
(R+C)	GENERA, REPELLO + CERNUDO
(TC)	TC

PLANTA DE ACABADOS

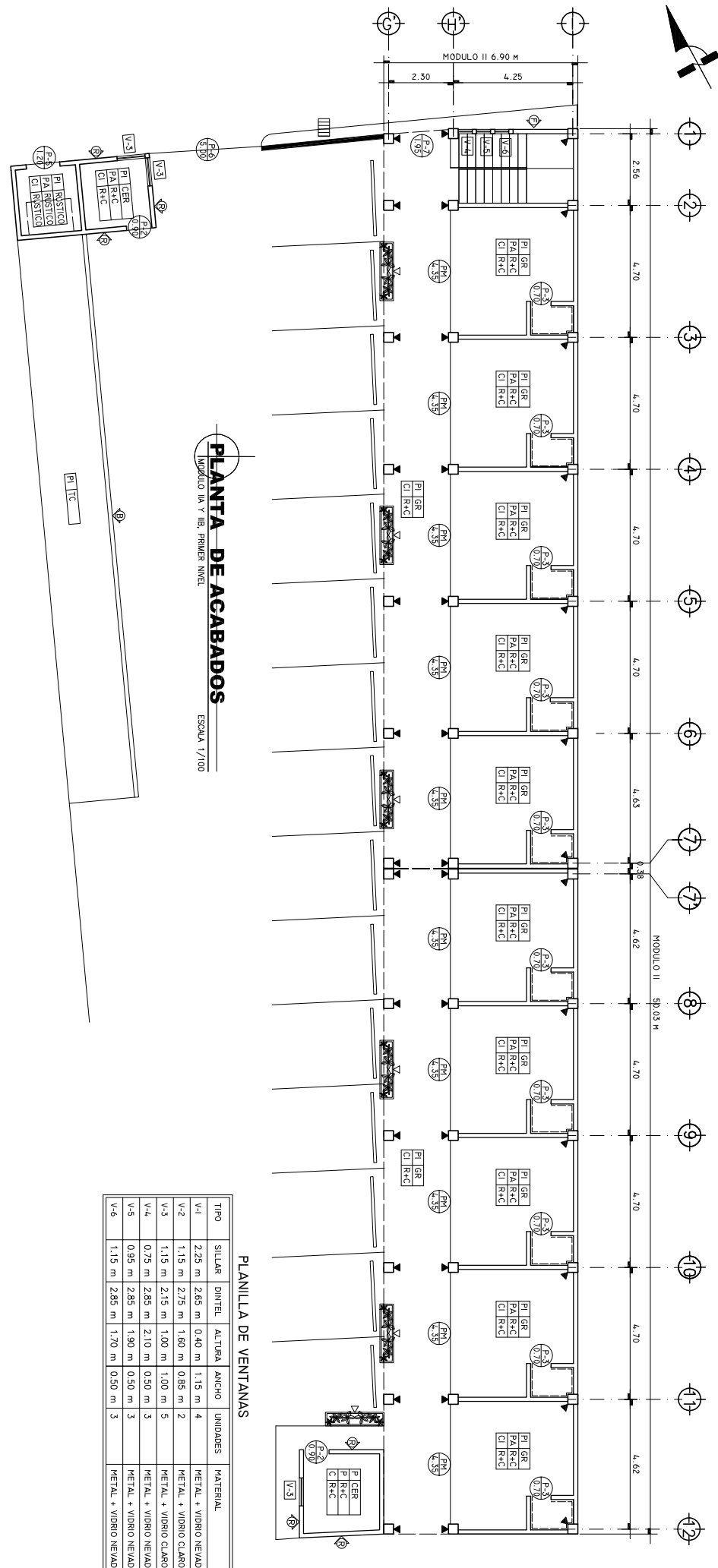
MODULO III, PRIMER NIVEL

ESCALA 1/100



PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	ALTURA	ANCHO	MATERIAL	UNIDADES	SOBRREPUNTA
P-1	2,25 m	2,30 m	REJAS METALICAS	1	0,50 m
P-2	1,90 m	0,90 m	METAL	5	0,25 m
P-3	1,90 m	0,70 m	METAL	30	0,25 m
P-4	1,60 m	0,70 m	METAL	10	---
P-5	1,90 m	1,20 m	METAL	1	---
P-6	2,00 m	5,00 m	PERFIL, TUBULAR	2	---
P-7	2,25 m	1,95 m	REJAS METALICAS	2	0,50 m
PH	4,60 m	2,65 m	PERSIANA METALICA	1	---
PH	4,40 m	2,65 m	PERSIANA METALICA	1	---
PH	4,35 m	2,65 m	PERSIANA METALICA	1	---



PLANTA DE ACABADOS

MODULO IIA Y IIB, PRIMER NIVEL

ESCALA 1/100

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	SILABA	DIVTEL.	ALTIURA	ANCHO	UNIDADES	MATERIAL
V-1	2,25 m	2,65 m	0,40 m	1,15 m	4	METAL + VIBRO NEVADO
V-2	1,15 m	2,25 m	1,60 m	0,85 m	2	METAL + VIBRO CLARO
V-3	1,15 m	2,15 m	1,00 m	1,00 m	5	METAL + VIBRO CLARO
V-4	0,75 m	2,85 m	2,10 m	0,50 m	3	METAL + VIBRO NEVADO
V-5	0,95 m	2,85 m	1,90 m	0,50 m	3	METAL + VIBRO NEVADO
V-6	1,15 m	2,85 m	1,70 m	0,50 m	3	METAL + VIBRO NEVADO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

LEONARDO REYES RUBIO, SERIBORRO

FECHA: 2009

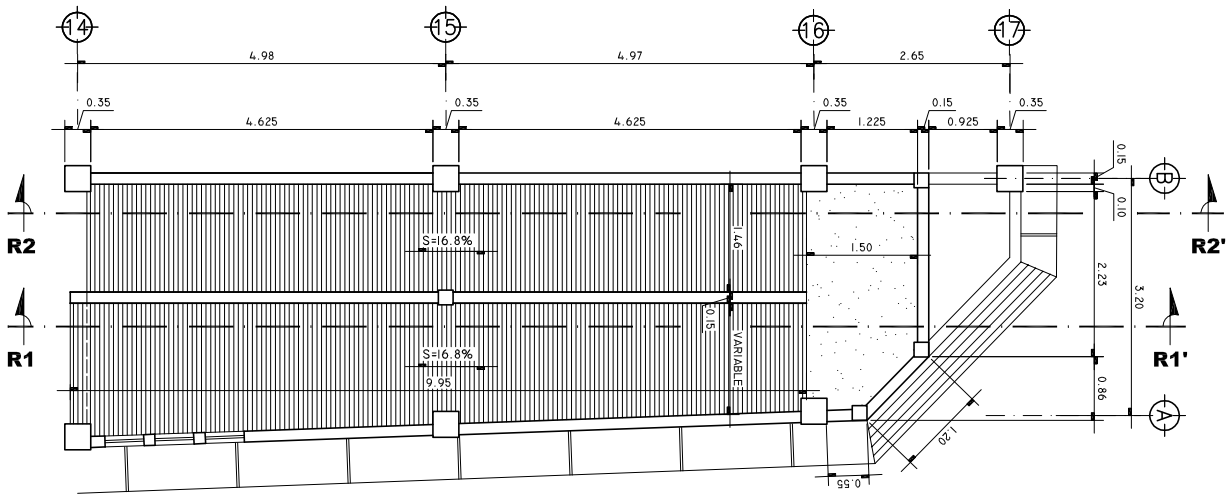
INDICADA

CONTE: - PLANTA DE ACABADOS, PRIMER NIVEL - PLANILLA DE PUERTAS Y VENTANAS, PRIMER NIVEL

PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

INDICADA

Hoja No. **8** de **24**

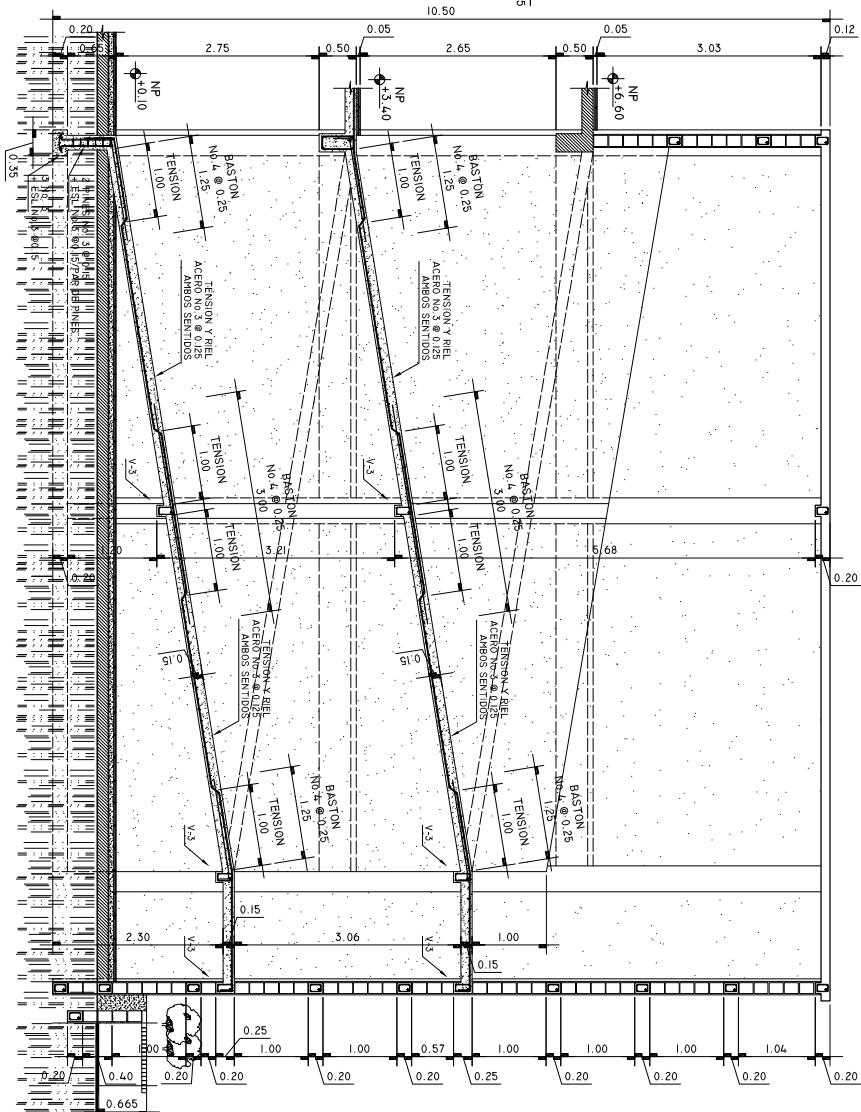
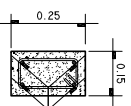


