



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

**DISEÑO DE CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE (CAP) EN COMUNIDAD DE PUEBLO
NUEVO, IXCÁN, QUICHÉ**

Sergio de Jesús Francisco Cardona Méndez
Asesorado por la Inga. Christa Classon de Pinto

Guatemala, octubre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE (CAP) EN
COMUNIDAD DE PUEBLO NUEVO, IXCÁN, QUICHÉ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

SERGIO DE JESÚS FRANCISCO CARDONA MÉNDEZ
ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADORA	Inga. Christa Classon de Pinto
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE (CAP) EN COMUNIDAD DE PUEBLO NUEVO, IXCÁN, QUICHÉ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 19 de julio de 2017.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the printed name.

Sergio de Jesús Francisco Cardona Méndez



Guatemala, 07 de marzo de 2018
Ref.EPS.DOC.248.03.18

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

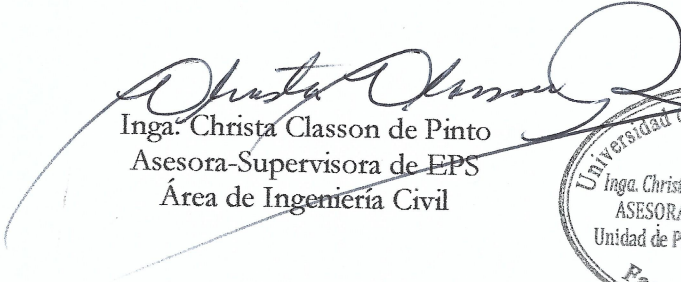
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Sergio de Jesús Francisco Cardona Méndez**, Registro Académico 201314829 y CUI 2323 31286 0101, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE (CAP) EN COMUNIDAD DE PUEBLO NUEVO, IXCÁN, QUICHÉ.**

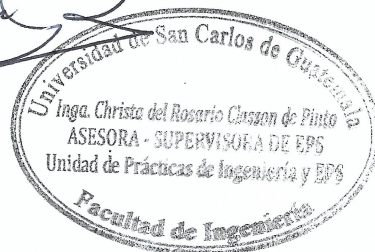
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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



c.c. Archivo
CCdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
14 de agosto de 2018

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE (CAP) EN COMUNIDAD DE PUEBLO NUEVO, IXCÁN, QUICHÉ desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Sergio de Jesús Francisco Cardona Méndez, con Registro Estudiantil No. 201314829, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

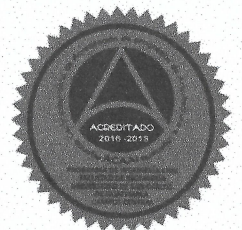
Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras

FACULTAD DE INGENIERIA,
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.



Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 16 de agosto de 2018
Ref.EPS.DOC.301.08.18

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE (CAP) EN COMUNIDAD DE PUEBLO NUEVO, IXCÁN, QUICHÉ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Sergio de Jesús Francisco Cardona Méndez, Registro Académico 201314829 y CUI 2323 31286 0101**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra




USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA


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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora y Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Sergio de Jesús Francisco Cardona Méndez **DISEÑO DE CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE (CAP) EN COMUNIDAD DE PUEBLO NUEVO, IXCÁN, QUICHÉ** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2018

/mrrm.

Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua

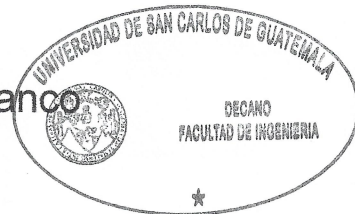




El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE (CAP) EN COMUNIDAD DE PUEBLO NUEVO, IXCÁN, QUICHÉ.** presentado por el estudiante universitario: **Sergio de Jesús Francisco Cardona Méndez,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Octubre de 2018

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por brindarme capacidad de decisión, buenas influencias y las herramientas necesarias para poder culminar satisfactoriamente mi carrera.
Mis padres	Sergio Cardona y Mirna Méndez. Por ser un ejemplo, auxilio, consuelo y amor, en todo mi proceso de aprendizaje hasta mi formación profesional.
Mis hermanos	Emmanuel, Bettzy y Sandra Cardona. Por aconsejarme, incentivarme y brindarme apoyo moral, físico y psicológico.
Mis tíos	Victoria Quiñónez, César Quiñónez, Angel De León y Minor Cardona. Por su calidez en distintas situaciones y etapas de mi vida, y ser motivación para seguir adelante y lograr distintos triunfos en mi vida.
Mis amigos de infancia	Gustavo Hernández, Moisés Méndez, William Barrera, Erick Morales, Julio Juárez, John Lewis;
Mis amigos de la USAC	César Santos, Herber Gómez, Héctor Pérez, José Galicia, Elvin Gómez, Ronald Guevara, Wendy Mérida, Mónica Zamora, César Castillo,

Victor Lutián, Heike Wellmann, Winter Morales, Edwin Zárate, Brayan Concobá, Elvin Reyes, Jhonathan Ordóñez, Melvin Pérez, Walter Felipe, Alfredo Sánchez, Jared Véliz, Erick García, Pablo Chirix, Angel Gabriel, Yazmin Donis y a todas aquellas personas que colocaron su grano de arena para mi formación profesional, y este trabajo de graduación.

**Mis amigos de la
UPE**

Arq. Guillermo Mayén, Ing. Guillermo Mejía, Ing. Luis Ecuté, Arq. Andrés De León, Arq. Msc. Jorge Enríquez, Luis Cheves, Arq. Edgar Orozco, Arq. Mario Vettorazzi, Ing. Orozco, Luis Muñoz, Ing. Sandoval e Ing. Jurado. Por la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado y brindarme su amistad, experiencia y la oportunidad de pertenecer a su equipo de trabajo.

Mis líderes

Yazmin López, Herta Alvarado y Roberto Sampuel. Por ser un ejemplo y enseñarme a recorrer la milla extra.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala Por nutrirme en mi formación profesional, fortalecer mi perfil de conocimientos, habilidades y características. Y sobre todo llenarme del orgullo y dicha de ser sancarlista.

Facultad de Ingeniería Por darme una formación específica, para así aportar desarrollo a la sociedad guatemalteca y ofrecerme una carrera amigable a mis capacidades, fortalezas e intereses.

Mis padres Por su amor, paciencia y todos los sacrificios que realizaron para brindarme siempre lo mejor. Que este logro sea una recompensa a todos sus esfuerzos.

Mis hermanos Por incentivarme día tras día a ser una mejor persona y fortalecer mis valores personales.

Mis tíos Por brindarme valores, apoyo y calidez cuando mis padres se encontraban ausentes.

Inga. Christa Classon de Pinto Por su amistad, consultoría y asesoría brindada para el proceso de culminación de mi formación profesional.

Mis amigos

Por compartir tanto buenos como malos momentos durante todo mi proceso de formación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía de la comunidad de Pueblo Nuevo, Ixcán, Quiché .	1
1.1.1. Generalidades.....	1
1.1.1.1. Reseña histórica.....	1
1.1.1.2. Ubicación, localización y extensión territorial.....	3
1.1.1.3. Límites y colindancias.....	5
1.1.1.4. Clima.....	5
1.1.1.5. Población e idioma.....	5
1.1.1.6. Vías de acceso.....	6
1.1.1.7. Actividades productivas.....	7
1.2. Principales necesidades de la comunidad.....	8
1.2.1. Descripción de las necesidades.....	9
1.2.1.1. Agua potable.....	9
1.2.1.2. Letrinización.....	9
1.2.1.3. Carreteras y rutas de acceso.....	9
1.2.1.4. Establecimientos de salud.....	10

1.2.1.5.	Establecimientos educativos	10
1.2.2.	Priorización de las necesidades	10
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	11
2.1.	Diseño de Centro de Atención Permanente	11
2.1.1.	Descripción del proyecto	11
2.1.2.	Estudio de suelos	12
2.1.2.1.	Ensayo de Penetración Estándar (SPT).....	13
2.1.3.	Levantamiento topográfico y terreno	14
2.1.4.	Diseño arquitectónico	15
2.1.5.	Selección del sistema estructural a emplear	17
2.2.	Fundamentos teóricos correspondientes al sistema estructural.....	17
2.2.1.	Sismo.....	17
2.2.1.1.	Escalas sísmicas.....	19
2.2.1.1.1.	Escalas de intensidad... 19	
2.2.1.1.2.	Escalas de magnitud....19	
2.2.2.	Espectro de respuesta.....	20
2.2.3.	Bases del diseño estructural.....	21
2.2.3.1.	Inercia	21
2.2.3.2.	Período.....	21
2.2.3.3.	Amortiguamiento	21
2.2.3.4.	Ductilidad	22
2.2.3.5.	Rigidez	22
2.2.3.6.	Configuración estructural	23
2.2.3.7.	Influencia de la configuración sobre el comportamiento sísmico.....	24
2.2.3.7.1.	Escala.....	25

	2.2.3.7.2.	Altura.....	25
	2.2.3.7.3.	Dimensiones horizontales.....	26
	2.2.3.7.4.	Proporción.....	26
	2.2.3.7.5.	Simetría.....	27
	2.2.3.7.6.	Distribución y concentración.....	28
	2.2.3.7.7.	Redundancia.....	28
2.2.3.8.		Concepción estructural en la respuesta sísmica de las edificaciones.....	29
	2.2.3.8.1.	Proporciones.....	31
	2.2.3.8.2.	Planta.....	32
	2.2.3.8.3.	Continuidad vertical.....	34
2.2.3.9.		Elementos que integran el sistema estructural.....	35
	2.2.3.9.1.	Centro de masa y centro de rigidez.....	36
	2.2.3.9.2.	Traslación y rotación.....	36
	2.2.3.9.3.	Piso blando.....	38
	2.2.3.9.4.	Efecto de columna corta.....	39
2.3.		Predimensionamiento estructural.....	41
2.3.1.		Criterios de diseño empleados.....	41
	2.3.1.1.	Requisitos mínimos según ACI 318-14	42
	2.3.1.2.	Criterios de diseñadores guatemaltecos empleados.....	43
	2.3.1.2.1.	Columnas.....	43

	2.3.1.2.2.	Vigas.....	44
	2.3.1.2.3.	Losas.....	44
2.3.2.		Predimensionamiento Módulo 1	46
2.3.3.		Predimensionamiento Módulo 2 y 3.....	51
2.4.		Análisis y diseño estructural	52
2.4.1.		Cargas de diseño.....	52
2.4.2.		Combinaciones de carga	53
2.4.3.		Coeficiente sísmico – Método AGIES.....	53
2.4.4.		Integración de carga	55
	2.4.4.1.	Módulo 1 – Eje X.....	57
	2.4.4.2.	Módulo 1 – Eje Y.....	60
	2.4.4.3.	Módulo 2 – Eje X.....	64
	2.4.4.4.	Módulo 2 – Eje Y.....	67
	2.4.4.5.	Módulo 3 – Eje X.....	72
	2.4.4.6.	Módulo 3 – Eje Y.....	78
2.4.5.		Carga estática sísmica equivalente	82
	2.4.5.1.	Módulo 1	82
	2.4.5.2.	Módulo 2	83
	2.4.5.3.	Módulo 3	85
2.4.6.		Cortantes por configuración y torsión	86
	2.4.6.1.	Módulo 1	87
	2.4.6.2.	Módulo 2	88
	2.4.6.3.	Módulo 3	89
2.4.7.		Envolvente de momentos	90
2.5.		Diseño de elementos estructurales	95
2.5.1.		Diseño de vigas	96
2.5.2.		Diseño de losas	111
2.5.3.		Diseño de columnas	120
2.5.4.		Diseño de rampas y escaleras.....	130

2.5.5.	Diseño de nudos sísmicos	133
2.5.6.	Diseño de ménsulas.....	138
2.5.7.	Diseño de zapatas	139
2.6.	Diseño de juntas sísmicas	157
2.7.	Comparativa con CSI ETABS v16.2.0	159
2.8.	Evaluación de impacto ambiental	161
2.9.	Presupuesto.....	163
2.10.	Cronograma estimado de ejecución	165
CONCLUSIONES		167
RECOMENDACIONES		169
BIBLIOGRAFÍA.....		171
APÉNDICES		173
ANEXOS		175

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Municipio de Ixcán.....	4
2.	Comunidad de Pueblo nuevo	4
3.	Topografía actual del terreno a disposición.....	14
4.	Transmisión de las ondas de origen sísmico.....	18
5.	Modelo simplificado del espectro de respuesta.....	20
6.	Sistema masa-resorte simplificado.....	22
7.	Distintos tipos de simetría en edificaciones.....	27
8.	Simetría estructural insuficiente	28
9.	Sistema de piso o diafragma y su interacción con las fuerzas inerciales.....	30
10.	Proporciones máximas recomendables para un edificio	31
11.	Plantas de diseño	32
12.	Respuesta de planta irregular ante fuerzas sísmicas.....	33
13.	Ubicación de juntas sísmicas en función de proporciones en planta	33
14.	Continuidades en la forma vertical de los edificios.....	34
15.	Observaciones sobre discontinuidad vertical en edificaciones escalonadas.....	34
16.	Retícula tridimensional de una edificación	35
17.	Comportamiento idealizado de los diafragmas rígidos.....	37
18.	Capacidad torsional a través de distribución de elementos verticales	37
19.	Rotación magnificada por efectos de simetría.....	38

20.	Comportamiento de piso blando en edificaciones	38
21.	Muro cortante perimetral para evitar piso blando	39
22.	Relación rigidez-deformación-cortante en marcos con columnas simétricas.....	40
23.	Relación rigidez-deformación-cortante en marcos con columnas asimétricas.....	40
24.	Área tributaria en columnas.....	43
25.	Grilla y estructura de módulos	45
26.	Modulación típica en muros.....	48
27.	Factor de longitud en muros con caso crítico del proyecto.....	49
28.	Altura típica de la edificación	54
29.	Ejes críticos de análisis – módulo 1.....	56
30.	Ejes críticos de análisis – módulo 2.....	56
31.	Ejes críticos de análisis – módulo 3.....	57
32.	Elevación módulo 1 – eje M.....	58
33.	Distribución de carga – eje M (kg/m)	60
34.	Elevación módulo 1 – eje 5.....	60
35.	Distribución de carga – eje 5 (kg/m)	64
36.	Elevación módulo 2 – eje J.....	64
37.	Distribución de carga – eje J (kg/m)	66
38.	Elevación módulo 2 – eje 11.....	67
39.	Distribución de carga – eje 11 (kg/m)	71
40.	Elevación módulo 3 – eje D	72
41.	Distribución de carga – eje D (kg/m)	77
42.	Elevación módulo 3 – eje 6.....	78
43.	Distribución de carga – eje 6 (kg/m)	81
44.	Envolvente de momentos módulo 1 – eje Y	90
45.	Envolvente de momentos módulo 1 – eje X	91
46.	Envolvente de momentos módulo 2 – eje Y	92

47.	Envolvente de momentos módulo 2 – eje X	93
48.	Envolvente de momentos módulo 3 – eje Y	94
49.	Envolvente de momentos módulo 3 – eje X	95
50.	Detalle de refuerzo en vigas – V-2.01	105
51.	Detalle de refuerzo en vigas – V-2.02	105
52.	Detalle de refuerzo en vigas – V-1.01	106
53.	Detalle de refuerzo en vigas – V-1.02	106
54.	Detalle de refuerzo en vigas – V-2.03	107
55.	Detalle de refuerzo en vigas – V-2.06	107
56.	Detalle de refuerzo en vigas – V-1.03	108
57.	Detalle de refuerzo en vigas – V-1.06	108
58.	Detalle de refuerzo en vigas – V-2.04	109
59.	Detalle de refuerzo en vigas – V-1.04	109
60.	Detalle de refuerzo en vigas – V-2.05	110
61.	Detalle de refuerzo en vigas – V-1.05	110
62.	Dimensiones de tensiones y bastones	120
63.	Nomogramas de jackson y moreland	120
64.	Diagrama de interacción en columnas rectangulares.....	122
65.	Detalle de sección columna módulo 1	125
66.	Detalle de sección columna módulo 2	127
67.	Detalle de sección columna módulo 2	128
68.	Detalle de refuerzo transversal típico	129
69.	Detalle de refuerzo en escaleras.....	131
70.	Detalle de refuerzo en rampa	133
71.	Diagrama de interacción p-m para $\gamma = 0.75$	135
72.	Detalle de refuerzo en ménsula.....	139
73.	Detalle de refuerzo de zapata Z-1	143
74.	Detalle de refuerzo de zapata Z-2	146
75.	Detalle de refuerzo de zapata Z-3	150

76.	Detalle de refuerzo de zapata Z-4	153
77.	Detalle de armado de zapata Z-5	157
78.	Modelo de análisis – módulo 1	159
79.	Modelo de análisis – módulo 2	160
80.	Modelo de análisis – módulo 3	161

TABLAS

I.	Datos demográficos.....	6
II.	Número, profundidad y espaciamientos mínimos de exploraciones geotécnicas	12
III.	Características irregulares en planta	23
IV.	Características irregulares en elevación.....	24
V.	Espesor mínimo (t) en losas de dos direcciones	42
VI.	Espesor mínimo (t) en losas de una dirección.....	42
VII.	Altura mínima de vigas no preesforzadas	42
VIII.	Relaciones La/Lb en losas.....	46
IX.	Cálculo de sobrecargas por nivel (SC)	48
X.	Cargas vivas de ocupación.....	52
XI.	Cargas muertas y sobrecargas de ocupación hospitalaria	53
XII.	Combinaciones de carga aplicadas	53
XIII.	Datos de integración.....	57
XIV.	Fuerzas horizontales por nivel.....	83
XV.	Fuerzas horizontales por nivel.....	85
XVI.	Fuerzas horizontales por nivel.....	86
XVII.	Cortantes por torsión – módulo 1	87
XVIII.	Cortantes por torsión – módulo 2	88
XIX.	Cortantes por torsión – módulo 3	89
XX.	Áreas de acero a flexión – módulo 1	98

XXI.	Áreas de acero a flexión – módulo 2	99
XXII.	Áreas de acero a flexión – módulo 3	100
XXIII.	Relación Av/s en extremos.....	103
XXIV.	Relación Av/s en áreas no confinadas	104
XXV.	Coeficientes para peso de muros en losas.....	112
XXVI.	Coeficientes para momentos negativos en losas	112
XXVII.	Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas.....	113
XXVIII.	Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas	113
XXIX.	Características de losas – 1er. nivel.....	114
XXX.	Características de losas – 2do. nivel.....	115
XXXI.	Áreas de acero en losas por metro de longitud – 1er. nivel.....	116
XXXII.	Áreas de acero en losas por metro de longitud – 2do. nivel.....	117
XXXIII.	Distribución de refuerzo longitudinal en losas – primer nivel.....	118
XXXIV.	Distribución de refuerzo longitudinal en losas – segundo nivel.....	119
XXXV.	Cortantes de diseño por columna.....	123
XXXVI.	Relación Av/s por columna.....	124
XXXVII.	Columna fuerte – viga débil (Módulo 1).....	136
XXXVIII.	Columna fuerte – viga débil (Módulo 2).....	136
XXXIX.	Columna fuerte – viga débil (Módulo 3).....	137
XL.	Presupuesto estimado.....	163
XLI.	Cronograma de ejecución	165

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
a	Altura del bloque rectangular equivalente de esfuerzos.
Φ	Ángulo de fricción Interna de las partículas del suelo.
A_g	Área bruta de la sección de concreto.
A_s	Área de refuerzo longitudinal a tensión.
A	Área de sección transversal.
A_v	Área efectiva de refuerzo a cortante.
$A_{s \max}$	Área máxima de acero de refuerzo.
$A_{s \min}$	Área mínima de acero de refuerzo.
A_t	Área tributaria.
b	Base o dimensión horizontal del elemento de análisis.
q_{adm}	Capacidad o valor soporte admisible del suelo.
P	Carga específica actuante.
DL	Carga muerta de diseño.
P_n	Carga nominal actuante.
P_u	Carga última de diseño (mayorada) según factores del ACI 318-14.
w	Carga uniformemente distribuida por unidad de longitud.
LL	Carga viva de diseño.
Ψ	Coeficiente de grado de empotramiento a la rotación de columna.

U	Combinación de cargas mayoradas de diseño.
ρ	Cuantía de refuerzo As con respecto al área de la sección.
ρ_b	Cuantía de refuerzo As evaluada sobre el área de la sección que produce condiciones balanceadas de deformación unitaria.
D_f	Desplante de cimentación.
L	Dimensión complementaria para el análisis geométrico de un elemento.
h	Dimensión vertical, espesor total o altura de un elemento de análisis.
d	Distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo longitudinal a tensión.
c	Distancia medida desde la fibra extrema a compresión al eje neutro de la sección de análisis.
s	Espaciamiento medido centro a centro del refuerzo de acero transversal.
t	Espesor total de la sección transversal del elemento de análisis, medido verticalmente.
e	Excentricidad.
λ	Factor de modificación respecto a las propiedades mecánicas del concreto según ACI 318-14.
ϕ	Factor de reducción de resistencia según ACI 318-14.
β_1	Factor que relaciona la profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos con la profundidad del eje neutro.
V	Fuerza cortante específica actuante.

V_u	Fuerza cortante última (mayorada) según factores del ACI 318-14.
l_u	Longitud de desarrollo en las barras corrugadas de refuerzo.
M	Momento de análisis a través de cargas de diseño de un elemento.
I	Momento de Inercia de la sección de análisis con respecto al eje que pasa por el centroide.
M_u	Momento último (mayorado) según factores de ACI.
γ	Peso específico.
n	Número de unidades (ensayos, elementos, barras de refuerzo, etc.).
b_o	Perímetro de la sección crítica a cortante en zapatas.
f'_c	Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.
f_y	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo.
V_n	Resistencia nominal a cortante.
V_s	Resistencia nominal a cortante proporcionado por el acero de refuerzo transversal.
V_c	Resistencia nominal a cortante proporcionado por el concreto.
k	Rigidez del elemento de análisis.

GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute).
Adherencia	Resistencia tangencial al deslizamiento que se produce entre dos cuerpos o superficies de contacto al interactuar con una fuerza o reacción externa.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sismología.
Altimetría	Medición de las distintas diferencias de nivel o elevación entre los distintos puntos topográficos del terreno.
Concreto	Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento de reacción hidráulica, con agregados finos, agregado grueso, agua y aditivos (según conveniencia del diseño).
Compresión	Esfuerzo de reacción ante cargas externas provocando una deformación de reducción o aplastamiento en el eje donde se aplica en los elementos de diseño.

Cortante	Esfuerzo de reacción ante cargas externas provocando un corte o cizalladura donde se aplique en los elementos de diseño.
Esfuerzo	Resistencia interna o de reacción de un material ante los efectos de cargas o fuerzas externas produciendo deformaciones en el material. Esta reacción tiende a regresar los átomos del material a su posición de origen mientras no supere el límite elástico.
Estribo	Refuerzo de acero a esfuerzos cortantes, de geometría cerrada y con gancho sísmico a 135°.
Flexión	Esfuerzo combinado de reacción ante cargas externas provocando una deflexión en los elementos de diseño. Este esfuerzo es una combinación de fuerzas de tracción y de compresión, las cuales están divididas por una línea imaginaria denominada eje neutro.
Inercia	Propiedad de oposición al desplazamiento característica de todos los cuerpos, tras aplicárseles una fuerza.
Mampostería	Obra de albañilería que puede estar formada por distintas unidades, apiladas o mampuestas uniformemente para formar un elemento sólido y homogéneo con fin estructural.

Módulo de sección	Característica geométrica que relaciona la distancia del centroide a la fibra extrema con la inercia de la sección.
Momento resistente	Resistencia a la flexión de los miembros estructurales cargados con fuerzas externas, la cual es determinada empleando las propiedades físicas y mecánicas de los miembros de análisis.
Momento último	Momento de diseño factorado con el objetivo de asegurar la resistencia de los elementos estructurales para soportar las fuerzas actuantes de diseño.
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
Peso específico	Relación entre el peso de un material y su volumen geométrico.
Planimetría	Medición de las distintas diferencias del terreno horizontalmente (distancias horizontales), áreas proyectadas en planta, etc. entre los distintos puntos topográficos del terreno.
Punzonamiento	Efecto producido por una fuerza que insiste sobre una superficie pequeña, causando así una penetración o desprendimiento entre las piezas o subelementos que conforman al elemento de análisis.

Tensión Esfuerzo de reacción ante cargas externas provocando una deformación de elongación en el eje dónde se aplica a los elementos de diseño.

Torsión Esfuerzo de reacción ante cargas externas provocando una deformación de retorcimiento en un eje paralelo dónde se aplica a los elementos de diseño.

UPE Unidad de Planificación Estratégica.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación se realiza con el objetivo de planificar y diseñar una edificación que cumpla con las necesidades y requisitos estructurales para un correcto funcionamiento de Centro de Atención Permanente (CAP) ubicado en la comunidad de Pueblo Nuevo, del municipio de Ixcán, perteneciente al departamento del Quiché, proporcionando así una solución profesional a la situación de esta comunidad.

Como primer punto se realiza una compilación de los aspectos monográficos más relevantes del municipio de Ixcán, dándole importancia a los aspectos que puedan aportar información que influya en el proceso de construcción, el cual será posterior al proceso de diseño y planificación de la edificación, para así conocer las necesidades, formas de desarrollo del municipio y viabilidad del proyecto.

Como segundo punto se contempló el procedimiento de servicio técnico profesional, determinándose así los estudios y memorias de cálculo correspondientes para establecer la geometría, refuerzo, fundamentos, criterios, sistemas constructivos y otros factores necesarios para los distintos elementos que conformarán el nuevo CAP de Ixcán. De esta manera será una estructura sismoresistente conformada por marcos rígidos resistentes a momento.

Para el diseño del Centro de Atención Permanente, se realizó un diagnóstico para conocer y así cubrir las necesidades de la comunidad. Desarrollándose así la planificación de una edificación con 3972.06m^2 de

construcción, contando así con tres módulos dividido por juntas de construcción para aportar una arquitectura más agradable.

El módulo 1 cuenta con áreas de almacenamiento, lavandería y cocina, este está diseñado para una futura ampliación (Segundo Nivel) con cargas de diseño de bodega liviana. El módulo 2 cuenta con dos niveles: en el primer nivel cuenta con los servicios de emergencia, labor y parto, recuperación, pediatría y rayos X; en el segundo nivel cuenta con servicios de aislados y encamamientos. El Módulo 3 cuenta con dos niveles: en el primer nivel cuenta con los servicios de consulta externa, archivo y procedimientos menores; en el segundo nivel cuenta con el sector administrativo del servicio.

OBJETIVOS

General

Diseñar una estructura sismoresistente que contribuya con el desarrollo de la comunidad de Pueblo Nuevo, del municipio de Ixcán, perteneciente al departamento del Quiché.

Específicos

1. Desarrollar un marco monográfico y diagnóstico sobre las necesidades y actualidad de la comunidad.
2. Diseñar un Centro de Atención Permanente que cumpla con las normativas de construcción vigentes en el país.
3. Disminuir los índices de mortalidad en el municipio de Ixcán, a través de intervención profesional indirecta.
4. Elaborar los planos, presupuesto y cronograma de ejecución del CAP.
5. Realizar un análisis financiero del presente proyecto para resaltar la viabilidad del proyecto.

INTRODUCCIÓN

La planificación de un nuevo centro de atención permanente surge debido al deslizamiento que ocurrió en la edificación anteriormente construida. Como consecuencia, la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) dictaminó que la estructura que acogía la función de CAP, actualmente, no es apta para ninguna actividad humana, por lo que se estableció la necesidad de una nueva estructura sismoresistente en un terreno que cumpla las condiciones necesarias para brindar la función de CAP.

Guatemala es un país en vías de desarrollo y uno de los indicadores de desarrollo humano (IDH) es la salud, la cual es medida por la esperanza de vida al nacer (este es uno de los factores más influyentes, además de la educación y la riqueza). Por tanto, el suministrarle este servicio a la comunidad es una de las prioridades establecidas por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. La salud es uno de los principales problemas en Guatemala, la cual se podría controlar con un sistema de atención adecuado para las necesidades de la población, con una cobertura que crezca de acuerdo con la comunidad. El Centro de Atención Permanente es un establecimiento que ofrece servicios especializados, comúnmente ubicado en las cabeceras departamentales o municipios de mayor cobertura, su objetivo es el desconcentrar a las consultas externas y las urgencias de los hospitales; siendo sus servicios básicos promoción, prevención, recuperación y rehabilitación de la salud, consulta externa general y especializada en medicina interna, cirugía, pediatría, gineco-obstetricia, traumatología, salud mental, odontología y emergencia.

Para el diseño de la estructura se realizaron los ensayos correspondientes de estudio de suelos, y se realizaron inspecciones de todas las fuentes de suministro energético (Electricidad), agua potable y las redes sanitarias existentes para acoplar las demandas de la estructura nueva.

El proyecto fue propuesto con base en diagnósticos practicados conjuntamente entre las autoridades del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y las autoridades de la comunidad beneficiada.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la comunidad de Pueblo Nuevo, Ixcán, Quiché

La comunidad Pueblo Nuevo está ubicada en el municipio de Ixcán, siendo perteneciente al departamento de Quiché. Se presenta el siguiente estudio detallado para visualizar aspectos históricos, extensiones, delimitaciones, clima, aspectos socioculturales, infraestructura y actividades productivas.

1.1.1. Generalidades

Para comprender el desarrollo de este trabajo es necesario conocer algunos conceptos generales, a continuación se muestran los más importantes de ellos.

1.1.1.1. Reseña histórica

La comunidad Pueblo Nuevo está ubicada al norte del municipio de Ixcán. Fue fundado en el año de 1974 por el padre Guillermo Woods. Al principio, la comunidad se llamó Tercer Pueblo por ser el tercer lugar en su fundación después de Mayalán y Xalbal. Los habitantes de la comunidad son personas que provenían de diferentes municipios y departamentos, entre los cuales destacan Huehuetenango, Quiché, Quetzaltenango, San Marcos, Retalhuleu, Chimaltenango y algunas familias de la Costa Sur que hablan Q'anjob'al, Chuj, Popti, Akateko, Mam, Ixil, Kaqchikel, kiche, Qeqchi' y castellano.

Todos los indígenas que vivían en extrema pobreza y los que vivían en tierra fría eran explotados por los patrones de las grandes fincas cafetaleras, algodonerías y cañeras en la costa sur para ganar un salario relativamente bajo. Esto los obligó a buscar las tierras de Ixcán y luchar para conseguir una parcela donde trabajar para siembra de raíces y cosechar productos que consideraban les ayudaría a mejorar sus formas de vida y alcanzar un desarrollo familiar y comunitario. Así, llegaron y consiguieron una parcela de cuatrocientas cuerdas distribuidas equitativamente para seiscientos asociados, quienes en el año de 1974 formaron la cooperativa de la resurrección Ixcán, formada por el padre Guillermo Woods y la diócesis de Huehuetenango.

El padre Guillermo en el año 1972 repartió las tierras por parcelas de 400 cuerdas por el costo de Q80,00, que se le entregaba solo a las personas casadas, cuando se ocuparon todas las tierras empezaron a formar otra comunidad que, actualmente, se llama Cuarto Pueblo. Por eso, se reconoce la solidaridad del padre Guillermo y la iglesia católica.

Las juntas directivas de las cooperativas fueron elegidas en una asamblea con todos los habitantes para que ellos asumieran las responsabilidades de velar por el bien de la cooperativa y de la comunidad. De igual manera los alcaldes auxiliares deben resolver los problemas que surgen en la comunidad. Además, se establecieron otros grupos con actividades específicas que estuvieron al servicio de la comunidad. El padre Guillermo consiguió avionetas que volaban con destino a distintos departamentos para traer suministros y productos desde la capital y, en casos de emergencias, para transporte de las juntas directivas de Ixcán que estaban luchando por la legalización de las tierras. Así fue como se formó la comunidad, la cual recibió el nombre de Pueblo Nuevo, aunque también se conoce como Tercer Pueblo. El padre

Guillermo murió en el año 1976 dejando organizadas a las poblaciones por cooperativas.

Con el transcurso del tiempo empezaron a llegar de nuevo a las comunidades los habitantes que habían abandonado el territorio, y se dio para que los soldados abandonaran el lugar durante el Conflicto Armado Interno, luego se repobló la comunidad de pueblo nuevo y la gente recuperó sus tierras, cabe destacar que se encontraban minas enterradas por varios sectores del territorio. En el año 1996 se empezó un programa de disminución donde se exploraron todas las minas que dejó el ejército, y Pueblo Nuevo empezó una vida nueva con desarrollo integral y cooperativista.

1.1.1.2. Ubicación, localización y extensión territorial

El municipio de Ixcán del departamento de Quiché cuenta con una extensión de 1 575 kilómetros cuadrados, lo cual representa el 18,8% de la extensión territorial departamental (8 378 kilómetros cuadrados), la altitud promedio es de 280 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con México, al occidente con el municipio de Barillas del departamento de Huehuetenango, al sur con los municipios de Uspantán y Chajul ambos del departamento de Quiché y al oriente con el municipio de Cobán del departamento de Alta Verapaz. Se localiza en una latitud norte de 15°59'06.41" y una longitud oeste de 90°46'05.38

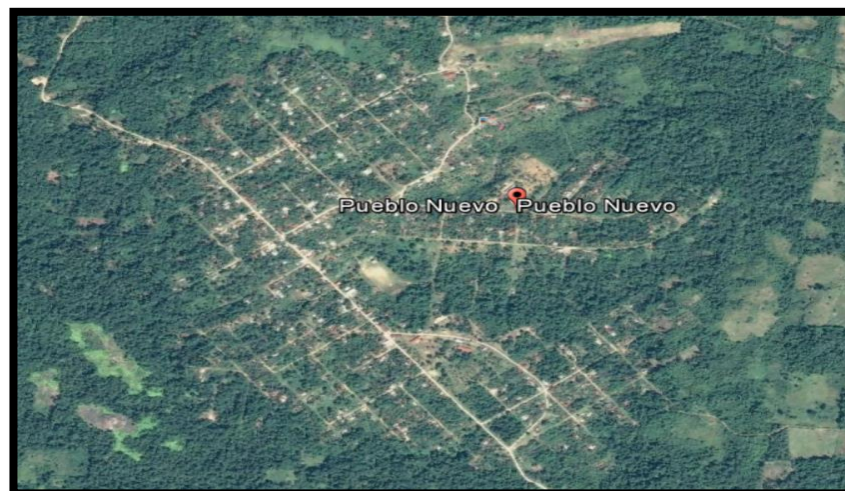
Figura 1. Municipio de Ixcán



Fuente: Google Maps.

La Comunidad de Pueblo Nuevo se localiza en la microrregión VII del municipio de Ixcán y ubicada en el área oeste a 55 km de Ixcán (cabecera municipal). Se localiza en una latitud norte de $15^{\circ}58'16.60''$ y una longitud oeste de $90^{\circ}00'16.88''$, con una altura sobre el nivel del mar entre 200 y 400 metros.

Figura 2. Comunidad de Pueblo Nuevo



Fuente: Google Earth.

1.1.1.3. Límites y colindancias

La comunidad de Pueblo Nuevo, Ixcán está actualmente colindando de la siguiente forma:

Colindancias

- Norte: Comunidades de Los Angeles y Cuarto Pueblo
- Oeste: Comunidades de Mayalán y Flor todo santera
- Sur: Xalbal
- Este: San Lucas y Santo Tomás

1.1.1.4. Clima

La temperatura promedio anual del Municipio de Ixcán es de 32°C, la temperatura más baja alcanza los 18°C y la más alta alcanza los 37°C. La humedad relativa anual promedio es del 81%. Existen dos estaciones predominantes: el verano que es una época seca y calurosa (entre diciembre y abril) e invierno (entre mayo y noviembre). El clima es variable por la influencia del viento y la flora. La precipitación pluvial promedio es de 2 632mm, oscila entre los 2 136mm y los 4 327mm.

1.1.1.5. Población e idioma

Desde 1964, se inicia un proceso de colonización de Ixcán. Al municipio han llegado campesinos pobres procedentes del altiplano, quienes en su oportunidad tuvieron el acceso a una parcela para cultivar y un lote para construir sus viviendas, permitiéndoles de esta forma establecer una agricultura de subsistencia y reemplazando de esta manera el trabajo temporal en las fincas de la costa sur del país.

Inicialmente, las familias que llegaron procedían del departamento de Huehuetenango, pertenecientes a los pueblos de origen Maya: Q´anjob´al, Chuj y Mam, posteriormente arribaron grupos de la comunidad k´iche, Kaqchiquel Pocomchí y junto a ellos familias ladinas provenientes de otros departamentos del país.

Se considera que este proceso de emigración fue promovido de alguna manera por sacerdotes de la orden Marycknol, que trabajaban en aquel entonces en el departamento de Huehuetenango.

Tabla I. **Datos demográficos**

Demografía	Total
Población total 2016	5 393
Población migrante	267
Total de nacimientos 2,015	156
Total de nacimientos 2,016	173
Tasa de natalidad	32,08 ‰
Crecimiento vegetativo	3,00 ‰
Tasa de fecundidad	3,80 ‰
No. de mortinatos	3

Fuente: Memoria anual 2016, DMS Xalbal.

Las lenguas que más se hablan en Ixcán son el castellano y el q´eqchí. El q´eqchí es el idioma materno por lo que la mayoría de la población lo habla, luego, predomina el castellano. Además, se hablan otros idiomas, como el pocomchí, q´anjob´al, mam, jakalteco, ixil, chuj, achí, uspanteco, poptí, kaqchikel y el quiché.

1.1.1.6. Vías de acceso

La falta de vías de acceso es una de las grandes dificultades que los habitantes del municipio han tenido que afrontar. La infraestructura del

municipio ha tenido un lento desarrollo. Actualmente, la red vial es de 328 kilómetros de carretera balastrada, no existe asfalto en todo el municipio con excepción de la Franja Transversal del Norte. Las principales carreteras son las siguientes: Playa Grande-Ingenieros, Playa Grande-Mayalán, Playa Grande-Santa María Tzejá y Playa Grande-San Juan Chactelá. Los puentes principales se encuentran sobre los ríos Chixoy e Ixcán, que comunican Playa Grande con Alta Verapaz y Huehuetenango.

En los últimos años se han construido carreteras internas que comunican las comunidades rurales con la cabecera municipal, son de terracería, algunas son intransitables en temporada de lluvias. Según la Unidad Técnica Municipal, el 64% de las comunidades cuentan con acceso vehicular a las cabeceras micro-regionales, el resto de ellas no cuenta con acceso vehicular, los habitantes caminan grandes distancias para trasladarse de un punto específico a otro.

1.1.1.7. Actividades productivas

Los habitantes del municipio de Ixcán se dedican a diversas actividades económicas, estas se describen a continuación.

1.1.1.7.1. Producción agrícola

La agricultura representa el 39% en la economía local. Los principales productos que se cultivan son: maíz y cardamomo cereza, así como frijol, piña, café, arroz en vaina y maní con cáscara.

1.1.1.7.2. Producción pecuaria

La producción pecuaria, con un aporte económico del 6% en las actividades productivas del municipio, está compuesta por la crianza y engorde de ganado bovino, pollo y ganado porcino.

1.1.1.7.3. Producción artesanal

Otra de las actividades que dinamiza la economía de Ixcán es la artesanal, entre ellas: panadería, carpintería y sastrería. Estos productos son elaborados total o parcialmente con poca tecnología y herramientas manuales simples. La producción artesanal aporta el 26% a la economía del municipio.

1.1.1.7.4. Producción agroindustrial

Se concentra en el cultivo de dos productos que se procesan y se comercializan en el municipio, el café y el cardamomo. Esta actividad aporta el 14% a la economía del municipio.

1.1.1.7.5. Servicios y comercio

Es el sector terciario de las actividades económicas productivas del municipio, con un 15% de participación. Está integrado por servicios privados y comercios, su finalidad es proporcionar servicios que la población requiere a través del intercambio monetario.

1.2. Principales necesidades de la comunidad

Para poder tener una vida digna la comunidad de Pueblo Nuevo necesita el sustentar las siguientes necesidades.

1.2.1. Descripción de las necesidades

Con base en estudios realizados en el año 2016 se describen a continuación las necesidades que padece la población y que requerirían de intervención pronta, por medio de la construcción de obras de infraestructura que facilite las relaciones comerciales y las condiciones de vida de la población.

1.2.1.1. Agua potable

El abastecimiento de agua potable proviene de pozos y ríos aledaños, la cual no cumple con los requisitos mínimos necesarios para su consumo.

1.2.1.2. Letrinización

Las familias utilizan fosas sépticas para realizar sus necesidades fisiológicas, dichas fosas se encuentran ubicadas aproximadamente a 5 metros de distancia de la casa de habitación, lo cual compromete la salud de los habitantes y aumenta la probabilidad de contagio de enfermedades.

1.2.1.3. Carreteras y rutas de acceso

El 90% de las vías de acceso de la cabecera municipal hacia las distintas comunidades se encuentran en malas condiciones. Esta situación se agrava durante temporadas de invierno, lo cual afecta el comercio que se realiza en la región de Ixcán.

1.2.1.4. Establecimientos de salud

El 68% de las comunidades deben acudir al centro de salud de la microrregión más cercana. Si la enfermedad es muy grave los pacientes son trasladados a la cabecera municipal. Esa situación se considera crítica durante temporadas de invierno puesto que comúnmente las carreteras son intransitables y las personas deben trasladar con gran dificultad a los pacientes (en ocasiones hasta toma días solicitar asistencia médica). Las necesidades que más padecen en los puestos y centros de salud del municipio radican en servicio de agua y medicamentos para los pacientes.

1.2.1.5. Establecimientos educativos

Gran parte de las comunidades tienen, al menos, una escuela que imparte únicamente el nivel primario de educación en un solo salón. Las instalaciones son insuficientes para atender la demanda de la población, falta material didáctico para enseñanza, las clases son impartidas únicamente por dos maestros. Cada uno atiende tres grados.

1.2.2. Priorización de las necesidades

Dadas las necesidades mencionadas, se decidió realizar un proyecto de infraestructura que fortalezca los servicios de salud, es decir, un Centro de Atención Permanente (CAP) en la comunidad de Pueblo Nuevo.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de centro de atención permanente

Se determinan aspectos arquitectónicos con base en las Normas de diseño de la red de servicios de salud del MSPAS y los aspectos estructurales o de ingeniería basados en las Normas de Seguridad Estructural (NSE) de AGIES y el Reglamento para Concreto Estructural del ACI Comité 318-14.

2.1.1. Descripción del proyecto

El diseño espacial del CAP tendrá el objetivo satisfacer las necesidades de atención médica y la correcta realización de todas las actividades planificadas como mínimas que debe contemplar un Centro de Atención Permanente, según el Normativo de diseño de la red de servicios de salud.

La norma de diseño de la red de servicios de salud establece que el Centro de Atención Permanente debe atender los servicios de consulta externa médica, consulta odontológica, consulta psicológica, atención prenatal, casa materna, atención del parto eutócico sin complicaciones, atención del parto con pertinencia cultural, atención al neonato, encamamiento materno neonatal, atención del puerperio, atención de la niña y el niño, atención diferenciada a los adolescentes, atención del adulto, atención del adulto mayor, atención a la demanda, procedimientos quirúrgicos menores, inmunizaciones (niñez y mujeres en edad reproductiva), las diez acciones contra el hambre crónica, oferta y aplicación de métodos de planificación familiar, laboratorio básico, pruebas rápidas de VIH, atención médica permanente, emisión de licencias

sanitarias, capacitación a manipuladores de alimentos, vigilancia de la calidad del agua, estabilización, atención y referencia de emergencias, referencia de pacientes para seguimiento en otros servicios de menor complejidad, y referencia de pacientes a servicios de salud de mayor resolución.

Para satisfacer los servicios mencionados se propone una estructura arquitectónica que cumple con los servicios establecidos como mínimos en el normativo. El establecimiento es de 2 niveles y con una arquitectura que obliga al uso de juntas sísmicas para controlar las deformaciones ante fuerzas laterales provocadas por cargas sísmicas de diseño.

2.1.2. Estudio de suelos

El estudio de suelos establecido en las Normas para diseño y construcción de hospitales y establecimientos de salud establecen un estudio de mecánica de suelos correspondientes a la complejidad e importancia del establecimiento.

Tabla II. **Número, profundidad y espaciamientos mínimos de exploraciones geotécnicas**

	N	E	P	Complementos
Establecimientos de salud de más de dos plantas.	5	20m	D+ 6m	Estudio geofísico
Establecimientos de salud de una y dos plantas.	4	25m	D+ 4m	No

Fuente: UPE. *Normas para diseño y construcción de hospitales y establecimientos de salud.*

p. 24

Siendo

N: Número mínimo de perforaciones

E: Espaciamiento máximo entre dos puntos de exploración

P: Profundidad mínima del sondeo

D: Profundidad de las cimentaciones

Debido al impacto, importancia y área de influencia que la edificación constituye para la comunidad se determinó que se deberían extraer 9 muestras de suelo, las cuales se establecieron a través del factor E de la Tabla II, puesto que la edificación presenta un área aproximada de 43.70m x 50.30m. Por ello, se determinaría un punto de exploración con base en el centro geométrico de la edificación y con base en este se realizó una cuadrícula de 25,00m x 25,00m, estableciéndose así los 9 pozos de exploración los cuales sobrepasan al número mínimo de perforaciones.

Sin embargo, la municipalidad de Ixcán llegó a un acuerdo con el MSPAS para realizar dos Ensayos de Penetración Estándar (SPT) en lugar de nueve exploraciones de triaxial, en los cuales se obtendría además del valor soporte del suelo, estudios geológicos y geotécnicos.

2.1.2.1. Ensayo de penetración estándar (SPT)

Este es un tipo de ensayo empleado para determinar la resistencia de un terreno y su capacidad de deformación. Es un método de ensayo dinámico y está especialmente diseñado para suelos del tipo arenoso puesto que en suelos arcillosos y suelos que muestren presencia de gravas presenta ciertas dificultades de interpretación. Este ensayo se basa en la determinación del número de golpes necesarios para hincar un muestreador a cierta profundidad en el suelo.

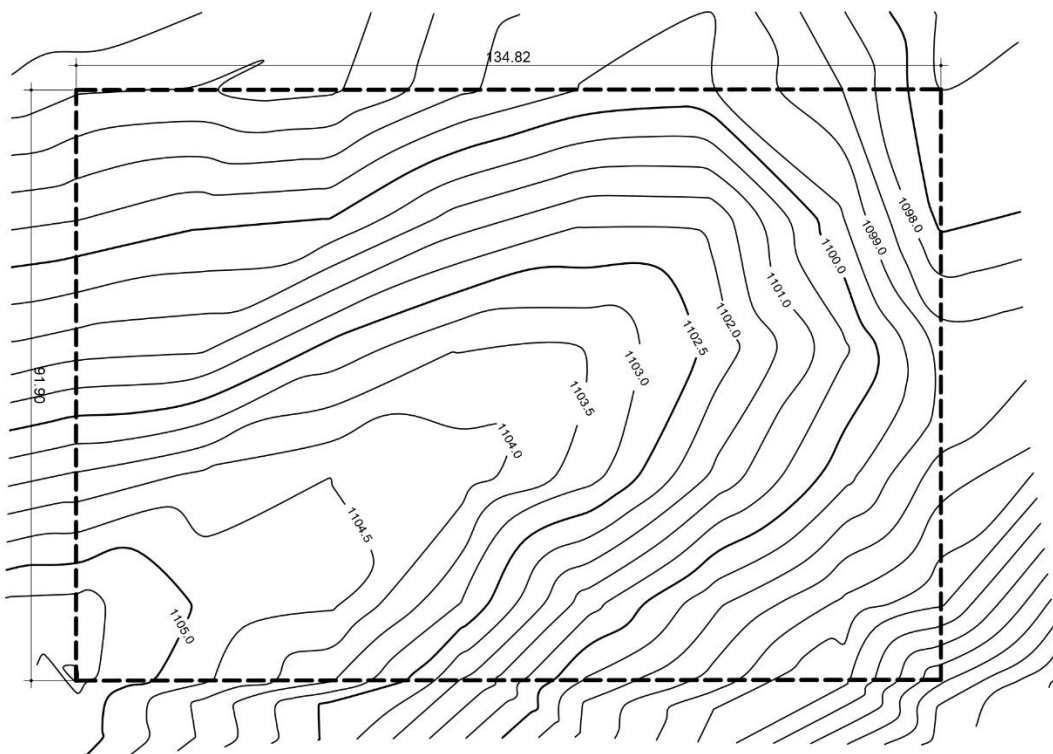
El estudio de suelos para la construcción del CAP fue realizado por la empresa “PROVIDA – Geotechnical engineering” en diciembre de 2016 a solicitud de la Dirección de Área de Salud del municipio de Ixcán. La empresa de PROVIDA provee un informe geotécnico del estudio realizado con dos sondeos de tipo SPT, indicando las condiciones geológicas generales de la

zona, las características geotécnicas del subsuelo y las metodologías para la obtención de los distintos parámetros de sus materiales, las características químicas del suelo, cargas admisibles y recomendaciones para el tipo de suelo donde se establecerá el CAP. La empresa recomienda un dato de 20Ton/m² para fines de diseño y un desplante de 2,00 m para evitar riesgos de licuefacción ante un evento sísmico.

2.1.3. Levantamiento topográfico y terreno

Para la construcción del CAP se cuenta con un terreno de aproximadamente 12 389,96 m². Para ello, un profesional realizó la topografía respectiva cuyo resultado son las siguientes curvas de nivel.

Figura 3. Topografía actual del terreno a disposición



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD

2.1.4. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico define la forma y estilo que tendrá la edificación, así como sus dimensiones, alturas, nivel de confort y distribución de ambientes. La edificación debe ser funcional para realizar las actividades correspondientes de forma eficiente.

2.1.4.1. Distribución de espacios

El normativo de diseño de la red de servicios establece ejemplificaciones para la determinación de espacios físicos en consulta médica, hospitalización y área quirúrgica.

2.1.4.1.1. Consulta médica

El espacio físico en el servicio de consulta médica es uno de los más importantes debido a los consultorios que pueden determinarse de la siguiente manera:

$$\text{Número de consultorios} = \frac{\text{Número de consultas al año}}{\text{Capacidad de atención del personal a disposición (en un año de servicio en horario hábil de trabajo)}}$$

2.1.4.1.2. Clínicas de especialidades

El cálculo del espacio físico para las clínicas es muy similar al anterior, lo que debe considerarse es que el rendimiento del médico a disposición altera la capacidad de atención del personal a disposición.

$$\text{Número de consultorios} = \frac{\text{Número de consultas al año}}{\text{Capacidad de atención del personal a disposición (en un año de servicio en horario hábil de trabajo)}}$$

2.1.4.1.3. Camas de hospitalización

Un método para determinar el número de camas hospitalarias es el siguiente:

- Estimar el número de posibles beneficiarios por el servicio en la zona de influencia del servicio.
- Definir la tasa de hospitalización correspondiente a la región en la que pertenece el servicio, o se aplica una tasa normalizada a partir de promedios nacionales/locales.

$$\text{Número de camas} = \frac{\text{TasadeHospitalización} * \text{Númerodehabitantes} * \text{Promediodíasdeestancia}}{365 \text{ días del año} * \text{Porcentaje ocupacional}}$$

2.1.4.1.4. Bloque quirúrgico

Para estimar el número de cirugías anuales puede emplearse el siguiente método:

$$\text{Númeroquirófanos} = \frac{\text{TasadeCirugías} * \text{Númerodehabitantes} * \text{Tiempopromediodeprocesos}}{6 * \text{días efectivos de trabajo al año}}$$

- Nota: 6 horas equivalen al servicio de 1 quirófano/día

2.1.5. Selección del sistema estructural a emplear

Marcos rígidos de concreto reforzado será el sistema estructural por emplear para la construcción del Centro de Atención Permanente debido a la durabilidad, fácil mantenimiento (casi nulo), propiedades de aislamiento térmico-acústico, propiedades mecánicas, y sus materiales y tecnología son de fácil acceso.

La estructuración de un edificio es la primera etapa del diseño de esta índole. En ella, se define el tamaño y forma de la edificación, su naturaleza y ubicación de todos los elementos estructurales, así como la de los elementos no estructurales que puedan alterar el comportamiento de la edificación.

2.2. Fundamentos teóricos correspondientes al sistema estructural

Es la compilación de los criterios que se emplearán específicamente para el sistema estructural seleccionado, para aplicar las nociones correctas y concebir una estructura funcional y sismoresistente.

2.2.1. Sismo

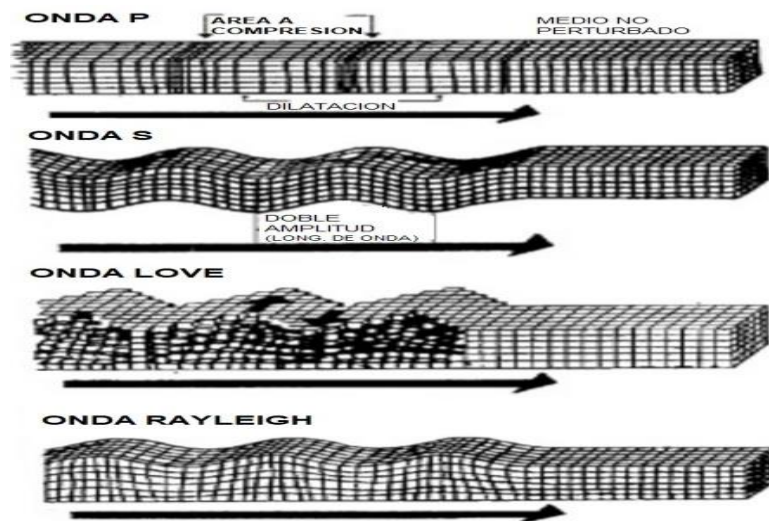
Movimiento brusco y errático de la superficie terrestre. Las vibraciones no poseen una trayectoria específica y pueden presentarse en cualquier dirección.

Los movimientos del suelo durante un sismo se manifiestan básicamente en forma de ondas, para tal efecto, se considera la corteza terrestre como un medio sólido elástico continuo que transmite la energía irradiada desde el epicentro en todas las direcciones de dicho punto de inicio.

Las ondas sísmicas se clasifican según la profundidad de donde son generadas. Las ondas de cuerpo o volumen son generadas a grandes profundidades, mientras que las superficiales se producen cercanas a la superficie terrestre. Las ondas llamadas de cuerpo o volumen son de tipo “P” y “S”; Las ondas P hacen oscilar al suelo en la misma dirección que se propaga el sismo y son las que viajan más rápidamente (hasta 6 km/s) debido a su dirección de expansión radial con respecto a la fuente. Esto provoca básicamente compresión en el medio de transporte. Las ondas S provocan vibraciones perpendiculares a lo largo de su propagación. Dichas ondas viajan más lentamente (aproximadamente la mitad de velocidad, pero de una intensidad mayor) y producen esfuerzos de corte en el medio de transporte.

Las ondas superficiales son las de tipo: “Rayleigh” y “Love”. Las ondas Rayleigh (R), hacen vibrar al suelo, de forma elíptica vertical y horizontalmente. Este movimiento es similar al movimiento de las ondas, en el agua. Las ondas Love (L), hacen vibrar al suelo en forma horizontal, en sentido perpendicular a la propagación de la onda, sin movimiento vertical.

Figura 4. **Transmisión de las ondas de origen sísmico**



Fuente: CRISAFULLI, Francisco. *Nociones de sismología*. p. 14.

Las ondas de cuerpo viajan más rápido que las ondas de superficie, entre las ondas de superficie las de tipo Love son más veloces que las Rayleigh. La diferencia de arribo entre tipos de ondas sirve básicamente para determinar la distancia del foco o epicentro.

2.2.1.1. Escalas sísmicas

Las medidas para describir los sismos se pueden clasificar en escalas de intensidad y escalas de magnitud.

2.2.1.1.1. Escalas de intensidad

Las escalas de intensidad son de carácter subjetivo y miden los efectos de un sismo. Existen varias escalas de intensidad, pero la más aceptada es la de Mercalli modificada (MM).

2.2.1.1.2. Escalas de magnitud

Son escalas que establecen una medida cuantitativa del tamaño de un sismo, independientemente del lugar de observación. Se calcula a partir de mediciones de amplitudes registradas en sismogramas y se expresa en una escala logarítmica en números arábigos y decimales.

La escala de magnitudes más usada es la de Richter y se denota por M, está dada por:

$$M = \text{Log}(A) - \text{Log}(A_0)$$

Donde:

- A = Amplitud máxima de la traza registrada por un instrumento estándar para una distancia dada.

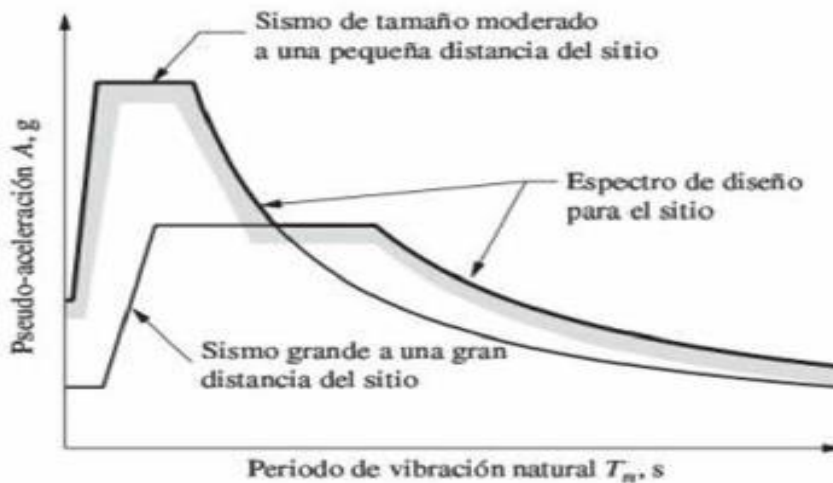
- A_0 = Amplitud máxima para sismo particular seleccionado como estándar.

2.2.2. Espectro de respuesta

Gráfica de relación del período de una estructura en resonancia con la aceleración que la misma se halla sujeta a esta respuesta máxima. Al referir el período con el tipo de suelo se obtienen distintos tipos de curva que amplifican o mitigan las fuerzas dinámicas sobre el suelo estudiado.

La mayoría de códigos utilizan esta relación para obtener el cortante basal, y las ecuaciones utilizadas en el diseño corresponden a las curvas del espectro de respuesta.

Figura 5. **Modelo simplificado del espectro de respuesta**



Fuente: CHOPRA, Anil K. *Dinámica de estructuras*. p. 273.

2.2.3. Bases del diseño estructural

Las bases del diseño estructural cubren los fundamentos afines, estructuración, selección de procedimientos de análisis e interpretación de resultados de análisis de edificaciones.

2.2.3.1. Inercia

Propiedad de la materia de resistencia al movimiento tras aplicarse una fuerza externa que genera un cambio de dirección del mismo.

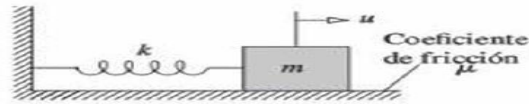
2.2.3.2. Período

Intervalo de tiempo en el cual un sistema masa-resorte completa un ciclo completo. La mayoría de modelos dinámicos en estructuras se reducen básicamente a sistemas de este tipo. Cuando el periodo de movimiento de una estructura coincide con el periodo del suelo se produce resonancia, en la que el suelo y estructura actúan como conjunto provocando mayor amplificación de fuerzas dinámicas sobre la edificación.

2.2.3.3. Amortiguamiento

Mecanismo mediante el cual un sistema masa-resorte disipa energía y vuelve a su estado original de reposo. El valor numérico del amortiguamiento corresponde a un porcentaje del amortiguamiento crítico, el cual consiste en el valor de amortiguamiento en que un sistema masa-resorte regresa al estado estático al ser trasladado fuera de su posición de reposo. En las estructuras, el amortiguamiento es proporcionado por el rango elástico de deformación de las vigas y columnas.

Figura 6. **Sistema masa-resorte simplificado**



Fuente: CHOPRA, Anil K. *Dinámica de estructuras*. p. 406.

2.2.3.4. Ductilidad

Propiedad de la materia que permite su deformación sin que se rompa. En estructuras la ductilidad se emplea como mecanismo de disipación de energía, para evitar el colapso de la edificación cuando se haya excedido su capacidad estimada de carga lateral o vertical.

En un sismo, las cargas laterales reales pueden exceder los valores estimados en el cálculo, lo cual es proporcionando de esta manera la ductilidad de los miembros estructurales, el mecanismo último de disipación de energía.

2.2.3.5. Rigidez

La rigidez es la capacidad de resistencia de un cuerpo a cambiar por la acción de fuerzas exteriores sobre el mismo. En estructuras el concepto de rigidez es relativo a la capacidad de deformación de un miembro estructural (viga, columna, muro) ante la acción de fuerzas externas.

En el sistema masa-resorte, la rigidez corresponde al elemento elástico que reduce las desviaciones laterales, a diferencia del amortiguador, que disipa la energía para que el sistema vuelva al reposo. La rigidez determina las deflexiones que presenta un miembro ante cargas externas y con este fundamento la mayoría de métodos de análisis estructurales utilizan matrices de rigidez para estimar la magnitud de las fuerzas internas de una estructura. Toda

deformación de un miembro es inversamente proporcional a su rigidez. El sistema de marcos generalmente se encuentra sujeto por una losa (diafragma rígido), lo cual ocasiona que la distribución de fuerzas sea proporcional a la rigidez de cada tramo.

2.2.3.6. Configuración estructural

En el diseño estructural de edificaciones se emplean modelos matemáticos basados en metodologías de análisis simplificadas, en las que influyen los factores anteriormente mencionados. Es recomendable que, al establecer la estructuración de los edificios se trate de que los elementos estructurales sean de configuración sencilla, simétrica y que cumplan con lo referente a masas, rigideces y resistencias. AGIES cuenta con un normativo para la metodología de análisis ante configuraciones estructurales, estableciéndose así las irregularidades en planta más frecuentes, aquellas en elevación y además establece las disposiciones a utilizar en el proceso de análisis.

Tabla III. Características Irregulares en Planta

Tipo de irregularidad	Descripción	Nivel de Protección al que aplica	Sección de referencia
H1-A	Giro mayor de diafragma: en la dirección de la carga lateral, la deriva en un extremo es mayor que 1.5 veces la deriva en el otro extremo	D, E	1.8.3.4 ● 1.10.5
		C, D, E	1.8.3.5 ● 1.10.5
		B, C, D, E	1.10.5
H1-B	Giro extremo del diafragma: en la dirección de la carga lateral, la deriva en un extremo es mayor que 2.3 veces la deriva en el otro extremo	E	1.8.3.1 ♦
		D	1.8.3.4 ● 1.10.5
		C, D	1.8.3.5 ● 1.10.5
		B, C, D	1.10.5
H2	Esquina entrante: al menos una esquina del diafragma está recortada más de 25% en la dirección de análisis	D, E	1.8.3.4 ● 1.10.5
H3	Diafragma discontinuo: el diafragma tiene menos del 50% del área del rectángulo que circunscribe al piso o si cambia rigidez en más de 50% de un piso al siguiente	D, E	1.8.3.4 ● 1.10.5
H4	Desfase lateral: un muro o marco o columna se interrumpe y se reanuda total o parcialmente hacia un lado	D, E	1.8.3.4 ● 1.10.5
		B, C, D, E	1.8.3.3 Ω _r
		B, C, D, E	1.10.5
H5	Sistema no-paralelo: cuando hay uno o más marcos o muros que no son paralelos a los ejes principales de la estructura	D, E	1.10.5
		B, C, D, E	1.8.3.6
		B, C, D, E	4.2.4
1) La tabla no aplica a estructuras sin diafragma o con diafragma sin rigidez ♦ irregularidad prohibida para el NdP indicado ● precaución especial para el NdP indicado Ω _r irregularidad requiere aplicar Ω _r para resolverla			

Fuente: AGIES NSE 3-10. *Diseño Estructural de edificaciones*. p. 16.

Tabla IV. Características irregulares en elevación

Tipo de irregularidad	Descripción	Nivel de Protección al que aplica	Sección de referencia
V1 A	Piso suave: rigidez lateral de un piso es menos que 70% de la rigidez del piso de encima; o menos que 80% de la rigidez promedio de los 3 pisos encima – nota 1	D, E	1.10.5
V1 B	Piso suave – caso extremo: rigidez lateral de un piso es menos que 60% de la rigidez del piso de encima; o menos que 70% de la rigidez promedio de los 3 pisos encima – nota 1	D	1.10.5
		E	1.8.3.1 ♦
V2	Masa irregular verticalmente: el peso sísmico de un piso es mas del 150% del peso sísmico de cada piso adyacente	D, E	1.10.3 1.10.5
V3	Geometría vertical escalonada: la dimensión horizontal de la mitad o más de los marcos se reduce en más de 75%	D, E	1.10.5
V4	Discontinuidad en plano vertical: uno de los sistemas sismo-resistentes verticales sufre un desfase o reducción en capacidad o rigidez lateral	B, C, D, E	1.8.3.3 Ω_r
		D, E	1.8.3.4 ● 1.10.5
V5-A	Piso débil : la resistencia del piso es 80% o menos que la resistencia del piso superior – nota 2	D	1.10.5
		E	1.8.3.1 ♦
V5-B	Piso débil – caso extremo: la resistencia del piso es 65% o menos que la resistencia del piso superior – nota 2	D, E	1.8.3.1 ♦
		B, C	1.8.3.2 Ω_r 1.10.5
1) para verificar esta condición se puede hacer un análisis estático equivalente de ensayo y comparar las derivas unitarias en los pisos (para este chequeo no importa valor absoluto de las derivas): la rigidez lateral es directamente proporcional a las derivas unitarias elásticas – (derivadas ver Sección 4.3) 2) para verificar esta condición en forma preliminar rápida se puede sumar, en la dirección de interés, las secciones de todos los elementos capaces de recolectar carga lateral y comparar los totales en los pisos verificados; en caso necesario se podrá detallar más el chequeo tomando en cuenta los refuerzos de cortante. ♦ irregularidad prohibida para el NdP indicado ● precaución especial para el NdP indicado Ω_r irregularidad requiere aplicar Ω_r para resolverla			

Fuente: AGIES NSE 3-10. *Diseño Estructural de edificaciones*. p. 17.

2.2.3.7. Influencia de la configuración sobre el comportamiento sísmico

Los factores que se enlistan a continuación son aquellos que más influyen con el rendimiento sismorresistente para las infraestructuras, las cuales deben de considerarse para diseñar una estructura eficiente.

2.2.3.7.1. Escala

Este factor se relaciona con la dimensión o tamaño de la edificación. En construcciones pequeñas (casas, edificios de pequeña dimensión) puede omitirse alguna consideración de geometría regular. En construcciones de mediana o alta proporción, la simetría y redundancia son esenciales. Su indiferencia provocará cargas indeterminadas de volteo y comportamiento errático que requerirá un análisis dinámico más cuidadoso.

2.2.3.7.2. Altura

Este factor en un edificio es equivalente al aumento del claro de una viga en voladizo. A medida que un edificio se hace más alto genera un periodo de diseño mayor, y un aumento significa un incremento o decremento del nivel de respuesta y de magnitud de las fuerzas de diseño.

La altura puede definirse como proporcionalmente relacionada al período de la edificación. Los edificios pequeños tendrán un cortante basal mayor debido a su rigidez, los de mayor altura sufrirán menores cortantes en su base, pero conforme se incremente la altura se deberá elevar la rigurosidad de simetría geométrica, proporción y métodos constructivos de mayor factibilidad. Debe aclararse que el periodo de una edificación no únicamente está en función de su altura, sino también de factores como la relación altura/ancho, alturas de entresijos, tipo de material, sistemas estructurales, magnitud y distribución de la masa. Por ello, la altura de una edificación es fundamental para su diseño estructural, puesto que altera como mínimo una variable (periodo) de las descritas anteriormente y así tiende a aumentar o disminuir las fuerzas sísmicas de diseño.

2.2.3.7.3. Dimensiones horizontales

Cuando la planta se vuelve extremadamente grande, incluso si es una forma simétrica y sencilla, el edificio puede tener una dificultosa respuesta ante las vibraciones sísmicas.

Al determinar las fuerzas horizontales (por fuerza sísmica), se emplea la suposición de que la estructura vibra como un sistema homogéneo, en el que todos sus elementos lo realizan en el mismo lapso de tiempo, estando así en la misma fase de desplazamiento, velocidad y aceleración con una misma amplitud. En realidad, las diversas partes de la base del edificio vibran asincrónicamente con aceleraciones distintas, causando esfuerzos longitudinales de tensión-compresión y desplazamientos horizontales adicionales. Algunos ingenieros estructurales recomiendan una longitud máxima del edificio de aproximadamente 60m.

2.2.3.7.4. Proporción

En el diseño sísmico las proporciones de un edificio pueden ser más importantes que su tamaño absoluto. Para edificios altos, su relación de esbeltez (alto/ancho) es un parámetro más importante que su altura.

Se sugiere limitar la relación de esbeltez entre un rango de 3 a 4. Cuanto más esbelto sea un edificio peor serán los efectos de volteo durante un sismo, y mayores los esfuerzos sísmicos en las columnas externas, y el control de las fuerzas de compresión por volteo pueden ser de mayor dificultad para el diseñador.

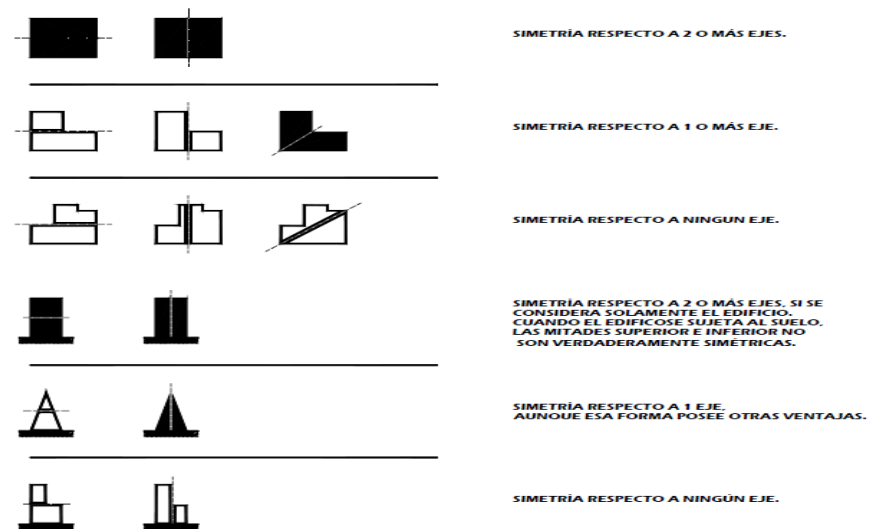
2.2.3.7.5. Simetría

Este término, generalmente, se refiere a la propiedad geométrica de una edificación, la cual es respectiva a uno o dos ejes y quiere decir que es idéntica con respecto al eje (configuración cuadrada, rectangular, circular, etc.).

