



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

**DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA  
TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA**

**Jhimirsonn Ovidio López Vásquez**

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria De Sierra

Guatemala, julio de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA  
TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JHIMIRSONN OVIDIO LÓPEZ VÁSQUEZ**

ASESORADO POR LA INGA. INGA MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE  
SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, JULIO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

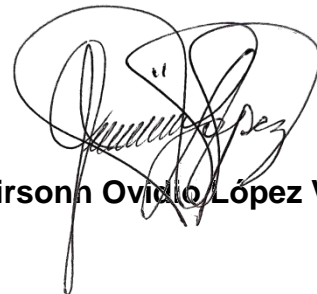
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA  
TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 23 de mayo de 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jhimirson Ovidio López Vásquez', written over a circular stamp or seal.

**Jhimirson Ovidio López Vásquez**

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 28 de abril de 2023  
REF.EPS.DOC.198.04.2023

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:



Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Jhimirsonn Ovidio López Vásquez, CUI 1828 81490 1202 y Registro Académico 201025393** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra  
Asesora-Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Civil  


c.c. Archivo  
MRGSdS/ra

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 21 de junio de 2023  
REF.EPS.D.194.06.2023

Ing. Armando Fuentes Roca  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Jhimirsonn Ovidio López Vásquez, CUI 1828 81490 1202 y Registro Académico 201025393**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte de la Asesora-Supervisora, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

A handwritten signature in blue ink is written over an official stamp. The stamp is circular and contains the text: "Universidad de San Carlos de Guatemala", "DIRECCIÓN", "Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS", and "Facultad de Ingeniería".

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS

OAH/ra



ESCUELA DE  
**INGENIERÍA CIVIL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Guatemala, 26 de mayo de 2023

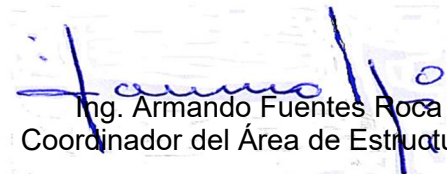
**Para:**  
**Jhimirsonn Ovidio López Vásquez**  
**Estudiante de Ingeniería Civil**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Universidad de San Carlos**

Respetuosamente me dirijo a usted con el propósito de informarle que luego de haber revisado el trabajo de graduación **“DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA”**, el cual fue presentado por el estudiante de Ingeniería Civil **Jhimirsonn Ovidio López Vásquez**, con **CUI 1828 81490 1202** y registro académico No. **201025393**, quien contó con la asesoría del Ingeniera Civil **Mayra Rebeca García Soria de Sierra**. Y después de haber realizado las correcciones pertinentes.

Por lo que considero que este trabajo llena los requisitos planteados y que representa un aporte para la Facultad de Ingeniería, por lo que doy mi aprobación al mismo, solicitándole darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Armando Fuentes Roca  
Coordinador del Área de Estructuras





El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA**, presentado por: **Jhimirsonn Ovidio López Vásquez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Armando Fuentes Roca  
Director  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, julio de 2023





LNG.DECANATO.OI.546.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA**, presentado por: **Jhimirsonn Ovidio López Vásquez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, julio de 2023

AACE/gaac

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme la sabiduría y entendimiento para poder obtener este logro; por nunca abandonarme en cada momento de mi vida.
<b>Mis padres</b>	Jaime Ovidio López Fuentes y Marina Onelga Vásquez de León, por el apoyo incondicional demostrado en este proceso.
<b>Mis hermanas</b>	Dra. Mildred López, Licda. Fabiola López y Dra. Nancy López con total agradecimiento por su apoyo incondicional y sin medida.
<b>Mis abuelos</b>	Leandro López (q. e. p. d), Fulgencia Fuentes, Valentín Vásquez (q. e. p. d), Eulalia de León, por todas las enseñanzas en mi vida.
<b>Mis cuñados</b>	Roberto Velásquez, Marvin Orozco y Lic. Oscar de León, por el apoyo brindado.
<b>Mis sobrinos</b>	Alejandro Orozco, James Velásquez (q. e. p. d), Adriana Velásquez, María José del Milagro Orozco, Oscar de León, Sofía Velásquez y Rodrigo De León. Por el cariño que siempre me brindan.

**Mis primos**

Ing. Jeovany López, Ing. Marlon Fuentes, Lic. Robinson López, Lcda. Anabely Lopez, Lcda. Yeny Lopez, Ing. Michels Lopez, Lic. Leandro Lopez, Lcda. Glendy Lopez. Por motivarme en cada paso de la vida.

**Mis tíos**

Por su aprecio y apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	<i>Alma mater</i> , por darme la oportunidad de poder formarme profesionalmente.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Agradecido con la formación obtenida en sus aulas.
<b>Mis amigos de la facultad</b>	Ademar Díaz, Ing. José Torres, Axel Ismatul, Gerber Ramírez, Luis Feliciano, por sus amistad y apoyo en el logro obtenido, y recordando las vivencias en el recorrido universitario.
<b>Inga. Mayra García</b>	Por el apoyo brindado durante el proceso del Ejercicio Profesional Supervisado.
<b>Lic. Amahan Sánchez</b>	Por todo el apoyo y amistad brindada.
<b>Municipalidad de Chinautla</b>	Por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo en el municipio y contribuir con el desarrollo del mismo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN .....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del municipio de Chinautla .....	1
1.2. Localización geográfica .....	1
1.3. Topografía del lugar .....	3
1.4. Aspectos climáticos .....	3
1.5. Actividades económicas .....	3
1.6. Autoridades y servicios públicos.....	4
1.7. Servicios existentes .....	4
1.7.1. Educación.....	4
1.7.2. Salud .....	5
1.7.3. Energía eléctrica.....	5
1.7.4. Agua potable.....	5
1.7.5. Drenajes .....	5
1.8. Principales necesidades del municipio .....	6
1.9. Descripción de las necesidades .....	6
1.10. Evaluación y priorización de las necesidades .....	7
1.11. Vulnerabilidad del proyecto .....	7

1.12.	Instrumento de evaluación de vulnerabilidad físico estructural en edificios públicos -FARUSAC- .....	8
1.13.	Matriz de análisis de instrumentos a utilizar en la evaluación .....	9
1.14.	Análisis de gestión de riesgo en proyectos de inversión pública (AGRIP) de SEGEPLAN .....	10
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	13
2.1.	Diseño de un edificio de mercado municipal de dos niveles en la colonia Tierra Nueva 1, Chinautla .....	13
2.2.	Memoria descriptiva del proyecto.....	13
2.3.	Investigación preliminar.....	14
2.3.1.	Dimensiones y área del terreno.....	14
2.3.2.	Guía Técnica para mercado del Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM) .....	14
2.4.	Criterios generales .....	19
2.4.1.	Topografía del terreno.....	19
2.4.1.1.	Planimetría .....	19
2.4.1.2.	Altimetría .....	20
2.4.2.	Estudio de suelos .....	21
2.4.2.1.	Valor soporte del suelo.....	21
2.5.	Diseño arquitectónico.....	27
2.5.1.	Criterios de conjunto .....	28
2.5.2.	Distribución de ambientes .....	29
2.5.3.	Capacidad y área requerida .....	33
2.5.4.	Criterios de iluminación .....	33
2.5.5.	Instalaciones .....	33
2.5.6.	Alturas y cotas.....	33
2.5.7.	Selección del sistema estructural .....	34

2.6.	Análisis estructural .....	34
2.6.1.	Predimensionamiento estructural .....	35
2.6.1.1.	Losas .....	35
2.6.1.2.	Vigas.....	38
2.6.1.3.	Columnas.....	40
2.7.	Integración de cargas verticales y horizontales aplicadas a marcos rígidos .....	42
2.7.1.	Cargas verticales .....	42
2.7.2.	Cargas horizontales.....	67
2.7.3.	Modelos matemáticos de marcos rígidos .....	67
2.8.	Cálculo de corte basal, método de AGIES .....	67
2.8.1.	Análisis de marcos rígidos con el programa Etabs .....	77
2.9.	Análisis de marcos rígidos mediante el método numérico Kani .....	77
2.9.1.	Comparación de resultados entre método numérico Kani y el <i>software</i> ETABS .....	93
2.9.2.	Momentos últimos por envolvente de momentos..	101
2.9.3.	Cortantes últimos por envolvente de cortantes.....	103
2.9.4.	Diagrama de momento y cortante últimos .....	103
2.10.	Diseño estructural.....	106
2.10.1.	Losas .....	107
2.10.2.	Vigas.....	120
2.10.3.	Columnas.....	128
2.10.4.	Cimientos.....	137
2.11.	Diseño de gradas .....	158
2.12.	Instalaciones.....	179
2.12.1.	Sanitarias.....	179
2.12.2.	Electricidad .....	184

2.12.3.	Hidráulicas.....	186
2.13.	Planos constructivos .....	190
2.14.	Presupuesto .....	190
2.15.	Cronograma .....	191
2.16.	Evaluación de impacto ambiental inicial.....	191
2.17.	Planos .....	191
2.18.	Presupuesto .....	191
2.19.	Cronograma .....	192
2.20.	Estudio de impacto ambiental .....	193
2.20.1.	Definición.....	195
2.20.2.	Fines y aspectos cubiertos por estudios de impacto ambiental .....	196
2.20.3.	Consideraciones técnicas.....	197
CONCLUSIONES.....		201
RECOMENDACIONES .....		203
REFERENCIAS .....		205
APÉNDICES.....		209
ANEXOS.....		211



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Ubicación del municipio de Chinautla .....	2
<b>Figura 2.</b>	Matriz de ponderación de herramientas.....	11
<b>Figura 3.</b>	Ensayo SPT.....	22
<b>Figura 4.</b>	Muestra de suelo .....	23
<b>Figura 5.</b>	Distribución arquitectónica – nivel 1 .....	31
<b>Figura 6.</b>	Distribución arquitectónica – nivel 2 .....	32
<b>Figura 7.</b>	Comportamiento estructural de la losa .....	36
<b>Figura 8.</b>	Predimensionamiento de viga.....	40
<b>Figura 9.</b>	Predimensionamiento columna circular .....	41
<b>Figura 10.</b>	Columna con zuncho .....	41
<b>Figura 11.</b>	Área tributaria .....	45
<b>Figura 12.</b>	Área tributaria .....	46
<b>Figura 13.</b>	Modelo matemático de carga muerta - eje B .....	63
<b>Figura 14.</b>	Modelo matemático de carga muerta - eje 4.....	63
<b>Figura 15.</b>	Modelo matemático de carga viva eje B .....	64
<b>Figura 16.</b>	Modelo matemático de carga viva eje 4.....	64
<b>Figura 17.</b>	Modelo matemático de carga sísmica .....	76
<b>Figura 18.</b>	Comparación de momentos por carga muerta, marco B .....	94
<b>Figura 19.</b>	Comparación de momento por carga muerta marco B .....	95
<b>Figura 20.</b>	Comparación de momentos por carga viva, marco B .....	95
<b>Figura 21.</b>	Comparación de momentos por carga viva, marco B .....	96
<b>Figura 22.</b>	Comparación de momentos por carga de sismo, marco B .....	96
<b>Figura 23.</b>	Comparación de momentos por carga de sismo, marco B .....	97

<b>Figura 24.</b>	Diagrama de momento último en viga cf (kg-m). marco B.....	104
<b>Figura 25.</b>	Diagrama de momento último en columnas (kg-m) marco B.....	104
<b>Figura 26.</b>	Diagrama de momento último en viga Sismo .....	105
<b>Figura 27.</b>	Diagrama de corte en viga .....	105
<b>Figura 28.</b>	Diagrama de cortante en columna.....	106
<b>Figura 29.</b>	Plano de identificación de losas .....	108
<b>Figura 30.</b>	Diagrama de momentos de losas .....	111
<b>Figura 31.</b>	Diagrama de momentos balanceados .....	114
<b>Figura 32.</b>	Detalle de losa en planta .....	120
<b>Figura 33.</b>	Diagrama de corte en viga .....	125
<b>Figura 34.</b>	Detalle de viga.....	127
<b>Figura 35.</b>	Nanograma de Jackson y Moreland.....	129
<b>Figura 36.</b>	Diagrama de interacción.....	134
<b>Figura 37.</b>	Detalle columna redonda.....	137
<b>Figura 38.</b>	Detalle de zapata.....	157
<b>Figura 39.</b>	Detalle de armado de gradas .....	164
<b>Figura 40.</b>	Tipos de configuración del nudo.....	165
<b>Figura 41.</b>	Cargas en el nudo y fuerzas resultantes de cargas laterales .....	166
<b>Figura 42.</b>	Diagrama de cuerpo libre de una columna interior y del nudo ...	167
<b>Figura 43.</b>	Diseño de nudo sismorresistente especiales a momentos (SMF) por corte .....	170
<b>Figura 44.</b>	Cortes en columna derivado análisis ETABS .....	171
<b>Figura 45.</b>	Detalle de nudo sísmico .....	178

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Área de locales mínimos para el diseño de un mercado .....	17
<b>Tabla 2.</b>	Requisitos mínimos para el diseño de mercados .....	18
<b>Tabla 3.</b>	Área de locales mínimos para el diseño de un mercado .....	19

<b>Tabla 4.</b>	Normas ASTM .....	23
<b>Tabla 5.</b>	Valor soporte permisible según tipo de suelo .....	27
<b>Tabla 6.</b>	Sentido de la losa .....	37
<b>Tabla 7.</b>	Espesor de losa para cada módulo .....	38
<b>Tabla 8.</b>	Altura de vigas mínimas no preesforzadas .....	39
<b>Tabla 9.</b>	Cargas vivas mínimas.....	43
<b>Tabla 10.</b>	Cargas muertas distribuidas – marco B, módulo A2.....	53
<b>Tabla 11.</b>	Cargas vivas distribuidas – marco B, módulo A2.....	54
<b>Tabla 12.</b>	Cargas Muertas distribuidas – marco 8, módulo A2 .....	54
<b>Tabla 13.</b>	Cargas vivas distribuidas – marco 8, módulo A2 .....	55
<b>Tabla 14.</b>	Cargas muertas distribuidas – marco G, módulo B1y2.....	56
<b>Tabla 15.</b>	Cargas vivas distribuidas – marco G, módulo B1y2 .....	58
<b>Tabla 16.</b>	Cargas muertas distribuidas – marco 4, módulo B1 .....	59
<b>Tabla 17.</b>	Cargas vivas distribuidas – marco 4, módulo B1 .....	60
<b>Tabla 18.</b>	Cargas muertas distribuidas – marco 8, módulo B2 .....	60
<b>Tabla 19.</b>	Cargas vivas distribuidas – marco 8, módulo B2 .....	62
<b>Tabla 20.</b>	Coeficientes de sitios .....	69
<b>Tabla 21.</b>	Factor para periodos cortos de vibración.....	70
<b>Tabla 22.</b>	Factores Kd de acuerdo con el nivel del sismo.....	71
<b>Tabla 23.</b>	Carga muerta distribuida.....	80
<b>Tabla 24.</b>	Cálculo de momentos fijos.....	81
<b>Tabla 25.</b>	Factores de giro para nudos .....	83
<b>Tabla 26.</b>	Momentos de sujeción .....	84
<b>Tabla 27.</b>	Diagrama de iteraciones método kani, carga muerta, marco A, (Eje Y).....	85
<b>Tabla 28.</b>	Diagrama de iteración método Kani, carga viva, marco A (eje Y) .....	87
<b>Tabla 29.</b>	Diagrama de iteración método Kani, carga de sismo, marco A (eje Y) .....	90

<b>Tabla 30.</b>	Momentos positivos para carga muerta, marco B .....	93
<b>Tabla 31.</b>	Momentos finales positivos .....	93
<b>Tabla 32.</b>	Comparación de resultados entre método numérico kani y <i>software</i> ETABS .....	98
<b>Tabla 33.</b>	Cálculo de momento último en vigas, marco B .....	102
<b>Tabla 34.</b>	Combinación de carga.....	107
<b>Tabla 35.</b>	Losas.....	109
<b>Tabla 36.</b>	Diseño de estructuras de concreto.....	110
<b>Tabla 37.</b>	Armado de losa .....	120
<b>Tabla 38.</b>	Momentos JK y momentos KJ, según método de kany.....	131
<b>Tabla 39.</b>	Resistencia nominal del nudo a cortante $V_n$ .....	168
<b>Tabla 40.</b>	Momento probable obtenido en el programa ETABS 2016 .....	173
<b>Tabla 41.</b>	Unidades de descarga y diámetro en derivaciones .....	180
<b>Tabla 42.</b>	Número mínimo de aparatos sanitarios.....	180
<b>Tabla 43.</b>	Unidades de descarga total.....	181
<b>Tabla 44.</b>	Diámetro en derivación en colector .....	182
<b>Tabla 45.</b>	Iluminación recomendada .....	184
<b>Tabla 46.</b>	Unidades de gasto Hunter.....	187
<b>Tabla 47.</b>	Demanda de aparatos sanitarios.....	188
<b>Tabla 48.</b>	Gastos probables método de Hunter.....	188
<b>Tabla 49.</b>	Presupuesto de mercado municipal de dos niveles.....	191
<b>Tabla 50.</b>	Cronograma de ejecución de la obra.....	193
<b>Tabla 51.</b>	Análisis de gestión del riesgo en proyecto de inversión pública.	194

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$\pi$	3.14159
@	a cada
$\emptyset$	Ángulo de fricción interna
$\approx$	Aproximadamente igual a
<b>A</b>	Área
<b>As máx</b>	Área de acero máxima
<b>As mín</b>	Área de acero mínima
<b>Astemp</b>	Área de acero por temperatura
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CU</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga viva
<b>Q</b>	Caudal
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>Cs</b>	Coeficiente sísmico al límite de cedencia
<b><i>Cu</i></b>	Cohesión del suelo
<b>C</b>	Contrahuella
$\emptyset$	Diámetro
<b>t</b>	Espesor de un elemento
<b>H</b>	Huella
<b>Io</b>	Índice de sismicidad
<b>I</b>	Inercia
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>psi</b>	Libra por pulgada cuadrada

<b>d</b>	Peralte
<b><math>\gamma_c</math></b>	Peso específico del concreto
<b><math>\gamma_s</math></b>	Peso específico del suelo
<b>F<sub>y</sub></b>	Resistencia del acero a tensión
<b>F<sub>c</sub></b>	Resistencia del concreto
<b>VP</b>	Viga principal

## GLOSARIO

<b>ACI</b>	Instituto Americano del Concreto.
<b>Área tributaria</b>	Área de carga que afecta a un elemento estructural.
<b>AGIES</b>	Asociación guatemalteca de ingenieros estructurales.
<b>Agua potable</b>	Agua apta para el consumo humano y agradable a los sentidos.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
<b>Área</b>	Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.
<b>Área de acero</b>	Cantidad de acero, determinado por la sección y límite de fluencia.
<b>Carga muerta</b>	Peso propio de una estructura y de todas las cargas inmóviles, que permanece constante a través del tiempo.
<b>Carga viva</b>	Carga no permanente en la estructura. Peso variable dado por el personal, maquinaria móvil, entre otros, soportado por un elemento.

<b>Columna</b>	Miembro que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión.
<b>Concreto</b>	Es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla de cemento, arena, pedrín y agua.
<b>Corte basal</b>	Fuerza aplicada en la base de un edificio como producto de la acción de un sismo.
<b>Marcos estructurales</b>	Sistema estructural formado por columnas y vigas de concreto armado para soportar cargas verticales y horizontales.
<b>Momento</b>	Magnitud resultante del producto del valor de una fuerza por su distancia a un punto de referencia.
<b>Muro</b>	Placa vertical donde predominan generalmente las cargas verticales que están distribuidas de manera uniforme en toda la longitud del muro.
<b>NSE</b>	Normas de Seguridad Estructural para Guatemala.
<b>Losa</b>	Elemento estructural que actúa como diafragma rígido y sirve como soporte para las cargas de ocupación, transmitiéndolas a las vigas.
<b>Presión</b>	Fuerza que actúa sobre una superficie o área.



<b>Sismo</b>	Terremoto o temblores producidos en la corteza terrestre como consecuencia de la liberación repentina de energía en el interior de la tierra.
<b>Topografía</b>	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima y debajo de la superficie.
<b>Viga</b>	Elementos estructurales diseñados para soportar las cargas transmitidas por la losa.
<b>Simetría</b>	De iguales características o rasgos geométricos.
<b>Zapata</b>	Tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo.
<b>Zapata aislada</b>	Es la que soporta una sola columna.



## RESUMEN

Realizada la investigación sobre las necesidades del área urbana se procede a plantear el problema de forma que se justifique la razón de porqué se realiza el proyecto, contando primero con la realización de los antecedentes que especificará los aspectos previos y el resultado del diagnóstico realizado. Seguido de una justificación del problema que plantee la razón principal de la necesidad de la realización del proyecto. Luego se formulará y delimitará el problema planteando la problemática principal que fue resultado de los antecedentes y justificación. Terminando con los alcances y las limitaciones que tendrá el proyecto.

Por lo indicado anteriormente y tras haber evaluado ambas situaciones se realizará el diseño de un mercado con un sistema marcos rígidos el cual permita la creación de locales comerciales y servicios en dos niveles, además de brindar una nueva estructuración del mercado, contemplando áreas importantes para el adecuado uso de un mercado, es decir, áreas adicionales tales como; administrativa, servicio sanitario, área de carga y descarga, entre otras. Todo esto con el fin de solventar algunas problemáticas entorno a los vendedores ambulantes y a su vez brindarles una mejor calidad de vida, desarrollo en el municipio.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar una edificación para un mercado municipal para la comunidad Tierra Nueva 1, Chinautla.

### **Específicos**

1. Diseñar un mercado de acuerdo a las normas vigentes del país, tales como CONRED, ACI, AGIES, entre otros.
2. Realizar una evaluación en el municipio y con base a los resultados proponer soluciones que el municipio necesita.
3. Realizar planos, cronograma, evaluación de impacto ambiental y presupuesto del proyecto, para ver la distribución del mismo.
4. Darles nuevos espacios a los vendedores, para que estén en un ambiente más agradable.



## INTRODUCCIÓN

Chinautla es un municipio del departamento de Guatemala que se encuentra en vías de desarrollo, el mismo ha tenido un alto crecimiento poblacional junto con el cual han surgido necesidades dentro de las aldeas que lo conforman, de las cuales se pueden destacar servicios básicos y de educación.

Los datos del último censo realizado en el año 2,002 anotan que la población del municipio es de 95,312 habitantes. En un 75 % de los casos que se pretenden trabajar, lo conforman grupos de vecinos que han invadido áreas municipales para convertirlas en colonias que han logrado algún desarrollo en sus servicios básicos, con esfuerzo propio y ayuda de la Corporación Municipal.

En la actualidad la población de esta comunidad solicitó a la municipalidad como prioridad el diseño y la construcción de un mercado, ya que la importancia de la comercialización para toda clase de productos y en especial de aquellos de consumo diario, da como resultado la creación de más comercio para el Municipio. Los cuales forman parte del equipamiento urbano de toda la población.

Para dicho proyecto se realizarán estudios técnicos que permitan plantear soluciones reales, los alcances y limitaciones de los mismos, así como elaborar un plan de trabajo que permita su planificación y ejecución.





# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del municipio de Chinautla**

La población de Chinautla está formada por dos grandes grupos; uno formado por los habitantes que han tenido la creencia de que hace muchos siglos, vivían en los alrededores de lo que ahora es el sitio arqueológico Chinautla, ubicado en el cerro denominado Najtinamit, que significa pueblo de lejos, es decir que procedían de un lugar lejano. La creencia de los que se han designado hijos del pueblo es que han vivido allí desde el principio del tiempo, así como que forman una parte intrincada de la leyenda sobre la creación del mundo, creencia que tal vez haya coadyuvado a consolidar su identidad de grupo con la comunidad o sea el lugar de su nacimiento.

Así mismo creen que sus antepasados descendieron al valle del río Chinautla. El otro grupo está formado por las personas que han emigrado de pueblos vecinos, en busca de un dormitorio cercano a la capital, a donde se desplazan para desarrollar sus actividades laborales, debido a que el municipio de Chinautla se encuentra en una posición estratégica para el distrito metropolitano.

## **1.2. Localización geográfica**

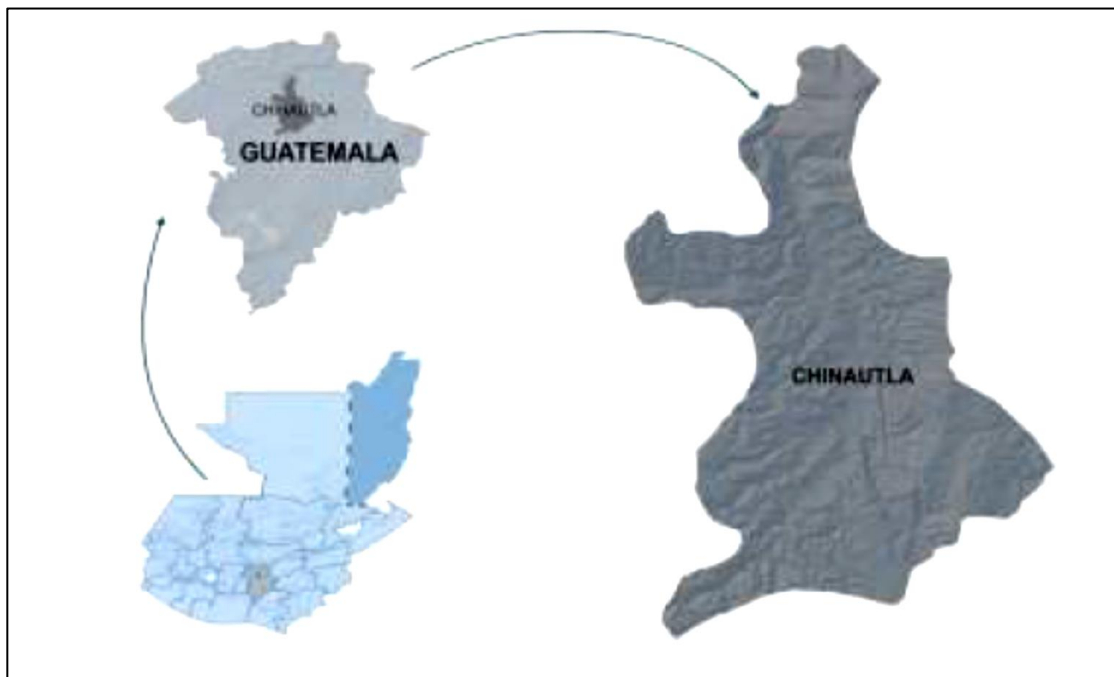
El municipio de Chinautla se encuentra ubicado con latitud 14° 42' 30"N y longitud 90° 29' 58"W, colinda con los siguientes municipios:

A norte con Chuarrancho, municipio del departamento de Guatemala, al sur con la ciudad de Guatemala, municipio del departamento de Guatemala, al este con San Pedro Ayampuc, municipio del departamento de Guatemala, al oeste con el municipio de San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez y San Raymundo.

La colonia Tierra nueva 1 tiene coordenadas geográficas de latitud  $14^{\circ} 40' 29''$  y longitud  $90^{\circ} 31' 51''$ .

**Figura 1.**

*Ubicación del municipio de Chinautla*



*Nota.* Figura de la ubicación del municipio de Chinautla. Obtenido de DMP/SEGEPLAN (2010). *Ubicación del Municipio de Chinautla.* ([https://www.municipalidadchinautla.com/2010/10/01/DMP/SEGEPLAN\(2010\)](https://www.municipalidadchinautla.com/2010/10/01/DMP/SEGEPLAN(2010))). Consultado el 15 de noviembre de 2019. De dominio público.

### **1.3. Topografía del lugar**

El municipio de Chinautla tiene una ventaja que es su topografía quebrada y pendiente, que limita que siga creciendo en la cantidad de habitantes y proyectos habitacionales que su espacio útil ha sido ocupado casi en un 90 %.

### **1.4. Aspectos climáticos**

Su temperatura oscila entre los 18 °C a 25 °C y tiene un 70 % de evapotranspiración y el porcentaje de días claros al año es del 50 %. La precipitación anual en Chinautla va desde 1300 a 1399 milímetros.

### **1.5. Actividades económicas**

Las actividades económicas principales del municipio son la artesanía, trabajo en fábrica como Arimany, Duralex, Beneficio de Café, Hidroeléctrica las Vacas. Sin embargo un 10 % de la población se dedica a la agricultura, siendo este el maíz y frijol; ya que el 20 % viaja a la ciudad capital para desempeñarse en el área de oficina, y como trabajadores de la maquila, la cual es una de las principales fuentes de trabajo, a donde viajan muchos de sus habitantes todos los días. Por esta razón al municipio de Chinautla se le denomina un municipio-dormitorio.

La agricultura en su mayoría, de subsistencia, se dedica al cultivo del maíz y el frijol. Los rendimientos son bajos, por el sistema de producción empleado y porque los suelos del municipio no tienen esta vocación. Esta actividad se continúa llevando a cabo por razones de tradición familiar. La

Población Económicamente Activa -PEA- del municipio, es 37.60 % de la población total, representada con un 63.24 % hombres y 36.75 % mujeres.

## **1.6. Autoridades y servicios públicos**

Dentro de la administración presente en el municipio se encuentran: La Municipalidad, Policía Nacional Civil, Juzgado Municipal, RENAP.

Dentro de los sectores que tienen presencia local se pueden mencionar: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Ministerio de Educación (MINEDUC), Organización no Gubernamentales (ONG'S), Tribunal Supremo Electoral (TSE).

## **1.7. Servicios existentes**

El municipio de Chinautla cuenta con 171 establecimientos, de estos 52 están destinados para educación parvulario, 60 para primaria, 3 para primaria de adultos; 30 establecimientos de educación básica, en este nivel existen 7 que funcionan por cooperativa, 4 administrados por la municipalidad y 15 centros educativos para el ciclo diversificado.

### **1.7.1. Educación**

El municipio de Chinautla cuenta con la cobertura de educación en los cuatro niveles preprimaria, primaria, básico y diversificado. Los establecimientos son atendidos por el sector público, el privado y en el caso de los institutos de nivel básico por el sistema de cooperativas y la municipalidad.

### **1.7.2. Salud**

El municipio cuenta con diferentes centros y puestos de salud.

El referente institucional sobre este tema trascendental en el desarrollo humano es el Ministerio de Salud y Asistencia Social (MSPAS), del municipio de Chinautla, el cual cuenta con la siguiente infraestructura.

- Centro de salud tipo A, cabecera municipal
- Centro de salud tipo B, Tierra Nueva
- Puestos de salud San Antonio las Flores, Colonia 6 de marzo y Santa Cruz Chinautla.

### **1.7.3. Energía eléctrica**

El municipio de Chinautla tiene el servicio eléctrico 22434 viviendas y 69 con paneles solares, datos proporcionados por la Dirección General de Energía.

### **1.7.4. Agua potable**

La proporción de las viviendas con acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico de acuerdo con la última medición (2002) fue de 84.8 % y 85.8 %, lo que indica una brecha para contribuir con el ODM al año 2015 de 1.2 % y -5.6 % respectivamente.

### **1.7.5. Drenajes**

En lo referente al sistema de disposiciones de excretas y aguas servidas, del total de las viviendas, el 95 % posee servicios sanitarios y el 5 % restante

carece de él. En el área rural, la mayoría de las aldeas cuentan con servicio de agua potable alimentadas a través de sistemas por gravedad, cabe mencionar que en muchos de estos proyectos han participado en forma directa los vecinos, ya sea con recursos económicos o mano de obra.

Aspectos generales sobre necesidades de servicios básicos de la colonia de Tierra Nueva 1.

### **1.8. Principales necesidades del municipio**

Para el municipio de Chinautla ha existido construcción de infraestructura de servicios que ha permitido mejorar el nivel de vida de la población, al satisfacer las necesidades básicas: considerando que la infraestructura es un conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarias para la creación y funcionamiento de una organización, sin embargo, también se contribuye en el desarrollo económico y personal de la población que participa y/o trabaja en ello.

### **1.9. Descripción de las necesidades**

Entre las necesidades básicas y de infraestructura para la colonia Tierra nueva 1, Chinautla se encuentran las siguientes:

Mercado municipal: en el municipio de Chinautla actualmente el mercado existente no cumple con los requisitos mínimos que pueda brindar un servicio más cómodo para la población.

Sistema de drenaje: el municipio cuenta con servicio de drenaje en la ciudad, pero en las aldeas no cuenta con dicho servicio debido a la falta de interés y priorización por las autoridades municipales.

Agua potable: no cuenta con la cobertura de 100 %, actualmente no cuenta con un sistema adecuado de satisfacer las necesidades de toda la comunidad, hacen uso de fuentes inadecuadas.

#### **1.10. Evaluación y priorización de las necesidades**

Las autoridades municipales de Chinautla y los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), tienen como priorización las necesidades siguientes:

- Mercado municipal
- Sistema de drenaje
- Cobertura de línea de agua potable
- Tramos carreteros

#### **1.11. Vulnerabilidad del proyecto**

El análisis consiste en identificar las vulnerabilidades asociadas a la exposición, fragilidad y falta de resiliencia de los proyectos. Para reducir la vulnerabilidad del proyecto se harán algunos estudios de campo para determinar realmente las vulnerabilidades del mercado municipal, en la colonia Tierra Nueva 1, Chinautla, Guatemala.

### **1.12. Instrumento de evaluación de vulnerabilidad físico estructural en edificios públicos -FARUSAC-**

Este instrumento (formulario EVFE-2007) fue elaborado en conjunto por estudiantes de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través del CIFA y la secretaria Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, (SE-CONRED) en el año 2007, y tiene como objetivo el análisis de la vulnerabilidad física estructural de edificios públicos a nivel nacional, departamental, municipal o local, pudiéndose utilizar en el pre y post evento.

El instrumento proporciona resultados básicamente cualitativos que posteriormente en trabajo de gabinete deben ser sometidos a evaluación por medio de la ponderación elaborada para calificar las edificaciones.

Para la utilización de este instrumento es necesario que el personal asignado para las evaluaciones posea conocimientos básicos de arquitectura y/o ingeniería civil y que reciba las capacitaciones previas al manejo, llenado y criterio del instrumento para poder llenar de forma objetiva los datos que contiene el formulario de evaluación.

Este instrumento contiene la boleta de levantamiento de información, la cual consta de seis hojas y la guía de uso de instrumentos.

Luego de la recolección de datos en el levantamiento de campo y colocados en la boleta, los mismos se utilizarán para dar una ponderación al edificio evaluado según las amenazas a las que está expuesto de acuerdo al análisis del entorno basándose en la caracterización de las vulnerabilidades indicadas en el documento, todo este trabajo se realiza en gabinete.



En esta herramienta se realiza el análisis de las amenazas en un radio de 200 metros del edificio, incluyendo entre las amenazas naturales:

- Deslizamientos
- Actividad volcánica
- Inundaciones
- Sismos e incluyendo en las Amenazas Antropogénicas
- Contaminación
- Movimientos de tierra
- Deforestación
- Uso no adecuado del suelo
- Incendios
- Daños ocasionados por terceros
- Mala práctica constructiva

Este instrumento luego de su revisión, se considera que no es aplicable para objetivos de la investigación, ya que constituye una evaluación para efectos en las construcciones por daño sísmico.

### **1.13. Matriz de análisis de instrumentos a utilizar en la evaluación**

Luego de conocer, revisar y analizar los cuatro instrumentos anteriores, se planteó realizar una matriz de ponderación incluyendo únicamente los dos instrumentos cuyos componentes y variables son de interés para los fines de esta investigación y que pueden ser aplicables a la evaluación de riesgo de áreas destinadas a la construcción de proyectos de arquitectura del EPSDA, siendo los instrumentos analizados los siguientes.

#### **1.14. Análisis de gestión de riesgo en proyectos de inversión pública (AGRIP) de SEGEPLAN**

Guía de actualización de evaluación económica de la inclusión de la variable riesgo a desastres en la inversión pública y su aplicación en proyectos de desarrollo de CEPREDENAC.

La evaluación de las herramientas se realizó considerando las siguientes variables:

- Aspectos incluidos: se ponderaron los aspectos importantes de la herramienta y que están incluidos en la misma a diferencia de la otra
- Objetividad: se ponderó la forma en la cual son evaluados de forma objetiva las variables de los componentes.

Tendrá efecto para la ponderación de las variables se le asignaron valores entre 0 y 2 puntos de acuerdo al siguiente criterio:

- 0= no considerado en herramientas
- 1= considerado parcialmente y/o medianamente aplicado en herramienta
- 2= considerado totalmente y/o aplicado en herramienta

En la matriz de evaluación de las herramientas, se incluyó una columna que registra los valores obtenidos por cada componente de cada herramienta evaluada que permite determinar cuál de las dos obtuvo mejor ponderación. En la parte final de esta columna se sumaron los valores totales de todos los componentes evaluados y se obtuvo el registro de la calificación.

Figura 2.

Matriz de ponderación de herramientas

		EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS												
TIPO DE EVALUACIÓN	HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE RIESGO		Aspectos incluidos en la herramienta		Objetividad		Operatividad en campo		Aplicabilidad por estudiantes de EPSDA		Total por componente		Aspectos mejor ponderados por	
			AGRIP SEGEPLAN	GUIA CEPREDENAC	AGRIP SEGEPLAN	GUIA CEPREDENAC	AGRIP SEGEPLAN	GUIA CEPREDENAC	AGRIP SEGEPLAN	GUIA CEPREDENAC	TOTAL COMPONENTE AGRIP SEGEPLAN	TOTAL COMPONENTE CEPREDENAC	AGRIP SEGEPLAN	GUIA CEPREDENAC
EMPLAZAMIENTO	Análisis de Gestión de Riesgo en Proyectos de Inversión Pública -AGRIP- SEGEPLAN	Guía Actualizada de Evaluación Económica de la Inclusión de la variable Riesgo a Desastres en la Inversión Pública y su aplicación - CEPREDENAC-	2	1	2	1	2	2	2	2	8	6	1	0
	<b>1. Aspectos Formales</b>		2	1	2	1	2	2	2	2	8	6	1	0
	Identificación completa y descriptiva de lugar evaluado, incluye información de sus coordenadas GTM	Se identifica el nombre y dirección exacta de lugar evaluado												
	<b>2. Antecedentes</b>		2	0	2	0	2	0	2	0	8	0	1	0
	Toma en cuenta la historización de los eventos e identifica los distintos tipos de amenazas entre: Naturales, Sodo Naturales y Antropogénicas. Se incluye en el formulario de evaluación un listado de distintas amenazas de acuerdo a su tipo.	No se registra ninguna información.												
	<b>3. Identificación y valoración de Amenaza</b>		2	0	2	0	2	0	2	0	8	0	1	0
	Se califica la frecuencia en 5 rangos	No se registra ninguna información.												
	Corto plazo valores entre 5 y 4													
	Mediano plazo valores entre 3 y 2													
	Largo plazo valor 1													
Se califica la intensidad en 5 rangos														
Alta (catastrófica) valores entre 5 y 4														
Media (seria) valores entre 3 y 2														
Baja (leve) valor 1														
<b>4. Análisis de vulnerabilidad por exposición del sitio</b>		2	2	2	2	1	2	1	2	6	8	0	1	
Se evalúan los componentes Biodinámico, Geología, Ecosistema, Medio construido, Contaminación y el Insitucional social en 3 rangos de calificación	Por medio de histogramas se evalúan los componentes Biodinámico, Geología, Ecosistema, Medio construido, Contaminación y el Insitucional social en 3 rangos de calificación													
Sitios altamente expuestos, buscar otro sitio o realizar a profundidad análisis fragilidad y resiliencia, valor 2.00 a 3.00	Más riesgosas valorado con 1													
Sitios medianamente expuestos, continuar análisis de vulnerabilidad tomando en cuenta los elementos de exposición, valor 1.00 a 2.00	Intermedias de riesgo valorado con 2													
Sitios con baja exposición, continuar análisis de vulnerabilidad, valor 0.00 a 0.99	Libre de todo tipo de riesgo y compatibles ambientalmente valorado con 3													
<b>5. Estimación pesos relativos de componentes de vulnerabilidad por exposición del sitio</b>		2	2	2	2	1	2	1	2	6	8	0	1	
Se realiza la relación entre componentes valorando la importancia de uno sobre el otro asignando valores en 5 rangos	En el mismo histograma de evaluación de sitio aparecen los pesos relativos o importancia del problema, colocados en orden inverso a la escala de valores, asignando valores en 3 rangos													
Igualmente importante valor 1	Situaciones más riesgosas, máxima importancia valor 3													
Moderadamente importante valor 3	Situaciones intermedias, mediana importancia valor 2													
Fuertemente más importante valor 5	Situaciones no riesgosas,, mínima importancia valor 1													
Muy fuertemente más importante valor 7	En este histograma se consignan los resultados de la operación de la columna E*P*F y la columna P*F, los cuales son sumados en su respectiva columna, obteniendo el resultado del valor del componente al operar E*P*F/P*F													
Extremadamente más importante valor 9		Al final del histograma se incluye el resumen de la evaluación de los componentes, de los cuales se obtiene el promedio y este es el valor final de la evaluación.												



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño de un edificio de mercado municipal de dos niveles en la colonia Tierra Nueva 1, Chinautla**

Se detalla todo el informe técnico para que involucre el diseño estructural.

### **2.2. Memoria descriptiva del proyecto**

El proyecto se ubica en la colonia tierra nueva 1, del municipio de Chinautla, Guatemala. Consiste en el diseño de un edificio de dos niveles para el nuevo mercado municipal. El terreno cuenta con luz pública, área de carga y descarga, dos accesos (una para entrada y una para salida). En el proyecto se espera albergará a unos 2500 comerciantes y una demanda de 25000 consumidores en el casco urbano y sus alrededores.

Los elementos estructurales en este tipo de estructura obedecen a una estructura de marcos simples o sistema E1, de marcos rígidos, está integrado con marco que soportan las cargas actuantes en la estructura; las vigas transmiten estas cargas a las losas por medio de áreas tributarias que serán sostenidas por las columnas (son elementos verticales que soportan el sistema de piso). Finalmente, las zapatas transmiten todo el peso de la estructura. Los marcos serán de concreto reforzado.

Los criterios utilizados para el diseño son:

- Código ACI 318-14, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural.
- Normas de seguridad Estructural para Guatemala (NSE) AGIES 2018; NSE 1(cap. 3), NSE 2 (cap. 2,3,4 y 8), NS3 (cap. 1 y 2) Y NSE 7 (cap. 3 y 5).

El método de diseño por factores de carga y resistencia, más conocido como L.R.F.D (Load and Resistance Factor Design), según el capítulo 8 de AGIES NSE 2, es aplicable.

### **2.3. Investigación preliminar**

El diseño del mercado municipal del municipio de Chinautla, cuenta con las siguientes partes:

#### **2.3.1. Dimensiones y área del terreno**

El proyecto para realizar será una estructura de dos niveles, en la planta baja contará con el espacio para ventas y servicios sanitarios y la planta alta contará el espacio para el área de comedores y oficinas administrativas. El área de construcción es de 1888.43 m<sup>2</sup>.

#### **2.3.2. Guía Técnica para mercado del Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM)**

Con el objetivo de dar a conocer las condiciones óptimas que son requeridas por parte de un mercado en cualquier región del país, el INFOM incluye en su reglamento los artículos 1, 2, 3 y 4 para la regulación de dichas

edificaciones y se convierte en un ente de apoyo que impulsa la creación de instalaciones de servicio público para el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios.

Recomendaciones de orden básico para el desarrollo de un proyecto de mercado:

- Localización: disponible en cuanto a la propiedad, ubicación, accesibilidad, con servicios de infraestructura básica.
- Condiciones de localización: de preferencia debe estar ubicado en el lugar donde los comerciantes y consumidores utilizan por tradición. El terreno debe pertenecer a la municipalidad.
- Condiciones topográficas: el terreno debe tener ciertas condiciones, con pendientes moderadas entre el 2 % y 5 %.
- Vías de acceso: la localidad deberá contar con amplias y fluidas vías de acceso con el objetivo de proporcionar rápida carga y descarga de productos, así como la fácil accesibilidad del público. Considerar que las calles de acceso tengan capacidad en sección para el tipo de vehículo de carga usados generalmente para el traslado de la mercadería.
- Parqueo: en este tipo de proyecto de mercado se deberán definir y limitar las áreas de estacionamiento, tanto de vehículos privados como de taxis, y establecer, para cada treinta puestos, un parqueo vehicular.
- Zonas de control de higiene: se recomienda un solo ingreso de producto, apoyado por las siguientes áreas.

- Carga y descarga
  - Lavado y limpieza de productos
  - Control de higiene y calidad
  - Bodega de comisos e incineración
  - Desechos sólidos
  - Almacenamiento de productos
- 
- Zona de carga y descarga: en esta se controla la procedencia y destino de los productos, un solo ingreso y el control de higiene complementa esta área.
  
  - Servicios sanitarios: orientación suroeste dependiendo de las dimensiones del mercado se considera uno o más módulos, en el área de comedores los servicios sanitarios no estarán a una distancia mayor de 150 metros.
  
  - Zona de administración: esta funciona como administración y servicios. Se ubica en un punto intermedio en las zonas donde garantice el control de la zona de higiene y calidad de los productos, así como el área de mantenimiento y servicios.
  
  - Circulación: estos espacios se clasifican en:
    - Primer orden: ingreso y egreso de usuarios de plaza, parqueo con un ancho de 2.50 m.
  
    - Segundo orden: ingreso de vendedores más mercadería con un ancho de 2.00 m es el adecuado.



- Circulación interna de los compradores y comerciantes. Es recomendable 1.50.
- Capacidad: está determinado por la cantidad de pobladores para servir además de las costumbres y tradiciones comerciales. Otro criterio es por medio de un programa de necesidades, determinado por las condiciones imperantes en el lugar, así como de las proyecciones a futuro, resultando de las sumas de las áreas principales y de los diferentes grupos de locales.

**Tabla 1.**

*Área de locales mínimos para el diseño de un mercado*

<b>Locales formales</b>	<b>Lado mínimo (M2)</b>	<b>Área mínima (M2)</b>
<b>Húmedos</b>	4	24
<b>Cocina, comedor</b>	3	24
<b>Carnicerías</b>	3	10.5
<b>Pollería</b>	3	9
<b>Marranerías</b>	3	10.5
<b>Lácteos</b>	3	9
<b>Comida rápida</b>	3	10.5
<b>Pescadería</b>	3	9
<b>Tortillería</b>	3	9

*Nota.* Requisitos mínimos para el diseño de mercados. Obtenido de Instituto De Fomento Municipal (2022). *Diseño de mercados*. (<https://www.infom.gob.gt>). Consultado el 10 de junio de 2022. De dominio público.

**Tabla 2.***Requisitos mínimos para el diseño de mercados*

Áreas de servicio	Lado mínimo (M2)	Área mínima (M2)
Administración	3	12
S.S administración	1	2.3
S.S hombres		1.4
S.S mujeres		1
Cobrador	2	4.2
Basurero	3.3	12
Área de vigilancia	2.5	9
Carga y descarga	6	66
Parqueo	2.5	12.5
Radio	2.5	7.5
Cuarto de maquinas	3	12
Cisterna		
Cuarto eléctrico	1.10	
Lavaderos	0.7	0.63
Ducto de instalación	0.9	0.81
Altar	1	0.6

*Nota.* Requisitos mínimos para el diseño de mercados según Instituto De Fomento Municipal (INFOM). Obtenido de Instituto De Fomento Municipal (2022). *Diseño de mercados.* (<https://www.infom.gob.gt>). Consultado el 10 de junio de 2022. De dominio público.

**Tabla 3.**

*Área de locales mínimos para el diseño de un mercado*

Áreas piso de plaza	Lado mínimo (m2)	Área mínima (m2)
Área húmeda	1.5	2.5
Área semi húmeda	1.5	2.5

*Nota.* Requisitos mínimos para el diseño de mercados. Obtenido de Instituto De Fomento Municipal (2022). *Diseño de mercados.* (<https://www.infom.gob.gt>). Consultado el 10 de junio de 2022. De dominio público.

## **2.4. Criterios generales**

Para poder realizar el diseño es necesaria la recopilación de datos técnicos, por medio de estudios preliminares.

### **2.4.1. Topografía del terreno**

La topografía del lugar es variable. Chinautla es una sucesión de barrancos y montañas atravesadas por ríos de aguas negras, como las vacas o el zapote. La mayoría de la población se acumula en la multitud de asentamientos precarios que han proliferado desde 1980.

#### **2.4.1.1. Planimetría**

El proceso de planimetría abarca todos los trabajos efectuados en campo para representarlos desde una vista gráfica en planta, una proyección sobre un plano horizontal, en dos dimensiones.

Se realizó el levantamiento topográfico planimétrico, con una poligonal abierta, con el método de conservación de azimut, con orientación de estación a estación de 180°.

En cada una de las estaciones se dejó marca, así como línea central, una distancia aproximada de 20 metros. Se consideraron puntos tales como orilla de camino, línea central, postes, entre otros.

- Equipo utilizado
  - Teodolito
  - Trípode
  - Brújula
  - Plomada
  - Cinta métrica de 30 metros
  - Trompos y pintura (para identificar las estaciones)

#### **2.4.1.2. Altimetría**

Tipo de levantamiento topográfico que involucra todos los trabajos en campos necesarios para obtener la información que permita la representación del terreno en una tercera dimensión.

Se realizó un levantamiento de altimetría con el método nivelación taquimétrica, el cual permite obtener desniveles entre puntos, con observaciones de distancias cenitales de cualquier inclinación (ángulo vertical) y lecturas de hilos estadimétricos -superior, medio e inferior- vistos en el estadal.

La información recabada en el campo determinó los cambios de elevación entre puntos de interés. Se procuró obtener la información a cada 20 metros sobre tangentes y en curvas horizontales a cada 5 m o 10 m.

- Equipo utilizado
- Teodolito
- Trípode
- Estadal o estadía

#### **2.4.2. Estudio de suelos**

El estudio de suelo es de suma importancia para la construcción de una edificación de este tipo. A través de este estudio podemos conocer las características físicas y mecánicas que soportara la construcción, sirven para calcular el valor soporte y la carga admisible.

El ensayo de penetración estándar (SPT), se realizó este sondeo a SPT. En el sondeo se tomaron muestras alteradas, obtenidas por medio de la penetración por medio de martillo mecánico. Los sondeos realizados se ubicaron adecuadamente en la zona de la construcción del mercado, en ambos predios (zona de abordaje y salida del mismo).

##### **2.4.2.1. Valor soporte del suelo**

El ensayo SPT es un procedimiento muy usual para las investigaciones de las propiedades y componentes del suelo. Es una metodología normada y utilizada a nivel mundial. Se basa en la penetración del suelo, de una sonda metálica que es hincada por medio de un martillo o mazo en el suelo. En la punta del elemento que penetra el suelo, se coloca una capsula que recolecta la

muestra del suelo existente. Cuando esta capsula se llena con la muestra del suelo recolectado, es alzada al nivel cero de la investigación y se registra los datos de la misma, pero básica y fundamentalmente la profundidad a la que se recolecto, además se cuenta el número de golpes, mismo que se correlacionan con el ángulo de fricción de los suelos. Para esto existen numerosas ecuaciones propuestas por diversos investigadores.

### **Figura 3.**

#### *Ensayo SPT*



*Nota.* Fotografía del ensayo SPT. Obtenido de Ingenieríaymás (2022). *Ingenieríaymás.* (<https://www.ingenieríaymás.com/>). Consultado el 15 de junio de 2022. De dominio público.

#### Figura 4.

Muestra de suelo



Nota. Fotografía de muestra de suelo. Obtenido de Ingenieríaymás (2022). *Ingenieríaymás*. (<https://www.ingenieríaymás.com/>). Consultado el 15 de junio de 2022. De dominio público.

- Los datos fueron proporcionados por la Municipalidad de Chinautla.
- Los registros de campo son los siguientes.
- Los ensayos se realizaron bajo las siguientes normas.

#### Tabla 4.

Normas ASTM

Ensayo	Norma
Ensayo de penetración estándar ( <i>standar penetration test</i> )	ASTM D 1586
Contenido de humedad ( <i>standar test methods for laboratory determination of water-moisture</i> )	ASTM D 2216
Limite liquido ( <i>method of test for liquid limit of soils</i> )	ASTM D 423-66
Limite plastico ( <i>method of test for plastic limit</i> )	ASTM D 424-59

Nota. Muestra de tabla de Normas ASTM. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Este estudio tiene como objetivo.
  - Analizar e interpretar los resultados obtenidos en campo, por medio de un ensayo de penetración estándar, realizado este a una profundidad de 15 pies (para este caso).
  - Calcular el valor del ángulo de fricción interna de la muestra del estrato de suelo donde se cimentará el edificio para el mercado municipal.
  - Determinar el valor de la cohesión de la muestra del suelo obtenida. Además, determinar igualmente el valor del peso específico del mismo.
  - Con los datos obtenidos, calcular el valor soporte del suelo, mismos que servirán para el diseño estructural del edificio para el mercado municipal.
  
- Procedimiento

Como primera actividad, se realiza la inspección visual. Se observa el entorno, la topografía del lugar, la topografía circundante. Igualmente se analizan cortes próximos al área ensayada. Todos estos datos son anotados en la boleta de campo. Igualmente se procede a llevar un registro fotográfico del procedimiento de ensayo SPT. Para obtener los resultados se aplicó el método de Therzagui.



- Datos de laboratorio
  - Datos obtenidos del ensayo (ver apéndice)
  - Tipo de ensayo: ensayo de penetración estándar
  - Descripción del suelo: arena gravosa, color beige con leve presencia de finos.
    - Angulo de fricción Interna: 36°
    - Cohesión: 0.60  $Ton/m^2$
    - Peso específico: 1.66  $Ton/m^2$
    - Desplante: 15 pies
    - Se convierte el ángulo de fricción interna a radianes:

$$\phi_{rad} = \frac{\phi\pi}{180} = 0.628 \quad (\text{Ec. 1})$$

- Factores de capacidad:
- Factor de flujo de carga
- Factor de carga ultima
- Factor de flujo de suelo
- Factor de flujo de carga (Nq):

$$Nq = \frac{e^{\left(\frac{3\pi}{2} - 0.628\right) * \tan 36}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{36}{2}\right)} = 19.57 \quad (\text{Ec. 2})$$

- Factor de carga última (Nc):

$$Nc = \cot(36) * (19.57 - 1) = 25.56 \quad (\text{Ec. 3})$$

- Factor de flujo de suelo ( $N_y$ ):

$$N_y = 2 * (19.57 + 1) * \tan(36) = 29.89 \quad (\text{Ec. 4})$$

Ahora sabiendo los valores de carga del suelo, podemos calcular el valor de límite de suelo.

$$q_d = 1,3 * c * N_c + \gamma * Z * N_q + 0,4 * \gamma * B * N_y \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

$q_d$  = Capacidad de carga limite en  $T/m^2$

$C_u$  = cohesión del suelo en  $T/m^2$

$\gamma$  = peso volumétrico del suelo en  $T/m^2$

$Z$  = profundidad de desplante de la cimentación en metros

$B$  = ancho de la zapata cuadrada, o dimensión menor de la zapata rectangular

$N_c$  = factor debido a la sobrecarga

$N_q$  = factor debido a la cohesión

$N_y$  = factor debido a peso del suelo

$$q_d = 1.3 * (0.60 \text{ Ton}/m^2) * 25.56 + 1.66 \text{ Ton}/m^2 * 1.5 * 19.57 + 0.4 + 1.66 \text{ Ton}/m^2 * 1.5 * 70 = 143.95 \text{ Ton}/m^2 \quad (\text{Ec. 7})$$

- Valor soporte

$$v_s = \frac{q}{f_s} = \frac{143.95}{4} = 35.98 \frac{\text{ton}}{m^2} \quad (\text{Ec. 8})$$

**Tabla 5.**

*Valor soporte permisible según tipo de suelo*

Material de suelo	T/m <sup>2</sup>	Observaciones
Roca sana	645	---
Roca regular	430	---
Roca intermedia	215	---
Roca agrietada y porosa	22-86	---
Suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

*Nota.* Tabla de valor soporte permisible según tipo de suelo. Obtenido de C. Crespo (2022). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p. 14. Mcgrawn-Hill.

Para el diseño de la cimentación del edificio se tomará un valor soporte del suelo de 35.98 ton/m<sup>2</sup>.

## **2.5. Diseño arquitectónico**

El edificio será destinado para uso de mercado municipal, el cual contará con dos niveles y un área de construcción de 1837.50 m<sup>2</sup> teniendo espacio disponible para cada actividad para la cual fue asignada.

En el área de plaza contará con espacios para carga y descarga de mercadería, área de venta de frutas y verduras, área de comedores, venta de carnes, venta de abarrotes y locales de ropa, área financiera y área administrativa.

En los pasillos se deberá tomar en cuenta los espacios correspondientes para la libre locomoción.

También otro aspecto importante en el diseño es el ordenamiento de las ventas por sectores, para que el mercado cuente con un orden correcto.

### **2.5.1. Criterios de conjunto**

En un emplazamiento para que la planta baja del mercado no exceda el 80 % del área total del terreno. En cada espacio la luz debe ser uniformemente distribuida en ambos niveles, por tal razón deberá tener un 30 % de ventanas al área de piso, aprovechando la iluminación natural. Así mismo deberá contemplarse la ventilación del edificio ya que las temperaturas en verano pueden a llegar a ser elevadas, por tal razón se considera un área de ventilación mínima del 50 % de área de ventanas.

La orientación correcta del edificio proporciona una iluminación y ventilación óptima para los ambientes. La orientación ideal para las ventanas es de norte a sur, de preferencia abriéndolas hacia el norte.

Se deberán tomar en cuenta espacios para la libre locomoción en pasillos, así como un espacio de ventas que sea apto para el producto o servicio que se va a prestar en cuanto a los locales comerciales.

Otro factor importante es el ordenamiento de las ventas por sectores, para no tener un mercado desordenado y que las personas que visitan el mercado se vean obligadas a recorrer todo y no solamente los locales que se encuentren cerca de la entrada.

### 2.5.2. Distribución de ambientes

En cuanto a la distribución de espacios o ambientes para el caso de un mercado es bueno separarlas por zonas de actividades semejantes.

El edificio se establece por módulos independientes: A, B y C.

Cada módulo está integrado por cuatro submódulos (dos niveles), que están separados por juntas sísmicas, los cuales están nombrados como A1 y A2 en el caso del módulo A, y así sucesivamente para los siguientes módulos. Los submódulos que integran los módulos A y C son simétricos estructuralmente con dimensiones de 14.70 m x 18.65 m, cada uno. Mientras el módulo B es de 17.84 m x 18.65 m.

El criterio para determinar la separación que permite tener una junta sísmica entre los submódulos hace referencia a las normas del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal (RCDF) de México.

$$S = 2 \alpha H_T \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

S: espaciamiento de junta sísmica

$\alpha$  : factor que considera las condiciones del suelo, 0.007 para suelo firme y 0.012 para suelo blando.

$H_T$  : altura total del edificio, 6.0 m.

Cada submódulo estará separado de los adyacentes:

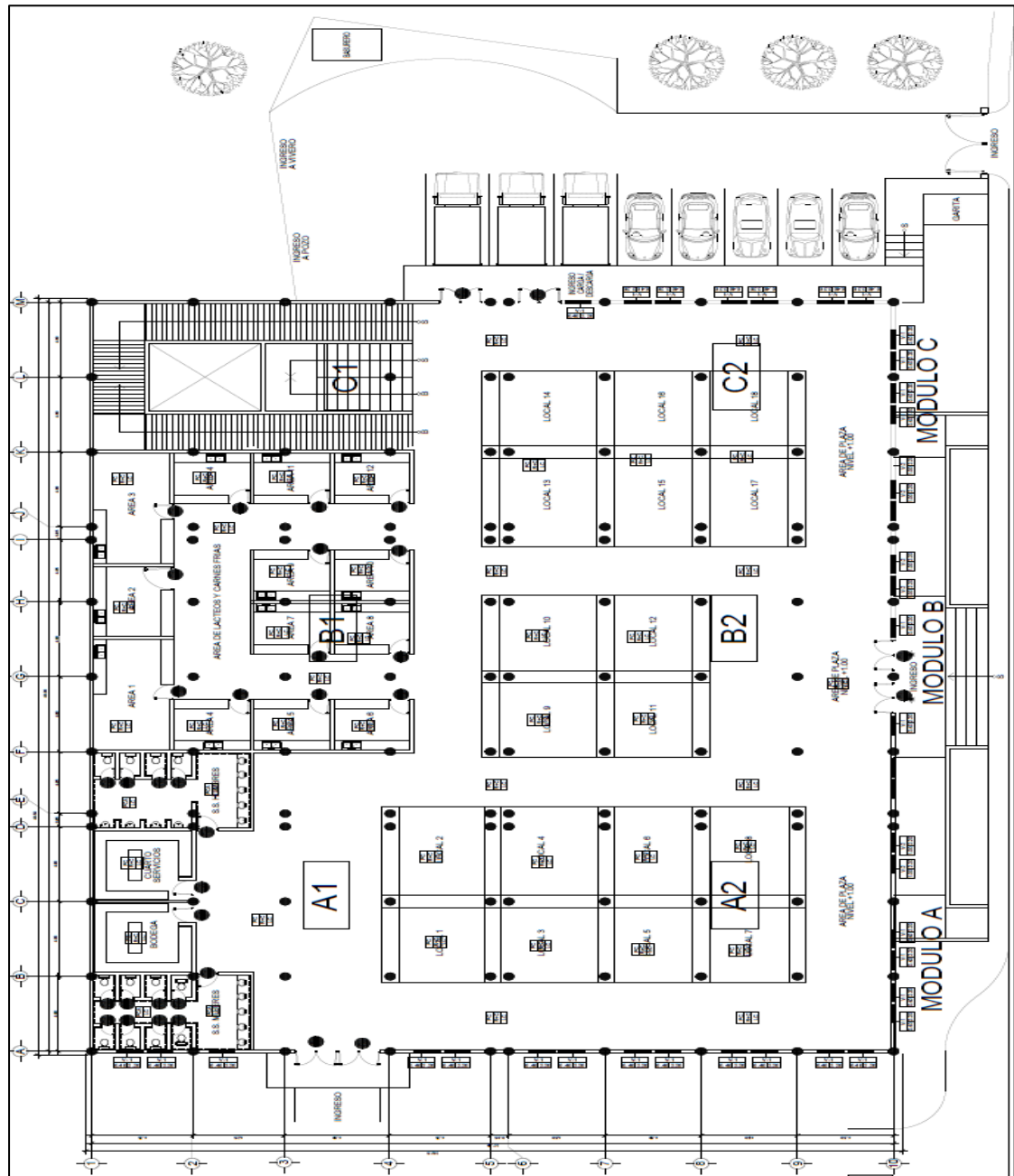
$$S = 2 \times 0.007 \times 6 = 0.085 \text{ m} \quad (\text{Ec. 10})$$

Los ambientes en cada módulo se distribuyen de la siguiente manera:

- Módulo A: en este módulo estarán el área de plaza (frutas, verduras, legumbres), área de servicio sanitarios y cuarto de servicio. El segundo nivel cuenta con el área comercial y el área de comedores.
- Módulo B: en el primer nivel se encuentra el área frío (lácteos y carnes frías), área de plaza (frutas, verduras, legumbres). El segundo nivel cuenta con el área financiera y área comercial y área de venta de especias.
- Módulo C: en el primer nivel se encuentra área de plaza y el módulo de gradas y elevador. El segundo nivel cuenta con oficinas administrativas y el módulo de gradas y elevador y área de venta de especias.

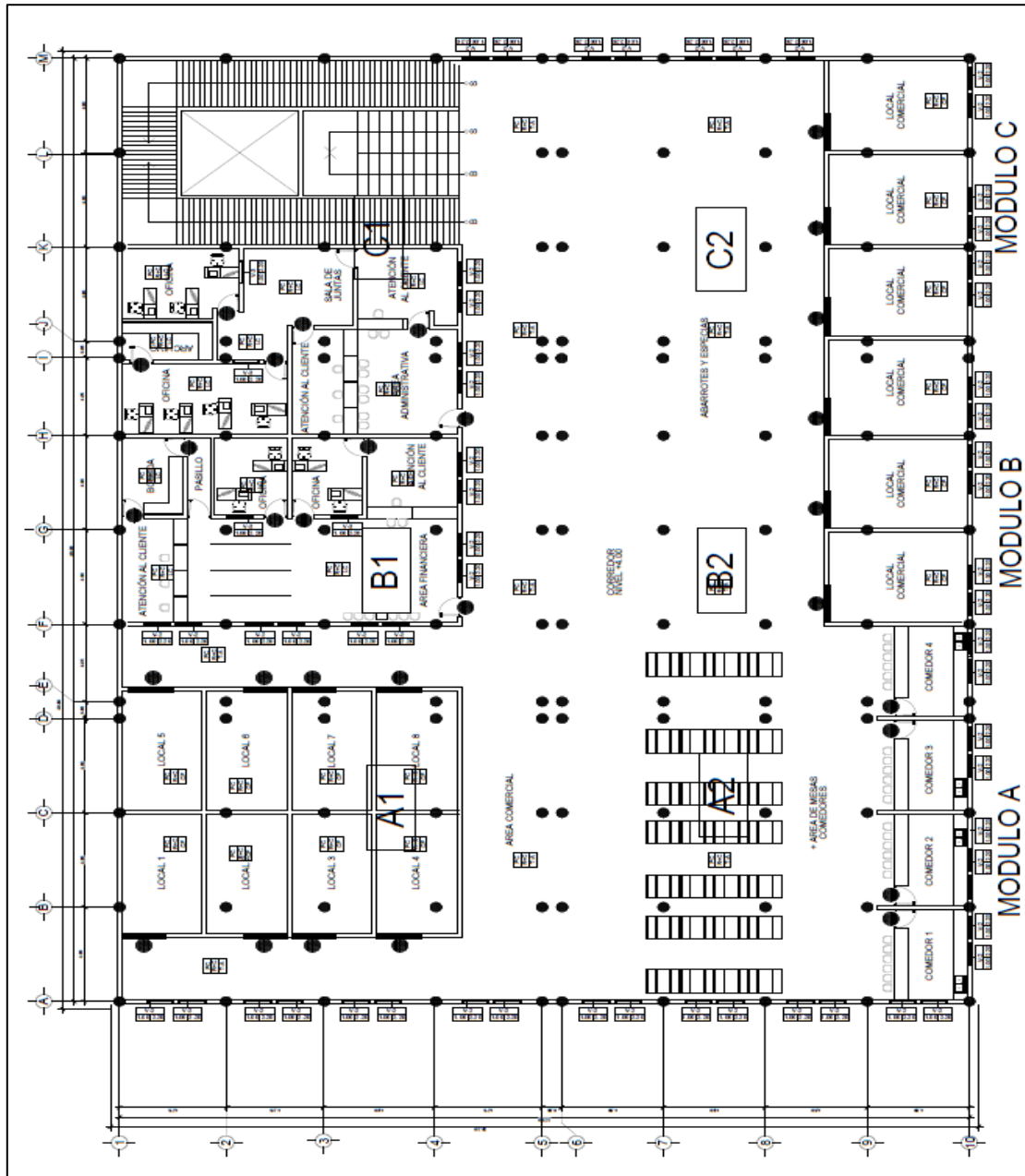
**Figura 5.**

*Distribución arquitectónica – nivel 1*



*Nota.* Distribución arquitectónica – nivel 1. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

**Figura 6.**  
*Distribución arquitectónica – nivel 2*



Nota. Distribución arquitectónica – nivel 1. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.



### **2.5.3. Capacidad y área requerida**

La capacidad del proyecto está para llevarse a cabo en dos fases, las cuales se ejecutarán en plazo no mayor a 10 meses. El área requerida para la ejecución de dicho proyecto es de 1837.50 m<sup>2</sup>.

### **2.5.4. Criterios de iluminación**

La iluminación en el edificio deberá ser uniformemente distribuida en ambos niveles, por tal razón deberá tener un área de ventanas equivalente al 30 % al área del piso para aprovechar la iluminación natural en su mayoría. La orientación correcta de los edificios proporciona una iluminación óptima para los ambientes.

### **2.5.5. Instalaciones**

Las instalaciones en una edificación deben ser necesaria para poder brindar el servicio para la cual fueron diseñadas, por lo que deben estar contempladas y especificadas para minimizar los errores a la hora del funcionamiento.

### **2.5.6. Alturas y cotas**

El edificio cuenta con dos niveles, para los tres módulos A, B y C, tanto en el primer nivel como segundo nivel tendrá una altura de 3.00 m.

Las cotas del módulo A y C de columna a columna son de 4.9 en el eje X, y en el eje Y hay cuatro marcos por cada módulo distanciado entre 4.9, 4.75 y 4.25. Para el módulo B hay cuatro marcos en el sentido X con luces entre

ellos de 4.05 y 4.90 y para el eje Y cuatro marcos distanciados entre ellos de 4.50 para un total de 18.65 en el módulo A y 18.00 en el módulo B.