MODULO DE RAMPA

PLANTA ESCALA 1/50

VIGA V-2

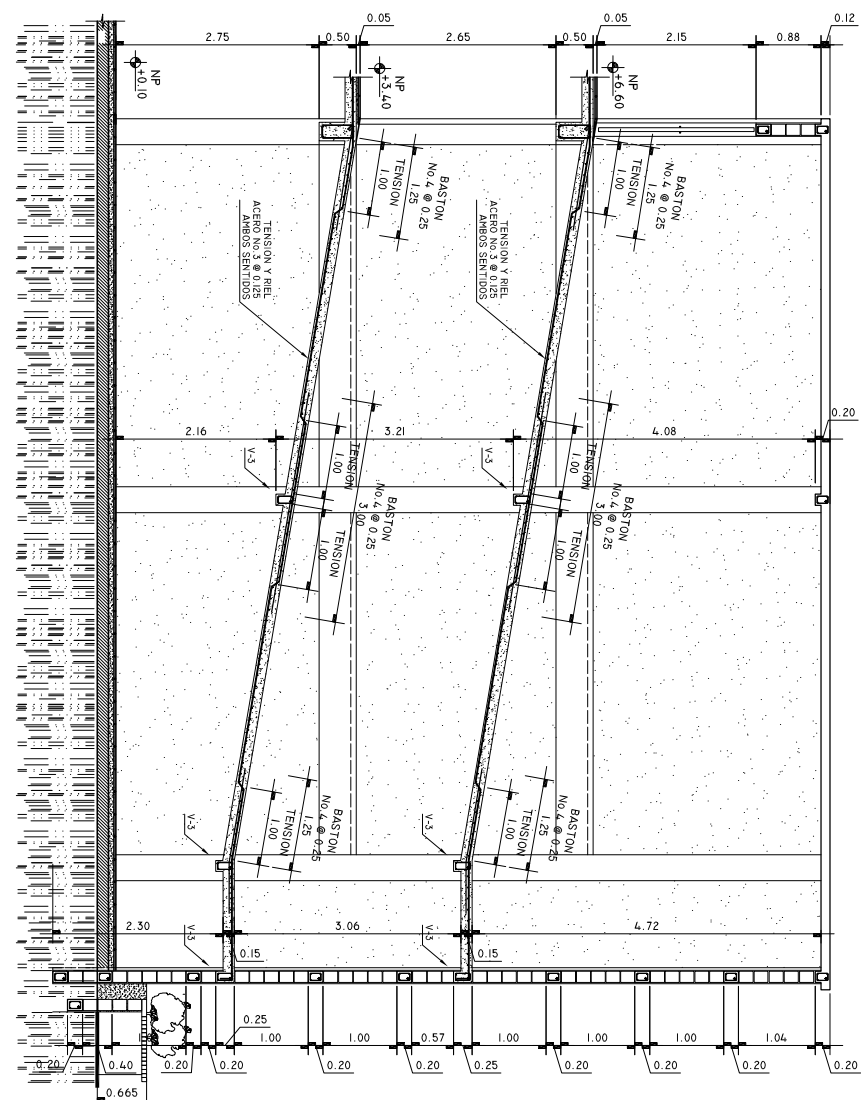
ESCALA 1/125



SECCION R1

TRAMO ANTES DE LA MESA

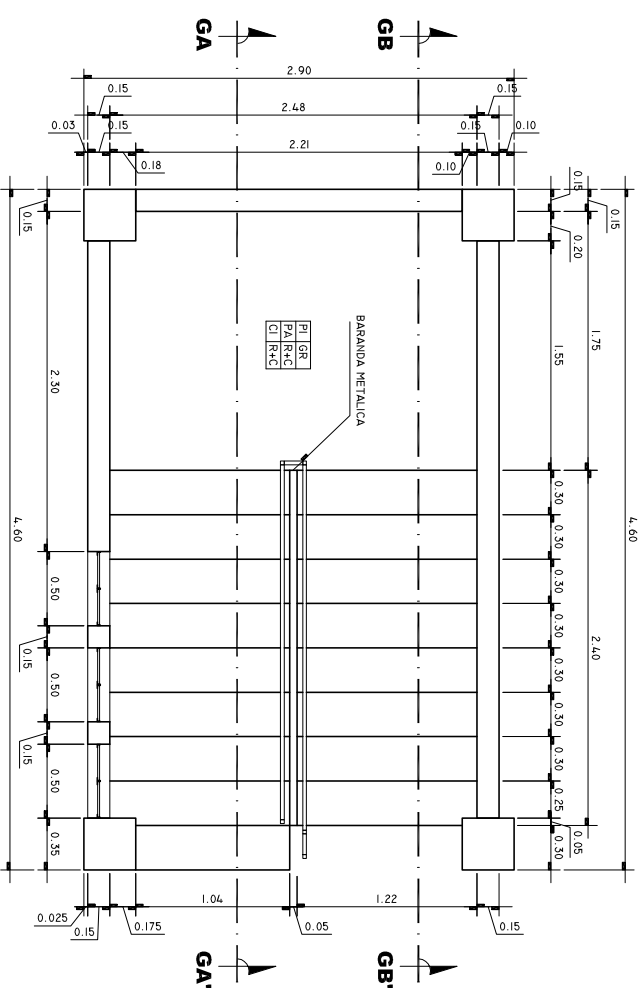
ESCALA 1/50



SECCION R2

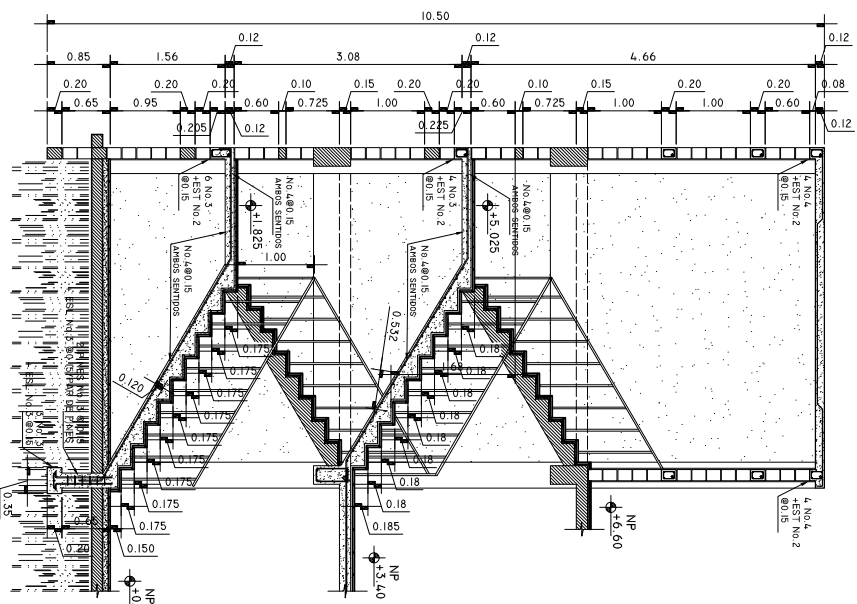
TRAMO DESPUES DE LA MESA

ESCALA 1/50



MODULO DE GRADAS

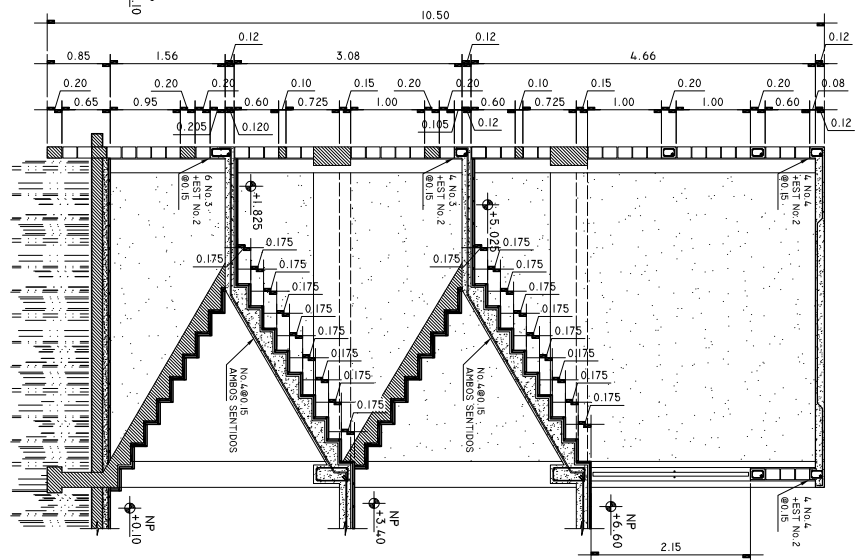
PLANTA ESCALA 1/75



SECCION GA

TRAMO ANTES DE LA MESA

ESCALA 1/50



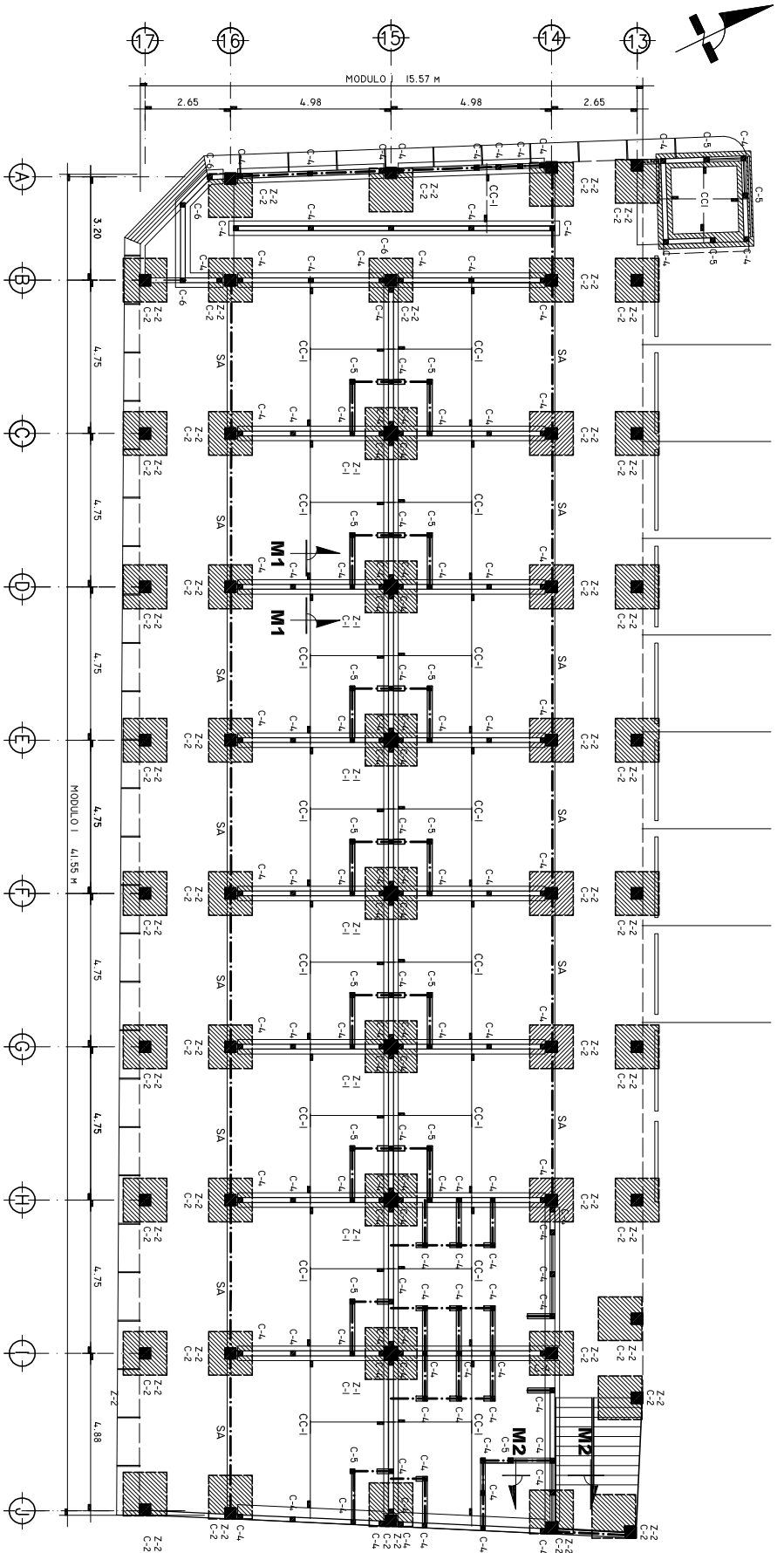
SECCION GB

TRAMO DESPUES DE LA MESA

ESCALA 1/50

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
DISEÑO/DEBIDO/CALCULO: SAMUEL ISAAC FUENTES VELASQUEZ CARNÉ: 2004-13235		CONTENIDO: MODULO DE GRADAS + DETALLES MODULO DE RAMPA + DETALLES	
ASESOR-SUPERVISOR: ING. LUIS ALFARO VEJIZ		FECHA: 2009	
INGENIERO EN CARRETERAS: ING. GUILLERMO NO. 4308		ESCALA: INDICADA	
HOJA No.		10 / 24	

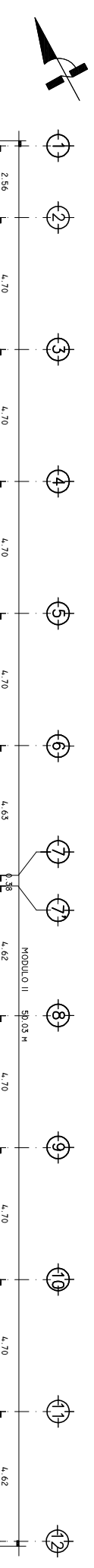
PROYECTO:
 DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO



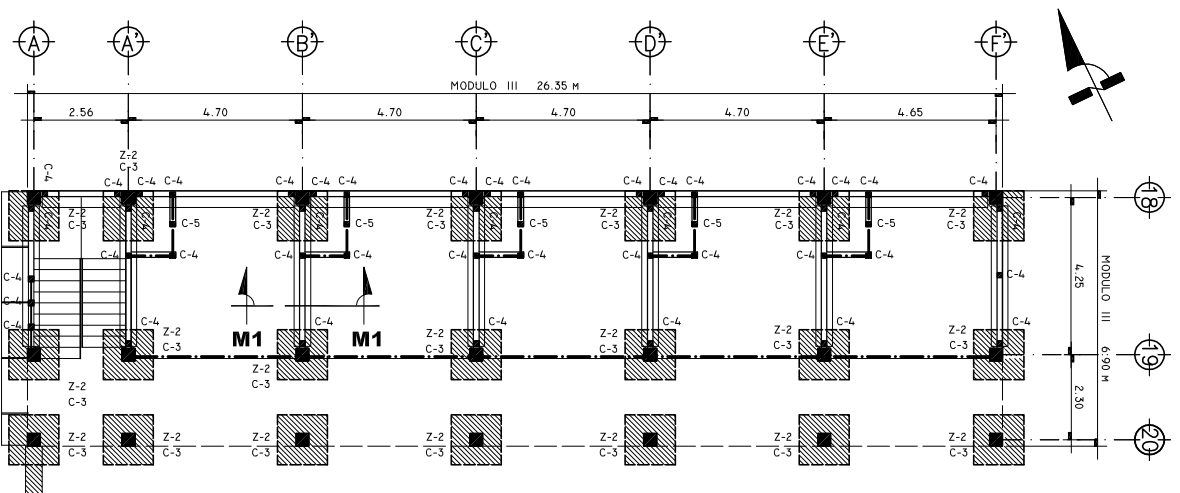
CUADRO DE SIMBOLOGIA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
Z	ZAPATA TIPO
C	COLUMNA TIPO
CC	CIMIENTO CORRIDO TIPO
SA	SOLEIRA DE AMARRE (VER ARMADO DE SOLEIRA DE HUMEDAD)

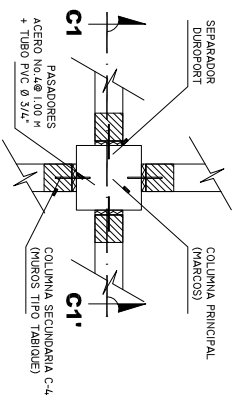
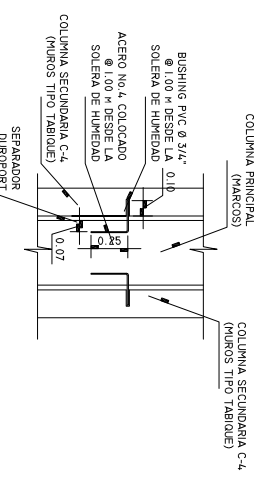
PLANTA DE CIMENTACION
MODULO I, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100



PLANTA DE CIMENTACION
MODULO II, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100



PLANTA DE CIMENTACION
MODULO III, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100



UNION
DETALLE DE UNION MURO-COLUMNA
ESCALA 1/20
DEBE COLOCARSE UNA FRANJA DE DUREPORT DE 2.50 cms ENTRE COLUMNAS-MUROS Y VIDAS-MUROS.
SE COLOCARÁ UN PASADOR TIPO BUSHING EN CADA JUNTA DE CONSTRUCCION, EL CUAL CONSISTIRÁ EN UN PN DE MEDIO Nº 4 (VER DETALLE DE UNION) Y UN PASADOR TIPO PASADOR TIPO BUSHING EN CADA JUNTA MAS BAJO DE LA VIGA DEL MARCO

SECCION C1-C1'
DETALLE DE UNION MURO-COLUMNA
ESCALA 1/20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

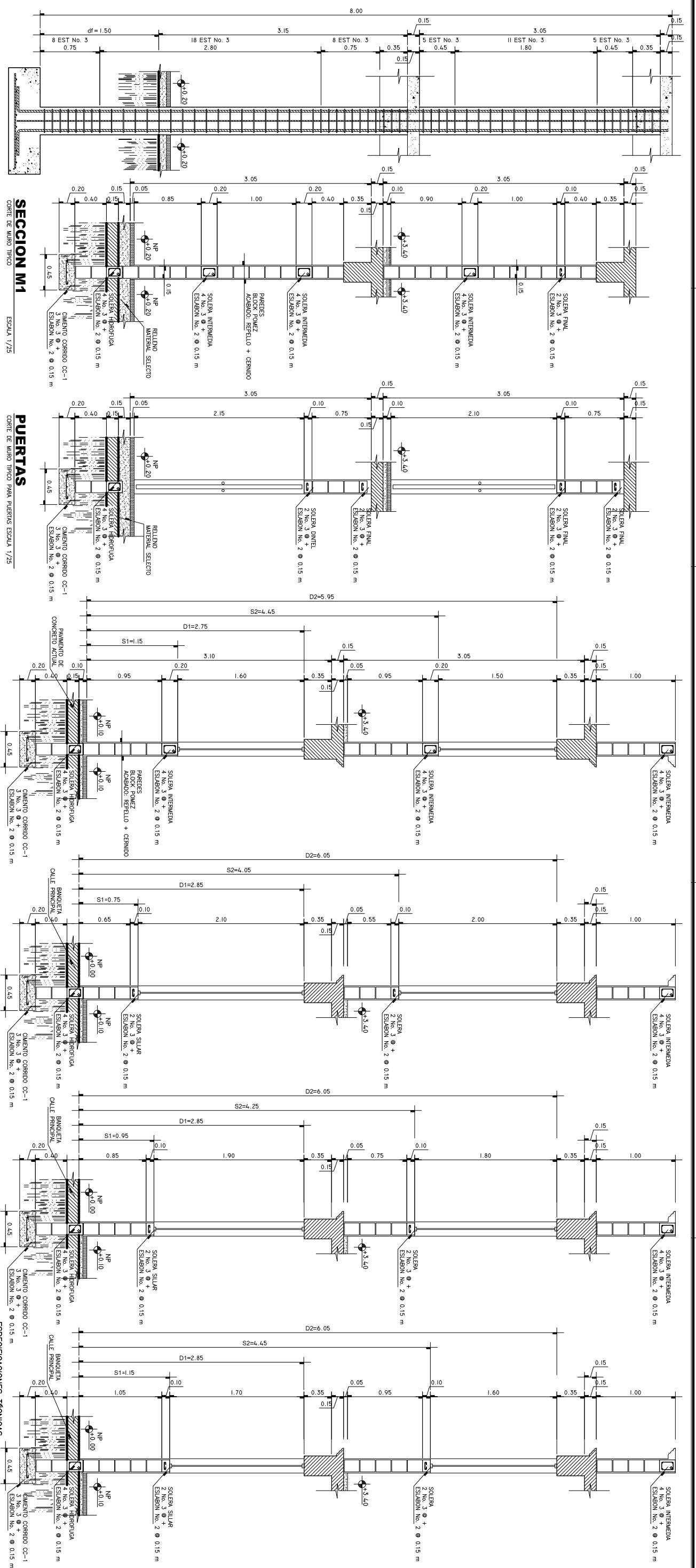
CONTEXTO: **LEBDO RESTON SIERRA**
FECHA: **2009**
ESCALA: **INDICADA**

PROYECTO: **DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

PROYECTISTA: **ING. LUIS ALFARO VELZ**
DISEÑO/OBJETO/CALECULO: **PLANTA DE CIMENTACIONES Y COLUMNAS - PRIMER NIVEL - DETALLES DE UNION**

REVISOR: **ING. DANIELA ALVARADO VELZ**

HOJA No. **11** DE **24**



ELEV. COLUMNAS
ESCALA 1/25

SECCION M1
CORTE DE MURO TIPO
ESCALA 1/25

SECCION M2
CORTE DE MURO TIPO PARA PUERTAS
ESCALA 1/25

SECCION M3
CORTE DE MURO TIPO
ESCALA 1/25

SECCION M4
CORTE DE MURO TIPO
ESCALA 1/25

SECCION M5
CORTE DE MURO TIPO
ESCALA 1/25

SECCION M6
CORTE DE MURO TIPO
ESCALA 1/25

SECCION M7
CORTE DE MURO TIPO
ESCALA 1/25

SECCION M8
CORTE DE MURO TIPO
ESCALA 1/25

SECCION M9
CORTE DE MURO TIPO
ESCALA 1/25

FACHADA
CORTE MURO EN FACHADA
ESCALA 1/25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- f_c = 280 kgf/cm²
- f_y = 4200 kgf/cm² (GRUPO 60)
- gabiado = 33.3 ton/m²
- DOBLADO: SECCION ACI 7.12 EL DOBLEZ DE 90° DEBE SER 12 Ø DE LA BARRA
- GANCHO (ESBARRONES) ACI 7.1. DOBLEZ 180° + 6 Ø DEL ESTIBRO
- GANCHO (ESTIBROS) ACI 7.2. DOBLEZ 135° + 6 Ø DEL ESTIBRO
- ACI 7.10.5.4 LA DISTANCIA DEL PRIMER ESTIBRO SOBRE LA PARTE SUPERIOR DE LA ZAPATA NO DEBE SER MENOR A 5/2
- RECURRIMIENTOS MINIMOS ACI 7.7
- RESTRICCIÓN DE ZAPATA: 75 cm
- ESTRUCTURA PRINCIPAL DE COLUMNAS SECCIONADAS 2.5 cm
- LONGITUD DE DESARROLLO Y EMPALMES ACI 12.3. 12.15
- LA LONGITUD PARA LOS EMPALMES EN ELEMENTOS Y DE LA BARRA, PARA BARRAS MAYORES A No. 6, LOS EMPALMES DEBEN ESTAR ESCALONADOS POR LO MENOS 60 cm ENTRE ELLOS.
- LONGITUD DE DESARROLLO O EMPALMES ACI 12.16.
- LA LONGITUD PARA LOS EMPALMES EN ELEMENTOS A COMPRESION DEBE SER 1.5L_d Ø DE LA BARRA