Una edificación puede ser simétrica respecto a un eje (configuración triangular, L, T), pero asimétrico en cualquier otro eje que se pudiese trazar. Una construcción puede tener una configuración geométrica simétrica respecto a dos ejes y aun así ser clasificada como irregular debido a la distribución de masa o a los elementos verticales de resistencia sísmica.

Esto es equivalente a decir que la simetría geométrica no es condición suficiente para que un edificio sea regular. Simetría estructural significa que el centro de masa y centro de rigidez estén localizados en el mismo punto.

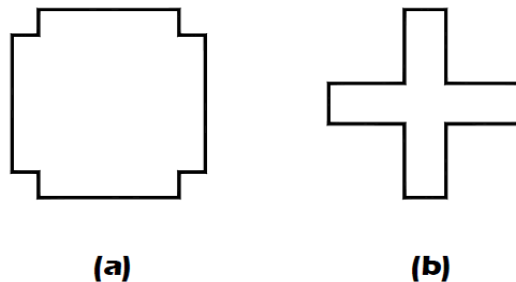
Figura 7. Distintos tipos de simetría en edificaciones



Fuente: CASTELLANOS GUTIERREZ, Diego. *Diseño de edificaciones con marcos rígidos de concreto reforzado utilizando las normas AGIES 1996*. p. 14.

Una construcción puede tener una simetría estructural y aun así no ser regular. En la siguiente figura se ilustran dos plantas simétricas respecto a dos ejes, si las alas son muy cortas, como en el caso a, la configuración se aproxima a la forma ideal (cuadrada); si las alas son muy largas, como en el caso b, se producirán severas concentraciones de esfuerzos en las esquinas interiores.

Figura 8. **Simetría estructural insuficiente**



Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*.
p. 59.

2.2.3.7.6. Distribución y concentración

La simetría no debe cumplirse solo geoméricamente y con rigidez, es esencial que las cargas que soporte estén proporcionalmente repartidas en la estructura. Una gran masa provocará concentraciones de esfuerzos y momentos de volteo en sus miembros portantes, debido a que la presencia de grandes masas produce inercias altas.

2.2.3.7.7. Redundancia

Propiedad de distribuir la carga total en varios elementos o miembros estructurales portantes, esto está definido como el número de marcos en ambos

sentidos geométricos de la edificación (X-X & Y-Y). No debe confundirse con la función que realizan los elementos no estructurales ante una situación sísmica.

Los elementos redundantes son elementos estructurales que en condiciones de servicio no desempeñan una función estructural o están sobre esforzados con respecto a su resistencia, pero que son capaces de resistir fuerzas laterales si es necesario. Estos proporcionan un medio útil para obtener un factor adicional de seguridad donde pueda haber incertidumbres analíticas de diseño.

2.2.3.8. Concepción estructural en la respuesta sísmica de las edificaciones

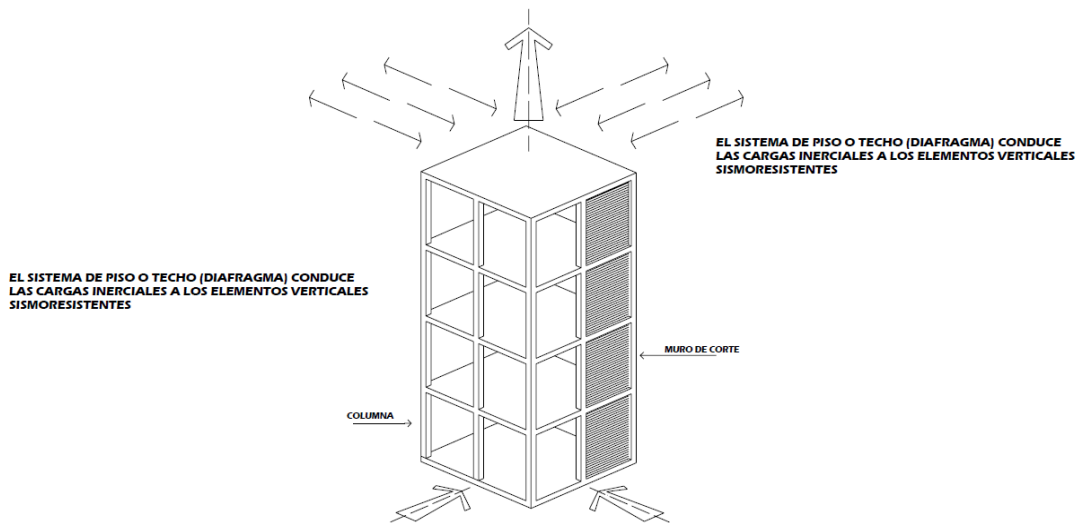
El movimiento que induce el paso de las ondas sísmicas en la corteza terrestre genera como consecuencia en las edificaciones fuerzas inerciales que guardan relación con la cantidad de movimiento en los apoyos, propiedades del terreno de desplante, masa de la estructura y características dinámicas de la misma.

Las fuerzas inerciales están en función directa de la masa de las distintas partes que componen el edificio; la ubicación y magnitud de esas fuerzas, así como la capacidad de soportarlas dependerá de la situación de las masas, así como de sus proporciones y forma estructural del conjunto volumétrico.

La concepción estructural involucra básicamente la disposición y características de los elementos verticales sismorresistentes (muros o columnas), así como los sistemas de piso y diafragmas que en conjunto conducen a la forma o configuración del sistema, cuyos elementos y partes que

lo integran deben de contar con ciertas características o atributos para lograr una satisfactoria respuesta bajo efectos sísmicos.

Figura 9. **Sistema de piso o diafragma y su interacción con las fuerzas inerciales**



Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*.

p. 81.

El sistema de piso o techo (diafragma) conduce las cargas inerciales a los elementos sismorresistentes; las fuerzas inerciales son de carácter dinámico y pueden actuar en distintas direcciones. Se ha comprobado que cuando la concepción estructural de un edificio cuenta con ciertas características (simetría, continuidad, sencillez, etc.) su comportamiento bajo efectos sísmicos resulta ser satisfactorio. Los factores más importantes que influyen en la respuesta sísmica del edificio sujeto son:

- Forma o configuración externa de conjunto estructural
- Planta del edificio en cuanto a geometría
- Elementos verticales sismorresistentes (disposición y características)

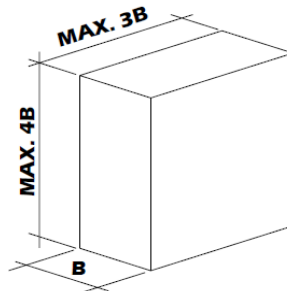
- Sistemas de piso o techo (diafragmas)

2.2.3.8.1. Proporciones

Además de la simetría y continuidad los edificios deben conservar proporciones razonables de altura y largo con respecto al ancho que brindan cierta robustez.

En el diseño sísmico, las proporciones de un edificio pueden ser más importantes que su tamaño absoluto. Para edificios altos, su relación de esbeltez, determinada de la misma manera que en una columna es una consideración más importante que únicamente su altura.

Figura 10. **Proporciones máximas recomendables para un edificio**



Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*.

p. 84.

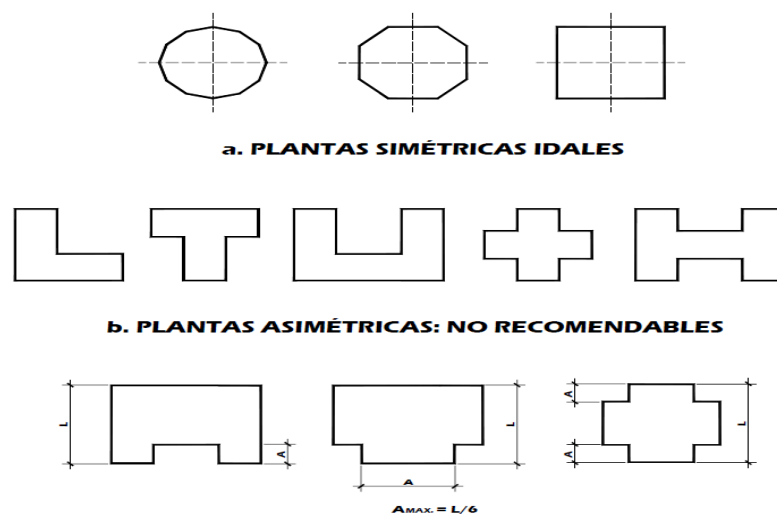
Cuanto más esbelto es el edificio, mayores serán las acciones de compresión sobre sus columnas perimetrales, causándose un efecto de volteo. La transmisión del momento a la planta baja y cimentación será más efectiva si se respetan las proporciones adecuadas.

Cuanto más alargada sea la edificación será un mayor desafío el comportamiento de los sistemas de piso (diafragma rígido), puesto que pueden sufrir fuertes deformaciones en su propio plano. Para estos casos existe la tendencia de producirse diversas formas de vibración en la longitud del edificio. Se evitan estos fenómenos al acortar longitudes del edificio a través de la disposición de juntas de construcción (juntas sísmicas).

2.2.3.8.2. Planta

Es recomendable que la forma cuente con simetría en planta. Se debe de evitar edificaciones de forma irregular, en caso contrario subdividir en formas regulares que puedan responder independientemente. La decisión de resolver como una unidad un edificio irregular o mediante juntas de construcción creando varios cuerpos dependerá del estudio de alternativas que contemple básicamente la intensidad sísmica esperada, la importancia de la edificación y altura del edificio.

Figura 11. Plantas de diseño

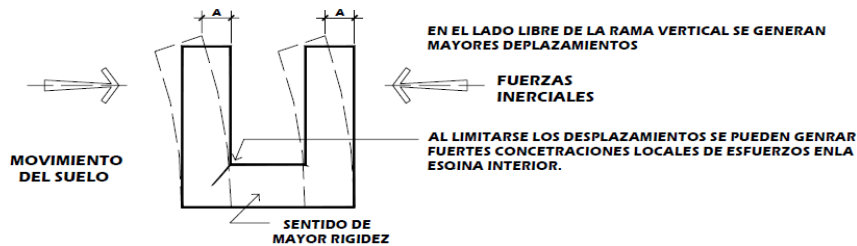


Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*.

p. 85-86.

En la siguiente figura se observan los efectos ante fuerzas sísmicas laterales en una edificación con configuración irregular en planta.

Figura 12. **Respuesta de planta irregular ante fuerzas sísmicas**



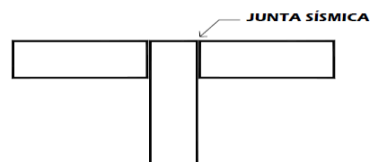
Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*.

p. 87.

En zonas de intensidad sísmica de mediana y edificios de altura moderada, puede rigidizarse la estructura con vigas o muros de corte. En zonas donde se esperan sismos de baja intensidad y edificios de poca altura, estas edificaciones pueden resolverse como una única unidad.

Para determinar la ubicación de las juntas sísmicas es necesario considerar las proporciones en planta.

Figura 13. **Ubicación de juntas sísmicas en función de proporciones en planta**



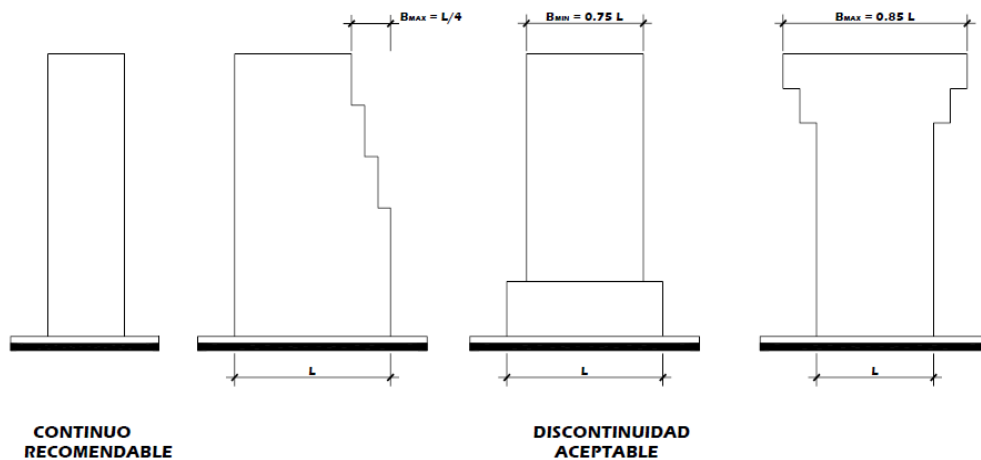
Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*.

p. 87.

2.2.3.8.3. Continuidad vertical

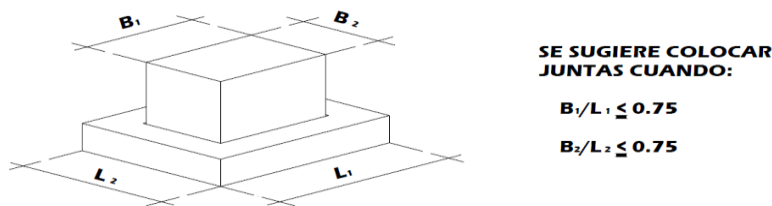
En la elevación también se tiende a conservar la continuidad en la forma, pero para evitar una limitante en el diseño arquitectónico se puede aceptar cierta discontinuidad en la elevación del edificio, siempre y cuando se respeten ciertas proporciones. Cuanto más alta sea la edificación se deben de evitar irregularidades eliminando discontinuidades.

Figura 14. Continuidades en la forma vertical de los edificios



Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*. p. 88.

Figura 15. Observaciones sobre discontinuidad vertical en edificaciones escalonadas



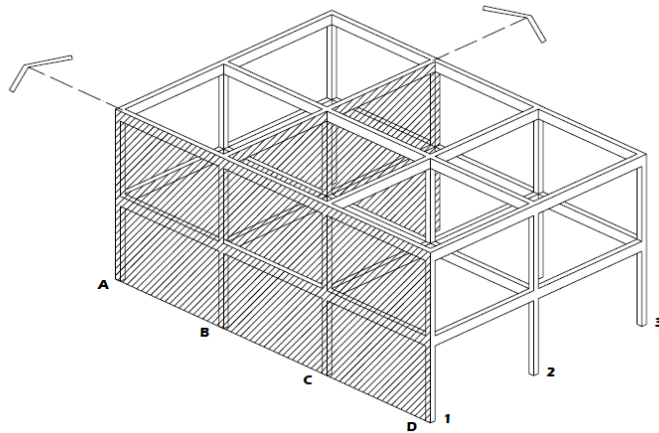
Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*. p. 88.

2.2.3.9. Elementos que integran el sistema estructural

Las estructuras de las edificaciones están constituidas por una retícula ortogonal en tres direcciones: una vertical definida por columnas y dos horizontales definida por las trabes horizontales (vigas).

Cuando los marcos forman ángulos rectos, intentar hacer un análisis tridimensional puede resultar laborioso e impráctico, por lo que el problema se puede reducir a un sistema de marcos planos en dos direcciones que da por resultado una forma aproximada de análisis simplificado y aceptable.

Figura 16. **Retícula tridimensional de una edificación**



Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*.
p. 90.

Los sistemas fundamentales de trabajo estructural se basan en cómo se transmiten las fuerzas cortantes generadas por un sismo, estas pueden ser a través de:

- Muros de corte (concreto o mampostería)
- Marcos rígidos (uniones losa-viga-columna)
- Por combinación de marco rígido y muros de corte o marcos contraventeados.

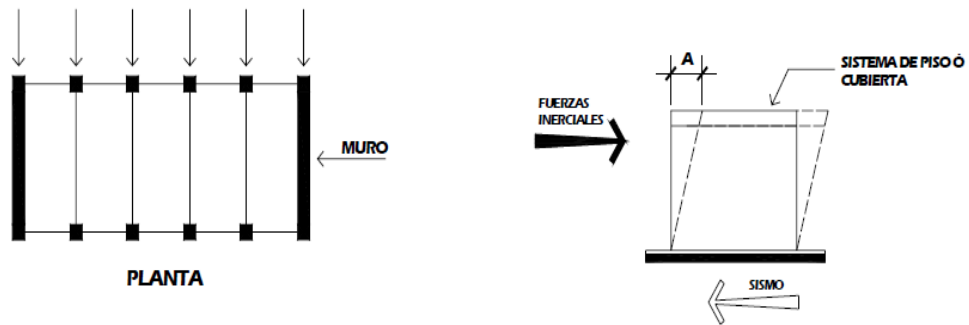
2.2.3.9.1. Centro de masa y centro de rigidez

El centro de masa (C.M.) es el centro de gravedad de las cargas verticales de un nivel, si están distribuidas uniformemente, el centro de masas coincide con el centroide geométrico de la planta de piso, y será el punto donde se considera aplicada la fuerza horizontal que incide en ese nivel. El centro de rigidez (C.R.) de un nivel será el centro de gravedad de las rigideces de los elementos que definen la conformación estructural (muros y columnas). Es importante tratar de coincidir el centro de masas con el centro de rigidez para evitar efectos torsionantes en la estructura.

2.2.3.9.2. Traslación y rotación

Los sistemas de piso se consideran indeformables (rígidos), si los elementos en que se apoyan tienen un orden igual de deformación. Los diafragmas de concreto reforzados se clasifican como rígidos, actuando como verdaderas vigas horizontales con fuerzas laterales en su propio plano y consecuentemente sometida a flexión y cortante, sin que supuestamente, ocurran deformaciones en el mismo, pero sí traslaciones y rotaciones. La traslación dependerá de la resistencia de los elementos estructurales verticales.

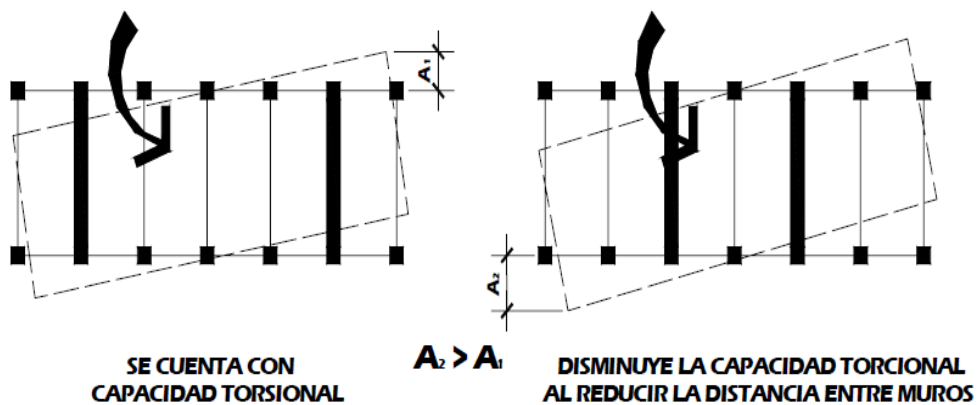
Figura 17. Comportamiento idealizado de los diafragmas rígidos



Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*.
p. 92.

La disposición de los elementos verticales sismorresistentes es definitiva en la capacidad torsional del edificio, dependiendo de una mayor o menor distribución de los elementos sismorresistentes, se aumentará o disminuirá la traslación en las edificaciones.

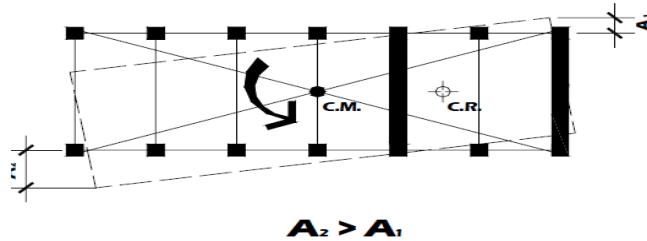
Figura 18. Capacidad torsional a través de distribución de elementos verticales



Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*.
p. 93.

El problema torsional se acentúa por la disposición asimétrica en planta. La estructura tiende a rotar pivoteando sobre la zona más rígida.

Figura 19. Rotación magnificada por efectos de simetría



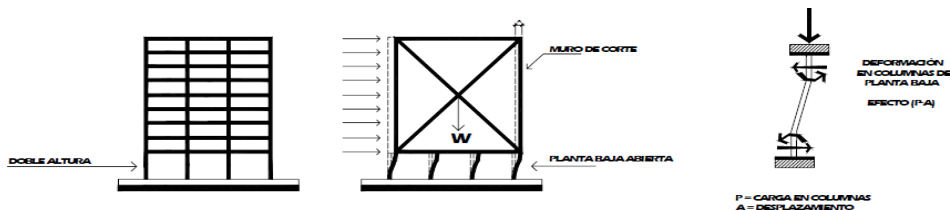
Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*. p. 93.

2.2.3.9.3. Piso blando

Son los que muestran una reducción significativa en la rigidez lateral respecto a los demás pisos de la estructura. Son considerados por los ingenieros sísmicos muy perjudiciales para el comportamiento global de la estructura, por lo que debe considerarse en el diseño de la misma.

Por lo general, el piso blando es aquel cuya rigidez lateral es menor de 70% de la rigidez de piso superior o menor del 80% de la rigidez promedio de los 3 pisos superiores al piso blando. El comportamiento de este tipo de planta baja es denominado flexible, actúa de manera similar al de un péndulo invertido.

Figura 20. Comportamiento de piso blando en edificaciones

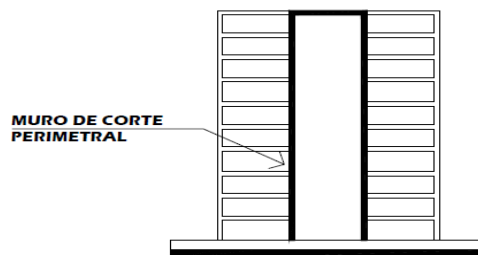


Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*. p. 103.

En columnas de la planta baja se exige una gran demanda de ductilidad, la cual es difícil de lograr bajo esas condiciones, porque se origina flexión adicional en las columnas de la planta baja por el desplazamiento lateral de las mismas conocido como efecto $P-\Delta$, el cual provoca fuertes acciones de cortante y flexión en los elementos verticales.

El piso blando, aunque no es deseable sobre todo para edificios de cierta altura, es muy común por razones arquitectónicas, por lo que es importante buscar alternativas mediante la introducción de muros de cortante perimetrales y núcleos rígidos que limiten los desplazamientos a base de marcos modulados de mayor dimensión que brinden una relativa continuidad a la altura. No es recomendable rigidizar el piso blando con un arriostramiento o muros de cortante perimetrales colocados únicamente en la planta baja, sino que se dispongan en toda la altura del edificio.

Figura 21. **Muro cortante perimetral para evitar piso blando**

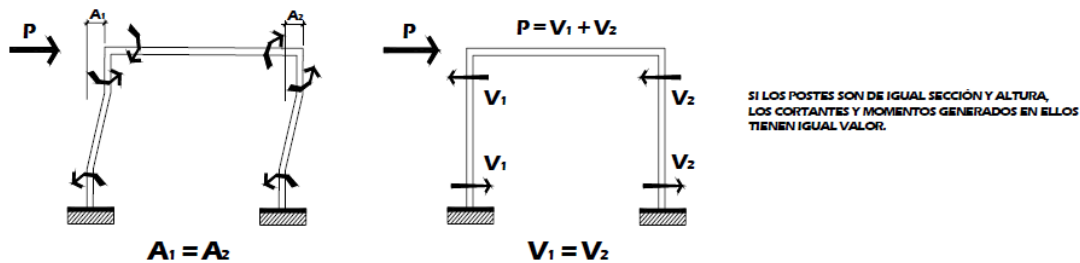


Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*.
p. 105.

2.2.3.9.4. Efecto de columna corta

Al reducir la altura de algunas columnas con relación al resto de elementos verticales de un entrepiso, provoca un incremento en su rigidez y consecuentemente una concentración de esfuerzos en las zonas rígidas.

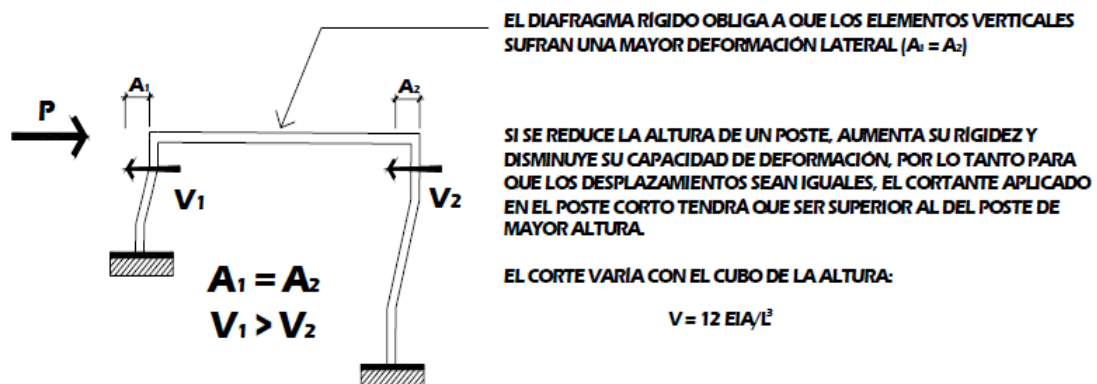
Figura 22. Relación rigidez-deformación-cortante en marcos con columnas simétricas



Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*. p. 105.

Son frecuentes los casos en los cuales se puede presentar el efecto columna corta. Este, bajo cargas gravitacionales puede no afectar el comportamiento estructural, pero bajo efectos sísmicos puede resultar nocivo en la respuesta del edificio.

Figura 23. Relación rigidez-deformación-cortante en marcos con columnas asimétricas



Fuente: GÓMEZ TREMARI, Raúl. *Fundamentos de diseño y construcción sismo-resistente*. p. 105.

2.3. Predimensionamiento estructural

Dentro del proceso de diseño estructural la estimación de las secciones preliminares (Predimensionamiento) busca satisfacer los criterios relativos a estados límites de falla y de servicio establecidos en los reglamentos.

El predimensionamiento es un proceso subjetivo, en el cual el diseñador podrá emplear cualquier criterio que considere conveniente para predimensionar los elementos, ya que en la parte final del diseño verificará si las secciones propuestas satisfacen las condiciones establecidas por el o los reglamentos que emplee.

2.3.1. Criterios de diseño empleados

Los criterios de diseño empleados para el predimensionamiento, dimensionamiento y diseño de la estructura del marco sismorresistente del Centro de Atención Permanente son los establecidos por los requisitos de reglamento para concreto estructural del ACI 318-14 primeramente, si el ACI en este reglamento no establece un criterio mínimo de diseño se procederá a emplear la edición del 2011 y, como alternativa final, se emplearán criterios de diseñadores guatemaltecos, por último a través de procesos iterativos con auxilio del programa ETABS se establecerá la sección final por emplear.

2.3.1.1. Requisitos mínimos según ACI 318-14

Tabla V. **Espesor mínimo (t) en losas de dos direcciones**

f_y lb./pulg. ² ^[2]	Sin ábacos ^[3]			Con ábacos ^[3]		
	Paneles exteriores		Paneles interiores	Paneles exteriores		Paneles interiores
	Sin vigas de borde	Con vigas de borde ^[4]		Sin vigas de borde	Con vigas de borde ^[4]	
40,000	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{40}$	$\frac{\ell_n}{40}$
60,000	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$
75,000	$\frac{\ell_n}{28}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{34}$	$\frac{\ell_n}{34}$

Fuente: 8.3.1.1. ACI 318-14. p. 103.

Tabla VI. **Espesor mínimo (t) en losas de una dirección**

Condición de apoyo	h mínimo ⁽¹⁾
Simplemente apoyadas	$\ell/20$
Un extremo continuo	$\ell/24$
Ambos extremos continuos	$\ell/28$
En voladizo	$\ell/10$

Fuente: 7.3.1.1. ACI 318-14. p. 92.

Tabla VII. **Altura mínima de vigas no preesforzadas**

Condición de apoyo	Altura mínima, h ^[1]
Simplemente apoyada	$\ell/16$
Con un extremo continuo	$\ell/18.5$
Ambos extremos continuos	$\ell/21$
En voladizo	$\ell/8$

Fuente: 9.3.1.1. ACI 318-14. p. 138.

El ACI 318-14 no ha especificado tamaños o dimensiones mínimas para el diseño de columnas, a excepción de la dimensión mínima en marcos rígidos resistentes a momento (30 cm). El objetivo es diseñar a través de cargas muy elevadas o livianas. Por ello, se empleó la alternativa de métodos de aproximación de diseñadores guatemaltecos.

2.3.1.2. Criterios de diseñadores guatemaltecos empleados

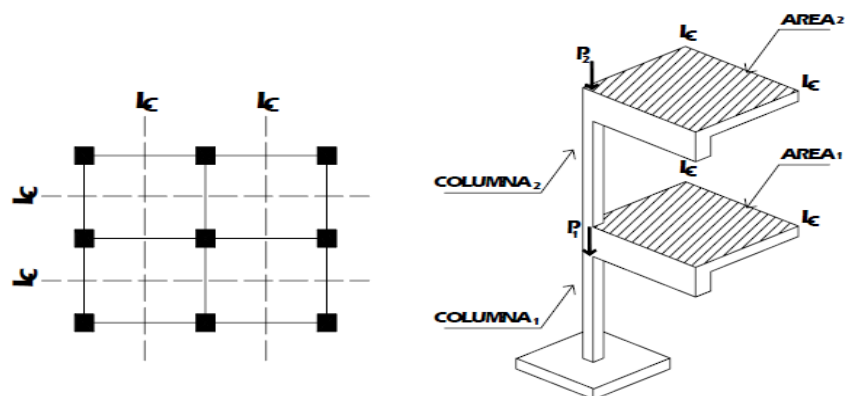
Se presentan métodos semiempíricos de diseñadores guatemaltecos para despreciar el cálculo de las deflexiones permisibles en los elementos estructurales.

2.3.1.2.1. Columnas

El ing. J.M. Rubio propone el cálculo del área gruesa de las columnas a través de la siguiente relación.

$$A_g = P_{act} / (0,17f'_c); \quad \text{Donde: } P_{act} = \sum (P_{entrepiso} + P_{vigas} + P_{columnas});$$

Figura 24. Área tributaria en columnas



Fuente: SIC GARCÍA, Angel. *Guía teórica y práctica del curso de concreto armado 2*. p. 203.

2.3.1.2.2. Vigas

El peralte efecto de vigas es comúnmente predimensionado por ingenieros estructurales en Guatemala por una relación entre 6 a 8 cm por metro lineal de claro, y una relación entre ancho de alma (b_w) de 1/3 a 1/2 del peralte efectivo (d).

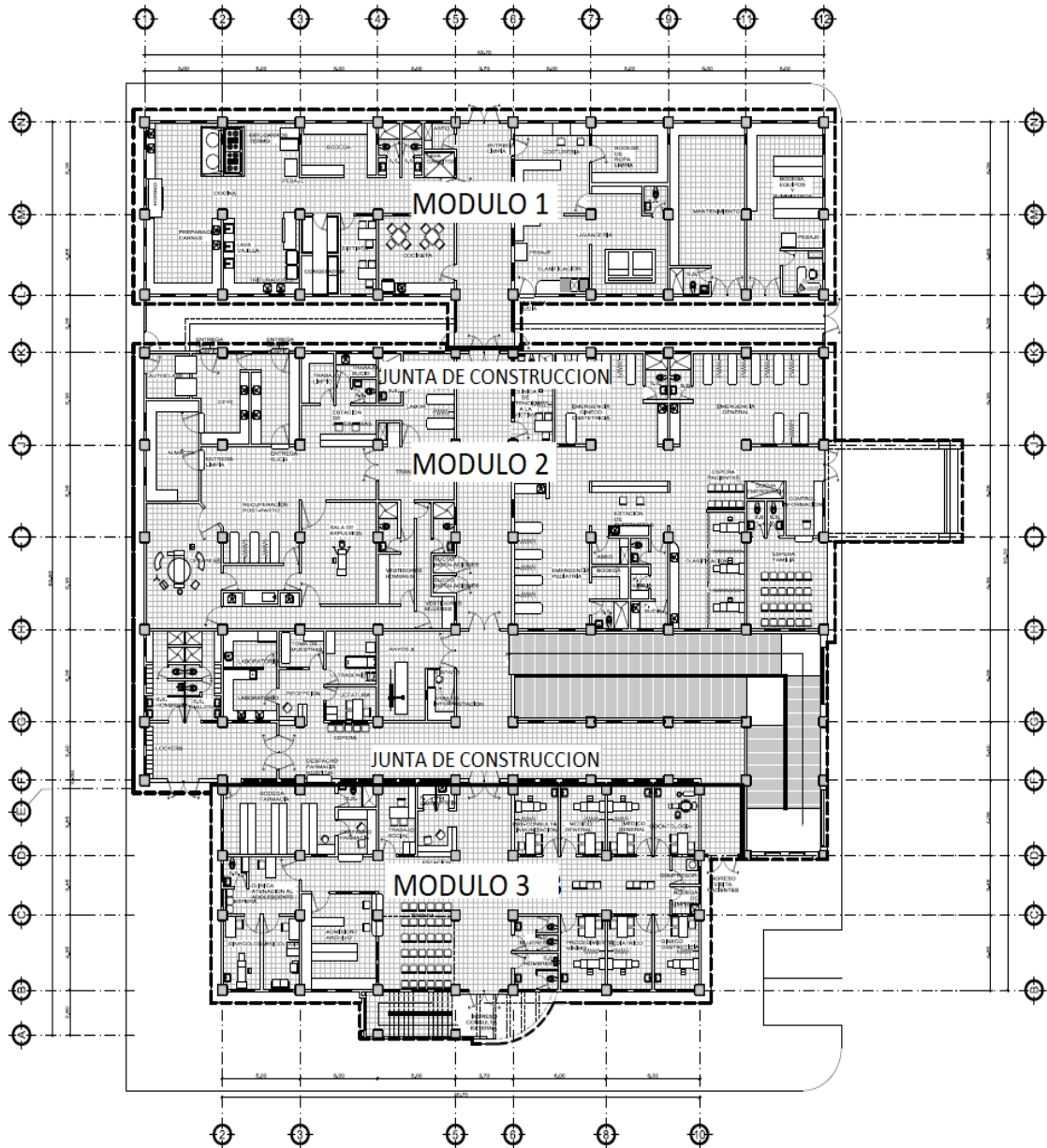
$$d = (0.06 \text{ a } 0,08) * L_n; \text{ y}$$
$$b_w = (1/3 \text{ a } 1/2) * d$$

2.3.1.2.3. Losas

El espesor de losas en dos sentidos (t) es comúnmente predimensionado por ingenieros estructurales en Guatemala por la relación del perímetro de losa en claros libres entre 180, por lo que, si es rectangular o cuadrada, el espesor estaría dado por:

$$t = (2L_a + 2L_b) / 180$$

Figura 25. Grilla y estructura de módulos



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD

2.3.2. Módulo 1

A continuación se presentan los predimensionamientos del módulo 1.

2.3.2.1. Predimensionamiento de losas

Al observar todas las losas de la edificación pueden verificarse que todas trabajan en dos direcciones puesto que la relación lado corto con respecto al lado largo (“m”) no es menor a 0,5, tal y como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla VIII. Relaciones La/Lb en losas

LOSA No.	m	LOSA No.	m	LOSA No.	m	LOSA No.	m
1.01	0,93	1.39	0,93	2.01	0,93	2.39	0,93
1.02	0,93	1.40	0,93	2.02	0,93	2.40	0,93
1.03	0,93	1.41	0,93	2.03	0,93	2.41	0,93
1.04	0,93	1.42	0,67	2.04	0,93	2.42	0,67
1.05	0,67	1.43	0,93	2.05	0,67	2.43	0,93
1.06	0,93	1.44	0,93	2.06	0,93	2.44	0,93
1.07	0,93	1.45	0,93	2.07	0,93	2.45	0,93
1.08	0,93	1.46	0,93	2.08	0,93	2.46	0,93
1.09	0,93	1.47	0,93	2.09	0,93	2.47	0,67
1.10	0,93	1.48	0,93	2.10	0,93	2.48	0,93
1.11	0,93	1.49	0,93	2.11	0,93	2.49	0,93
1.12	0,93	1.50	0,93	2.12	0,93	2.50	0,93
1.13	0,93	1.51	0,67	2.13	0,93	2.51	0,91
1.14	0,67	1.52	0,66	2.14	0,67	2.52	0,93
1.15	0,93	1.53	0,66	2.15	0,93	2.53	0,93
1.16	0,93	1.54	0,66	2.16	0,93	2.54	0,93
1.17	0,93	1.55	0,66	2.17	0,93	2.55	0,76
1.18	0,93	1.56	0,91	2.18	0,93	2.56	0,76
1.19	0,9	1.57	0,66	2.19	0,9	2.57	0,76
1.20	0,93	1.58	0,66	2.20	0,93	2.58	0,93
1.21	0,93	1.59	0,66	2.21	0,93	2.59	0,55
1.22	0,93	1.60	0,76	2.22	0,93	2.60	0,55
1.23	0,93	1.61	0,76	2.23	0,93	2.61	0,67
1.24	0,67	1.62	0,76	2.24	0,67	2.62	0,67
1.25	0,93	1.63	0,96	2.25	0,93	2.63	0,67
1.26	0,93	1.64	0,62	2.26	0,93	2.64	0,93
1.27	0,93	1.65	0,62	2.27	0,93	2.65	0,55
1.28	0,93	1.66	0,67	2.28	0,93	2.66	0,55
1.29	0,93	1.67	0,67	2.29	0,93	2.67	0,86
1.30	0,93	1.68	0,67	2.30	0,93	2.68	0,86
1.31	0,93	1.69	0,93	2.31	0,93	2.69	0,93
1.32	0,93	1.70	0,55	2.32	0,93	2.70	0,84
1.33	0,67	1.71	0,55	2.33	0,67	2.71	0,71
1.34	0,93	1.72	0,86	2.34	0,93	2.72	0,71
1.35	0,93	1.73	0,86	2.35	0,93	2.73	0,93
1.36	0,93	1.74	0,84	2.36	0,93		
1.37	0,93	1.75	0,71	2.37	0,93		
1.38	0,93	1.76	0,71	2.38	0,93		

Fuente: elaboración propia.

Por lo que se predimensionará la losa de la siguiente manera para despreciar el análisis de deformaciones permisibles y usando la losa crítica de análisis:

$$t = (2(5,00) + 2(5,35)) / 180 = \mathbf{0,12};$$
$$\& t \geq 4,90/36 = 0,14$$

A través de procesos iterativos se determinó que la sección de losa de 12cm de espesor es lo suficientemente apta para resistir los cortantes y esfuerzos flexionantes de las cargas de diseño.

2.3.2.2. Predimensionamiento de vigas

$$d = 0,08*4,90 = 0,40; \&$$
$$b_w = 0,5*(0,40) = 0,20$$

Posteriormente se realizó el análisis con los 3 casos críticos con su respectiva condición como especifica el ACI:

$$d_1 \geq 5,35/18,5 = 0,30$$
$$d_2 \geq 5,00/21 = 0,24 ;$$
$$d_3 \geq 3,35/8 = 0,42 \approx \mathbf{0,50}; \&$$
$$b_w = 0,5*(0,50) = \mathbf{0,25}$$

2.3.2.3. Predimensionamiento de columnas

Como se hizo énfasis anteriormente, el ACI 318-14 no establece dimensiones mínimas para el predimensionamiento de columnas, por lo que se

empleará un método empírico de predimensionamiento a través de cargas de diseño hospitalario (Ver tabla X y XI).

Tabla IX. **Cálculo de sobrecargas por nivel (SC)**

Tipo de carga	Losa de Entrepiso	Losa de Cubierta
Piso + acabados	100 kg/m ²	0
Instalaciones	25 kg/m ²	25 kg/m ²
Ductos y cielo falso	50 kg/m ²	50 kg/m ²
Impermeabilizantes	0	10 kg/m ²
Pañuelos	0	100 kg/m ²
Total	<u>175kg/m²</u>	<u>185 kg/m²</u>

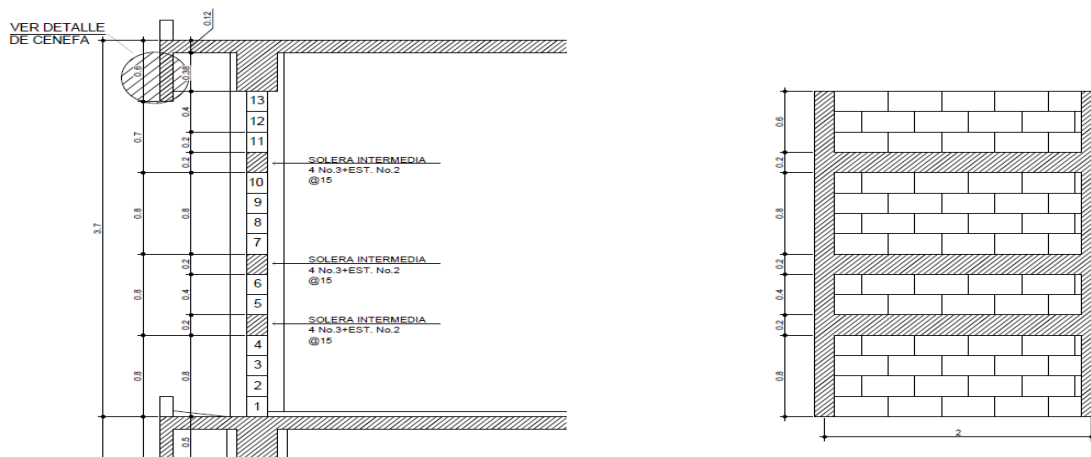
Fuente: elaboración propia.

2.3.2.3.1. Carga distribuida de muros

Para las tabicaciones y cerramientos se emplearán muros de mampostería Tipo B (f'm=100kg/cm²) según COGUANOR y los rangos de peso se establecen en la norma NTG 41054:

$$- W_{(\text{blocks})} = 20.91\text{kg/u} \cdot 12.5\text{u/m}^2 = 261.36\text{kg/m}^2$$

Figura 26. **Modulación típica en muros**

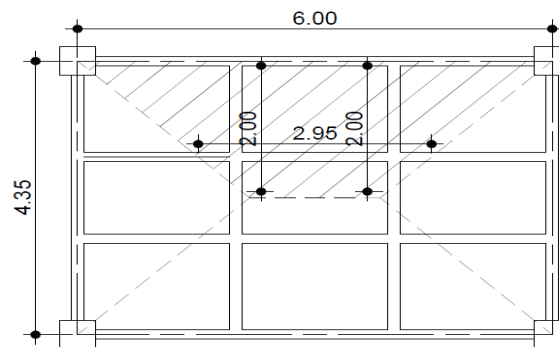


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$\begin{aligned}
 W_{(Cols)} &= 3,2\text{m} \cdot 0,15\text{m} \cdot 0,15\text{m} \cdot 2410\text{kg/m}^3 &= & 173,52\text{Kg} \\
 W_{(Soleras)} &= 1,85\text{m} \cdot 3 \cdot 0,20\text{m} \cdot 0,15\text{m} \cdot 2410\text{Kg/m}^3 &= & 401,27\text{Kg} \\
 W_{(Mamp)} &= 2,60\text{m} \cdot 1,85\text{m} \cdot 261,36\text{Kg/m}^3 &= & \underline{1\,257,14\text{Kg}} \\
 & & & 1\,831,93\text{Kg} \\
 W_{(Muros)} &= 1831,93\text{Kg} / (2,00\text{m} \cdot 3,20\text{m}) &= & 286,24\text{Kg/m}^2 \\
 W_{(Acabado)} &= 30\text{Kg/m}^2 + 30\text{Kg/m}^2 &= & \underline{60,00\text{Kg/m}^2} \\
 & & & 346,24\text{Kg/m}^2
 \end{aligned}$$

(Ambos lados con mortero y enlucido tipo monocapa)

Figura 27. **Factor de longitud en muros con caso crítico del proyecto**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Este factor surge para facilitar la estimación del peso real de los muros de mampostería a través del eje de análisis, puesto que la edificación tendrá tabiques divisorios entre ambientes y para esto se emplea el caso crítico en la losa de mayores dimensiones y considerando tres tabicaciones entre ejes:

$$\begin{aligned}
 FL &= (6,00\text{m} + 2,00\text{m} + 2,00\text{m} + 2,95\text{m}) / 6,00\text{m} = 2,16 \\
 W_{(Muros)*} &= W_{\text{muros}} \cdot FL = 346,24\text{Kg/m}^2 \cdot 2,16 = 747,88\text{Kg/m}^2 \approx \mathbf{750\text{Kg/m}^2}
 \end{aligned}$$

Con las cargas de diseño establecidas se continuará con el procedimiento para el predimensionamiento de columnas:

PU_{2do.nivel}

Área tributaria crítica = 25m²

$$\begin{aligned} \text{Losa} &= 0,12\text{m} \cdot 25\text{m}^2 \cdot 2 \cdot 410\text{kg/m}^3 &= 7\,230\text{kg} \\ \text{Vigas} &= 0,38\text{m} \cdot 0,25\text{m} \cdot 10\text{m} \cdot 2 \cdot 410\text{kg/m}^3 &= 2\,289,50\text{kg} \\ \text{Columna} &= \text{Ag} \cdot 3,7\text{m} \cdot 2410 \text{ kg/m}^3 &= 8\,917 \cdot \text{Ag} \\ \text{SC}_{(2\text{do}, \text{ Nivel})} &= 185\text{kg/m}^2 \cdot 25\text{m}^2 &= 4\,625\text{kg} \\ \text{LL} &= 600\text{kg/m}^2 \cdot 25\text{m}^2 &= 5\,000\text{kg} \end{aligned}$$

$$\Sigma P = \text{PU}_{2\text{do}, \text{ nivel}} = 19144,50\text{kg} + 8917\text{Ag}$$

PU_{1er.nivel}

Área tributaria crítica = 25m²

$$\begin{aligned} \text{Muros} &= 750\text{kg/m}^2 \cdot 3,70\text{m} \cdot 10,00\text{m} &= 27\,750\text{kg} \\ \text{Losa} &= 0,12\text{m} \cdot 25\text{m}^2 \cdot 2 \cdot 410\text{kg/m}^3 &= 7\,230\text{kg} \\ \text{Vigas} &= 0,38\text{m} \cdot 0,25\text{m} \cdot 10\text{m} \cdot 2 \cdot 410\text{kg/m}^3 &= 2\,289,50\text{kg} \\ \text{Columna} &= \text{Ag} \cdot 3,7\text{m} \cdot 2 \cdot 410 \text{ kg/m}^3 &= 12\,532 \cdot \text{Ag} \\ \text{SC}_{(1\text{er}, \text{ Nivel})} &= 175\text{kg/m}^2 \cdot 25\text{m}^2 &= 4\,375\text{kg} \\ \text{LL} &= 600\text{kg/m}^2 \cdot 25\text{m}^2 &= 15\,000\text{kg} \end{aligned}$$

$$\Sigma P = \text{PU}_{1\text{er}, \text{ nivel}} = 56\,644,50\text{kg} + 12\,532\text{Ag}$$

$$P_{\text{act}} = \text{PU}_{1\text{er}, \text{ nivel}} + \text{PU}_{2\text{do}, \text{ nivel}} = 75\,789 + 21\,449\text{Ag}$$

$$\text{Ag} = P_{\text{act}} / 0,17f_c$$

$$100^2 \text{ Ag} = (75\,789 + 21\,449\text{Ag}) / 0,17(281\text{kg/cm}^2)$$

$$\therefore \text{Ag} = 0,1661\text{m}^2$$

$$A_g = L^2 \rightarrow L = A_g^{0,5} = 0,1661^{0,5} = 0,41\text{m} \approx \mathbf{0,45\text{m}}$$

2.3.3. Módulo 2 y 3

Como se observa los módulos tienen sus longitudes de claro libre (L_n) de mayor longitud iguales (puesto que se emplearán columnas de la misma dimensión para no alterar la arquitectura de la estructura y establecer esfuerzos concentrados debido a la rigidez de los elementos). Por eso, se realizará un mismo cálculo para ambos predimensionamientos.

2.3.3.1. Predimensionamiento de losas

Como se observa, todas las losas son en dos sentidos, por lo que se predimensionará la losa de la siguiente manera:

$$t_2 = (2(5,00) + 2(5,35)) / 180 = \mathbf{0,12}$$

2.3.3.2. Predimensionamiento de vigas

$$d = 0,08 \cdot 4,90 = 0,40; \&$$

$$b_w = 0,5 \cdot (0,40) = 0,20$$

Posteriormente se realizó el análisis con los 3 casos que especifica el ACI 318-14:

$$d_1 \geq 5,35/18,5 = 0,30$$

$$d_2 \geq 5,00/21 = 0,24 ;$$

$$d_3 \geq 3,35/8 = 0,42 \approx \mathbf{0,50}; \&$$

$$b_w = 0,5 \cdot (0,50) = \mathbf{0,25}$$

2.3.3.3. Predimensionamiento de columnas

Para facilidad constructiva, procesos de planificación, estética y arquitectura, análisis y seguridad estructural se decidió emplear una dimensión de columnas de la misma dimensión que en el módulo 1; por lo tanto, las columnas para el Módulo 1, 2 y 3 serán de 45cm*45cm.

2.4. Análisis y diseño estructural

A continuación se procede a realizar todos los procedimientos para determinar los momentos y cortantes de diseño para los elementos estructurales.

2.4.1. Cargas de diseño

AGIES en su normativo de seguridad estructural, especifica las cargas de diseño aplicables a hospitales en la Tabla 3-1 de la norma NSE 2-10, por lo que para el diseño del CAP se emplearán las siguientes cargas de ocupación:

Tabla X. Cargas vivas de ocupación

HOSPITALES	
Pasillos	500 kg/m ²
Clínicas y encamamientos	250 kg/m ²
Servicios médicos y laboratorios	350 kg/m ²
Escaleras y rampas	500 kg/m ²
Cafetería y cocina	500 kg/m ²
Terraza con acceso	200 kg/m ²
BODEGAS	
Liviana	600 kg/m ²
LOSAS	
Losa final	185 kg/m ²
Losa de entrepiso	175 kg/m ²

Fuente: 3-1. AGIES NSE 2-10.

Además de las cargas vivas de ocupación, se emplearon las siguientes cargas muertas y sobrecargas de diseño con base en experiencia de diseñadores hospitalarios guatemaltecos:

Tabla XI. **Cargas muertas y sobrecargas de ocupación hospitalaria**

Piso + acabados	100 kg/m ²
Instalaciones	25 kg/m ²
Ductos y cielo falso	50 kg/m ²
Impermeabilizantes	10 kg/m ²
Pañuelos	100 kg/m ²
Muros + enlucidos (Factorados por configuración)	750 kg/m ²

Fuente: Recopilación de distribuidores de materiales guatemaltecos y AGIES.

2.4.2. Combinaciones de carga

Los códigos de construcción vigentes establecen combinaciones de cargas específicas que los miembros estructurales deben estar en capacidad de soportar para tratar de evitar el colapso de la edificación. Para el diseño del CAP se emplearán las combinaciones de carga propuestas por ACI 318-14, las cuales son las siguientes:

Tabla XII. **Combinaciones de carga aplicadas**

Combinación de carga	Carga primaria
U=1,4D	D
U=1,2D+1,6L	L
U=1,2D+/-1,0E+1,0L	E
U=0,9D+/-1,0E	E

Fuente: 5.3.1. ACI 318-14. p. 65.

2.4.3. Coeficiente sísmico – método AGIES

El siguiente método es el correspondientemente descrito en las normas de seguridad estructural (NSE) de AGIES para la determinación del coeficiente

sísmico de la región de Ixcán para, posteriormente, calcular el cortante basal en el análisis de la carga sísmica estática equivalente.

Lugar: Ixcán, Quiché

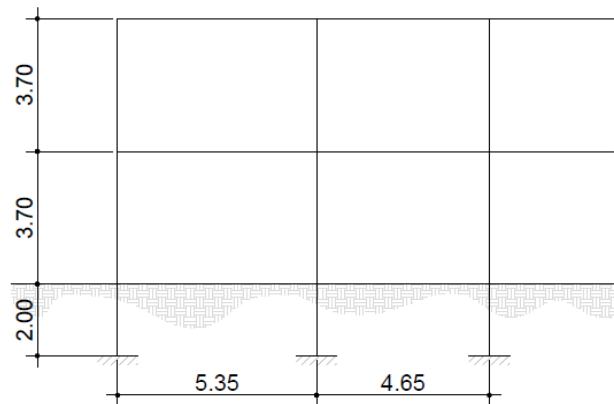
$$I_o = 3^a$$

$$S_{cr} = 0,90g$$

$$S_{1r} = 0,35g$$

Se empleará un desplante de cimentación (D_f) de 2,00m, por lo que la altura total de la edificación será la siguiente:

Figura 28. **Altura típica de la edificación**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$H_n = 2,00m + 3,70m(2u) = 9,40m$$

$$T_a = K_T(H_n)^X = 0,047 * 9,40^{0,9} = 0,35$$

Para un suelo suave y una clase de sitio de Tipo "E", una Fuente Sísmica de Tipo B y una distancia mayor de 15Km a la falla más cercana:

- $F_A = 1,0$
- $F_V = 2,6$

- $N_A = 1,0$
- $N_V = 1,0$
 - $S_{CS} = S_{cr} \cdot F_A \cdot N_A = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,90$
 - $S_{1s} = S_{1r} \cdot F_V \cdot N_V = 0,35 \cdot 2,6 \cdot 1,0 = 0,91$

Considerando un sismo severo

- $K_d = 0,80$
- $S_{cd} = K_d \cdot S_{CS} = 0,90 \cdot 0,80 = 0,72$
- $S_{1d} = K_d \cdot S_{1s} = 0,91 \cdot 0,80 = 0,73$
- $T_s = S_{1s} / S_{cd} = 0,91 / 0,72 = 1,26$

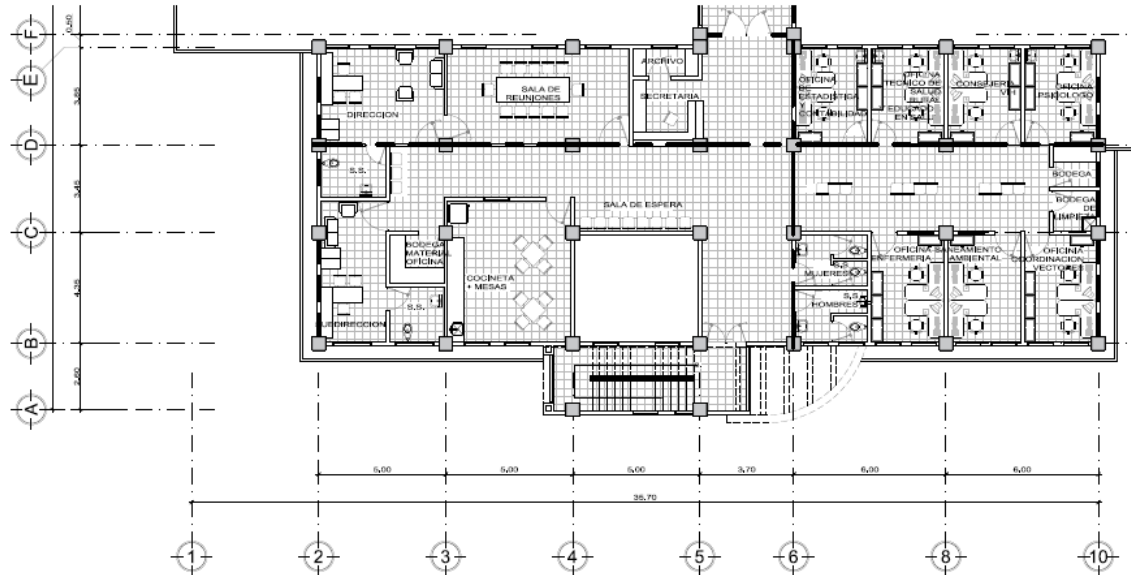
Debido a que no se cumple la condición en que el periodo empírico (T_a) es mayor al periodo de divisor de periodos cortos y largos (T_s), la demanda sísmica de diseño se determina de la siguiente manera:

- $S_a(T) = S_{cd} = 0,72$
 - $C_S = S_a(T) / R = 0,72 / 8,0 = 0,09$; &
 - $C_S \geq 0,75 \cdot K_d \cdot S_{1r} / R = 0,75 \cdot 0,80 \cdot 0,35 / 8,0 = 0,0328$ **(OK)**

2.4.4. Integración de carga

Al ser tres módulos distintos que conformarán la estructura del Centro de Atención Permanente, se realizarán un análisis por cada módulo.

Figura 31. Ejes críticos de análisis – Módulo 3



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

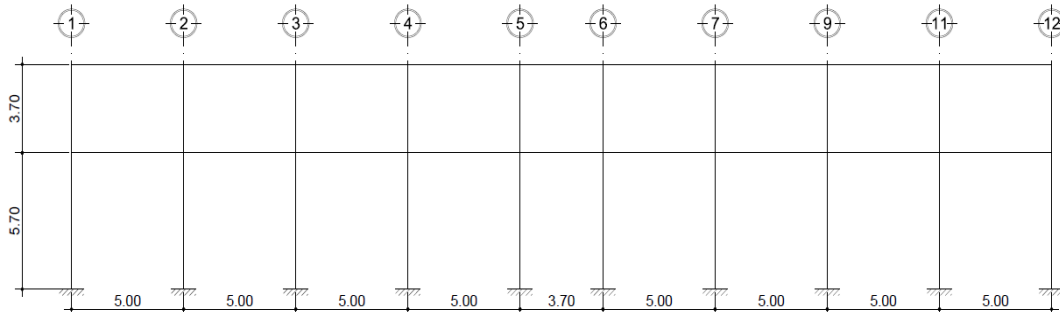
2.4.4.1. Módulo 1 – Eje X

Tabla XIII. Datos de integración

Espesor de losa	0,12m
Sección de columnas	0,45m * 0,45m
Sección de vigas	0,50m * 0,25m
Carga viva de techos	200 kg/m ²
Carga viva de bodega	600 kg/m ²
Peso volumétrico del concreto	2 410 kg/m ³
Peso distribuido de muros	750 kg/m ²
Peso muerto – 2da. planta	185 kg/m ²
Peso muerto – 1er. planta	175 kg/m ²
Carga viva – 2da. planta	200 kg/m ²
Carga viva – 1er. planta	600 kg/m ²
Carga Sobreimpuesta – 1er. planta	175 kg/m ²
Carga Sobreimpuesta – 2da. planta	185 kg/m ²

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Elevación Módulo 1 – Eje M



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD (Ver figura 27).

2.4.4.1.1. Tramo 1 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,00m;
- Área tributaria total (A_t) = 12,47m²
 - $W_{LOSA} = 12,47m^2 \cdot 0,12m \cdot 2 \cdot 410kg/m^3 / 5,00m = 721,27kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) \cdot 0,25m \cdot 2 \cdot 410kg/m^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 0$ (por ser Segundo nivel)
 - $W_{SDL} = 12,47m^2 \cdot 185kg/m^2 / 5,00m = 461,39kg/m$
 - $W_{LL} = 12,47m^2 \cdot 200kg/m^2 / 5,00m = 498,80kg/m$
 - $\Sigma W_{DL} = 1\,411,61kg/m$
 - $\Sigma W_{LL} = 498,80kg/m$

2.4.4.1.2. Tramo 2 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,70m;
- Área tributaria total (A_t) = 6,85m²

- $W_{LOSA} = 6,85 \cdot 0,12 \text{m} \cdot 2 \cdot 410 \text{kg/m}^3 / 3,70 \text{m} = 535,41 \text{kg/m}$
- $W_{VIGAS} = (0,50 \text{m} - 0,12 \text{m}) \cdot 0,25 \text{m} \cdot 2410 \text{kg/m}^3 = 228,95 \text{kg/m}$
- $W_{MUROS} = 0$ (por ser Segundo nivel)
- $W_{SDL} = 6,85 \text{m}^2 \cdot 185 \text{kg/m}^2 / 3,70 \text{m} = 342,50 \text{kg/m}$
- $W_{LL} = 6,85 \text{m}^2 \cdot 200 \text{kg/m}^2 / 3,70 \text{m} = 370,27 \text{kg/m}$

- $\sum W_{DL} = 1\ 106,86 \text{kg/m}$
- $\sum W_{LL} = 370,27 \text{kg/m}$

2.4.4.1.3. Tramo 1 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,00m;
- Área tributaria total (A_t) = 12,47m²
 - $W_{LOSA} = 12,47 \text{m}^2 \cdot 0,12 \text{m} \cdot 2 \cdot 410 \text{kg/m}^3 / 5,00 \text{m} = 721,27 \text{kg/m}$
 - $W_{VIGAS} = (0,50 \text{m} - 0,12 \text{m}) \cdot 0,25 \text{m} \cdot 2 \cdot 410 \text{kg/m}^3 = 228,95 \text{kg/m}$
 - $W_{MUROS} = 750 \text{kg/m}^2 \cdot 3,70 \text{m} = 2\ 775,00 \text{kg/m}$
 - $W_{SDL} = 12,47 \text{m}^2 \cdot 175 \text{kg/m}^2 / 5,00 \text{m} = 436,45 \text{kg/m}$
 - $W_{LL} = 12,47 \text{m}^2 \cdot 600 \text{kg/m}^2 / 5,00 \text{m} = 1\ 496,40 \text{kg/m}$

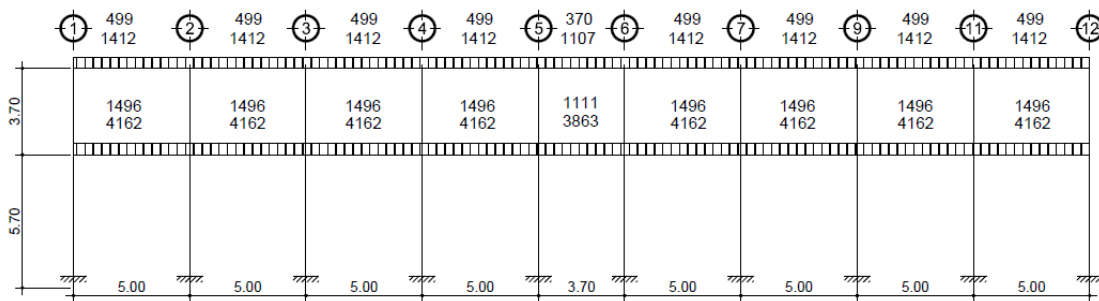
 - $\sum W_{DL} = 4\ 161,67 \text{kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 1\ 496,40 \text{kg/m}$

2.4.4.1.4. Tramo 2 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,70m;
- Área tributaria total (A_t) = 6,85m²

- $W_{LOSA} = 6,85 \cdot 0,12 \text{m} \cdot 2 \cdot 410 \text{kg/m}^3 / 3,70 \text{m} = 535,41 \text{kg/m}$
 - $W_{VIGAS} = (0,50 \text{m} - 0,12 \text{m}) \cdot 0,25 \text{m} \cdot 2 \cdot 410 \text{kg/m}^3 = 228,95 \text{kg/m}$
 - $W_{MUROS} = 750 \text{kg/m}^2 \cdot 3,70 \text{m} = 2\,775,00 \text{kg/m}$
 - $W_{SDL} = 6,85 \text{m}^2 \cdot 175 \text{kg/m}^2 / 3,70 \text{m} = 323,99 \text{kg/m}$
 - $W_{LL} = 6,85 \text{m}^2 \cdot 600 \text{kg/m}^2 / 3,70 \text{m} = 1\,110,81 \text{kg/m}$
- $\Sigma W_{DL} = 3\,863,35 \text{kg/m}$
 - $\Sigma W_{LL} = 1\,110,81 \text{kg/m}$

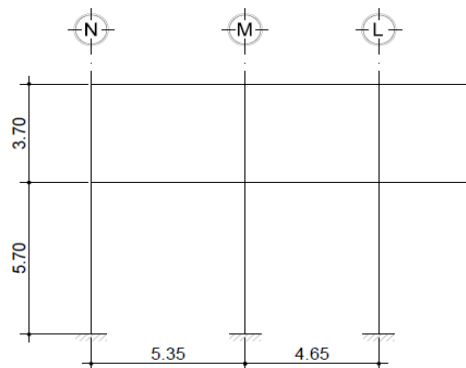
Figura 33. Distribución de carga – Eje M (Kg/m)



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD (Ver figura 27).

2.4.4.2. Módulo 1 – Eje Y

Figura 34. Elevación Módulo 1 – Eje 5



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD (Ver figura 27).

2.4.4.2.1. Tramo 1 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,35m;
- Área tributaria total (A_t) = 13,61m²
 - $W_{LOSA} = 13,61m^2 * 0,12m * 2410kg/m^3 / 5,35m = 735,70kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2410kg/m^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 0$ (por ser Segundo nivel)
 - $W_{SDL} = 13,61m^2 * 185kg/m^2 / 5,35m = 470,63kg/m$
 - $W_{LL} = 13,61m^2 * 200kg/m^2 / 5,35m = 508,79kg/m$
 - $\sum W_{DL} = 1\ 435,28kg/m$
 - $\sum W_{LL} = 508,79kg/m$

2.4.4.2.2. Tramo 2 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 4,65m;
- Área tributaria total (A_t) = 10,59m²
 - $W_{LOSA} = 10,59m^2 * 0,12m * 2410kg/m^3 / 4,65m = 658,63kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2\ 410kg/m^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 0$ (por ser Segundo nivel)
 - $W_{SDL} = 10,59m^2 * 185kg/m^2 / 4,65m = 421,32kg/m$
 - $W_{LL} = 10,59m^2 * 200kg/m^2 / 4,65m = 455,48kg/m$
 - $\sum W_{DL} = 1\ 308,90kg/m$
 - $\sum W_{LL} = 455,48kg/m$

2.4.4.2.3. Tramo 3 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,35m;
- Área tributaria total (A_t) = 2,81m²
 - $W_{LOSA} = 2,81m^2 * 0,12m * 2 \text{ 410kg/m}^3 / 3,35m = 242,58kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2 \text{ 410kg/m}^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 0$ (por ser Segundo nivel)
 - $W_{SDL} = 2,81m^2 * 185kg/m^2 / 3,35m = 155,18kg/m$
 - $W_{LL} = 2,81m^2 * 200kg/m^2 / 3,35m = 167,76kg/m$
 - $\sum W_{DL} = 626,71kg/m$
 - $\sum W_{LL} = 167,76kg/m$

2.4.4.2.4. Tramo 1 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,35m;
- Área tributaria total (A_t) = 13,61m²
 - $W_{LOSA} = 13,61m^2 * 0,12m * 2 \text{ 410kg/m}^3 / 5,35m = 735,70kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2 \text{ 410kg/m}^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 750kg/m^2 * 3,70m = 2 \text{ 775,00kg/m}$
 - $W_{SDL} = 13,61m^2 * 187kg/m^2 / 5,35m = 508,79kg/m$
 - $W_{LL} = 13,61m^2 * 200kg/m^2 / 5,35m = 1 \text{ 526,36kg/m}$
 - $\sum W_{DL} = 4 \text{ 248,44kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 1 \text{ 526,36kg/m}$

2.4.4.2.5. Tramo 2 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 4,65m;
- Área tributaria total (A_t) = 10,59m²
 - $W_{LOSA} = 10,59m^2 * 0,12m * 2 \text{ 410kg/m}^3 / 4,65m = 658,63kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2 \text{ 410kg/m}^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 750kg/m^2 * 3,70m = 2 \text{ 775,00kg/m}$
 - $W_{SDL} = 10,59m^2 * 175kg/m^2 / 4,65m = 398,55kg/m$
 - $W_{LL} = 10,59m^2 * 600kg/m^2 / 4,65m = 1 \text{ 366,45kg/m}$

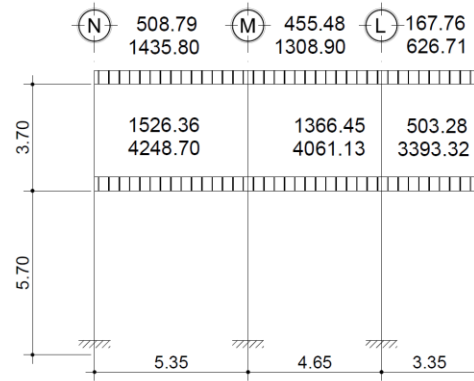
 - $\sum W_{DL} = 4 \text{ 061,13kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 1 \text{ 366,45kg/m}$

2.4.4.2.6. Tramo 3 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,35m;
- Área tributaria total (A_t) = 2,81m²
 - $W_{LOSA} = 2,81m^2 * 0,12m * 2 \text{ 410kg/m}^3 / 3,35m = 242,58kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2 \text{ 410kg/m}^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 750kg/m^2 * 3,70m = 2 \text{ 775,00kg/m}$
 - $W_{SDL} = 2,81m^2 * 175kg/m^2 / 3,35m = 146,79kg/m$
 - $W_{LL} = 2,81m^2 * 600kg/m^2 / 3,35m = 503,28kg/m$

 - $\sum W_{DL} = 3 \text{ 393,32kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 503,28kg/m$

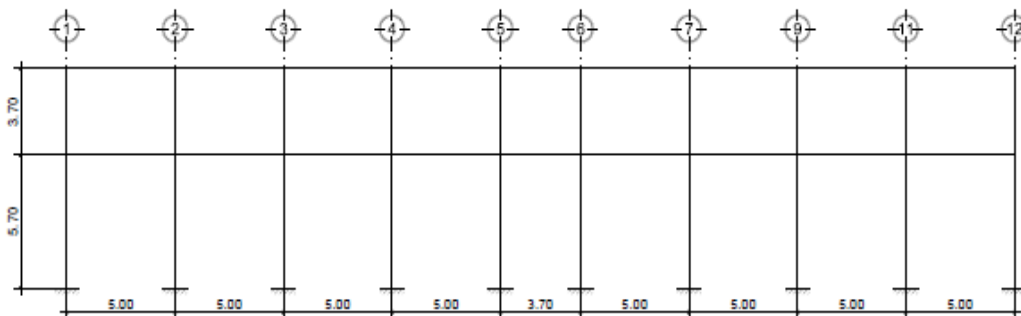
Figura 35. Distribución de carga – Eje 5 (Kg/m)



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD (Ver figura 27).

2.4.4.3. Módulo 2 – Eje X

Figura 36. Elevación Módulo 2 – Eje J



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD (Ver figura 28).