### **2.5.7. Selección del sistema estructural**

Para seleccionar el sistema estructural influyeron varios factores tales como: economía, resistencia, materiales en el lugar, funcionalidad del proyecto. De acá obtuvimos resultados como tipo estructural y el proceso de ejecución.

## **2.6. Análisis estructural**

Mediante el análisis estructural se busca determinar las fuerzas que actúan en la estructura.

Es el punto de partida para el predimensionamiento de los elementos estructurales, que no es más que asignarle medidas preliminares para después determinar la integración de pesos y cargas actuantes sobre el edificio.

Al obtener los valores de carga sobre los marcos se procede a aplicar el método de Kani para poder determinar los momentos actuantes por las cargas verticales (Carga viva, carga muerta) y cargas horizontales (cargas sísmicas). Los resultados obtenidos son comparados con el *software* ETABS.

Luego se desarrolla la curva de envolventes de momentos para proceder a realizar el diseño estructural.

## **2.6.1. Predimensionamiento estructural**

Los elementos estructurales serán diseñados de acuerdo con el American Concret Institute (ACI 318-14), el mercado será diseñado con marcos estructurales.

### **2.6.1.1. Losas**

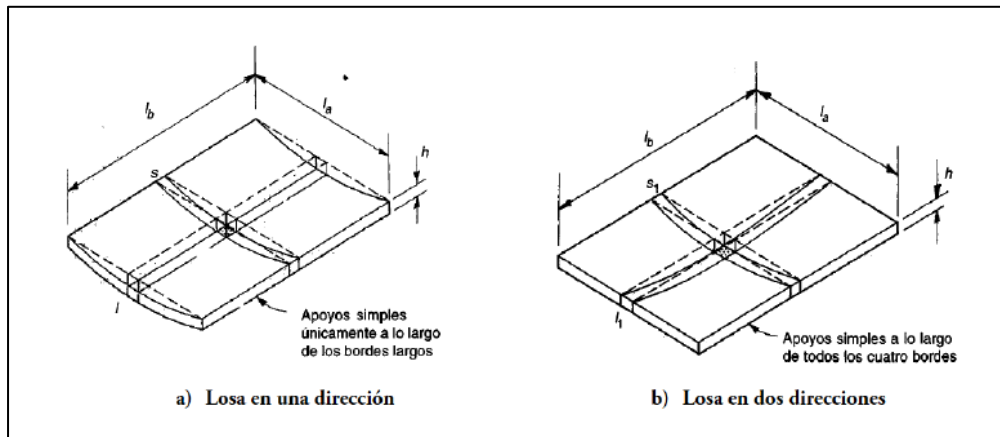
Son elementos estructurales que nos sirven como cubiertas que nos protegen de la intemperie, el comportamiento estructural de la losa es necesario entender la forma en que se transmiten las cargas que actúan en ella.

Si la acción estructural de la losa transmite en mayor medida la carga en la dirección corta hacia las vigas, se establece como losa en una dirección ver figura 5a.

Si bajo la acción de las cargas estas son transmitidas hacia direcciones paralelas y perpendiculares de las vigas, se considera una losa en dos direcciones, ver figura 7.

## Figura 7.

### Comportamiento estructural de la losa



Nota. Figura del Comportamiento estructural de la losa. Obtenido de A. Nilson. (2022). *Diseño de estructuras de concreto*. (p. 367). McGraw Hill

Mediante el reglamento ACI 318-14, establece si la relación entre la luz mayor y menor de los paneles de la losa son menores a un valor de dos, se considera una losa en dos direcciones. De lo contrario, se considera en una dirección.

Para la losa en dos direcciones se recomienda.

- Lado menor ( $l_a$ ): 4.9 m
- Lado mayor ( $l_b$ ): 4.9 m
- Relación  $\beta = l_b / l_a = 1.00 \text{ m} \leq 2 \text{ m} \rightarrow$  losa en 2 sentidos

La clasificación de las losas de este edificio municipal se tomar las dimensiones de las losas más críticas en cada uno de los módulos.

**Tabla 6.**

*Sentido de la losa*

<b>Losa</b>	<b>M</b>	
Modulo A		
A-1	1.00	Dos direcciones
A-2	0.92	Dos direcciones
Modulo B		
B-1	1.00	Dos direcciones
B-2	0.92	Dos direcciones
Modulo C		
C-1	1.00	Dos direcciones
C-2	0.92	Dos direcciones

*Nota.* Tabla de sentido de la losa. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para determinar el espesor de la losa, se puede obtener mediante la siguiente expresión:

A continuación, ejemplo de cómo calcular el espesor de la losa crítica.

$$T = \frac{P}{180} \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde:

T= espesor de la losa

P= perímetro de la losa

$$t = \frac{4.9+4.9+4.9+4.9}{180} \quad (\text{Ec. 12})$$

$$t = 0.11 \text{ m}$$

Se pretende mantener una simetría entre todos los elementos, el perímetro de la losa calculado es el más crítico y este se utilizará para todas las demás.

**Tabla 7.**

*Espesor de losa para cada módulo*

Losa	Espesor (m)
A-1	0.11
A-2	0.10
B1	0.11
B2	0.10
C1	0.11
C2	0.10

*Nota.* Espesor de losa para cada módulo. Elaboración propia, realizado con Excel.

Por lo que se propone losa tradicional en dos direcciones con espesor de 11 cm ya que es la losa más crítica.

**2.6.1.2. Vigas**

Para poder determinar el cálculo del peralte  $h$  de las vigas se recomienda que, por cada metro lineal de libre de luz, se aumente ocho centímetros de peralte y la base será la mitad del peralte.

En esta edificación se calculó la viga crítica o sea la de mayor longitud para cada sentido de la edificación.

En el capítulo 9, tabla 9.3.1.1 del ACI 318-14, nos muestra las diferentes situaciones para el predimensionamiento de vigas y por ser nudos rígidos, tomando un caso crítico se tomó cuando una viga tiene un extremo continuo.

**Tabla 8.**

*Altura de vigas mínimas no preesforzadas*

Condición de apoyo	Altura mínima h
Simplemente apoyada	$l/16$
Con un extremo continuo	$l/18.5$
Ambos extremos continuos	$l/21$
En voladizo	$l/8$

*Nota.* Altura de vigas mínimas no preesforzadas. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Longitud de viga crítica= 4.9 m

$$h_{viga} = (8 \%) (\text{Longitud de la viga}) \quad (\text{Ec. 13})$$

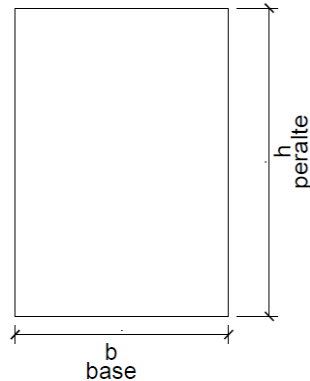
$$h_{viga} = (0.08) * (4.9) = 0.39 \text{ m} \quad (\text{Ec. 14})$$

$$h_{\text{mínima viga}} = \frac{L}{18.5} = \frac{4.9}{18.5} = 0.26 \text{ m} \quad (\text{Ec. 15})$$

Se propone una sección de  $h = 0.45 \text{ m}$  y  $b = 0.30$ , debido que en el predimensionamiento no se toma en cuenta los efectos del sismo.

## Figura 8.

### *Predimensionamiento de viga*



*Nota.* Predimensionamiento de viga. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

### **2.6.1.3. Columnas**

Son elementos estructurales que se usan principalmente para resistir carga axial de compresión.

Para que la columna tenga una mejor simetría en las dimensiones, en toda la estructura se toma la columna crítica del módulo más grande, la que soporta más carga, las dimensiones obtenidas se aplican a toda la edificación.

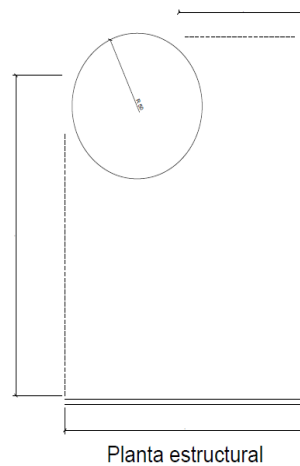
El código ACI 318-14, requiere que la dimensión mínima para columnas estructurales debe ser de 30 centímetros y la relación base altura no debe ser menor de 0.4.

Se tomará la mayor luz, considerando que la altura del primer nivel es de 3.00 m y en el segundo nivel es de 3.0 m; por tanto, H: 4.5 m, de acuerdo a esto se propone que las columnas sean de sección redonda de 50 cm.



## Figura 9.

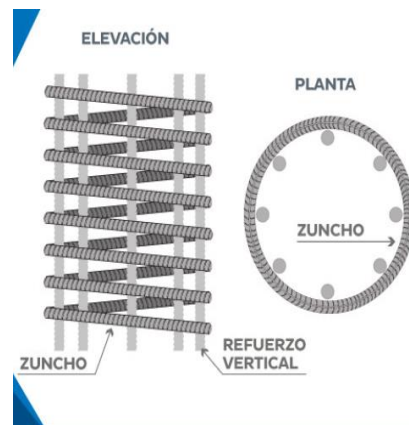
### *Predimensionamiento columna circular*



*Nota.* Predimensionamiento columna circular. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

## Figura 10.

### *Columna con zuncho*



*Nota.* Figura de columna con zuncho. Obtenido de *construyendoseguro* (2022). *Tipos de columnas.* (<https://www.construyendoseguro.com/>) consultado el 22 de noviembre de 2022. De dominio público.

## **2.7. Integración de cargas verticales y horizontales aplicadas a marcos rígidos**

Determinando los requerimientos estructurales de los marcos, se conocerán las cargas que deberán soportar los mismos, por lo que debemos realizar la integración de cargas.

### **2.7.1. Cargas verticales**

Consiste en realizar la sumatoria de todas las cargas gravitacionales para determinar cuánto está soportando cada marco, se realiza por nivel, ya que cada nivel está distribuido de diferente forma.

De acuerdo con el tipo de carga se divide en: cargas vivas y cargas muertas.

- Carga viva

Las cargas vivas son aquellas producidas por el uso y la ocupación de la edificación. La componen los objetos temporales o móviles dentro del edificio. En general su intensidad estará establecida por norma.

La tabla IX, muestra los valores de carga viva para diferentes usos de ocupación según la norma AGIES NSE 2-2018.

**Tabla 9.***Cargas vivas mínimas*

Tipo de ocupación o uso	Wv (kg/m <sup>2</sup> )	Pv (kg)
<b>Vivienda</b>		
Balcones	300 [R]	
Habitaciones y pasillos	200 [R]	
Escaleras	300	
<b>Oficina</b>		
Pasillos y escaleras	300	
Oficinas	250 [R]	800
Áreas de cafetería	500	
<b>Hospitales</b>		
Pasillos y rampas	500	450
Clinicas y encamamiento	250 [R]	
Servicios médicos y laboratorio	350 [R]	800
Farmacia	500	
Escaleras	500	
Cafetería y cocina	500	
<b>Hoteles, carga de escaleras y de elevadores</b>		
Habitaciones	200 [R]	450
Servicios y áreas públicas	500	800
<b>Educativos</b>		
Aulas	200 [R]	400
Pasillos y escaleras	500	
Salones de lectura de biblioteca	200 [R]	400
Área de estanterías de biblioteca	700	800
<b>Áreas de reunión</b>		
Escaleras privadas	300 [R]	Ver 3.2 (d)
Escaleras públicas	500	Ver 3.2 (d)
Balcones	500	
Vestíbulos públicos	500	
Plazas a nivel de la calle	500	800
Salones con asiento fijo	300 [R]	
Salones sin asiento fijo	500	800
Escenarios y circulaciones	500	
<b>Estacionamientos</b>		
Garajes para automóviles de pasajeros	250	Ver 3.2 (c)
Garajes para automóviles de carga (2000 Kg.)	500	Ver 3.2 (c)
Rampas vehiculares de uso colectivo	500	Ver 3.2 (c)
Áreas de circulación vehicular	250	Ver 3.2 (c)
Áreas de servicio y reparación	500	Ver 3.2 (c)
<b>Instalaciones deportivas públicas</b>		
Zonas de circulación	500	
Zonas de asientos fijos	400	
Zonas sin asientos	800	
Canchas deportivas	Ver nota [a]	

Continuación de la tabla 9.

Tipo de ocupación o uso	Wv (kg/m <sup>2</sup> )	Pv (kg)
<b>Almacenes</b>		
Minoristas	500	800
Mayoristas	600	1200
<b>Bodegas</b>		
Cargas livianas	600	800
Cargas pesadas	1200	1200
<b>Fábricas</b>		
Industrias livianas	500	800
Industrias pesadas	1000	1200
<b>Cubiertas pesadas (Inciso 3.3 (g))</b>		
Azoteas de concreto con acceso	200	
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100	
Azoteas con inclinación mayor de 20°	75 <sup>[b]</sup>	
Azoteas usadas para jardín o para reuniones	500	
<b>Cubiertas livianas (Inciso 3.3 (h))</b>		
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50 <sup>[b][c]</sup>	135

[a] Carga depende del tipo de cancha  
 [b] Sobre proyección horizontal  
 [c] Carga no reducible  
 [R] Puede aplicar reducción de carga viva según Sección 3.5.

*Nota.* Tabla de cargas vivas mínimas. Obtenido de Normas AGIES NSE (2018). *Demandas estructurales y condiciones de sitio.* (p. 3-6- 3-8).

- Para este edificio se utilizarán las siguientes cargas:
  - Azotea sin acceso horizontal o inclinada = 100 kg/m<sup>2</sup>
  - Para almacén minorista = 500 kg/m<sup>2</sup>
  - Escaleras publicas = 500 kg/m<sup>2</sup>

- Carga muerta

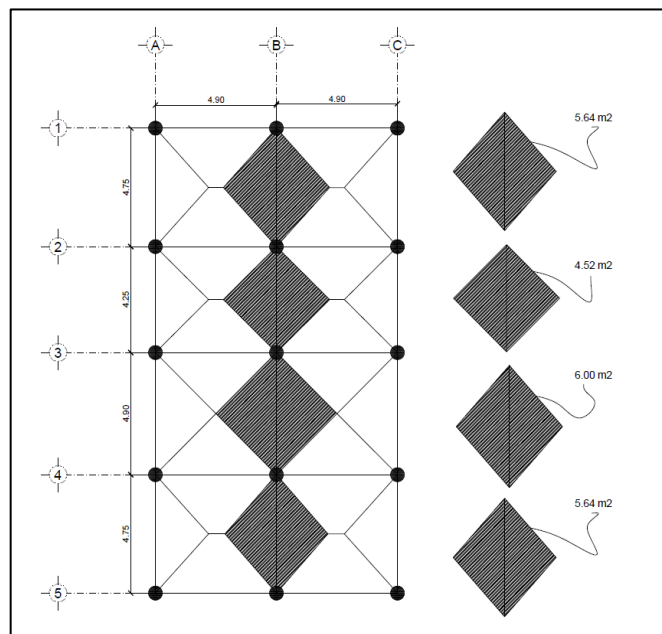
Las cargas muertas comprenden todas las cargas de elementos permanentes de la construcción. Incluyen, pero no necesariamente están limitadas al peso propio de la estructura, pisos, rellenos, cielos, vidrierías, tabiques fijos y equipo permanente rígidamente anclado a la estructura.

A continuación, se realizará la integración de cargas verticales para los ejes críticos de cada uno de los módulos en sentido Y.

- Modulo A-1 (eje B)

### Figura 11.

*Área tributaria*

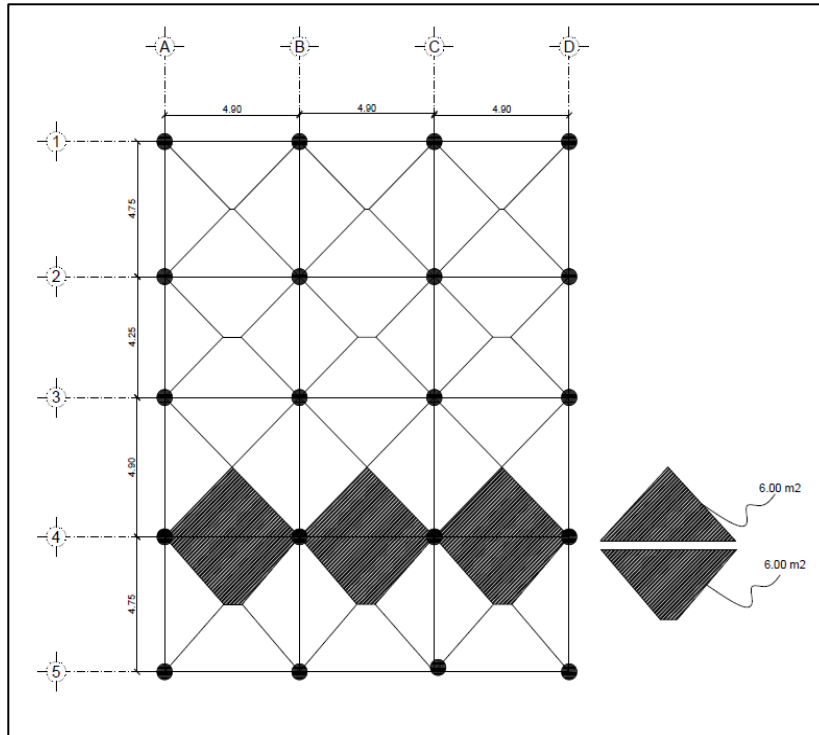


*Nota.* Figura de área tributaria. Elaboración propia, realizado AutoCAD.

- Modulo A-1 (eje 4)

**Figura 12.**

*Área tributaria*



*Nota.* Figura de área tributaria. Elaboración propia, realizado AutoCAD.

- Cargas sobre el eje B
  - Sobrecarga y acabados
    - Acabados = 25 kg/m<sup>2</sup>
    - Tabiques = 70 kg/m<sup>2</sup>
    - Instalaciones = 25 kg/m<sup>2</sup>
    - Sobrecarga = 30 kg/m<sup>2</sup>

En el presente documento únicamente se detalla el procedimiento de integración de carga para los marcos B y 4, correspondiente al eje X y Y, respectivamente, por considerar los marcos más críticos. Como se observa en el eje X y Y, los marcos no son simétricos por lo que la integración es diferente.

- Segundo nivel:
  - Sección de viga = 45 cm x 30 cm
  - Peso específico del concreto = 2,400 kg/m<sup>3</sup>
  - Espesor de la losa (t) segundo nivel = 11 cm
  - Sobrecarga y acabados = 150 kg/m<sup>2</sup>
  - W viva de cubierta = 100 kg/m<sup>2</sup>
  - Área tributaria (según figura 6) = 43.60 m<sup>2</sup>
  - Ejemplo integración de carga para marco B, segundo nivel modulo A1.
  
- Carga muerta

$$w_{losa} = \frac{A_{t\ viga\ eje\ B} * t_{losa} * P_{e\ concreto}}{L_{eje\ B}} \quad (\text{Ec. 16})$$

$$w_{losa} = \frac{43.60\text{m}^2 * 0.11\text{m} * 2400\ \text{kg/m}^3}{16.65\ \text{m}} = 691.32\ \text{kg/m} \quad (\text{Ec. 17})$$

$$w_{viga} = (h_{viga} - t_{losa}) * b_{viga} * W_{concreto} \quad (\text{Ec. 18})$$

$$w_{viga} = (0.45\text{m} - 0.11\text{m}) * 0.30 * 2400\ \text{kg/m}^3 = 244.80\ \text{kg/m} \quad (\text{Ec. 19})$$

$$w_{s\ y\ a} = \frac{A_{t\ viga\ eje\ B} * W_{sobrecarga}}{L_{eje\ B}} \quad (\text{Ec. 20})$$

$$W_{sya} = \frac{43.60m^2 * 150 \text{ kg/m}^2}{18.65 \text{ m}} = 350.67 \text{ kg/m} \quad (\text{Ec. 21})$$

CM total = 1286.79 kg/m

- Carga viva

$$W_{viva} = \frac{A_{T\text{viga eje B}} * W_{techo}}{L_{eje B}} \quad (\text{Ec. 22})$$

$$W_{viva} = \frac{43.60m^2 * 100 \text{ kg/m}^2}{18.65m} = 233.78 \text{ kg/m} \quad (\text{Ec. 23})$$

CV Total = 233.78 kg/m

- Primer nivel

- Sección de viga = 45\*30 cm
- Peso específico del concreto = 2,400 kg/m<sup>3</sup>
- Espesor de la losa (t) primer nivel = 11 cm
- Sobrecarga y acabados = 150 kg/m<sup>2</sup>
- Muros = 150 kg/m<sup>2</sup>
- Altura de muros = 3.00 m
- W viva de entrepiso = 500 kg/ m<sup>2</sup>
- Área tributaria (según figura 6) = 43.60 m<sup>2</sup>

- Carga muerta

$$W_{losa} = \frac{A_{t\text{viga eje B}} * t_{losa} * P_{e\text{concreto}}}{L_{eje B}} \quad (\text{Ec. 24})$$



$$W_{losa} = \frac{43.60m^2 * 0.11m * 2400 \text{ kg/m}^3}{18.65m} = 617.18 \text{ kg/m} \quad (\text{Ec. 25})$$

$$W_{viga} = (h_{viga} - t_{losa}) * b_{viga} * W_{concreto} \quad (\text{Ec. 26})$$

$$W_{viga} = (0.45m - 0.11m) * 0.30 * 2400 \text{ kg/m}^3 = 244.8 \text{ kg/m} \quad (\text{Ec. 27})$$

$$W_{sya} = \frac{At_{viga \text{ eje B}} * W_{sobrecarga}}{L_{eje B}} \quad (\text{Ec. 28})$$

$$W_{sya} = \frac{43.60m^2 * 150 \text{ kg/m}^2}{18.65m} = 350.67 \text{ kg/m} \quad \text{Ec. 29})$$

$$W_{muros} = \frac{L_{muros} * h_{muros} * W_{muros}}{L_{eje B}} \quad (\text{Ec. 30})$$

$$W_{muros} = \frac{43.15m * 3.00m * 150 \text{ kg/m}^2}{18.65m} = 1041.15 \text{ kg/m} \quad (\text{Ec. 31})$$

CM total = 2253.8 kg/m

- Carga viva

$$W_{viva} = \frac{AT_{viga \text{ eje B}} * W_{techo}}{L_{eje B}} \quad (\text{Ec. 32})$$

$$W_{viva} = \frac{43.60m^2 * 500 \text{ kg/m}^2}{18.65m} = 1168.90 \text{ kg/m} \quad (\text{Ec. 33})$$

CV total = 1168.90 kg/m

Ejemplo integración carga eje 4, modulo A1

- Carga sobre el eje 4
  - Sección de viga = 45x30 cm
  - Peso específico del concreto = 2,400 kg/m<sup>3</sup>
  - Espesor de la losa (t) segundo nivel= 11 cm
  - Sobrecarga y acabados = 150 kg/m<sup>2</sup>
  - W viva de cubierta = 100 kg/m<sup>2</sup>
  - Área tributaria (según figura 7) = 36.00 m<sup>2</sup>
- Segundo nivel
    - Carga muerta

$$W_{losa} = \frac{A_{t\ viga\ eje\ 4} * t_{losa} * P_{e\ concreto}}{L_{eje\ 4}} \quad (\text{Ec. 34})$$

$$W_{losa} = \frac{36.00\text{m}^2 * 0.11\text{m} * 2400\ \text{kg/m}^3}{14.70\text{m}} = 646.53\ \text{kg/m} \quad (\text{Ec. 35})$$

$$w_{viga} = (h_{viga} - t_{losa}) * b_{viga} * W_{concreto} \quad (\text{Ec. 36})$$

$$w_{viga} = (0.45\text{m} - 0.11\text{m}) * 0.30 * 2400\ \text{kg/m}^3 = 244.80\ \text{kg/m} \quad (\text{Ec. 37})$$

$$W_{s\ y\ a} = \frac{A_{t\ viga\ eje\ 4} * W_{sobrecarga}}{L_{eje\ 4}} \quad (\text{Ec. 38})$$

$$W_{s\ y\ a} = \frac{36.00\text{m}^2 * 150\ \text{kg/m}^2}{14.70\text{m}} = 367.34\ \text{kg/m} \quad (\text{Ec. 39})$$

CM Total = 1258.67 kg/m

- Carga viva

$$W_{viva} = \frac{A_{T\text{viga eje 4}} * W_{techo}}{L_{eje 4}} \quad (\text{Ec. 40})$$

$$W_{viva} = \frac{36.00\text{m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2}{14.70\text{m}} = 244.90 \text{ kg/m} \quad (\text{Ec. 41})$$

$$\text{CV total} = 244.90 \text{ kg/m}$$

- Primer nivel

- Sección de viga = 45cm x 30cm
- Peso específico del concreto = 2,400 kg/m<sup>3</sup>
- Espesor de la losa (t) primer nivel = 11 cm
- Sobrecarga y acabados = 150 kg/m<sup>2</sup>
- Muros = 150 kg/m<sup>2</sup>
- Altura de muros = 3.00 m
- W viva de entepiso = 500 kg/ m<sup>2</sup>
- Área tributaria (según figura 7) = 36.00 m<sup>2</sup>

- Carga muerta

$$W_{losa} = \frac{A_{t\text{viga eje 4}} * t_{losa} * P_{e\text{concreto}}}{L_{eje 4}} \quad (\text{Ec. 42})$$

$$W_{losa} = \frac{36.00\text{m}^2 * 0.11\text{m} * 2400 \text{ kg/m}^3}{14.70\text{m}} = 646.53 \text{ kg/m} \quad (\text{Ec. 43})$$

$$w_{viga} = (h_{viga} - t_{losa}) * b_{viga} * W_{concreto} \quad (\text{Ec. 44})$$

$$w_{viga} = (0.45\text{m} - 0.11\text{m}) * 0.30 * 2400 \text{ kg/m}^3 = 244.80 \text{ kg/m}$$

$$W_{s y a} = \frac{A_{\text{viga eje 4}} * W_{\text{sobrecarga}}}{L_{\text{eje 4}}} \quad (\text{Ec. 45})$$

$$W_{s y a} = \frac{36.00\text{m}^2 * 150 \text{ kg/m}^2}{14.70\text{m}} = 367.35 \text{ kg/m} \quad (\text{Ec. 46})$$

$$W_{\text{muros}} = \frac{L_{\text{muros}} * h_{\text{muros}} * W_{\text{muros}}}{L_{\text{eje 4}}} \quad (\text{Ec. 47})$$

$$W_{\text{muros}} = \frac{34.00\text{m} * 3.00\text{m} * 150 \text{ kg/m}^2}{14.70\text{m}} = 1040.82 \text{ kg/m} \quad (\text{Ec. 48})$$

CM total = 2299.5 kg/m

- Carga viva

$$W_{\text{viva}} = \frac{A_{\text{viga eje 4}} * W_{\text{techo}}}{L_{\text{eje 4}}} \quad (\text{Ec. 49})$$

$$W_{\text{viva}} = \frac{36.00\text{m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2}{14.70\text{m}} = 1224.49 \text{ kg/m} \quad (\text{Ec. 50})$$

CV Total = 1224.49 kg/m

El procedimiento antes calculado es igual para los demás marcos. La nomenclatura adopta para el nombre de cada viga (vano) viene dado por los dos ejes que la delimitan. En las tablas siguientes se puede detallar la integración de las cargas tanto vivas como muertas, para ambos niveles.

**Tabla 10.***Cargas muertas distribuidas – marco B, módulo A2*

Marco B - Modulo A2 - Nivel 1				
Carga muerta	Tramo 6-7	Tramo 7-8	Tramo 8-9	Tramo 9-10
	Viga principal	45cm	x	30cm
Lv	4,5m	4,5m	4,5m	4,5m
At	11,02m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>
Wlosa	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>
SyA	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wcm	646,51kg/m	646,51kg/m	646,51kg/m	646,51kg/m
Wvp	244,80 kg/m	244,80kg/m	244,80kg/m	244,80kg/m
h muros	3.00m	3.00m	3.00m	3.00m
Muros	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wmuros	1062,5 kg/m	1062,5kg/m	1062,5kg/m	1062,5kg/m
Wscy A	367,33 kg/m	367,33kg/m	367,33kg/m	367,33kg/m
Cmtotal	2321,14 kg/m	2321,14kg/m	2321,14kg/m	2321,14kg/m
Marco B - Modulo A2 - Nivel 2				
Carga muerta	Tramo 6-7	Tramo 7-8	Tramo 8-9	Tramo 9-10
	Viga principal	45cm	x	30cm
Lv	4,5m	4,5m	4,5m	4,5m
At	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>
Wlosa	240 kg/m <sup>2</sup>	240 kg/m <sup>2</sup>	240 kg/m <sup>2</sup>	240 kg/m <sup>2</sup>
SyA	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wcm	587,73 kg/m	587,73kg/m	587,73kg/m	587,73 kg/m
Wvp	244,80 kg/m	244,80kg/m	244,80kg/m	244,80 kg/m
Wscy A	367,33 kg/m	367,33 kg/m	367,33 kg/m	367,33 kg/m
Cmtotal	1199,87 kg/m	1199,87kg/m	1199,87kg/m	1199,87kg/m

*Nota.* Tabla de cargas muertas distribuidas – Marco B, módulo A2. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 11.***Cargas vivas distribuidas – marco B, módulo A2*

Marco B - Modulo A2 - Nivel 1				
Carga Viva				
	Tramo 6-7	Tramo 7-8	Tramo 8-9	Tramo 9-10
	viga principal	45cm	x	30cm
Lv	4,5m	4,5m	4,5m	4,5m
At	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>
Wcv	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>
Cv total	1224,44 kg/m	1224,44 kg/m	1224,44 kg/m	1224,44 kg/m
	Tramo 6-7	Tramo 7-8	Tramo 8-9	Tramo 9-10
	viga principal	45cm	x	30cm
Lv	4,5m	4,5m	4,5m	4,5m
At	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>
Wcv	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>
Cv total	244,89 kg/m	244,89 kg/m	244,89 kg/m	244,89 kg/m

*Nota.* Tabla de cargas vivas distribuidas – Marco B, módulo A2. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 12.***Cargas muertas distribuidas – marco 8, módulo A2*

Marco 8 - Modulo A2 - Nivel 1			
Viga principal	45cm	x	30cm
	Tramo A-B	Tramo B-C	Tramo C-D
Lv	4,9m	4,9m	4,9m
At	11,92 m <sup>2</sup>	11,92 m <sup>2</sup>	11,92 m <sup>2</sup>
Wlosa	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>
SyA	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wcm	642,22kg/m	642,22kg/m	642,22kg/m
Wvp	244,8 kg/m	244,8 kg/m	244,8 kg/m

Continuación de la tabla 12.

Marco 8 - Modulo A2 - Nivel 2			
Carga muerta	Tramo A-B	Tramo B-C	Tramo C-D
Viga principal	45cm	x	30cm
h muros	3.00m	3.00m	3.00m
Muros	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wmuros	1001,02kg/m	1001,02kg/m	1001,02kg/m
Wscy A	364,90 kg/m	364,90 kg/m	364,90 kg/m
Cmtotal	2252,94kg/m	2252,94kg/m	2252,94kg/m
Lv	4,5m	4,5m	4,5m
At	11,92 m <sup>2</sup>	11,92 m <sup>2</sup>	11,9 m <sup>2</sup>
Wlosa	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>
SyA	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wcm	699,31kg/m	699,31kg/m	699,31kg/m
Wvp	244,8 kg/m	244,8 kg/m	244,8 kg/m
Wscy A	397,33kg/m	397,33kg/m	397,33kg/m
Cmtotal	1341,44kg/m	1341,44kg/m	1341,44kg/m

*Nota.* Tabla de cargas muertas distribuidas – Marco 8, módulo A2. Elaboración propia, realizado con Excel.

### Tabla 13.

*Cargas vivas distribuidas – marco 8, módulo A2*

Marco 8-Modulo A2-Nivel 1			
Carga Viva	Tramo A-B	Tramo B-C	Tramo C-D
Viga principal	45cm	x	30cm
Lv	4,9m	4,9m	4,9m
At	11,92 m <sup>2</sup>	11,92 m <sup>2</sup>	11,92 m <sup>2</sup>
Wcv	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>

Continuación de la tabla 13.

Marco 8-Modulo A2-Nivel 1			
Carga Viva			
	Tramo A-B	Tramo B-C	Tramo C-D
Cv total	1216,33kg/m	1216,33kg/m	1216,33kg/m

*Nota. Tabla de cargas vivas distribuidas – Marco 8, módulo A2. Elaboración propia, realizado con Excel.*

**Tabla 14.**

*Cargas muertas distribuidas – marco G, módulo B1y2*

Marco G - Modulo B1 - Nivel 1				
Carga muerta	Tramo 1-2	Tramo 2-3	Tramo 3-4	Tramo 4-5
	Viga principal	45cm	x	30cm
Lv	4,75m	4,25m	4,9m	4,75m
At	11,28 m <sup>2</sup>	9,04 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	11,28 m <sup>2</sup>
Wlosa	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>
SyA	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wcm	626,93 kg/m	561,54kg/m	646,53kg/m	626,93kg/m
Wvp	244,80 kg/m	244,80kg/m	244,80kg/m	244,80kg/m
h muros	3.00m	3.00m	3.00m	3.00m
Muros	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wmuros	922,92 kg/m	922,92kg/m	922,92kg/m	922,92kg/m
Wscy A	356,21 kg/m	319,06 kg/m	367,35 kg/m	356,21 kg/m
Cmtotal	2150,86 kg/m	2048,32kg/m	2181,60kg/m	2150,86kg/m
Marco G - Modulo B1- Nivel 2				
Carga muerta	Tramo 1-2	Tramo 2-3	Tramo 3-4	Tramo 4-5
	Viga principal	45cm	x	30cm
Lv	4,75m	4,25m	4,9m	4,75m
At	11,28 m <sup>2</sup>	9,04 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	11,28 m <sup>2</sup>
Wlosa	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>
SyA	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wcm	626,93 kg/m	561,54kg/m	646,53kg/m	626,93kg/m



Continuación de la tabla 14.

Marco G - Modulo B2- Nivel 2				
Carga muerta	Tramo 6-7	Tramo 7-8	Tramo 8-9	Tramo 9-10
	Viga principal	0.45m	x	0,3m
Lv	4,5m	4,5m	4,5m	4,5m
Wscy A	356,21 kg/m	319,06kg/m	367,35kg/m	356,21kg/m
Cmtotal	1227,94 kg/m	1125,40kg/m	1258,68kg/m	1227,94kg/m
Marco G - Modulo B2 - Nivel 1				
Carga Muerta	Tramo 6-7	Tramo 7-8	Tramo 8-9	Tramo 9-10
	Viga principal	0.45m	x	0.30m
Lv	4,5m	4,5m	4,5m	4,5m
At	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>
Wlosa	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>
SyA	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wcm	646,51 kg/m	646,51 kg/m	646,51 kg/m	646,51 kg/m
Wvp	244,8 kg/m	244,8kg/m	244,8kg/m	244,8 kg/m
h muros	3.00m	3.00m	3.00m	3.00m
Muros	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wmuros	922,92 kg/m	922,92 kg/m	922,92 kg/m	922,92 kg/m
Wscy A	367,33 kg/m	367,33kg/m	367,33kg/m	367,33kg/m
Cmtotal	2181,56 kg/m	2181,56kg/m	2181,56kg/m	2181,56kg/m
At	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>
Wlosa	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>
SyA	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wcm	646,51 kg/m	646,51 kg/m	646,51 kg/m	646,51 kg/m
Wvp	244,8 kg/m	244,8 kg/m	244,8 kg/m	244,8 kg/m
Wscy A	367,33 kg/m	367,33 kg/m	367,33 kg/m	367,33 kg/m
Cmtotal	1258,64 kg/m	1258,64kg/m	1258,64kg/m	1258,64kg/m

Nota. Tabla de cargas vivas distribuidas – Marco G, módulo A2. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 15.***Cargas vivas distribuidas – marco G, módulo B1y2*

Marco B - modulo B1 - Nivel 1				
Carga Viva				
	Tramo 1-2	Tramo 2-3	Tramo 3-4	Tramo 4-5
	viga principal	0,45m	X	0,3m
Lv	4,75m	4,25m	4,9m	4,75m
At	11,28 m <sup>2</sup>	9,04 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	11,28 m <sup>2</sup>
Wcv	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>
Cv total	1187,37 kg/m	1063,53kg/m	1224,49kg/m	1187,37kg/m
Marco B - modulo B1 - Nivel 2				
Carga Viva				
	Tramo 1-2	Tramo 2-3	Tramo 3-4	Tramo 4-5
	viga principal	0.45m	x	0.30m
Lv	4,75m	4,25m	4,9m	4,75m
At	11,28 m <sup>2</sup>	9,04 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	11,28 m <sup>2</sup>
Wcv	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>
Cv total	237,47 kg/m	212,71kg/m	244,90kg/m	237,47kg/m
At	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>
Wcv	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>
Cv total	1224,44 kg/m	1224,44kg/m	1224,44kg/m	1224,44kg/m
Marco B - modulo B2 - Nivel 2				
Carga Viva				
	Tramo 6-7	Tramo 7-8	Tramo 8-9	Tramo 9-10
	viga principal	0.45m	x	0.m30
Lv	4,5m	4,5m	4,5m	4,5m
At	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>	11,02 m <sup>2</sup>
Wcv	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>
Cv total	244,89 kg/m	244,89kg/m	244,89kg/m	244,89 kg/m

*Nota.* Tabla de cargas vivas distribuidas – marco G, módulo B1y2. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 16.***Cargas muertas distribuidas – marco 4, módulo B1*

Marco 4 - modulo B1 - Nivel 1				
Viga principal	0,45m	x	0,3m	
Carga muerta	Tramo E-F	Tramo F-G	Tramo G-H	Tramo H-I
Lv	4,05m	4,9m	4,9m	4,05m
At	9,77 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	9,77 m <sup>2</sup>
Wlosa	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>
WSyA	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wcm	636,86kg/m	646,53kg/m	646,53kg/m	636,86kg/m
Wvp	244,8 kg/m	244,8 kg/m	244,8 kg/m	244,8 kg/m
h muros	3.00m	3.00m	3.00m	3.00m
Muros	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wmuros	1056,49kg/m	1056,49kg/m	1056,49kg/m	1056,49kg/m
Wscy A	361,85 kg/m	367,35 kg/m	367,35 kg/m	361,85 kg/m
<b>Cmtotal</b>	<b>2300,01kg/m</b>	<b>2315,17kg/m</b>	<b>2315,17kg/m</b>	<b>2300,01kg/m</b>
At	9,77 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	9,77 m <sup>2</sup>
Wlosa	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>
WSyA	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wcm	636,86 kg/m	646,53 kg/m	646,53 kg/m	636,86 kg/m
Wvp	244,8 kg/m	244,8 kg/m	244,8 kg/m	244,8 kg/m
Wscy A	361,85 kg/m	367,35 kg/m	367,35 kg/m	361,85 kg/m
<b>Cmtotal</b>	<b>1243,51 kg/m</b>	<b>1258,68kg/m</b>	<b>1258,68kg/m</b>	<b>1243,51kg/m</b>

*Nota. Tabla de cargas Muertas distribuidas – Marco 4, módulo B1. Elaboración propia, realizado con Excel.*

**Tabla 17.***Cargas vivas distribuidas – marco 4, módulo B1*

Marco 4 - modulo B1 - Nivel 1				
Carga viva				
	Tramo E-F	Tramo F-G	Tramo G-H	Tramo H-I
	viga principal	0,45m	X	0,3m
Lv	4,05m	4,9m	4,9m	4,05m
At	9,77 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	9,77 m <sup>2</sup>
Wcv	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>
Cv total	1206,17 kg/m	1224,49kg/m	1224,49kg/m	1206,17kg/m
Marco 4 - modulo B1 - Nivel 2				
Carga viva				
	Tramo 6-7	Tramo 7-8	Tramo 8-9	Tramo 9-10
	viga principal	0,45m	x	0,3m
Lv	4,05m	4,9m	4,9m	4,05m
At	9,77 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>	9,77 m <sup>2</sup>
Wcv	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>
Cv total	241,23 kg/m	244,90kg/m	244,90kg/m	241,23 kg/m

*Nota.* Tabla de cargas Muertas distribuidas – Marco 4, módulo B1. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 18.***Cargas muertas distribuidas – marco 8, módulo B2*

Marco 8 - modulo B2 - Nivel 1				
Viga principal	0,45m	x	0,3m	
Carga muerta	Tramo E-F	Tramo F-G	Tramo G-H	Tramo H-I
Lv	4,05m	4,9m	4,9m	4,05m
At	9,12 m <sup>2</sup>	11,92 m <sup>2</sup>	11,92 m <sup>2</sup>	9,12 m <sup>2</sup>
Wlosa	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>
SyA	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>

Continuación de la tabla 18.

Marco 8 - modulo B2- Nivel 2				
Carga muerta	Tramo 6-7	Tramo 7-8	Tramo 8-9	Tramo 9-10
	Viga principal	0,45m	X	0,3m
Lv	4,05m	4,9m	4,9m	4,05m
Wcm	594,49 kg/m	642,22 kg/m	642,22 kg/m	594,49 kg/m
Wvp	244,8 kg/m	244,8 kg/m	244,8 kg/m	244,8 kg/m
h muros	3.00m	3.00m	3.00m	3.00m
Muros	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wmuros	1056,49kg/m	1056,49kg/m	1056,49kg/m	1056,49kg/m
Wscy A	337,78 kg/m	364,90 kg/m	364,90 kg/m	337,78 kg/m
Cmtotal	2233,56kg/m	2308,41kg/m	2308,41kg/m	2233,56kg/m
At	9,12 m <sup>2</sup>	11,92 m <sup>2</sup>	11,92 m <sup>2</sup>	9,12 m <sup>2</sup>
Wlosa	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>	264 kg/m <sup>2</sup>
SyA	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>	150 kg/m <sup>2</sup>
Wcm	594,49 kg/m	642,22 kg/m	642,22 kg/m	594,49 kg/m
Wvp	244,8 kg/m	244,8 kg/m	244,8 kg/m	244,8 kg/m
Wscy A	337,78 kg/m	364,90 kg/m	364,90 kg/m	337,78 kg/m
Cmtotal	1177,07 kg/m	1251,92kg/m	1251,92kg/m	1177,07kg/m

*Nota.* Tabla de cargas muertas distribuidas – marco 8, módulo B2. Elaboración propia, realizado con Excel.

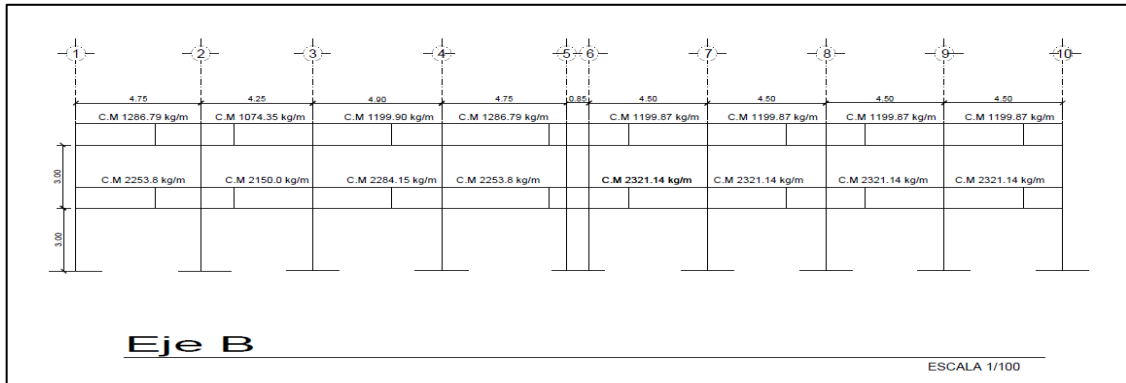
**Tabla 19.***Cargas vivas distribuidas – marco 8, módulo B2*

Marco 8 - modulo B2 - nivel 1				
Carga viva				
	Tramo E-F	Tramo F-G	Tramo G-H	Tramo H-I
	viga principal	0,45m	x	0,3m
Lv	4,05m	4,9m	4,9m	4,05m
At	9,12 m <sup>2</sup>	11,92 m <sup>2</sup>	11,92 m <sup>2</sup>	9,12 m <sup>2</sup>
Wcv	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>	500 kg/m <sup>2</sup>
Cv total	1125,93 kg/m	1216,33kg/m	1216,33kg/m	1125,93kg/m
Marco 8- modulo B2 - Nivel 2				
Carga viva				
	Tramo 6-7	Tramo 7-8	Tramo 8-9	Tramo 9-10
	viga principal	0,45m	x	0,3m
Lv	4,05m	4,9m	4,9m	4,05m
At	9,12 m <sup>2</sup>	11,92 m <sup>2</sup>	11,92 m <sup>2</sup>	9,12 m <sup>2</sup>
Wcv	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>
Cv total	225,19 kg/m	243,27 kg/m	243,27 kg/m	225,19 kg/m

*Nota.* Tabla de cargas vivas distribuidas – marco 8, módulo B2. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 13.**

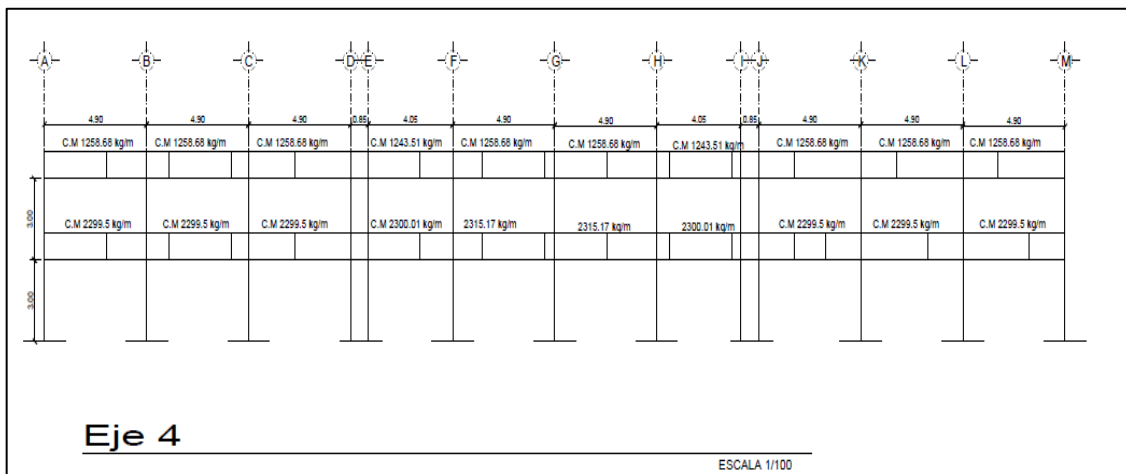
*Modelo matemático de carga muerta - eje B*



*Nota.* Figura de Modelo matemático de carga muerta - Eje B. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

**Figura 14.**

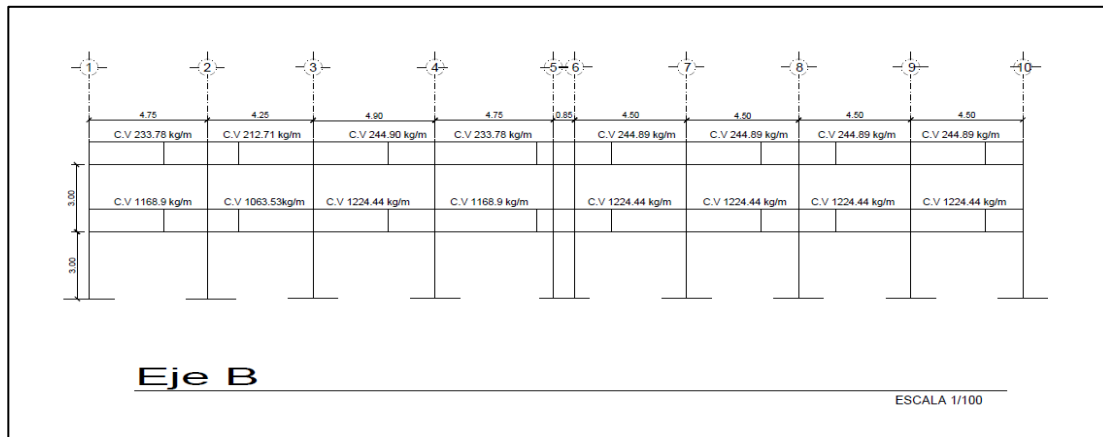
*Modelo matemático de carga muerta - eje 4*



*Nota.* Figura de Modelo matemático de carga muerta - Eje 4. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

**Figura 15.**

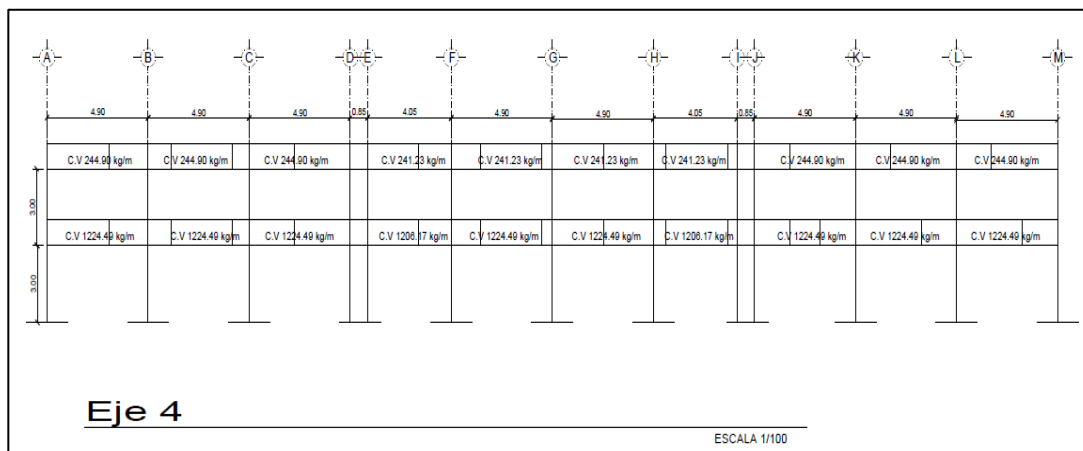
*Modelo matemático de carga viva eje B*



*Nota.* Figura de modelo matemático de carga viva Eje B. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

**Figura 16.**

*Modelo matemático de Carga Viva Eje 4*



*Nota.* Figura de modelo matemático de carga viva eje 4. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.



- Peso por nivel
  - Segundo nivel

$$V_{losa a rostro} * P_{e_{concreto}} \quad (\text{Ec. 51})$$

$$Losas = [0.11 * (49.00 + \frac{\pi}{4} * (0.50)^2) * (37.50 + \frac{\pi}{4} * (0.50)^2)] * 2400 = 489594 \text{ kg}$$

$$V_{vigas} * P_{e_{concreto}} \quad (\text{Ec. 52})$$

$$Viga = [((0.45 * 0.30 * 49.00) * 10) + ((0.45 * 0.30 * 37.50) * 13)] * 2400 = 316710 \text{ kg}$$

$$V_{columnas} * P_{e_{concreto}} \quad (\text{Ec. 53})$$

$$Columnas = [(\frac{\pi}{4} * (0.50)^2 * 1.5) * 130] * 2400 = 91891.59 \text{ kg}$$

$$A_{losa a rostro} * W_{sobrecarga} \quad (\text{Ec. 54})$$

$$Sobrecargas = (49.20 * 37.70) * 150 = 278226 \text{ kg}$$

$$A_{muros} * W_{muros} \quad (\text{Ec. 55})$$

$$Muros = [(37.50 * 1.50) * 10] + (49.00 * 1.50) * 13 * 150 = 227700 \text{ kg}$$

$$P_{total \text{ nivel } 2} = \sum 1404121.59 \text{ kg} \approx 1404122 \text{ kg}$$

- Primer nivel

$$V_{losa \text{ a rostro}} * P_{e_{concreto}} \quad (\text{Ec. 56})$$

$$Losa = [0.11 * (49.00 + \frac{\pi}{4} * (0.50)^2) * (37.50 + \frac{\pi}{4} * (0.50)^2)] * 2400 = 489594 \text{ kg}$$

$$V_{vigas} * P_{e_{concreto}} \quad (\text{Ec. 57})$$

$$Viga = [(0.45 * 0.30 * 49.00) * 10] + [(0.45 * 0.30 * 38.30) * 13] * 2400 = 316710 \text{ kg}$$

$$V_{columnas} * P_{e_{concreto}} \quad (\text{Ec. 58})$$

$$Columnas = [(\frac{\pi}{4} * 0.50^2 * 4.5) * 130] * 2400 = 275674.76 \text{ kg}$$

$$A_{losa \text{ a rostro}} * W_{sobrecarga} \quad (\text{Ec. 59})$$

$$Sobrecargas = (49.20 * 37.70) * 150 = 278226 \text{ kg}$$

$$A_{muros} * W_{muros} \quad (\text{Ec. 60})$$

$$Muros = [(37.50 * 4.5) * 10] + (49.00 * 4.5) * 13 * 150 = 683100 \text{ kg}$$

$$P_{total \text{ nivel } 1} = \sum 2043304.76 \text{ kg} \approx 2043305 \text{ kg}$$

- Peso total del edificio

$$100\text{CM} + 25\text{CV} \quad (\text{Ec. 61})$$

$$W_{nivel 2} = 1404122 + [(49.00 * 37.50 * 100)] * 0.25 = 396968 \text{ kg}$$

$$W_{(nivel\ 1)} = 2043305 + \{[(14.7 * 18.65 * 500)^2] + [(17.9 * 18.65 * 500)^1] + [(14.7 * 18 * 500)^2] + [(17.9 * 18 * 500)^1]\} * 0.25 = 727532.88 \text{kg} \quad (\text{Ec. 62})$$

$$P_{total} = \sum 1124500.88 \text{kg} \approx 1124.50 \text{ Ton}$$

### 2.7.2. Cargas horizontales

Son producidas por el viento o el sismo. Estas son inducidas en las estructuras son producto del análisis sísmico en la edificación. Para determinar las cargas horizontales que afectan a cada planta de la estructura es necesario determinar el corte basal.

Puesto que en Guatemala es considerado un lugar de alta sismicidad las cargas de viento no se consideran, ya que en el lugar donde se diseñará la estructura los vientos son muy bajos.

### 2.7.3. Modelos matemáticos de marcos rígidos

Los marcos rígidos cuyo proceso involucra cálculos iterativos y que se utilizaban antes de que el uso de las calculadoras y computadoras fueran común, se denominan como métodos clásicos, específicamente en este documento nos referimos al Método Kani, es el que utilizaremos.

## 2.8. Cálculo de corte basal, método de AGIES

- Considerar: Chinautla, Guatemala
- Tipo de suelo firme y rígido
- Edificación Mercado

- Sistema estructural DA alta ductilidad
- Clase de suelo (clase de sitio)
- Suelo firme y rígido – tipo D
- Tipo de obra
- Clasificación Importante - Edificación Mercado
- Nivel de protección sísmica D
- Factor de reducción
- Sistema estructural E1 Marcos Dúctiles de concreto reforzado – R= 8
- Índice de sismicidad lo 4.1
- Orden espectral de periodo corto Scr 1.43
- Orden espectral de periodo de 1 segundo S1r 0.89
- Periodo fundamental de vibración

$$T_a = K_t(h_n)^x \quad (\text{Ec. 63})$$

$$T_a = (0.047 * 6)^{0.9} = 0.24 \text{ s} \quad (\text{Ec. 64})$$

Ajuste por intensidad sísmica especial

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a \quad (\text{Ec. 65})$$

$$S_{1s} = S_{1r} * F_v * N_v \quad (\text{Ec. 66})$$

Donde:

Fa y Fv son coeficientes de sitio

**Tabla 20.***Coeficientes de sitios***Tabla 4.5-1 — Coeficientes de sitio  $F_a$** 

Clase de sitio	Índice de sismicidad			
	2	3	4.1	4.2
AB	1.0	1.0	1.0	1.0
C [1]	1.0	1.0	1.0	1.0
D	1.0	1.0	1.0	1.0
E	1.0	1.0	1.0	1.0
F	Se requiere evaluación específica - ver Sección 4.4			

[1] En los casos en que la investigación de suelos abreviada no especifique si un suelo firme clasifica como C o como D, el factor  $F_a$  se tomará del suelo C.

**Tabla 4.5-2 — Coeficientes de sitio  $F_v$** 

Clase de sitio	Índice de sismicidad			
	2	3	4.1	4.2
AB	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0
D [1]	1.0	1.0	1.0	1.0
E	1.0	1.0	1.0	1.0
F	Se requiere evaluación específica - ver Sección 4.4			

[1] En los casos en que la investigación de suelos abreviada no especifique si un suelo firme clasifica como C o como D, el factor  $F_v$  se tomará del suelo D.

*Nota.* Tablas de Coeficientes de sitios. Obtenido de NSE-2 (2018). *Demandas estructurales y condiciones de carga.* (p 4-7).

$N_a$  y  $N_v$  son factores para periodos cortos y largos de vibración.

**Tabla 21.**

*Factor para periodos cortos de vibración*

**Tabla 4.6.2-2 — Factor  $N_a$  para periodos cortos de vibración**

Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica <sup>[1]</sup> <sub>[2]</sub>		
	≤ 2 km	5 km	≥ 10 km
A	1.0	1.0	1.0
B	1.0	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0

[1] Tomar distancia horizontal a la proyección horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 km.

[2] Utilizar el mayor factor  $N_a$  obtenido al cotejar todas las fuentes relevantes.

**Tabla 4.6.2-3 — Factor  $N_v$  para periodos largos de vibración**

Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica <sup>[1]</sup> <sub>[2]</sub>			
	≤ 2 km	5 km	10 km	≥ 15 km
A	1.0	1.0	1.0	1.0
B	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

[1] Tomar distancia horizontal a la proyección horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 km.

[2] Utilizar el mayor factor  $N_v$  obtenido al cotejar todas las fuentes relevantes.

*Nota.* Tablas de factor para periodos cortos de vibración. NSE-2 (2018). *Demandas estructurales y condiciones de carga.* (p 4-14).

$$S_{CS} = 1.43 * 1 * 1 = 1.43 \quad (\text{Ec. 67})$$

$$S_{1S} = 0.89 * 1 * 1 = 0.89 \quad (\text{Ec. 68})$$

Probabilidad nominal de ocurrencia de los sismos de diseño.

$$S_{cd} = K_d * S_{CS} \quad (\text{Ec. 69})$$

$$S_{1d} = K_d * S_{1S} \quad (\text{Ec. 70})$$

Donde:

$K_d$  es un factor de acuerdo con el nivel de sismo

**Tabla 22.**

*Factores  $K_d$  de acuerdo con el nivel del sismo*

Nivel de sismo	Factor $K_d$
Sismo ordinario — 10% probabilidad de ser excedido en 50 años	0.66
Sismo severo — 5% probabilidad de ser excedido en 50 años	0.80
Sismo extremo — 2% probabilidad de ser excedido en 50 años	1.00
Sismo mínimo — condición de excepción	0.55

*Nota.* Tablas de factores  $K_d$  de acuerdo con el nivel del sismo. Obtenido de NSE-2 (2018). *Demandas estructurales y condiciones de carga.* (p 4-8).

$$K_d = 0.66 \text{ para un sismo ordinario}$$

$$S_{cd} = 0.66 * 1.43 = 0.94 \quad (\text{Ec. 71})$$

$$S_{1d} = 0.66 * 0.89 = 0.59 \quad (\text{Ec. 72})$$

- Componente vertical del sismo de diseño

$$S_{vd} = 0.20 * S_{cd} \quad (\text{Ec. 73})$$

$$S_{vd} = 0.20 * 0.94 = 0.19 \quad (\text{Ec. 74})$$

- Periodo de transición

- Ts: Separa los periodos cortos de los largos

$$T_s = \frac{S_{1s}}{S_{cs}} = \frac{0.89}{1.43} = 0.62 \text{seg} \quad (\text{Ec. 75})$$

- To: Define el inicio de la meseta de periodos cortos del espectro

$$T_0 = 0.2 * 0.62 = 0.12 \text{ seg} \quad (\text{Ec. 76})$$

- Espectros genéricos probables

Como  $T_0 \leq T \leq T_s$ , entonces

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

$$S_a(T) = 0.94$$

- Coeficiente sísmico

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R * \beta_d} \quad (\text{Ec. 77})$$

$$C_s = \frac{0.94}{8 * 1} = 0.12 \quad (\text{Ec. 78})$$

- Valores mínimos Cs

$$C_s \geq \frac{0.044 S_{cd} F_d}{\beta_d} \geq 0.01 \quad (\text{Ec. 79})$$

$$T_f = 1.4 * 0.24 = 0.34 \text{ seg} \quad (\text{Ec. 80})$$



$$F_d = \left[ 0.59 + \frac{4.77 \cdot 0.59}{0.94 \cdot 0.34 \cdot 8} \right] * \frac{1}{0.66} = 2.56 \quad (\text{Ec. 81})$$

$$C_s \geq \frac{0.044 \cdot 0.94 \cdot 2.56}{1} = 0.11 \quad (\text{Ec. 82})$$

- Corte basal

$$V_s = C_s W_s \quad (\text{Ec.83})$$

Donde:

$V_s$  = es el corte basal

$C_s$  = es el peso sísmico

$W_s$  = es el coeficiente sísmico de diseño

$$V_s = 0.12 * 1124500.88 \text{ kg} = 134940.11 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 84})$$

- Distribución de fuerzas sísmicas

$$V_x = C_{yx} * V_b \quad (\text{Ec. 85})$$

$$C_{yx} = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n (W_i h_i^k)} \quad (\text{Ec. 86})$$

Donde:

$F_x$  es el cortante de cedencia en el nivel "x" de la edificación

$H_x$  es la altura del nivel "x" sobre la base sísmica

$K = 1$ , para  $T \leq 0.5$  segundos

$K = 0.75 + 0.5 T_s$ , para  $0.5 < T \leq 2.5$  segundo;

$K= 2$ , para  $T > 2.5$  segundos;

Los términos  $W_x$ ,  $W_i$  y  $h_i$  han sido previamente definidos

- Fuerza por nivel

$$W_{nivel} = 2043.30ton; H_{nivel} = 3m; k = 1$$

- Primer nivel

$$W_{nivel1} * H_{nivel1}^k = 2043.30 * 3 = 6129.92 \quad (\text{Ec. 87})$$

$$W_{nivel} = 1404.12ton; H_{nivel} = 3m; k = 1 \quad (\text{Ec. 88})$$

- Segundo nivel

$$W_{nivel2} * H_{nivel2}^k = 1404.12 * 3 = 4212.37 \quad (\text{Ec. 89})$$

$$\sum W_i * h_i^k = 6129.92 + 4212.37 = 10342.29 \quad (\text{Ec. 90})$$

- Primer nivel

$$C_{yx} = \frac{W_{nivel1} h_{nivel1}^k}{\sum_{i=1}^n (W_i h_i^k)} = \frac{6129.92}{10342.29} = 0.59 \quad (\text{Ec. 91})$$

- Segundo nivel

$$C_{yx} = \frac{W_{nivel2} h_{nivel2}^k}{\sum_{i=1}^n (W_i h_i^k)} = \frac{4212.37}{10342.29} = 0.41 \quad (\text{Ec. 92})$$

- Fuerza sísmica del primer nivel

$$F_{nivel1} = C_{yx} * V_b = 0.59 * 134.94 = 79.61 \text{ ton} \quad (\text{Ec. 93})$$

- Fuerza sísmica del segundo nivel

$$F_{nivel2} = C_{yx} * V_b = 0.41 * 134.94 = 55.32 \text{ ton} \quad (\text{Ec. 94})$$

- Fuerza sísmica por ejes

Marco Y= 13

Marco X= 10

- Primer nivel

$$F_{nivel\ 1,eje\ Y} = \frac{F_{nivel\ 1}}{No.marcos\ Y} = \frac{79.61}{13} = 6.12 \quad (\text{Ec. 95})$$

$$F_{nivel\ 1,eje\ X} = \frac{F_{nivel\ 1}}{No.marcos\ X} = \frac{79.61}{10} = 7.96 \quad (\text{Ec. 96})$$

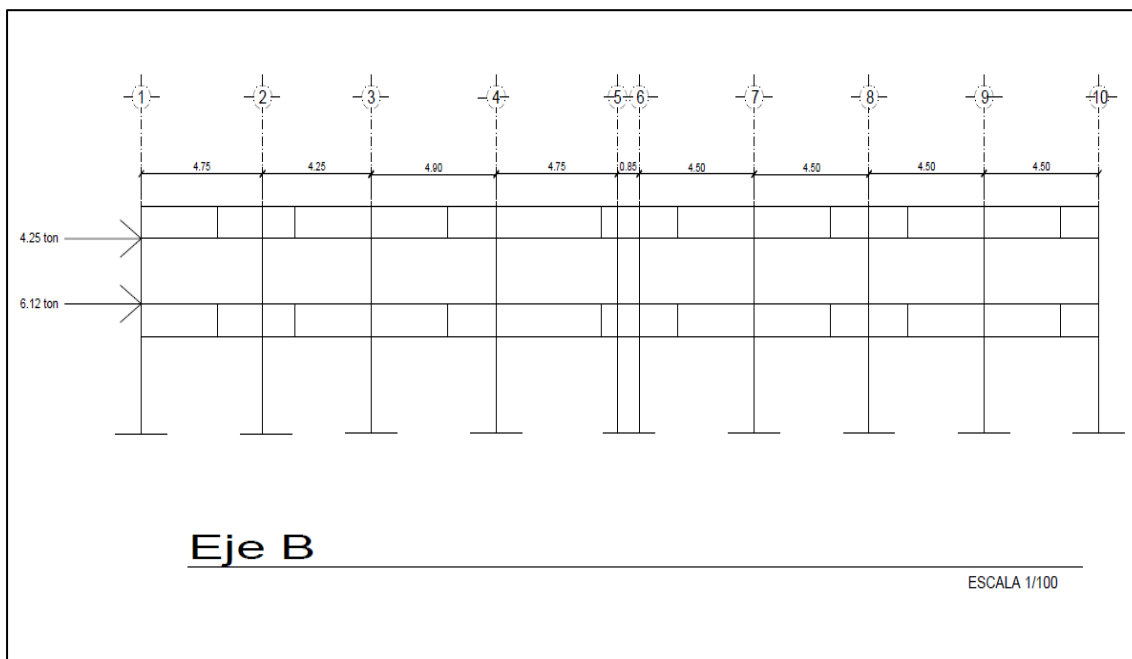
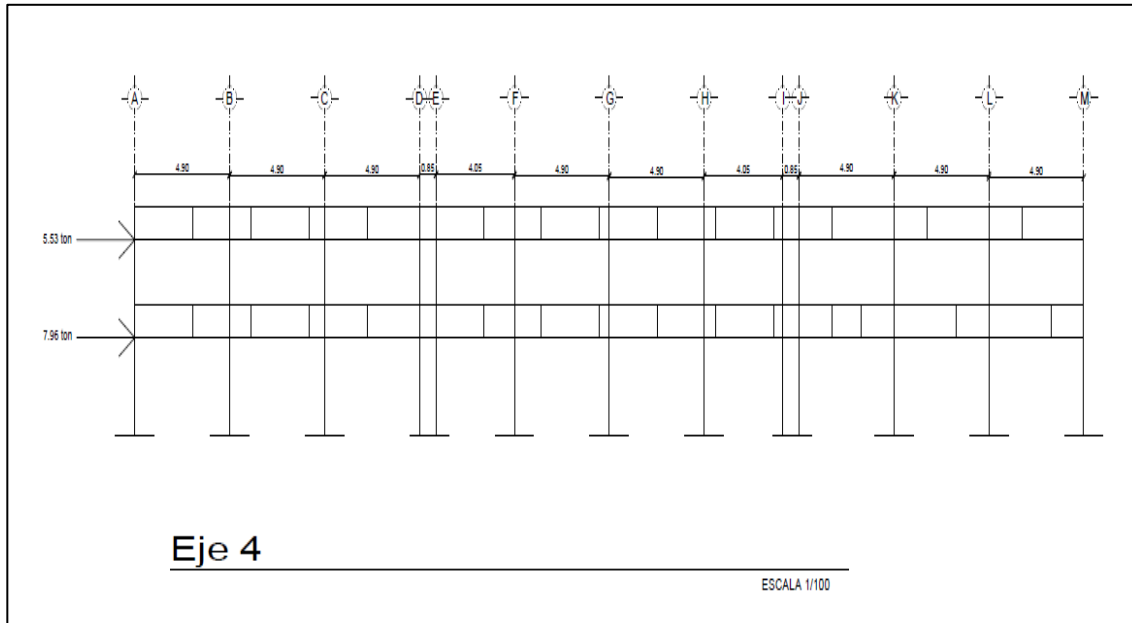
- Segundo nivel

$$F_{nivel\ 2,eje\ Y} = \frac{F_{nivel\ 2}}{No.marcos\ Y} = \frac{55.32}{13} = 4.25 \quad (\text{Ec. 97})$$

$$F_{nivel\ 2,eje\ X} = \frac{F_{nivel\ 2}}{No.marcos\ X} = \frac{55.32}{10} = 5.53 \quad (\text{Ec. 98})$$

**Figura 17.**

*Modelo matemático de carga sísmica*



Nota. Figura de modelo matemático de carga sísmica. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

### **2.8.1. Análisis de marcos rígidos con el programa Etabs**

Para realizar el análisis respectivo se utilizó el método numérico Kani, este método se basa en la distribución de momentos desarrollados a través de aproximaciones sucesivas.