ZAPATA Z-2
8 No. 5 Ø 0.15 AMBOS SENTIDOS
ESCALA 1/20

SECCION Z2
8 No. 5 Ø 0.15 AMBOS SENTIDOS
ESCALA 1/20

SECCION Z1
12 No. 5 Ø 0.125 AMBOS SENTIDOS
ESCALA 1/20

ZAPATA Z-1
12 No. 5 Ø 0.125 AMBOS SENTIDOS
ESCALA 1/20

SECCION Z1
12 No. 5 Ø 0.125 AMBOS SENTIDOS
ESCALA 1/20

SECCION Z1
12 No. 5 Ø 0.125 AMBOS SENTIDOS
ESCALA 1/20

SECCION Z1
12 No. 5 Ø 0.125 AMBOS SENTIDOS
ESCALA 1/20

SECCION Z1
12 No. 5 Ø 0.125 AMBOS SENTIDOS
ESCALA 1/20

SECCION Z1
12 No. 5 Ø 0.125 AMBOS SENTIDOS
ESCALA 1/20

SECCION Z1
12 No. 5 Ø 0.125 AMBOS SENTIDOS
ESCALA 1/20

COLUMNA C1
8 No. 6 + 4 No. 3
+ 8 EST No. 3 Ø 0.10 AMBOS EXTREMOS
+ 18 EST No. 3 Ø 0.15 AL CENTRO
+ 2 ESUBARRONES No. 3 Ø ESTIBRO
ESCALA 1/12.5

COLUMNA C2
8 No. 6 + 4 No. 3
+ 8 EST No. 3 Ø 0.10 AMBOS EXTREMOS
+ 18 EST No. 3 Ø 0.15 AL CENTRO
ESCALA 1/12.5

COLUMNA C3
8 No. 6 + 4 No. 3
+ 8 EST No. 3 Ø 0.10 AMBOS EXTREMOS
+ 18 EST No. 3 Ø 0.15 AL CENTRO
ESCALA 1/12.5

COLUMNA C4
4 No. 3
+ EST No. 2 Ø 0.15
ESCALA 1/10

COLUMNA C5
2 No. 3
+ EST No. 2 Ø 0.15
ESCALA 1/10

COLUMNA C6
4 No. 4
+ EST No. 3 Ø 0.15
ESCALA 1/10

MURO BAJO
CORTE DE MURO TIPO
GABIAS. Ø 40MM.
ESCALA 1/25

MURO BAJO
CORTE DE MURO TIPO
GABIAS. Ø 40MM.
ESCALA 1/25

MURO BAJO
CORTE DE MURO TIPO
GABIAS. Ø 40MM.
ESCALA 1/25

MURO BAJO
CORTE DE MURO TIPO
GABIAS. Ø 40MM.
ESCALA 1/25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE:
- DETALLES DE MUENTES Y COLUMNAS
- PLANES Y SECCIONES
- CUADRO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS

ING. LUIS ALFARO VEJIZ

FECHA: 2009

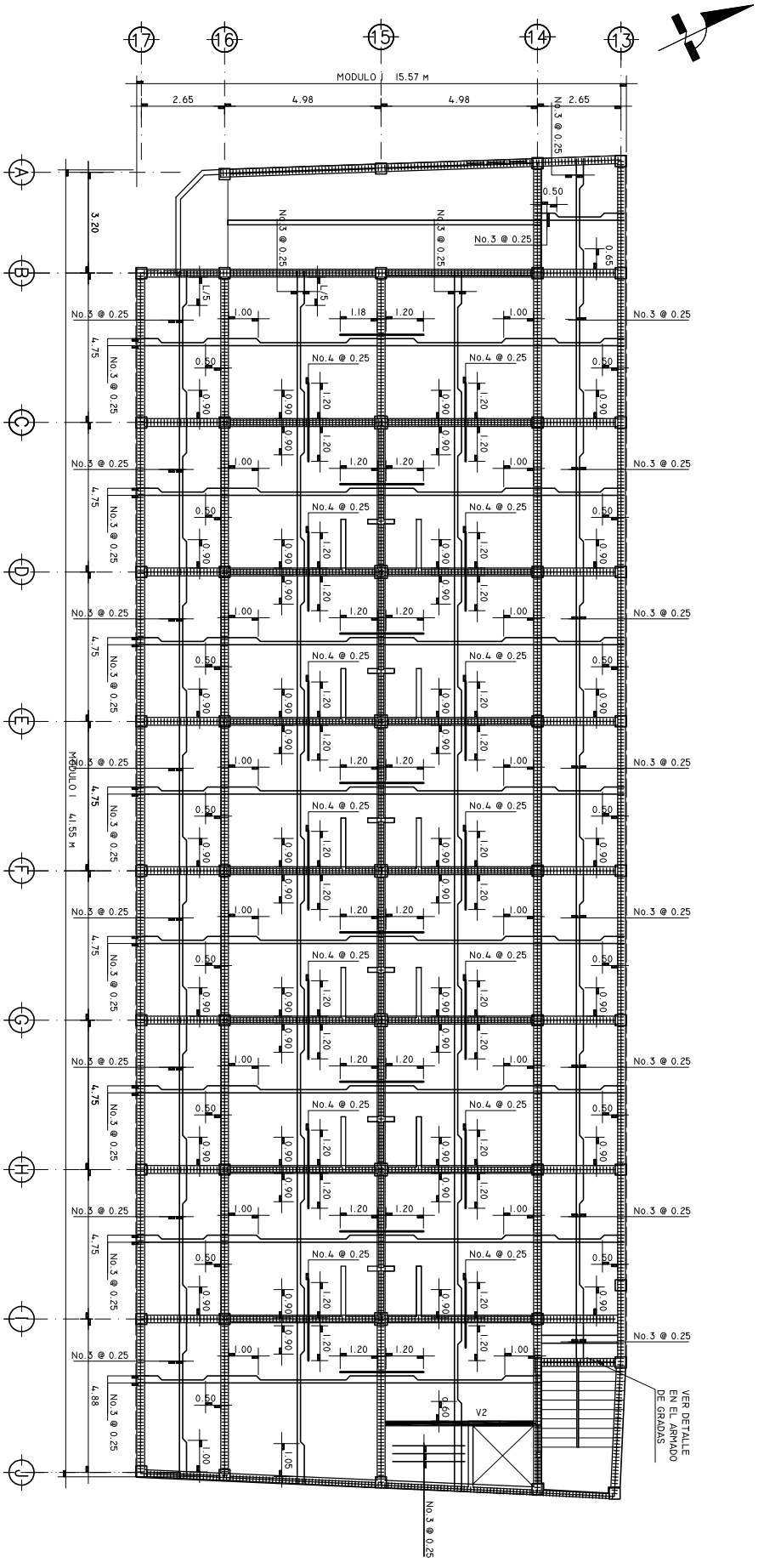
INDICADA

PROYECTO:
DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

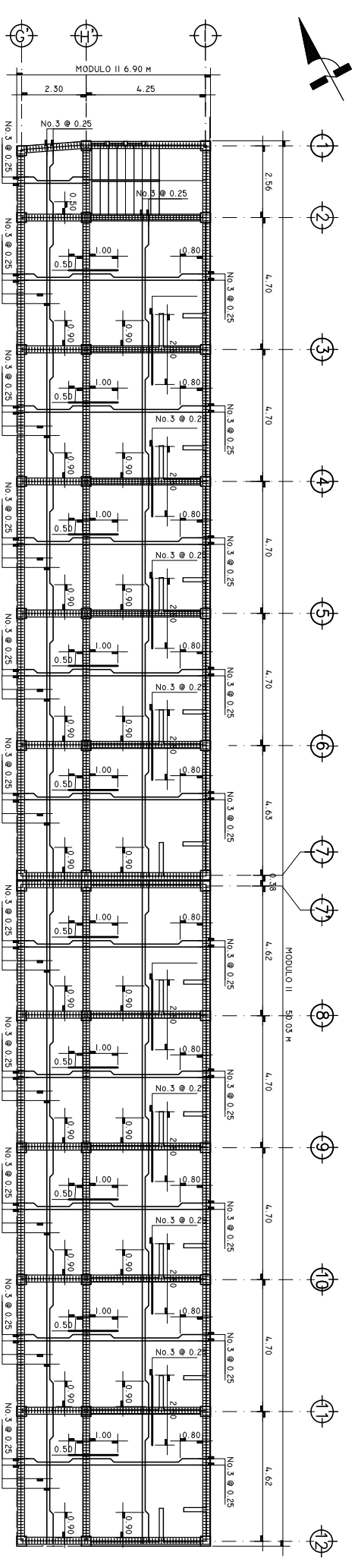
INGENIERO SUPERVISOR
ING. LUIS ALFARO VEJIZ

INGENIERO EJECUTOR
ING. LUIS ALFARO VEJIZ

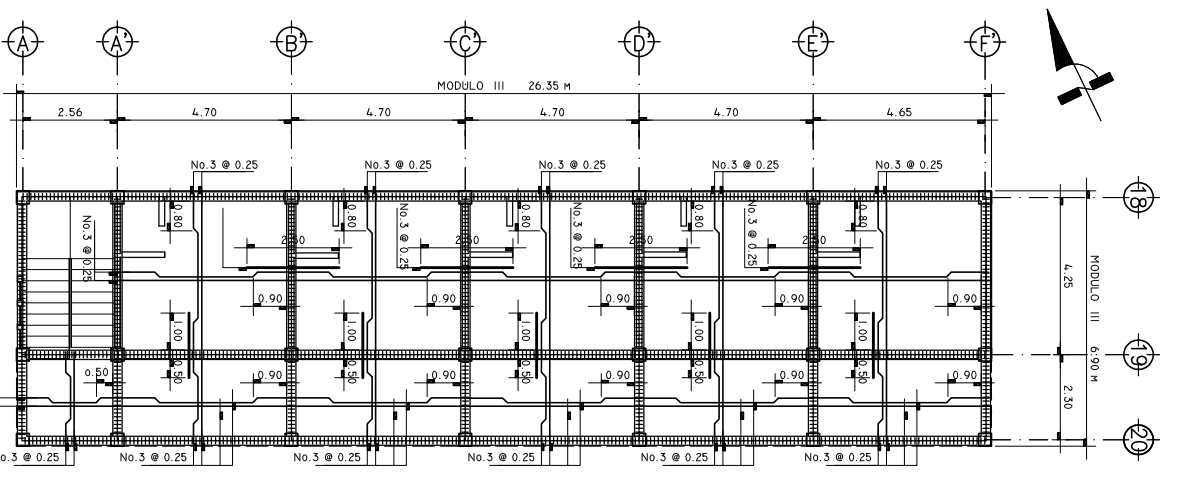
Hojas No. 13 / 24



PLANTA LOSAS Y VIGAS
Módulo I, Segundo Nivel
ESCALA 1/100



PLANTA LOSAS Y VIGAS
Módulo II, Segundo Nivel
ESCALA 1/100

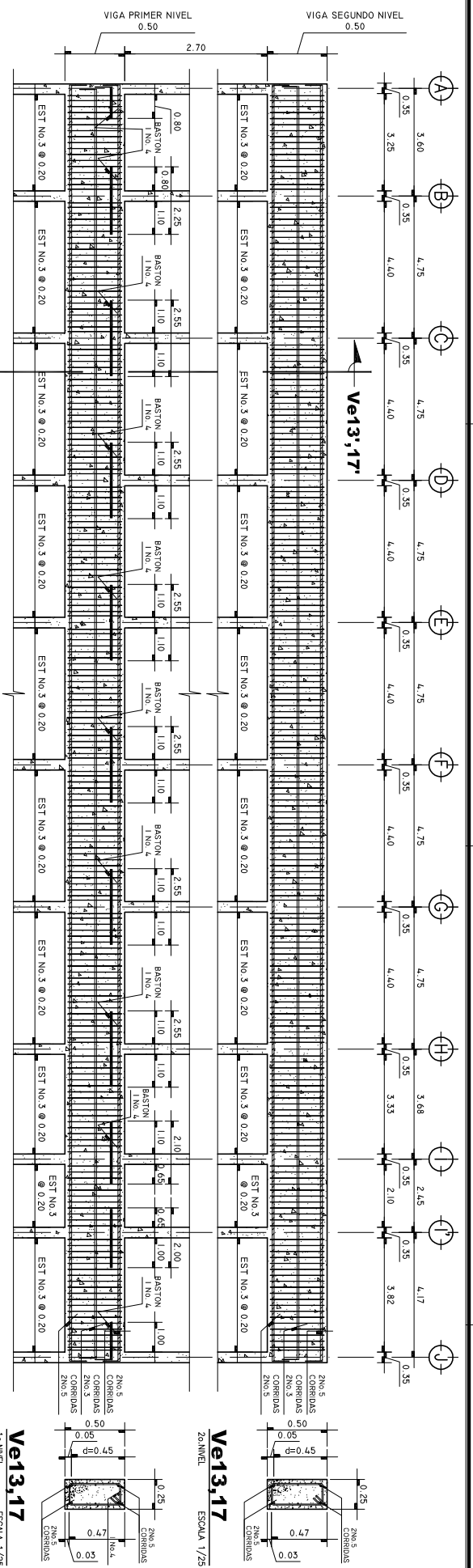


PLANTA LOSAS Y VIGAS
Módulo III, Segundo Nivel
ESCALA 1/100

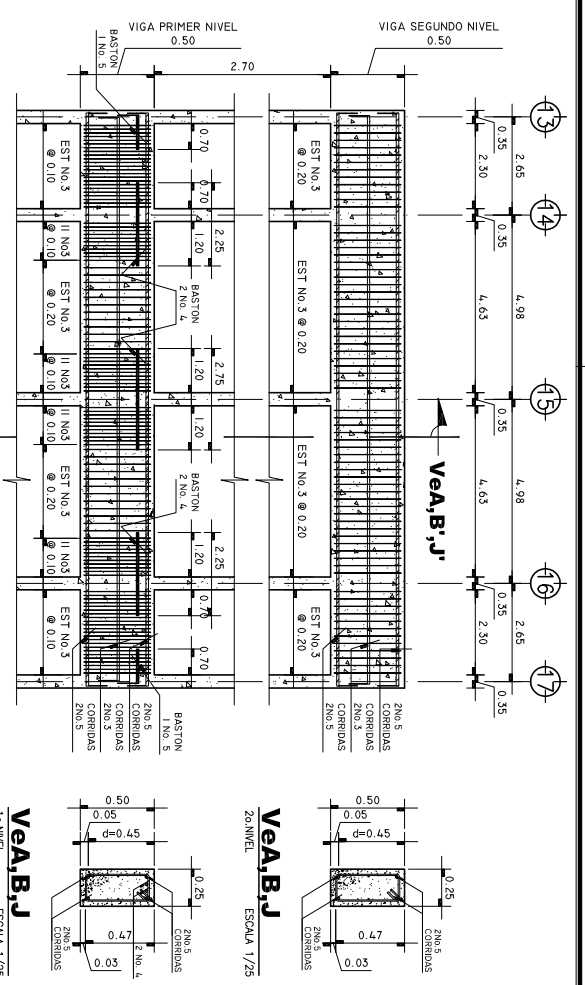
CUADRO DE SIMBOLOGIA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	REEL ACERO No. 3 @ 0.25 m
	TENSION ACERO No. 3 @ 0.25 m
	BASTON ACERO No. 4 @ 0.25 m
	RECUBRIMIENTO MINIMO EN LOSAS 250 cm, SEGUN ACI 7.7
	VIGA (VER HOJA DE DETALLES)
	VIGA VA. (VER DETALLE)