2.4.4.3.1. Tramo 1 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,00m;
- Área tributaria total (A_t) = 12,50m²
 - $W_{LOSA} = 12,5m^2 * 0,12m * 2410kg/m^3 / 5,00m = 723,00kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2410kg/m^3 = 228,95kg/m$

- $W_{\text{MUROS}} = 0$ (por ser segundo nivel)
- $W_{\text{SDL}} = 12,5\text{m}^2 \cdot 185\text{kg/m}^2 / 5,00\text{m} = 462,50\text{kg/m}$
- $W_{\text{LL}} = 12,5\text{m}^2 \cdot 200\text{kg/m}^2 / 5,00\text{m} = 500,00\text{kg/m}$
- $\sum W_{\text{DL}} = 1\,414,45\text{kg/m}$
- $\sum W_{\text{LL}} = 500,00\text{kg/m}$

2.4.4.3.2. Tramo 2 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,70m;
- Área tributaria total (A_t) = 6,85m²
 - $W_{\text{LOSA}} = 6,85\text{m}^2 \cdot 0,12\text{m} \cdot 2\,410\text{kg/m}^3 / 3,70\text{m} = 535,41\text{kg/m}$
 - $W_{\text{VIGAS}} = (0,50\text{m} - 0,12\text{m}) \cdot 0,25\text{m} \cdot 2410\text{kg/m}^3 = 228,95\text{kg/m}$
 - $W_{\text{MUROS}} = 0$ (por ser segundo nivel)
 - $W_{\text{SDL}} = 6,85\text{m}^2 \cdot 185\text{kg/m}^2 / 3,70\text{m} = 342,50\text{kg/m}$
 - $W_{\text{LL}} = 6,85\text{m}^2 \cdot 200\text{kg/m}^2 / 3,70\text{m} = 370,27\text{kg/m}$
 - $\sum W_{\text{DL}} = 1\,106,86\text{kg/m}$
 - $\sum W_{\text{LL}} = 370,27\text{kg/m}$

2.4.4.3.3. Tramo 1 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,00m;
- Área tributaria total (A_t) = 12,50m²
 - $W_{\text{LOSA}} = 12,50\text{m}^2 \cdot 0,12\text{m} \cdot 2\,410\text{kg/m}^3 / 5,00\text{m} = 723,00\text{kg/m}$
 - $W_{\text{VIGAS}} = (0,50\text{m} - 0,12\text{m}) \cdot 0,25\text{m} \cdot 2\,410\text{kg/m}^3 = 228,95\text{kg/m}$
 - $W_{\text{MUROS}} = 750\text{kg/m}^2 \cdot 3,70\text{m} = 2\,775,00\text{kg/m}$

- $W_{SDL} = 12,50m^2 \cdot 175kg/m^2 / 5,00m = 437,50kg/m$
- $W_{LL} = 12,50m^2 \cdot 400kg/m^2 / 5,00m = 1000,00kg/m$

- $\Sigma W_{DL} = 4\ 164,45kg/m$
- $\Sigma W_{LL} = 1\ 000,00kg/m$

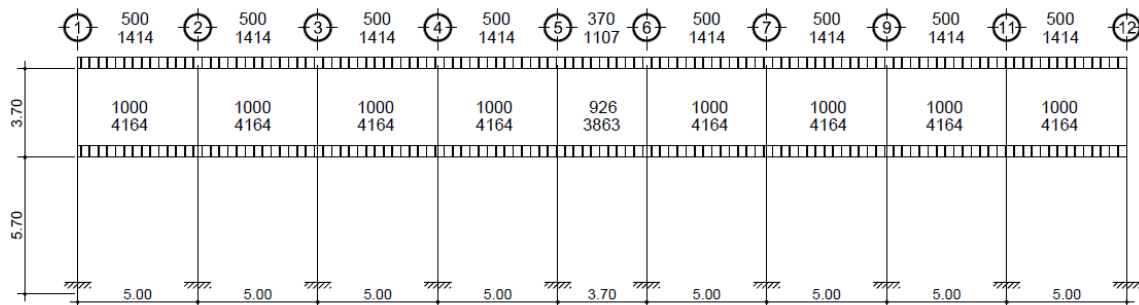
2.4.4.3.4. Tramo 2 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,70m;
- Área tributaria total (A_t) = 6,85m²

- $W_{LOSA} = 6,85m^2 \cdot 0,12m \cdot 2\ 410kg/m^3 / 3,70m = 535,41kg/m$
- $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) \cdot 0,25m \cdot 2\ 410kg/m^3 = 228,95kg/m$
- $W_{MUROS} = 750kg/m^2 \cdot 3,70m = 2\ 775,00kg/m$
- $W_{SDL} = 6,85m^2 \cdot 175kg/m^2 / 3,70m = 323,99kg/m$
- $W_{LL} = 6,85m^2 \cdot 500kg/m^2 / 3,70m = 925,68kg/m$

- $\Sigma W_{DL} = 3\ 863,35kg/m$
- $\Sigma W_{LL} = 925,68kg/m$

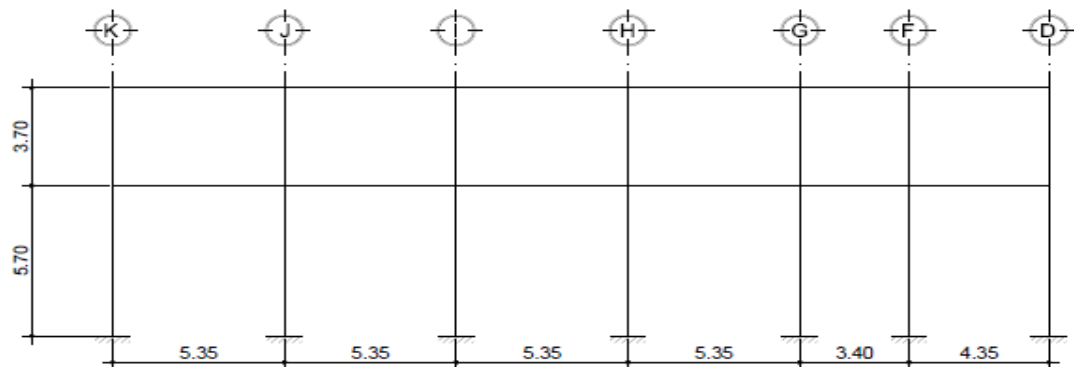
Figura 37. Distribución de carga – Eje J (Kg/m)



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD (Ver figura 28).

2.4.4.4. Módulo 2 – Eje Y

Figura 38. Elevación módulo 2 – Eje 11



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD (Ver figura 28).

2.4.4.4.1. Tramo 1 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,35m;
- Área tributaria total (A_t) = 14,25m²
 - $W_{LOSA} = 14,25m^2 * 0,12m * 2410kg/m^3 / 5,35m = 770,27kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2410kg/m^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 0$ (por ser Segundo nivel)
 - $W_{SDL} = 14,25m^2 * 185kg/m^2 / 5,35m = 492,76kg/m$
 - $W_{LL} = 14,25m^2 * 200kg/m^2 / 5,35m = 532,71kg/m$
 - $\sum W_{DL} = 1461,98kg/m$
 - $\sum W_{LL} = 532,71kg/m$

2.4.4.4.2. Tramo 2 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,35m;
- Área tributaria total (A_t) = 14,25m²

- Nota: el tramo 2 posee características semejantes al tramo 1, la única variación es la carga viva en la losa de primer nivel, por lo que la única variante será la carga viva en el primer nivel:
 - $\sum W_{DL} = 1\,461,98\text{kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 532,71\text{kg/m}$

2.4.4.4.3. Tramo 3 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,40m;
- Área tributaria total (A_t) = 5,78m²

- $W_{LOSA} = 5,78\text{m}^2 \cdot 0,12\text{m} \cdot 2\,410\text{kg/m}^3 / 3,40\text{m} = 491,64\text{kg/m}$
- $W_{VIGAS} = (0,50\text{m} - 0,12\text{m}) \cdot 0,25\text{m} \cdot 2\,410\text{kg/m}^3 = 228,95\text{kg/m}$
- $W_{MUROS} = 0$ (por ser segundo nivel)
- $W_{SDL} = 5,78\text{m}^2 \cdot 185\text{kg/m}^2 / 3,40\text{m} = 314,50\text{kg/m}$
- $W_{LL} = 5,78\text{m}^2 \cdot 200\text{kg/m}^2 / 3,40\text{m} = 340,00\text{kg/m}$

- $\sum W_{DL} = 1\,035,09\text{kg/m}$
- $\sum W_{LL} = 340,00\text{kg/m}$

2.4.4.4. Tramo 4 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,85m;
- Área tributaria total (A_t) = 3,71m²
 - $W_{LOSA} = 3,71m^2 * 0,12m * 2410kg/m^3 / 3,85m = 278,68kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2 * 410kg/m^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 0$ (por ser segundo nivel)
 - $W_{SDL} = 3,71m^2 * 185kg/m^2 / 3,85m = 178,27kg/m$
 - $W_{LL} = 3,71m^2 * 200kg/m^2 / 3,85m = 192,73kg/m$

 - $\sum W_{DL} = 685,90kg/m$
 - $\sum W_{LL} = 192,73kg/m$

2.4.4.5. Tramo 1 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,35m;
- Área tributaria total (A_t) = 14,25m²
 - $W_{LOSA} = 14,25m^2 * 0,12m * 2 * 410kg/m^3 / 5,35m = 770,30kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2 * 410kg/m^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 750kg/m^2 * 3,70m = 2775,00kg/m$
 - $W_{SDL} = 14,25m^2 * 175kg/m^2 / 5,35m = 466,12kg/m$
 - $W_{LL} = 14,25m^2 * 300kg/m^2 / 5,35m = 799,07kg/m$

 - $\sum W_{DL} = 4240,37kg/m$
 - $\sum W_{LL} = 799,07kg/m$

2.4.4.4.6. Tramo 2 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,35m;
- Área tributaria total (A_t) = 14,25m²

- Nota: el tramo 2 posee características semejantes al tramo 1, la única variación es la carga viva en la losa de primer nivel, por lo que la única variante será la carga viva en el primer nivel:
 - $W_{LL} = 14,25m^2 * 500kg/m^2 / 5,35m = 1\ 331,78kg/m$
 - $\sum W_{DL} = 4\ 240,37kg/m$
 - $\sum W_{LL} = 1\ 331,78kg/m$

2.4.4.4.7. Tramo 3 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,40m;
- Área tributaria total (A_t) = 5,78m²

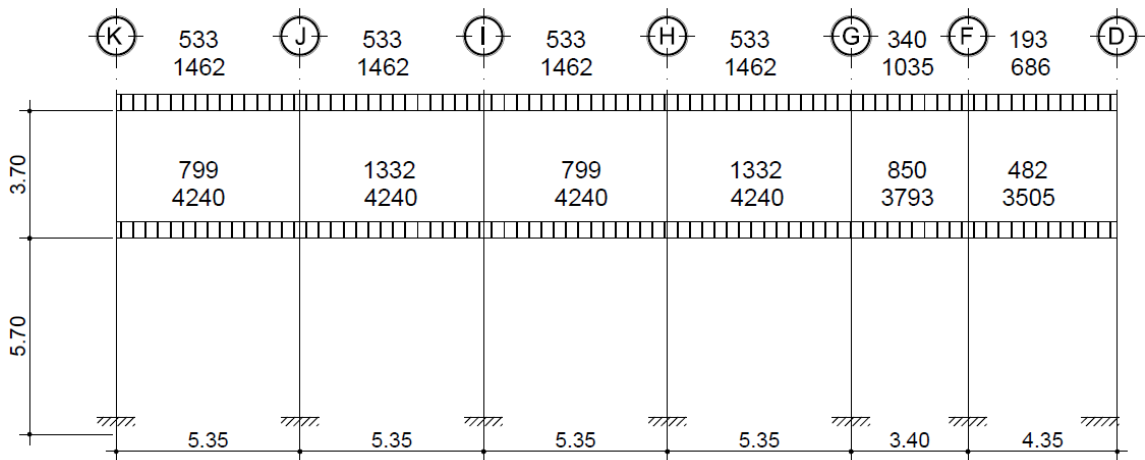
- $W_{LOSA} = 5,78m^2 * 0,12m * 2\ 410kg/m^3 / 3,40m = 491,64kg/m$
- $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2\ 410kg/m^3 = 228,95kg/m$
- $W_{MUROS} = 750kg/m^2 * 3,70m = 2\ 775,00kg/m$
- $W_{SDL} = 5,78m^2 * 175kg/m^2 / 3,40m = 297,50kg/m$
- $W_{LL} = 5,78m^2 * 500kg/m^2 / 3,40m = 850,00kg/m$

- $\sum W_{DL} = 3\ 793,09kg/m$
- $\sum W_{LL} = 850,00kg/m$

2.4.4.4.8. Tramo 4 (Primer Nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,85m;
- Área tributaria total (A_t) = 3,71m²
 - $W_{LOSA} = 3,71m^2 * 0,12m * 2410kg/m^3 / 3,80m = 282,35kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2410kg/m^3 = 278,68kg/m$
 - $W_{MUROS} = 750kg/m^2 * 3,70m = 2775,00kg/m$
 - $W_{SDL} = 3,71m^2 * 175kg/m^2 / 3,85m = 168,64kg/m$
 - $W_{LL} = 3,71m^2 * 500kg/m^2 / 3,85m = 481,82kg/m$
- $\sum W_{DL} = 3504,67kg/m$
- $\sum W_{LL} = 481,82kg/m$

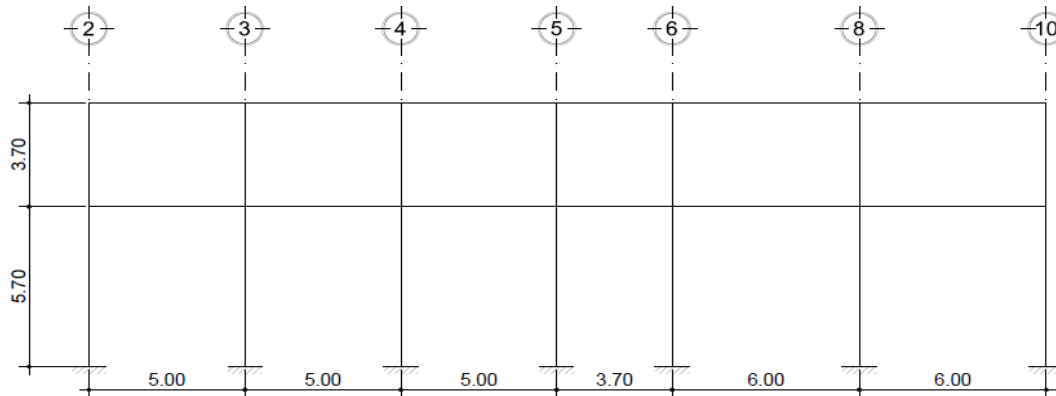
Figura 39. Distribución de carga – Eje 11 (Kg/m)



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD (Ver figura 28).

2.4.4.5. Módulo 3 – Eje X

Figura 40. Elevación Módulo 3 – Eje D



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD (Ver figura 29).

2.4.4.5.1. Tramo 1 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,00m;
- Área tributaria total (A_t) = 11,57m²
 - $W_{LOSA} = 11,57m^2 \cdot 0,12m \cdot 2 \cdot 410kg/m^3 / 5,00m = 669,21kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) \cdot 0,25m \cdot 2 \cdot 410kg/m^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 0$ (por ser segundo nivel)
 - $W_{SDL} = 11,57m^2 \cdot 185kg/m^2 / 5,00m = 428,09kg/m$
 - $W_{LL} = 11,57m^2 \cdot 200kg/m^2 / 5,00m = 462,80kg/m$
 - $\sum W_{DL} = 1\,326,25kg/m$
 - $\sum W_{LL} = 462,80kg/m$

2.4.4.5.2. Tramo 2 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,00m;
- Área tributaria total (A_t) = 11,57m²

- Nota: el tramo 2 posee características semejantes al tramo 1, la única variación es la carga viva en la losa de primer nivel, por lo que la única variante será la carga viva en el primer nivel:
 - $\sum W_{DL} = 1\,326,25\text{kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 462,80\text{kg/m}$

2.4.4.5.3. Tramo 3 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,00m;
- Área tributaria total (A_t) = 11,57m²

- Nota: el tramo 3 posee características semejantes al tramo 1 y 2, la única variación es la carga viva en la losa de primer nivel, por lo que la única variante será la carga viva en el primer nivel:
 - $\sum W_{DL} = 1\,469,11\text{kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 462,80\text{kg/m}$

2.4.4.5.4. Tramo 4 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,70m;
- Área tributaria total (A_t) = 6,83m²
 - $W_{LOSA} = 6,83m^2 * 0,12m * 2 \text{ 410kg/m}^3 / 3,70m = 533,85kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2 \text{ 410kg/m}^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 0$ (por ser segundo nivel)
 - $W_{SDL} = 6,83m^2 * 185kg/m^2 / 3,70m = 341,50kg/m$
 - $W_{LL} = 6,83m^2 * 200kg/m^2 / 3,70m = 369,19kg/m$
 - $\sum W_{DL} = 1 \text{ 104,30kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 369,19kg/m$

2.4.4.5.5. Tramo 5 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 6,00m;
- Área tributaria total (A_t) = 15,22m²
 - $W_{LOSA} = 15,22m^2 * 0,12m * 2 \text{ 410kg/m}^3 / 6,00m = 733,60kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2 \text{ 410kg/m}^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 0$ (por ser segundo nivel)
 - $W_{SDL} = 15,22m^2 * 185kg/m^2 / 6,00m = 469,28kg/m$
 - $W_{LL} = 15,22m^2 * 200kg/m^2 / 6,00m = 507,33kg/m$
 - $\sum W_{DL} = 1 \text{ 431,83kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 507,33kg/m$

2.4.4.5.6. Tramo 1 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,00m;
- Área tributaria total (A_t) = 11,57m²
 - $W_{LOSA} = 11,57m^2 * 0,12m * 2 \text{ 410kg/m}^3 / 5,00m = 669,21kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2 \text{ 410kg/m}^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 750kg/m^2 * 3,70m = 2 \text{ 775,00kg/m}$
 - $W_{SDL} = 11,57m^2 * 175kg/m^2 / 5,00m = 404,95kg/m$
 - $W_{LL} = 11,57m^2 * 300kg/m^2 / 5,00m = 694,20kg/m$

 - $\sum W_{DL} = 4 \text{ 078,11kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 694,20kg/m$

2.4.4.5.7. Tramo 2 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,00m;
- Área tributaria total (A_t) = 11,57m²

- Nota: el tramo 2 posee características semejantes al tramo 1, la única variación es la carga viva en la losa de primer nivel, por lo que la única variante será la carga viva en el primer nivel:
 - $W_{LL} = 11,57m^2 * 500kg/m^2 / 5,00m = 1 \text{ 157,00kg/m}$

 - $\sum W_{DL} = 4 \text{ 078,11kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 1 \text{ 157,00kg/m}$

2.4.4.5.8. Tramo 3 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 5,00m;
- Área tributaria total (A_t) = 11,57m²

- Nota: el tramo 3 posee características semejantes al tramo 1 y 2, la única variación es la carga viva en la losa de primer nivel, por lo que la única variante será la carga viva en el primer nivel:
 - $W_{LL1} = 5,92\text{m}^2 \cdot 300\text{kg/m}^2 / 5,00\text{m} = 355,16\text{kg/m}$
 - $W_{LL2} = 5,65\text{m}^2 \cdot 500\text{kg/m}^2 / 5,00\text{m} = 564,94\text{kg/m}$
 - $\sum W_{DL} = 4\,078,11\text{kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 920,10\text{kg/m}$

2.4.4.5.9. Tramo 4 (Primer Nivel)

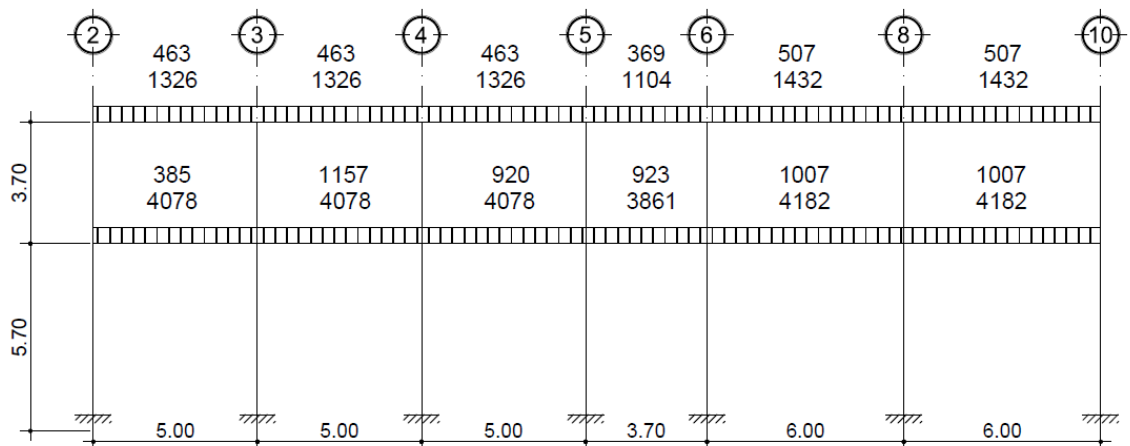
- Longitud de tramo (L)= 3,70m;
- Área tributaria total (A_t) = 6,83m²

- $W_{LOSA} = 6,83\text{m}^2 \cdot 0,12\text{m} \cdot 2\,410\text{kg/m}^3 / 3,70\text{m} = 533,85\text{kg/m}$
- $W_{VIGAS} = (0,50\text{m} - 0,12\text{m}) \cdot 0,25\text{m} \cdot 2\,410\text{kg/m}^3 = 228,95\text{kg/m}$
- $W_{MUROS} = 750\text{kg/m}^2 \cdot 3,70\text{m} = 2\,775,00\text{kg/m}$
- $W_{SDL} = 6,83\text{m}^2 \cdot 175\text{kg/m}^2 / 3,70\text{m} = 323,04\text{kg/m}$
- $W_{LL} = 6,83\text{m}^2 \cdot 500\text{kg/m}^2 / 3,70\text{m} = 922,97\text{kg/m}$
 - $\sum W_{DL} = 3\,860,84\text{kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 922,97\text{kg/m}$

2.4.4.5.10. Tramo 5 (Primer Nivel)

- Longitud de tramo (L)= 6,00m;
- Área tributaria total (A_t) = 15,22m²
 - $W_{LOSA} = 15,22m^2 * 0,12m * 2 \cdot 410kg/m^3 / 6,00m = 733,60kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2 \cdot 410kg/m^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 750kg/m^2 * 6,00m = 2 \cdot 775,00kg/m$
 - $W_{SDL} = 15,22m^2 * 175kg/m^2 / 6,00m = 443,92kg/m$
 - $W_{LL1} = 7,8444m^2 * 500kg/m^2 / 6,00m = 392,22kg/m$
 - $W_{LL2} = 7,3744m^2 * 300kg/m^2 / 6,00m = 614,53kg/m$
- $\sum W_{DL} = 4 \cdot 181,50kg/m$
- $\sum W_{LL} = 1 \cdot 006,75kg/m$

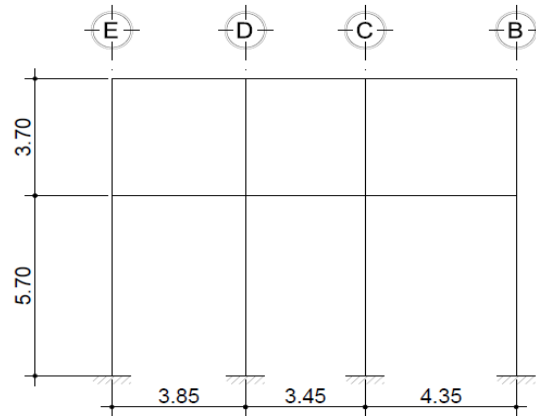
Figura 41. Distribución de carga – Eje D (Kg/m)



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD (Ver figura 29).

2.4.4.6. Módulo 3 – Eje Y

Figura 42. Elevación Módulo 3 – Eje 6



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD (Ver figura 29).

2.4.4.6.1. Tramo 1 (Segundo Nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,85m;
- Área tributaria total (A_t) = 7,42m²
 - $W_{LOSA} = 7,42m^2 * 0,12m * 2 \cdot 410kg/m^3 / 3,85m = 557,37kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2 \cdot 410kg/m^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 0$ (por ser segundo nivel)
 - $W_{SDL} = 7,42m^2 * 185kg/m^2 / 3,85m = 356,55kg/m$
 - $W_{LL} = 7,42m^2 * (200kg/m^2) / 3,85m = 385,45kg/m$

 - $\sum W_{DL} = 1\,142,87kg/m$
 - $\sum W_{LL} = 385,45kg/m$

2.4.4.6.2. Tramo 2 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,45m;
- Área tributaria total (A_t) = 5,96m²
 - $W_{LOSA} = 5,96m^2 * 0,12m * 2 \text{ 410kg/m}^3 / 3,45m = 499,60\text{kg/m}$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2 \text{ 410kg/m}^3 = 228,95\text{kg/m}$
 - $W_{MUROS} = 0$ (por ser segundo nivel)
 - $W_{SDL} = 5,96m^2 * 185\text{kg/m}^2 / 3,45m = 319,59\text{kg/m}$
 - $W_{LL} = 5,96m^2 * 200\text{kg/m}^2 / 3,45m = 345,51\text{kg/m}$
 - $\sum W_{DL} = 1\ 048,14\text{kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 345,51\text{kg/m}$

2.4.4.6.3. Tramo 3 (segundo nivel)

- Longitud de tramo (L)= 4,35m;
- Área tributaria total (A_t) = 9,46m²
 - $W_{LOSA} = 9,46m^2 * 0,12m * 2 \text{ 410kg/m}^3 / 4,35m = 628,93\text{kg/m}$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) * 0,25m * 2 \text{ 410kg/m}^3 = 228,95\text{kg/m}$
 - $W_{MUROS} = 0$ (por ser segundo nivel)
 - $W_{SDL} = 9,46m^2 * 185\text{kg/m}^2 / 4,35m = 402,32\text{kg/m}$
 - $W_{LL} = 9,46m^2 * 200\text{kg/m}^2 / 4,35m = 434,94\text{kg/m}$
 - $\sum W_{DL} = 1\ 260,20\text{kg/m}$
 - $\sum W_{LL} = 402,32\text{kg/m}$

2.4.4.6.4. Tramo 1 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,85m;
- Área tributaria total (A_t) = 7,42m²
 - $W_{LOSA} = 7,42m^2 \cdot 0,12m \cdot 2 \cdot 410kg/m^3 / 3,85m = 557,37kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) \cdot 0,25m \cdot 2 \cdot 410kg/m^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 750kg/m^2 \cdot 3,70m = 2\,775,00kg/m$
 - $W_{SDL} = 7,42m^2 \cdot 175kg/m^2 / 3,85m = 337,27kg/m$
 - $W_{LL} = 7,42m^2 \cdot (500 + 350kg/m^2) / 2(3,85m) = 819,09kg/m$
 - $\sum W_{DL} = 3\,898,59kg/m$
 - $\sum W_{LL} = 819,09kg/m$

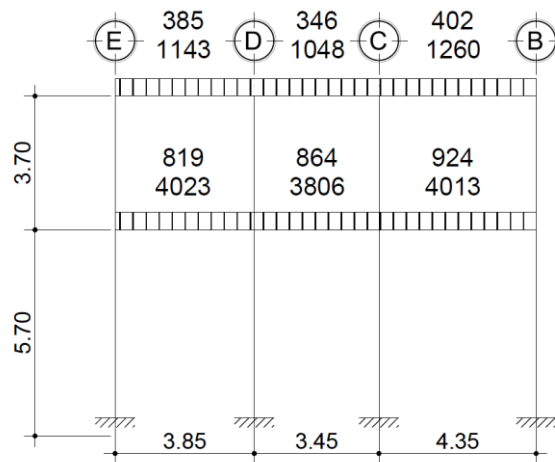
2.4.4.6.5. Tramo 2 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 3,45m;
- Área tributaria total (A_t) = 5,96m²
 - $W_{LOSA} = 5,96m^2 \cdot 0,12m \cdot 2410kg/m^3 / 3,45m = 499,60kg/m$
 - $W_{VIGAS} = (0,50m - 0,12m) \cdot 0,25m \cdot 2410kg/m^3 = 228,95kg/m$
 - $W_{MUROS} = 750kg/m^2 \cdot 3,45m = 2\,587,50kg/m$
 - $W_{SDL} = 5,96m^2 \cdot 175kg/m^2 / 3,45m = 302,32kg/m$
 - $W_{LL} = 5,96m^2 \cdot 500kg/m^2 / 3,45m = 863,77kg/m$
 - $\sum W_{DL} = 3\,805,87kg/m$
 - $\sum W_{LL} = 863,77kg/m$

2.4.4.6.6. Tramo 3 (primer nivel)

- Longitud de tramo (L)= 4,35m;
- Área tributaria total (A_t) = 9,46m²
 - $W_{\text{LOSA}} = 9,46\text{m}^2 \cdot 0,12\text{m} \cdot 2 \cdot 410\text{kg/m}^3 / 4,35\text{m} = 628,93\text{kg/m}$
 - $W_{\text{VIGAS}} = (0,50\text{m} - 0,12\text{m}) \cdot 0,25\text{m} \cdot 2 \cdot 410\text{kg/m}^3 = 228,95\text{kg/m}$
 - $W_{\text{MUROS}} = 750\text{kg/m}^2 \cdot 4,35\text{m} = 2\,775,00\text{kg/m}$
 - $W_{\text{SDL}} = 9,46\text{m}^2 \cdot 175\text{kg/m}^2 / 4,35\text{m} = 380,57\text{kg/m}$
 - $W_{\text{LL}} = 7,42\text{m}^2 \cdot (500 + 350\text{kg/m}^2) / 2(3,85\text{m}) = 924,25\text{kg/m}$
- $\sum W_{\text{DL}} = 4\,013,45\text{kg/m}$
- $\sum W_{\text{LL}} = 924,25\text{kg/m}$

Figura 43. Distribución de carga – Eje 6 (Kg/m)



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD (Ver figura 29).

2.4.5. Carga estática sísmica equivalente

Al ser tres módulos distintos que conformarán la estructura del Centro de Atención Permanente, se realizarán un análisis por cada módulo.

2.4.5.1. Módulo 1

A continuación se describe la integración de pesos por nivel del módulo 1.

2.4.5.1.1. Peso total 2do. Nivel

- Losa = $0,12m(10,00m+0,45m)*(43,7m+0,45m)*2\ 410kg/m^3 = 133\ 427,48kg$
 - Vigas = $0,38m*0,25m*(10u(10,00m)+3u(43,70m))*2\ 410kg/m^3 = 52\ 910,35kg$
 - Columnas = $0,45m*0,45m*1,85m*(3*10)u*2\ 410kg/m^3 = 27\ 085,39kg$
 - Muros = $1,85m(10,00m(10u)+43,70m(3u))*750kg/m^3 = 320\ 651,25kg$
 - Carga SSDL = $185kg/m^2*(43,70m+0,45m)*(10,00m+0,45m) = 85\ 352,99kg$
 - $LL_{(25\%)} = 0,25(200kg/m^2*43,7m*10,00m) = 21\ 850,00kg$
- $\sum W_2 = 641\ 277,46kg$

2.4.5.1.2. Peso total 1er. nivel

- Losa = $0,12m(10,00m+0,45m)*(43,7m+0,45m)*2\ 410kg/m^3 = 133\ 427,48kg$
- Vigas = $0,38m*0,25m*(10u(10m)+3u(43,70m))*2\ 410kg/m^3 = 52\ 910,35kg$
- Columnas = $0,45m*0,45m*7,55m*(3*10)u*2\ 410kg/m^3 = 110\ 537,66kg$
- Muros = $5,55m(10,00m(10u)+43,70m(3u))*750kg/m^3 = 961\ 953,75kg$
- Carga SSDL = $175kg/m^2*(43,70m+0,45m)*(10,00m+0,45m) = 80\ 739,31kg$
- $LL_{(25\%)} = 0,25(600kg/m^2*43,7m*10,00m) = 65\ 550,00kg$

- $\sum W_1 = 1\ 405\ 118,55\text{kg}$

2.4.5.1.3. Cortante basal

- $W_T = \sum(W_i) = 641\ 277,46\text{kg} + 1\ 405\ 118,55\text{kg} = 2\ 046\ 396,01\text{kg} \approx 2\ 046,40\text{Ton}$
 - $V^B = C_S * W_T = 0,1125 * 2\ 046,40 = 230,22\text{Ton}$

2.4.5.1.4. Fuerzas horizontales por nivel

Y como resultado se obtienen las siguientes fuerzas horizontales por nivel:

Tabla XIV. Fuerzas horizontales por nivel

Nivel	W_i (Ton)	H_x (m)	$W_i * H_x$	CV_x	FX (Ton)
3	0	0	0	0	0
2	641,28	9,4	6 028,03	0,4294	98,86
1	1 405,12	5,7	8 009,18	0,5706	131,36
Total	2 046,40	14,1	14 037,21	1,00	230,22

Fuente: elaboración propia.

2.4.5.2. Módulo 2

A continuación se describe la integración de pesos por nivel del módulo 2.

2.4.5.2.1. Peso total 2do. nivel

- Losa = $0,12\text{m}(914,03\text{m}^2) * 2\ 410\text{kg}/\text{m}^3 = 264\ 337,48\text{kg}$
- Vigas = $0,38\text{m} * 0,25\text{m} * (413,40\text{m}) * 2\ 410\text{kg}/\text{m}^3 = 94\ 647,93\text{kg}$
- Columnas = $0,45\text{m} * 0,45\text{m} * 1,85\text{m} * 52\text{u} * 2\ 410\text{kg}/\text{m}^3 = 46\ 948,01\text{kg}$
- Muros = $1,85\text{m} * (413,40\text{m}) * 750\text{kg}/\text{m}^2 = 573\ 592,50\text{kg}$

- Carga SSDL = $185\text{kg/m}^2 \cdot (914,03 \text{ m}^2) =$ 169 095,55kg
- $LL_{(25\%)} = 0,25(879,51\text{m}^2) \cdot 200\text{kg/m}^2 =$ 43 975,50kg
- $\sum W_2 = 1\ 192\ 596,97 \text{ kg}$

2.4.5.2.2. Peso total 1er. Nivel

- Losa = $0,12\text{m}(1\ 135,77\text{m}^2) \cdot 2\ 410\text{kg/m}^3 =$ 328 464,68kg
- Vigas = $0,38\text{m} \cdot 0,25\text{m} \cdot (517,90\text{M}) \cdot 2\ 410\text{kg/m}^3 =$ 187 220,85kg
- Columnas = $0,45\text{m} \cdot 0,45\text{m} \cdot (7,55\text{m} \cdot (52\text{u}) + 5,70\text{m} \cdot (10\text{u})) \cdot 2\ 410\text{kg/m}^3$
= 219 416,04kg
- Muros = $5,55\text{m} \cdot (517,90\text{m}) \cdot 750\text{kg/m}^3 =$ 2 155 758,75kg
- Carga SSDL = $175\text{kg/m}^2 \cdot (1\ 135,77\text{m}^2) =$ 198 759,75kg
- $LL_{(25\%)} = 0,25(300\text{kg/m}^2(428,00\text{m}^2) + 200\text{kg/m}^2(226,00\text{m}^2) +$
 $500\text{kg/m}^2(449,01 \text{ m}^2)) =$ 99 526,25kg
- $\sum W_1 = 3\ 189\ 146,33\text{kg}$

2.4.5.2.3. Cortante basal

- $W_T = \sum(W_i) = 1\ 192\ 596,97\text{kg} + 3\ 189\ 146,33\text{kg} = 4\ 381\ 743,30\text{kg} \approx$
4 381,74Ton
- $V^B = C_S \cdot W_T = 0,1125 \cdot 4\ 381,74\text{Ton} = 492,95\text{Ton}$

2.4.5.2.4. Fuerzas horizontales por nivel

Y como resultado se obtienen las siguientes fuerzas horizontales por nivel:

Tabla XV. **Fuerzas horizontales por nivel**

Nivel	W _i (Ton)	H _x (m)	W _i *H _x	CV _x	FX (Ton)
3	0	0	0	0	0
2	1 192,60	9,4	11 210,44	0,3815	188,06
1	3 189,14	5,7	18 178,10	0,6185	304,89
Total	4 381,74	14,1	29 388,54	1,00	492,95

Fuente: elaboración propia.

2.4.5.3. Módulo 3

A continuación se describe la integración de pesos por nivel del módulo 3.

2.4.5.3.1. Peso total 2do. nivel

- Losa = $0,12m(396,68m^2) * 2410kg/m^3 =$ 114 719,86kg
 - Vigas = $0,38m * 0,25m * (214,55m) * 2410kg/m^3 =$ 49 121,22kg
 - Columnas = $0,45m * 0,45m * 1,85m * 30u * 2410kg/m^3 =$ 27 085,39kg
 - Muros = $1,85m * (396,68m) * 750kg/m^2 =$ 550 393,50kg
 - Carga SSDL = $185kg/m^2 * (396,68m^2) =$ 169 095,55kg
 - LL_(25%) = $0,25(377,42m^2) * 200kg/m^2 =$ 18 871,00kg
- $\sum W_2 = 929 286,52kg$

2.4.5.3.2. Peso total 1er. nivel

- Losa = $0,12m(396,68m^2 - 21,75m^2) * 2410kg/m^3 =$ 10 8429,76kg
- Vigas = $0,38m * 0,25m * (214,55m) * 2410kg/m^3 =$ 49 121,22kg
- Columnas = $0,45m * 0,45m * 7,55m * (30u) * 2410kg/m^3 =$ 110 537,66kg
- Muros = $5,55m(517,90m) * 750kg/m^2 =$ 2 155 758,75kg
- Carga SSDL = $175kg/m^2 * (396,68m^2 - 21,75m^2) =$ 65 612,75kg
- LL_(25%) = $0,25(300kg/m^2(212,54m^2) + 500kg/m^2(143,13m^2)) =$ 33 831,75kg

- $\sum W_1 = 2\,523\,291,89\text{kg}$

2.4.5.3.3. Cortante basal

- $W_T = \sum(W_i) = 929\,286,52\text{kg} + 2\,523\,291,89\text{kg} = 3\,452\,577,52\text{kg} \approx 3\,452,58\text{Ton}$
 - $V_B = C_s \cdot W_T = 0,1125 \cdot 3\,452,58\text{Ton} = 388,42\text{Ton}$

2.4.5.3.4. Fuerzas horizontales por nivel

Y como resultado se obtienen las siguientes fuerzas horizontales por nivel:

Tabla XVI. **Fuerzas horizontales por nivel**

Nivel	W_i (Ton)	H_x (m)	$W_i \cdot H_x$	CV_x	FX (Ton)
3	0	0	0	0	0
2	929,29	9,4	8 735,33	0,3779	146,78
1	2 523,29	5,7	14 382,75	0,6221	241,64
Total	3 452,82	15,1	23 118,08	1,00	388,42

Fuente: elaboración propia.

2.4.6. Cortantes por configuración y torsión

Al realizarse un análisis de acuerdo con la configuración en planta, se observó que es necesario un análisis de torsión, puesto que no es una configuración simétrica con respecto a la distribución de cargas, rigideces y geometría, además este procedimiento considera las rigideces verticales que disipan los movimientos laterales y su posición (columnas). Por lo que es un procedimiento que se adecúa más a la realidad y se presentan los siguientes resultados.

2.4.6.1. Módulo 1

Tabla XVII. Cortantes por torsión – Módulo 1

2do. NIVEL - EJEX											
EJE	ex		FX2	Km	Di	Km*di	Km*(di)^2	VS	VT	VS+VT	V MAX
1	e-1x	2.185	98860	0.1535	-21.85	-3.3535	73.2745	9886	-2478.59	7407.41	12364.59
	e-2x	-2.185							2478.59	12364.59	
2	e-1x	2.185	98860	0.1535	-16.85	-2.5861	43.5762	9886	-1911.41	7974.59	11797.41
	e-2x	-2.185							1911.41	11797.41	
3	e-1x	2.185	98860	0.1535	-11.85	-1.8187	21.5520	9886	-1344.23	8541.77	11230.23
	e-2x	-2.185							1344.23	11230.23	
4	e-1x	2.185	98860	0.1535	-6.85	-1.0513	7.2016	9886	-777.04	9108.96	10663.04
	e-2x	-2.185							777.04	10663.04	
5	e-1x	2.185	98860	0.1535	-1.85	-0.2839	0.5253	9886	-209.86	9676.14	10095.86
	e-2x	-2.185							209.86	10095.86	
6	e-1x	2.185	98860	0.1535	1.85	0.2839	0.5253	9886	209.86	9676.14	10095.86
	e-2x	-2.185							-209.86	9676.14	
7	e-1x	2.185	98860	0.1535	6.85	1.0513	7.2016	9886	777.04	10663.04	10663.04
	e-2x	-2.185							-777.04	9108.96	
9	e-1x	2.185	98860	0.1535	11.85	1.8187	21.5520	9886	1344.23	11230.23	11230.23
	e-2x	-2.185							-1344.23	8541.77	
11	e-1x	2.185	98860	0.1535	16.85	2.5861	43.5762	9886	1911.41	11797.41	11797.41
	e-2x	-2.185							-1911.41	7974.59	
12	e-1x	2.185	98860	0.1535	21.85	3.3535	73.2745	9886	2478.59	12364.59	12364.59
	e-2x	-2.185							-2478.59	7407.41	

1er. NIVEL - EJEX											
EJE	ex		FX1	Km	Di	Km*di	Km*(di)^2	VS	VT	VS+VT	V MAX
1	e-1x	2.185	131360	0.1254	-21.85	-2.7406	59.8821	13136	-3293.42	9842.58	16429.42
	e-2x	-2.185							3293.42	16429.42	
2	e-1x	2.185	131360	0.1254	-16.85	-2.1135	35.6118	13136	-2539.78	10596.22	15675.78
	e-2x	-2.185							2539.78	15675.78	
3	e-1x	2.185	131360	0.1254	-11.85	-1.4863	17.6129	13136	-1786.14	11349.86	14922.14
	e-2x	-2.185							1786.14	14922.14	
4	e-1x	2.185	131360	0.1254	-6.85	-0.8592	5.8854	13136	-1032.49	12103.51	14168.49
	e-2x	-2.185							1032.49	14168.49	
5	e-1x	2.185	131360	0.1254	-1.85	-0.2320	0.4293	13136	-278.85	12857.15	13414.85
	e-2x	-2.185							278.85	13414.85	
6	e-1x	2.185	131360	0.1254	1.85	0.2320	0.4293	13136	278.85	13414.85	13414.85
	e-2x	-2.185							-278.85	12857.15	
7	e-1x	2.185	131360	0.1254	6.85	0.8592	5.8854	13136	1032.49	14168.49	14168.49
	e-2x	-2.185							-1032.49	12103.51	
9	e-1x	2.185	131360	0.1254	11.85	1.4863	17.6129	13136	1786.14	14922.14	14922.14
	e-2x	-2.185							-1786.14	11349.86	
11	e-1x	2.185	131360	0.1254	16.85	2.1135	35.6118	13136	2539.78	15675.78	15675.78
	e-2x	-2.185							-2539.78	10596.22	
12	e-1x	2.185	131360	0.1254	21.85	2.7406	59.8821	13136	3293.42	16429.42	16429.42
	e-2x	-2.185							-3293.42	9842.58	

2do. NIVEL - EJEX											
EJE	ex		FX2	Km	Di	Km*di	Km*(di)^2	VS	VT	VS+VT	V MAX
N	e-1Y	0.7533	98860	0.5116	5	2.5580	12.7899	32953.3333	7428.59	40381.92	40381.92
	e-2Y	-0.6167							-6082.13	26871.20	
M	e-1Y	0.7533	98860	0.5116	-0.35	-0.1791	0.0627	32953.3333	-520.00	32433.33	33379.08
	e-2Y	-0.6167							425.75	33379.08	
L	e-1Y	0.7533	98860	0.5116	-5	-2.5580	12.7899	32953.3333	-7428.59	25524.75	39035.47
	e-2Y	-0.6167							6082.13	39035.47	

1er. NIVEL - EJEX											
EJE	ex		FX1	Km	Di	Km*di	Km*(di)^2	VS	VT	VS+VT	V MAX
N	e-1Y	0.7533	131360	0.4181	5	2.0905	10.4523	43786.6667	9870.72	53657.38	53657.38
	e-2Y	-0.6167							-8081.62	35705.05	
M	e-1Y	0.7533	131360	0.4181	-0.35	-0.1463	0.0512	43786.6667	-690.95	43095.72	44352.38
	e-2Y	-0.6167							565.71	44352.38	
L	e-1Y	0.7533	131360	0.4181	-5	-2.0905	10.4523	43786.6667	-9870.72	33915.95	51868.29
	e-2Y	-0.6167							8081.62	51868.29	

Fuente: elaboración propia.

2.4.6.2. Módulo 2

Tabla XVIII. Cortantes por torsión – Módulo 2

2do. NIVEL - EJE X											
EJE	ex		FX2	Km	Di	Km*di	Km*(di)^2	VS	VT	VS+VT	V MAX
1	e-1x	2.9041	188060	0.1076	-21.85	-2.3505	51.3589	14466.15	-4725.15	9741.00	16851.23
	e-2x	-1.4659							2385.07	16851.23	
2	e-1x	2.9041	188060	0.1076	-16.85	-1.8126	30.5431	14466.15	-3643.88	10822.27	16305.44
	e-2x	-1.4659							1839.29	16305.44	
3	e-1x	2.9041	188060	0.1076	-11.85	-1.2748	15.1060	14466.15	-2562.61	11903.54	15759.66
	e-2x	-1.4659							1293.51	15759.66	
4	e-1x	2.9041	188060	0.1076	-6.85	-0.7369	5.0477	14466.15	-1481.34	12984.81	15213.88
	e-2x	-1.4659							747.72	15213.88	
5	e-1x	2.9041	188060	0.1614	-1.85	-0.2985	0.5523	21699.23	-600.11	21099.13	22002.14
	e-2x	-1.4659							302.91	22002.14	
6	e-1x	2.9041	188060	0.1614	1.85	0.2985	0.5523	21699.23	600.11	22299.34	22299.34
	e-2x	-1.4659							-302.91	21396.32	
7	e-1x	2.9041	188060	0.1345	6.85	0.9211	6.3096	18082.69	1851.68	19934.37	19934.37
	e-2x	-1.4659							-934.65	17148.04	
9	e-1x	2.9041	188060	0.1345	11.85	1.5935	18.8825	18082.69	3203.26	21285.96	21285.96
	e-2x	-1.4659							-1616.88	16465.81	
11	e-1x	2.9041	188060	0.1883	16.85	3.1721	53.4504	25315.77	6376.79	31692.56	31692.56
	e-2x	-1.4659							-3218.75	22097.01	
12	e-1x	2.9041	188060	0.1883	21.85	4.1134	89.8781	25315.77	8269.02	33584.79	33584.79
	e-2x	-1.4659							-4173.87	21141.89	

1er. NIVEL - EJE X											
EJE	ex		FX1	Km	Di	Km*di	Km*(di)^2	VS	VT	VS+VT	V MAX
1	e-1x	2.9041	304890	0.1418	-21.85	-3.0989	67.7108	29505.48	-9525.20	19980.29	34313.43
	e-2x	-1.4659							4807.94	34313.43	
2	e-1x	2.9041	304890	0.1418	-16.85	-2.3898	40.2675	29505.48	-7345.52	22159.97	33213.21
	e-2x	-1.4659							3707.73	33213.21	
3	e-1x	2.9041	304890	0.1418	-11.85	-1.6806	19.9155	29505.48	-5165.84	24339.65	32113.00
	e-2x	-1.4659							2607.51	32113.00	
4	e-1x	2.9041	304890	0.1418	-6.85	-0.9715	6.6548	29505.48	-2986.16	26519.32	31012.78
	e-2x	-1.4659							1507.30	31012.78	
5	e-1x	2.9041	304890	0.1418	-1.85	-0.2624	0.4854	29505.48	-806.48	28699.00	29912.56
	e-2x	-1.4659							407.08	29912.56	
6	e-1x	2.9041	304890	0.1418	1.85	0.2624	0.4854	29505.48	806.48	30311.96	30311.96
	e-2x	-1.4659							-407.08	29098.40	
7	e-1x	2.9041	304890	0.1418	6.85	0.9715	6.6548	29505.48	2986.16	32491.64	32491.64
	e-2x	-1.4659							-1507.30	27998.19	
9	e-1x	2.9041	304890	0.1418	11.85	1.6806	19.9155	29505.48	5165.84	34671.32	34671.32
	e-2x	-1.4659							-2607.51	26897.97	
11	e-1x	2.9041	304890	0.1655	16.85	2.7881	46.9788	34423.06	8569.77	42992.83	42992.83
	e-2x	-1.4659							-4325.68	30097.38	
12	e-1x	2.9041	304890	0.1655	21.85	3.6154	78.9959	34423.06	11112.73	45535.79	45535.79
	e-2x	-1.4659							-5609.27	28813.80	

2do. NIVEL - EJE Y											
EJE	ex		FX2	Km	Di	Km*di	Km*(di)^2	VS	VT	VS+VT	V MAX
K	e-1Y	1.8810	188060	0.2689	12.6793	3.4100	43.2358	36165.38	11547.20	47712.59	47712.59
	e-2Y	-1.0340							-6347.94	29817.45	
J	e-1Y	1.8810	188060	0.2689	7.3293	1.9711	14.4470	36165.38	6674.89	42840.27	42840.27
	e-2Y	-1.0340							-3669.44	32495.94	
I	e-1Y	1.8810	188060	0.2689	1.9793	0.5323	1.0536	36165.38	1802.57	37967.96	37967.96
	e-2Y	-1.0340							-990.94	35174.44	
H	e-1Y	1.8810	188060	0.2689	-3.3707	-0.9065	3.0556	36165.38	-3069.74	33095.64	37852.94
	e-2Y	-1.0340							1687.55	37852.94	
G	e-1Y	1.8810	188060	0.1614	-8.7207	-1.4072	12.2718	21699.23	-4765.23	16934.00	24318.86
	e-2Y	-1.0340							2619.63	24318.86	
F	e-1Y	1.8810	188060	0.1076	-12.1207	-1.3039	15.8040	14466.15	-4415.39	10050.76	16893.46
	e-2Y	-1.0340							2427.31	16893.46	
D	e-1Y	1.8810	188060	0.0538	-16.4707	-0.8859	14.5917	7233.08	-3000.02	4233.06	8882.30
	e-2Y	-1.0340							1649.22	8882.30	

1er. NIVEL - EJE Y											
EJE	ex		FX1	Km	Di	Km*di	Km*(di)^2	VS	VT	VS+VT	V MAX
K	e-1Y	1.8810	304890	0.2364	12.6793	2.9971	38.0009	49175.81	14342.56	63518.37	63518.37
	e-2Y	-1.0340							-7884.65	41291.15	
J	e-1Y	1.8810	304890	0.2364	7.3293	1.7325	12.6978	49175.81	8290.75	57466.56	57466.56
	e-2Y	-1.0340							-4557.74	44618.06	
I	e-1Y	1.8810	304890	0.2364	1.9793	0.4679	0.9260	49175.81	2238.94	51414.75	51414.75
	e-2Y	-1.0340							-1230.83	47944.97	
H	e-1Y	1.8810	304890	0.2364	-3.3707	-0.7968	2.6856	49175.81	-3812.87	45362.94	51271.88
	e-2Y	-1.0340							2096.08	51271.88	
G	e-1Y	1.8810	304890	0.2364	-8.7207	-2.0614	17.9765	49175.81	-9864.68	39311.13	54598.79
	e-2Y	-1.0340							5422.99	54598.79	
F	e-1Y	1.8810	304890	0.2364	-12.1207	-2.8650	34.7263	49175.81	-13710.69	35465.12	56713.09
	e-2Y	-1.0340							7537.29	56713.09	
D	e-1Y	1.8810	304890	0.0473	-16.4707	-0.7787	12.8250	9835.16	-3726.26	6108.90	11883.63
	e-2Y	-1.0340							2048.47	11883.63	

Fuente: elaboración propia.

2.4.6.3. Módulo 3

Tabla XIX. Cortantes por torsión – Módulo 3

2do. NIVEL - EJE X											
EJE	ex		FX2	Km	Di	Km*di	Km*(di)^2	VS	VT	VS+VT	V MAX
2	e-1x	2.7217	146780	0.1378	-15.25	-2.1019	32.0540	19570.67	-8555.68	11014.98	24752.22
	e- 2x	-1.6483							5181.55	24752.22	
3	e-1x	2.7217	146780	0.1378	-10.25	-1.4128	14.4807	19570.67	-5750.54	13820.12	23053.35
	e- 2x	-1.6483							3482.68	23053.35	
4	e-1x	2.7217	146780	0.1723	-5.25	-0.9045	4.7487	24463.33	-3681.75	20781.58	26693.10
	e- 2x	-1.6483							2229.77	26693.10	
5	e-1x	2.7217	146780	0.1723	-0.25	-0.0431	0.0108	24463.33	-175.32	24288.01	24569.51
	e- 2x	-1.6483							106.18	24569.51	
6	e-1x	2.7217	146780	0.1378	3.45	0.4755	1.6405	19570.67	1935.55	21506.21	21506.21
	e- 2x	-1.6483							-1172.22	18398.45	
8	e-1x	2.7217	146780	0.1378	9.45	1.3025	12.3085	19570.67	5301.72	24872.39	24872.39
	e- 2x	-1.6483							-3210.86	16359.80	
10	e-1x	2.7217	146780	0.1378	15.45	2.1295	32.9003	19570.67	8667.89	28238.56	28238.56
	e- 2x	-1.6483							-5249.50	14321.16	

1er. NIVEL - EJE X											
EJE	ex		FX1	Km	Di	Km*di	Km*(di)^2	VS	VT	VS+VT	V MAX
2	e-1x	2.8921	241640	0.1193	-15.25	-1.8193	27.7445	32218.67	-14966.80	17251.87	39867.11
	e- 2x	-1.4779							7648.44	39867.11	
3	e-1x	2.8921	241640	0.1193	-10.25	-1.2228	12.5339	32218.67	-10059.65	22159.02	37359.42
	e- 2x	-1.4779							5140.76	37359.42	
4	e-1x	2.8921	241640	0.1491	-5.25	-0.7829	4.1102	40273.33	-6440.63	33832.70	43564.67
	e- 2x	-1.4779							3291.34	43564.67	
5	e-1x	2.8921	241640	0.1491	-0.25	-0.0373	0.0093	40273.33	-306.70	39966.64	40430.06
	e- 2x	-1.4779							156.73	40430.06	
6	e-1x	2.8921	241640	0.1193	3.45	0.4116	1.4200	32218.67	3385.93	35604.60	35604.60
	e- 2x	-1.4779							-1730.30	30488.36	
8	e-1x	2.8921	241640	0.1193	9.45	1.1274	10.6537	32218.67	9274.51	41493.17	41493.17
	e- 2x	-1.4779							-4739.53	27479.14	
10	e-1x	2.8921	241640	0.1193	15.45	1.8432	28.4770	32218.67	15163.08	47381.75	47381.75
	e- 2x	-1.4779							-7748.75	24469.91	

2do. NIVEL - EJE Y											
EJE	ex		FX2	Km	Di	Km*di	Km*(di)^2	VS	VT	VS+VT	V MAX
E	e-1Y	0.7783	146780	0.2412	6.0757	1.4655	8.9038	34248.67	7421.14	41669.81	41669.81
	e- 2Y	-0.5917							-5641.44	28607.23	
D	e-1Y	0.7783	146780	0.2412	2.2257	0.5368	1.1949	34248.67	2718.57	36967.24	36967.24
	e- 2Y	-0.5917							-2066.62	32182.05	
C	e-1Y	0.7783	146780	0.2412	-1.2243	-0.2953	0.3615	34248.67	-1495.42	32753.25	35385.46
	e- 2Y	-0.5917							1136.79	35385.46	
B	e-1Y	0.7783	146780	0.2412	-5.5743	-1.3445	7.4948	34248.67	-6808.71	27439.96	39424.54
	e- 2Y	-0.5917							5175.88	39424.54	
A	e-1Y	0.7783	146780	0.0689	-8.1743	-0.5633	4.6048	9785.33	-2852.71	6932.63	11953.92
	e- 2Y	-0.5917							2168.58	11953.92	

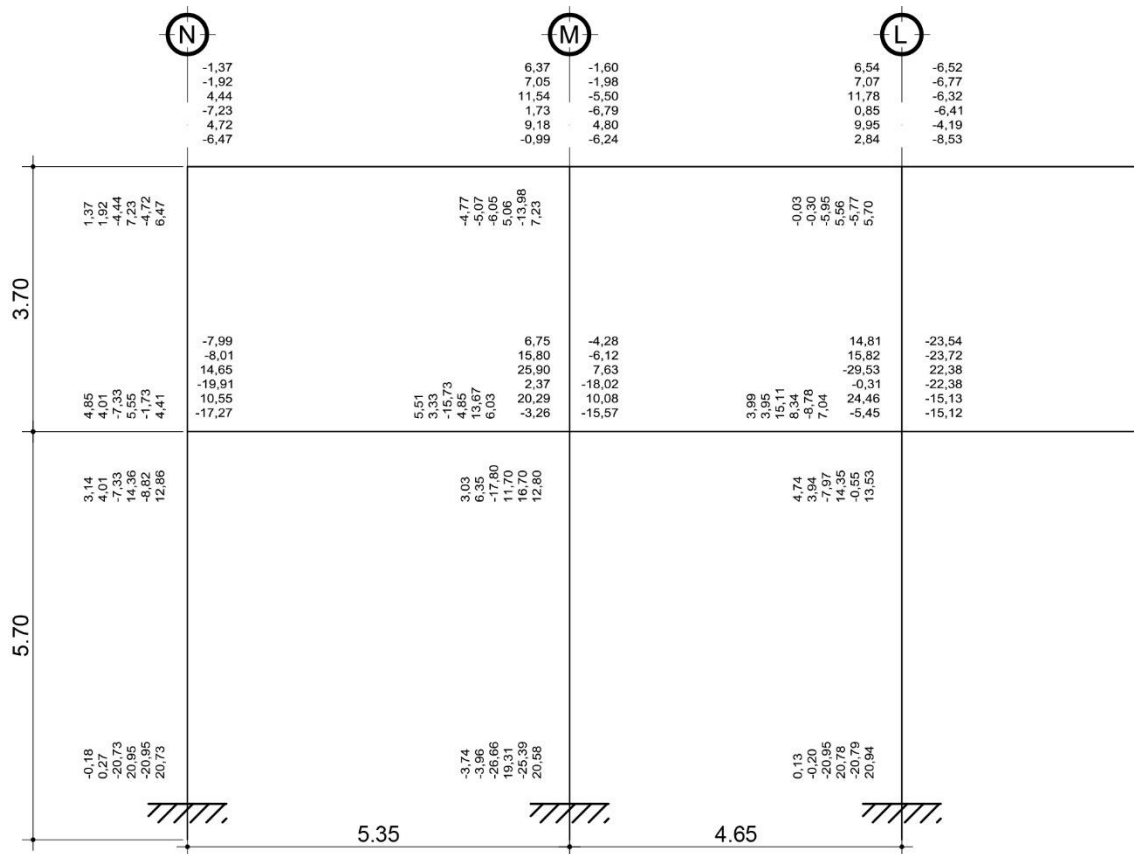
1er. NIVEL - EJE Y											
EJE	ex		FX1	Km	Di	Km*di	Km*(di)^2	VS	VT	VS+VT	V MAX
E	e-1Y	0.7343	241640	0.2088	6.0757	1.2684	7.7067	56382.67	11525.43	67908.10	67908.10
	e- 2Y	-0.6357							-9979.15	46403.52	
D	e-1Y	0.7343	241640	0.2088	2.2257	0.4647	1.0342	56382.67	4222.09	60604.76	60604.76
	e- 2Y	-0.6357							-3655.64	52727.02	
C	e-1Y	0.7343	241640	0.2088	-1.2243	-0.2556	0.3129	241640.00	-2322.46	239317.54	243650.88
	e- 2Y	-0.6357							2010.88	243650.88	
B	e-1Y	0.7343	241640	0.2088	-5.5743	-1.1638	6.4872	845740.00	-10574.29	835165.71	854895.62
	e- 2Y	-0.6357							9155.62	854895.62	
A	e-1Y	0.7343	241640	0.0596	-8.1743	-0.4876	3.9857	16109.33	-4430.41	11678.93	19945.34
	e- 2Y	-0.6357							3836.01	19945.34	

Fuente: elaboración propia.

2.4.7. Envoltente de momentos

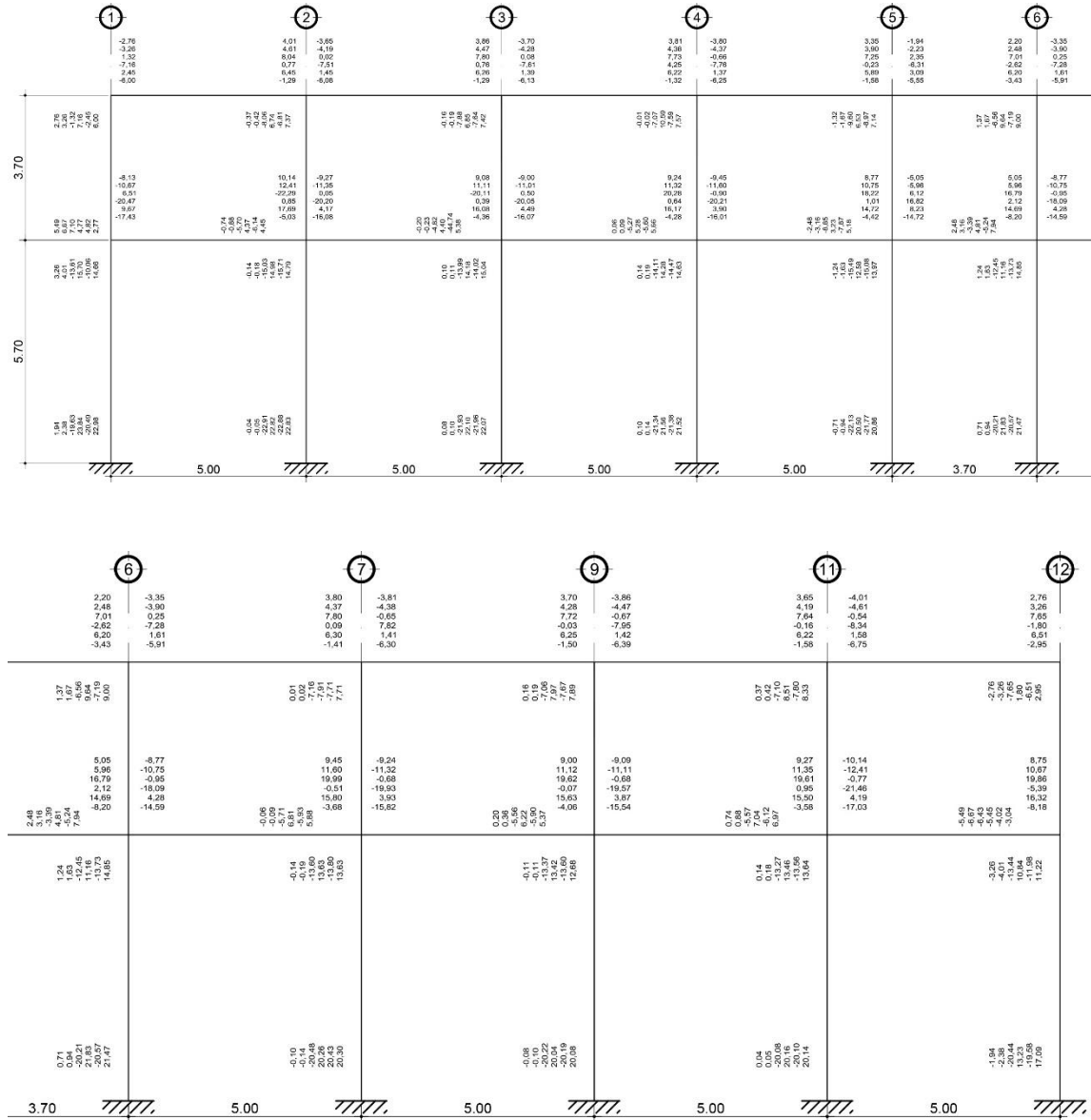
A continuación, se muestran las envoltentes de momentos determinadas por el método de Kani, el cual es un proceso iterativo y está basado en ecuaciones de pendiente-deformación. Se realizaron seis combinaciones de carga por módulo tal y como se establecieron anteriormente con base en el ACI 318-14, lo cual brindaría en total treinta y seis procedimientos de este método iterativo. Resumiéndose así en las siguientes figuras.

Figura 44. Envoltente de momentos módulo 1 – Eje Y



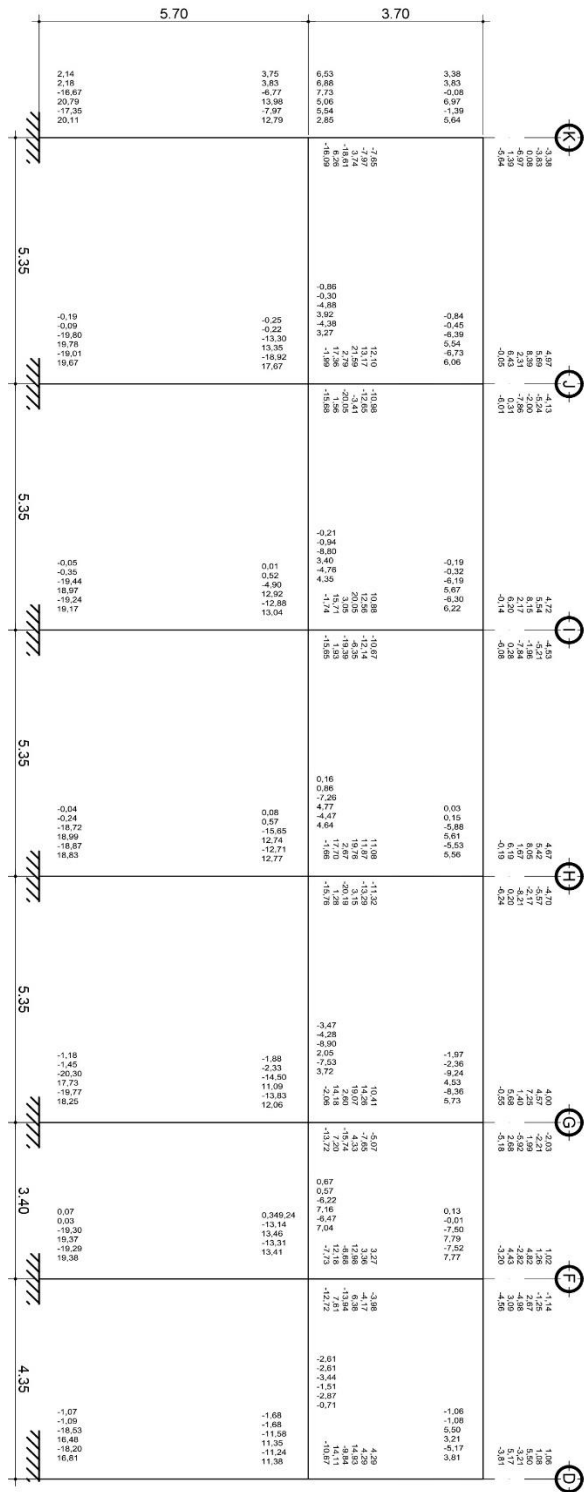
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 45. Envoltente de momentos módulo 1 – Eje X



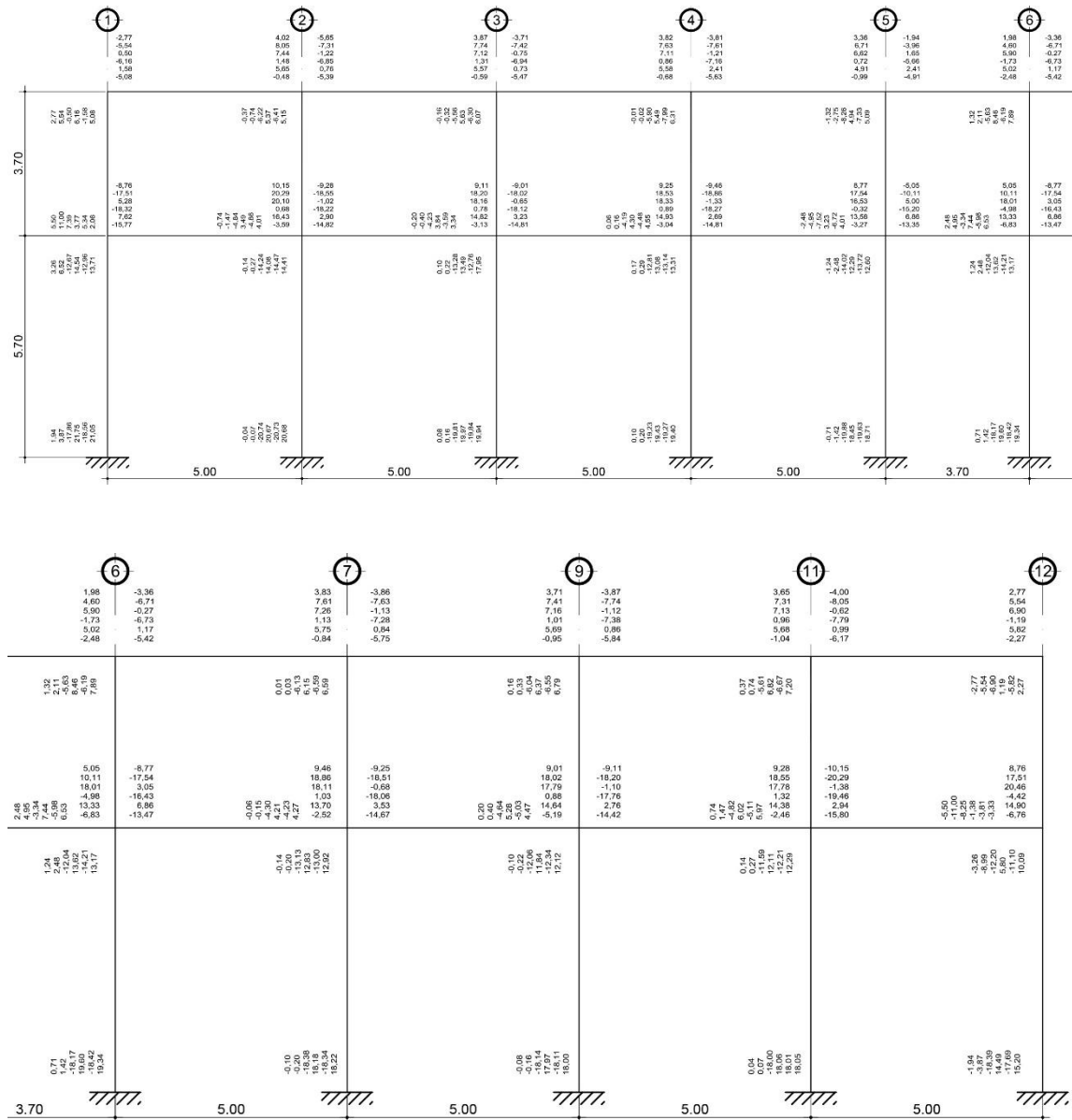
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 46. **Envolvente de momentos módulo 2 – Eje Y**



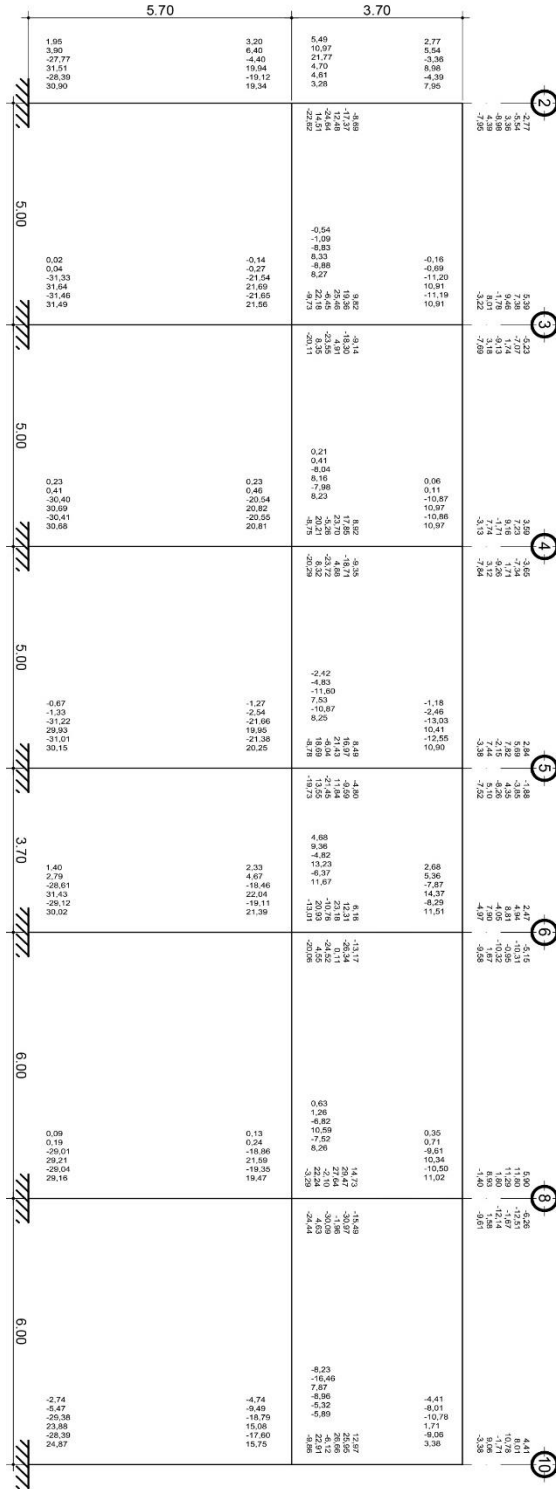
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 47. Envoltente de momentos módulo 2 – Eje X



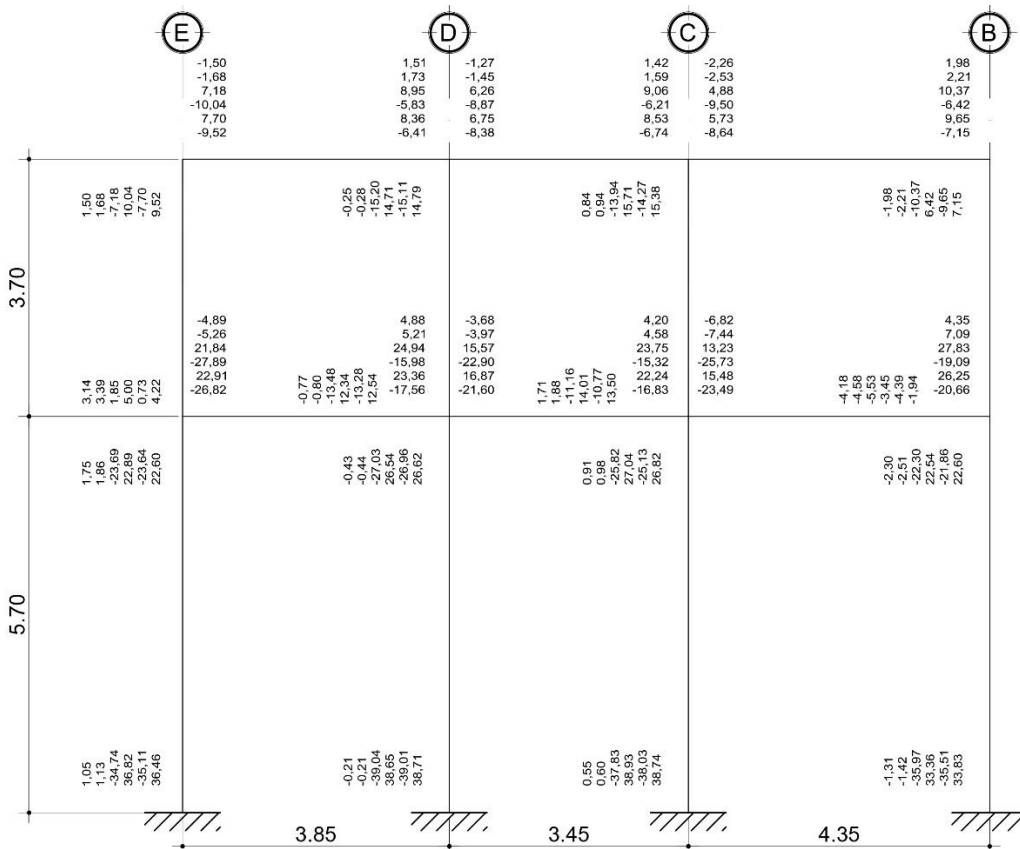
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 48. Envolvente de momentos módulo 3 – Eje Y



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 49. **Envolvente de momentos módulo 3 – Eje X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.5. Diseño de elementos estructurales

A continuación, se determinarán los elementos estructurales de acuerdo con la metodología establecida por el ACI 318-14, con los requerimientos establecidos en el capítulo 18 de esta edición (ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES).