El análisis es uno de los pasos básicos en el desarrollo de proyectos de ingeniería. Depende de este la efectividad de la estructura, es necesario analizar su comportamiento estructural. Para ello recurriamos al método exacto y correctivo como lo es kani, puesto que automáticamente elimina los errores de cálculo que se cometen en el proceso iterativo.

### **2.9. Análisis de marcos rígidos mediante el método numérico Kani**

El método numérico kani es exacto de distribución de momentos iterativos, se elige una ruta para realizar diversos ciclos.

Aplicamos el método numérico para analizar el comportamiento de los componentes estructurales sometidos a carga muerta, viva y de sismo

Para iniciar el método de kani es necesario para determinar la inercia de las secciones, que para el caso estudiado se realizara una inercia relativa la cual la obtenemos mediante el siguiente procedimiento:

- Cálculo de momentos fijos ( $MF_{ik}$ )
- Utilizada cuando existen cargas verticales
- Cálculo de momentos de sujeción ( $M_s$ )

- Empleada cuando hay cargas verticales

$$M_s = \sum MF_{ik} \quad (\text{Ec. 99})$$

Determinación de fuerzas de sujeción (H) se calcula cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$H = FMNIVEL_n$  (fuerza por marco del nivel n, tomada del análisis sísmico)

Cálculo de la fuerza cortante en el piso ( $Q_n$ ) destinada cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \sum H \quad (\text{Ec. 100})$$

Cálculo de momentos de piso ( $M_n$ ); utilizada cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$M_n = \left( \frac{Q_n * H_n}{3} \right); h_n = \text{altura del piso } n \quad (\text{Ec. 101})$$

Cálculo de rigideces de los elementos (k<sub>ik</sub>)

$$k_{ik} = \frac{I}{L_{ik}} \quad (\text{Ec. 102})$$

Donde:

I= Inercia del elemento

L= Longitud del elemento

- Cálculo de factor de giro o coeficiente de reparto ( $\mu_{ik}$ )

$$\mu = -\frac{1}{2} * \frac{k_{ik}}{\sum k_{ik}} \quad (\text{Ec. 103})$$

- Cálculos de factores de corrimiento ( $v_{ik}$ )

Empleada cuando hay ladeo causado por asimetría en la estructura o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$v_{ik} = -\frac{3}{2} * \frac{k_{ik}}{\sum k_{ik}} \quad (\text{Ec. 104})$$

- Cálculo de iteración, influencias de giro, ( $M'_{ik}$ ) las influencias de giro se utilizan de acuerdo al efecto de ladeo.

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(M_s + \sum M'_{ni}) \quad \text{sin ladeo} \quad (\text{Ec. 105})$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(M_s + \sum M'_{ni} + M''_{in}) \quad \text{con ladeo} \quad (\text{Ec. 106})$$

Donde:

$M'_{ik}$  = momento en el extremo  $i$  debido al giro del mismo

$M'_{ki}$  = momento en el extremo  $k$  debido al giro del mismo

$M'_{ik}$  =

momento debido al desplazamiento de la columna en el extremo  $i$  de la barra  $ik$

- Cálculo de momento fijos

Ejemplo para cargas distribuidas uniformemente, marco B

$$MF = +/\frac{WL^2}{12} \quad (\text{Ec. 107})$$

Para estos momentos fijos se usa una carga muerta distribuida uniformemente.

**Tabla 23.**

*Carga muerta distribuida*

1286,79	1286,79	1286,79	1286,79	
233,78	233,78	233,78	233,78	3,00
C	F	I	L	O
2253,80	2253,80	2253,80	2253,80	
1168,90	1168,90	1168,90	1168,90	3,00
B	E	H	K	N
A	D	G	J	M
2	3	4	5	
<----->	<----->	<----->	<----->	
4,75	4,25	4,90	4,75	

Nota. Tabla de carga muerta distribuida. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

$$MF_{ab} = -2253.32 * \frac{4.75^2}{12} = -4236.11 \text{ k} - m \quad (\text{Ec. 108})$$

$$MF_{ab} = 2253.32 * \frac{4.75^2}{12} = 4236.11 \text{ k} - m \quad (\text{Ec. 109})$$



**Tabla 24.**

*Cálculo de momentos fijos*

MF be =	-4237,61	Kg . M	MF hk =	-4509,48
MF eb =	4237,61	Kg . M	MF kh =	4509,48
MF cf =	-2419,43	Kg . M	MF il =	-2574,65
MF fc =	2419,43	Kg . M	MF li =	2574,65
MF eh =	-3392,44	Kg . M	MF kn =	-4237,61
MF he =	3392,44	Kg . M	MF nk =	4237,61
MF fi =	-1936,89	Kg . M	MF lo =	-2419,43
MF if =	1936,89	Kg . M	MF ol =	2419,43

MF be =	-4237,61	Kg . M		
MF eb =	4237,61	Kg . M		
MF cf =	-2419,43	Kg . M		
MF fc =	2419,43	Kg . M		
MF eh =	-3392,44	Kg . M	MF kn =	
MF he =	3392,44	Kg . M		
MF fi =	-1936,89	Kg . M	MF lo =	
MF if =	1936,89	Kg . M		2419,43

*Nota.* Tabla de cálculo de momentos fijos. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Cálculo de rigideces de los elementos (columnas y vigas).
  - Inercia de columnas

$$\frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi * 0.354^4}{64} = 306796 \text{ cm}^4 \quad (\text{Ec. 110})$$

- Inercia de vigas

$$\frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}(45)(30)^3 = 227813 \text{ cm}^4 \quad (\text{Ec. 111})$$

- Inercia relativa

$$I_{col} = 1.00$$

$$I_{viga} = 0.74$$

- Rigideces (K)

$$K_{col} = \frac{I_{col}}{long_{col}} \quad (\text{Ec. 112})$$

$$K_{viga} = \frac{K_{viga}}{long_{viga}} \quad (\text{Ec. 113})$$

$$K_{col} \text{ primer y segundo nivel} = \frac{1}{3} = 0.333$$

$$K_{viga} = \frac{0.74}{4.5} = 0.16 \quad (\text{Ec. 114})$$

- Factor de corrimiento

$$V = -\frac{3}{2} * \frac{K_{ik}}{\sum K_{in}} \quad (\text{Ec. 115})$$

$$V (n1 \text{ yn}2) = -\frac{3}{2} * \frac{0.333}{4.5 * 0.333} = -0.30 \quad (\text{Ec. 116})$$

- Factor de giro (para todos los nudos)

$$\mu = -\frac{1}{2} * \frac{kik}{\sum kik} \quad (\text{Ec. 117})$$

**Tabla 25.**

*Factores de giro para nudos*

Los nudos A, D, G, J, M, P son = 0							
Nudo B:	$U_{ba} = -1/2 (K_{ba} / (k_{ba} + k_{be} + k_{bc}))$			Nudo C:	$U_{cb} = -1/2 (K_{cb} / (K_{cb} + K_{cf}))$		
	$U_{ba} =$	-0,20			$U_{cb} =$	-0,34	
	$U_{be} =$	-0,09			$U_{cf} =$	-0,16	-0,50
	$U_{bc} =$	-0,20	<u>-0,50</u>				
Nudo E:	$U_{eb} =$	-0,08		Nudo F:	$U_{fc} =$	-0,12	
	$U_{ed} =$	-0,17			$U_{fe} =$	-0,25	
	$U_{eh} =$	-0,09			$U_{fi} =$	-0,13	-0,50
	$U_{ef} =$	-0,17	<u>-0,50</u>				
Nudo H:	$U_{he} =$	-0,09		Nudo I:	$U_{if} =$	-0,13	
	$U_{hg} =$	-0,17			$U_{ih} =$	-0,25	
	$U_{hk} =$	-0,08			$U_{il} =$	-0,11	-0,50
	$U_{hi} =$	-0,17	<u>-0,50</u>				
Nudo K:	$U_{kh} =$	-0,08		Nudo L:	$U_{li} =$	-0,12	
	$U_{kj} =$	-0,17			$U_{lk} =$	-0,26	
	$U_{kn} =$	-0,08			$U_{lo} =$	-0,12	-0,50
	$U_{kl} =$	-0,17	<u>-0,50</u>				
Nudo N:	$U_{nk} =$	-0,09		Nudo O:	$U_{ro} =$	-0,16	
	$U_{no} =$	-0,20			$U_{rq} =$	-0,34	-0,50
	$U_{nm} =$	-0,20	<u>-0,50</u>				

*Nota.* Tabla de factores de giro para nudos. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Cálculo de momento de sujeción.

$$\sum MFi_k \quad (\text{Ec. 118})$$

$$Msa = MFab = 1524.92 \quad (\text{Ec. 119})$$

$$Msb = MFab + MFbc = 1524.92 - 1524.92 = 0 \quad (\text{Ec. 120})$$

**Tabla 26.**

*Momentos de sujeción*

* Colúmnas Primer Nivel				* Colúmnas Segundo Nivel			
Mab =	753,96	Mba =	1512,45	Mbc =	2101,98	Mcb =	1938,25
Mde =	-191,68	Med =	-378,83	Mef =	-543,39	Mfe =	-515,58
Mgh =	179,50	Mhg =	363,53	Mhi =	494,93	Mih =	447,54
Mjk =	-5,88	Mkj =	-7,24	Mkl =	3,81	Mlk =	21,43
Mmn =	-743,45	Mnm =	-1482,37	Mno =	-2058,50	Mon =	-1890,48
Mik = MF <sub>ik</sub> + 2M <sub>ik</sub> + M <sub>ki</sub>							
* Vigas Primer Nivel				* Vigas Segundo Nivel			
Mbe =	-3612,36	Meb =	4420,97	Mcf =	-1936,30	Mfc =	2548,91
Meh =	-3492,17	Mhe =	3487,26	Mfi =	-2032,31	Mif =	1996,60
Mhk =	-4342,77	Mkh =	4591,91	Mil =	-2443,03	Mli =	2651,56
Mkn =	-4641,01	Mnk =	3516,10	Mlo =	-2671,92	Mol =	1891,57
* Colúmnas Primer Nivel				* Colúmnas Segundo Nivel			
Mpq =	738,44	Mqp =	1508,49	Mqr =	1880,56	Mrq =	1679,33
Mst =	-72,78	Mts =	-113,94	Mtu =	-140,44	Mut =	-146,04
Mvw =	-25,63	Mwv =	-19,64	Mwx =	1,61	Mxw =	-3,41
Myz =	21,09	Mzy =	73,80	Mzaa =	143,04	Maaz =	139,30
Mabac =	-713,81	Macab =	-1396,02	Macad =	-1870,64	Madac =	-1683,33
Mik = MF <sub>ik</sub> + 2M <sub>ik</sub> + M <sub>ki</sub>							
* Vigas Primer Nivel				* Vigas Segundo Nivel			
Mot =	-3245,29	Mto =	4169,01	Mru =	-1680,26	Mur =	2312,98
Mtw =	-3916,21	Mwt =	3866,72	Mux =	-2167,41	Mxu =	2102,98
Mwz =	-3850,07	Mzw =	3932,65	Mxaa =	-2100,13	Maax =	2170,39
Mzac =	-4201,98	Macz =	3239,71	Maaad =	-2310,17	Madaa =	1682,78

*Nota.* Tabla de momentos de sujeción. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Cálculo de iteraciones por el método kani

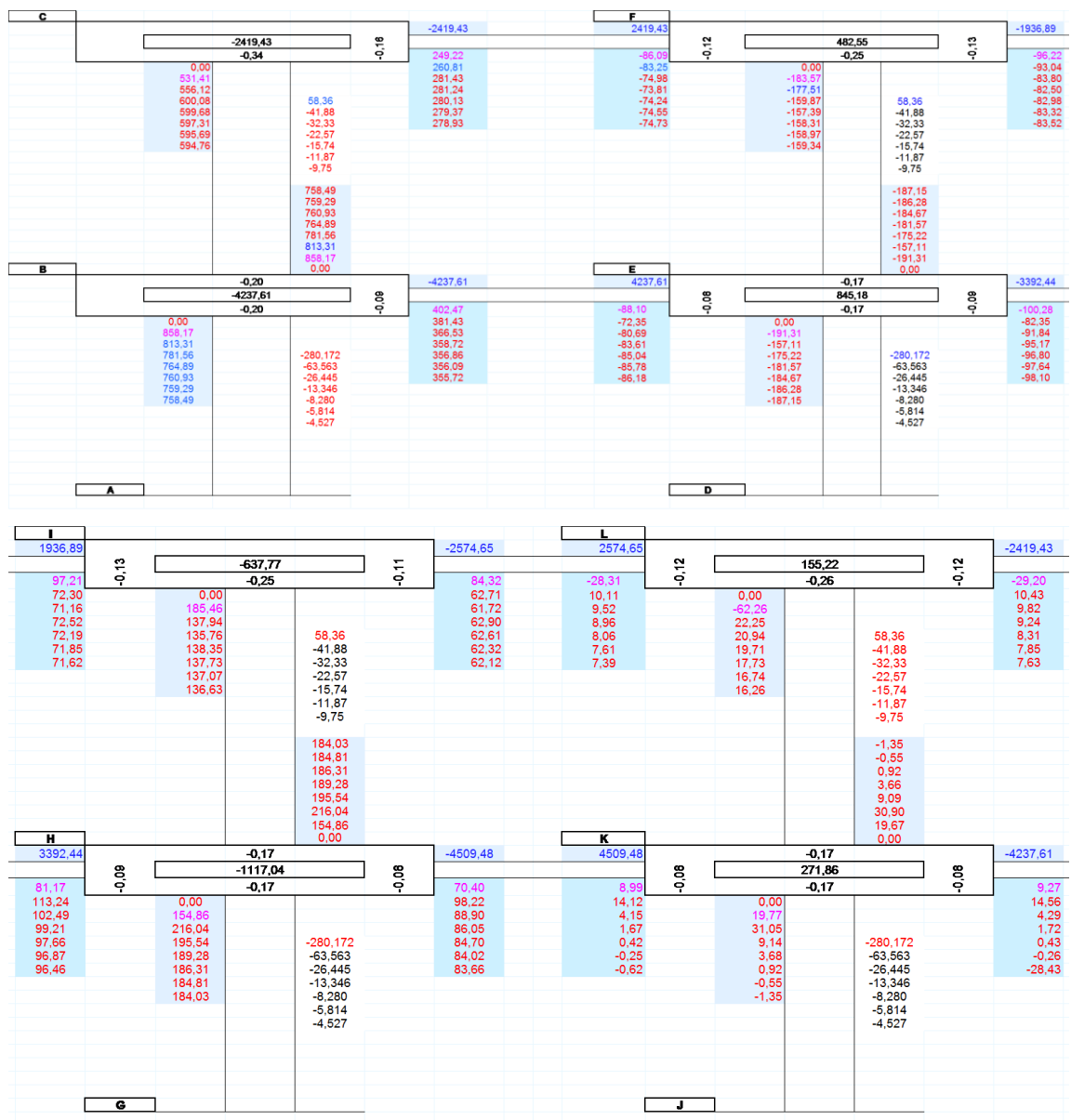
Para realizar el método kani, se utilizó una hoja electrónica Excel.

Primera iteración:  $M'_{ik} = \mu'_{ik}(M_s + \sum(M'_{ni} + M''_{in}))$  (Ec. 121)

Momentos finales:  $M'_{ik} = M_{fijo} + M_{ik} + M_{ki}$ , para vigas y columnas (Ec.122)

**Tabla 27.**

Diagrama de iteraciones método kani, carga muerta, marco A, (Eje Y)



Continuación de la tabla 27.

<b>O</b>	2419,43					<b>R</b>						-2124,01
	-0,16	2419,43					-2124,01					-0,16
		-0,34					-0,34					
	-381,55	0,00					0,00					213,61
	-286,50	-813,57					455,48					223,54
	-270,72	-610,91					476,65					229,90
	-267,12	-577,26					490,22					231,50
	-267,12	-569,61			58,36		493,62			53,16		232,21
	-267,48	-569,58			-41,88		495,14			15,83		232,62
	-267,74	-570,34			-32,33		496,01			1,71		232,62
		-570,90			-22,57		496,48			-5,07		232,84
					-15,74					-8,50		
					-11,87					-10,34		
					-9,75					-11,34		
					-738,92					697,71		
					-737,89					697,37		
					-735,90					696,75		
					-731,78					695,74		
					-722,86					695,39		
					-691,41					696,32		
					-693,41					785,83		
					0,00					0,00		
<b>N</b>	4237,61					<b>Q</b>						-3880,41
	-0,08	4237,61					-3880,41					-0,08
		-0,20					-0,20					
	-325,20	0,00					0,00					368,54
	-324,26	-693,41					785,83					326,56
	-339,01	-691,41					768,66					326,12
	-343,19	-722,86					767,73					326,29
	-345,12	-731,78			-280,172		768,08			-41,823		326,76
	-346,06	-735,90			-63,563		769,09			-23,592		327,05
	-346,54	-737,89			-26,445		769,71			-25,612		327,21
		-738,92			-13,346					-28,179		
					-8,280					-29,985		
					-5,814					-31,034		
					-4,527					-31,614		
<b>M</b>						<b>P</b>						
<b>U</b>	2124,01					<b>X</b>						-2124,01
	-0,12	0,00					0,00					-0,12
		-0,26					-0,26					
	-25,85	0,00					3,13					-25,85
	-27,45	-55,11					-2,43					-27,45
	-23,69	-58,54					-2,49					-23,69
	-22,38	-50,51					-0,61					-22,38
	-22,13	-47,72			53,16		0,07					-22,13
	-22,01	-47,18			15,83		0,33					-22,01
	-21,93	-46,92			1,71		0,16					-21,93
		-46,76			-5,07		0,71					
					-8,50		0,97					
					-10,34							
					-11,34							
					-41,16							
					-41,57							
					-42,32							
					-43,65							
					-45,76							
					-47,52							
					-52,92							
					0,00							
<b>T</b>	3880,41					<b>W</b>						-3880,41
	-0,08	3880,41					-3880,41					-0,08
		-0,17					-0,17					
	-24,82	0,00					-2,45					-24,82
	-22,29	-47,52					-0,11					-22,29
	-21,46	-45,76					1,04					-21,46
	-20,47	-43,65					1,84					-20,47
	-19,85	-42,32					2,34					-19,85
	-19,50	-41,57					2,64					-19,50
	-19,31	-41,16					2,81					-19,31
					-41,823							
					-23,592							
					-25,612							
					-28,179							
					-29,985							
					-31,034							
					-31,614							
<b>S</b>						<b>V</b>						

Continuación de la tabla 27.

<b>AA</b>				<b>AD</b>			
2124,01				2124,01			
-0,12		0,00		-0,12		-0,16	
-0,38		-0,26		-0,38		-0,34	
28,69	0,00	53,16	-0,38	-338,99	0,00	53,16	-338,99
23,47	-0,81	15,83	28,69	-250,04	-722,83	15,83	-250,04
22,66	61,17	1,71	23,47	-235,98	-533,16	1,71	-235,98
22,75	50,04	-5,07	22,66	-233,37	-497,61	-5,07	-233,37
22,88	48,52	-8,50	22,75	-232,57	-495,90	-8,50	-232,57
22,97	48,79	-10,34	22,88	-232,25	-495,22	-10,34	-232,25
	48,97	-11,34	22,97	-232,10	-494,89	-11,34	-232,10
		52,71				-682,20	
		52,33				-682,65	
		51,64				-683,45	
		50,32				-684,74	
		47,61				-686,42	
		42,75				-685,02	
		51,17				-639,45	
		0,00				0,00	
<b>Z</b>				<b>AC</b>			
3880,41				3880,41			
-0,08		-0,17		-0,08		-0,20	
0,00		-0,17		0,00		-0,20	
24,00	0,00	-41,823	-0,08	-299,89	0,00	-41,823	-299,89
20,05	51,17	-23,592	24,00	-321,26	-639,45	-23,592	-321,26
22,33	47,61	-25,612	20,05	-321,92	-686,42	-25,612	-321,92
23,60	42,75	-28,179	22,33	-321,13	-685,02	-28,179	-321,13
24,22	47,61	-29,985	23,60	-320,53	-686,42	-29,985	-320,53
24,54	50,32	-31,034	24,22	-320,15	-684,74	-31,034	-320,15
24,72	51,64	-31,614	24,54	-319,94	-682,65	-31,614	-319,94
	52,33		24,72		-682,20		
	52,71						
<b>Y</b>				<b>AB</b>			

Nota. Tabla de cálculo de momentos fijos. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 28.

Diagrama de iteración método Kani, carga viva, marco A (eje Y)

<b>C</b>				<b>F</b>			
-439,56				439,56			
-0,18		-0,16		-0,12		-0,13	
-0,34		-0,16		-0,25		-0,13	
0,00	-0,88	11,30	-439,56	-10,21	0,00	-11,41	-10,21
-1,88	18,30	21,17	0,00	14,85	-21,77	16,60	14,85
24,09	18,30	22,52	-129,62	21,38	31,66	23,89	21,38
39,03	21,17	23,10	-219,27	22,83	45,58	25,18	22,83
45,15	22,52	23,33	-250,02	22,95	47,81	25,20	22,95
48,01	23,10		-261,52	22,96	48,03	25,22	22,96
49,26	23,33		-265,91		48,08		
49,75			-267,58		48,11		
			-268,19				
	538,42		538,42			-57,64	
	538,23		538,23			-58,05	
	537,60		537,60			-59,14	
	535,56		535,56			-62,04	
	529,32		529,32			-69,62	
	508,60		508,60			-87,33	
	445,08		445,08			-112,42	
	0,00		0,00			0,00	
<b>B</b>				<b>E</b>			
-2197,78				2197,78			
-0,20		-0,08		-0,08		-0,08	
-0,20		-0,08		-0,17		-0,08	
445,08	208,73	-130,422	-0,20	-51,77	0,00	-58,93	-51,77
508,60	238,53	-180,594	445,08	-40,21	-112,42	-45,77	-40,21
529,32	248,24	-203,737	508,60	-32,06	-87,33	-36,49	-32,06
535,56	251,17	-211,942	529,32	-28,57	-69,62	-32,52	-28,57
537,60	252,12	-214,852	535,56	-27,23	-62,04	-31,00	-27,23
538,23	252,51	-215,893	537,60	-26,73	-58,05	-30,43	-26,73
538,42		-216,267	538,23	-26,54	-57,64	-30,21	-26,54
			538,42				
<b>A</b>				<b>D</b>			





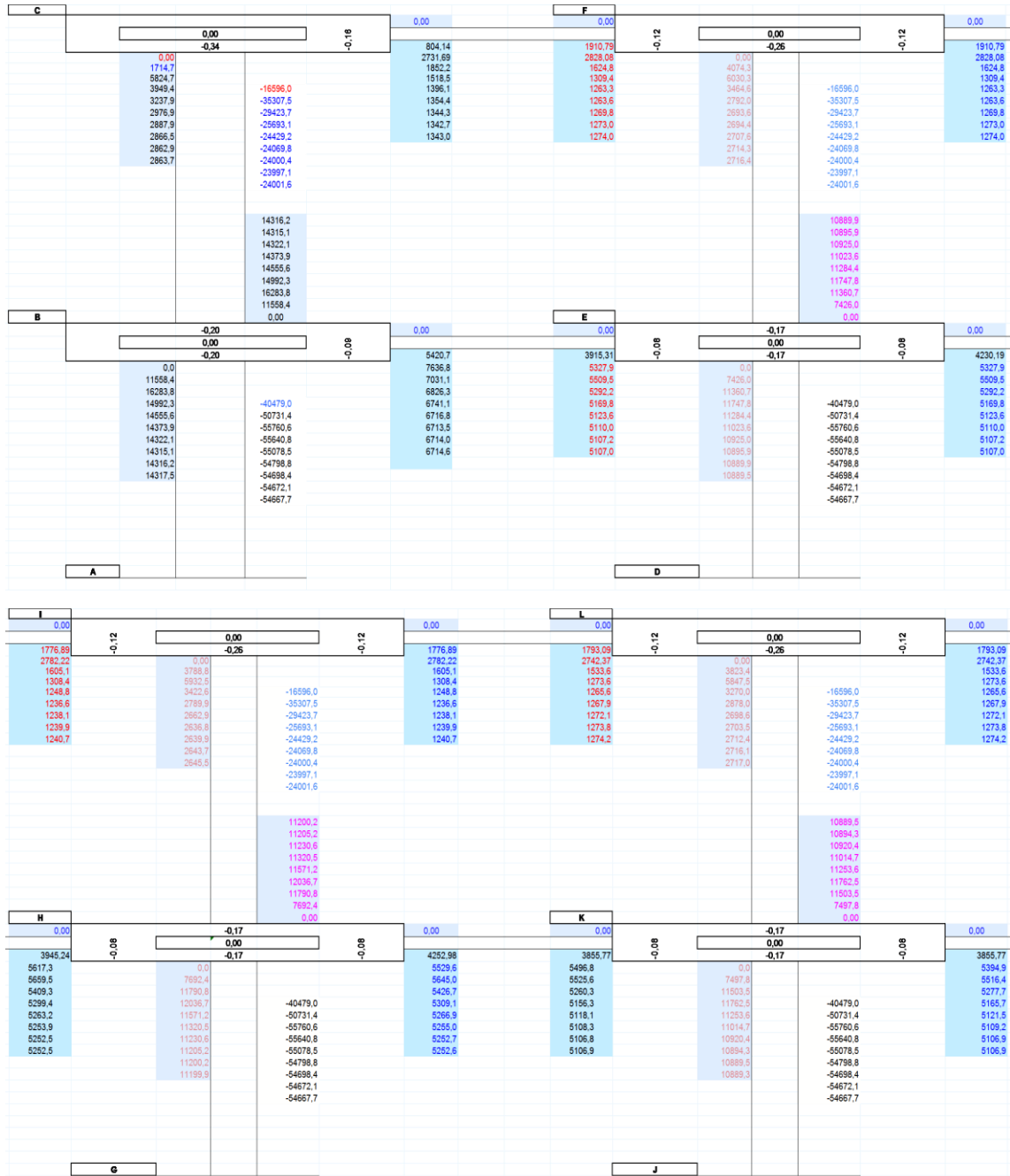
Continuación de la tabla 28.

<b>U</b>				<b>X</b>					
413.27	-0.12	0.00	-0.12	-413.27	413.27	-0.12	0.00	-0.12	-413.27
0.10		0.00		0.10	-0.01		0.00		-0.01
17.74		0.21		17.74	13.12		-0.03		13.12
22.02		37.83		22.02	16.18		27.97		16.18
22.66		46.96	-123.69	22.66	18.01		34.49	-123.69	18.01
22.70		48.31	-208.10	22.70	18.69		38.41	-208.10	18.69
22.71		48.43	-238.55	22.71	18.93		40.36	-238.55	18.93
22.73		48.46	-250.17	22.73	19.01		40.36	-250.17	19.01
			-254.64				40.36	-254.64	
			-256.34				40.36	-256.34	
			-256.97				40.36	-256.97	
			26.79				63.31	26.79	
			26.36				62.99	26.36	
			25.23				62.13	25.23	
			22.19				59.83	22.19	
			14.21				53.39	14.21	
			-4.72				34.80	-4.72	
			-33.24				-2.48	-33.24	
			0.00				0.00	0.00	
<b>T</b>				<b>W</b>					
2066.33	-0.08	-0.17	-0.08	-2066.33	2066.33	-0.08	-0.17	-0.08	-2066.33
-15.59		0.00		-15.59	-1.16		0.00		-1.16
-2.21		-33.24		-2.21	16.32		-2.48		16.32
6.66		-4.72		6.66	25.04		34.80		25.04
10.41		14.21	-124.160	10.41	28.06		53.39	-124.160	28.06
11.83		22.19	-178.482	11.83	29.14		59.83	-178.482	29.14
12.36		25.23	-202.062	12.36	29.54		62.13	-202.062	29.54
12.56		26.36	-210.344	12.56	29.69		62.99	-210.344	29.69
		26.79	-213.272				63.31	-213.272	
			-214.324					-214.324	
			-214.704					-214.704	
<b>S</b>				<b>V</b>					
<b>AA</b>				<b>AD</b>					
413.27	-0.12	0.00	-0.12	-413.27	413.27	-0.16	413.27	-0.16	-413.27
0.00		-0.26		0.00	-65.97		-0.34		-65.97
17.59		0.00		17.59	13.22		0.00		13.22
13.63		0.00		13.63	25.24		-140.67		25.24
13.15		37.52		13.15	27.05		28.18		27.05
13.38		29.06	-123.69	13.38	27.56		53.82	-123.69	27.56
13.53		28.05	-208.10	13.53	27.75		57.68	-208.10	27.75
13.59		28.54	-238.55	13.59	27.83		58.77	-238.55	27.83
		28.84	-250.17				59.18	-250.17	
		28.97	-254.64				59.33	-254.64	
			-256.34					-256.34	
			-256.97					-256.97	
			97.63				-344.40	97.63	
			97.29				-344.83	97.29	
			96.36				-346.01	96.36	
			93.82				-349.13	93.82	
			86.59				-357.35	86.59	
			66.08				-376.93	66.08	
			31.12				-389.97	31.12	
			0.00				0.00	0.00	
<b>Z</b>				<b>AC</b>					
2066.33	-0.08	-0.17	-0.08	-2066.33	2066.33	-0.08	-0.20	-0.08	-2066.33
14.60		0.00		14.60	-182.88		0.00		-182.88
30.99		31.12		30.99	-176.77		-389.97		-176.77
40.61		66.08		40.61	-167.59		-376.93		-167.59
44.00		86.59	-124.160	44.00	-163.74		-357.35	-124.160	-163.74
45.19		93.82	-178.482	45.19	-162.27		-349.13	-178.482	-162.27
45.63		96.36	-202.062	45.63	-161.72		-346.01	-202.062	-161.72
45.79		97.29	-210.344	45.79	-161.52		-344.83	-210.344	-161.52
		97.63	-213.272				-344.40	-213.272	
			-214.324					-214.324	
			-214.704					-214.704	
<b>Y</b>				<b>AB</b>					

Nota. Diagrama de iteración método Kani, carga de sismo, marco A (eje Y). Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 29.**

*Diagrama de iteración método Kani, carga de sismo, marco A (eje Y)*



Continuación de la tabla 29.

O				R			
0,00	-0,16	0,00	-0,34	0,00	-0,34	0,00	-0,16
2362,96		0,00		4246,3		1991,43	
3640,78		5038,5		9379,8		4398,97	
2096,0		7763,2		7583,3		3556,4	
1467,1		4469,4	-16596,0	6880,2	-25268,4	3226,7	
1340,0		3128,3	-35307,5	6513,2	-43031,8	3101,5	
1329,0		2857,3	-29423,7	6519,6	-39254,3	3057,6	
1335,7		2833,7	-25693,1	6496,5	-37932,6	3046,7	
1340,4		2848,0	-24429,2	6492,4	-37545,4	3044,8	
1342,3		2858,2	-24069,8	6493,0	-37467,0	3045,1	
		2862,1	-24000,4		-37461,7		
			-23997,1		-37466,0		
			-24001,6				
			14318,5		16021,2		
			14326,1		16020,4		
			14360,9		16029,0		
			14476,5		16086,2		
			14768,8		16279,6		
			15228,7		16724,1		
			14759,3		18016,9		
			9757,2		12792,9		
			0,00		0,00		
N				Q			
0,00	-0,09	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	0,00	-0,09
4942,15		0,0		0,0		5999,6	
7068,0		10538,1		12792,9		8449,6	
7153,5		15071,0		18016,9		7843,3	
6903,6		15253,3	-40479,0	16724,1	-37902,6	7634,8	
6778,6		14720,5	-50731,4	16279,6	-49045,5	7544,1	
6730,8		14453,8	-55760,6	16086,2	-54850,0	7517,3	
6717,5		14351,9	-55640,8	16029,0	-54925,5	7513,3	
6714,9		14323,6	-55078,5	16020,4	-54388,2	7513,6	
6714,7		14318,0	-54798,8	16020,4	-54103,3	7514,2	
		14317,7	-54698,4	16021,2	-53997,5		
			-54672,1	16022,4	-53968,9		
			-54667,7		-53963,8		
M				P			
U				X			
0,00	-0,12	0,00	-0,12	0,00	-0,12	0,00	-0,12
2816,48		0,00		2816,65		2716,65	
4028,11		6005,5		4038,67		4035,67	
2761,0		8589,1		2813,0		2813,0	
2417,1		5887,3	-25268,4	2493,7	5998,1	2493,7	
2362,1		5153,9	-48391,0	2433,7	5329,2	2433,7	
2360,1		5036,6	-43031,8	2419,3	5189,4	2419,3	
2366,1		5032,5	-39254,3	2420,3	5158,7	2420,3	
2369,4		5045,3	-37932,6	2422,1	5160,8	2422,1	
2370,4		5052,2	-37545,4	2422,9	5164,6	2422,9	
		5054,6	-37467,0		5166,4		
			-37461,7		-37467,0		
			-37466,0		-37461,7		
			12408,0		12700,7		
			12414,8		12706,3		
			12445,9		12733,7		
			12548,5		12827,7		
			12810,3		13081,4		
			13238,4		13519,4		
			12621,1		13069,1		
			7984,8		8281,1		
			0,00		0,00		
T				W			
0,00	-0,08	-0,17	-0,08	0,00	-0,17	0,00	-0,08
4223,57		0,0		4247,82		4579,59	
5919,0		7984,8		6237,4		6129,2	
6208,5		12621,1		6363,5	8281,1	6340,3	
6007,8		13238,4	-37902,6	6118,9	13069,1	6134,9	
5885,0		12810,3	-49045,5	6006,2	13519,4	6016,0	
5836,9		12548,5	-54850,0	5968,0	13081,4	5971,8	
5822,3		12445,9	-54925,5	5957,8	12827,7	5959,0	
5819,1		12414,8	-54388,2	5956,1	12733,7	5956,4	
5818,8		12408,0	-54103,3	5956,2	12706,3	5956,2	
		12407,4	-53997,5		12700,7		
			-53968,9		12700,3		
			-53963,8		-54388,2		
					-54103,3		
					-53997,5		
					-53968,9		
					-53963,8		
S				V			

Continuación de la tabla 29.

AA				0,00	AD			
0,00	-0,12	0,00		0,00	-0,16	0,00		0,00
0,00	-0,12	-0,26	-0,12	0,00	-0,16	-0,34	0,00	0,00
2728,73				2728,73	3597,96			
3953,40	0,00			3953,40	5433,75	0,00		
2662,1	5818,4			2662,1	3862,7	7671,9		
2375,4	8429,8			2375,4	3190,0	11586,3		
2362,9	5676,3	-25268,4		2362,9	3047,1	8236,4	-25268,4	
2364,2	5238,5	-48391,0		2364,2	3031,6	6802,0	-48391,0	
2368,4	5038,3	-43031,8		2368,4	3037,6	6497,2	-43031,8	
2370,2	5041,1	-39254,3		2370,2	3042,4	6464,3	-39254,3	
2370,7	5050,1	-37932,6		2370,7	3044,3	6477,0	-37932,6	
	5054,0	-37545,4				6487,3	-37545,4	
	5055,1	-37467,0				6491,4	-37467,0	
		-37461,7					-37461,7	
		-37466,0					-37466,0	
		12407,5					16023,7	
		12413,0					16032,1	
		12441,3					16069,3	
		12540,1					16189,4	
		12780,7					16481,3	
		13261,0					16894,9	
		12784,2					16171,6	
		8084,2					10397,5	
		0,00					0,00	
Z				0,00	AC			
0,00	-0,08	-0,17		0,00	-0,08	-0,20		0,00
0,00	-0,08	-0,17	-0,08	0,00	-0,08	-0,20	0,00	0,00
4156,84				4156,84	5271,01			
6119,2	0,0			5995,5	7758,8	0,0		
6236,0	8084,2			6219,1	7944,6	11239,3		
5977,5	12784,2			5993,9	7708,0	16543,9		
5871,6	13261,0	-37902,6		5881,1	7581,8	16940,2	-37902,6	
5831,2	12780,7	-49045,5		5834,7	7531,8	16435,6	-49045,5	
5820,4	12540,1	-54850,0		5821,5	7517,5	16166,5	-54850,0	
5818,7	12441,3	-54925,5		5818,9	7514,6	16059,9	-54925,5	
5818,8	12413,0	-54388,2		5818,8	7514,3	16029,4	-54388,2	
	12407,5	-54103,3				16023,2	-54103,3	
	12407,3	-53997,5				16022,7	-53997,5	
		-53968,9					-53968,9	
		-53963,8					-53963,8	
Y					AB			

Nota. Diagrama de iteración método Kani, carga de sismo, marco A (eje Y). Elaboración propia, realizado con Excel.

- Momentos positivos para vigas

$$M^+ = \frac{CM*L}{8} - \frac{Mik+Mki}{2} \quad (\text{Ec.123})$$

**Tabla 30.***Momentos positivos para carga muerta, marco B*

W = cargas verticales en los marcos en sentido X			
Cu = 1.4CM + 1.7CV			
Cu cf =	2.198,93	Cu be =	5.142,45
Cu fi =	2.198,93	Cu eh =	5.142,45
Cu il =	2.198,93	Cu hk =	5.142,45
Cu lo =	2.198,93	Cu kn =	5.142,45
Cu or =	2.198,93	Cu nq =	5.142,45

*Nota.* Tabla de momentos positivos para carga muerta, marco B. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Tabla 31.***Momentos finales positivos*

MF cf =	8.026,58	MF be =	23.187,57
MF fi =	8.095,68	MF eh =	22.274,04
MF il =	8.040,93	MF hk =	22.216,84
MF lo =	8.339,64	MF kn =	23.622,64
MF or =	10.120,97	MF nq =	24.295,27
Máximo	10.120,97	Máximo	24.295,27

*Nota.* Tabla de momentos finales positivos. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 2.9.1. Comparación de resultados entre método numérico Kani y el software ETABS

Realizamos el análisis estructural con un método numérico, en este caso se tomaron los resultados obtenidos con el método numérico kani. Para el

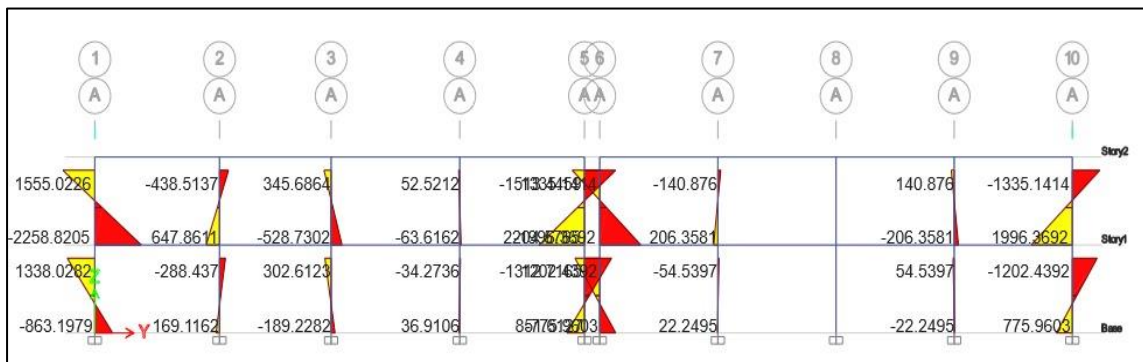
modelo arquitectónico ingresados en el programa obedece al marco B, eje Y en el método kani.

Lo mismo para ETABS, se analizó el marco B, eje Y.

En las siguientes figuras, se presentará la comparación de los diagramas de momentos por carga muerta, viva y sísmica, obtenidos por los métodos numérico kani y el programa ETABS.

**Figura 18.**

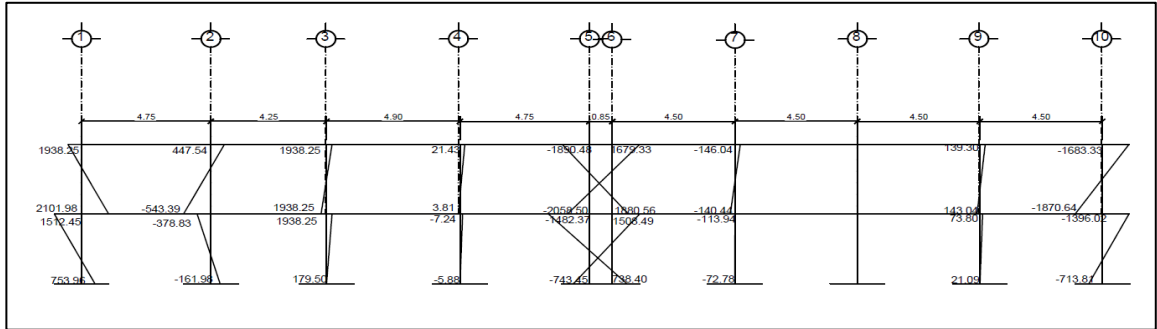
*Comparación de momentos por carga muerta, marco B*



*Nota.* Tabla de comparación de momentos por carga muerta, marco B. Elaboración propia, realizado con ETABS 2018.

**Figura 19.**

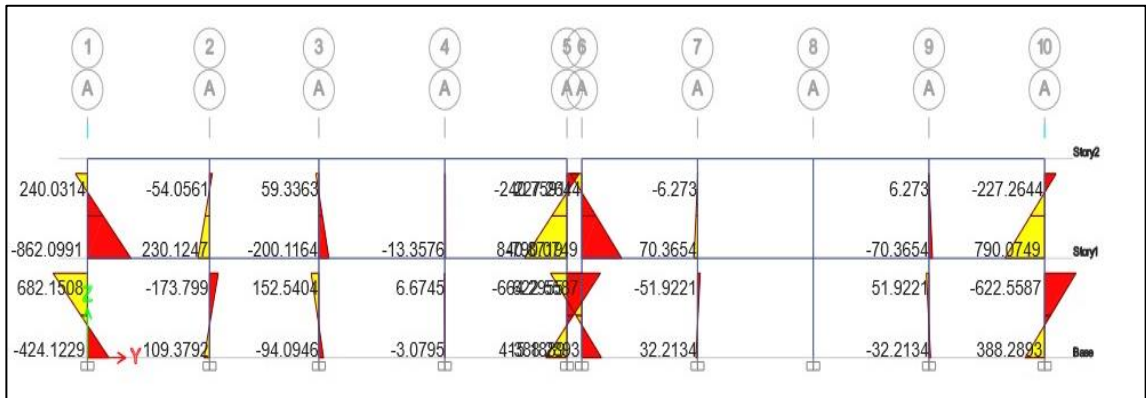
*Comparación de momento por carga muerta marco B*



*Nota.* Tabla de comparación de momento por carga muerta marco B. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

**Figura 20.**

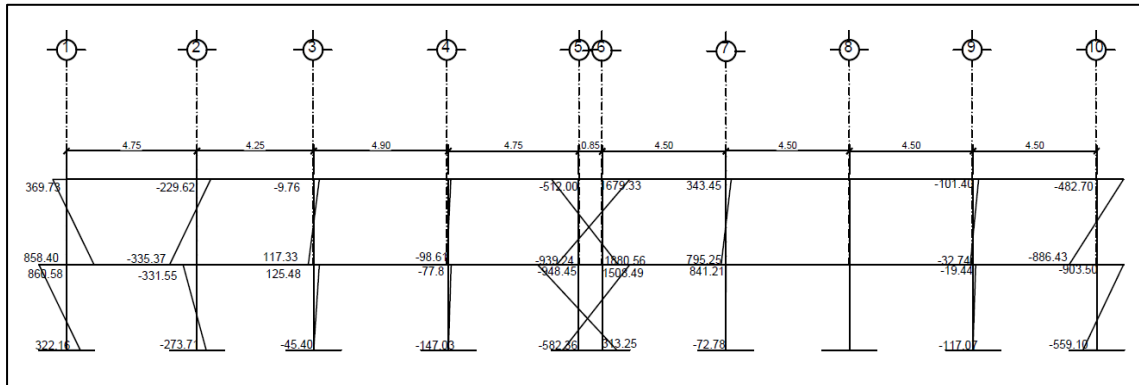
*Comparación de momentos por carga viva, marco B*



*Nota.* Tabla de comparación de momentos por carga viva, marco B. Elaboración propia, realizado con ETABS 2018.

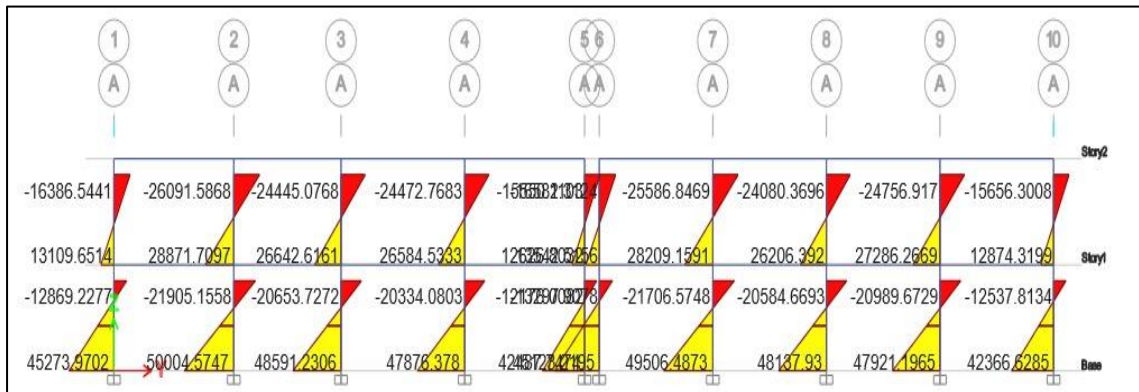
**Figura 21.**

*Comparación de momentos por carga viva, marco B*



*Nota.* Tabla de comparación de momentos por carga viva, marco B. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

**Figura 22.** *Comparación de momentos por carga de sismo, marco B*

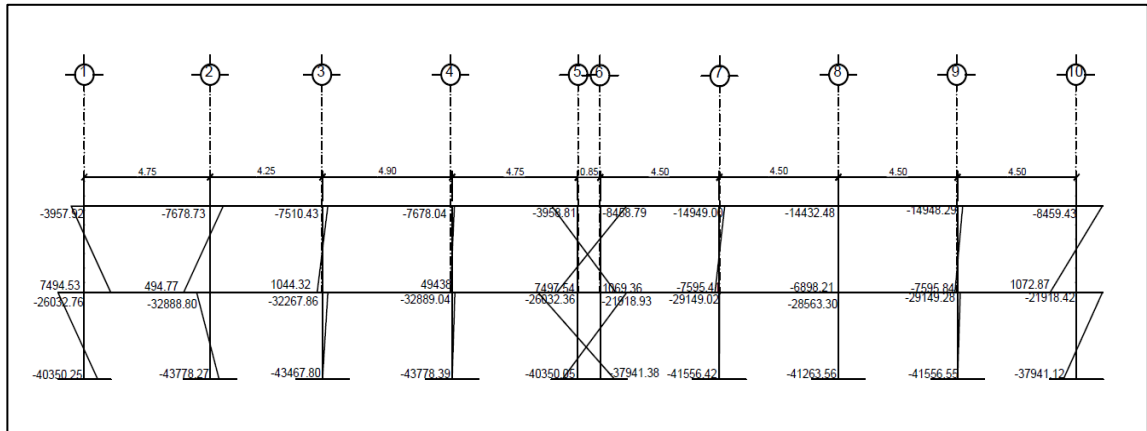


*Nota.* Tabla de comparación de momentos por carga de sismo, marco B. Elaboración propia, realizado con ETABS 2018.



**Figura 23.**

*Comparación de momentos por carga de sismo, marco B*



*Nota.* Tabla de comparación de momentos por carga de sismo, marco B. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

**Tabla 32.**

*Comparación de resultados entre método numérico kani y software ETABS*

Comparación de resultados Kany con Etabs							
Momentos por carga muerta (CM) kg*m							
<b>Columnas primer nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>kany</b>	<b>Etabs</b>	<b>Columnas primer nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>kany</b>	<b>Etabs</b>
	Mab=	753,96	-863,20		Mba=	1512,45	1338,03
	Mde=	-191,68	169,12		Med=	-378,83	-288,44
	Mgh=	179,50	-189,23		Mhg=	363,53	302,61
	MJk=	-5,88	36,91		Mkj=	-7,24	-34,27
	Mmn=	-743,45	851,61		Mnm=	-1482,37	-1312,72
	Mpq=	738,44	-775,96		Mqp=	1508,49	1202,44
	Mst=	-72,78	22,25		Mts=	-113,94	-54,54
	Mvw=	-25,63	0,00		Mwv=	-19,64	0,00
	Myz=	21,09	-22,25		Mzy=	73,80	54,54
Mabac=	-713,81	775,96	Mabac=	-1396,02	1202,44		
<b>Columnas segundo nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>kany</b>	<b>Etabs</b>	<b>Columnas segundo nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>kany</b>	<b>Etabs</b>
	Mbc=	2101,98	-2258,82		Mcb=	1938,25	1555,02
	Mef=	-543,39	647,83		Mfe=	-515,58	-438,51
	Mhi=	494,93	-528,73		Mih=	447,54	345,69
	Mkl=	3,81	-63,62		MLk=	21,43	52,52
	Mno=	-2058,50	2204,58		Mon=	-1890,48	-1513,45
	Mqr=	1880,56	-1996,37		Mrq=	1679,33	1335,14
	Mtu=	-140,44	206,36		Mut=	-146,04	-140,88
	Mwx=	1,61	0,00		Mxw=	-3,41	0,00
	Mzaa=	143,04	-206,36		Maaz=	139,30	140,88
Macad=	-1870,64	1996,37	Madac=	-1683,33	-1335,14		
<b>Vigas primer nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>Kany</b>	<b>Etabs</b>	<b>Vigas primer nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>Kany</b>	<b>Etabs</b>
	Mbe=	-3612,36	-3530,41		Meb=	4420,97	2735,68
	Meh=	-3492,17	-2734,18		Mhe=	3487,26	1800,09
	Mhk=	-4342,77	-3734,40		Mkh=	4591,91	2580,87
	Mkn=	-4641,01	-3743,80		Mnk=	3516,10	2679,42
	Mqt=	-3245,29	-3295,57		Mtq=	4169,01	2484,62
	Mtw=	-3916,21	-3083,42		Mwt=	3866,72	2198,39
	Mwz=	-3850,07	-3083,42		Mzw=	3932,65	2198,39
Mzac=	-4201,98	-3295,57	Macz=	3239,71	2484,62		
<b>Vigas segundo nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>Kany</b>	<b>Etabs</b>	<b>Vigas segundo nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>Kany</b>	<b>Etabs</b>
	Mcf=	-1936,30	-2230,32		Mfc=	2548,91	1833,86
	Mfi=	-2032,31	-1749,87		Mif=	1996,60	1088,51
	Mil=	-2443,03	-2351,96		Mli=	2651,56	1628,43
	Mlo=	-2671,92	-2405,54		Mol=	1891,57	1781,27
	Mru=	-1680,26	-2023,53		Mur=	2312,98	1580,83
	Mux=	-2167,41	-1872,64		Mxu=	2102,98	1321,58
	Mxaa=	-2100,13	-1872,64		Maax=	2170,39	1321,58
Maaad=	-2310,17	-2023,53	Madaa=	1682,78	1580,83		

Continuación de la tabla 32.

Momentos por carga viva (CV) kg*m								
<b>Columnas primer nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>kany</b>	<b>Etabs</b>	<b>Columnas primer nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>kany</b>	<b>Etabs</b>	
	Mab=	322,16	-424,13		Mba=	860,58	682,15	
	Mde=	-273,91	109,38		Med=	-331,55	-173,80	
	Mgh=	-45,40	-94,10		Mhg=	125,48	152,54	
	MJk=	-147,03	-3,08		Mkj=	-77,80	6,67	
	Mmn=	-582,36	415,19		Mnm=	-948,45	-664,30	
	Mpq=	313,25	-388,29		Mqp=	841,21	622,56	
	Mst=	-187,92	32,21		Mts=	-161,13	-51,92	
	Mvw=	-151,40	0,00		Mwv=	-88,09	0,00	
	Myz=	-117,07	-32,21		Mzy=	-19,44	51,92	
Mabac=	-559,10	388,29	Mabac=	-903,50	-622,56			
<b>Columnas segundo nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>kany</b>	<b>Etabs</b>	<b>Columnas segundo nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>kany</b>	<b>Etabs</b>	
	Mbc=	858,40	-862,10		Mcb=	369,73	240,03	
	Mef=	-335,37	230,13		Mfe=	-229,62	-54,06	
	Mhi=	117,33	-200,12		Mih=	-9,76	59,34	
	Mkl=	-98,61	-13,36		Mlk=	-135,71	0,00	
	Mno=	-939,24	840,87		Mon=	-512,00	-240,76	
	Mqr=	795,25	-790,08		Mrq=	343,45	227,26	
	Mtu=	-154,94	70,37		Mut=	-133,27	-6,27	
	Mwx=	-89,83	0,00		Mxw=	-112,60	0,00	
	Mzaa=	-32,74	-70,37		Maaz=	-101,40	6,27	
Macad=	-886,43	790,07	Madac=	-482,70	-227,26			
<b>Vigas primer nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>Kany</b>	<b>Etabs</b>	<b>Vigas primer nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>Kany</b>	<b>Etabs</b>	
	Mbe=	-1719,30	-1614,06		Meb=	2397,20	1271,70	
	Meh=	-1730,30	-1261,34		Mhe=	1908,35	804,11	
	Mhk=	-2151,93	-1711,27		Mkh=	2479,41	1172,78	
	Mkn=	-2332,07	-1725,96		Mnk=	1873,09	1241,50	
	Mqt=	-1583,53	-1559,53		Mtq=	2326,57	1180,75	
	Mtw=	-2011,51	-1453,30		Mwt=	2138,27	1021,76	
	Mwz=	-1961,16	-1455,30		Mzw=	2187,59	1021,76	
Mzac=	-2162,05	-1559,53	Macz=	1776,19	1180,75			
<b>Vigas segundo nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>Kany</b>	<b>Etabs</b>	<b>Vigas segundo nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>Kany</b>	<b>Etabs</b>	
	Mcf=	-370,33	-304,17		Mfc=	508,01	177,53	
	Mfi=	-278,51	-249,97		Mif=	423,00	217,74	
	Mil=	-413,49	-336,92		Mli=	516,57	235,33	
	Mlo=	-381,06	-306,88		Mol=	511,81	217,98	
	Mru=	-344,07	-280,59		Mur=	481,95	211,04	
	Mux=	-348,81	-292,87		Mxu=	474,01	211,92	
	Mxaa=	-361,66	-292,87		Maax=	459,45	211,92	
Maaad=	-358,27	-280,59	Madaa=	482,51	211,04			

Continuación de la tabla 32.

Momentos por sismo (CS) kg*m									
Columnas primer nivel	Momento	kany	Etabs		Columnas primer nivel	Momento	kany	Etabs	
	Mab=	-40350,25	45273,97			Mba=	-26032,76	-12869,23	
	Mde=	-43778,27	50004,57			Med=	-32888,80	-21905,16	
	Mgh=	-43467,80	48591,23			Mhg=	-32267,86	-20653,73	
	MJk=	-43778,39	47876,38			Mkj=	-32889,04	-20334,08	
	Mmn=	-40350,05	42487,75			Mnm=	-26032,36	-12176,00	
	Mpq=	-37941,38	45123,22			Mqp=	-21918,93	-13297,91	
	Mst=	-41556,42	49506,49			Mts=	-29149,02	-21706,57	
	Mvw=	-41263,56	48137,93			Mwv=	-28563,30	-20584,67	
	Myz=	-41556,55	47921,20			Mzy=	-29149,28	-20989,67	
Mabac=	-37941,12	-12537,81		Mabac=	-21918,42	-12537,81			
Columnas segundo nivel	Momento	kany	Etabs		Columnas segundo nivel	Momento	kany	Etabs	
	Mbc=	7494,53	13109,65			Mcb=	-3957,92	-16386,54	
	Mef=	494,77	28871,71			Mfe=	-7678,73	-26091,59	
	Mhi=	1044,32	26642,62			Mih=	-7510,43	-2445,07	
	Mkl=	494,38	26584,53			Mlk=	-7678,04	-24472,77	
	Mno=	7497,54	12626,80			Mon=	-3958,81	-15550,11	
	Mqr=	1069,36	13542,52			Mrq=	-8458,79	-16582,31	
	Mtu=	-7595,41	28209,16			Mut=	-14949,00	-25586,85	
	Mwx=	-6898,21	26206,39			Mxw=	-14432,48	-24080,37	
	Mzaa=	-7595,84	27286,27			Maaz=	-14948,29	-24756,92	
Macad=	1072,87	12874,32		Madac=	-8459,43	-15656,30			
Vigas primer nivel	Momento	Kany	Etabs		Vigas primer nivel	Momento	Kany	Etabs	
	Mbe=	18536,21	32646,41			Meb=	16928,54	-28435,14	
	Meh=	15466,45	27727,30			Mhe=	15612,03	-27942,79	
	Mhk=	15612,00	25025,43			Mkh=	15466,33	-24896,53	
	Mkn=	16928,52	27766,32			Mnk=	18536,35	-30992,93	
	Mot=	20847,29	33252,64			Mto=	19151,90	-29105,69	
	Mtw=	17593,83	26197,07			Mwt=	17731,15	-26324,35	
	Mwz=	17731,13	26078,81			Mzw=	17593,70	-25646,50	
Mzac=	19151,89	27854,10		Macz=	20847,46	-31397,90			
Vigas segundo nivel	Momento	Kany	Etabs		Vigas segundo nivel	Momento	Kany	Etabs	
	Mcf=	3960,02	19489,15			Mfc=	3890,95	-16255,13	
	Mfi=	3788,59	15365,45			Mif=	3755,30	-15651,77	
	Mil=	3755,57	14143,81			Mli=	3789,14	-13966,17	
	Mlo=	3890,75	15896,28			Mol=	3958,81	-18499,24	
	Mru=	8460,64	19641,23			Mur=	7785,99	-16474,36	
	Mux=	7163,84	14520,58			Mxu=	7216,34	-14729,04	
	Mxaa=	7216,63	14596,03			Maax=	7164,41	-14225,35	
Maaad=	7785,82	15769,58		Madaa=	8459,43	-18546,37			

Nota. Tabla de comparación de resultados entre método numérico kani y software ETABS. Elaboración propia, realizado con Excel.

Se puede observar que los momentos no varían de forma significativa con los obtenidos mediante el análisis estructural por el método kani. En algunos casos, los valores son mayores a los valores que arroja el programa. Es por ello, que, para el diseño estructural, se usan de referencia los valores obtenidos mediante dicho método.

### 2.9.2. Momentos últimos por envolvente de momentos

Es la representación para los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir al superponer cargas muertas, vivas y de sismo, tanto en vigas como en columnas. Las cuales se realizaron con el análisis de los momentos del método kani.

- Para los momentos últimos negativos en vigas

$$M_- = 0.75(1.4M_{cm} + 1.7M_{cv} + 1.87M_s) \quad (\text{Ec. 124})$$

$$M_- = 0.75(1.4M_{cm} + 1.7M_{cv} - 1.87M_s) \quad (\text{Ec. 125})$$

- Para los momentos últimos de inversión en vigas

$$M_i = 0.90M_{cm} + 1.43M_s \quad (\text{Ec. 126})$$

$$M_i = 0.90M_{cm} - 1.43M_s \quad (\text{Ec. 127})$$

- Para los momentos últimos positivos en vigas

$$M_+ = 1.4M_{cm} + 1.7M_{cv} \quad (\text{Ec. 128})$$

- Para los momentos últimos en columnas

$$M_c = 0.75(1.4M_{cm} + 1.7M_{cv} + 1.87M_s) \quad (\text{Ec. 129})$$

$$M_c = 0.75(1.4M_{cm} + 1.7M_{cv} - 1.87M_s) \quad (\text{Ec. 130})$$

- Momento último en vigas

Consideramos incluir el momento de sismo por considerar que es lo que aporta un mayor valor a la hora de tomas de decisiones.

**Tabla 33.**

*Cálculo de momento último en vigas, marco B*

1er. Nivel Vigas															
Vigas	Carga Muerta	Carga Viva	Carga Sismo	1.4CM	1.4CM+17CV	1.4 CM+1.0 CS+1.0CV	0.9CM-1.0CS	0.9CM+1.0CS	M (signo +) kg-m	M (-) kg-m	Maximo (+)	Maximo (-)			
				M1	M2	M3	M4	M5							
Mbe =	-3.612.36	-1.719.30	18.536.21	-5.057.30	-7.980.11	11.759.61	-21.787.34	15.285.09	21.787.34	-21.787.34	21.787	-18.609			
Meh =	-3.492.17	-1.730.30	15.466.45	-4.889.04	-7.830.55	8.847.11	-18.609.40	12.323.49	18.609.40	-18.609.40					
Mhk =	-4.342.77	-2.151.93	15.612.00	-6.079.87	-9.738.16	7.380.20	-19.520.50	11.703.51	19.520.50	-19.520.50					
Mkn =	-4.641.01	-2.332.07	16.929.52	-6.497.42	-10.461.94	8.099.03	-21.105.43	12.751.61	21.105.43	-21.105.43					
Mol =	-3.245.29	-1.583.53	20.847.29	-4.543.40	-7.235.40	14.720.36	-23.768.04	17.926.53	23.768.04	-23.768.04					
Mow =	-3.916.21	-2.011.51	17.593.83	-5.482.69	-8.902.26	10.099.63	-21.118.42	14.069.24	21.118.42	-21.118.42					
Mwz =	-3.850.07	-1.961.16	17.731.13	-5.390.10	-8.724.07	10.379.87	-21.196.19	14.266.06	21.196.19	-21.196.19					
Mzac =	-4.201.98	-2.162.05	19.151.89	-5.882.77	-9.558.26	11.107.07	-22.933.67	15.370.11	22.933.67	-22.933.67					
Meb =	4.420.97	2.397.20	16.928.54	6.189.36	10.264.60	25.515.09	-12.949.66	20.907.41	25.515.09	-12.949.66			27.315	-11.334	
Mhe =	3.487.26	1.908.35	15.612.03	4.882.17	8.126.36	22.402.55	-12.473.50	18.750.57	22.402.55	-12.473.50					
Mkh =	4.591.91	2.479.41	15.466.33	6.428.67	10.643.66	24.374.41	-11.333.61	19.599.05	24.374.41	-11.333.61					
Mkn =	3.516.10	1.873.09	18.536.35	4.922.55	8.106.80	25.331.98	-15.371.85	21.700.84	25.331.98	-15.371.85					
Mlo =	4.169.01	2.326.57	19.151.90	5.836.61	9.791.78	27.315.08	-15.399.79	22.904.00	27.315.08	-15.399.79					
Mlw =	3.866.72	2.138.27	17.731.15	5.413.40	9.049.46	25.282.83	-14.251.11	21.211.20	25.282.83	-14.251.11					
Mwz =	3.932.65	2.187.59	17.593.70	5.505.71	9.224.62	25.287.01	-14.054.32	21.133.09	25.287.01	-14.054.32					
Mzac =	3.239.71	1.776.19	20.847.46	4.535.60	7.555.12	27.159.26	-17.931.72	23.763.20	27.159.26	-17.931.72					
2do. Nivel Vigas															
Vigas	Carga Muerta	Carga Viva	Carga Sismo	1.4CM	1.2CM+1.6CV	1.2 CM+1.0 CS+1.0CV	0.9CM-1.0CS	0.9CM+1.0CS	M (signo +) kg-m	M (-) kg-m	Maximo (+)	Maximo (-)			
				M1	M2	M3	M4	M5							
Mcf =	-1.936.30	-370.33	3.960.02	-2.710.82	-3.340.39	878.87	-5.702.70	2.217.35	5.702.70	-5.702.70	9.973	-5.954			
Mf =	-2.032.31	-278.51	3.788.59	-2.845.23	-3.318.69	664.85	-5.617.66	1.959.51	5.617.66	-5.617.66					
Mil =	-2.443.03	-413.49	3.756.57	-3.420.24	-4.123.18	-78.16	-5.954.30	1.556.85	5.954.30	-5.954.30					
Mlo =	-2.671.92	-381.06	3.890.75	-3.740.69	-4.388.49	-231.00	-6.295.48	1.486.02	6.295.48	-6.295.48					
Mlu =	-1.680.26	-344.07	8.460.64	-2.352.36	-2.937.29	5.764.21	-9.972.87	6.948.41	9.972.87	-9.972.87					
Mux =	-2.167.41	-348.81	7.163.84	-3.034.38	-3.627.36	3.780.65	-9.114.51	5.213.17	9.114.51	-9.114.51					
Mxaa =	-2.100.13	-361.66	7.216.63	-2.940.18	-3.555.01	3.914.78	-9.106.74	5.326.51	9.106.74	-9.106.74					
Maaad =	-2.310.17	-358.27	7.785.82	-3.234.24	-3.843.29	4.193.31	-9.864.97	5.706.66	9.864.97	-9.864.97					
Mfc =	2.548.91	508.01	3.890.95	3.568.47	4.432.09	7.967.43	-1.596.93	6.184.97	7.967.43	-1.596.93			23.793	-1.958	
Mf =	1.996.60	423.00	3.755.30	2.795.24	3.514.34	6.973.54	-1.959.36	5.552.24	6.973.54	-1.959.36					
Mil =	2.651.56	516.57	3.789.14	3.712.18	4.590.34	8.017.88	-1.402.74	6.175.54	8.017.88	-1.402.74					
Mlo =	1.891.57	511.81	3.958.81	2.648.20	3.518.29	7.118.82	-2.256.39	5.661.22	7.118.82	-2.256.39					
Mlu =	2.312.98	481.95	7.785.99	3.238.18	4.057.50	11.506.12	-5.704.31	9.867.67	11.506.12	-5.704.31					
Mxu =	2.102.98	474.01	7.216.34	2.944.18	3.760.00	10.634.53	-5.323.65	9.109.03	10.634.53	-5.323.65					
Maax =	2.170.39	459.45	7.164.41	3.038.55	3.819.62	10.662.42	-5.211.06	9.117.77	10.662.42	-5.211.06					
Madaa =	1.682.78	482.51	8.459.43	2.355.89	3.176.16	11.297.83	-6.944.93	9.973.93	11.297.83	-6.944.93					

*Nota.* Tabla de cálculo de momento último en vigas, marco B. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 2.9.3. Cortantes últimos por envolvente de cortantes

Los cortantes en las vigas de los marcos se calculan de la siguiente manera.

$$V_v = 0.75 \left( \frac{1.4 * W_{cm} * L}{2} + \frac{1.7 * W_{cv} * L}{2} + \frac{1.87 * \sum M_s}{L} \right) \quad (\text{Ec. 131})$$

Corte en viga, modulo B, sentido Y.

Para el corte en columna se utiliza la siguiente formula.

$$V_{col} = \frac{\sum M_{col}}{L} \quad (\text{Ec. 132})$$

Se realizó el cálculo de corte en la columna cf en el marco B, sentido Y.

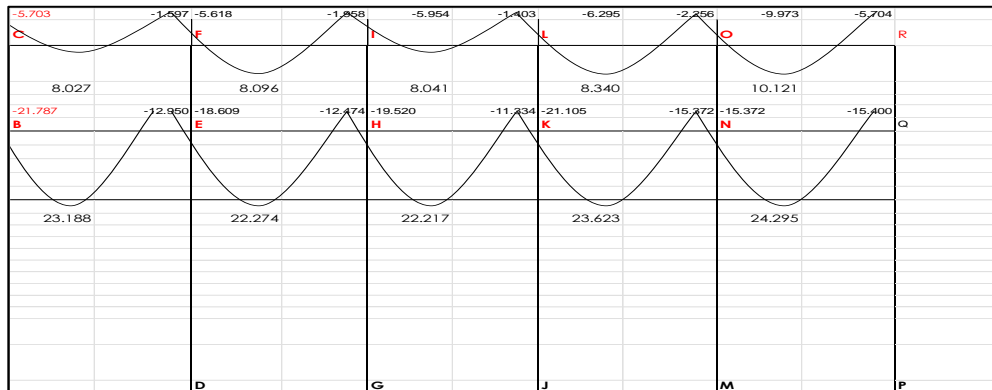
$$V_{col} = \frac{8028.54 - 22775.27 + (5871.94 * \left(\frac{3.6}{2}\right))}{3.6} = 19126.11 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 133})$$

### 2.9.4. Diagrama de momento y cortante últimos

Los diagramas nos sirven para determinar los esfuerzos necesarios en dichos cortes para que la parte de la estructura, aislada por un corte, este también en equilibrio.