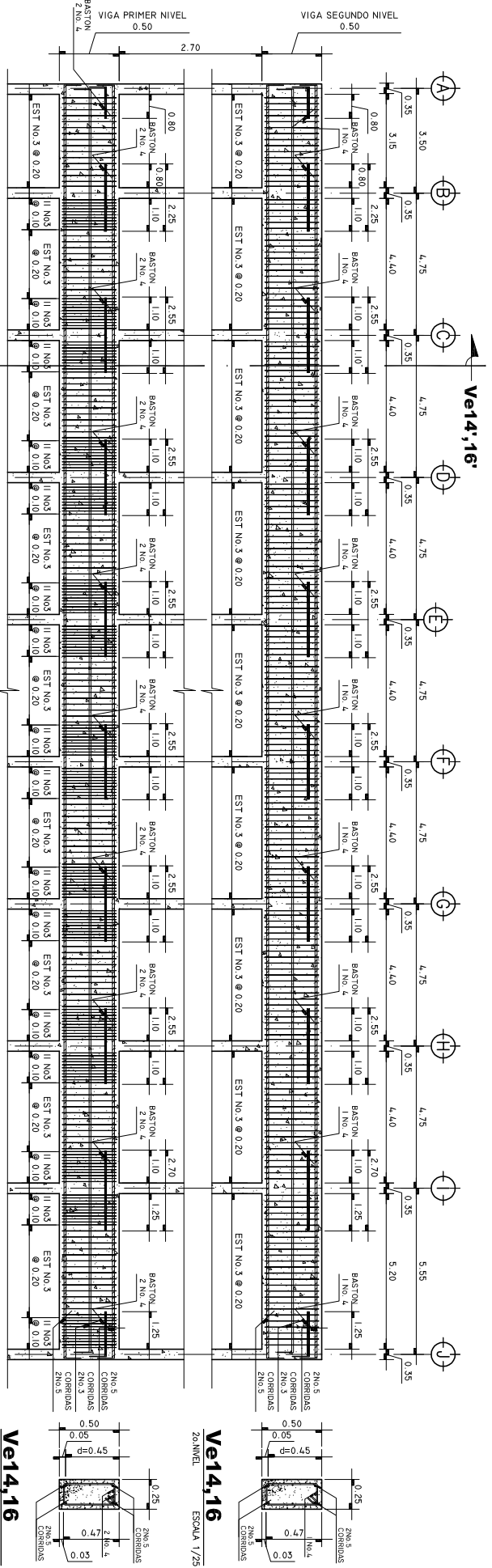
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>LEONOR ROSALES SERRANO FECHA: 2009 INDICADA</p>
	<p>CONTIENE: - PLANTA ESTRUCTURAL DE LOSAS - PLANTA DISTRIBUCION DE VIGAS SEGUNDO NIVEL</p>
<p>DISEÑO/DIBUJO/CALCULO: SAMUEL ISAC FUENTES VELASQUEZ ASESOR-SUPERVISOR ING. LUIS ALFARO VELIZ</p>	<p>HOJA No. 15 24</p>
<p>PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO</p>	<p>INGENIERO EN CARGO: ING. ROBERTO ALVARO VELIZ</p>



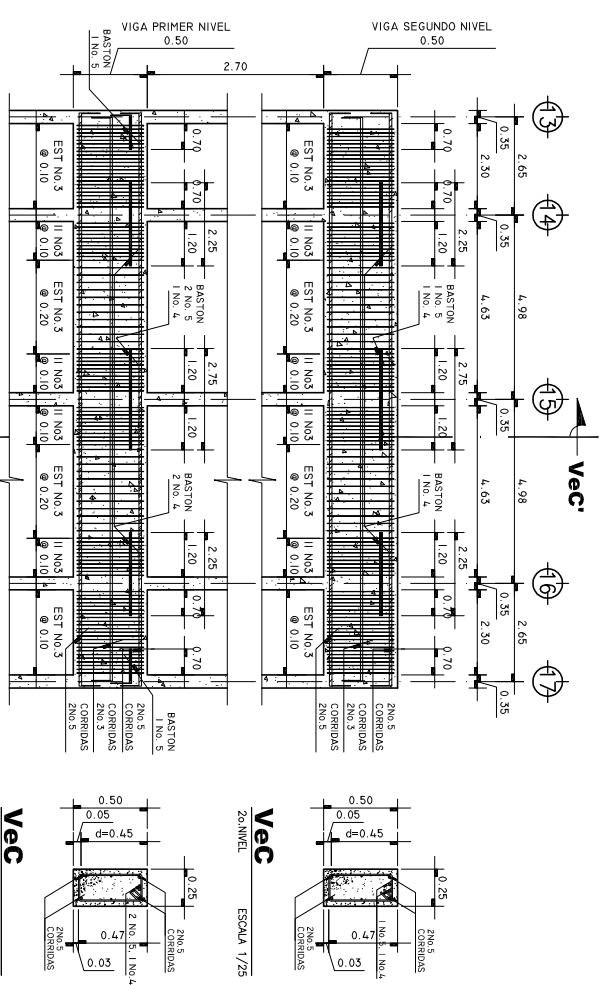
VIGA V-1 EJE 13,17
 MODULO I
 ESCALA HORIZONTAL 1/100
 ESCALA VERTICAL 1/25



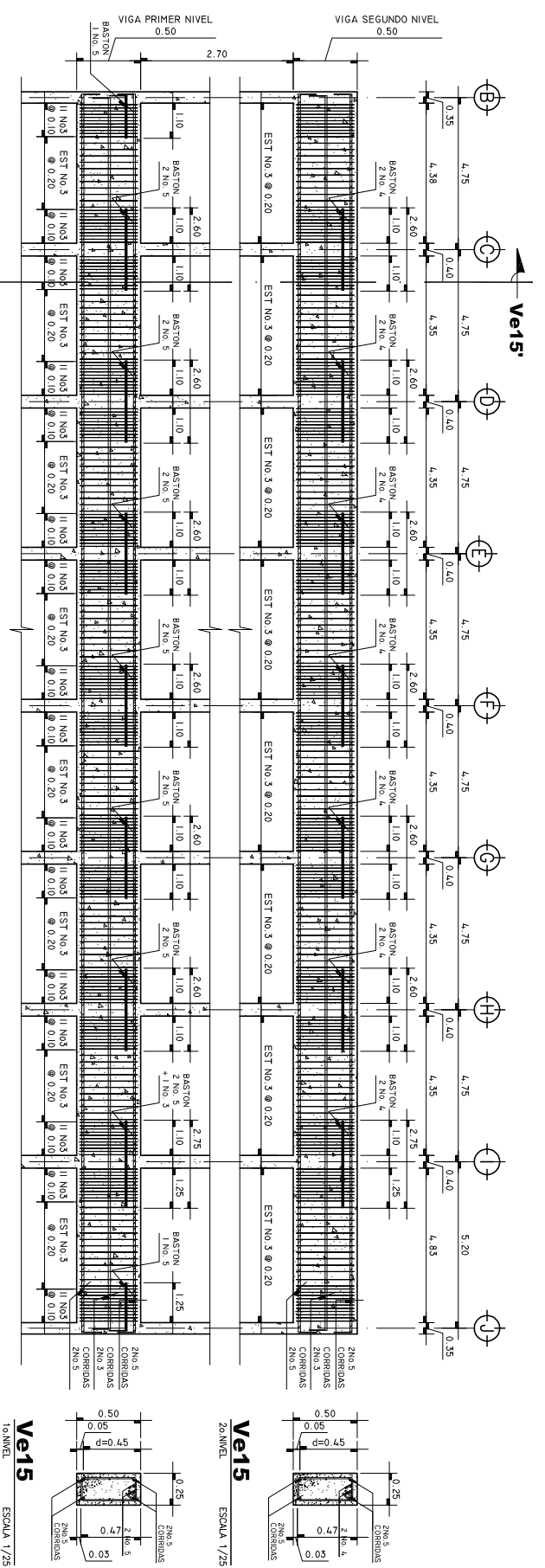
VIGA V-4 EJE A,B,J
 MODULO I
 ESCALA HORIZONTAL 1/100
 ESCALA VERTICAL 1/25



VIGA V-2 EJE 14,16
 MODULO I
 ESCALA HORIZONTAL 1/100
 ESCALA VERTICAL 1/25



VIGA V-5 EJE C,D,E,F,G,H,I
 MODULO I
 ESCALA HORIZONTAL 1/100
 ESCALA VERTICAL 1/25



VIGA V-3 EJE 15
 MODULO I
 ESCALA HORIZONTAL 1/100
 ESCALA VERTICAL 1/25

ESPECIFICACIONES

- f_c = 280 kg/cm²
- f_y = 4200 kg/cm² (grado 60)
- ESPESOR DE LOSA: 15 cm
- CARGAS DE DISEÑO EN LOSAS:
- CARGA MUERTA 510 kg/m²
- CARGA VIVA 500 kg/m²
- DOBLADO: LA LONGITUD DE DESARROLLO (LONGITUD DEL DOBLADO) DEBE SER SEGUN ACI 213.4. SE PERMITE UTILIZAR EL DOBLADO DE 90° + 8 φ DE LA BARRA.
- GANCHO (ESLABONES) ACI 7.1. DOBLAZ 180° + 4 φ DEL ESTRIBO
- GANCHO (ESTRIPOS) ACI 7.2. DOBLAZ 135° + 6 φ DEL ESTRIBO
- ACI 21.3.2 LA DISTANCIA DEL PRIMER ESTRIPO A PARTIR DEL BORDE DEL APoyo DEBE SER COMO MAXIMO 5 cm
- RECURBIEROS MINIMOS ACI 7.7
- RECONSTRUCCION PRINCIPAL DE COLUMNAS ACI 12.2.3.
- LONGITUD DE DESARROLLO Y EMPALMES ACI 12.2.3.
- 12.15 PARA LOS EMPALMES EN RECURBIOS A TRACCION DEBE SER LA DISTANCIA DE LA BARRA PARA BARRAS MAYORES A No. 6, LOS EMPALMES DEBEN SER ESCALONADOS POR LO MENOS 60 cm ENTRE ELLOS.
- PROPORCIONES ACI 21.3.2.3
- NO DEBE SER MENOR A LA DISTANCIA ENTRE EL CENTRO DE LOS NIÑOS
- EN UNA DISTANCIA DE DOS VECES LA ALTURA DEL NIÑO.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

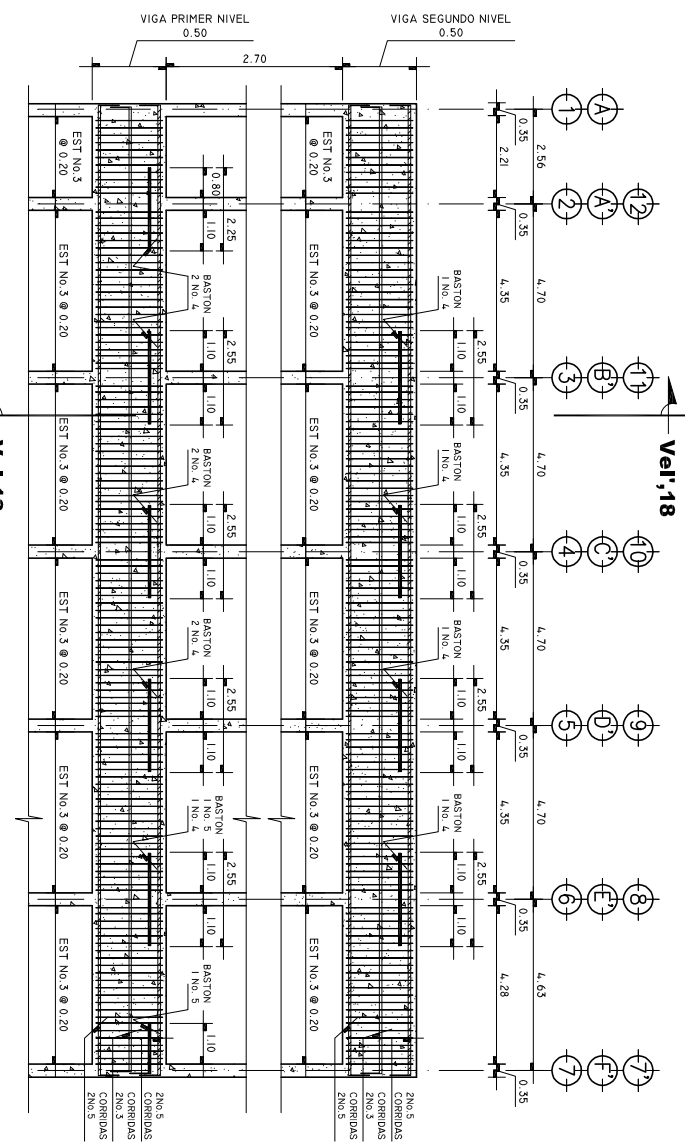
FECHA: 2/09 INDICADA

CONTIENE:
 - DETALLES DE VIAS
 - CUADRO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS

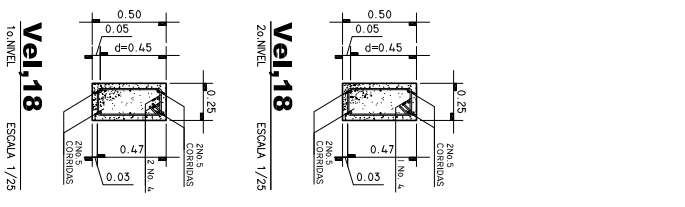
ING. LUIS ALFARO VEJIZ

PROYECTO:
 DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

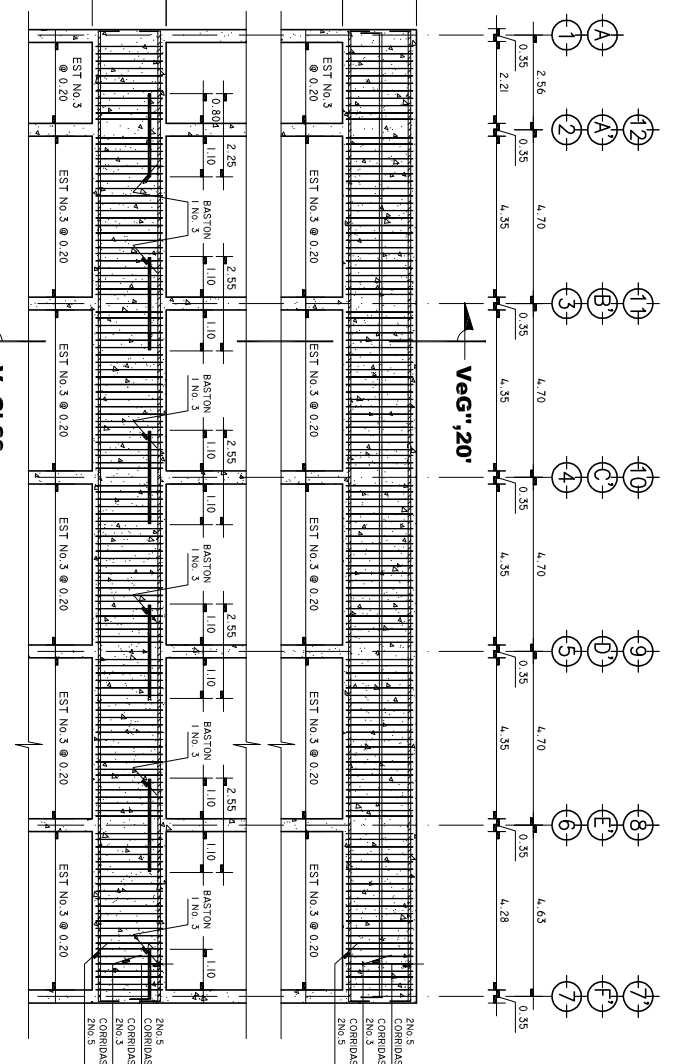
Hojas No. 16/24



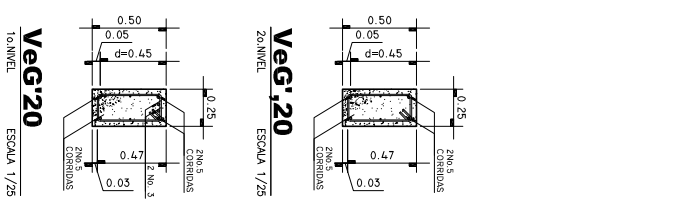
VIGA V-7 EJE I,18
 MODULO II & III
 ESCALA HORIZONTAL 1/100
 ESCALA VERTICAL 1/25