Para el diseño de los elementos estructurales, se estableció un concreto con resistencia a la compresión a los 28 días de 281 kg/cm² (4 000 psi), y se empleará un acero de refuerzo con resistencia a la fluencia de 4 218 kg/cm² (60 000 psi).

2.5.1. Diseño de vigas

A continuación se realiza el diseño a flexión y cortante de los traveses horizontales (vigas).

2.5.1.1.1. Diseño a flexión

Se analizará las vigas a través de la envolvente de momentos previamente determinada y se calculará empezando por el 2do. nivel. Esta estructura se denomina Viga V-0"x".0"y"; donde "x" será el nivel y "y" será el número correlativo de viga. Se empleará un recubrimiento aproximado hasta el centroide de las barras de refuerzo a flexión de 6cm, por lo tanto, $d=44\text{cm}$

Debido a la complejidad que podría representar determinar todas las áreas de acero para cada tramo de viga. Se establecerá un parámetro mínimo y máximo de diseño.

- $\rho_{\max} = 0,025 = A_{s\max}/(b_w*d) = A_{s\max}/(50*25)\text{cm}^2$
 - $\therefore A_{s\max} = 0,025*50*25 = 31,25\text{cm}^2$
 - $\therefore M_{n\max} = \Phi*(\rho f_y b_w d^2*(1-0,59\rho f_y/f'_c)) = 35\,774,65\text{kg-m}$

- $A_{s\min} = 14* b_w*d /f_y \geq 0,8 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} * b_w*d = 3,65\text{cm}^2 \geq \underline{3,50\text{cm}^2}$
 - $\therefore \rho_{\min} = A_{s\min}/(b_w*d) = 0,00318182$
 - $\therefore M_{n\min} = \Phi*(\rho f_y b_w d^2*(1-0,59\rho f_y/f'_c)) = 5\,925,60\text{kg-m}$

Para el diseño a flexión se emplearán todos los requisitos establecidos en el capítulo 18 del ACI 318-14, entre los cuales destacan tres chequeos con respecto a la resistencia que estas deben de cumplir, las cuales se establecen a continuación:

- Se chequeará el momento mínimo de diseño anteriormente establecido.
- La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que la mitad de la resistencia a momento negativo o positivo.
- En cualquier sección a lo largo de la longitud del miembro, debe ser al menos igual a un cuarto de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos.

Para facilitar el proceso de cálculo se establecerá una ecuación de segundo grado, donde la variable será la cuantía de acero, puesto que las dimensiones de todas las vigas serán constantes al igual que el f_y , el f'_c , y se despreció la variación de "d".

- $M_n = \Phi * (\rho f_y b w d^2 * (1 - 0,59 \rho f_y / f'_c))$
 - $M_n = (0,9 * (\rho 60\ 000 (25/2,54) (44/2,54)^2 * (1 - 0,59 \rho (60/4))) / 86,7962$
 - $M_n = 1\ 837\ 542,66 \rho - 16\ 262\ 252,53 \rho^2$
 - $0 = 16\ 262\ 252,53 \rho^2 - 1\ 837\ 542,66 \rho + M_n$

Y se desarrollan las siguientes tablas al colocar el momento de diseño en la fórmula cuadrática y calcular el área de acero para la sección de viga establecida de 50cm x 25cm.

Tabla XX. Áreas de acero a flexión – Módulo 1

MÓDULO 1 – EJE X																		
TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6		TRAMO 7		TRAMO 8		TRAMO 9	
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
MOMENTO MAX. EN NUDO	4,10	3,69	4,31	3,57	4,37	4,44	4,46	4,16	3,60	3,60	4,18	4,49	4,50	3,56	4,57	4,39	4,81	4,40
MOMENTO AL CENTRO	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03
	3,03		3,03		3,03		3,03		3,03		3,03		3,03		3,03		3,03	
TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6		TRAMO 7		TRAMO 8		TRAMO 9	
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
MOMENTO MAX. EN NUDO	12,45	13,91	12,44	12,38	12,34	12,50	12,45	11,09	10,15	10,13	10,99	12,30	12,25	12,04	12,00	12,04	13,32	11,68
MOMENTO AL CENTRO	5,39	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	4,74	4,72	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	4,71
	6,90		4,65		4,61		3,03		3,03		4,85		4,58		4,42		6,56	

MÓDULO 1 – EJE Y										
TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3					
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER				
LADO										
MOMENTO MAX. EN NUDO	4,25	6,76	3,88	3,57	3,87	3,03				
MOMENTO AL CENTRO	3,03	3,74	3,64	3,82	3,64	3,64				
	3,42		3,03		3,03					
TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3					
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER				
LADO										
MOMENTO MAX. EN NUDO	12,24	16,56	10,95	19,39	14,94	3,03				
MOMENTO AL CENTRO	4,55	3,03	4,38	3,10	3,03	3,03				
	8,41		5,09		3,38					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Áreas de acero a flexión – Módulo 2

MÓDULO 2 - EJE X																			
TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6		TRAMO 7		TRAMO 8		TRAMO 9		
	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	
LADO																			
MOMENTO MAX. EN NUDO	+	3.48	4.63	4.14	4.45	4.23	4.38	4.37	3.83	3.22	3.60	3.83	4.37	4.38	4.23	4.45	4.14	4.63	3.95
MOMENTO AL CENTRO		-	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03
MOMENTO AL CENTRO		+	3.26	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.06	3.03	3.06	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.26
LADO																			
MOMENTO MAX. EN NUDO	+	11.01	12.29	11.31	11.06	11.02	11.28	11.52	9.96	9.09	9.07	9.89	11.52	11.28	10.95	11.06	11.31	12.29	10.43
MOMENTO AL CENTRO		-	5.03	5.54	5.09	4.99	4.97	5.08	5.18	4.80	4.14	4.94	4.80	5.18	5.08	4.94	4.99	5.09	5.64
MOMENTO AL CENTRO		+	8.34	7.10	7.36	7.63	4.40	7.63	7.63	4.40	7.63	7.63	7.19	7.10	7.10	7.10	7.10	7.10	8.34

MÓDULO 2 - EJE Y																			
TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6		TRAMO 7		TRAMO 8		TRAMO 9		
	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	
LADO																			
MOMENTO MAX. EN NUDO	+	3.99	4.84	4.52	4.70	4.51	4.63	4.73	4.16	3.37	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03
MOMENTO AL CENTRO		-	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03
MOMENTO AL CENTRO		+	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03
LADO																			
MOMENTO MAX. EN NUDO	+	11.35	13.42	12.34	12.34	11.88	12.14	12.43	11.02	9.44	7.67	8.28	8.39	8.39	8.39	8.39	8.39	8.39	8.39
MOMENTO AL CENTRO		-	5.11	5.97	5.52	5.33	5.44	5.56	5.24	4.29	3.52	4.14	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90
MOMENTO AL CENTRO		+	6.33	4.96	4.51	5.24	5.24	4.51	5.24	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Áreas de acero a flexión – Módulo 3

MÓDULO 3 - EJEX														
TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6			
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER		
2DO. NIVEL	LADO													
	MOMENTO MAX. EN NUDO	+	5,20	4,61	5,28	4,45	5,36	5,02	4,76	5,09	6,00	3,60	7,37	6,30
		-	3,03	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,83	4,06	3,64
	MOMENTO AL CENTRO	+	3,68		3,64		3,64		3,64		5,40		3,68	
1ER. NIVEL	TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6		
	LADO													
	MOMENTO MAX. EN NUDO	+	15,62	16,23	14,82	14,93	14,95	13,30	13,31	14,55	15,53	19,34	20,43	17,14
		-	8,18	7,11	6,55	6,59	6,60	5,92	7,60	7,27	7,37	8,31	8,77	7,47
	MOMENTO AL CENTRO	+	8,35		6,90		7,48		3,30		11,43		8,60	

MÓDULO 3 - EJE Y													
TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3								
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER							
2DO. NIVEL	LADO												
	MOMENTO MAX. EN NUDO	+	5,84	4,82	5,13	5,24	5,51	5,60					
		-	4,20	3,47	3,66	3,10	3,88						
	MOMENTO AL CENTRO	+	4,99		3,03		3,03						
1ER. NIVEL	TRAMO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3							
	LADO												
	MOMENTO MAX. EN NUDO	+	18,09	15,84	14,35	14,97	14,78	16,83					
		-	12,83	9,95	9,63	6,60	7,41	11,03					
	MOMENTO AL CENTRO	+	3,99		3,26		3,75						

Fuente: elaboración propia.

2.5.1.1.2. Diseño a corte

Se analizarán las vigas a través de los cortantes extraídos de la envolvente de momentos. Se emplearán los requisitos establecidos en el capítulo 18 del ACI 318-14, entre los cuales cabe destacar los siguientes criterios:

- Deben colocarse estribos cerrados de confinamiento en una longitud igual a dos veces la altura de la viga, medida desde la cara de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos de la viga
- Donde se requieran estribos cerrados de confinamiento el espaciamiento de los estribos de confinamiento no debe exceder el menor de (a) hasta (c):
 - a. $d/4$
 - b. Seis veces el diámetro de las barras a flexión
 - c. 6 pulgadas
- Cuando no se requieran estribos cerrados de confinamiento, deben colocarse estribos con ganchos sísmicos en ambos extremos, espaciados a no más de $d/2$ en toda la longitud de la viga.
- Se estableció $V_c=0$ (Resistencia a corte del concreto) en las áreas de confinamiento, por lo que el A_v se calculó para resistir todo el cortante en estas secciones.

Para facilitar el proceso constructivo se establecerá refuerzo transversal homogéneo por nivel con espaciamentos de fácil aplicación, por lo que se determinará la relación A_v/s ; las relaciones A_v/s a emplear son las siguientes:

- A_v/s_1 : Estribo con gancho sísmico No. 3 @ 7,5cm = 0,19003
- A_v/s_2 : Estribo con gancho sísmico No. 3 @ 10 cm = 0,14252

- A_v/s_3 : Estribo con gancho sísmico No. 3 @ 15 cm = 0,09501
- A_v/s_4 : Estribo con gancho sísmico No. 3 @ 20cm = 0,07126
- A_v/s_5 : Estribo con gancho sísmico No. 4 @ 7.5cm = 0,33781
- A_v/s_6 : Estribo con gancho sísmico No. 4 @ 10cm = 0,25336
- A_v/s_7 : Estribo con gancho sísmico No. 4 @ 15cm = 0,16891
- A_v/s_8 : Estribo con gancho sísmico No. 4 @ 20cm = 0,12668

El cortante de concreto se establecerá a través de la siguiente fórmula:

- $V_c = 0,53\sqrt{f'c}b_w d$
 - $V_c = 0,53*\sqrt{281*25*44} = 9772,86\text{kg}$

El cálculo de la relación A_v/s , se determinará de las dos maneras siguientes:

- $\frac{A_v}{s} = \frac{V_u}{\phi*fy*d}$ (Área de confinamiento)
- $\frac{A_v}{s} = \frac{V_u - V_c}{\phi*fy*d}$ (Resto de longitud)

Arthur H. Nilson establece una fórmula para establecer el refuerzo mínimo de acero a cortante, la cual está dada por:

- $\frac{A_v}{s} = \frac{3,517b_w}{fy} = \frac{3,517*30}{4\ 220} = 0,025$

Por lo que el refuerzo mínimo propuesto (A_v/s_4) sobrepasa esta cuantía.

Tabla XXIII. Relación Av/s en extremos

MODULO 1 - EJE X																		
TRAMO LADO	TRAMO 1 IZQ	TRAMO 2 IZQ	TRAMO 3 IZQ	TRAMO 4 IZQ	TRAMO 5 IZQ	TRAMO 6 IZQ	TRAMO 7 IZQ	TRAMO 8 IZQ	TRAMO 9 IZQ	TRAMO 1 DER	TRAMO 2 DER	TRAMO 3 DER	TRAMO 4 DER	TRAMO 5 DER	TRAMO 6 DER	TRAMO 7 DER	TRAMO 8 DER	TRAMO 9 DER
RELACION Av/s	0.05901	0.05917	0.05666	0.05655	0.05687	0.05544	0.04538	0.05558	0.05702	0.05666	0.05630	0.05608	0.05630	0.05666	0.05630	0.05709	0.05608	0.05630
TRAMO LADO	TRAMO 1 IZQ	TRAMO 2 IZQ	TRAMO 3 IZQ	TRAMO 4 IZQ	TRAMO 5 IZQ	TRAMO 6 IZQ	TRAMO 7 IZQ	TRAMO 8 IZQ	TRAMO 9 IZQ	TRAMO 1 DER	TRAMO 2 DER	TRAMO 3 DER	TRAMO 4 DER	TRAMO 5 DER	TRAMO 6 DER	TRAMO 7 DER	TRAMO 8 DER	TRAMO 9 DER
RELACION Av/s	0.14498	0.15827	0.14462	0.14462	0.14383	0.14548	0.14017	0.12358	0.13952	0.14491	0.14362	0.14268	0.14196	0.14268	0.14196	0.14268	0.14196	0.14175

MODULO 1 - EJE Y											
TRAMO LADO	TRAMO 1 IZQ	TRAMO 2 IZQ	TRAMO 3 IZQ	TRAMO 1 DER	TRAMO 2 DER	TRAMO 3 DER					
CORTANTE	0.05702	0.07210	0.05148	0.06664	0.05282	0.00000					
TRAMO LADO	TRAMO 1 IZQ	TRAMO 2 IZQ	TRAMO 3 IZQ	TRAMO 1 DER	TRAMO 2 DER	TRAMO 3 DER					
RELACION Av/s	0.14821	0.17334	0.13112	0.16523	0.11504	0.00000					

MODULO 2 - EJE X																		
TRAMO LADO	TRAMO 1 IZQ	TRAMO 2 IZQ	TRAMO 3 IZQ	TRAMO 4 IZQ	TRAMO 5 IZQ	TRAMO 6 IZQ	TRAMO 7 IZQ	TRAMO 8 IZQ	TRAMO 9 IZQ	TRAMO 1 DER	TRAMO 2 DER	TRAMO 3 DER	TRAMO 4 DER	TRAMO 5 DER	TRAMO 6 DER	TRAMO 7 DER	TRAMO 8 DER	TRAMO 9 DER
CORTANTE	0.07966	0.08796	0.08294	0.08524	0.08222	0.04926	0.08416	0.08330	0.08416	0.08222	0.08524	0.08330	0.08416	0.08330	0.08416	0.08330	0.08416	0.08330
TRAMO LADO	TRAMO 1 IZQ	TRAMO 2 IZQ	TRAMO 3 IZQ	TRAMO 4 IZQ	TRAMO 5 IZQ	TRAMO 6 IZQ	TRAMO 7 IZQ	TRAMO 8 IZQ	TRAMO 9 IZQ	TRAMO 1 DER	TRAMO 2 DER	TRAMO 3 DER	TRAMO 4 DER	TRAMO 5 DER	TRAMO 6 DER	TRAMO 7 DER	TRAMO 8 DER	TRAMO 9 DER
RELACION Av/s	0.19101	0.21550	0.20386	0.20264	0.20243	0.20408	0.19855	0.13493	0.19855	0.20796	0.20408	0.20243	0.20264	0.20386	0.20408	0.20243	0.20264	0.21550

MODULO 2 - EJE Y											
TRAMO LADO	TRAMO 1 IZQ	TRAMO 2 IZQ	TRAMO 3 IZQ	TRAMO 4 IZQ	TRAMO 5 IZQ	TRAMO 6 IZQ					
RELACION Av/s	0.05716	0.06233	0.05867	0.05953	0.05881	0.05946					
TRAMO LADO	TRAMO 1 IZQ	TRAMO 2 IZQ	TRAMO 3 IZQ	TRAMO 4 IZQ	TRAMO 5 IZQ	TRAMO 6 IZQ					
RELACION Av/s	0.13421	0.14807	0.15202	0.13543	0.13658	0.14606					

MODULO 3 - EJE X											
TRAMO LADO	TRAMO 1 IZQ	TRAMO 2 IZQ	TRAMO 3 IZQ	TRAMO 4 IZQ	TRAMO 5 IZQ	TRAMO 6 IZQ					
RELACION Av/s	0.07640	0.08272	0.07920	0.07978	0.08121	0.07777					
TRAMO LADO	TRAMO 1 IZQ	TRAMO 2 IZQ	TRAMO 3 IZQ	TRAMO 4 IZQ	TRAMO 5 IZQ	TRAMO 6 IZQ					
RELACION Av/s	0.18792	0.21033	0.19984	0.19833	0.20444	0.19374					

MODULO 3 - EJE Y											
TRAMO LADO	TRAMO 1 IZQ	TRAMO 2 IZQ	TRAMO 3 IZQ	TRAMO 1 DER	TRAMO 2 DER	TRAMO 3 DER					
RELACION Av/s	0.06254	0.06312	0.06039	0.06097	0.06434	0.06305					
TRAMO LADO	TRAMO 1 IZQ	TRAMO 2 IZQ	TRAMO 3 IZQ	TRAMO 1 DER	TRAMO 2 DER	TRAMO 3 DER					
RELACION Av/s	0.16832	0.17478	0.15805	0.16078	0.17148	0.16408					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Relación Av/s en áreas no confinadas

MODULO 1 - EJE X																			
TRAMO LADO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6		TRAMO 7		TRAMO 8		TRAMO 9		
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	
RELACION Av/s	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
TRAMO LADO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6		TRAMO 7		TRAMO 8		TRAMO 9		
RELACION Av/s	0,06077	0,07405	0,06041	0,05962	0,05976	0,06070	0,06127	0,05936	0,05937	0,05931	0,06070	0,05847	0,05775	0,05847	0,07082	0,05754			

MODULO 1 - EJE Y								
TRAMO LADO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4	
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
RELACION Av/s	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
TRAMO LADO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4	
RELACION Av/s	0,06400	0,08913	0,04691	0,08102	0,03082	0,00000		

MODULO 2 - EJE X																			
TRAMO LADO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6		TRAMO 7		TRAMO 8		TRAMO 9		
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	
RELACION Av/s	0,00000	0,00375	0,00000	0,00038	0,00000	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00102	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00375	0,00000	0,00000
TRAMO LADO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6		TRAMO 7		TRAMO 8		TRAMO 9		
RELACION Av/s	0,10680	0,13128	0,11965	0,11843	0,11821	0,11987	0,12374	0,11434	0,05071	0,05071	0,11434	0,12374	0,11987	0,11821	0,11843	0,11965	0,13128	0,10680	

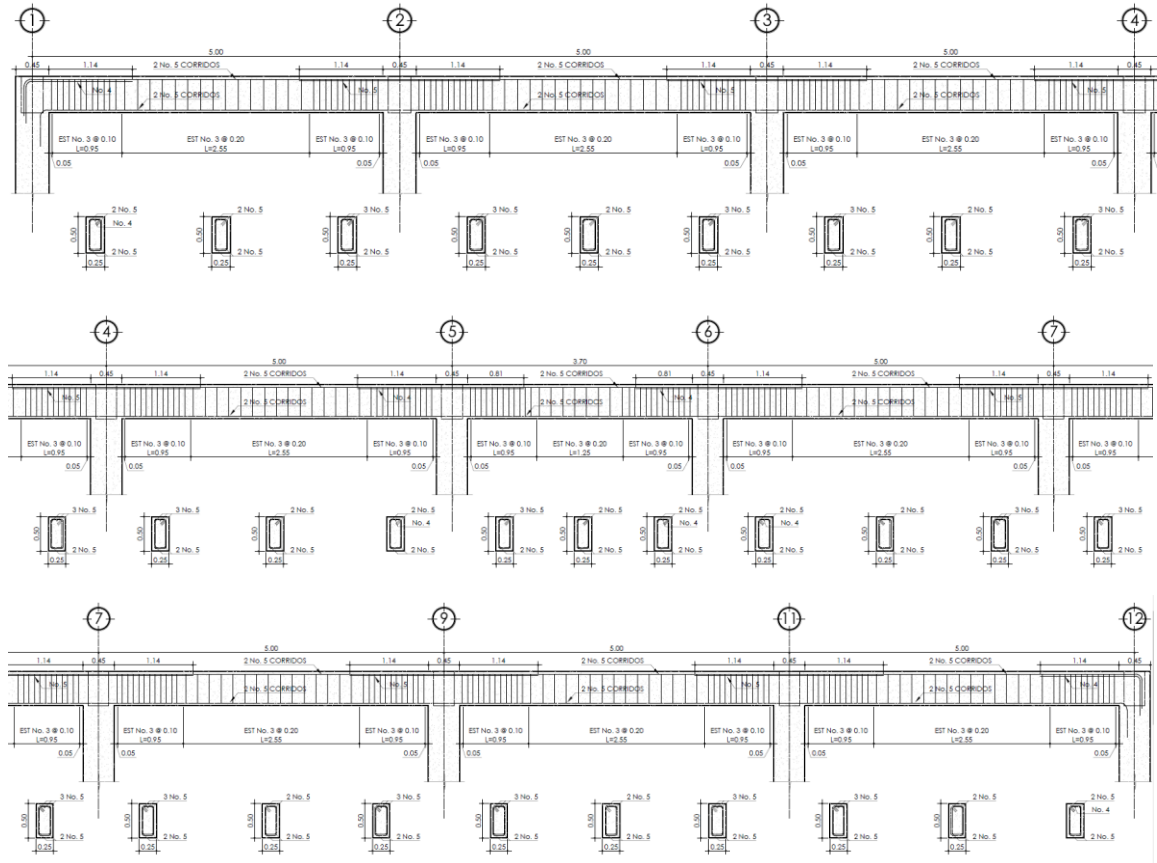
MODULO 2 - EJE Y												
TRAMO LADO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6	
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
RELACION Av/s	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
TRAMO LADO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6	
RELACION Av/s	0,05000	0,06386	0,06055	0,06781	0,05122	0,05237	0,06185	0,05668	0,03348	0,02249	0,02860	0,02307

MODULO 3 - EJE X												
TRAMO LADO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6	
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
RELACION Av/s	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,01704	0,02084	0,02400	0,01395
TRAMO LADO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4		TRAMO 5		TRAMO 6	
RELACION Av/s	0,10371	0,12611	0,11563	0,11412	0,12023	0,10953	0,05897	0,06551	0,15742	0,17200	0,17911	0,15038

MODULO 3 - EJE Y								
TRAMO LADO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4	
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
RELACION Av/s	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
TRAMO LADO	TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3		TRAMO 4	
RELACION Av/s	0,08411	0,09057	0,07384	0,07657	0,08727	0,07587		

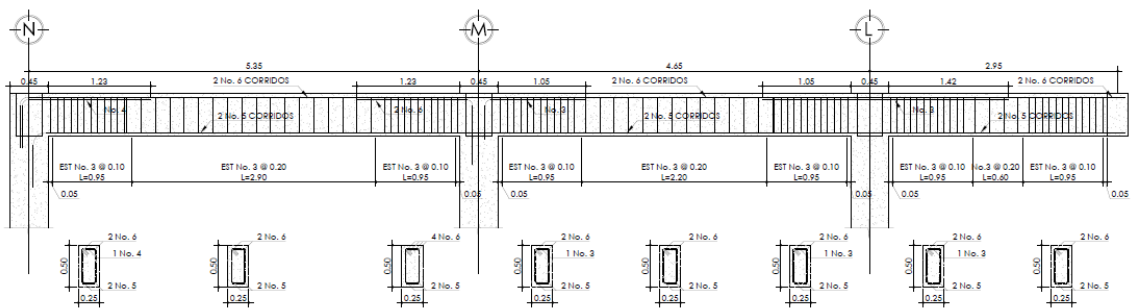
Fuente: elaboración propia.

Figura 50. Detalle de refuerzo en vigas – V-2.01



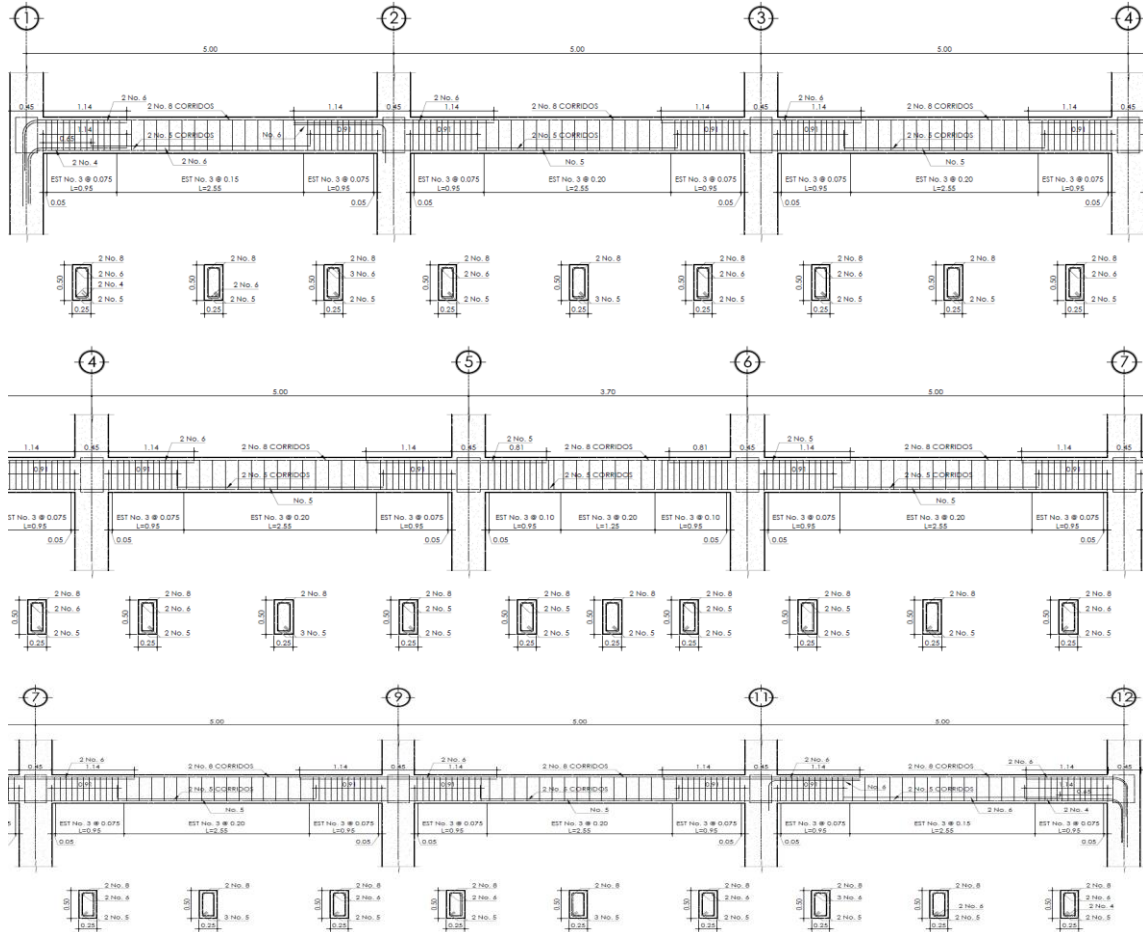
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 51. Detalle de refuerzo en vigas – V-2.02



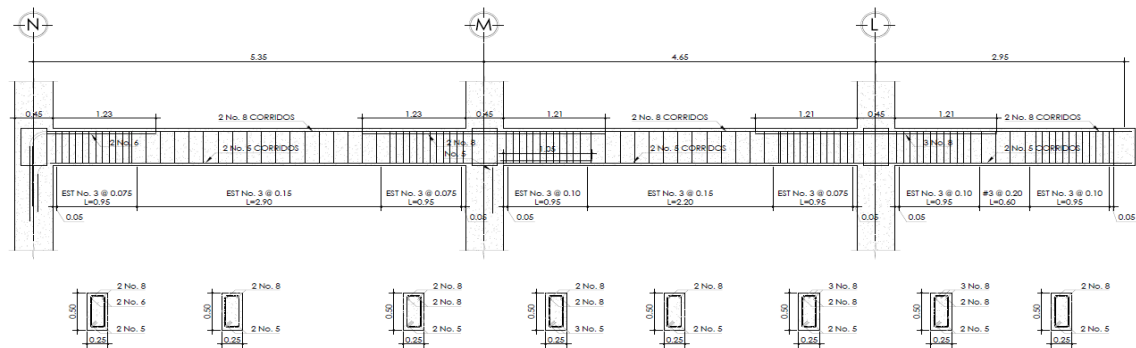
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 52. Detalle de refuerzo en vigas – V-1.01



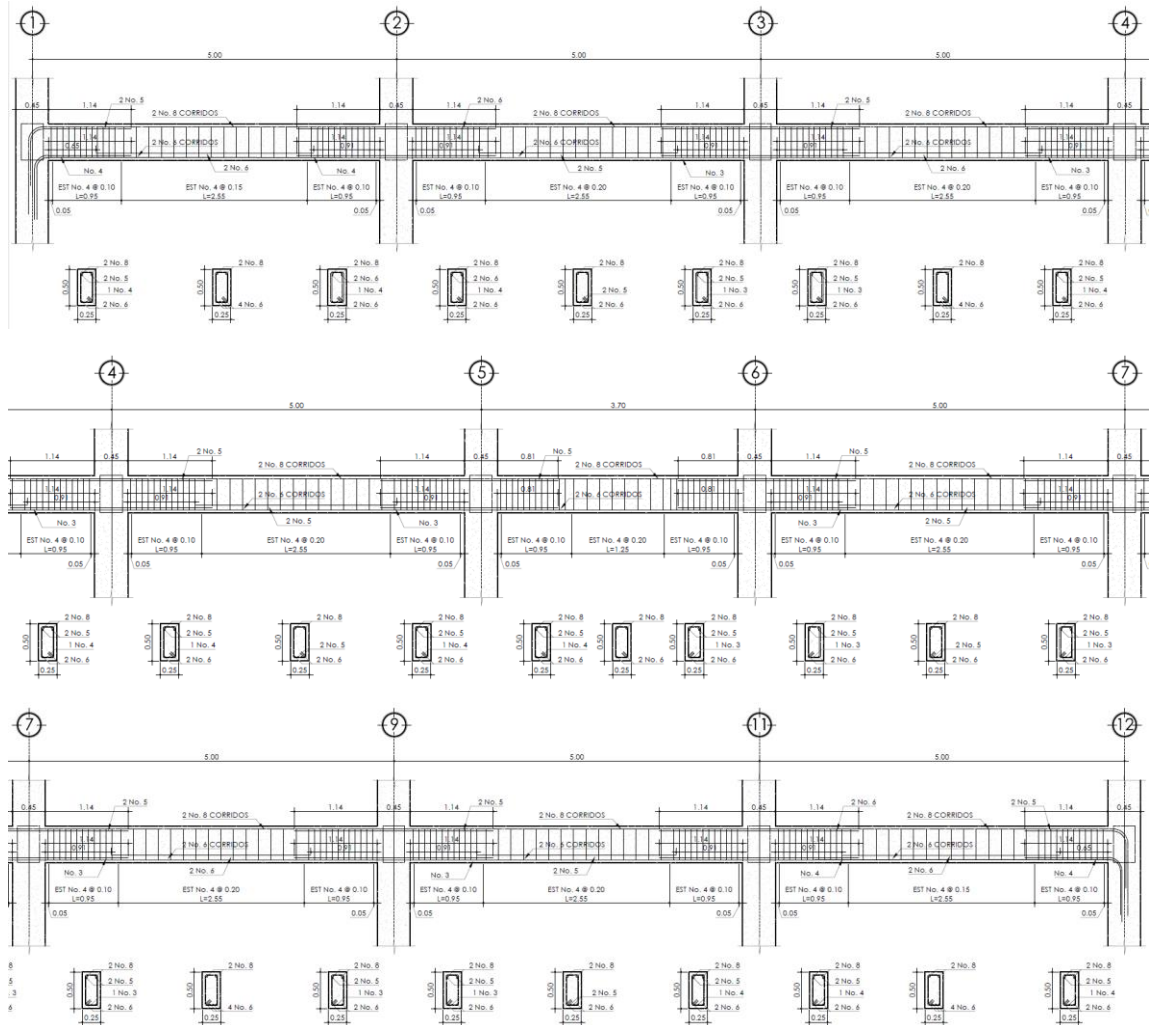
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 53. Detalle de refuerzo en vigas – V-1.02



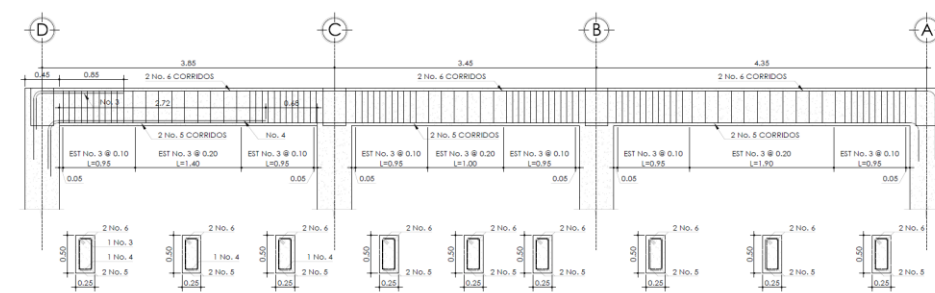
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 54. Detalle de refuerzo en vigas – V-2.03



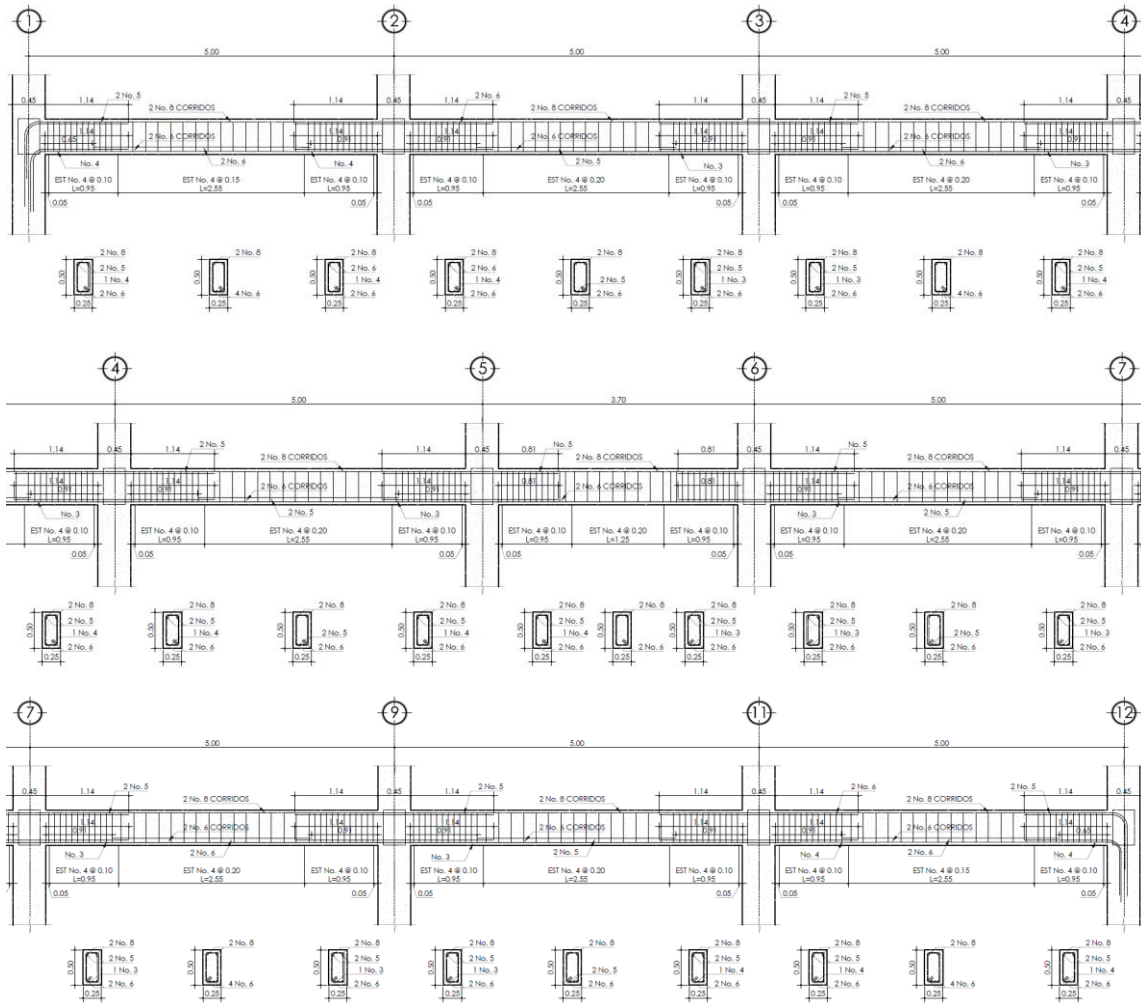
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 55. Detalle de refuerzo en vigas – V-2.06



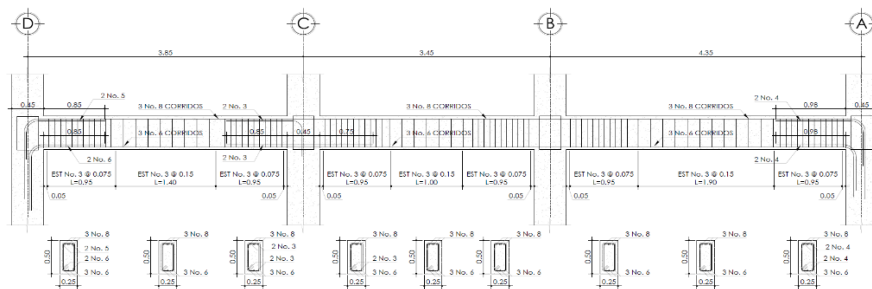
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 56. Detalle de refuerzo en vigas – V-1.03



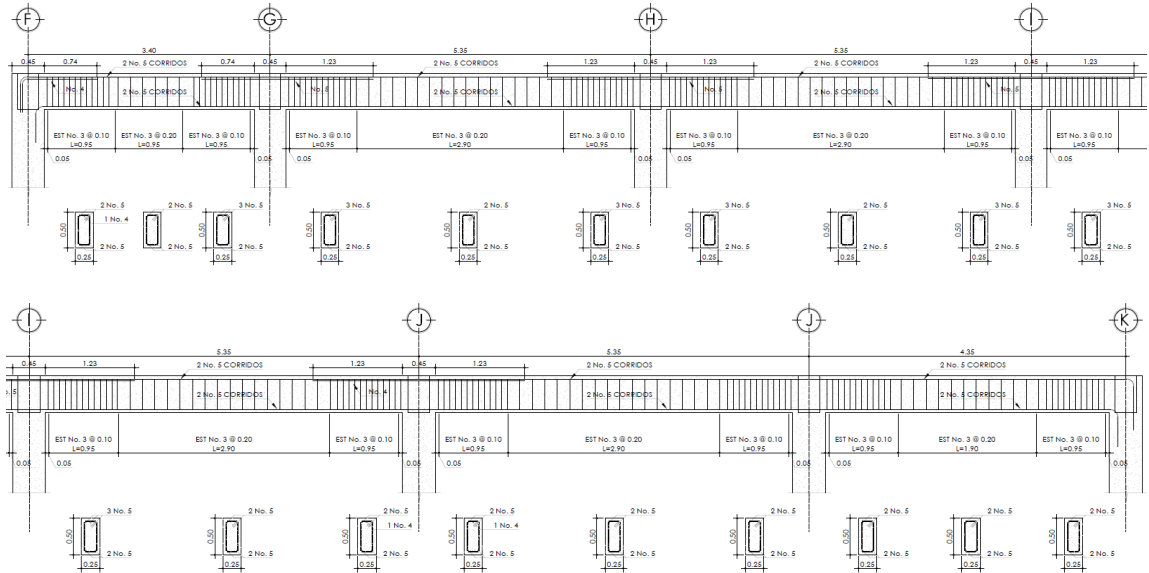
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 57. Detalle de refuerzo en vigas – V-1.06



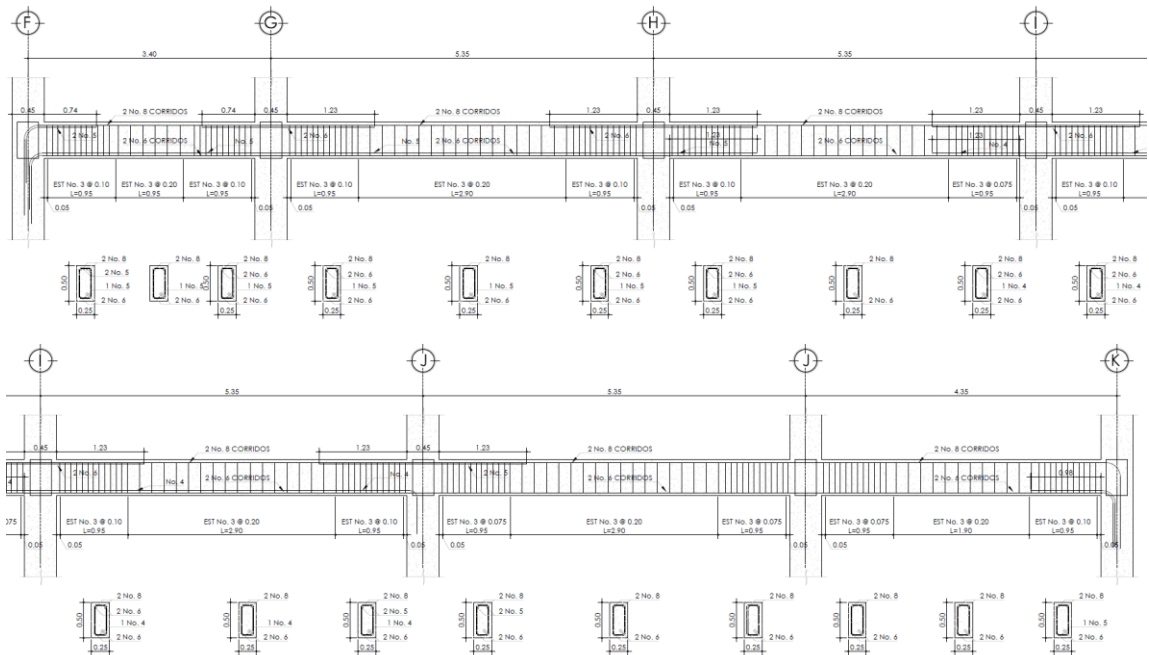
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 58. Detalle de refuerzo en vigas – V-2.04



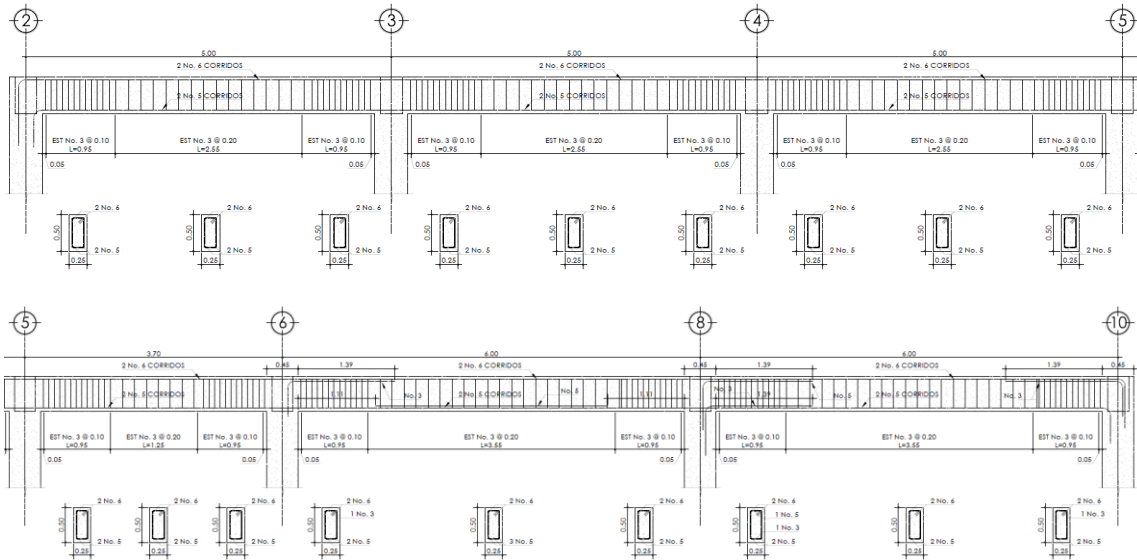
Fuente: elaboración propia, Empleando AutoCAD.

Figura 59. Detalle de refuerzo en vigas – V-1.04



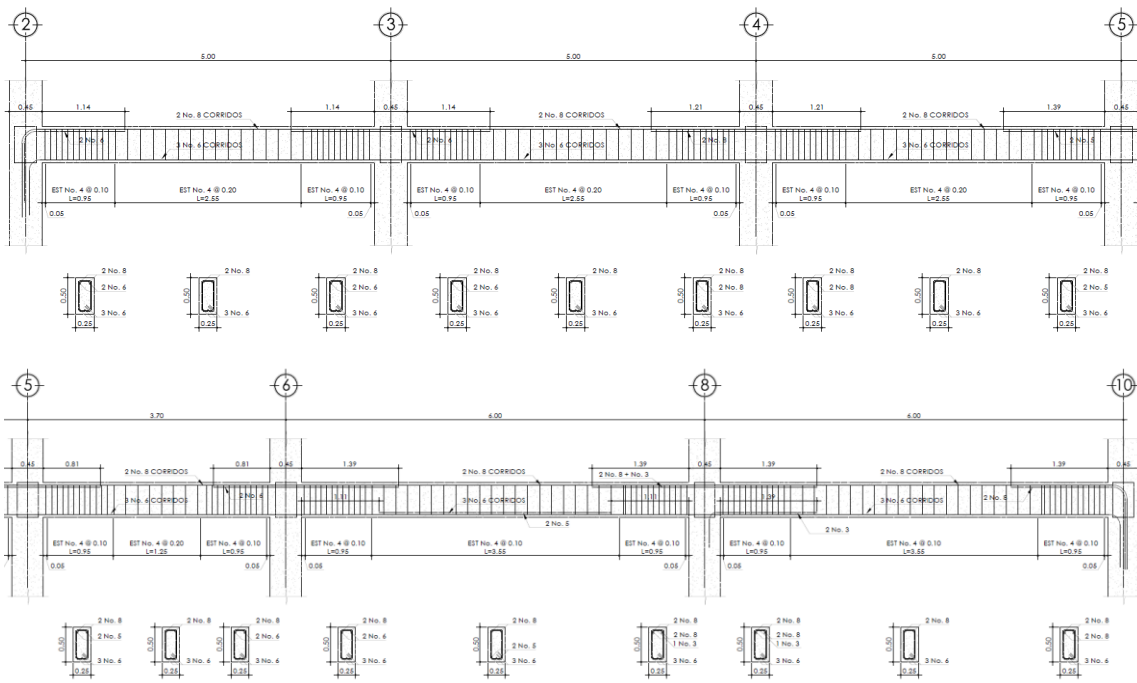
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 60. Detalle de refuerzo en vigas – V-2.05



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 61. Detalle de refuerzo en vigas – V-1.05



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.5.2. Diseño de losas

Los cálculos se realizarán por medio del Método de coeficientes del ACI, puesto que presenta resultados muy apegados a la realidad del comportamiento en una losa rígida y además por su fácil sistema constructivo. Se denominará Losa "x", "0" "y"; donde "x" será el Nivel y "y" será el número correlativo de losa.

Como se demostró en la envolvente de momentos, la combinación No. 2 muestra unos momentos mayores a la No. 1, por lo que se empleará esta para el diseño de losas.

Se realizarán las losas en una franja unitaria de 1,00m de ancho y un peralte efectivo de 0,09m. Debido a la complejidad que podría representar el determinar todas las áreas de acero para cada losa, se analizará al igual que en las vigas con una ecuación de segundo grado, donde la variable será la cuantía de acero ρ .

- $M_n = \Phi * (\rho f_y b_w d^2 * (1 - 0,59 \rho f_y / f'_c))$
 - $M_n = (0,9 * (\rho 60\ 000 (100/2,54) (9/2,54)^2 * (1 - 0,59 \rho (60/4))) / 86,7962$
 - $M_n = 341\ 691,82\rho - 3\ 023\ 972,58 \rho^2$
 - $0 = 3\ 023\ 972,58\rho^2 - 341\ 691,82\rho + M_n$

También se emplearán las siguientes condicionantes que establece el ACI 318-14:

- $\rho_{max} = 0,025 = A_{smax} / (b_w * d) = A_{smin} / (100 * 11) \text{ cm}^2$
 - $\therefore A_{smax} = 0,025 * 100 * 11 = 27,50 \text{ cm}^2/\text{m}$
- $A_{smin} = 0,002 * b_w * t = 0,002 * (100 * 14) = 2,80 \text{ cm}^2/\text{m}$
- $S_{max} = 2 * t = 2(12,00) = 24,00 \text{ cm}$

Debido a la condición de los muros y la interacción que estos proveen de acuerdo con la relación de lado corto y lado largo (m), el instituto de ingeniería de la UNAM establece los siguientes coeficientes en función de m para determinar los momentos finales de diseño:

Tabla XXV. **Coefficientes para peso de muros en losas**

Relación (m)	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
Muro paralelo al lado corto	1,6	1,57	1,54	1,51	1,48	1,45	1,42	1,39	1,36	1,33	1,30
Muro paralelo al lado largo	1,8	1,78	1,76	1,74	1,72	1,7	1,68	1,66	1,64	1,62	1,60

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México. *Diseño y construcción de estructuras de concreto. No 401. p. 75.*

Tabla XXVI. **Coefficientes para momentos negativos en losas**

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00		$C_{a,neg}$ 0,045 $C_{b,neg}$ 0,045	0,076	0,050 0,050	0,075	0,071	0,071	0,033 0,061	0,061 0,033
0.95		$C_{a,neg}$ 0,050 $C_{b,neg}$ 0,041	0,072	0,055 0,045	0,079	0,075	0,067	0,038 0,056	0,065 0,029
0.90		$C_{a,neg}$ 0,055 $C_{b,neg}$ 0,037	0,070	0,060 0,040	0,080	0,079	0,062	0,043 0,052	0,068 0,025
0.85		$C_{a,neg}$ 0,060 $C_{b,neg}$ 0,031	0,065	0,066 0,034	0,082	0,083	0,057	0,049 0,046	0,072 0,021
0.80		$C_{a,neg}$ 0,065 $C_{b,neg}$ 0,027	0,061	0,071 0,029	0,083	0,086	0,051	0,055 0,041	0,075 0,017
0.75		$C_{a,neg}$ 0,069 $C_{b,neg}$ 0,022	0,056	0,076 0,024	0,085	0,088	0,044	0,061 0,036	0,078 0,014
0.70		$C_{a,neg}$ 0,074 $C_{b,neg}$ 0,017	0,050	0,081 0,019	0,086	0,091	0,038	0,068 0,029	0,081 0,011
0.65		$C_{a,neg}$ 0,077 $C_{b,neg}$ 0,014	0,043	0,085 0,015	0,087	0,093	0,031	0,074 0,024	0,083 0,008
0.60		$C_{a,neg}$ 0,081 $C_{b,neg}$ 0,010	0,035	0,089 0,011	0,088	0,095	0,024	0,080 0,018	0,085 0,006
0.55		$C_{a,neg}$ 0,084 $C_{b,neg}$ 0,007	0,028	0,092 0,008	0,089	0,096	0,019	0,085 0,014	0,086 0,005
0.50		$C_{a,neg}$ 0,086 $C_{b,neg}$ 0,006	0,022	0,094 0,006	0,090	0,097	0,014	0,089 0,010	0,088 0,003

^{af} Un borde de achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo, un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencias son despreciables.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto (12ª. Edición)*. p. 378.

Tabla XXVII. Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas

Relación l_b	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
1.00	$C_{a,dl}$ 0,036 $C_{b,dl}$ 0,036	0,018 0,018	0,018 0,027	0,027 0,027	0,027 0,018	0,033 0,027	0,027 0,033	0,020 0,023	0,023 0,020
0.95	$C_{a,dl}$ 0,040 $C_{b,dl}$ 0,033	0,020 0,016	0,021 0,025	0,030 0,024	0,028 0,015	0,036 0,024	0,031 0,031	0,022 0,021	0,024 0,017
0.90	$C_{a,dl}$ 0,045 $C_{b,dl}$ 0,029	0,022 0,014	0,025 0,024	0,033 0,022	0,029 0,013	0,039 0,021	0,035 0,028	0,025 0,019	0,026 0,015
0.85	$C_{a,dl}$ 0,050 $C_{b,dl}$ 0,026	0,024 0,012	0,029 0,022	0,036 0,019	0,031 0,011	0,042 0,017	0,040 0,025	0,029 0,017	0,028 0,013
0.80	$C_{a,dl}$ 0,056 $C_{b,dl}$ 0,023	0,026 0,011	0,034 0,020	0,039 0,016	0,032 0,009	0,045 0,015	0,045 0,022	0,032 0,015	0,029 0,010
0.75	$C_{a,dl}$ 0,061 $C_{b,dl}$ 0,019	0,028 0,009	0,040 0,018	0,043 0,013	0,033 0,007	0,048 0,012	0,051 0,020	0,036 0,013	0,031 0,007
0.70	$C_{a,dl}$ 0,068 $C_{b,dl}$ 0,016	0,030 0,007	0,046 0,016	0,046 0,011	0,035 0,005	0,051 0,009	0,058 0,017	0,040 0,011	0,033 0,006
0.65	$C_{a,dl}$ 0,074 $C_{b,dl}$ 0,013	0,032 0,006	0,054 0,014	0,050 0,009	0,036 0,004	0,054 0,007	0,065 0,014	0,044 0,009	0,034 0,005
0.60	$C_{a,dl}$ 0,081 $C_{b,dl}$ 0,010	0,034 0,004	0,062 0,011	0,053 0,007	0,037 0,003	0,056 0,006	0,073 0,012	0,048 0,007	0,036 0,004
0.55	$C_{a,dl}$ 0,088 $C_{b,dl}$ 0,008	0,035 0,003	0,071 0,009	0,056 0,005	0,038 0,002	0,058 0,004	0,081 0,009	0,052 0,005	0,037 0,003
0.50	$C_{a,dl}$ 0,095 $C_{b,dl}$ 0,006	0,037 0,002	0,080 0,007	0,059 0,004	0,039 0,001	0,061 0,003	0,089 0,007	0,056 0,004	0,038 0,002

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto (12ª. Edición)*. p. 379.

Tabla XXVIII. Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas

Relación $m = \frac{l_b}{l_a}$	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
1.00	$C_{a,dl}$ 0,036 $C_{b,dl}$ 0,036	0,027 0,027	0,027 0,032	0,032 0,032	0,032 0,027	0,035 0,032	0,032 0,035	0,028 0,030	0,030 0,028
0.95	$C_{a,dl}$ 0,040 $C_{b,dl}$ 0,033	0,030 0,025	0,031 0,029	0,035 0,029	0,034 0,024	0,038 0,029	0,036 0,032	0,031 0,027	0,032 0,025
0.90	$C_{a,dl}$ 0,045 $C_{b,dl}$ 0,029	0,034 0,022	0,035 0,027	0,039 0,026	0,037 0,021	0,042 0,025	0,040 0,029	0,035 0,024	0,036 0,022
0.85	$C_{a,dl}$ 0,050 $C_{b,dl}$ 0,026	0,037 0,019	0,040 0,024	0,043 0,023	0,041 0,019	0,046 0,022	0,045 0,026	0,040 0,022	0,039 0,020
0.80	$C_{a,dl}$ 0,056 $C_{b,dl}$ 0,023	0,041 0,017	0,045 0,022	0,048 0,020	0,044 0,016	0,051 0,019	0,051 0,023	0,044 0,019	0,042 0,017
0.75	$C_{a,dl}$ 0,061 $C_{b,dl}$ 0,019	0,045 0,014	0,051 0,019	0,052 0,016	0,047 0,013	0,055 0,016	0,056 0,020	0,049 0,016	0,046 0,013
0.70	$C_{a,dl}$ 0,068 $C_{b,dl}$ 0,016	0,049 0,012	0,057 0,016	0,057 0,014	0,051 0,011	0,060 0,013	0,063 0,017	0,054 0,014	0,050 0,011
0.65	$C_{a,dl}$ 0,074 $C_{b,dl}$ 0,013	0,053 0,010	0,064 0,014	0,062 0,011	0,055 0,009	0,064 0,010	0,070 0,014	0,059 0,011	0,054 0,009
0.60	$C_{a,dl}$ 0,081 $C_{b,dl}$ 0,010	0,058 0,007	0,071 0,011	0,067 0,009	0,059 0,007	0,068 0,008	0,077 0,011	0,065 0,009	0,059 0,007
0.55	$C_{a,dl}$ 0,088 $C_{b,dl}$ 0,008	0,062 0,006	0,080 0,009	0,072 0,007	0,063 0,005	0,073 0,006	0,085 0,009	0,070 0,007	0,063 0,006
0.50	$C_{a,dl}$ 0,095 $C_{b,dl}$ 0,006	0,066 0,004	0,088 0,007	0,077 0,005	0,067 0,004	0,078 0,005	0,092 0,007	0,076 0,005	0,067 0,004

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto (12ª. Edición)*. p. 380.