**Figura 24.**

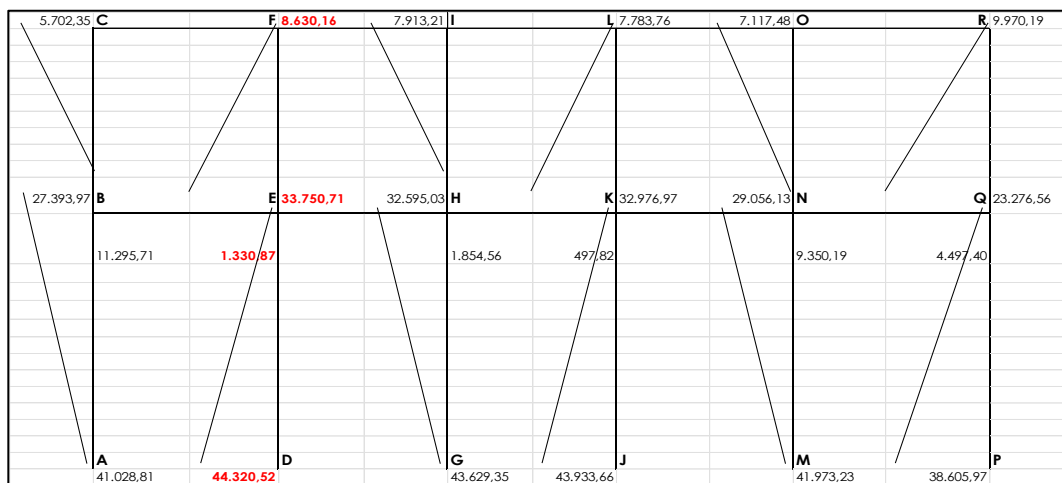
*Diagrama de momento último en viga cf (kg-m). marco B*



*Nota.* Tabla de diagrama de momento último en viga cf (kg-m). marco B. Elaboración propia, realizado con ETABS 2018.

**Figura 25.**

*Diagrama de momento último en columnas (kg-m) marco B*

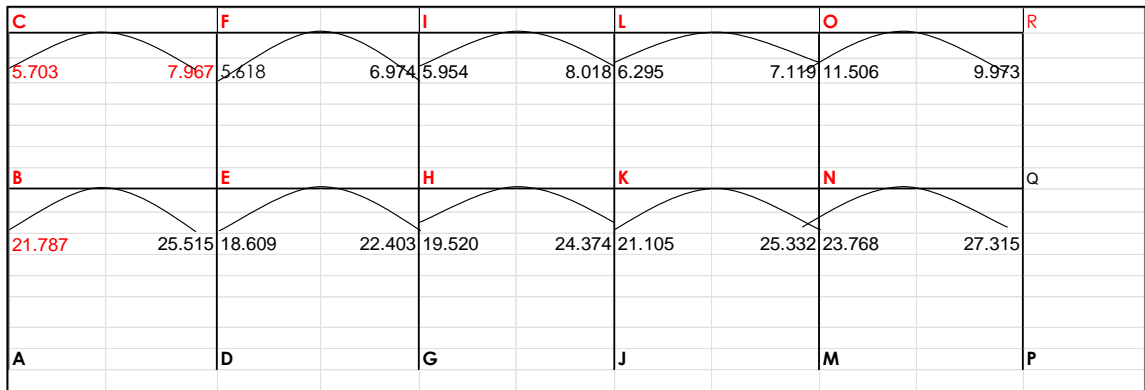


*Nota.* Tabla de diagrama de momento último en columnas (kg-m) marco B. Elaboración propia, realizado con ETABS 2018.



**Figura 26.**

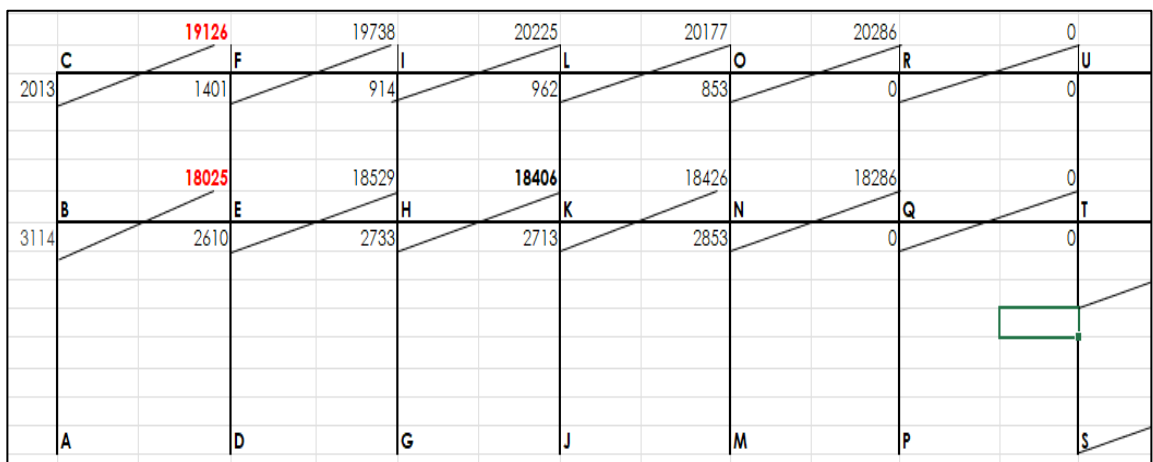
*Diagrama de momento último en viga Sismo*



*Nota.* Tabla de diagrama de momento último en viga sismo. Elaboración propia, realizado con ETABS 2018.

**Figura 27.**

*Diagrama de corte en viga*



*Nota.* Tabla de diagrama de corte en viga. Elaboración propia, realizado con ETABS 2018.

**Figura 28.**

*Diagrama de cortante en columna*

15.701	C	5.168	F	4.230	I	4.136	L	4.148	O	14.465	R	0	U
21.123	B	22.359	E	21.693	H	21.700	K	21.783	N	22.602	Q	0	T
	A		D		G		J		M		P		S

*Nota.* Tabla de diagrama de cortante en columna. Elaboración propia, realizado con ETABS 2018.

## 2.10. Diseño estructural

El principal objetivo es la realización de una serie de cálculos de dimensionar los elementos de estructura de manera que la estructura soporte las fuerzas resultantes, utilizando cargas críticas, que se espera que actúen en la realidad durante la existencia de este.

De acá en adelante se procede a detallar el diseño estructural de cada elemento.

Para el diseño de los elementos se utilizarán las siguientes propiedades de materiales.

- Concreto
  - $f'c$  (Resistencia máxima a la compresión) =  $210 \text{ kg/cm}^2$
  - $E_c$  (Modulo de elasticidad) =  $15100 \sqrt{f'c}$

- $Y_c$  (peso específico) =  $2400 \text{ kg/cm}^3$
- Acero
- $f'y$  (Resistencia a la fluencia) =  $4200 \text{ kg/cm}^2$
- $E_s$  (Modulo de elasticidad) =  $2,10 * 10^6 \text{ kg/cm}^2$

### 2.10.1. Losas

Son elementos estructurales que son utilizadas para cubiertas que protegen de la intemperie, como entrepisos para transmitir cargas verticales. Las losas según su transmisión de cargas se clasifican en losas en una dirección y en dos direcciones.

En el capítulo 2.1.4 se realizó el predimensionamiento y se determinó que estas trabajaran en dos direcciones con un espesor de 11 cm. Se utilizará el método 3 del ACI, el cual es aplicable para losas rectangulares que están soportadas por 4 vigas monolíticas.

Obtenemos la carga última de cada una de las losas, a continuación, realizaremos el cálculo de la losa 1 para el primer nivel.

**Tabla 34.**

*Combinación de carga*

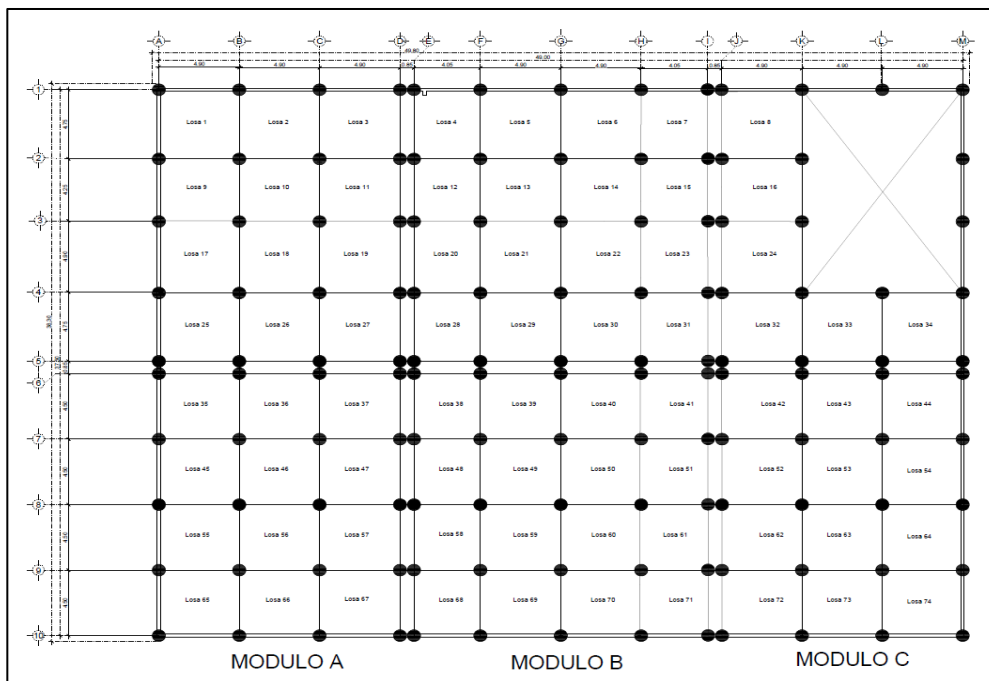
c	factor
Carga viva C.V.	1.7
Carga muerta C.M.	1.4

*Nota.* Tabla de combinación de carga. Elaboración propia, realizado con Excel.

$$CU = 1.4(414) + 1.7(500) = 1429.6 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{Ec. 134})$$

**Figura 29.**

*Plano de identificación de losas*



*Nota.* Tabla de plano de identificación de losas. Elaboración propia, realizado con ETABS 2018.

Ejemplo de diseño de losa L 1-3. Direccionalidad de las losas

$$Rel: \frac{l_a}{l_b} > 0.5 \text{ DOS SENTIDOS} \quad (\text{Ec. 135})$$

$$Rel: \frac{l_a}{l_b} < 0.5 \text{ UN SENTIDOS} \quad (\text{Ec. 136})$$

$l_a = \text{lado corto}$        $l_b = \text{lado largo}$

**Tabla 35.**

*Losas*

losas:	1-3	
La	4.75	
Lb	4.9	
relación	0.97	dos sentidos

*Nota.* Tabla de losas. Elaboración propia, realizado con Excel.

Las losas trabajan en dos sentidos para los dos niveles del edificio.

- Espesor de la losa

$$t = \frac{P(\text{perimetro en cm})}{180} \quad (\text{Ec. 137})$$

$$t = \frac{4.75+4.75+4.9+4.9}{180} \quad (\text{Ec. 138})$$

$$t = 0.10 \text{ m}$$

Por medio del método 3 se calculan los momentos negativos  $M^-$  y positivos  $M^+$ .

El momento final se debe encontrar con la siguiente expresión.

$$M = C \times W \times l^2 \quad (\text{Ec. 139})$$

Donde:

M= momento

W= peso

L= longitud del elemento

Para losa 1 tiene continuidad en dos lados. Caso 4.

- Momentos en lado corto.

$$M_{a-} = 0.045 * 1429.6 * 4.75^2 = 1451.49 \text{ kg} - m \quad (\text{Ec. 140})$$

$$M_{b+} = 0.018 * 579.6 * 4.75^2 + 0.027 * 850 * 4.75^2 = 753.20 \text{ kg} - m \quad (\text{Ec. 141})$$

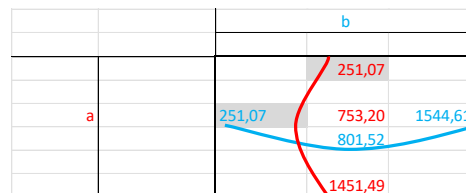
- Momentos en lado largo.

$$M_{a-} = 0.045 * 1429.6 * 4.90^2 = 1544.61 \text{ kg} - m \quad (\text{Ec. 142})$$

$$M_{b+} = 0.018 * 579.6 * 4.90^2 + 0.027 * 850 * 4.90^2 = 801.52 \text{ kg} - m \quad (\text{Ec. 143})$$

### Tabla 36.

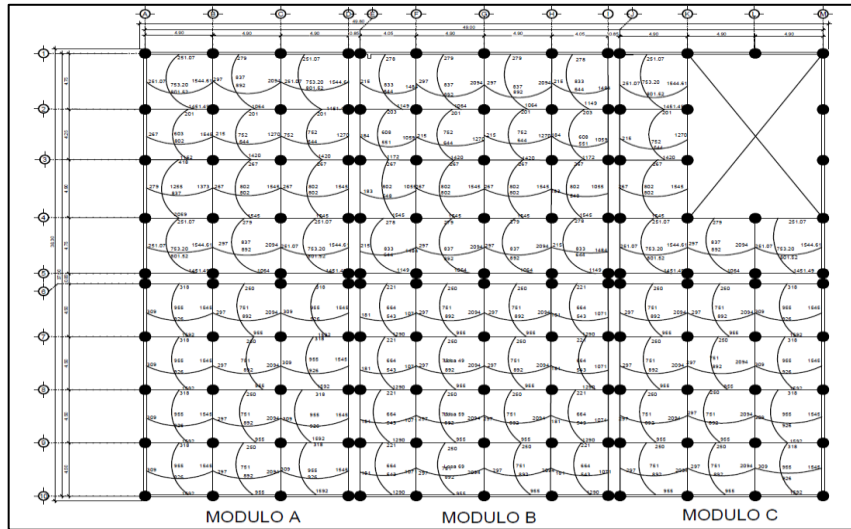
*Diseño de estructuras de concreto*



*Nota.* Diseño de estructuras de concreto. Obtenido de A. Nilson (2010). *Diseño de estructuras de concreto.* (p. 378). McGraw-Hill.

**Figura 30.**

*Diagrama de momentos de losas*



*Nota.* Tabla de diagrama de momentos de losas. Elaboración propia, realizado con ETABS 2018.

- Balance de momentos

Cuando el momento negativo en un apoyo es menor que el del siguiente, la diferencia se distribuye en proporción a la rigidez; para determinar el momento balanceado, utilice el procedimiento del código ACI, como a continuación se detalla.

$$M_2 > M_1 \quad (\text{Ec. 144})$$

$$\text{Si } M_1 > 0.8 * M_2; \text{ entonces, } M_B = (M_1 + M_2) / 2 \quad (\text{Ec. 145})$$

Si  $M_1 < 0.8 * M_2$ ; se distribuye proporcional a la rigidez de las losas: (Ec. 146)

$$800.22 > 0.8 \times 1544.61 \text{ kg-m} \quad (\text{Ec. 147})$$

$$800.22 \neq 1235.69 \text{ kg-m} \rightarrow \text{Balancear por rigidez} \quad (\text{Ec. 148})$$

- Diagrama de momento losa L1 y L3

$$K_1 = \frac{1}{L_1} \quad (\text{Ec. 149})$$

$$K_2 = \frac{1}{L_2} \quad (\text{Ec. 150})$$

Donde:

$K_1, K_2 = \text{Rigideces de losas a y b}$

$L_1, L_2 = \text{Longitudes de losas}$

$$K_1 = \frac{1}{4.90} = 0.20 \quad (\text{Ec. 151})$$

$$K_2 = \frac{1}{4.90} = 0.20 \quad (\text{Ec. 152})$$

$$\sum \text{rigidez} = 0.40$$

$D_1, D_2 = \text{Factores de distribucion de losas 1 y 3}$

$$D_1 = \frac{0.20}{0.40} = 0.5 \quad (\text{Ec. 153})$$

$$D_2 = \frac{0.20}{0.40} = 0.5 \quad (\text{Ec. 154})$$



$$\sum \text{factores} = 1$$

Calculo para realizar la distribución.

$$MB = M_1 + (M_2 - M_1) * D_1 \quad (\text{Ec. 155})$$

$$MB = 801.52 + (1544.61 - 801.52) * 0.5 = 1173.06 \text{ kg} - m \quad (\text{Ec. 156})$$

$$MB = M_2 + (M_2 - M_1) * D_2 \quad (\text{Ec. 157})$$

$$MB = 1544.61 - (1544.61 - 801.52) * 0.5 = 1173.06 \text{ kg} - m \quad (\text{Ec. 158})$$

*MB = Momento Balanceado*

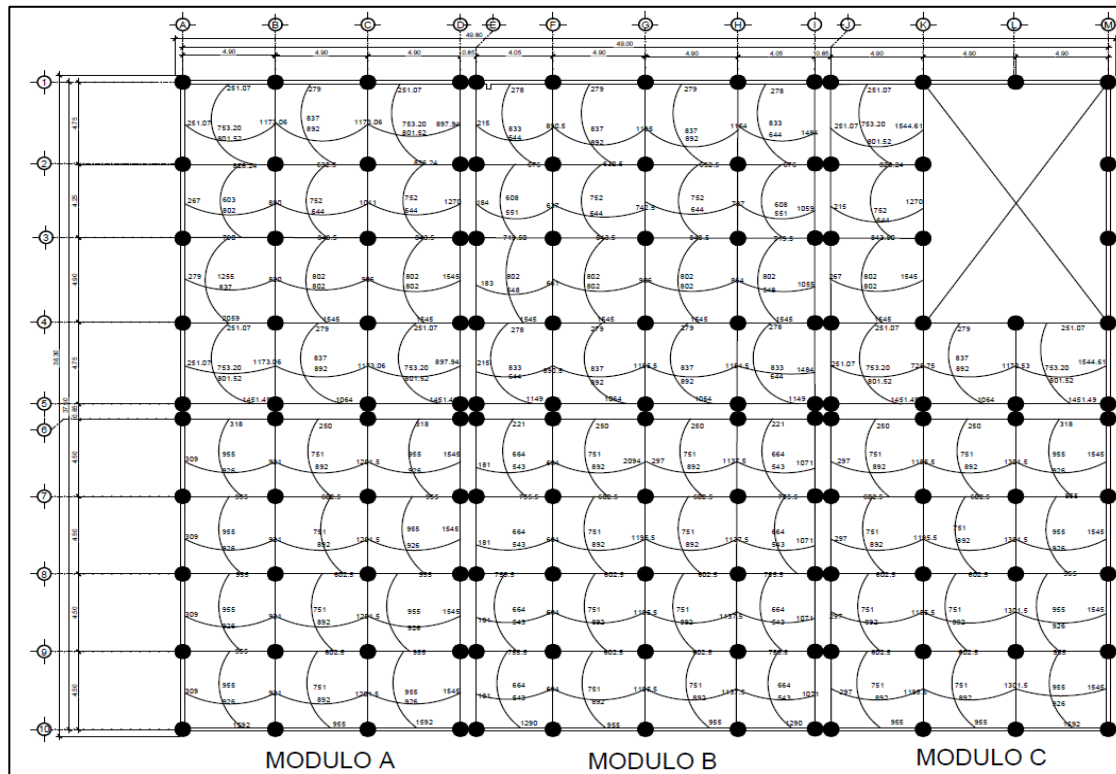
Los momentos negativos en bordes discontinuos pueden considerarse iguales a un tercio de los momentos positivos para la misma dirección. Para losa L2 el momento negativo M-a, es:

$$M_a^- = \frac{1}{3}(837) = 279 \text{ kg} - m \quad (\text{Ec.159})$$

De la misma forma se balancean y determinan los momentos negativos en bordes discontinuos para las losas restantes tal como se muestra en la figura siguiente.

**Figura 31.**

*Diagrama de momentos balanceados*



*Nota.* Tabla de diagrama de momentos balanceados. Elaboración propia, realizado con ETABS 2018.

- Diseño de armado de losa

Para el área de acero se definió el área de acero mínimo y el momento que resiste, luego se calculó el acero de refuerzo para los momentos mayores que resiste el acero mínimo.

Datos:

- Concreto
  - $f'c$  (Resistencia máxima a la compresión) =  $210 \text{ kg/cm}^2$
  - $E_c$  (Modulo de elasticidad) =  $15100 \sqrt{f'c}$
  - $Y_c$  (peso específico) =  $2400 \text{ kg/cm}^3$
  
- Acero
  - $f'y$  (Resistencia a la fluencia) =  $4200 \text{ kg/cm}^2$
  - $E_s$  (Modulo de elasticidad) =  $2,10 * 10^6 \text{ kg/cm}^2$
  - $b = 100$
  - $t = 11 \text{ cm}$
  - Cálculo del peralte efectivo.
  - $d = \text{peralte efectivo}$
  - $d = t - \text{recubrimiento}$

El ACI 318-14 en su sección 7.7.1.1, el recubrimiento mínimo es igual a 20 mm y utilizando una barra de refuerzo No.3 ( $\varnothing = 0.95 \text{ cm}$ ).

$$d = 11 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - \left(\frac{0.95}{2}\right) = 8.52 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 160})$$

- Cálculo de acero mínimo

$$A_s \text{ min} = \frac{0.8 * \sqrt{f'c} * b * d}{f_y} \quad (\text{Ec. 161})$$

$$A_s \min \geq \rho_{\min} * b * d \quad (\text{Ec. 162})$$

$$\rho_{\min} = \frac{14.1}{f_y} \quad (\text{Ec. 163})$$

$$A_s \min = \left( \frac{0.8 * \sqrt{210}}{4200 \text{ kg/cm}^2} \right) * 100 \text{ cm} * 8.52 \text{ cm} = 2.35 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 164})$$

$$A_s \min \geq \left( \frac{14.1}{4200 \text{ kg/cm}^2} \right) * 100 \text{ cm} * 8.52 \text{ cm} = 2.86 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 165})$$

La separación máxima del refuerzo  $S_{\max}$  para una losa estructural debe ser igual a tres veces el espesor (3t), pero no mayor a 45 cm.

$$S_{\max} = 3 * 11 = 33 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 166})$$

Preliminarmente se escogió un refuerzo No.3 (A= 0.71 cm<sup>2</sup>) la separación para el área de acero es:

Se utilizará el  $A_s \min$  calculados= 2.86 cm<sup>2</sup>

$$2.86 \text{ cm}^2 \text{ -----} 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \text{ -----} S$$

$$S = 24.82 \text{ cm} < 33 \text{ cm}$$

El espaciamiento es menor al valor máximo, se utilizará un valor de S= 25 cm. Se calcula el área de acero y se compara con el  $A_s \min$ .

Calcular  $A_s$  usando #3 para 100cm a colocar.

$$A_s \text{-----} 100\text{cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \text{-----} 25 \text{ cm}$$

$$A_s = 2.84 \text{ cm}^2 > A_{smin}$$

Para calcular el momento que resiste el área de acero  $A_{smin} = 2.84 \text{ cm}^2$ , se aplica la siguiente formula.

- Calculo acero máximo

$$A_{smax} = 0.5 * \left( \frac{0.85 * 0.85 * f_c * 6115}{f_y (6115 * f_y)} \right) * b * d \quad (\text{Ec. 167})$$

$$A_{smax} = 0.5 * \left( \frac{0.85 * 0.85 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 6115}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} (6115 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})} \right) * 100 * 8.52 = 9.12 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 168})$$

- Momento que resiste el  $A_s$  min.

$$M_{A_s \text{ min}} = \phi [A_s \text{ min} * f_y * \left( d - \frac{A_s \text{ min} * f_y}{1.7 f'_c * b} \right)] \quad (\text{Ec. 169})$$

Donde:

$\phi$  = flexión

$b$  = franja unitaria = 100 cm

$$M_{As\ min} = 0.9 \left[ 2.84\ cm^2 * 4200\ kg/cm^2 * \left( 8.52\ cm - \frac{2.84\ cm^2 * 4200\ kg/cm^2}{1.7 * 210\ kg/cm^2 * 100\ cm} \right) \right] \text{ (Ec. 170)}$$

$$M_{As\ min} = 87877.08\ kg - cm$$

$$= M_{As\ min} = 878.77\ kg - m$$

Cálculo del área de acero y el espaciamiento para momentos mayores al resistente por el acero mínimo.

$$As = 0.85 * \frac{f'c}{fy} * \left[ (b * d) - \sqrt{b * d^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right] \text{ (Ec. 171)}$$

$$As = 0.85 * \left( \frac{210}{4200} \right) * \left[ (100 * 8.52) - \sqrt{(100 * 8.52)^2 - \frac{1544.61 * 100}{0.003825 * 210}} \right] \text{ (Ec. 172)}$$

$$As = 5.16\ cm^2$$

Separación para Asmin con varilla No.3

$$5.16\ cm^2 \text{-----} 100\ cm$$

$$0.71\ cm^2 \text{-----} S$$

$$S = 13.75 \approx 14\ cm.$$

Propuesta de armado de losas, varillas No. 3 @ 15 cm en ambos sentidos.

- Revisión por corte

El corte lo resiste el concreto, por eso, se verifica si el espesor de losa es el adecuado.

Cortante máximo actuante por el método 3 del ACI:

$$V_{act} = \frac{Cu * L}{2} \quad (\text{Ec. 173})$$

Donde:

$$Cu = 1688.29 \text{ kg/m}$$

$$L = \text{lado corto} = 3.75$$

$$V_{act} = \frac{1688.29 * 3.75}{2} \quad (\text{Ec. 174})$$

$$V_{act} = 3165.54 \text{ Kg}$$

Corte máximo resistente

$$V_{resmax} = \phi \sqrt{f'c} * b * d \quad (\text{Ec. 175})$$

$$V_{resmax} = 0.85 \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 100 * 8.52 = 10494.65 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 176})$$

$$V_{Act} < V_{res} \quad (\text{Ec. 177})$$

$$3165.54 < 10494.65 \quad (\text{Ec. 178})$$

Luego de obtener los resultados, corte resistente ( $V_{res}$ ) es mayor que el corte actuante ( $V_{act}$ ), por lo que el espesor de losa es adecuado.

**Tabla 37.**

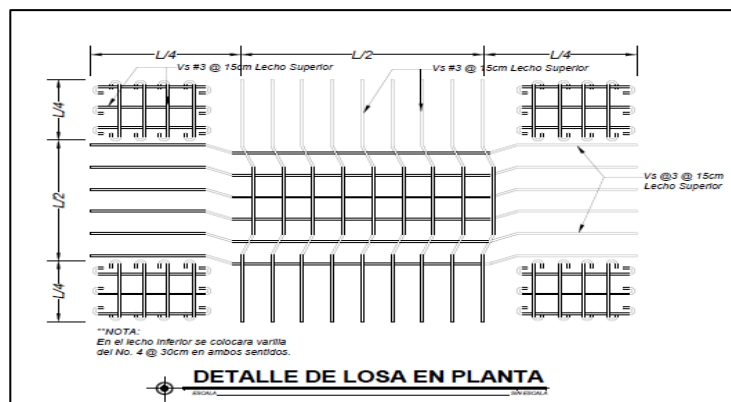
*Armado de losa*

C	Armado	Sentido	Espesor
Azotea y entrepiso	Hierro # 3 @ 0.15 cm	Ambos sentidos	0.11

*Nota. Tabla de armado de losa. Elaboración propia, realizado con Excel.*

**Figura 32.**

*Detalle de losa en planta*



*Nota. Tabla de detalle de losa en planta. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.*

## 2.10.2. Vigas



Son elementos estructurales sometidos a esfuerzo de compresión, tensión y corte. En consecuencia, estas vigas fallan en el lado sometido a tensión a cargas bajas mucho antes que se desarrolle la resistencia completa del concreto en el lado de la compresión.

Trabaja principalmente a flexión, se realizó diferente diseño de vigas, puesto que están sometidos a diferentes cargas y momentos.

Se diseñará la viga del eje y, para que soporte los esfuerzos flectores actuantes sobre ella, los datos que se cuentan para el diseño son los siguientes.

- Dimensiones de viga
  - Base de viga =  $b_{viga} = 0.30m$
  - altura viga =  $h_{viga} = 0.45m$
  - Longitud de viga =  $l_{viga} = 4.90m$
  - Área gruesa de la viga

$$Area_{v1} = b_{viga} * h_{viga} \quad (Ec. 179)$$

$$Area_{viga1} = 0.30 * 0.45 = 0.135m^2 \quad (Ec. 180)$$

$$Recubrimiento = r = 2.5 \text{ cm}$$

- Acero mínimo

$$A_{Smin} = \frac{14.1}{F_y} b * d \quad (Ec. 181)$$

$$A_{s_{min}} = \left( \frac{0.80 * \sqrt{f'c}}{F_y} \right) * b * d \quad (\text{Ec. 182})$$

Donde:

$$d = \left( b - (\varnothing \text{ trans}) - \left( \frac{\varnothing \text{ long}}{2} \right) - \text{rec} \right) \quad (\text{Ec. 183})$$

$$d = (45\text{cm}) - (0.9525\text{cm}) - \left( \frac{1.9793\text{cm}}{2} \right) - 2.5\text{cm} = 42.5\text{cm} \quad (\text{Ec. 184})$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * (30 \text{ cm}) * (42.5 \text{ cm}) = 4.25 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 185})$$

$$A_{s_{min}} = \left( \frac{0.80 * \sqrt{210}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \right) * (30 \text{ cm}) * (42.5 \text{ cm}) = 3.52 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 186})$$

Se utiliza el mayor  $A_{s_{min}} = 4.25 \text{ cm}^2$

- Acero máximo

$$A_{s_{max}} = 0.50 * \left( \frac{0.85 * 0.85 * f_c * 6115}{f_c(6115 + f_y)} \right) * b * d \quad (\text{Ec. 187})$$

$$A_{s_{max}} = 0.50 * \left( \frac{0.85 * 0.85 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 6115}{2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} (6115 + 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})} \right) * 30 \text{ cm} * 42.5 \text{ cm} = 20.41 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 188})$$

Acero longitudinal. Para viga cf segundo nivel sentido y, marco B.

Calculando  $A_s$  para el momento actuante en la viga

$$A_s = \left( 0.85 * \left( \frac{f'_c}{f_y} \right) \right) \left[ (b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * 210}} \right] \quad (\text{Ec. 189})$$

Calculando para M(-) = 21.738 Ton-m

$$A_s = 0.85 * \left( \frac{210}{4200} \right) \left[ \left( (30 * 42.5) - \sqrt{(30 * 42.5)^2 - \frac{21728.29 * 40}{0.003825 * 210}} \right) \right] = 15.81 \text{ cm}^2 (\text{Ec. 190})$$

Calculando para M(+)= 6.952 Ton-m

$$A_s = 0.85 * \left( \frac{210}{4200} \right) \left[ \left( (30 * 42.5) - \sqrt{(30 * 42.5)^2 - \frac{6952.763 * 40}{0.003825 * 210}} \right) \right] = 6.11 \text{ cm}^2 (\text{Ec. 191})$$

Según ACI 318-14 se debe cumplir con los siguientes requisitos.

- Cama superior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:

Asmin= 7.08 cm<sup>2</sup>

$$33 \% A_s(-) \text{ mayor} = 0.33 * 31.20 = 10.30 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 192})$$

El mayor es 10.30 cm<sup>2</sup>, propongo

$$2 \text{ varillas corridas No.8} = 2 * 5.07 \text{ cm}^2 = 10.14 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 193})$$

Se tienen que cubrir los momentos negativos, la diferencia entre As requerido y As corrido, se coloca como bastones al armado existente.

- Cama inferior

Colocar 2 varillas como mínimo, con el área mayor de las opciones:  
 $A_{smin} = 7.08 \text{ cm}^2$

$$50 \% A_s (+) = 0.50 * 50.82 = 25.41 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 194})$$

$$50 \% A_s (-) \text{ mayor} = 0.50 * 31.20 = 15.6 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 195})$$

25.41  $\text{cm}^2$  es el mayor, propongo 3 varillas No.10= 23.82  $\text{cm}^2$  + 1 No.5 corridas ( $A_s = 25.81 \text{ cm}^2$ ) (Ec. 196)

$$25.81 \text{ cm}^2 > 25.41 \text{ cm}^2 \text{ requerido} \quad (\text{Ec. 197})$$

La diferencia entre el  $A_s$  calculado y el  $A_s$  corrido se colocará como bastones, para completar el  $A_s$  calculado.

$$A_s (-) = 31.20 - 10.14 = 21.06 \text{ cm}^2 \quad (3\#8 + 1\#9 = 21.66 \text{ cm}^2) \quad (\text{Ec. 198})$$

$$A_s (+) = 50.82 - 25.81 = 25.01 \text{ cm}^2 \quad (3\#9 + 1\#10 = 27.29 \text{ cm}^2) \quad (\text{Ec. 199})$$

$$A_s (-) = 9.58 - 10.14 = -0.56 \text{ cm}^2 \quad (\text{no necesita bastón}) \quad (\text{Ec. 200})$$

- Diseño a corte

El refuerzo transversal de una viga, su objetivo es mantener en su posición al refuerzo longitudinal y resistir los efectos del corte en elemento.

Según el ACI 318-14 en la sección 21.12.4.2, en ambos extremos del elemento se debe colocar, en una longitud de confinamiento mínima a  $2h$  medido desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, refuerzo transversal mínimo, con el menor valor:

Corte que resiste el concreto ( $V_u$ )

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d \quad (\text{Ec. 201})$$

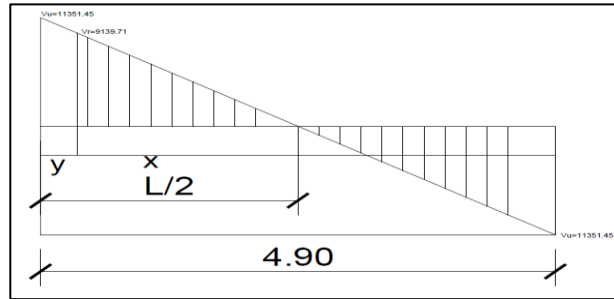
$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 35 * 40 = 9139.71 \quad (\text{Ec. 202})$$

$$V_u = \text{corte ultimo, segun analisis estructural} = 11351.45 \text{ kg}$$

- Si  $V_r \geq V_u$  la viga necesita estribos solo por armado
- $S_{\max} = d/2$ , como mínimo usar acero No.3
- $V_r < V_u$  diseñar estribos por corte, usando las siguientes expresiones:

### **Figura 33.**

*Diagrama de corte en viga*



Nota. Figura del diagrama de corte en viga. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

$$\frac{x}{9139.71} = \frac{2.45}{11351.45} \quad (\text{Ec. 203})$$

- $x = 1.97$
- $y = 2.45 - 1.97 = 0.48$  La distancia a confinar es de 0.48 m

$$I = \frac{Vu}{b*d} \quad (\text{Ec. 204})$$

$$S = \frac{2Avfy}{I*b} \quad (\text{Ec. 205})$$

$$I = \frac{11351}{45*30} = 8.40 \quad (\text{Ec. 206})$$

$$S = \frac{2*0.71*4200}{14.49*45} = 9.14 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 207})$$

$$s = \frac{2*Av*Fy*d}{Vu} \quad (\text{Ec. 208})$$

$$S = \frac{2*0.71*4200*30}{11351} = 15.76 \quad (\text{Ec. 209})$$

Existen ciertos requisitos sísmicos que siguieren confinar los estribos en las vigas en sus extremos, con el objetivo de darle mayor ductibilidad, la zona

para confinar en este caso se hace mediante la forma dictada por el ACI 318-14, 21.3.4.2.

$$2 * h_{viga} = 2 * 45 = 90cm \quad (\text{Ec. 210})$$

$$S_1 = \frac{h_{viga}}{4} = \frac{45}{4} = 11.25 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 211})$$

$$S_2 = \frac{h_{viga}}{2} = \frac{45}{2} = 22.5 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 212})$$

Seguir las siguientes recomendaciones:

El primer estribo debe estar a no más de 5 centímetros de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder de:

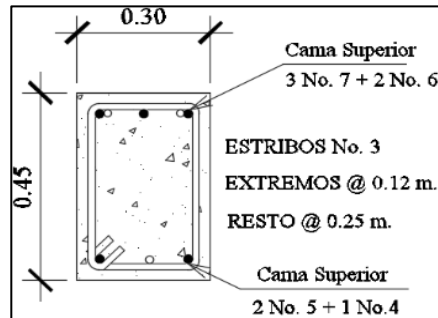
- 8 veces el diámetro de la barra longitudinal =  $8 * 1.905 = 15.24 \text{ cm}$
- 24 veces el diámetro de la barra de estribos =  $24 * 0.95 = 22.86 \text{ cm}$
- 30 cm

La separación de estribos en la zona de confinamiento será de 12 centímetros con hierro No.3 y de 25 centímetros, en zona no confinada.

El resto de armado de vigas, se sigue el mismo procedimiento antes descrito, los resultados están plasmados en los planos constructivos.

#### **Figura 34.**

*Detalle de viga*



*Nota.* Figura del detalle de Viga. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

### 2.10.3. Columnas

Son elementos estructurales sometidos a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas ultimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por área tributarias. Los elementos flexionantes son tomados del análisis estructural, tomándose para diseñar la columna mayor de los momentos actuantes de los extremos de la columna.

Diseñaremos solamente las columnas críticas por cada nivel, las que están sometidas a mayores esfuerzos.

- Para su diseño consideramos 3 aspectos:
  - Efectos de esbeltez
  - Diseño de refuerzo longitudinal
  - Diseño de refuerzo transversal
  
- Datos:



$$f'c = 210 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$fy = 4200 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$D_{columna} = 0.50 \text{ m}$$

$$R_{columna} = \frac{0.50}{2} = 0.25 \text{ m}$$

$$At = 9.20 \text{ m}^2$$

$$Pu = 22080 \text{ kg}$$

$$d' = 4 \text{ cm recubrimiento}$$

$$d = 50 - 4 \text{ cm} = 46 \text{ cm peralte efectivo}$$

- Diseño

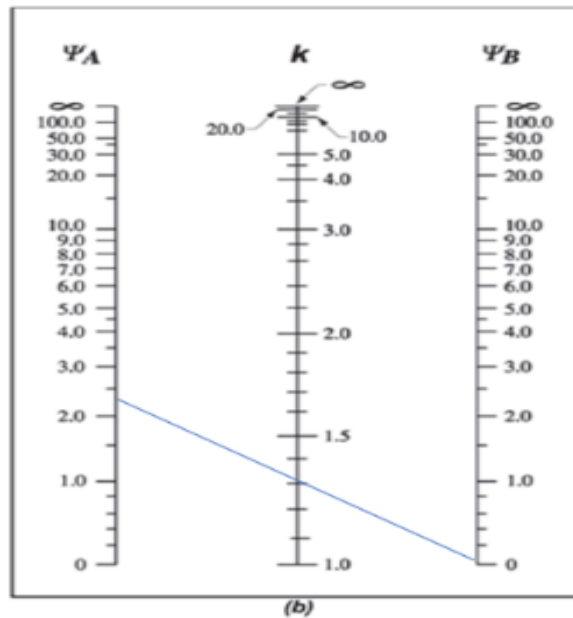
$$\psi_B = 0 \text{ empotramiento}$$

$$\psi_{A1} := \frac{\frac{\pi \cdot D_{columna}^4}{64} \cdot 2}{\frac{\frac{1}{12} \cdot b_{viga} \cdot h_{viga}^3}{l_1} \cdot 2} = 2.2$$

(Ec. 213)

### Figura 35.

*Nanograma de Jackson y Moreland*



(b)  
Estructuras no arriostradas contra desplazamiento lateral

Nota. Tabla de Estructuras no arriostradas. Obtenido de Nanograma de Jackson y Moreland (2022). *Estructuras no arriostradas*. (p. 13). McGraw-Hill.

$K_1 = 1.30$  Factor de longitud efectiva

- Radio de giro. ACI 6.2.5.1

$$r = 0.25 * 0.50 = 0.125 \text{ m}$$

- Esbeltez

$$E_1 = \frac{k_1 * h_1}{r} \quad (\text{Ec. 214})$$

$$E_1 = \frac{1.30 * 3}{0.125} = 31.2 \quad (\text{Ec. 215})$$

$22 \leq E_1 \leq 100$ , rediseñar para columnas intermedias.

- Rigidez efectiva a flexión del miembro

$$\beta_{dns} = 0.6$$

$$EI_{eff} = \frac{\left(15100 * \sqrt{f_c * \frac{kg}{cm^2}} * \left(\pi * \left(\frac{D_{col}}{64}\right)^4\right)\right)}{1 + \beta_{dns}} \quad (\text{Ec. 216})$$

$$EI_{eff} = \frac{\left(15100 * \sqrt{210 * \frac{kg}{cm^2}} * \left(\pi * \left(\frac{50}{64}\right)^4\right)\right)}{1 + 0.6} = 41958169016.49 \frac{kg}{cm^2} \quad (\text{Ec. 217})$$

- Carga critica de pandeo, sección 6.6.4.4.2

$$P_c = \frac{\pi^2 * \left(\frac{EI_{eff}}{\frac{kg}{cm^2}}\right)}{\left(K_1 * \frac{h_1}{cm}\right)^2} * kg \quad (\text{Ec. 218})$$

$$P_c = \frac{\pi^2 * \left(\frac{41958169016.49}{\frac{kg}{cm^2}}\right)}{\left(1.30 * \frac{3}{cm}\right)^2} * kg = 2722620.18 kg \quad (\text{Ec. 219})$$

- Carga puntual ultima

$$P_{utotal} = niv * Pu \quad (\text{Ec. 220})$$

$$P_{utotal} = 2 * 22080 = 44160 kg \quad (\text{Ec. 221})$$

### Tabla 38.

Momentos JK y momentos KJ, según método de kany

	Momento JK		Momentos KJ
Mjk1	30.96 kg.m	Mkj1	53.32 kg.m
Mjk2	302.48 kg.m	Mkj2	183.40 kg.m
Mjk3	42211.90 kg.m	Mkj3	26286.18 kg.m
Mjk4	41993 kg.m	Mkj4	26120.15 kg.m
Mjk5	42032.81 kg.m	Mkj5	26188.20 kg.m

Nota. Tabla de momentos JK y momentos KJ, según método de kany. Elaboración propia, realizado con Excel.

$$M_{u\_total} := \max (M_{Jk1}, M_{Jk2}, M_{Jk3}, M_{Jk4}, M_{Jk5}, M_{kj1}, M_{kj2}, M_{kj3}, M_{kj4}, M_{kj5}) \quad (\text{Ec. 222})$$

$$M_{uTotal} = 42211.9 \text{ Kg.m} \quad (\text{Ec. 223})$$

$$M_{2min} = \frac{P_{u\_total}}{kg} * \left( 1.5 + 0.03 * \frac{D_{columna}}{cm} \right) * kg * m \quad (\text{Ec. 224})$$

$$M_{2min} = \frac{44160}{kg} * \left( 1.5 + 0.03 * \frac{50}{cm} \right) * kg * m = 132480 \text{ kg} * m \quad (\text{Ec. 225})$$

$$M2 = M_{uTotal} = 42211.9 \text{ Kg.m} \quad (\text{Ec. 226})$$

$$M2min \geq M2 \quad C_m = 1 \quad (\text{Ec. 227})$$

- Factor de magnificación

$C_m = 1$  para columnas con cargas transversales aplicadas entre los apoyos – Sección 6.6.4.5.3b

$$\delta = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75P_c}} \quad (\text{Ec. 228})$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{22080}{0.75 * 2722620.18 \text{kg}}} = 1.011 \quad (\text{Ec. 229})$$

$$\delta \geq 1 = OK \quad (\text{Ec. 230})$$

$$M_c = \delta * Mu_{total} \quad (\text{Ec. 231})$$

$$M_c = 1.011 * 42211.9 \text{kg} = 42673.33 \text{kg.m} \quad (\text{Ec. 232})$$

$$y = \frac{d-d'}{D_{col}} \quad (\text{Ec. 233})$$

$$y = \frac{46-4}{50} = 0.84 \quad (\text{Ec. 234})$$

$$e = \frac{M_c}{Pu_{total}} \quad (\text{Ec. 235})$$

$$e = \frac{42673.33 \text{kg.m}}{44160 \text{kg}} = 96.633 \text{cm} \quad (\text{Ec. 236})$$

- Cálculo de acero

$$\phi := 0.75 \quad \text{ACI 6.6.4.5.2}$$

$$\frac{\phi * P_{u_{total}}}{A_g} \quad (\text{Ec. 237})$$

$$\frac{0.75 * 44160}{1963.5} = 1.65 \text{Mpa} \quad (\text{Ec. 238})$$

$$\frac{\phi * M_c}{A_g * D_{col}} \quad (\text{Ec. 239})$$

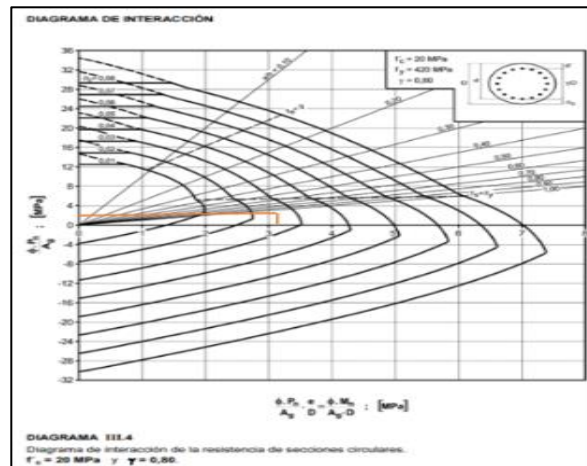
$$\frac{0.75 \cdot 42673.33}{1963.5 \cdot 50} = 3.20 \text{ Mpa} \quad (\text{Ec. 240})$$

$$f_y = 411.88 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 20.59 \text{ Mpa}$$

**Figura 36.**

*Diagrama de interacción*



*Nota.* Diagrama de interacción. Obtenido de R. Cormac (2010). *Diseño de concreto reforzado.* (p. 320). Pearson Education.

Según el diagrama, necesitamos menos que el acero mínimo, por lo tanto, utilizaremos el acero mínimo.

$$A_s = 0.01 * A_g \quad (\text{Ec. 241})$$

$$A_s = 0.01 * 1963.5 = 19.63 \text{ cm}^2 \quad \text{área de acero a utilizar (Ec. 242)}$$

- Propuesta de armado

$$V_{\#1} = 7 \quad Cant = 6$$

$$D_1 = \frac{7}{8} = 2.223 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 243})$$

$$A_{s1} = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{7}{8}\right)^2 = 3.879 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 244})$$

$$A_{s_{total}} = cant * A_{s1}$$

$$A_{s_{total}} = 6 * 3.879 \text{ cm} = 23.277 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 245})$$

$$A_{s_{total}} \geq A_{s1}, \text{ aumentar varillas}$$

- Refuerzo transversal

$$db = 0.02 * D_{col} \quad (\text{Ec. 246})$$

$$db = 0.02 * 50 = 1 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 247})$$

$$db = 0.394 \text{ in}$$

$$V_{\#estribo} = 4$$

$$D_3 = \frac{4}{8} = 0.5 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 248})$$

$$D_3 \geq db \quad \text{OK}$$

- Espaciamiento

$$No_1 = cant * A_{s1} \quad (\text{Ec. 249})$$

$$No_1 = 6 * 3.879cm^2 = 23.277 cm^2 \quad (\text{Ec. 250})$$

$$V_{\#estribo} = 4$$

- ACI 18.4.3.3

$$S_0 = 8 * D_1 \quad (\text{Ec. 251})$$

$$S_0 = 8 * 2.225cm = 17.78 cm \quad (\text{Ec. 252})$$

$$S_{01} = 24 * D_3 \quad (\text{Ec. 253})$$

$$S_{01} = 24 * 1.27cm = 30.48 cm \quad (\text{Ec. 254})$$

- ACI 18.4.3.4

$$S_{04} = 16 * D_1 \quad (\text{Ec. 255})$$

$$S_{04} = 16 * 2.225cm = 35.56cm \quad (\text{Ec. 256})$$

$$S_{05} = 48 * D_3 \quad (\text{Ec. 257})$$

$$S_{05} = 48 * 1.27cm = 60.96cm \quad (\text{Ec. 258})$$

- ACI 318-14 18.7.5.3

$$S_{06} = \frac{D_{col}}{4} \quad (\text{Ec. 259})$$



$$S_{06} = \frac{50 \text{ cm}}{4} = 12.5 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 260})$$

$$S_{07} = 6 * D_1 \quad (\text{Ec. 261})$$

$$S_{07} = 6 * 2.225 \text{ cm} = 13.335 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 262})$$

- Espaciamiento final

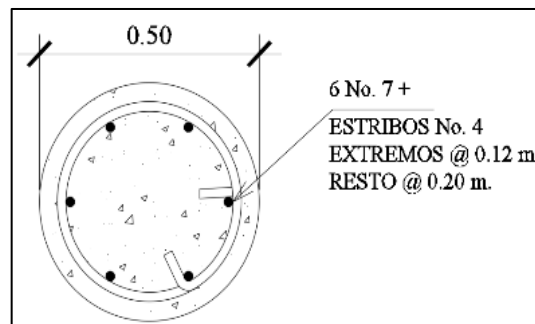
$$S_{o_{confinamiento}} = 12 \text{ cm}$$

$$S_{o_{intermedio}} = 20 \text{ cm}$$

Utilizar zunchos conf. No. 7 @ 0.12 (h/6) resto @ 0.20

**Figura 37.**

*Detalle columna redonda*



*Nota.* Detalle columna redonda. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

#### **2.10.4. Cimientos**

Son elementos que recibirán todas las cargas, tanto propias como externas y transmitirá la acción de las cargas al suelo. Todos los suelos se comprimen al someterlo a cargas, causando asentamientos en la estructura soportada. Los dos requisitos esenciales en el diseño de cimentación son:

Transmitir carga desde la estructura hasta un estado de suelo que tenga la resistencia suficiente.

Disminuir la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato para minimizar las presiones de contacto.

Un suelo satisfactorio debajo de la estructura es suficiente para distribuir la carga mediante las zapatas.

- Zapatas

Elementos estructurales, reciben cargas propias y las exteriores transmitiéndolo al suelo. El tipo de cimentación depende, principalmente del tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y su costo.

Datos.

$$f_y = 4200 \frac{kg}{cm^2}$$

$$f'_c = 210 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\gamma_{suelo} = 1.98 \frac{ton}{m^3}$$

$$\gamma_{concreto} = 2400 \frac{kg}{m^3}$$

$$q_{admin} = 3.495 \frac{kg}{cm^2}$$

- Dimensión de columna redonda

$$D_{columna} = 0.50 \text{ m}$$

$$D_{columna} = \frac{D_{columna}}{2} = \frac{0.50}{2} = 0.25 \text{ m} \quad (\text{Ec. 263})$$

- Cargas hacia columna. Cargas por gravedad.

$$P_u = 22080 \text{ kg}$$

$$M_{cg} = 302.48 \text{ kg.m}$$

- Cargas por sismo en Y

$$P_{sismo\_y} = 75805.80 \text{ kg}$$

$$M_{sismo\_yx} = 42012.90 \text{ kg.m}$$

- Dimensiones de zapata

$$P_{total} = P_u + P_{sismo\_y} \quad (\text{Ec.264})$$

$$P_{total} = 22080 \text{ kg} + 75805.80 \text{ kg} = 97885.8 \text{ kg} \quad (\text{Ec.265})$$

$$B = \sqrt{\frac{P_{total}}{Q_{adm}}} \quad (\text{Ec. 266})$$

$$B = \sqrt{\frac{97885.8 \text{ kg}}{3.495 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} = 1.674 \text{ m} \quad (\text{Ec. 267})$$

- Propuesta de dimensiones

$$A = 2.75 \text{ m}$$

$$B = 2.75 \text{ m}$$

$$A_{zapata} = A * B \quad (\text{Ec. 268})$$

$$A_{zapata} = 2.75\text{m} * 2.75\text{m} = 7.563 \text{ m}^2 \quad (\text{Ec. 269})$$

- Momentos de inercia y radio de giro

$$I_x = \frac{A*B^3}{12} \quad (\text{Ec.270})$$

$$I_x = \frac{2.75*2.75^3}{12} = 4.766\text{m}^4 \quad (\text{Ec. 271})$$

$$I_y = \frac{B*A^3}{12} \quad (\text{Ec. 272})$$

$$I_y = \frac{2.75*2.75^3}{12} = 4.766\text{m}^4 \quad (\text{Ec. 273})$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A*B}} \quad (\text{Ec. 274})$$

$$r_x = \sqrt{\frac{4.766}{2.75*2.75}} = 0.794 \text{ m} \quad (\text{Ec. 275})$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A*B}} \quad (\text{Ec. 276})$$

$$r_y = \sqrt{\frac{4.766}{2.75*2.75}} = 0.794 \text{ m} \quad (\text{Ec. 277})$$

- Carga de servicio por gravedad

$$P_{servicio} = P_u = 22080 \text{ kg}$$

$$e = \frac{M_{cg}}{P_{servicio}} \quad (\text{Ec. 278})$$

$$e = \frac{302.48 \text{ kg.m}}{22080 \text{ kg}} = 0.0137 \text{ m} \quad (\text{Ec. 278})$$

- Esfuerzo por gravedad.

- Coordenadas (1,1)

$$X = \frac{A}{2} \quad (\text{Ec. 279})$$

$$Y = \frac{A}{2} \quad (\text{Ec. 280})$$

$$X = \frac{2.75}{2} = 1.375 \text{ m} \quad (\text{Ec. 281})$$

$$Y = \frac{2.75}{2} = 1.375 \text{ m} \quad (\text{Ec. 282})$$

$$\sigma_1 = \frac{P_{servicio}}{A_{zapata}} \left( 1 + \frac{x*e}{rx^2} + \frac{y*e}{ry^2} \right) \quad (\text{Ec. 283})$$

$$\sigma_1 = \frac{22080 \text{ kg}}{7.563 \text{ m}^2} \left( 1 + \frac{1.375 \text{ m} \cdot 0.0137 \text{ m}}{0.794^2} + \frac{1.375 \text{ m} \cdot 0.0137 \text{ m}}{0.794^2} \right) = 0.309 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 284})$$

- Coordenadas (1,-1)

$$X = \frac{A}{2} \quad (\text{Ec. 285})$$

$$X = \frac{A}{2} \quad (\text{Ec. 286})$$

$$X = \frac{2.75}{2} = 1.375 \text{ m} \quad (\text{Ec. 287})$$

$$Y = -\frac{2.75}{2} = -1.375 \text{ m} \quad (\text{Ec. 288})$$

$$\sigma_2 = \frac{P_{\text{servicio}}}{A_{\text{zapata}}} \left( 1 + \frac{-x \cdot e}{rx^2} + \frac{y \cdot e}{ry^2} \right) \quad (\text{Ec. 289})$$

$$\sigma_2 = \frac{22080 \text{ kg}}{7.563 \text{ m}^2} \left( 1 + \frac{1.375 \text{ m} \cdot 0.0137 \text{ m}}{0.794^2} + \frac{-1.375 \text{ m} \cdot 0.0137 \text{ m}}{0.794^2} \right) = 0.292 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 290})$$

- Coordenadas (-1,1)

$$X = \frac{A}{2} \quad (\text{Ec. 291})$$

$$X = \frac{A}{2} \quad (\text{Ec. 292})$$

$$X = -\frac{2.75}{2} = -1.375 \text{ m} \quad (\text{Ec. 293})$$

$$Y = \frac{2.75}{2} = 1.375 \text{ m} \quad (\text{Ec. 294})$$

$$\sigma_3 = \frac{P_{servicio}}{A_{zapata}} \left( 1 + \frac{x*e}{rx^2} + \frac{-y*e}{ry^2} \right) \quad (\text{Ec. 295})$$

$$\sigma_3 = \frac{22080 \text{ kg}}{7.563 \text{ m}^2} \left( 1 + \frac{-1.375 \text{ m} * 0.0137 \text{ m}}{0.794^2} + \frac{1.375 \text{ m} * 0.0137 \text{ m}}{0.794^2} \right) = 0.292 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 296})$$

- Coordenadas (-1,-1)

$$X = \frac{A}{2} \quad (\text{Ec. 297})$$

$$X = \frac{A}{2} \quad (\text{Ec. 298})$$

$$X = -\frac{2.75}{2} = -1.375 \text{ m} \quad (\text{Ec. 299})$$

$$Y = -\frac{2.75}{2} = -1.375 \text{ m} \quad (\text{Ec. 300})$$

$$\sigma_4 = \frac{P_{servicio}}{A_{zapata}} \left( 1 + \frac{-x*e}{rx^2} + \frac{-y*e}{ry^2} \right) \quad (\text{Ec. 301})$$

$$\sigma_4 = \frac{22080 \text{ kg}}{7.563 \text{ m}^2} \left( 1 + \frac{-1.375 \text{ m} * 0.0137 \text{ m}}{0.794^2} + \frac{-1.375 \text{ m} * 0.0137 \text{ m}}{0.794^2} \right) = 0.275 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 302})$$

$$\sigma_{max} = \max(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4) \quad (\text{Ec. 303})$$

$$\sigma_{max} = \max \left( 0.309 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, 0.292 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, 0.292 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, 0.275 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = 0.309 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 304})$$

$$\sigma_{max} \geq Q_{adm} \quad (\text{Ec. 305})$$

- Cargas por gravedad + sismo en Y

$$P_{servicio_{sy}} = P_u + P_{sismo_y} \quad (\text{Ec. 306})$$

$$P_{servicio\_sy} = 22080 \text{ kg} + 75805.8 \text{ kg} = 97885.8 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 307})$$

$$e_x = \frac{M_{cg}}{P_{servicio\_s.y}} \quad (\text{Ec. 308})$$

$$e_x = \frac{302.48 \text{ kg.m}}{97885.8 \text{ kg}} = 0.0031 \text{ m} \quad (\text{Ec. 309})$$

$$e_y = \frac{M_{cg} + M_{sismo\_yx}}{P_{servicio\_s.y}} \quad (\text{Ec. 310})$$

$$e_y = \frac{302.48 \text{ kg.m} + 42012.90 \text{ kg.m}}{97885.8 \text{ kg}} = 0.4323 \text{ m} \quad (\text{Ec. 311})$$

- Esfuerzo por gravedad + sismo

$$\sigma_{x.y} = \frac{P_{servicio\_sy}}{A_{zapata}} \left( 1 + \frac{x*e}{rx^2} + \frac{y*e_y}{ry^2} \right) \quad (\text{Ec. 312})$$

- Coordenadas (1,1)

$$X = \frac{A}{2} \quad (\text{Ec. 313})$$

$$Y = \frac{A}{2} \quad (\text{Ec. 314})$$

$$X = \frac{2.75}{2} = 1.375 \text{ m} \quad (\text{Ec. 315})$$

$$Y = \frac{2.75}{2} = 1.375 \text{ m} \quad (\text{Ec. 316})$$

$$\sigma_1 = \frac{P_{servicio\_sy}}{A_{zapata}} \left( 1 + \frac{x*e}{rx^2} + \frac{y*e_y}{ry^2} \right) \quad (\text{Ec. 317})$$



$$\sigma_1 = \frac{97885.8 \text{ kg}}{7.563 \text{ m}^2} \left( 1 + \frac{1.375\text{m} \cdot 0.0031\text{m}}{0.794} + \frac{1.375\text{m} \cdot 0.04323\text{m}}{0.794} \right) = 2.524 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (Ec. 318)}$$

- Coordenadas (1,-1)

$$X = \frac{A}{2} \text{ (Ec. 319)}$$

$$Y = -\frac{A}{2} \text{ (Ec. 320)}$$

$$X = \frac{2.75}{2} = 1.375 \text{ m} \text{ (Ec. 321)}$$

$$Y = -\frac{2.75}{2} = -1.375 \text{ m} \text{ (Ec. 322)}$$

$$\sigma_2 = \frac{P_{servicio\_sy}}{A_{zapata}} \left( 1 + \frac{x \cdot e}{rx^2} + \frac{y \cdot ey}{ry^2} \right) \text{ (Ec. 323)}$$

$$\sigma_2 = \frac{97885.8 \text{ kg}}{7.563 \text{ m}^2} \left( 1 + \frac{1.375\text{m} \cdot 0.0031\text{m}}{0.794} + \frac{-1.375\text{m} \cdot 0.04323\text{m}}{0.794} \right) = 0.082 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (Ec. 324)}$$

- Coordenadas (-1,1)

$$X = -\frac{A}{2} \text{ (Ec. 325)}$$

$$Y = \frac{A}{2} \text{ (Ec. 326)}$$

$$X = \frac{2.75}{2} = -1.375 \text{ m} \text{ (Ec. 327)}$$

$$Y = -\frac{2.75}{2} = 1.375 \text{ m} \text{ (Ec. 328)}$$

$$\sigma_3 = \frac{P_{servicio_{sy}}}{A_{zapata}} \left( 1 + \frac{x*e}{rx^2} + \frac{y*e_y}{ry^2} \right) \quad (\text{Ec. 329})$$

$$\sigma_3 = \frac{97885.8 \text{ kg}}{7.563 \text{ m}^2} \left( 1 + \frac{-1.375\text{m} \cdot 0.0031\text{m}}{0.794} + \frac{1.375\text{m} \cdot 0.04323\text{m}}{0.794} \right) = 2.506 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 330})$$

- Coordenadas (-1,-1)

$$X = -\frac{A}{2} \quad (\text{Ec. 331})$$

$$Y = -\frac{A}{2} \quad (\text{Ec. 332})$$

$$X = \frac{2.75}{2} = -1.375 \text{ m} \quad (\text{Ec. 333})$$

$$Y = -\frac{2.75}{2} = -1.375 \text{ m} \quad (\text{Ec. 334})$$

$$\sigma_4 = \frac{P_{servicio_{sy}}}{A_{zapata}} \left( 1 + \frac{x*e}{rx^2} + \frac{y*e_y}{ry^2} \right) \quad (\text{Ec. 335})$$

$$\sigma_4 = \frac{97885.8 \text{ kg}}{7.563 \text{ m}^2} \left( 1 + \frac{-1.375\text{m} \cdot 0.0031\text{m}}{0.794} + \frac{-1.375\text{m} \cdot 0.04323\text{m}}{0.794} \right) = 0.065 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 336})$$

$$\sigma_{max} = \max(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4) \quad (\text{Ec.337})$$

$$\sigma_{max} = \max\left(2.524 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, 0.082 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, 2.506 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, 0.065 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) = 2.524 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 338})$$

$$\sigma_{max} \geq 1.33 Q_{adm} \quad (\text{Ec. 339})$$

$$P_{critica} = \max(P_{servicio}, P_{servicio_{sy}}) \quad (\text{Ec. 340})$$

$$P_{critica} = \max(22080, 97885.8) = 97885.8 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 341})$$

$$e_x = \frac{M_{cg}}{P_{critica}} \quad (\text{Ec. 342})$$

$$e_x = \frac{302.48 \text{ kg.m}}{97885.8 \text{ kg}} = 0.309 \text{ m} \quad (\text{Ec. 343})$$

$$e_y = \frac{M_{cg} + M_{sismo_{yx}}}{P_{critica}} \quad (\text{Ec. 344})$$

$$e_y = \frac{302.48 \text{ kg.m} + 42012.90 \text{ kg.m}}{97885.8 \text{ kg}} = 43.2293 \text{ m} \quad (\text{Ec. 345})$$

$$e_x \leq \frac{A}{6} \quad (\text{Ec. 346})$$

$$e_y \leq \frac{B}{6} \quad (\text{Ec. 347})$$

$$\sigma_{min} = \frac{P}{A} \left( 1 - 6 * \frac{e}{lado} \right) \quad (\text{Ec. 348})$$

$$\sigma_{min_x} = \frac{P_{critica}}{A_{zapata}} \left( 1 - * \frac{6 * e_x}{A} \right) \quad (\text{Ec. 349})$$

$$\sigma_{min_x} = \frac{97885.8 \text{ kg}}{7.563 \text{ m}^2} \left( 1 - * \frac{6 * 0.309 \text{ m}}{2.75 \text{ m}} \right) = 1.286 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 350})$$

$$\sigma_{min_y} = \frac{P_{critica}}{A_{zapata}} \left( 1 - * \frac{6 * e_y}{B} \right) \quad (\text{Ec. 351})$$

$$\sigma_{min_x} = \frac{97885.8 \text{ kg}}{7.563 \text{ m}^2} \left( 1 - * \frac{6 * 43.2293 \text{ m}}{2.75 \text{ m}} \right) = 0.074 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 352})$$

$$\sigma_{max} = \frac{P}{A} \left( 1 + 6 * \frac{e}{lado} \right) \quad (\text{Ec. 353})$$

$$\sigma_{\max\_x} = \frac{P_{critica}}{A_{zapata}} \left( 1 + * \frac{6 * e_x}{A} \right) \quad (\text{Ec. 354})$$

$$\sigma_{\max\_x} = \frac{97885.8 \text{ kg}}{7.563 \text{ m}^2} \left( 1 + * \frac{6 * 0.309 \text{ m}}{2.75 \text{ m}} \right) = 1.303 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 355})$$

$$\sigma_{\max\_y} = \frac{P_{critica}}{A_{zapata}} \left( 1 + * \frac{6 * e_y}{B} \right) \quad (\text{Ec. 356})$$

$$\sigma_{\min\_y} = \frac{97885.8 \text{ kg}}{7.563 \text{ m}^2} \left( 1 + * \frac{6 * 43.2293 \text{ m}}{2.75 \text{ m}} \right) = 2.515 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 357})$$

$$FS = 1.5$$

$$\sigma_{ultimo} = FS * \max(\sigma_{\min\_x}, \sigma_{\max\_x}, \sigma_{\min\_y}, \sigma_{\max\_y}) \quad (\text{Ec. 358})$$

$$\sigma_{ultimo} = 1.5 * \max\left(1.286 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, 0.0074 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, 1.303 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, 2.515 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) = 3.773 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 359})$$

- Cortante en una dirección

$$r_{libre} = 0.075 \text{ cm}$$

- Peralte propuesto: H= 55 cm
- Numero de varillas propuesto: varillas #5

$$D_{varilla} = \frac{\text{Varilla\#}}{8} \quad (\text{Ec. 360})$$

$$D_{varilla} = \frac{5}{8} \text{ in} = 0.0159 \text{ m} \quad (\text{Ec. 361})$$

$$r = r_{libre} + \frac{1}{2} * D_{varilla} \quad (\text{Ec. 362})$$

$$r = 0.075 \text{ cm} + \frac{1}{2} * 1.59 \text{ cm} = 8.294 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 363})$$

$$d = H - r \quad (\text{Ec. 364})$$

$$d = 55 \text{ cm} - 8.294 \text{ cm} = 46.7063 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 365})$$

- Lado A. Cortante último en 1 dirección lado A.

$$V_{ul\_A} = \left( \frac{A}{2} - R_{col} - d \right) * B * \sigma_{ultimo} \quad (\text{Ec. 366})$$

$$V_{ul\_A} = \left( \frac{2.75 \text{ cm}}{2} - 50 \text{ cm} - 46.7063 \text{ cm} \right) * 2.75 \text{ cm} * 3.773 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 68261.71 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 367})$$

$\lambda := 1$  factor para concreto de peso normal.

$$V_{cl\_A} = 0.53 * \lambda * \sqrt{f'c * \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * B * d \quad \text{ACI 22.5.5.1} \quad (\text{Ec. 368})$$

$$V_{cl\_A} = 0.53 * 1 * \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 2.75 \text{ cm} * 46.71 \text{ cm} = 98649.12 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 369})$$

$\phi := 0.75$  factor de reducción de cortante.

$$\phi * V_{cl\_A} \quad (\text{Ec. 370})$$

$$0.75 * 98649.12 \text{ kg} = 73986.84 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 371})$$

$$\phi * V_{cl\_A} \geq V_{ul\_A} \quad (\text{Ec. 372})$$

$$\frac{V_{ul\_A}}{\phi * V_{cl\_A}} \quad \text{Demanda de capacidad.} \quad (\text{Ec. 373})$$

$$\frac{68261.71 \text{ kg}}{73986.84 \text{ kg}} = 0.923 \quad (\text{Ec. 374})$$

- Lado B. Cortante último en 1 dirección lado B

$$V_{ul\_B} = \left( \frac{B}{2} - R_{col} - d \right) * B * \sigma_{ultimo} \quad (\text{Ec. 375})$$

$$V_{ul\_B} = \left( \frac{2.75 \text{ cm}}{2} - 50 \text{ cm} - 46.7063 \text{ cm} \right) * 2.75 \text{ cm} * 3.773 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 68261.71 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 376})$$

$\lambda := 1$  factor para concreto de peso normal.

$$V_{cl\_A} = 0.53 * \lambda * \sqrt{f'c * \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * B * d \quad \text{ACI 22.5.5.1} \quad (\text{Ec. 377})$$

$$V_{cl\_B} = 0.53 * 1 * \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 2.75 \text{ cm} * 46.71 \text{ cm} = 98649.12 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 378})$$

$\phi := 0.75$  factor de reducción de cortante.