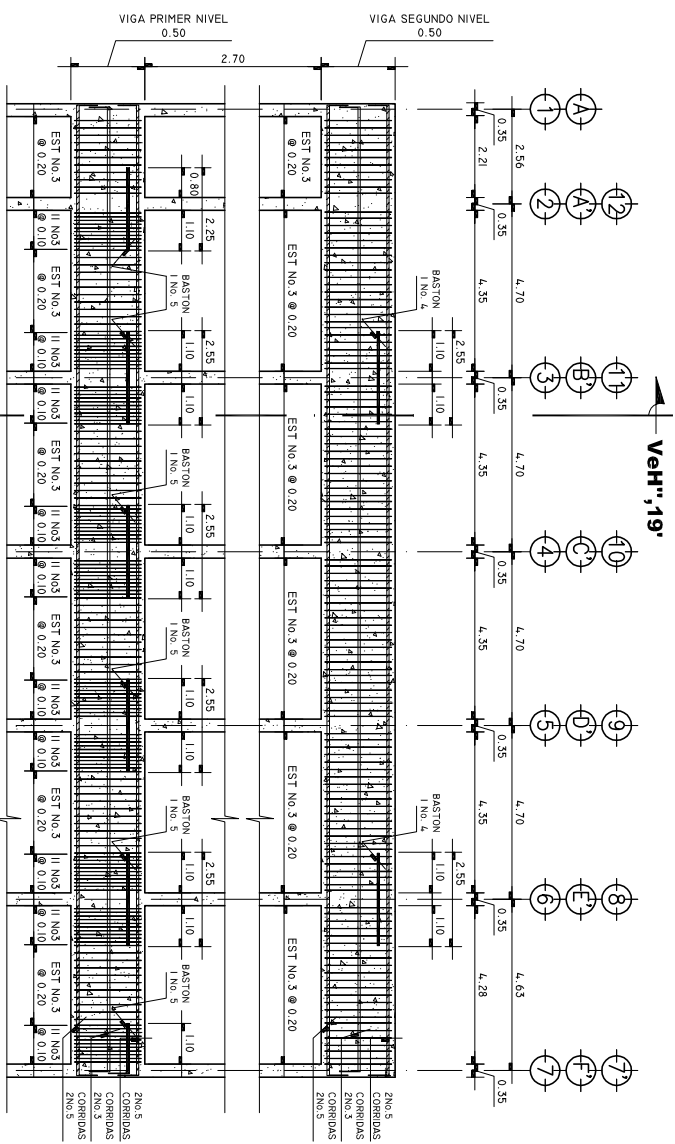
Veh,18
 ESCALA 1/25



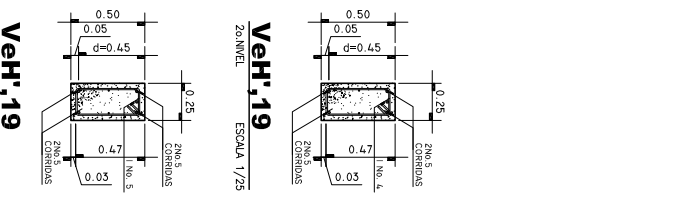
VIGA V-9 EJE G,20
 MODULO II & III
 ESCALA HORIZONTAL 1/100
 ESCALA VERTICAL 1/25



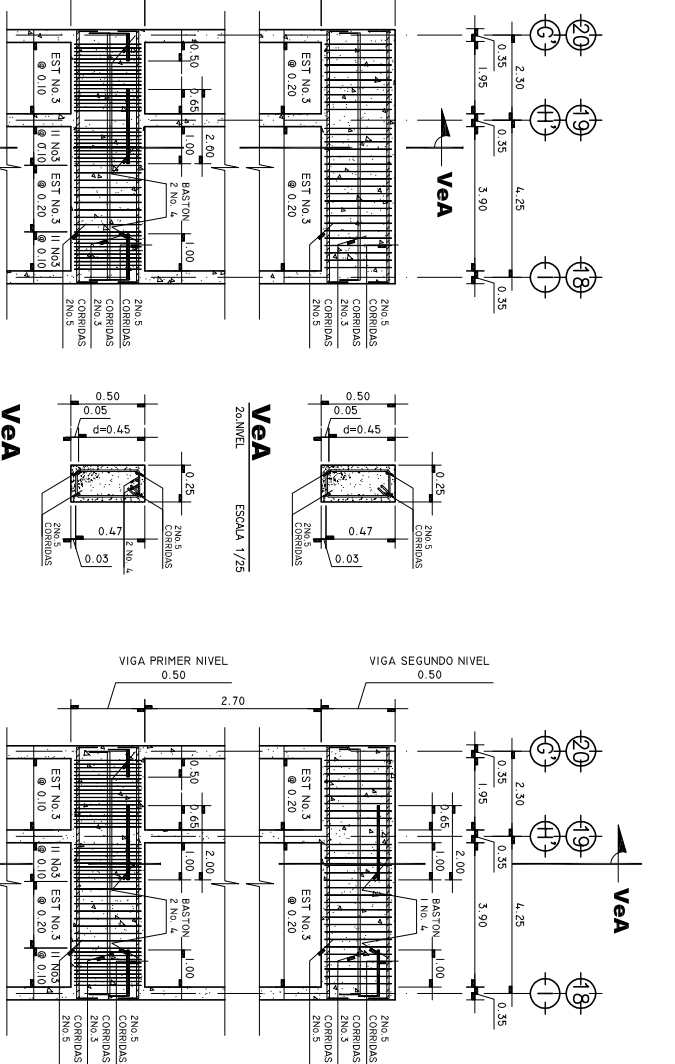
Veg,20
 ESCALA 1/25



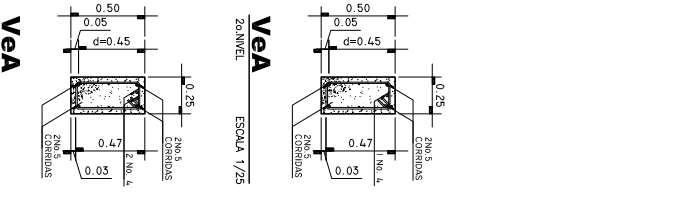
VIGA V-8 EJE H,19
 MODULO II & III
 ESCALA HORIZONTAL 1/100
 ESCALA VERTICAL 1/25



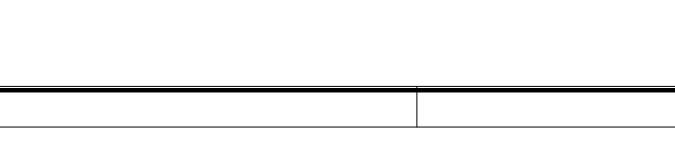
Veh,19
 ESCALA 1/25



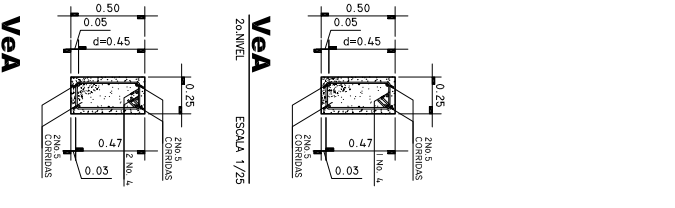
VIGA V-10 EJE A.A.F,1,2,7,7,12
 MODULO II & III
 ESCALA HORIZONTAL 1/100
 ESCALA VERTICAL 1/25



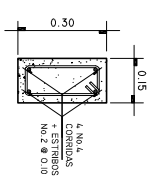
Vea
 ESCALA 1/25



VIGA V-11 EJE B.C.D.E,3,4,5,6,8,9,10,11
 MODULO II & III
 ESCALA HORIZONTAL 1/100
 ESCALA VERTICAL 1/25



Vea
 ESCALA 1/25



VIGA V-6
 ESCALA 1/125

- ESPECIFICACIONES**
- $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
 - $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ (grado 60)
 - ESPESOR DE LOSA: 15 cm
 - CARGA DE DISEÑO EN LOSAS:
 - CARGA MUERTA 510 Kg/m^2
 - CARGA VIVA 500 Kg/m^2
 - DOBLADO: LA LONGITUD DE DESARROLLO (LONGITUD DEL DOBLADO) DEBE SER SEGUN ACI 21.5.4, SE PERMITE UTILIZAR EL DOBLADO DE $90^\circ + 8 \phi$ DE LA BARRA.
 - GANCHO (ESLABONES) ACI 7.1, DOBLADO $180^\circ + 4 \phi$ DEL ESTRIBO
 - RECURBIMIENTOS MINIMOS ACI 7.7
 - LONGITUD DE DESARROLLO Y EMPALMES ACI 12.2.3, 12.15
 - DISTANCIA PARA LOS EMPALMES EN ELEMENTOS A TRACCION DEBE SER $1.3l_d - 47d$ DE LA BARRA, PARA BARRAS NO. 6 O MENORES, Y $1.3l_d - 72d$ DE LA BARRA PARA BARRAS MAYORES A NO. 6. LOS EMPALMES DEBEN SER ESCALONADOS POR LO MENOS 50 cm ENTRE ELLOS.
 - PROPORCIONES ACI 7.1.2.3
 - NO DEBERAN EMPALMARSE COLUMNAS POR TRASLAPLO EN:
 - A. EN UNA DISTANCIA DE DOS VECES LA ALTURA DEL COLUMNA DESDE LA CIMA DEL NUDO
 - B. EN UNA DISTANCIA DE DOS VECES LA CIMA DEL NUDO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

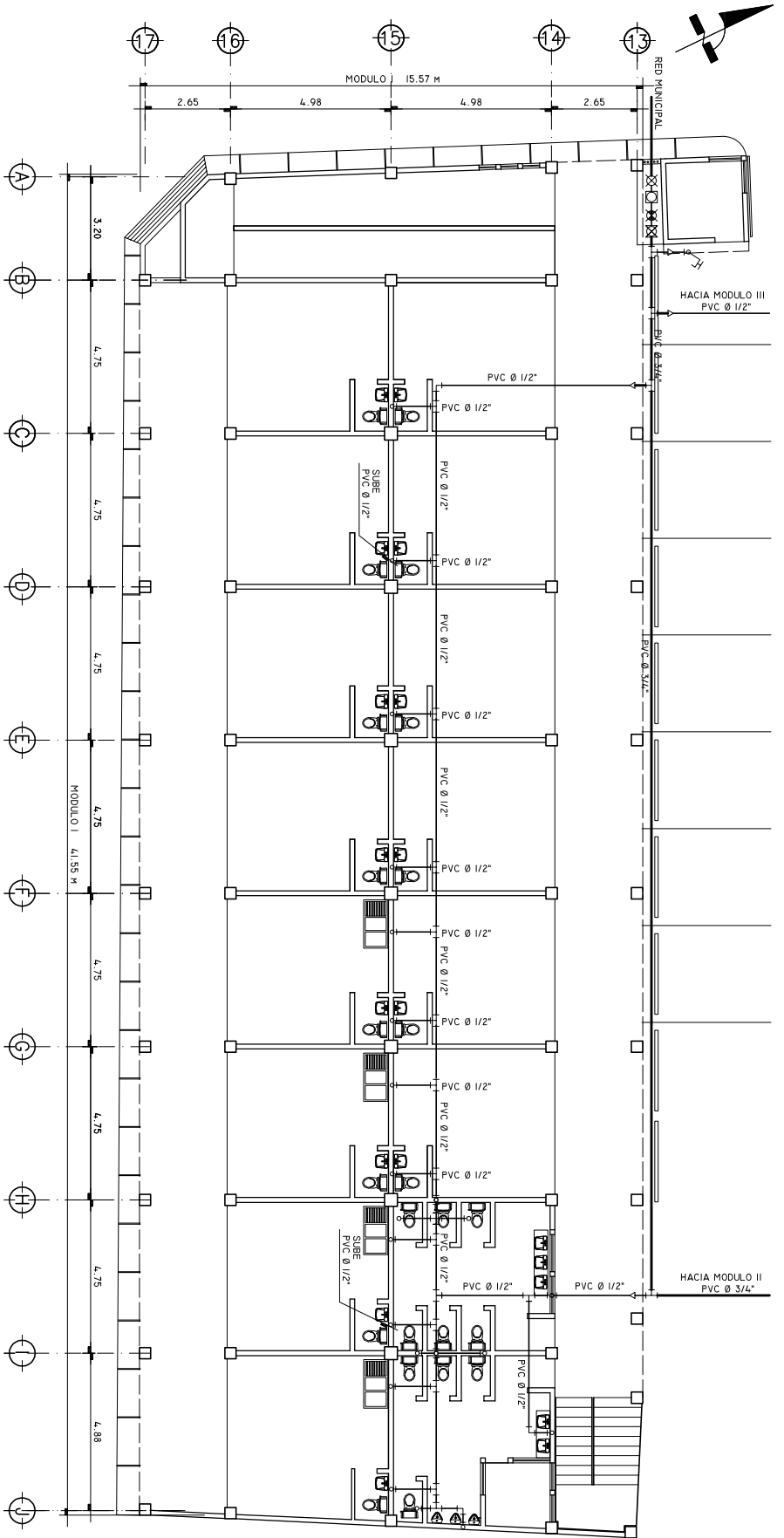
ING. LUIS ALFARO VEJIZ

PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

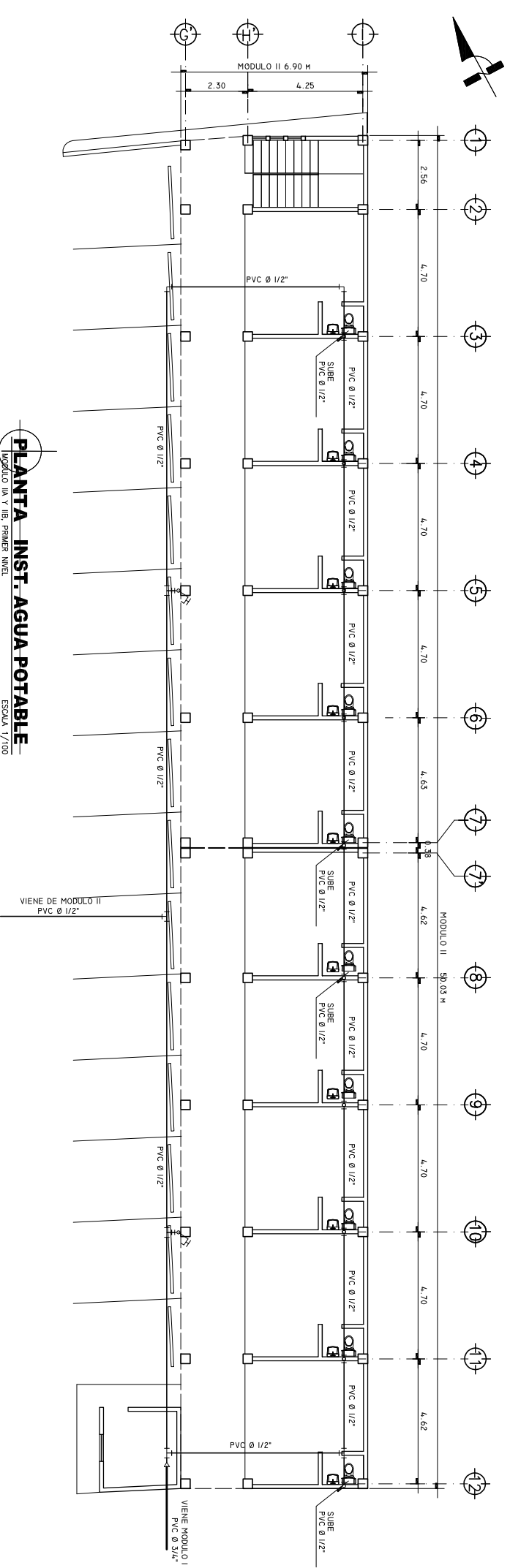
FECHA: 2009

INDICADA

HOLA No. 17/24



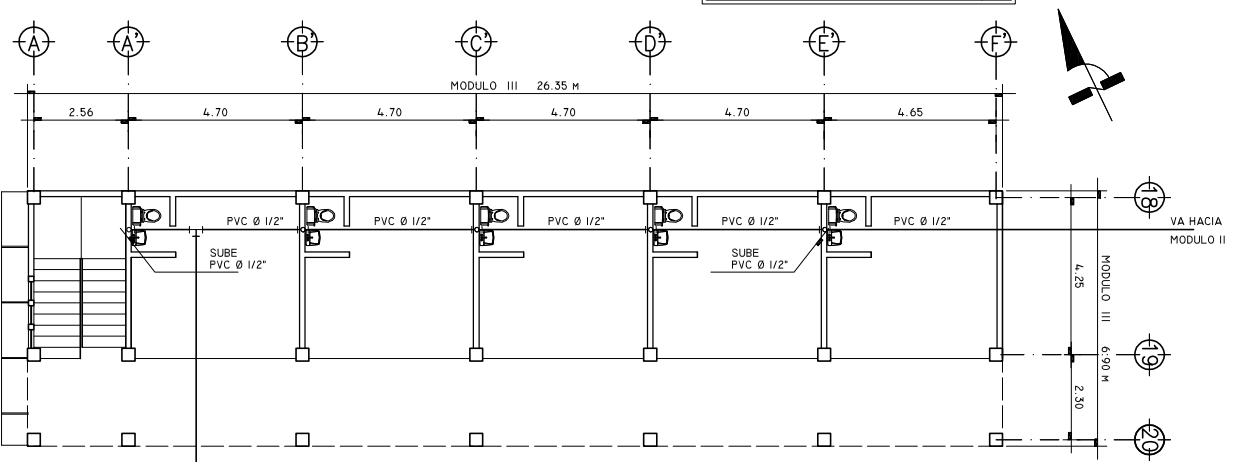
PLANTA INST. AGUA POTABLE
MODULO I, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100