Tabla XXXI. Áreas de acero en losas por metro de longitud – 1er. Nivel

1.01				1.02				1.03				1.04				1.05			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	16,48	As (-)	15,36	As (-)	20,42	As (-)	9,25	As (-)	20,42	As (-)	9,25	As (-)	20,42	As (-)	9,25	As (-)	13,11	As (-)	3,55
As (+)	8,56	As (+)	7,93	As (+)	7,00	As (+)	5,84	As (+)	7,00	As (+)	5,84	As (+)	7,00	As (+)	5,84	As (+)	4,85	As (+)	3,34
As(1/3M+)	2,68	As(1/3M+)	2,95	As(1/3M+)	2,22	As(1/3M+)	1,87	As(1/3M+)	2,22	As(1/3M+)	1,87	As(1/3M+)	2,22	As(1/3M+)	1,87	As(1/3M+)	1,56	As(1/3M+)	1,09
1.06				1.07				1.08				1.09				1.10			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	20,42	As (-)	9,25	As (-)	20,42	As (-)	9,25	As (-)	20,42	As (-)	9,25	As (-)	16,48	As (-)	15,36	As (-)	14,42	As (-)	13,65
As (+)	7,00	As (+)	5,84	As (+)	7,00	As (+)	5,84	As (+)	7,00	As (+)	5,84	As (+)	8,56	As (+)	7,93	As (+)	7,58	As (+)	7,11
As(1/3M+)	2,22	As(1/3M+)	1,87	As(1/3M+)	2,22	As(1/3M+)	1,87	As(1/3M+)	2,22	As(1/3M+)	1,87	As(1/3M+)	2,68	As(1/3M+)	2,50	As(1/3M+)	2,39	As(1/3M+)	2,25
1.11				1.12				1.13				1.14				1.15			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	9,42	As (-)	17,83	As (-)	9,42	As (-)	17,83	As (-)	9,42	As (-)	17,83	As (-)	10,84	As (-)	7,08	As (-)	9,42	As (-)	17,83
As (+)	5,75	As (+)	6,27	As (+)	5,75	As (+)	6,27	As (+)	5,75	As (+)	6,27	As (+)	4,18	As (+)	3,55	As (+)	5,75	As (+)	6,27
As(1/3M+)	1,84	As(1/3M+)	2,00	As(1/3M+)	1,84	As(1/3M+)	2,00	As(1/3M+)	1,84	As(1/3M+)	2,00	As(1/3M+)	1,35	As(1/3M+)	1,16	As(1/3M+)	1,84	As(1/3M+)	2,00
1.16				1.17				1.18				1.19				1.20			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	9,42	As (-)	17,83	As (-)	9,42	As (-)	17,83	As (-)	14,42	As (-)	13,65	As (-)	12,27	As (-)	0,00	As (-)	14,04	As (-)	13,12
As (+)	5,75	As (+)	6,27	As (+)	5,75	As (+)	6,27	As (+)	7,58	As (+)	7,11	As (+)	5,61	As (+)	3,98	As (+)	7,28	As (+)	6,72
As(1/3M+)	1,84	As(1/3M+)	2,00	As(1/3M+)	1,84	As(1/3M+)	2,00	As(1/3M+)	2,39	As(1/3M+)	2,25	As(1/3M+)	1,80	As(1/3M+)	1,29	As(1/3M+)	2,49	As(1/3M+)	2,14
1.21				1.22				1.23				1.24				1.25			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	17,22	As (-)	7,99	As (-)	17,22	As (-)	7,99	As (-)	17,22	As (-)	7,99	As (-)	12,53	As (-)	3,41	As (-)	17,22	As (-)	7,99
As (+)	5,87	As (+)	4,83	As (+)	5,87	As (+)	4,83	As (+)	5,87	As (+)	4,83	As (+)	4,66	As (+)	3,02	As (+)	5,87	As (+)	4,83
As(1/3M+)	1,88	As(1/3M+)	1,56	As(1/3M+)	1,88	As(1/3M+)	1,56	As(1/3M+)	1,88	As(1/3M+)	1,56	As(1/3M+)	1,51	As(1/3M+)	0,99	As(1/3M+)	1,88	As(1/3M+)	1,56
1.26				1.27				1.28				1.29				1.30			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	17,22	As (-)	7,99	As (-)	17,22	As (-)	7,99	As (-)	14,04	As (-)	13,12	As (-)	10,16	As (-)	19,18	As (-)	13,95	As (-)	13,07
As (+)	5,87	As (+)	4,83	As (+)	5,87	As (+)	4,83	As (+)	7,28	As (+)	6,72	As (+)	6,13	As (+)	6,63	As (+)	5,64	As (+)	5,26
As(1/3M+)	1,88	As(1/3M+)	1,56	As(1/3M+)	1,88	As(1/3M+)	1,56	As(1/3M+)	2,30	As(1/3M+)	2,14	As(1/3M+)	1,96	As(1/3M+)	2,11	As(1/3M+)	1,81	As(1/3M+)	1,69
1.31				1.32				1.33				1.34				1.35			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	13,95	As (-)	13,07	As (-)	13,95	As (-)	13,07	As (-)	11,29	As (-)	5,37	As (-)	13,95	As (-)	13,07	As (-)	13,95	As (-)	13,07
As (+)	5,64	As (+)	5,26	As (+)	5,64	As (+)	5,26	As (+)	4,25	As (+)	3,27	As (+)	5,64	As (+)	5,26	As (+)	5,64	As (+)	5,26
As(1/3M+)	1,81	As(1/3M+)	1,69	As(1/3M+)	1,81	As(1/3M+)	1,69	As(1/3M+)	1,37	As(1/3M+)	1,07	As(1/3M+)	1,81	As(1/3M+)	1,69	As(1/3M+)	1,81	As(1/3M+)	1,69
1.36				1.37				1.38				1.39				1.40			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	13,95	As (-)	13,07	As (-)	10,16	As (-)	19,18	As (-)	9,19	As (-)	17,10	As (-)	12,55	As (-)	11,78	As (-)	12,55	As (-)	11,78
As (+)	5,64	As (+)	5,26	As (+)	6,63	As (+)	5,41	As (+)	5,41	As (+)	5,89	As (+)	4,95	As (+)	4,59	As (+)	4,95	As (+)	4,59
As(1/3M+)	1,81	As(1/3M+)	1,69	As(1/3M+)	1,96	As(1/3M+)	2,11	As(1/3M+)	1,74	As(1/3M+)	1,88	As(1/3M+)	1,60	As(1/3M+)	1,48	As(1/3M+)	1,60	As(1/3M+)	1,48
1.41				1.42				1.43				1.44				1.45			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	12,55	As (-)	11,78	As (-)	11,29	As (-)	5,37	As (-)	17,22	As (-)	7,99	As (-)	17,22	As (-)	7,99	As (-)	17,22	As (-)	7,99
As (+)	4,95	As (+)	4,59	As (+)	4,25	As (+)	3,27	As (+)	5,87	As (+)	4,83	As (+)	5,87	As (+)	4,83	As (+)	5,87	As (+)	4,83
As(1/3M+)	1,60	As(1/3M+)	1,48	As(1/3M+)	1,37	As(1/3M+)	1,07	As(1/3M+)	1,88	As(1/3M+)	1,56	As(1/3M+)	1,88	As(1/3M+)	1,56	As(1/3M+)	1,56	As(1/3M+)	1,56
1.46				1.47				1.48				1.49				1.50			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	14,04	As (-)	13,12	As (-)	8,71	As (-)	16,11	As (-)	11,87	As (-)	11,15	As (-)	11,87	As (-)	11,15	As (-)	11,87	As (-)	11,15
As (+)	7,28	As (+)	6,72	As (+)	5,05	As (+)	5,53	As (+)	4,61	As (+)	4,27	As (+)	4,61	As (+)	4,27	As (+)	4,61	As (+)	4,27
As(1/3M+)	2,30	As(1/3M+)	2,14	As(1/3M+)	1,63	As(1/3M+)	1,77	As(1/3M+)	1,49	As(1/3M+)	1,38	As(1/3M+)	1,49	As(1/3M+)	1,38	As(1/3M+)	1,49	As(1/3M+)	1,38
1.51				1.52				1.53				1.54				1.55			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	11,29	As (-)	5,37	As (-)	9,83	As (-)	3,74	As (-)	8,43	As (-)	6,13	As (-)	8,43	As (-)	6,13	As (-)	8,43	As (-)	6,13
As (+)	4,25	As (+)	3,27	As (+)	5,37	As (+)	2,64	As (+)	4,70	As (+)	2,62	As (+)	4,70	As (+)	2,60	As (+)	4,70	As (+)	2,60
As(1/3M+)	1,37	As(1/3M+)	1,07	As(1/3M+)	1,70	As(1/3M+)	0,87	As(1/3M+)	1,52	As(1/3M+)	0,85	As(1/3M+)	1,52	As(1/3M+)	0,85	As(1/3M+)	1,52	As(1/3M+)	0,85
1.56				1.57				1.58				1.59				1.60			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	6,22	As (-)	9,35	As (-)	0,00	As (-)	11,67	As (-)	0,00	As (-)	11,67	As (-)	9,57	As (-)	1,96	As (-)	12,12	As (-)	6,30
As (+)	3,66	As (+)	3,43	As (+)	5,76	As (+)	3,82	As (+)	5,76	As (+)	3,82	As (+)	3,67	As (+)	1,64	As (+)	6,26	As (+)	3,93
As(1/3M+)	1,19	As(1/3M+)	1,12	As(1/3M+)	1,85	As(1/3M+)	1,24	As(1/3M+)	1,85	As(1/3M+)	1,24	As(1/3M+)	1,19	As(1/3M+)	0,54	As(1/3M+)	2,00	As(1/3M+)	1,28
1.61				1.62				1.63				1.64				1.65			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	9,45	As (-)	9,81	As (-)	9,45	As (-)	9,81	As (-)	11,51	As (-)	5,24	As (-)	11,74	As (-)	6,43	As (-)	13,29	As (-)	3,83
As (+)	5,22	As (+)	3,85	As (+)	5,22	As (+)	3,85	As (+)	4,16	As (+)	3,25	As (+)	6,27	As (+)	3,53	As (+)	7,12	As (+)	3,64
As(1/3M+)	1,68	As(1/3M+)	1,25	As(1/3M+)	1,68	As(1/3M+)	1,25	As(1/3M+)	1,35	As(1/3M+)	1,06	As(1/3M+)	2,00	As(1/3M+)	1,15	As(1/3M+)	2,26	As(1/3M+)	1,19
1.66				1.67				1.68				1.69				1.70			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	9,92	As (-)	6,94	As (-)	10,38	As (-)	3,92	As (-)	9,92	As (-)	6,94	As (-)	7,61	As (-)	7,24	As (-)	10,67	As (-)	2,68
As (+)	5,30	As (+)	3,47	As (+)	3,98	As (+)	2,67	As (+)	5,30	As (+)	3,47	As (+)	3,14	As (+)	2,95	As (+)	4,02	As (+)	2,87
As(1/3M+)	1,70	As(1/3M+)	1,13	As(1/3M+)	1,29	As(1/3M+)	0,87	As(1/3M+)	1,70	As(1/3M+)	1,13	As(1/3M+)	1,03	As(1/3M+)	0,96	As(1/3M+)	1,30	As(1/3M+)	0,94
1.71				1.72				1.73				1.74				1.75			
LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB			LA	LB		
As (-)	10,67	As (-)	2,68	As (-)	13,47	As (-)	8,88	As (-)	13,47	As (-)	8,88	As (-)	10,94	As (-)	7,72	As (-)	12,67	As (-)	6,93
As (+)	4,02	As (+)	2,87	As (+)	6,80	As (+)	5,15	As (+)	6,80	As (+)	5,15	As (+)	5,61	As (+)	4,58	As (+)	6,73	As (+)	4,62
As(1/3M+)	1,30	As(1/3M+)	0,94	As(1/3M+)	2,16	As(1/3M+)	1,66	As(1/3M+)	2,16	As(1/3M+)	1,66	As(1/3M+)	1,80	As(1/3M+)	1,48	As(1/3M+)	2,14	As(1/3M+)	1,49
1.76																			
LA	LB																		
As (-)	15,61	As (-)	6,56																
As (+)	7,81	As (+)	4,78																
As(1/3M+)	2,46	As(1/3M+)	1,53																

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Áreas de acero en losas por metro de longitud – 2do. Nivel

2.01		2.02		2.03		2.04		2.05		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	3.49 As (-)	3.29 As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	2.66 As (-)	0.78
As (+)	1.98 As (+)	1.85 As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	1.06 As (+)	0.89
As(1/3M+)	0.65 As(1/3M+)	0.61 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.35 As(1/3M+)	0.29
2.06		2.07		2.08		2.09		2.10		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	2.13 As (-)	2.09 As (-)	3.49 As (-)	3.29 As (-)	2.97 As (-)	2.83
As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	0.86 As (+)	1.41 As (+)	1.98 As (+)	1.85 As (+)	1.69 As (+)	1.60
As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.29 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.65 As(1/3M+)	0.61 As(1/3M+)	0.56 As(1/3M+)	0.53
2.11		2.12		2.13		2.14		2.15		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	2.09 As (-)	3.55 As (-)	2.09 As (-)	3.55 As (-)	2.09 As (-)	3.55 As (-)	2.13 As (-)	1.44 As (-)	2.09 As (-)	3.55
As (+)	1.33 As (+)	1.43 As (+)	1.33 As (+)	1.43 As (+)	1.33 As (+)	1.43 As (+)	0.88 As (+)	0.83 As (+)	1.33 As (+)	1.43
As(1/3M+)	0.44 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.44 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.44 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.29 As(1/3M+)	0.28 As(1/3M+)	0.44 As(1/3M+)	0.47
2.16		2.17		2.18		2.19		2.20		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	2.09 As (-)	3.55 As (-)	4.04 As (-)	1.49 As (-)	2.97 As (-)	2.83 As (-)	2.08 As (-)	0.00 As (-)	3.49 As (-)	3.29
As (+)	1.33 As (+)	1.43 As (+)	2.12 As (+)	0.93 As (+)	1.69 As (+)	1.60 As (+)	1.01 As (+)	0.77 As (+)	1.98 As (+)	1.85
As(1/3M+)	0.44 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.70 As(1/3M+)	0.31 As(1/3M+)	0.56 As(1/3M+)	0.53 As(1/3M+)	0.33 As(1/3M+)	0.25 As(1/3M+)	0.65 As(1/3M+)	0.61
2.21		2.22		2.23		2.24		2.25		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	2.66 As (-)	0.78 As (-)	4.15 As (-)	2.09
As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	1.06 As (+)	0.89 As (+)	1.66 As (+)	1.41
As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.35 As(1/3M+)	0.29 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47
2.26		2.27		2.28		2.29		2.30		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	3.49 As (-)	3.29 As (-)	2.38 As (-)	4.12 As (-)	3.16 As (-)	2.99
As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	1.98 As (+)	1.85 As (+)	1.56 As (+)	1.65 As (+)	1.45 As (+)	1.36
As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.65 As(1/3M+)	0.61 As(1/3M+)	0.51 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.48 As(1/3M+)	0.45
2.31		2.32		2.33		2.34		2.35		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	3.16 As (-)	2.99 As (-)	3.16 As (-)	2.99 As (-)	2.43 As (-)	1.22 As (-)	3.16 As (-)	2.99 As (-)	3.16 As (-)	2.99
As (+)	1.45 As (+)	1.36 As (+)	1.45 As (+)	1.36 As (+)	0.97 As (+)	0.93 As (+)	1.45 As (+)	1.36 As (+)	1.45 As (+)	1.36
As(1/3M+)	0.48 As(1/3M+)	0.45 As(1/3M+)	0.48 As(1/3M+)	0.45 As(1/3M+)	0.32 As(1/3M+)	0.31 As(1/3M+)	0.48 As(1/3M+)	0.45 As(1/3M+)	0.48 As(1/3M+)	0.45
2.36		2.37		2.38		2.39		2.40		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	3.16 As (-)	2.99 As (-)	2.38 As (-)	4.12 As (-)	3.49 As (-)	3.29 As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	4.15 As (-)	2.09
As (+)	1.45 As (+)	1.36 As (+)	1.56 As (+)	1.65 As (+)	1.98 As (+)	1.85 As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	1.66 As (+)	1.41
As(1/3M+)	0.48 As(1/3M+)	0.45 As(1/3M+)	0.51 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.65 As(1/3M+)	0.61 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47
2.41		2.42		2.43		2.44		2.45		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	2.43 As (-)	1.22 As (-)	3.16 As (-)	2.99 As (-)	3.16 As (-)	2.99 As (-)	3.16 As (-)	2.99
As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	0.97 As (+)	0.93 As (+)	1.45 As (+)	1.36 As (+)	1.45 As (+)	1.36 As (+)	1.45 As (+)	1.36
As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.32 As(1/3M+)	0.31 As(1/3M+)	0.48 As(1/3M+)	0.45 As(1/3M+)	0.48 As(1/3M+)	0.45 As(1/3M+)	0.48 As(1/3M+)	0.45
2.46		2.47		2.48		2.49		2.50		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	2.38 As (-)	4.12 As (-)	2.25 As (-)	1.43 As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	4.15 As (-)	2.09 As (-)	4.15 As (-)	2.09
As (+)	1.56 As (+)	1.65 As (+)	1.20 As (+)	1.17 As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	1.66 As (+)	1.41 As (+)	1.66 As (+)	1.41
As(1/3M+)	0.51 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.40 As(1/3M+)	0.39 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.47
2.51		2.52		2.53		2.54		2.55		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	2.38 As (-)	4.12 As (-)	2.18 As (-)	9.35 As (-)	0.00 As (-)	5.37 As (-)	8.03 As (-)	9.40 As (-)	2.73 As (-)	1.49
As (+)	1.56 As (+)	1.65 As (+)	0.82 As (+)	3.43 As (+)	1.51 As (+)	1.90 As (+)	3.83 As (+)	5.51 As (+)	1.43 As (+)	1.14
As(1/3M+)	0.51 As(1/3M+)	0.55 As(1/3M+)	0.27 As(1/3M+)	1.12 As(1/3M+)	0.50 As(1/3M+)	0.62 As(1/3M+)	1.26 As(1/3M+)	1.80 As(1/3M+)	0.47 As(1/3M+)	0.38
2.56		2.57		2.58		2.59		2.60		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	2.18 As (-)	2.25 As (-)	2.18 As (-)	2.25 As (-)	2.13 As (-)	1.02 As (-)	2.88 As (-)	1.65 As (-)	3.21 As (-)	1.00
As (+)	1.21 As (+)	1.10 As (+)	1.21 As (+)	1.10 As (+)	0.86 As (+)	0.69 As (+)	1.50 As (+)	1.25 As (+)	1.69 As (+)	1.32
As(1/3M+)	0.40 As(1/3M+)	0.38 As(1/3M+)	0.40 As(1/3M+)	0.38 As(1/3M+)	0.36 As(1/3M+)	0.23 As(1/3M+)	0.49 As(1/3M+)	0.41 As(1/3M+)	0.56 As(1/3M+)	0.44
2.61		2.62		2.63		2.64		2.65		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	2.16 As (-)	0.86 As (-)	2.16 As (-)	0.86 As (-)	2.16 As (-)	0.86 As (-)	1.39 As (-)	1.33 As (-)	2.36 As (-)	0.63
As (+)	0.87 As (+)	0.77 As (+)	0.87 As (+)	0.77 As (+)	0.87 As (+)	0.77 As (+)	0.65 As (+)	0.61 As (+)	0.92 As (+)	0.95
As(1/3M+)	0.29 As(1/3M+)	0.25 As(1/3M+)	0.29 As(1/3M+)	0.25 As(1/3M+)	0.29 As(1/3M+)	0.25 As(1/3M+)	0.21 As(1/3M+)	0.20 As(1/3M+)	0.31 As(1/3M+)	0.31
2.66		2.67		2.68		2.69		2.70		
LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	LA	LB	
As (-)	2.36 As (-)	0.63 As (-)	3.09 As (-)	2.13 As (-)	2.28 As (-)	2.96 As (-)	3.16 As (-)	2.99 As (-)	2.36 As (-)	0.96
As (+)	0.92 As (+)	0.95 As (+)	1.65 As (+)	1.39 As (+)	1.37 As (+)	1.28 As (+)	1.45 As (+)	1.36 As (+)	0.95 As (+)	0.78
As(1/3M+)	0.31 As(1/3M+)	0.31 As(1/3M+)	0.54 As(1/3M+)	0.46 As(1/3M+)	0.45 As(1/3M+)	0.43 As(1/3M+)	0.48 As(1/3M+)	0.45 As(1/3M+)	0.31 As(1/3M+)	0.28
2.71		2.72		2.73						
LA	LB	LA	LB	LA	LB					
As (-)	3.19 As (-)	1.83 As (-)	3.83 As (-)	1.74 As (-)	3.71 As (-)					
As (+)	1.71 As (+)	1.50 As (+)	1.96 As (+)	1.56 As (+)	1.77 As (+)					
As(1/3M+)	0.56 As(1/3M+)	0.49 As(1/3M+)	0.64 As(1/3M+)	0.52 As(1/3M+)	0.58 As(1/3M+)					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. Distribución de refuerzo longitudinal en losas – primer nivel

CARACTERÍSTICAS DE LOSAS				
CLAVE	REFUERZO LONGITUDINAL (SEGUN PLANO)		DIMENSIONES	
	SENTIDO VERTICAL	SENTIDO HORIZONTAL	ESPESOR (cm)	REC (cm)
1,01	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2,5
1,02	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2,5
1,03	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2,5
1,04	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2,5
1,05	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2,5
1,06	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2,5
1,07	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2,5
1,08	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2,5
1,09	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2,5
1,10	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,11	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,12	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,13	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,14	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,15	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,16	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,17	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,18	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,19	No. 4 @ 20 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2,5
1,20	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,21	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,22	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,23	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,24	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,25	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,26	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,27	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,28	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,29	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2,5
1,30	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2,5
1,31	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2,5
1,32	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2,5
1,33	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2,5
1,34	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2,5
1,35	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2,5
1,36	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2,5
1,37	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2,5
1,38	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,39	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5

CARACTERÍSTICAS DE LOSAS				
CLAVE	REFUERZO LONGITUDINAL (SEGUN PLANO)		DIMENSIONES	
	SENTIDO VERTICAL	SENTIDO HORIZONTAL	ESPESOR (cm)	REC (cm)
1,39	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,40	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,41	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,42	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,43	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,44	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,45	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,46	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2,5
1,47	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 20 cm	12	2,5
1,48	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 20 cm	12	2,5
1,49	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 20 cm	12	2,5
1,50	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 20 cm	12	2,5
1,51	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 20 cm	12	2,5
1,52	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,53	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,54	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,55	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,56	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,57	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,58	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,59	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,60	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 22 cm	12	2,5
1,61	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,62	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,63	No. 4 @ 22 cm	No. 4 @ 22 cm	12	2,5
1,64	No. 4 @ 20 cm	No. 4 @ 22 cm	12	2,5
1,65	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 22 cm	12	2,5
1,66	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,67	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,68	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,69	No. 4 @ 22 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,70	No. 4 @ 20 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,71	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,72	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,73	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,74	No. 4 @ 22 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,75	No. 4 @ 20 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,76	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5
1,77	No. 4 @ 22 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2,5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. Distribución de refuerzo longitudinal en losas– segundo nivel

CARACTERÍSTICAS DE LOSAS				
CLAVE	REFUERZO LONGITUDINAL (SEGUN PLANO)		DIMENSIONES	
	SENTIDO VERTICAL	SENTIDO HORIZONTAL	ESPESOR (cm)	REC (cm)
2,01	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,02	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,03	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,04	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,05	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,06	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,07	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,08	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,09	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,10	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,11	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,12	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,13	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,14	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,15	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,16	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,17	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,18	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,19	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,20	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,21	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,22	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,23	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,24	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,25	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,26	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,27	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,28	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,29	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,30	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,31	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,32	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,33	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,34	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,35	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,36	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,37	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,38	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,39	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,40	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,41	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,42	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,43	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,44	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,45	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,46	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,47	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,48	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,49	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,50	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,51	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,52	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,53	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5
2,54	No. 3 @ 24 cm	No. 3 @ 24 cm	12	2,5

Fuente: elaboración propia.

Figura 62. Dimensiones de tensiones y bastones

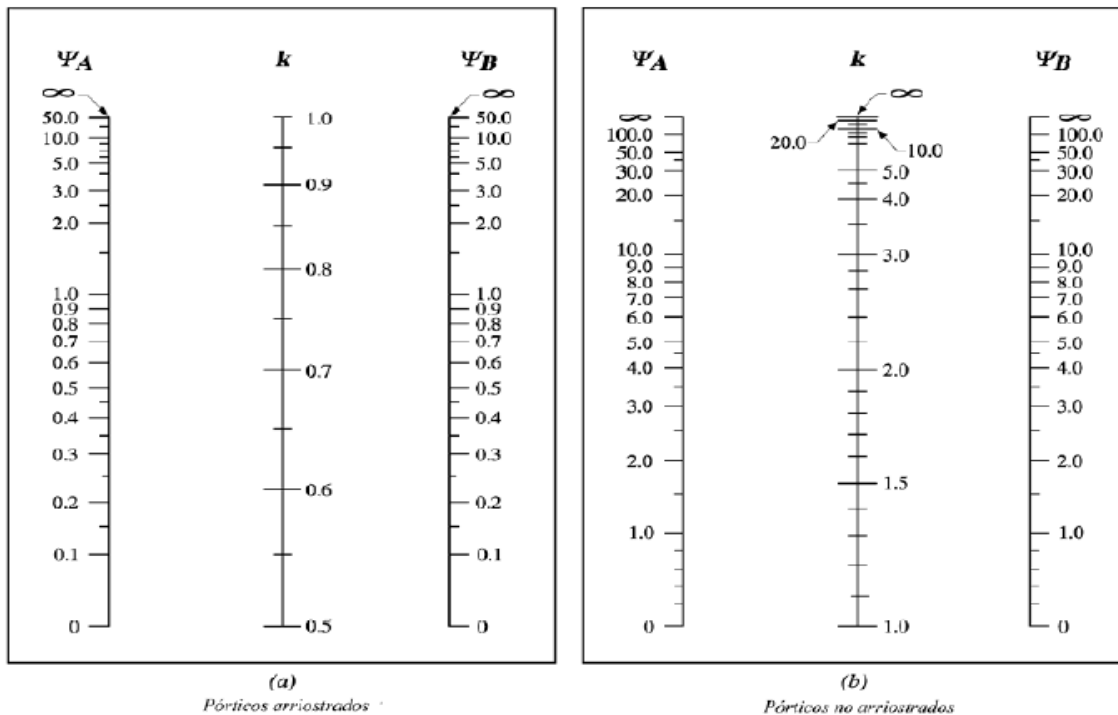


Fuente: Gabriel Gallo, Luis Espino y Alfonso Olvera. *Diseño estructural de casas habitación. Tercera edición.* p. 119.

2.5.3. Diseño de columnas

De manera preliminar se establecerá la relación de esbeltez en columnas, puesto que para columnas esbeltas y cortas se emplea distintas metodologías de diseño. Se emplearán los nomogramas de Jackson y Moreland.

Figura 63. Nomogramas de Jackson y Moreland



Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de Estructuras de Concreto.* p. 292.

Como puede observarse el valor K mínimo de acuerdo con los pórticos no arriostrados es 1. Por lo que como primer tanteo se establecerá K=1

Condición para despreciar el comportamiento de esbeltez en reducción de Carga axial.

- $$\frac{K*Lu}{r} \leq 22 \therefore \frac{1,00*3,70}{0,3(0,45)} = 27,41$$

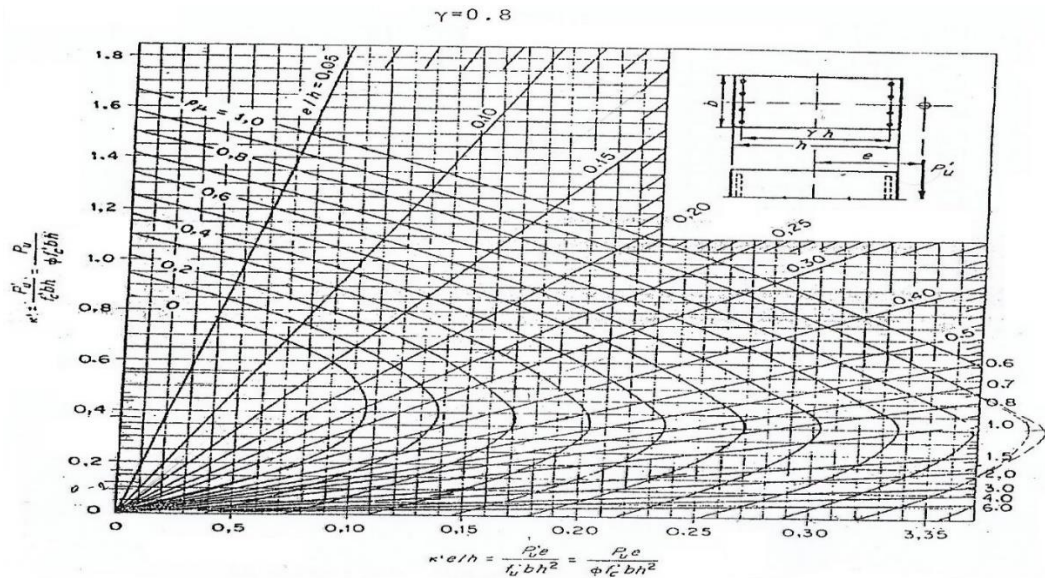
Como puede observarse con el valor K=1,00 se sobrepasa la condición mínima para despreciar el efecto de esbeltez, por tanto, aunque se calculen los valores reales sobrepasarán este valor mínimo, por lo cual se establece que todas las columnas son esbeltas, y es necesario considerar el efecto de esbeltez.

Nilson establece una relación mínima de excentricidades para considerar un diseño con flexión biaxial y al verificar la relación de excentricidades que se emplean en tres columnas, se observó que todas sobrepasan la relación mínima para emplear procedimientos de flexión biaxial.

- $$\frac{e_{x-y}}{h} \leq 0,20$$

El procedimiento de diseño que se empleará será el método de carga recíproca de Bresler para el cálculo de columnas y se utilizará este método para una columna por cada módulo.

Figura 64. Diagrama de Interacción en columnas rectangulares



Fuente: SIC GARCÍA, Angel. *Guía teórica y práctica del curso de Concreto Armado 2*. p. 319.

Para el diseño a cortante se extraerán las fuerzas de diseño de la envolvente de momentos, y se emplearán los requisitos establecidos en el capítulo 18 del ACI 318-14, entre los cuales destacan los siguientes criterios:

Debe colocarse estribos cerrados de confinamiento en una longitud L_o medida desde la cara del nudo en una longitud equivalente a la mayor de (a) hasta (c):

- La dimensión mayor de la sección de columna
- Un sexto de la luz libre de la columna
- 18 pulgadas

La separación del refuerzo transversal en L_o no debe exceder a la menor de (a) hasta (c):

- La cuarta parte de la dimensión menor de la columna
- Seis veces el diámetro de la menor barra de refuerzo longitudinal
- S_o , según se calcule por medio de la ecuación (18.7.5.3), el cual no debe ser mayor a 6 pulgadas y no menor a 4 pulgadas.

Se estableció $V_c=0$ (Resistencia a corte del concreto) en las áreas de confinamiento, por lo que el A_v se calculó para resistir todo el cortante en estas secciones. Al realizar el análisis por cortante se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla XXXV. **Cortantes de diseño por columna**

Módulo	Eje X	Eje Y
1	9.99 ton	8.42 ton
2	7.57 ton	7.17 ton
3	10.64 ton	14.76 ton

Fuente: elaboración propia.

El cortante de concreto se establecerá a través de:

- $V_c = 0,53\sqrt{f'c}b_wd$
 - $V_c = 0,53*\sqrt{281*45*45} = 17\,990,95\text{kg}$

El cálculo de la relación A_v/s , se determinará de las dos maneras siguientes:

1. $\frac{A_v}{s} = \frac{V_u}{\phi*fy*d}$ (Área de confinamiento)
2. $\frac{A_v}{s} = \frac{V_u-V_c}{\phi*fy*d}$ (Resto de longitud)

Cabe destacar que el cortante aportado por la sección de concreto sobrepasa los cortantes de diseño, y las relaciones A_v/s mínimas (No. 3 @

0,10m y No. 3 @ 0,125m) sobrepasan las relaciones de diseño. Por lo que bastará en las tres columnas con establecer No. 3 @ 0,10m en la longitud de confinamiento y No. 3 @ 0,125m en el resto de la luz.

Tabla XXXVI. Relación Av/s por columna

Módulo	Av/s
1	0,07887
2	0,05981
3	0,08405

Fuente: elaboración propia.

Av/s₁: Estribo con gancho sísmico No. 3 @ 10,0cm con 5 ramas = 0,35630

Av/s₂: Estribo con gancho sísmico No. 3 @ 12,5cm con 5 ramas = 0,28504

2.5.3.1. Columna módulo 1

Datos de integración:

- Pu = 104 720,50 Kg
- $\xi M_x = 23\ 360,50$ kg-m
- $\xi M_y = 28\ 139,00$ kg-m
- d' = 5,00cm
- Ast = 8 No, 8 = 40,54 cm²

$$\circ \quad e_x = \frac{M_x}{P_u} = \frac{23\ 360,50}{104\ 720,50} = 0,2231m = 22,31cm \quad \therefore \frac{e_x}{h_x} = \frac{22,31}{45,00} = 0,50$$

$$\circ \quad e_y = \frac{M_y}{P_u} = \frac{28\ 139,00}{104\ 720,50} = 0,2687m = 26,87cm \quad \therefore \frac{e_y}{h_y} = \frac{26,87}{45,00} = 0,60$$

$$\circ \quad \rho_{tu} = \frac{A_{st}}{A_g} * \frac{f_y}{0,85f'_c} = \frac{40,54}{2\ 025,00} * \frac{4220}{0,85*280} = 0,355$$

$$\circ \quad \gamma_x = \frac{h_x - 2(d')}{h_x} = \frac{45,00 - 2(5,00)}{45,00} \approx 0,80 \therefore K'x = 0,44$$

$$\circ \quad \gamma_y = \frac{h_y - 2(d')}{h_y} = \frac{45,00 - 2(5,00)}{45,00} \approx 0,80 \therefore K'y = 0,38$$

$$\blacksquare \quad P'_{ua} = \frac{Pu}{\phi} = \frac{104\,720,50}{0,75} = 139\,627,33 \text{ kg}$$

$$\blacksquare \quad P'_o = 0,85f'_c * Ag + Ast * fy = (0,85 * 280 * 2\,025,00) + (40,54 * 4\,220) = 653\,028,80 \text{ kg}$$

▪

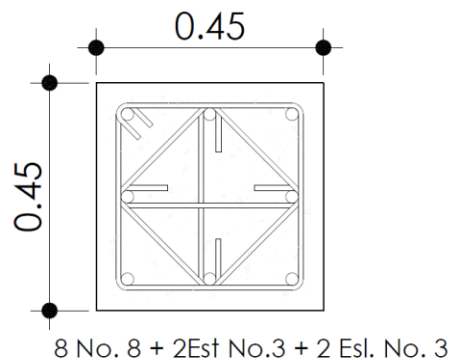
$$\blacksquare \quad P'_{ox} = K'x * Ag * f'_c = 0,44 * 2025 * 280 = 249\,480,00 \text{ kg}$$

$$\blacksquare \quad P'_{oy} = K'y * Ag * f'_c = 0,38 * 2\,025 * 280 = 215\,460,00 \text{ kg}$$

$$\checkmark \quad P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ox}} + \frac{1}{P'_{oy}} + \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{249\,480} + \frac{1}{215\,460} + \frac{1}{653\,028,80}} = 140\,484,09 \geq 139\,627,33$$

Por lo tanto, la propuesta cumple con las condiciones de esbeltez y flexión biaxial.

Figura 65. **Detalle de sección columna módulo 1**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.5.3.2. Columna módulo 2

Datos de Integración:

- $P_u = 87\,263,96 \text{ Kg}$
- $\xi M_x = 20\,985,50 \text{ kg-m}$
- $\xi M_y = 20\,767,00 \text{ kg-m}$
- $d' = 5,00 \text{ cm}$
- $A_{st} = 4 \text{ No. } 8 + 4 \text{ No. } 6 = 31,67 \text{ cm}^2$

$$\circ \quad e_x = \frac{M_x}{P_u} = \frac{20985,50}{87263,96} = 0,2405 \text{ m} = 24,05 \text{ cm} \quad \therefore \frac{e_x}{h_x} = \frac{24,05}{45,00} = 0,534$$

○

$$\circ \quad e_y = \frac{M_y}{P_u} = \frac{20\,767,00}{87\,263,96} = 0,2380 \text{ m} = 23,80 \text{ cm} \quad \therefore \frac{e_y}{h_y} = \frac{23,80}{45,00} = 0,53$$

$$\circ \quad \rho_{tu} = \frac{A_{st}}{A_g} * \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{31,67}{2\,025,00} * \frac{4\,220}{0,85 * 280} = 0,277$$

$$\circ \quad \gamma_x = \frac{h_x - 2(d')}{h_x} = \frac{45,00 - 2(5,00)}{45,00} \approx 0,80 \quad \therefore K'_x = 0,35$$

$$\circ \quad \gamma_y = \frac{h_y - 2(d')}{h_y} = \frac{45,00 - 2(5,00)}{45,00} \approx 0,80 \quad \therefore K'_y = 0,35$$

$$\blacksquare \quad P'_{ua} = \frac{P_u}{\phi} = \frac{87\,263,96}{0,75} = 116\,351,95 \text{ kg}$$

$$\blacksquare \quad P'_o = 0,85 f'_c * A_g + A_{st} * f_y = (0,85 * 280 * 2\,025,00) + (31,67 * 4\,220) = 61\,5597,40 \text{ kg}$$

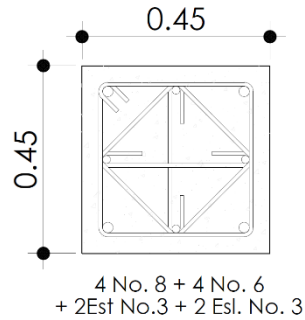
$$\blacksquare \quad P'_{ox} = K'_x * A_g * f'_c = 0,35 * 2\,025 * 280 = 198\,450,00 \text{ kg}$$

$$\blacksquare \quad P'_{oy} = K'_y * A_g * f'_c = 0,35 * 2\,025 * 280 = 198\,450,00 \text{ kg}$$

$$\checkmark \quad P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ox}} + \frac{1}{P'_{oy}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{198\,450} + \frac{1}{198\,450} - \frac{1}{615\,597,40}} =$$

$$118\,291,86 \geq 116\,351,95$$

Figura 66. Detalle de sección columna módulo 2



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.5.3.3. Columna módulo 3

Datos de Integración:

- $P_u = 93\,956,45 \text{ Kg}$
- $\xi M_x = 24\,662,00 \text{ kg-m}$
- $\xi M_y = 32\,946,00 \text{ kg-m}$
- $d' = 5,00 \text{ cm}$
- $A_{st} = 8 \text{ No. } 8 + 4 \text{ No. } 6 = 51,94 \text{ cm}^2$

$$\circ \quad e_x = \frac{M_x}{P_u} = \frac{24\,662,00}{93\,956,45} = 0,2625 \text{ m} = 26,25 \text{ cm} \quad \therefore \frac{e_x}{h_x} = \frac{26,25}{45,00} = 0,5833$$

$$\circ \quad e_y = \frac{M_y}{P_u} = \frac{32\,946,00}{93\,956,45} = 0,3507 \text{ m} = 35,07 \text{ cm} \quad \therefore \frac{e_y}{h_y} = \frac{35,07}{45,00} = 0,7792$$

$$\circ \quad \rho_{tu} = \frac{A_{st}}{A_g} * \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{51,94}{2\,025,00} * \frac{4\,220}{0,85 * 280} = 0,4548$$

$$\circ \quad \gamma_x = \frac{h_x - 2(d')}{h_x} = \frac{45,00 - 2(5,00)}{45,00} \approx 0,80 \quad \therefore K'_x = 0,43$$

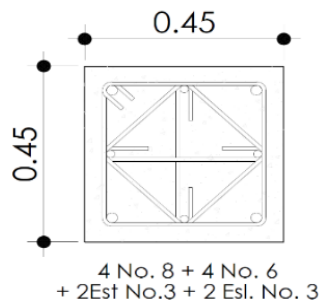
$$\circ \quad \gamma_y = \frac{h_y - 2(d')}{h_y} = \frac{45,00 - 2(5,00)}{45,00} \approx 0,80 \quad \therefore K'_y = 0,40$$

$$\blacksquare \quad P'_{ua} = \frac{P_u}{\phi} = \frac{93\,956,45}{0,75} = 125\,275,27 \text{ kg}$$

- $P'_o = 0,85f'c * Ag + Ast * fy = (0,85 * 280 * 2\ 025,00) + (51,94 * 4\ 220) = 701\ 136,80\ kg$
- $P'_{ox} = K'_x * Ag * f'c = 0,43 * 2\ 025 * 280 = 243\ 810,00\ kg$
- $P'_{oy} = K'_y * Ag * f'c = 0,40 * 2\ 025 * 280 = 226\ 800,00\ kg$

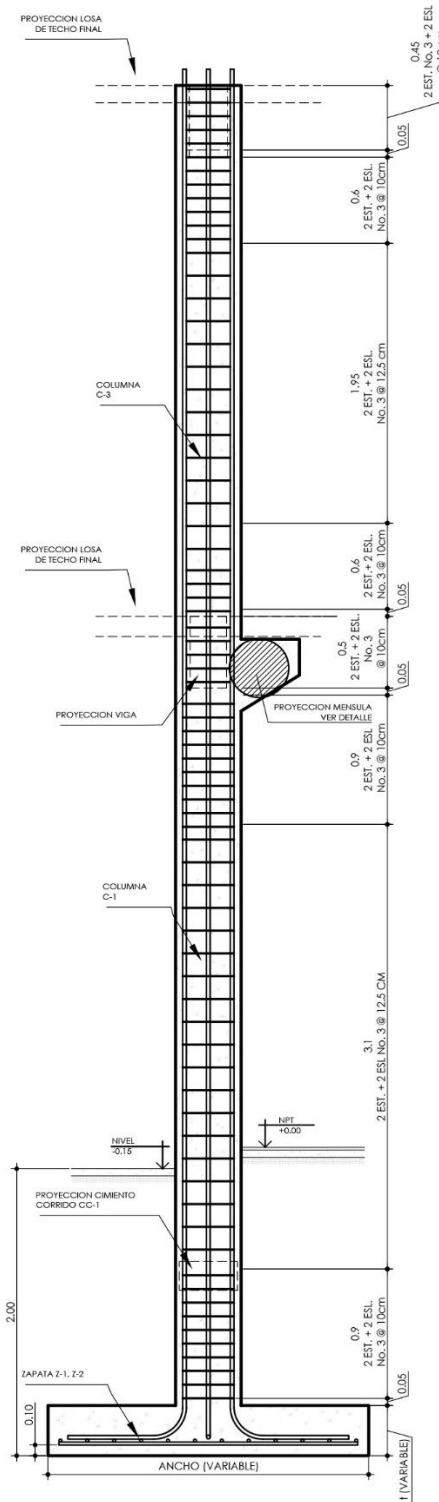
$$\checkmark \quad P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ox}} + \frac{1}{P'_{oy}} - \frac{1}{P'_o}} = \frac{1}{\frac{1}{243\ 810} + \frac{1}{187\ 110} - \frac{1}{701\ 136,80}} = 118\ 291,86 \geq 114\ 820,73$$

Figura 67. **Detalle de sección columna módulo 2**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 68. Detalle de refuerzo transversal típico



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.5.4. Diseño de rampas y escaleras

Para el diseño de escaleras se empleará un modelo simplemente apoyado, puesto que se emplearán juntas de construcción para desprestigiar los efectos de movimiento lateral y torsión. Se empleará un 25% de carga de impacto agregada a la carga viva de diseño.

Datos de Integración:

- $W_{LL} = 500 \text{ Kg/m}^2 * 1,25 = 625 \text{ Kg/m}^2$
- $W_{DL} = 580,59 \text{ Kg/m}^2$
- $b = 1,25 \text{ m}$
- $L = 5,00 \text{ m}$
- $t = 12,00 \text{ cm}$
- $rec = 2,50 \text{ cm}$

$$\circ \quad Mu(+) = \frac{w*b*l^2}{8} = \frac{(1,6(625)+1,2(580,59))*1,25*5^2}{8} = 6\,627,77 \text{ kg} - m = 662\,777,00 \text{ kg} - cm$$

○

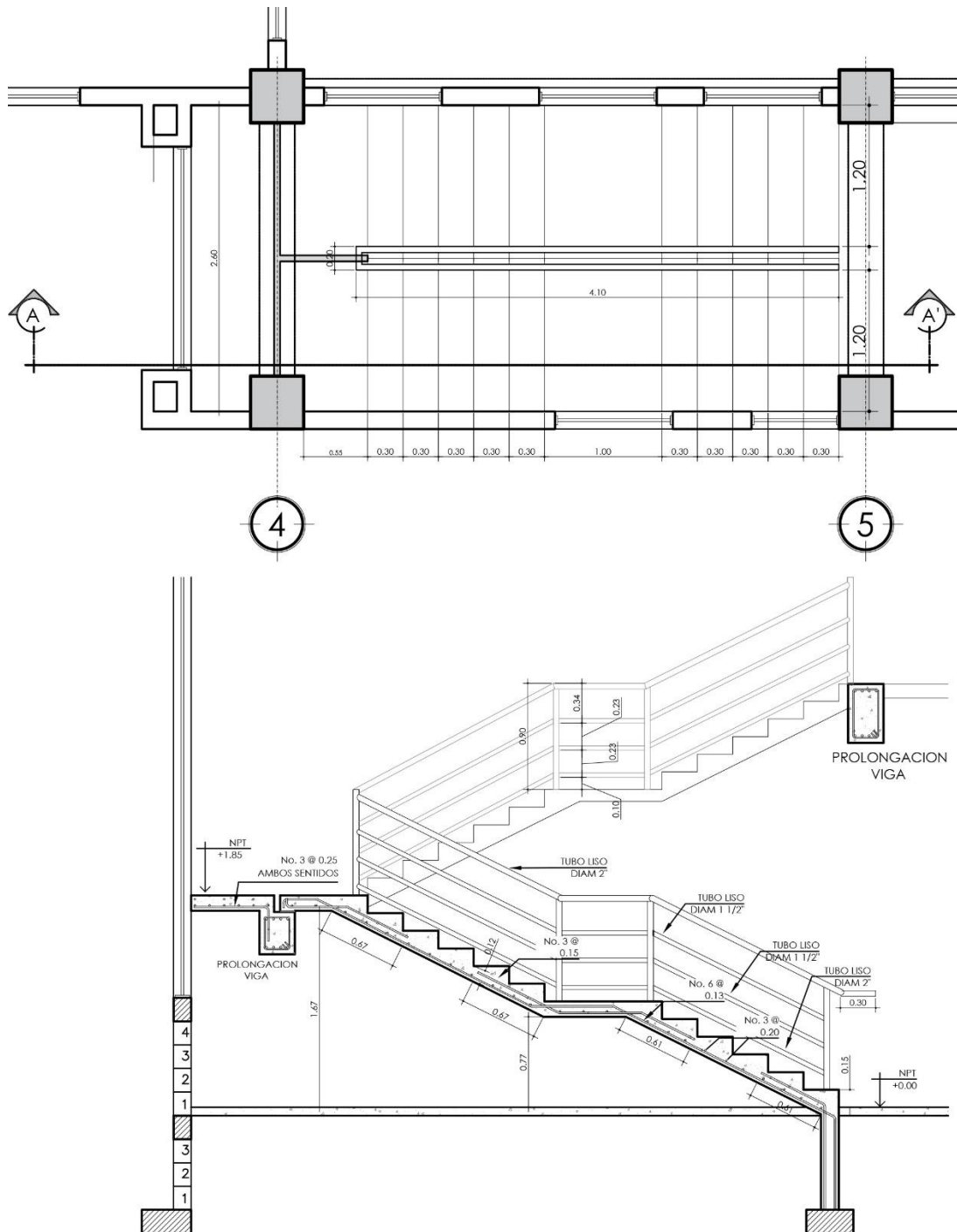
$$\circ \quad Mu(-) = 0,25Mu(+) = 0,25 * 662\,777,00 \text{ kg} - m = 165\,694,25 \text{ kg} - cm$$

$$\blacksquare \quad As(+) = \frac{Mu(+)}{\phi f_y * (d - \frac{a}{2})} = \frac{662\,777,00}{0,9 * 4\,220 * (8,87 - \frac{4,74}{2})} = 26,30 \text{ cm}^2$$

$$\blacksquare \quad As(-) = \frac{Mu(-)}{\phi f_y * (d - \frac{a}{2})} = \frac{165\,694,25}{0,9 * 4\,220 * (8,87 - \frac{1,07}{2})} = 5,23 \text{ cm}^2$$

$$\blacksquare \quad Ast = \rho_t b t = 0,002 * 125 * 12 = 3,00 \text{ cm}^2$$

Figura 69. Detalle de refuerzo en escaleras



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para el diseño de rampa se empleará un modelo de losa en un sentido simplemente apoyado (sentido transversal), y con una junta en el sentido longitudinal para disipar los efectos de movimiento lateral que puedan provocar torsión. Para el diseño se empleará una franja unitaria de un metro de longitud.

Datos de Integración:

- $W_{LL} = 500 \text{ Kg/m}^2 * 1,25 = 625 \text{ Kg/m}^2$
- $W_{DL} = 326,59 \text{ Kg/m}^2$
- $b = 1,00 \text{ m}$
- $L = 2,50 \text{ m}$
- $t = 14,00 \text{ cm}$
- $\text{rec} = 2,50 \text{ cm}$

$$\circ \quad Mu(+) = \frac{w*b*l^2}{8} = \frac{(1,6(625)+1,2(326,59))*1,00*2,50^2}{8} = 1\ 087,43\text{kg} - m = 108\ 743,00\text{kg} - cm$$

$$\circ \quad Mu(-) = 0,25Mu(+) = 0,25 * 108\ 743,00\text{kg} - m = 27\ 185,75\text{kg} - cm$$

$$\blacksquare \quad As(+) = \frac{Mu(+)}{\phi f_y * (d - \frac{a}{2})} = \frac{108\ 743,00}{0,9 * 4220 * (8,87 - \frac{0,68}{2})} = 3,36 \text{ cm}^2/m$$

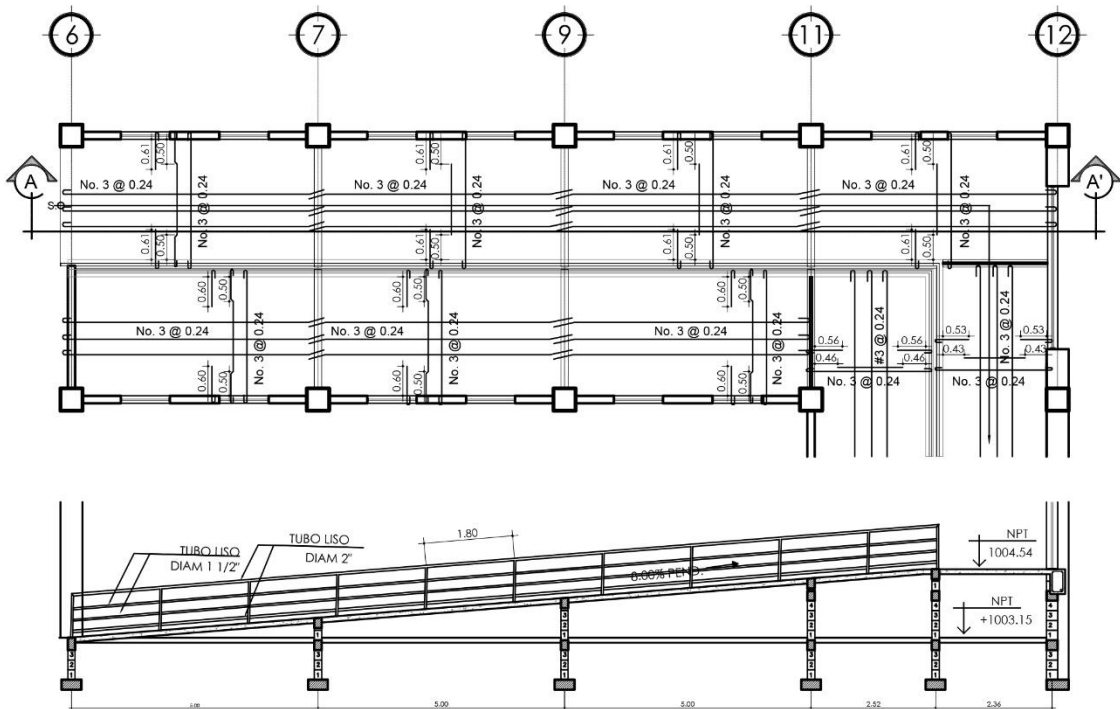
$$\blacksquare \quad As(-) = \frac{Mu(-)}{\phi f_y * (d - \frac{a}{2})} = \frac{27\ 185,75}{0,9 * 4\ 220 * (8,87 - \frac{0,13}{2})} = 0,81 \text{ cm}^2/m$$

$$\blacksquare \quad Ast = \rho_t bt = 0,002 * 100 * 12 = 2,40 \text{ cm}^2/m$$

$$\checkmark \quad s_{max} = 2t = 2 * 12 = 24 \text{ cm}$$

- Por lo anterior, deberá considerarse el refuerzo por temperatura para el refuerzo a flexión negativo, pues el código lo establece como refuerzo mínimo en losas.

Figura 70. **Detalle de refuerzo en rampa**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.5.5. Diseño de nudos sísmicos

Para el diseño de nudos sísmicos se emplearán los Momentos probables (MP_r) para establecer la resistencia a flexión de las vigas y se emplearán Diagramas de interacción Carga Axial – Momento para establecer con base a la cuantía de acero p_t y la relación P_u/A_g establece la resistencia a flexión de las columnas. Para el análisis se emplearán los nudos de intersección entre los

ejes críticos de diseño. Cabe destacar que este procedimiento definirá el cortante a emplear en los nudos y el acero final en columnas para cumplir con la condición “Columna fuerte – viga débil”.

Se establecieron 3 nudos centrales (uno por módulo), los cuales por consecuencia tendrán 4 vigas que llegarán a la columna. El código establece que de trabajarse por separadas ambas direcciones (Sentido X & Y) y en sentido horario y antihorario, por lo que únicamente se consideraron los casos que generarían una adición de momentos, siendo así los críticos y por consecuencia siendo 2 por eje. La numeración de refuerzos es correlativa a las vigas, siendo la viga 1 y 2 en sentido X, y los 2 restantes en sentido Y.

La resistencia a flexión en viga estaría dada por:

$$Mg = \phi Mn = 0,9 * As * fy * \left(d - \frac{fy * As}{2 * 0,85 * f'c * bw} \right)$$

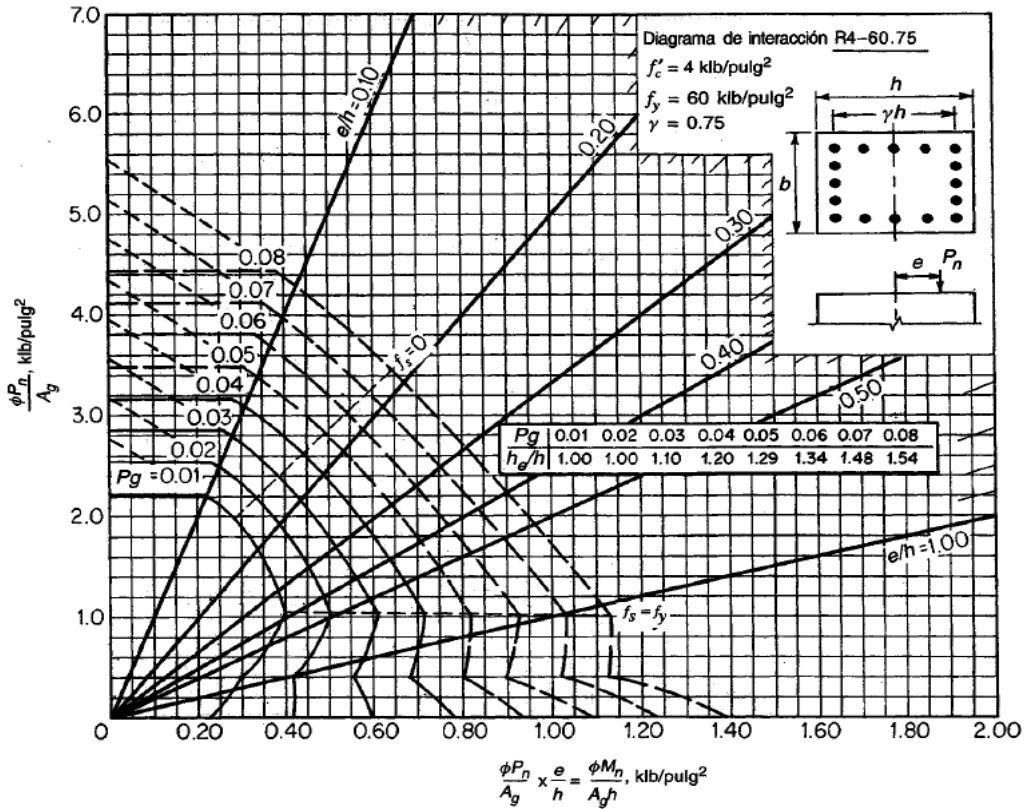
Y la resistencia a flexión de la columna estaría en función de:

$$\frac{Me}{Ag * h} = f \left(\frac{\phi Pn}{Ag}, \rho t \right).$$

El código ACI establece que la resistencia a momento en columnas sea un 20% mayor al de las vigas que llegan al mismo nudo; por lo tanto, se deberá cumplir con la siguiente relación:

$$\sum Me \geq \frac{6}{5} \sum Mg$$

Figura 71. Diagrama de interacción P-M para $\gamma = 0.75$



Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 697.

2.5.5.1. Nudo módulo 1

Datos de columnas

- $b_c = 37,00\text{cm}$
- $f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4 220\text{kg/cm}^2$
- $A_g = 2 025 \text{ cm}^2$
- $d = 35,00\text{cm}$
- $\gamma = 0,75$
- $h = 45,00 \text{ cm}$
- $A_{ch} = 1 369 \text{ cm}^2$
- $P_{U(\text{superior})} = 23 727,32\text{kg}$
- $P_{U(\text{inferior})} = 63 476,64\text{kg}$
- $A_{St(\text{propuesto})} = 8\text{No.8}$

Datos de vigas

- $b_w = 25,00\text{cm}$
- $d = 44,00\text{cm}$
- $As1(-) = 14,09\text{cm}^2$
- $As1(+) = 3,96\text{cm}^2$
- $As2(-) = 14,09\text{cm}^2$
- $As2(+) = 3,96 \text{ cm}^2$
- $As3(-) = 20,27\text{cm}^2$
- $As3(+) = 3,96\text{cm}^2$
- $As4(-) = 20,27\text{cm}^2$
- $As4(+) = 5,94\text{cm}^2$

Tabla XXXVII. Columna fuerte - viga débil (Módulo 1)

EJE X			
Σ CASO 1	2 728 889,18	Σ CASO 2	3 476 661,73
1,2 Σ Mv	3 274 667,01	1,2 Σ Mv	4 171 994,07
Σ Mc	5 573 864,72	CHEQUEA	SI
EJE Y			
Σ CASO 1	3 033 463,86	Σ CASO 2	3 476 661,73
1,2 Σ Mv	3 640 156,64	1,2 Σ Mv	4 171 994,07
Σ Mc	5 573 864,71	CHEQUEA	SI

Fuente: elaboración propia

2.5.5.2. Nudo Módulo 2

Datos de columnas

- $b_c = 37,00\text{cm}$
- $f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4 220\text{kg/cm}^2$
- $A_g = 2 025 \text{ cm}^2$
- $d = 35,00\text{cm}$
- $\gamma = 0,75$
- $h = 45,00 \text{ cm}$
- $A_{ch} = 1 369 \text{ cm}^2$
- $P_{U(\text{superior})} = 29 153,17\text{kg}$
- $P_{U(\text{inferior})} = 71 846,80\text{kg}$
- $A_{st(\text{propuesto})} = 4N_{o.8} + 4N_{o.6}$

Datos de vigas

- $b_w = 25,00\text{cm}$
- $d = 44,00\text{cm}$
- $A_{s1(-)} = 14,09\text{cm}^2$
- $A_{s1(+)} = 6,97\text{cm}^2$
- $A_{s2(-)} = 14,09\text{cm}^2$
- $A_{s2(+)} = 6,97\text{cm}^2$
- $A_{s3(-)} = 10,13\text{cm}^2$
- $A_{s3(+)} = 5,70\text{cm}^2$
- $A_{s4(-)} = 10,13\text{cm}^2$
- $A_{s4(+)} = 5,70\text{cm}^2$

Tabla XXXVIII. Columna fuerte - viga débil (Módulo 2)

EJE X			
Σ CASO 1	2 997 106,17	Σ CASO 2	2 654 698,57
1,2 Σ Mv	3 596 527,40	1,2 Σ Mv	3 185 638,29
Σ Mc	4 676 920,97	CHEQUEA	SI
EJE Y			
Σ CASO 1	2 997 106,17	Σ CASO 2	2 654 698,57
1,2 Σ Mv	3 596 527,40	1,2 Σ Mv	3 185 638,29
Σ Mc	4 676 920,97	CHEQUEA	SI

Fuente: elaboración propia

2.5.5.3. Nudo módulo 3

Datos de columnas:

- $b_c = 37,00\text{cm}$
- $f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4 220\text{kg/cm}^2$
- $A_g = 2 025 \text{ cm}^2$
- $d = 35,00\text{cm}$
- $\gamma = 0,75$
- $h = 45,00 \text{ cm}$
- $A_{ch} = 1 369 \text{ cm}^2$
- $P_{U(\text{superior})} = 21 635,06\text{kg}$
- $P_{U(\text{inferior})} = 55 785,66\text{kg}$
- $A_{st(\text{propuesto})} = 8\text{No.8}$

Datos de vigas:

- $b_w = 25,00\text{cm}$
- $d = 45,00\text{cm}$
- $As1(-) = 16,63\text{cm}^2$
- $As1(+) = 9,98\text{cm}^2$
- $As2(-) = 16,63\text{cm}^2$
- $As2(+) = 9,98\text{cm}^2$
- $As3(-) = 20,27\text{cm}^2$
- $As3(+) = 13,93\text{cm}^2$
- $As4(-) = 15,84\text{cm}^2$
- $As4(+) = 8,56\text{cm}^2$

Tabla XXXIX. Columna fuerte - viga débil (Módulo 2)

EJE X			
Σ CASO 1	4 475 366,54	Σ CASO 2	4 370 051,84
1.2 ΣM_v	5 370 439,84	1,2 ΣM_v	5 244 062,21
ΣM_c	5 381 662,48	CHEQUEA	SI
EJE Y			
Σ CASO 1	3 740 057,51	Σ CASO 2	3 844 431,51
1.2 ΣM_v	4 488 069,01	1,2 ΣM_v	4 613 317,81
ΣM_c	5 381 662,48	CHEQUEA	SI

Fuente: elaboración propia

2.5.5.4. Cortante en nudos y columnas

El código establece un área de refuerzo transversal mínima al cumplirse la relación columna fuerte – viga débil, la cual viene dada por el mayor de las siguientes relaciones:

$$\circ A_{sh} = 0,3 * \frac{s*b_c*f'_c}{f_{yt}} * \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) = 0,3 * \frac{10*37*280}{4 220} * \left(\frac{2 025}{1 369} - 1 \right) =$$

$$3,529\text{cm}^2$$

$$\circ A_{sh} = 0,09 * \frac{s*b_c*f'_c}{f_{yt}} = 0,09 * 10 * 37 * \frac{280}{4 220} = 2,209 \text{ cm}^2$$

- Por lo que esta cumpliría con 5 ramas de No.3 @ 10cm

2.5.6. Diseño de ménsulas

Para el apoyo de la viga en voladizo del módulo 1 se emplearán ménsulas, para disminuir las deformaciones y evitar los esfuerzos de torsión que las cargas laterales podrían suministrar a la estructura, de tal forma que el voladizo actuaría como un sistema simplemente apoyado sobre las ménsulas.

Datos de diseño

- $P_u = 21\,765,46$ kg
 - $f'_c = 281$ kg/cm²
 - $f_y = 4\,220$ kg/cm²
 - $b_w = 45,00$ cm
 - $a = 17,50$ cm
 - $h = 50,00$ cm
 - Rostro exterior = 25,00cm
 - $d = 46,00$ cm
 - $N_{uc} = 0,00$ (Apoyo elastomérico)
- $M_u = a * P_u = 21\,765,46 * 17,50 = 380\,895,55$ kg – cm

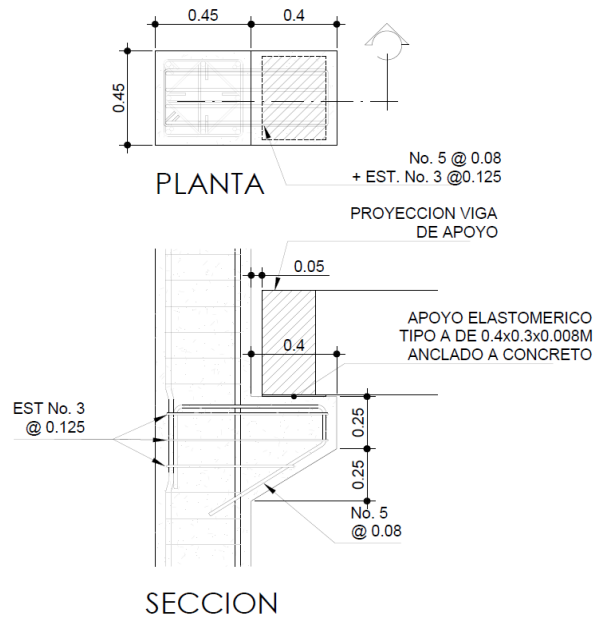
- $$A_f = \frac{M_u}{\theta * f_y * (d - \frac{a}{2})} = \frac{380\,895,55}{0,90 * 4220 * (46 - 0,5(17,50))} = 2,69$$
 cm²

- $$A_{f_{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b_w * d = \frac{14,10 * 45,00 * 46,00}{4\,220} = 6,92$$
 cm²

- $$A_{vf} = \frac{V_u}{\theta * f_y * \mu} = \frac{21\,765,46}{0,85 * 4\,220 * 1,4} = 4,33$$
 cm²

- $$h = 0,5(A_{sc} - A_n) = 0,5(6,92 - 0,00) = 3,46$$
 cm²

Figura 72. **Detalle de refuerzo en ménsula**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.5.7. **Diseño de zapatas**

El código establece que el área mínima de la cimentación debe calcularse a partir de las fuerzas y momentos no mayorados transmitidos por la cimentación al suelo o roca y de la capacidad admisible definida con base a mecánica de suelos o rocas. Con respecto al detallado del refuerzo, establece que los criterios de espaciamiento máximo y mínimo es de igual manera como en el diseño de losas en dos direcciones.

La altura total de la cimentación debe seleccionarse de manera tal que la altura efectiva del refuerzo sea al menos 15cm. Lo que sería equivalente a decir que el espesor total (t) debería ser como mínimo de 22,50cm.

Para zapatas en una dirección, el refuerzo debe distribuirse uniformemente a lo largo del ancho total de la zapata.

2.5.7.1. Zapata aislada Z-1

Se realizará el diseño geométrico de la zapata en el módulo 1 con flexión biaxial, y los chequeos tanto por punzonamiento, como por cortante y flexión por flexión uniaxial para facilitar el procedimiento de diseño y una armadura homogénea.

Datos de diseño:

- $P_u = 104\,720,50 \text{ kg}$
 - $f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$
 - $f_y = 4\,220 \text{ kg/cm}^2$
 - $M_x = 23\,360,50 \text{ kg-m}$
 - $M_y = 28\,139,00 \text{ kg-m}$
 - $D_f = 2,00 \text{ m}$
 - $q_{adm} = 20\,000,00 \text{ Kg/m}^2$
 - $\gamma_s = 1\,353,23 \text{ kg/m}^3$
 - $t = 40,00 \text{ cm}$
-
- $q_e = q_{adm} - ((t * \gamma_c) + (\gamma_s * (D_f - t))) = 20000 - ((0,4 * 2\,410) + 1\,353,23(2,00 - 0,4)) = 16\,870,83 \text{ kg/m}^2$

 - $e_{x/y} = \frac{M_x}{P_u} \gg e_x = \frac{23\,360,50}{104\,720,50} = 0,223\text{m} \ \& \ e_y = \frac{28\,139,00}{104\,720,50} = 0,269\text{m}$

 - $q_{Max} = \frac{P_u}{L^2} \left(1 \pm \frac{6e_y}{L} \pm \frac{6e_x}{L} \right) \leq q_e$

Por lo que el caso crítico de diseño será cuando ambas excentricidades sean positivas, y con este dato se procederá al diseño.

$$L = 3,40m$$

- $q_{Max} = \frac{104720,50}{3,40^2} \left(1 \pm \frac{6(0,269)}{3,40} \pm \frac{6(0,223)}{3,40} \right) = 18477,88 \leq qe \text{ (OK)}$

2.5.7.1.1. Chequeo por punzonamiento

El diseño a flexión se realizará por flexión uniaxial empleando el momento mayor por sencillez y facilidad de armadura.

- $A_{zh} = Az - (A + d)^2 = 3,40^2 - (0,45 + 0,3)^2 = 11,00m^2$

- $q_{Max/Min} = \frac{Pu}{L^2} \left(1 \pm \frac{6e}{L} \right) = 13\ 359,16/4758,60$

- $q(x) = mx + b = 2\ 529,58x + 4\ 758,60$

- $X_1 = \frac{L+d+a}{2} = \frac{3,40+0,30+0,45}{2} = 2,075m$

- $q(x_1) = 2\ 529,58(2,075) + 4\ 758,60 = 10\ 007,48 \frac{kg}{m^2}$

- $B_o = 4(0,45 + 0,3) = 3,00m$

- $V_{up} = q(x_1) * A_{zh} = 11,00 * 10\ 007,48 = 110\ 082,28kg$

- ✓ $V_{c_{adm}} = 1,1\sqrt{f'c}B_o d = 1,1\sqrt{281} * 300 * 30 = 165\ 954,24\ kg > 116\ 000,95\ kg \text{ (OK)}$

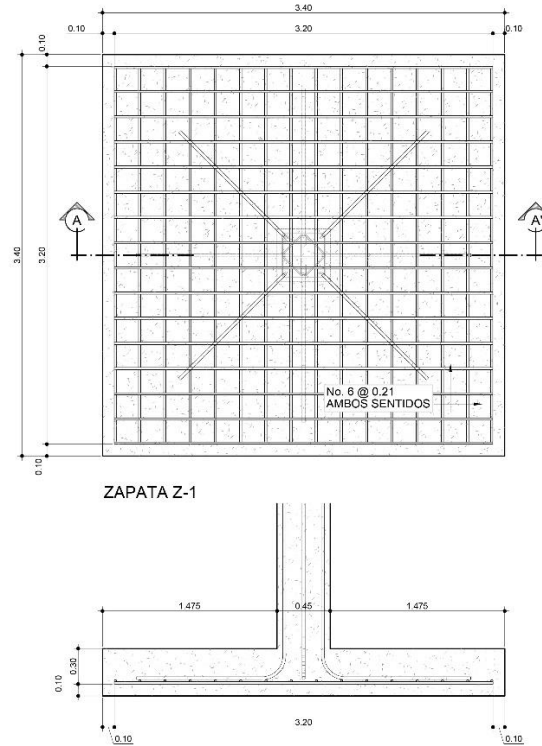
2.5.7.1.2. Chequeo por flexionamiento

- $X_2 = \frac{L+a}{2} + d = \frac{(3,40+0,45)}{2} + 0,30 = 2,225m$
 - $q(X_2) = 2\,529,58(2,225) + 4\,758,60 = 10\,386,74 \frac{kg}{m^2}$
 - $V_{ud} = q(X_2) * (L - X_2) * L = 10\,386,74 * (3,40 - 2,225) * 3,40 = 41\,495,03 kg$
 - ✓ $V_{cadm} = \phi 0,53 \sqrt{f'c} b_w d = 0,75 * 0,53 \sqrt{281} * 340 * 30 = 67\,965,80 kg > 41\,495,03 kg$ **(OK)**

2.5.7.1.3. Diseño a flexión

- $X_3 = \frac{L+a}{2} = \frac{3,40+0,45}{2} = 1,925m$
- $q(X_3) = 2\,529,58(1,925) + 4\,758,60 = 9\,628,04 \frac{kg}{m^2}$
 - $w_1 = q(X_3) * L = 9\,628,04(3,40) = 32\,735,34 \frac{kg}{m}$
 - $w_2 = q_{max} * L = 13\,359,16 * 3,40 = 45\,421,14 \frac{kg}{m}$
 - $Lm = \frac{L-a}{2} = \frac{3,40-0,45}{2} = 1,475m$
 - $Mu = 0,5 * (32\,735,34)(1,475^2) + 0,5(45421,14 - 32\,735,34) * \left(\frac{2}{3}\right) * (1,475^2) = 42\,634,13 kg - m$
 - ✓ $As = \frac{Mu}{\phi f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{42\,634,13 * 100}{0,9 * 4220 * \left(30 - \frac{0,85(9,85)}{2}\right)} = 43,49 cm^2$

Figura 73. **Detalle de refuerzo de zapata Z-1**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.5.7.2. Zapata aislada Z-2

Datos de diseño:

- $P_u = 87\,263,60$ kg
- $f'_c = 281$ kg/cm²
- $f_y = 4\,220$ kg/cm²
- $M_x = 20\,985,50$ kg-m
- $M_y = 20\,767,00$ kg-m
- $D_f = 2,00$ m
- $q_{adm} = 20\,000,00$ Kg/m²
- $\gamma_s = 1\,353,23$ kg/m³
- $t = 35,00$ cm

- $qe = q_{adm} - ((t * \gamma_c) + (\gamma_s * (Df - t)))$
 $= 20\,000 - ((0,40 * 2410) + 1\,353,23(2,00 - 0,40))$
 $= 16\,870,83 \frac{kg}{m^2}$
- $e_{x/y} = M_{x/y}/Pu \gg e_x = \frac{20\,985,50}{87\,263,6} = 0,24m$ & $e_y = \frac{20\,767,00}{87\,263,6} = 0,238m$
 - $q_{Max} = \frac{Pu}{L^2} \left(1 \pm \frac{6e_y}{L} \pm \frac{6e_x}{L} \right) \leq qe$

Por lo que el caso crítico de diseño será cuando ambas excentricidades sean positivas, y con este dato se procederá al diseño.

$$L = 3,15m$$

- $q_{Max} = \frac{87\,263,96}{3,15^2} \left(1 \pm \frac{6(0,238)}{3,15} \pm \frac{6(0,24)}{3,15} \right) = 16\,851,28 \leq qe$ **(OK)**

2.5.7.2.1. Chequeo por punzonamiento

- $A_{zh} = Az - (A + d)^2 = 3,15^2 - (0,45 + 0,3)^2 = 9,36m^2$

- $q_{Max/Min} = \frac{Pu}{L^2} \left(1 \pm \frac{6e}{L} \right) = 12\,879, \frac{77}{4} 709,34$

- $q(x) = mx + b = 2\,593,79x + 4\,709,34$

- $X_1 = \frac{L+d+a}{2} = \frac{3,15+0,40+0,30}{2} = 1,925m$

- $q(x_1) = 9\,767,23 \frac{kg}{m^2}$

- $B_o = 4(0,45 + 0,30) = 3,00m$

- $V_{up} = q(x_1) * Azh = 9\,767,23 * 9,36 = 91\,421,27kg$

- ✓ $V_{c_{adm}} = 1,1\sqrt{f'c}B_0d = 1,1\sqrt{281} * 300 * 30 = 165\,954,24 > 991\,421,27 \text{ (OK)}$

2.5.7.2.2. Chequeo por flexionamiento

- $X_2 = \frac{L+a}{2} + d = \frac{(3,15+0,45)}{2} + 0,30 = 2,10m$

- $q(X_2) = 10\,026,61 \frac{kg}{m^2}$

- $V_{ud} = q(X_2) * (L - X_2) * L = 10\,026,61 * (3,15 - 2,10) * 3,15 = 33\,163,01 kg$

- ✓ $V_{c_{adm}} = \phi 0,53\sqrt{f'c}b_wd = 0,75 * 0,53\sqrt{281} * 315 * 30 = 62\,968,32 kg > 33\,163,01 \text{ (OK)}$

2.5.7.2.3. Diseño a flexión

- $X_3 = \frac{L+a}{2} = \frac{3,15+0,45}{2} = 1,80m$

- $q(X_3) = 9\,378,16 \frac{kg}{m^2}$

- $w_1 = q(X_3) * L = 9\,378,16 * (3,15) = 29\,541,20 \frac{kg}{m}$

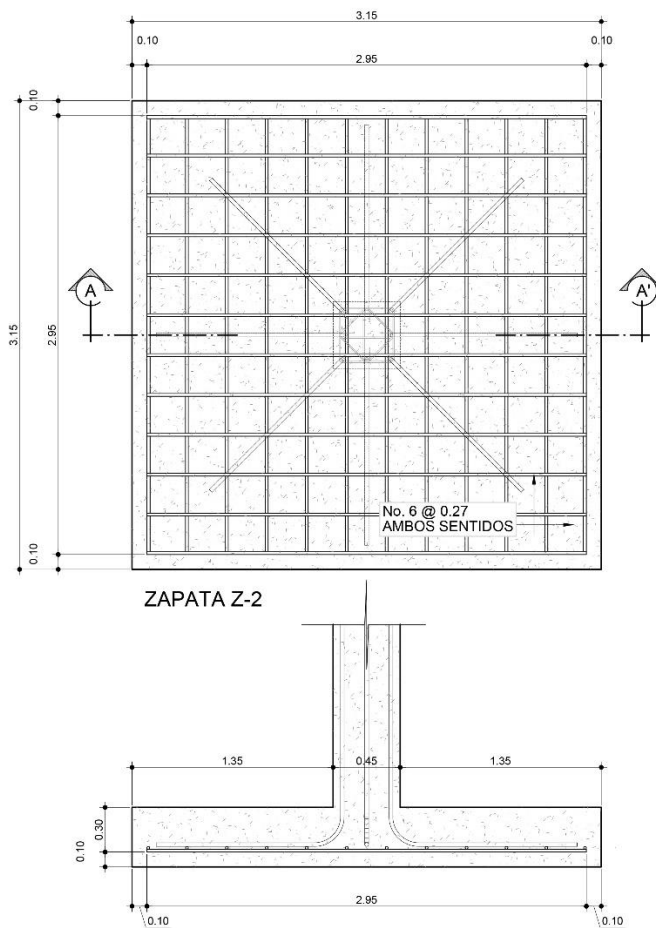
- $w_2 = q_{max} * L = 12\,879,78 * 3,15 = 40\,571,34 \frac{kg}{m}$

- $Lm = \frac{L-a}{2} = \frac{3,15-0,45}{2} = 1,35m$

- $$Mu = 0,5 * (29\ 541,20)(1,35^2) + 0,5(40\ 571,34 - 29\ 541,20) * \left(\frac{2}{3}\right) * (1,35^2) = 33\ 620,23\ kg - m$$

- $$As = \frac{Mu}{\phi fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{33\ 620,23 * 100}{0,9 * 4\ 220 * \left(25 - \frac{6,80}{2}\right)} = 33,28\ cm^2$$

Figura 74. Detalle de refuerzo de zapata Z-2



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.5.7.3. Zapata aislada Z-3

Datos de diseño

- $P_u = 90\,944,50 \text{ kg}$
- $f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4\,220 \text{ kg/cm}^2$
- $M_x = 24\,662,00 \text{ kg-m}$
- $M_y = 32\,946,00 \text{ kg-m}$
- $D_f = 2,00 \text{ m}$
- $q_{adm} = 20\,000,00 \text{ Kg/m}^2$
- $\gamma_s = 1\,353,23 \text{ kg/m}^3$
- $t = 40,00 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} \circ \quad q_e &= q_{adm} - ((t * \gamma_c) + (\gamma_s * (D_f - t))) \\ &= 20000 - ((0,40 * 2\,410) + 1\,353,23(2,00 - 0,40)) \\ &= 16\,870,83 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

$$\circ \quad e_{x/y} = \frac{M_x/P_u}{y} \gg e_x = \frac{24\,662,00}{90\,944,50} = 0,262\text{m} \quad \& \quad e_y = \frac{32\,946,00}{90\,944,50} = 0,351\text{m}$$

$$\blacksquare \quad q_{Max} = \frac{P_u}{L^2} \left(1 \pm \frac{6e_y}{L} \pm \frac{6e_x}{L} \right) \leq q_e$$

Por lo que el caso crítico de diseño será cuando ambas excentricidades sean positivas, y con este dato se procederá al diseño.

$$L = 3,40\text{m}$$

$$\bullet \quad q_{Max} = \frac{90\,944,50}{3,40^2} \left(1 \pm \frac{6(0,262)}{3,40} \pm \frac{6(0,351)}{3,40} \right) = 16\,377,60 \leq q_e \text{ (OK)}$$

2.5.7.3.1. Chequeo por punzonamiento

El diseño a flexión se realizará por flexión uniaxial empleando el momento mayor por sencillez y facilidad de armadura

- $Azh = Az - (A + d)^2 = 3,40^2 - (0,45 + 0,3)^2 = 11,00m^2$
 - $q_{Max/Min} = \frac{Pu}{L^2} \left(1 \pm \frac{6e}{L}\right) = 12\,827, \frac{73}{2} 906,61$
 - $q(x) = mx + b = 2\,917,98x + 2\,906,61$
 - $X_1 = \frac{L+d+a}{2} = \frac{3,40+0,30+0,45}{2} = 2,075m$
 - $q(x_1) = 8\,961,42 \frac{kg}{m^2}$
 - $B_o = 4(0,45 + 0,30) = 3,00m$
 - $V_{up} = q(x_1) * Azh = 8\,961,42 * 11,00 = 98\,575,62kg$
- ✓ $V_{cadm} = 1,1\sqrt{f'c}B_o d = 1,1\sqrt{281} * 300 * 30 = 165\,954,24 > 98\,575,62 kg$ (OK)

2.5.7.3.2. Chequeo por flexionamiento

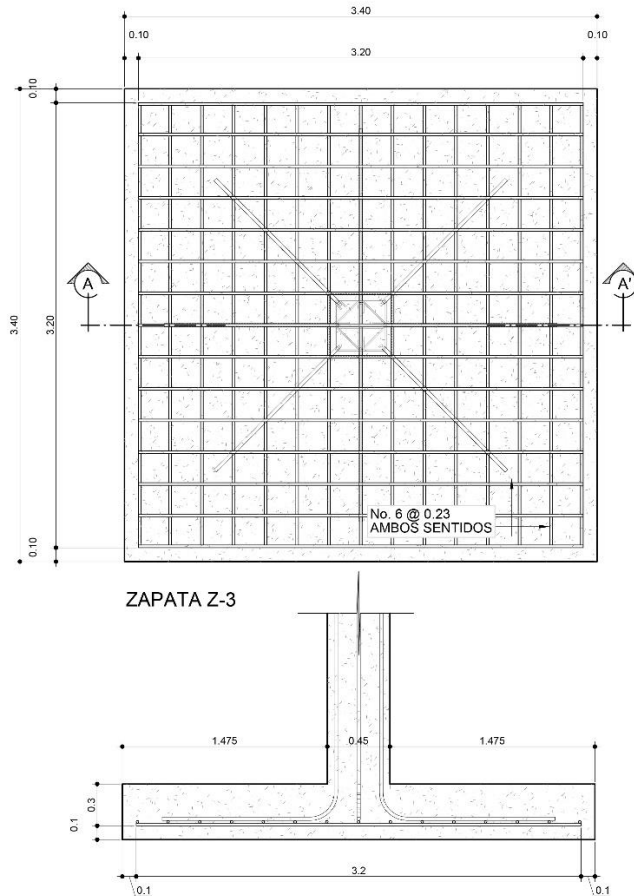
- $X_2 = \frac{L+a}{2} + d = \frac{(3,40+0,45)}{2} + 0,30 = 2,225m$
 - $q(X_2) = 9\,399,12 \frac{kg}{m^2}$
 - $V_{ud} = q(X_2) * (L - X_2) * L = 9\,399,12 * (3,40 - 2,225) * 3,40 = 37\,549,48 kg$

$$\checkmark \quad Vc_{adm} = \phi 0,53 \sqrt{f'c} b_w d = 0,75 * 0,53 \sqrt{281} * 340 * 30 = 67\,965,80 \text{ kg} > 37\,549,48 \text{ kg (OK)}$$

2.5.7.3.3. Diseño a Flexión

- $X_3 = \frac{L+a}{2} = \frac{3,40+0,45}{2} = 1,925m$
- $q(X_3) = 8\,523,72 \frac{kg}{m^2}$
 - $w_1 = q(X_3) * L = 8\,523,72(3,40) = 28\,980,65 \frac{kg}{m}$
 - $w_2 = q_{max} * L = 14\,353,01 * 3,35 = 43\,614,28 \frac{kg}{m}$
 - $Lm = \frac{L-a}{2} = \frac{3,40-0,45}{2} = 1,475m$
 - $Mu = 0,5 * (28\,980,65)(1,475^2) + 0,5(43\,614,28 - 28\,980,65) * \left(\frac{2}{3}\right) * (1,475^2) = 4\,1781,25 \text{ kg} - m$
- ✓ $As = \frac{Mu}{\phi f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{41\,781,25 * 100}{0,9 * 4220 * \left(30 - \frac{7,40}{2}\right)} = 41,83cm^2$

Figura 75. Detalle de refuerzo de zapata Z-3



Fuente: elaboración propia.