$$\phi * V_{cl\_B} \quad (\text{Ec. 379})$$

$$0.75 * 98649.12 \text{ kg} = 73986.84 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 380})$$

$$\phi * V_{cl\_A} \geq V_{ul\_A} \quad (\text{Ec. 381})$$

$$\frac{V_{ul\_B}}{\phi * V_{cl\_B}} \quad \text{Demanda de capacidad.} \quad (\text{Ec. 382})$$

$$\frac{68261.71 \text{ kg}}{73986.84 \text{ kg}} = 0.923 \quad (\text{Ec. 383})$$

- Cortante en dos direcciones

$$A_{col} = \pi * \frac{(D_{col}+d)^2}{4} \quad \text{área de la columna + peralte efectivo} \quad (\text{Ec. 384})$$

$$A_{col} = \pi * \frac{(0.25+46.71)^2}{4} = 0.735 \text{ m}^2 \quad (\text{Ec. 385})$$

$$V_{u2} = (A_{zapata} - A_{col}) * \left( \frac{\sigma_{\min} \cdot x \cdot \sigma_{\max} \cdot x}{2} \right) \quad \text{cortante último en 2 direcciones} \quad (\text{Ec. 386})$$

$$V_{u2} = (7.563 \text{ m}^2 - 0.735 \text{ m}^2) * \left( \frac{0.074 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 1.303 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{2} \right) = 88378.59 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 387})$$

$$b_{perimetro} = 2 * \pi \left( \frac{D_{columna}+d}{2} \right) \quad \text{perimetro de columna + peralte efectivo} \quad (\text{Ec. 388})$$

$$b_{perimetro} = 2 * \pi \left( \frac{0.25+46.71}{2} \right) = 3.04 \text{ m} \quad (\text{Ec. 389})$$

- Cortante nominal del concreto

$$V_{c2_1} = 1.1 * \lambda \sqrt{f'c} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * b_{perimetro} * d \quad (\text{Ec. 390})$$

$$V_{c2_1} = 1.1 * \lambda * \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 3.04 \text{ m} * 46.71 \text{ m} = 226194.35 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 391})$$

$$\beta := 1$$

$$V_{c2_2} = 0.53 * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \lambda * \sqrt{f'c \frac{kg}{cm^2}} * b_{perimetro} * d \quad (\text{Ec. 392})$$

$$V_{c2_2} = 0.53 * \left(1 + \frac{2}{1}\right) * \lambda * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} * 3.04m * 46.71m = 326953.65 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 393})$$

Columna interior

$$\alpha := 40$$

$$V_{c2_3} = 0.27 * \left(2 + \frac{a*d}{b_{perimetro}}\right) * \lambda * \sqrt{f'c \frac{kg}{cm^2}} * b_{perimetro} * d \quad (\text{Ec. 394})$$

$$V_{c2_3} = 0.27 * \left(2 + \frac{40*46.71m}{1}\right) * \lambda * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} * 3.04m * 46.71m = 452456.49 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 395})$$

$$V_{c2} = \min(V_{c2_1}, V_{c2_2}, V_{c2_3}) \quad (\text{Ec. 396})$$

$$V_{c2} = \min(226194.35\text{kg}, 326953.65\text{kg}, 452456.49\text{kg}) = 226194.35\text{kg} \quad (\text{Ec. 397})$$

$$\emptyset * V_{c2} \quad (\text{Ec. 398})$$

$$\emptyset * 2226194.35\text{kg} = 169645.76 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 399})$$

$$\emptyset * V_{c2} \geq V_{u2} \quad (\text{Ec. 400})$$

$$\frac{V_{u2}}{\emptyset * V_{c2}} \text{ demanda de capacidad} \quad (\text{Ec. 401})$$

$$\frac{88378.59\text{kg}}{169645.76\text{kg}} = 0.521 \quad (\text{Ec. 402})$$

- Momento lado A



$$L_{flexA} = \frac{A}{2} - R_{columna} \quad (\text{Ec. 403})$$

$$L_{flexA} = \frac{2.75cm}{2} - 50cm = 1.12 m \quad (\text{Ec. 404})$$

$$M_{u_A} = \frac{\sigma_{ultimo} * B * (L_{flexA})^2}{2} \quad \text{Momento ultimo} \quad (\text{Ec. 405})$$

$$M_{u_A} = \frac{3.773 \frac{kg}{cm^2} * 2.75 cm * (1.12m)^2}{2} = 65654.96 kg.m \quad (\text{Ec. 406})$$

- Cálculo de acero de refuerzo

$\phi_M := 0.90$

Factor de reducción de momentos

$$R = \frac{M_{u_A}}{\phi M * B * d^2} \quad (\text{Ec. 407})$$

$$R = \frac{65654.96 kg.m}{0.90 * 2.75 cm * 46.71^2} = 12.16 \frac{kg}{cm^2} \quad (\text{Ec. 408})$$

$$\rho = 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R}{0.85 * f'_c}} \right) \quad \text{cuantía de acero} \quad (\text{Ec. 409})$$

$$\rho = 0.85 * \frac{210}{4200} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 50}{0.85 * 210}} \right) = 0.03 \quad (\text{Ec. 410})$$

$A_{s_A} = \rho * B * d$  área de acero

$$A_{s_A} = 0.03 * 0.50 * 46.71 = 38.55 cm^2 \quad (\text{Ec. 411})$$

- Acero mínimo para flexión ACI 9.6.1.2

$$A_{S_{min1}} = \frac{14}{f_y} * B * d \quad (\text{Ec. 412})$$

$$A_{S_{min1}} = \frac{14}{4200 \frac{kg}{cm^2}} * 1.674m * 46.71cm = 42.81cm^2 \quad (\text{Ec. 413})$$

$$A_{S_{min2}} = \frac{0.80 * \sqrt{f'c \frac{kg}{cm^2}}}{f_y} * B * d \quad (\text{Ec. 414})$$

$$A_{S_{min2}} = \frac{0.80 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}}}{4200 \frac{kg}{cm^2}} * 1.674m * 46.71cm = 35.45cm^2 \quad (\text{Ec. 415})$$

$$A_{S_1} = \max(A_{S_A}, A_{S_{min1}}, A_{S_{min2}}) \quad (\text{Ec. 416})$$

$$A_{S_1} = \max(38.54cm^2, 42.81cm^2, 35.45cm^2) = 42.81 cm^2 \quad (\text{Ec. 417})$$

○ Varilla #6

$$A_{var} = \frac{\pi}{4} * \left( \frac{Var\#6}{8} * in \right)^2 \quad (\text{Ec. 418})$$

$$A_{var} = \frac{\pi}{4} * \left( \frac{6}{8} * in \right)^2 = 2.85 cm^2 \quad (\text{Ec. 419})$$

$$N_{varillas} = \frac{A_{S_1}}{A_{var}} \quad (\text{Ec. 420})$$

$$N_{varillas} = \frac{42.81cm^2}{2.85 cm^2} = 15.021 \approx 16 \quad (\text{Ec. 421})$$

$N_{varillas_u} = 16$  varillas a utilizar

$$S = \frac{B-2*r_{libre}}{N_{Varillas_u^{-1}}} \quad (\text{Ec. 422})$$

$$S = \frac{1.674m-2*0.075cm}{16^{-1}} = 17.33 \text{ cm separación} \quad (\text{Ec. 423})$$

$$A_{usuar} = N_{varillas_u} * A_{var} \text{ acero a utilizar} \quad (\text{Ec. 424})$$

$$A_{usuar} = 16 * 2.85cm^2 = 45.60 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 425})$$

$$45.60 \text{ cm}^2 \geq 42.81 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 426})$$

- Momento lado B

$$L_{flexB} = \frac{B}{2} - R_{columna} \quad (\text{Ec. 427})$$

$$L_{flexB} = \frac{2.75cm}{2} - 50cm = 1.12 \text{ m} \quad (\text{Ec. 428})$$

$$M_{u_B} = \frac{\sigma_{ultimo} * A * (L_{flexA})^2}{2} \quad \text{Momento ultimo} \quad (\text{Ec. 429})$$

$$M_{u_A} = \frac{3.773 \frac{kg}{cm^2} * 2.75 \text{ cm} * (1.12m)^2}{2} = 65654.96 \text{ kg.m} \quad (\text{Ec. 430})$$

- Cálculo de acero de refuerzo

$\phi_M := 0.90$

Factor de reducción de momentos

$$R = \frac{M_{u_A}}{\phi_M * B * d^2} \quad (\text{Ec. 431})$$

$$R = \frac{65654.96 \text{ kg.m}}{0.90 * 2.75 \text{ cm} * 46.71^2} = 12.16 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 432})$$

$$\rho = 0.85 * \frac{f'c}{fy} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R}{0.85 * f'c}} \right) \quad \text{cuantía de acero} \quad (\text{Ec. 433})$$

$$\rho = 0.85 * \frac{210}{4200} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 50}{0.85 * 210}} \right) = 0.03 \quad (\text{Ec. 434})$$

$$A_{s_A} = \rho * B * d \quad \text{área de acero} \quad (\text{Ec. 435})$$

$$A_{s_A} = 0.03 * 0.50 * 46.71 = 38.55 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 436})$$

- Acero mínimo para flexión ACI 9.6.1.2

$$A_{s_{min1}} = \frac{14}{fy} * B * d \quad (\text{Ec. 437})$$

$$A_{s_{min1}} = \frac{14}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 1.674 \text{ m} * 46.71 \text{ cm} = 42.81 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 438})$$

$$A_{s_{min2}} = \frac{0.80 * \sqrt{f'c \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}}{fy} * B * d \quad (\text{Ec. 439})$$

$$A_{s_{min2}} = \frac{0.80 * \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 1.674 \text{ m} * 46.71 \text{ cm} = 35.45 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 440})$$

$$A_{s_1} = \max(A_{s_A}, A_{s_{min1}}, A_{s_{min2}}) \quad (\text{Ec. 441})$$

$$A_{s_1} = \max(38.54 \text{ cm}^2, 42.81 \text{ cm}^2, 35.45 \text{ cm}^2) = 42.81 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 442})$$

- Varilla #6

$$A_{var} = \frac{\pi}{4} * \left( \frac{Var\#6}{8} * in \right)^2 \quad (\text{Ec. 443})$$

$$A_{var} = \frac{\pi}{4} * \left( \frac{6}{8} * in \right)^2 = 2.85 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 444})$$

$$N_{varillas} = \frac{A_{s2}}{A_{var}} \quad (\text{Ec. 445})$$

$$N_{varillas} = \frac{42.81 \text{ cm}^2}{2.85 \text{ cm}^2} = 15.021 \approx 16 \quad (\text{Ec. 446})$$

$N_{varillas\_u} = 16$  varillas a utilizar.

$$S = \frac{B - 2 * r_{libre}}{N_{varillas\_u}^{-1}} \quad (\text{Ec. 447})$$

$$S = \frac{1.674 \text{ m} - 2 * 0.075 \text{ cm}}{16^{-1}} = 17.33 \text{ cm} \text{ separación} \quad (\text{Ec. 448})$$

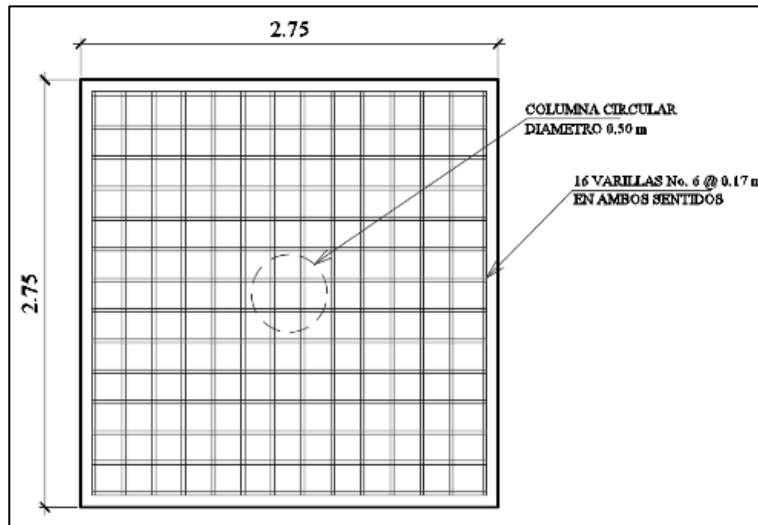
$$A_{usuar} = N_{varillas\_u} * A_{var} \text{ acero a utilizar} \quad (\text{Ec. 449})$$

$$A_{usuar} = 16 * 2.85 \text{ cm}^2 = 45.60 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 450})$$

$$45.60 \text{ cm}^2 \geq 42.81 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 451})$$

### Figura 38.

*Detalle de zapata*



*Nota.* Figura del detalle de zapata. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

Usar 16 var #6 @ 0.17 cm en ambos lados

## 2.11. Diseño de gradas

El módulo de gradas se diseñará en módulo separado, ya que cuando ocurra un sismo, no se vea afectado por las acciones de la estructura, evitando que colapsen y así dando tiempo a las personas para que puedan evacuar el edificio. Es importante tomar en cuenta la forma y la ubicación que tendrán las escaleras debido a la importancia que tendrá en la construcción.

El diseño se basa en dimensionamientos de huellas y contrahuellas, a través de esto se debe garantizar la comodidad de las escaleras para las cuales existen los siguientes límites según la Norma de reducción de desastres numero dos -NR2-.

El ancho de las gradas será determinado según lo indicado en el manual antes descrito. Todas las gradas deberán tener huellas y contrahuellas de iguales longitudes.

- Longitud mínima del descanso = 110 cm
- Huella mínima = 28 cm
- Contrahuella = de 10 a 18 cm
- Distancia vertical máxima entre descansos = 370 cm
- Numero de contrahuellas
- Altura de piso a cielo 3.04 m
- Espesor de losa = 0.11 m
- Piso más mezzclon = 0.05 m
- Total = 3.20 m

El número de escalones se determina dividiendo la altura de piso a cielo entre el valor de la contrahuella.

$$\text{Numero de contrahuellas} = \frac{\text{altura total}}{\text{altura de contrahuellas}} \quad (\text{Ec. 452})$$

$$\text{Numero de contrahuellas} = \frac{3.20}{0.16} = 20 \quad (\text{Ec. 453})$$

- Numero de huellas

$$\text{No. de huellas} = \text{No. de contrahuellas} - 1 \quad (\text{Ec. 454})$$

$$\text{No. de huellas} = 20 - 1 = 19 \quad (\text{Ec. 455})$$

Las gradas del edificio del mercado municipal estarán conformadas por 20 contrahuellas y 19 huellas.

- Espesor de losa

$$t = \frac{p}{180} \quad (\text{Ec. 456})$$

- Integración de cargas

Datos:

Carga viva = 500 kg/m<sup>2</sup>

Carga de acabados = 75 kg/m<sup>2</sup>

Ancho = 1.50 m

f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

f'y = 4200 kg/cm<sup>2</sup>

$\gamma_{concreto} = 2400 \text{ kg/m}^3$

- Carga muerta

$$P.P \text{ grada} = \gamma_{concreto} * t + \frac{c}{2} \quad (\text{Ec. 457})$$

$$P.P \text{ grada} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.11\text{m} + \frac{0.16}{2} = 456 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad (\text{Ec. 458})$$

$$C.M = P.P \text{ gradas} + acabados \quad (\text{Ec. 459})$$

$$C.M = 456 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 451 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad (\text{Ec. 460})$$

- Carga viva

500 kg/m<sup>2</sup>



- Escaleras públicas
  - Carga ultima

$$C.U = 1.4 * C.M + 1.7 * C.V \quad (\text{Ec.461})$$

$$C.U = 1.4 * 451 + 1.7 * 500 = 1481.4 \frac{kg}{m^2} \quad (\text{Ec. 462})$$

- Cálculo de momentos

$$M- = \frac{C.U * L^2}{14} \quad (\text{Ec. 463})$$

$$M- = \frac{1481.4 \frac{kg}{m^2} * 3.00^2}{14} = 952.33 \text{ kg} * m \quad (\text{Ec. 464})$$

$$M+ = \frac{C.U * L^2}{9} \quad (\text{Ec. 465})$$

$$M+ = \frac{1481.4 \frac{kg}{m^2} * 3.00^2}{9} = 1481.4 \text{ kg} * m \quad (\text{Ec. 466})$$

- Acero mínimo

Para obtener el acero mínimo en una losa, utilizamos la fórmula que se utiliza para obtener el área de acero mínimo de una viga. La sección 9.6.1.2 del ACI 318-14 establece que el acero mínimo, no debe ser menor que el obtenido por medio de las siguientes ecuaciones.

$$b = 100$$

$$d = 11 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - \left(\frac{0.95}{2}\right) = 8.52 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 467})$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0.80 * \sqrt{f'c}}{f_y} * b * d \quad (\text{Ec. 468})$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0.80 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}}}{4200} * 100 * 8.52 = 2.35 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 469})$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{f_y} * b * d \quad (\text{Ec. 470})$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{4200} * 100 * 8.52 = 2.84 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 471})$$

Se utilizará como acero mínimo el mayor resultado obtenido, en este caso 2.84 cm<sup>2</sup>.

- Acero máximo

Para determinar el acero máximo se determina de la siguiente manera.

$$A_{s_{max}} = 0.5 * \rho_d * b * d \quad (\text{Ec. 472})$$

$$\rho_b = \frac{0.85 * \beta * f'c * 6120}{f_y * (6120 + f_y)} \quad (\text{Ec.473})$$

Si  $0 \text{ kg/cm}^2 < f'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$  entonces  $\beta = 0.85$

$$\rho_b = \frac{0.85 * 0.85 * 210 \frac{kg}{cm^2} * 6120}{4200 * (6120 + 4200)} = 0.0214 \quad (\text{Ec. 474})$$

$$A_{s_{max}} = 0.5 * 0.0214 * 100 * 8.52 = 9.12 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 475})$$

- Acero requerido

$$A_{s_{req}} = \left( 0.85 * \left( \frac{f'_c}{f_y} \right) \right) \left[ (b * d) - \sqrt{(b * d) - \frac{Mu * b}{0.003825 * 210}} \right] \quad (\text{Ec. 476})$$

$$A_{s_{req}M-} = \left( 0.85 * \left( \frac{210}{4200} \right) \right) \left[ (100 * 8.52)^2 - \sqrt{(100 * 8.52) - \frac{952.33 * 100}{0.003825 * 210}} \right] \quad (\text{Ec. 477})$$

$$A_{s_{req}M-} = 3.09 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{req}M+} = \left( 0.85 * \left( \frac{210}{4200} \right) \right) \left[ (100 * 8.52)^2 - \sqrt{(100 * 8.52) - \frac{1481.4 * 100}{0.003825 * 210}} \right] \quad (\text{Ec. 478})$$

$$A_{s_{req}M+} = 4.94 \text{ cm}^2$$

El área de acero requerido para ambos momentos es mayor que el acero mínimo  $A_{s_{req}} > A_{s_{min}}$ . Por lo tanto, se utilizará el acero del momento positivo  $4.94 \text{ cm}^2$  y varilla No. 3 ( $A_s = 0.71 \text{ cm}^2$ ).

- Espaciamiento entre varillas.

$$S = \frac{A_{s_{var}} * b}{A_{s_{min}}} \quad (\text{Ec. 479})$$

$$S = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{4.94 \text{ cm}^2} = 14.37 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 480})$$

Se utilizará en la cama inferior como superior, varilla No. 3 @ 0.15 m en forma de bastones.

- Acero por temperatura

$$A_{s_{temperatura}} = 0.002 * b * t \quad (\text{Ec. 481})$$

$$A_{st_{temperatura}} = 0.002 * 100 * 11 = 2.20 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 482})$$

Se determina el espaciamiento necesario (S) para varillas No. 3 ( $A_s = 0.71 \text{ cm}^2$ ).

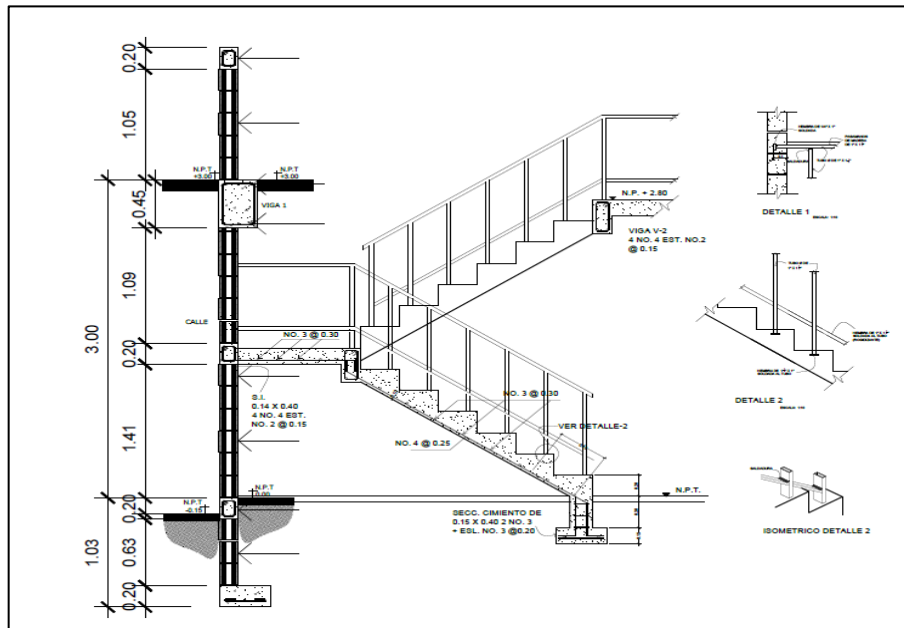
$$S = \frac{A_{s_{var}} * b}{A_{s_{min}}} \quad (\text{Ec. 483})$$

$$S = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{2.20 \text{ cm}^2} = 32.28 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 484})$$

Se utilizará en la cama superior como en la inferior varillas No.3 @ 0.30 cm, en el sentido transversal a la escalera.

### **Figura 39.**

*Detalle de armado de gradas*



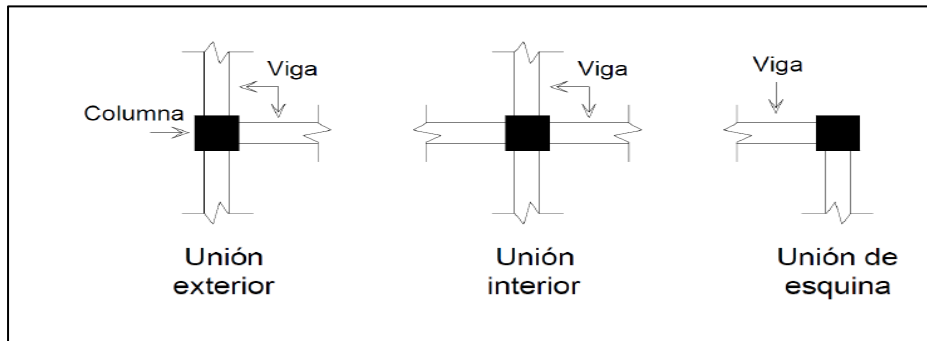
Nota. Figura del detalle de armado de gradas. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Diseño nudo sísmico

Unión viga-columna se define como la porción de la columna dentro de la altura de las vigas que se unen hasta ella. Para garantizar que las fuerzas que se provocan en los extremos de los elementos se transmitan a través de la unión hacia los elementos. La tabla 18.8.4.1 del ACI 318S-14, existen tres tipos de configuración del nudo. A la primera le llamaremos unión interior, en el cual se conectan cuatro vigas una por cada cara de la columna. La unión exterior tiene la característica de unir tres vigas, y la unión de esquina, únicamente dos vigas y de manera ocasional, una sola viga. La figura # ilustra los tres tipos de configuración.

**Figura 40.**

*Tipos de configuración del nudo*



*Nota.* Tipos de configuración del nudo. Obtenido de L. Car. (2021). *Diseño de dos niveles para el nuevo mercado municipal y del tramo carretero comprendido del casco urbano hacia aldea las escobas, municipio de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango.* (p. 149). Alfayomega.

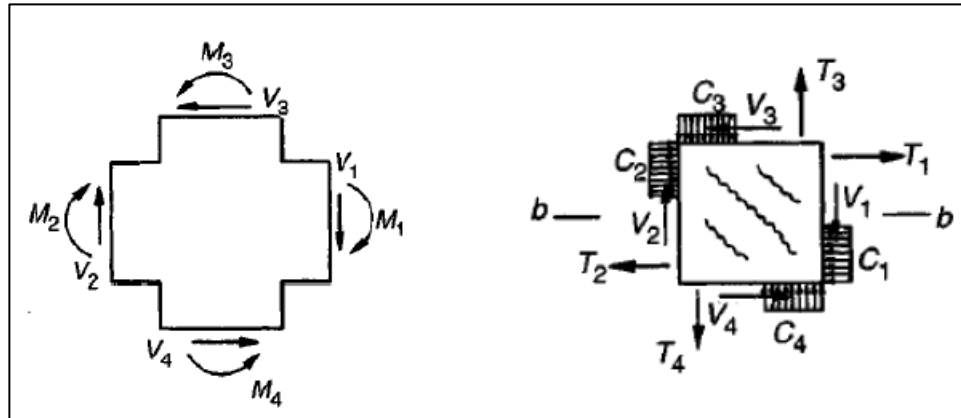
En la figura 40 se muestran las fuerzas y momentos que las vigas y las columnas transfieren a los nudos, así como las fuerzas internas resultantes debido a cargas axiales, flexión y cortante.

Los fenómenos de comportamiento dentro del nudo se interpretan en términos de una resistencia nominal al cortante en el nudo, es decir, que las fuerzas que se consideran en el diseño del nudo se calculan con base en las resistencias nominales de los elementos. La fuerza de tensión en la parte superior de la viga generada por el refuerzo para momento negativo se toma como  $T = A_s X 1.25 f_y$ , según 18.8.2.1 del código y la fuerza de compresión es  $C = T$ . El momento de diseño aplicado en la cara del nudo es:

$$M_u = M_n = 1.25 A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \quad (\text{Ec. 485}).$$

**Figura 41.**

*Cargas en el nudo y fuerzas resultantes de cargas laterales*



Nota. Cargas en el nudo y fuerzas resultantes de cargas laterales. A. Nilson (2004). *Diseño de estructuras de concreto*. (p. 311). McGraw Hill.

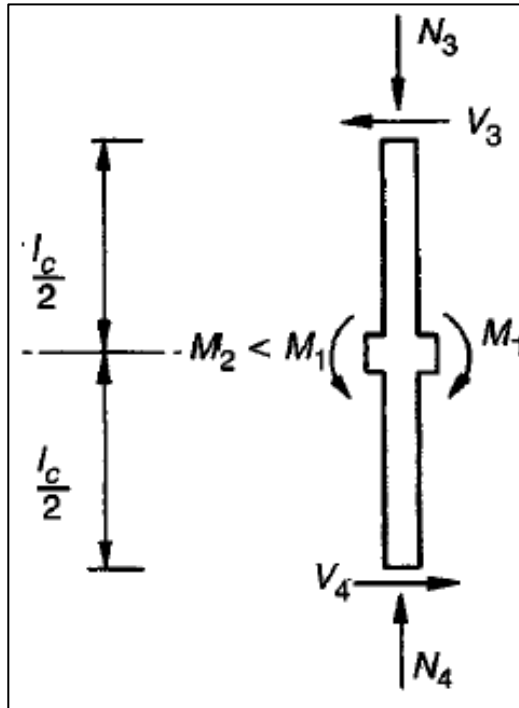
Aplicado los momentos a cada uno de las caras del nudo, las fuerzas correspondientes de la columna para el diseño de la unión son las que mantienen el equilibrio en el nudo.

Los cortantes de la columna  $V_3$  y  $V_4$  (figura 36) se calcula con base en el diagrama de cuerpo libre de la columna entre puntos de inflexión los cuales se suponen en el punto  $\frac{l_c}{2}$  de la columna, donde  $l_c$  es la altura total de la columna.

Ver figura 42 a continuación:

### Figura 42.

*Diagrama de cuerpo libre de una columna interior y del nudo*



Nota. Diagrama de cuerpo libre de una columna interior y del nudo. A. Nilson (2004). *Diseño de estructuras de concreto*. (p. 312). McGraw Hill.

La fuerza cortante aplicada  $V_u$  se calcula sumando las fuerzas horizontales que actúan en el nudo por encima del plano horizontal “b-b” que se muestra en la figura 61, es decir:

$$V_u = T_1 + C_2 - V_3 \quad (\text{Ec. 486})$$

Debe cumplir con la condición  $V_u \leq \phi V_n$ . La resistencia nominal del nudo a corte  $V_n$ , viene dada por el tipo de configuración del nudo, según tabla 39

**Tabla 39.**

*Resistencia nominal del nudo a cortante  $V_n$*

Configuración del nudo	$V_n$
------------------------	-------



Para nudos confinados por vigas en sus cuatro caras.	$1.7\lambda\sqrt{f'c}A_j$
Para nudos confinados por viga en tres de sus caras o en dos caras opuestas.	$1.2\lambda\sqrt{f'c}A_j$
Para otros casos.	$1.0\lambda\sqrt{f'c}A_j$
$\lambda = 1$ , para concreto de peso normal.	

*Nota.* Figura de resistencia nominal del nudo a cortante  $V_n$ . Elaboración propia, realizado con Excel.

El área efectiva de la sección transversal dentro del nudo  $A_j$ , es el producto de la altura total de la sección de la columna  $h_c$ , por su ancho efectivo  $b_j$ , el cual se calculó como:

$$b_j = \frac{b_b + b_c}{2}, \text{ pero } b_j \leq b_b + h_c \quad (\text{Ec. 487})$$

Donde:

$b_b$ : ancho transversal de la viga, si llega una sola al nudo. Si existen dos, se toma el promedio de los dos anchos de la viga.

$b_c$ : ancho transversal de la columna en la dirección analizada.

Para que la unión viga-columna tenga un comportamiento adecuado, debe revisarse el confinamiento lateral del nudo.

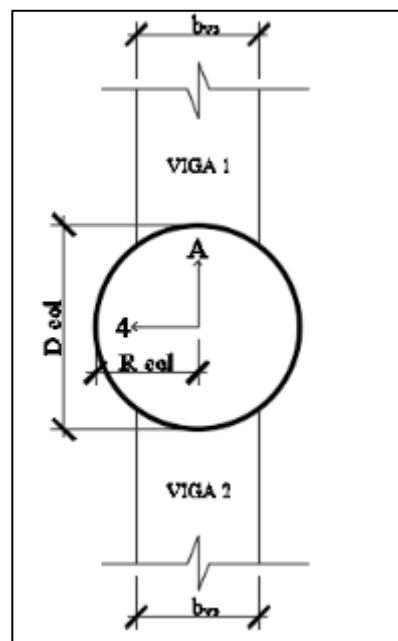
Dicho confinamiento permite aumentar la resistencia del núcleo del concreto para mejorar su capacidad de deformación y evita que las barras verticales de la columna tengan un pandeo hacia afuera.

Para un confinamiento adecuado en una unión interior, el ancho de cada viga que llega en los cuatro lados del nudo debe medir al menos tres cuartos

del ancho efectivo del nudo. También debe cumplir con el numeral 18.7.5.7, que indica que el recubrimiento de concreto fuera del refuerzo transversal de confinamiento no debe ser mayor a 4”.

**Figura 43.**

*Diseño de nudo sismorresistente especiales a momentos (SMF) por corte*



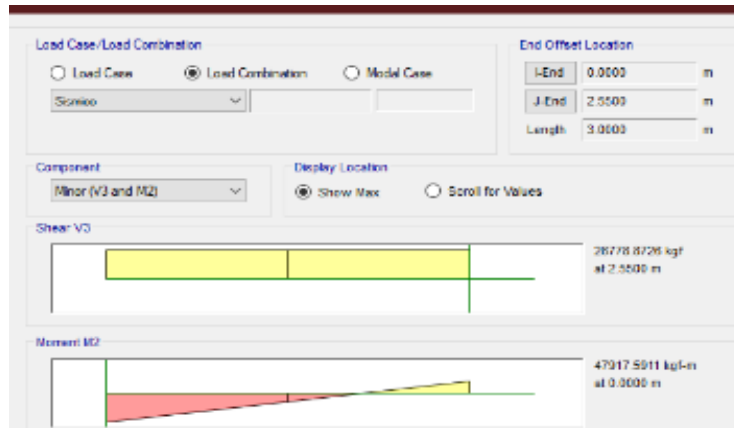
*Nota.* Figura de diseño de nudo sismorresistente especiales a momentos (SMF) por corte según ACI-318-14 nodo A-4. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Vista planta de viga que se conecta a la columna
  - Datos (dimensión de vigas):
    - $b = 0.30 \text{ m}$
    - $h = 0.45 \text{ m}$

- L= 4.90 m
  - Recubrimiento = 25 mm
  - Peralte efectivo = 0.425 m
- Datos (dimensiones columnas): columna superior.
- Diámetro col= 0.50 m
  - Radio= 0.25 m
  - H= 3.00 m
  - Recubrimiento= 4 cm
  - Peralte efectivo= 46 cm
  - Área gruesa sección transversal =  $\frac{\pi}{4} * 0.50^2 = 1963.49 \text{ cm}^2$   
(Ec. 488)
- Datos (dimensiones columnas): columna inferior.
- Diámetro col= 0.50 m
  - Radio= 0.25 m
  - H= 3.00 m
  - Recubrimiento= 4 cm
  - Peralte efectivo= 46 cm
  - Área gruesa sección transversal =  $\frac{\pi}{4} * 0.50^2 = 1963.49 \text{ cm}^2$   
(Ec. 489)

**Figura 44.**

*Cortes en columna derivado análisis ETABS*



*Nota.* Figura de cortes en columna derivado análisis ETABS. Elaboración propia, realizado con ETABS 2016.

Cortante último en la columna en dirección del eje A.

$$V_{uA} = 26678.87 \text{ kg}$$

Carga axial

$$P_u = 44160 \text{ kgf}$$

Calculo cortante hiperestático  $V_p$ .

Cálculo de los cortantes Hiperestáticos con respecto a la formación de rotulas plásticas en los extremos de las columnas.

$V_p$  en dirección del eje local A de la columna. En esta dirección tenemos dos vigas

$$L_{ncs_A} = h_{col_I} - h_{v2} \quad (\text{Ec. 490})$$

$$Lncs_A = 3.00 - 0.45 = 2.55 \text{ m} \quad (\text{Ec. 491})$$

Sentido antihorario

**Tabla 40.**

*Momento probable obtenido en el programa ETABS 2016*

Capacity Shear of Top Column Along the Column Axes Below				
	Axial Force P <sub>c</sub> kgf	Capacity +veM Cap kgf-m	Capacity -veM Cap kgf-m	Cap. Shear V <sub>utop</sub> kgf
Major	NN	NN	NN	NN
Minor	-5760.8392	38993.156	38993.156	25995.4374

*Nota.* Figura de momento probable. Elaboración propia, realizado con ETABS 2016.

Momento probable antihorario en dirección A, en el nodo 2

$$M_{pr_{AH1}} = 38993.16 \text{ kg.m}$$

Momento probable antihorario en dirección A, en el nodo 1

$$M_{pr_{AH2}} = 38993.16 \text{ kg.m}$$

Cortante Hiperestatico antihorario.

$$M_{pr_{AH}} = \frac{38993.16 + 38993.16}{3.00} = 25995.43 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 492})$$

Columna inferior. Momento probable antihorario en dirección A, en el nodo 2

$$Mpr_{AH2} = 38993.16 \text{ kg.m}$$

Momento probable antihorario en dirección A, en el nodo 1

$$Mpr_{AH1} = 38993.16 \text{ kg.m}$$

Cortante Hiperestatico antihorario.

$$Mpr_{AH} = \frac{38993.16 + 38993.16}{3.00} = 25995.43 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 493})$$

Momentos generados por las vigas. Vp en dirección del eje local A.  
Sentido horario

Momento probable horario de la viga 1 en dirección A de la columna en el nodo

$$AS_{v1} = 25.97 \text{ cm}^2 \text{ area de acero de refuerzo a tracción viga 1}$$

$$h_{v1trac} = \frac{AS_{v1} * 1.25 * fy}{0.85 * f'c * b_{v1}} \quad (\text{Ec. 494})$$

$$h_{v1trac} = \frac{25.97 * 1.25 * 4200}{0.85 * 210 * 0.30} = 17.034 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 495})$$

Altura del bloque equivalente de esfuerzo a compresión de la viga 1.

Momento probable de la viga 1.

$$Mprob_{v1} = AS_{v1} * 1.25 * fy * \left( d_{v1} - \frac{h_{v1trac}}{2} \right) \quad (\text{Ec. 496})$$

$$M_{prob_{V1}} = 25.97 * 1.25 * 4200 * \left(0.425 - \frac{17.034}{2}\right) = 30998.95 \text{ kg.m (Ec. 497)}$$

Resultante a tracción en el As de la viga 1

$$T_{v1} = A_{s_{V1}} * 1.25 * f_y \quad (\text{Ec. 498})$$

$$T_{v1} = 25.97 * 1.25 * 4200 = 91219.63 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 499})$$

Resultante a compresión de la viga 1

$$C_{v1} = T_{v1} \quad (\text{Ec. 500})$$

$$C_{v1} = 91219.63 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 501})$$

Momento probable horario de la viga 2 en dirección A de la columna en el nodo

$$M_{prob_{V2}} = A_{s_{v2}} * 1.25 * f_y * \left(d_{v1} - \frac{h_{v1trac}}{2}\right) \quad (\text{Ec. 502})$$

$$M_{prob_{V2}} = 25.97 * 1.25 * 4200 * \left(0.425 - \frac{17.034}{2}\right) = 30998.95 \text{ kg.m (Ec. 503)}$$

Resultante a tracción en el As de la viga 2

$$T_{v2} = A_{s_{V2}} * 1.25 * f_y \quad (\text{Ec. 504})$$

$$T_{v2} = 25.97 * 1.25 * 4200 = 91219.63 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 505})$$

Resultante a compresión de la viga 2

$$C_{v2} = T_{v2} \quad (\text{Ec. 506})$$

$$C_{v2} = 91219.63 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 507})$$

Fuerza cortante en el nodo en la dirección del eje A de la columna utilizando los momentos probables de la columna.

Sumatoria de T+C parte superior del nodo

$$Sum_{Nodo\_S} = C_{v1} + T_{v2} \quad (\text{Ec. 508})$$

$$Sum_{Nodo\_S} = 91219.63 + 91219.63 = 182439.25 \text{ gk} \quad (\text{Ec. 509})$$

Sumatoria T+C parte inferior del nodo

$$Sum_{Nodo\_S} = C_{v2} + T_{v1} \quad (\text{Ec. 510})$$

$$Sum_{Nodo\_I} = 91219.63 + 91219.63 = 182439.25 \text{ gk} \quad (\text{Ec. 511})$$

Fuerza cortante con resultantes superiores del nodo

$$Vj_{Asup} = C_{v1} + T_{v2} - VPA_{AH\_CS} \quad (\text{Ec. 512})$$

$$Vj_{Asup} = 91219.63 + 91219.63 - 25995.43 = 156443.81 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 513})$$

Fuerza cortante con resultantes inferiores del nodo

$$Vj_{Asup} = C_{v2} + T_{v1} - VPA_{AH\_CI} \quad (\text{Ec. 514})$$



$$Vj_{Asup} = 91219.63 + 91219.63 - 25995.43 = 156443.81 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 515})$$

Fuerza cortante en el nodo en la dirección del eje local A de la columna con corte proveniente de los momentos probables de las vigas

Momento probable total horario de las vigas en dirección A de la columna, en el nodo 2

$$Mpr_{H2V} = Mpr_{v1} + Mpr_{v2} \quad (\text{Ec. 516})$$

$$Mpr_{H2V} = 30998.95 + 30998.95 = 61997.90 \text{ kg.m} \quad (\text{Ec. 517})$$

Cortante Hiperestatico horario en direccion del eje local A de la columna

$$VP_{2H_V} = \frac{Mpr_{H2V}}{h_{col,I}} \quad (\text{Ec. 518})$$

$$VP_{2H_V} = \frac{61997.91}{3.00} = 20665.96 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 519})$$

Fuerza cortante en resultantes superiores del nodo

$$Vj_{2sup} = C_{v1} + T_{v2} - VPA_{2H_V} \quad (\text{Ec. 520})$$

$$Vj_{Asup} = 91219.63 + 91219.63 - 20665.96 = 161773.29 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 521})$$

Fuerza cortante con resultantes inferiores del nodo

$$Vj_{2inf} = C_{v2} + T_{v1} - VPA_{2H_V} \quad (\text{Ec. 522})$$

$$Vj_{Asup} = 91219.63 + 91219.63 - 20665.96 = 161773.29 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 523})$$

Área efectiva del nodo

$$Aj_A = \frac{\pi}{4} * (D_{col_I})^2 \quad (\text{Ec. 524})$$

$$Aj_A = \frac{\pi}{4} * (0.50)^2 = 1963.50 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 525})$$

Fuerza cortante resistente del nodo

$$VcA_1 = 0.85 * 5.3 * \sqrt{fc * \frac{kg}{cm^2}} \quad (\text{Ec. 526})$$

$$VcA_1 = 0.85 * 5.3 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} = 128184.15 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 527})$$

$$VcA_2 = 0.85 * 4.0 * \sqrt{fc * \frac{kg}{cm^2}} \quad (\text{Ec. 528})$$

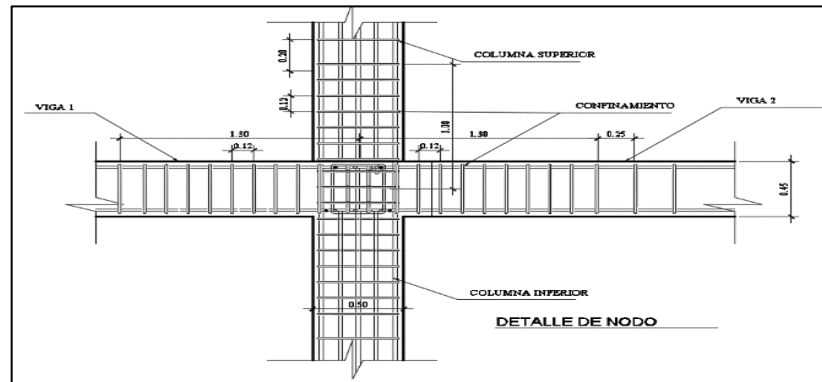
$$VcA_2 = 0.85 * 4.0 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} = 96742.76 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 529})$$

$$VcA_3 = 0.85 * 3.2 * \sqrt{fc * \frac{kg}{cm^2}} \quad (\text{Ec. 530})$$

$$VcA_3 = 0.85 * 3.2 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} = 77394.21 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 531})$$

**Figura 45.**

*Detalle de nudo sísmico*



*Nota.* Detalle de nudo sísmico. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

## 2.12. Instalaciones

Las instalaciones en los edificios tienen diferente ocupación. En este proyecto se subdividen en instalaciones sanitarias, eléctricas e hidráulicas.

### 2.12.1. Sanitarias

Para el diseño de drenajes sanitarios se utilizó tubería PVC, por las ventajas que ofrece en la instalación, manejo y resistencia.

Según el uso, las instalaciones sanitarias se pueden clasificar en:

- Clase 1: de uso privado utilizado en viviendas, cuartos de baño privado, hoteles, de uso para una familia o una persona.
- Clase 2: de uso semipúblico utilizado en oficinas, fábricas, entre otros.
- Clase 3: de uso público, donde no existe límite de número de personas que lo utilizan.

**Tabla 41.**

*Unidades de descarga y diámetro en derivaciones*

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo		
	Clase			Clase		
	1ra.	2da.	3ra.	1ra.	2da.	3ra.
Lavado	1	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Urinario	2	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4

*Nota.* Unidades de descarga y diámetro en derivaciones. Obtenido de L. Rodríguez, (2020). *Guía para instalaciones sanitarias en edificios.* (p. 71). Pearson Education.

Podemos definir que la clase 2 se utilizara en este proyecto debido a que la mayor parte de los servicios sanitarios serán utilizados por el personal mismo.

Existen numerosas publicaciones que indican el número mínimo de aparatos sanitarios que requieren los diferentes tipos de locales, edificios o viviendas y como simple información e ilustración se presentan los correspondientes a las normas antiguas del Reglamento de Construcción de Lima, Perú, que son los siguientes:

**Tabla 42.**

*Número mínimo de aparatos sanitarios*

Tipo de edificio (2)	Inodoros		Urinarios	Lavatorios (3)		Tinas o duchas	Lavaderos y botaderos
Casas de habitación Y Edificios de Apartamentos	Uno por cada casa o departamento			Uno por cada casa o departamento		Uno por cada casa o Depto.	Uno en cocina y uno de ropa por cada casa o depto. (4)
Edificios Comerciales De Oficinas y Públicos	No. de Personas	No. de Aparatos	Cuando sean previstos urinarios, puede reducirse un inodoro por cada urinario instalado, pero deberá mantenerse como mínimo 2/3 del total del inodoro especificado	No. de Personas	No. de Aparatos	No son requeridos	Un botadero por cada piso y por cada 100 personas
	1-15	1		1-15	1		
	16-35	2		16-35	2		
	36-55	3		36-60	3		
	56-80	4		61-90	4		
	81-110	5		91-125	5		
110-150	6	Un aparato por cada 45 personas adicionales					
Un aparato por cada 40 personas adicionales							

*Nota.* Número mínimo de aparatos sanitarios. Elaboración propia, realizado con Excel.

De acuerdo a la tabla anterior, realizamos la distribución para el diseño en el mercado municipal.

**Tabla 43.**

*Unidades de descarga total*

12 inodoros	5 U.H	60 U.H
4 urinarios	3 U.H	12 U.H
22 lavamanos	2 U.H	44 U.H
	Total	116 U.H

*Nota.* Unidades de descarga total. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para poder determinar el diámetro de tubería compararemos con los valores recomendados por la cantidad de descarga y pendiente que tendrá la tubería.

**Tabla 44.**

*Diámetro en derivación en colector*

Derivacion de colector		Numero maximo de unidades de descarga			
mm	plg	Derivacion horizontal S = 0	Pendiente		
			1/100	2/200	3/100
75	3	20	24	27	36
100	4	68	84	96	114
125	5	144	180	234	280

*Nota.* Unidades de descarga y diámetro en derivaciones. Obtenido de L. Rodríguez, (2020). *Guía para instalaciones sanitarias en edificios.* (p. 71). Pearson Education.

Mediante los valores obtenidos y comparándolos con la tabla de gastos probables de Hunter se propone utilizar tubería ø 2",4",6",8" con pendiente de 2 % para los drenajes.

- Pluvial

El drenaje pluvial se diseña para evacuar las aguas provenientes de precipitaciones pluviales.

La intensidad de lluvia se calculará con la siguiente fórmula mediante el método racional para un periodo de retorno de 20 años y un tiempo de concentración de t = 5 minutos y como el edificio está ubicado en la zona central del país, en el cálculo de la intensidad de lluvia se utiliza la fórmula para la zona pacífica.

$$I = \frac{6889.1}{(t+39.5)} \quad (\text{Ec. 532})$$

$$I = \frac{6889.1}{(5+39.5)} = 154.81 \frac{mm}{h} \quad (\text{Ec. 533})$$

El área a drenar por cada bajada será de 97.53 metros cuadrados o 0.0098 hectáreas, determinado el caudal con la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{CIA}{360} \quad (\text{Ec. 534})$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía = 0.9

I = Intensidad de lluvia

A = área de la superficie a drenar

$$Q = \frac{0.9 * 154.81 * 0.0098}{360} = 0.00379 \frac{m^3}{s} \approx 3.79 \frac{L}{s} \quad (\text{Ec. 535})$$

Se calcula el diámetro de la tubería por medio de la ecuación de Manning.

Como se tiene tubería de PVC se utiliza un coeficiente de rugosidad  $n=0.09$  y una pendiente de 1 %.

$$\phi = \left( \frac{690100 * Q * n}{s^{1/2}} \right)^{3/8} \quad (\text{Ec. 536})$$

$$\left( \frac{691000 * 0.00379 * 0.009}{(0.01)^{1/2}} \right)^{3/8} = 7.75 \text{ cm} \approx 3.05 \text{ pulgadas} \quad (\text{Ec. 537})$$

Para los bajantes se propone instalar tubería PVC de 4" en cada uno de los módulos.

### 2.12.2. Electricidad

- Iluminación y fuerza

Mediante el manual de normas para acometidas de servicio eléctrico de la empresa Eléctrica de Guatemala S.A (EEGSA), en la sección 5; apartamentos, edificios, centros comerciales y construcciones similares, normas y códigos para instalación comercial.

Un sistema de iluminación debe cumplir requisitos para proporcionar condiciones necesarias para tener una visualización correcta, tales como:

- Iluminación óptima
- Condición de contraste adecuado
- Colores correctos

Para determinar el diseño eléctrico se utilizó el método del índice del local, el cual se basa en clasificar los ambientes de acuerdo a factores de reflexión en techos y muros que contribuyen a una mejor iluminación del ambiente, para ello se inicia calculando la cantidad de luces que se requiere en cada ambiente.

#### **Tabla 45.**

##### *Iluminación recomendada*

---

Iluminancias recomendadas	Lux
---------------------------	-----

---



Espacios públicos	50	
Cuartos para visitas cortas	100	Nota.
Lugar de trabajo con tareas visuales ocasionales	200	Iluminación
Tareas visuales de alto contraste	500	recom
Tareas visuales de contraste medio	1000	endad
Tareas visuales de contraste bajo	2000	a.
Tareas visuales con objetos pequeños	5000	Elaboración
Tareas visuales muy prolongadas	10000	propia
Tareas especiales de extremado bajo contraste y tamaño pequeño	20000	

, realizado con Excel.

En el diseño de las instalaciones se basó en parámetros de luminosidad necesaria para oficina. La cantidad de unidades por circuito no sobrepasan las 10 unidades para el tipo de carga de fuerza y de 12 unidades para el tipo de carga iluminación.

Para obtener el calibre de cables y flipones por circuito se realizó el cálculo para la fórmula de potencia.

$$P = I * V \quad (\text{Ec. 538})$$

- Tipo de iluminación: led y directa
- Consumo: 36 watts
- Medidas: 26 mm x 2400 mm
- Lúmenes: 3960
- Angulo: 180
- Vida útil: 50000 hrs
- Voltaje: AC110V-50/60 Hz
- Factor de mantenimiento o de pérdida: 0.8
- Coeficiente de uso (Cu): 14horas/24horas= 0.6

Realizamos el análisis para calcular la iluminación de lámparas para el baño.

- Área a iluminar: 23.275 m<sup>2</sup>

$$\text{Lumenes necesarios: } \frac{\text{cant.luces} * \text{area a iluminar}}{\text{fac.mantenimiento} + \text{coef.uso}} \quad (\text{Ec. 539})$$

$$\text{Lumenes} = \frac{400 \text{lux} * 23.275 \text{m}}{0.80 * 0.60} = 19395.83 \quad (\text{Ec. 540})$$

$$\text{No. lamparas} = \frac{19396}{3960} = 4 \text{ lamparas} \quad (\text{Ec. 541})$$

Se proponen 2 lámparas de 2 X 36 watts led.

- Tubería y ducto

Se utilizará tubería PVC eléctrico ø 3/4 “, las uniones deberán ser completamente impermeables, las líneas principales serán conducidas por un canal metálico.

### 2.12.3. Hidráulicas

- Agua potable.

Las instalaciones hidráulicas se diseñaron con el fin de mantener la presión de agua dentro del circuito. El tipo de material para la tubería es el policloruro de vinilo (PVC).

- Proyecto: Mercado Municipal
- Dos niveles
- Primer nivel: área de plaza, área de fríos, baños públicos.
- Segundo nivel: área de comedores, área financiera, locales comerciales

En el edificio que está destinado para un mercado, y que se encuentra en el área urbana, se estima una dotación de 100 litros/persona/día.

El abastecimiento del agua potable estará a cargo de la empresa de agua potable

Para poder abastecer todos los accesorios, se diseñó un circuito basado en el método Hunter, donde se debe tomar en cuenta las demandas de agua de los artefactos a ser usado en el edificio.

**Tabla 46.**

*Unidades de gasto Hunter*

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Tina		4	3	3
Lavadero de ropa		8	4,5	4,5
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	
Inodoro	Con valvula semiautomatica	8	8	
Lavadero	Cocina hotel, restaurante	4	3	3
Lavadero	Reposteria	3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	
Bebedero	Multiple	1	1	
Lavatorio	Corriente	2	1,5	1,5
Lavatorio	Multiple	2	1,5	1,5
Botadero		3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	
Urinario	Con valvula semiautomatica	5	5	

*Nota:* tabla de unidades de gasto Hunter. Obtenido de L. Rodríguez, (2020). *Guía para instalaciones sanitarias en edificios.* (p. 157). Pearson Education.

Aplicando a la tabla anterior obtenemos la demanda para los diferentes aparatos sanitarios dentro del edificio de mercado municipal.

#### **Tabla 47.**

##### *Demanda de aparatos sanitarios*

12 inodoros	5 U.H	60 U.H
4 urinarios	3 U.H	12 U.H
22 lavamanos	2 U.H	44 U.H
	Total	116 U.H

*Nota.* Demanda de aparatos sanitarios. Elaboración propia, realizado con Excel.

#### **Tabla 48.**

##### *Gastos probables método de Hunter*

Gasto Probable		
No, de unidades	Tanque	Valvula
150	2,06	2,95
160	2,14	3,04
170	2,22	3,12
180	2,29	3,20

*Nota:* Gastos probables método de Hunter. Obtenido de L. Rodríguez, (2020). *Guía para instalaciones sanitarias en edificios*. (p. 157). Pearson Education.

De la tabla anterior, obtenemos el gasto probable para los aparatos sanitarios que es de 2.06 L/s.

Aplicando el factor de corrección de 0.60

$$DMP = \frac{2.06 \text{ l}}{s \cdot 0.6} \quad (\text{Ec.542})$$

$$DMP = 1.24 \frac{\text{L}}{\text{s}} \quad (\text{Ec.543})$$

$$DMP = 1.24 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (\text{Ec.544})$$

Diámetro de tubería a utilizar.

$$Q = A * V \quad (\text{Ec.545})$$

$$A = \frac{Q}{V} \quad (\text{Ec.546})$$

La velocidad promedio de la red municipal para el edificio municipal es de 5 m/s.

$$A = \frac{1.24 \times 10^{-3} \frac{m}{s}}{5 \frac{m}{s}} = 2.48 \times 10^{-4} m^2 \approx 0.38 \text{ in}^2 \quad (\text{Ec.547})$$

Se propone utilizar una tubería de  $\varnothing \frac{3}{4}$ " con área de 0.44 plg<sup>2</sup>, y para los abastos por medio de tubería PVC  $\varnothing \frac{1}{2}$ ".

### 2.13. Planos constructivos

Se elaboraron los siguientes planos:

- Planos arquitectónicos: se muestra la distribución de los módulos del edificio, a nivel de arquitectura, como son planta elevada, acotada, fachadas, secciones y acabados.
- Planos estructurales: presenta los detalles del mercado. Estos abarcan la distribución de cimiento, armado y secciones de las columnas, detalle de las secciones longitudinales de las vigas y armado de losas.
- Planos de instalaciones: distribución y ubicación de las distintas instalaciones, hidráulicas, sanitarias, pluviales y eléctricas. Los planos completos se muestran en la sección de apéndice.

### 2.14. Presupuesto

El presupuesto fue elaborado para determinar los costos directos e indirectos que constituyen la obra, se especifican los renglones que se debe utilizar para llevar a cabo dicho proyecto; los precios de los materiales son valores cotizados en centros de distribución de la región y la mano de obra se calculó de acuerdo con los salarios establecidos en la municipalidad.

### **2.15. Cronograma**

Es una lista de actividades para un proyecto, con una fecha estimada de finalización, inicio y final. Con esto es posible determinar cuánto tiempo puede llevar a cabo una actividad.

### **2.16. Evaluación de impacto ambiental inicial**

En la construcción del mercado municipal de Chinautla, se proporciona una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad.

### **2.17. Planos**

Es una representación gráfica de un proyecto donde la comprensión de los objetos es exhaustiva y detallada. Estos planos deben mostrar la ubicación de los objetos de reacondicionamiento, condiciones tanto actuales como futuras que afectan. Es uno de los documentos más utilizados para desarrollar proyectos.

### **2.18. Presupuesto**

Presupuesto de carácter estimativo, ya que es un costo aproximando, ya que al momento de ejecutar la obra se debe revisar los costos en el mercado, ya que pueden variar.

#### **Tabla 49.**

*Presupuesto de mercado municipal de dos niveles*

INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS						
DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.						
RENGLONES						
No.	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	SUB TOTAL (Q)	INCIDENCIA (%)
<b>Hito No. 1</b>	<b>Trabajos en nivel 1</b>					
<b>1.1</b>	<b>Trabajos Preliminares</b>					
1.1.1	Trazo y Nivelacion	m	2396,45	5,01	Q 12.009,60	0,08%
<b>Total de Trabajos Preliminares</b>					<b>Q 12.009,60</b>	<b>0,08%</b>
<b>1.2</b>	<b>Cimentación</b>					
1.2.1	Excavación de forma manual para zapatas y viga rigidizante	m³	1663,80	5,01	Q 8.337,99	0,06%
1.2.2	Zapatas Z-1 de 2,75 x 2,75 x 0,4	Unidad	110,00	Q 16.561,26	Q 1.821.738,62	12,22%
1.2.3	Cimiento corrido de 0,4 x 0,2	m	357,40	Q 389,62	Q 139.249,03	0,93%
1.2.4	Levantado sobre cimiento	m²	143,00	Q 276,92	Q 39.599,40	0,27%
1.2.5	Solera de humedad de 0,2 x 0,15	m	993,80	Q 406,34	Q 403.820,97	2,71%
<b>Total de Cimentación</b>					<b>Q 2.412.746,01</b>	<b>16,18%</b>
<b>1.3</b>	<b>Estructuras</b>					
1.3.1	Columnas Tipo C-1 de: 0,5 x 0,5	m	520,00	Q 2.325,01	Q 1.209.005,97	8,11%
1.3.2	Columnas tipo C-2 de: 0,15 x 0,15	m	724,00	Q 434,56	Q 314.620,19	2,11%
1.3.3	Solera intermedia de: 0,2 x 0,15	m	357,40	Q 363,78	Q 130.016,62	0,87%
1.3.4	Viga Tipo 1 de: 0,45 x 0,3	m	942,90	Q 1.592,67	Q 1.501.731,91	10,07%
1.3.5	Levantado (tipo sogá) de superficial de block pómez	m²	929,30	Q 270,88	Q 251.730,60	1,69%
1.3.6	Losa entripeso de: 0,12m	m²	1854,90	Q 601,11	Q 1.114.997,31	7,48%
1.3.7	Modulo de Gradás	m²	33,12	Q 1.588,95	Q 52.626,09	0,35%
<b>Total de Estructuras</b>					<b>Q 4.574.728,69</b>	<b>30,68%</b>
<b>1.4</b>	<b>Acabados</b>					
1.4.1	Piso de ceramico 60x60cm con base de concreto	m²	1706,90	Q 653,35	Q 1.115.208,97	7,48%
1.4.2	Azulejo en baños h: 3,00m	m²	374,90	Q 360,16	Q 135.025,70	0,91%
1.4.3	Repello + blanqueado	m²	3285,00	Q 103,86	Q 341.189,70	2,29%
1.4.4	Pintura	m²	3285,00	Q 47,69	Q 156.674,00	1,05%
<b>Total de Acabados</b>					<b>Q 1.748.098,36</b>	<b>11,72%</b>
<b>1.5</b>	<b>Herrería</b>					
1.5.1	Puerta Tipo 1 de: 1 x 2,2	Unidad	29,00	Q 3.649,34	Q 105.830,76	0,71%
1.5.2	Puerta Tipo 2 de: 0,7 x 1,8	Unidad	12,00	Q 2.855,51	Q 34.266,12	0,23%
1.5.3	Ventaneria	m²	108,00	Q 2.024,41	Q 218.636,04	1,47%
<b>Total de Herrería</b>					<b>Q 358.732,92</b>	<b>2,41%</b>
<b>1.6</b>	<b>Instalaciones</b>					
1.6.1	Instalación eléctrica iluminación (lamparas LED).	Unidad	80,00	Q 2.138,52	Q 171.081,34	1,15%
1.6.2	Instalación eléctrica fuerza.	Unidad	60,00	Q 756,20	Q 45.371,78	0,30%
1.6.3	Instalación Hidráulica	Unidad	39,00	Q 2.882,71	Q 112.425,54	0,75%
1.6.4	Instalación Sanitaria	Unidad	39,00	Q 6.846,17	Q 267.000,80	1,79%
<b>Total de Instalaciones</b>					<b>Q 595.879,46</b>	<b>4,00%</b>
<b>1.7</b>	<b>Obra complementaria</b>					
1.7.1	Torta de concreto anden carga y descarga	m²	364,10	Q 536,93	Q 195.497,82	1,31%
1.7.2	Anden (carga y descarga)(incluye pared, base y gradás de acceso)	m²	36,50	Q 900,04	Q 32.851,44	0,22%
1.7.3	Garita de Control (incluye; cimentacion, mamposteria, acabados e instalaciones)	m²	6,00	Q 4.500,00	Q 27.000,00	0,18%
1.7.4	Porton de Ingreso	unidad	1,00	Q 10.000,00	Q 10.000,00	0,07%
1.7.5	Modulo de Gradás Ingreso	m²	37,35	Q 1.409,41	Q 52.641,45	0,35%
1.7.6	Limpieza General	m²	2396,46	Q 5,48	Q 13.140,40	0,09%
<b>Total de Obra complementaria</b>					<b>Q 331.131,11</b>	<b>2,22%</b>
<b>Hito No. 2</b>	<b>Trabajos en nivel 2</b>					
<b>2.1</b>	<b>Estructuras</b>					
2.1.1	Columnas Tipo C-1 de: 0,5 x 0,5	m	416,00	Q 2.280,62	Q 948.738,62	6,36%
2.1.2	Columnas Tipo C-2 de: 0,15 x 0,15	m	483,20	Q 341,75	Q 165.131,30	1,11%
2.1.3	Solera Intermedia de: 0,2 x 0,15	m	342,80	Q 320,66	Q 109.921,63	0,74%
2.1.4	Viga Tipo 1 de: 0,6 x 0,3	m	942,90	Q 1.368,57	Q 1.290.426,25	8,65%
2.1.5	Levantado (tipo sogá) de superficial de block pómez	m²	1107,10	Q 213,02	Q 235.829,57	1,58%
2.1.6	Losa final de: 0,12m	m²	1854,90	Q 222,65	Q 412.993,65	2,77%
<b>Total de Estructuras</b>					<b>Q 3.163.041,03</b>	<b>21,21%</b>
<b>2.2</b>	<b>Acabados</b>					
2.2.1	Piso de ceramico 60x60cm sobre losa de concreto	m²	1706,90	Q 413,16	Q 705.226,83	4,73%
2.2.3	Repello + blanqueado	m²	2884,00	Q 81,60	Q 235.331,65	1,58%
2.2.5	Pintura	m²	2884,00	Q 37,67	Q 108.646,83	0,73%
<b>Total de Acabados</b>					<b>Q 1.049.205,30</b>	<b>7,04%</b>
<b>2.3</b>	<b>Herrería</b>					
2.3.1	Puerta Tipo 1 de: 1 x 2,2	Unidad	6,00	Q 2.896,83	Q 17.380,95	0,12%
2.3.2	Ventana	m²	108,00	Q 1.589,51	Q 171.666,67	1,15%
2.3.3	Percianes Tipo Reja	m²	14,00	Q 6.405,90	Q 89.682,54	0,60%
<b>Total de Herrería</b>					<b>Q 278.730,16</b>	<b>1,87%</b>
<b>2.4</b>	<b>Instalaciones</b>					
2.4.1	Instalación eléctrica iluminación (focos LED).	Unidad	80,00	Q 2.472,22	Q 197.777,40	1,33%
2.4.2	Instalación eléctrica fuerza.	Unidad	39,00	Q 785,25	Q 30.624,60	0,21%
2.4.3	Instalación Hidráulica	Unidad	4,00	Q 5.401,42	Q 21.605,67	0,14%
2.4.4	Instalación Sanitaria	Unidad	4,00	Q 5.369,06	Q 21.472,22	0,14%
2.4.5	Instalación de drenajes pluviales.	Unidad	24,00	Q 4.829,86	Q 115.916,67	0,78%
<b>Total de Instalaciones</b>					<b>Q 387.396,56</b>	<b>2,60%</b>
<b>COSTO TOTAL DE PROYECTO (Q)</b>					<b>Q14.911.699,21</b>	<b>100,00%</b>

Nota. Presupuesto de Mercado Municipal de dos niveles. Elaboración propia, realizado con Excel.

## 2.19. Cronograma



A continuación, se presenta el cronograma de ejecución de la obra en la tabla XLVII.

**Tabla 50.**

*Cronograma de ejecución de la obra*

CRONOGRAMA DE EJECUCION																													
DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES																													
COLONIA TIERRA NUEVA I, CHINAUTLA, GUATEMALA.																													
MES		1				2				3				4				5				6				7			
SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
No.	DESCRIPCION																												
Nivel 1																													
1	Trazo y nivelacion	■																											
2	Excavación de forma manual para zapatas y viga rigidizante	■	■																										
3	Zapatas Z-1 de 2,75 x 2,75 x 0,4	■	■																										
4	Cimiento corrido de 0,4 x 0,2	■	■	■	■																								
5	Levantado sobre cimiento	■	■	■	■																								
6	Solera de humedad de 0,2 x 0,15	■	■	■	■																								
7	Columnas Tipo C-1 de: 520 x 130					■	■	■	■																				
8	Columnas tipo C-2 de: 724 x					■	■	■	■																				
9	Solera intermedia de: 357,4 x 357,4					■	■	■	■																				
10	Viga Tipo 1 de: 942,9 x									■	■	■	■																
11	Levantado (tipo sogá) de superficial de block pómez									■	■	■	■																
12	Losa entrepiso de: 32,5m									■	■	■	■																
13	Modulo de Gradas									■	■	■	■																
14	Piso de cerámico 60x60cm con base de concreto													■	■	■	■												
15	Azulejo en baños h: 3,00m																												
16	Repello + blanqueado																												
17	Pintura																												
18	Puerta Tipo 1 de: x 8,19																												
19	Puerta Tipo 2 de: x 2,2																												
20	Ventaneria																												
21	Instalación eléctrica iluminación (lamparas)																												
22	Instalación eléctrica fuerza.																												
23	Instalación Hidráulica																												
24	Instalación Sanitaria																												
25	Torta de concreto anden carga y descarga																												
26	Anden (carga y descarga)(incluye pared, base y gradas de acceso)																												
27	Garita de Control (incluye; cimentacion, mamposteria, acabados e instalaciones)																												
28	Porton de Ingreso																												
29	Modulo de Gradas Ingreso																												
30	Limpeza General																												
Nivel 2																													
33	Columnas Tipo C-1 de: x																												
34	Columnas Tipo C-2 de: x 2344,9																												
35	Solera Intermedia de: x 9																												
36	Viga Tipo 1 de: x 8,5																												
37	Levantado (tipo sogá) de superficial de block pómez																												
38	Losa final de: 14393m																												
39	Piso de cerámico 60x60cm sobre losa de concreto																												
40	Repello + blanqueado																												
41	Pintura																												
42	Puerta Tipo 1 de: 145 x																												
43	Ventana																												
44	Percianas Tipo Reja																												
45	Instalación eléctrica iluminación (focos LED).																												
46	Instalación eléctrica fuerza.																												
47	Instalación Hidráulica																												
48	Instalación Sanitaria																												
49	Instalación de drenajes pluviales.																												

Nota. Cronograma de ejecución de la obra. Elaboración propia, realizado con Excel.

## 2.20. Estudio de impacto ambiental

En el artículo 8, estipula que, para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental.