PLANTA INST. AGUA POTABLE
MODULO II, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100

CUADRO DE SIMBOLOGIA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
☒	LLAVE DE PASO
☒	CONTADOR
☒	LLAVE DE GLOBO
☒	LLAVE DE CHEQUE
☒	TEE PVC A 90° HORIZONTAL
☒	REDUCTOR PVC
☒	GRIFO Ø 1/2"
☒	CODO PVC A 90° HORIZONTAL
☒	CODO PVC A 90° VERTICAL
☒	TEE PVC A 90° VERTICAL
☒	CRUZ PVC
☒	TUBERIA PVC Ø 1/2" 3/8 PSI, PVC 3/4" Ø 280 PSI

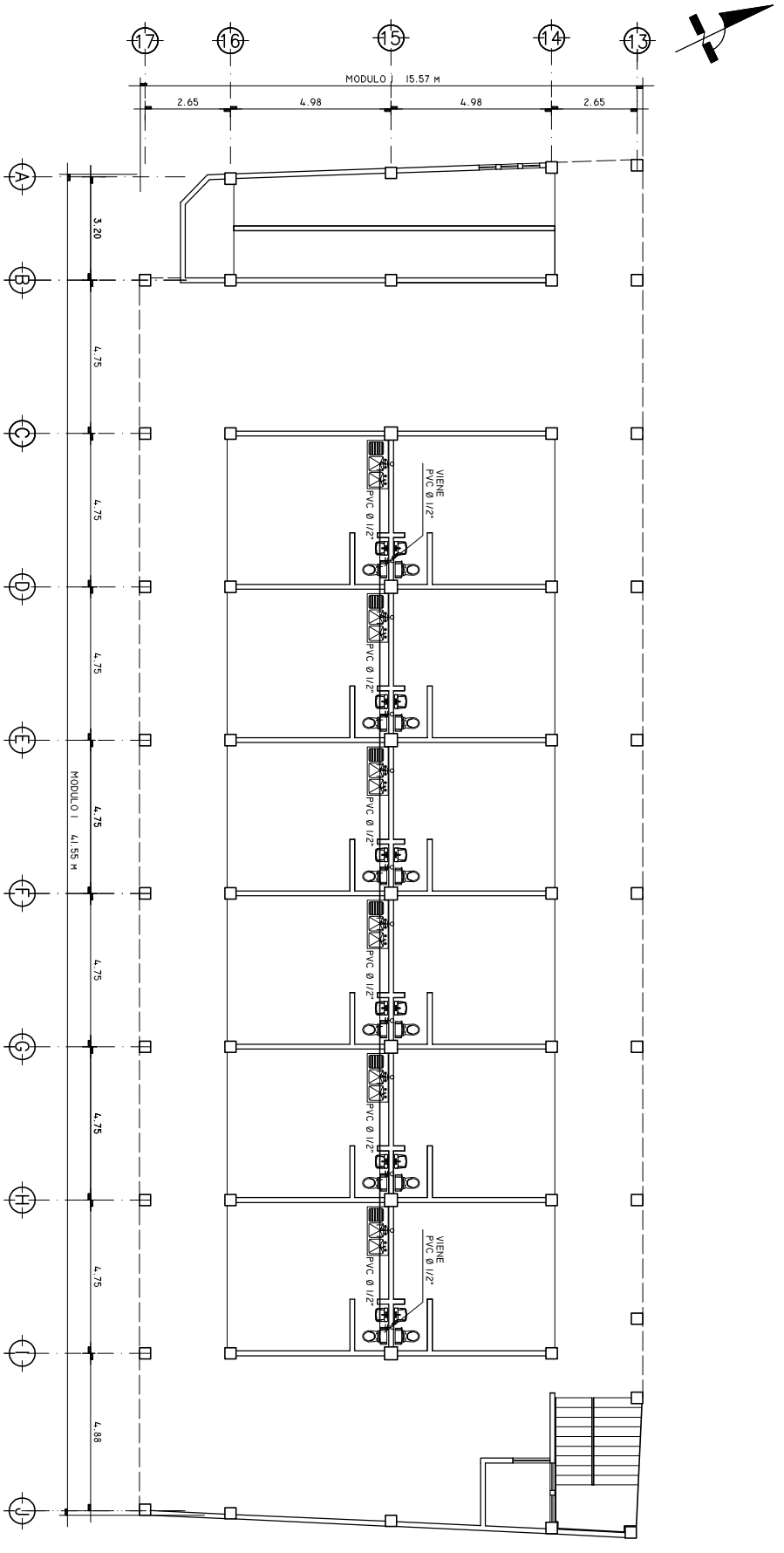


PLANTA INST. AGUA POTABLE
MODULO III, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	LEBODI ROBERTO SERRANO
	FACULTAD DE INGENIERIA	ESCALA
ESCUOLA DE INGENIERIA CIVIL	2009	INDICADA
CONTIENE:	-PLANTA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE	
DISEÑO/OBJETO/CALECULO: SAMUEL ISAC FUENTES VEJASQUEZ SANJUE 2004-19235 ASESOR-SUPERVISOR ING. LUIS ALVARO VEJIZ		
		HOJA No.
		18
		24

PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

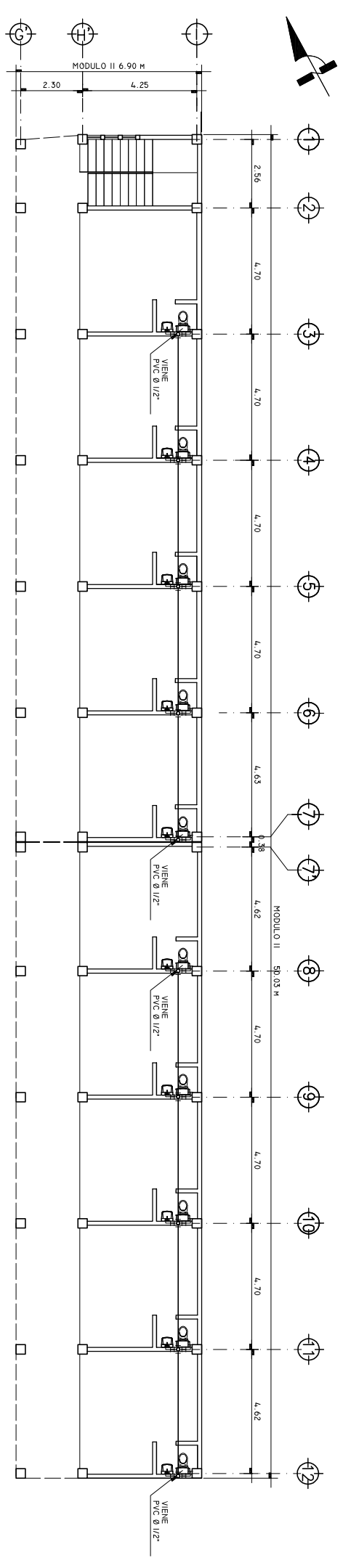
INGENIERO EN CARGO: VILBERTO SERRANO



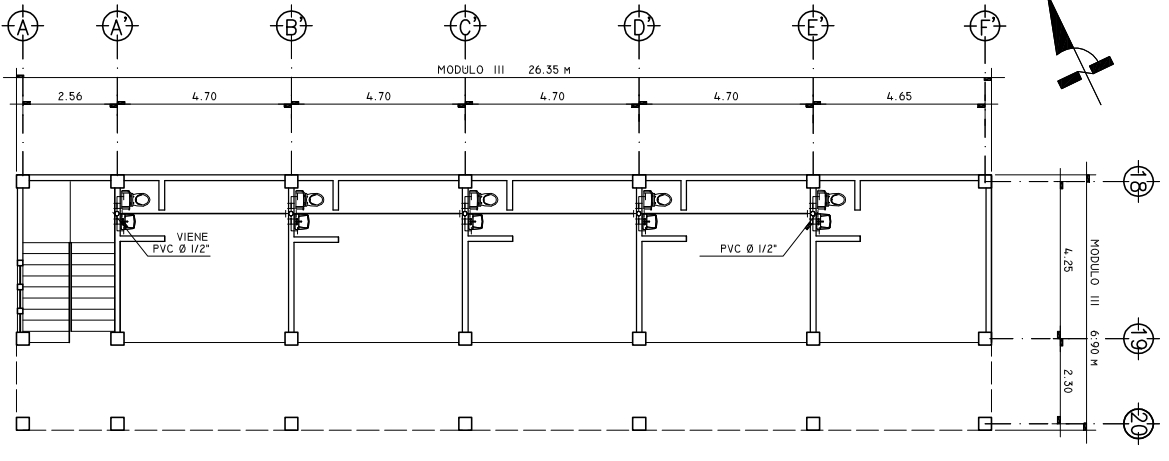
CUADRO DE SIMBOLOGIA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
—	TEE PVC A 90° HORIZONTAL
∇	REDUCTOR PVC
F	GRIFO Ø 1/2"
T ₁	CODO PVC A 90° HORIZONTAL
Ø	CODO PVC A 90° VERTICAL
—	TEE PVC A 90° VERTICAL
—	CRUZ PVC
—	TUBERIA PVC Ø 1/2" 3/8 PSJ

PLANTA INST. AGUA POTABLE
Módulo I, Segundo Nivel
ESCALA 1/100

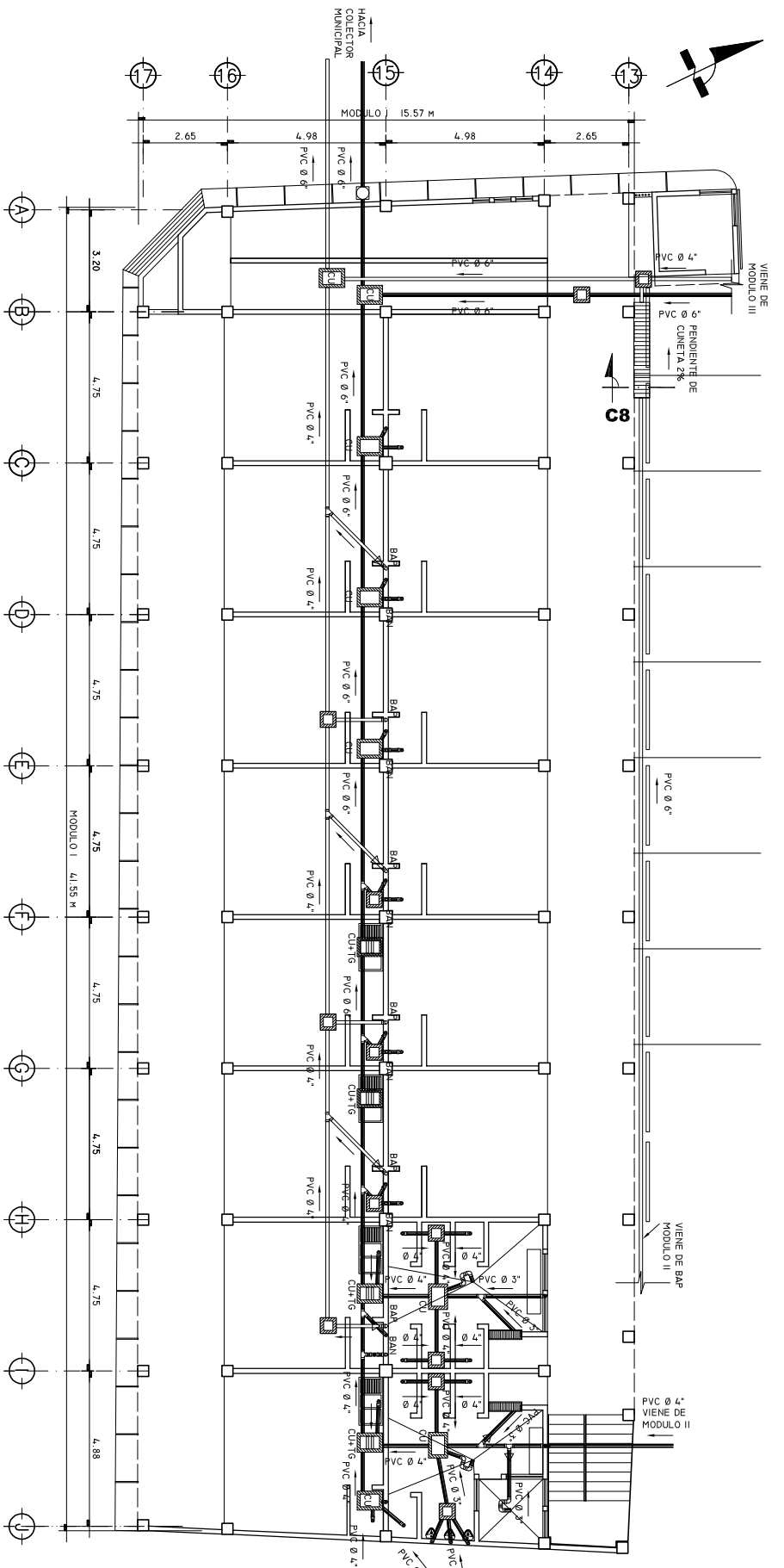


PLANTA INST. AGUA POTABLE
Módulo II y III, Segundo Nivel
ESCALA 1/100

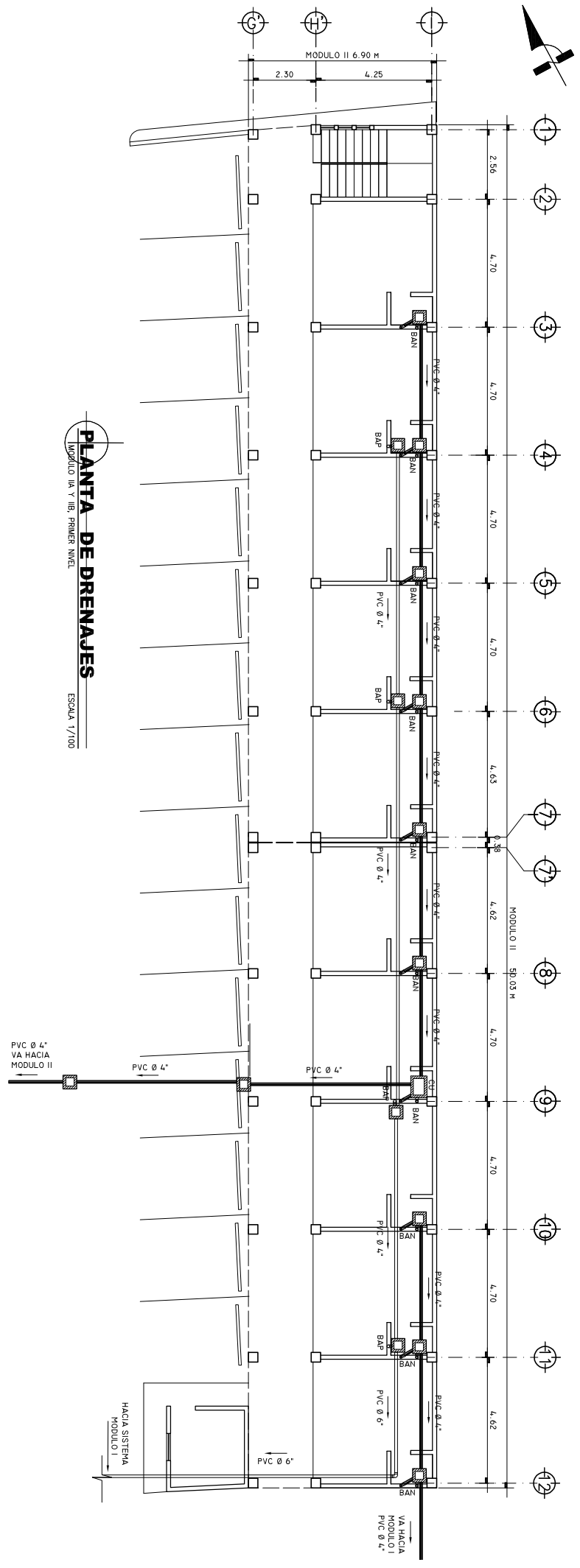


PLANTA INST. AGUA POTABLE
Módulo III, Segundo Nivel
ESCALA 1/100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		LEONDO RIVERÓN SERRANO
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		ESCALA
DISEÑO/DIBUJO/CALCULO:		FECHA:	INDICADA
SAMUEL ISAC FUENTES VELASQUEZ		2009	
ASesor-SUPERVISOR		CONTENIDO:	
ING. LUIS ALVARO VELIZ		-PLANTAS DE INSTALACION DE AGUA POTABLE	
		SEGUNDO NIVEL	
		HORA No.	
		19	
		24	
PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO			