2.5.7.4. Zapata combinada Z-4

El procedimiento por emplear es el descrito por Joseph Bowles, y llevará como denotación 1 las características y datos de la columna tipo lindero o perimetral.

Datos de Columna 1:

- $P_u = 53,20 \text{ Ton}$
- $P_{DL} = 40,65 \text{ Ton}$

Datos de Columna 2:

- $P_u = 94,55 \text{ Ton}$
- $P_{DL} = 64,43 \text{ Ton}$

- $P_{LL} = 2,76 \text{ Ton}$
- $M = 22,20 \text{ Ton-m}$
- $D_f = 2,00 \text{ m}$
- $q_{adm} = 20\,000,00 \text{ Kg/m}^2$
- $\gamma_s = 1\,353,23 \text{ kg/m}^3$
- Distancia entre centro de columnas = 3,40m

$$\circ q_{Ult} = \frac{\sum Pu}{Pu} * q_{adm} = \frac{53,20+94,55}{440,65+64,43+2,76+10,77} * 20,00 * 1\,000 = 24\,913,58 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\circ \sum M_{Col_1} = R * \bar{X} \quad \& \quad R = \sum Pu = 53,20 + 94,55 = 147,75 \text{ Ton}$$

$$\circ 147,75 * \bar{X} = M_1 + M_2 + Pu_2 * (3,40\text{m})$$

$$\circ 147,75 * \bar{X} = 22,20 + 22,93 + 3,40(94,55) \rightarrow \bar{X} = 2,481\text{m}$$

$$\circ A = 2 \left(\bar{X} + \frac{a}{2} \right) = 2(2,481 + 0,225) \approx 5,45\text{m}$$

$$\circ \sum Pu = B * A * q_{Ult} \rightarrow B = \frac{147,75}{5,45 * 24,91} = 1,09\text{m}$$

- Por razones de Momento en el otro sentido y que las excentricidades no sobrepasen el núcleo de sección ($h/6$), se empleará:
 - $B = 2,50\text{m}$
 - $w = \frac{147,75}{5,45 * 2,50} * 1\,000 * B = 10\,844,04 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 2,50 = 27\,110,09$
 - $V_{Max} = 43,37\text{Ton}$
 - $M_{Max(+)} = 19,64 \text{ Ton-m}$
 - $M_{Max(-)} = 15,08 \text{ Ton-m}$

2.5.7.4.1. Diseño a cortante

- $V_u = V_{Max} - d * w = 43\,370 - 0,55(27\,110,09) = 28\,459,45 \text{ kg}$
- $d = \frac{6 * V_u}{\phi \sqrt{f'c} * b_w} = \frac{6 * 28\,549,45}{0,75 \sqrt{281} * 250} = 54,33 \text{ cm} \approx 55 \text{ cm}$

2.5.7.4.2. Diseño a flexión longitudinal

- $As(+)=\frac{Mu+}{\phi f_y * (d-\frac{a}{2})} = \frac{19640 * 100}{0,9 * 4\,220 * (55-\frac{1,70}{2})} = 9,55 \text{ cm}^2$
- $As(-)=\frac{Mu+}{\phi f_y * (d-\frac{a}{2})} = \frac{15\,080 * 100}{0,9 * 4\,220 * (55-\frac{1,30}{2})} = 7,30 \text{ cm}^2$
- $As_{Min} = \frac{14,1}{f_y} * b_w d = \frac{14,1}{4\,220} * 250 * 60 = 45,94 \text{ cm}^2$
- $No,6 = \frac{45,94}{2,85} = 18 \text{ vars}$

2.5.7.4.3. Diseño a flexión transversal (Col 1)

- $B' = a + 0,75d = 0,45 + 0,75(0,55) = 0,86 \text{ m}$
- $q_{ult} = \frac{P_{ult}}{B * B'} = \frac{53\,200}{2,50 * 0,86} = 24\,762,46 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
- $w = q_{ult} * B' = 24\,762,46 * 0,86 = 21\,295,72 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
- $M(+)=\frac{w * L^2}{2} = \frac{21\,295,72 * 1,025^2}{2} = 11\,186,91 \text{ kg} - \text{m}$
- $As = \frac{Mu+}{\phi f_y * (d-\frac{a}{2})} = \frac{11\,186,91 * 100}{0,9 * 4\,220 * (55-\frac{0,98}{2})} = 5,40 \text{ cm}^2$
- $As_{Min} = \frac{14,1}{f_y} * b_w d = \frac{14,1}{4\,220} * 86 * 60 = 15,80 \text{ cm}^2$
- $No,6 = \frac{15,80}{2,85} = 6 \text{ vars}$

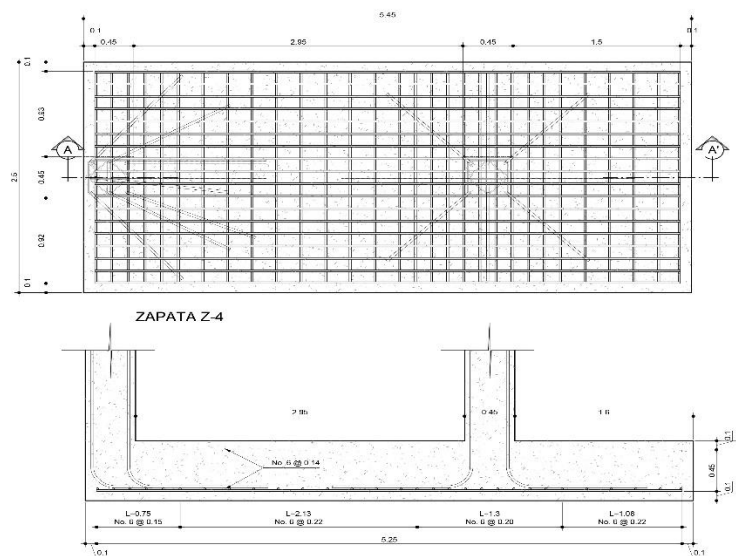
2.5.7.4.4. Diseño a flexión transversal (Col 2)

- $B' = a + 1,5d = 0,45 + 1,5(0,55) = 1,275m$
- $q_{ult} = \frac{P_{ult}}{B*B'} = \frac{94\ 550}{2,50*1,275} = 29\ 663,00 \frac{kg}{m^2}$
- $w = q_{ult} * B' = 29\ 663,00 * 1,35 = 40\ 045,05 \frac{kg}{m}$
- $M(+)= \frac{w*L^2}{2} = \frac{40\ 045,05*1,025^2}{2} = 21\ 036,17kg - m$
- $As = \frac{Mu+}{\phi fy * (d - \frac{a}{2})} = \frac{21\ 036,17*100}{0,9*4\ 220*(55 - \frac{2,14}{2})} = 10,27cm^2$
- $As_{Min} = \frac{14,1}{fy} * b_w d = \frac{14,1}{4\ 220} * 127,50 * 55 = 23,43 cm^2$
- $No, 6 = \frac{23,43}{2,85} = 9 vars$

2.5.7.4.5. Acero por temperatura

- $A_{st} = 0,002 * b_w * t = 0,002 * 100 * 65 = 13,00cm^2/m$
- $No. 6 = \frac{13,00}{2,85} = 4,561vars = No. 6 @ 22cm$

Figura 76. Detalle de refuerzo de zapata Z-4



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD

2.5.7.5. Zapata combinada Z-5

El procedimiento por emplear es el descrito por Joseph Bowles, y llevará como subíndice 1 las características y datos de la columna tipo lindero o perimetral.

Datos de Columna 1:

- $P_u = 69,02 \text{ Ton}$
- $P_{DL} = 48,87 \text{ Ton}$
- $P_{LL} = 6,43 \text{ Ton}$
- $M = 38,48 \text{ Ton-m}$

Datos de Columna 2:

- $P_u = 94,88 \text{ Ton}$
- $P_{DL} = 62,64 \text{ Ton}$
- $P_{LL} = 12,31 \text{ Ton}$
- $M = 40,86 \text{ Ton-m}$

- $D_f = 2,00 \text{ m}$
- $q_{adm} = 20\,000,00 \text{ Kg/m}^2$
- $\gamma_s = 1\,353,23 \text{ kg/m}^3$
- Distancia entre centro de columnas = 3,85m

$$\circ \quad q_{Ult} = \frac{\sum P_u}{P_u} * q_{adm} = \frac{69,02+94,88}{48,87+6,43+62,64+12,31} * 20,00 * 1000 = 25167 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\circ \quad \sum M_{Col_1} = R * \bar{X} \quad \& \quad R = \sum P_u = 69,02 + 94,88 = 163,90 \text{ Ton}$$

$$\circ \quad 163,90 * \bar{X} = M_1 + M_2 + P_{u2} * (3,85m)$$

$$\circ \quad 163,90 * \bar{X} = 38,48 + 40,86 + 3,85(94,88) \rightarrow \bar{X} = 2,713m$$

$$\circ \quad A = 2 \left(\bar{X} + \frac{a}{2} \right) = 2(2,713 + 0,225) \approx 5,45m$$

$$\circ \quad \sum P_u = B * A * q_{Ult} \rightarrow B = \frac{163,90}{5,45 * 25,17} = 1,20m$$

- Por razones de Momento en el otro sentido y que las excentricidades no sobrepasen el núcleo de sección ($h/6$), se empleará:

- $B = 3,35m$
- $w = \frac{163,9}{5,45 \cdot 3,35} * 1\ 000 * B = 8\ 977,13 \frac{kg}{m^2} * 2,50 = 22\ 442,83$
- $V_{Max} = 39,16Ton$
- $M_{Max(+)} = 33,14\ Ton\cdot m$
- $M_{Max(-)} = 23,35\ Ton\cdot m$

2.5.7.5.1. Diseño a cortante

- $V_u = V_{Max} - d * w = 5\ 2620 - 0,60(22\ 442,83) = 3\ 9154,30$
- $d = \frac{6 * V_u}{\phi \sqrt{f'c} * b_w} = \frac{6 * 39\ 160}{0,75 \sqrt{281} * 335} = 55,79cm \approx 60,00cm$

2.5.7.5.2. Diseño a flexión longitudinal

- $As(+)= \frac{Mu+}{\phi fy * (d - \frac{a}{2})} = \frac{33\ 140 * 100}{0,9 * 4\ 220 * (60 - \frac{2,88}{2})} = 14,90cm^2$
- $As(-)= \frac{Mu+}{\phi fy * (d - \frac{a}{2})} = \frac{23\ 350 * 100}{0,9 * 4\ 220 * (60 - \frac{1,83}{2})} = 10,40cm^2$
- $AS_{Min} = \frac{14,1}{fy} * b_w d = \frac{14,1}{4\ 220} * 335 * 60 = 67,16cm^2$
- $No, 6 = \frac{58,64}{2,85} = 21vars$

2.5.7.5.3. Diseño a flexión transversal (Col 1)

- $B' = a + 0,75d = 0,45 + 0,75(0,60) = 0,90m$
- $q_{ult} = \frac{P_{ult}}{B * B'} = \frac{69\ 020}{3,35 * 0,90} = 22\ 890 \frac{kg}{m^2}$
- $w = q_{ult} * B' = 22\ 890 * 0,90 = 20\ 601,00 \frac{kg}{m}$

- $M(+)=\frac{w \cdot L^2}{2}=\frac{20\,601,00 \cdot 1,45^2}{2}=21\,656,80\text{kg}-m$
- $A_s=\frac{Mu+}{\phi f_y \cdot \left(d-\frac{a}{2}\right)}=\frac{21\,656,80 \cdot 100}{0,9 \cdot 4\,220 \cdot \left(60-\frac{1,74}{2}\right)}=9,64\text{cm}^2$
- $A_{s_{Min}}=\frac{14,1}{f_y} \cdot b_w d=\frac{14,1}{4\,220} \cdot 90 \cdot 60=18,04\text{cm}^2$
- $No,6=\frac{18,04}{2,85}=7\text{vars}$

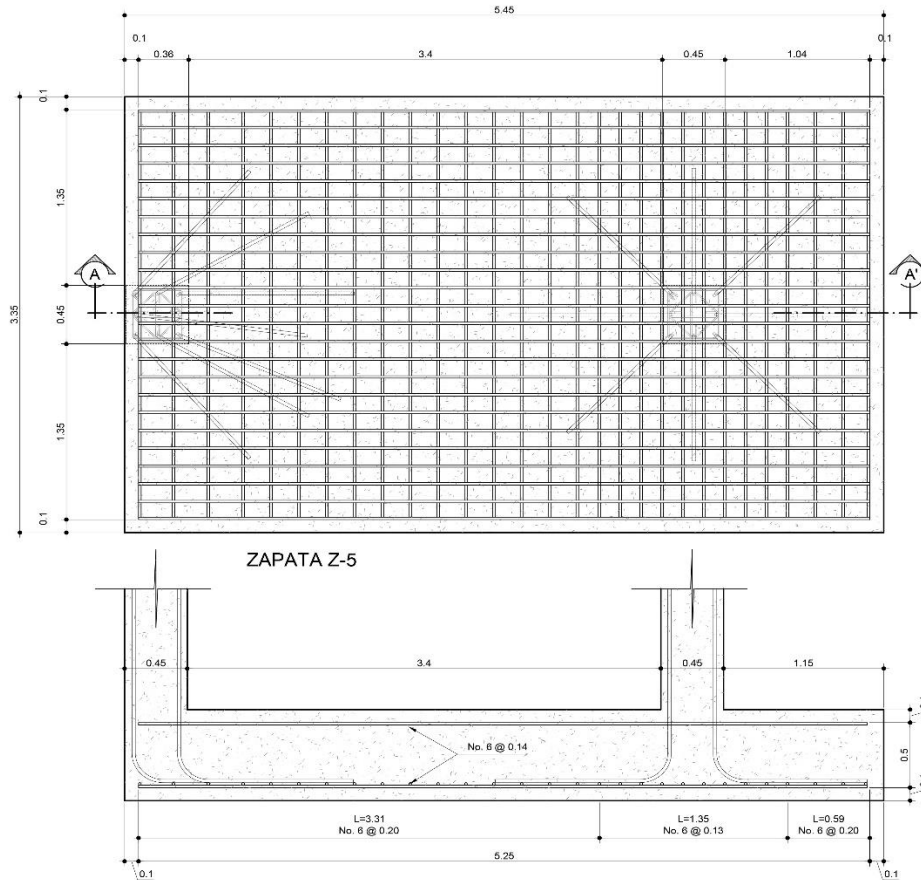
2.5.7.5.4. Diseño a flexión transversal (Col 2)

- $B'=a+1,5d=0,45+1,5(0,60)=1,35m$
- $q_{ult}=\frac{P_{ult}}{B \cdot B'}=\frac{94\,880}{3,35 \cdot 1,35}=20\,980,00\frac{\text{kg}}{m^2}$
- $w=q_{ult} \cdot B'=20\,980,00 \cdot 1,35=28\,323,00\frac{\text{kg}}{m}$
- $M(+)=\frac{w \cdot L^2}{2}=\frac{28\,323,00 \cdot 1,35^2}{2}=29\,774,55\text{kg}-m$
- $A_s=\frac{Mu+}{\phi f_y \cdot \left(d-\frac{a}{2}\right)}=\frac{29\,774,55 \cdot 100}{0,9 \cdot 4\,220 \cdot \left(60-\frac{1,74}{2}\right)}=13,26\text{cm}^2$
- $A_{s_{Min}}=\frac{14,1}{f_y} \cdot b_w d=\frac{14,1}{4\,220} \cdot 135 \cdot 60=27,06\text{cm}^2$
- $No,6=\frac{27,06}{2,85}=10\text{vars}$

2.5.7.5.5. Acero por temperatura

- $A_{st}=0,002 \cdot b_w \cdot t=0,002 \cdot 100 \cdot 70=14,00\text{cm}^2/m$
- $No,6=\frac{14,00}{2,85}=4,91\text{vars}=No,6@20\text{cm}$

Figura 77. Detalle de armado de zapata Z-5



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.6. Diseño de juntas sísmicas

Para la mejor interpretación de los planos y tipos de juntas a emplear durante la construcción, se añadirá un plano con los distintos tipos de juntas, apoyos y detalles especiales.

Se emplearán los siguientes tipos de juntas (Ver detalle en planos).

- Junta tipo 1. Estas son juntas expansivas para piso diseñadas para interiores y exteriores, las cuales permiten la aplicación del acabado

(entiéndase piso, concreto visto, etc.) por lo que se requiere un mantenimiento bajo o casi nulo y resiste cargas altas de tipo rodadura (ocasionado por la manipulación de sillas de ruedas y equipo pesado). Se empleará una de apertura mínima de 1,75" y un ancho de apertura máxima de 6,00", lo cual viene siendo un equivalente a 15,2cm siendo por mucho superior a los desplazamientos máximos pronosticados por la carga sísmica en los módulos (2.55cm).

- Junta tipo 2. Estas serán juntas expansivas para muros exteriores, serán de aluminio y juntas de duroflex con una apertura mínima de 0,50" y un ancho de apertura máxima de 6,00".
- Junta tipo 3. Estas serán juntas expansivas para muros interiores, serán de aluminio y juntas de duroflex con una apertura mínima de 0,50" y un ancho de apertura máxima de 6,00". Cabe destacar que estas poseerán aleaciones decorativas, lo cual brinda un entorno amigable con la arquitectura de la edificación.
- Junta tipo 4. Esta estará ubicada entre los muros que soportarán la losa de la rampa, los cuales permitirán que estos elementos trabajen como dos sistemas aislados consiguiendo así deformaciones distintas. Esta junta estará conformada por un núcleo de poliestireno expandido de 2" con un grout de recubrimiento en la parte superior de al menos 1".
- Junta tipo 5. Esta será de tipo de dilatación ubicada a cada 5 metros en cenefas y voladizos, la cual tiene como función la inducción de la falla y controlar deformaciones en estos elementos.

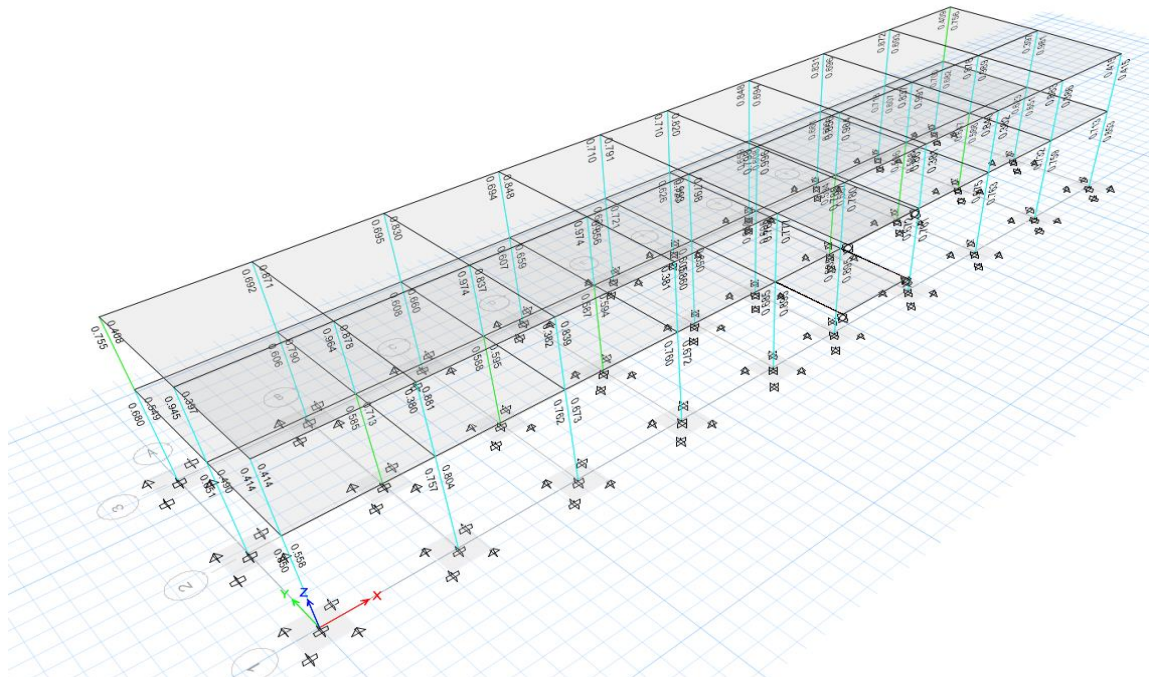
2.7. Comparativa con CSI ETABS v16.2.0

El proceso de comparación con el programa de CSI Etabs consiste en evaluar el armado de diseño de los elementos de concreto armado con las combinaciones de diseño no solamente de ACI 318-14, sino con las combinaciones de diseño establecidas por AGIES.

2.7.1. Módulo 1

Como puede observarse en la vista 3D, no existe ninguna sección en tono rojo, lo cual indica que no falla ni a cortante, ni a flexión la sección propuesta; además las unidades que se muestra en cada nudo (unión de elementos) muestra la relación columna fuerte – viga débil. Por lo que cumple con estos tres chequeos todos los elementos.

Figura 78. Modelo de análisis – módulo 1

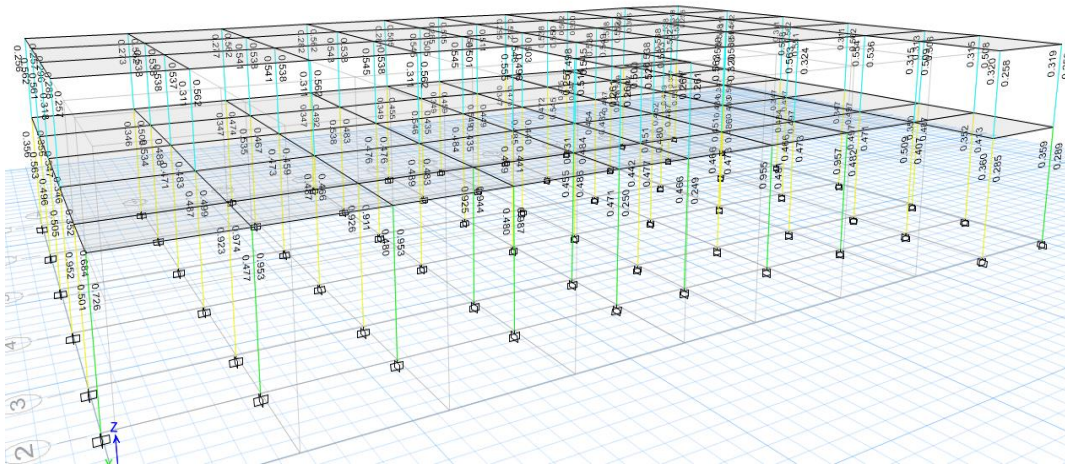


Fuente: elaboración propia, empleando CSI ETABS.

2.7.2. Módulo 2

Como puede observarse en la vista 3D, al igual que en el módulo 1 no existe ninguna sección en tono rojo, lo cual indica que no falla ni a cortante, ni a flexión la sección propuesta; además las unidades que se muestra en cada nudo muestran la relación columna fuerte – viga débil. Por lo que cumple con estos tres chequeos todos los elementos.

Figura 79. Modelo de análisis – módulo 2

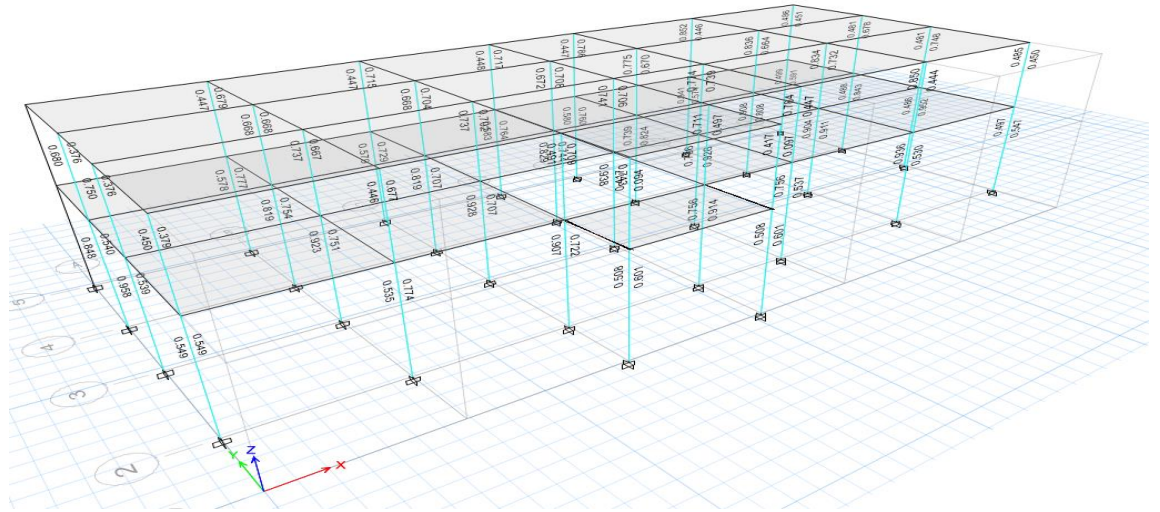


Fuente: elaboración propia, empleando CSI ETABS.

2.7.3. Módulo 3

Como puede observarse en la vista 3D, al igual que en el módulo 1 y 2, no existe ninguna sección en tono rojo, lo cual indica que no falla ni a cortante, ni a flexión la sección propuesta; además las unidades que se muestra en cada nudo muestran la relación columna fuerte – viga débil. Por lo que cumple con estos tres chequeos los elementos.

Figura 80. **Modelo de análisis – Módulo 3**



Fuente: elaboración propia, empleando CSI ETABS.

2.8. Evaluación de impacto ambiental

Este es un instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones conformado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación un examen sistemático de los estudios ambientales de un proyecto, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para el proyecto a desarrollar. Lo cual deberá ser aprobado por el MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales).

El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de Guatemala se inició en 1986, fundamentado en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente y mediante el Decreto 68-86 que creó la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), el cual fue luego reformado por el Decreto 1-93 del Congreso de la República que estableció en su Artículo 8 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 nacional¹, será necesario previamente a su desarrollo un Estudio de Evaluación de Impacto ambiental (EIA), realizado por técnicos en la materia y aprobado por CONAMA.

Estas competencias pasaron al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, según el decreto 114-97 del Organismo Ejecutivo del Congreso de la República. En virtud de esta responsabilidad se estableció el Acuerdo Gubernativo número 23-2003 del 27 de enero del 2003. Este contiene el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, que establece los procedimientos de evaluación, control y seguimiento ambiental y que fue reformado sustancialmente por el Acuerdo Gubernativo 431-2007 que es el que rige en la actualidad.

- Aspectos por considerar en el proyecto
 - Suelo. Erosión, deposición, sedimentación, contaminación por medios mecánicos de construcción y residuos constructivos, remoción de capas vegetales y alteración de las propiedades del suelo.
 - Aguas. Contaminación de aguas superficiales durante procesos constructivos.
 - Aire. Contaminación por procesos mecánicos constructivos (combustibles), disminución de capas vegetales en el área de influencia.
 - Contaminación térmica. Casi despreciable.
 - Contaminación sonora. Durante procesos constructivos.

¹ Decreto 68-86. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Congreso de la república de Guatemala. P. 3.

2.9. Presupuesto

Tabla XL. Presupuesto estimado

PRESUPUESTO ESTIMADO							
NOMBRE DEL PROYECTO: CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE, PUEBLO NUEVO, IXCAN, QUICHE							
MUNICIPIO: IXCAN			DEPARTAMENTO: QUICHE				
TIPO DE SERVICIO: CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE			NIVEL DE ATENCIÓN: SEGUNDO NIVEL DE ATENCIÓN				
No.	REGLONES DE TRABAJO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL PROYECTO		
1,00	PRELIMINARES					Q	467 480,42
1,01	Rotulo de metal para identificación del proyecto	1,00	u	Q 1 650,96	Q	1 650,96	
1,02	Limpia, chapeo y destronque	13 761,49	m ²	Q 31,64	Q	435 413,54	
1,03	Trazo, nivelación y estaqueado	690,80	ml	Q 44,03	Q	30 415,92	
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					Q	1 407 409,12
2,01	Excavación No Clasificada	2 174,60	m ³	Q 123,65	Q	268 889,29	
2,02	Relleno compactado	5 380,02	m ³	Q 211,62	Q	1 138 519,83	
3,00	ESTRUCTURAS						
3,01	CIMENTACIÓN					Q	465 419,84
3,01,1	Armado y fundición de Cimiento corrido CC-1: 0.20 m x 0.40 m. Ref. 3 No.3 + eslabones No. 4 @ 0.15 m, acero grado 40 y concreto 210 kg/cm ²	1 282,75	ml	Q 357,32	Q	458 352,23	
3,01,2	Armado y fundición de Cimiento corrido CC-2: 0.20 m x 0.45 m. Ref. 3 No.3 + eslabones No. 4 @ 0.15 m, acero grado 40 y concreto 210 kg/cm ²	18,91	ml	Q 373,75	Q	7 067,61	
3,02	ZAPATAS					Q	534 816,79
3,02,1	Armado y fundición de Zapata Z-1 de 3.40m x 3.40m x 0.40m. Ref. No. 6 @ 0.21m (Ambos sentidos); Incluye excavación.	30,00	unidad	Q 5 131,23	Q	153 936,90	
3,02,2	Armado y fundición de Zapata Z-2 de 3.15m x 3.15m x 0.35m. Ref. No. 6 @ 0.27m (Ambos sentidos); Incluye excavación.	42,00	unidad	Q 4 724,84	Q	198 443,28	
3,02,3	Armado y fundición de Zapata Z-3 de 3.40m x 3.40m x 0.40m. Ref. No. 6 @ 0.23m (Ambos sentidos); Incluye excavación.	12,00	unidad	Q 5 026,50	Q	60 318,00	
3,02,4	Armado y fundición de Zapata combinada Z-4 de 5.45m x 2.50m x 0.65m. (Ver detalle de refuerzo en planos); Incluye excavación.	9,00	unidad	Q 5 600,30	Q	50 402,70	
3,02,5	Armado y fundición de Zapata combinada Z-4.1 de 5.45m x 2.50m x 0.65m. (Ver detalle de refuerzo en planos); Incluye excavación.	1,00	unidad	Q 5 557,36	Q	5 557,36	
3,02,6	Armado y fundición de Zapata combinada Z-5 de 5.45m x 3.35m x 0.70m. (Ver detalle de refuerzo en planos); Incluye excavación.	7,00	unidad	Q 7 399,01	Q	51 793,07	
3,02,7	Armado y fundición de Zapata combinada Z-5.1 de 5.45m x 3.35m x 0.70m. (Ver detalle de refuerzo en planos); Incluye excavación.	2,00	unidad	Q 7 182,74	Q	14 365,48	
3,03	COLUMNAS					Q	1 127 972,84
3,03,1	Armado + fundición de Columna tipo C-1 (0.45*0.45) 8 No.8, Est. Doble + Est. Doble (ver detalle de confinamiento)	281,00	ml	Q 1 057,83	Q	297 250,23	
3,03,2	Armado + fundición de Columna tipo C-2 (0.45*0.45) 4 No.8 + 4 No.6, Est. Doble + Est. Doble (ver detalle de confinamiento)	804,80	ml	Q 1 032,21	Q	830 722,61	
3,04	VIGAS					Q	815 199,89
3,04,1	Armado + Fundición de Viga tipo V-1.01 (0.50*0.25)	127,05	ml	Q 618,81	Q	78 619,81	
3,04,2	Armado + Fundición de Viga tipo V-1.02 (0.50*0.25)	96,85	ml	Q 622,70	Q	60 308,50	
3,04,3	Armado + Fundición de Viga tipo V-1.03 (0.50*0.25)	233,35	ml	Q 620,20	Q	144 723,67	
3,04,4	Armado + Fundición de Viga tipo V-1.04 (0.50*0.25)	213,70	ml	Q 618,45	Q	132 162,77	
3,04,5	Armado + Fundición de Viga tipo V-1.05 (0.50*0.25)	116,55	ml	Q 611,87	Q	71 313,45	
3,04,6	Armado + Fundición de Viga tipo V-1.06 (0.50*0.25)	76,40	ml	Q 614,38	Q	46 938,63	
3,04,7	Armado + Fundición de Viga tipo V-2.01 (0.50*0.25)	192,40	ml	Q 480,65	Q	92 477,06	

Continuación tabla XL.

PRESUPUESTO ESTIMADO					
NOMBRE DEL PROYECTO: CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE, PUEBLO NUEVO, IXCAN, QUICHE					
MUNICIPIO: IXCAN			DEPARTAMENTO: QUICHE		
TIPO DE SERVICIO: CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE			NIVEL DE ATENCIÓN: SEGUNDO NIVEL DE ATENCIÓN		
No.	REGLONES DE TRABAJO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL PROYECTO
3,04,8	Armado + Fundición de Viga tipo V-2.02 (0.50*0.25)	200,90	ml	Q 484,99	Q 97 434,49
3,04,9	Armado + Fundición de Viga tipo V-2.03 (0.50*0.25)	116,55	ml	Q 466,39	Q 54 357,75
3,04,10	Armado + Fundición de Viga tipo V-2.04 (0.50*0.25)	76,40	ml	Q 482,51	Q 36 863,76
3,05	LOSAS, GRADAS Y RAMPA				Q 2 499 589,39
3,05,1	Armado + fundición de losa de 12cm (Ver detalle de armado en planos)	3479,43	m ²	Q 687,65	Q 2 392 630,04
3,05,1	Armado + fundición escalera en ingreso con losa de 0.14cm (Ver detalle de armado en planos)	12,00	m ²	Q 1 138,85	Q 13 666,20
3,05,1	Armado + fundición de rampa de 0.14cm, armado tipo losa en una dirección (Ver detalle de armado en planos)	149,83	m ²	Q 622,66	Q 93 293,15
3,06	MUROS				Q 3 450 953,51
3,06,1	Suministro y conformación de muros de block de 0.15*0.20*0.40 de 35 kg/cm2, de mampostería confinada	11 819,72	m ²	Q 255,73	Q 3 022 657,00
3,06,2	Suministro y conformación de muros de block de 0.10*0.20*0.40 de 35 kg/cm2, de mampostería confinada	25,76	m ²	Q 229,06	Q 5 900,59
3,06,3	Armado + fundición de muro de concreto de 0.14m con fc de 281 kg/cm2 en área de Rayos X	61,70	m ²	Q 403,73	Q 24 910,14
3,06,4	Suministro e instalación de muro perimetral del tipo prefabricado, con una altura libre de 2.50 metros, el cual incluye dos puertas principales de ingreso, del tipo metálica, la principal deberá incluir el logotipo, el cual será definido por el supervisor del proyecto	224,12	ml	Q 1 773,54	Q 397 485,78
3,07	CENEFAS				Q 26 549,79
3,07,1	Armado + fundición de cenefa perimetral en primer y segundo nivel	405,65	ml	Q 65,45	Q 26 549,79
3,10	ESTRUCTURA METALICA				Q 57 595,13
3,10,1	Suministro e instalación de estructura metálica, costanera "C" de 2**4**1/16"+ lamina del tipo termoacustica transparente.	87,50	m ²	Q 658,23	Q 57 595,13
4,00	ELECTRICIDAD				Q 1 358 241,84
5,00	DRENAJES				Q 955 209,79
5,10	DRENAJES SANITARIOS				Q 217 871,91
5,20	DRENAJES PLUVIALES				Q 737 337,88
6,00	HIDRAULICA				Q 137 444,17
7,00	AIRES ACONDICIONADOS Y EXTRACTORES				Q 237 631,34
8,00	GASES MEDICOS				Q 532 432,25
9,00	URBANIZACIÓN				Q 1 127 205,93
10,00	ARQUITECTURA				Q 5 710 416,39
11,00	TANQUE ELEVADO, CASETA PARA BOMBAS Y CISTERNA				Q 12 532,85
11,02	CISTERNA				Q 15 236,11
11,03	CASETA PARA BOMBA				Q 15 253,64
12,00	GARITA DE CONTROL , CENTRO DE ACOPIO, CASSETAS				Q 759 343,54
13,00	PLANTA DE TRATAMIENTO				Q 342 897,01
14,00	INSTALACIONES ESPECIALES				Q 367 234,11
GRAN TOTAL					Q 23 379 275,48
VEINTITRES MILLONES NOVECIENTOS OCHENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO CON TREINTA Y TRES CENTAVOS					

Fuente: elaboración propia.

2.10. Cronograma estimado de ejecución

Tabla XLI. Cronograma de ejecución

No.	PERIODO DE EJECUCION	TIEMPO DE EJECUCIÓN																			
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11									
1.00	PRELIMINARES																				
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS																				
3.01	CIMENTACION																				
3.02	ZAPATAS																				
3.03	COLUMNAS																				
3.04	VIGAS																				
3.05	LOSAS, GRADAS Y RAMPA																				
3.06	MUROS																				
3.07	CENEFAS																				
3.08	ESTRUCTURA METALICA																				
4.00	INSTALACIONES ELECTRICAS																				
5.00	DRENAJES																				
6.00	INSTALACIONES HIDRAULICAS																				
7.00	AIRES ACONDICIONADOS Y EXTRACTORES																				
8.00	GASES MEDICOS																				
9.00	URBANIZACION																				
10.00	ARQUITECTURA																				
11.00	TANQUE ELEVADO, CASETA PARA BOMBAS Y CISTERNA																				
12.00	CISTERNA																				
13.00	PLANTA DE TRATAMIENTO																				
14.00	INSTALACIONES ESPECIALES																				

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Como fue obtenido de la información recopilada puede establecerse que una de las mayores necesidades además de construcción y fomento de actualización y mejoramiento de sistemas educativos, es la construcción de un servicio de salud que pueda dar atención las 24 horas con atención especializada y así cubrir una brecha de salud más amplia para estos sectores que se encuentran periféricos a la nación.
2. En los planos adjuntos puede observarse que se desarrolló la fase de Estructuras de acuerdo con los procedimientos realizados en el presente proyecto, cumpliendo con los normativos de AGIES y ACI 318-14.
3. Con la construcción de esta edificación se cubre una brecha de al menos 20 000 habitantes por el tipo de servicio prestado, lo cual representa una reducción de índices de mortalidad no sólo en la comunidad de Pueblo Nuevo, sino también en las comunidades aledañas a esta.
4. Los planos adjuntos muestran el resultado de los cálculos elaborados, el presupuesto evidencia una suma considerable de impacto social, la cual será gestionada por el MSPAS para la elaboración del servicio en auxilio a la solicitud elaborada por la Municipalidad de Ixcán y, al observar el cronograma, de ejecución se consideró aproximadamente 11 meses en el proceso constructivo del servicio.
5. Para el presente proyecto el determinar la Tasa Interna de Retorno (TIR) es casi nula ($TIR=0$) por ser un establecimiento del estado que brinda

salud pública sin fines de lucro, pues la salud es una obligación del estado, y por la relación costo/beneficio tiende a ser de Q70,00 por habitante al año.

RECOMENDACIONES

1. Para todo planificador de proyectos de obra civil es necesario el realizar una visita a la comunidad para recopilar información tanto social como objetiva al inmueble, para así establecer necesidades y una fase preliminar de aspectos por considerar tanto espaciales como estructurales. Estos, posteriormente, serán empleados para plantear alternativas de los estudios específicos y puntuales para la situación determinada.
2. Para el ingeniero calculista es fundamental conocer los códigos y normativos vigentes para el análisis y diseño estructural y establecer los parámetros adecuados y fundamentando todos sus procedimientos y criterios empleados.
3. Los índices de mortalidad no disminuirán solo con la construcción de un Centro de Atención Permanente en una comunidad, sino al generar cultura y procesos de mitigación de enfermedades, además de concientizar y capacitar a la nación para los tratamientos de salud. Para ello, es necesario el empleo de jornadas de salud y formar profesionales comprometidos al desarrollo de la nación.
4. El presupuesto establecido es únicamente de referencia (Para fines didácticos).
5. El Centro de Atención Permanente ofrecerá sus servicios de manera gratuita a los ciudadanos de Guatemala y a las personas extranjeras

que requieran de servicios de salud, además el MSPAS estará encargado de suministrar mantenimiento y medicamentos al establecimiento, las únicas inversiones que deberá correr por cuenta del establecimiento son aquellos de servicios básicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute (ACI). *Requisitos de reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14) y comentario*. Comité ACI 318. California: ACI, 2015.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). *Normas de Seguridad Estructural (NSE) para la República de Guatemala: NSE 2-10 (Demandas Estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección), NSE 3 (Diseño estructural de edificaciones)*.
3. BOWLES, Joseph E. *Diseño y Análisis de Cimentaciones*. 5ª ed. Singapur: McGraw-Hill, 1997. 1230 p.
4. Departamento de proyectos – Unidad de Planificación Estratégica (UPE/MSPAS). *Norma de diseño de la red de servicios de salud*. MSPAS, 2016.
5. FLORES CÓRDOVA, Rudy Armando. *Diseño estructural del albergue san Miguel Febres Cordero ubicado en la colonia Venezuela, zona 21 de Guatemala*. Tesis de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 191 p.

6. McCORMAC & BROWN, Jack C. y Russel H. *Diseño de Concreto Reforzado con el código ACI 318-08*. 8ª ed. México: Grupo Alfaomega, 2011. 709 p.
7. NIJ PATZÁN, Jéser Esaú de Jesús. *Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas*. Tesis de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 386 p.
8. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12ª ed. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill, 2001. 719 p.
9. SIC GARCÍA, Angel Roberto. *Guía teórica y práctica del curso de concreto 2*. Tesis de Ingeniería civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1988.

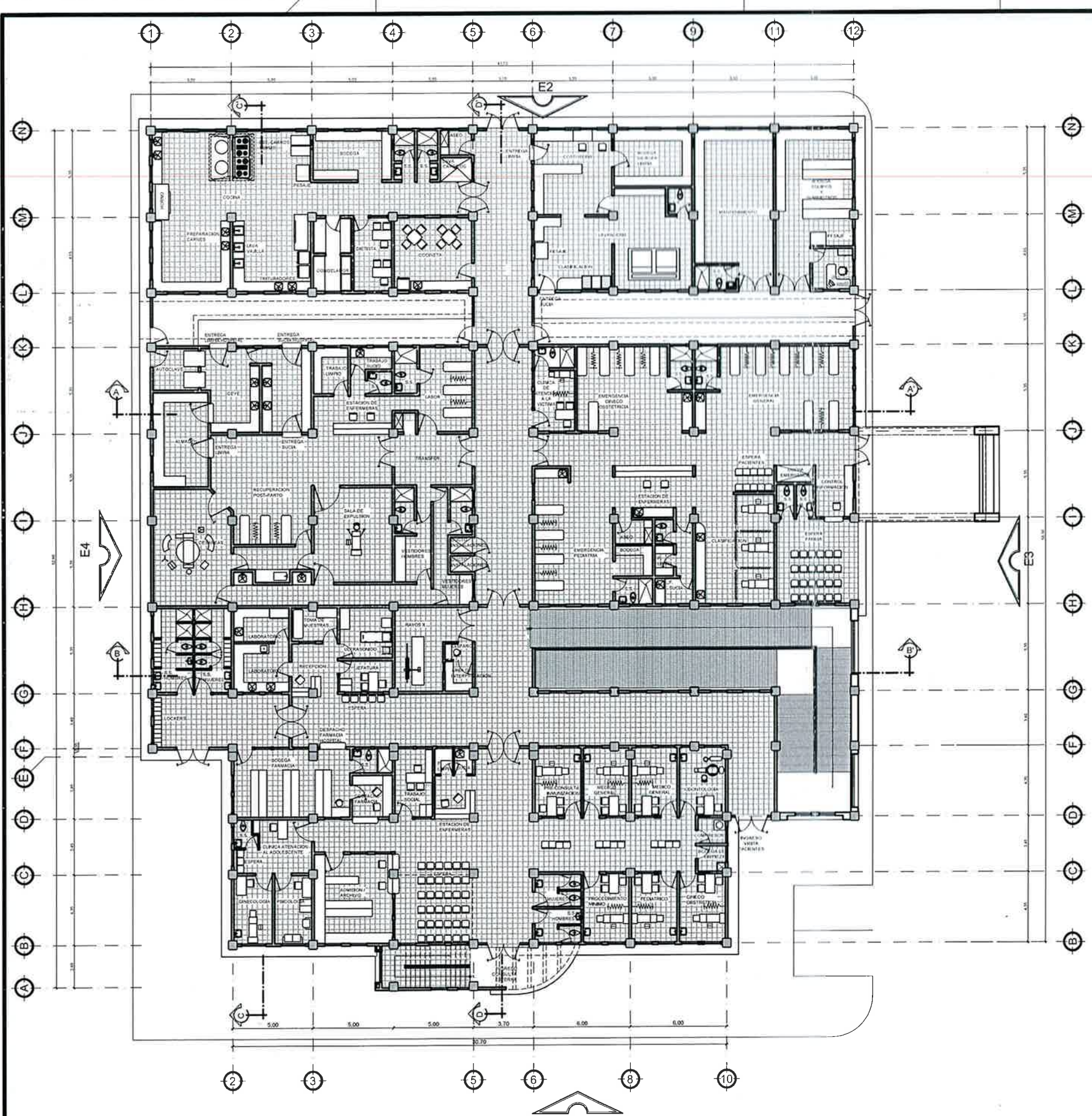
APÉNDICES

Apéndice 1. Planos constructivos del proyecto

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

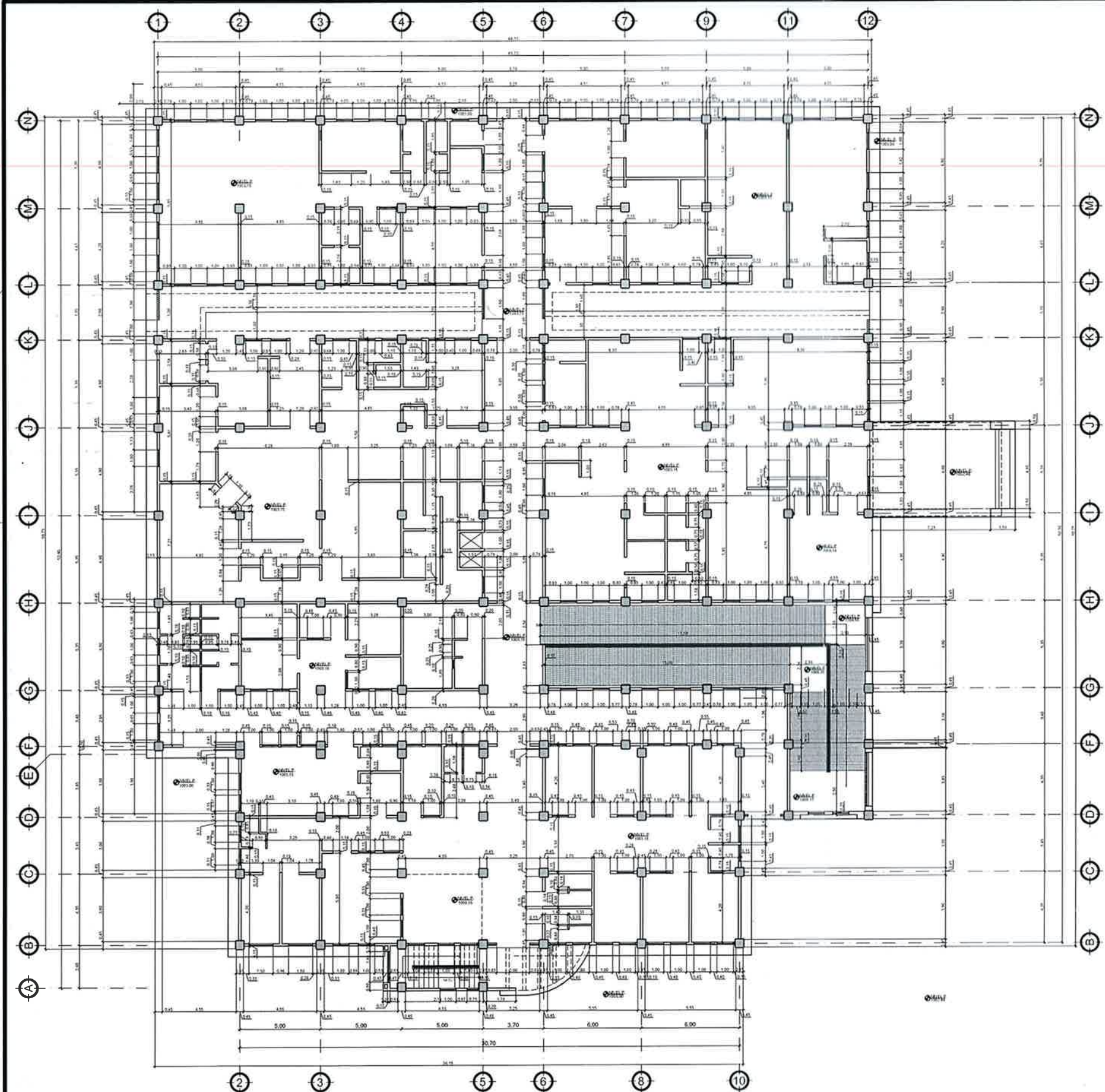
■■■■■■■■■■ column
 ■■■■■■■■■■ column (inv)
 ■■■■■■■■■■ column (inv)
 ■■■■■■■■■■ column (inv)
 ■■■■■■■■■■ column (inv)

PLANTA AMUEBLADA CAP TÍPICO
PRIMER NIVEL



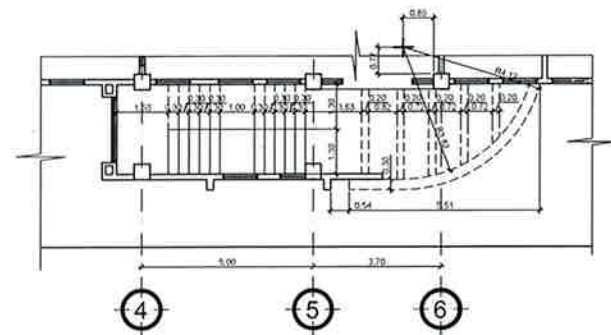
ESCALA: 1/125
ESCALA GRÁFICA

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL UNIDAD DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DEPARTAMENTO DE PROYECTOS	PROYECTO: ARQUITECTURA	HOJA NO. 02 / 35
	CONTENIDO: CONSTRUCCION PERMANENTE CENTRO DE ATENCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN	PLANTA 1ER. NIVEL AMUEBLADA



PLANTA ACOTADA CAP TÍPICO
PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/125
ESCALA GRÁFICA



DETALLE ACOTADO DE GRADAS CAP TÍPICO
PRIMER NIVEL

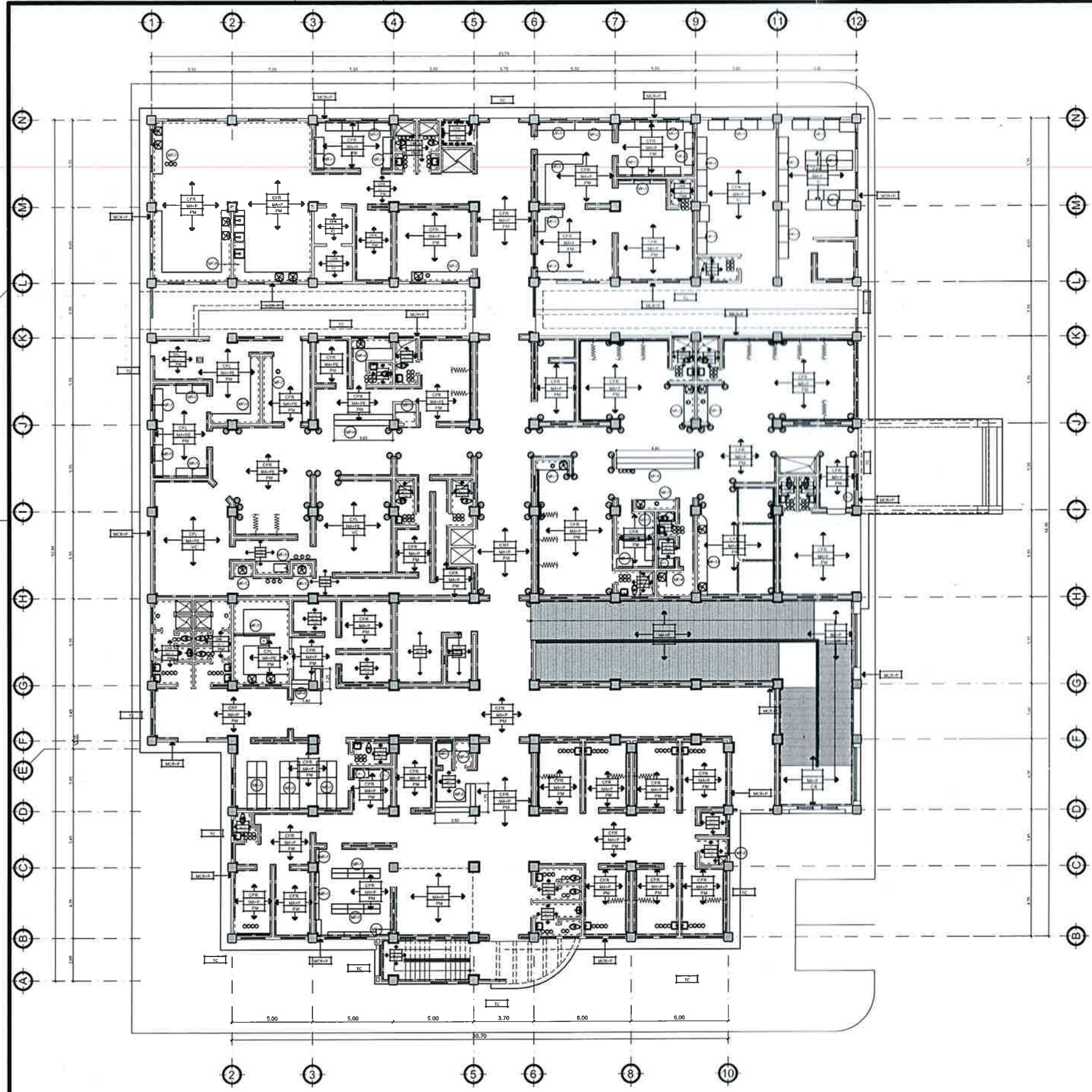
ESCALA: 1/100
ESCALA GRÁFICA

0000000000 0000
0000000000 0000 (mm)
0000000000 0000 IMPRESION


 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA
 MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
 UNIDAD DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

Hospital de San Carlos de Guatemala
 Unidad de Planificación Estratégica
 Supervisor de Proyectos
 Lic. Carlos A. Rodríguez

PROYECTO:	CONSTRUCCION PERMANENTE CENTRO DE ATENCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
CONTENIDO:	PLANTA ACOTADA 1ER. NIVEL
DISCIPLINA:	ARQUITECTURA
FECHA:	04/35
UNIVERSIDAD:	UPE
ASIGNATURA:	DISEÑO DE ARQUITECTURA DISEÑO DE ESTRUCTURAS DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DISEÑO DE INSTALACIONES ESPECIALES



PLANTA DE ACABADOS
PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/125
ESCALA GRÁFICA

NOMENCLATURA PARA ACABADOS	
C	ACABADOS EN CIELO
M	ACABADOS EN MUROS
P	ACABADOS EN PISO
MF	INDICA MUEBLE FIJO
C CFR	CIELO FALSO RETICULADO DE 2X2 PIES
C CFL	CIELO FALSO TIPO LOSA
C MA+P	CIELO MONOCAPA ALISADO + PINTURA
M MCR+P	MURO MONOCAPA CERNIDO REMOLINEADO + PINTURA
M MA+PE	MURO MONOCAPA ALISADO + PINTURA EPOXICA
M MA+P	MURO MONOCAPA ALISADO + PINTURA
P PM	FISO FISO MONOSTRATO
P PMA	FISO FISO MONOSTRATO ANTIDESLIZANTE
P TC	TORTA DE CONCRETO
P VC	FISO FISO VINILO CONDUCTIVO
P M	FISO FISO MARTELINADO
P CR	FISO FISO CONCRETO RAYADO
---	INDICA AZULEJO A=1.40 SNPT
---	INDICA AZULEJO A=2.20 SNPT
---	ZOCALO DE MONOSTRATO DE 0,11 Mts. DE ALTURA COLOR SIMILAR A PISO
---	PROTECTOR PARA CAMILLAS EN PARED
---	PASAMANOS
(---)	TUBO DE ACERA + CORTINA
(---)	ESQUINEROS DE ALUMINIO
(A)	DISPENSADOR DE JABON (en el area blanca, lavados medicos, esto debera ser accionado con el codo)
(B)	GANCHOS DOBLES GROMADOS
(C)	DISPENSADOR DE PAPEL HIGIENICO
(D)	ESPEJO (EN LAVAMANOS)
(E)	BOTE DE BASURA ESTANDAR
(E)	BOTE DE BASURA GRANDE
(F)	DISPENSADOR DE PAPEL PARA MANOS

NOTA: TODAS LAS COLUMNAS INTERIORES Y EXTERIORES TENDRAN MONOCAPA ALISADO + PINTURA

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
UNIDAD DE PLANIFICACION ESTRATEGICA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

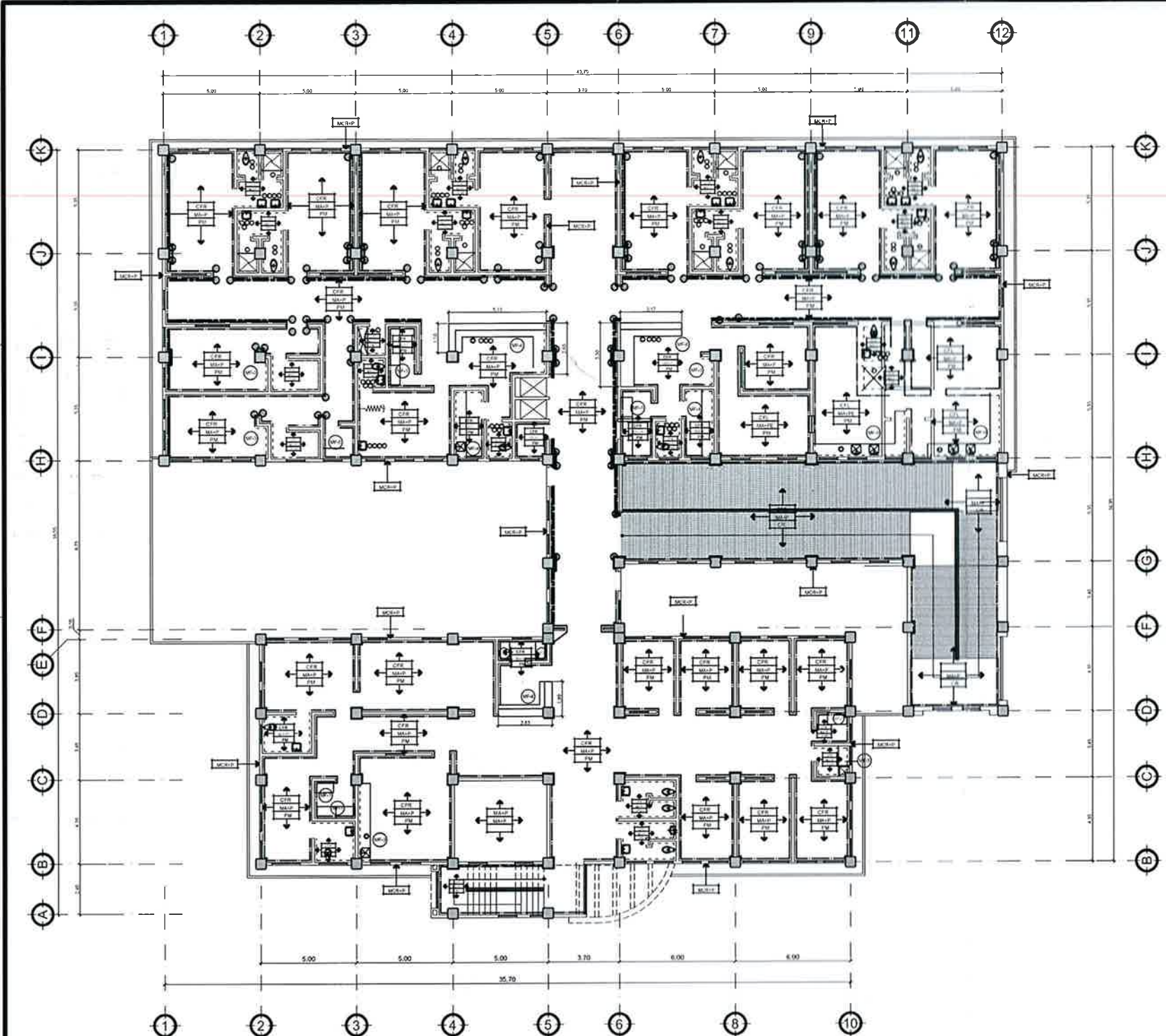
Escuela Superior Politécnica de Ingeniería y Arquitectura
Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Escuela de Ingeniería y Arquitectura

PROYECTO: CONSTRUCCION CENTRO DE ATENCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN

CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS 1ER. NIVEL

HOJA NO. 06 / 35

ARQUITECTURA



PLANTA DE ACABADOS
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/125
ESCALA GRÁTICA

NOMENCLATURA PARA ACABADOS		
C	ACABADOS EN CIELO	
M	ACABADOS EN MUROS	
P	ACABADOS EN PISO	
(MF)	INDICA MUEBLE FIJO	
C CFR	CIELO FALSO RETICULADO DE 2X2 PIES	
C CFL	CIELO FALSO TIPO LOSA	
C MA+P	CIELO MONOCAPA ALISADO + PINTURA	
M MCR+P	MURO MONOCAPA CERNIDO REMOLINEADO + PINTURA	
M MA+PE	MURO MONOCAPA ALISADO + PINTURA EPOXICA	
M MA+P	MURO MONOCAPA ALISADO + PINTURA	
P PM	PISO PISO MONOSTRATO	
P PMA	PISO PISO MONOSTRATO ANTIDESLIZANTE	
P TC	PISO TORTA DE CONCRETO	
P VC	PISO PISO VINILO CONDUCTIVO	
P M	PISO PISO MARTELINADO	
P CR	PISO PISO CONCRETO RAYADO	
---	INDICA AZULEJO A=1.40 SNPT	
---	INDICA AZULEJO A=2.20 SNPT	
---	ZOCALO DE MONOSTRATO DE 0.11 Mts. DE ALTURA COLOR SIMILAR A PISO	
---	PROTECTOR PARA CAMILLAS EN PARED	
---	PASAMANOS	
---	TUBO DE ACERA + CORTINA	
⊗	ESQUINEROS DE ALUMINIO	
(A)	DISPENSADOR DE JABON (en el area blanca, lavados medicos, esto debera ser accionado con el codo)	
(B)	GANCHOS DOBLES CROMADOS	
(C)	DISPENSADOR DE PAPEL HIGIENICO	
(D)	ESPEJO (EN LAVAMANOS)	
(E)	BOTE DE BASURA ESTANDAR	
(E)	BOTE DE BASURA GRANDE	
(F)	DISPENSADOR DE PAPEL PARA MANOS	

NOTA: TODAS LAS COLUMNAS INTERIORES Y EXTERIORES TENDRAN MONOCAPA ALISADO + PINTURA

CONSTRUCCION PERMANENTE
PUEBLO NUEVO, IXCAN

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
UNIDAD DE PLANIFICACION ESTRATEGICA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

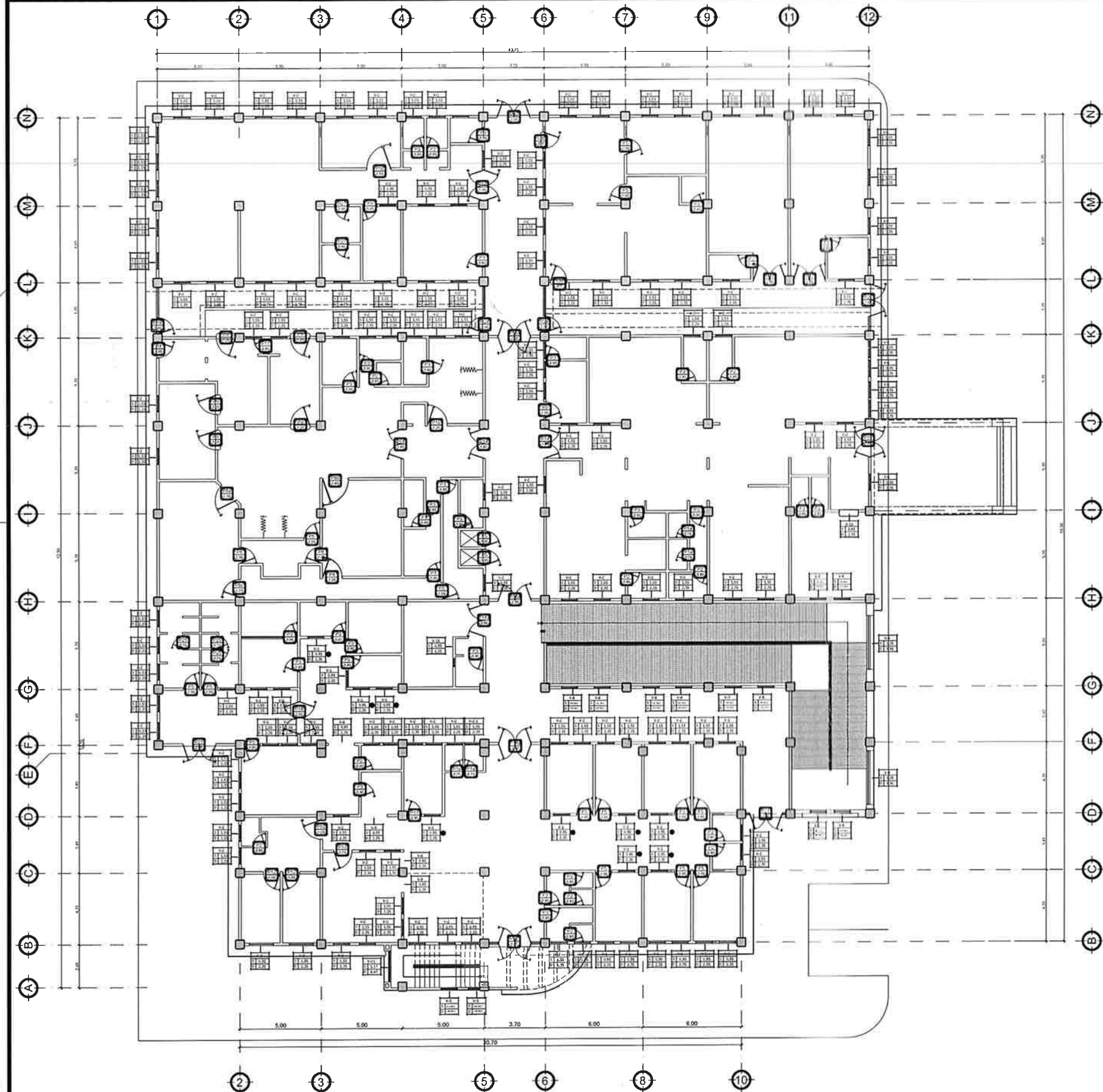
Ing. Carlos de Guzman
Ing. Oscar Rosero Carson
Ing. Oscar Rosero Carson
INGENIERO EN ARQUITECTURA
INGENIERO EN ARQUITECTURA
INGENIERO EN ARQUITECTURA
INGENIERO EN ARQUITECTURA
INGENIERO EN ARQUITECTURA

PROYECTO: CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN

CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS 2DO. NIVEL

ARQUITECTURA

HOJA NO. 07 / 35



PLANTA UBICACION DE PUERTAS Y VENTANAS
PRIMER NIVEL


ESCALA: 1/125
ESCALA GRAFICA

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO DE PUERTA	ANCHO	ALTO	ALTURA SOBRE LUZ	DINTEL	MATERIAL	MATERIAL SOBRE LUZ	ESPECIFICACION
P-1	0.80	2.30	0.25	2.35	METAL	METAL + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-1a	0.75	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-2	0.80	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-3	0.80	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-4	1.00	2.30	0.25	2.35	METAL	METAL + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-5	1.00	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-6	1.00	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-7	1.00	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	TIPO HOLLANDA
P-8	1.20	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-8a	1.30	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-8b	1.60	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-8c	1.10	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-9	1.20	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	TIPO HOLLANDA
P-10	1.20	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-11	0.95	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-12	1.04	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-13	1.15	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-14	1.85	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO DOBLE
P-15	1.85	2.30	1.30	3.20	ALUMINIO + VIDRIO	ALUMINIO + VIDRIO	ABATIMIENTO DOBLE
P-16	1.90	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO DOBLE
P-17	2.00	2.30	0.25	2.35	METAL	METAL + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO DOBLE
P-18	2.00	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO DOBLE
P-18a	2.00	2.30	0.25	2.35	MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO DOBLE
P-19	2.90	2.35			TUBO HG 2" + MALLA		ABATIMIENTO SIMPLE
P-20	2.90	2.35			TUBO HG 2" + MALLA		ABATIMIENTO DOBLE
P-21	2.00	2.30	0.25	2.35	ALUMINIO + VIDRIO	ALUMINIO + VIDRIO	ABATIMIENTO DOBLE
P-22	3.25	2.30	1.30	3.20	ALUMINIO + VIDRIO	ALUMINIO + VIDRIO	ABATIMIENTO DOBLE
P-23	1.15	2.10		2.10	MADERA PLOMADA		ABATIMIENTO SIMPLE
P-24	2.90	2.30	1.10	3.20	ALUMINIO + VIDRIO	ALUMINIO + VIDRIO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-25	0.70	1.70	0.25		MADERA	MADERA + VIDRIO FIJO	ABATIMIENTO SIMPLE
P-26	1.85	2.30	1.10	3.20	ALUMINIO + VIDRIO	ALUMINIO + VIDRIO	ABATIMIENTO DOBLE
P-27	0.90	2.30	0.25	2.30			ABATIMIENTO SIMPLE

NOTA:

- EL MARCO DE LAS PUERTAS + EL TABLERO SERA DE MADERA.
- EL MARCO DE LAS PUERTAS DE METAL SERA DE TUBO CUADRADO + PLANCHA DE LAMINA+ EL TOPE SERA DE ANGULAR.
- LAS CHAPAS SERAN CON MANECIAS EN LAS PUERTAS DE MADERA, Y EN LAS DE METAL SERAN CON JALADOR DE MISMO MATERIAL, Y EN OTRAS CON JALADOR DE ALUMINIO.
- SE COLOCARA 4 BISAGRA EN CADA HOJA DE PUERTA.
- LAS PUERTAS DE MADERA SERAN CURADAS + PINTURA.
- LAS PUERTAS DE METAL SE LE APLICARA PINTURA ANTICORROSIVA + PINTURA MATE.
- SE RECOMIENDA LEER ESPECIFICACIONES GENERALES.


 GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
 MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
 UNIDAD DE PLANIFICACION ESTRATEGICA
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

ESCUELA N.º 1008 - SUPERVISORA DE OBRAS
 ESCUELA N.º 1008 - SUPERVISORA DE OBRAS
 ESCUELA N.º 1008 - SUPERVISORA DE OBRAS
 ESCUELA N.º 1008 - SUPERVISORA DE OBRAS

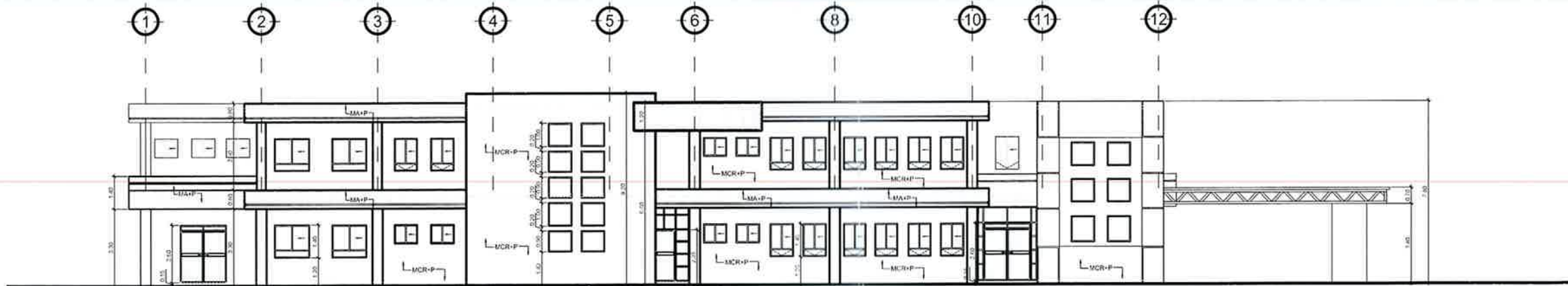
JEFE DE PROYECTO
 JEFE DE PROYECTO
 JEFE DE PROYECTO
 JEFE DE PROYECTO

UPE
 DISEÑO DE ARQUITECTURA
 DISEÑO DE ESTRUCTURAS
 DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS
 DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
 DISEÑO DE INSTALACIONES ESPECIALIZADAS

CONTENIDO:
 UBICACION DE PUERTAS Y VENTANAS 1ER. NIVEL
 PLANILLA DE PUERTAS

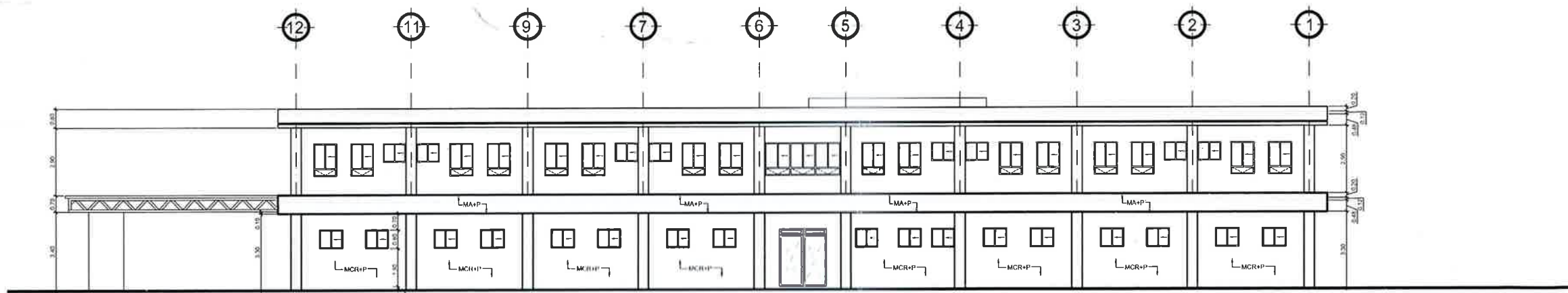
PROYECTO:
 CONSTRUCCION PERMANENTE CENTRO DE ATENCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN

ARQUITECTURA
 HOJA NO. 08 / 35



ELEVACION - E1

ESCALA: 1/100
ESCALA GRAFICA



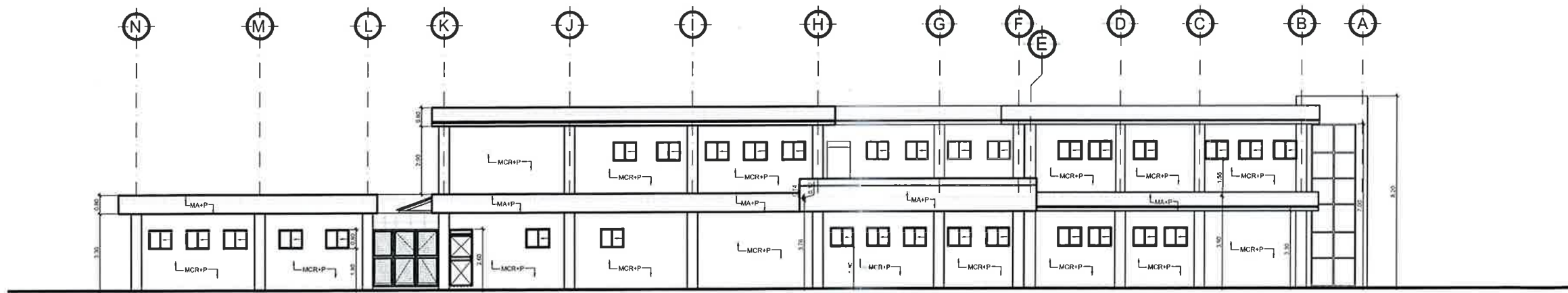
ELEVACION - E2

ESCALA: 1/100
ESCALA GRAFICA



ELEVACION - E3

ESCALA: 1/100
ESCALA GRAFICA



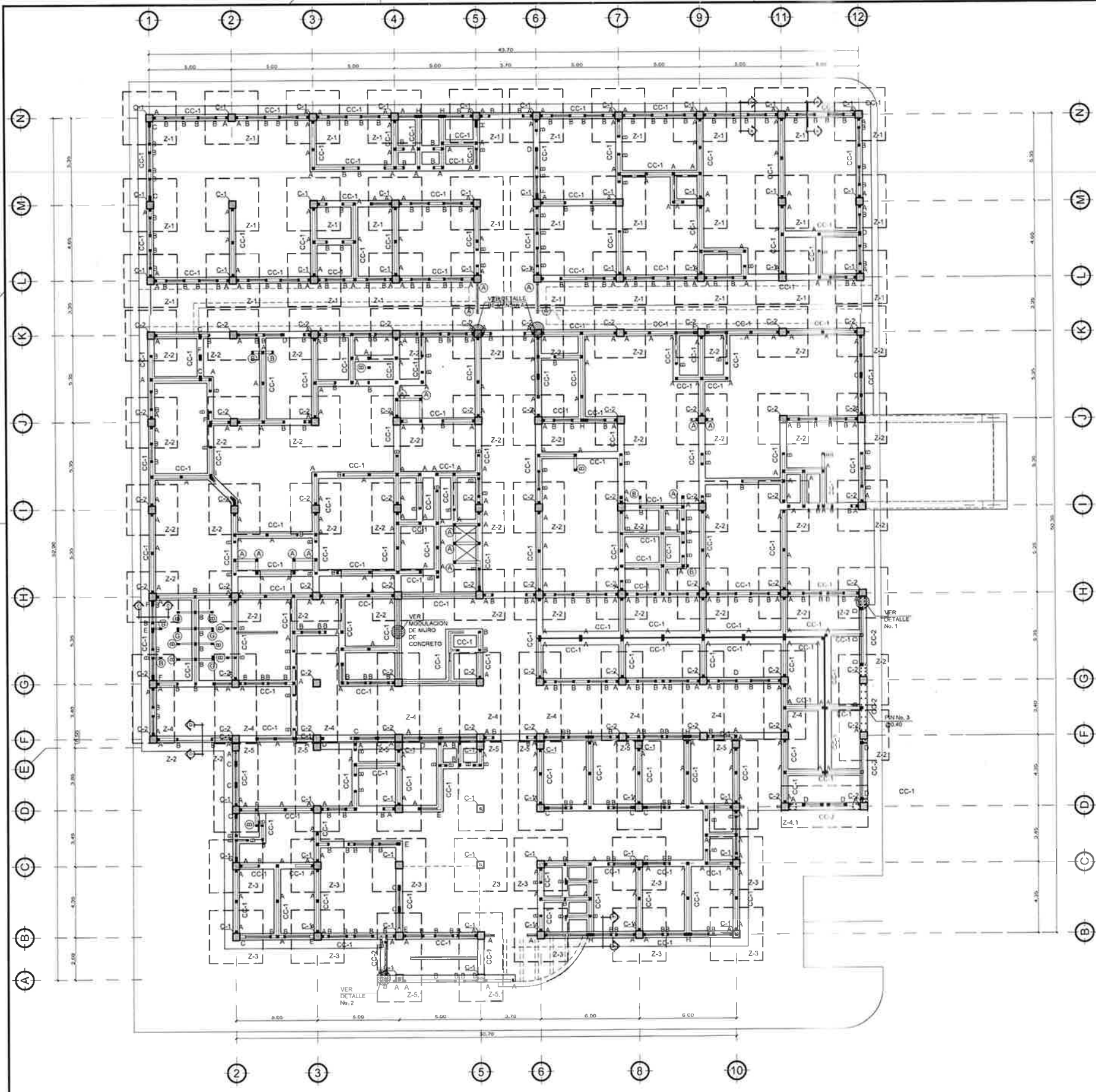
ELEVACION - E4

ESCALA: 1/100
ESCALA GRAFICA

COORDINADO POR:
DISEÑO Y DIBUJO:
REVISADO POR:
AUTORIZADO POR:
FECHA: 10/05/2017


 GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
 MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
 UNIDAD DE PLANIFICACION ESTRATEGICA
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
 San Carlos de Guaymá
 Oficina de Asesoría Técnica
 Ing. Arq. Carlos de Guaymá
 Ing. Arq. Rosalva Cason de Guaymá
 Ing. Arq. Lidia Guaymá
 Ing. Arq. Lidia Guaymá
 Ing. Arq. Lidia Guaymá
 Ing. Arq. Lidia Guaymá

PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
CONTENIDO	-ELEVACIONES
DISCIPLINA	ARQUITECTURA
HOJA NO.	13 / 35



PLANTA DE CIMENTACIONES Y COLUMNAS - 1ER. NIVEL
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/125
ESCALA GRAFICA

PLANILLA DE CIMENTACION

TIPO	DIMENSIONES			DETALLE DE REFUERZO	
	ANCHO (CM)	PERALTE (CM)	LARGO (M)	REC (CM)	LONGITUDINAL / TRANSVERSAL
CC-1	40	30	7.5	7.5	3 No. 4 / E.S.L. No. 3 @ 15CM
CC-2	45	20	7.5	7.5	3 No. 4 / E.S.L. No. 3 @ 15CM

PLANILLA DE ZAPATAS

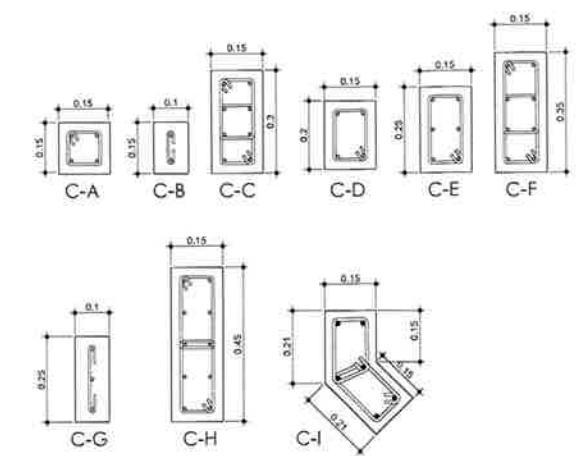
TIPO	DIMENSIONES				DETALLE DE REFUERZO	
	ANCHO (M)	LARGO (M)	PERALTE (CM)	REC (CM)	INFERIOR	SUPERIOR
Z-1	3.40	3.40	40	10	No. 6 @ 0.21	
Z-2	3.15	3.15	40	10	No. 6 @ 0.27	
Z-3	3.40	3.40	40	10	No. 6 @ 0.22	
Z-4	2.50	5.45	65	10	VER DETALLE	VER DETALLE
Z-4.1	2.50	5.45	85	10	VER DETALLE	VER DETALLE
Z-5	3.35	5.45	70	10	VER DETALLE	VER DETALLE
Z-5.1	3.35	5.45	70	10	VER DETALLE	VER DETALLE

PLANILLA DE COLUMNAS

TIPO	DIMENSIONES			DETALLE DE REFUERZO	
	ANCHO (CM)	LARGO (CM)	REC (CM)	LONGITUDINAL	TRANSVERSAL
C-1	45	45	4.0	8 No. 8	VER DETALLE DE CONFINAMIENTO
C-2	45	45	4.0	4 No. 8 + 4 No. 6	VER DETALLE DE CONFINAMIENTO

PLANILLA DE COLUMNAS DE MAMPOSTERIA

CLAVE	SECCIONES DE CONCRETO		DETALLE DE REFUERZO	
	AREA (cm2)	REC (cm)	LONGITUDINAL	TRANSVERSAL
A	225	2.5	4 No. 3	EST. No. 2 @ 15cm
B	150	2.5	2 No. 3	E.S.L. No. 2 @ 15cm
C	400	2.5	8 No. 3	2 EST. No. 2 @ 15cm
D	300	2.5	4 No. 3	EST. No. 2 @ 15cm
E	375	2.5	6 No. 3	EST. No. 2 @ 15cm
F	525	2.5	8 No. 3	2 EST. No. 2 @ 15cm
G	250	2.5	3 No. 3	E.S.L. No. 2 @ 15cm
H	675	2.5	10 No. 3	2 EST. No. 2 @ 15cm
I	545	2.5	6 No. 3	2 EST. No. 2 @ 15cm



DETALLE DE COLUMNAS
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/10

SIMBOLOGIA

- INDICA COLUMNA POR DEBAJO DE SOLERA EN SILLAR Y POR ENCIMA DE SOLERA EN DINTEL.
- ▨ INDICA COLUMNA DE MAMPOSTERIA CONTINUA DESDE CIMENTACION HASTA VIGA O LOSA.
- INDICA MURO DE CONCRETO (VER DETALLE).
- A INDICA TIPO DE COLUMNA (VER DETALLE Y ARMADO EN PLANILLA).
- ⓐ INDICA TIPO DE COLUMNA Y ANCLAJE LONGITUDINAL HASTA SOLERA HIDROFUGA.

- NOTAS**
- CONCRETO EN MARCO ESTRUCTURAL
f_c = 281 Kg/cm²; A LOS 28 DIAS
 - REFUERZO EN ELEMENTOS DEL MARCO ESTRUCTURAL
f_y = 420 Kg/cm²; ASTM A617 O A617
 - RECUBRIMIENTOS MINIMOS: LOSAS: 2.5 CM
VIGAS: 4.0 CM
COLUMNAS: 4.0 CM
CIMENTACIONES: 7.5 CM
 - DETALLADO DEL REFUERZO: ACI-318
 - METODO DE DISEÑO: ESFUERZOS ULTIMOS
 - DEBERAN CONSIDERARSE CIMENTACION TIPO CC-1 TODOS AQUELLOS QUE NO DEN TENDIENDO ALGUNO.
 - VER DETALLES CONSTRUCTIVOS EN HOJA 15-18
 - VER PLANILLA DE SECCIONES EN HOJA 15

METODOLOGIA DE DISEÑO

CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

- ACI 318-14 (CAP. 18)
- PORTICOS ESPECIALES RESISTENTE A MOMENTO

NORMAS DE DISEÑO:

- AGES NSE 2010
- ACI 318-14

PESOS ESPECIFICOS GENERALES:

- CONCRETO: 2400 KG/M³
- ACERO: 7840 KG/M³
- SUELO: 1600 KG/M³

CARGAS DE DISEÑO

- SDL: 100 KG/M²
- PSD: 250 KG/M²
- INSTALACIONES: 250 KG/M²
- MUROS: 800 KG/M²
- DUCTOS + CIELO FALSO: 100 KG/M²
- IMPEDIMENTOS: 100 KG/M²
- LOSA FINAL (PAÑUELOS): 100 KG/M²
- CARGAS VIVAS (PIES): 500 KG/M²
- PAÑUELOS: 250 KG/M²
- CLINICAVENDAMIENTO: 250 KG/M²
- OTICINAS: 250 KG/M²
- FARMACIA: 500 KG/M²
- SERVICIOS MEDICOS: 350 KG/M²
- LABORATORIOS: 500 KG/M²
- ESCALERAS: 500 KG/M²
- TERRAZA CON ACCESO: 200 KG/M²

CLASIFICACION DE OBRA ESENCIAL

- PROCEDIMIENTO DE ANALISIS SISMICO
- METODO DE CARGA ESTADICA EQUIVALENTE

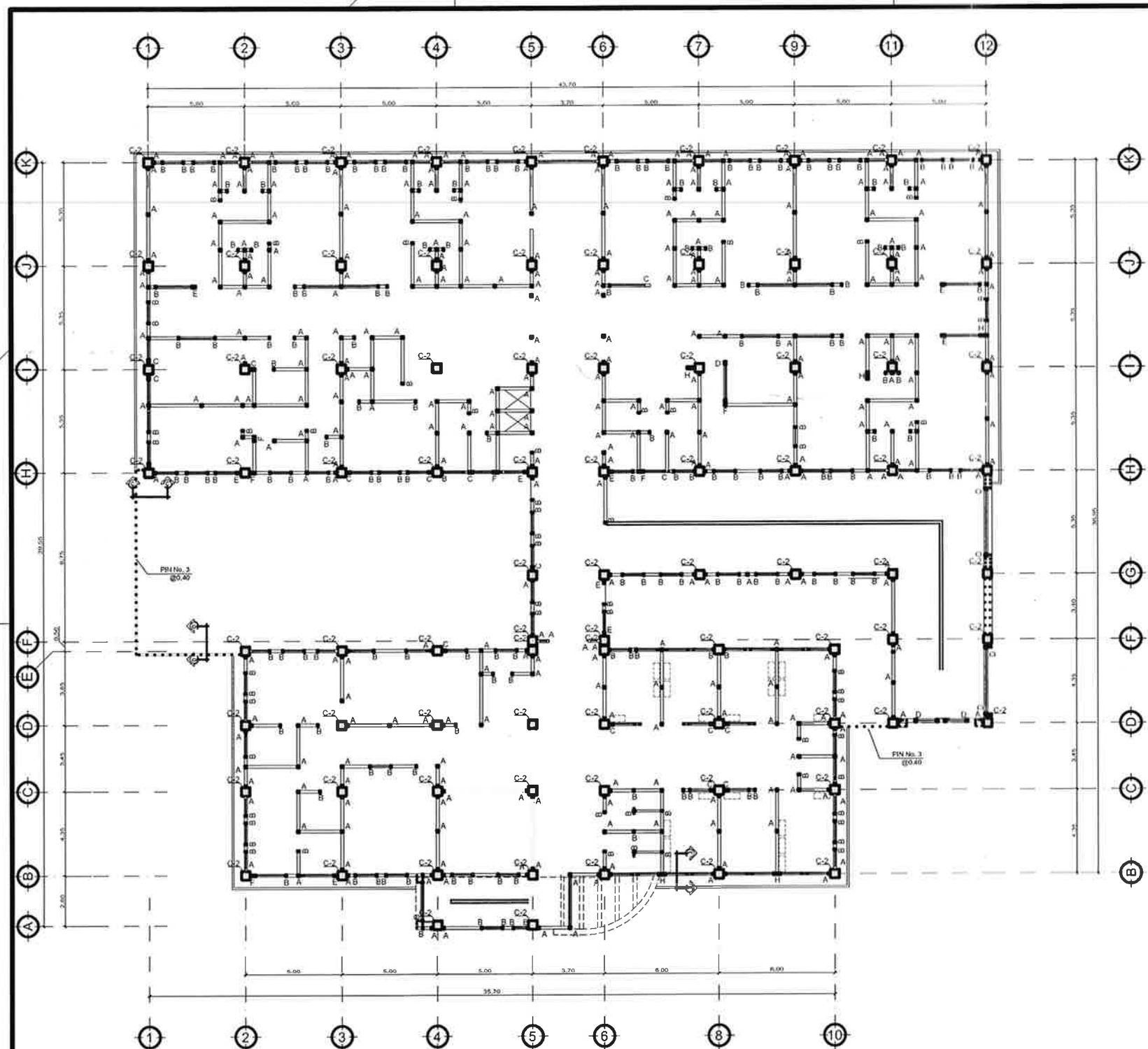
GUATEMALA
GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
UNIDAD DE PLANIFICACION ESTRATEGICA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

ASISTORIA SUPERVISORA
Escuela de Prácticas de Ingeniería
Instituto Tecnológico de San Carlos, Guatemala

LIFE
CONTENIDO:
- PLANTA DE CIMENTACIONES Y COLUMNAS - 1er NIVEL
- DETALLES ESTRUCTURALES

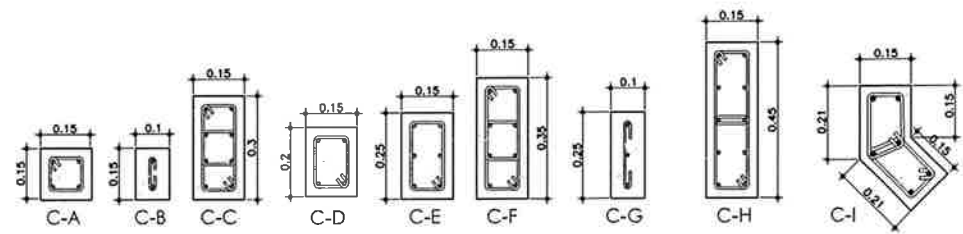
CONSTRUCCION PERMANENTE
PUEBLO NUEVO. IXCAN

HOJA No. **15** / **35**



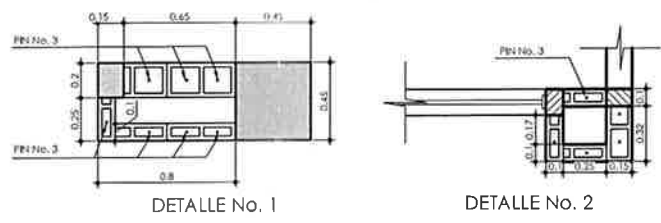
PLANTA DE CIMENTACIONES Y COLUMNAS - 2DO. NIVEL
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/125
ESCALA GRAFICA



DETALLE DE COLUMNAS
CONSTRUCCION CAP

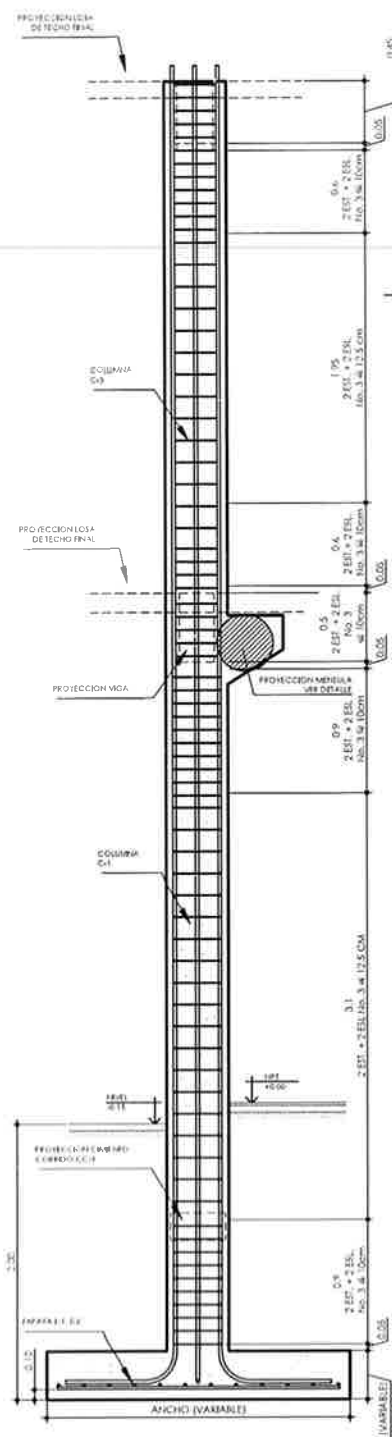
ESCALA: 1/10



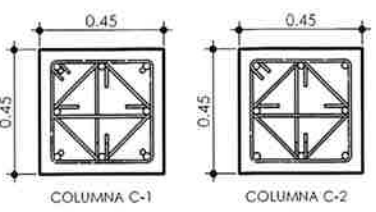
DETALLES CONSTRUCTIVOS
CONSTRUCCION CAP

- NOTAS**
- CONCRETO EN MARCO ESTRUCTURAL:
fc = 281 Kg/cm² A LOS 28 DIAS
 - REFUERZO EN ELEMENTOS DEL MARCO ESTRUCTURAL
fy = 4220 Kg/cm² ASTM A615 O A617
 - RECUBRIMIENTOS MINIMOS: LOSAS: 2.5CM
VIGAS: 4.0CM
COLUMNAS: 4.0CM
CIMENTACIONES: 7.5CM
 - DETALLADO DEL REFUERZO: ACI 318
 - METODO DE DISEÑO: ESFUERZOS ULTIMOS
 - DEBERAN CONSIDERARSE CIMENTACION TIPO CC-1
TODOS AQUELLOS QUE NO DENOTEN TEXTO ALGUNO.
 - VER DETALLES CONSTRUCTIVOS EN HOJA 15-18
 - VER PLANILLA DE SECCIONES EN HOJA 15

ESCALA: 1/20

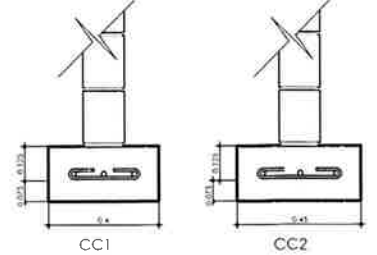


DETALLE DE CONFINAMIENTO EN COLUMNAS
CONSTRUCCION CAP



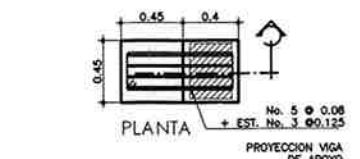
DETALLE DE COLUMNAS
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/25



DETALLE CIMENTACION
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/25



DETALLE MENSULA
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/25

METODOLOGIA DE DISEÑO	
CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL:	
-	ACI 318-14 (CAP. 18)
-	PORTICOS ESPECIALES RESISTENTE A MOMENTO
NORMAS DE DISEÑO:	
-	AGES NSE 2010
-	ACI 318-14
PESOS ESPECIFICOS GENERALES:	
-	CONCRETO: 2400 KG/M ³
-	ACERO: 7840 KG/M ³
-	SUELO: 1600 KG/M ³
CARGAS DE DISEÑO:	
-	SDL: PISO+ACABADOS: 100K/GM ²
-	INSTALACIONES: 25K/GM ²
-	MUROS: 35K/GM ²
-	DUCTOS + CIELO FALSO: 60K/GM ²
-	IMPERMEABILIZANTES: 10K/GM ²
-	LOSA FINAL (PAÑUELOS): 100K/GM ²
-	CARGAS VIVAS (AGIES): 500K/GM ²
-	PASILLOS: 500K/GM ²
-	CLINICA/ENCAMAMENTO: 250K/GM ²
-	OFICINAS: 250K/GM ²
-	FARMACIA: 500K/GM ²
-	SERVICIOS MEDICOS/ 500K/GM ²
-	LABORATORIOS: 350K/GM ²
-	ESCALERAS: 500K/GM ²
-	TERRAZA CON ACCESO: 200K/GM ²
CLASIFICACION DE OBRA: ESENCIAL	
-	PROCEDIMIENTO DE ANALISIS SISMICO: METODO DE CARGA ESTATICA EQUIVALENTE

GUATEMALA
GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
UNIDAD DE PLANIFICACION ESTRATEGICA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

San Carlos de Guatemala

Superintendencia de Proyectos de Inversión

Supervisor: [Signature]

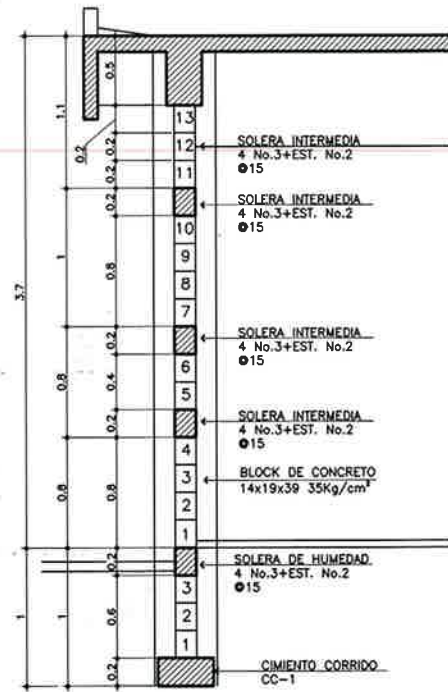
DISEÑO ARCHITECTURA: UPE
DISEÑO ESTRUCTURAS: UPE
DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS/ SANITARIAS: UPE
DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS: UPE
DISEÑO DE INSTALACIONES ESPECIALES: UPE

CONTENIDO:
- PLANTA DE CIMENTACIONES Y COLUMNAS - 2do NIVEL
- DETALLES ESTRUCTURALES

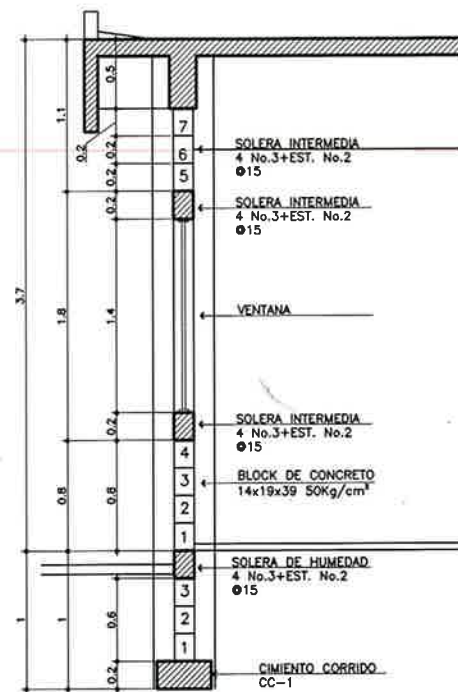
PROYECTO:
CONSTRUCCION PERMANENTE CENTRO DE ATENCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN

ESTRUCTURAS

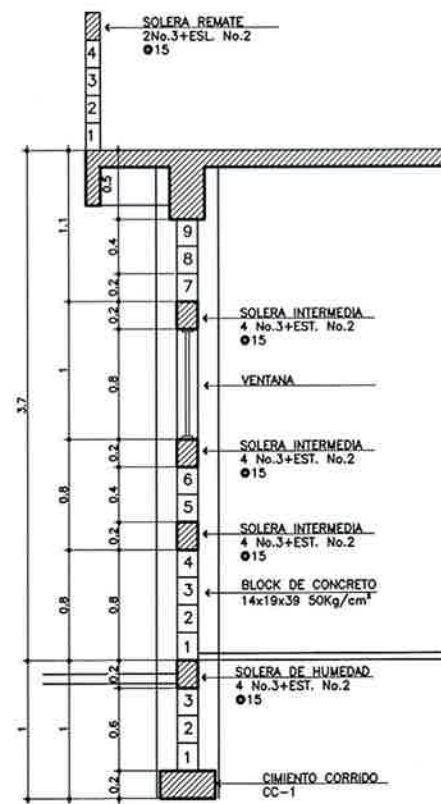
HOJA No. 16 / 35



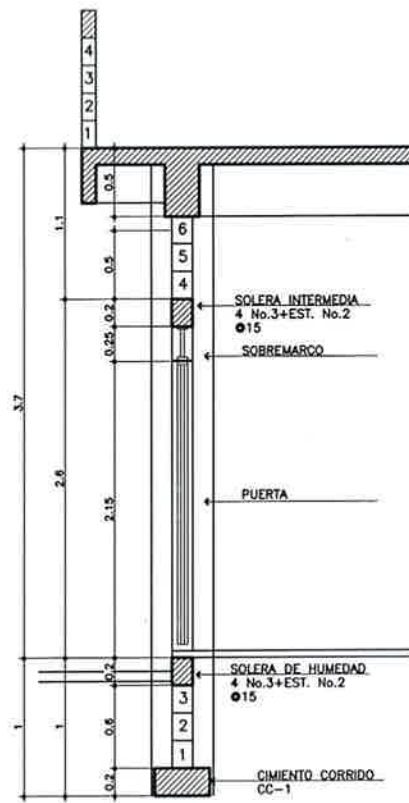
SECCION A-A'



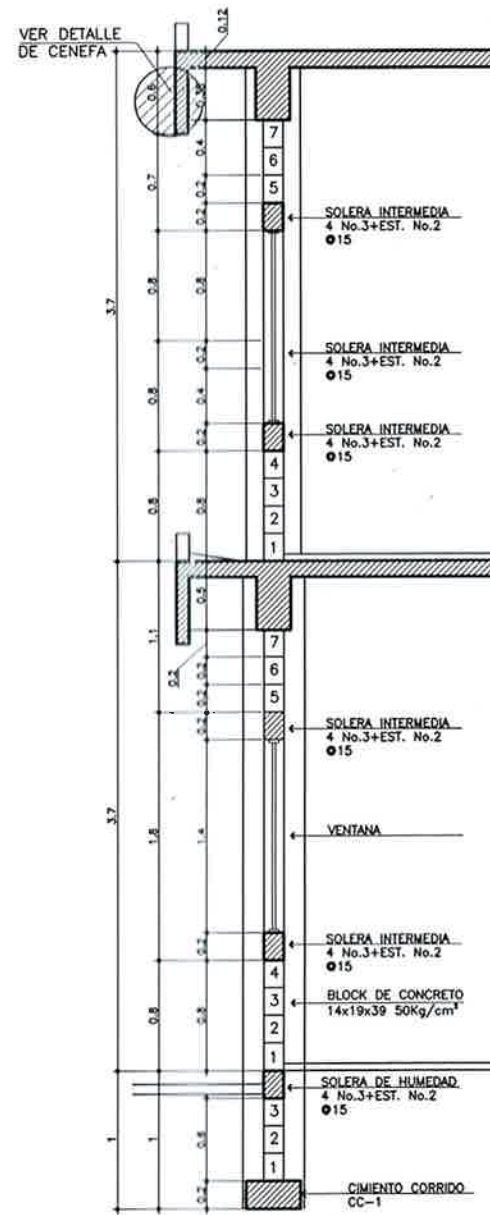
SECCION B-B'



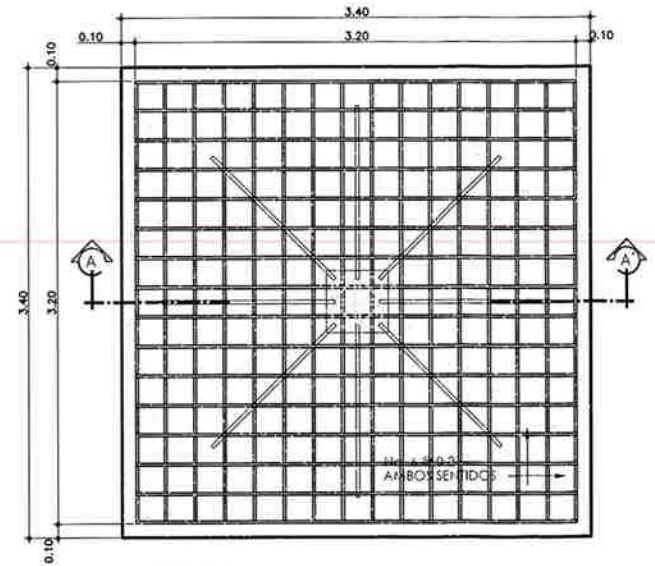
SECCION C-C'



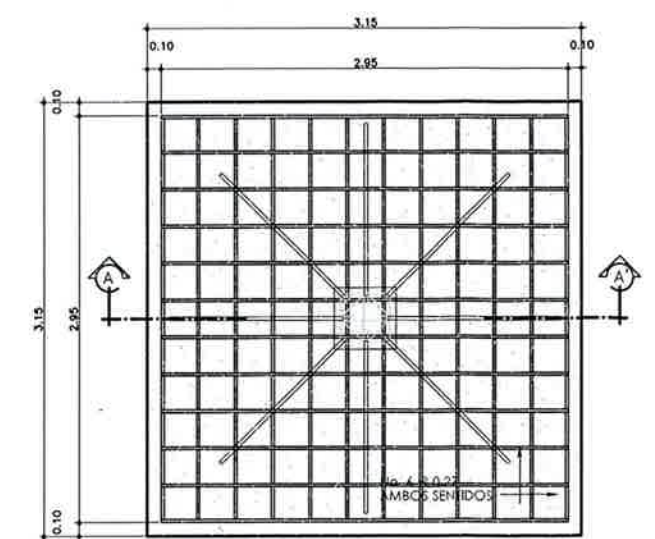
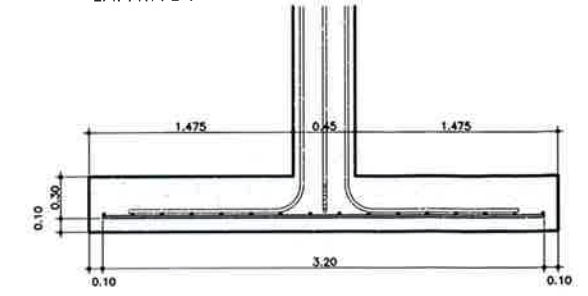
SECCION D-D'



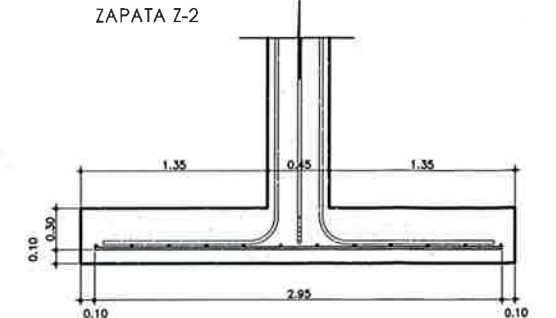
SECCION E-E'



ZAPATA Z-1



ZAPATA Z-2




DETALLE DE ZAPATAS (Z-1 & Z-2)

CORTES TÍPICOS DE MURO
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/25

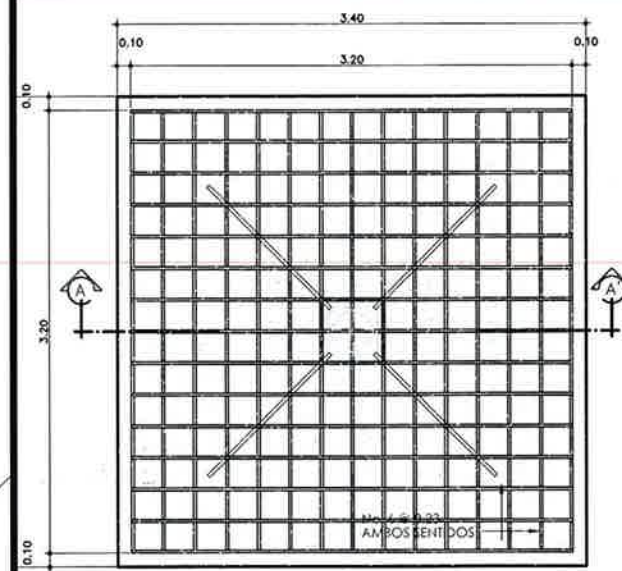
ESCALA: 1/25

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

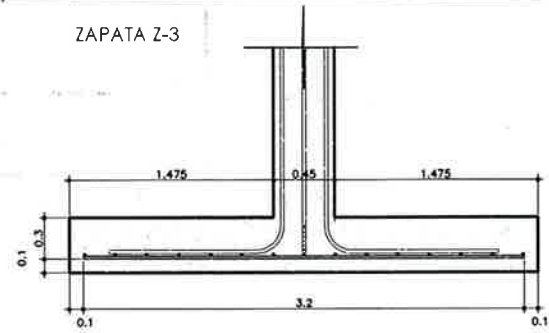

 GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
 MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

San Carlos de Guatemalita
 Christa del Rosario Clason
 ESCUOLA - SUPERVISORA
 INGENIERA - SUPERVISORA
 REVISOR
 JUL-18

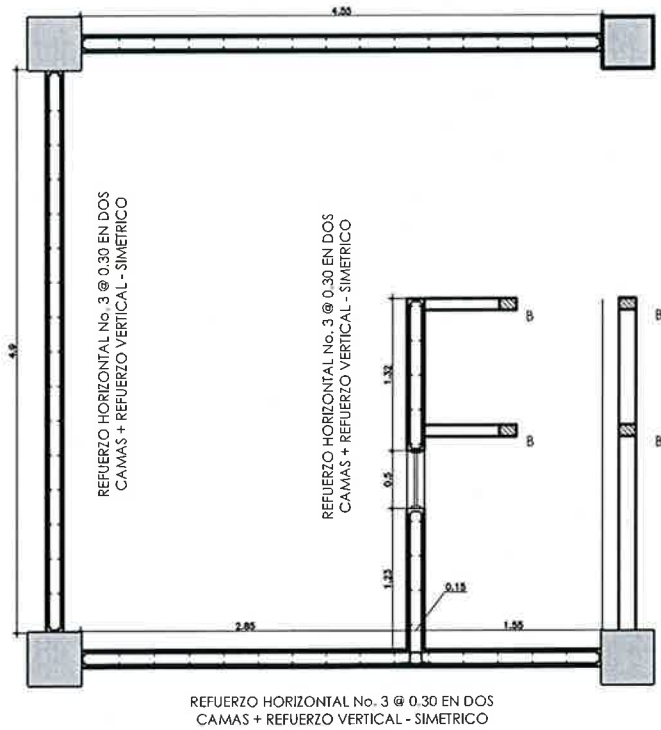
PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE CENTRO DE ATENCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
CONTENIDO:	- CORTES DE MURO - DETALLES DE ZAPATAS
DISEÑO DE ARQUITECTURA DISEÑO DE ESTRUCTURAS DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DISEÑO DE INSTALACIONES ESPECIALES	UPE
HOJA No.	17 / 35



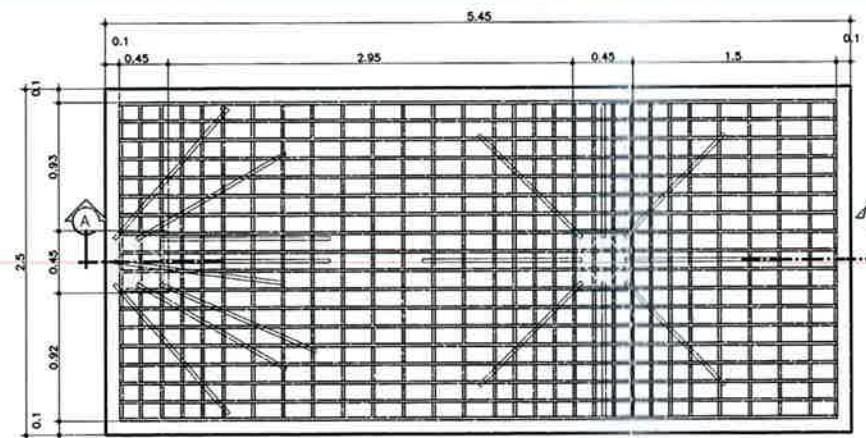
ZAPATA Z-3



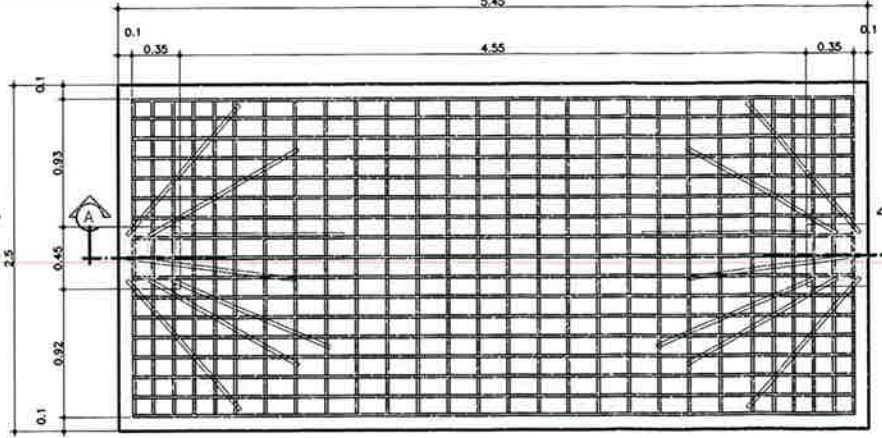
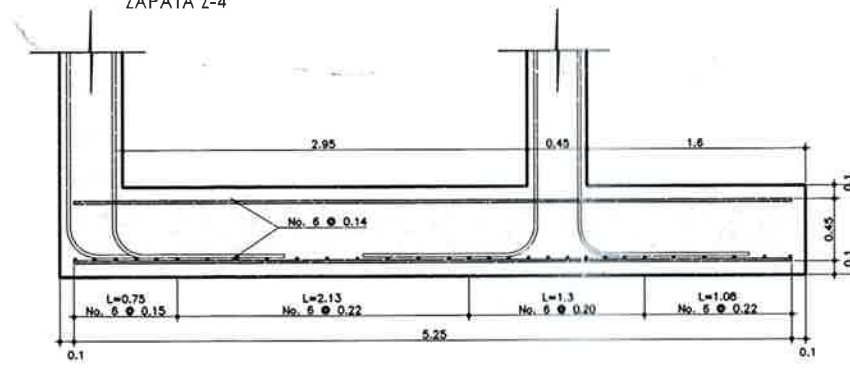
REFUERZO HORIZONTAL No. 3 @ 0.30 EN DOS CAMAS + REFUERZO VERTICAL - SIMETRICO



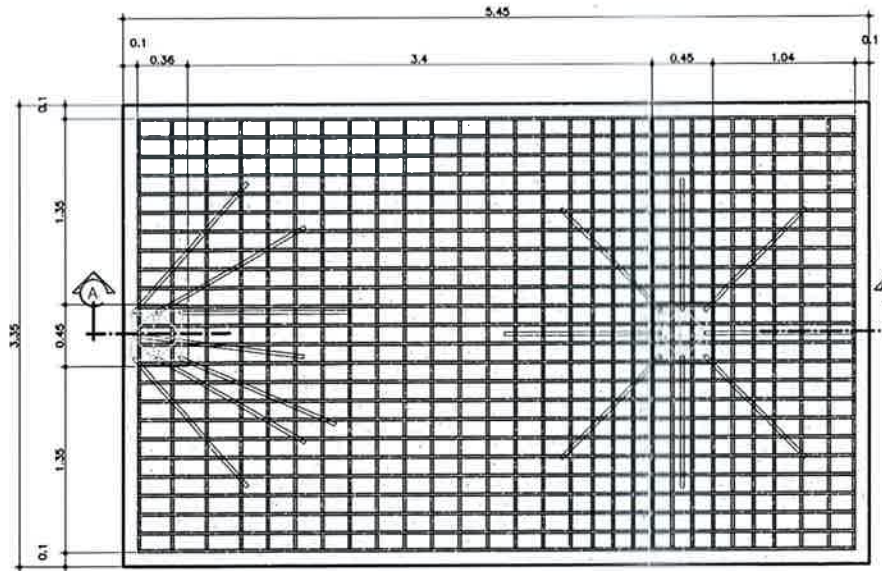
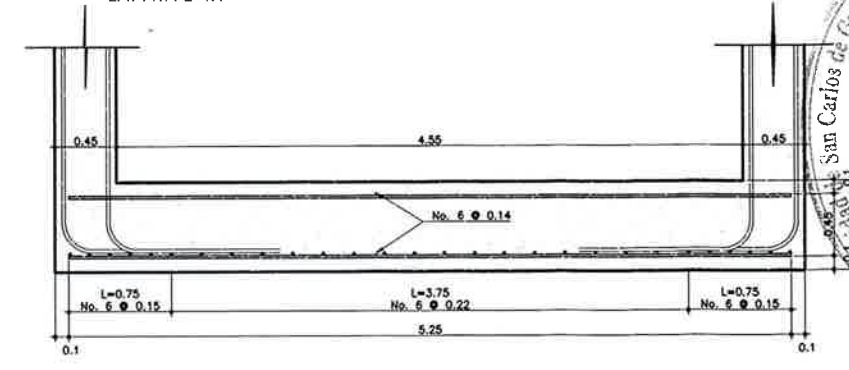
MODULACION DE MURO DE CONCRETO
CONSTRUCCION CAP



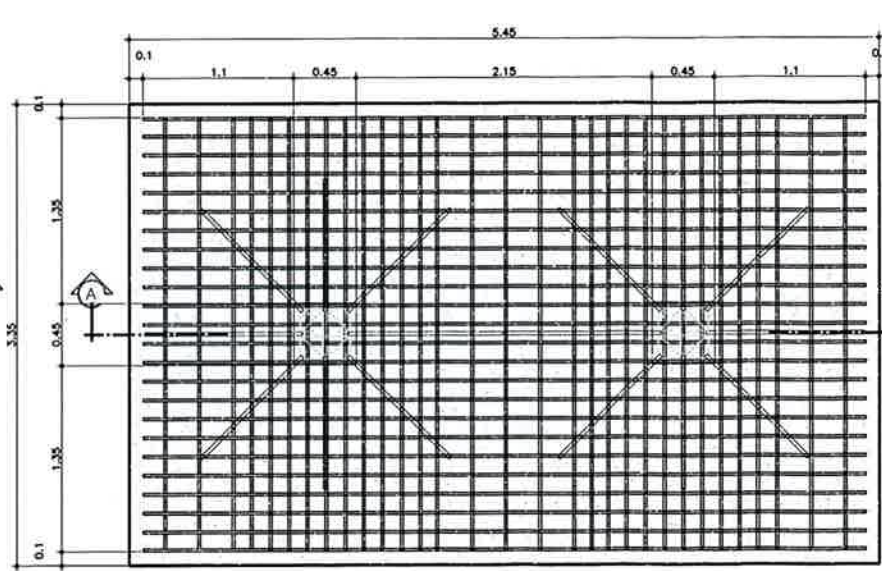
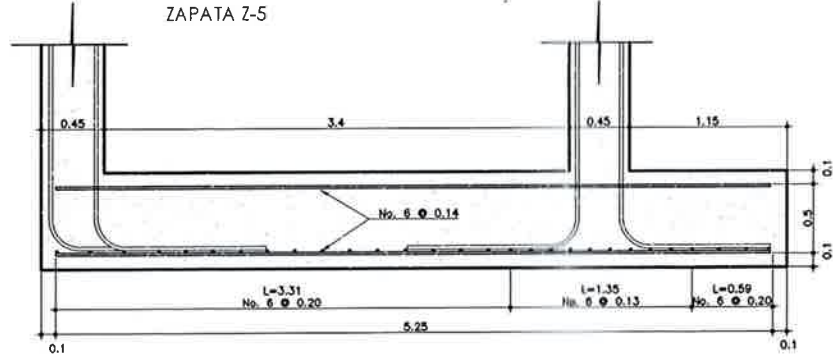
ZAPATA Z-4



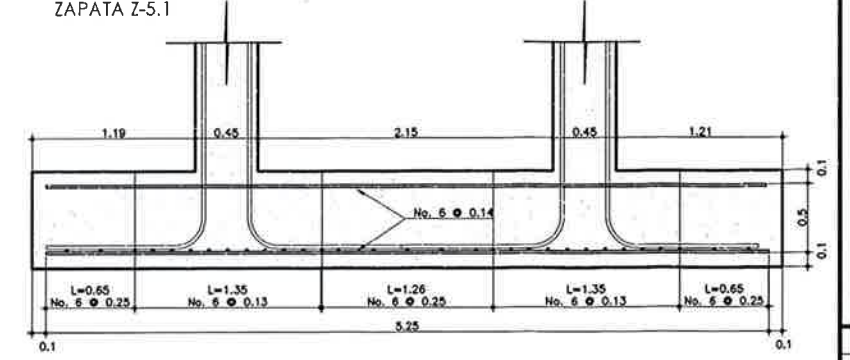
ZAPATA Z-4.1



ZAPATA Z-5



ZAPATA Z-5.1

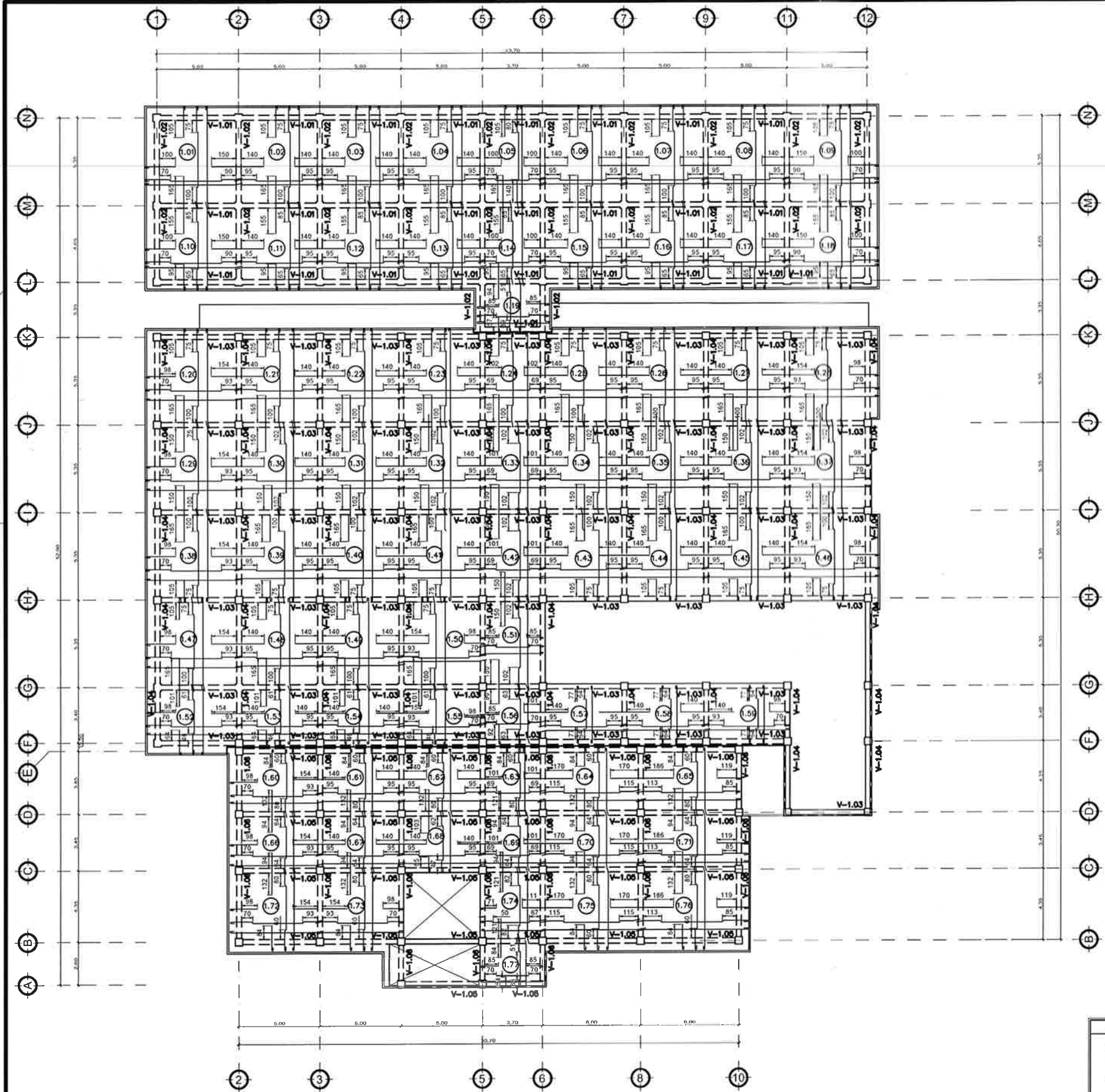


DETALLE DE ZAPATAS
CONSTRUCCION CAP

CONSTRUCCION CAP
DISEÑO DE ESTRUCTURAS
DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

ESCALA: 1/20

ESCALA: 1/25



PLANTA DE VIGAS Y LOSAS - 1ER. NIVEL
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/125
ESCALA GRAFICA

CLAVE	REFUERZO LONGITUDINAL (SEGUN PLANO)		DIMENSIONES	
	SENTIDO VERTICAL	SENTIDO HORIZONTAL	ESPESOR (cm)	REC (cm)
1.01	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2.5
1.02	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2.5
1.03	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2.5
1.04	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2.5
1.05	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2.5
1.06	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2.5
1.07	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2.5
1.08	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2.5
1.09	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 12 cm	12	2.5
1.10	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.11	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.12	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.13	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.14	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.15	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.16	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.17	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.18	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.19	No. 4 @ 20 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2.5
1.20	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.21	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.22	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.23	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.24	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.25	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.26	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.27	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.28	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.29	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2.5
1.30	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2.5
1.31	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2.5
1.32	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2.5
1.33	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2.5
1.34	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2.5
1.35	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2.5
1.36	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2.5
1.37	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 18 cm	12	2.5
1.38	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.39	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.40	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.41	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.42	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.43	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.44	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.45	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.46	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 14 cm	12	2.5
1.47	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 20 cm	12	2.5
1.48	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 20 cm	12	2.5
1.49	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 20 cm	12	2.5
1.50	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 20 cm	12	2.5
1.51	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 20 cm	12	2.5
1.52	No. 4 @ 12 cm	No. 4 @ 20 cm	12	2.5
1.53	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.54	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.55	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.56	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.57	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.58	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.59	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.60	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 22 cm	12	2.5
1.61	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.62	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.63	No. 4 @ 22 cm	No. 4 @ 22 cm	12	2.5
1.64	No. 4 @ 20 cm	No. 4 @ 22 cm	12	2.5
1.65	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 22 cm	12	2.5
1.66	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.67	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.68	No. 4 @ 24 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.69	No. 4 @ 22 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.70	No. 4 @ 20 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.71	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.72	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.73	No. 4 @ 18 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.74	No. 4 @ 22 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.75	No. 4 @ 20 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.76	No. 4 @ 16 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5
1.77	No. 4 @ 22 cm	No. 4 @ 24 cm	12	2.5

- NOTAS**
- CONCRETO EN MARCO ESTRUCTURAL:
f_c = 281 Kg/cm²; A LOS 28 DIAS
 - REFUERZO EN ELEMENTOS DEL MARCO ESTRUCTURAL:
f_y = 4220 Kg/cm²; ASTM A617 O A617
 - RECUBRIMIENTOS MINIMOS: LOSAS, 3.5CM
VIGAS, 4.0CM
COLUMNAS, 4.0CM
CIMENTACIONES: 7.5CM
 - DETALLADO DEL REFUERZO: ACI 315
 - METODO DE DISEÑO: ESFUERZOS ULTIMOS

METODOLOGIA DE DISEÑO

CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL:
- ACI 318-14 (CAP. 18)
- PORTICOS ESPECIALES RESISTENTE A MOMENTO

NORMAS DE DISEÑO:
- AGIES NSE 2010
- ACI 318-14

PESOS ESPECIFICOS GENERALES:
- CONCRETO: 2400KG/M³
- ACERO: 7840 KG/M³
- SUELO: 1800 KG/M³

CARGAS DE DISEÑO:
- SOL: PISO ACABADOS: 100KG/M²
INSTALACIONES: 25KG/M²
MUROS: 75KG/M²
DUCTOS + CIELO FALSO: 60KG/M²
IMPERMEABILIZANTES: 10KG/M²
LOSA FINAL (PAÑUELOS): 100KG/M²

CARGAS VIVAS (AGIES):
PASILLOS: 500KG/M²
CLINICA/ENCAMAMIENTO: 250KG/M²
OFICINAS: 250KG/M²
FARMACIA: 500KG/M²
SERVICIOS MEDICOS: 500KG/M²
LABORATORIOS: 350KG/M²
ESCALERAS: 500KG/M²
TERRAZA CON ACCESO: 200KG/M²

CLASIFICACION DE OBRA: IMPORTANTE
- PROCEDIMIENTO DE ANALISIS SEMICO:
METODO DE CARGA ESTADICA EQUIVALENTE

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
UNIDAD DE PLANIFICACION ESTRATEGICA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

San Carlos de Guatemalita

UPE

DISEÑO DE ARQUITECTURA
DISEÑO DE ESTRUCTURAS
DISEÑO DE INSTALACIONES
DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS
DISEÑO DE PROYECTOS ESPECIALES

CONSTRUCCION PERMANENTE
CENTRO DE ATENCION PERMANENTE
PUEBLO NUEVO, IXCAN

ESTRUCTURAS

HOJA No. 19 / 35

DETALLE DE CONFINAMIENTO Y ARMADO DE VIGA V-2.01 (EJE 1 - 6)
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/35
ESCALA GRAFICA

DETALLE DE CONFINAMIENTO Y ARMADO DE VIGA V-2.01 (EJE 6 - 12)
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/35
ESCALA GRAFICA


DETALLE DE CONFINAMIENTO Y ARMADO DE VIGA V-1.01 (EJE 1 - 6)
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/35
ESCALA GRAFICA

DETALLE DE CONFINAMIENTO Y ARMADO DE VIGA V-1.01 (EJE 6 - 12)
CONSTRUCCION CAP


ESCALA: 1/35
ESCALA GRAFICA

COORDENADAS
 UTM
 ZONA 18Q
 DATUM
 WGS 84
 UNIDAD
 METROS



GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
UNIDAD DE PLANIFICACION ESTRATEGICA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

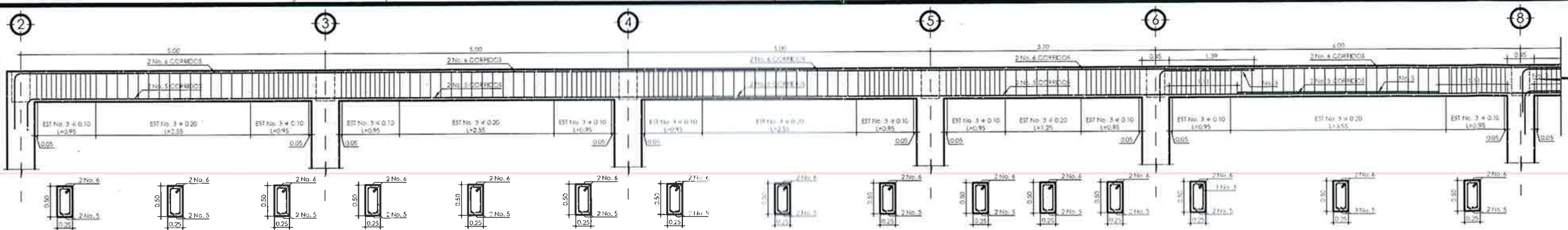
UNIDAD DE INVESTIGACION EN INGENIERIA CIVIL

PROFESOR DR. JUAN CARLOS ESCOBAR

ESTUDIANTE: [Name]

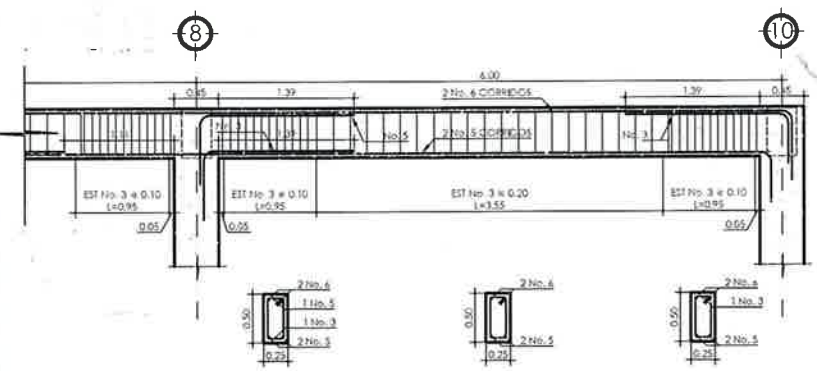
PROYECTO	CONSTRUCCION CENTRO DE ATENCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
CONTENIDO:	- DETALLE DE ARMADO Y CONFINAMIENTO EN VIGAS
DISEÑO DE ARQUITECTURA	UPPE
DISEÑO DE ESTRUCTURAS	
DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS	
DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	
DISEÑO DE INSTALACIONES MECANICAS	