**Tabla 51.**

*Análisis de gestión del riesgo en proyecto de inversión pública*

Análisis de gestión del riesgo en proyectos de inversión pública					
Proyecto	Construcción Mercado Municipal de dos niveles				
	Tierra Nueva I, Chinautla, Guatemala				
Unidad Ejecutora	Municipalidad de Chinautla				
Region	I	Coordenadas	Latitud	14°42'10,4" N	
			Longitud	90°29'59,4" W	
Municipio	Chinautla				
Departamento	Guatemala				
Amenazas		Nivel de la relación intensidad y frecuencia de las amenazas en el sitio del proyecto	Efectos probables a la exposición del sitio del proyecto y según amenaza evaluada	Recomendaciones	
Geológicas	Sismicidad (Terremoto)	Alta	*Muy fuerte a destructivo *daños considerables en estructuras especializadas, paredes fuera de plomo * grandes daños en importantes edificios, con colapsos parciales. *edificios desplazados fuera de las bases.	A nivel nacional se recomienda consultar: *normativa NSE-2-2018 (modificada 2020) de AGIES, para el cálculo de índice de sismicidad del sitio, el diseño de acuerdo a la ordenada espectral de periodo corto. *Normativa NSE-2,1-18 (modificada 2020), relacionada a los estudios geotécnicos. *asi como las demas normas NSE de AGIES relacionado al diseño de los proyectos.	
	Volcanica	No identificada	***		
	Deslizamientos/Derrumbes	Baja	* se considera que no habra daños significativos por esta amenaza y/o son de baja intensidad	* en todos los casos se recomienda la utilización de la normativa NSE-2,1-18 (modificada 2020), de AGIES específicamente consultar: Capitulo 4 (caracterización geotécnica del suelo); Capitulo 5 (cimentación); Capitulo 7 (estabilidad de laderas y taludes). En todos los casos se recomienda utilizar la normativa NSE-2-2018 de AGIES.	
Hidrometeorológicas	Vientos fuertes	Baja	* probabilidades de daños leves	* Se recomienda observar las recomendaciones de la normativa NSE-2-18 de AGIES, relacionadas a la amenaza; especificadas en el capítulo 5 (acciones del viento)	
	Huracanes	Baja	* Sin daños en las estructuras de los edificios. * Daños básicamente en arbustos y árboles. * Inundaciones en zonas costeras. *Casas de madera podrían sufrir daños	*Observar las recomendaciones de la Norma NSE-2-218 (modificada 2020) de AGIES, capítulo 5 relacionada al viento y capítulo 10, relacionada a condiciones de terreno, el subcapítulo 10,2,5 que se refiere a zonas inundables y erosionables.	
	Inundaciones	Baja	* Probabilidad de daños no significativos	* En todos los casos se recomienda el uso de la normativa NSE-2-218 (diseño estructural de edificaciones; especificada en el capítulo 10 (condiciones del terreno), * Se recomienda utilizar la normativa NSE-2,1-218 (modificada 2020) de AGIES (estudios geotécnicos), especialmente el capítulo 4 (caracterización geotécnica del subsuelo)	

Nota. Análisis de gestión del riesgo en proyecto de inversión pública. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 2.20.1. Definición

La identificación de las actividades del proyecto que podrían afectar los medios naturales y antrópicos es la clave para lograr una objetiva evaluación de impacto ambiental, lo cual redundara en un significativo aporte de prioridades y alternativas para un manejo eficaz de los problemas ambientales.

En la legislación ambiental guatemalteca existe una amplia gama de instrumentos legales que marcan con énfasis el mecanismo de evaluación ambiental, el cual es un procedimiento muy reciente en materia de legislación ambiental.

### **2.20.2. Fines y aspectos cubiertos por estudios de impacto ambiental**

El reglamento de EIA señala un contenido para los estudios de impacto ambiental que define la estructura del estudio y señala las pautas para la elaboración de la metodología; es el siguiente:

Descripción del proyecto y sus acciones

- Examen de alternativas técnicas viables y justificación de la solución adoptada.
- Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas o ambientales claves.
- Identificación y valoración de impactos, tanto en la solución propuesta como sus alternativas.
- Establecimientos de medidas protectoras.

- Programa de vigilancia ambiental.
- Documento de síntesis.

En cuanto a los factores ambientales a considerar, el espacio geográfico en el que se debe analizar, al grado de profundidad con que dichos factores deben ser tratados y a la secuencia temporal en que se van a desarrollar en las distintas fases del trabajo en relación con el proceso sustantivo y con el procedimiento de EIA.

### **2.20.3. Consideraciones técnicas**

Este estudio será orientado por los lineamientos generales y los términos de referencia conforme a las características del proyecto y su área de influencia. Debe considerar

- Datos generales
  - Nombre de la persona (individual o jurídica) promotora del proyecto o actividad
  - Nombre del representante legal
  - Actividad principal de la persona (individual o jurídica)
  - Dirección para recibir comunicación, teléfono y fax, correo electrónico
  - Identificación comercial
  - Datos introductorios
  - Resumen ejecutivo
  - Tabla de contenido o índice
  - Personal que participo en la preparación del estudio

- Ubicación del proyecto o actividad
- Descripción general del proyecto
- Objetivos y justificación del proyecto
- Descripción técnica del proyecto
- Identificación del área de influencia
- Definición y justificación del área de influencia del proyecto de manera técnica y objetiva
- Identificación del factor que puedan causar impacto al medio ambiente y a que parte están afectando
- Análisis de los impactos ambientales
- La determinación de la magnitud de los impactos identificados
- La jerarquización de la magnitud de los impactos identificados
- Análisis de alternativas

Deberá presentarse, a manera de comparación, el impacto ambiental del proyecto o actividad propuesta y de sus alternativas donde existan según la naturaleza o las características del proyecto, de manera que se precisen las cuestiones bajo evaluación y se provean alternativas de selección para los funcionarios y el público

- **Medidas de mitigación**

Conjunto de medidas o consideraciones expuestas en forma de planes descriptivos sobre las acciones a tomar para contrarrestar y mitigar los efectos causados por los impactos adversos identificados en el estudio.

Evitar completamente el o los impactos al ejecutar la acción o partes de la misma que provocan dicho o dichos impactos.

- Disminuir el o los impactos al imitar el grado o magnitud de la acción o su ejecución.
- Rectificar el o los impactos al reparar, rehabilitar o restaurar el ambiente afectado.
- Reducir o eliminar el o los impactos paso a paso con acciones de preservación y mantenimiento durante el periodo que dure la acción que provoca el impacto.
- Compensar el reemplazar o sustituir los recursos afectados a la calidad del ambiente deteriorado.

En casos que sea necesario, según sea necesario, según la naturaleza o características del proyecto o actividad, deberán prepararse planes con contingencia, de seguridad para la salud humana y de seguridad ambiental, los cuales lo definimos a continuación.

- Plan de contingencia
- Plan de seguridad para la salud humana
- Plan de seguridad ambiental
- Sistema de disposición de desecho
- Programa de monitoreo ambiental
- Biblioteca consultada y fuentes de datos de información
- Nombre y firma de los miembros del equipo que participaron en la preparación del estudio.

Se deberá incluir un listado con nombres y firmas respectivas del equipo evaluador, por su especialidad, listado de entidades gubernamentales y

privadas o particulares que hayan sido consultadas sobre el proyecto o actividad previa a la preparación del estudio.



## CONCLUSIONES

1. En la construcción del mercado municipal de Chinautla, mejorara la calidad de vida de los habitantes de dicho lugar, con la disminución de problemas como ventas ambulantes, parqueos y contaminación.
2. El proyecto se elaboró con base a precios unitarios, tomando en cuenta que el proyecto está cerca de la ciudad, así el costo del material será un poco más bajo, pero previo a la licitación la Municipalidad deberá actualizarlo.
3. El diseño estructural del edificio de dos niveles del mercado municipal de Chinautla, se desarrolló a base de criterios de ACI 318-14, AGIES Y CONRED, es muy importante seguir con la cabalidad de las especificaciones descritas en los planos.
4. La creación de un nuevo mercado municipal, tiene un gran potencial económico, ya que vendrá a favorecer al ornato del municipio.



## RECOMENDACIONES

1. Realizar la supervisión de ejecución del proyecto de manera constante y debe estar a cargo de un Ingeniero Civil colegiado, para poder garantizar el uso de los materiales de construcción especificados en los planos, la calidad de la mano de obra profesional y no profesional esto a cargo de la Municipalidad de Chinautla.
2. Realizar periódicamente un proceso de mantenimiento del proyecto, con el fin de garantizar el buen estado de cada uno para que tengan un óptimo funcionamiento a lo largo de la vida útil de los mismos.
3. Utilizar los materiales seleccionados en la obra, para que la misma sea de buena calidad
4. Actualizar el presupuesto al momento de la ejecución del proyecto, ya que tantos materiales como salarios, sufren cambios con el tiempo.



## REFERENCIAS

American Concrete Institute (2016). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*.

[https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci\\_318s\\_14\\_en\\_espanol.pdf](https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf)

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. (2018). *Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obra de Infraestructura para la República de Guatemala*. [www.agies.org](http://www.agies.org)

Car, L. (2021). *Diseño del edificio de dos niveles para el nuevo mercado municipal y del tramo carretero comprendido del casco urbano hacia la aldea las escobas, municipio de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/9961/>

Cardona, C. (2014). *Diseño del mercado municipal san Martín de porres y sistema de abastecimiento de agua potable para el centro urbano de Caballo Blanco, Retalhuleu, Retalhuleu*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <https://docplayer.es/25546737-Mercado-municipal-san-martin-de-porres-y-revitalizacion-urbana-del-entorno-inmediato-retalhuleu-retalhuleu.html>

Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. (2015). *Manual de uso para norma de reducción de desastres número dos*. [https://conred.gob.gt/normas/NRD2/Manual\\_NRD2.pdf](https://conred.gob.gt/normas/NRD2/Manual_NRD2.pdf)

Crezpo, C. (2004). *Vías de comunicación: Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos*. Limusa.

Cruz, V. (2009). *Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. Universidad Complutense de Madrid. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/9445/1/MemoriaEIA09.pdf>

Galindo, J. (2,021). *Documento de apoyo integración de cargas*. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Meda, S. (2015). *Mercado municipal, Santa Rosa, Guatemala*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7408/>

Monutufar, M. (2016). *Herramienta para la evaluación del riesgo de desastre, amenaza y vulnerabilidades para proyectos de arquitectura del ejercicio profesional supervisado FARUSAC*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <https://ojs.farusac.edu.gt/index.php/avance/article/view/48>

Municipalidad de Chinautla (2022). *Resultado de ensayo SPT, para el edificio de dos niveles sección D.M.P.*

- Mux, D. (2013). *Diseño del edificio de dos niveles para el mercado municipal y sótano, San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3623\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3623_C.pdf)
- Nilson, A. (2004). *Diseño de Estructuras de Concreto*. McGraw Hill.
- Rodenas, J. (2017). *Diseño del mercado municipal y pavimento del camino de la ruta hacia Antigua Guatemala RN10 a el límite con Magdalena, Santa Lucia Milpas Altas, Sacatepéquez*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7696/>
- Rodríguez, L. (2020). *Guía para instalaciones sanitarias en edificios*. Pearson Education.
- Rojas, M. (2003). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Trabajo de graduación de Ingeniera Industrial*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. [https://www.academia.edu/41062325/Manual\\_de\\_evaluacion\\_de\\_IMPA\\_CTO\\_AMBIENTAL](https://www.academia.edu/41062325/Manual_de_evaluacion_de_IMPA_CTO_AMBIENTAL)
- Zometa, R. (2017). *Diseño de una edificación de dos niveles para el mercado municipal y un sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío el Senegal, Rio Hondo, Zacapa*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8243/>





# APÉNDICES

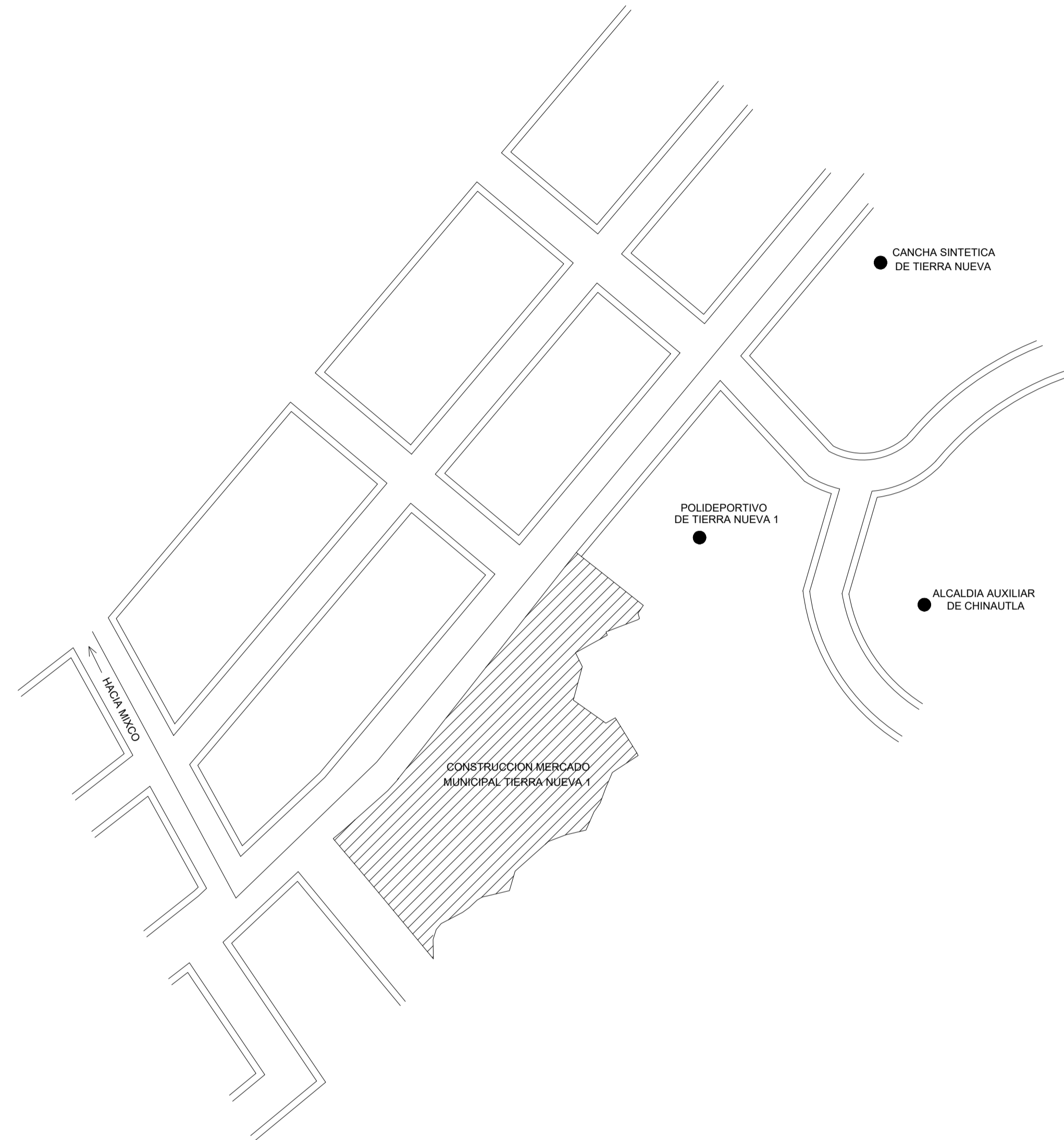
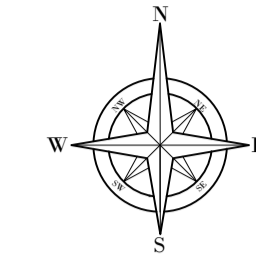
## **Apendice1.**

### *Planos*

- Plano de ubicación
- Plano de localización
- Planos del diseño de edificio para el mercado municipal de dos niveles



# PLANO DE UBICACION



CORDENADAS GEOGRAFICAS  
 LATITUD 14°40'29.67"N LONGITUD 90°31'53.62"O  
 CORDENADAS UTM  
 765844.47 m E 1623821.32 m N

ESCALA 1/15000

## PLANO DE UBICACION

MERCADO TIERRA NUEVA 1

UBICADA/O EN:

REPRESENTANTE LEGAL:

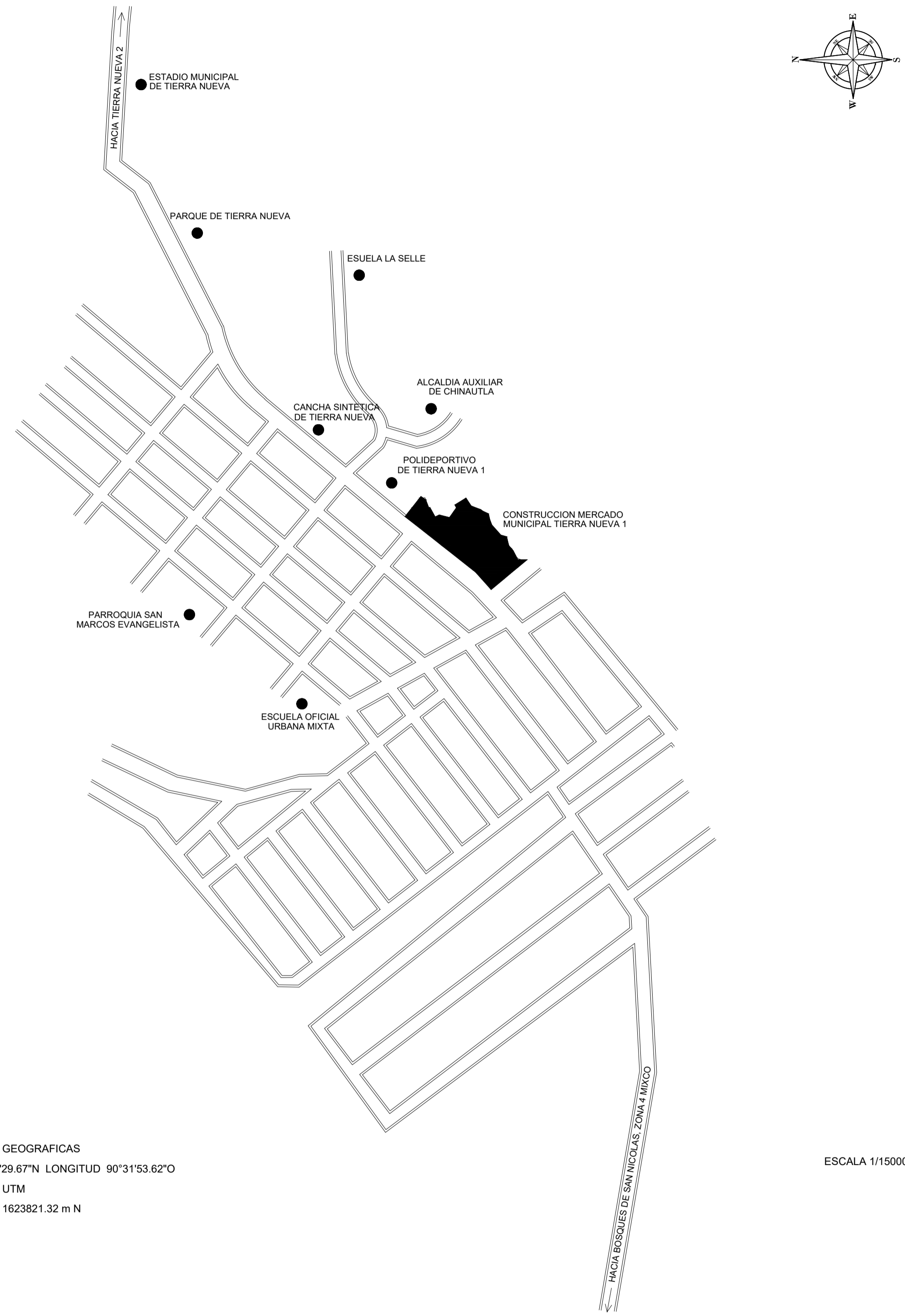
AREA:

ESCALA: INDICADA

FECHA: ENERO 2023

1  
1

# PLANO DE LOCALIZACIÓN

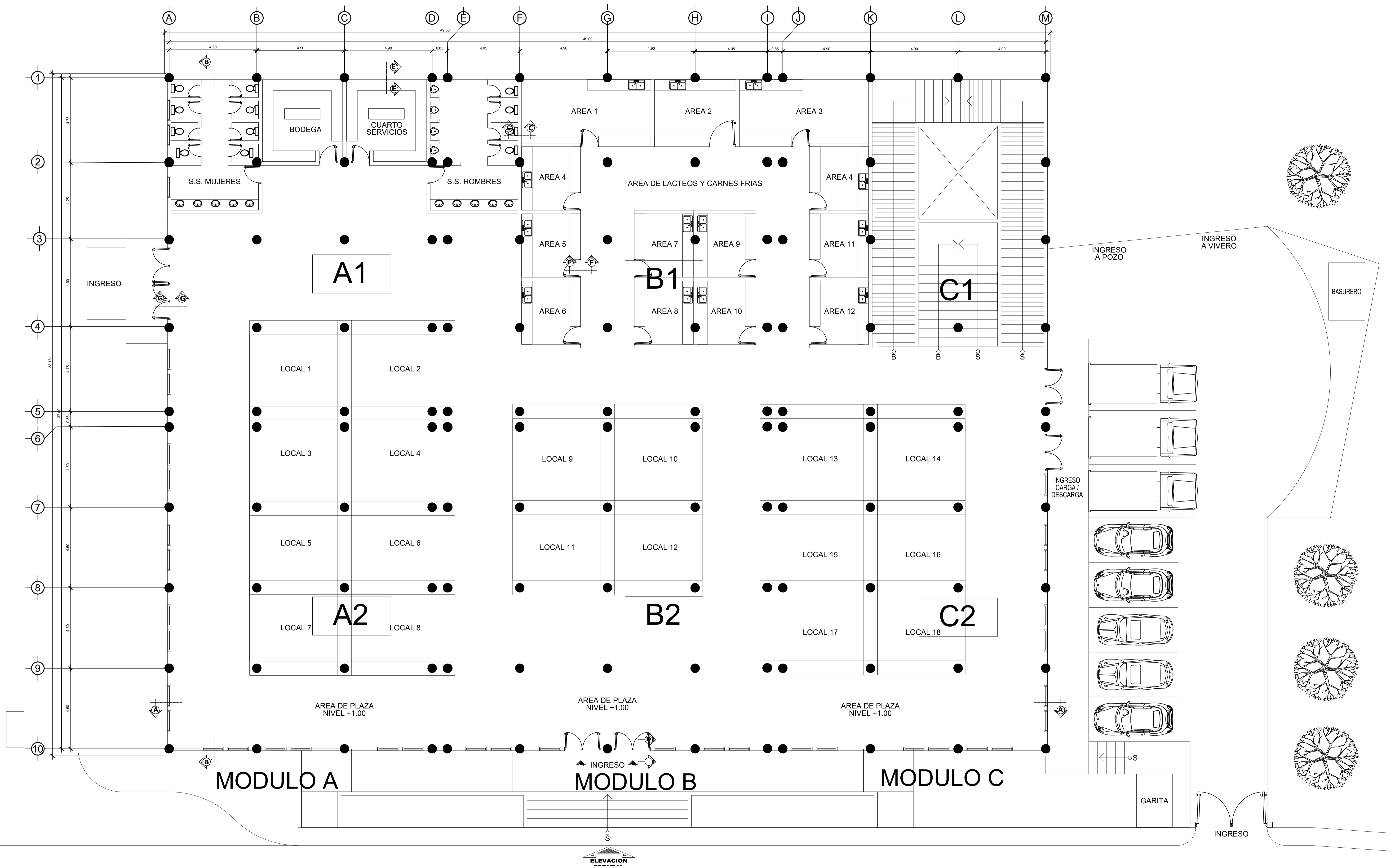


CORDENADAS GEOGRAFICAS  
 LATITUD 14°40'29.67"N LONGITUD 90°31'53.62"O  
 CORDENADAS UTM  
 765844.47 m E 1623821.32 m N

ESCALA 1/15000

## PLANO DE UBICACION

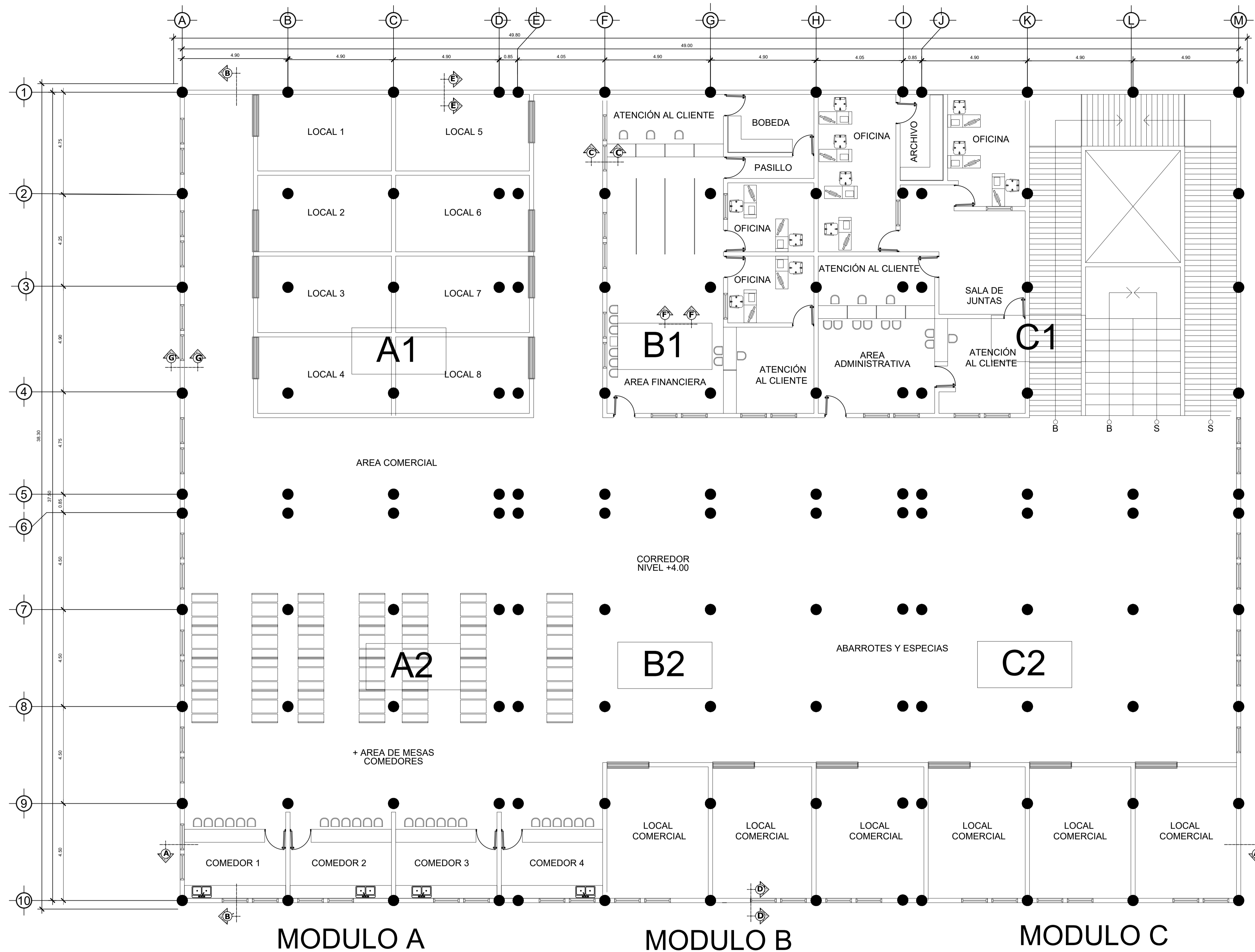
MERCADO TIERRA NUEVA 1		
UBICADA/0 EN:		
REPRESENTANTE LEGAL:		
AREA:	ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE 2023
		1
		1



**PLANTA - AMUEBLADA**  
PRIMER NIVEL

Escala 1/100

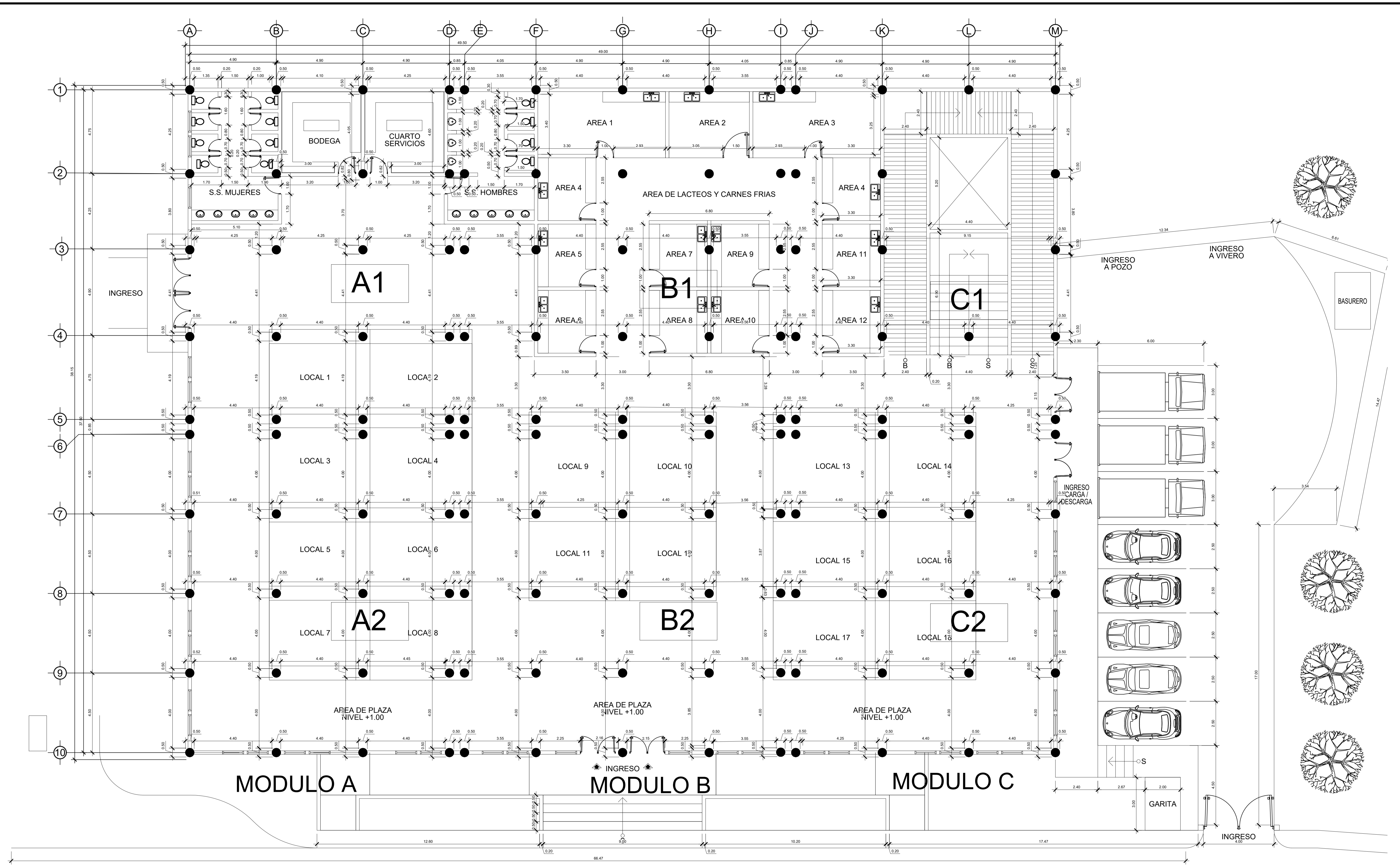
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E. P. S.			
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: PLANTA AMUEBLA PRIMER NIVEL		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo. I) ASESORA: INGA, MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	Vo. Bo. ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	HOJA: 01 DE 29	



**PLANTA - AMUEBLADA**  
SEGUNDO NIVEL


Escala 1/100

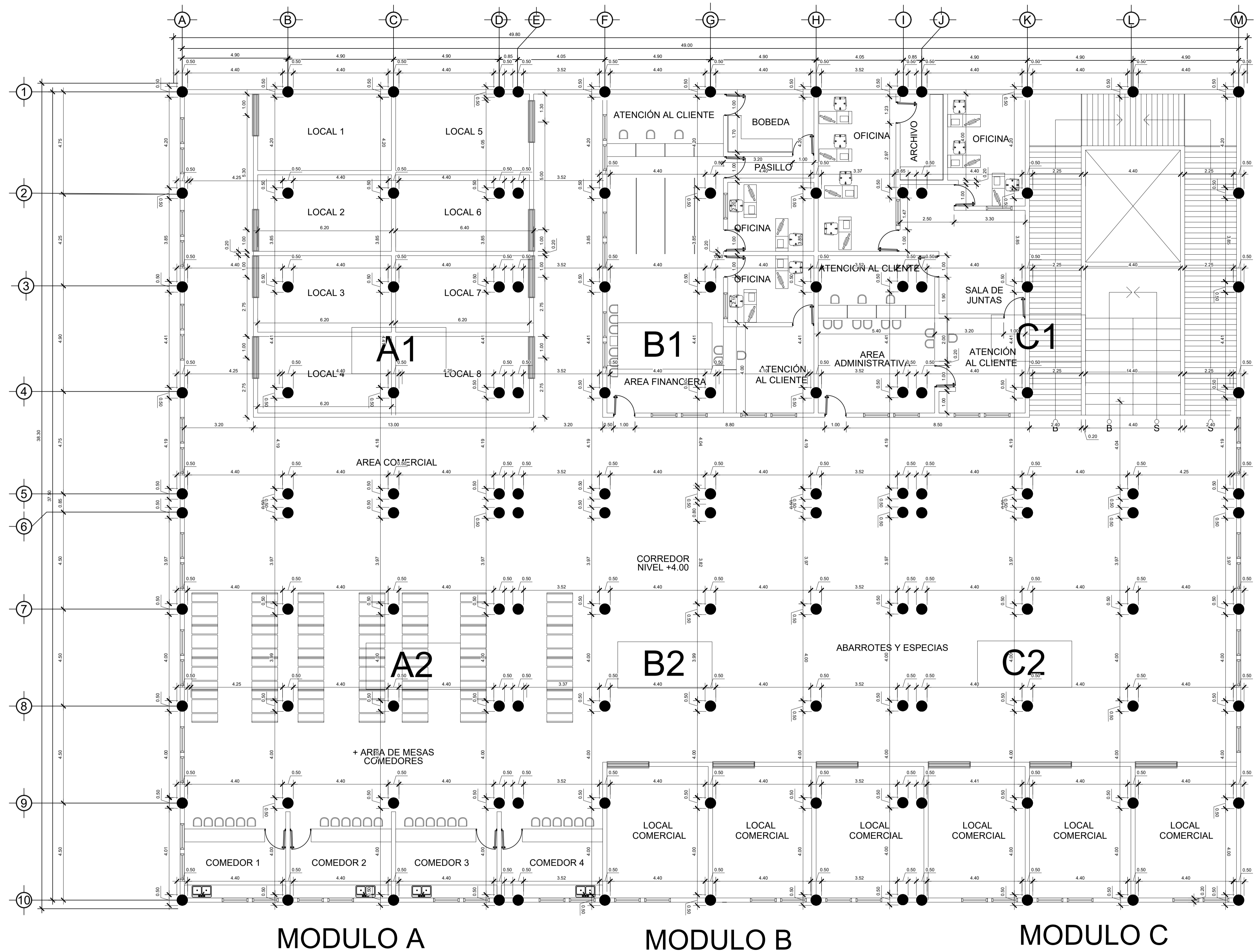
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
<b>CONTENIDO:</b> PLANTA AMUEBLA SEGUNDO NIVEL			<b>ESCALA:</b> INDICADA
<b>DISEÑO:</b> JHIMIRSONN OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>DIBUJO:</b> JHIMIRSONN OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>CÁLCULO:</b> JHIMIRSONN OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>FECHA:</b> FEBRERO 2023
Vo. Bo.	Vo. Bo.	<b>HOJA:</b> 02 DE 29	
I) ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA		ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	



**PLANTA - ACOTADA**  
PRIMER NIVEL

Escala 1/100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E. P. S.			
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
<b>CONTENIDO:</b> PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL		<b>ESCALA:</b> INDICADA	
<b>DISEÑO:</b> JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>DIBUJO:</b> JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>CÁLCULO:</b> JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>FECHA:</b> FEBRERO 2023
Vo. Bo.	Vo. Bo.	Hoja: 03 DE 29	ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN
I) ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA		ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	



MODULO A

MODULO B

MODULO C



**PLANTA - ACOTADA**  
SEGUNDO NIVEL

Escala 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE E. P. S.

PROYECTO:  
DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA I, CHINAUTLA, GUATEMALA.

CONTENIDO:  
PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL

ESCALA:  
INDICADA

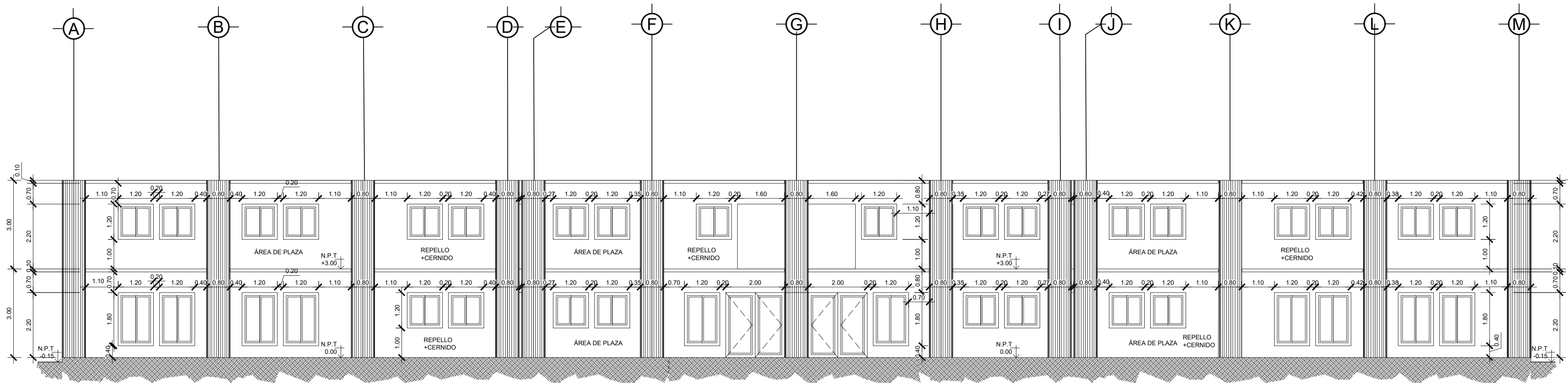
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
FECHA: FEBRERO 2023

Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
ING. ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA

Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN

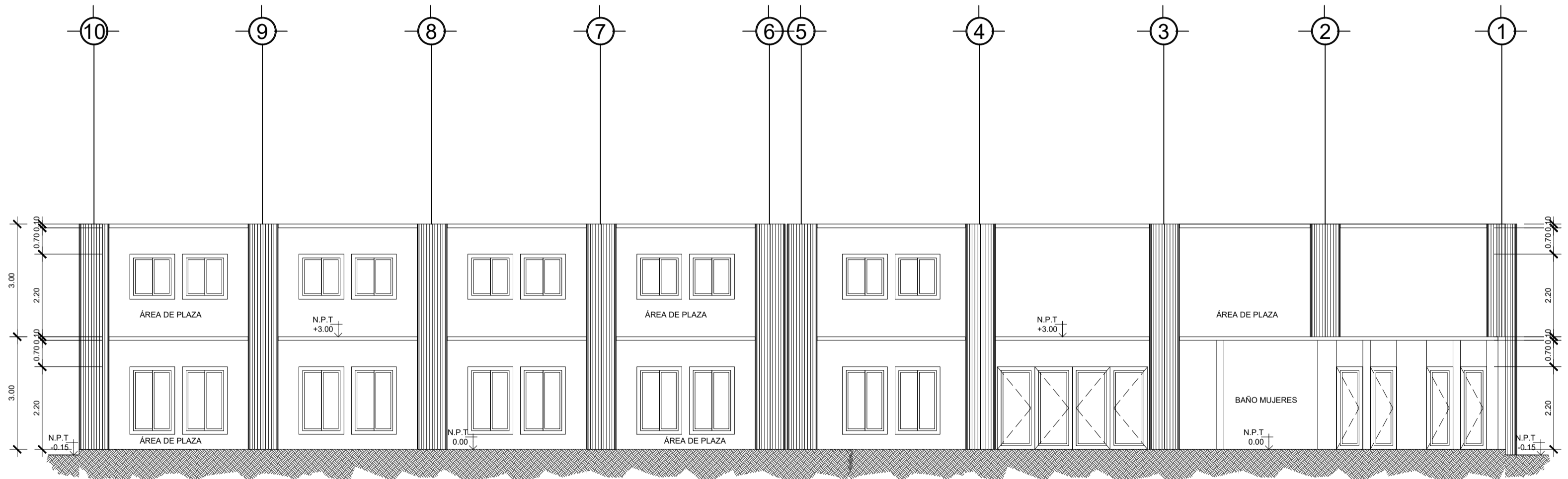
HOJA:  
04 DE 29





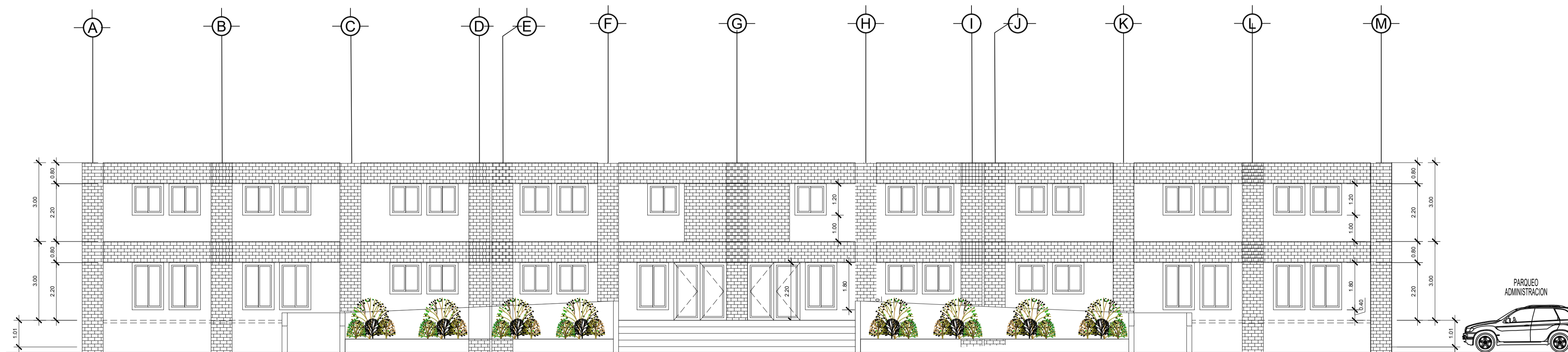
SECCIÓN A-A'

Escala 1/100



SECCIÓN B-B'

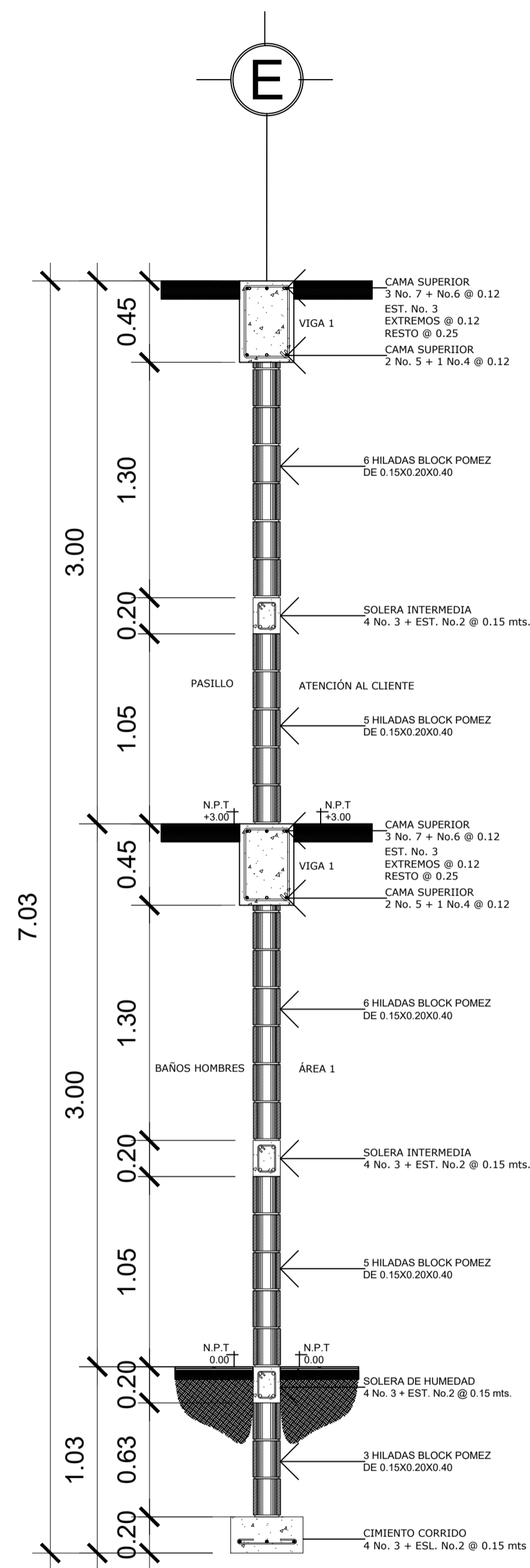
Escala 1/100



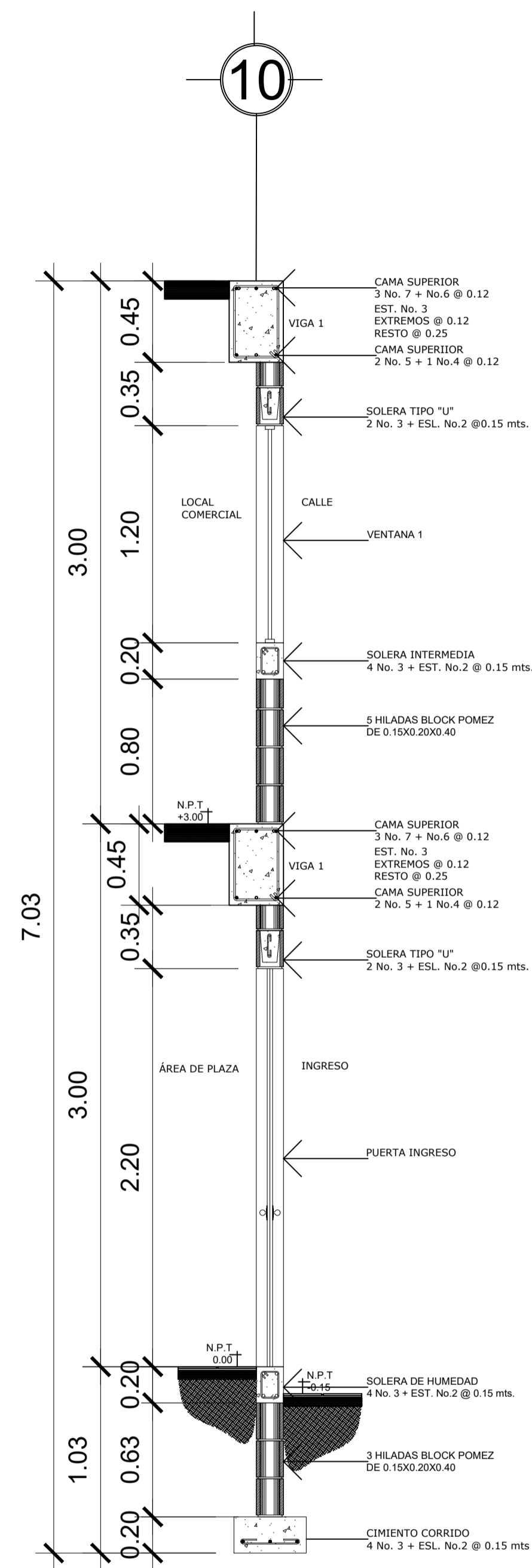
FACHADA FRONTAL

Escala 1/100

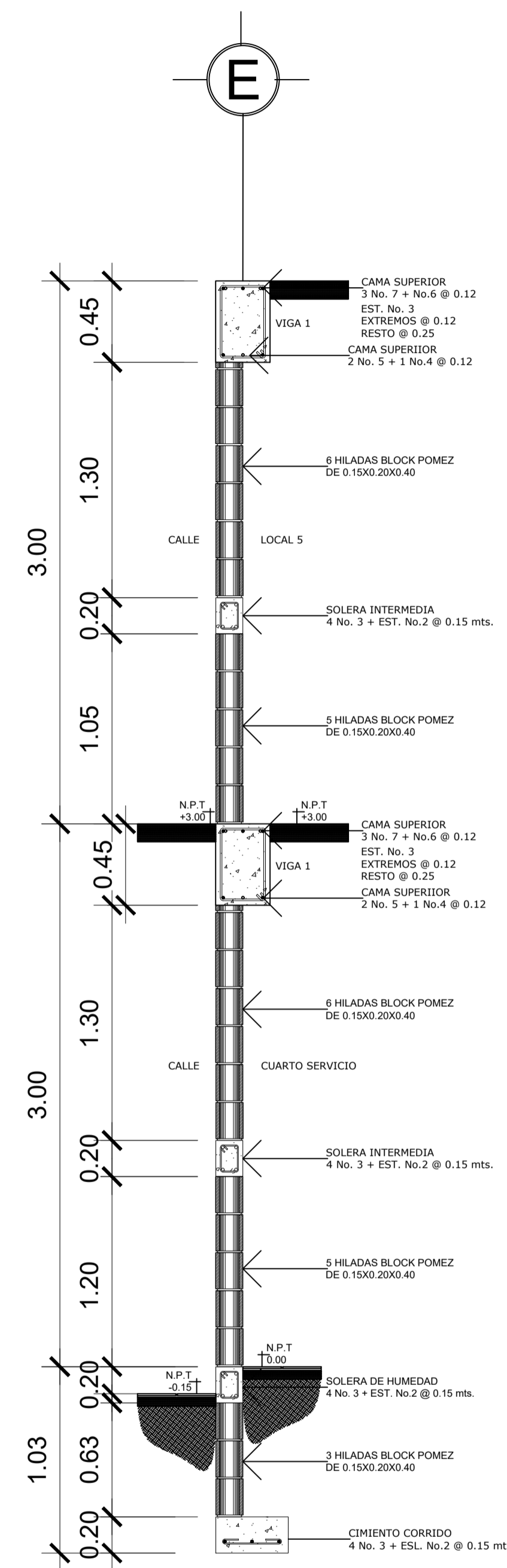
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: SECCIONES + FACHADAS		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo. I) ASESORA: INGA, MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	Vo. Bo. ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	HOJA: 05 DE 29	



**CORTE DE MURO C-C'**  
Escala 1/25



**CORTE DE MURO D-D'**  
Escala 1/25



**CORTE DE MURO E-E'**  
Escala 1/25

## ESPECIFICACIONES

todas las especificaciones estan dadas en metros.

los recubrimientos seran de 2.5 cm, con excepcio de las zapatas que son de 7 cm

Refuerzo de hierro:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

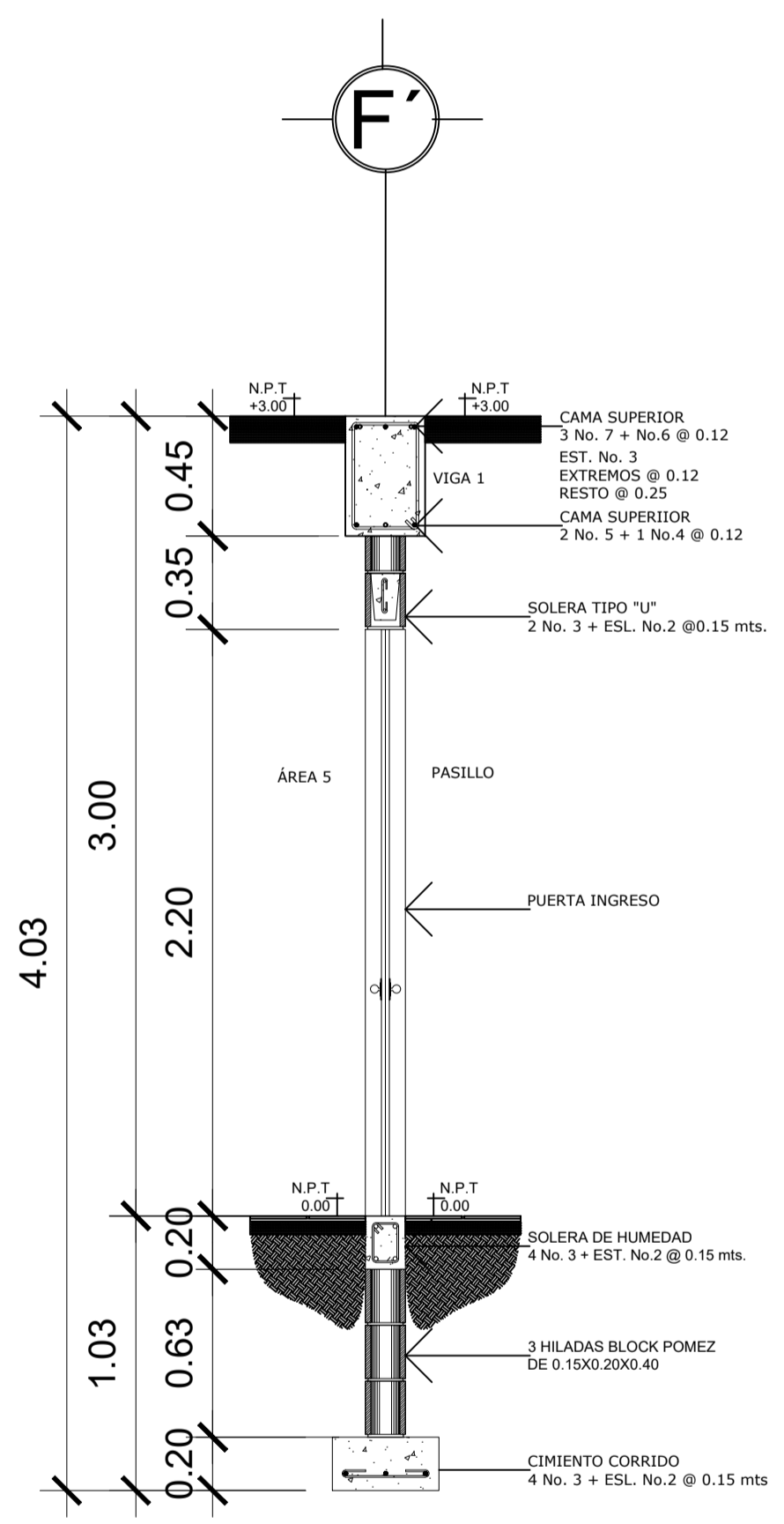
Concreto:  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Muros:  $f'm = 35 \text{ kg/cm}^2$ , 0.15x0.20x0.40

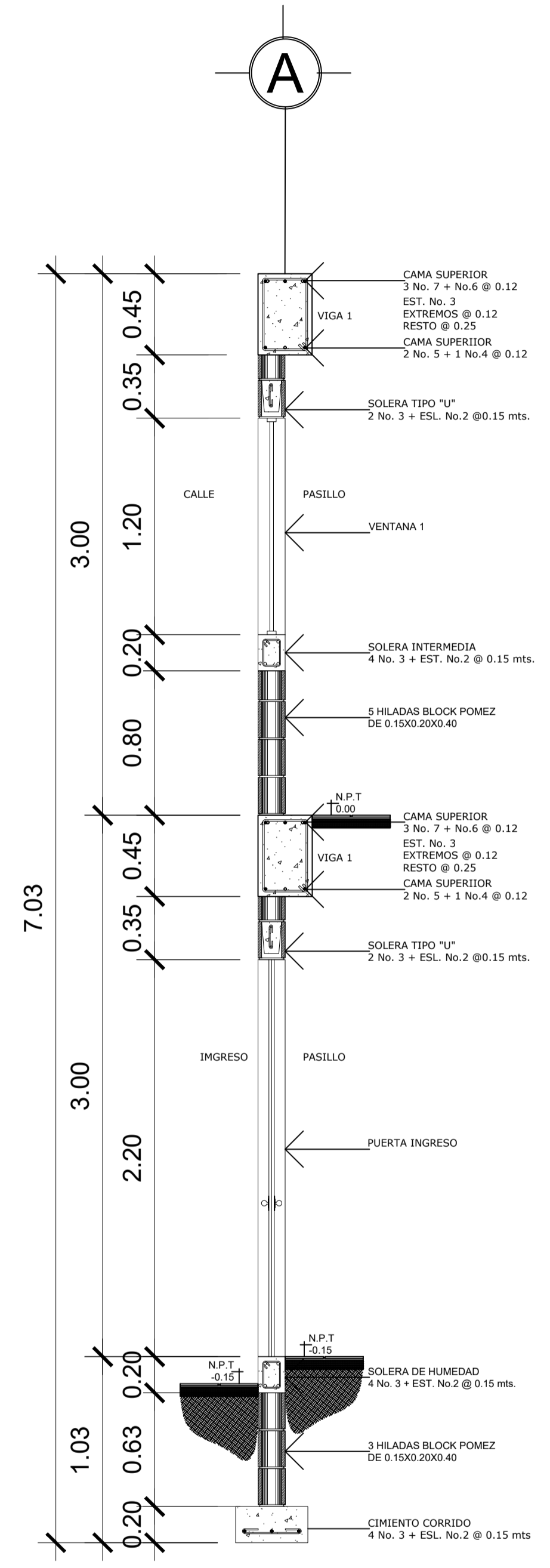
Agregado grueso:  $\frac{1}{2}$  triturado

Valor soporte del suelo: 35.98 ton/m<sup>2</sup>

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.			
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: CORTES DE MUROS		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo. I) ASESORA: INGA, MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	Vo. Bo. ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	HOJA: 06 DE 29	



CORTE DE MURO F-F' Escala 1/25



CORTE DE MURO G-G' Escala 1/25

## ESPECIFICACIONES

todas las especificaciones estan dadas en metros.

los recubrimientos seran de 2.5 cm, con excepcio de las zapatas que son de 7 cm

Refuerzo de hierro:  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

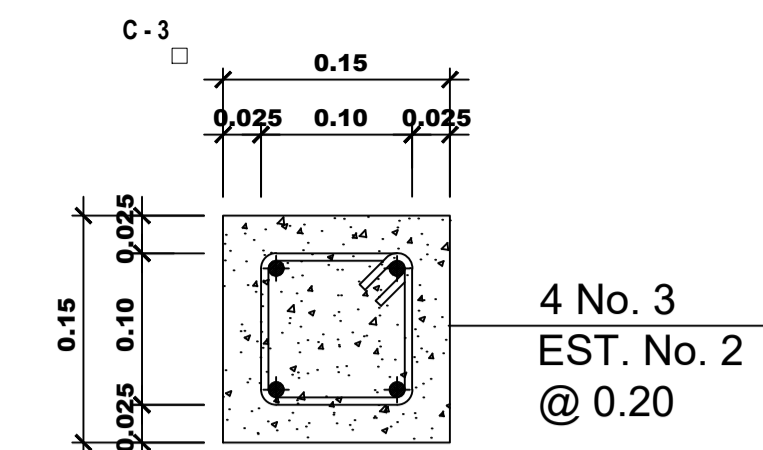
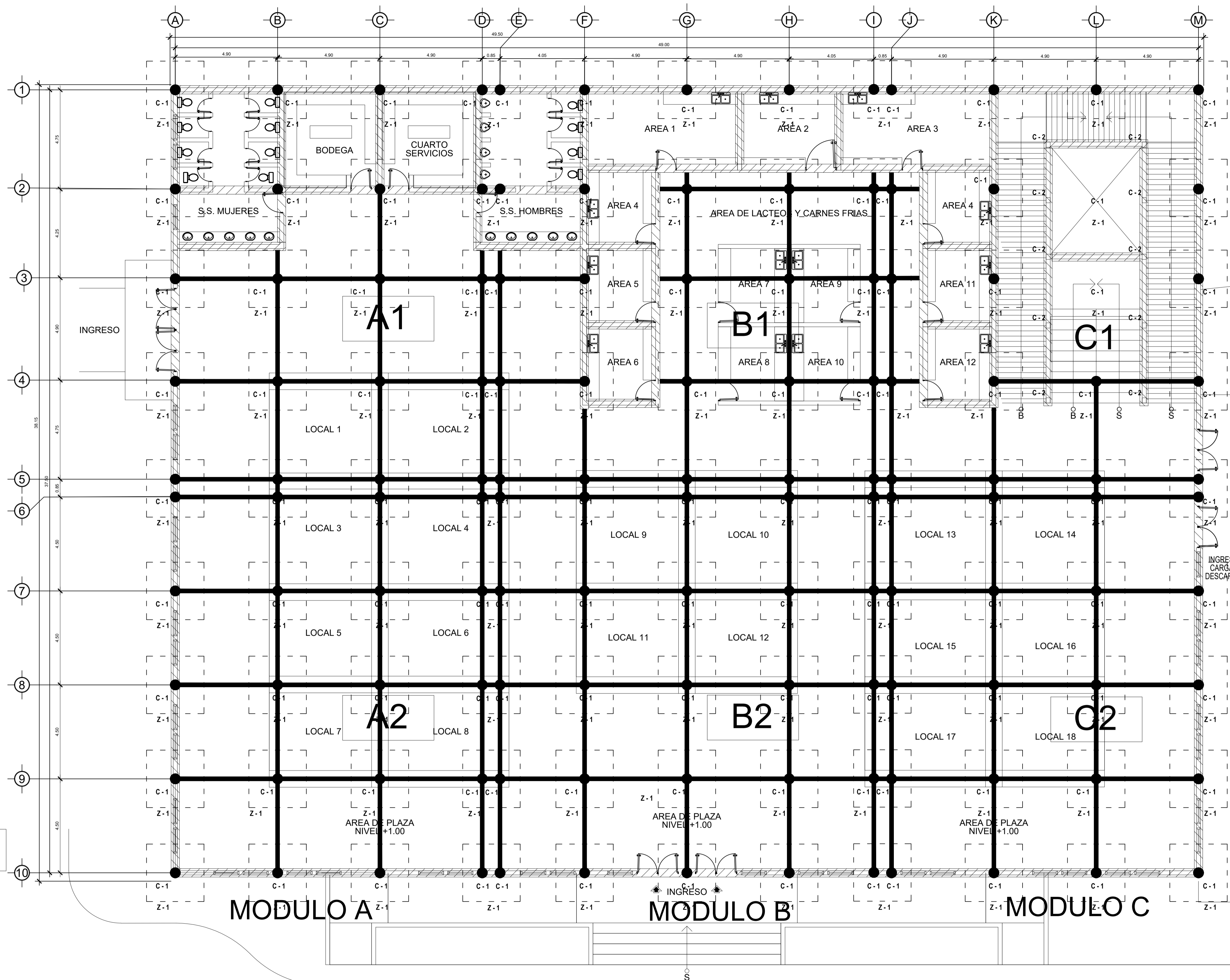
Concreto:  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Muros:  $f'm= 35 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0.15 \times 0.20 \times 0.40$

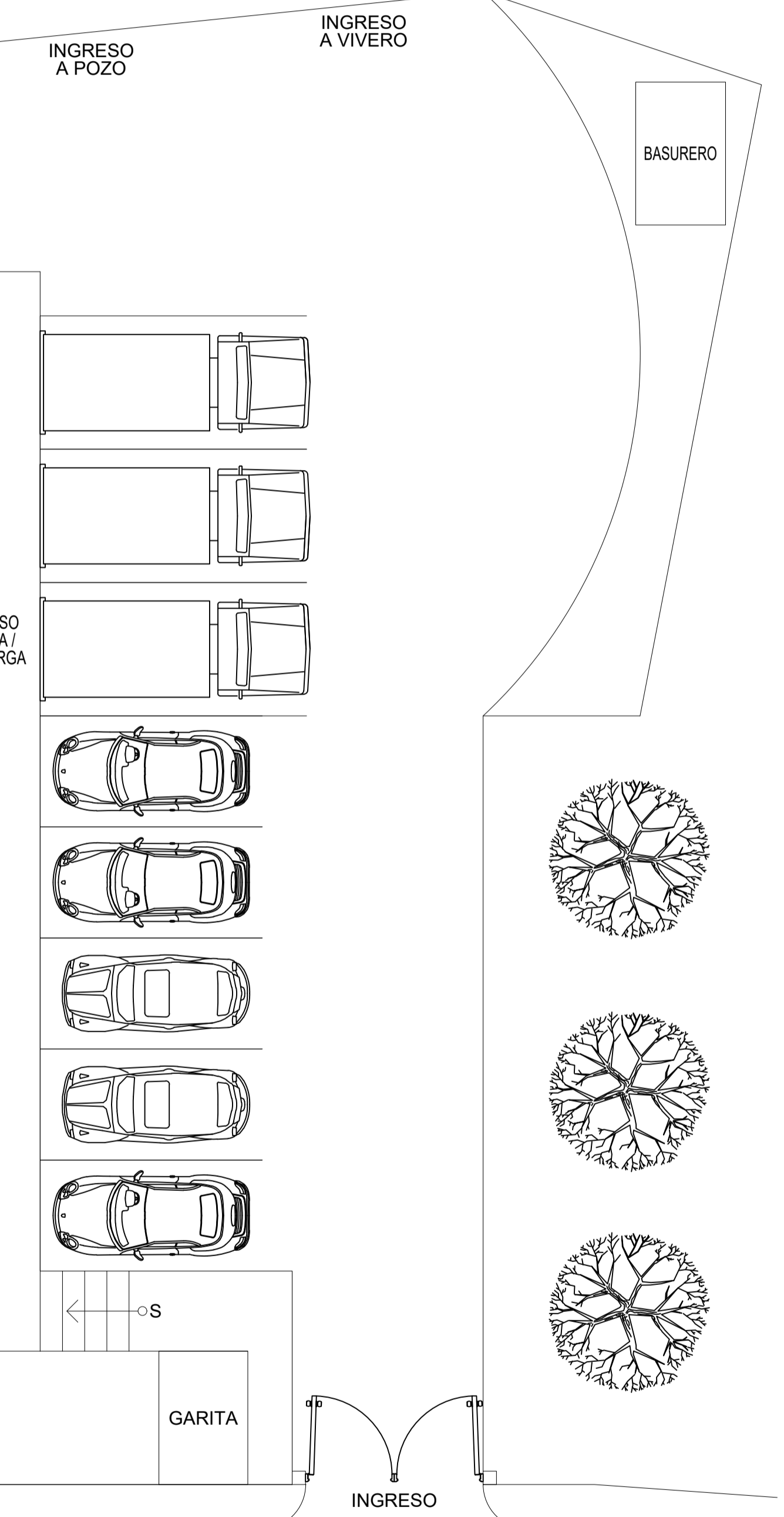
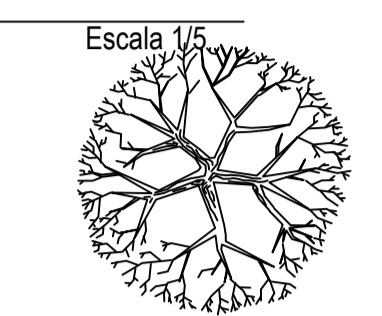
Agregado grueso:  $\frac{1}{2}$  triturado

Valor soporte del suelo:  $35.98 \text{ ton/m}^2$

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E. P. S.			
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: CORTES DE MUROS		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo. I) ASESORA: INGA, MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	Vo. Bo. ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	HOJA: 07 DE 29	



SOLERA DE AMARRE



SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
[ ]	PROYECCION DE ZAPATA
C-1	INDICA TIPO DE COLUMNA
—	INDICA SOLERA DE AMARRE
///	INDICA CIMENTACION

**PLANTA - CIMENTACIÓN + COLUMNAS**  
PRIMER NIVEL

Escala 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE E. P. S.

PROYECTO:  
DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.