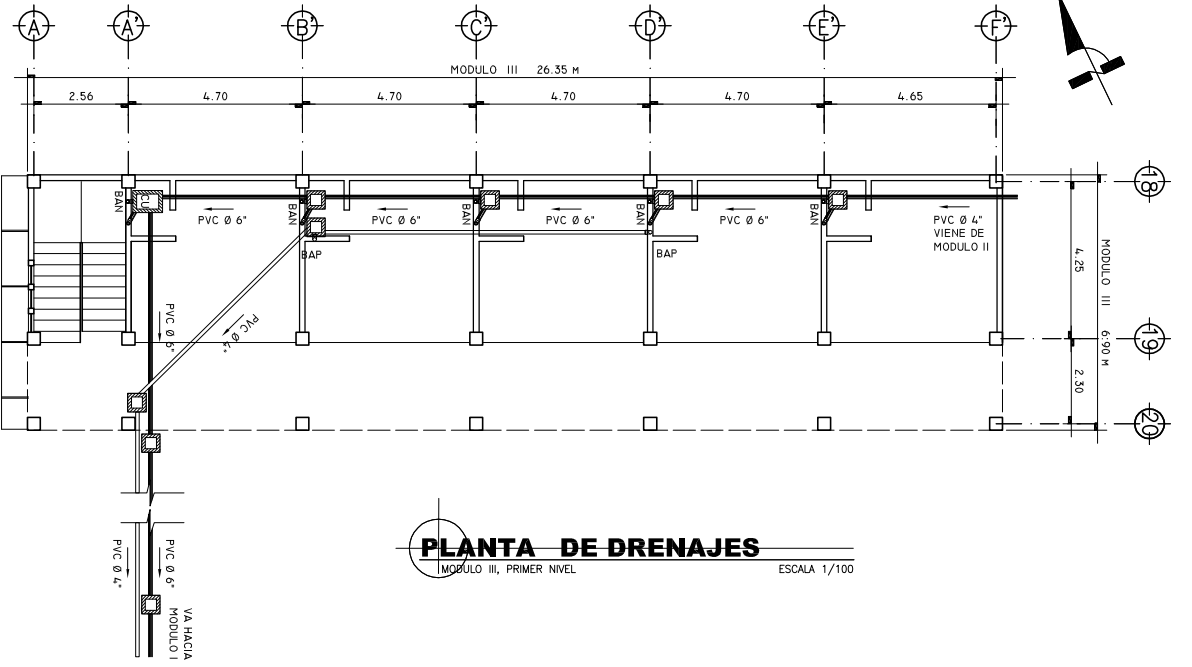
PLANTA DE DRENAJES
MODULO I, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100



PLANTA DE DRENAJES
MODULO II, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100

CUADRO DE SIMBOLOGIA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TEE PVC SANITARIA VERTICAL
	COBO 90° VERTICAL
	COBO 45° HORIZONTAL
	YEE SANITARIA
	CAJA DE ARTEREFECTO
	CAJA UNIFICADORA
	+ TRAMPA DE GRASA
	SIFON PVC TERMINAL
	TEE PVC SANITARIA
	CANDELERA
	BALADA DE AGUAS NEGRAS
	BALADA DE AGUAS PLUVIALES
	TUBERIA PARA AGUA NEGRAS
	TUBERIA PARA AGUA PLUVIALES
	PVC DIÁMETRO INDICADO
	CÁMERA + REJILLA REDUCIDOR 4 X 3"



PLANTA DE DRENAJES
MODULO III, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

ING. LUIS ALFARO VELAZ

ING. DANIELA ALVARO VELAZ

ING. ROSALENE TORRES

ING. DANIELA ALVARO VELAZ

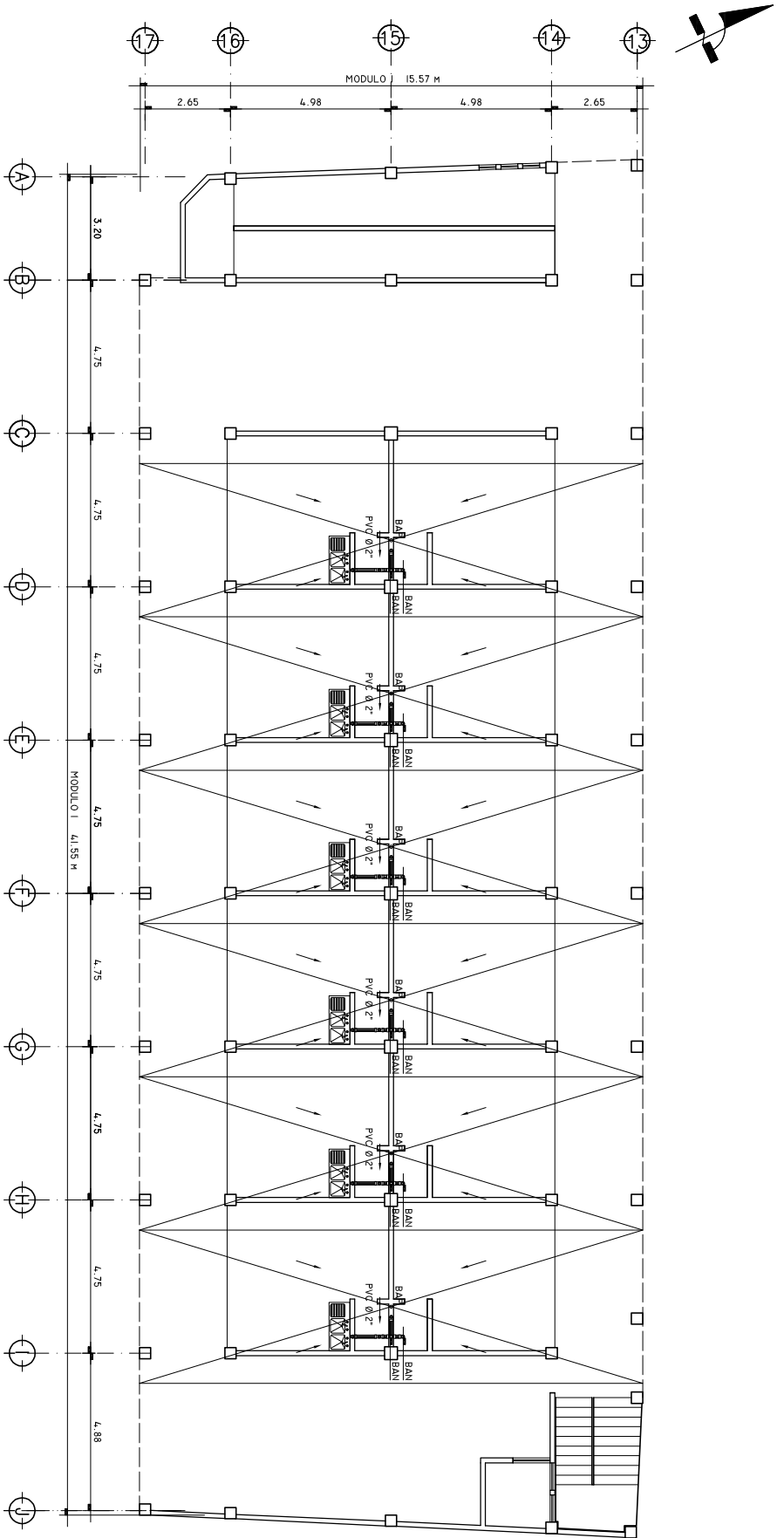
CONTIENE: PLANTAS DE DRENAJES - PRIMER NIVEL

FECHA: 2009

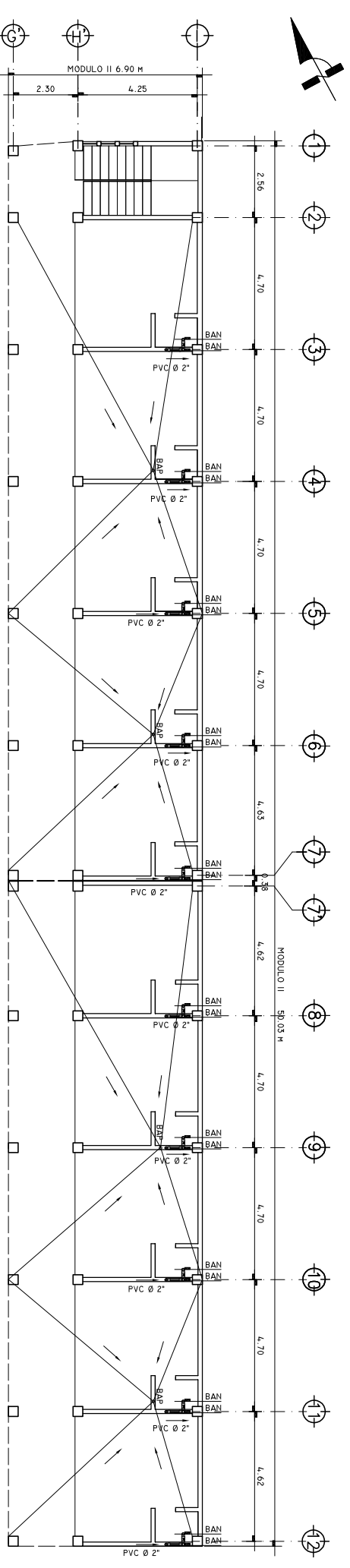
ESCALA: INDICADA

LIBRO: PROYECTO SERRANO

Hojas: 20 / 24



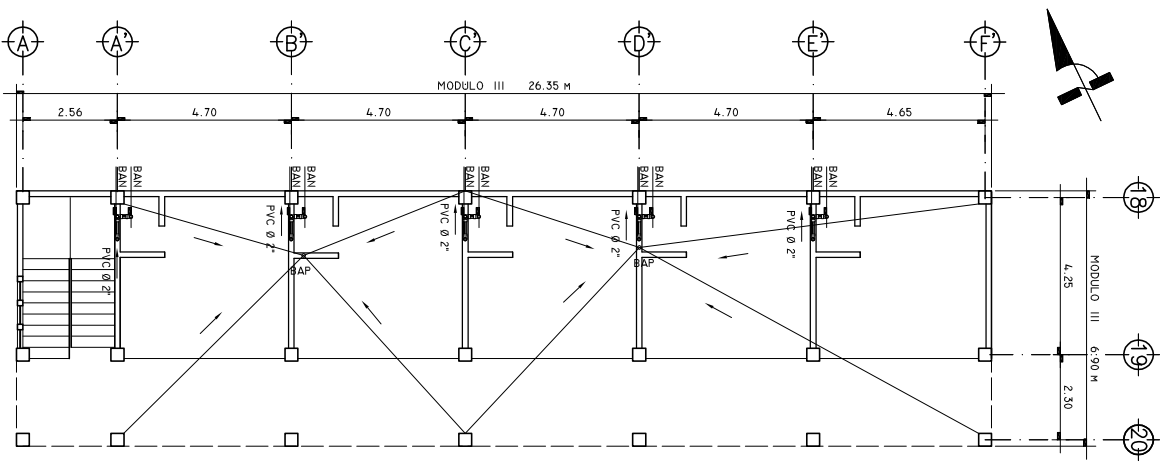
PLANTA DE DRENAJES
Módulo I, Segundo Nivel
ESCALA 1/100



PLANTA DE DRENAJES
Módulo II, Segundo Nivel
ESCALA 1/100

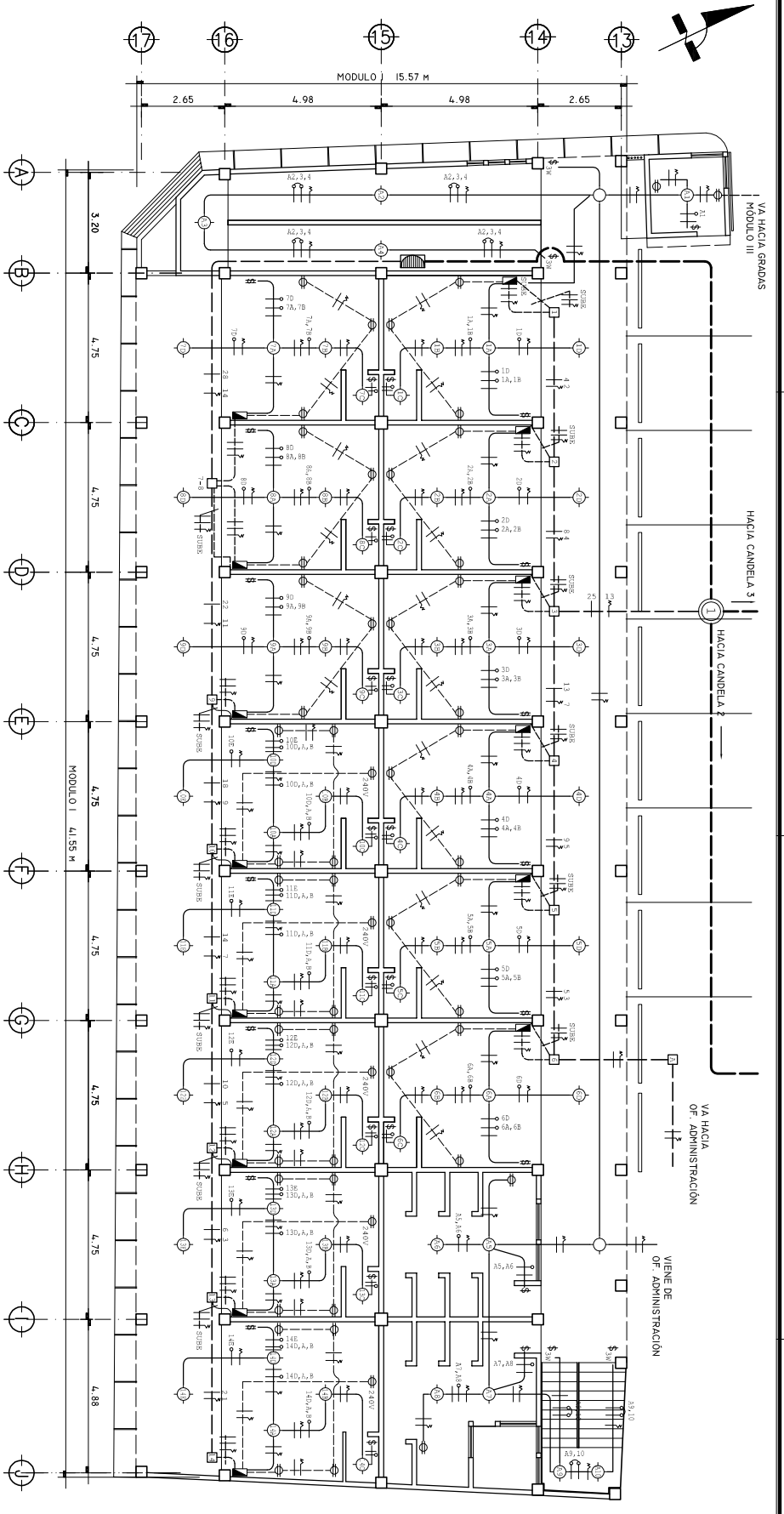
CUADRO DE SIMBOLOGIA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TEE PVC SANITARIA VERTICAL
	COBO 90° VERTICAL
	COBO 45° HORIZONTAL
	YEE SANITARIA
	TEE SANITARIA
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	BAJADA DE AGUAS FLUVIALES
	DIRECCION DEL FLUIDO
	PVC Ø 2"
	PVC Ø 3"
	PVC Ø 4"
	PVC Ø 5"
	PVC Ø 6"
	PVC Ø 7"
	PVC Ø 8"
	PVC Ø 9"
	PVC Ø 10"
	PVC Ø 11"
	PVC Ø 12"
	PVC Ø 13"
	PVC Ø 14"
	PVC Ø 15"
	PVC Ø 16"
	PVC Ø 17"
	PVC Ø 18"
	PVC Ø 19"
	PVC Ø 20"
	PVC Ø 21"
	PVC Ø 22"
	PVC Ø 23"
	PVC Ø 24"
	PVC Ø 25"
	PVC Ø 26"
	PVC Ø 27"
	PVC Ø 28"
	PVC Ø 29"
	PVC Ø 30"
	PVC Ø 31"
	PVC Ø 32"
	PVC Ø 33"
	PVC Ø 34"
	PVC Ø 35"
	PVC Ø 36"
	PVC Ø 37"
	PVC Ø 38"
	PVC Ø 39"
	PVC Ø 40"
	PVC Ø 41"
	PVC Ø 42"
	PVC Ø 43"
	PVC Ø 44"
	PVC Ø 45"
	PVC Ø 46"
	PVC Ø 47"
	PVC Ø 48"
	PVC Ø 49"
	PVC Ø 50"
	PVC Ø 51"
	PVC Ø 52"
	PVC Ø 53"
	PVC Ø 54"
	PVC Ø 55"
	PVC Ø 56"
	PVC Ø 57"
	PVC Ø 58"
	PVC Ø 59"
	PVC Ø 60"
	PVC Ø 61"
	PVC Ø 62"
	PVC Ø 63"
	PVC Ø 64"
	PVC Ø 65"
	PVC Ø 66"
	PVC Ø 67"
	PVC Ø 68"
	PVC Ø 69"
	PVC Ø 70"
	PVC Ø 71"
	PVC Ø 72"
	PVC Ø 73"
	PVC Ø 74"
	PVC Ø 75"
	PVC Ø 76"
	PVC Ø 77"
	PVC Ø 78"
	PVC Ø 79"
	PVC Ø 80"
	PVC Ø 81"
	PVC Ø 82"
	PVC Ø 83"
	PVC Ø 84"
	PVC Ø 85"
	PVC Ø 86"
	PVC Ø 87"
	PVC Ø 88"
	PVC Ø 89"
	PVC Ø 90"
	PVC Ø 91"
	PVC Ø 92"
	PVC Ø 93"
	PVC Ø 94"
	PVC Ø 95"
	PVC Ø 96"
	PVC Ø 97"
	PVC Ø 98"
	PVC Ø 99"
	PVC Ø 100"