HOJA No. 21 / 35



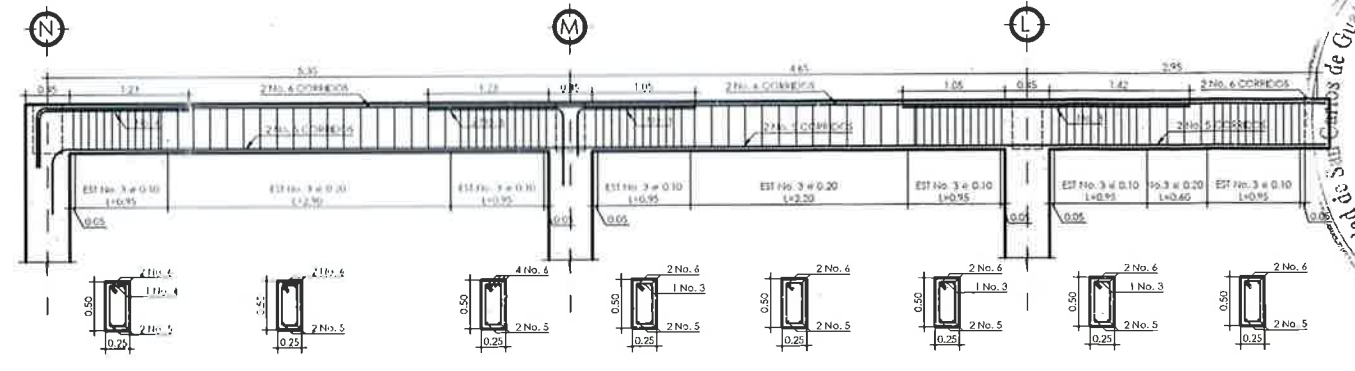
DETALLE DE CONFINAMIENTO Y ARMADO DE VIGA V-2.05 (EJE 2 - 8)
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/35
ESCALA GRAFICA



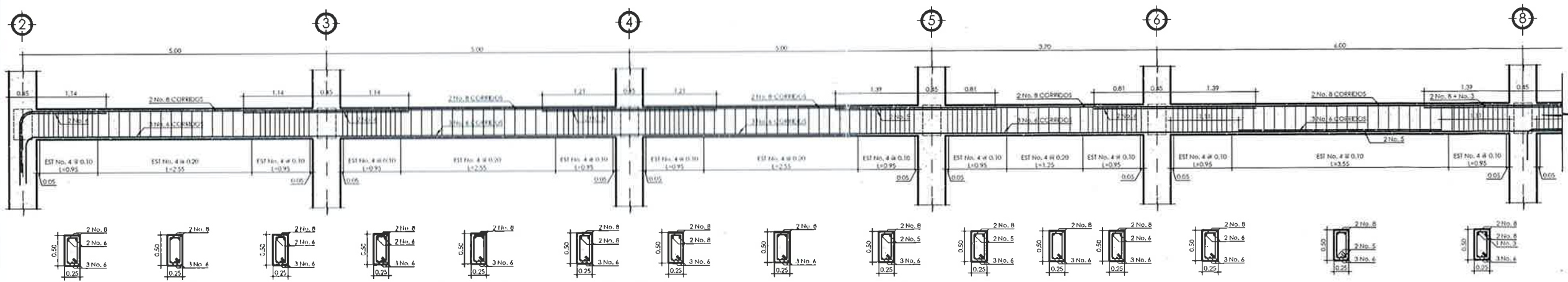
DETALLE DE CONFINAMIENTO Y ARMADO DE VIGA V-2.05 (EJE 8 - 10)
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/35
ESCALA GRAFICA



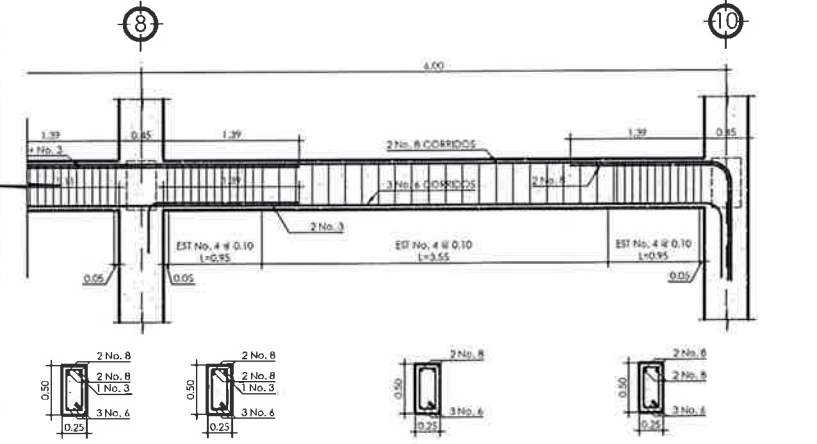
DETALLE DE CONFINAMIENTO Y ARMADO DE VIGA V-2.02
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/35
ESCALA GRAFICA



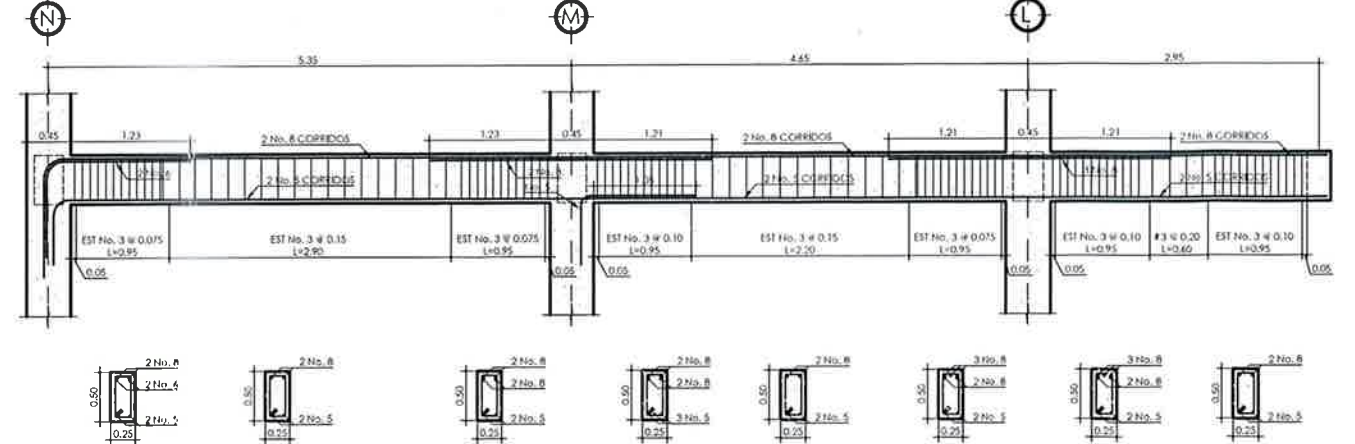
DETALLE DE CONFINAMIENTO Y ARMADO DE VIGA V-1.05 (EJE 2 - 8)
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/35
ESCALA GRAFICA



DETALLE DE CONFINAMIENTO Y ARMADO DE VIGA V-1.05 (EJE 8 - 10)
CONSTRUCCION CAP


ESCALA: 1/35
ESCALA GRAFICA




DETALLE DE CONFINAMIENTO Y ARMADO DE VIGA V-1.02
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/35
ESCALA GRAFICA

1.08 0.90 0.72 0.54 0.36 0.18 0.00
 1.00 0.80 0.60 0.40 0.20 0.00
 0.90 0.70 0.50 0.30 0.10 0.00
 0.80 0.60 0.40 0.20 0.00
 0.70 0.50 0.30 0.10 0.00
 0.60 0.40 0.20 0.00
 0.50 0.30 0.10 0.00
 0.40 0.20 0.00
 0.30 0.10 0.00
 0.20 0.00
 0.10 0.00
 0.00 0.00

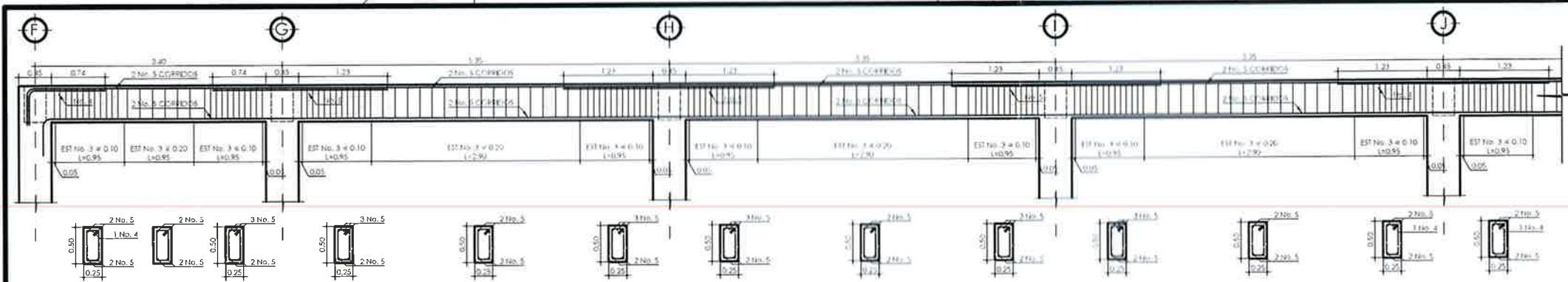


GUATEMALA
GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
UNIDAD DE PLANIFICACION ESTRATEGICA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS



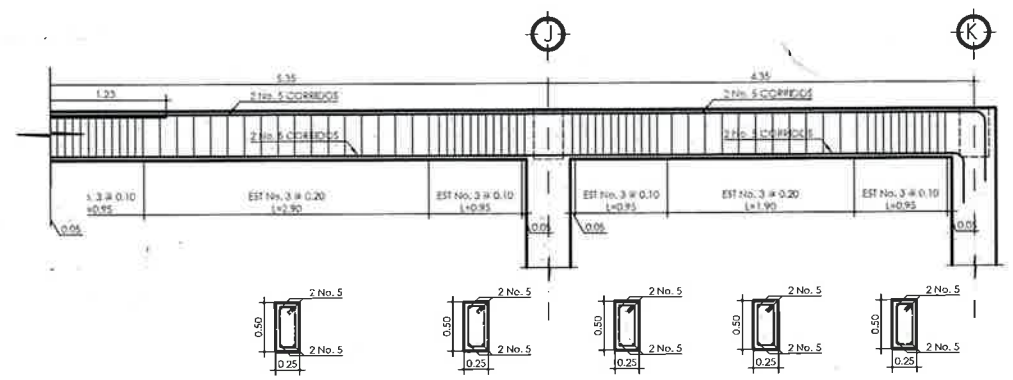
UNIDAD DE SUPERVISORIA DE PROYECTOS
CENTRO DE ATENCION PERMANENTE
PUEBLO NUEVO, IXCAN

PROYECTO:	CONSTRUCCION PERMANENTE
CONTENIDO:	DETALLE DE ARMADO Y CONFINAMIENTO EN VIGAS
DISEÑO DE ARQUITECTURA:	UPE
DISEÑO DE ESTRUCTURAS:	
DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS:	
DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS:	
DISEÑO DE INSTALACIONES ESPECIALIZADAS:	
HOJA No.:	23 / 35



DETALLE DE CONFINAMIENTO Y ARMADO DE VIGA V-1.02 (EJE F - J)
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/15
ESCALA GRAFICA



DETALLE DE CONFINAMIENTO Y ARMADO DE VIGA V-1.02 (EJE J - K)
CONSTRUCCION CAP

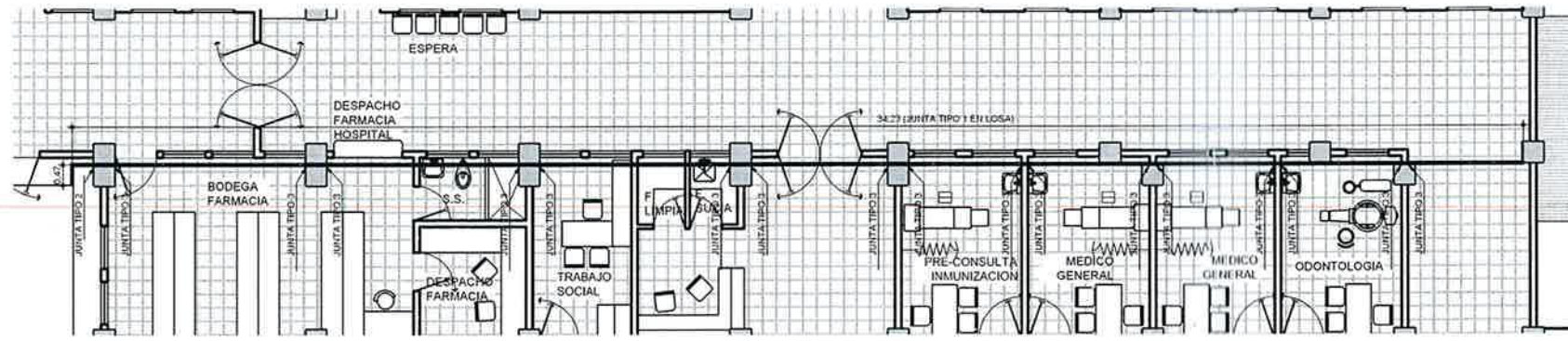
ESCALA: 1/15
ESCALA GRAFICA

PROYECTO: CONSTRUCCION PERMANENTE
CENTRO DE ATENCION PUEBLO NUEVO, IXCAN
ESTRUCTURAS


 GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
 MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
 UNIDAD DE PLANIFICACION ESTRATEGICA
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

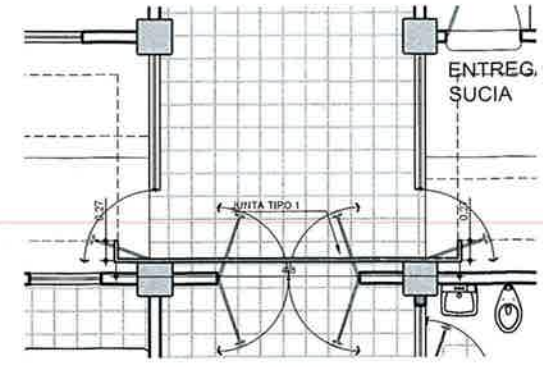
Ing. Carlos de Guzman
 Director General de Proyectos
 Ing. Juan Carlos de Guzman
 Director General de Proyectos
 Ing. Juan Carlos de Guzman
 Director General de Proyectos

PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE CENTRO DE ATENCION PUEBLO NUEVO, IXCAN
CONTENIDO	- DETALLE DE ARMADO Y CONFINAMIENTO EN VIGAS
ESPECIALISTA	ESTRUCTURAS
HOJA No.	24 / 35



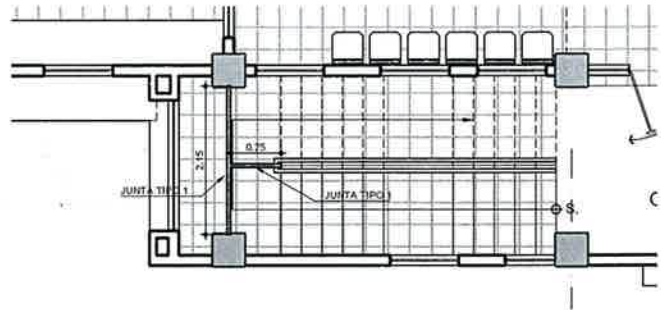
JUNTAS EN MUROS (ENTRE MODULO 2 Y 3)
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/75



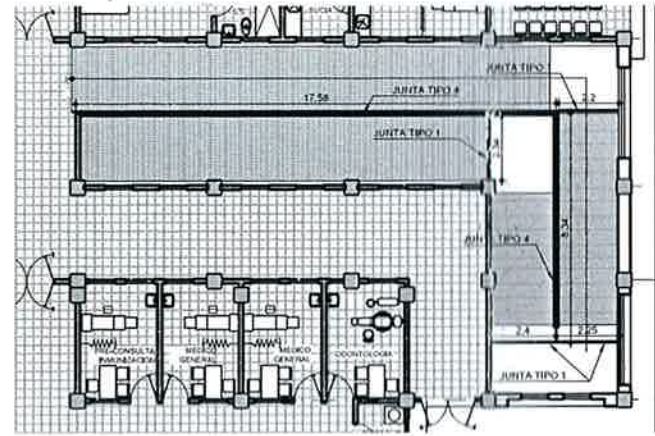
JUNTAS EN MUROS (ENTRE MODULO 1 Y 2)
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/50



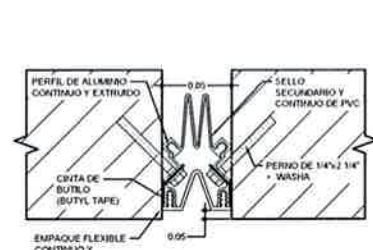
JUNTAS EN GRADAS
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/50



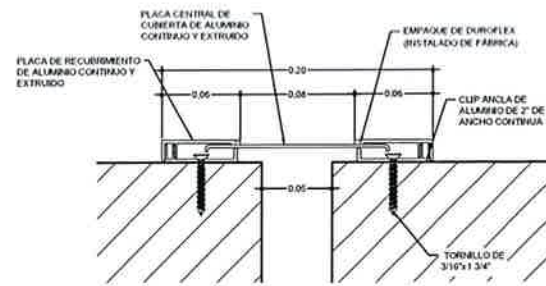
JUNTAS EN RAMPA
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/25



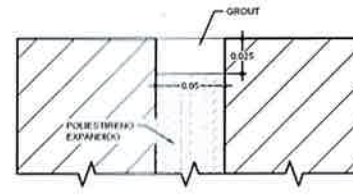
DETALLE DE JUNTA TIPO 2
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/2,5



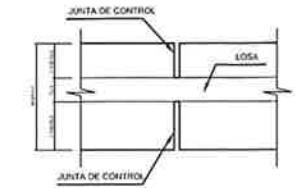
DETALLE DE JUNTA TIPO 3
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/2,5



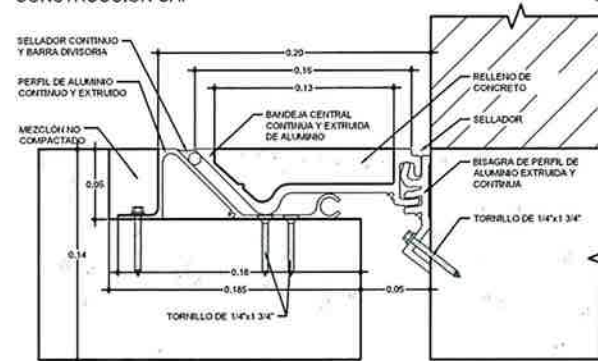
DETALLE DE JUNTA TIPO 4
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/2,5



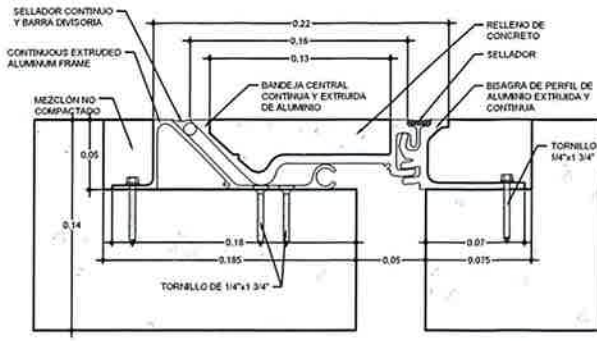
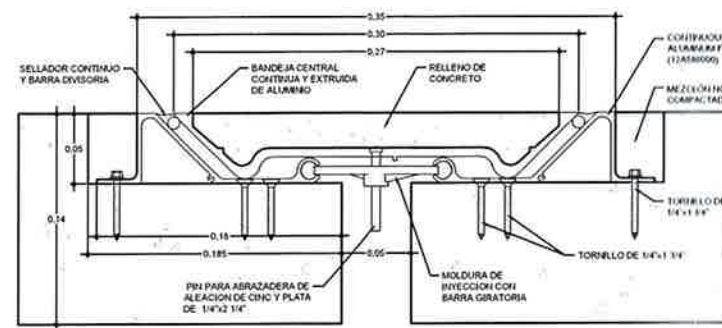
DETALLE DE JUNTA TIPO 5
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/20



DETALLE DE JUNTA TIPO 1
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/2,5



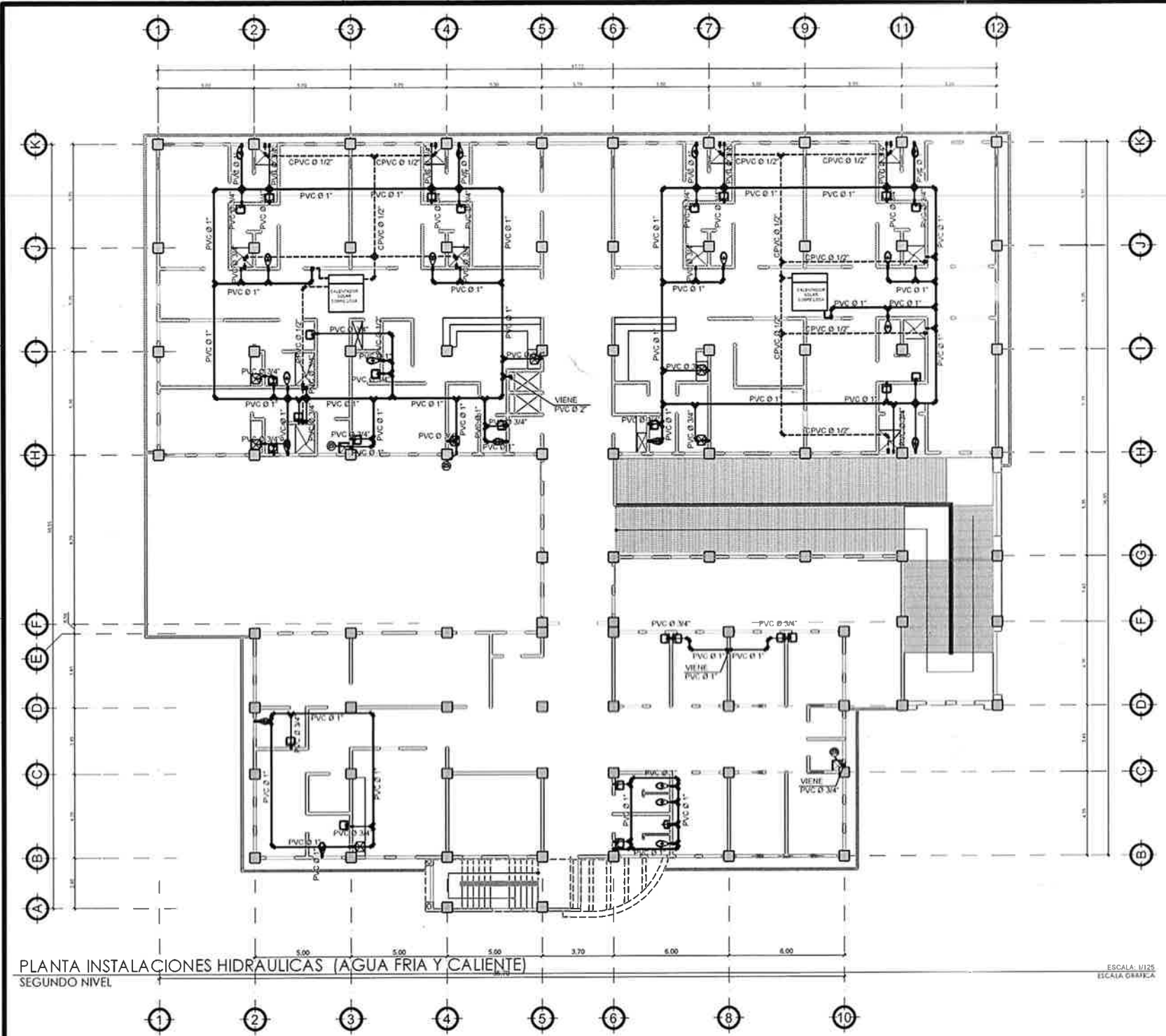
San Carlos de Guatemalita
Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Unidad de Planificación Estratégica
Departamento de Proyectos

PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	25
PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	35
PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	25
PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	35

PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	25
PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	35
PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	25
PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	35

PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	25
PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	35
PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	25
PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	35

PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	25
PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	35
PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	25
PROYECTO	CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	35



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	INDICA TEE 90° HORIZONTAL
	INDICA CODO 90° HORIZONTAL
	INDICA CODO A 90° VERTICAL
	INDICA TEE 90° VERTICAL
	INDICA REDUCIDOR
	INDICA TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO
	INDICA TUBERÍA CPVC DIÁMETRO INDICADO

PLANTA INSTALACIONES HIDRAULICAS (AGUA FRIA Y CALIENTE)
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/10
Escala gráfica

CSBBSBBSB BOUN
CSBBSBBSB BOUN (mm)
CSBBSBBSB BOUN
CSBBSBBSB BOUN

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

PROYECTO: **CONSTRUCCION CENTRO DE ATENCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN**

INSTALACIONES

HOJA No. **27**

35

CONTENIDO:
-INSTALACIONES HIDRAULICAS

UPPE

DESIGNO DE ARQUITECTURA

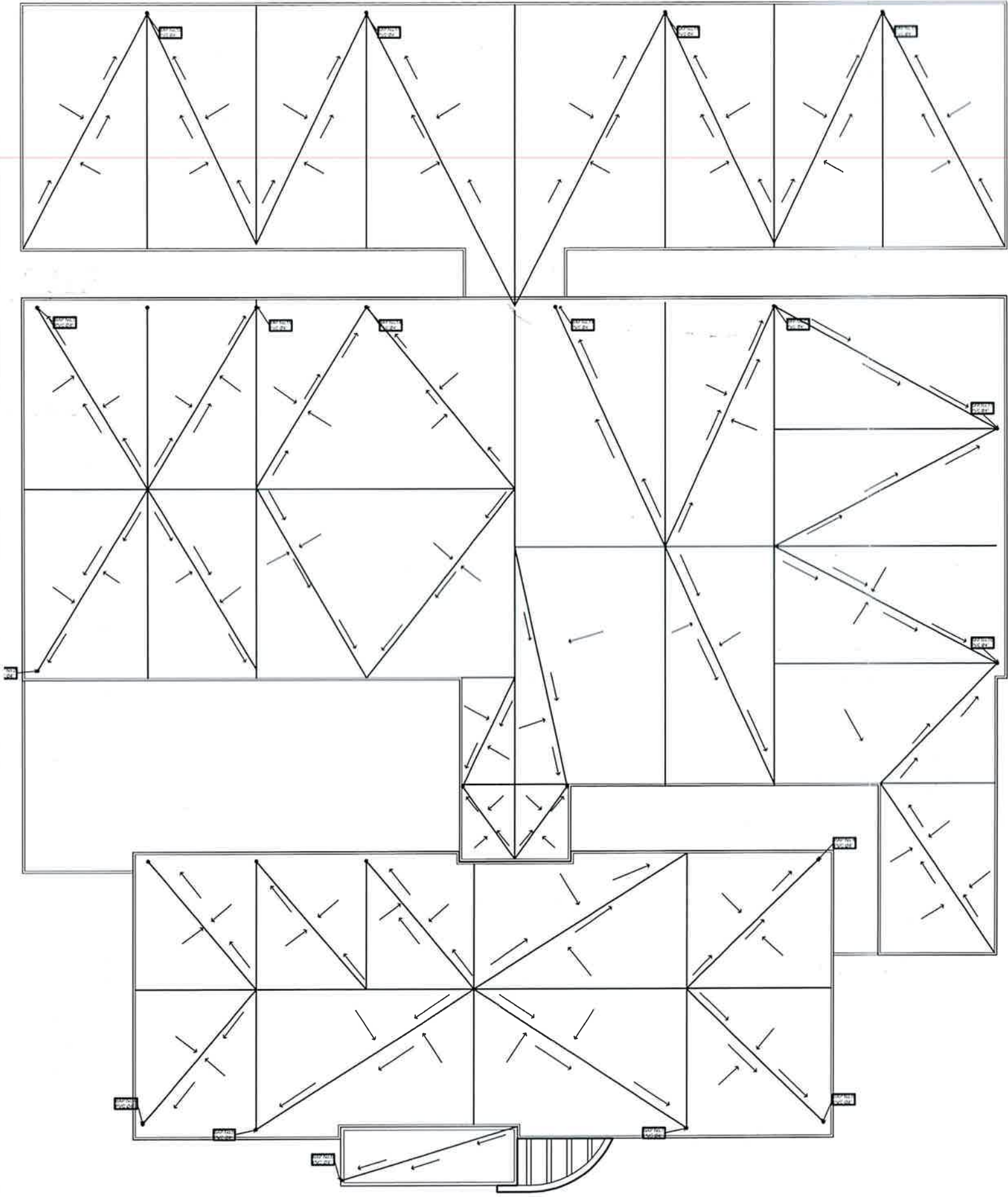
DESIGNO DE ESTRUCTURAS

DESIGNO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y ELECTRICAS

DESIGNO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

DESIGNO DE INSTALACIONES MECANICAS

UPPE



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE AGUA PLUVIAL DE PVC 160 PSI
	CODO VERTICAL A 90°
	"TEE" VERTICAL
	"TEE" SIMPLE HORIZONTAL
BAP	INDICA BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	INDICA DIRECCION DE FLUJO
	INDICA DIAMETRO DE LA TUBERIA
P=0.00	INDICA PENDIENTE DE PISO TERMINADO
	CAJA UNIFICADORA
CR	CR= CAJA CON REPOSADERA
AP	AP=CAJA DE REGISTRO AGUA PLUVIAL

- NOTAS:
1. LA PENDIENTE DE LA TUBERIA SERA DE 1%, SALVO DONDE SE INDIQUE OTRA
 2. TODA LA TUBERIA DE DRENAJE SERA DE PVC, 160 PSI
 3. TODA LA TUBERIA DE DRENAJE EN PRIMER NIVEL IRA ENTERRADA
 4. LAS COTAS INVERT AQUI INDICADAS DEBEN VERIFICARSE CON LOS NIVELES DE CIMENTACION PARA EVITAR INTERFERENCIAS

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49
 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59
 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69
 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79
 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89
 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99

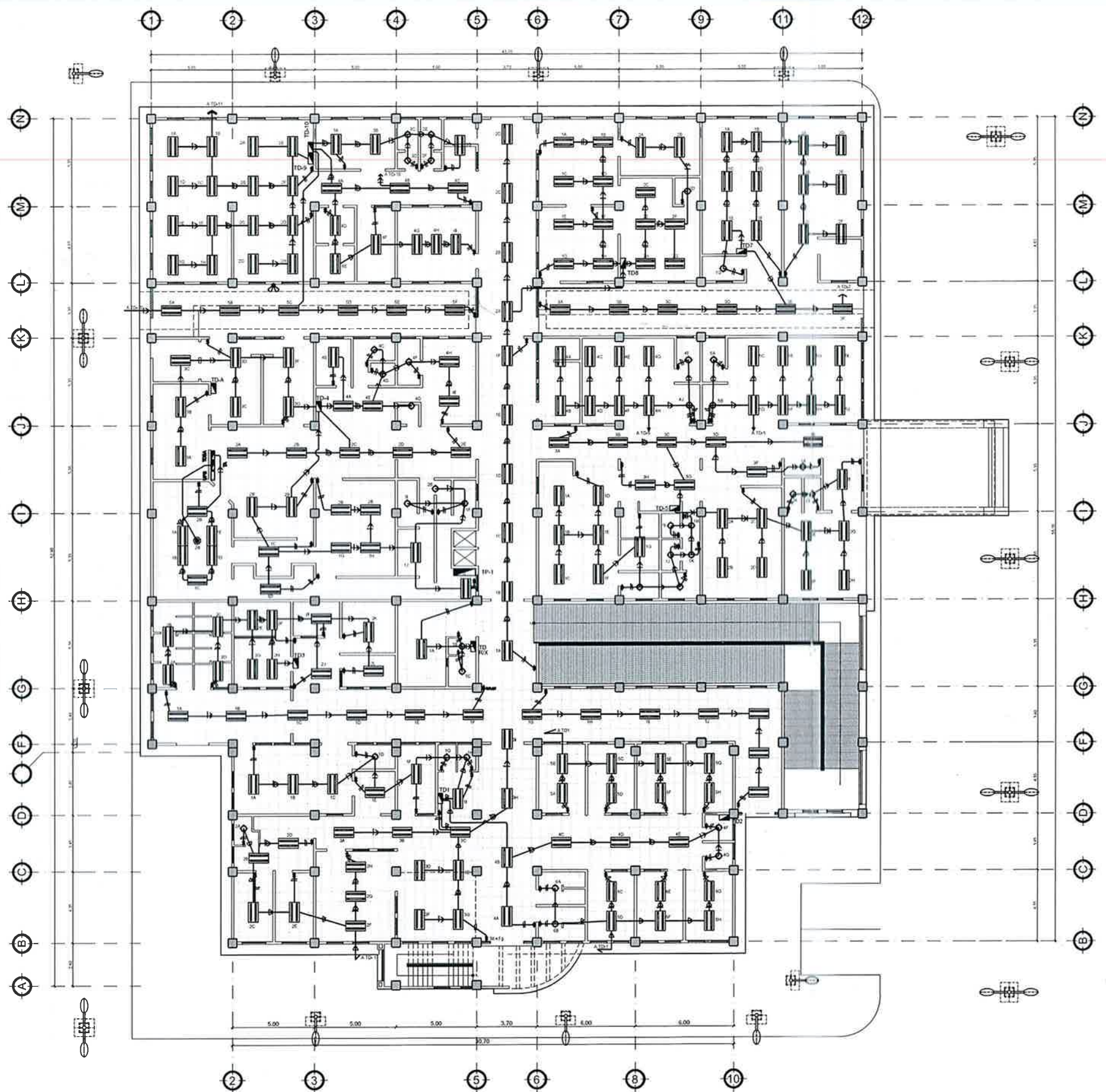
PLANTA DE TECHOS Y PAÑUELOS
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/25
ESCALA GRAFICA

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

Ing. Carlos de Guatemala

DISEÑO DE ARQUITECTURA	
DISEÑO DE ESTRUCTURAS	UPE
DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS	UPE
DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS	UPE
DISEÑO DE INSTALACIONES ESPECIALIZADAS	UPE
CONTENIDO:	-PLANTA DE DRENAJE PLUVIAL SEGUNDO NIVEL
PROYECTO:	CONSTRUCCION PERMANENTE CENTRO DE ATENCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN
HOJA No.	31 / 35



PLANTA DE ILUMINACION
PRIMER NIVEL

NOMENCLATURA DE ILUMINACION	
	TABLERO DISTRIBUCION C/CAJA RECTANGULAR DE 0.20'X0.30'X0.50 CON TAPA EL TABLERO A UNA ALTURA DE H=1.50 MTS. PARTE BAJA SNPT
	LAMPARA FLUORESCENTES DE 2 X 32 W. CON ENCENDIDO ELECTRONICO
	LAMPARA TIPO PLAFONERA CON FOCO AHORRADOR DE 25 WATTS.
	LAMPARA CIENTIFICA EN CIELO
	LAMPARA TIPO OJO DE BUEY DE Ø 6" CON FOCO AHORRADOR DE 25 WATTS.
	LAMPARA TIPO OJO DE BUEY CON LUZ CALIDA EN 32 W.
	LAMPARA DE PARED DE 32 W.
	INDICA NUMERO DE CABLE CALIBRE 12
	INDICA TUBO DE PVC DE 3/4" O INDICADO EN EL PLANO
	INDICA LAMPARA Y # DE CIRCUITO
	CONDUCTOR RETORNO THHN #14 O INDICADO, COLOR AMARILLO.
	CONDUCTOR RETORNO THHN #14 O INDICADO, COLOR AMARILLO.
	CONDUCTOR LINEA VIVA THHN #12 O INDICADO, COLOR NEGRO.
	CONDUCTOR LINEA NEUTRO THHN #12 O INDICADO, COLOR BLANCO.
	TUBO DE PVC DE 3/4" O INDICADO EN EL PLANO
	INDICA INTERRUPTORES
	REFLECTOR DOBLE PARA INTERFERIE DE 2 X 75 WATS TIPO SPOT LIGHT CON SENSOR DE MOVIMIENTO

NOMENCLATURA DE ILUMINACION	
	PEDESTAL + POSTE METALICO CON LAMPARA SOLAR
	PEDESTAL + POSTE METALICO CON LAMPARA SOLAR

* VER DETALLE DE POSTE METALICO + PEDESTAL

NOTAS
 - LOS PLANOS MUESTRAN LA UNION ENTRE LAS UNIDADES NO PRETENDE MOSTRAR LOS RECORRIDOS EXACTOS DE LA CANALIZACION.
 - TODA LA TUBERIA SERA PVC DE #3/4" A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
 - EL CABLEADO SERA THHN.
 - LAS CAJAS QUE LLEVEN MAS DE 2 TUBOS SERAN DE 4X4" O 5X5" CON MARCO REDUCTOR A RECTANGULAR.
 - EN LOS REGISTROS (INTERRUPTORES) DONDE INGRESAN MAS DE 2 TUBERIAS SE COLOCARA REGISTRO 4X4" CON MARCO REDUCTOR A RECTANGULAR.
 - EL CONTRATISTA DEBE DE CONFIRMAR CON EL DESARROLLADOR SI EL CALENTADOR ELECTRICO DEBE DE CABLEARSE O UNICAMENTE DEJAR DUCTO SECO ENROLLADO.

ESCALA: 1/125
ESCALA GRAFICA

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
 MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
 UNIDAD DE PLANIFICACION ESTRATEGICA
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

PROYECTO: CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN

CONTENIDO: PLANTA ELECTRICIDAD (A) PRIMER NIVEL

UPE

DESIGNO DE ARQUITECTURA

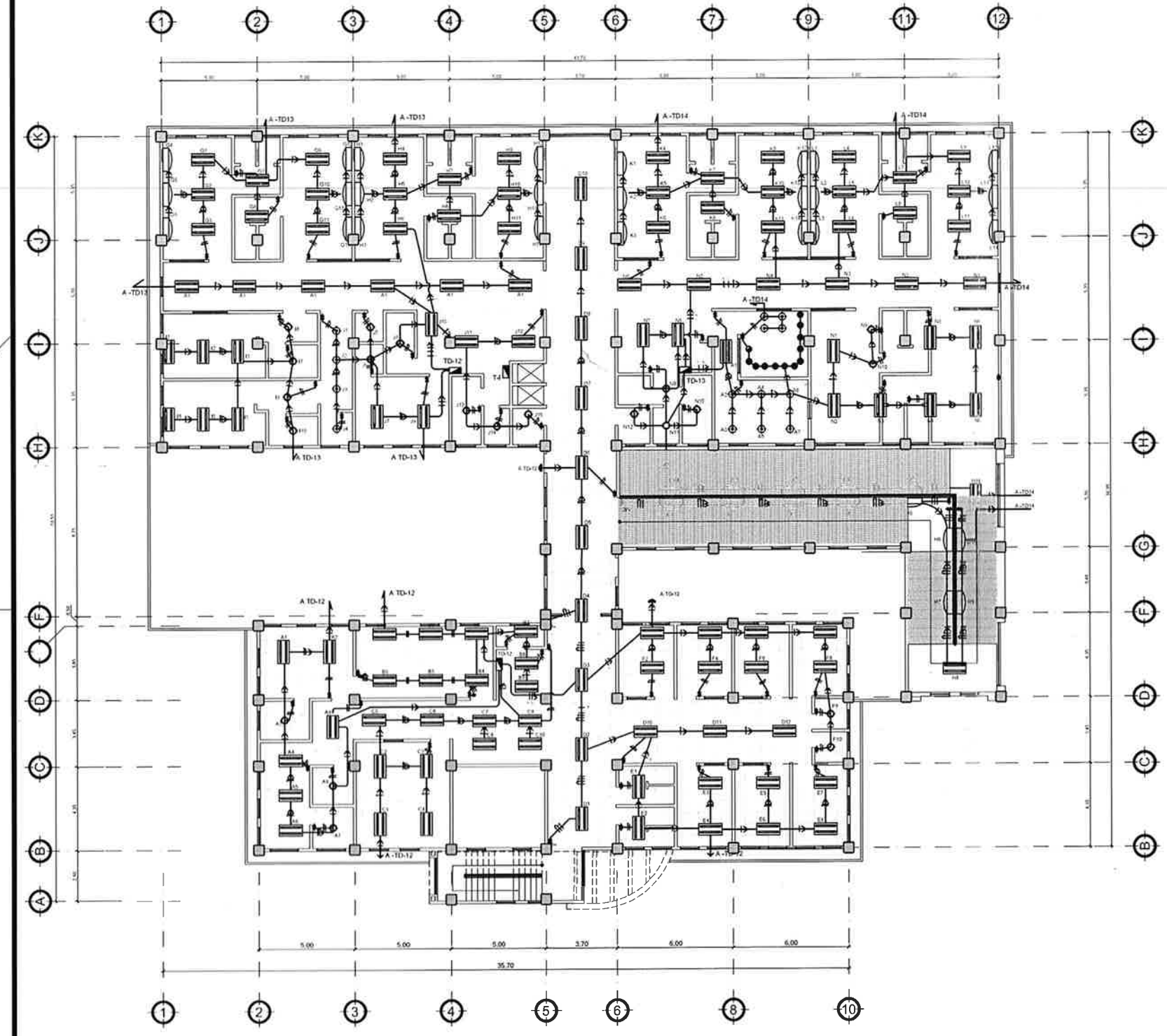
DESIGNO DE ESTRUCTURAS

DESIGNO DE INSTALACIONES MECANICAS SANITARIAS

DESIGNO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

DESIGNO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS

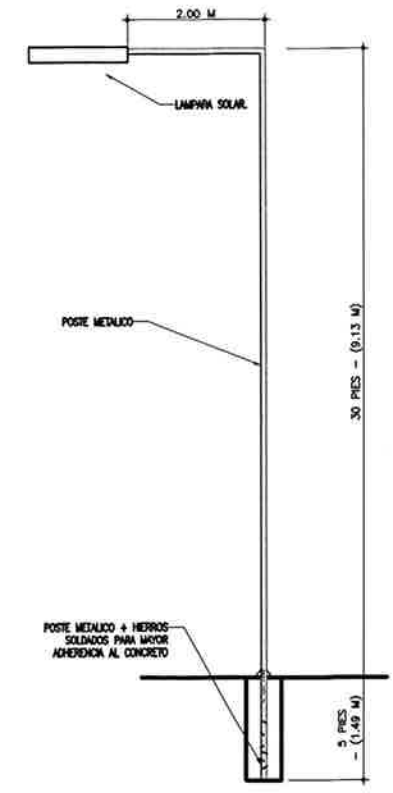
HOJA No. 32 / 35



PLANTA DE ILUMINACION
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/125
ESCALA GRAFICA

NOMENCLATURA DE ILUMINACION	
	TABLERO DISTRIBUCION C/CAJA RECTANGULAR DE 0.20'x0.30'x0.50 CON TAPA EL TABLERO A UNA ALTURA DE h=1.50 MTS, PARTE BAJA SNPT
	LAMPARA FLUORESCENTES DE 2 x 32 W, CON ENCENDIDO ELECTRONICO
	LAMPARA TIPO PLAFONERA CON FOCO AHORRADOR DE 25 WATTS.
	LAMPARA CIENTIFICA EN CIELO
	LAMPARA TIPO OJO DE BUEY DE 6" CON FOCO AHORRADOR DE 25 WATTS.
	LAMPARA TIPO OJO DE BUEY CON LUZ CALIDA EN 32 W.
	LAMPARA DE PARED DE 32 W.
	INDICA NUMERO DE CABLE CALIBRE 12
	INDICA TUBO DE PVC DE 3/4" O INDICADO EN EL PLANO
	INDICA LAMPARA Y # DE CIRCUITO
	CONDUCTOR RETORNO THHN #14 O INDICADO, COLOR AMARILLO.
	CONDUCTOR RETORNO THHN #14 O INDICADO, COLOR AMARILLO.
	CONDUCTOR LINEA VIVA THHN #12 O INDICADO, COLOR NEGRO.
	CONDUCTOR LINEA NEUTRO THHN #12 O INDICADO, COLOR BLANCO.
	TUBO DE PVC DE 3/4" O INDICADO EN EL PLANO
	INDICA INTERRUPTORES
	REFLECTOR DOBLE PARA INTERPERIE DE 2 X 75 WATS TIPO SPOT LIGHT CON SENSOR DE MOVIMIENTO



DETALLE DE POSTE DE ILUMINACION EXTERIOR
CONSTRUCCION CAP

ESCALA: 1/50

- NOTAS
- LOS PLANOS MUESTRAN LA UNION ENTRE LAS UNIDADES NO PRETENDE MOSTRAR LOS RECORRIDOS EXACTOS DE LA CANALIZACION.
 - TODA LA TUBERIA SERA PVC DE 3/4" A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
 - EL CABLEADO SERA THHN.
 - LAS CAJAS QUE LLEVEN MAS DE 2 TUBOS SERAN DE 4X4" O 5X5" CON MARCO REDUCTOR A RECTANGULAR.
 - EN LOS REGISTROS (INTERRUPTORES) DONDE INGRESEN MAS DE 2 TUBERIAS SE COLOCARA REGISTRO 4X4" CON MARCO REDUCTOR A RECTANGULAR.
 - EL CONTRATISTA DEBE DE CONFIRMAR CON EL DESARROLLADOR SI EL CALENTADOR ELECTRICO DEBE DE CABLEARSE O UNICAMENTE DEJAR DUCTO SECO ENGULLADO.

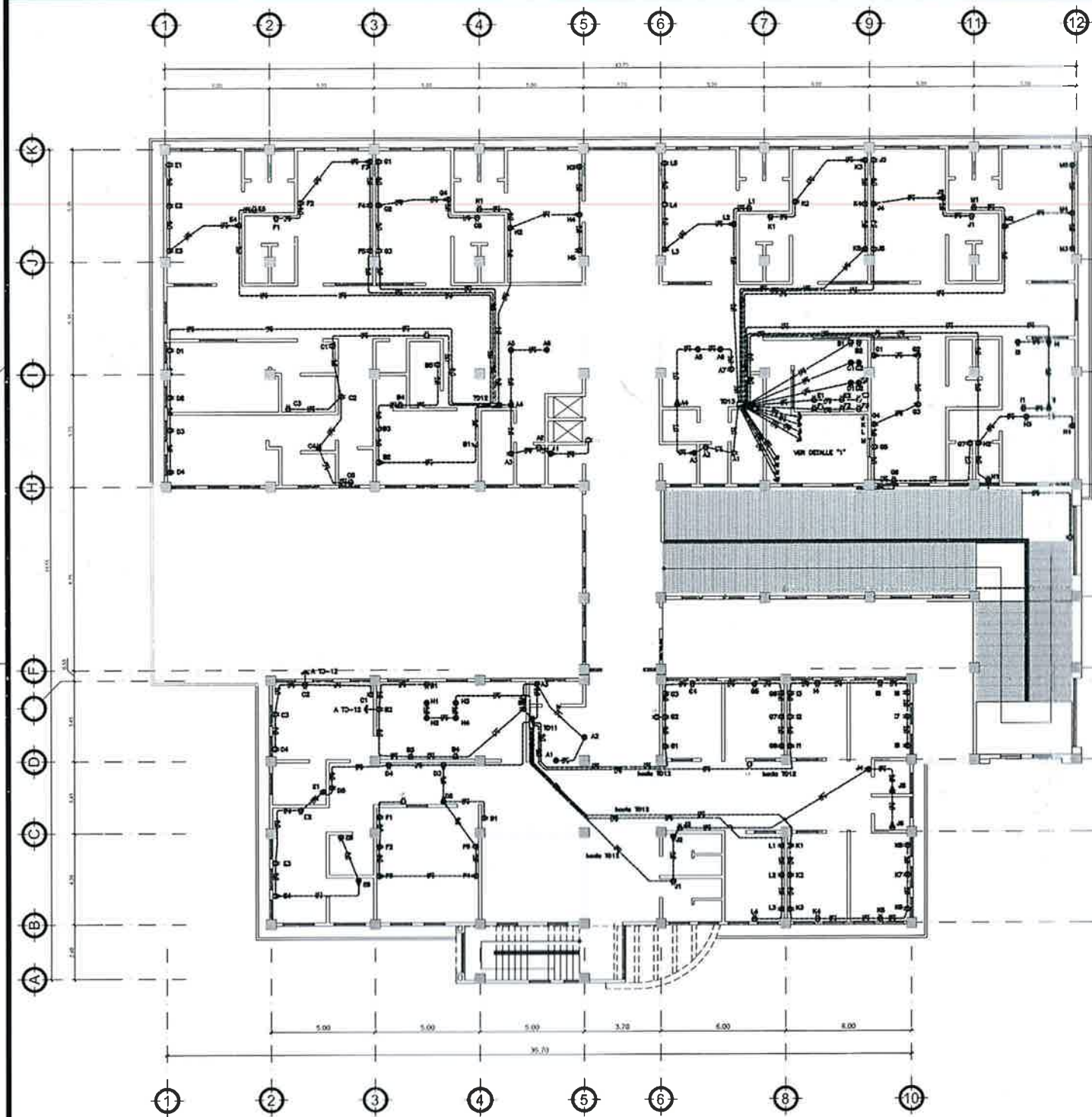
GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
UNIDAD DE PLANIFICACION ESTRATEGICA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

PROYECTO: CONSTRUCCION PLANTA ELECTRICIDAD (B) ILUMINACION PRIMER NIVEL PUEBLO NUEVO, IXCAN

CONTENIDO: PLANTA ELECTRICIDAD (B) ILUMINACION PRIMER NIVEL

HOJA No. 33 / 35

ELECTRICAS



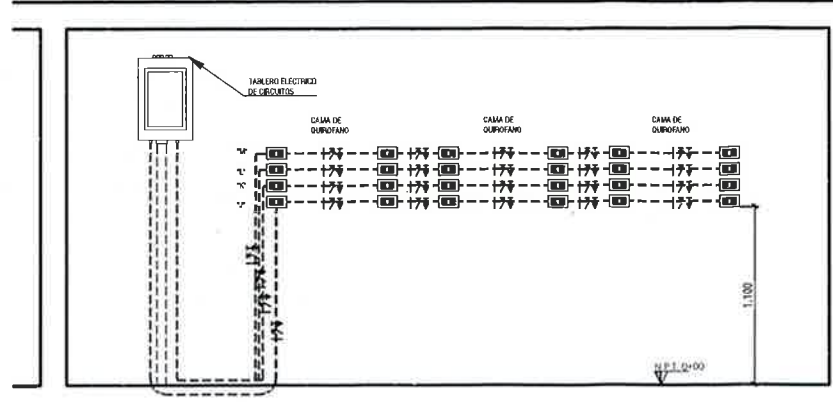
PLANTA DE INSTALACIONES DE FUERZA
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/75
ESCALA GRAFICA

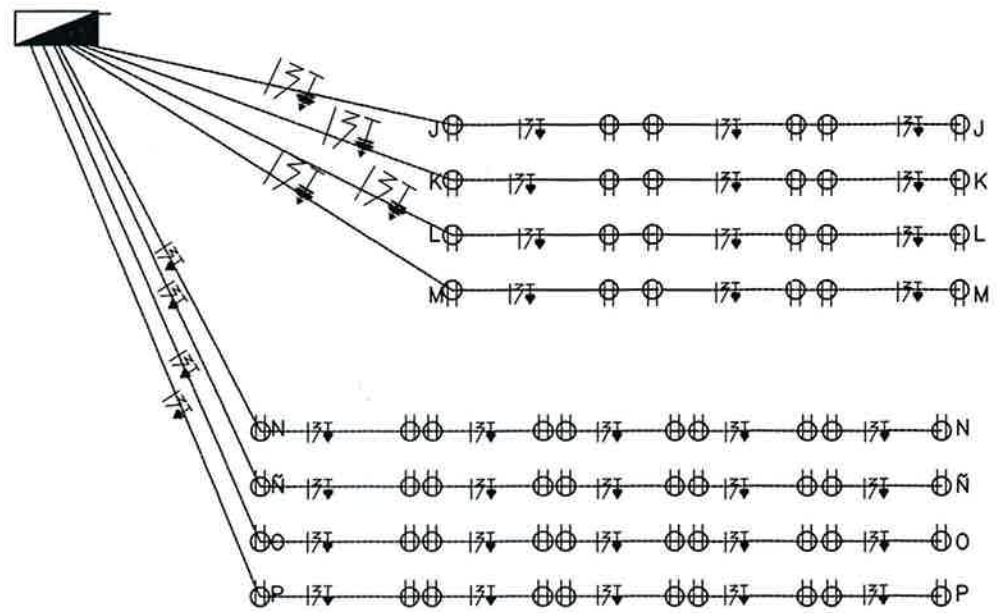
- NOTAS
- LOS PLANOS MUESTRAN LA UNION ENTRE LAS UNIDADES NO PRETENDE MOSTRAR LOS RECORRIDOS EXACTOS DE LA CANALIZACION.
 - TODA LA TUBERIA SERA PVC DE #3/4" A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
 - EL CABLEADO SERA THHN.
 - LAS CAJAS QUE LLEVEN MAS DE 2 TUBOS SERAN DE 4X4" O 5X5" CON MARCO REDUCTOR A RECTANGULAR.
 - EN LOS REGISTROS (INTERRUPTORES) DONDE INGRESEN MAS DE 2 TUBERIAS SE COLOCARA REGISTRO 4X4" CON MARCO REDUCTOR A RECTANGULAR.
 - EL CONTRATISTA DEBE DE CONFIRMAR CON EL DESARROLLADOR SI EL CALENTADOR ELECTRICO DEBE DE CABLEARSE O UNICAMENTE DEJAR DUCTO SECO ENGUILLADO.

COSEB/2020/0000
DISEÑO: [Firma]
REVISIÓN: [Firma]
AUTORIZACIÓN: [Firma]

	TABLERO DE DISTRIBUCION MONOFASICO 208/120 VOLTS, EMPOTRADO EN MURO H=1.40 MTS. SNPT (PARTE MAS BAJA)
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120 VOLTS, H=0.30M SNPT
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120 VOLTS, H=3.00 M SNPT O INDICADO PARA LAMPARA DOBLE DE EMERGENCIA 110 V.
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120 VOLTS, H=1.90M SNPT O INDICADO
	TOMACORRIENTE 240 VOLTS, 50 AMP, H=0.30M SNPT
	CONDUCTOR LINEA VIVA THHN #12 O INDICADO, COLOR NEGRO.
	CONDUCTOR LINEA NEUTRO THHN #12 O INDICADO, COLOR BLANCO.
	CONDUCTOR LINEA TIERRA THHN #12 O INDICADO, COLOR VERDE.
	CONDUCTOR RETORNO THHN #14 O INDICADO, COLOR AMARILLO.
	CONDUCTOR PUNTE THHN #14 O INDICADO, COLOR AMARILLO.
	TUBERIA TIPO PVC SUTERRANEA O EMPOTRADA EN MURO, DE # 3/4" O INDICADO.



DETALLE "C" ESCALA: 3/4 ESCALA



DETALLE "I"

ESCALA: 3/4 ESCALA

GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
UNIDAD DE PLANIFICACION ESTRATEGICA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

Ing. Pedro Pablo Kuczynski
SUPERVISOR DE PROYECTOS

DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS	DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE PROYECTOS

CONTENIDO:

PLANTA DE INSTALACIONES DE FUERZA - 2do NIVEL

CONSTRUCCION PERMANENTE PUEBLO NUEVO, IXCAN

ELECTRICAS

HOJA NO. 35

35

ANEXOS

Anexo 1. Informe geotécnico realizado en el predio para la construcción del CAP



Estudios Geotécnicos
Estudios hidrogeológicos
Estudios de permeabilidad
Sondeos eléctricos verticales
Calicatas eléctricas
Sísmica de refracción
Tomografía eléctrica

Ensayos Triaxiales
Ensayos de Corte Directo
Ensayo de Penetración Estándar (SPT)
Ensayo de Abrasión
Ensayo de Esclerometría
Ensayo de Resistencia a la Compresión
Ensayo de Consolidación Edométrica

Laboratorios Control de Calidad De Suelos Concreto, Asfalto y Materiales INFORME GEOTÉCNICO



PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE ATENCIÓN PERMANENTE CAP ALDEA PUEBLO NUEVO, MUNICIPIO DE IXCAN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

UBICACIÓN: ALDEA PUEBLO NUEVO, MUNICIPIO DE IXCAN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ.

FECHA: DICIEMBRE DEL 2016.

INTERESADO: DIRECCIÓN ÁREA DE SALUD DE IXCAN.

6 CALLE 14-26 ZONA 1 QUETZALTENANGO
Fax-tel: (502)77613411



Continuación Anexo 1.



**2.1.1 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR:
SONDEO 1**



PENETRACION ESTANDAR ASTM D 1586										COORDENADAS UTM: 15 P. 0713469 E. 176012 m. N. 238 MSNM															
TEC. ENCARGADO: LUIS BAUTISTA RODAS ARCHIVO No:										ANGULO DE ROSCADO MATERIAL labial															
SONDEO No 1										de fricción [N/m ²]															
PROF. m.	15 cm.	1 cm.	2 cm.	3 cm.	4 cm.	5 cm.	6 cm.	7 cm.	8 cm.	9 cm.	RESISTENCIA TON/m ²	RESISTENCIA Kg/cm ²	Kpa	Coefficiente de Poisson	Unidad	ANILLO DE ROSCADO MATERIAL labial	CLASIFICACION	COHESION Kg/cm ²	INDICE DE PLASTICIDAD p	PESO VOLUMETRICO HUMEDO Kg/m ³	PESO VOLUMETRICO SECO BN Kg/m ³	coeficiente de baldado	% CBR		
0.00																									
0.50	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	2.73	0.27	294.20	0.4	21	56.37	Mt. Limos inorgánicos, limos micáceos o hialiníferos más elásticos.	0.0967	21.0	1,157.30	713.41	0.75	2.55		
1.00	2	3	2	5	5	4.55	0.46	400.33	0.4	21	57.50	25	400.33	0.4	21	57.50	Mt. Limos orgánicos, limos micáceos o hialiníferos más elásticos.	0.1416	21.0	2,184.65	1,465.57	1.25	3.70		
1.50	3	4	5	9	9	8.19	0.82	826.50	0.42	20.5	59.21	23.41641	826.50	0.42	20.5	59.21	Ch. Arcillas marginales de alta plasticidad, arcillas francas.	0.1934	48.0	1,472.05	997.19	2.25	5.88		
2.00	6	7	13	13	13	11.83	1.18	1274.86	0.4	21	60.66	31.12462	1274.86	0.4	21	60.66	Mt. Limos inorgánicos, limos micáceos o hialiníferos más elásticos.	0.2297	41.0	1,205.03	897.24	3.31	8.08		
2.50	8	9	17	17	17	15.47	1.55	1667.13	0.4	21	61.72	33.43909	1667.13	0.4	21	61.72	Mt. Limos inorgánicos, limos micáceos o hialiníferos más elásticos.	0.2463	32.0	1,331.46	1,124.26	4.44	10.33		
3.00	10	10	19	19	19	17.29	1.73	1933.26	0.4	21	62.25	34.46359	1933.26	0.4	21	62.25	Mt. Limos inorgánicos, limos micáceos o hialiníferos más elásticos.	0.2591	25.0	1,505.79	1,178.40	5.06	11.49		
3.50	12	10	8	18	18	16.38	1.64	1765.20	0.4	21	61.99	33.87967	1765.20	0.4	21	61.99	Mt. Limos inorgánicos, limos micáceos o hialiníferos más elásticos.	0.2544	40.0	1,632.36	1,155.24	4.74	10.91		
4.00	12	11	12	23	23	20.93	2.09	2255.53	0.4	21	63.22	36.44761	2255.53	0.4	21	63.22	Mt. Limos orgánicos, limos micáceos o hialiníferos más elásticos.	0.2759	40.0	1,300.43	1,054.16	6.45	13.88		
4.50	14	11	12	23	23	20.93	2.09	2255.53	0.4	21	63.22	36.44761	2255.53	0.4	21	63.22	Mt. Limos orgánicos, limos micáceos o hialiníferos más elásticos.	0.2759	29.0	1,351.63	1,022.57	6.45	13.88		
5.00	15	12	13	25	25	22.75	2.28	2451.66	0.4	21	63.68	37.36068	2451.66	0.4	21	63.68	Mt. Limos inorgánicos, limos micáceos o hialiníferos más elásticos.	0.2833	40.0	1,312.98	1,012.41	7.25	15.11		
										COMENTACION															
										Ing. DAGOBERTO ALFREDO BAUTISTA JUAREZ															
										Jefe Laboratorios control de calidad															
										Suelos, Concreto, Asfalto y Materiales															

Continuación Anexo 1.

COMENTARIOS:

De 0.00 a 1.00 metros de profundidad la compacidad relativa es un suelo **MUY SUELTO** con porcentajes de humedad de 62.2, 50.0 por ciento. Y una resistencia de 0.27, 0.46 kg/cm². Que equivale a **2.73, 4.55 Ton/mts² presentando una capacidad de soporte del suelo muy baja. Lo cual presenta licuefacción en presencia de un terremoto. El ángulo de fricción interna** es de: 22.74597, 25 y su ángulo de reposo del material talud^o oscila en: 56.37, 57.50. El tipo de suelo que presenta es: MH: Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos. El índice de plasticidad es de 21.0, 21.0. **El índice de plasticidad se encuentra altamente plástico.** El peso volumétrico húmedo en Kg/m³ es de 1.157.30, 2.184.85 y su peso volumétrico seco en Kg/m³ es de 713.41, 1.456.57 Coeficiente de balasto es de: 0.75, 1.25 Kg/cm³. El porcentaje de CBR es de 2.55, 3.70 por ciento.

De 1.00 a 1.50 metros de profundidad la compacidad relativa es un suelo **SUELTO** con porcentajes de humedad de 47.6 por ciento, Y una resistencia de 0.82 kg/cm². Que equivale a **8.19 Ton/mts² presentando una capacidad de soporte del suelo baja. Lo cual presenta licuefacción en presencia de un terremoto. El ángulo de fricción interna** es de: 28.41641 y su ángulo de reposo del material talud^o oscila en: 59.21 El tipo de suelo que presenta es CH: Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas. El índice de plasticidad es de 48.0. **El índice de plasticidad se encuentra altamente plástico.** El peso volumétrico húmedo en Kg/m³ es de 1.472.05 y su peso volumétrico seco en Kg/m³ es de 997.19. Coeficiente de balasto es de: 2.26 Kg/cm³. El porcentaje de CBR es de 5.89 por ciento.

De 1.50 a 5.00 metros de profundidad la compacidad relativa es un suelo **MEDIO DENSO** con porcentajes de humedad de 35.3, 36.2, 36.5, 41.3, 31.9, 32.2, 29.7 por ciento, Y una resistencia de 1.18, 1.55, 1.73, 1.64, 2.09, 2.09, 2.28 kg/cm². Que equivale a **11.83, 15.47, 17.29, 16.38, 20.93, 20.93, 22.75 Ton/mts² presentando una capacidad de soporte del suelo media. Lo cual presenta licuefacción en presencia de un terremoto solamente de la profundidad de 1.50 m a 2.00 m y de la profundidad de 2.00 m a 5.00 m el suelo no se licua.. El ángulo de fricción interna** es de: 31.12452, 33.43909, 34.49359, 33.97367, 36.44761, 36.44761, 37.36068 y su ángulo de reposo del material talud^o oscila en: 60.56, 61.72, 62.25, 61.99, 63.22, 63.22, 63.68 El tipo de suelo que presenta es MH: Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos. El índice de plasticidad es de 41.0, 32.0, 25.0, 40.0, 40.0, 29.0, 40.0. **El índice de plasticidad se encuentra altamente plástico.** El peso volumétrico húmedo en Kg/m³ es de 1.2 06.03, 1.531.46, 1.605.79, 1.632.36, 1.390.43, 1.351.63, 1.312.58 y su peso volumétrico seco en Kg/m³ es de 891.24, 1124.26, 1176.40, 1155.24, 1054.16, 1022.57, 1.012.41. Coeficiente de balasto es de: 3.31, 4.44, 5.06, 4.74, 6.45, 6.45, 7.25 Kg/cm³. El porcentaje de CBR es de 8.08, 10.33, 11.49, 10.91, 13.88, 13.88, 15.11 por ciento.

Continuación Anexo 1.

**2.1.2 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR:
 SONDEO 2**



PENETRACION ESTANDAR ASTM D 1586																			
TEC. ENCARGADO: LUIS BAUTISTA RODAS ARCHIVO No:																			
COORDENADAS UTM: 15-P 071470m-E 176607 m-N 254185m																			
PROF. m	15 cm	30 cm	45 cm	60 cm	75 cm	90 cm	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA TON/m ²	Kpa	de Poisson	de masa [M/m ³]	ANGULO DE FROTAMIENTO INTERNA	CLASIFICACION	COHESION Kg/cm ²	INDICE DE PLASTICIDAD IP	PESO VOLUMETRICO HUMEDO Kg/m ³	PESO VOLUMETRICO SECO EN Kg/m ³	coeficiente de balasto	% CBR
0.00																			
0.30	1	3	3	6			0.55	6.46	58.46	0.4	21	57.98	MH: Limos orgánicos, limas micáceas o silíceas, más elásticos.	0.1577	20.0	1,180.32	698.20	1.50	4.26
1.00	3	4	3	7			0.64	6.37	68.47	0.4	21	58.42	MH: Limos orgánicos, limas micáceas o silíceas, más elásticos.	0.1712	10.0	1,322.63	876.78	1.75	4.80
1.50	8	6	5	11			1.00	10.01	103.73	0.4	21	59.92	MH: Limos orgánicos, limas micáceas o silíceas, más elásticos.	0.2110	18.0	1,201.71	809.40	2.78	6.98
2.00	7	7	6	13			1.18	11.83	124.86	0.4	21	60.56	MH: Limos orgánicos, limas micáceas o silíceas, más elásticos.	0.2257	30.0	1,323.68	926.70	3.31	6.08
2.50	12	8	9	17			1.55	15.47	169.13	0.4	21	61.72	MH: Limos orgánicos, limas micáceas o silíceas, más elásticos.	0.2463	21.0	1,271.11	887.26	4.44	10.33
3.00	14	13	11	24			2.18	21.84	238.00	0.4	21	63.45	MH: Limos orgánicos, limas micáceas o silíceas, más elásticos.	0.2797	30.0	1,357.23	1010.37	6.84	14.49
3.50	15	10	12	22			2.00	20.02	217.46	0.4	21	62.99	MH: Limos orgánicos, limas micáceas o silíceas, más elásticos.	0.2720	20.0	1,288.14	948.95	6.08	13.28
4.00	15	11	11	22			2.00	20.02	217.46	0.4	21	62.99	MH: Limos orgánicos, limas micáceas o silíceas, más elásticos.	0.2720	8.0	1,107.94	816.48	6.08	13.28
4.50	19	12	14	26			2.37	23.66	254.73	0.4	21	63.90	MH: Limos orgánicos, limas micáceas o silíceas, más elásticos.	0.2967	32.0	1,450.29	1034.73	7.98	15.74
5.00	20	15	18	33			3.00	30.03	328.19	0.4	21	65.35	MH: Limos orgánicos, limas micáceas o silíceas, más elásticos.	0.3077	19.0	1,288.54	851.43	11.55	20.29
COMENTACION												Ing. DAROBERTO ALFREDO BAUTISTA JUAREZ Jefe Laboratorios control de calidad Suelos, Concreto, Asfalto y Materiales							

Continuación Anexo 1.



COMENTARIOS:

De 0.00 a 1.00 metro de profundidad la compacidad relativa es un suelo **SUELTO** con porcentajes de humedad de 68.8, 50.9 por ciento. Y una resistencia de 0.55, 0.64 kg/cm². Que equivale a **5.46, 6.37 Ton/mts² presentando una capacidad de soporte del suelo baja. Lo cual presenta licuefacción en presencia de un terremoto. El ángulo de fricción interna** es de: 25.95445, 26.83216 y su ángulo de reposo del material talud° oscila en: 57.98, 58.42. El tipo de suelo que presenta es MH: Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos. El índice de plasticidad es de 23.0, 10.0. **El índice de plasticidad se encuentra altamente plástico para el estrato 0.50 y medianamente plástico para el estrato 1.00.** El peso volumétrico húmedo en Kg/m³ es de 1.180.32, 1.322.63 y su peso volumétrico seco en Kg/m³ es de 699.20, 876.78. Coeficiente de balasto es de: 1.50, 1.75 Kg/cm³. El porcentaje de CBR es de. 4.26, 4.80 por ciento.

De 1.00 a 4.50 metros de profundidad la compacidad relativa es un suelo **MEDIO DENSO** con porcentajes de humedad de 48.5, 42.5, 43.3, 34.3, 35.9, 35.2, 31.3 por ciento, Y una resistencia de 1.00, 1.18, 1.55, 2.18, 2.00, 2.00, 2.37 kg/cm². Que equivale a **10.01, 11.83, 15.47, 21.84, 20.02, 20.02, 23.66 Ton/mts² presentando una capacidad de soporte del suelo media. Lo cual presenta licuefacción en presencia de un terremoto de la profundidad de 1.00 m a 2.00 m y de la profundidad de 2.00 m a 4.50 m el suelo no se licua.. El ángulo de fricción interna** es de: 29.8324, 31.12452, 33.43909, 36.9089, 35.97618, 35.97618, 37.80351 y su ángulo de reposo del material talud° oscila en: 59.92, 60.56, 61.72, 63.45, 62.99, 62.99, 63.90. El tipo de suelo que presenta es MH: Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos. El índice de plasticidad es de 18.0, 30.0, 21.0, 30.0, 20.0 8.0, 32.0. **El índice de plasticidad se encuentra altamente plástico para los estratos de 1.50 a 3.50, medianamente plástico para el estrato 4.00 y altamente plástico para el estrato 4.50.** El peso volumétrico húmedo en Kg/m³ es de 1.201.71, 1.323.68, 1.271.11, 1.357.23, 1.289.14, 1.107.94, 1.450.29 y su peso volumétrico seco en Kg/m³ es de 809.40, 928.70, 887.28, 1.010.37, 948.95, 819.48, 1.104.73 Coeficiente de balasto es de 2.78, 3.31, 4.44, 6.84, 6.08, 6.08, 7.68 Kg/cm³. El porcentaje de CBR es de 6.98, 8.08, 10.33, 14.49, 13.28, 13.28, 15.74 por ciento.

De 4.50 a 5.00 metros de profundidad la compacidad relativa es un suelo **DENSO** con porcentajes de humedad de 33.3 por ciento, Y una resistencia de 3.00 kg/cm². Que equivale a **30.03 Ton/mts² presentando una capacidad de soporte del suelo media. Lo cual NO presenta licuefacción en presencia de un terremoto. El ángulo de fricción interna** es de: 40.69047 y su ángulo de reposo del material talud° oscila en: 65.35. El tipo de suelo que presenta es MH: Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos. El índice de plasticidad es de 19.00. **El índice de plasticidad se encuentra altamente plástico.** El peso volumétrico húmedo en Kg/m³ es de 1.268.54 y su peso volumétrico seco en Kg/m³ es de 951.43. Coeficiente de balasto es de: 11.55 Kg/cm³. El porcentaje de CBR es de 20.29 por ciento.

Continuación Anexo 1.

Recomendación final

- 1. A la profundidad de 1.80 metros el suelo ya presenta una capacidad de soporte alta de 15 ton/m², con base en ello se recomienda tomar una capacidad portante del suelo para fines de diseño de 15 ton/m².**
- 2. para compactar el suelo con índices de plasticidad altas se debe agregar cal al suelo con una relación de 1:10 para estabilizar el mismo.**
- 3. si se toma una profundidad igual o mayor de 2,00 metros se recomienda tomar una capacidad portante de 20 ton/m²**
- 4. si se toma una profundidad de 1.50 metros se debe tomar una capacidad portante de 8 ton/m². Esta es la menos aconsejable.**

Fuente: PROVIDA, Geotechnical Engineering, S.A.