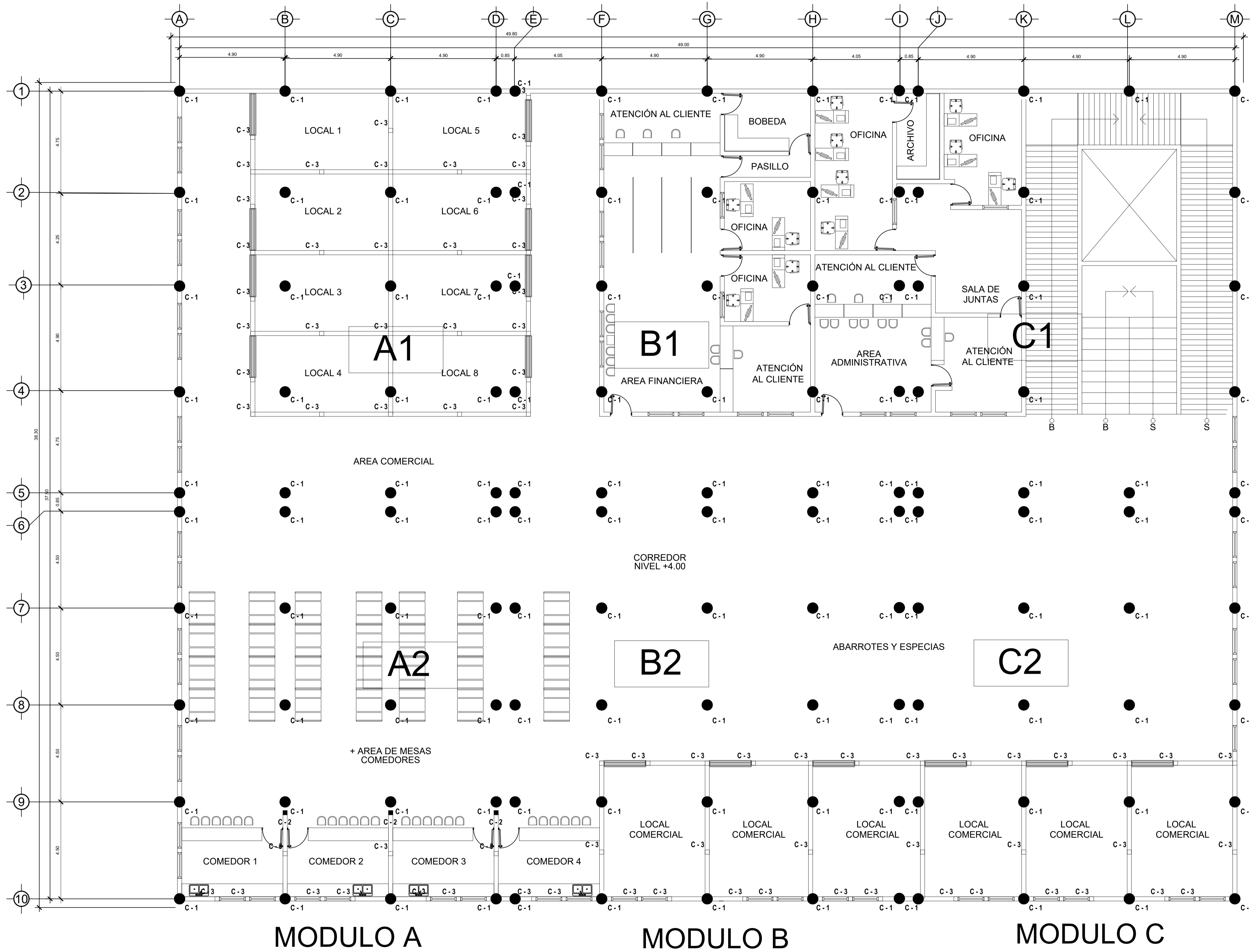
CONTENIDO:  
PLANTA CIMENTACION, COLUMNAS Y ZAPATAS, 1ER NIVEL

ESCALA:  
INDICADA

DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
FECHA: FEBRERO 2023

Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN

HOJA:  
08 DE 29



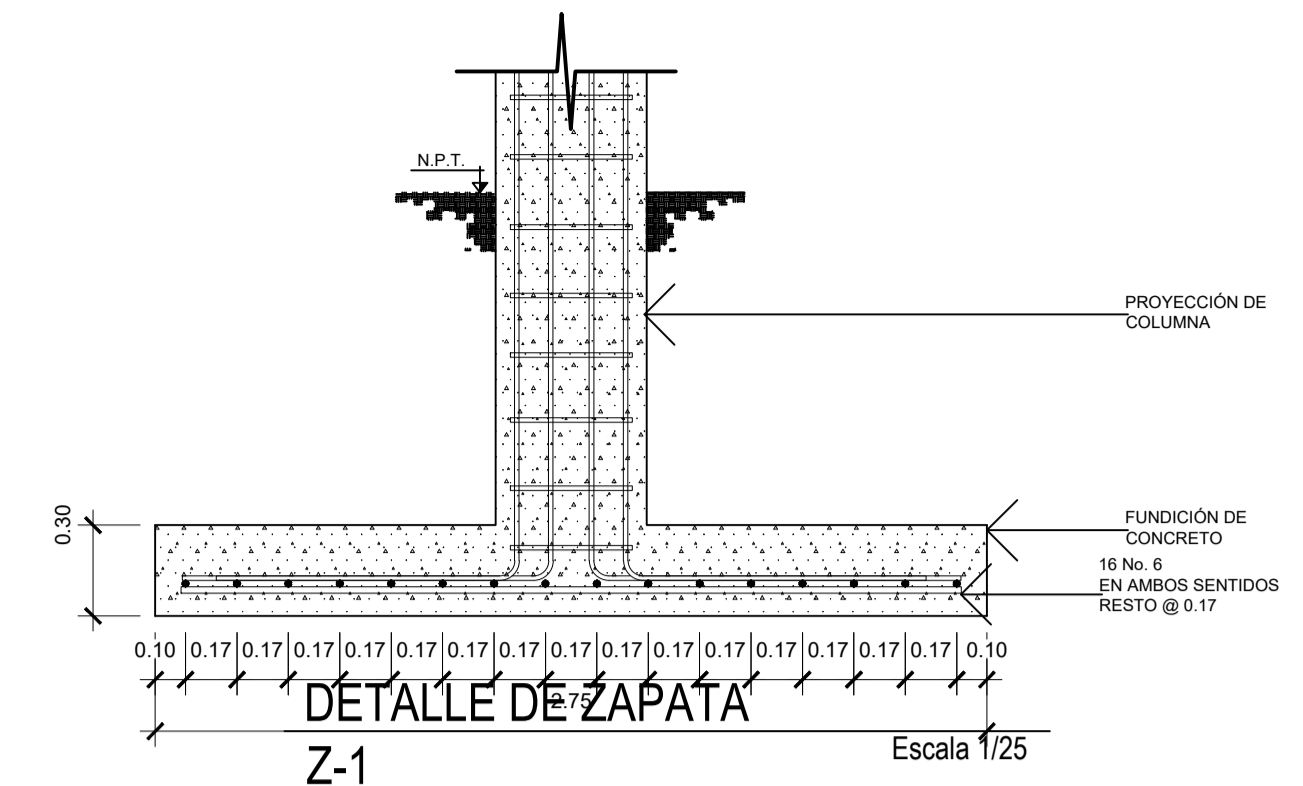
MODULO A

MODULO B

MODULO C

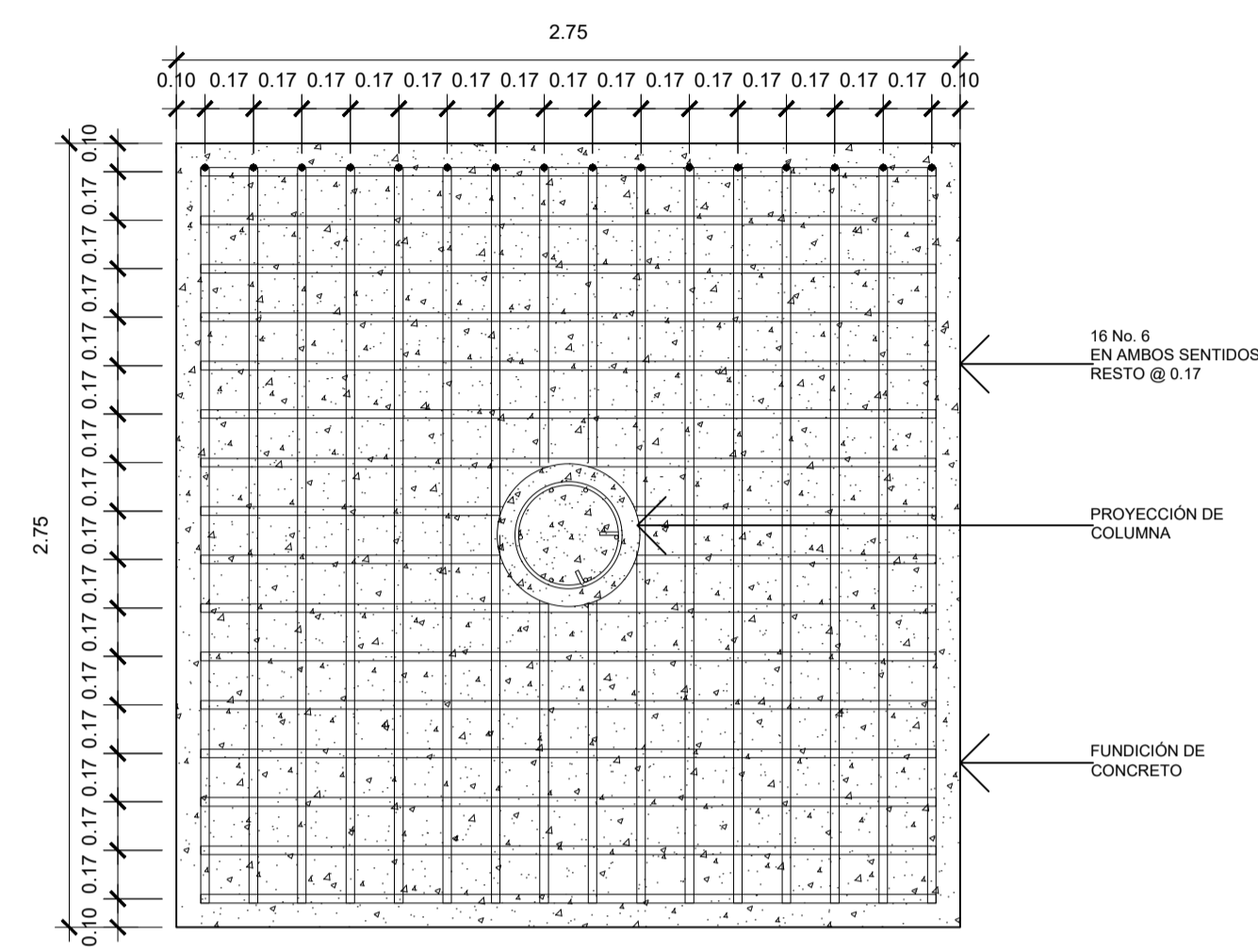
**PLANTA - COLUMNAS**  
SEGUNDO NIVEL

Escala 1/100



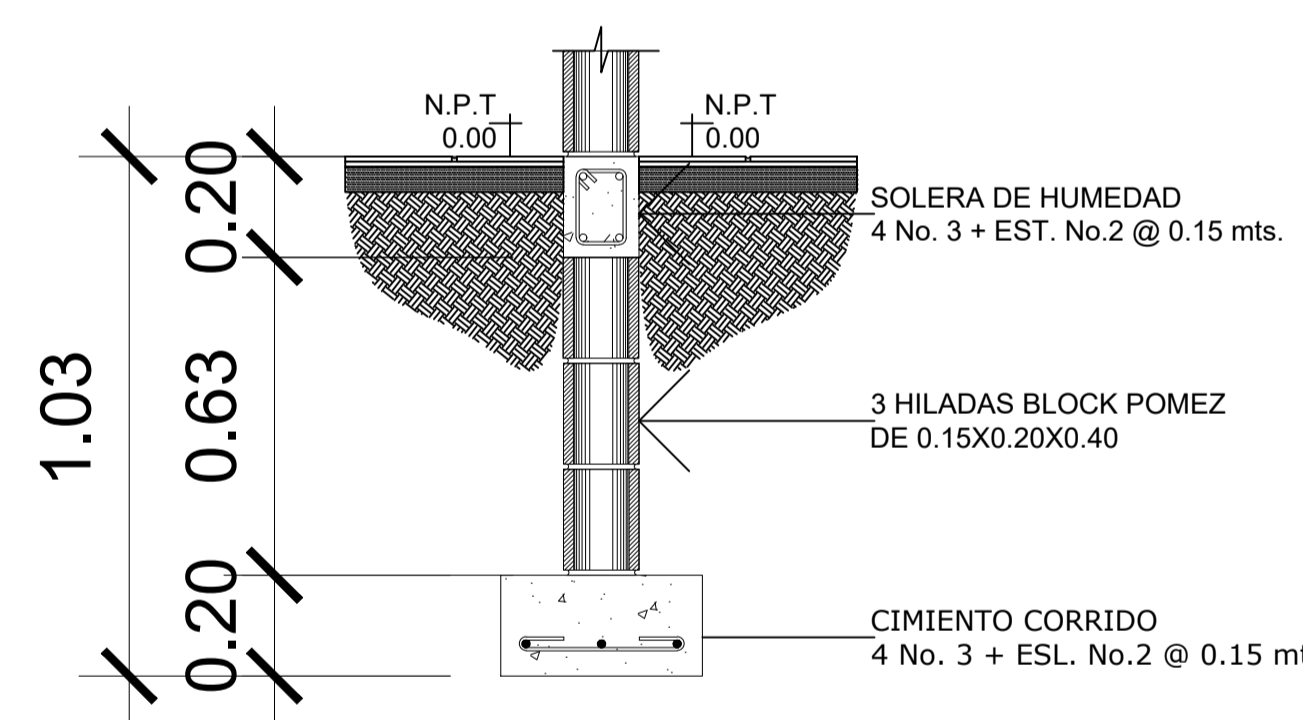
DETALLE DE ZAPATA Z-1

Escala 1/25



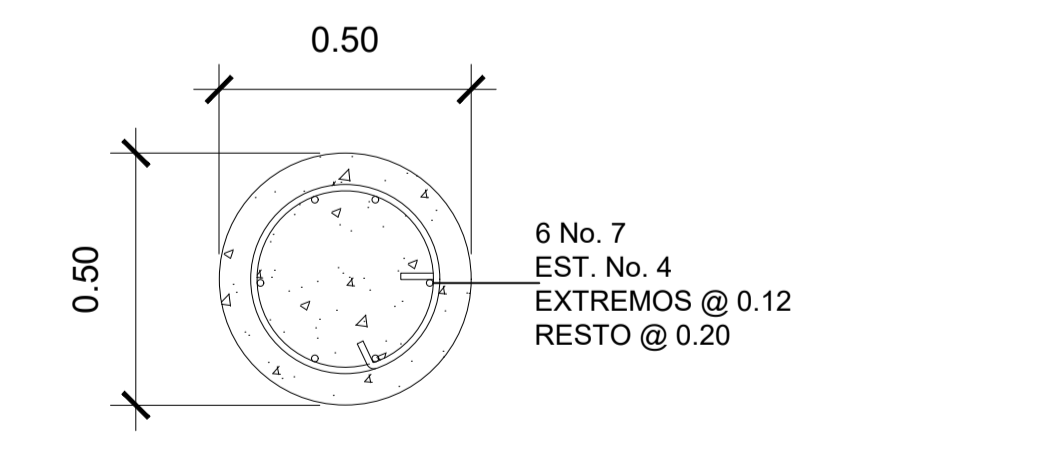
DETALLE DE ZAPATA Z-1

Escala 1/25



DETALLE DE CIMENTACION

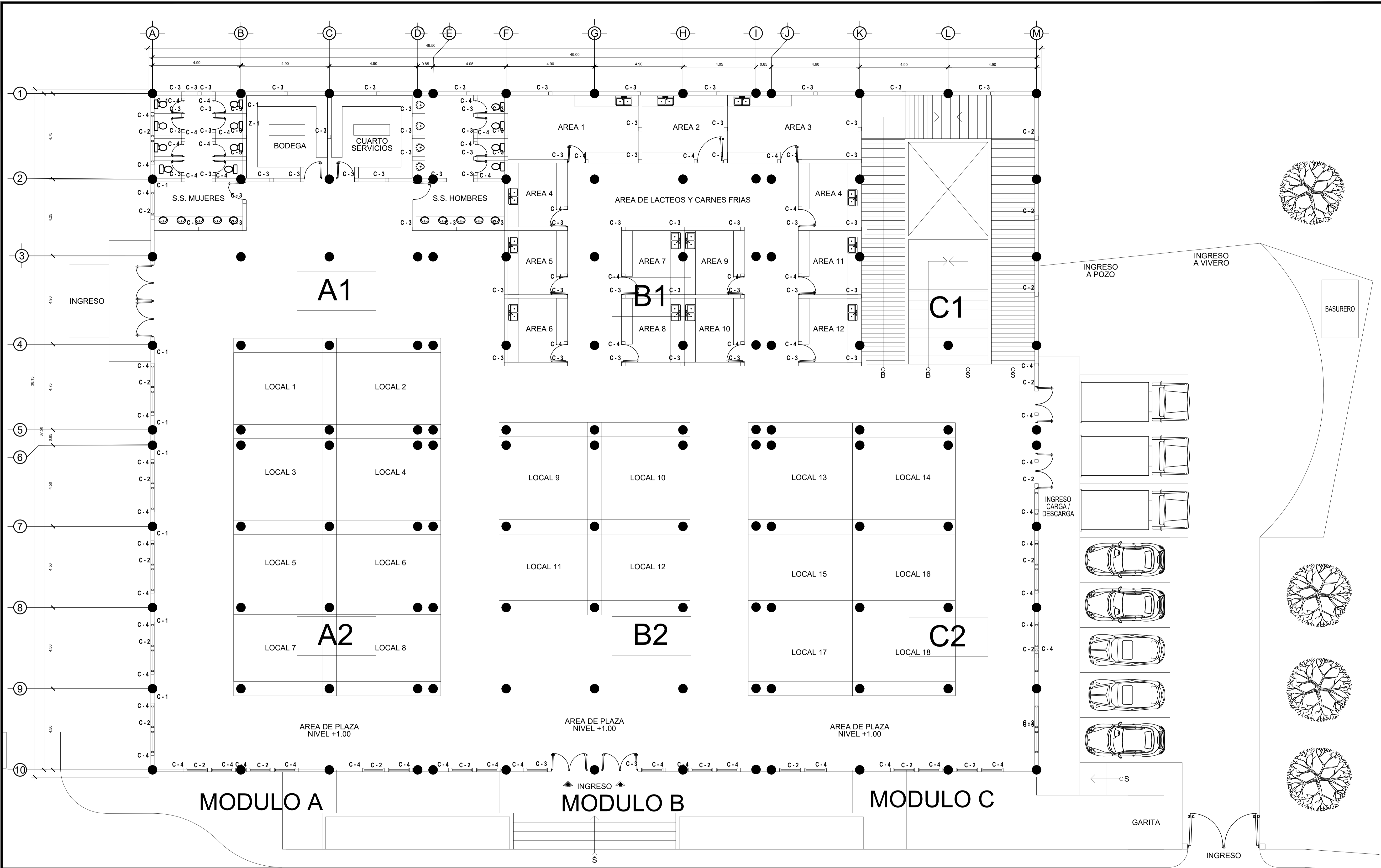
Escala 1/20



DETALLE COLUMNA C-1

Escala 1/20

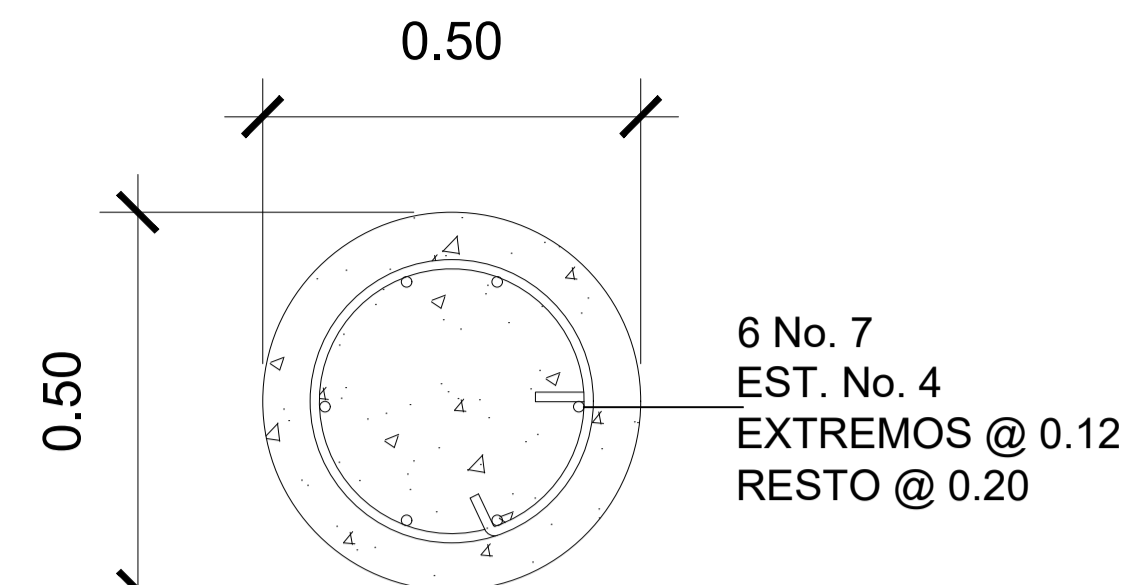
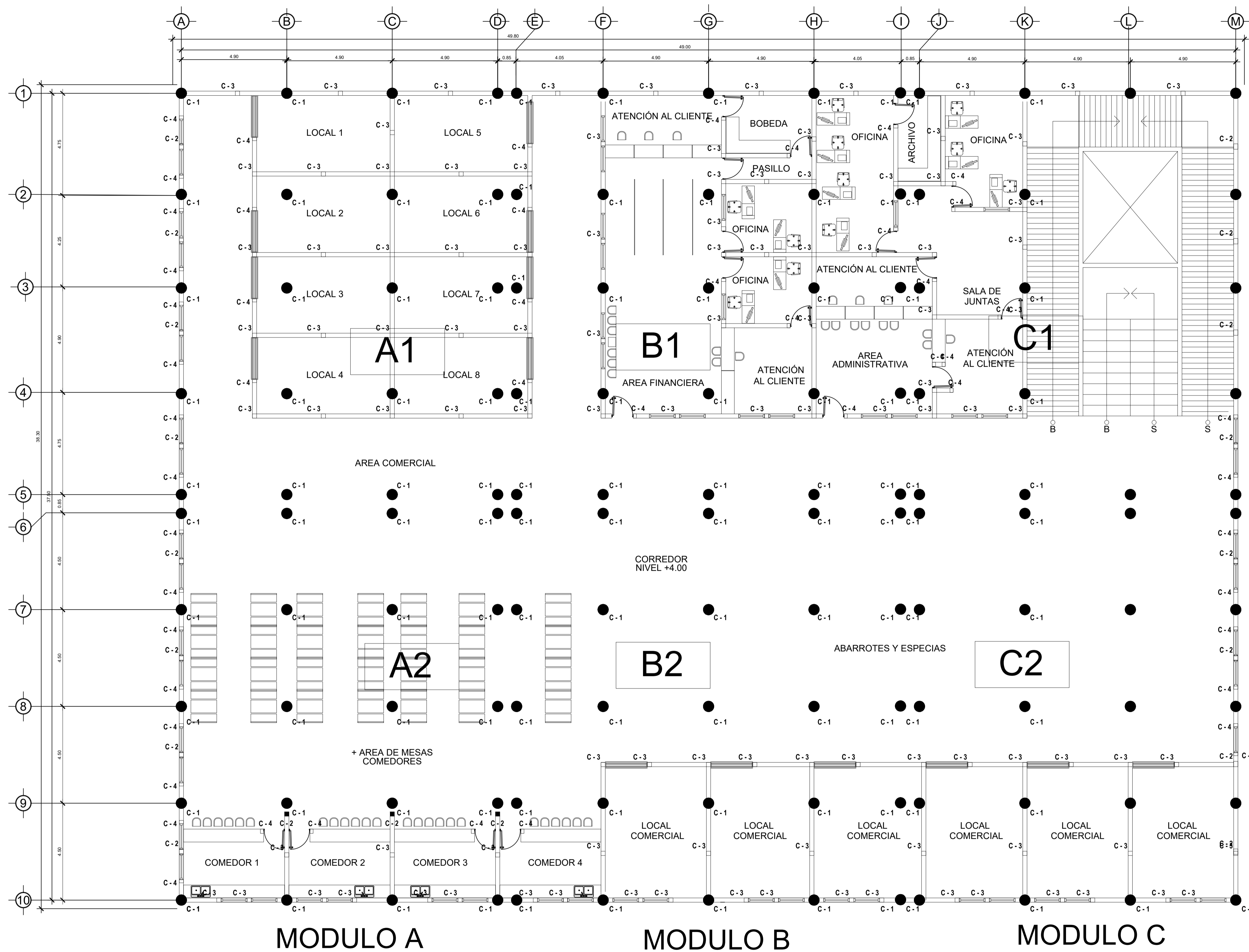
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.			
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: PLANTA COLUMNAS		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo. ING. ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	Vo. Bo. ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	HOJA: 09 DE 29	



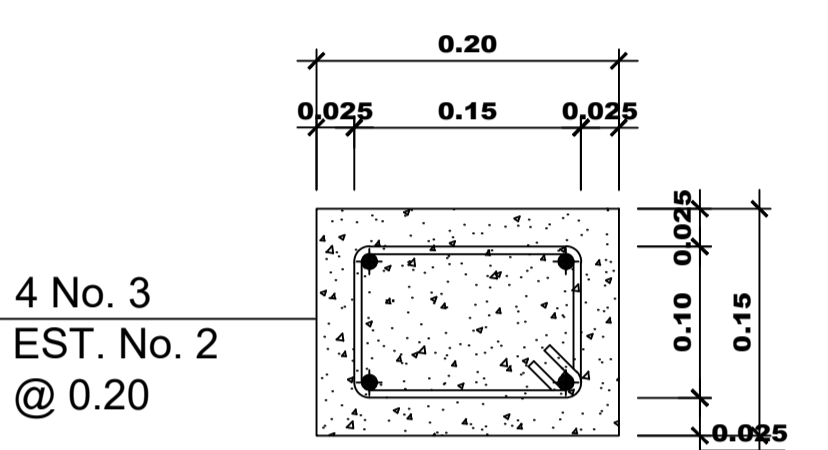
**PLANTA - COLUMNAS**  
PRIMER NIVEL

Escala 1/100

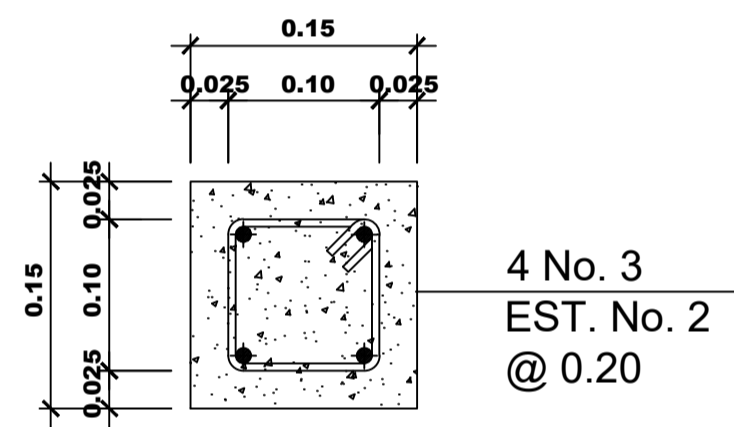
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E. P. S.			
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
<b>CONTENIDO:</b> PLANTA CIMENTACION, COLUMNAS Y ZAPATAS, 1ER NIVEL		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo. I) ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	Vo. Bo. ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	HOJA: 10 DE 29	



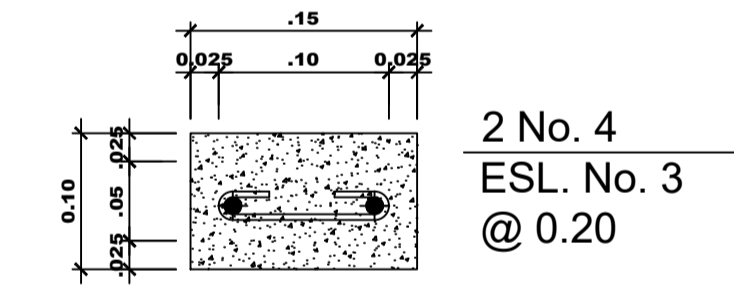
COLUMNA TIPO  
C-1 Escala 1/5



COLUMNA TIPO  
C-2 Escala 1/5



COLUMNA TIPO  
C-3 Escala 1/5

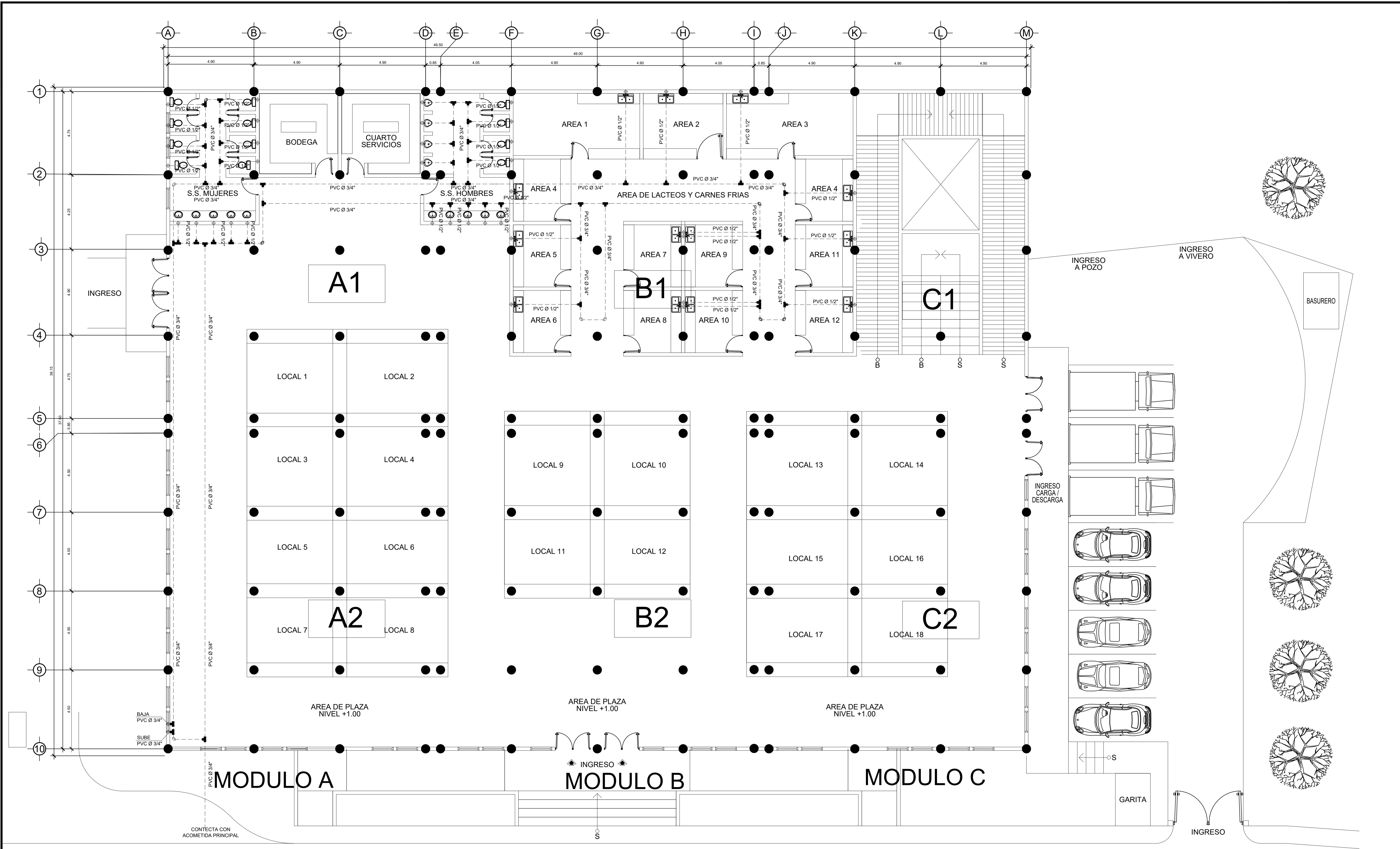


COLUMNA TIPO  
C-4 Escala 1/5

**PLANTA - COLUMNAS**  
SEGUNDO NIVEL

Escala 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.			
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
<b>CONTENIDO:</b> PLANTA COLUMNAS 2DO NIVEL		<b>ESCALA:</b> INDICADA	
<b>DISEÑO:</b> JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>DIBUJO:</b> JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>CÁLCULO:</b> JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>FECHA:</b> FEBRERO 2023
<b>Vo. Bo.</b> ING. ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	<b>Vo. Bo.</b> ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	<b>HOJA:</b> 11 DE 29	

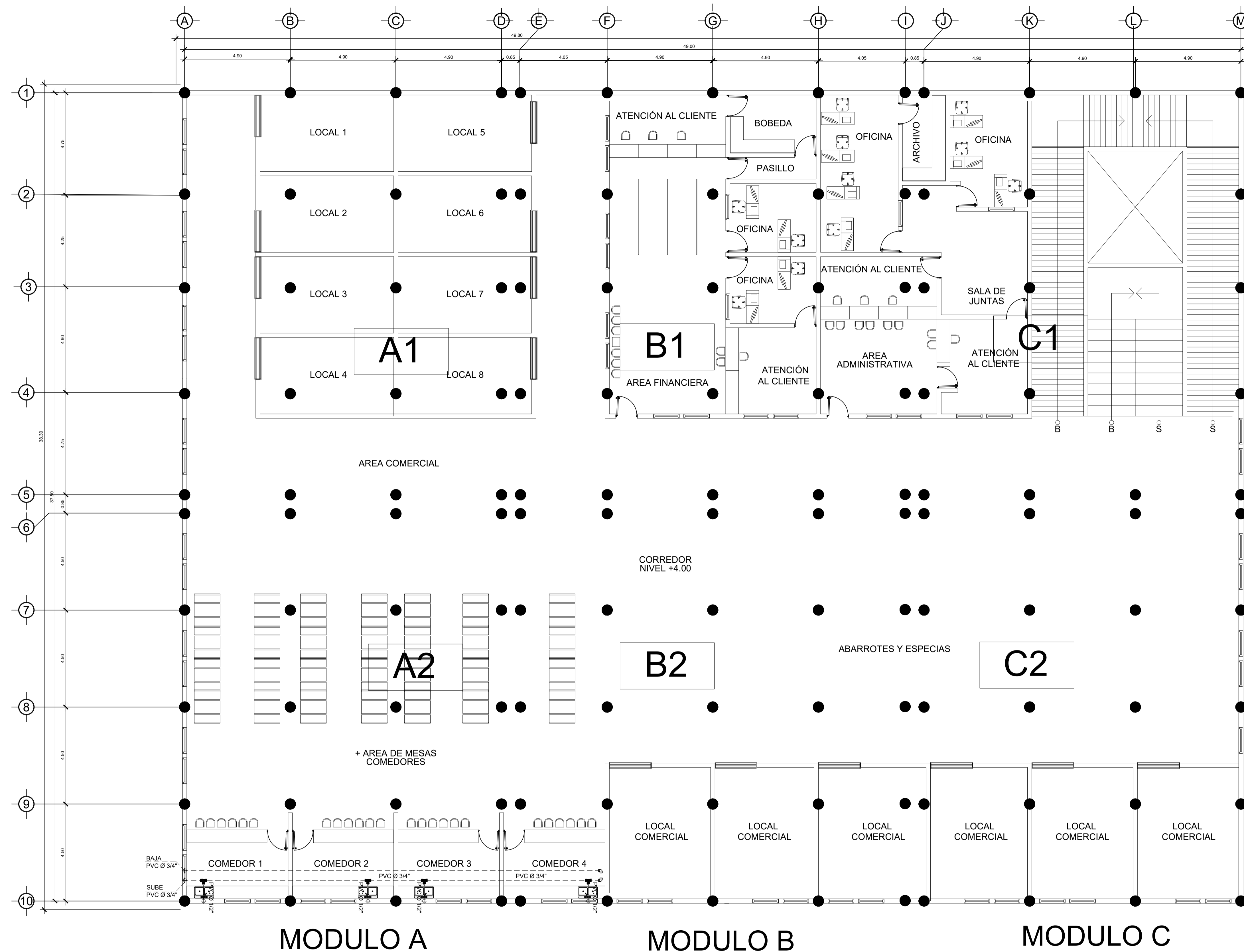


**PLANTA - INSTALACION RED HIDRAULICA**  
PRIMER NIVEL

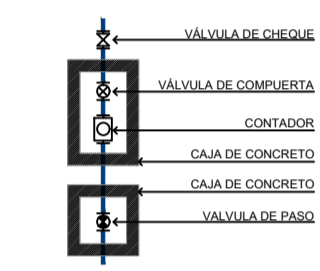
Escala 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E. P. S.			
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
<b>CONTENIDO:</b> PLANTA - RED HIDRAULICA 1ER NIVEL		<b>ESCALA:</b> INDICADA	
<b>DISEÑO:</b> JHIMIRSONN OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>DIBUJO:</b> JHIMIRSONN OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>CÁLCULO:</b> OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>FECHA:</b> FEBRERO 2023
Vo. Bo.	Vo. Bo.	<b>HOJA:</b> 12 DE 29	
I) ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA		ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	





SIMBOLOGIA PARA AGUA POTABLE	
	Indica tubería PVC para agua potable
	Indica Tee horizontal
	Indica Tee vertical
	Indica Codo a 90° vertical
	Indica Codo a 90° horizontal
	Indica Reducidor,
	Indica chorro
	Indica llave de paso
	Indica llave de cheque
	Indica contador
	Indica llave de globo



MODULO A

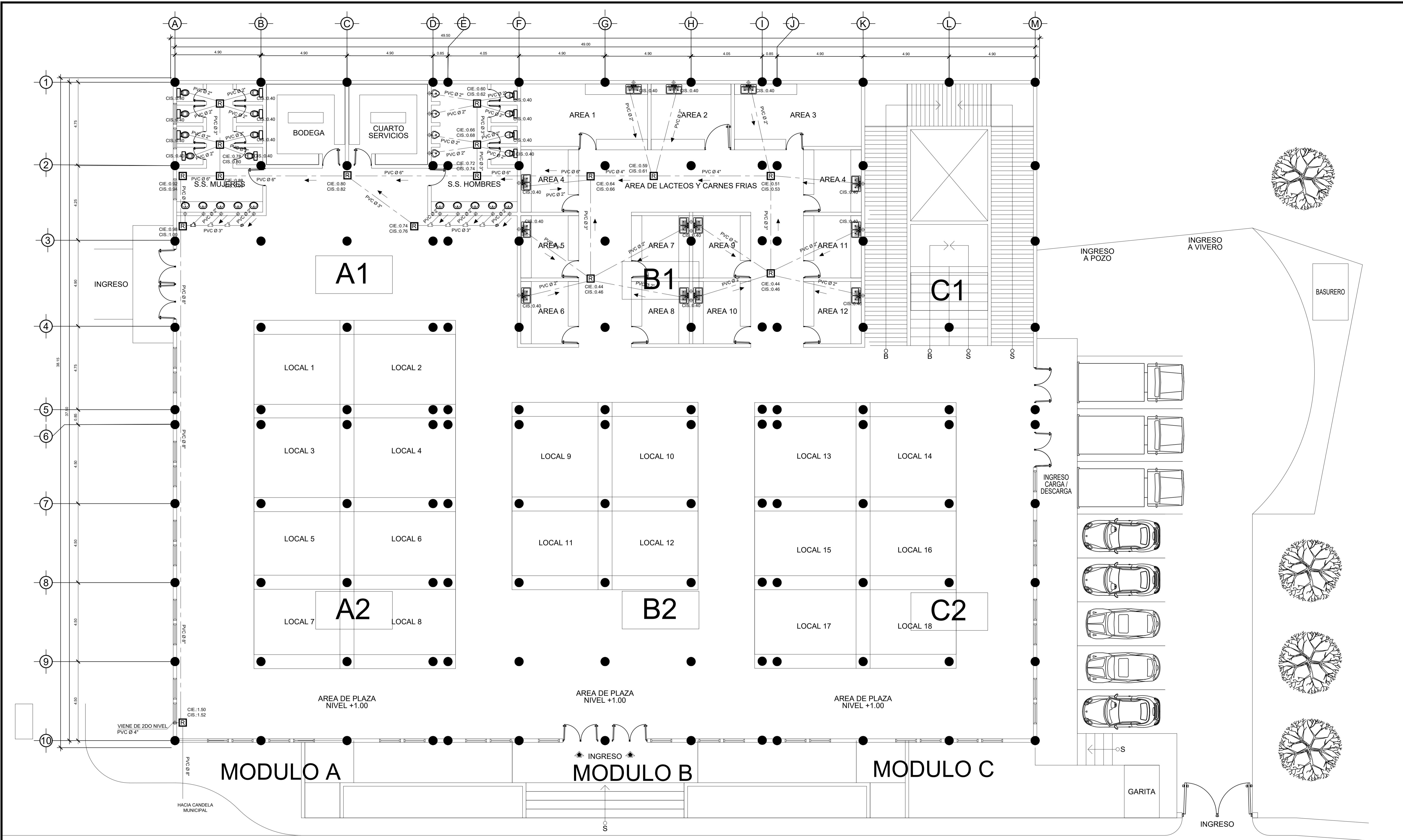
MODULO B

MODULO C

**PLANTA - INSTALACION RED HIDRAULICA**  
SEGUNDO NIVEL

Escala 1/100

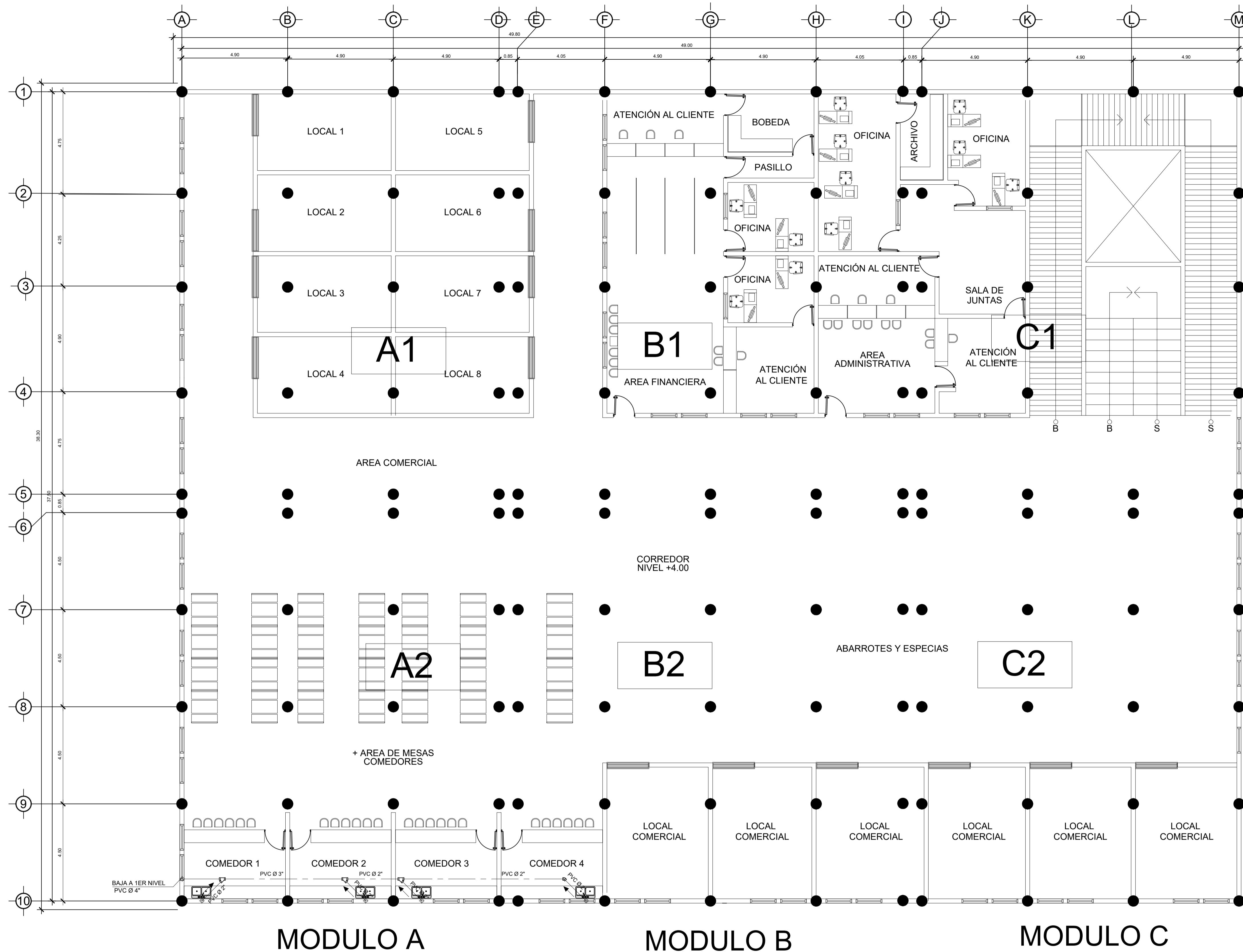
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E. P. S.			
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: PLANTA - RED HIDRAULICA 2DO NIVEL		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo. I) ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	Vo. Bo. ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	HOJA: 13 DE 29	



**PLANTA - RED DRENAJES**  
PRIMER NIVEL

Escala 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.			
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: PLANTA - RED DRENAJES 1ER NIVEL		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo.	Vo. Bo.	HOJA: 14 DE 29	
I) ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA		ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	

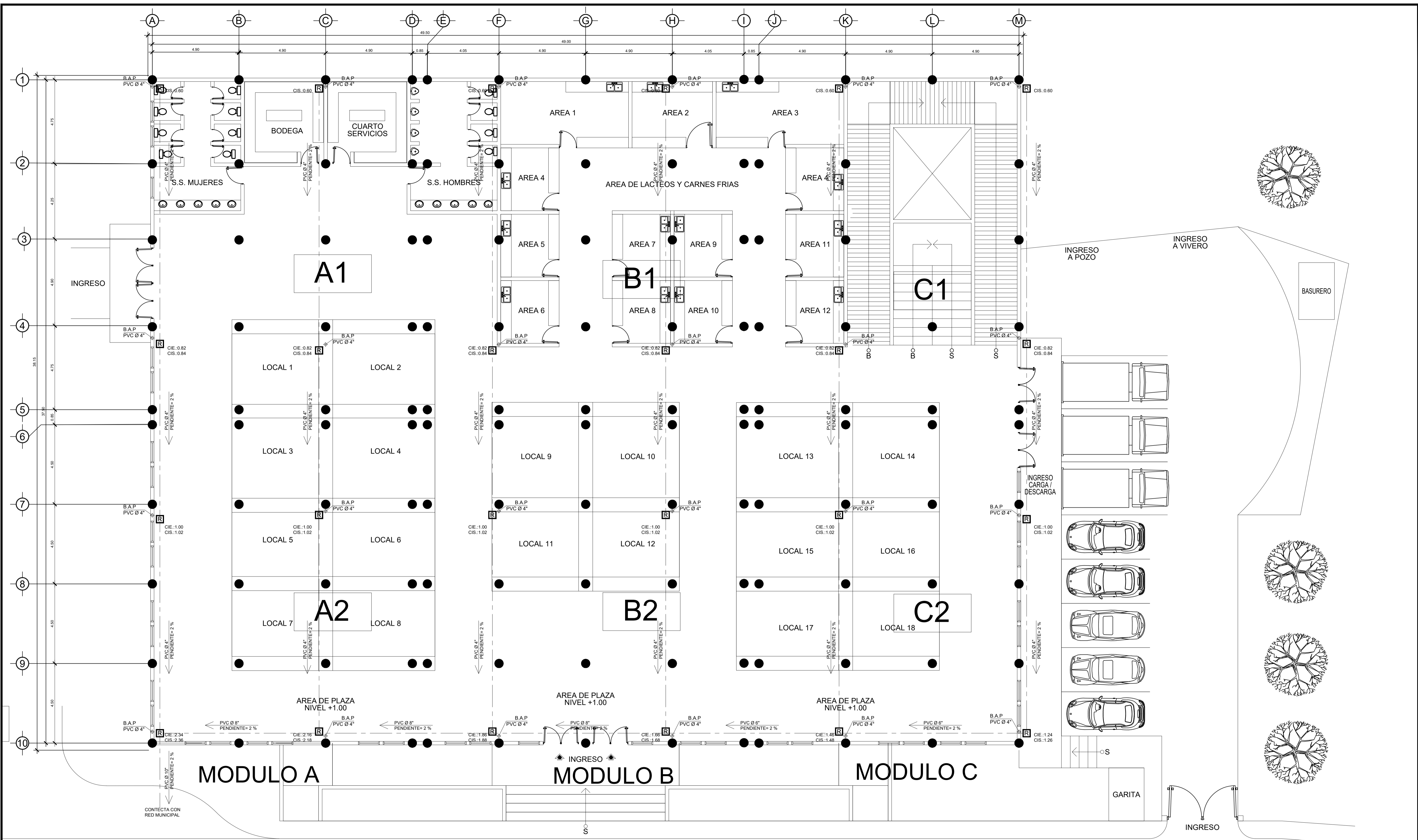


SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	INDICA TUBERIA PVC (DIAMETRO INDICADO)
	INDICA CODO PVC 90° VERTICAL
	INDICA CODO PVC 90° HORIZONTAL
	INDICA TEE PVC HORIZONTAL
	INDICA TEE PVC VERTICAL
	INDICA YEE PVC HORIZONTAL
	INDICA SENTIDO DEL CAUDAL
	INDICA CAJA DE INODORO
	REPOSADERA DE REGISTRO

**PLANTA - RED DRENAJES**  
SEGUNDO NIVEL


Escala 1/100

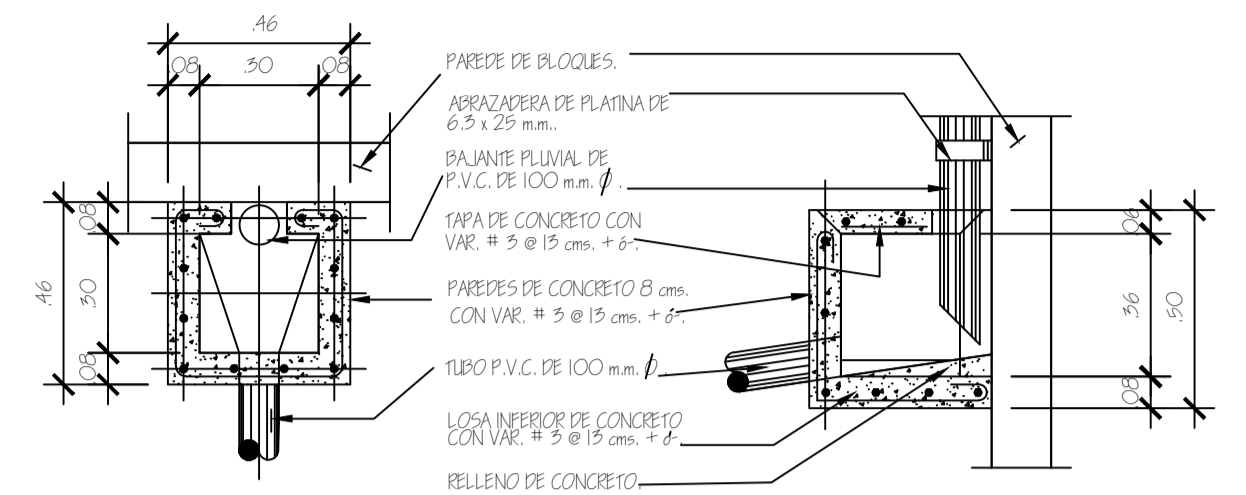
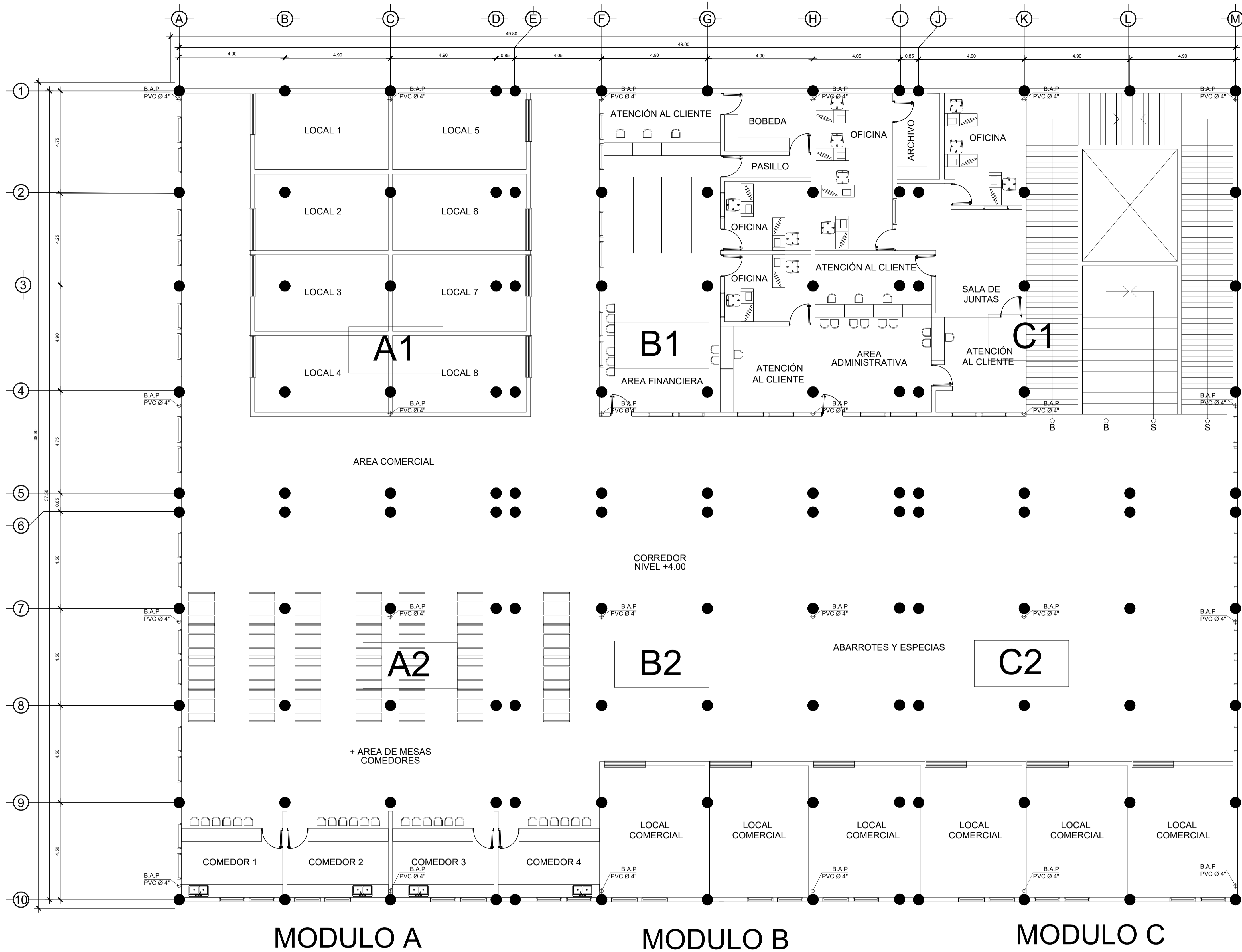
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.			
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
<b>CONTENIDO:</b> PLANTA - RED DRENAJES 2 DO. NIVEL			<b>ESCALA:</b> INDICADA
<b>DISEÑO:</b> JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>DIBUJO:</b> JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>CÁLCULO:</b> JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>FECHA:</b> FEBRERO 2023
<b>Vo. Bo.</b> ING. ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	<b>Vo. Bo.</b> ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	<b>HOJA:</b> 15 DE 29	



**PLANTA - RED AGUAS PLUVIALES**  
PRIMER NIVEL

Escala 1/100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.			
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
<b>CONTENIDO:</b> PLANTA - RED AGUAS PLUVIALES IER NIVEL		<b>ESCALA:</b> INDICADA	
<b>DISEÑO:</b> JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>DIBUJO:</b> JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>CÁLCULO:</b> JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	<b>FECHA:</b> FEBRERO 2023
Vo. Bo.	Vo. Bo.	<b>HOJA:</b> 16 DE 29	
I) ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA		ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	

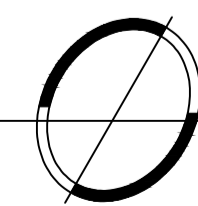


SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	INDICA TUBERIA PVC (DIAMETRO INDICADO)
	INDICA CODO PVC 90° VERTICAL
	INDICA CODO PVC 90° HORIZONTAL
	INDICA TEE PVC HORIZONTAL
	INDICA TEE PVC VERTICAL
	INDICA YEE PVC HORIZONTAL
	INDICA SENTIDO DEL CAUDAL
B.A.P.	INDICA BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	REPOSADERA DE REGISTRO

MODULO A

MODULO B

MODULO C



PLANTA - RED AGUAS PLUVIALES

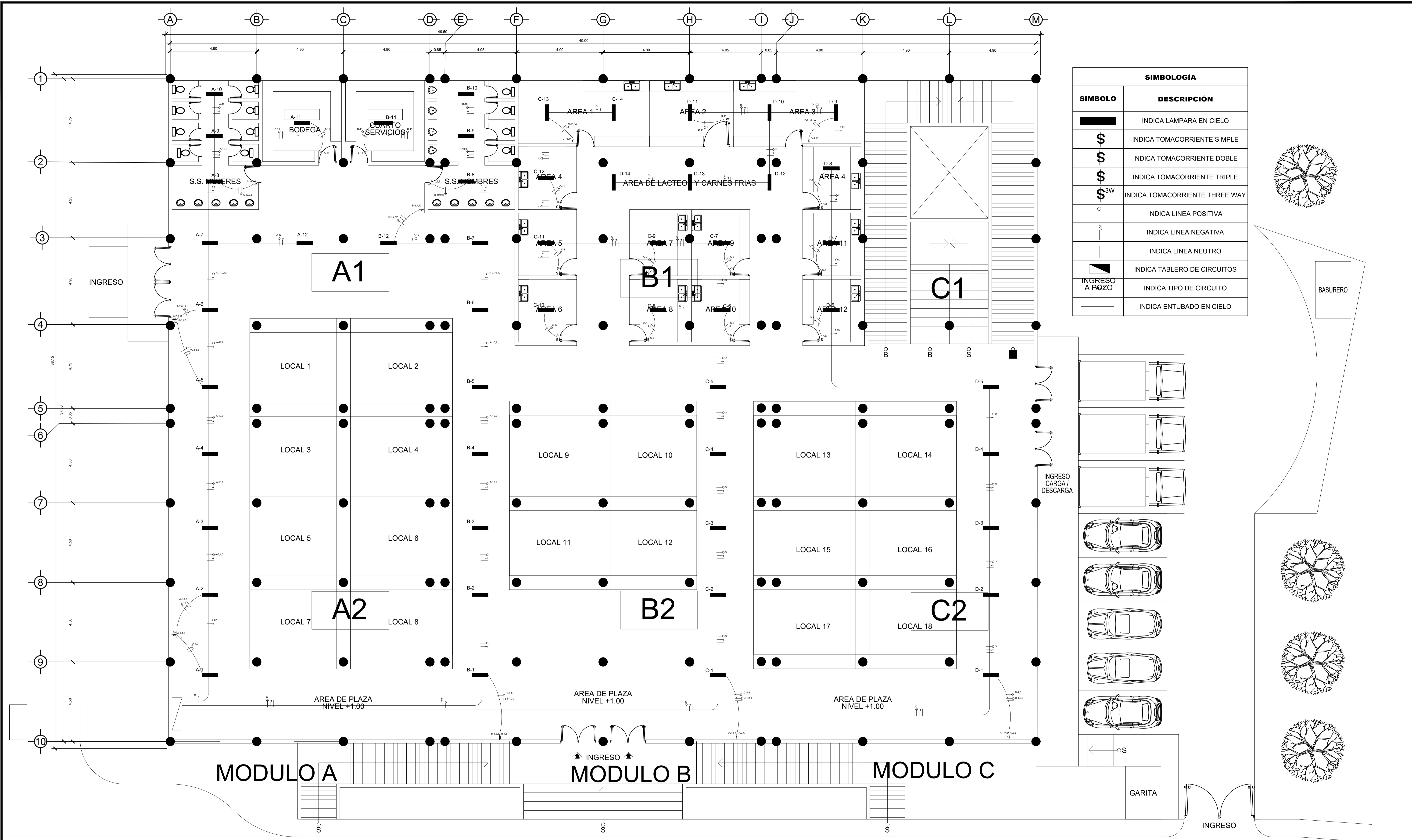
SEGUNDO NIVEL

Escala 1/100

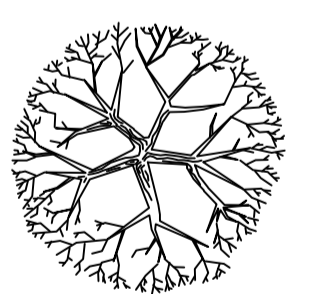
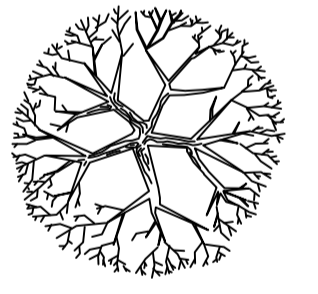
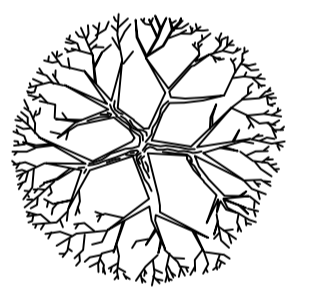
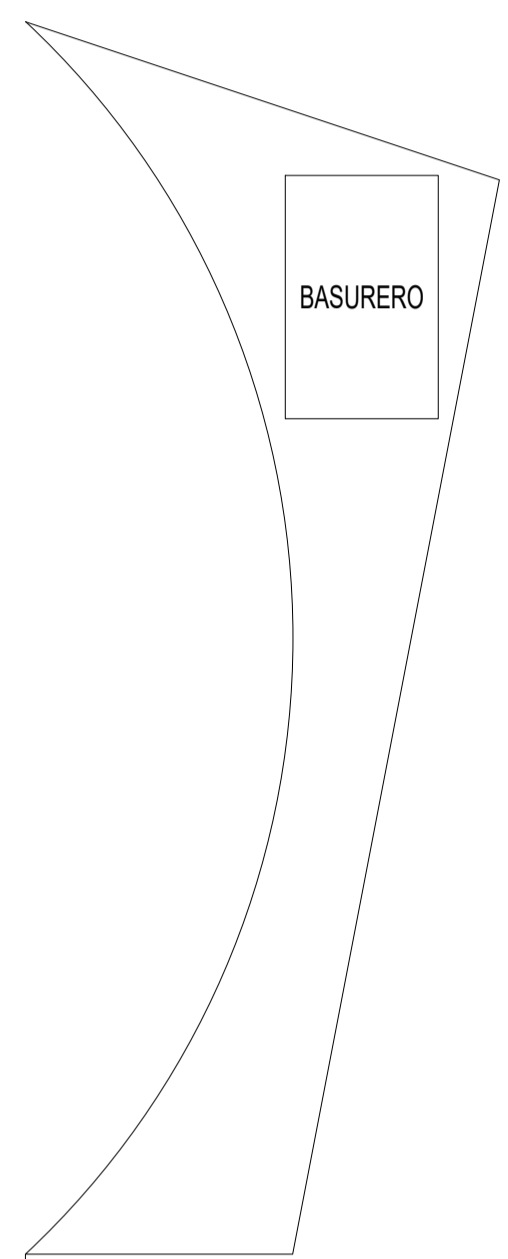
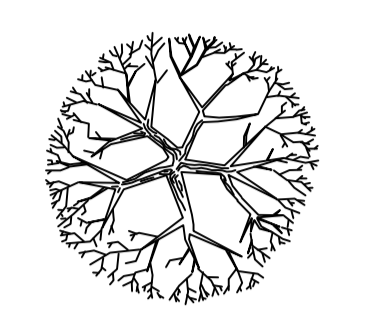


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE E. P. S.

PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: PLANTA - RED AGUAS PLUVIALES 2 DO. NIVEL		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo.	Vo. Bo.	HOJA: 17 DE 29	
I) ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA		ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	



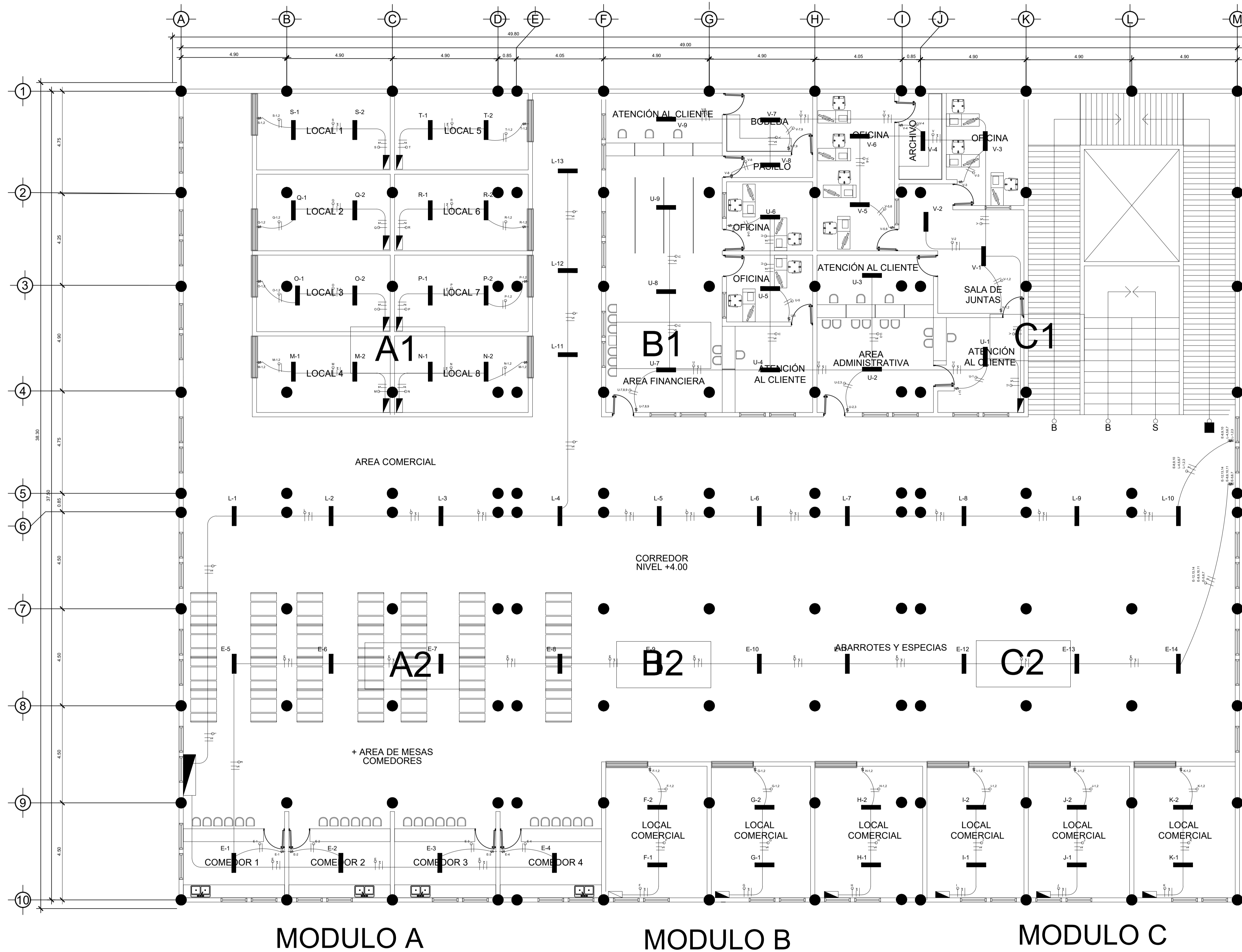
SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	INDICA LAMPARA EN CIELO
	INDICA TOMACORRIENTE SIMPLE
	INDICA TOMACORRIENTE DOBLE
	INDICA TOMACORRIENTE TRIPLE
	INDICA TOMACORRIENTE THREE WAY
	INDICA LINEA POSITIVA
	INDICA LINEA NEGATIVA
	INDICA LINEA NEUTRO
	INDICA TABLERO DE CIRCUITOS
	INDICA TIPO DE CIRCUITO
	INDICA ENTUBADO EN CIELO



**PLANTA - ILUMINACION**  
PRIMER NIVEL

Escala 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.			
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: PLANTA - ILUMINACION 1ER NIVEL		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo. INGA MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	Vo. Bo. ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	HOJA: 18 DE 29	



SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
■	INDICA LAMPARA EN CIELO
⊞	INDICA TOMACORRIENTE SIMPLE
⊞⊞	INDICA TOMACORRIENTE DOBLE
⊞⊞⊞	INDICA TOMACORRIENTE TRIPLE
⊞ <sup>3W</sup>	INDICA TOMACORRIENTE THREE WAY
—	INDICA LINEA POSITIVA
—	INDICA LINEA NEGATIVA
—	INDICA LINEA NEUTRO
⏏	INDICA TABLERO DE CIRCUITOS
A-1	INDICA TIPO DE CIRCUITO
—	INDICA ENTUBADO EN CIELO

**PLANTA - ILUMINACION**  
SEGUNDO NIVEL

Escala 1/100

PROYECTO:  
DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.

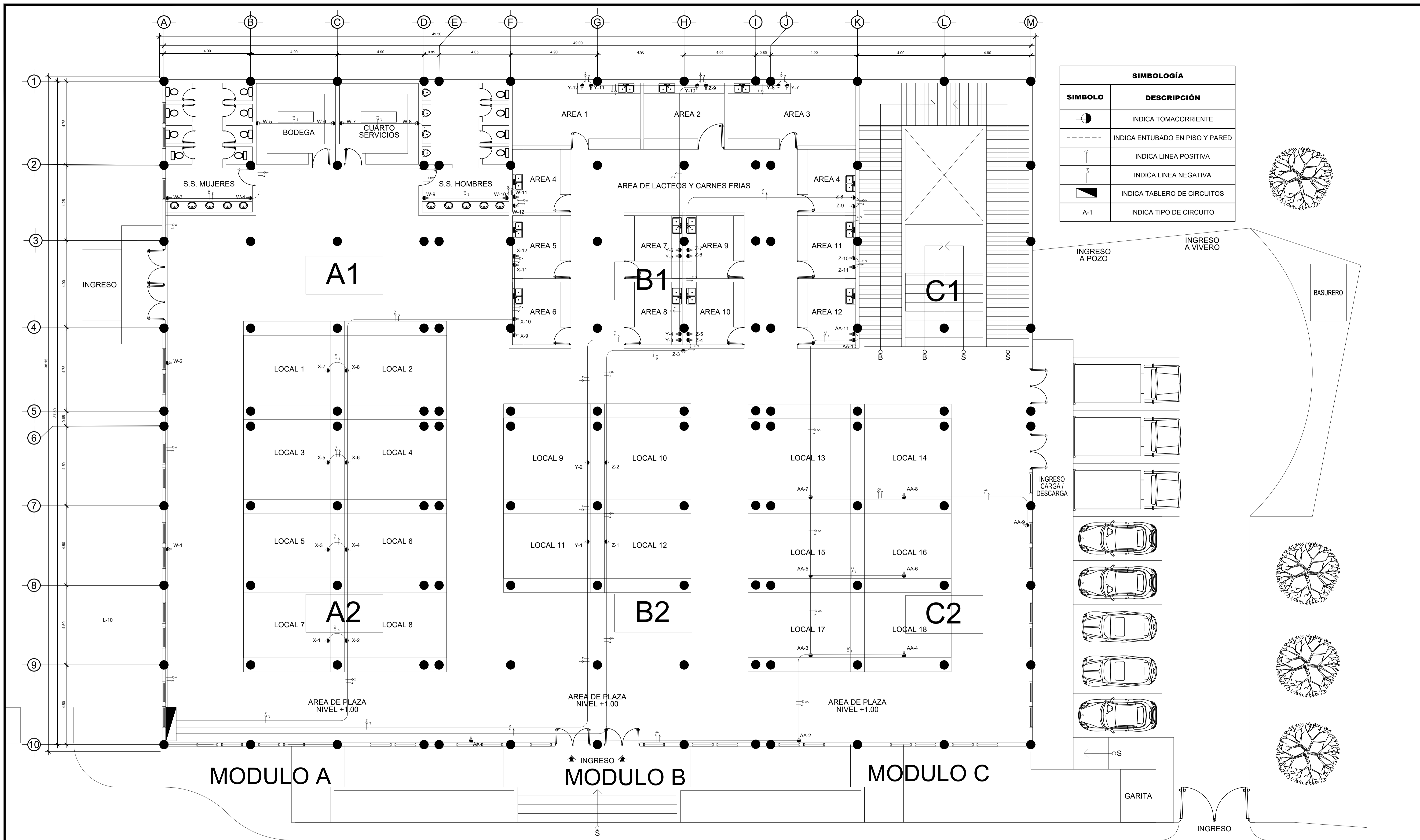
CONTENIDO:  
PLANTA - ILUMINACION  
2 DO. NIVEL

DISEÑO: JHMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
DIBUJO: JHMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
CÁLCULO: JHMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
FECHA: FEBRERO 2023

Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
ING. ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA

Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN

HOJA: 19 DE 29



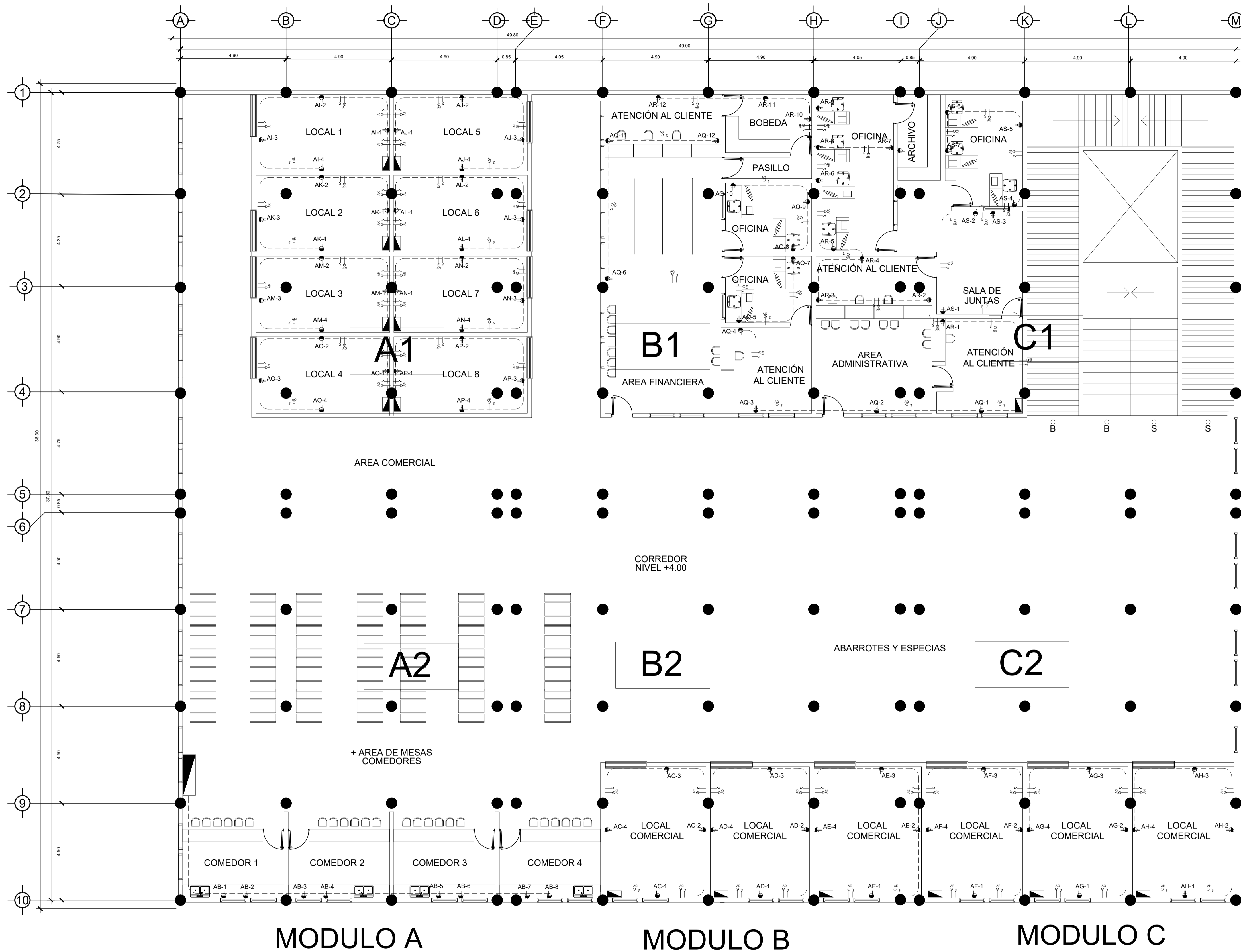
SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	INDICA TOMACORRIENTE
	INDICA ENTUBADO EN PISO Y PARED
	INDICA LINEA POSITIVA
	INDICA LINEA NEGATIVA
	INDICA TABLERO DE CIRCUITOS
A-1	INDICA TIPO DE CIRCUITO

**PLANTA - FUERZA**  
PRIMER NIVEL

Escala 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.			
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: PLANTA - FUERZA 1ER NIVEL		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo. J. ASESORA: INGA, MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	Vo. Bo. ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	HOJA: 20 DE 29	





SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	INDICA TOMACORRIENTE
	INDICA ENTUBADO EN PISO Y PARED
	INDICA LINEA POSITIVA
	INDICA LINEA NEGATIVA
	INDICA TABLERO DE CIRCUITOS
A-1	INDICA TIPO DE CIRCUITO

**PLANTA - FUERZA**  
SEGUNDO NIVEL

Escala 1/100

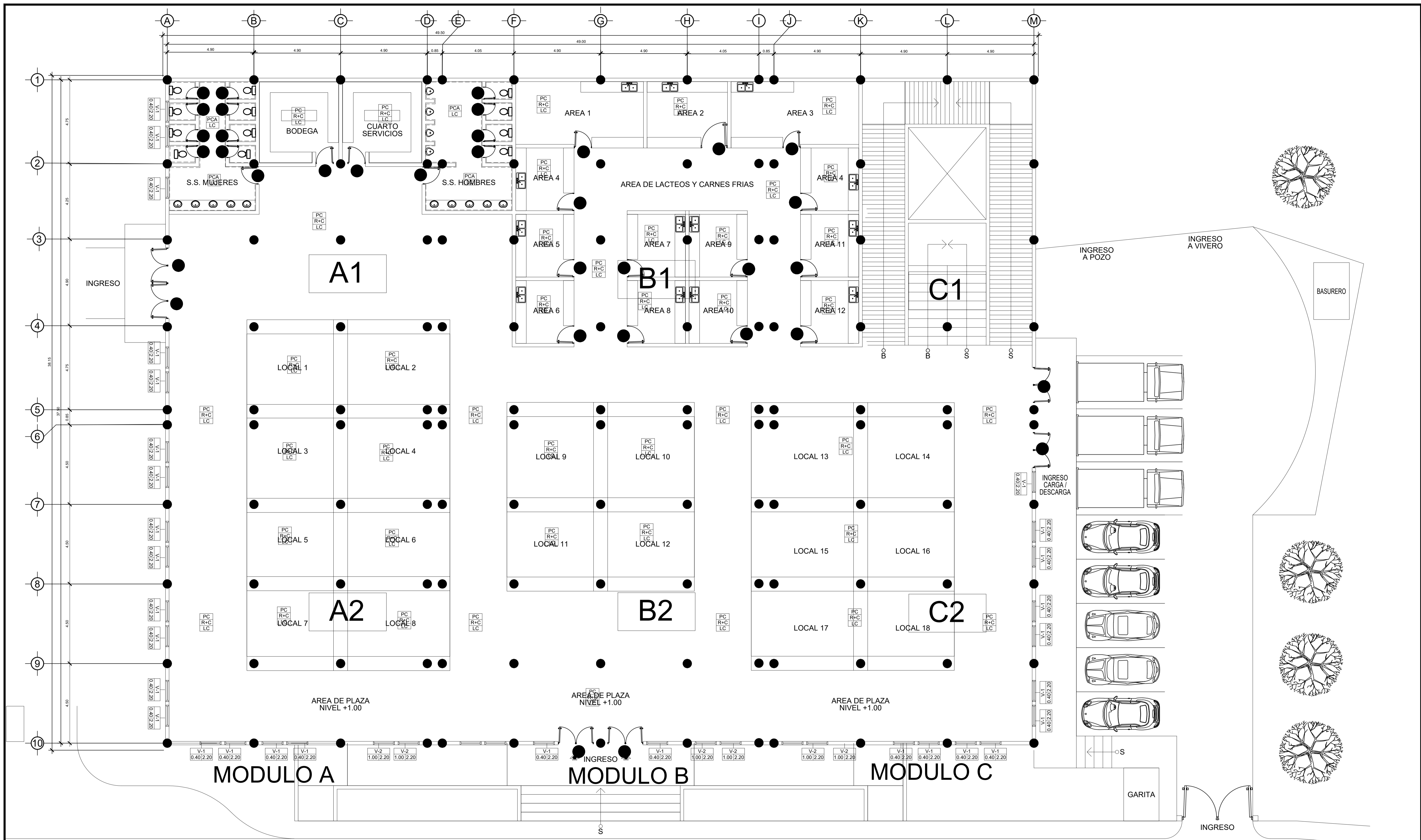
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE E. P. S.

PROYECTO:  
DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.

CONTENIDO:  
PLANTA - FUERZA  
2 DO. NIVEL


DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
FECHA: FEBRERO 2023

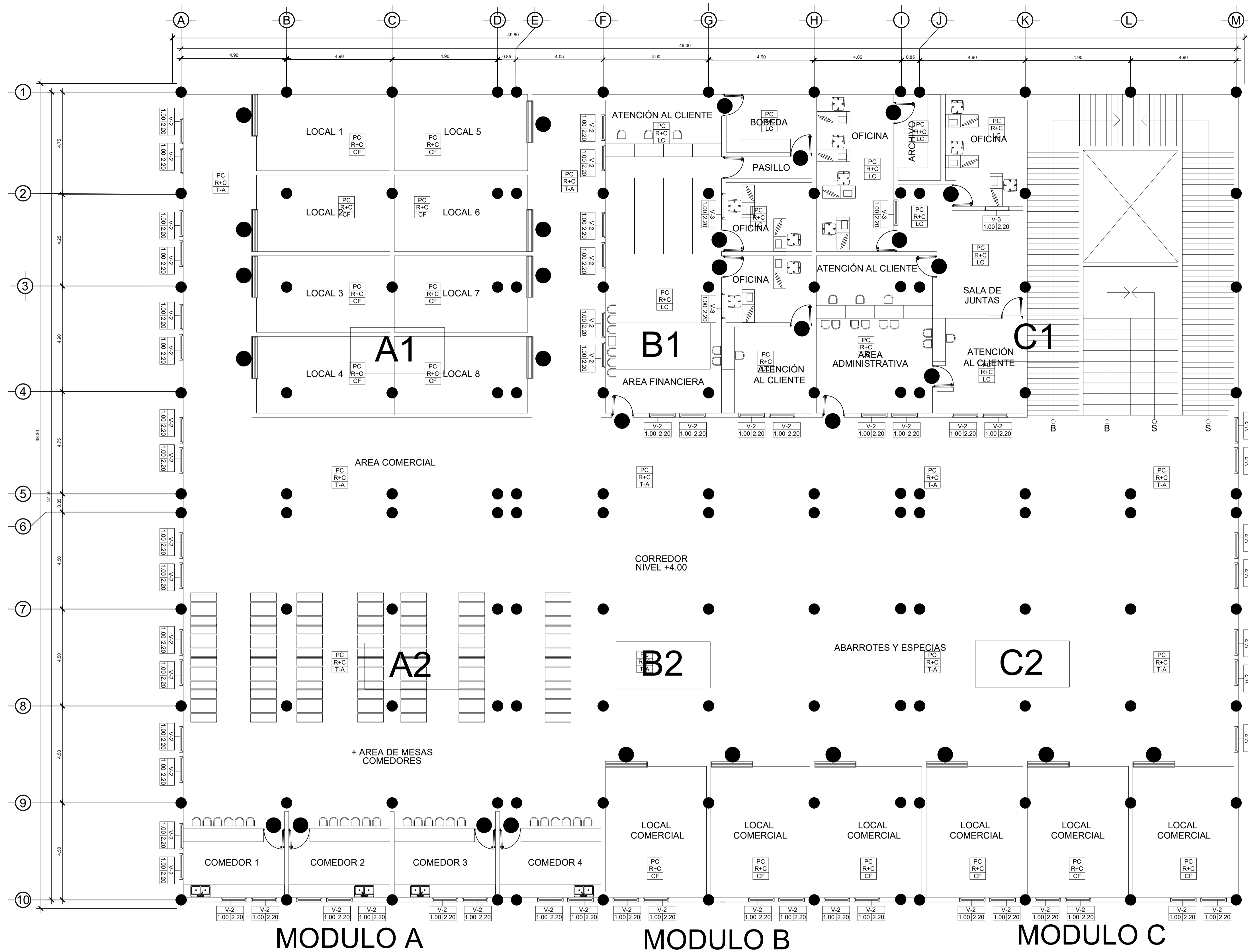
Vo. Bo. Vo. Bo.   
HOJA: 21 DE 29



**PLANTA - ACABADOS**  
PRIMER NIVEL

Escala 1/100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E. P. S.			
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: PLANTA - ACABADOS 1ER NIVEL		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo. J. ASESORA: INGA, MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	Vo. Bo. ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	HOJA: 22 DE 29	



**PLANTA - ACABADOS**  
SEGUNDO NIVEL

Escala 1/100

PROYECTO:  
DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.

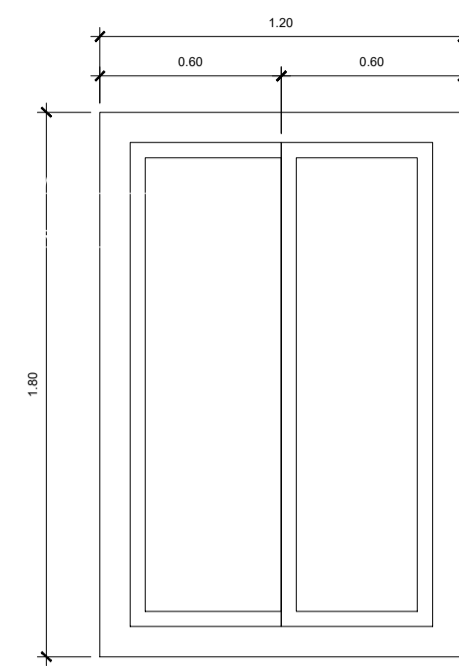
CONTENIDO:  
PLANTA - ACABADOS  
2 DO. NIVEL

DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ  
FECHA: FEBRERO 2023

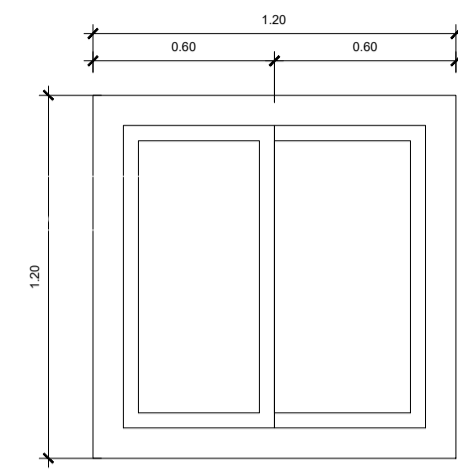
Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
ING. ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA

Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN

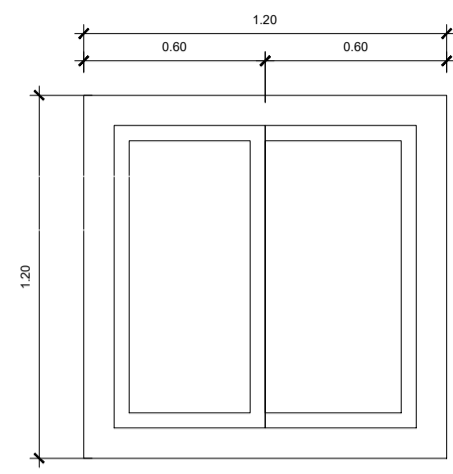
HOJA:  
23  
DE  
29



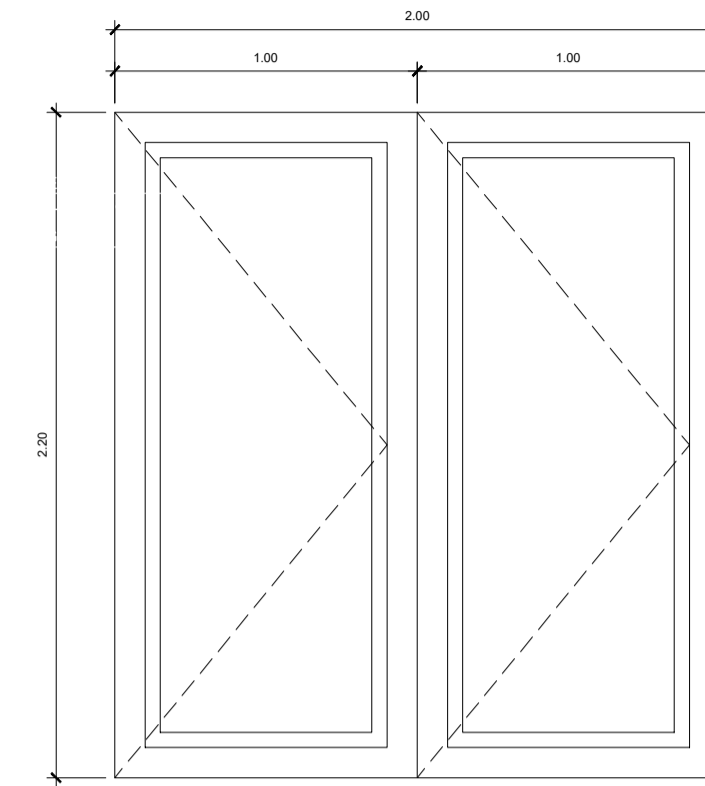
VENTANA TIPO  
V-1



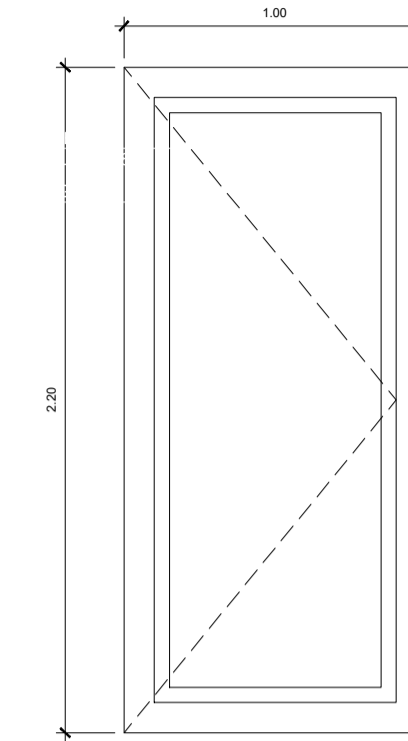
VENTANA TIPO  
V-2



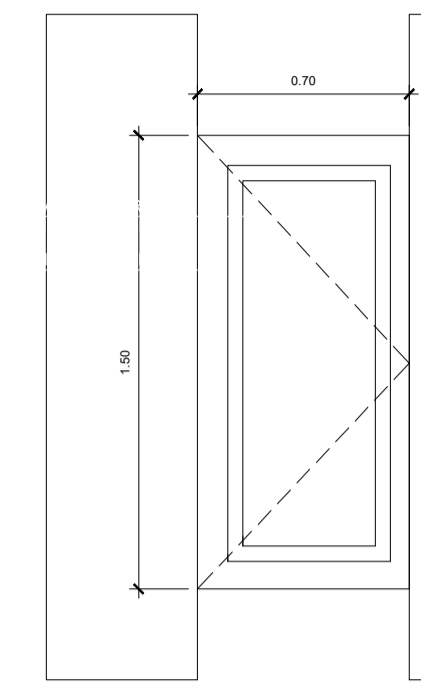
VENTANA TIPO  
V-3



PUERTA TIPO  
P-1



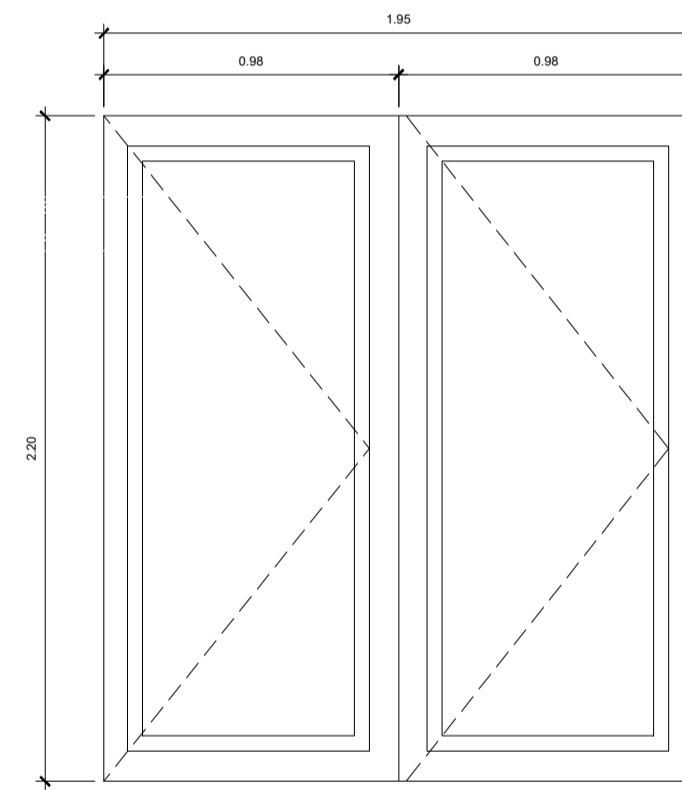
PUERTA TIPO  
P-2



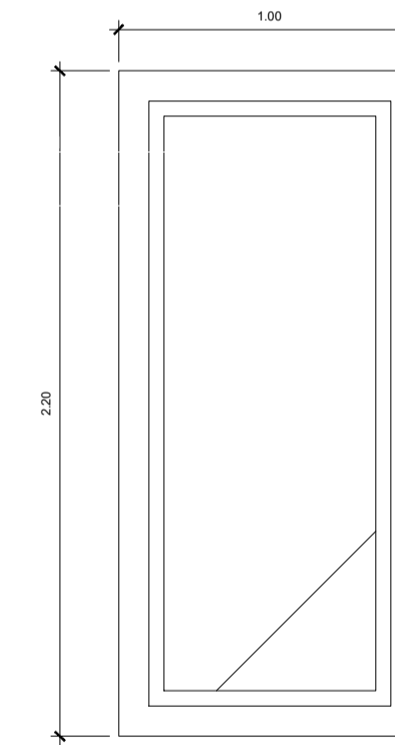
PUERTA TIPO  
P-3

PLANILLA DE VENTANAS						
VENTANA TIPO	CANTIDAD	SILLAR	DINTEL	ALTURA	ANCHO	MATERIAL
V-1	27	0.40	2.20	1.80	1.20	METAL + VIDRIO
V-2	61	1.00	2.20	1.00	1.20	METAL + VIDRIO
V-3	4	1.00	2.20	1.00	1.20	PVC + VIDRIO

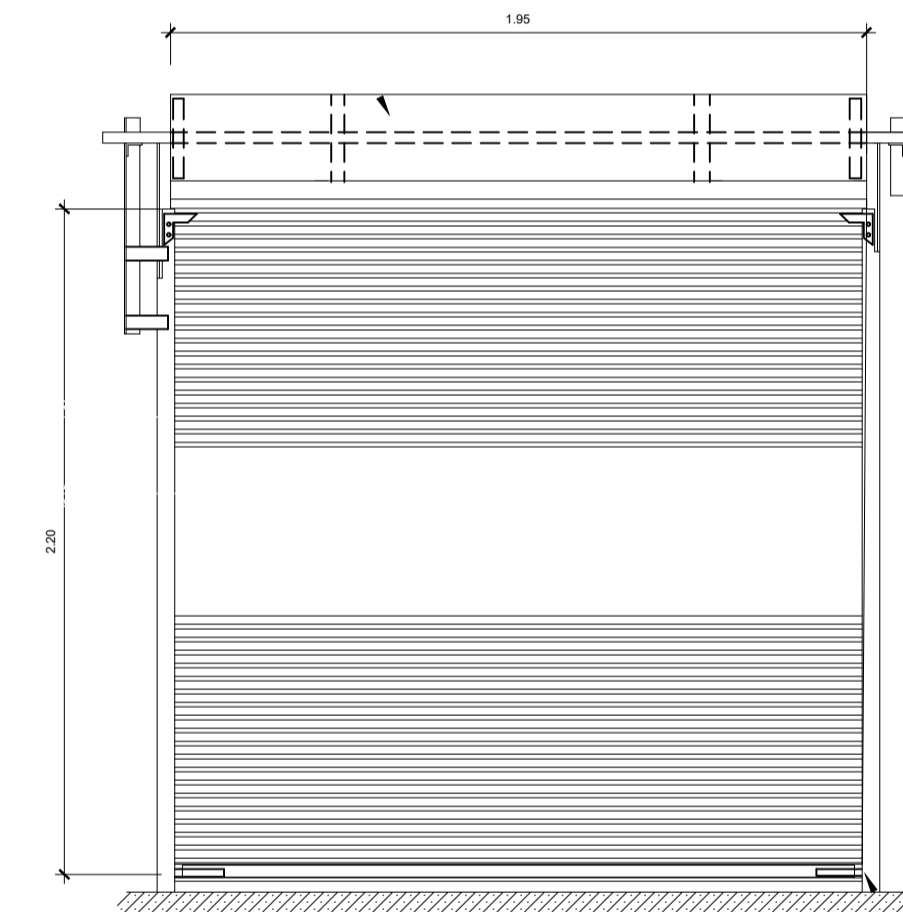
PLANILLA DE PUERTAS				
PUERTA TIPO	CANTIDAD	ALTURA	ANCHO	MATERIAL
P-1	6	2.20	2.00	METAL + VIDRIO
P-2	21	2.20	1.00	METAL + VIDRIO
P-3	12	1.50	0.70	METAL + VIDRIO
P-4	14	2.20	1.95	METAL + VIDRIO
P-5	12	2.20	1.00	PVC + VIDRIO



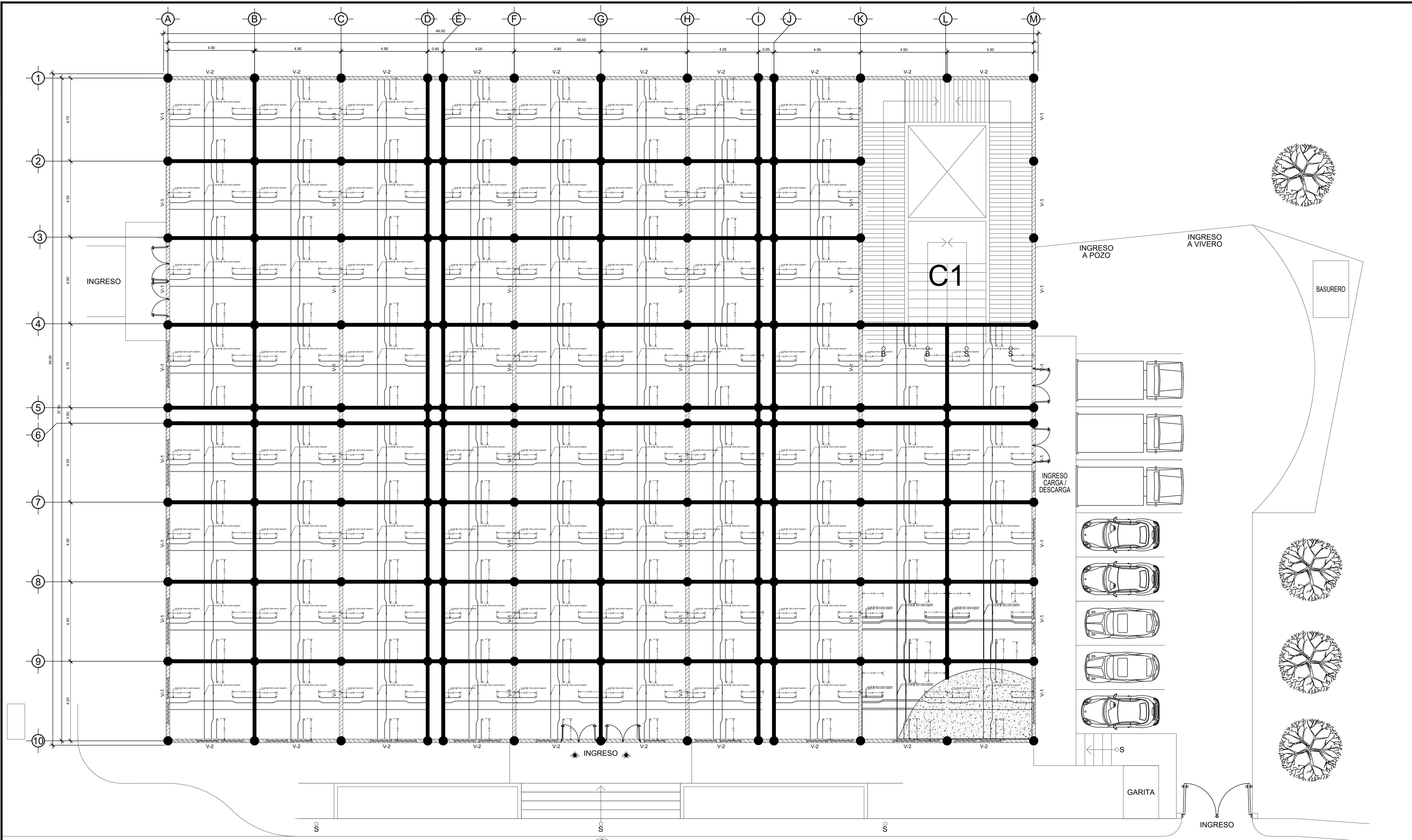
PUERTA TIPO  
P-4



PUERTA TIPO  
P-5



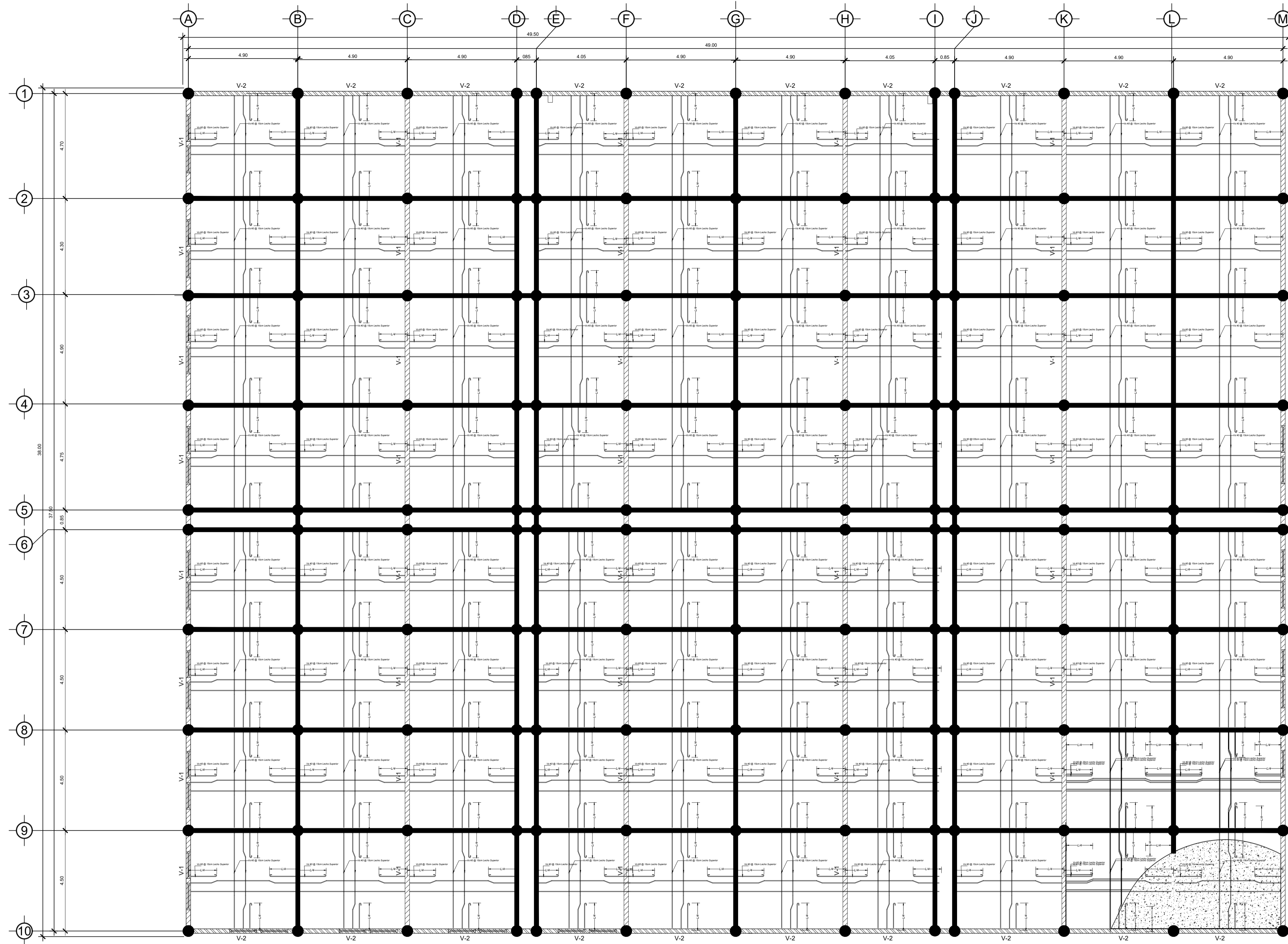
PERSIANA TIPO  
P-6



**PLANTA - ARMADO DE LOSA**  
PRIMER NIVEL

Escala 1/100

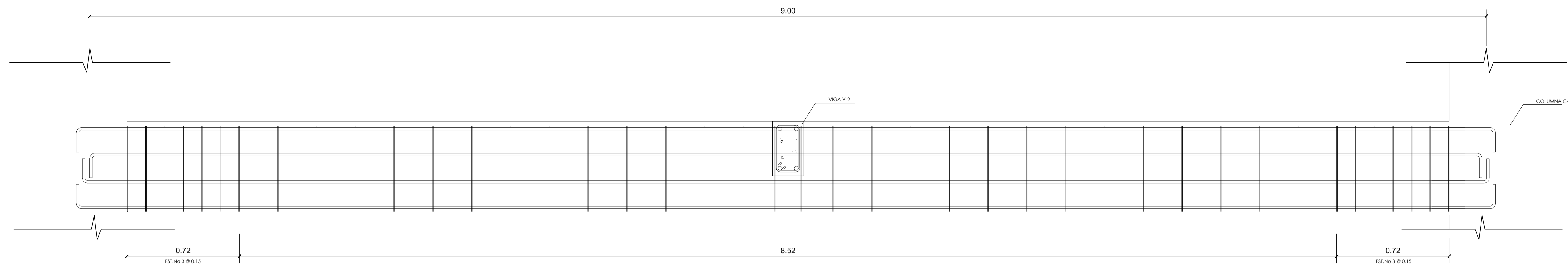
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.			
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: PLANTA - ARMADO DE LOSA I ER. NIVEL			ESCALA: INDICADA
DISEÑO: JHIMIRSONN OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSONN OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo.	Vo. Bo.	HOJA: 25 DE 29	ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN



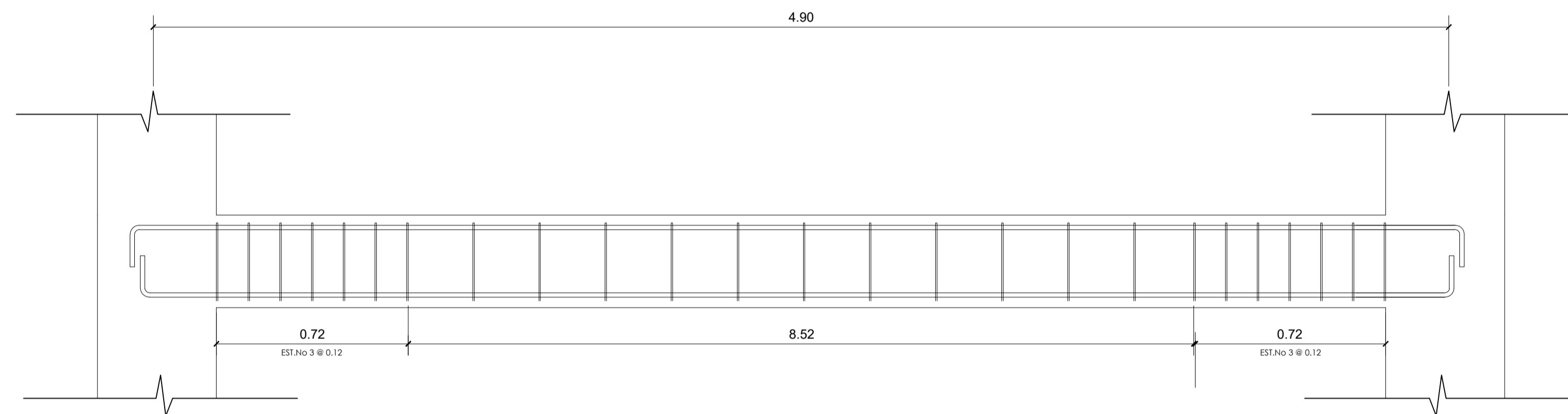

**PLANTA - ARMADO DE LOSA**  
 SEGUNDO NIVEL

Escala 1/100

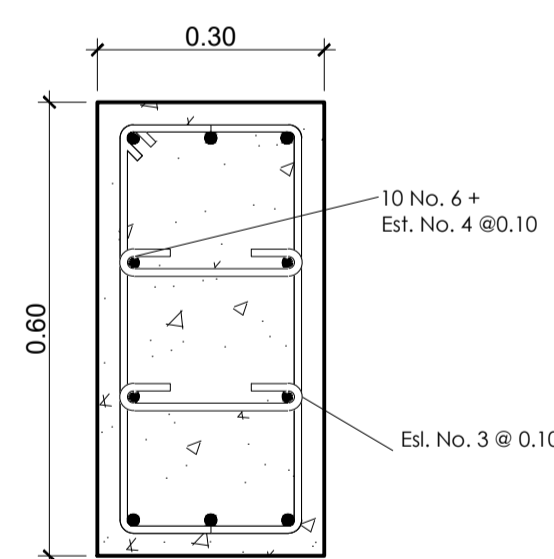
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: PLANTA - ARMADO DE LOSA 2.DO NIVEL		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo. I) ASESORA: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	Vo. Bo. ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	HOJA: 26 DE 29	



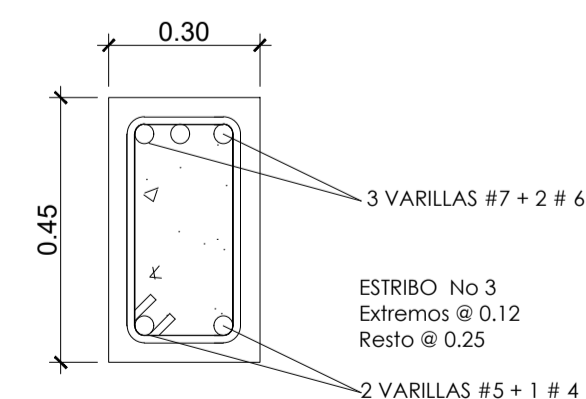
DETALLE DE VIGA V-1  
ESC. 1:20



DETALLE DE VIGA V-2  
ESC. 1:20



DETALLE DE VIGA V-1  
ESC. 1:20

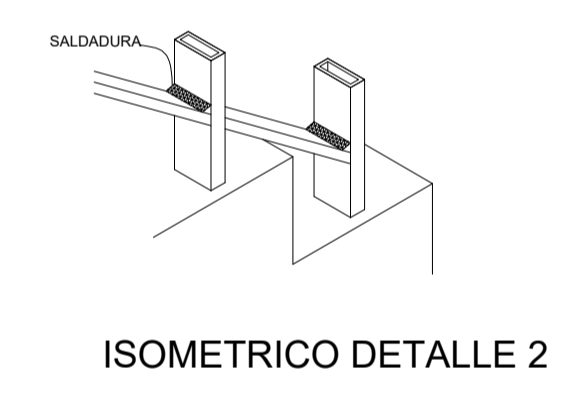
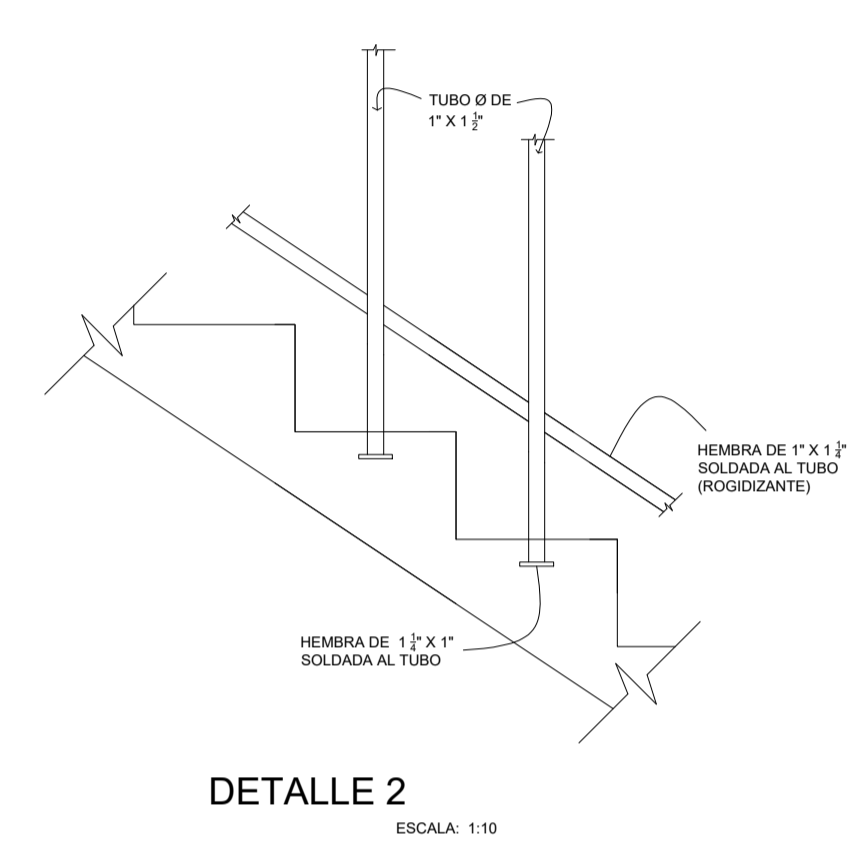
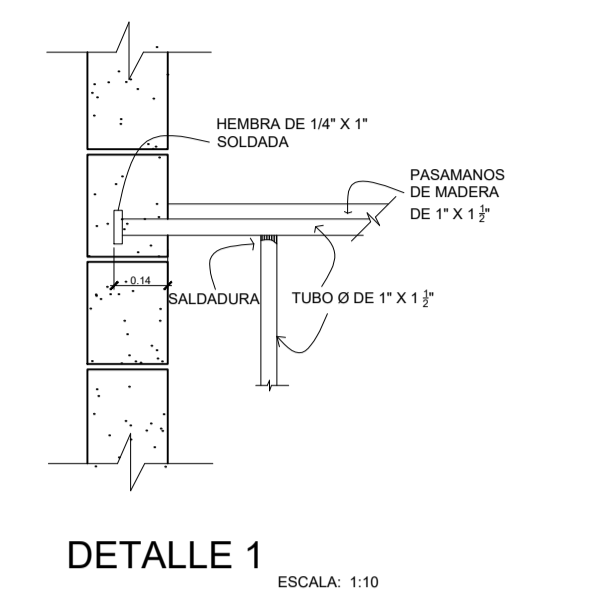
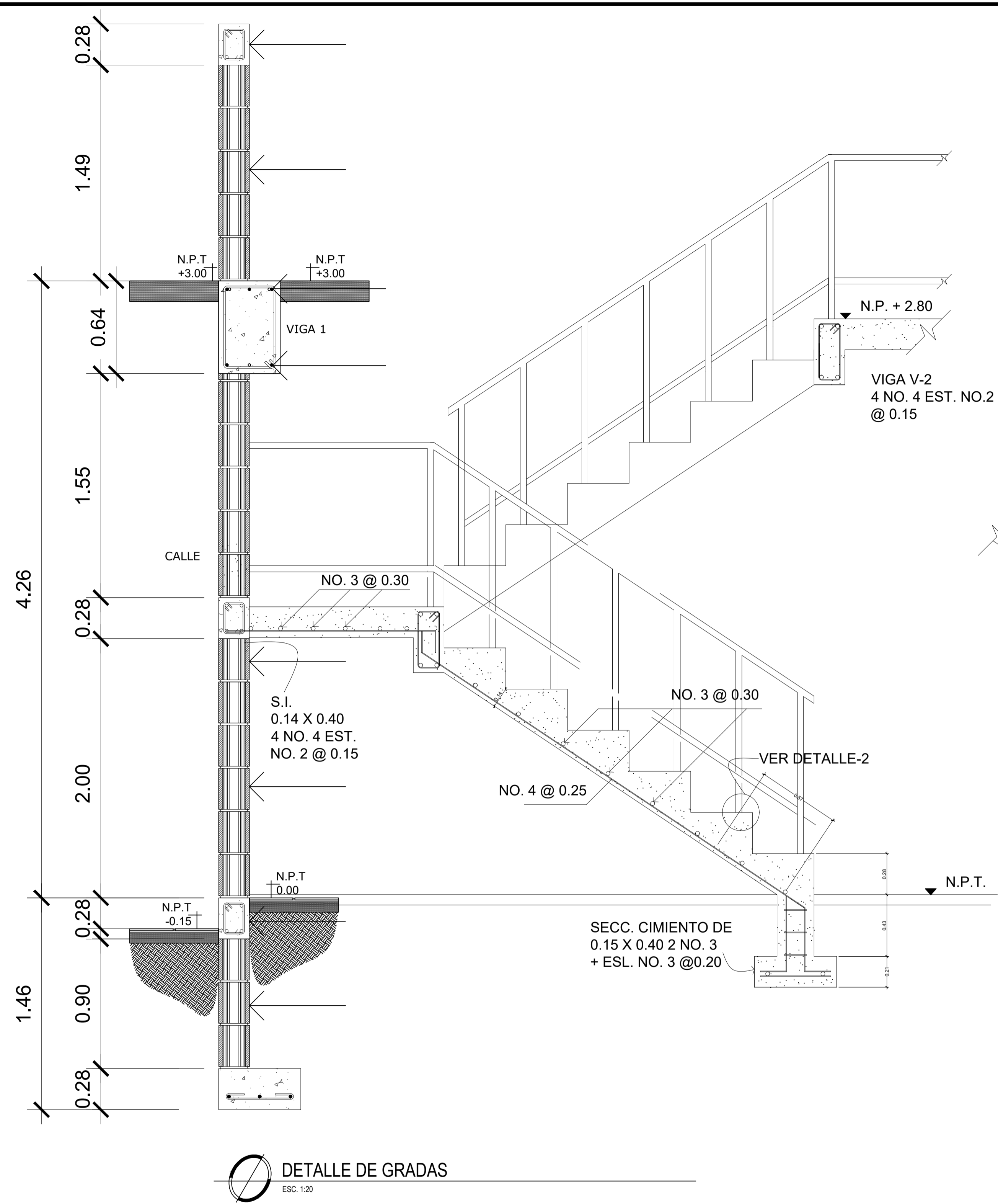


DETALLE DE VIGA V-2  
ESC. 1:20

## ESPECIFICACIONES

Todos las dimensiones estan dadas en metros  
 Los recubrimientos seran de 2.5 cm este se medira del rostro de la varilla hacia la superficie del concreto.  
 El primer estribo se colocara a 10 cm de la cara del apoyo  
 Estribo en zona no confinada: @ 25 cm  
 Estribo en zona confinada: @ 12cm  
 Refuerzo de hierro:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
 Concreto:  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA 1, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: DETALLE DE ARMADO DE VIGA		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo. I) ASESORA: INGA, MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	Vo. Bo. ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	HOJA: 27 DE 29	



DETALLE DE GRADAS  
ESC. 1:20

# ESPECIFICACIONES

Los muros no deben ser anclados a las columnas ni a las vigas por ninguna razon.

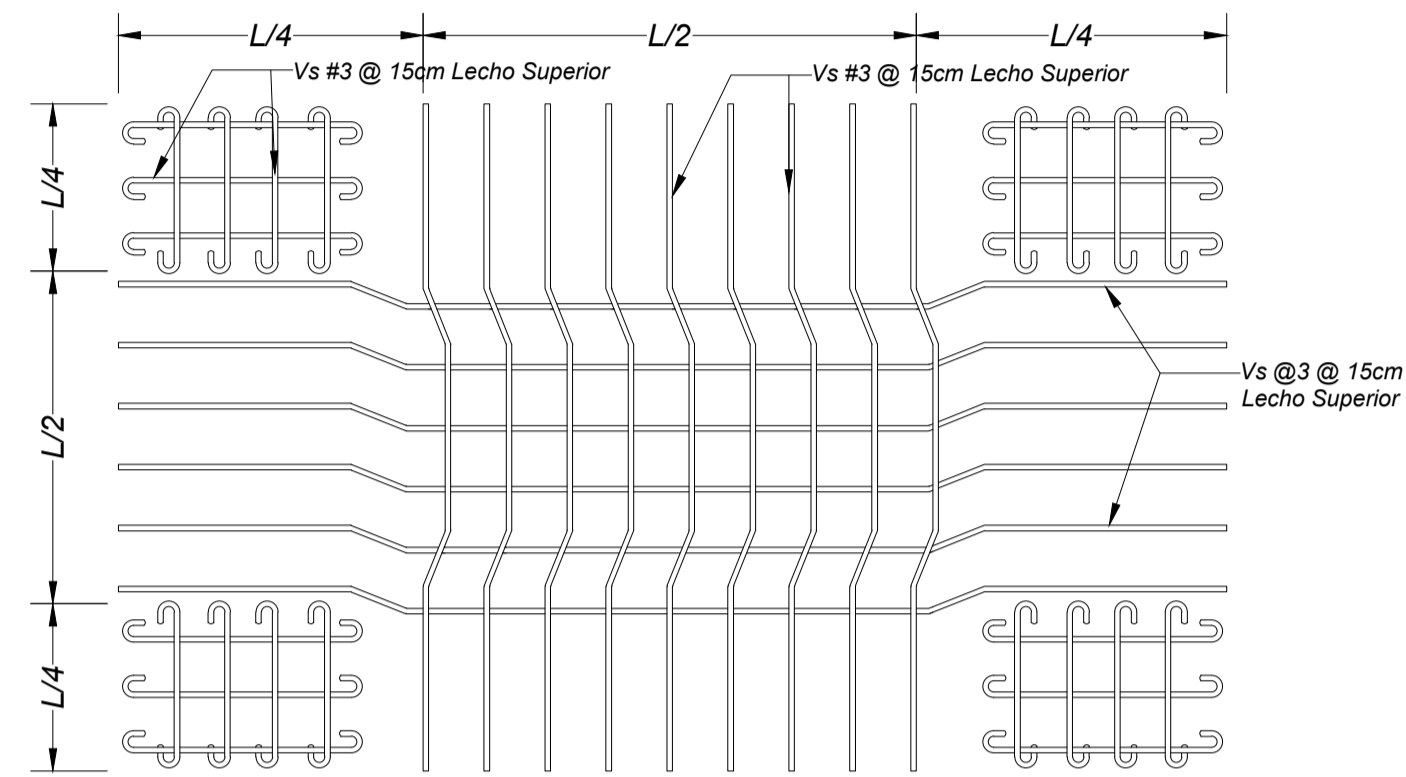
Los modulos de gradas son independientes a los marcos de concreto.

Las huellas minima sera de 28 cm y las contrahuellas de 10 a 18 cm

Seccion de cimiento 0.15x0.40

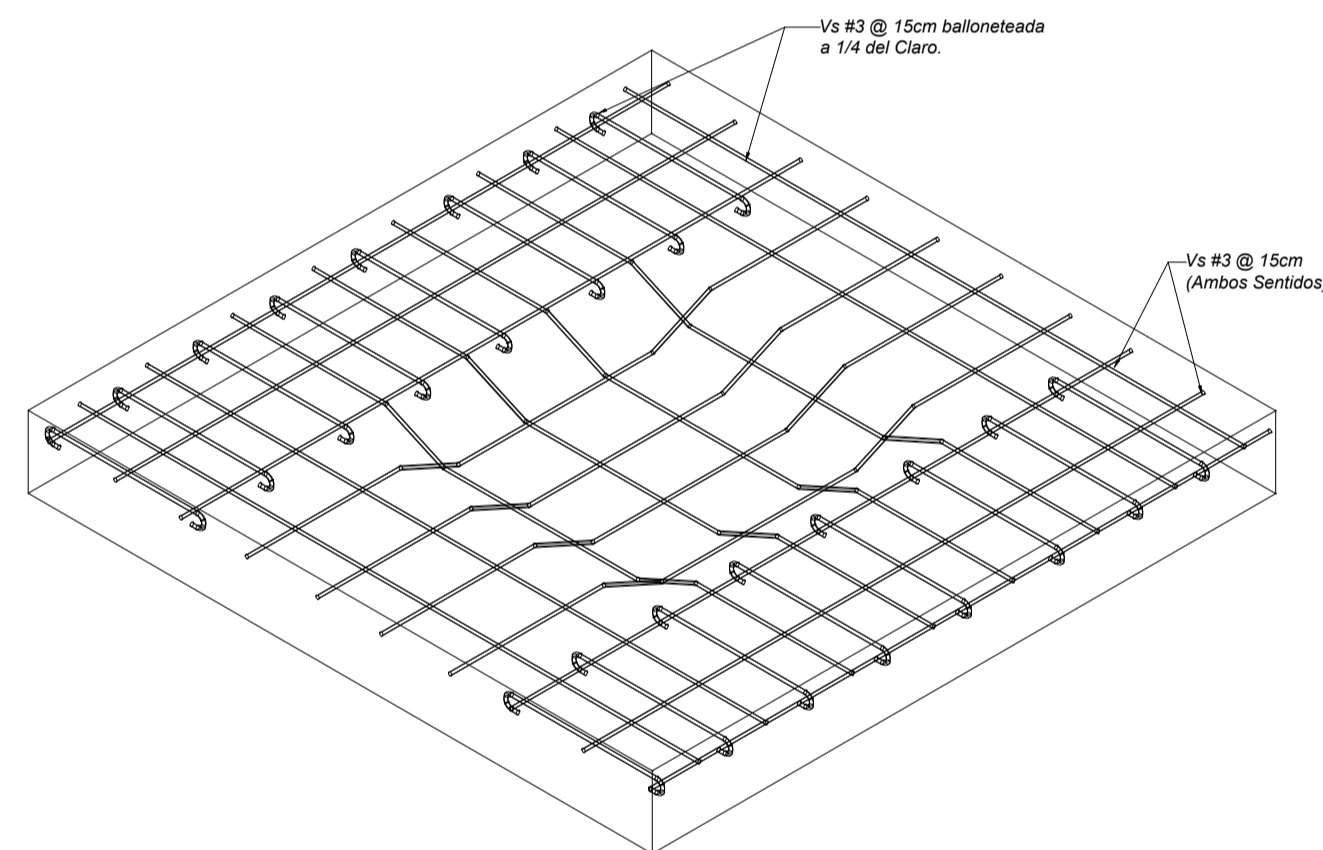
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E. P. S.			
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO PARA EL MERCADO MUNICIPAL DE DOS NIVELES, COLONIA TIERRA NUEVA I, CHINAUTLA, GUATEMALA.			
CONTENIDO: DETALLE DE ARMADO DE GRADAS		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	DIBUJO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	CÁLCULO: JHIMIRSON OVIDIO LOPEZ VASQUEZ	FECHA: FEBRERO 2023
Vo. Bo. I) ASESORA: INGA, MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA	Vo. Bo. ING. JONATHAN XAVIER PINEDA GUZMAN	HOJA: 28 DE 29	





**\*\*NOTA:**  
En el lecho inferior se colocara vanilla del No. 4 @ 30cm en ambos sentidos.

**DETALLE DE LOSA EN PLANTA**  
ESCALA: SIN ESCALA



**DETALLE DE LOSA**  
ESCALA: SIN ESCALA

## ESPECIFICACIONES

El espesor de la losa en los dos niveles sera de 12 cm.

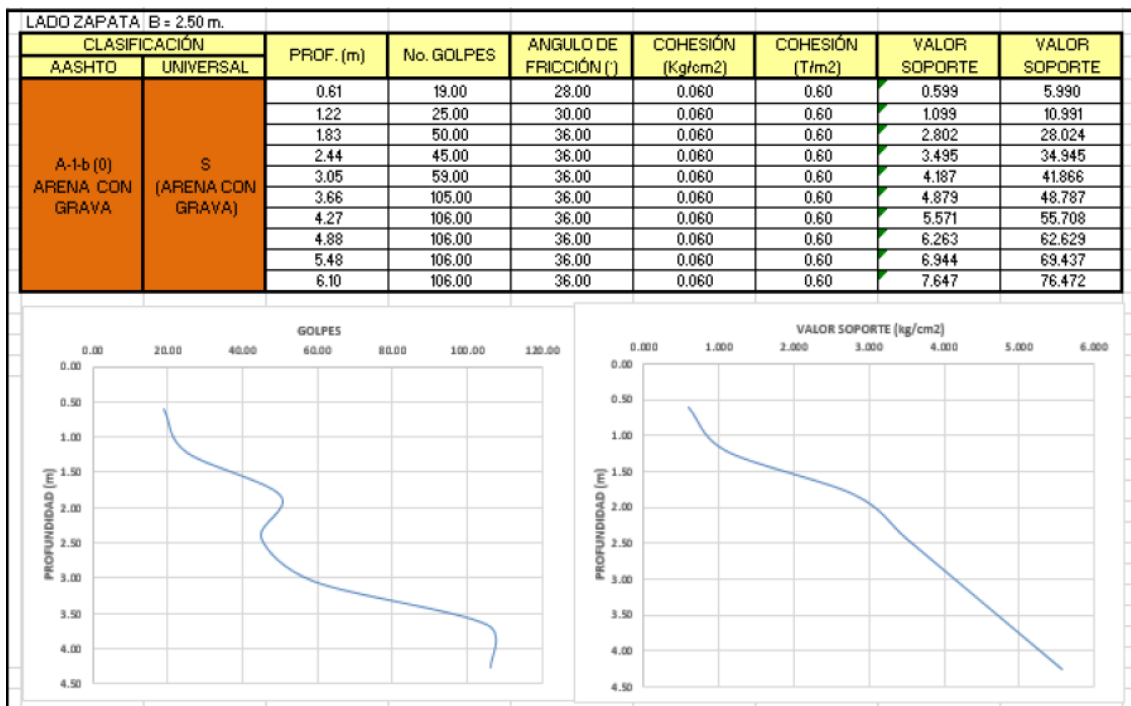
El recubrimiento será de 2.5cm.

Se debe intercalar un baston No. 3 entre tensio y baston, solamente donde el plano lo indique.

## ANEXOS

### Anexo 1.

*Resultado de ensayo SPT, para el edificio de dos niveles*

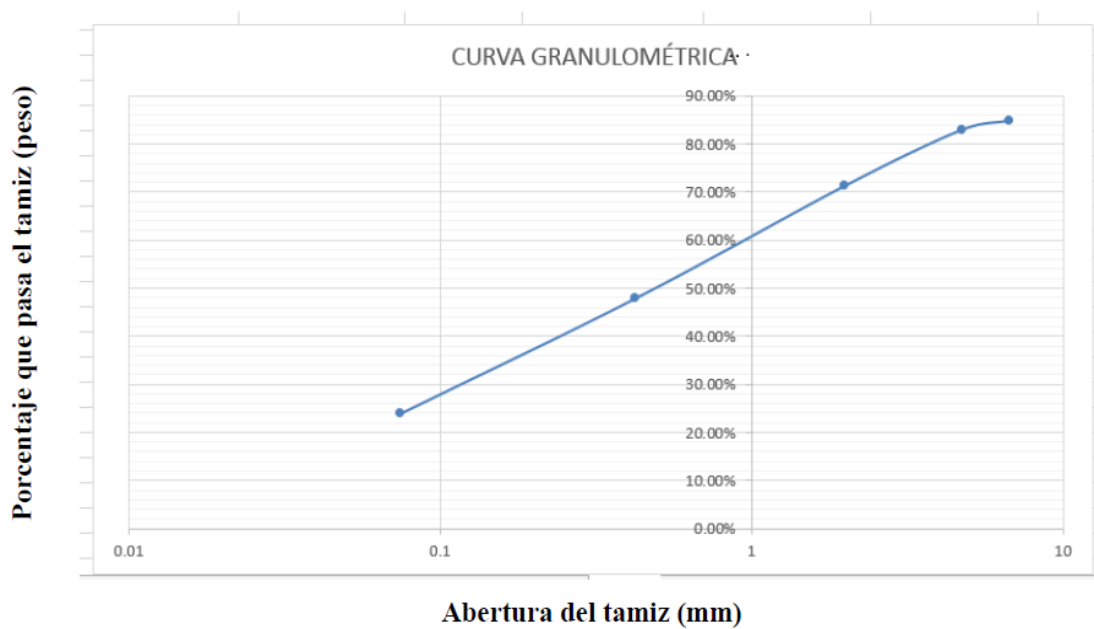


*Nota. Lado zapata. Obtenido de Municipalidad de Chinautla (2022). Resultado de ensayo SPT, para el edificio de dos niveles sección D.M.P.*

## Anexo 2.

Resultado de ensayo de análisis granulométrico con tamices

TAMIZ No.	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	% DE SUELO QUE PASA (PESO)
1/4"	6.35	84.76%
4	4.750	82.85%
10	2.000	71.22%
40	0.425	47.79%
200 (FINOS)	0.075	23.88%



Nota. Abertura del tamiz. Obtenido de Municipalidad de Chinautla (2022). Resultado de ensayo SPT, para el edificio de dos niveles sección D.M.P.

### Anexo 3.

#### Resultado de ensayo de Límites de Atterberg

CLASIFICACIÓN AASHTO	CLASIFICACIÓN UNIFICADA	PROF. (m)	LÍMITE LIQUIDO %	LÍMITE PLÁSTICO %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD %
A-1-b (0) ARENA GRAVOSA	S ARENA GRAVOSA	0.00-0.61	N.A.	N.A.	N.A.
		0.61-1.22	N.A.	N.A.	N.A.
		1.22-1.83	N.A.	N.A.	N.A.
		1.83-2.44	N.A.	N.A.	N.A.
		2.44-3.05	N.A.	N.A.	N.A.
		3.05-3.66	N.A.	N.A.	N.A.
		3.66-4.27	N.A.	N.A.	N.A.
4.27-4.88	N.A.	N.A.	N.A.		

Nota. Resultado de ensayo de Límites de Atterberg vivas. Obtenido de American Concrete Institute (2016). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. [https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci\\_318s\\_14\\_en\\_espanol.pdf](https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf)

### Anexo 4.

#### Coficiente para momentos positivos debido a cargas vivas

Relación $m = \frac{I_c}{I_b}$	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	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
0.95	$C_{a,II}$ 0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
0.90	$C_{a,II}$ 0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
0.85	$C_{a,II}$ 0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
0.80	$C_{a,II}$ 0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
0.75	$C_{a,II}$ 0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
0.70	$C_{a,II}$ 0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
0.65	$C_{a,II}$ 0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
0.60	$C_{a,II}$ 0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
0.55	$C_{a,II}$ 0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
0.50	$C_{a,II}$ 0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067

Nota. Coeficiente para momentos positivos debido a cargas vivas. Obtenido de American Concrete Institute (2016). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. [https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci\\_318s\\_14\\_en\\_espanol.pdf](https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf)

## Anexo 5.

Coeficiente para momento negativo debido a carga muerta

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		0.045	0.076	0.050	0.075	0.071	0.071	0.033	0.061
		0.045		0.050				0.061	0.033
0.95		0.050	0.072	0.055	0.079	0.075	0.067	0.038	0.065
		0.041		0.045				0.056	0.029
0.90		0.055	0.070	0.060	0.080	0.079	0.062	0.043	0.068
		0.037		0.040				0.052	0.025
0.85		0.060	0.065	0.066	0.082	0.083	0.057	0.049	0.072
		0.031		0.034				0.046	0.021
0.80		0.065	0.061	0.071	0.083	0.086	0.051	0.055	0.075
		0.027		0.029				0.041	0.017
0.75		0.069	0.056	0.076	0.085	0.088	0.044	0.061	0.078
		0.022		0.024				0.036	0.014
0.70		0.074	0.050	0.081	0.086	0.091	0.038	0.068	0.081
		0.017		0.019				0.029	0.011
0.65		0.077	0.043	0.085	0.087	0.093	0.031	0.074	0.083
		0.014		0.015				0.024	0.008
0.60		0.081	0.035	0.089	0.088	0.095	0.024	0.080	0.085
		0.010		0.011				0.018	0.006
0.55		0.084	0.028	0.092	0.089	0.096	0.019	0.085	0.086
		0.007		0.008				0.014	0.005
0.50		0.086	0.022	0.094	0.090	0.097	0.014	0.089	0.088
		0.006		0.006				0.010	0.003

Nota. Coeficiente para momento negativo debido a carga muerta. Obtenido de American Concrete Institute (2016). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. [https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci\\_318s\\_14\\_en\\_espanol.pdf](https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf).

## Anexo 6.

Coeficientes para momentos positivos debido a carga ultima

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$l_b$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.00	$C_{a,dl}$ 0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_{b,dl}$ 0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{a,dl}$ 0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_{b,dl}$ 0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_{a,dl}$ 0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_{b,dl}$ 0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_{a,dl}$ 0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_{b,dl}$ 0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_{a,dl}$ 0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_{b,dl}$ 0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_{a,dl}$ 0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_{b,dl}$ 0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_{a,dl}$ 0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_{b,dl}$ 0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_{a,dl}$ 0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_{b,dl}$ 0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_{a,dl}$ 0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_{b,dl}$ 0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_{a,dl}$ 0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_{b,dl}$ 0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_{a,dl}$ 0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_{b,dl}$ 0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

Nota. Coeficientes para momentos positivos debido a carga ultima. Obtenido de American Concrete Institute (2016). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*.

[https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci\\_318s\\_14\\_en\\_espanol.pdf](https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf)