PLANTA DE DRENAJES
Módulo III, Segundo Nivel
ESCALA 1/100

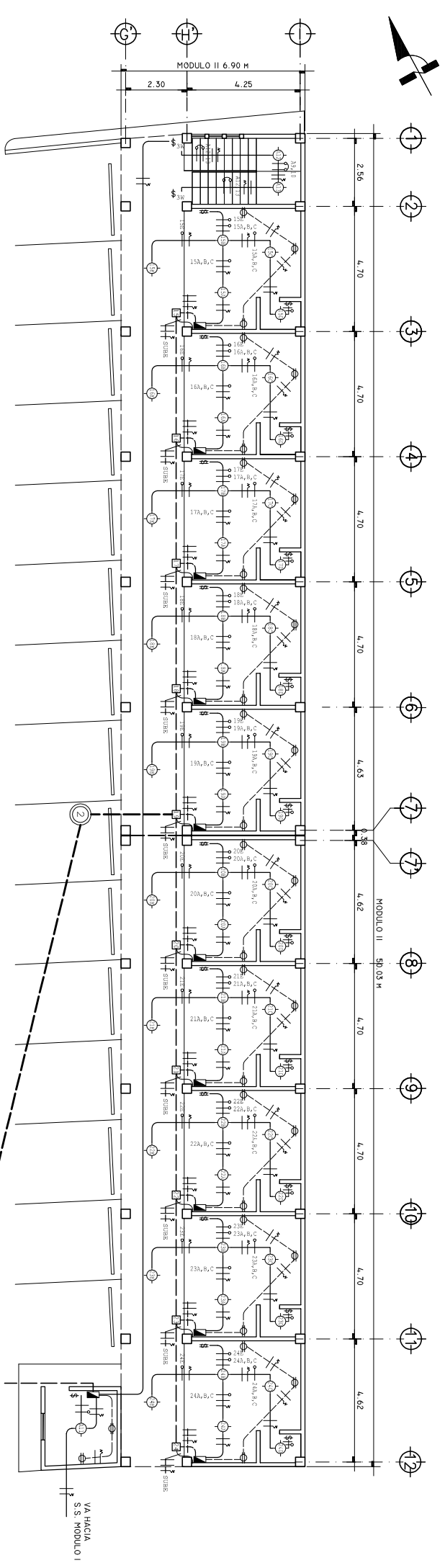
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	LEONOR RESTREPO SERRANO
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	ESCALA
DISEÑO/DEBIDO/CALCULO: SAMUEL ISAC FUENTES VELASQUEZ ASesor-SUPERVISOR ING. LUIS ALFARO VELIZ	CONTENIDO: - PLANTA DE DRENAJES - SEGUNDO NIVEL	FECHA: 2.009 INDICADA
PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO	HOJA No. 21 DE 24	INGENIERIA CIVIL



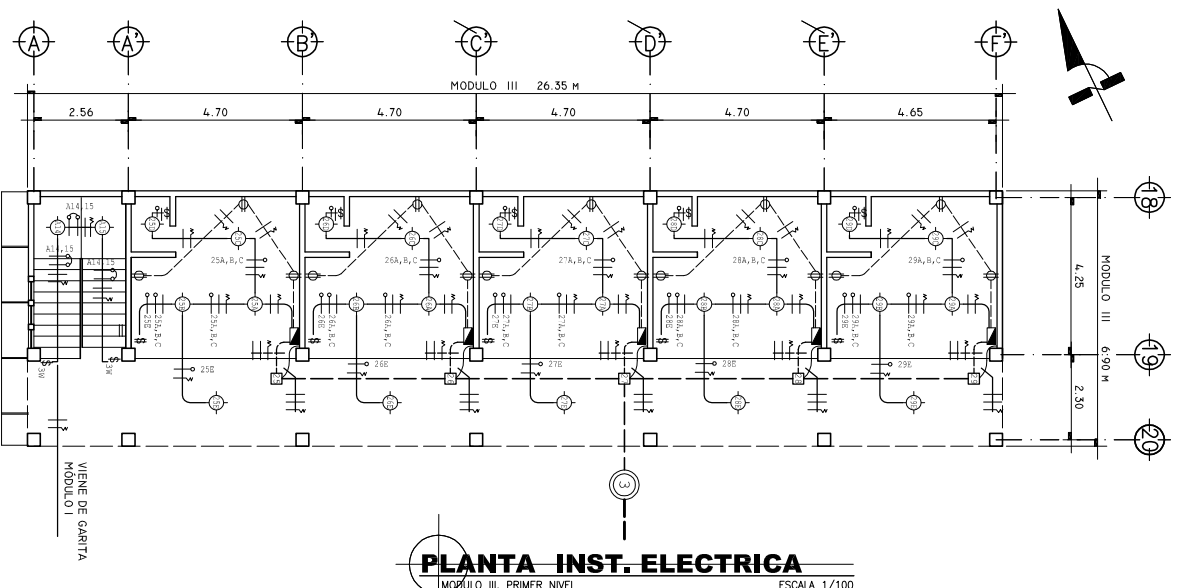
CUADRO DE SIMBOLOGIA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	CENTRO DE CARGA (TABLERO DE DISTRIBUCION)
	TUBERIA PARA ACOCHETOS, PVC Ø 4"
	CANALIZACION POR LOSA, TECHO O PARED
	POLIDUCTO PVC Ø 3/2"
	POLIDUCTO PVC 3/2"
	PLAFONERA + FOCO
	POZO DE VISTA O CAJA DE DISTRIBUCION PARA ACOCHETOS, TUBO TC Ø 12"
	TOMACORRIENTE DOBLE, 120 VOLTIOS
	TOMACORRIENTE DOBLE, 240 VOLTIOS
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR 3 VIAS (THREE WAY)
	CONDUCTOR RETORNO, THHN CALIBRE 12
	CONDUCTOR VIVO, THHN CALIBRE 8, 10, 12
	CONDUCTOR NEUTRO, THHN CALIBRE 8, 10, 12
	TABLERO DE CONTADORES
	TRANSFORMADOR 15.8 / 120 / 240
	CAJAS DE SUB-DISTRIBUCION A ACOCHETA TIERRA FISICA

PLANTA INST. ELECTRICA
 MODULO I, PRIMER NIVEL
 ESCALA 1/100

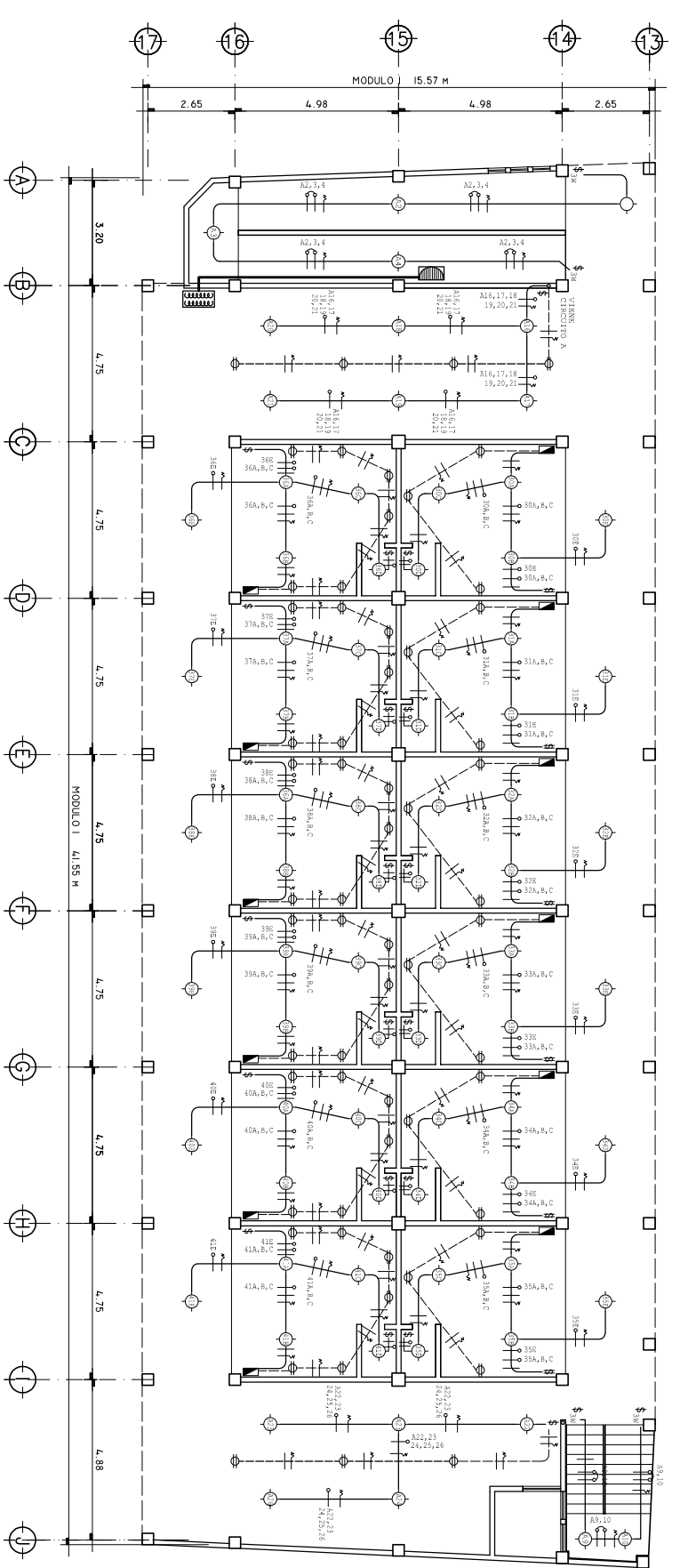


PLANTA INST. ELECTRICA
 MODULO II, PRIMER NIVEL
 ESCALA 1/100

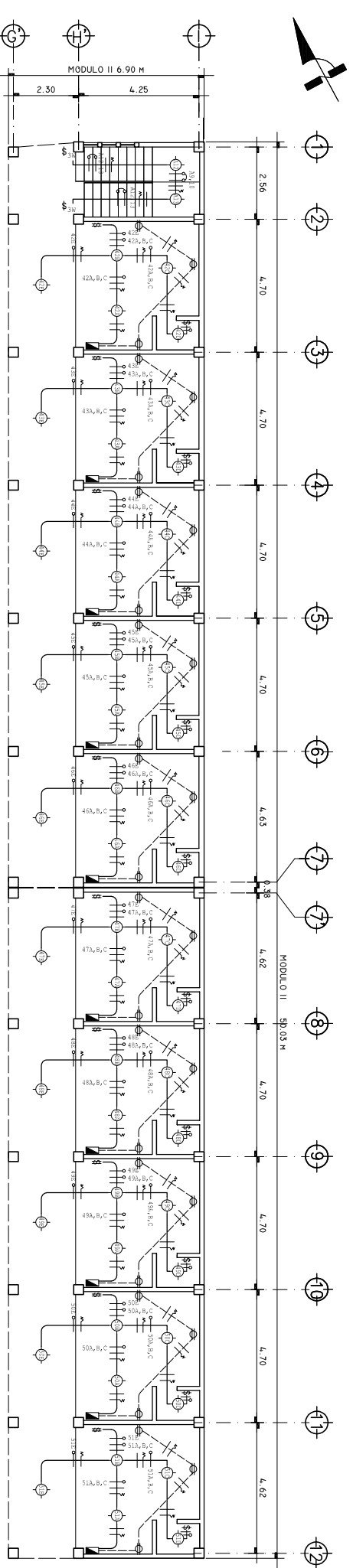


PLANTA INST. ELECTRICA
 MODULO III, PRIMER NIVEL
 ESCALA 1/100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	LEONDO RESTREPO SERRANO
	FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	FECHA: 2009
DISEÑO/OBJETO/CAUDENTE: SAMUEL ISAC FUENTES VEASQUEZ ASesor-SUPERVISOR INGENIERIA ELECTRICA, USAC	CONTENIDO: PLANTEL DE INSTALACIONES ELECTRICAS b) ELECTRICIDAD FUERZA PRIMER NIVEL	INDICADA
PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO		Hoja No. 23 24



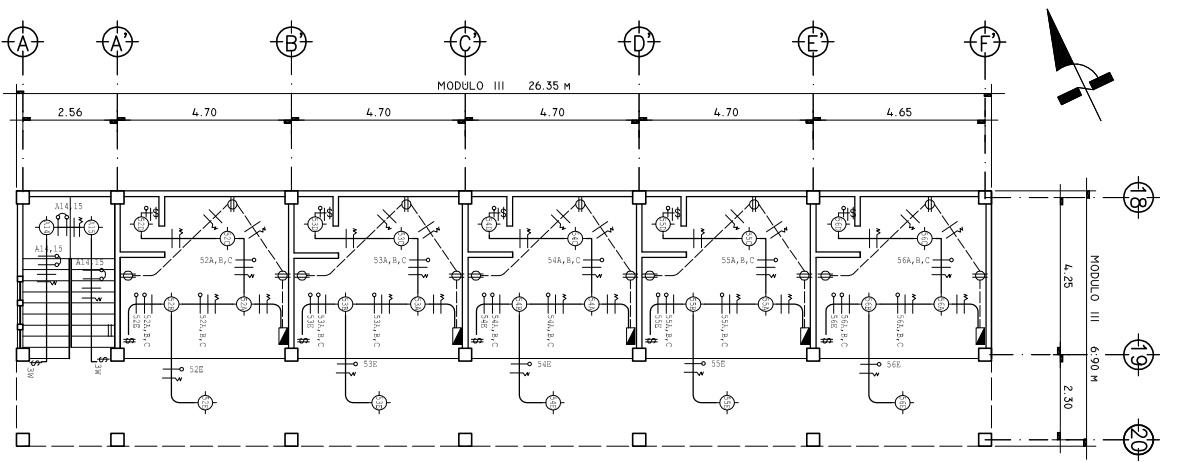
PLANTA INST. ELECTRICA
Módulo I, Segundo Nivel
ESCALA 1/100



PLANTA INST. ELECTRICA
Módulo II y III, Segundo Nivel
ESCALA 1/100

CUADRO DE SIMBOLOGIA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	CENTRO DE CARGA (TABLERO DE DISTRIBUCION)
	CANALIZACION PVC Ø 3/4"
	CANALIZACION SUBTERRANEA
	POLIDUCTO PVC 3/2"
	FLUOROMERA A FICCO
	POZO DE VISITA O CAJA DE DISTRIBUCION
	CANALIZACION TUBO TC Ø 1 1/2"
	TOMACORRIENTE DOBLE, 120 VOLTIOS
	TOMACORRIENTE DOBLE, 240 VOLTIOS
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR 3 VIAS (THREE WAY)
	CONDUCTOR RETORNO, THHN CALIBRE 12
	CONDUCTOR VIVO, THHN CALIBRE 8, 10, 12
	CONDUCTOR NEUTRO, THHN CALIBRE 8, 10, 12
	CONDUCTOR PIENTE, THHN CALIBRE 12
	TABLERO DE CONTADORES
	TRANSFORMADOR 15.8 / 120 / 240
	CAJAS DE SUB-DISTRIBUCION A ACOMETIDA
	TIERRA FISICA



PLANTA INST. ELECTRICA
Módulo III, Segundo Nivel
ESCALA 1/100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	LEBEO ROBERTO SERRANO
	FACULTAD DE INGENIERIA	ESCALA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	FECHA: 2009	INDICADA
DISEÑO/DIBUJO/CALCULO:	SAMUEL ISAC FUENTES VELASQUEZ	CONTIENE:
ASISTENTE:	ASISTENTE	a) INSTALACIONES ELECTRICAS
ASesor-SUPERVISOR:	INGENIERIA ELECTRICA, USAC	b) ELECTRICIDAD TUBULACION
		SEGUNDO NIVEL
		Hoja No.
		24
		24

PROYECTO:
DISEÑO DEL CENTRO COMERCIAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARTIN JILOTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO