



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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL SALÓN
DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
BARRIO EL MOLINO, MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**

Lester Iván Hernández Juárez
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL SALÓN
DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
BARRIO EL MOLINO, MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LESTER IVÁN HERNÁNDEZ JUÁREZ

ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL SALÓN
DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
BARRIO EL MOLINO, MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha agosto 2011.


Lester Iván Hernández Juárez



Guatemala, 23 de agosto de 2012
Ref.EPS.DOC.1130.08.12

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Lester Iván Hernández Juárez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200212797**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO EL MOLINO, MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA"**.

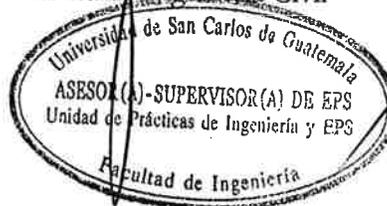
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
JMC/ra



Guatemala,
31 de agosto de 2012

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 LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO EL MOLINO, MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Lester Iván Hernández Juárez, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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,

¡DID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
2 de octubre de 2012

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 LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO EL MOLINO, MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Lester Iván Hernández Juárez, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos..

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 12 de octubre de 2012
Ref.EPS.D.843.10.12

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

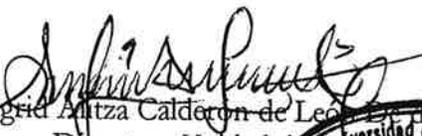
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO EL MOLINO, MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Lester Ivan Hernández Juárez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id. y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Aritz Calderon de León
Directora Unidad de EPS



SACdL/ra



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigríd Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Lester Iván Hernández Juárez, titulado **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO EL MOLINO, MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2012

/bbdeb.



Ref. DTG.591-2012

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 LA EDIFICACION DE DOS NIVELES PARA EL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO EL MOLINO Y MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA,** presentado por el estudiante universitario **Lester Iván Hernández Juárez,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Decano en funciones



Guatemala, 16 de noviembre de 2012

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por no haberme dejado solo en todas las decisiones de mi vida.
- Mis padres** Jaime René Hernández Cruz e Irma Rosario Juárez Turriz, como parte del fruto de su amor y esfuerzos para alcanzar este anhelo y propósito.
- Mi esposa** Linda Judith Jácome Paz, por su apoyo y ánimo para cumplir este anhelo.
- Mis hijos** Christian y Meliza, para que cumplan todas sus metas en la vida.
- Mis hermanos** Emir, Omar, Raúl, Pedro, Eddy. Para que no desmayen en su afán de lograr sus metas.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por todas las bendiciones que derrama sobre mí y permitirme culminar esta meta tan importante.
Mis padres	Por apoyarme incondicionalmente y brindarme la oportunidad para cumplir un sueño en realidad.
Mi esposa	Por otorgarme su amor y comprensión en los momentos más difíciles.
Mis hijos	Por su ternura y paciencia.
Mis hermanos	Por brindarme su apoyo y consejos en todos los aspectos de mi vida.
Familiares	Por su ayuda.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la mancomunidad de nororiente	1
1.1.1. Descripción de las necesidades.....	1
1.1.2. Análisis y priorización de las necesidades	2
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	5
2.1. Diseño de la edificación de dos niveles para el salón de usos múltiples en la cabecera municipal de Chiquimula, Chiquimula	5
2.1.1. Descripción del proyecto	5
2.1.2. Descripción del área disponible.....	6
2.1.3. Levantamiento topográfico	6
2.1.4. Estudio de suelos por el método de ensayo de compresión triaxial	6
2.1.4.1. Determinación del valor soporte del suelo.....	7
2.1.5. Normas para el diseño de edificios	9

2.1.5.1.	Criterios generales	10
2.1.5.2.	Criterios de conjunto	10
2.1.5.3.	Criterios de iluminación.....	10
2.1.5.4.	Otros criterios.....	12
2.1.6.	Diseño arquitectónico	13
2.1.6.1.	Ubicación del edificio en el terreno	13
2.1.6.2.	Distribución de ambientes.....	13
2.1.6.3.	Altura de ambientes	14
2.1.7.	Selección del sistema estructural a utilizar	14
2.1.7.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales	14
2.1.7.2.	Cargas de diseño.....	20
2.1.7.2.1.	Cargas verticales o gravitacionales.....	20
2.1.7.2.2.	Cargas horizontales.....	28
2.1.7.3.	Fuerzas sísmicas	29
2.1.7.4.	Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos.....	50
2.1.7.5.	Análisis de marcos dúctiles por el método de análisis estructural numérico de Kanni y comprobación por medio de software ETAB'S	51
2.1.7.6.	Envolvente de momentos.....	63
2.1.7.7.	Diagrama de corte y momento.....	66
2.1.7.8.	Diseño de losas	69
2.1.7.9.	Diseño de vigas	70
2.1.7.10.	Diseño de columnas	80
2.1.7.11.	Diseño de gradas.....	93
2.1.7.12.	Diseño de cimientos.....	97

2.1.7.13.	Diseño de muro de contención.....	129
2.1.7.14.	Muros	134
2.1.8.	Instalaciones	138
2.1.8.1.	Agua potable	138
2.1.8.2.	Drenajes.....	142
2.1.8.3.	Electricidad.....	144
2.1.9.	Elaboración de planos.....	146
2.1.10.	Presupuesto	147
2.1.11.	Evaluación de impacto ambiental.....	151
2.1.12.	Cronograma de actividades	154
2.2.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del barrio El Molino, municipio de Chiquimula, Chiquimula.....	156
2.2.1.	Descripción del proyecto	156
2.2.2.	Levantamiento topográfico	157
2.2.2.1.	Planimetría	157
2.2.2.2.	Altimetría	158
2.2.3.	Partes de un alcantarillado sanitario	158
2.2.3.1.	Colector.....	158
2.2.3.2.	Pozo de visita.....	159
2.2.3.3.	Conexiones domiciliarias	159
2.2.4.	Período de diseño	160
2.2.5.	Población futura	161
2.2.6.	Determinación de caudales.....	162
2.2.6.1.	Población tributaria.....	162
2.2.6.2.	Dotación	162
2.2.6.3.	Factor de retorno al sistema.....	162
2.2.6.4.	Caudal domiciliar	163
2.2.6.5.	Caudal comercial.....	163
2.2.6.6.	Caudal industrial.....	164

2.2.6.7.	Caudal de conexiones ilícitas.....	164
2.2.6.8.	Caudal de infiltración	165
2.2.6.9.	Caudal medio.....	165
2.2.6.10.	Factor de caudal medio.....	166
2.2.6.11.	Factor de Harmond	166
2.2.6.12.	Caudal de diseño	167
2.2.7.	Fundamento hidráulico	167
2.2.7.1.	Ecuación de Manning para flujo de canales.....	168
2.2.7.2.	Relaciones hidráulicas	169
2.2.8.	Parámetros de diseño hidráulico.....	169
2.2.8.1.	Coeficiente de rugosidad	170
2.2.8.2.	Sección llena y parcialmente llena.....	170
2.2.8.3.	Velocidades máximas y mínimas.....	171
2.2.8.4.	Diámetro del colector	172
2.2.8.5.	Profundidad del colector	172
2.2.8.6.	Ancho de la zanja	173
2.2.8.7.	Volumen de excavación.....	174
2.2.8.8.	Cotas Invert.....	174
2.2.8.9.	Ubicación de pozos de visita.....	175
2.2.8.10.	Profundidad pozos de visita.....	176
2.2.8.11.	Características de las conexiones domiciliarias	177
2.2.8.12.	Diseño hidráulico	178
2.2.9.	Desfogue.....	182
2.2.10.	Ubicación	183
2.2.11.	Elaboración de planos	183
2.2.12.	Elaboración de presupuesto	183
2.2.13.	Elaboración de cronograma	185

2.2.14.	Evaluación inicial de impacto ambiental.....	185
2.2.15.	Evaluación socioeconómica	187
2.2.15.1.	Valor Presente Neto (VPN)	187
2.2.15.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	188
CONCLUSIONES.....		189
RECOMENDACIONES		191
BIBLIOGRAFÍA.....		193
APÉNDICES.....		195
ANEXOS		273

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Dimensiones de viga propuesta.....	17
2.	Área tributaria de la columna crítica.....	18
3.	Dimensiones de columna propuesta.....	19
4.	Planta primer y segundo nivel módulo de oficinas, marcos analizados en ambos sentidos.....	23
5.	Cargas distribuidas muerta y viva marco eje C (sentido X, kg/m).....	26
6.	Cargas distribuidas muerta y viva marco eje 11 (sentido Y, kg/m)	28
7.	Corte basal módulo de oficinas sentido X.....	35
8.	Corte basal módulo de oficinas sentido Y.....	35
9.	Distribución del corte basal por niveles, módulo de oficinas sentido X.....	37
10.	Distribución del corte basal por niveles, módulo de oficinas sentido Y.....	38
11.	Posición del centro de masa (Cm) y Centro de Rigidez (CR) módulo de oficinas.....	45
12.	Fuerza por nivel y por marco, módulo de oficinas sentido X.....	49
13.	Fuerza por nivel y por marco, módulo de oficinas sentido Y.....	49
14.	Modelo matemático marco crítico, módulo de oficinas sentido X	50
15.	Modelo matemático marco crítico, módulo de oficinas sentido Y	51
16.	Momentos flexionantes de carga viva en vigas, marco crítico (C), sentido X (kg-m)	54
17.	Momentos flexionantes de carga viva en vigas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m)	55

18.	Momentos flexionantes de carga viva en columnas, marco crítico (C), sentido X (kg-m)	55
19.	Momentos flexionantes de carga viva en columnas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m).....	56
20.	Momentos flexionantes de carga muerta en vigas, marco crítico (C), sentido X (kg-m)	56
21.	Momentos flexionantes de carga muerta en vigas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m).....	57
22.	Momentos flexionantes de carga muerta en columnas, marco crítico (C), sentido X (kg-m).....	57
23.	Momentos flexionantes de carga muerta en columnas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m)	58
24.	Momentos flexionantes de carga sísmica en vigas, marco crítico (C), sentido X (kg-m)	58
25.	Momentos flexionantes de carga sísmica en vigas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m).....	59
26.	Momentos flexionantes de carga sísmica en columnas, marco crítico (C), sentido X (kg-m).....	59
27.	Momentos flexionantes de carga sísmica en columnas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m)	60
28.	Momentos flexionantes de carga viva en vigas y columnas, marco crítico (C), sentido X (kg-m).....	61
29.	Momentos flexionantes de carga viva en vigas y columnas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m)	61
30.	Momentos flexionantes de carga muerta en vigas y columnas, marco crítico (C), sentido X (kg-m).....	62
31.	Momentos flexionantes de carga muerta en vigas y columnas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m)	62
32.	Envolvente de momentos en vigas eje C, sentido X (kg-m)	64

33.	Envolvente de momentos en vigas eje 11, sentido Y (kg-m)	64
34.	Envolvente de momentos en columnas eje C, sentido X (kg-m).....	65
35.	Envolvente de momentos en columnas eje 11, sentido Y (kg-m)	65
36.	Diagrama de corte en vigas eje C, sentido X (kg).....	67
37.	Diagrama de corte en vigas eje 11, sentido Y (kg)	67
38.	Diagrama de corte en columnas eje C, sentido X (kg).....	68
39.	Diagrama de corte en columnas eje 11, sentido Y (kg)	68
40.	Isométrico de armado de losa prefabricada.....	69
41.	Detalle de inicio de modulación para losa prefabricada.....	70
42.	Envolvente de momento y corte en viga D-C primer nivel, eje 11, sentido Y (kg-m)	71
43.	Diagrama de corte en viga D-C primer nivel, eje 11, sentido Y (kg)	76
44.	Diagrama de corte último y corte resistente en viga D-C primer nivel, eje 11, sentido Y (kg).....	77
45.	Diagrama de corte por resistir en viga D-C primer nivel, eje 11, sentido Y (kg).....	78
46.	Armado viga D-C eje 11, primer nivel	80
47.	Gráfica programa JC-Diseño de concreto, coeficientes k'x y k'y	88
48.	Detalle de armado y secciones de columna típica C-1	92
49.	Detalle de gradas primer nivel, módulo de oficinas	96
50.	Dimensiones, carga y momentos sobre zapata concéntrica Z1, módulo de oficinas	98
51.	Falla por corte simple.....	101
52.	Falla de corte por punzonamiento	102
53.	Detalle de armado de zapata concéntrica Z1	104
54.	Dimensiones de zapata excéntrica	106
55.	Esfuerzo en el terreno.....	107
56.	Análisis de zapata excéntrica	108
57.	Detalle de zapata excéntrica.....	114

58.	Sección y fuerzas sobre zapata combinada, sentido X	115
59.	Planta de zapata combinada	116
60.	Diagrama de cuerpo libre para cimiento combinado	118
61.	Presiones sobre el suelo	119
62.	Presión sobre el cimiento	119
63.	Presión última sobre el cimiento.....	120
64.	Presión última por metro lineal	121
65.	Diagrama de corte y momento en zapata combinada	122
66.	Planta de vigas transversales en zapata combinada.....	125
67.	Corte simple en viga transversal de zapata combinada	126
68.	Detalle de armado zapata combinada Z3.....	128
69.	Detalle armado cimiento corrido	129
70.	Dimensiones muro de gravedad.....	130
71.	Diagrama cuerpo libre, fuerzas en muro	131
72.	Ábaco para el cálculo de tuberías de agua fría	141
73.	Analogía en el comportamiento de un canal abierto y una tubería trabajando a sección parcialmente llena	168
74.	Sección parcialmente llena.....	171

TABLAS

I.	Necesidad de servicios básicos e infraestructura de la mancomunidad de nororienté	1
II.	Datos de ensayo triaxial no consolidado y no drenado.....	7
III.	Valor soporte permisible, según tipo de suelo	9
IV.	Tabla 9.5(a) alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones	16
V.	Tabla 3-1 cargas vivas en edificaciones	20

VI.	Valores del coeficiente Z, según la zona sísmica.....	30
VII.	Valores coeficiente I.....	30
VIII.	Valores coeficiente K.....	31
IX.	Distribución de corte basal por niveles sentido X.....	37
X.	Distribución de corte basal por niveles sentido Y.....	37
XI.	Cálculo del centro de masa.....	42
XII.	Cálculo del centro de rigidez sentido X.....	44
XIII.	Cálculo del centro de rigidez sentido Y.....	44
XIV.	Cálculo de fuerza total por marco segundo nivel, sentido X.....	47
XV.	Cálculo de fuerza total por marco primer nivel, sentido X.....	47
XVI.	Cálculo de fuerza total por marco segundo nivel, sentido Y.....	48
XVII.	Cálculo de fuerza total por marco primer nivel, sentido Y.....	48
XVIII.	Armado longitudinal de vigas del primer nivel, sentido Y.....	74
XIX.	Cálculo del peso y momento resistente.....	131
XX.	Demanda de accesorios para método de Hunter.....	140
XXI.	Demanda de accesorios salón de usos múltiples.....	140
XXII.	Dimensiones de ramales para drenaje.....	144
XXIII.	Tablero principal de circuitos.....	146
XXIV.	Presupuesto salón de usos múltiples, Chiquimula, Chiquimula.....	148
XXV.	Evaluación de impacto ambiental, salón de usos múltiples.....	151
XXVI.	Cronograma proyecto salón de usos múltiples.....	155
XXVII.	Coeficiente de rugosidad “n” de diversos materiales.....	170
XXVIII.	Profundidad mínima de colector, tubería de concreto.....	173
XXIX.	Ancho libre de zanja según su profundidad (en metros) y el diámetro nominal en pulgadas de la tubería a instalar.....	173
XXX.	Profundidad de la cota invert de salida.....	176
XXXI.	Presupuesto del alcantarillado sanitario para el barrio El Molino, Chiquimula, Chiquimula.....	184

XXXII. Cronograma de actividades, alcantarillado sanitario, barrio El Molino 185

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Ast	Área de acero longitudinal en la columna
Asmáx	Área de acero máxima
Asmín	Área de acero mínima
As	Área de acero requerida por el momento
Ap	Área de punzonamiento
Az	Área de la zapata
Ag	Área gruesa
At	Área tributaria
b	Base de la viga
qh	Capacidad soporte del suelo
P't	Carga axial de trabajo
Pn	Carga axial nominal
Pu'	Carga axial última de columna
Pcr	Carga crítica de pandeo de Euler
P't	Carga de trabajo actuando en la columna
P'u	Carga de resistencia de la columna
P'o	Carga axial de resistencia de la columna
CM	Carga muerta
Wm	Carga muerta distribuida
CV	Carga viva
Wv	Carga viva distribuida
Q	Caudal
qd	Caudal de diseño

qdom	Caudal domiciliar
qinf	Caudal de infiltración
qilic	Caudal de conexiones ilícitas
cm²	Centímetro cuadrado
CG	Centro de gravedad
Cm	Centro de masa
CR	Centro de rigidez
c	Cohesión
ΨA	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna, en su extremo superior
ψB	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna, en su extremo inferior
ψP	Coeficiente promedio que mide el grado de empotramiento a la rotación
Ø	Coeficiente de reducción de resistencia
Vact	Corte actuante
Vr	Corte máximo resistente
Vu	Corte último
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
Er	Deformación en rotura
q	Desviador de rotura
DH	Distancia Horizontal
fy	Esfuerzo de fluencia del acero
e	Excentricidad
ed	Excentricidad de diseño
F.H.	Factor de Harmond
fqm	Factor de caudal medio
FCU	Factor de carga última

FR	Factor de retorno
β_d	Factor de flujo plástico del concreto
F_n	Fuerza por nivel
F_m	Fuerza por marco
F_{ni}	Fuerza por nivel, en el nivel i
I o I_g	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en cuenta el acero de refuerzo
σ	Lado menor para columnas rectangulares (radio de giro)
FCU	Factor de Carga Última
Sc	Factor de forma
K	Factor de longitud efectiva
N_q, N_c, N_g	Factores de carga adimensionales
F_i	Fuerza sísmica en el nivel “i”
Q	Índice de estabilidad de piso
Q_p	Índice de estabilidad de piso
kg	Kilogramo
lu	Luz libre
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
G	Módulo de elasticidad a corte del concreto
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
M't	Momento de trabajo
M1	Momento mayor en extremo de columna
M2	Momento menor en extremo de columna
M-	Momento negativo (kg-m)
M+	Momento positivo (kg-m)

To	Momento torsional
Mu	Momento último (kg-m)
NR	Norma recomendada
t	Peralte de la zapata
d	Peralte efectivo
n	Período de diseño (años)
Y_{concreto}	Peso específico del concreto
Pf	Población futura
Po	Población inicial
pbal	Porcentaje de acero en la falla balanceada
pmáx	Porcentaje de acero máximo permitido en un elemento
pmín	Porcentaje de acero mínimo permitido en un elemento
qmáx	Presión máxima sobre el suelo
qmín	Presión mínima sobre el suelo
rec	Recubrimiento
f'c	Resistencia última del concreto
k	Rigidez
s	Separación de estribos
Smáx	Separación máxima entre estribos
r	Tasa de crecimiento de la población
T	Tonelada
k'x, y	Variables de Bressler

GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute).
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
Análisis estructural	Consiste en determinar los efectos máximos producidos por las cargas mayoradas sobre los elementos estructurales.
Área de acero mínima	Cantidad de acero, determinada para la sección y límite de fluencia.
ASTM	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials).
Carga muerta	Peso muerto soportado por un elemento estructural, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el personal, maquinaria móvil, etc., soportado por un elemento estructural.
Caudal	Volumen por unidad de tiempo (por ejemplo m ³ /s o l/s).

Centro de masa	El Centro de masa es el punto en el cual se puede considerar concentrada toda la masa de un objeto o de un sistema.
Centro de Rigidez	Se define como el punto a través del cual la resultante de la fuerza resistente de la edificación actúa.
Cimiento corrido	Es el que se construye para soportar un muro.
Columna	Elemento estructural que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de por lo menos, 3 veces su menor dimensión lateral.
Concreto reforzado	Concreto que contiene refuerzo por medio de barras de acero.
Cota Invert de Entrada	Cota de la parte inferior interna de una tubería que entra a un pozo de visita hasta la rasante del terreno.
Envolvente momentos	Representa el efecto de la superposición de las cargas muerta, viva, sismo y más si existieran.
Esfuerzo	Fuerza por unidad de área.
Estribo	Elemento de una estructura que resiste el esfuerzo de corte.

Etabs	Software ideal para el análisis de diseño de edificios y naves industriales. Puede realizar análisis de las estructuras complejas, pero tiene muchísimas opciones extras que simplifican el diseño de edificaciones.
Excentricidad	Sucede cuando el centroide de rigidez no coincide con el centroide de masa, se produce excentricidad, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.
Factor de Carga Última	Factor de seguridad que incrementa el valor de la carga para cubrir cualquier posible error de análisis, construcción o de los materiales.
Fluencia	Sobrepasando el límite de elasticidad, todo aumento de carga produce deformaciones plásticas o permanentes que ya no son proporcionales al aumento de carga sino que adoptan valores crecientes para incrementos de cargas iguales.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Mampostería	Obra hecha con elementos sobrepuestos.
Momento resistente	Es el momento que puede resistir una estructura con cierta cantidad de refuerzo.

Momento	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
Peralte efectivo	Distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo longitudinal.
Peso específico	Relación entre el peso de una sustancia y su volumen.
Predimensionar	Es dar medidas preliminares a los elementos que componen una estructura, y que serán utilizados para soportar las cargas aplicadas.
Rigidez	Es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.
SEAOC	Asociación de Ingenieros Estructurales de California (Structural Engineers Association of California).
Zapata aislada	Es la que soporta una sola columna.
Zapata	Tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo.

RESUMEN

Este trabajo de investigación consta de 2 capítulos que contienen las fases de servicios técnico-profesional y de investigación.

El capítulo 1 desarrolla las necesidades de servicios básicos e infraestructura del área de la mancomunidad de nororiente, la cual está conformada por 11 municipios y su sede está ubicada en el municipio de Estanzuela, Zacapa y de la cual el municipio de Chiquimula es miembro; a partir de estas necesidades y con el apoyo de las autoridades municipales, Dirección Municipal de Planeamiento (DMP), se priorizaron las más urgentes, para seleccionar los proyectos a desarrollar en este trabajo de investigación.

El capítulo 2 comprende las propuestas de solución a las necesidades, siendo el primero el salón de usos múltiples, el cual se ubicara a un costado de la municipalidad de Chiquimula, Chiquimula; y el segundo el alcantarillado sanitario para el barrio El Molino zona 4 del mismo municipio.

Al final se presentan las conclusiones, recomendaciones, planos y presupuestos correspondientes a cada proyecto.

OBJETIVOS

General

Diseñar la edificación de 2 niveles para un salón de usos múltiples y el sistema de alcantarillado sanitario para el barrio El Molino, municipio de Chiquimula, Chiquimula.

Específicos

1. Realizar una investigación diagnóstica de las necesidades de servicios básicos e infraestructura del área que comprende la mancomunidad de nororiente.
2. Capacitar a los miembros del COCODE del barrio El Molino, sobre la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Chiquimula, se ubica a una distancia de 169 kilómetros, de la ciudad capital y tiene categoría de cabecera departamental, la ubicación geográfica del municipio, es muy contrastante en altitudes que van desde los 260 hasta los 1 816 metros sobre el nivel del mar.

La idea de realizar el proyecto del salón, surgió ante la necesidad que la municipalidad no cuenta con las instalaciones para realizar actividades sociales, culturales y reuniones, además de la demanda de oficinas para los diferentes departamentos administrativos de la municipalidad. Por la falta de un sistema de alcantarillado sanitario se han creado focos de contaminación y una serie de enfermedades en su mayoría gastrointestinales.

Este trabajo de investigación contiene en el capítulo 1, el diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la mancomunidad de nororiente. En el capítulo 2, se encuentra la fase de servicio técnico profesional, en el cual se describe: los proyectos a realizar y todos los cálculos necesarios para desarrollar los proyectos en estudio.

Al final se incluyen los planos y presupuestos correspondientes a cada proyecto, conclusión y recomendación.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la mancomunidad de nororiente

En esta fase se desarrolló un diagnóstico, sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la mancomunidad de nororiente, la cual se ubica en el municipio de Estandzuela, departamento de Zacapa.

1.1.1. Descripción de las necesidades

La mancomunidad de nororiente está conformada por 11 municipios de 3 departamentos: San Cristóbal Acasaguastlán (El Progreso); Usumatlán, Teculután, Río Hondo, Estandzuela y Zacapa (Zacapa); Chiquimula, San Jacinto, Quetzaltepeque, Esquipulas y Concepción las Minas (Chiquimula), tiene una serie de necesidades las cuales se describen a continuación:

Tabla I. **Necesidad de servicios básicos e infraestructura de la mancomunidad de nororiente**

Necesidades	Descripción de la necesidad
Salud	Ampliación del hospital regional de Zacapa. Ampliación y remozamiento de puestos y centros de salud en todas las aldeas y municipios.
Centros de educación superior	Falta de centro de estudios tecnológicos y universitarios en lugares estratégicos como: Teculután y Esquipulas.

Continuación de la tabla I.

Salón para usos múltiples	Falta de salón para realizar reuniones sociales y comunales, que además sirva como centro de acopio y albergue en el municipio de Chiquimula.
Desarrollo cultural	Ausencia de lugares e instalaciones para la implementación de academias de artes en Teculután y Esquipulas.
Instalaciones deportivas y recreativas	Falta de infraestructura e instalaciones para la recreación y práctica de distintos deportes.
Alcantarillado sanitario	Contar con un sistema de alcantarillado para la recolección y conducción de las aguas negras que provocan enfermedades gastrointestinales.
Sistema de agua potable	Ampliar la cobertura del servicio de agua potable para mejorar la calidad de vida.
Riesgo vial intermunicipal	Deslizamientos menores de tierra en la carretera CA-9 Huyús, San Cristóbal Acasaguastlán. Derrumbes en la carretera CA-10 Estanzuela-La Fragua, Zacapa.
Manejo de cuencas	Crear una política integral dentro de los municipios socios y de conciencia social para la población, que contemple la protección y manejo de las cuencas.

Fuente: entrevista con gerente de la mancomunidad de nororiente, jefes de la Dirección Municipal de Planeamiento (DMP), elaboración propia.

1.1.2. Análisis y priorización de las necesidades

La priorización de las necesidades se realizó por medio de reuniones con los jefes de la Dirección Municipal de Planeamiento (DMP) de Estanzuela,

Zacapa, Chiquimula, Rio Hondo y San Cristóbal Acasaguastlán, dando como resultado la siguiente lista:

- Alcantarillado sanitarios
- Remodelación de escuelas
- Sistema de agua potable
- Pavimentación de calles
- Puestos de salud
- Salón comunal
- Instalaciones deportivas y recreativas
- Recolección de basura
- Tanque elevado para agua potable
- Alumbrado público
- Transporte

Muchas de las soluciones para las necesidades mencionadas anteriormente, ya están siendo planificadas por parte de la municipalidad, respondiendo a las solicitudes de los COCODES. Sin embargo existen 2 proyectos que se encuentran pendientes de un proceso adecuado de planificación: diseño de la edificación de 2 niveles para salón de usos múltiples y el sistema de alcantarillado sanitario del barrio El Molino, ambos en el municipio de Chiquimula, Chiquimula.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la edificación de dos niveles para el salón de usos múltiples en la cabecera municipal de Chiquimula, Chiquimula

El diseño de la edificación será de beneficio en general para la municipalidad, debido a que actualmente no se cuenta con suficientes oficinas, a demás se contará con un albergue para casos de emergencia.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto contempla un complejo de 2 módulos, el primer módulo consiste en el diseño de un edificio de 2 niveles, los ambientes del primer nivel estarán distribuidos en: vestíbulo, aula de audiovisuales, cafetería, taquilla y servicios sanitarios. El segundo nivel contará con salón para reuniones del consejo municipal, oficinas para distintos departamentos de la municipalidad y oficina del alcalde. El segundo módulo abarca el escenario, área de sillas, bodegas, camerinos, servicios sanitarios, vestidores y duchas.

El módulo del edificio tendrá una estructura a base de marcos dúctiles con nudos rígidos, losa prefabricada con vigueta y bovedilla de concreto reforzado, los muros tabiques serán de mampostería reforzada y utilizados solo como divisiones de ambientes, estos muros tendrán repello más cernido tradicional, las cargas vivas de diseño serán tomadas del AGIES, el código de diseño a utilizar para los elementos de concreto reforzado es el ACI 318 08.

2.1.2. Descripción del área disponible

El terreno en el cual se encuentra el área que se utilizará se ubica a un costado de la municipalidad, 5ta. avenida entre 3ra. y 4ta. calle, el lugar tiene una pendiente natural de 4 por ciento, actualmente el terreno se utiliza para la colocación de ferias y no tiene gran cantidad de arboles, en todo su perímetro cuenta con muros lo cual ayuda a delimitar el área para el levantamiento topográfico.

2.1.3. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con un teodolito Wild T-2, se aplicó el método de conservación de azimut, la altimetría se realizó aplicando el método taquimétrico.

2.1.4. Estudio de suelos por el método de ensayo de compresión triaxial

Para el estudio de suelos, se excavó un pozo con una profundidad de 3,30 metros, del cual se extrajo una muestra inalterada de 1 pie cúbico. A la muestra inalterada, se le practicó el ensayo de compresión triaxial, no drenada, no consolidada, según la Norma ASTM D-2850, el ensayo fue realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla II.

Tabla II. **Datos de ensayo triaxial no consolidado y no drenado**

Probeta No.	1	1	1
Presión lateral (T/m ³)	5	10	20
Desviador en rotura q(T/m ³)	15,69	25,96	28,39
Presión intersticial u(T/m ³)	X	X	X
Deformación en rotura Er(%)	1,5	2,5	3,5
Densidad seca (T/m ³)	1,12	1,12	1,12
Densidad húmeda (T/m ³)	1,55	1,55	1,55
Humedad (%)	40,4	40,4	40,4
Descripción del suelo	Limo arenoso color café		
Angulo de fricción interna (°)			17,48
Cohesión Cu (T/m ²)			4,15

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos del CII/USAC, 20 septiembre de 2011.

2.1.4.1. **Determinación del valor soporte del suelo**

La capacidad soporte de un suelo, es la capacidad que tiene un suelo de soportar carga, sin que se produzca una falla en su masa. Para calcular dicha capacidad, se utilizó el método de Terzaghi, según la siguiente ecuación:

$$q_u = 1,3 \cdot C \cdot N_c + q_o \cdot N_q + 0,4 \cdot \gamma_s \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$q_o = \gamma_s \cdot z$$

Donde:

q_u : capacidad soporte del suelo

C: cohesión

q_o : esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

Z: desplante

γ_s : peso específico del suelo

B : ancho de la cimentación

N'_c, N'_q, N'_w: factores de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo de fricción (ϕ) del suelo

Factores de capacidad de carga:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right)$$

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

$$N_\gamma = 1,5 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$$

Donde:

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan 17,48} \left(\frac{1 + \sin 17,48}{1 - \sin 17,48} \right) = 4,99$$

$$N_c = (4,99 - 1) \cdot \cot 17,48 = 12,69$$

$$N_\gamma = 1,5 \cdot (4,99 + 1) \cdot \tan 17,48 = 1,88$$

Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación:

$$q_o = 1,55 \cdot 3,30 = 5,12 \text{ T/m}^2$$

Cálculo de la carga neta última del suelo:

$$q_u = 1,3 \cdot 4,15 \cdot 12,69 + 5,12 \cdot 4,99 + 0,4 \cdot 1,55 \cdot 1 \cdot 1,88$$

$$q_u = 95,20 \text{ T/m}^2$$

Factor de Seguridad (FS) = 3, se utilizó este factor ya que el suelo de la región presenta características que lo califican como bueno, además con el factor aplicado se estarán cubriendo las deficiencias que pudieron haberse

presentado tanto en la obtención de la muestra, traslado y la realización del ensayo.

$$q_d = q_u / FS = 95,20 / 3 = 31,73 \text{ T/m}^2$$

Comparando el resultado obtenido más las características del suelo con la tabla III, se demuestra que el valor soporte a utilizar es de $V_s = 31,73$ toneladas sobre metro cuadrado se encuentra dentro de los rangos permisibles con suelos del mismo tipo.

Tabla III. **Valor soporte permisible, según tipo de suelo**

Material del suelo	T/m ²	Observaciones
Roca sana no intemperizada	645	No hay estructura de grietas
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
Suelos gravillosos	107	Compactados, buena granulometría
Suelos gravillosos	86	Compactados con más del 10% de grava
Suelos gravillosos	64	Flojos, mala granulometría
Suelos gravillosos	43	Flojos con mucha arena
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Sólidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: CRESPO, Villalaz. Mecánica de suelos y cimentaciones. p. 193.

2.1.5. Normas para el diseño de edificios

Para el diseño arquitectónico, se tomaron los criterios del arte de proyectar en arquitectura, para tener en cuenta las dimensiones mínimas que debe de

tener cada ambiente y darle la forma adecuada en conjunto, en la parte concerniente a ingeniería civil, se utilizaron los códigos AGIES, SEAOC, ACI.

2.1.5.1. Criterios generales

El módulo de 2 niveles será construido para satisfacer la necesidad de contar con más oficinas para el uso de la municipalidad. El módulo del salón deberá ser lo suficientemente amplio para ser utilizado como salón comunal, albergue temporal y centro de acopio.

2.1.5.2. Criterios de conjunto

La estructura tendrá una fachada acorde con la arquitectura presente del lugar y orientado en la sección longitudinal de sur a norte, para aprovechar el terreno, dejando espacio para actividades como la feria patronal.

Para la distribución de ambientes del módulo de 2 niveles, se tomó el criterio que el primer nivel se utilizará para ambientes del salón de usos múltiples y para el segundo nivel el área de oficinas.

Para el módulo del salón se tomaron los criterios que este funcionará como albergue, salón comunal y centro de acopio, por lo cual este contará con las áreas destinadas a escenario, baños, vestidores, camerinos, bodegas y sillas.

2.1.5.3. Criterios de iluminación

El edificio está diseñado para que la iluminación sea abundante y uniforme, utilizando ventanas y lámparas, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Cantidad, tamaño y ubicación de las ventanas o lámparas
- Tamaño del área a iluminar, ya que dependiendo de sus dimensiones este recibirá mayor o menor iluminación
- Los acabados claros, permiten mayor reflexión de la luz y como resultado una mejor iluminación
- Por su procedencia, la iluminación se divide en natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital

Estos cuatro tipos de iluminación, aceptados para los edificios, se describen a continuación:

- Iluminación natural unilateral: este caso se da cuando solo un lado del ambiente tiene ventanas; las ventanas deben tener un área de 25 a 30 por ciento del área total de piso; el techo y el muro opuesto a la ventana deben ser claros; el muro opuesto a la ventana estará a una distancia no mayor de 2,5 veces la altura del muro de ventana.
- Iluminación natural bilateral: este caso se da cuando existen ventanas en las paredes laterales al ambiente; las ventanas deben tener un área de iluminación entre 25 a 30 por ciento.
- Iluminación natural cenital: en este caso, la iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo del ambiente, para esta iluminación se toma como área de ventanas del 15 al 20 por ciento del área total de piso.

- Iluminación artificial: este caso se acepta únicamente cuando sea muy justificado; debe ser difuso, para evitar molestias en la vista; también debe ser lo más parecido a la iluminación natural.

2.1.5.4. Otros criterios

Para garantizar que una edificación sea habitable, cómoda y segura se deben tomar en cuenta otros criterios mínimos, para que su diseño sea el adecuado según el uso y número de personas que pueden desenvolverse sin problemas, entre estos cabe mencionar:

- Ventilación

Es necesario una cantidad de aire disponible en el ambiente, esta tiene gran importancia para el desarrollo de las actividades que deban llevarse a cabo en un salón de usos múltiples.

- Criterios de color

Utilizando los colores claros en interiores, hacen que el ambiente parezca más espacioso, cómodo y agradable, además provoca un estado mejor de ánimo del usuario.

- Confort acústico

Se considera muy importante que en los salones exista confort acústico, ya que este disminuye las interferencias sonoras y ruidos que sobrepasen los límites aceptables de tolerancia, así permitiendo mayor concentración y ánimo en las actividades desarrolladas.

2.1.6. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se ocupa de la proyección y distribución de los ambientes, de acuerdo a las necesidades de cada edificación y del tipo de ocupación. El fin es crear espacios, donde los seres humanos puedan desarrollar las actividades, para la cual ha sido proyectado la edificación sin generar molestias. Para lograrlo se debe diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan en el área, utilizando los recursos materiales y normas de diseño que existan.

2.1.6.1. Ubicación del edificio en el terreno

El conjunto se ubicará en la parte sur oeste y ocupará el 25 por ciento del predio municipal que se encuentra a un costado de la municipalidad de Chiquimula, Chiquimula.

2.1.6.2. Distribución de ambientes

Los ambientes se distribuirán de acuerdo a las necesidades para el área de oficinas y áreas de uso público, separando los ambientes en áreas de oficinas, servicios sanitarios, vestíbulo, área de usos múltiples, escenario, taquilla, camerinos y bodega. Se dejaron anchos de pasillos mínimos para seguridad de los usuarios, marcando las rutas de evacuación en caso de emergencia, para lo cual los pasillos se alinearan de la mejor manera posible con las salidas principales y secundarias.

2.1.6.3. Altura de ambientes

La altura de los marcos por nivel será de 3,50 metros en el módulo de 2 niveles, en el módulo del salón, la altura de los muros será de 4 metros y para los camerinos de 2,50 metros. Se tomaron estas alturas en los módulos para brindar una circulación de aire abundante y para aprovechar la luz natural.

2.1.7. Selección del sistema estructural a utilizar

La selección del sistema estructural a usar, responde a factores como: economía, materiales disponibles en el área, forma y dimensiones de los ambientes, mano de obra, costo de mantenimiento. Por lo que se eligió utilizar el sistema de marcos dúctiles unidos con nudos rígidos, el peso de la estructura será distribuida al suelo por medio de zapatas aisladas, los muros del módulo de oficinas serán solo para divisiones, por lo que no soportaran cargas y trabajaran independientemente de la estructura. Las losas serán losas prefabricadas para el módulo de oficinas y tradicionales para el área del escenario.

2.1.7.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

Antes de determinar las dimensiones finales de los elementos estructurales, es necesario realizar un predimensionamiento, para lo cual se basa en experiencia de obras similares, ayuda de diseño a través de tablas, gráficas, etc. Si durante el diseño los elementos no resisten los efectos demandados en el análisis estructural, será necesario rediseñar los elementos y establecer un nuevo ciclo de análisis y diseño estructural.

- Predimensionamiento de losa

Las losas son elementos estructurales que sirven como cubiertas que protegen de la intemperie, también para transmitir cargas verticales y horizontales.

Por su espesor, pueden dividirse en:

- Cascarones ($t < 0,09$)
- Planas ($0,09 \leq t \leq 0,12$)
- Nervadas ($t > 0,12$)

Para saber cómo trabaja una losa, es necesario saber la relación a/b , donde a = sentido corto de losa y b = sentido largo de losa.

$m = a / b < 0,5$ losa trabaja en un sentido

$m = a / b > 0,5$ losa trabaja en dos sentidos

$m = 6,4 / 6,4 = 1 > 0,5$; la losa trabajará en dos sentidos

Para losas en 2 direcciones, ACI recomienda:

$$t_{\text{llosa}} = \frac{\text{Perímetro}}{180}$$
$$t_{\text{llosa}} = \frac{6,4+6,4+6,4+6,4}{180} = 0,142 \text{ m}$$

Se propone losa prefabricada de vigueta y bovedilla, esto para facilitar el análisis y diseño estructural, además de acortar el tiempo de construcción.

- Predimensionamiento de viga

Para el predimensionamiento de vigas se utilizan los siguientes criterios:

- Por cada metro lineal de luz entre los apoyos de la viga, se incrementará 8 por ciento del peralte y la base puede ser entre 1/2 ó 1/3 del peralte. Esto es:

$$t_{\text{viga}} = \text{luz libre de viga} * 0,08; \text{ o sea el 8 por ciento de la luz libre}$$

- El código ACI 318-08 capítulo 9 tabla 9.5(a). Ver tabla IV, en la cual se presentan diferentes condiciones de empotramiento.

Tabla IV. **Tabla 9.5(a) alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones**

Condición	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u deflexiones grandes			
Losas macizas en una dirección	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{24}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18,5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

Fuente: Código ACI 318-08, p. 132.

Para este cálculo se tomará la viga crítica, que tiene una longitud de 6,40 metros, y el caso de una viga que tiene continuidad en un extremo.

$$t_{\text{viga}} = 0,08 * 6,40 \text{ m} = 0,512 \text{ m}$$

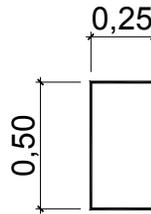
$$t_{\text{viga}} = \frac{6,40 \text{ m}}{18,5} = 0,346 \text{ m}$$

$$t_{\text{promedio}} = \frac{0,512 + 0,346}{2} = 0,429 \text{ m} \approx 0,50 \text{ m}$$

$$b_{\text{viga}} = \frac{0,50 \text{ m}}{2} = 0,25 \text{ m}$$

Se propone utilizar una sección de 0,25 x 0,50 metros.

Figura 1. **Dimensiones de viga propuesta**



Fuente: elaboración propia.

- Predimensionamiento de columna

El método que se utilizará para predimensionar las columnas, se basa en el cálculo de la carga axial aplicada a la columna crítica y determinar el área bruta de la sección de la columna, por medio de la ecuación (10-2) del código ACI 318-08 capítulo 10 sección 10.3.6.2, al tener este valor, se pueden proponer las medidas de la sección transversal.

En este caso, las dimensiones de la sección de la columna crítica se utilizarán en todas las columnas, para guardar simetría y evitar diferencias de rigidez de un marco a otro y de un nivel a otro.

Carga última de servicio y carga axial:

$$P_u = 1,4(CM \cdot At) + 1,7(CV \cdot At)$$

$$\phi P_{n(\text{máx.})} = 0,8 \cdot \phi \cdot [(0,85 \cdot f_c \cdot (A_g - A_{st})) + (f_y \cdot A_{st})]$$

Donde:

P_u : carga última sobre la columna

1,4, 1,7: constantes

CM: carga muerta

CV: carga viva

A_t : área tributaria

$P_{n(\text{máx.})}$: carga axial pura

Φ : factor de reducción de capacidad

0,80; 0,85: constantes

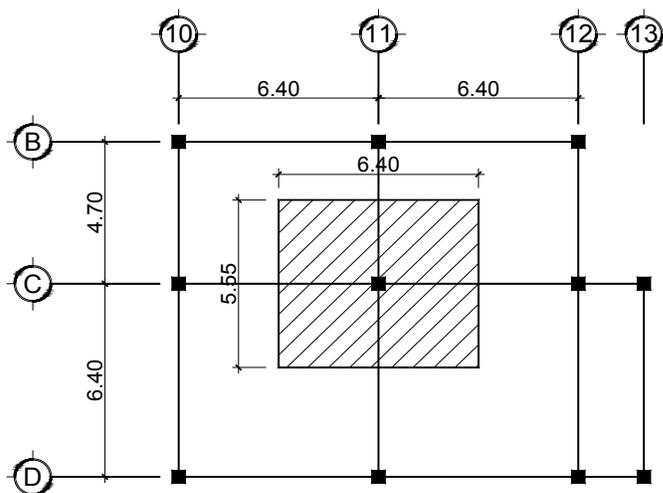
f_c : resistencia del concreto a compresión

A_g : área gruesa de la columna

A_{st} : área de acero longitudinal, donde $1\%A_g \leq A_{st} \leq 8\%A_g$

f_y : resistencia del acero

Figura 2. Área tributaria de la columna crítica



Fuente: elaboración propia.

Datos:

$$f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$CM = 436 \text{ kg/m}^2$$

$$fy = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$CV = 300 \text{ kg/m}^2$$

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

$$At = \text{Área tributaria } 35,52\text{m}^2$$

$$t_{\text{losa}} = 0,14 \text{ m}$$

$$P_u = 1,4(436 * 35,52) + 1,7(300 * 35,52) = 39\,796,61 \text{ kg}$$

Este valor se multiplica por 2 niveles

$$P_u = 2 * 39\,796,61 = 79\,593,22 \text{ kg}$$

$$\phi P_{n(\text{máx})} = 0,8 * 0,70 * [0,85 * 281 * (Ag - 0,01Ag) + 4200 * 0,01Ag]$$

$$\phi P_{n(\text{máx})} = 155,94Ag \text{ kg/cm}^2$$

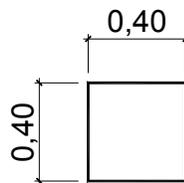
Igualando y despejando

$$79\,593,22 \text{ kg} = 155,94Ag \text{ kg/cm}^2$$

$$Ag = \frac{79\,593,22}{155,94} = 510,41 \text{ cm}^2$$

Se propone utilizar una sección de 40 por 40 centímetros = 1 600 centímetros cuadrados, que es mucho mayor que el área requerida, debido a que en el predimensionamiento no se toma en cuenta el efecto del sismo.

Figura 3. **Dimensiones de columna propuesta**



Fuente: elaboración propia.

2.1.7.2. Cargas de diseño

Las diferentes cargas que se aplican a los marcos, se clasifican según la dirección en que se aplican como, verticales o gravitacionales y horizontales que pueden ser provocadas por distintos factores como se explicará a continuación.

2.1.7.2.1. Cargas verticales o gravitacionales

Estas cargas se dividen en:



- Cargas Vivas (CV): AGIES en la Norma NSE capítulo 3, las define como; aquellas producidas por el uso y la ocupación de la edificación (no debe incluirse cargas de viento y sismo).

En la tabla V, se muestran los valores de carga viva para diferentes tipos de ocupación especificados en las Normas AGIES.

Tabla V. **Tabla 3-1 cargas vivas en edificaciones**

Tipo de ocupación o uso	Wv (kg/m ²)	Pv (kg)
Vivienda		
Balcones	500	
Habitaciones y pasillos	200	
Escaleras	300	
Oficina		
Pasillos y escaleras	300	
Oficinas	250	800
Áreas de cafetería	500	

Continuación de la tabla V.

Hospitales		
Pasillos	500	450
Clínicas y encamamiento	250	
Servicios médicos y laboratorio	350	800
Farmacia	500	
Escaleras	500	
Cafetería y cocina	500	
Hoteles		
Habitaciones	200	450
Servicios y áreas públicas	500	800
Educativos		
Aulas	200	400
Pasillos y escaleras	500	
Salones de lectura de biblioteca	200	400
Área de estanterías de biblioteca	700	800
Reunión		
Escaleras privadas	300	Ver 3.3 (d)
Escaleras públicas	500	Ver 3.3 (d)
Balcones	500	
Vestíbulos públicos	500	
Plazas a nivel de la calle	500	800
Salones con asiento fijo	300	
Salones sin asiento fijo	500	800
Escenarios y circulaciones	500	
Garajes		
Garajes para automóviles de pasajeros	250	Ver 3.3 (c)
Garajes para vehículos de carga (2 000 kg)	500	Ver 3.3 (c)
Rampas de uso colectivo	750	Ver 3.3 (c)
Corredores de circulación	500	Ver 3.3 (c)
Servicio y reparación	500	Ver 3.3 (c)
Instalaciones deportivas públicas		
Zonas de circulación	500	
Zonas de asientos	400	
Zonas sin asientos	800	
Canchas deportivas	Ver nota (a)	
Almacenes		
Minoristas	500	800
Mayoristas	600	1 200
Bodegas		
Cargas livianas	600	800
Cargas pesadas	1 200	1 200
Fábricas		
Industria livianas	500	800
Industria pesada	1 000	1 200
Cubiertas pesadas (inciso 3.3 (f))		
Azoteas de concreto con acceso	200	
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100	
Azoteas con inclinación mayor de 20°	75 (b)	
Cubiertas usadas para jardín o para reuniones	500	

Continuación de la tabla V.

Cubiertas livianas (inciso 3.3 (g)) Techos de laminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50 (b)	
---	--------	--

Fuente: AGIES NSE 2-10 Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección, p. 6.

Las cargas vivas utilizadas en este proyecto para el cálculo estructural son:

- Carga para área de oficinas 2do. nivel = 250 kg/m²
 - Carga para área de vestíbulo 1er. nivel = 300 kg/m²
 - Carga para escenario = 500 kg/m²
 - Carga para área de cubierta liviana = 50 kg/m² (esta carga aplica sobre la proyección horizontal del módulo del salón)
- Cargas Muertas (CM): estas cargas son las provocadas por los miembros estructurales y cualquier otro objeto que se encuentre permanentemente sobre la estructura.

En el caso de un edificio, estas cargas se componen por el peso de las losas, vigas, columnas, muros, estructura de cubierta, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulicas, eléctricas y otras si las hubiese), acabados y otros. Estas cargas se pueden determinar, con buena exactitud, a partir de los pesos volumétricos de los materiales que se utilicen, con ayuda de tablas que proporcionan estos datos.

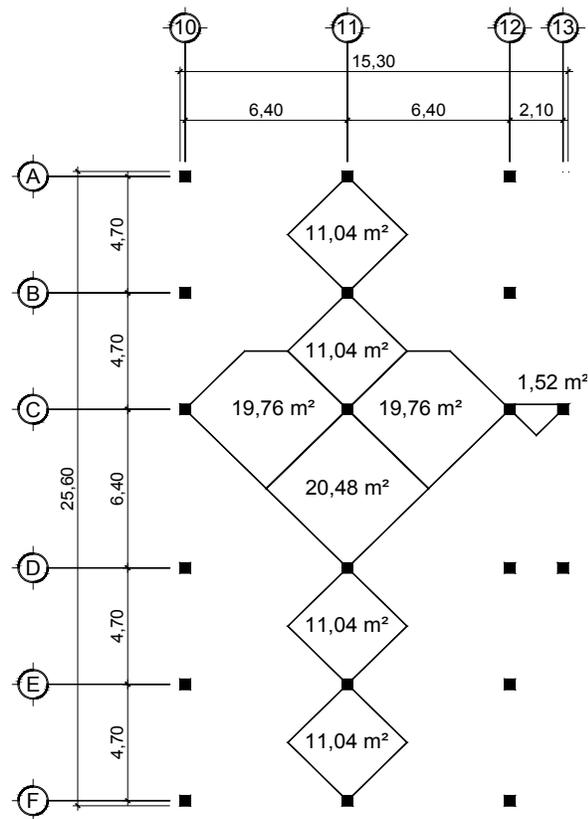
Las cargas muertas utilizadas para este proyecto son:

- Peso concreto = 2 400 kg/m³
- Peso propio + CM losa = 360 kg/m²
- Peso de sobrecarga 2do. nivel = 80 kg/m²
- Peso de sobrecarga 1er. nivel = 100 kg/m²

- Peso acabados = 60 kg/m²
- Peso tabiques = 80 kg/m²
- Peso vidrieras 2 mm = 5 kg/m²
- Peso mampostería = 195 kg/m²

A continuación se detalla el área y las dimensiones entre apoyos para la integración de cargas para el módulo de oficinas, del marco crítico analizado para el sentido X como para el sentido Y.

Figura 4. **Planta primer y segundo nivel módulo de oficinas, marcos analizados en ambos sentidos**



Fuente: elaboración propia.

Par poder integrar las cargas distribuidas para los marcos, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$W_{CM\ LOSA} = \text{Peso losa} * \text{Área tributaria}/\text{longitud}$$

$$W_{CM\ SOBRECARA} = \text{Peso sobrecarga} * \text{Área tributaria}/\text{longitud}$$

$$W_{CM\ ACABADOS} = \text{Peso acabados} * \text{Área tributaria}/\text{longitud}$$

$$W_{CM\ VIGA} = \gamma_{\text{concreto}} * b_{\text{viga}} * t_{\text{viga}}$$

$$W_{CV} = \text{Peso carga viva} * \text{Área tributaria}/\text{longitud}$$

Integración de cargas verticales para módulo de oficinas eje C (sentido X)

Nivel 2

Para vigas de 6,40 m:

$W_{CM\ LOSA} =$	$(360 \text{ kg/m}^2 * 19,76 \text{ m}^2) / 6,40 \text{ m}$	$=$	$1\ 111,50 \text{ kg/m}$
$W_{CM\ SOBRECARA} =$	$(80 \text{ kg/m}^2 * 19,76 \text{ m}^2) / 6,40 \text{ m}$	$=$	$247,00 \text{ kg/m}$
$W_{CM\ ACABADOS} =$	$(60 \text{ kg/m}^2 * 19,76 \text{ m}^2) / 6,40 \text{ m}$	$=$	$185,25 \text{ kg/m}$
$W_{CM\ VIGA} =$	$2\ 400 \text{ kg/m}^3 * 0,25 \text{ m} * 0,50 \text{ m}$	$=$	$300,00 \text{ kg/m}$
	Total	$=$	1\ 843,75 kg/m

$W_{CV\ 2do.\ NIVEL} =$	$(250 \text{ kg/m}^2 * 19,76 \text{ m}^2) / 6,40 \text{ m}$	$=$	$771,88 \text{ kg/m}$
-------------------------	---	-----	-----------------------

Para vigas de 2,10 m:

$W_{CM\ LOSA} =$	$(360 \text{ kg/m}^2 * 1,52 \text{ m}^2) / 2,10 \text{ m}$	$=$	$260,75 \text{ kg/m}$
$W_{CM\ SOBRECARA} =$	$80 \text{ kg/m}^2 * 1,52 \text{ m}^2) / 2,10 \text{ m}$	$=$	$57,91 \text{ kg/m}$
$W_{CM\ ACABADOS} =$	$(60 \text{ kg/m}^2 * 1,52 \text{ m}^2) / 2,10 \text{ m}$	$=$	$43,43 \text{ kg/m}$
$W_{CM\ VIGA} =$	$2\ 400 \text{ kg/m}^3 * 0,25 \text{ m} * 0,50 \text{ m}$	$=$	$300,00 \text{ kg/m}$
	Total	$=$	661,90 kg/m

$$W_{CV \text{ 2do. NIVEL}} = (250 \text{ kg/m}^2 * 1,52 \text{ m}^2) / 2,10 \text{ m} = 180,96 \text{ kg/m}$$

Nivel 1

Para vigas de 6,40 m:

$$W_{CM \text{ LOSA}} = (360 \text{ kg/m}^2 * 19,76 \text{ m}^2) / 6,40 \text{ m} = 1 \ 111,50 \text{ kg/m}$$

$$W_{CM \text{ SOBRECARA}} = (100 \text{ kg/m}^2 * 19,76 \text{ m}^2) / 6,40 \text{ m} = 308,75 \text{ kg/m}$$

$$W_{CM \text{ ACABADOS}} = (60 \text{ kg/m}^2 * 19,76 \text{ m}^2) / 6,40 \text{ m} = 185,25 \text{ kg/m}$$

$$W_{CM \text{ TABIQUES}} = (80 \text{ kg/m}^2 * 19,76 \text{ m}^2) / 6,40 \text{ m} = 247,00 \text{ kg/m}$$

$$W_{CM \text{ VIGA}} = 2 \ 400 \text{ kg/m}^3 * 0,25 \text{ m} * 0,50 \text{ m} = 300,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total} = 2 \ 152,50 \text{ kg/m}$$

$$W_{CV \text{ 1er. NIVEL}} = (300 \text{ kg/m}^2 * 19,76 \text{ m}^2) / 6,40 \text{ m} = 926,25 \text{ kg/m}$$

Para vigas de 2,10 m:

$$W_{CM \text{ LOSA}} = (360 \text{ kg/m}^2 * 1,52 \text{ m}^2) / 2,10 \text{ m} = 260,57 \text{ kg/m}$$

$$W_{CM \text{ SOBRECARA}} = (100 \text{ kg/m}^2 * 1,52 \text{ m}^2) / 2,10 \text{ m} = 72,38 \text{ kg/m}$$

$$W_{CM \text{ ACABADOS}} = (60 \text{ kg/m}^2 * 1,52 \text{ m}^2) / 2,10 \text{ m} = 43,43 \text{ kg/m}$$

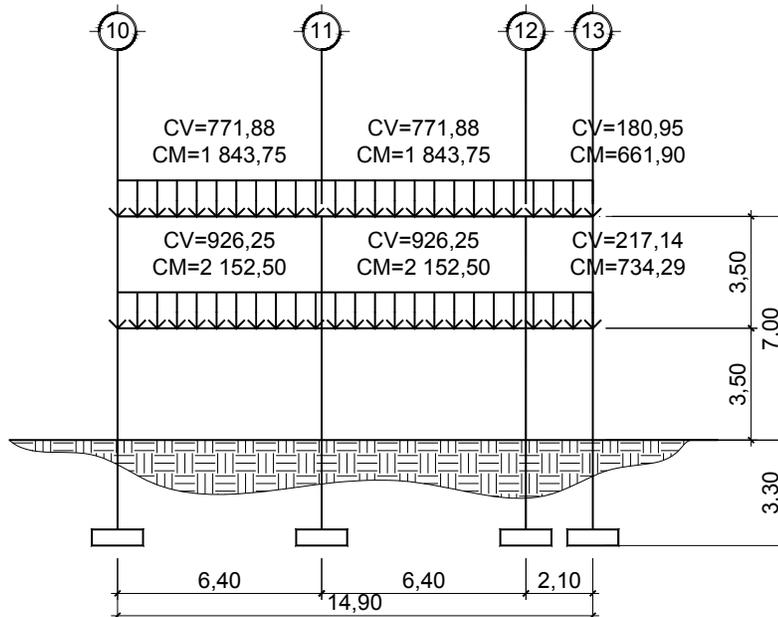
$$W_{CM \text{ TABIQUES}} = (80 \text{ kg/m}^2 * 1,52 \text{ m}^2) / 2,10 \text{ m} = 57,90 \text{ kg/m}$$

$$W_{CM \text{ VIGA}} = 2 \ 400 \text{ kg/m}^3 * 0,25 \text{ m} * 0,50 \text{ m} = 300,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total} = 734,29 \text{ kg/m}$$

$$W_{CV \text{ 1er. NIVEL}} = (300 \text{ kg/m}^2 * 1,52 \text{ m}^2) / 2,10 \text{ m} = 217,14 \text{ kg/m}$$

Figura 5. **Cargas distribuidas muerta y viva marco eje C (sentido X, kg/m)**



Fuente: elaboración propia.

Integración de cargas verticales para módulo de oficinas eje 11 (sentido Y)

Nivel 2

Para vigas de 6,40 m:

$W_{CM\ LOSA} =$	$(360\ \text{kg/m}^2 * 20,48\ \text{m}^2) / 6,40\ \text{m}$	$=$	$1\ 152,00\ \text{kg/m}$
$W_{CM\ SOBRECARA} =$	$(80\ \text{kg/m}^2 * 20,48\ \text{m}^2) / 6,40\ \text{m}$	$=$	$256,00\ \text{kg/m}$
$W_{CM\ ACABADOS} =$	$(60\ \text{kg/m}^2 * 20,48\ \text{m}^2) / 6,40\ \text{m}$	$=$	$192,00\ \text{kg/m}$
$W_{CM\ VIGA} =$	$2\ 400\ \text{kg/m}^3 * 0,25\ \text{m} * 0,50\ \text{m}$	$=$	$300,00\ \text{kg/m}$
	<u>Total</u>	$=$	<u>$1\ 900,00\ \text{kg/m}$</u>
$W_{CV\ 2do.\ NIVEL} =$	$(250\ \text{kg/m}^2 * 20,48\ \text{m}^2) / 6,40\ \text{m}$	$=$	$800,00\ \text{kg/m}$

Para vigas de 4,70 m:

$W_{CM\ LOSA} =$	$(360\text{ kg/m}^2 * 11,04\text{ m}^2) / 4,70\text{ m}$	$=$	$845,62\text{ kg/m}$
$W_{CM\ SOBRECARA} =$	$(80\text{ kg/m}^2 * 11,04\text{ m}^2) / 4,70\text{ m}$	$=$	$187,91\text{ kg/m}$
$W_{CM\ ACABADOS} =$	$(60\text{ kg/m}^2 * 11,04\text{ m}^2) / 4,70\text{ m}$	$=$	$140,94\text{ kg/m}$
$W_{CM\ VIGA} =$	$2\ 400\text{ kg/m}^3 * 0,25\text{ m} * 0,50\text{ m}$	$=$	$300,00\text{ kg/m}$
	<u>Total</u>	$=$	<u>$1\ 474,47\text{ kg/m}$</u>

$W_{CV\ 2do.\ NIVEL} =$	$(250\text{ kg/m}^2 * 11,04\text{ m}^2) / 4,70\text{ m}$	$=$	$587,24\text{ kg/m}$
-------------------------	--	-----	----------------------

Nivel 1

Para vigas de 6,40 m:

$W_{CM\ LOSA} =$	$(360\text{ kg/m}^2 * 20,48\text{ m}^2) / 6,40\text{ m}$	$=$	$1\ 152,00\text{ kg/m}$
$W_{CM\ SOBRECARA} =$	$(100\text{ kg/m}^2 * 20,48\text{ m}^2) / 6,40\text{ m}$	$=$	$320,00\text{ kg/m}$
$W_{CM\ ACABADOS} =$	$(60\text{ kg/m}^2 * 20,48\text{ m}^2) / 6,40\text{ m}$	$=$	$192,00\text{ kg/m}$
$W_{CM\ TABIQUES} =$	$(80\text{ kg/m}^2 * 20,48\text{ m}^2) / 6,40\text{ m}$	$=$	$256,00\text{ kg/m}$
$W_{CM\ VIGA} =$	$2\ 400\text{ kg/m}^3 * 0,25\text{ m} * 0,50\text{ m}$	$=$	$300,00\text{ kg/m}$
	<u>Total</u>	$=$	<u>$2\ 220,00\text{ kg/m}$</u>

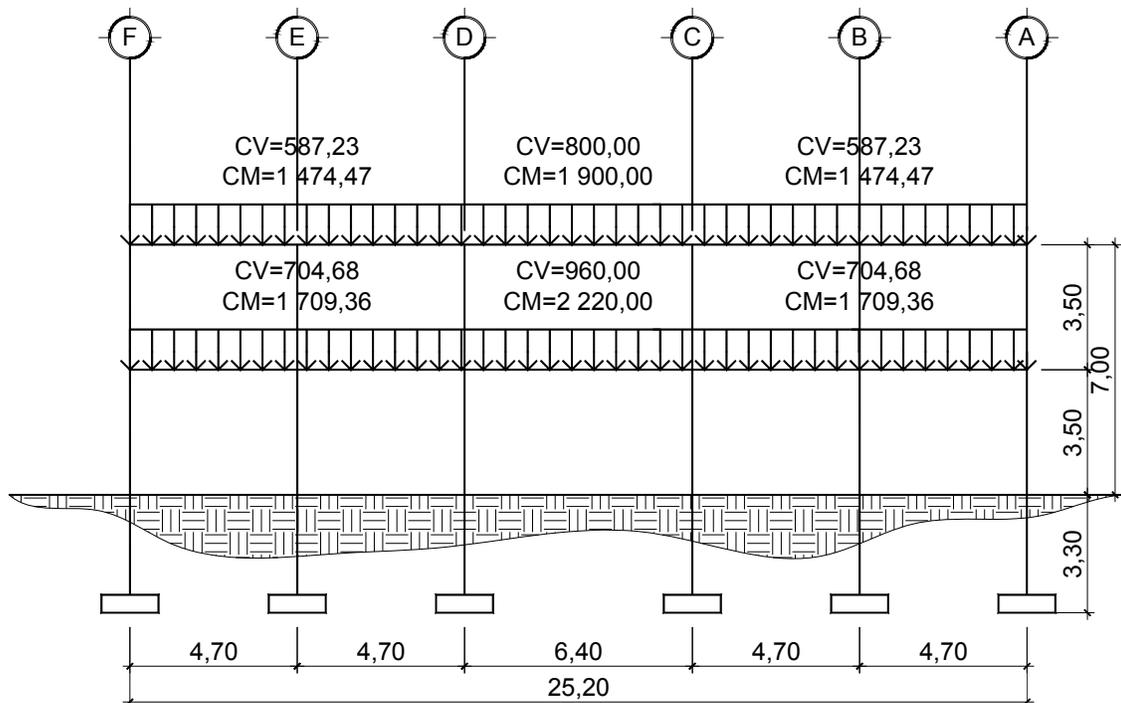
$W_{CV\ 1er.\ NIVEL} =$	$(300\text{ kg/m}^2 * 20,48\text{ m}^2) / 6,40\text{ m}$	$=$	$960,00\text{ kg/m}$
-------------------------	--	-----	----------------------

Para vigas de 4,70 m:

$W_{CM\ LOSA} =$	$(360\text{ kg/m}^2 * 11,04\text{ m}^2) / 4,70\text{ m}$	$=$	$845,62\text{ kg/m}$
$W_{CM\ SOBRECARA} =$	$(100\text{ kg/m}^2 * 11,04\text{ m}^2) / 4,70\text{ m}$	$=$	$234,90\text{ kg/m}$
$W_{CM\ ACABADOS} =$	$(60\text{ kg/m}^2 * 11,04\text{ m}^2) / 4,70\text{ m}$	$=$	$140,94\text{ kg/m}$
$W_{CM\ TABIQUES} =$	$(80\text{ kg/m}^2 * 11,04\text{ m}^2) / 4,70\text{ m}$	$=$	$187,91\text{ kg/m}$
$W_{CM\ VIGA} =$	$2\ 400\text{ kg/m}^3 * 0,25\text{ m} * 0,50\text{ m}$	$=$	$300,00\text{ kg/m}$
	<u>Total</u>	$=$	<u>$1\ 709,36\text{ kg/m}$</u>

$$W_{CV \text{ 1er. NIVEL}} = (300 \text{ kg/m}^2 * 11,04 \text{ m}^2) / 4,70 \text{ m} = 704,68 \text{ kg/m}$$

Figura 6. **Cargas distribuidas muerta y viva marco eje 11 (sentido Y, kg/m)**



Fuente: elaboración propia.

2.1.7.2.2. Cargas horizontales

Este tipo de cargas pueden ser provocadas por sismo, viento, empuje de suelo, empuje de fluidos, etc. Estas cargas son dinámicas, esto quiere decir que es muy baja la probabilidad de que todas actúen al mismo tiempo sobre una estructura. Guatemala está situada en una zona de gran actividad sísmica, tanto tectónica como volcánica, por lo que es crítico tomar en cuenta la carga sísmica para todo proyecto estructural.

2.1.7.3. Fuerzas sísmicas

Los sismos consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener la estructura en su sitio original, esto hace que la estructura sufra desplazamiento, que pueden tener resultados destructivos. Por lo tanto; el diseño sísmico depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura y especialmente de su altura.

Esta fuerza es directamente proporcional al peso total de la estructura, considerando que la estructura está empotrada a nivel del suelo, donde será el punto de aplicación, a esta carga se le conoce como corte basal (V_b), esta carga luego se distribuye a cada nivel de la estructura y posteriormente se distribuye por marcos proporcional a la rigidez de los elementos estructurales.

Hacer un análisis sísmico de tipo dinámico, es muy complicado, por lo que se utilizará el método alternativo equivalente estático del SEAOC, el cual se desarrolla a continuación.

Método estático equivalente SEAOC

$$V_b = Z I K C S W; \text{ Ecuación (3 – 1) capítulo 13 sección 1 SEAOC}$$

Donde:

Z: coeficiente que depende la zona sísmica

I: coeficiente que depende del tipo de ocupación e importancia de la estructura, después de sucedido el evento

K: factor que depende del sistema estructural utilizado

C: coeficiente que depende del periodo fundamental de vibración "T"

S: coeficiente que depende del tipo de suelo sobre el cual está la estructura

W: total de la carga muerta más 25% de la carga viva

Descripción de cada variable de la ecuación (3-1):

Z = coeficiente que depende de la zona sísmica como se especifica en el anexo y su valor se obtiene de la tabla VI.

Tabla VI. **Valores del coeficiente Z, según la zona sísmica**

Zona sísmica	Coeficiente
4	1
3	0,75
2	0,5
1	0,25

Fuente: Table 3-1. Z-Coefficient, Chapter 13 section 1 SEAOC.

Para este caso se utilizará el coeficiente $Z=1$, por la zona sísmica en donde se construirá.

I = coeficiente que depende del tipo de ocupación e importancia de la estructura después de un sismo, como se especifica en la tabla VII.

Tabla VII. **Valores coeficiente I**

Tipo de ocupación		Importancia
Complejo esencial	Bomberos, Policía, Hospitales	1,5
Complejo de alto riesgo	Salones, colegios, universidades	1,25
Todos los demás	Lugares comunes	1

Fuente: Table 3-2. I-Coefficient, Chapter 13 section 1 SEAOC.

Por la importancia de que el conjunto pueda ser utilizado como área de albergue y centro de acopio el coeficiente $I=1,5$.

K = factor de fuerza horizontal, que depende del sistema estructural utilizado, se especifica en la tabla VIII.

Tabla VIII. **Valores coeficiente K**

Sistema estructural usado	Factor
Marcos dúctiles resistentes a cargas laterales	0,67
Marcos con muros de corte	0,8
Mampostería	1
Sistema tipo cajón	1,33

Fuente: Table 3-3. K-Coefficient, Chapter 13 section 1 SEAOC.

Por utilizar el sistemas de marcos espaciales dúctiles resistentes a momento, se debe tomar $K = 0,67$.

C = coeficiente del periodo fundamental, el valor de C debe ser determinado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C = \frac{1}{15 \sqrt[2]{T}} ; \text{ Ecuación (3 – 2) capítulo 13 sección 1 SEAOC}$$

- El valor de C no tiene que exceder 0,12.
- Los valores de C y S (como es indicado más adelante), su producto de $C*S$ no debe exceder 0,14.

- “T” período fundamental de vibración de la estructura. El período fundamental de vibración de la estructura T puede ser determinado por la siguiente fórmula:

$$T = \frac{0,05 * h_n}{\sqrt[2]{D}} ; \text{ Ecuación (3-3A) capítulo 13 sección 1 SEAOC}$$

Donde:

h_n = altura total de la estructura en metros

D = longitud de la estructura en dirección paralela al sismo en metros

S = coeficiente que representa la interacción dinámica entre el suelo y la estructura, debe determinarse a partir de datos adecuadamente sustentados por un estudio geotécnico. Si no se cuenta con el estudio geotécnico, el valor de S debe ser 1,5, el cual es nuestro caso.

W = total de la carga muerta más 25 por ciento de la carga viva.

- Cálculo de peso por niveles:

$W_{losa} = (\text{peso específico del concreto}) * (\text{área de la losa}) * (\text{espesor de la losa})$

$W_{viga X} = (\text{peso específico del concreto}) * [(\text{área de la sección transversal de la viga} * \text{sumatoria de longitud de ejes en sentido X})]$

$W_{viga Y} = (\text{peso específico del concreto}) * [(\text{área de la sección transversal de la viga} * \text{sumatoria de longitud de ejes en sentido Y})]$

$W_{columna} = (\text{peso específico del concreto}) * (\text{área de la sección transversal de la columna} * \text{altura de la columna} * \text{cantidad de columnas})$

$$W_{\text{mampostería}} = (\text{peso de la mampostería}) * (\text{área de mampostería})$$

$$W_{\text{tabique}} = (\text{peso del tabique}) * (\text{área del tabique})$$

$$W_{\text{vidrio}} = (\text{peso vidrio}) * (\text{área de la vidriera})$$

$$W_{\text{carga viva}} = (\text{Carga viva}) * (\text{área}) * (25\%)$$

Nivel 2

$$W_{\text{CM LOSA}} = (2\,400 \text{ kg/m}^3 * 352,20 \text{ m}^2 * 0,15 \text{ m}) = 126\,792,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CM VIGAS X}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * [(0,25 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 81,00 \text{ m})] = 24\,300,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CM VIGAS Y}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * [(0,25 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 82,00 \text{ m})] = 24\,600,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CM COLUMNA}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * [(0,40 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 1,75 \text{ m} * 20)] = 13\,440,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CM MAMPOSTERÍA}} = (190 \text{ kg/m}^2 * 3,00 \text{ m}^2) = 585,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CM TABIQUE}} = (80 \text{ kg/m}^2 * 24,25 \text{ m}^2) = 1\,940,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CM VIDRIO}} = (5 \text{ kg/m}^2 * 63,48 \text{ m}^2) = 317,40 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CV 2do. NIVEL}} = (250 \text{ kg/m}^2 * 352,20 \text{ m}^2 * 25\%) = \underline{22\,012,50 \text{ kg}}$$

$$\text{Peso total del segundo nivel} = 213\,986,90 \text{ kg}$$

Nivel 1

$$W_{\text{CM LOSA}} = (2\,400 \text{ kg/m}^3 * 352,20 \text{ m}^2 * 0,15 \text{ m}) = 126\,792,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CM VIGAS X}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * [(0,25 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 81,00 \text{ m})] = 24\,300,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CM VIGAS Y}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * [(0,25 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 82,00 \text{ m})] = 24\,600,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CM COLUMNA}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * [(0,40 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 8,55 \text{ m} * 20)] = 65\,664,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CM MAMPOSTERÍA}} = (190 \text{ kg/m}^2 * 325,66,00 \text{ m}^2) = 63\,503,70 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CM TABIQUE}} = (80 \text{ kg/m}^2 * 218,21 \text{ m}^2) = 17\,456,80 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CM VIDRIO}} = (5 \text{ kg/m}^2 * 77,70 \text{ m}^2) = 388,50 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CV 1er. NIVEL}} = (300 \text{ kg/m}^2 * 352,20 \text{ m}^2 * 25\%) = \underline{26\,415,00 \text{ kg}}$$

$$\text{Peso total del primer nivel} = 349\,120,00 \text{ kg}$$

Peso total módulo de oficinas:

$$W_{\text{TOTAL DEL MÓDULO}} = 213\,986,90 \text{ kg} + 349\,120,00 \text{ kg}/1000 = 563,11 \text{ T}$$

- Cálculo del corte basal:

$$T_x = \frac{0,09 * 7,00 \text{ m}}{\sqrt[2]{15,30 \text{ m}}} = 0,161 \text{ s},$$

$$C_x = \frac{1}{15 \sqrt[2]{0,161 \text{ s}}} = 0,166; \quad C_x \leq 0,12$$

$$T_y = \frac{0,09 * 7,00 \text{ m}}{\sqrt[2]{25,50 \text{ m}}} = 0,125 \text{ s}.$$

$$C_y = \frac{1}{15 \sqrt[2]{0,125 \text{ s}}} = 0,188; \quad C_y \leq 0,12$$

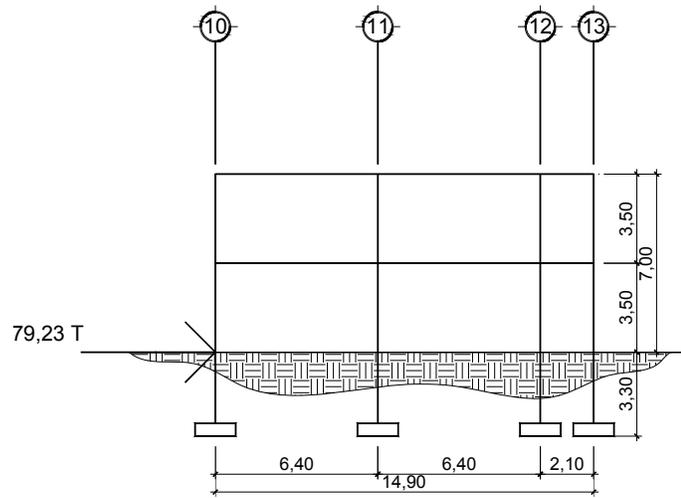
$$C_x * S = 0,12 * 1,5 = 0,18; \quad C_x * S \leq 0,14$$

$$C_y * S = 0,12 * 1,5 = 0,18; \quad C_y * S \leq 0,14$$

$$V_x = 1 * 1,5 * 0,67 * 0,14 * 563,11 \text{ T} = 79,23 \text{ T}$$

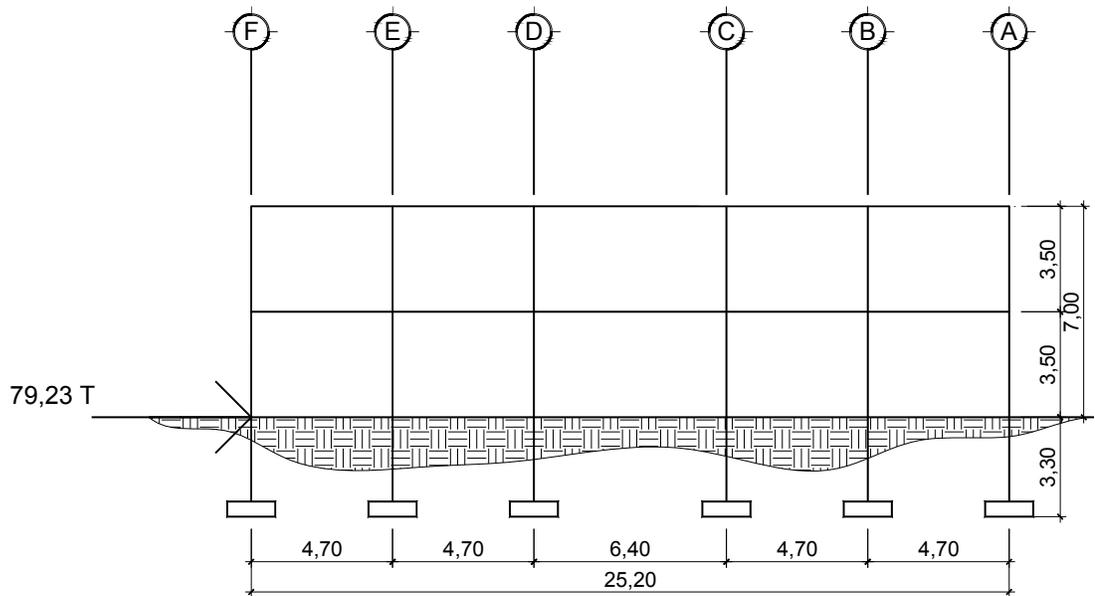
$$V_y = 1 * 1,5 * 0,67 * 0,14 * 563,11 \text{ T} = 79,23 \text{ T}$$

Figura 7. **Corte basal módulo de oficinas sentido X**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Corte basal módulo de oficinas sentido Y**



Fuente: elaboración propia.

- Distribución del corte basal por nivel:

$$F_i = \frac{(V_b - F_t) W_i h_i}{\sum W_i h_i}; \text{ Ecuación (3 - 5) capítulo 13 sección 1 SEAOC}$$

$$\text{Si } T < 0,25 \text{ s; } F_t = 0$$

$$\text{Si } T > 0,25 \text{ s; } F_t = 0.07 * T * V_b$$

Donde:

F_i : fuerza horizontal en el nivel i

V_b : corte basal

F_t : fuerza en la cúspide de la estructura

W_i : peso de la estructura en el nivel i

h_i : altura del nivel i medida desde el nivel basal

Sentido X:

$$F_{2X} = \frac{(79,23 \text{ T} - 0) * 213,99 \text{ T} * 7,00 \text{ m}}{2 \cdot 719,83 \text{ T-m}} = 43,63 \text{ T}$$

$$F_{1X} = \frac{(79,23 \text{ T} - 0) * 349,12 \text{ T} * 3,50 \text{ m}}{2 \cdot 719,83 \text{ T-m}} = 35,59 \text{ T}$$

Sentido Y:

$$F_{2Y} = \frac{(79,23 \text{ T} - 0) * 213,99 \text{ T} * 7,00 \text{ m}}{2 \cdot 719,83 \text{ T-m}} = 43,63 \text{ T}$$

$$F_{1Y} = \frac{(79,23 \text{ T} - 0) * 349,12 \text{ T} * 3,50 \text{ m}}{2 \cdot 719,83 \text{ T-m}} = 35,59 \text{ T}$$

Tabla IX. **Distribución de corte basal por niveles sentido X**

Nivel	Wi (T)	Hi (m)	Wi*Hi (T-m)	Fi (T)
2	213,99	7,00	1 497,91	43,63
1	349,12	3,50	1 221,92	35,59
	563,11		2 719,83	

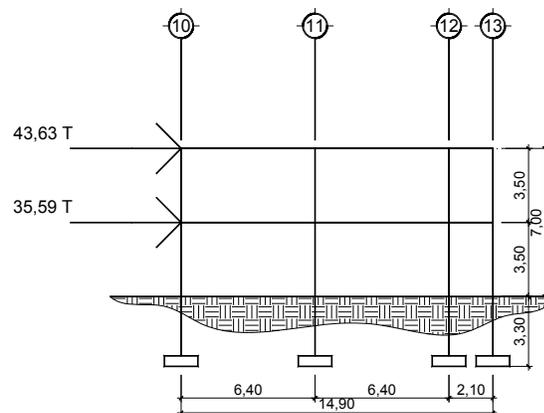
Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Distribución de corte basal por niveles sentido Y**

Nivel	Wi (T)	Hi (m)	Wi*Hi (T-m)	Fi (T)
2	213,99	7,00	1497,91	43,63
1	349,12	3,50	1 221,92	35,59
	563,11		2 719,83	

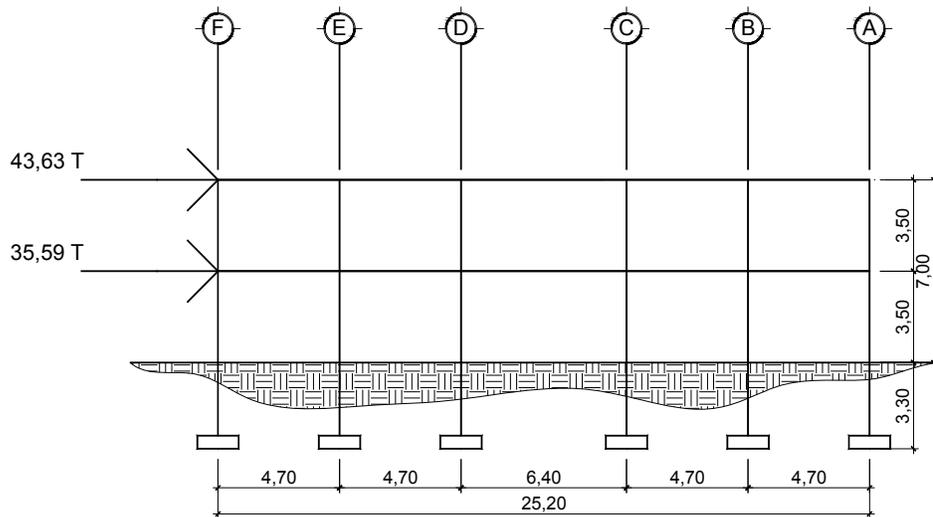
Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Distribución del corte basal por niveles, módulo de oficinas sentido X**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Distribución del corte basal por niveles, módulo de oficinas sentido Y**



Fuente: elaboración propia.

- Distribución de corte basal por marco

La distribución del corte de cada nivel a cada marco, se hace por medio de las rigideces de los elementos verticales resistentes a la fuerza horizontal (columnas). La fórmula de la rigidez para una columna se presenta a continuación:

$$k = \frac{V}{\Delta}$$

$$\Delta = \Delta_{\text{flexión}} + \Delta_{\text{corte}} = \frac{VH^3}{12E_C I} + \frac{1,2 VH}{GA}$$

$$k = \frac{V}{\frac{VH^3}{12E_C I} + \frac{1,2 VH}{GA}}$$

Donde:

$$I = \frac{1}{12} bL^2 ; \quad A = bL ; \quad G = 0,4E_C$$

$$k = \frac{E_C A}{H \left[\left(\frac{H}{L} \right)^2 + 3 \right]}$$

En el caso de esta estructura E_C , A , H y L son constantes, ya que todas las columnas tienen la misma sección y están hechas del mismo material; de lo contrario se debe calcular la rigidez de cada elemento vertical, tomando en cuenta columnas y muros de corte si los hubiese.

Distribución de fuerza lateral por marcos:

$$F_{iX}' = \frac{F_X * K_{marco}}{K_{piso}} ; \quad F_{iY}' = \frac{F_Y * K_{marco}}{K_{piso}}$$

Donde:

F_{iX} : fuerza en dirección x nivel i

F_{iY} : fuerza en dirección y nivel i

K_{marco} : rigidez del marco en cada dirección

K_{piso} : rigidez del piso

Sentido X:	Sentido Y:
Marco A: 3 K	Marco 10: 6 K
Marco B: 3 K	Marco 11: 6 K
Marco C: 4 K	Marco 12: 6 K
Marco D: 4 K	Marco 13: 2 K
Marco E: 3 K	<hr/> Total: 20 K
Marco F: 3 K	
<hr/> Total: 20 K	

$$F_{2XC} = \frac{43,63 \text{ T} * 4 \text{ k}}{20 \text{ k}} = 8,727 \text{ T}$$

$$F_{1XC} = \frac{35,59 \text{ T} * 4 \text{ k}}{20 \text{ k}} = 7,119 \text{ T}$$

$$F_{2Y11} = \frac{43,63 \text{ T} * 6 \text{ k}}{20 \text{ k}} = 13,090 \text{ T}$$

$$F_{1Y11} = \frac{35,59 \text{ T} * 6 \text{ k}}{20 \text{ k}} = 10,678 \text{ T}$$

- Incremento de corte por torsión

Además del corte por traslación, se debe calcular el corte por torsión, este corte se origina por la variación entre el centroide de masa (cm) y el centroide de rigidez (CR). La distancia entre ambos centroides se denomina excentricidad “e”, la cual multiplicada por el cortante sísmico, que actúa en el nivel, produce el momento torsional, que debe ser resistido por los elementos verticales, que forman el sistema que resiste las cargas sísmicas, simultáneamente con los cortantes directos debidos a estas cargas. La torsión no es más que un giro alrededor de un eje vertical, que coincide con el centroide de rigidez. Siempre se busca eliminar la torsión de una estructura, por medio de un diseño simétrico con excentricidad cero o casi cero.

Además de las excentricidades reales hay que tomar en cuenta las excentricidades accidentales. Las causas principales que generan las excentricidades accidentales, incluyen la componente rotacional del movimiento del terreno alrededor de un eje vertical, las diferencias entre los valores

asumidos de rigideces y masas, el patrón asimétrico de las relaciones no lineales de fuerza-deformación.

Debido a lo complejo de determinar los efectos dinámicos sobre la torsión, estudios realizados por *Newmark Rosenblueth*, indican que se debe considerar un factor de magnificación dinámica que incremente la excentricidad calculada, multiplicándola por 1,5. Además se debe considerar la excentricidad accidental debido a posibles errores en la determinación de la excentricidad a partir de los valores teóricos considerados. Dando como resultado una excentricidad de diseño igual a:

$$e_d = 1,5e + \% b$$

$$e_d = e + \% b$$

Donde:

b = es la dimensión del edificio medida paralelamente a la dirección considerada. El porcentaje va de 0,05 a 0,10. Los códigos UBC y SEAOC por ejemplo, especifican como porcentaje 0,05 mientras que el Código Mexicano del Distrito Federal considera como porcentaje 0,10.

Para este caso se optará por el porcentaje mayor de 0,10.

- Cálculo del centro de masa (Cm) y Centro de Rigidez (CR):
 - Centro de masa

$$X_{Cm} = \frac{\sum A\bar{X}}{\sum A}; \quad Y_{Cm} = \frac{\sum A\bar{Y}}{\sum A}$$

Donde:

X_{Cm} : posición del centro de masa en "X" respecto a "0"

Y_{Cm} : posición del centro de masa en “Y” respecto a “0”

A: área transversal del elemento estructural

\bar{X} : posición de centro de masa del elemento estructural respecto a “0” en dirección “X”

\bar{Y} : posición de centro de masa del elemento estructural respecto a “0” en dirección “Y”

Tabla XI. **Cálculo del centro de masa**

Elemento	\bar{X} (m)	\bar{Y} (m)	A (m ²)	A * \bar{X} (m ³)	A * \bar{Y} (m ³)
LOSA 1	14,25	12,75	14,28	203,49	182,07
LOSA 2	6,60	12,75	337,92	2230,27	4308,48
COL F10	0,00	0,00	0,16	0,00	0,88
COL E10	0,00	4,70	0,16	0,00	0,75
COL D10	0,00	9,40	0,16	0,00	1,50
COL C10	0,00	15,80	0,16	0,00	2,52
COL B10	0,00	20,50	0,16	0,00	3,28
COL A10	0,00	25,20	0,16	0,00	4,03
COL F11	6,40	0,00	0,16	1,02	0,00
COL E11	6,40	4,70	0,16	1,02	0,75
COL D11	6,40	9,40	0,16	1,02	1,50
COL C11	6,40	15,80	0,16	1,02	2,52
COL B11	6,40	20,50	0,16	1,02	3,28
COL A11	6,40	25,20	0,16	1,02	4,03
COL F12	12,80	0,00	0,16	2,04	0,00
COL E12	12,80	4,70	0,16	2,04	0,75
COL D12	12,80	9,40	0,16	2,04	1,50
COL C12	12,80	15,80	0,16	2,04	2,52
COL B12	12,80	20,50	0,16	2,04	3,28
COL A12	12,80	25,20	0,16	2,04	4,03
COL D13	14,90	9,40	0,16	2,38	1,50
COL C13	14,90	15,80	0,16	2,38	2,52

Continuación de la tabla XI.

VIGA F	6,40	0,00	0,125	0,80	0,00
VIGA E	6,40	4,70	0,125	0,80	0,58
VIGA D	7,45	9,40	0,125	0,93	1,17
VIGA C	7,45	15,80	0,125	0,93	1,97
VIGA B	6,40	20,50	0,125	0,80	2,56
VIGA A	6,40	25,20	0,125	0,80	3,15
VIGA 10	0,00	12,60	0,125	0,00	1,57
VIGA 11	6,40	12,60	0,125	0,80	1,57
VIGA 12	12,80	12,60	0,125	1,60	1,57
VIGA 13	14,90	12,60	0,125	1,86	1,57
Total			342,37	2 262,79	4 364,55

Fuente: elaboración propia.

$$X_{Cm} = \frac{2\,262,79\text{ m}^3}{342,37\text{ m}^2} = 6,61\text{ m} \quad Y_{Cm} = \frac{4\,364,55\text{ m}^3}{342,37\text{ m}^2} = 12,75\text{ m}$$

- o Centro de rigidez

$$X_{CR} = \frac{\sum k_y X_i}{\sum k_y}; \quad Y_{CR} = \frac{\sum k_x Y_i}{\sum k_x}$$

Donde:

X_{CR} : posición del centro de rigidez en "X" respecto a "0"

k_y : rigidez de los elementos verticales en sentido "Y"

X_i : posición del elemento vertical respecto a "0" en dirección "X"

Y_{CR} : posición del centro de rigidez en "Y" respecto a "0"

k_x : rigidez de los elementos verticales en sentido "X"

Y_i : posición del elemento vertical respecto a "0" en dirección "Y"

Tabla XII. **Cálculo del centro de rigidez sentido X**

Marco	X _i (m)	k _y	k _y X _i (m)
10	0,00	6	0,00
11	6,40	6	38,40
12	12,80	6	76,80
13	14,90	2	29,80
Total		20	145,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Cálculo del centro de rigidez sentido Y**

Marco	Y _i (m)	k _x	k _x Y _i (m)
A	25,20	3	75,60
B	20,50	3	61,50
C	15,80	4	63,20
D	9,40	4	37,60
E	4,70	3	14,10
F	0,00	3	0,00
Total		20	252,00

Fuente: elaboración propia.

$$X_{CR} = \frac{145,00 \text{ m}}{20} = 7,25 \text{ m} \quad Y_{CR} = \frac{252,00 \text{ m}}{20} = 12,60 \text{ m}$$

Cálculo de excentricidades

Excentricidad real:

$$e_x = |6,61 - 7,25| = 0,64 \text{ m} \quad e_y = |12,75 - 12,60| = 0,15 \text{ m}$$

Excentricidad de diseño:

$$edx = 1,5 (0,64)+0,1 (14,90)= 2,45 \text{ m}$$

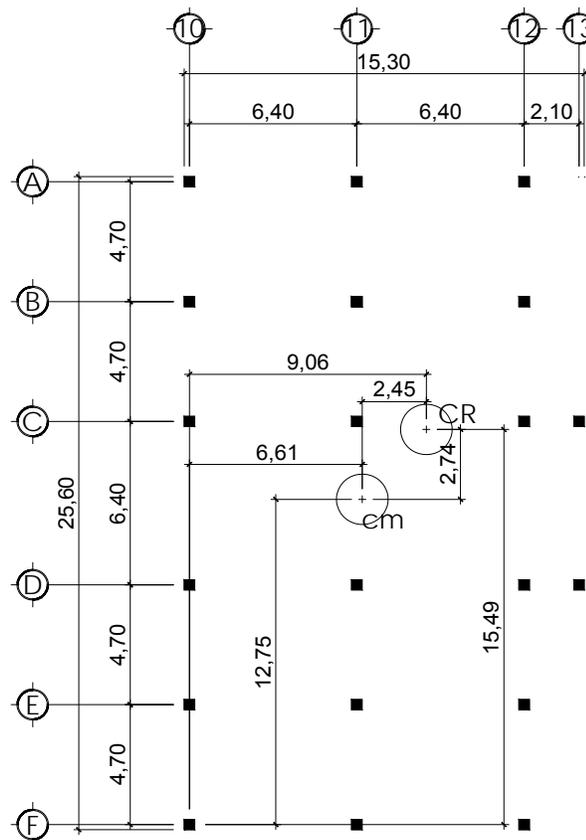
$$edy = 0,64-0,1 (14,90)= -0,85 \text{ m}$$

$$edy = 1,5 (0,15)+0,1 (25,20)= 2,74 \text{ m}$$

$$edx = 0,15+0,1 (25,20)= -2,37 \text{ m}$$

De los valores anteriores se tomaran los que de mayor resultado en el momento torsionante, siendo estos $edx = 2,45 \text{ m}$ y $edy = 2,74 \text{ m}$.

Figura 11. **Posición del centro de masa (Cm) y Centro de Rigidez (CR) módulo de oficinas**



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del corte por torsión

Para calcular de forma aproximada los cortantes adicionales debido a los momentos torsionales, se puede asumir que los elementos verticales en cada nivel, se encuentran empotrados en sus extremos a diafragmas rígidos.

Para el cálculo se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_i'' = \frac{e * F_n}{E_i}; \quad E_i = \frac{\sum k_{\text{marco}} * d_i^2}{k_{\text{marco}} * d_i}; \quad F_m = F_i' \pm F_i''$$

Donde:

F_m : fuerza de traslación más torsión del marco i en el nivel n

F_i' : fuerza de traslación del marco i

F_i'' : fuerza de torsión del marco i

e: excentricidad de diseño

F_n : fuerza del nivel n

E_i : relación entre rigideces y el brazo de palanca de cada marco

k_{marco} : rigidez del marco analizado

d_i : distancia perpendicular respecto del CR y el eje del marco considerado

Si el valor $F_m < F_i'$ se debe de tomar F_i' como la fuerza del marco. Si el valor $F_m > F_i'$, F_m será el valor del marco analizado. Es decir que, se toman los valores críticos.

Para el análisis tomar el F_m del marco más crítico, para tener seguridad que los marcos soportaran la torsión extrema calculada.

Tabla XIV. **Cálculo de fuerza total por marco segundo nivel, sentido X**

Fuerza del 2do, nivel en x = 43,63 T; edx =2,45 m,								
Marco	k_{marco}	diy	$k_{\text{marco}} \cdot \text{diy}$	$k_{\text{marco}} \cdot \text{diy}^2$	Ei	F_i'	F_i''	F_m (T)
A	3	9,71	29,13	282,85	54,10	6,54	2,21	8,76
B	3	5,01	15,03	75,30	104,85	6,54	1,14	7,69
C	4	0,30	1,20	0,36	1 313,30	8,72	0,09	8,82
D	4	-6,09	-24,36	148,35	-64,69	8,72	-1,85	6,88
E	3	-10,79	-32,37	349,27	-48,69	6,54	-2,46	4,09
F	3	-15,49	-46,47	719,82	-33,91	6,54	-3,53	3,02
Total	20			1 575,96				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Cálculo de fuerza total por marco primer nivel, sentido X**

Fuerza del 1er, nivel en X = 35,59 T; edx =2,45 m,								
Marco	k_{marco}	diy	$k_{\text{marco}} \cdot \text{diy}$	$k_{\text{marco}} \cdot \text{diy}^2$	Ei	F_i'	F_i''	F_m (T)
A	3	9,71	29,13	282,85	54,10	5,34	1,80	7,14
B	3	5,01	15,03	75,30	104,85	5,34	0,93	6,27
C	4	0,30	1,20	0,36	1 313,30	7,12	0,07	7,19
D	4	-6,09	-24,36	148,35	-64,69	7,12	-1,51	5,61
E	3	-10,79	-32,37	349,27	-48,69	5,34	-2,00	3,33
F	3	-15,49	-46,47	719,82	-33,91	5,34	-2,88	2,46
Total	20			1 575,96				

Fuente: elaboración propia.

Se optará por $F_m = 8,82$ T y $F_m = 7,19$ T; para el análisis estructural del segundo y primer nivel respectivamente del marco C, en sentido X.

Tabla XVI. **Cálculo de fuerza total por marco segundo nivel, sentido Y**

Fuerza del nivel 2do. nivel en y = 43,63 T; edy =2,74 m.								
Marco	k_{marco}	dix	$k_{\text{marco}} * \text{dix}$	$k_{\text{marco}} * \text{dix}^2$	Ei	F_i'	F_i''	F_m (T)
10	6	-9,06	-54,36	492,50	-12,64	13,09	-8,46	4,63
11	6	-2,66	-15,96	42,45	-43,05	13,09	-2,48	10,61
12	6	3,74	22,44	83,93	30,62	13,09	3,49	16,58
13	2	5,84	11,68	68,21	58,83	4,36	1,82	6,18
Total	20			687,09				

Fuente: elaboración propia.

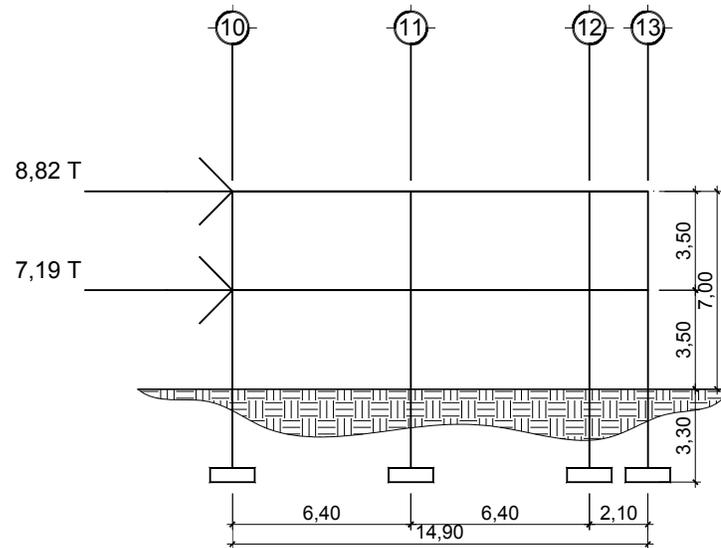
Tabla XVII. **Cálculo de fuerza total por marco primer nivel, sentido Y**

Fuerza del nivel 1er. nivel en y= 35,59 T; edy =2,74 m.								
Marco	k_{marco}	dix	$k_{\text{marco}} * \text{dix}$	$k_{\text{marco}} * \text{dix}^2$	Ei	F_i'	F_i''	F_m (T)
10	6	-9,06	-54,36	492,50	-12,64	10,68	-6,90	3,78
11	6	-2,66	-15,96	42,45	-43,05	10,68	-2,03	8,65
12	6	3,74	22,44	83,93	30,62	10,68	2,85	13,53
13	2	5,84	11,68	68,21	58,83	3,56	1,48	5,04
Total	20			687,09				

Fuente: elaboración propia.

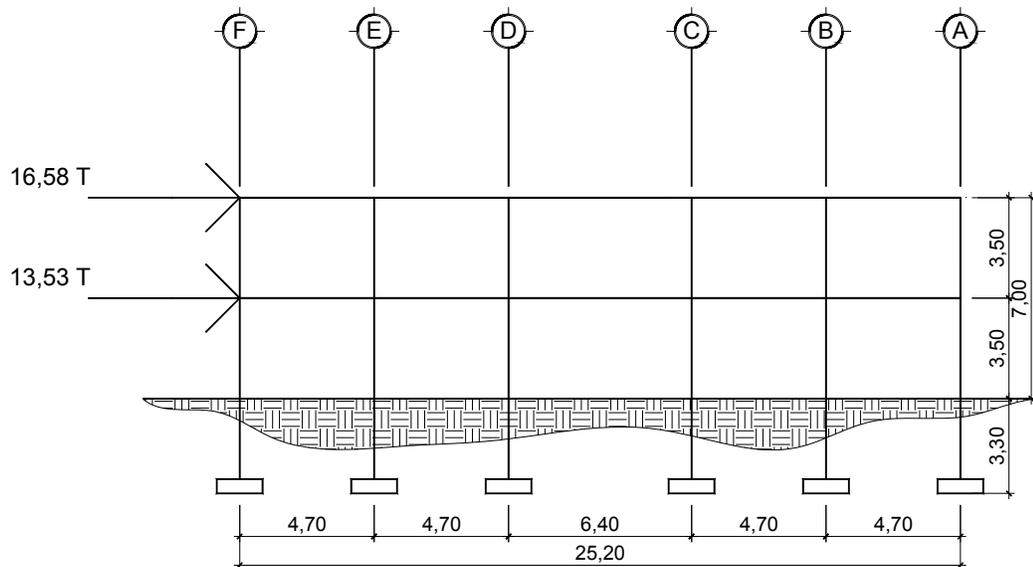
Se optará por $F_m = 16,58$ T y $F_m = 13,53$ T; para el análisis estructural del segundo y primer nivel respectivamente del marco 11, en sentido Y.

Figura 12. Fuerza por nivel y por marco, módulo de oficinas sentido X



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Fuerza por nivel y por marco, módulo de oficinas sentido Y



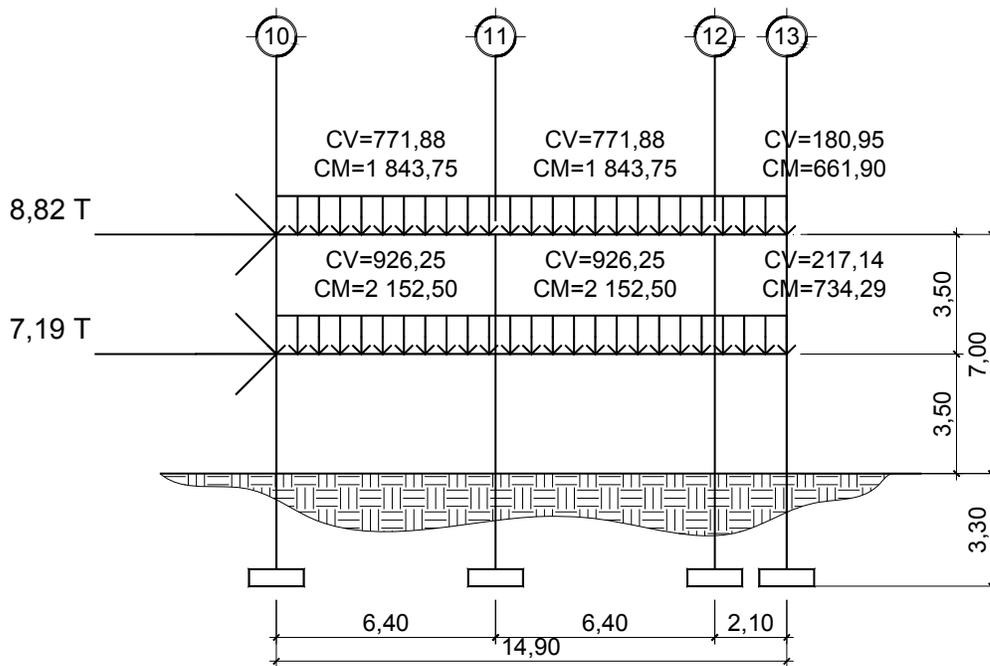
Fuente: elaboración propia.

2.1.7.4. Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos

Estos modelos representan la forma de cómo las cargas son soportadas por los marcos, y así hacer el análisis estructural. El éxito o fracaso de estos modelos, es un reflejo de la precisión con que dicho modelo matemático representa al objeto inicial y no de la exactitud con que las matemáticas analizan el modelo.

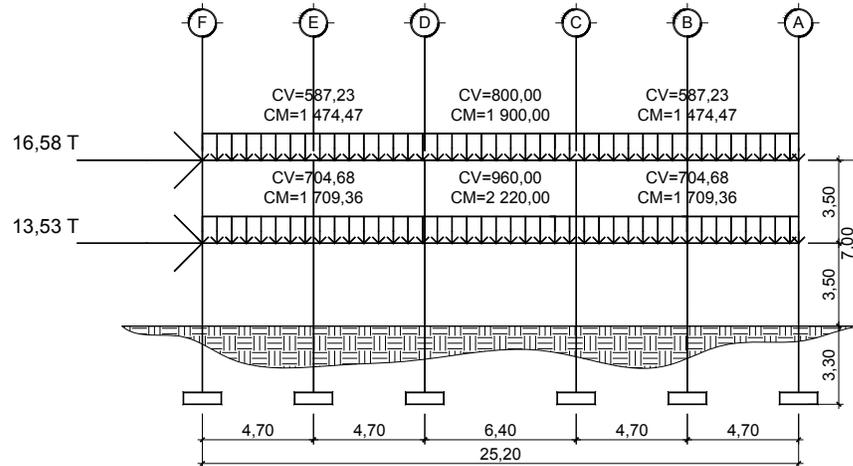
Por la importancia y para facilitar el análisis estructural, se tomaran únicamente los marcos críticos.

Figura 14. **Modelo matemático marco crítico, módulo de oficinas sentido X**



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Modelo matemático marco crítico, módulo de oficinas sentido Y**



Fuente: elaboración propia.

2.1.7.5. **Análisis de marcos dúctiles por el método de análisis estructural numérico de Kanni y comprobación por medio de software ETAB'S**

Análisis estructural numérico de Kanni, el siguiente resumen se aplica únicamente para miembros de sección constante.

- Cálculo de momentos fijos (MF_{ik}): estos se calculan cuando existen cargas verticales.
- Cálculo de momentos de sujeción (M_s): estos se calculan cuando hay cargas verticales.

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

- Determinación de fuerzas de sujeción (H): estas se calculan cuando se hace el análisis de las fuerzas horizontales al marco dúctil unido con nudos rígidos.

$$H = F M_{\text{nivel } h}; \quad (\text{fuerzas por marco del nivel } n, \text{ del análisis sísmico})$$

- Cálculo de la fuerza cortante en el piso (Q_n): se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil unido con nudos rígidos.

$$Q_n = \sum H$$

- Cálculo de momentos de piso (M_n): estos se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil unido con nudos rígidos.

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

Donde:

h_n : altura del piso "n"

- Cálculo de rigidez de los elementos (K_{ik}):

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

Donde:

I: inercia del elemento

L_{ik} : longitud del elemento

- Cálculo de factores de giro o coeficiente de reparto (μ_{ik}):

$$\mu_{ik} = \frac{1}{2} * \frac{K_{ik}}{\sum K_{in}}$$

- Cálculo de factores de corrimiento (V_{ik}): estos se calculan cuando hay ladeo causado por asimetría en la estructura, o cuando se hace el análisis con la fuerza horizontal aplicada al marco dúctil unido con nudos rígidos.

$$V_{ik} = \frac{3}{2} * \frac{K_{ik}}{\sum K_{in}}$$

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

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum M'_{in}); \quad \text{Sin ladeo}$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum (M'_{in} + M'_{ni})); \quad \text{Con ladeo}$$

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

$$M''_{ik} = V_{ik} \sum (M'_{in} + M'_{ni}); \quad \text{Lado por asimetría}$$

$$M''_{ik} = V_{ik} (M_s + \sum (M'_{in} + M'_{ni})); \quad \text{Ladeo por fuerzas horizontales}$$

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

$$M_{ik} = M F_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki}; \quad \text{Sin ladeo}$$

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

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

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

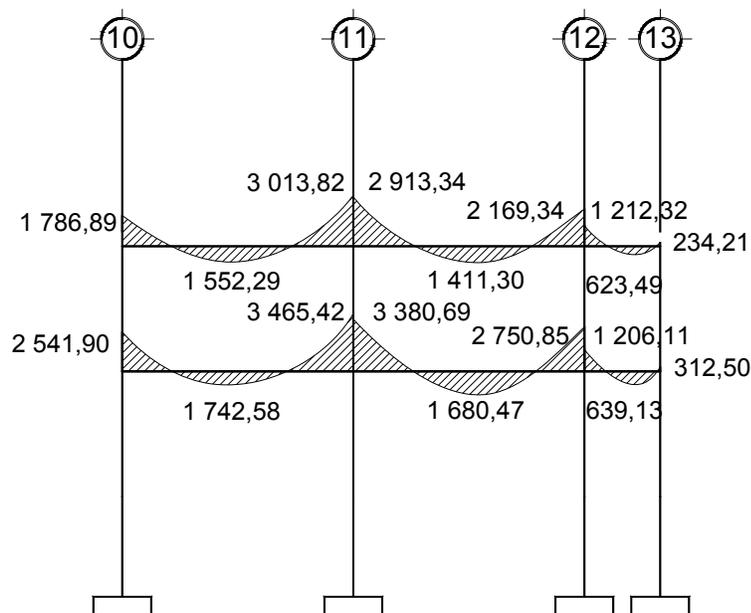
Donde:

$M_{i(-)}$: Momento negativo de la viga en el extremo del lado izquierdo,

$M_{k(-)}$: Momento negativo de la viga en el extremo del lado derecho.

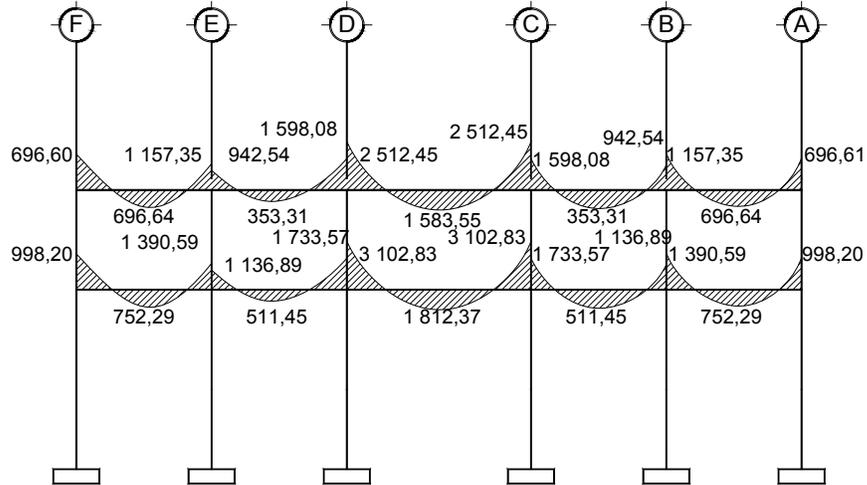
Los resultados del análisis numérico de Kanni para los marcos de los ejes C y 11 de cargas vivas, muerta y sismo se presentan en las figuras 16 a la 27.

Figura 16. **Momentos flexionantes de carga viva en vigas, marco crítico (C), sentido X (kg-m)**



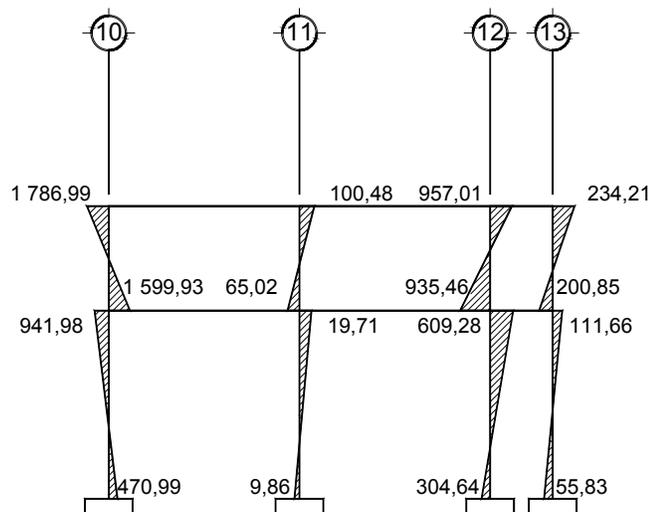
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Momentos flexionantes de carga viva en vigas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m)**



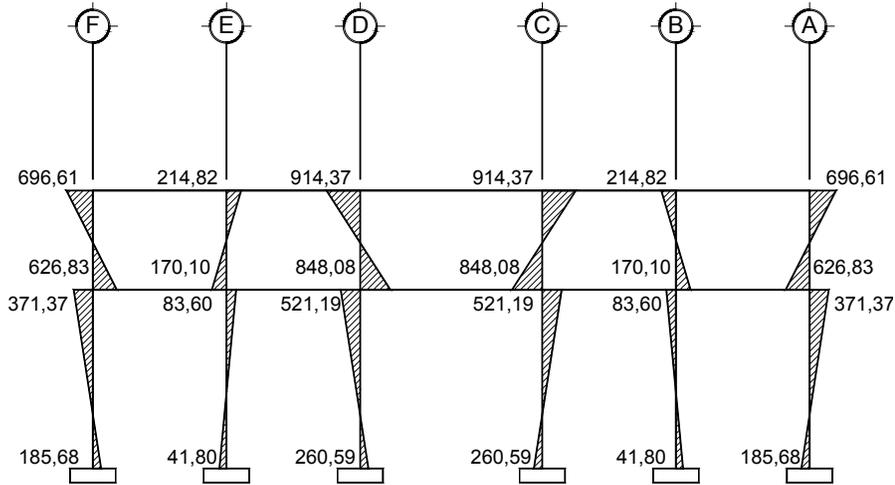
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Momentos flexionantes de carga viva en columnas, marco crítico (C), sentido X (kg-m)**



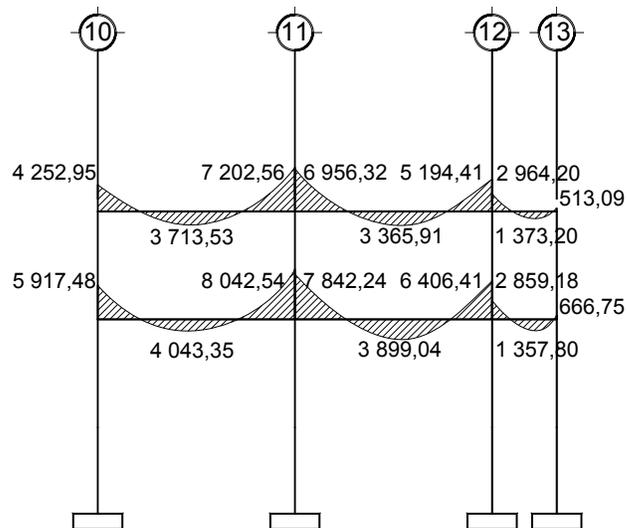
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Momentos flexionantes de carga viva en columnas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m)**



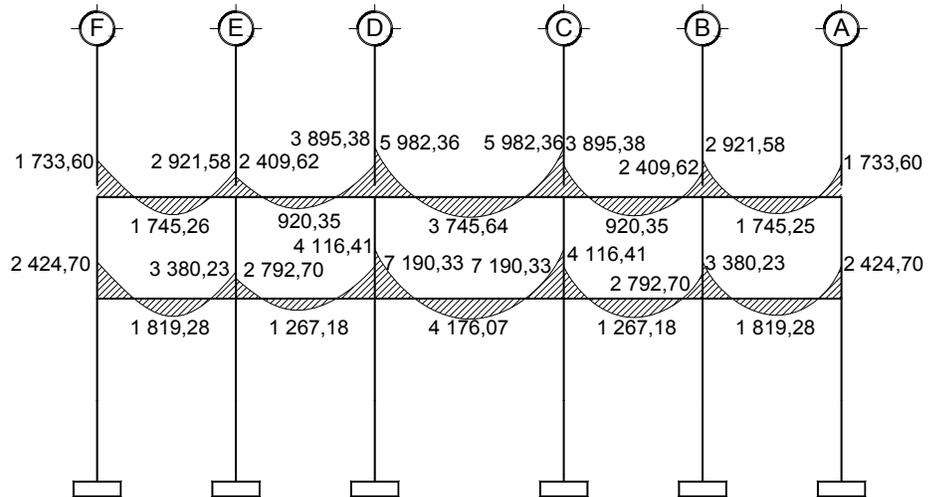
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Momentos flexionantes de carga muerta en vigas, marco crítico (C), sentido X (kg-m)**



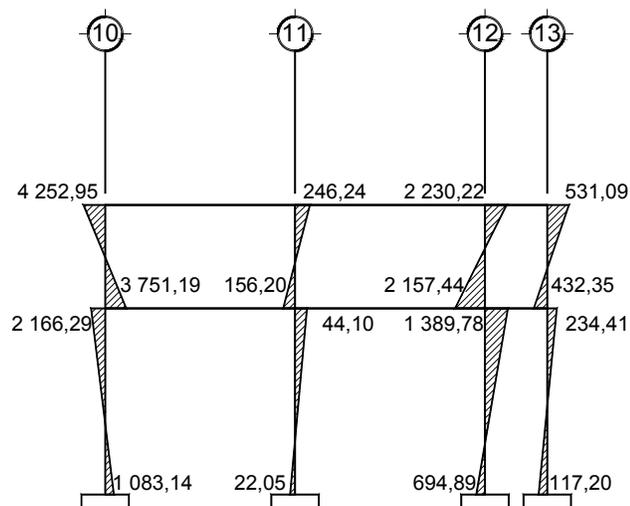
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Momentos flexionantes de carga muerta en vigas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m)**



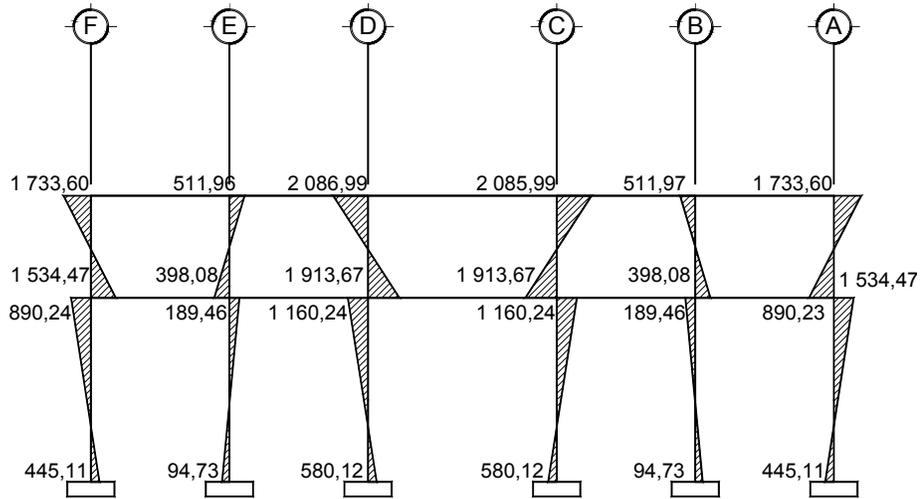
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Momentos flexionantes de carga muerta en columnas, marco crítico (C), sentido X (kg-m)**



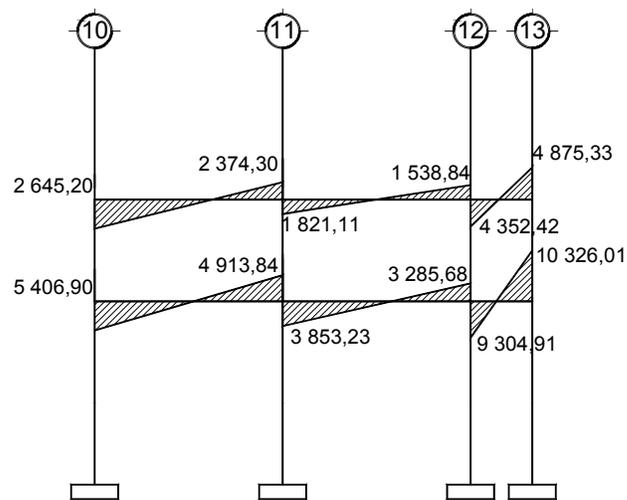
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Momentos flexionantes de carga muerta en columnas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m)**



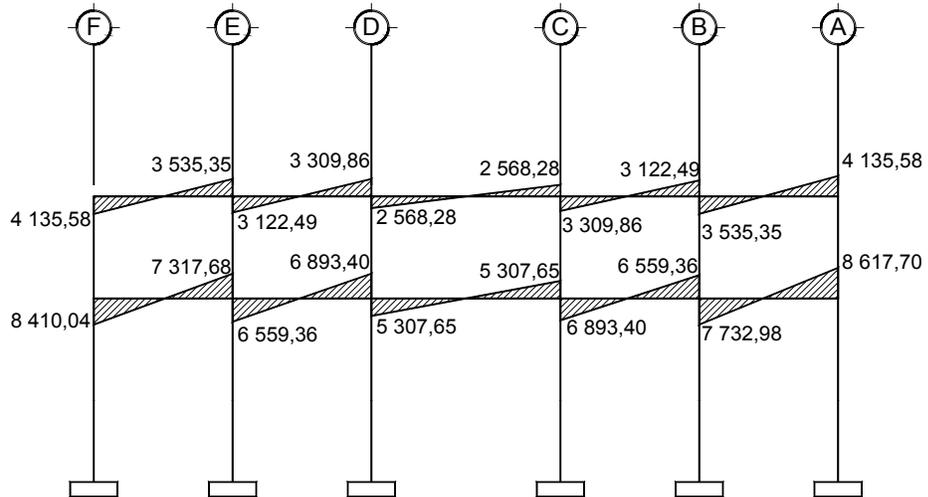
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Momentos flexionantes de carga sísmica en vigas, marco crítico (C), sentido X (kg-m)**



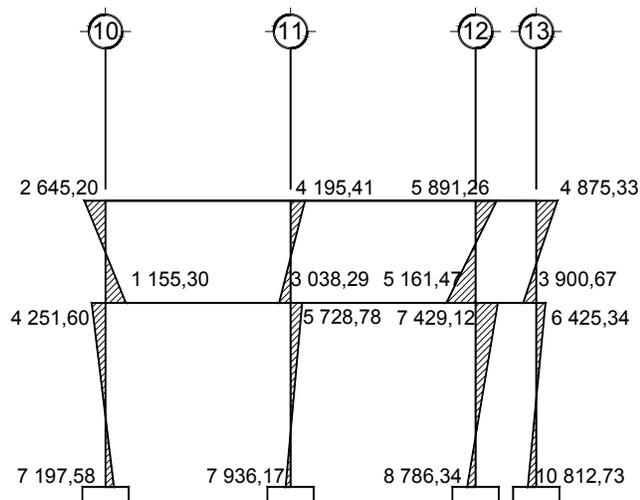
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Momentos flexionantes de carga sísmica en vigas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m)**



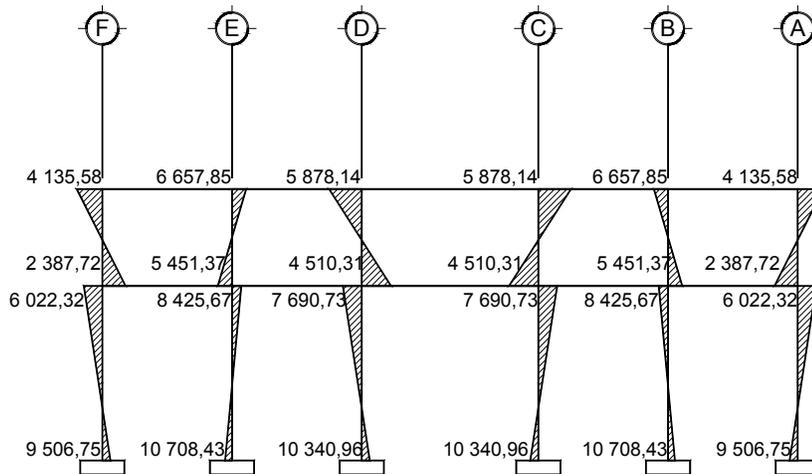
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Momentos flexionantes de carga sísmica en columnas, marco crítico (C), sentido X (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Momentos flexionantes de carga sísmica en columnas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

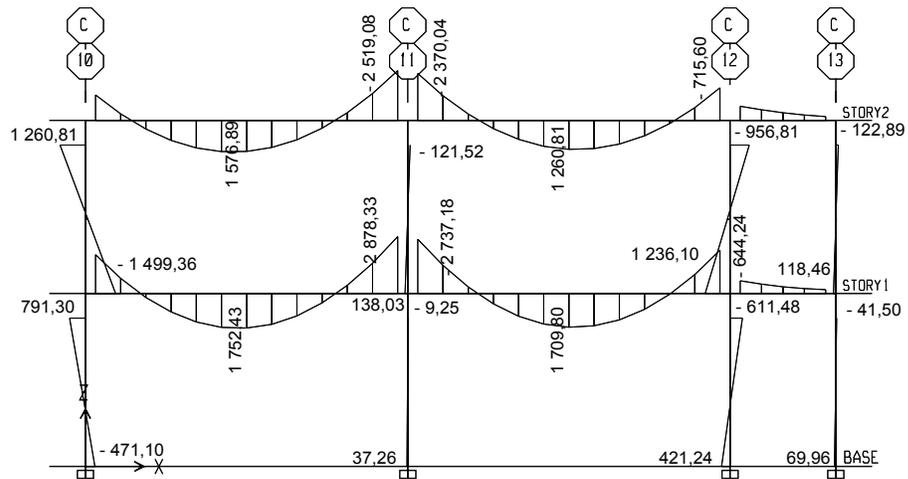
Análisis estructural por ETAB'S V9.2, para lograr un buen análisis por medio de este software, se tiene que especificar con qué tipo de material se diseñará la edificación y la geometría de los elementos estructurales, como las cargas que actuarán a lo largo de la vida útil de diseño.

Datos de entrada

Especificaciones generales

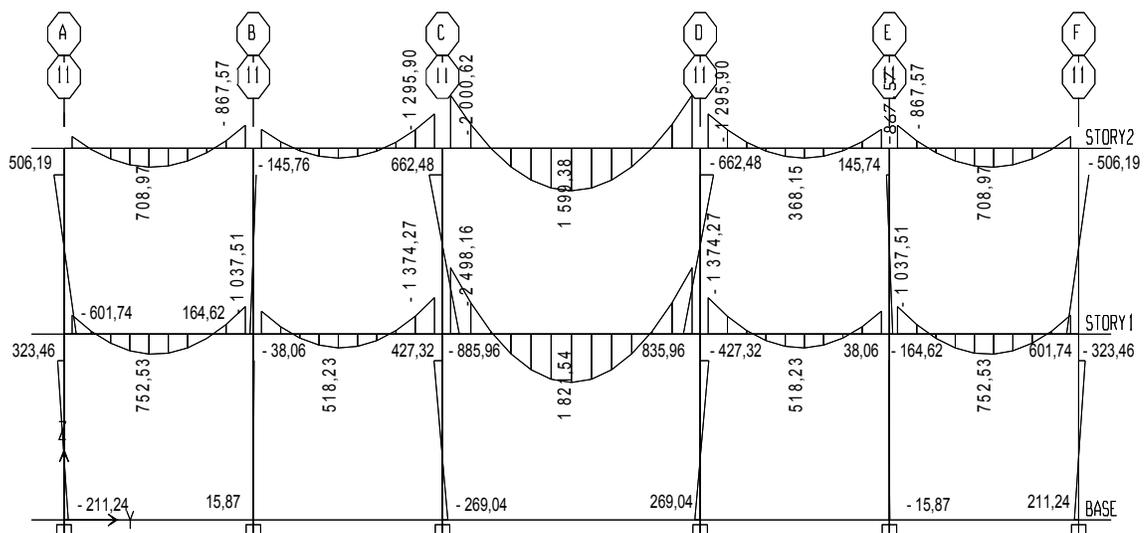
Concreto:	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
Peso por unidad de volumen:	$2\,400 \text{ kg/cm}^3$
Módulo de elasticidad:	$251\,000,00 \text{ kg/cm}^2$
Acero:	$f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$, $f_{ys} = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$
Coefficiente de Poisson:	0.2
Vigas:	0,25 m X 0,50 m
Columnas:	0,40 m X 0,40 m

Figura 28. **Momentos flexionantes de carga viva en vigas y columnas, marco crítico (C), sentido X (kg-m)**



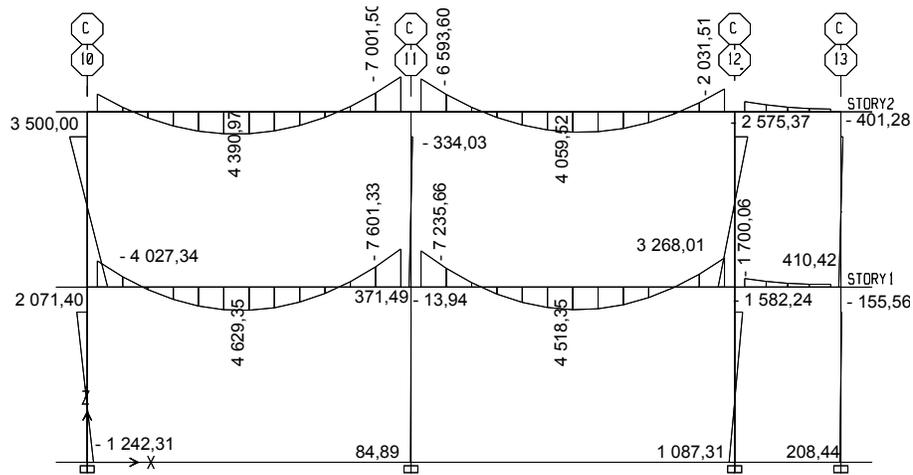
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Momentos flexionantes de carga viva en vigas y columnas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m)**



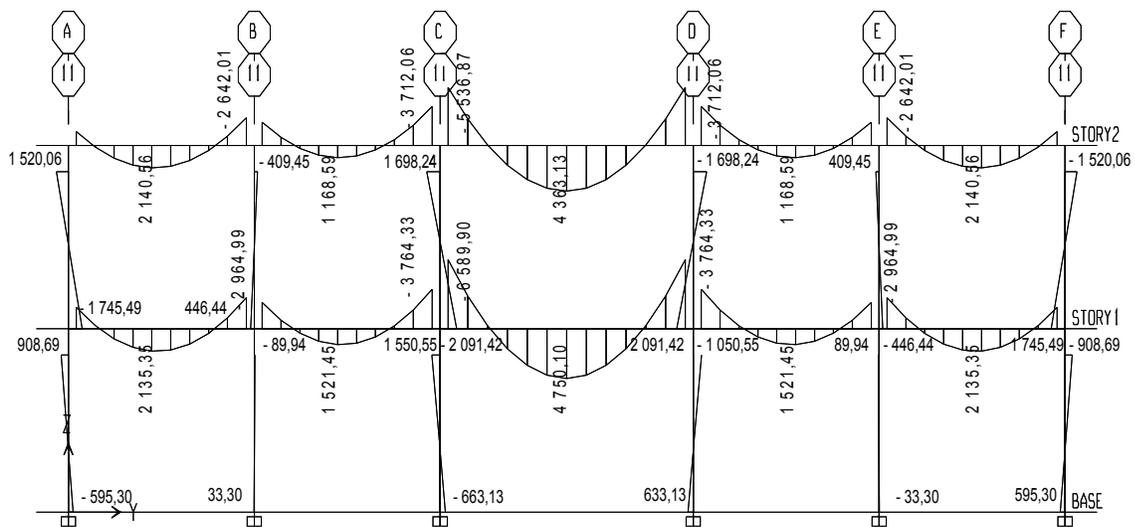
Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Momentos flexionantes de carga muerta en vigas y columnas, marco crítico (C), sentido X (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Momentos flexionantes de carga muerta en vigas y columnas, marco crítico (11), sentido Y (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Los resultados de ambos métodos variaron en un margen del 17 por ciento, el diseño se realizó con los valores obtenidos del método numérico (Kanni), por ser un método más conservador.

2.1.7.6. Envoltente de momentos

La envoltente de momentos, es la representación de los esfuerzos máximos que ocurren al superponer los efectos de las cargas muerta, viva, y sismo, las combinaciones que se usan, son del código ACI 318-08 para concreto reforzado. La fuerza de corte y momentos flectores, se toman a rostro para el diseño estructural. Para el diseño se toman los valores máximos.

$$M = 1,4MCM + 1,7MCV$$

$$M = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV + 1,87 MS)$$

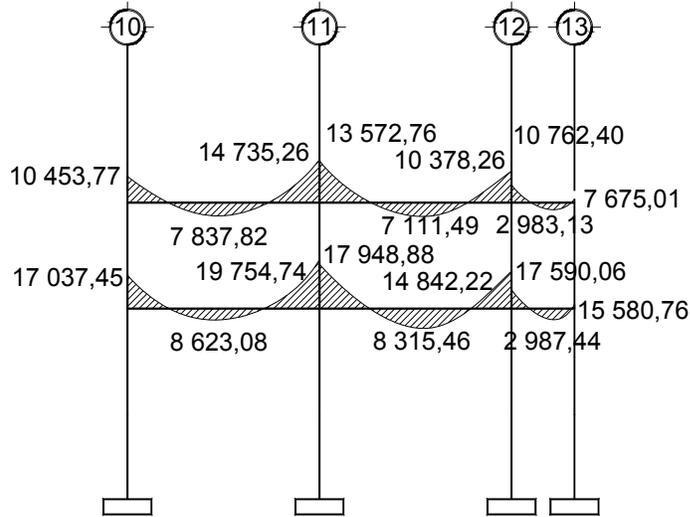
$$M = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV - 1,87 MS)$$

$$M = 0,9MCM + 1,43MS$$

$$M = 0,9MCM - 1,43MS$$

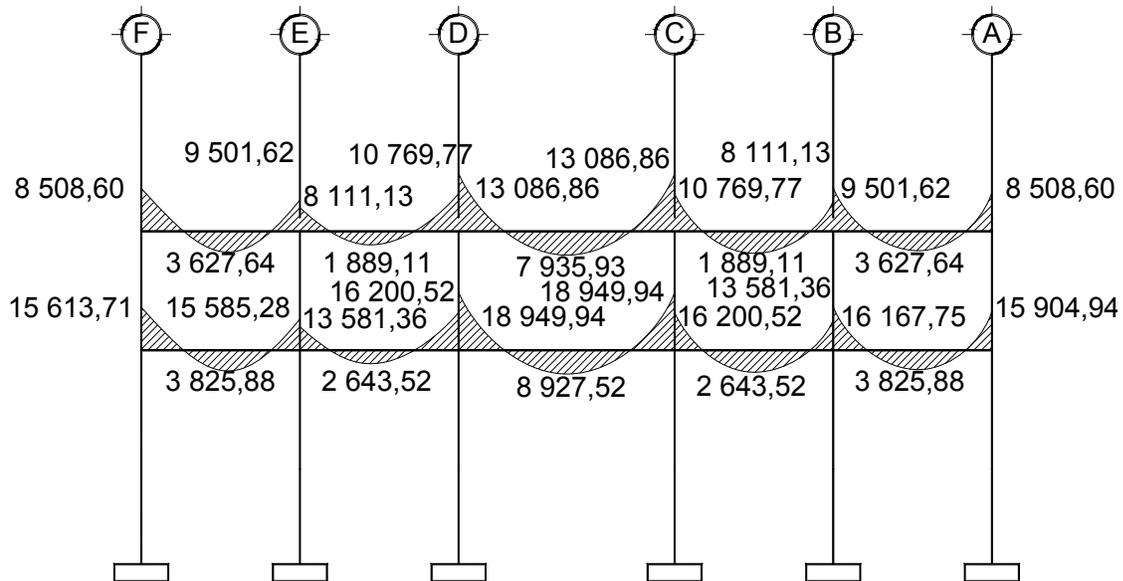
Se comprobó que los valores críticos se encuentran en las combinaciones de las ecuaciones 1 y 2, ya que para el momento positivo en los marcos, solo influyen 2 cargas, las cuales son carga muerta y viva, se utiliza para encontrar el momento mayor la ecuación 1 y para los momentos de empotramiento influyen las 3 cargas analizadas: carga viva, carga muerta y carga de sismo, por lo que se utiliza la ecuación 2. Ambas ecuaciones dan los mayores momentos en los marcos. A continuación se presentan los diagramas de envoltentes de momentos en vigas y columnas, para ambos sentidos, "X" y "Y".

Figura 32. **Envolvente de momentos en vigas eje C, sentido X (kg-m)**



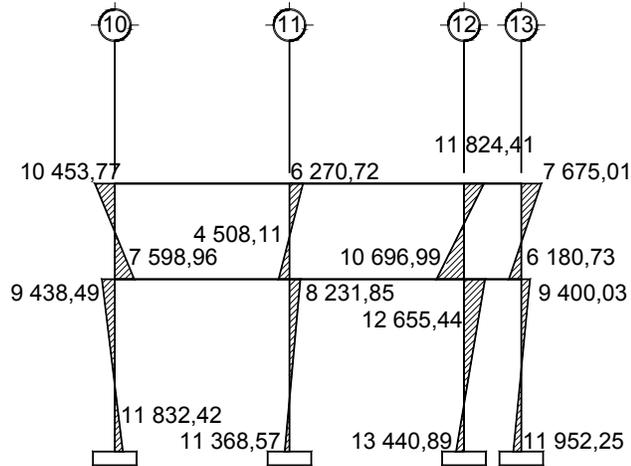
Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Envolvente de momentos en vigas eje 11, sentido Y (kg-m)**



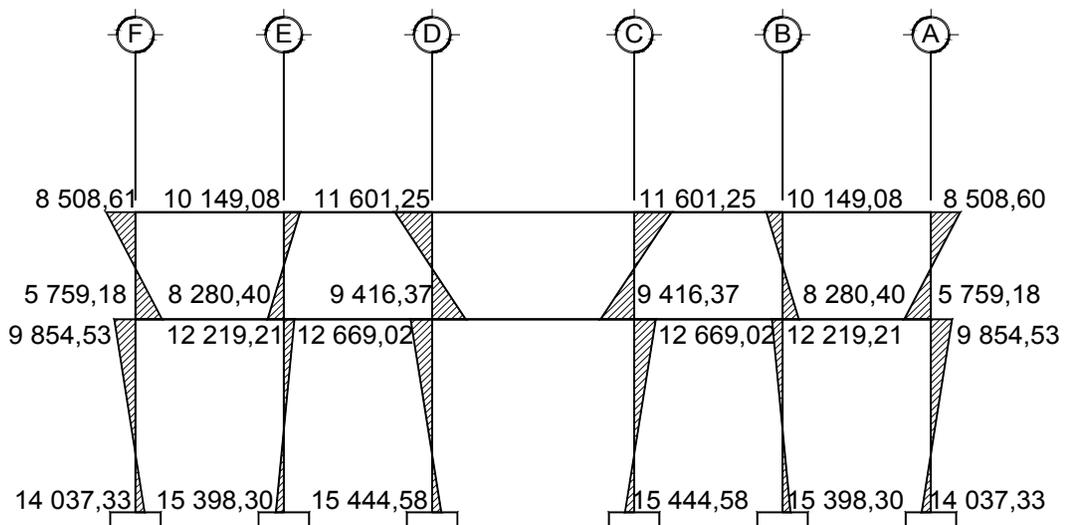
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Envolvente de momentos en columnas eje C, sentido X (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Envolvente de momentos en columnas eje 11, sentido Y (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

2.1.7.7. Diagrama de corte y momento

La fuerza cortante, es la suma algebraica de todas las fuerzas externas perpendiculares al eje del elemento estructural y se utiliza para el diseño de los estribos. Los cortes en los marcos, se calculan con las fórmulas siguientes:

- Corte en vigas

$$V_v = 0,75 \left[\frac{1,4(W_{CM} * L)}{2} + \frac{1,7(W_{CV} * L)}{2} + \frac{1,87(\sum M_s)}{L} \right]$$

- Corte en columnas

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

Ejemplo de corte en viga, eje 11 primer nivel, viga D-C:

$$V_v = 0,75 \left[\frac{1,4(2\ 220 * 6,40)}{2} + \frac{1,7(960 * 6,40)}{2} + \frac{1,87(5\ 307 + 5307,11)}{6,40} \right]$$

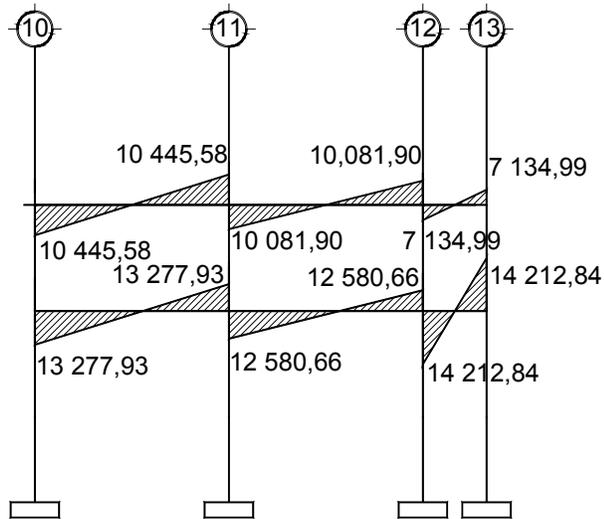
$$V_v = 13\ 702,24 \text{ kg}$$

Ejemplo de corte en columna, eje 11 primer nivel, columna D sentido Y:

$$V_c = \frac{12\ 667,93 \text{ kg-m} + 15\ 443,11 \text{ kg-m}}{3,50 \text{ m}} = 8\ 032,46 \text{ kg}$$

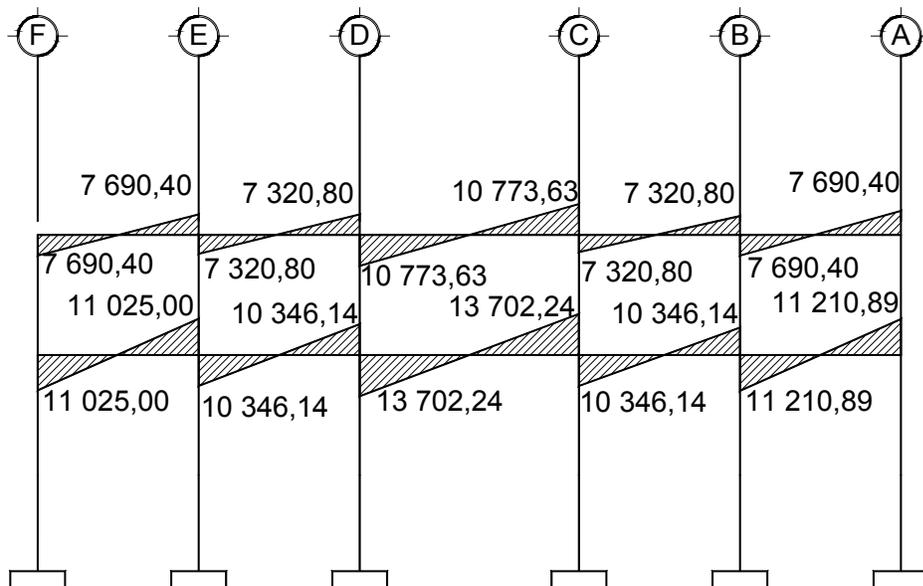
Los resultados para los marcos analizados se presentan en las figuras 35 a la 39.

Figura 36. **Diagrama de corte en vigas eje C, sentido X (kg)**



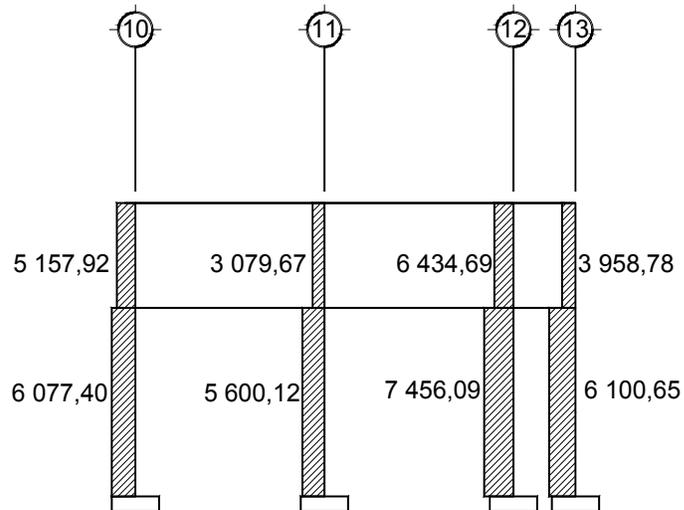
Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Diagrama de corte en vigas eje 11, sentido Y (kg)**



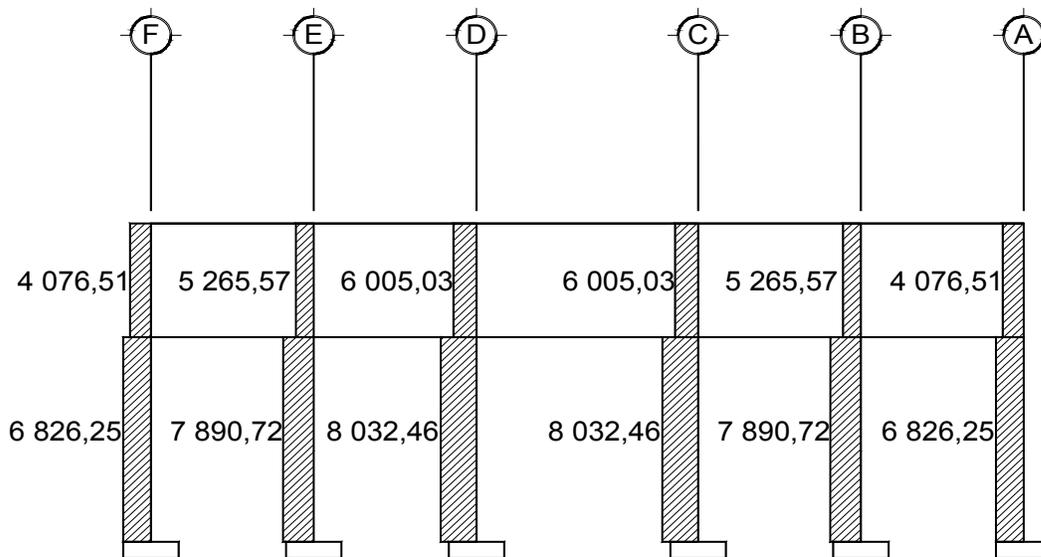
Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Diagrama de corte en columnas eje C, sentido X (kg)



Fuente: elaboración propia.

Figura 39. Diagrama de corte en columnas eje 11, sentido Y (kg)



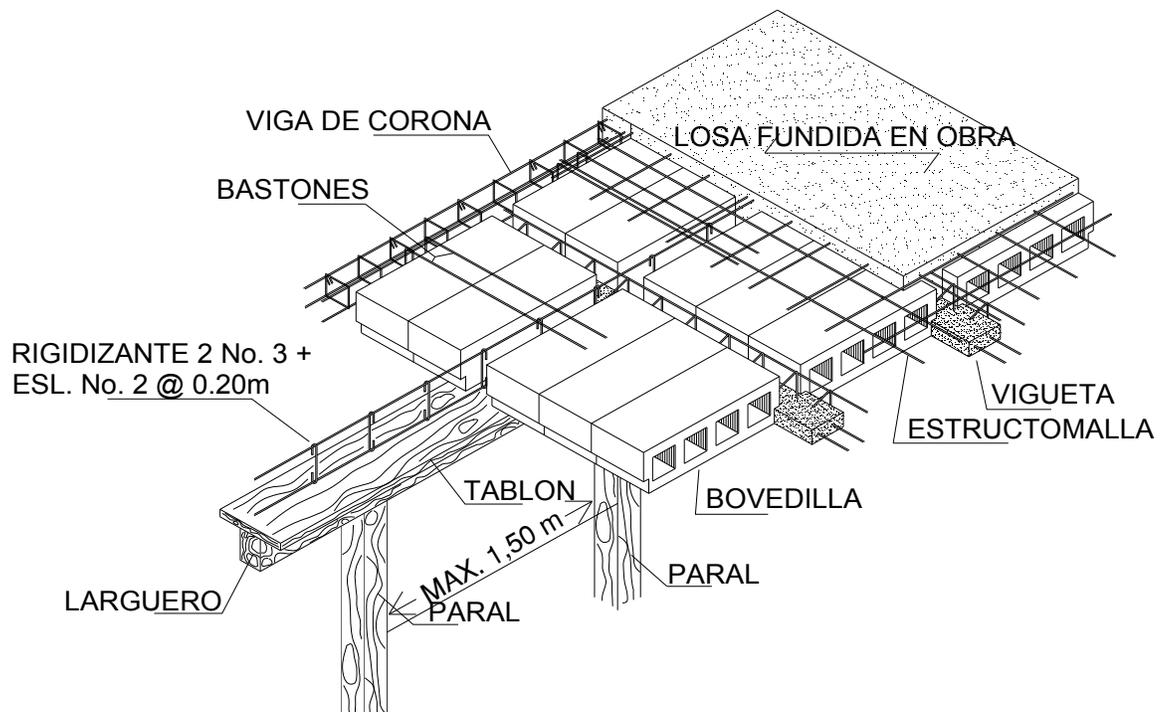
Fuente: elaboración propia.

2.1.7.8. Diseño de losas

Las losas, son elementos estructurales que sirven como diafragmas, para trasladar las cargas muertas y vivas, además de proporcionar superficies planas y útiles, estas pueden ser de cubierta o entrepiso. Las losas para este proyecto serán prefabricadas con vigueta y bovedilla.

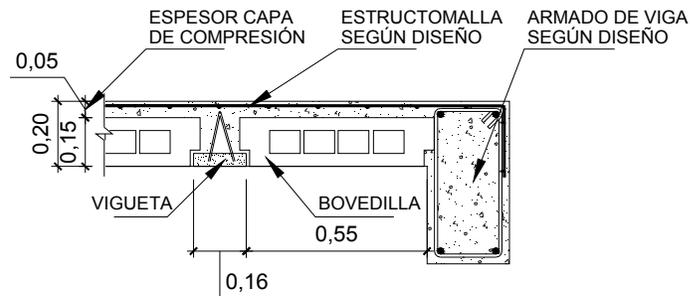
Las losas prefabricadas están diseñadas para resistir una carga viva de 300 kilogramos sobre metro cuadrado, carga muerta de kilogramos sobre metro cuadrado y peso propio de 269 kilogramos sobre metro cuadrado, en ambos niveles del módulo de oficinas. Los detalles se muestran a continuación.

Figura 40. **Isométrico de armado de losa prefabricada**



Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Detalle de inicio de modulación para losa prefabricada**



Fuente: elaboración propia.

2.1.7.9. Diseño de vigas

Las vigas, son los elementos horizontales que reciben las cargas de las losas y las transmiten a las columnas, estas trabajan fundamentalmente a flexión, serán diseñadas por el método de resistencia última, que se basa en la suposición de que los elementos fallan cuando alcanzan su resistencia última, utilizando cargas factorizadas y reduciendo la resistencia de los materiales por medio del factor de reducción (ϕ), dicho factor varía según las condiciones del miembro estructural (flexión, corte o compresión). El procedimiento para el diseño se ejemplifica a continuación, tomando el entrepiso del primer nivel, eje 11 viga D-C.

- Diseño de viga a flexión

Datos:

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

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 42 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

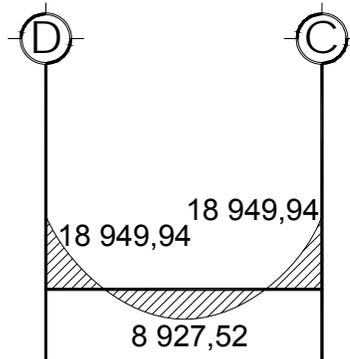
$$M(-)1 = 18\,949,94 \text{ kg-m}$$

$$M(-)2 = 18\,949,94 \text{ kg-m}$$

$$M(+) = 8\,927,52 \text{ kg-m}$$

$$V_u = 13\,702,24 \text{ kg}$$

Figura 42. **Envolvente de momento y corte en viga D-C primer nivel, eje 11, sentido Y (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

- Calcular área de acero $A_{s\text{mín}}$:

$$A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} * b * d; \quad \rho_{\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y}$$

Donde:

$A_{s\text{mín}}$ = área de acero mínimo

$\rho_{\text{mín}}$ = cuantía de acero mínimo

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14,1}{4\ 200} = 0,0034$$

$$A_{s\text{mín}} = 0,0034 * 25\ \text{cm} * 42\ \text{cm} = 3,53\ \text{cm}^2$$

- Calcular área de acero $A_{s\text{máx}}$:

$$A_{s\text{máx.}} = \phi * \rho_{\text{bal}} * b * d; \quad \rho_{\text{bal}} = \frac{\beta_1 * 0,85 * f_c}{f_y} * \frac{6\ 090}{6\ 090 + f_y}$$

Donde:

$A_{s_{m\acute{a}x}}$ = \u00e1rea de acero m\u00e1xima

Φ : factor reducci\u00f3n seg\u00fan zona s\u00edsmica

ρ_{bal} : cuant\u00eda de acero balanceado

β_1 : factor de reducci\u00f3n f_c

0,85 y 6090: constantes

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 * 0,85 * 280}{4200} * \frac{6090}{6090 + 4200} = 0,0285$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = 0,5 * 0,0285 * 25 * 42 = 14,97 \text{ cm}^2$$

- o Calcular \u00e1rea de acero longitudinal requerido A_s :

$$A_s = \left[(b*d)^2 - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f_c}} \right] * \frac{0,85 * f_c}{f_y}$$

Donde:

A_s = \u00e1rea de acero (cm^2)

M_u = momento \u00faltimo ($\text{kg} - \text{m}$)

b = base de la viga (cm)

d = peralte efectivo de la viga (cm)

f_c = resistencia del concreto (kg/cm^2)

f_y = resistencia del acero (kg/cm^2)

Esta ecuaci\u00f3n se basa en el balance de la fuerza de tensi\u00f3n y la de compresi\u00f3n (tensi\u00f3n = compresi\u00f3n) y la teor\u00eda del bloque equivalente de Whitney.

$$As = \left[(25 \cdot 42) - \sqrt{(25 \cdot 42)^2 - \frac{18\,949,94 \cdot 25}{0,003825 \cdot 280}} \right] \cdot \frac{0,85 \cdot 280}{4\,200} = 13,26 \text{ cm}^2$$

$$As = \left[(25 \cdot 42) - \sqrt{(25 \cdot 42)^2 - \frac{8\,927,52 \cdot 25}{0,003825 \cdot 280}} \right] \cdot \frac{0,85 \cdot 280}{4\,200} = 5,92 \text{ cm}^2$$

Verificando que las áreas de acero requeridas estén dentro del rango:

$$As_{\text{mín}} < As < As_{\text{máx}}$$

$$3,53 \text{ cm}^2 < 13,46 \text{ cm}^2 < 14,96 \text{ cm}^2$$

$$3,53 \text{ cm}^2 < 5,92 \text{ cm}^2 < 14,96 \text{ cm}^2$$

Como se observa en los resultados, todas las áreas requeridas se encuentran dentro del rango. Luego se procede a proponer diámetros de barras de acero para cubrir los momentos; el capítulo 21 del código ACI 318-08 en la sección 21.5.2.2. da los siguientes parámetros para calcular el refuerzo corrido y los bastones:

- Cama superior: colocar 2 varillas corridas longitudinales como mínimo, con el área mayor de las siguientes opciones:

✓ $As_{\text{mín}} = 3,53 \text{ cm}^2$

✓ 33% $As(-)$ mayor $4,44 \text{ cm}^2$

} Colocar $4,44 \text{ cm}^2$

Armado propuesto 2 varillas corridas No. 6 = $5,68 \text{ cm}^2$.

Armado final; 2 varillas corridas No. 6 = $5,68 \text{ cm}^2$, As demandado por el momento negativo $As = 13,46 \text{ cm}^2$, diferencia $7,78 \text{ cm}^2$, por lo que se debe colocar 3 bastones No. 6 = $8,52 \text{ cm}^2$, dando en total $14,20 \text{ cm}^2$.

- Cama inferior: colocar 2 varillas corridas longitudinales como mínimo, con el área mayor de las siguientes opciones:
 - ✓ Asmín = 3,53 cm²
 - ✓ 50% As(+) = 2,96 cm²
 - ✓ 50% As(-) mayor = 6,73 cm²
- } Colocar 6,73 cm²

Armado propuesto 2 varillas corridas No. 6 = 5,68 y 1 varilla corrida No. 5 = 1,99 cm².

Para este caso será necesario colocar el 50 por ciento As(-) mayor = 6,73 centímetros cuadrados, equivalente a 2 varillas corridas No. 6 = 5,68 centímetros cuadrados y 1 varilla corrida No. 5 = 1,99 centímetros cuadrados, dando en total 7,67 centímetros cuadrados.

Para vigas en la cual la separación entre camas exceda de 30,50 centímetros es necesario colocar un refuerzo adicional, para prevenir el agrietamiento causado por esfuerzos internos de corte, el código ACI especifica que debe de ser 1,61 centímetros cuadrados por cada pie de alto; se colocaran 2 varillas corridas No. 5, ubicadas en el eje neutro de la viga. A continuación se presenta el armado de la viga del primer nivel en sentido Y, el armado de las vigas restantes se presenta en el apéndice 1.

Tabla XVIII. **Armado longitudinal de vigas del primer nivel, sentido Y**

Viga		Momento	As mín	As	As máx	Armado
F-E	M(-) F-E	15 613,71	3,53	10,82	14,97	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 5 + 1 bastón No. 4 = 10,95 cm ²
	M(-) E-F	15 585,28	3,53	10,80	14,97	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 5 + 1 bastón No. 4 = 10,95 cm ²

Continuación de la tabla XVIII.

F-E	M(+)	3 825,88	3,53	5,41	14,97	2 corridas No. 6 + 1 corrida No. 5 = 7,67 cm ²
E-D	M(-) E-D	13 582,36	3,53	9,28	14,97	2 corridas No. 6 + 2 bastón No. 5 = 9,66 cm ²
	M(-) D-E	16 200,52	3,53	11,27	14,97	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 6 = 11,36 cm ²
	M(+)	2 643,52	3,53	5,64	14,97	2 corridas No. 6 + 1 corrida No. 5 = 7,67 cm ²
D-C	M(-) D-C	18 949,94	3,53	13,46	14,97	2 corridas No. 6 + 3 bastones No. 6 = 14,20 cm ²
	M(-) C-D	18 949,94	3,53	13,46	14,97	2 corridas No. 6 + 3 bastones No. 6 = 14,20 cm ²
	M(+)	8 927,52	3,53	6,73	14,97	2 corridas No. 6 + 1 corrida No. 5 = 7,67 cm ²
C-B	M(-) C-B	16 200,52	3,53	11,27	14,97	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 6 = 11,36 cm ²
	M(-) B-C	13 581,36	3,53	9,28	14,97	2 corridas No. 6 + 2 bastón No. 5 = 9,66 cm ²
	M(+)	2 643,52	3,53	5,64	14,97	2 corridas No. 6 + 1 corrida No. 5 = 7,67 cm ²
B-A	M(-) B-A	16 167,75	3,53	11,25	14,97	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 6 = 11,36 cm ²
	M(-) A-B	15 904,94	3,53	11,04	14,97	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 6 = 11,36 cm ²
	M(+)	3 825,88	3,53	5,62	14,97	2 corridas No. 6 + 1 corrida No. 5 = 7,67 cm ²

Fuente: elaboración propia.

- Diseño de viga a corte

Luego de calcular el armado por flexión, se calcula el refuerzo para resistir los esfuerzos de corte (estribos), sobre la viga, para lo cual se recurre al diagrama de corte de la viga (ver figura 43).

El corte que resiste el concreto se calcula con la siguiente fórmula:

$$\phi V_c = \phi * 0,53 * \sqrt[2]{f_c} * b * d$$

Donde:

0,53: constante

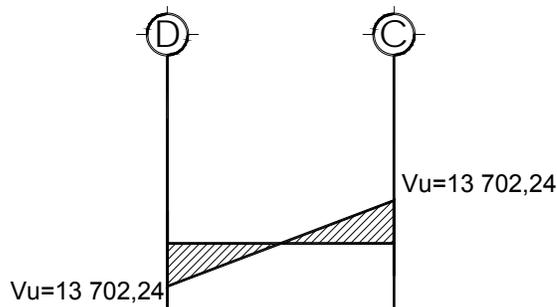
ϕ : factor de reducción de resistencia

f_c : resistencia del concreto

b: base de la viga

d: pralte efectivo de la viga

Figura 43. **Diagrama de corte en viga D-C primer nivel, eje 11, sentido Y (kg)**



Fuente: elaboración propia.

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt[2]{280} * 25 * 42 = 7 915,22 \text{ kg}$$

Comparar corte resistente con corte último:

- Si $V_u < V_c$ la viga necesita estribos solo para armado,
- Si $V_u > V_c$ se diseñan estribos por corte, por medio de la relación de triángulos semejantes, dando como resultado las siguientes expresiones:

$$S = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_u}; \quad l = \frac{L}{2} - l'; \quad l' = \frac{V_c * (L/2)}{V_u}$$

Donde:

S= espaciamiento de estribos cuando $V_u > V_c$

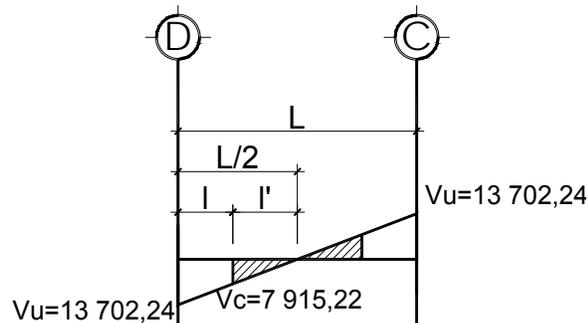
A_v = área transversal de la varilla (No.3)

l = longitud de confinamiento

l' = longitud no confinada

L = longitud de la viga

Figura 44. **Diagrama de corte último y corte resistente en viga D-C primer nivel, eje 11, sentido Y (kg)**



Fuente: elaboración propia.

13 702,24 kg > 7 915,22 kg (se necesita refuerzo a corte).

$$l' = \frac{7\,915,22 \text{ kg} * (6,40 \text{ m} * 100 / 2)}{13\,702,24 \text{ kg}} = 184,85 \text{ cm}$$

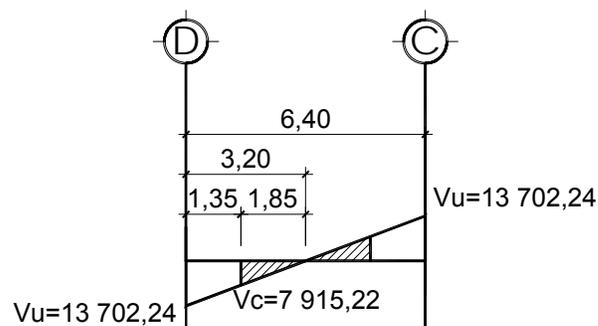
$$l = \frac{6,40 \text{ m} * 100}{2} - 184,85 \text{ cm} = 135,15 \text{ cm}$$

Se propone utilizar estribos No. 3, luego calcular el espaciamiento de los estribos de acuerdo a los requerimientos de la sección 21.5.3.2 del código ACI 318-08.

$$S = \frac{2 * 0,71 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2 * 42 \text{ cm}}{13\ 702,24 \text{ kg}} = 18,28 \text{ cm}$$

Para facilitar el armado de la viga se utilizará $l'=1,85$ metros y $l=1,35$ metros.

Figura 45. **Diagrama de corte por resistir en viga D-C primer nivel, eje 11, sentido Y (kg)**



Fuente: elaboración propia.

Se deben colocar estribos cerrados de confinamiento en una longitud igual a 2 veces el peralte efectivo del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos lados del elemento a flexión. El primer estribo cerrado de confinamiento, debe estar situado a no más de 50 milímetros de la cara del elemento de apoyo.

El espaciamiento de los estribos cerrados en la longitud de confinamiento no debe exceder el menor de: (a), (b), (c) y (d):

- (a) $d/4$
- (b) ocho veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas
- (c) 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento
- (d) 30 cm

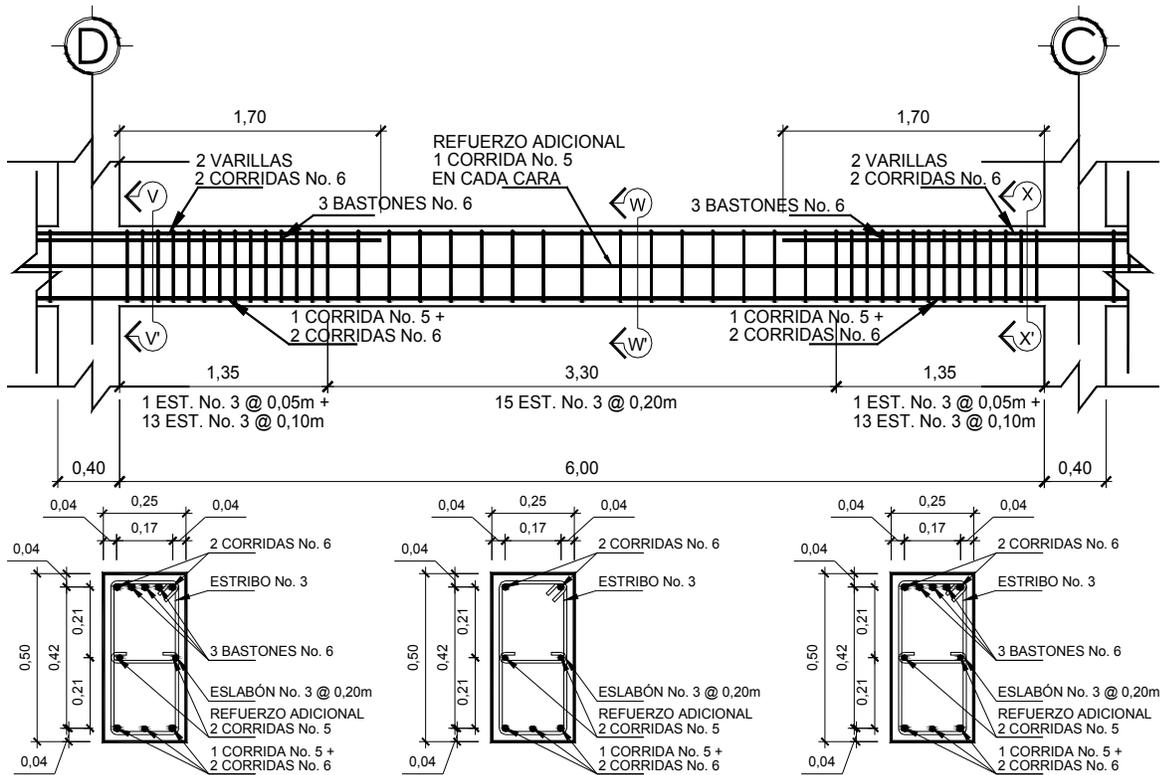
$$S_{\text{máx.}} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{4} = \frac{42}{4} = 10,50 \text{ cm} \\ 8 * 1,91 = 15,28 \text{ cm} \\ 24 * 0,95 = 22,80 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

Para la viga en cuestión, el espaciamiento de confinamiento será de 10,00 centímetros. La longitud de confinamiento = $2d = 2 * 42$ centímetros. = 84,00 centímetros, ó la necesaria para cubrir la longitud hasta donde el concreto es capaz de resistir el corte, en este caso 135,00 centímetros. Ahora se calcula el espaciamiento en la zona donde no se necesita de confinamiento, según ACI 318-08 sección 21.5.3.4:

$$S_{\text{máx}} = d / 2 \text{ y no mayor a } 30,00 \text{ cm} = 42 / 2 = 21,00 \text{ cm.}$$

Para esta viga, se utilizará $S_{\text{máx}}$ no confinado de 20 centímetros, en una longitud no confinada de $l' = 1,85$ metros.

Figura 46. Armado viga D-C eje 11, primer nivel



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCad.

2.1.7.10. Diseño de columnas

Las columnas, son elementos estructurales que absorben la carga completa del edificio para trasladarla a la cimentación, son sometidas a flexo-compresión, por lo cual además de diseñarse para resistir carga axial, también se deben reforzar para resistir momentos y esfuerzos cortantes. Debido a que la capacidad de carga de las columnas varía según la esbeltez, es necesario determinar este parámetro y evaluar si se debe o no magnificar los momentos actuantes.

Para este caso, se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas, tomando el mayor de los 2 momentos actuantes obtenidos del análisis estructural. El diseño resultante por cada columna, es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo.

A continuación se detalla el análisis y diseño de la columna crítica intersección eje C y eje 11.

Primer nivel

Datos:

Sección de columna = 40 cm*40 cm	$CM_{N1} = 800 \text{ kg/m}^2$
Sección de viga = 25 cm*50 cm	$CV_{N2} = 250 \text{ kg/m}^2$
Longitud de columna = 3,50 m	$CV_{N1} = 300 \text{ kg/m}^2$
Longitud de vigas = 6,40 m y 4,70 m	$M_x = 13\,440,89 \text{ kg} - \text{m}$
Área tributaria = 35,52 m ²	$M_y = 15\,444,58 \text{ kg} - \text{m}$
$f'_c = 280 \text{ kg/m}^2$	$V_x = 7\,456,09 \text{ kg}$
$f_y = 4\,200 \text{ kg/m}^2$	$V_y = 8\,032,46 \text{ kg}$
$CM_{N2} = 780 \text{ kg/m}^2$	

Determinación de carga axial

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

$$CU_{N2} = 1,4 (780) + 1,7 (250) = 1\,517 \text{ kg/m}^2$$

$$CU_{N1} = 1,4 (800) + 1,7 (300) = 1\,630 \text{ kg/m}^2$$

$$CM = 780 + 800 = 1\,580 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 250 + 300 = 550 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo del factor de carga última

$$FCU = \frac{CU}{CM+CV} = \frac{1\,517 + 1\,630}{1\,580 + 550} = 1,48$$

Cálculo de la carga axial

$$P_u = (\text{Área tributaria} * CU) + (P_{\text{vigas}} * FCU)$$

$$P_u = (35,52 * 3\ 147) + (0,25 * 0,50 * 2\ 400 * 11,95 * 1,48) = 117\ 087,24 \text{ kg}$$

Clasificar las columnas por su esbeltez (E)

Las columnas se clasifican según su esbeltez, con el objetivo de ubicarlas en un rango, para determinar su comportamiento bajo cargas sometidas y diseñarlas con base los siguientes criterios:

- Columnas cortas ($E < 22$): diseñarlas con los datos originales del diseño estructural.
- Columnas intermedias ($22 > E > 100$): diseñarlas magnificando los momentos actuantes.
- Columnas largas ($E > 100$): no construirlas.

La ecuación a utilizar es $E = KL_u / \sigma$, por lo que es necesario encontrar los valores del coeficiente de rigidez de la columna (K), la longitud efectiva de pandeo (L_u) y el 30 por ciento del lado menor de la columna (σ).

Cálculo de coeficiente que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas (Ψ), se calcula mediante las siguientes formulas:

$$\Psi = \frac{\sum K_{\text{columna}}}{\sum K_{\text{viga}}}; \quad k = \frac{l}{L}; \quad I = \frac{1}{12} b * h^3$$

$$I_{\text{columna}} = \frac{1}{12} 40 * 40^3 = 213\ 333,33 \text{ cm}^4; \quad k_{\text{columna}} = \frac{213\ 333,33}{350} = 609,53 \text{ cm}^3$$

$$I_{\text{viga}} = \frac{1}{12} 25 \cdot 50^3 = 260\,416,67 \text{ cm}^4; \quad k_{\text{viga}} = \frac{260\,416,67}{640} = 406,90 \text{ cm}^3$$

$$k_{\text{viga}} = \frac{260\,416,67}{470} = 554,08 \text{ cm}^3$$

Sentido X

$$\psi_a = \frac{609,53 + 609,53}{406,90 + 406,90} = 1,50$$

$$\psi_b = 0 \text{ (empotrado)}$$

$$\psi_{\text{prom}} = \frac{0 + 1,50}{2} = 0,75$$

Sentido Y

$$\psi_a = \frac{609,53 + 609,53}{406,90 + 554,08} = 1,27$$

$$\psi_b = 0 \text{ (empotrado)}$$

$$\psi_{\text{prom}} = \frac{0 + 1,27}{2} = 0,63$$

Cálculo del coeficiente K

$$K = \frac{20 - \psi_{\text{prom}}}{20} * \sqrt{1 + \psi_{\text{prom}}} \quad \text{Para } \psi_{\text{prom}} < 2$$

$$K = 0,90 * \sqrt{1 + \psi_{\text{prom}}} \quad \text{Para } \psi_{\text{prom}} > 2$$

$$K_x = \frac{20 - 0,75}{20} * \sqrt{1 + 0,75} = 1,27;$$

$$K_y = \frac{20 - 0,63}{20} * \sqrt{1 + 0,63} = 1,24$$

$$E_x = \frac{1,27 * 3,00}{0,30 * 0,40} = 31,82 > 22;$$

$$E_y = \frac{1,24 * 3,00}{0,30 * 0,40} = 30,95 > 22$$

Por los valores obtenidos de E, tanto en el sentido X como en Y, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por lo tanto se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cuál se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los efectos de la duración de la carga y cuyo factor principal a incluir, es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados.

Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamientos laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados, con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI de magnificación de momentos.

Factor de flujo plástico del concreto

$$\beta_d = \frac{\text{CMU.}}{\text{C.U.}} = \frac{2\ 212}{3\ 147} = 0,70$$

Cálculo del EI total del material

$$EI = \frac{E_c * I_g}{2,5 * (1 + \beta_d)}; \quad E_c = 15\ 100 \sqrt{f'c}; \quad I_g = \frac{1}{12} b * h^3$$

$$E_c = 15 \cdot 100 \sqrt{280} = 252\,671,33 \text{ kg/cm}^2; \quad I_g = \frac{1}{12} 40 \cdot 40^3 = 213\,333,33 \text{ cm}^4$$

$$EI = \frac{252\,671,33 \cdot 213\,333,33}{2,5 \cdot (1 + 0,719) \cdot (1 \times 10^7)} = 1\,266,16 \text{ T-m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(K \cdot Lu)^2}$$

$$P_{cr_x} = \frac{\pi^2 \cdot 1\,266,16}{(1,27 \cdot 3,00)^2} = 856,86 \text{ T}; \quad P_{cr_y} = \frac{\pi^2 \cdot 1\,266,16}{(1,24 \cdot 3,00)^2} = 906,18 \text{ T}$$

Cálculo del magnificador de momentos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}}; \quad \delta > 1 \quad \phi = 0,70 \text{ si se usan estribos}$$

$$\delta_x = \frac{1}{1 - \frac{117,08}{0,70 \cdot 856,86}} = 1,24; \quad \delta_y = \frac{1}{1 - \frac{117,08}{0,70 \cdot 906,18}} = 1,23$$

Cálculo de momentos de diseño

$$M_d = \delta \cdot M_u$$

$$M_{dx} = 1,24 \cdot 13\,440,89 = 16\,700,78 \text{ kg-m}$$

$$M_{dy} = 1,23 \cdot 18\,940,45 = 23\,296,75 \text{ kg-m}$$

Para calcular el acero longitudinal en la columna, se utilizan los diagramas de interacción, para calcular la carga máxima que resiste la columna con excentricidad en cada sentido, luego se utiliza la fórmula de Bressler para determinar la carga máxima que resiste la columna con excentricidad biaxial. Este método es una aproximación al perfil de la superficie de la falla, siendo un procedimiento sencillo y que produce resultados satisfactorios.

Según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites $1\% A_g < A_s < 6\% A_g$, en zona sísmica.

- $A_{s\text{mín}} = 0.01 (40 * 40) = 16,00 \text{ cm}^2$
- $A_{s\text{máx}} = 0.06 (40 * 40) = 96,00 \text{ cm}^2$

Se propone un armado 8 No. 8 = $8 * 5,10 = 46,21 \text{ cm}^2 = 2,89 \% A_g$

Valor de la gráfica: para saber que diagrama de interacción a utilizar, se debe calcular el valor de γ de la siguiente forma:

$$\gamma_x = \frac{h_x - (2 * \text{rec})}{h_x} = \frac{40 - (2 * 5)}{40} = 0,75$$

$$\gamma_y = \frac{h_y - (2 * \text{rec})}{h_y} = \frac{40 - (2 * 5)}{40} = 0,75$$

Donde:

γ_x, γ_y = relación de secciones en sentido x e y, respectivamente

h_x, h_y = dimensión de la columna en sentido x e y, respectivamente

rec = distancia de la fibra extrema hacia el centro de las barras longitudinales.

Valores de la curva: luego se procede a obtener la cuantía de acero para el diagrama de interacción, la cual se define con la siguiente expresión:

$$\rho_{\mu} = \frac{A_s * f_y}{0,85 * f_c * A_g} = \frac{46,21 * 4200}{0,85 * 280 * 1600} = 0,51$$

Excentricidades: se calculan las excentricidades e_x y e_y , dividiendo el momento último entre de la carga última:

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{16\ 700,78}{117\ 087,24} = 0,142\text{ m}$$

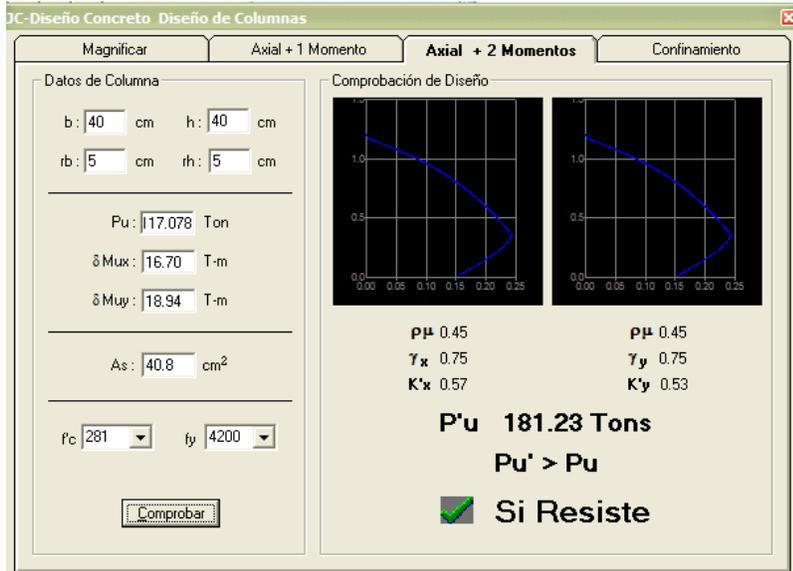
$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{18\ 940,45}{117\ 087,24} = 0,162\text{ m}$$

Luego se dividen las excentricidades entre las dimensiones en x e y de la sección de la columna respectivamente para saber el valor de las diagonales:

$$\frac{e_x}{x} = \frac{0,142}{0,40} = 0,35; \quad \frac{e_y}{y} = \frac{0,162}{0,40} = 0,41$$

Con los valores obtenidos en los últimos 4 pasos, se buscan los valores de los coeficientes k'_x y k'_y , en la gráfica de los diagramas de interacción. En este caso se aplicó el programa JC Diseño concreto, los resultados son: para $k'_x = 0,57$ y $k'_y = 0,53$ (ver figura 47).

Figura 47. **Gráfica programa JC-Diseño de concreto, coeficientes k'x y k'y**



Fuente: CORADO FRANCO, Julio. Programa para el diseño completo de marcos de concreto reforzado, JC Diseño concreto. Facultad de Ingeniería, USAC. 1998.

Con estos valores se calculan las cargas de resistencia de la columna con ambas excentricidades, con el uso de las siguientes fórmulas:

$$P'x = k'x * f'c * Ag = 0,57 * 280 * 1\ 600 = 255\ 360,00 \text{ kg}$$

$$P'y = k'y * f'c * Ag = 0,53 * 280 * 1\ 600 = 237\ 440,00 \text{ kg}$$

Por último se debe calcular la carga última que resiste la columna sin excentricidad, esto es carga axial pura, de la siguiente forma:

$$P'o = \phi [(0,85 * f'c * (Ag - Ast)) + (fy * Ast)]$$

$$P'o = 0,7 * [(0,85 * 280 * (1\ 600 - 40,80)) + (40,80 * 4\ 200)] = 379\ 714,72 \text{ kg}$$

Aplicando la fórmula de Bressler, según ACI 318-08 secciones R 10.3.6 y R10.3.7:

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P_x} + \frac{1}{P_y} + \frac{1}{P_o}} = \frac{1}{\frac{1}{255,360.00} + \frac{1}{237,440.00} + \frac{1}{379,714.72}} = 182,014.28 \text{ kg}$$

El valor de P'u debe ser mayor o igual que el valor P nominal (Pn), para que la propuesta de acero sea la correcta, si esto no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{117\,087,24}{0,70} = 167\,254,50 \text{ kg}$$

Como $P'u > P_u/0,7$, el armado de la columna propuesta es adecuado. Caso contrario sería necesario aumentar el acero por debajo del $A_{s\text{máx}}$, en caso de requerir mayor esfuerzo que el permitido por $A_{s\text{máx}}$, será necesario aumentar la sección propuesta.

Luego de haber definido el armado longitudinal, se debe calcular el refuerzo a cortante, además esto le da mayor ductilidad a la columna, permitiéndole disipar más energía del sismo. El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas, se realiza por la comparación de V_c con V_u con los siguientes criterios:

- Si $V_c > V_u$ se colocan estribos a $S = d / 2$
- Si $V_c < V_u$ se diseñan los estribos por corte

Verificando la resistencia a corte del concreto de la sección de la columna:

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

Donde:

0,53: constante

ϕ : factor de reducción de resistencia

f'_c : resistencia del concreto

b: base de la columna

d: peralte efectivo de la columna

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt[2]{280} * 40 * 30 = 9\ 045,96 \text{ kg}$$

Comparando el corte resistente con el corte actuante $V_u = 8\ 032,46 \text{ kg}$ (ver figuras 38 y 39), por lo tanto se colocan estribos con $S = d/2 = 30/2 = 15$ centímetros.

- La longitud de confinamiento, debe ser la mayor de las siguientes:
 - La altura del elemento, en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión
 - Un sexto de la luz libre del elemento
 - 450 mm

Sustituyendo datos:

- 40,00 cm
- $\frac{(350 - 50)}{6} = 50,00 \text{ cm}$
- 45,00 cm

La longitud de confinamiento será de 0,60 metros en ambos extremos de la de la luz libre de la columna.

- La separación del refuerzo transversal en la zona de confinamiento no debe exceder a la menor de:

- La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento,
- Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal, y
- $$S = \frac{A_v}{\rho_s * (h - (2 * rec))}; \quad \rho_s = 0,45 \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] \left[\frac{0,85 * f_c}{f_y} \right]$$

$$\rho_s > 0,12 * \left[\frac{f_c}{f_y} \right]$$

Sustituyendo datos y asumiendo varilla No. 4 para estribos:

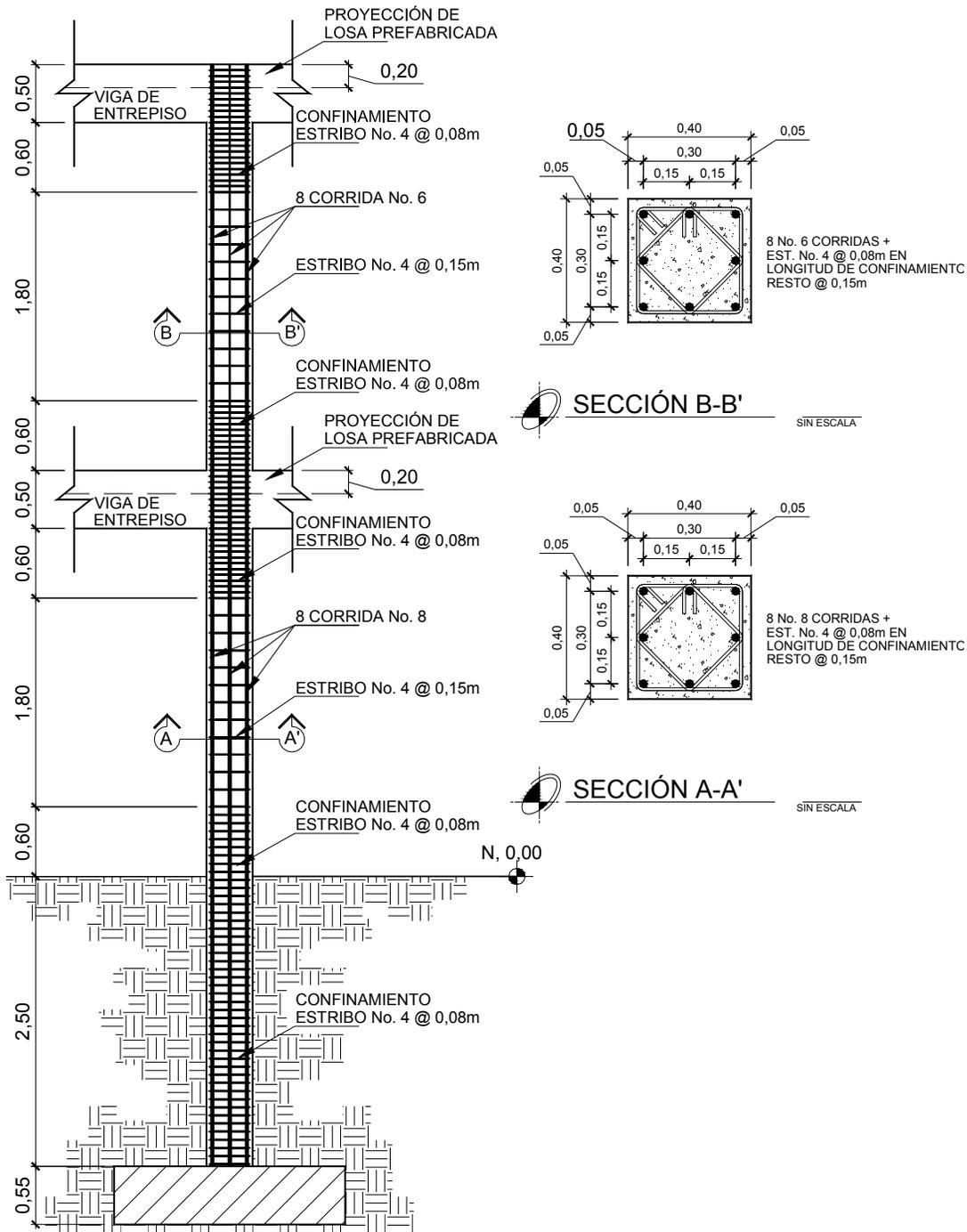
- $\frac{40}{4} = 10,00 \text{ cm}$
- $6 * 2,54 = 15,24 \text{ cm} \approx 15,00 \text{ cm}$
- $\rho_s > 0,12 * \left[\frac{280}{4200} \right] = 0,008$

$$\rho_s = 0,45 \left[\frac{1600}{30 * 30} - 1 \right] \left[\frac{0,85 * 280}{4200} \right] = 0,0198 > 0,008$$

$$S = \frac{4 * 1,29}{0,0198 * (40 - 10)} = 8,67 \text{ cm}$$

Se colocaran estribos cerrados No. 4 a cada 8 centímetros en la longitud de confinamiento, a cada extremo de la columna. Según el Código ACI 318, en el capítulo 7.10.5, colocar estribos cerrados No. 4 rotados a 45 grados alternados, debido a las barras longitudinales en las caras. Este procedimiento se aplicó para las columnas del segundo nivel, tomando los valores máximos de los momentos y cortes de nivel, dando como resultado refuerzo longitudinal de 8 No. 6 y refuerzo transversal No. 4 a cada 8 centímetros en zona de confinamiento de 0,60 metros y a cada 15 centímetros en zona no confinada. A continuación se muestran los resultados del diseño.

Figura 48. Detalle de armado y secciones de columna típica C-1



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCad.

2.1.7.11. Diseño de gradas

Elemento diseñado con el fin de conectar un nivel de piso a otro, compuesto por elementos horizontales (huella) y elementos verticales (contrahuella), formando un escalón. Los escalones están apoyados en una losa continua con 2 apoyos, como elemento inclinado con capacidad resistente a la flexión.

Que un módulo de gradas sea cómodo y seguro, depende de su relación huella y contrahuella. Las siguientes relaciones garantizan la comodidad y funcionalidad de un módulo de gradas:

- Contrahuella: $C \leq 20 \text{ cm}$
- Huella: $H > C$
- $2C + H \leq 64 \text{ cm}$ (valor cercano)
- $C + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}$
- $C * H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$

Datos:

Carga viva = 500 kg/m^2

Acabados = 200 kg/m^2

$f_c = 210 \text{ kg/m}^2$

$f_y = 2810 \text{ kg/m}^2$

Altura entrepisos (h) = $3,50 \text{ m}$

$\gamma_{\text{concreto}} = 2400 \text{ kg/m}^3$

Procediendo al cálculo en sentido largo (4,50 metros), dejando descanso de 1,50 metros. Asumiendo huella = 30 centímetros, contrahuella = 16 centímetros.

$$\text{Número de huellas} = 3,00/0,30 = 10$$

$$\text{Número de contrahuellas} = H + 1 = 10 + 1 = 11$$

Chequeando relaciones de comodidad

- $C = 16,00 \text{ cm} < 20,00 \text{ cm}$ cumple
- $H = 30,00 \text{ cm} > 16,00 \text{ cm}$ cumple
- $2*16,00 + 30,00 = 62,00 \text{ cm} < 64,00 \text{ cm}$ cumple
- $16 + 30 = 46 \text{ cm}; 45,00 < 46,00 < 48,00 \text{ cm}$ cumple
- $16 * 30 = 480 \text{ cm}^2; 480,00 < 480,00 < 500,00 \text{ cm}^2$ cumple

Todas las relaciones analizadas chequean, por lo tanto las dimensiones consideradas son correctas.

- Integración de cargas

Longitud de losa

$$L = \sqrt{(10*0,30)^2 + (11*0,16)^2} = 3,48 \text{ m}$$

Espesor de losa

$$t = 3,48/24 = 14,50 \text{ cm} \approx 15,00 \text{ cm}$$

$$CM = 1,4 * [(Y_{\text{concreto}} * (t + C/2)) + \text{Acabados}]$$

$$CM = 1,4 * [(2400*(0,15+0,16/2)) + 200] = 1\ 052,80 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 1,7WC = 1,7*500 = 850,00 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1\ 052,80 + 850,00 = 1\ 902,80 \text{ kg/m}^2$$

Se analiza una franja con ancho unitario de 1 metro. La carga última es CU = 1 902,80 kilogramos sobre metro, para un tramo de escalones con longitud de 3,50 metros.

- Cálculo del momento positivo y negativo actuantes

$$M_{(+)} = \frac{W * l^2}{9} = \frac{1\,902,80 * 3,48^2}{9} = 2\,560,41 \text{ kg-m}$$

$$M_{(-)} = \frac{W * l^2}{14} = \frac{1\,902,80 * 3,48^2}{14} = 1\,645,98 \text{ kg-m}$$

- Área de acero mínima y área de acero por temperatura

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{2\,810} * 100 * 11,86 = 5,95 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0,002 * b * d = 0,002 * 100 * 11,86 = 2,37 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del área de acero para el momento positivo y negativo

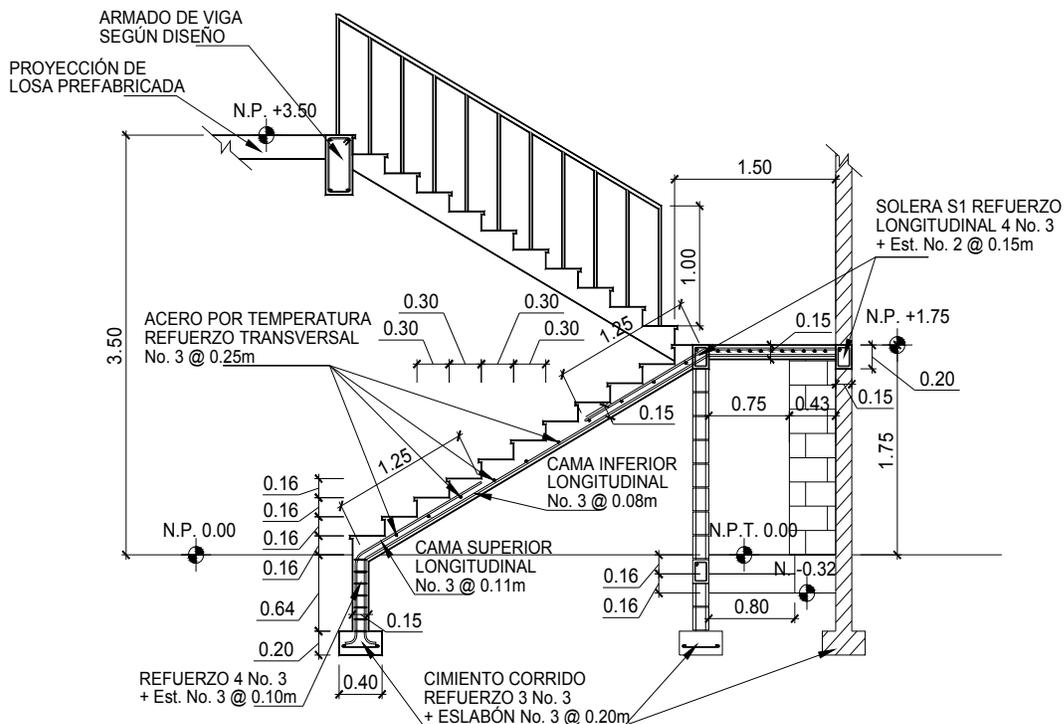
$$A_s = \left[(b*d) - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f_c}} \right] * \frac{0,85 * f_c}{f_y}$$

$$A_{s(+)} = \left[(100 * 12,03) - \sqrt{(100 * 11,86)^2 - \frac{2\,560,41 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810} = 8,94 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(-)} = \left[(100 * 12,03) - \sqrt{(100 * 11,86)^2 - \frac{1\,645,98 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810} = 6,03 \text{ cm}^2$$

- Cálculo el espaciamiento requerido en la cama inferior con varilla No. 3:
 - $8,94 \text{ cm}^2$ ----- 100 cm
 - $0,71 \text{ cm}^2$ ----- S
$$S = 8,94 \approx 8,00 \text{ cm}$$
- Cálculo el espaciamiento requerido en la cama superior con varilla No. 3:
 - $6,03 \text{ cm}^2$ ----- 100 cm
 - $0,71 \text{ cm}^2$ ----- S
$$S = 11,76 \approx 11,00 \text{ cm}$$
- Cálculo el espaciamiento requerido por temperatura con varilla No. 3:
 - $2,41 \text{ cm}^2$ ----- 100 cm
 - $0,71 \text{ cm}^2$ ----- S
$$S = 29,52 \approx 25,00 \text{ cm}$$

Figura 49. **Detalle de gradas primer nivel, módulo de oficinas**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCad.

2.1.7.12. Diseño de cimientos

Las zapatas son miembros estructurales que se usan para soportar columnas y muros, para transmitir sus cargas al suelo subyacente. El material más adecuado, es el concreto reforzado, se utilizan para edificios de concreto reforzado, acero estructural, puentes, torres y otras estructuras.

En este proyecto se utilizarán zapatas concéntricas y zapatas excéntricas, para cargar las columnas, y cimiento corrido para cargar los muros de mampostería. A continuación se detalla el procedimiento para el cálculo de las zapatas concéntricas y excéntricas.

- Zapata concéntrica Z1

Datos:

$$P_u = 117,078 \text{ T}$$

$$FCU = 1,48$$

$$M_x = 13,441 \text{ T-m}$$

$$\text{Desplante} = 2,50 \text{ m}$$

$$M_y = 15,445 \text{ T-m}$$

$$\text{Sección columna} = 0,40 \times 0,40 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,4 \text{ T/m}^3$$

$$t_{\text{zapata}} = 0,55 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{suelo}} = 1,55 \text{ T/m}^3$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/m}^2$$

$$V_{\text{suelo}} = 31,73 \text{ T/m}^2$$

$$f_y = 4\,200 \text{ kg/m}^2$$

Se deben pasar las cargas últimas a cargas de trabajo, por medio del factor de carga última que se describe a continuación:

$$P^t = \frac{P_u}{FCU} = \frac{117,078}{1,48} = 79,106 \text{ T}$$

$$M^t_x = \frac{M_x}{FCU} = \frac{13,441}{1,48} = 9,081 \text{ T}$$

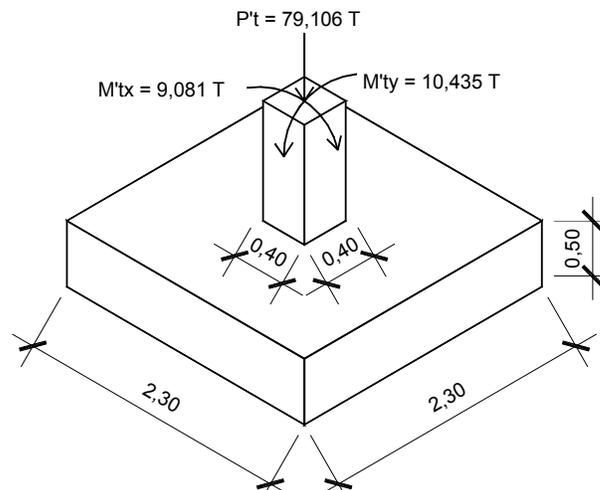
$$M'ty = \frac{My}{FCU} = \frac{15,445}{1,48} = 10,435 \text{ T}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$Az = \frac{1,5 * P't}{Vs} = \frac{1,5 * 79,106}{31,73} = 3,73 \text{ m}^2$$

Se considerará una zapata de 2,30 metros por 2,30 metros, para un área de zapata de 5,29 metros cuadrados.

Figura 50. **Dimensiones, carga y momentos sobre zapata concéntrica Z1, módulo de oficinas**



Fuente: elaboración propia.

- Chequeo de la presión sobre el suelo

Luego de haber dimensionado la zapata, se procede a calcular la carga máxima admisible ($q_{m\acute{a}x}$), la cual debe ser menor que el valor soporte del suelo

y mayor que cero (q_{\min}), si se supone que las presiones están linealmente distribuidas, siempre que la excentricidad $e=M/P$ no supere el núcleo de la zapata es decir $e < k=L/6$.

- Carga sobre zapata:

$$P = P't + P_{\text{propio}} + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}}$$

$$P_{\text{propio}} = 5,29 * 0,55 * 2,40 = 6,982 \text{ T}$$

$$P_{\text{columna}} = 9,50 * 0,40 * 0,40 * 2,4 = 3,648 \text{ T}$$

$$P_{\text{suelo}} = 5,29 * 2,50 * 1,55 = 20,498 \text{ T}$$

$$P = 79,106 + 6,982 + 3,648 + 20,498 = 110,236 \text{ T}$$

- Comprobación $e < k$:

$$k = \frac{2,30}{6} = 0,38$$

$$e_x = \frac{9,081}{110,236} = 0,08 < k; \quad \text{Cumple}$$

$$e_y = \frac{10,435}{110,236} = 0,09 < k; \quad \text{Cumple}$$

El valor de q_{\max} y q_{\min} se define mediante la siguiente expresión:

$$q_{\max}/q_{\min} = \frac{P}{AZ} \pm \frac{M'tx}{Sx} \pm \frac{M'ty}{Sy}; \quad S = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

Donde:

q_{máx}: presión máxima sobre la masa de suelo

q_{mín}: presión mínima sobre la masa de suelo

P: carga sobre la zapata

Az: área de la zapata

M'tx: momento de trabajo sobre la zapata en sentido "x"

M'ty: momento de trabajo sobre la zapata en sentido "y"

Sx, Sy: núcleo de la sección de la zapata sentido "x", "y" respectivamente

a y b: longitud del lado de la zapata

$$S_x = S_y = \frac{2,30 * 2,30^2}{6} = 2,027 \text{ m}^3$$

$$q_{\text{máx}}/q_{\text{mín}} = \frac{110,236}{5,29} \pm \frac{9,081}{2,027} \pm \frac{10,435}{2,027}$$

$$q_{\text{máx}} = \frac{110,236}{5,29} + \frac{9,081}{2,027} + \frac{10,435}{2,027} = 30,463 \text{ T/m}^2$$

$$q_{\text{mín}} = \frac{110,236}{5,29} - \frac{9,081}{2,027} - \frac{10,435}{2,027} = 11,213 \text{ T/m}^2$$

$$q_{\text{máx}} = 30,463 \text{ T/m}^2 < 31,73 \text{ T/m}^2; \quad \text{Cumple}$$

$$q_{\text{mín}} = 11,213 \text{ T/m}^2 > 0; \quad \text{Cumple}$$

- Presión de diseño

Debido a que las presiones en el suelo, varían de un punto a otro bajo la zapata, se debe calcular una presión de diseño uniforme mediante la siguiente expresión:

$$q_{\text{diseñoU}} = q_{\text{máx}} * \text{FCU}$$

Sustituyendo valores:

$$q_{\text{diseñoU}} = 30,463 * 1,48 = 45,09 \text{ T/m}^2$$

Peralte efectivo de la zapata, asumiendo varilla No. 5; $\varnothing = 1,59$ centímetros y recubrimiento mínimo de 7,50 centímetros.

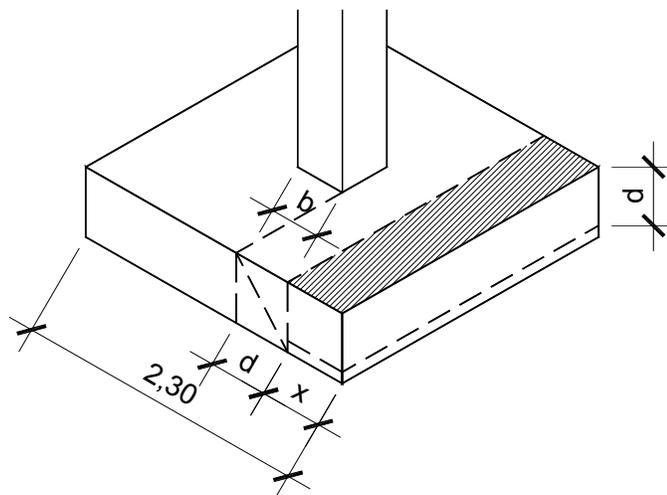
$$d = t_{\text{asumido}} - \text{rec} - \varnothing_{\text{var}}/2$$

$$d = 55,00 - 7,50 - 1,59/2 = 46,70 \approx 46,00 \text{ cm}$$

- Chequeo por corte simple

La falla por esfuerzo cortante en una zapata, ocurre a una distancia “d” (peralte efectivo) del rostro de la columna ver figura 51, por lo que se debe chequear que el esfuerzo cortante actuante en ese punto, sea menor que el esfuerzo cortante resistente, esto se debe chequear en ambos sentidos, en este caso por ser simétrico solo se analizará un sentido.

Figura 51. **Falla por corte simple**



Fuente: elaboración propia.

$$x = \frac{B}{2} - \frac{b}{2} - d = \frac{230}{2} - \frac{40}{2} - 46 = 49,00 \text{ cm}$$

- Corte actuante

$$V_{act.} = \text{área sombreada} * q_{diseñoU}$$

$$V_{act.} = 2,30 * 0,49 * 45,09 = 50,81 \text{ T}$$

- Corte resistente

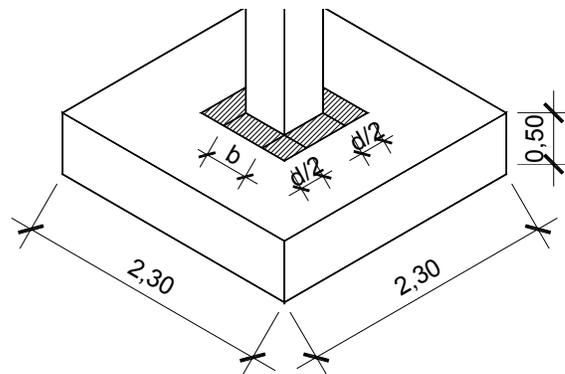
$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt[2]{f_c} * b * d = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 230 * 46}{1000} = 79,765 \text{ T}$$

Como $V_{act} < V_c$ sí cumple, el peralte resiste el cortante simple.

- Chequeo por corte punzonante

La falla de corte por punzonamiento, se produce a una distancia de $d/2$ del perímetro de la columna, como consecuencia del efecto punzonante que produce la columna ver figura 52.

Figura 52. **Falla de corte por punzonamiento**



Fuente: elaboración propia.

- Área punzonante:

$$A_p = (b + d)^2 = (0,40 + 0,46)^2 = 0,739 \text{ m}^2$$

- Corte actuante

$$V_{act} = q_{diseño} U * (A_z - A_p)$$

$$V_{act} = 45,085 * (5,29 - 0,739) = 205,158 \text{ T}$$

- Corte resistente

$$\beta_o = 4 * (b + d) = 4 * (0,40 + 0,46) = 3,44 \text{ m}$$

$$V_{res} = \phi * 1,06 * \sqrt{f_c} * \beta_o * d = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{280} * 344 * 46}{1000} = 238,573 \text{ T}$$

Como $V_{act} < V_{res}$ sí cumple, el peralte resiste el cortante punzonante.

- Diseño del refuerzo por flexión

Para resistir este momento flector, se debe reforzar con acero, se diseña con una franja unitaria de 1 metro. El refuerzo se calcula a continuación:

$$M_{flector} = \frac{q_{diseño} U * L^2}{2} = \frac{45,085 * \left[\frac{2,30}{2} - \frac{0,40}{2} \right]^2}{2} = 20,344 \text{ T}$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{4200} * 100 * 46 = 15,44 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * b * d = 0,002 * 100 * 46 = 9,20 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \left[(100 * 46) - \sqrt{(100 * 46)^2 - \frac{20344,6 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{4200} = 11,98 \text{ cm}^2$$

El área de acero calculado, es menor que el área de acero mínimo, por lo que se coloca el mínimo (15,44 cm²).

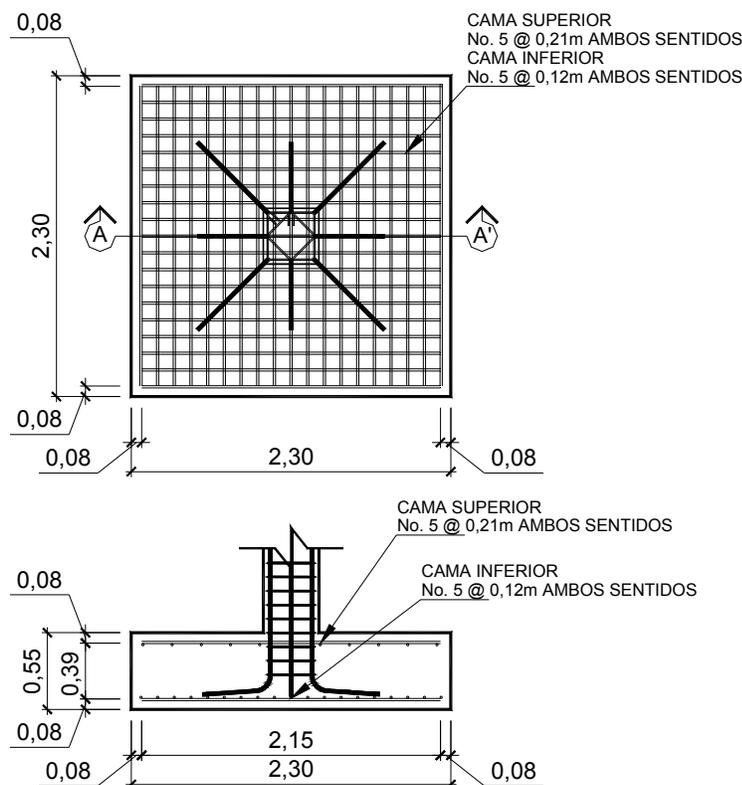
- Cálculo del espaciamiento requerido en la cama inferior:

✓	15,44 cm ²	-----	100 cm	}	S = 12,88 ≈ 12,00 cm
✓	1,99 cm ²	-----	S		

- Cálculo del espaciamiento requerido en la cama superior:

✓	9,20 cm ²	-----	100 cm	}	S = 21,63 ≈ 21,00 cm
✓	1,99 cm ²	-----	S		

Figura 53. **Detalle de armado de zapata concéntrica Z1**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCad.

- Zapata excéntrica

Las zapatas de colindancia, se deben diseñar para contrarrestar el momento de volteo, que se produce debido a que las cargas que sobre está actúan, no reaccionan en su centro de masa, la solución que se plantea, para este proyecto, es una zapata de base cuadrada con un diamante sobre ella. A continuación se presenta el cálculo del diamante.

Datos:

$$P_u = 117,078 \text{ T}$$

$$FCU = 1,48$$

$$M_x = 13,441 \text{ T-m}$$

$$\text{Desplante} = 2,50 \text{ m}$$

$$M_y = 15,445 \text{ T-m}$$

$$\text{Sección columna} = 0,40 \times 0,40 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,4 \text{ T/m}^3$$

$$t_{\text{zapata}} = 0,55 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{suelo}} = 1,55 \text{ T/m}^3$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/m}^2$$

$$V_{\text{suelo}} = 31,73 \text{ T/m}^2$$

$$f_y = 4\ 200 \text{ kg/m}^2$$

Se deben pasar las cargas últimas a cargas de trabajo, por medio del factor de carga última que se describe a continuación:

$$P_t = \frac{P_u}{FCU} = \frac{117,078}{1,48} = 79,106 \text{ T}$$

$$M'_{tx} = \frac{M_x}{FCU} = \frac{13,441}{1,48} = 9,081 \text{ T}$$

$$M'_{ty} = \frac{M_y}{FCU} = \frac{15,445}{1,48} = 10,435 \text{ T}$$

Predimensionamiento del área de la zapata: por la excentricidad de la carga que provoca flexión, se toma inicialmente, un valor soporte menor que la real.

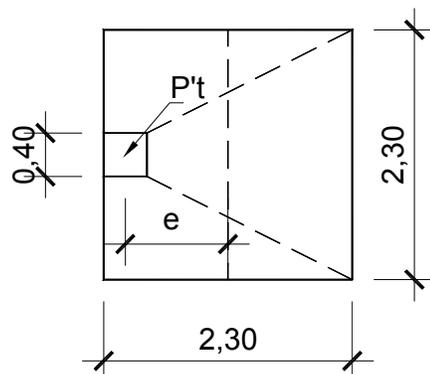
Se usará el valor de 26,44 toneladas sobre metro cuadrado; por lo que el área será:

$$P't = 79,106 + (79,106 * 0.05) = 83,06 \text{ T}$$

$$Az = \frac{1,5 * P't}{Vs} = \frac{1,5 * 83,06}{26,44} = 4,71 \text{ m}^2$$

Se considerará una zapata de 2,30 metros por 2,30 metros, para un área de zapata de 5,29 metros cuadrados.

Figura 54. **Dimensiones de zapata excéntrica**



Fuente: elaboración propia.

La carga P't, centrada en la columna, se encuentra a una distancia del centro de:

$$e = \frac{2,30 - 0,40}{2} = 0,95 \text{ m}$$

Si se aplican 2 fuerzas iguales a P't, de sentido contrario en el centro de gravedad de la base, ellas, combinadas con P't de la columna, provocan los esfuerzos siguientes en el terreno. Ver figura 55.

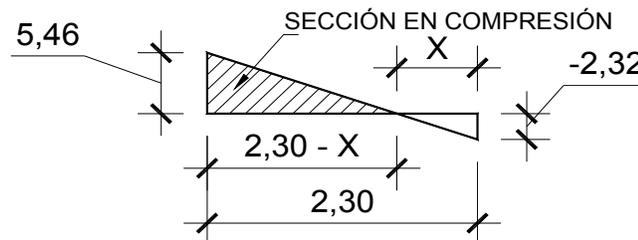
- Compresión máxima

$$\sigma_c = \frac{P't}{A} \left[1 + \frac{6 \cdot e}{L} \right] = \frac{83\,060}{52\,900} * \left[1 + \frac{6 \cdot 95}{230} \right] = 5,46 \text{ kg/cm}^2$$

- Tensión máxima

$$\sigma_t = \frac{P't}{A} \left[1 - \frac{6 \cdot e}{L} \right] = \frac{83\,060}{52\,900} * \left[1 - \frac{6 \cdot 95}{230} \right] = -2,32 \text{ kg/cm}^2$$

Figura 55. **Esfuerzo en el terreno**



Fuente: elaboración propia.

Punto donde cambia el esfuerzo de compresión al de tensión, el cual se encuentra a una distancia X, aplicando triángulos semejantes. (figura 55)

$$\frac{5,46}{2,30 - x} = \frac{2,32}{x}; \quad x = 0,69 \text{ m} \approx 0,70 \text{ m}$$

Para efectuar el cálculo de la zapata, se tendrá que considerar la parte del diagrama que se encuentra a compresión. Ver figura 56.

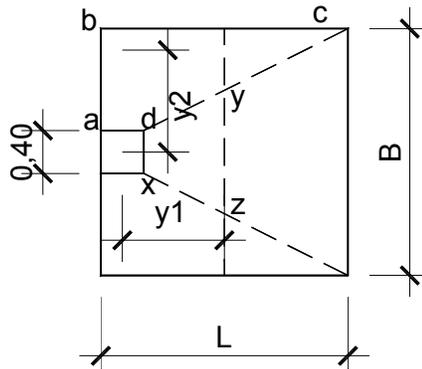
- Esfuerzo en el eje neutro:

$$\sigma_{\text{neutro}} = \frac{\sigma_c * \left(\frac{L}{2} - x \right)}{L - x} = \frac{5,46 * \left(\frac{2,30}{2} - 0,70 \right)}{2,30 - 0,70} = 1,57 \text{ kg/cm}^2$$

Altura de diamante: se asume una inclinación de 15 grados.

$$h = \tan(\Phi) * (L - col) = \tan(15^\circ) * (2,30 - 0,40) = 0,509 \approx 0,51 \text{ m}$$

Figura 56. **Análisis de zapata excéntrica**



Fuente: elaboración propia.

- o Fuerza resultante en el trapecio xdyz:

$$P_1 = \sigma_{\text{neutro}} * \left[\frac{xd + yz}{2} \right] * h = 1,57 * \left[\frac{40 + 115}{2} \right] * 51 = 6\,205,43 \text{ kg}$$

La fuerza anterior es aplicada al centro de gravedad del trapecio xdyz, cuya distancia a la sección xd es:

$$y_1 = \frac{h}{3} * \left[\frac{(2*yz)+xd}{yz+xd} \right] = \frac{51}{3} * \left[\frac{(2*115)+40}{115 + 40} \right] = 29,62 \text{ cm} \approx 0,30 \text{ m}$$

- o Momento M1 respecto al centro de la columna:

$$M_1 = P_1 * y_1 = 6\,205,43 * 0,30 = 1\,861,63 \text{ kg-m}$$

- Esfuerzo en dirección perpendicular a y1:

$$\sigma = \frac{5,46}{2} = 2,73 \text{ kg/cm}^2$$

- Este esfuerzo se reparte en el área adcb:

$$A = ad * \left[\frac{B - dx}{2} \right] + \left[\frac{(B-dx)+(B-yz)}{4} \right] * h$$

$$A = 40 * \left[\frac{230 - 40}{2} \right] + \left[\frac{(230-40)+(230-115)}{4} \right] * 51 = 7\,688,75 \text{ cm}^2$$

- La resultante P2 se aplica sobre el centro de gravedad de la superficie abcd:

$$P_2 = \sigma * A = 2,73 * 7\,688,75 = 20\,990,29 \text{ kg}$$

$$y_2 = \left(\frac{ab}{3} \right) * \left(\frac{2 * B + ad}{B + ad} \right) = \left(\frac{95}{3} \right) * \left(\frac{2 * 230 + 40}{230 + 40} \right) = 58,64 \text{ cm} \approx 0,59 \text{ m}$$

- El momento M2 provocado por la fuerza será:

$$M_2 = P_2 * y_2 = 20\,990,29 * 0,59 = 12\,384,27 \text{ kg-m}$$

El refuerzo de acero en la base de la zapata con diamante, se calcula con la diferencia de los momentos del análisis estructural y los momentos obtenidos en el diamante.

Datos:

F.C.U. = 1,48

Pu=117,078 T

—————> 79,106 T

Mx= 13,441- 1,861 = 11,579 T-m

—————> 7,824 T-m

$$M_y = 15,445 - 12,385 = 3,061 \text{ T-m} \longrightarrow 2,068 \text{ T-m}$$

- o Carga sobre zapata:

$$P = P't + P_{\text{propio}} + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}}$$

$$P_{\text{propio}} = 5,29 * 0,50 * 2,40 = 6,348 \text{ T}$$

$$P_{\text{columna}} = 9,50 * 0,40 * 0,40 * 2,4 = 3,648 \text{ T}$$

$$P_{\text{suelo}} = 5,29 * 2,50 * 1,55 = 20,498 \text{ ton}$$

$$P = 79,106 + 6,348 + 3,648 + 20,498 = 109,602 \text{ T}$$

- o Comprobación $e < k$:

$$k = \frac{2,30}{6} = 0,38$$

$$e_x = \frac{7,824}{109,602} = 0,07 < k; \quad \text{Cumple}$$

$$e_y = \frac{2,068}{109,602} = 0,02 < k; \quad \text{Cumple}$$

El valor de $q_{\text{máx}}$ y $q_{\text{mín}}$ se define mediante la siguiente expresión:

$$q_{\text{máx}}/q_{\text{mín}} = \frac{P}{Az} \pm \frac{M'tx}{S_x} \pm \frac{M'ty}{S_y}; \quad S = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

$$S_x = S_y = \frac{2,30 * 2,30^2}{6} = 2,027 \text{ m}^3$$

$$q_{\text{máx}}/q_{\text{mín}} = \frac{109,602}{5,29} \pm \frac{7,824}{2,027} \pm \frac{2,068}{2,027}$$

$$q_{\text{máx}} = \frac{109,602}{5,29} + \frac{7,824}{2,027} + \frac{2,068}{2,027} = 25,596 \text{ T/m}^2$$

$$q_{\text{mín}} = \frac{109,602}{5,29} - \frac{7,824}{2,027} - \frac{2,068}{2,027} = 15,841 \text{ T/m}^2$$

$$q_{\text{máx}} = 25,596 \text{ T/m}^2 < 31,73 \text{ T/m}^2; \quad \text{Cumple}$$

$$q_{\text{mín}} = 15,841 \text{ T/m}^2 > 0; \quad \text{Cumple}$$

- Presión de diseño:

$$q_{\text{diseñoU}} = 25,596 * 1,48 = 37,88 \text{ ton/m}^2$$

Peralte efectivo de la zapata, asumiendo varilla No. 5; $\emptyset = 1,59$ centímetros y recubrimiento mínimo de 7,50 centímetros.

$$d = \text{tasumido} - \text{rec} - \emptyset_{\text{var}}/2$$

$$d = 50,00 - 7,50 - 1,59/2 = 41,70 \approx 41,00 \text{ cm}$$

- Chequeo por corte simple

$$X = \frac{B}{2} - \frac{b}{2} - d = \frac{230}{2} - \frac{40}{2} - 41 = 54,00 \text{ cm}$$

- Corte actuante:

$$V_{\text{act.}} = L * X * q_{\text{diseñoU}}$$

$$V_{\text{act.}} = 2,30 * 0,54 * 37,88 = 47,05 \text{ T}$$

- Corte resistente:

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 230 * 54}{1000} = 93,63 \text{ T}$$

Como $V_{act} < V_c$ sí cumple, el peralte resiste el cortante simple.

o Chequeo por corte punzonante

▪ Área punzonante:

$$A_p = (b + d)^2 = (0,40 + 0,41)^2 = 0,66 \text{ m}^2$$

▪ Corte actuante:

$$V_{act} = q_{diseñoU} * (A_z - A_p)$$

$$V_{act} = 37,88 * (5,29 - 0,66) = 175,55 \text{ ton}$$

▪ Corte resistente:

$$\beta_o = 4 * (b + d) = 4 * (0,40 + 0,41) = 3,24 \text{ m}$$

$$V_{res} = \phi * 1,06 * \sqrt{f_c} * \beta_o * d = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{280} * 3,24 * 41}{1000} = 200,28 \text{ T}$$

Como $V_{act} < V_{res}$ sí cumple, el peralte resiste el cortante punzonante.

o Diseño del refuerzo por flexión

$$M_{flector X} = \frac{q_{diseñoU} * L^2}{2} = \frac{37,88 * 1,15^2}{2} = 25,05 \text{ T}$$

$$M_{flector Y} = \frac{q_{diseñoU} * L^2}{2} = \frac{37,88 * \left[\frac{2,30}{2} - \frac{0,40}{2} \right]^2}{2} = 17,09 \text{ T}$$

$$A_{s_{mín}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{4200} * 100 * 41 = 13,76 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * b * d = 0,002 * 100 * 41 = 8,20 \text{ cm}^2$$

$$A_{sx} = \left[(100 \cdot 41) - \sqrt{(100 \cdot 41)^2 - \frac{9\,280 \cdot 100}{0,003825 \cdot 280}} \right] \cdot \frac{0,85 \cdot 280}{4\,200} = 16,77 \text{ cm}^2$$

$$A_{sy} = \left[(100 \cdot 41) - \sqrt{(100 \cdot 41)^2 - \frac{17\,090 \cdot 100}{0,003825 \cdot 280}} \right] \cdot \frac{0,85 \cdot 280}{4\,200} = 11,31 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del espaciamiento requerido en la cama inferior longitudinal:

$$\left. \begin{array}{l} \checkmark \quad 16,77 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100\text{cm} \\ \checkmark \quad 1,99 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \end{array} \right\} S = 11,86 \approx 11,00 \text{ cm}$$

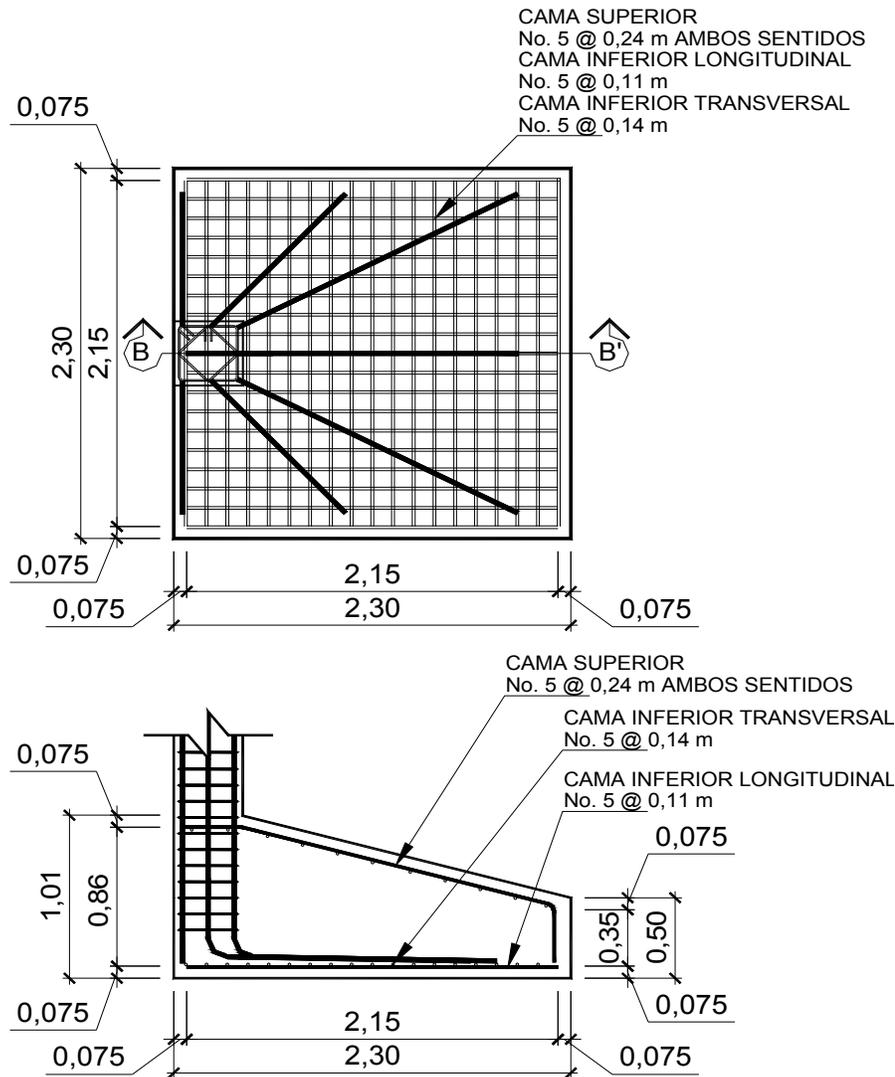
- Cálculo del espaciamiento requerido en la cama inferior transversal:

$$\left. \begin{array}{l} \checkmark \quad 13,76 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100\text{cm} \\ \checkmark \quad 1,99 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \end{array} \right\} S = 14,46 \approx 14,00 \text{ cm}$$

- Cálculo del espaciamiento requerido en la cama superior:

$$\left. \begin{array}{l} \checkmark \quad 8,20 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ \checkmark \quad 1,99 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \end{array} \right\} S = 24,26 \approx 24,00 \text{ cm}$$

Figura 57. Detalle de zapata excéntrica



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCad..

- Zapata combinada Z3

Este tipo de zapata, se coloca en caso que la distancia entre columnas sea demasiado pequeña o que éstas se traslapen.

Datos:

$$P_u = 117,078 \text{ T}$$

$$M_{x1} = 13,441 \text{ ton-m}$$

$$M_{x2} = 11,952 \text{ T-m}$$

$$M_{y1} = M_{y2} = 15,445 \text{ T-m}$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,4 \text{ T/m}^3$$

$$\rho_{\text{suelo}} = 1,55 \text{ T/m}^3$$

$$V_{\text{suelo}} = 31,73 \text{ T/m}^2$$

$$FCU = 1,48$$

$$\text{Desplante} = 2,50 \text{ m}$$

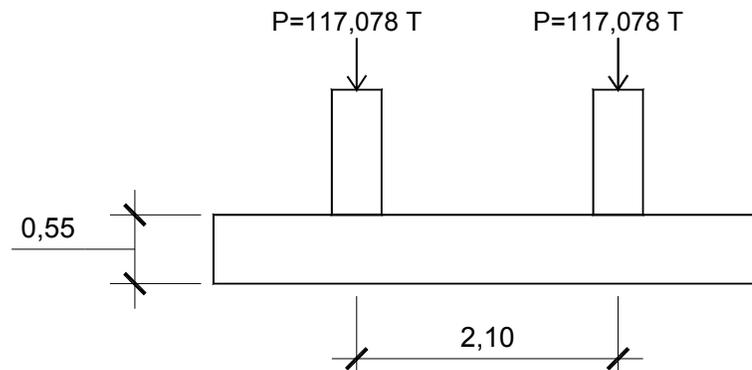
$$\text{Sección columna} = 0,40 \times 0,40 \text{ m}$$

$$\text{tasumido} = 0,55 \text{ m}$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/m}^2$$

$$f_y = 4\ 200 \text{ kg/m}^2$$

Figura 58. **Sección y fuerzas sobre zapata combinada, sentido X**

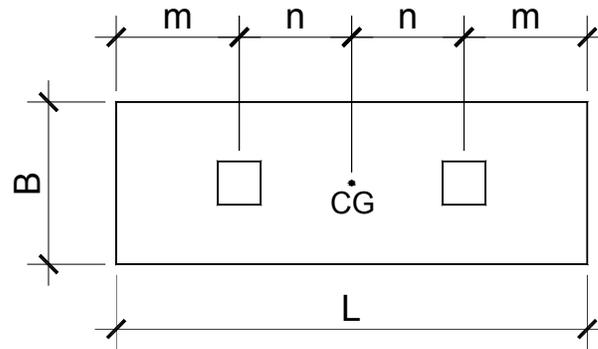


Fuente: elaboración propia.

Para poder predimensionar el cimiento rectangular, se debe de tener en cuenta las siguientes restricciones:

- $L = 2(m+n)$
- $B = R/qL$
- $R = P't_1 + P't_2$
- $q = V_s$

Figura 59. **Planta de zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de las cargas de trabajo:

$$P't1 = \frac{P_u}{F_{CU}} = \frac{117,08}{1,48} = 79,11 \text{ T}; \quad P't2 = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{117,08}{1,48} = 79,11 \text{ T}$$

$$M'tx1 = \frac{Mx1}{F_{CU}} = \frac{13,441}{1,48} = 9,08 \text{ T}; \quad M'tx2 = \frac{Mx2}{F_{CU}} = \frac{11,952}{1,48} = 8,08 \text{ T}$$

$$M'ty = \frac{My}{F_{CU}} = \frac{15,445}{1,48} = 10,44 \text{ T}$$

- Predimensionamiento del área de la zapata:

La longitud del cimiento, se escoge de tal manera que el centro de cargas coincida con el centro geométrico del cimiento.

Se tiene $L=2(m+n)$ asumir $m = 1,00 \text{ m}$ y $n = 1,05 \text{ m}$

$$L = 2 * (1,00 + 1,05) = 4,10 \text{ m}$$

$$A_z = B \times L$$

$$B = \frac{R}{qL} = \frac{79,11 + 79,11}{31,73 * 4,10} = 1,22 \text{ m}$$

Tomando en cuenta que al no chequear el área de la zapata se debe incrementar esta conservando la longitud “L” y aumentando el ancho “B”, como en el predimensionamiento no se toman en cuenta los efectos de flexión y corte se asumirá B = 2,30 m.

$$Az = 2,30 * 4,10 = 9,43 \text{ m}^2$$

- Integración de cargas sobre la zapata:

$$P_{cg} = P't1 + P't2 + P_{propio} + 2 * P_{columna} + P_{suelo}$$

$$P_{propio} = Az * t * \gamma_{concreto} = 9,43 * 0,55 * 2,4 = 12,45 \text{ T}$$

$$P_{columna} = A_{col} * H_{col} * \gamma_{concreto} = 0,40 * 0,40 * 9,50 * 2,4 = 3,65 \text{ T}$$

$$P_{suelo} = Az * \text{Desplante} * \rho_{suelo} = 9,43 * 2,50 * 1,55 = 36,54 \text{ T}$$

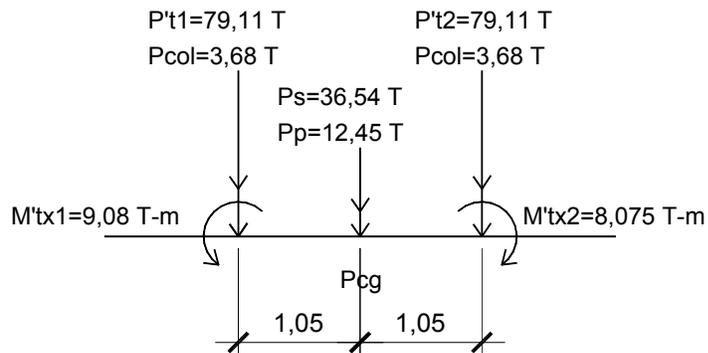
$$P_{cg} = 79,11 + 79,11 + 12,45 + (2 * 3,65) + 36,54 = 214,51 \text{ T}$$

$$M_{cgx} = -9,08 - 8,08 = 17,16 \text{ T-m}$$

$$M_{cgy} = -10,44 - 10,44 = 20,88 \text{ T-m}$$

Para poder calcular el momento en el centro de gravedad, es necesario contar con el diagrama de cuerpo libre que se muestra en siguiente figura:

Figura 60. Diagrama de cuerpo libre para cimiento combinado



Fuente: elaboración propia.

- Presiones máxima y mínima en el suelo:

$$S = \frac{bh^2}{6}$$

Sentido X

$$S_x = \frac{5,60 * 1,75^2}{6} = 3,61$$

Sentido Y

$$S_y = \frac{1,75 * 5,60^2}{6} = 6,44$$

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_{cgx}}{S_x} + \frac{M_{cgy}}{S_y}$$

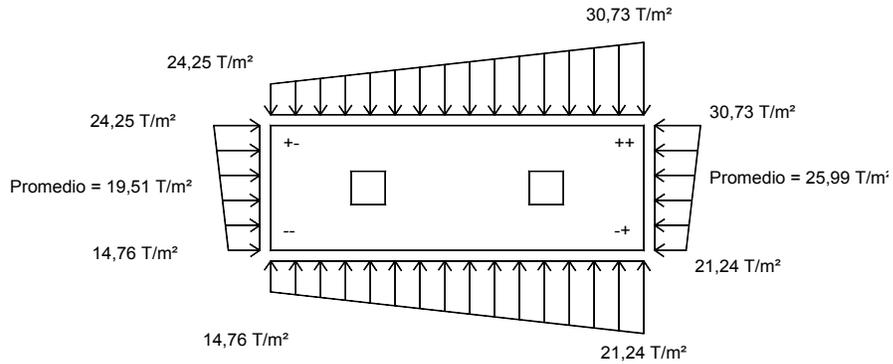
$$q_{\text{máx}} = \frac{214,51}{9,43} + \frac{17,16}{3,61} + \frac{20,88}{6,44} = 30,74 \text{ T/m}^2$$

$$q_{\text{mín}} = \frac{214,51}{9,43} + \frac{17,16}{3,61} + \frac{20,88}{6,44} = 14,76 \text{ T/m}^2$$

$q_{\text{máx}} = 30,74 \text{ T/m}^2$; cumple no excede el Vs.

$q_{\text{mín}} = 14,76 \text{ T/m}^2$; cumple es mayor que 0.

Figura 61. **Presiones sobre el suelo**



Fuente: elaboración propia.

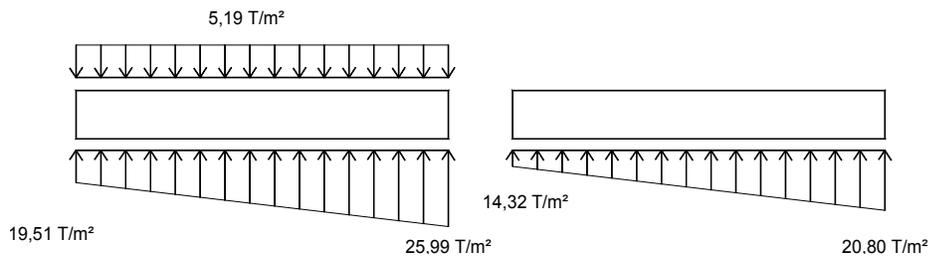
Las presiones del suelo y cimiento son:

$$q_s = \text{Desp} \cdot \gamma_{\text{suelo}} = 2,50 \cdot 1,55 = 3,87 \text{ T/m}^2$$

$$q_{\text{cim}} = t \cdot \gamma_{\text{concreto}} = 0,55 \cdot 2,4 = 1,32 \text{ T/m}^2$$

$$q_{\text{cim}} + q_s = 3,87 + 1,32 = 5,19 \text{ T/m}^2$$

Figura 62. **Presión sobre el cimiento**



Fuente: elaboración propia.

Las presiones últimas de diseño serán: $q_{\text{dis}} = q \cdot \text{FCU}$, las presiones últimas por metro lineal se obtienen de $W = b \cdot q_{\text{dis}}$, para, $B =$ ancho de cimiento, $B = 2,30$ metros.

$$P_u = q_{dis} * FCU, \quad \text{para } q = 14,61 \text{ T/m}^2 \quad q_{dis} = 14,32 * 1,48 = 21,19 \text{ T/m}^2$$

$$\text{para } q = 19,17 \text{ T/m}^2 \quad q_{dis} = 20,80 * 1,48 = 30,78 \text{ T/m}^2$$

Se encuentra una expresión para cualquier distancia x, una presión dada por la relación de triángulos.

$$\frac{4,10}{(30,78 - 21,19)} = \frac{x}{q_{d(x)} - 21,19}; \quad q_{d(x)} = 21,19 + 2,34x$$

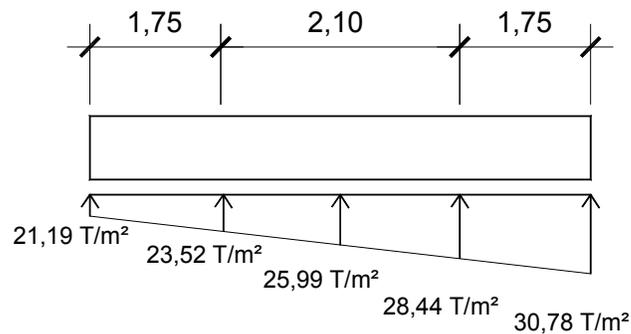
Para $x = 1,00 \text{ m}$, $q_{d(1,00)} = 23,52 \text{ T/m}^2$

Para $x = 2,05 \text{ m}$, $q_{d(2,05)} = 25,99 \text{ T/m}^2$

Para $x = 3,10 \text{ m}$, $q_{d(3,10)} = 28,44 \text{ T/m}^2$

Para $x = 4,10 \text{ m}$, $q_{d(4,10)} = 30,78 \text{ T/m}^2$

Figura 63. **Presión última sobre el cimiento**



Fuente: elaboración propia.

Las presiones últimas por metro lineal se obtienen de $W = B * q_{dis}$

Para $q_{disu} = 21,19 \text{ T/m}^2$ tenemos $= 2,30 * 21,19 = 48,74 \text{ T/m}^2$

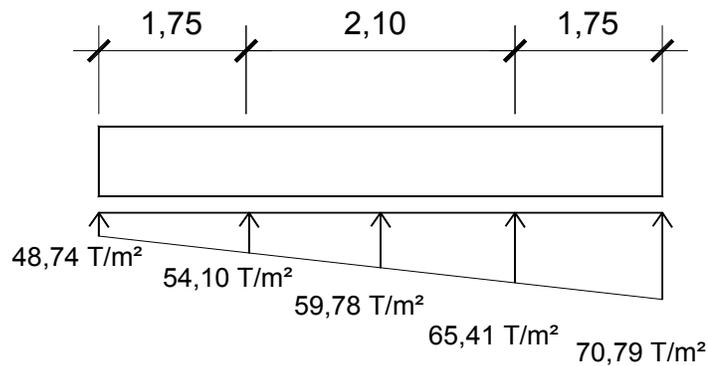
Para $q_{disu} = 23,52 \text{ T/m}^2$ tenemos $= 2,30 * 23,52 = 54,10 \text{ T/m}^2$

Para $q_{disu} = 25,99 \text{ T/m}^2$ tenemos $= 2,30 * 25,99 = 59,78 \text{ T/m}^2$

Para $q_{disu} = 28,44 \text{ T/m}^2$ tenemos $= 2,30 * 28,44 = 65,41 \text{ T/m}^2$

Para $q_{disu} = 30,78 \text{ T/m}^2$ tenemos $= 2,30 * 30,78 = 70,79 \text{ T/m}^2$

Figura 64. **Presión última por metro lineal**



Fuente: elaboración propia.

Encontrando una expresión por relación de triángulos, para cualquier distancia x una presión última por metro lineal, se obtiene lo siguiente:

$$\frac{4,10}{(70,79 - 48,74)} = \frac{x}{W_{(x)} - 48,74}; \quad W_{(x)} = 48,74 + 5,38x$$

Si se encuentra W para cuando $x_{cg} = 2,05 \text{ m}$; se tiene:

$$W_{cg} = 48,74 + (5,38 * 2,05) = 59,77 \text{ T/m}$$

○ Cálculo de diagramas de corte y momento

$$V_{ab} = \frac{(48,74 + 54,10) * 1,00}{2} = 51,42 \text{ T}$$

$$V_b = V_{ab} - 117,08 = 51,42 - 117,08 = -65,66 \text{ T}$$

$$V_{bc} = V_b + 54,10y + 5,38y^2, \text{ cuando } V_{bc} = 0 \text{ entonces } y = 1,09 \text{ m}$$

El valor de la presión última por metro lineal cuando, $y = 1,09 \text{ m}$ y $V_{bc} = 0$.

$$W(x) = 48,74 + 5,38x, \quad x = 1 + 1,09 = 2,09 \text{ m}$$

$$W(x) = 48,74 + (5,38 * 1,09) = 54,61 \text{ T/m}$$

$$V_{cd} = \frac{(70,79 + 65,41) * 1}{2} = 68,10 \text{ T}$$

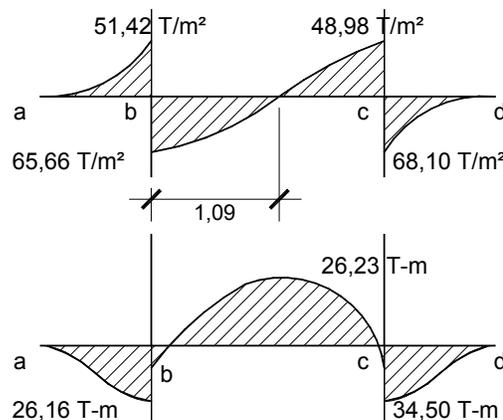
$$V_c = 117,08 - V_{cd} = 117,08 - 68,10 = 48,98 \text{ T}$$

$$M_{ab} = \frac{48,74 * 1^2}{2} + \frac{5,38 * 1^2}{3} = 26,16 \text{ T-m}$$

$$M_{\text{máx}_{bc}} = 9,08 + \frac{54,10 * 1,09^2}{2} + \left[\frac{1}{3} * \frac{20,80 * 1,09^2}{2} \right] - 65,66 * 1,09 = 26,23 \text{ T-m}$$

$$M_{cd} = \frac{65,41 * 1^2}{2} + \frac{5,38 * 1^2}{2} * \frac{2}{3} = 34,50 \text{ T-m}$$

Figura 65. **Diagrama de corte y momento en zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

- Chequeo por corte simple o flexionante

Peralte efectivo de la zapata, asumiendo varilla No. 5; $\emptyset = 1,59$ centímetros y recubrimiento mínimo de 7,50 centímetros.

$$d = \text{tasumido} - \text{rec} - \phi \text{var}/2$$

$$d = 55,00 - 7,50 - 1,59/2 = 46,70 \approx 46,00 \text{ cm}$$

- Corte resistente

$$V_{\text{res}} = \phi * 0,53 * \sqrt{f_c} * B * d = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 230 * 46}{1000} = 79,76 \text{ T}$$

Como $V_{\text{act}} < V_{\text{res}}$ según se muestra en el diagrama de corte, sí cumple, así que el peralte si resiste el cortante simple.

- Chequeo por corte punzonante

- Área punzonante

$$A_p = (b + d)^2 = (0,40 + 0,46)^2 = 0,74 \text{ m}^2$$

- Corte actuante

$$V_{\text{act.}} = P_u - (q_{\text{dis}} * A_p)$$

$$V_{\text{act.}} = 117,08 - (28,44 * 0,74) = 96,04 \text{ T}$$

- Corte resistente

$$\beta_o = 4 * (b + d) = 4 * (0,40 + 0,46) = 3,44 \text{ m}$$

$$V_{\text{res}} = \phi * 1,06 * \sqrt{f_c} * \beta_o * d = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{280} * 344 * 46}{1000} = 238,57 \text{ T}$$

Como $V_{act} < V_{res}$ sí cumple, así que el peralte si resiste el cortante punzonante, y las dimensiones son adecuadas. Se procede al diseño por flexión.

- o Diseño a flexión

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{4\ 200} * 100 * 46 = 15,44 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo mínimo en el ancho de 2,30 m;

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{4\ 200} * 230 * 46 = 35,52 \text{ cm}^2$$

- Momento resistente

El momento resistente con franja unitaria $B = 2,30 \text{ m}$ y $A_s = 35,52 \text{ cm}^2$ es:

$$M_r = 0,9 * \left[f_y * A_s * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f_c * b} \right) \right]$$

$$M_r = \frac{0,9 * \left[4\ 200 * 35,52 * \left(46 - \frac{35,52 * 4\ 200}{1,7 * 280 * 230} \right) \right]}{100 * 1000} = 59,93 \text{ T-m}$$

El momento $M_r > M_{uact}$ si resiste.

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0,002 * b * t = 0,002 * 230 * 46 = 21,16 \text{ cm}^2$$

- Cálculo el espaciamiento requerido en la cama inferior:

$$\left. \begin{array}{l} \checkmark \quad 35,52 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 230 \text{ cm} \\ \checkmark \quad 1,99 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \end{array} \right\} S = 12,88 \approx 12,00 \text{ cm}$$

Se utilizarán varillas No. 5 a cada 0,12 metros.

- Cálculo el espaciamiento requerido en la cama superior:

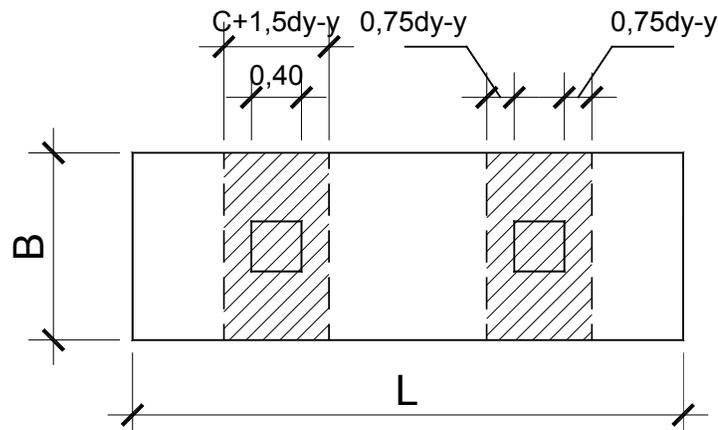
✓	21,16 cm ²	-----	230 cm	}	S = 21,63 ≈ 21,00 cm
✓	1,99 cm ²	-----	S		

Se utilizarán varillas No. 5 a cada 0,21 metros.

- Cálculo de vigas transversales

Tomando un ancho de viga de $(c+ 1,5d)$ donde $1,5d$ es d_{y-y} , se chequea bajo la columna crítica, en este caso 1 ó 2 considerando que la viga será igual para las dos columnas.

Figura 66. **Planta de vigas transversales en zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo del peralte efectivo d_{y-y} , asumiendo \emptyset_x y \emptyset_y No.5:

$$d_{y-y} = \text{peralte} - \frac{\emptyset_x}{2} - \frac{\emptyset_y}{2}$$

$$d_{y-y} = 46 - \frac{1,59}{2} - \frac{1,59}{2} = 44,41 \text{ cm} \approx 44,00 \text{ cm}$$

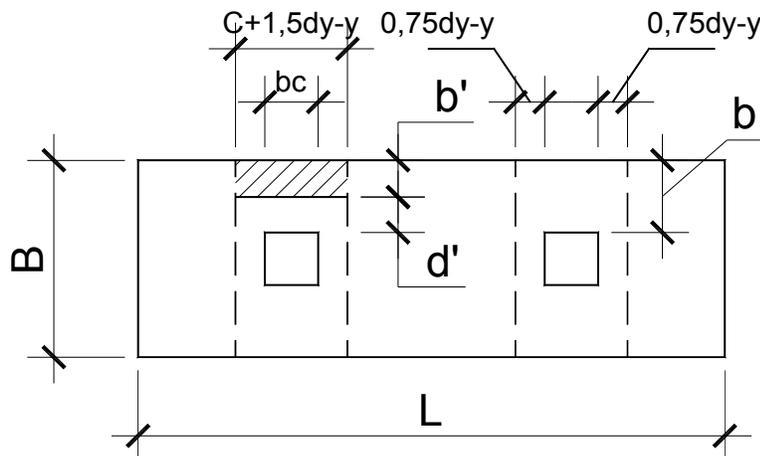
$$C+1,5d_{y-y} = 40 + (1,5 * 44) = 106,00 \text{ cm}$$

La viga transversal se diseñará con la presión uniforme causada por la carga puntual de la columna $P_u = 117.08 \text{ T}$

$$q_{\text{diseño}} = \frac{P_u}{B * (C+1,5d_{y-y})} = \frac{117,08}{2,30 * 1,06} = 48,03 \text{ T/m}^2$$

- Chequeo por corte simple en viga transversal

Figura 67. **Corte simple en viga transversal de zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

- Corte actuante

$$b' = \frac{B}{2} - \frac{bc}{2} - d' = \frac{230}{2} - \frac{40}{2} - 44 = 51 \text{ cm}$$

$$V_{\text{act}} = q_{\text{diseño}} * b' * (C+1,5d_{y-y}) = 48,03 * 0,51 * 1,06 = 25,97 \text{ T}$$

- Corte resistente

$$\phi V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f_c} * (C + 1,5d_{y-y}) * d' = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 106 * 44}{1000} = 35,16 \text{ T}$$

$\phi V_c > V_{act}$ si cumple.

- Diseño a flexión de la viga transversal

$$M_{uact} = \frac{q_{diseño} * b^2}{2} = \frac{48,03 * (0,95)^2}{2} = 21,67 \text{ T-m}$$

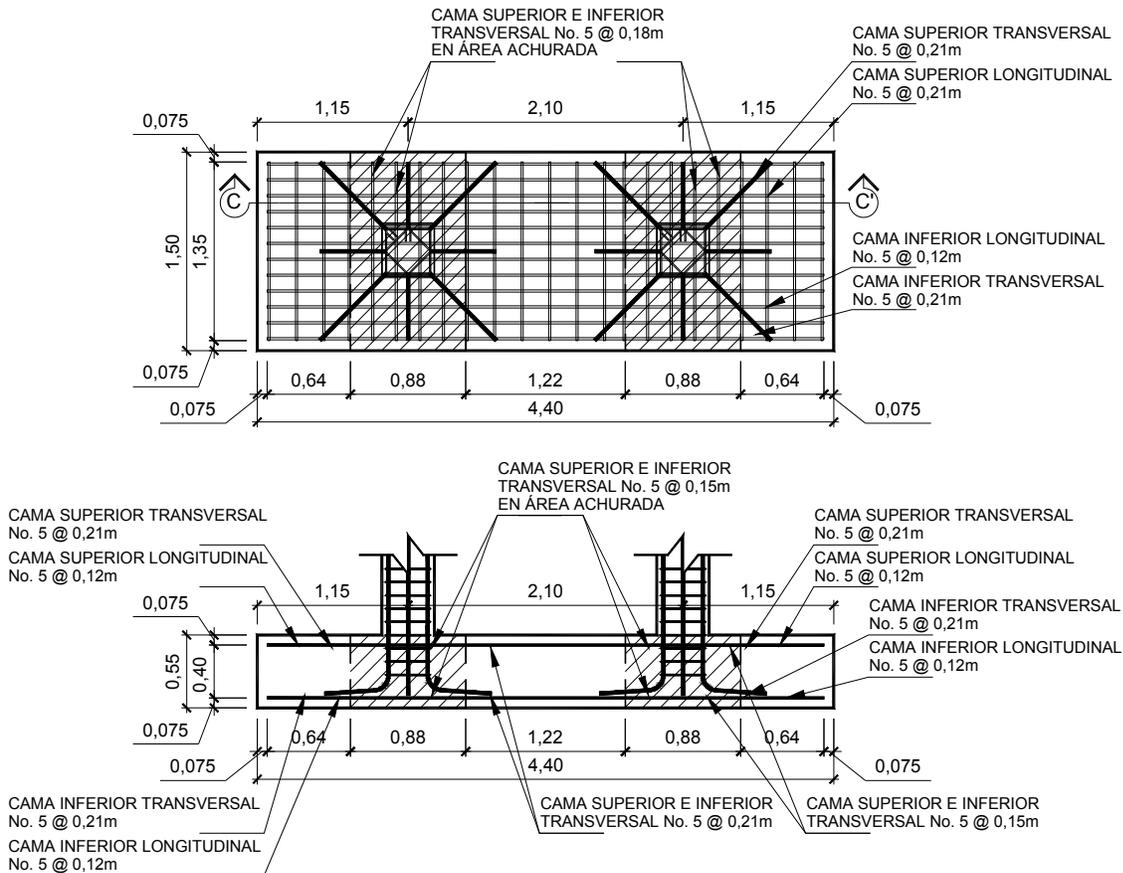
$$A_s = \left[(b * d') - \sqrt{(b * d')^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f_c}} \right] * \frac{0,85 * f_c}{f_y}$$

$$A_s = \left[(106 * 44) - \sqrt{(106 * 44)^2 - \frac{21\,674 * 106}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{4\,200} = 13,37 \text{ cm}^2$$

- Cálculo el espaciamiento requerido en la cama superior e inferior sentido corto:

$$\left. \begin{array}{l} \checkmark \quad 13,37 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 106 \text{ cm} \\ \checkmark \quad 1,99 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \end{array} \right\} S = 15,78 \approx 15,00 \text{ cm}$$

Figura 68. **Detalle de armado zapata combinada Z3**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCad.

- **Cimiento corrido**

Es el cimiento que se le coloca a los muros, este se calcula como una franja unitaria. Se diseñarán para soportar las cargas superpuestas, dando una distribución adecuada a las mismas, de acuerdo con la resistencia del terreno, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos. Tomando en cuenta que los muros de la estructura son únicamente para dividir ambientes, se propone el diseño de los cimientos corridos de acuerdo al Fondo

de Hipotecas Aseguradas (FHA), considerando que los muros del primer nivel tendrán una altura de 3 metros.

Las dimensiones mínimas para cimientos corridos son:

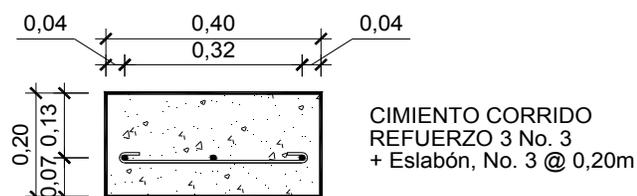
- Viviendas de un nivel 15 cm x 30 cm
- Viviendas de dos niveles 20 cm x 40 cm

El refuerzo mínimo para cimientos corridos es el siguiente:

- Viviendas de un nivel 2 No. 3 con eslabones No. 3 a cada 30 centímetros o No. 2 a cada 15 centímetros
- Viviendas de dos niveles 3 No. 3 con eslabones \emptyset No. 3 a cada 20 centímetros o No. 2 a cada 15 centímetros

Para este caso se colocarán 3 No. 3 con eslabones No. 2 a cada 15 centímetros.

Figura 69. **Detalle armado cimiento corrido**



Fuente: elaboración propia.

2.1.7.13. **Diseño de muro de contención**

Se utilizará un muro de contención por gravedad, dado que usa su propio peso como elemento estabilizador, que protegerá el talud o el suelo donde se encuentra el área de camerinos del módulo 2 del proyecto.

Datos:

$$\gamma_{\text{concreto ciclópeo}} = 2,7 \text{ T/m}^3$$

$$\phi_{\text{suelo}} = 17,98^\circ$$

$$\rho_{\text{suelo}} = 1,55 \text{ T/m}^3$$

$$H_{\text{talud}} = 1,90 \text{ m}$$

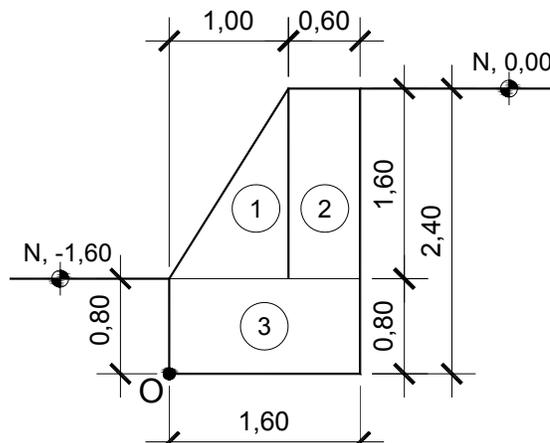
$$\gamma_{\text{suelo}} = 31,73 \text{ T/m}^2$$

- Predimensionamiento del muro

Se deben de tomar en cuenta las siguientes condiciones:

- Ancho superior $\geq 0,30 \text{ m}$; asumido $0,60 \text{ m}$
- Desplante (D) = $0,2 \cdot H = 0,2 \cdot 2,40 = 0,48 \text{ m}$; asumido $0,80 \text{ m}$
- Ancho de la base $0,5 \text{ a } 0,7 \cdot H = 0,7 \cdot 2,40 = 1,68 \text{ m}$; asumido $1,60 \text{ m}$

Figura 70. Dimensiones muro de gravedad



Fuente: elaboración propia.

- Chequeo por volteo

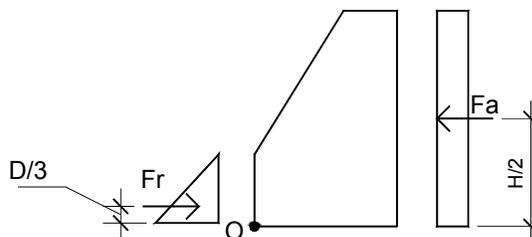
Para realizar este cálculo, se necesita de la sumatoria de los momentos resistentes y la sumatoria de los momentos actuantes. El momento resistente

va a ser el momento del peso total, mientras que el momento actuante momento activo.

$$\frac{M_r}{M_a} > 1,5$$

Para calcular el momento resistente, se usa el diagrama de cuerpo libre de presiones actuantes y la tabla de momentos calculados para 1 metro lineal de muro y que se muestra a continuación:

Figura 71. **Diagrama cuerpo libre, fuerzas en muro**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Cálculo del peso y momento resistente**

Figura	Área (m ²)	W (kg)	Brazo (m)	Momento resistente (kg-m)
1	0,80	2 160,00	0,67	1 447,20
2	0,96	2 592,00	1,30	3 369,60
3	1,28	3 456,00	0,80	2 764,80
Wtot		8 208,00		7 581,60

Fuente: elaboración propia.

Para calcular el momento actuante se utilizan las siguientes expresiones:

$$M_a = F_a * h_a$$

$$F_a = \frac{\gamma_{\text{suelo}} * H^2 * k_a}{2}; \quad k_a = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi}; \quad h_a = \frac{H}{2}$$

Donde:

M_a = momento actuante

F_a = fuerza actuante del suelo

k_a = coeficiente activo del suelo

h_a = centroide respecto de "y" de la fuerza actuante

$$k_a = \frac{1 - \text{sen } 17,98^\circ}{1 + \text{sen } 17,98^\circ} = 0,53; \quad h_a = \frac{2,40}{2} = 1,20 \text{ m}$$

$$F_a = \frac{1\ 550,00 * 2,40^2 * 0,53}{2} = 2\ 365,92 \text{ kg}$$

$$M_a = 2\ 365,92 * 1,20 = 2\ 829,74 \text{ kg-m}$$

$$\frac{M_r}{M_a} = \frac{7\ 581,60}{2\ 829,74} = 2,68 > 1,5; \quad \text{cumple}$$

- Chequeo por deslizamiento

Para realizar este cálculo los parámetros a tomar en cuenta van a ser las cargas, tanto pasiva, activa y el peso total de la estructura afectada por un factor de fricción, al igual que en el chequeo por volteo se van a tener cargas resistentes y cargas actuantes, el chequeo contra deslizamiento se realiza de la siguiente manera.

$$\frac{F_r}{F_a} > 1,5$$

Para calcular la fuerza resistente se utilizan las siguientes expresiones:

$$F_r = F_p + F_f$$

$$F_p = \frac{\gamma_{\text{suelo}} * D^2 * k_p}{2}; \quad k_p = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi}; \quad F_f = W_{\text{tot}} * \mu$$

Donde:

F_r = fuerza resistente

F_p = fuerza pasiva del suelo

k_p = coeficiente pasivo del suelo

F_f = fuerza de fricción

μ = coeficiente de fricción del suelo = 0,6 a 0,9 * tan ϕ

$$k_p = \frac{1 + \text{sen } 17,98^{\circ}}{1 - \text{sen } 17,98^{\circ}} = 1,89; \quad \mu = 0,9 * \tan 17,98^{\circ} = 0,32$$

$$F_f = 8\,208,00 * 0,32 = 2\,626,56 \text{ kg}; \quad F_p = \frac{1\,550,00 * 0,80^2 * 1,89}{2} = 938,95 \text{ kg}$$

$$F_r = 2\,626,56 + 938,95 = 3\,602,72 \text{ kg-m}$$

$$\frac{F_r}{F_a} = \frac{3\,602,56}{2\,358,12} = 1,53 > 1,5; \quad \text{Si cumple}$$

- Chequeo por asentamiento

Para realizar esto se calcula la presión del muro sobre el suelo por su propio peso y compararla con el valor soporte del suelo, teniendo en consideración que el valor de la presión del muro no sobrepase el valor soporte del suelo. Para el cálculo se utilizan las siguientes expresiones:

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_r - M_a}{N}; \quad P = \frac{N}{B} * \left[1 \pm \frac{6 * e}{B} \right]$$

Donde:

e= excentricidad del muro

P= presión en los extremos del muro

N= normal en este caso = Wtot

$$e = \frac{1,60}{2} - \frac{7\,581,60 - 2\,829,74}{8\,208,00} = 0,22$$

$$P_{\text{máx}} = \frac{8\,208,00}{1,60} * \left[1 + \frac{6 * 0,22}{1,60} \right] = 9\,832,82 \text{ kg/m}^2 < 31\,730 \text{ kg/m}^2 ; \text{ cumple}$$

$$P_{\text{mín}} = \frac{8\,208,00}{1,30} * \left[1 - \frac{6 * 0,22}{1,60} \right] = 877,18 \text{ kg/m}^2 < 31\,730 \text{ kg/m}^2 ; \text{ cumple}$$

2.1.7.14. Muros

Los muros utilizados en la estructura, son tabiques de mampostería reforzada de block pómez, estos llevarán columnas, mochetas y cimiento corrido, solera hidrófuga y soleras tipo U.

En el nivel uno llevará una cimentación como empotramiento, los cuales no se anclaran a las columnas ni vigas superiores de los marcos. En el nivel 2 irán sujetos a las vigas inferiores de los marcos y siempre evitando el anclaje a las columnas y vigas superiores de dichos marcos, trabajando como muros en voladizo.

Para el diseño de los muros, se tomo como referencia las normas recomendadas por la AGIES NR 9: 2000. Estas normas indican que al inicio, final e intersección de un muro, se deben colocar columnas con 4 varillas No. 3

de fuerza mínimo y en las partes intermedias, columnas con 2 varillas No. 3, las cuales deberán ir reforzadas con estribos o eslabones respectivamente.

Datos

Alto muro = 3,60 m

Carga viva = 100 kg/m²

Longitud del muro = 6,00 m

Fy = 2 810 kg/m²

Grosor muro = 0,15 m

f'c = 210 kg/m²

Y_{mampostería} = 195 kg/m²

Rigidez:

$$R = \frac{0,15}{4 \left(\frac{3,60}{6,00}\right)^3 + 3 \left(\frac{3,60}{6,00}\right)} = 0,056$$

- Centro de corte:

$$X_{CC} = 0,00 \text{ m} \quad Y_{CC} = 3,00 \text{ m}$$

- Centro de masa:

$$X_{Cm} = 0,00 \text{ m} \quad Y_{Cm} = 3,00 \text{ m}$$

- Carga muerta:

$$W_m = 195 * 3,60 * 6,00 = 4 212,00 \text{ kg/m}$$

- Peso total del muro:

$$W_{tm} = 4 212,00 + (0,25 * 100 * 0,15 * 6,00) = 4 234,50 \text{ kg}$$

- Corte basal:

$$V_b = 0,1 * W_{tm} = 0,1 * 4 234,50 = 423,45 \text{ kg}$$

$$M_v = V_b * \text{altura} = 423,45 * 3,60 = 1 524,42 \text{ kg-m}$$

- Excentricidad de carga lateral:

$$e_x = 0,05 * 0,15 = 0,0075 \text{ m}$$

$$e_y = 0,05 * 6,00 = 0,30 \text{ m}$$

- Momentos por carga lateral y excentricidad:

$$T_{p_x} = 423,45 * 0,0075 = 3,173 \text{ kg-m}$$

$$T_{p_y} = 423,45 * 0,30 = 127,03 \text{ kg-m}$$

- Distribución de cargas:

$$J_p = (0,056 * 0,09) + (0,001 * 0) = 0,005 \text{ m}^2$$

$$F_i = 127,03 + \left[\frac{0,30 * 0,001}{0,005} \right] * 127,03 = 134,65 \text{ kg-m}$$

$$F_i = 127,03 - \left[\frac{0,30 * 0,001}{0,005} \right] * 127,03 = 119,41 \text{ kg-m}$$

- Distribución de momento de volteo:

$$M_{vi} = \left[\frac{0,001}{0,001} \right] * 1\,524,42 = 1\,524,42 \text{ kg-m}$$

- Diseño a flexión:

$$f_m = 80 \text{ kg/cm}^2 = 800\,000 \text{ kg/m}^2$$

$$F_m = 0,33 * 800\,000 = 264\,000 \text{ kg/m}^2$$

$$S_m = (0,14 * 20,52) / 6 = 0,48 \text{ m}^3$$

$$f_m = 1\,524,42 / 0,48 = 3\,183,84 \text{ kg/m}^2$$

Como $3\,183,84 < 264\,000$, entonces se colocara $A_{s_{\min}}$.

- Diseño a corte:

$$V = 134,65 \text{ kg} = V_s$$

$$Vd = 1,5 * 134,65 = 201,97 \text{ kg}$$

$$fv = 201,97 / (100 * 6,00 * 0,14) = 2,41 \text{ kg/m}^2$$

$$Fv = 0,30 * \sqrt{800\,000} = 268,33 \text{ kg/m}^2$$

Como $2,41 < 268,33$, entonces se colocara $As_{\text{mín}}$.

Para el cálculo de $As_{\text{mín}}$ vertical y horizontal se utilizan las siguientes expresiones:

- $As_{\text{mínV}} = 0,0007 * t_m * l_m = 0,0007 * 14 * 600 = 5,88 \text{ cm}^2$
- $As_{\text{mínH}} = 0,0013 * t_m * h_m = 0,0013 * 15 * 360 = 6,55 \text{ cm}^2$

Para $As_{\text{mínV}}$ se proponen 9 varillas No. 3 que suman un $As = 6,39$ centímetros cuadrados, pero por disposición de AGIES se colocaran 8 varillas No. 3 distribuidas en 2 columnas tipo C5 en los extremos y 4 varillas No. 3 asignadas a 2 columnas tipo C6 en la parte intermedia del muro, teniendo $As = 8,52$ centímetros cuadrados, lo cual cubre $As_{\text{mínV}}$. La columna C5 llevará estribos No. 2 a cada 0,15 metros, así mismo, la columna C6 llevará eslabones No. 2 a cada 0,10 metros.

Para $As_{\text{mínH}}$ se proponen 10 varillas No. 3 que suman un $As = 7,10$ centímetros cuadrados, pero por disposición de AGIES se colocaran 13 varillas No. 3 distribuidas en un cimiento corrido, una solera hidrófuga, una solera intermedia tipo U y una solera corona, teniendo $As = 9,23$ centímetros cuadrados, lo cual cubre $As_{\text{mínH}}$. La solera hidrófuga y final llevará 4 varillas No.3 longitudinales y estribos No. 2 a cada 0,15 metros, y la solera tipo U llevará 2 varillas No. 3 longitudinales y eslabones No. 2 a cada 0,10 metros.

2.1.8. Instalaciones

Toda edificación debe contar con las instalaciones necesarias para brindar el servicio para la cual ha sido diseñada, por lo que estas deben de estar contempladas y especificadas para minimizar los errores a la hora del funcionamiento de la edificación.

2.1.8.1. Agua potable

El sistema de agua potable está diseñado como circuito cerrado para mantener la presión en cada área del edificio, el circuito cuenta con 12 lavamanos, 13 inodoros, 5 orinales, 1 lavatrastos, 6 duchas, 1 pila y 4 grifos de servicio.

El proyecto se proveerá de agua potable en cantidad y presión suficiente, para satisfacer las necesidades y servicio de los usuarios de acuerdo a los siguientes requisitos mínimos:

- El servicio de agua potable será continuo durante las 24 horas del día
- La dotación mínima aceptable es de 200 litros/persona/día
- Son aceptables redes de distribución diseñados por circuitos cerrados.
- En puntos estratégicos de fácil acceso, deben instalarse válvulas de control, que permitan aislar tramos de tubería para operaciones de mantenimiento; sin que para esto sea necesario cortar el servicio de agua a todo el edificio.

- El tipo de tubería a utilizar será de cloruro polivinilo (pvc) de 3/4 de pulgada de diámetro para ramales principales y pvc de 1/2 pulgada de diámetro para las conexiones a los artefactos sanitarios.
- Las tuberías deben colocarse lo más apartado posible de las de drenaje y nunca a nivel inferior que estas.
- En los puntos de cruce entre tubería de agua y drenaje, las primeras deben quedar por lo menos 20 centímetros, por encima protegidas con mortero o concreto en una longitud de 1 metro, a cada lado del cruce.
- Cuando la presión y el servicio de agua no sean suficientes, se instalaran sistemas que proporcionen un abastecimiento adecuado; siendo estos tanques o cisternas con equipos hidroneumáticos.

Para alimentar todos los accesorios, se diseñó un solo circuito, basado en el método de Hunter, donde se deben tomar en cuenta los pesos o demandas de agua de los artefactos a ser usados en el proyecto.

Para encontrar el caudal necesario y con este el diámetro del ramal de alimentación. El cálculo se realiza de la siguiente forma:

$$Q = 0,30 \cdot \sqrt{\sum P}$$

Tabla XX. **Demanda de accesorios para método de Hunter**

Pieza o accesorio	Peso
Inodoro con caja de descarga	0,30
Inodoro con fluxómetro	40,00
Tina de baño	1,00
Bebedero	0,10
Bidet	0,10
Regadera	0,50
Lavabo	0,50
Lavadora de ropa	1,00
Mingitorio auto aspirante	2,80
Mingitorio	0,30

Fuente: ENRIQUE HARPER, Gilberto. Cálculo de instalaciones hidráulicas y sanitarias, residenciales y comerciales. Tabla 6, p. 126.

Tabla XXI. **Demanda de accesorios salón de usos múltiples**

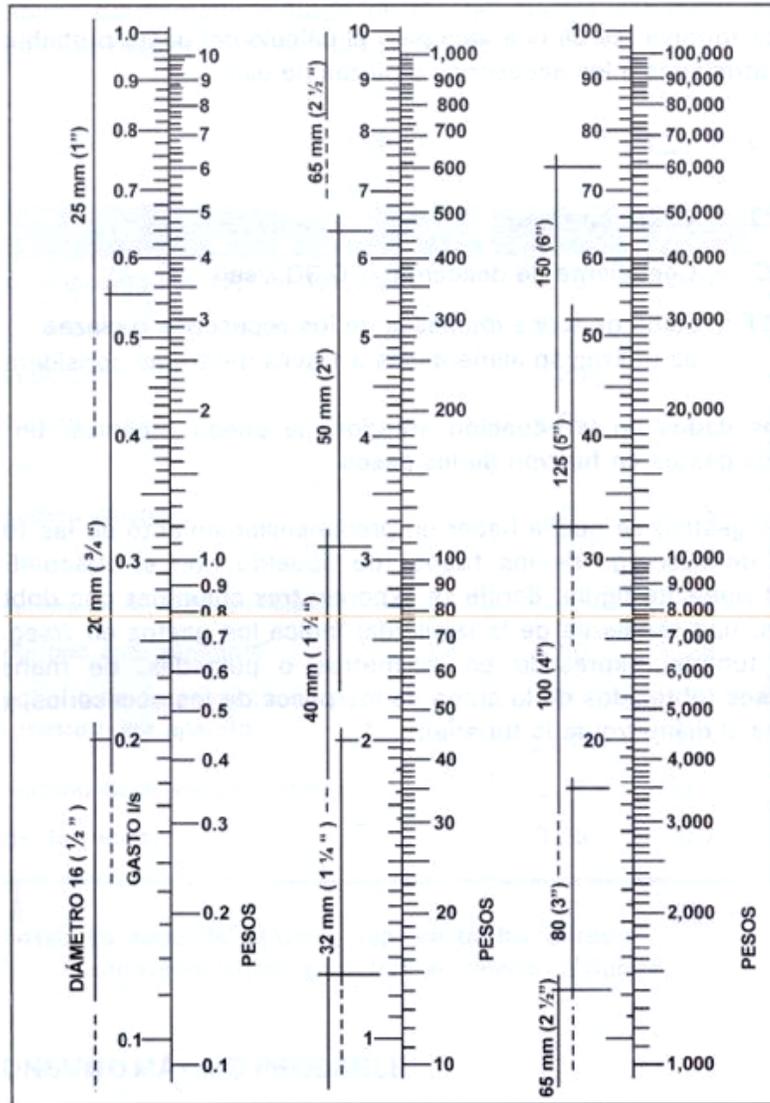
Pieza o accesorio	Cantidad	Peso	Parcial
Inodoro con caja de descarga	13	0,30	3,90
Regadera	6	0,50	3,00
Lavabo	12	0,50	6,00
Mingitorio	5	0,30	1,50
Lavatrastos	1	1,00	1,00
Pila	1	0,50	0,50
Grifos	4	0,50	2,00
Total			17,90

Fuente: elaboración propia.

$$Q = 0,30 * \sqrt{17,90} = 1,26$$

Con el dato del caudal necesario para abastecer los accesorios, se procede a buscar el dato en el ábaco que se presenta en la figura 72.

Figura 72. **Ábaco para el cálculo de tuberías de agua fría**



Fuente: ENRIQUE HARPER, Gilberto. Cálculo de instalaciones hidráulicas y sanitarias, residenciales y comerciales. Abaco 1, p. 128.

Ya que se localizó el caudal (gasto), en la parte izquierda de la primera columna, se indica que el ramal de alimentación debe ser de 1 1/4 pulgadas, y por no estar disponible en el mercado se colocara de 1 1/2 pulgadas de

diámetro. Para los sub-ramales que alimentan los accesorios deberá ser la tubería de 1 pulgada de diámetro como mínimo. La tubería utilizada debe cumplir con la Norma ASTM D2241 y los accesorios serán cédula 40 y cumplir con la Norma ASTM D2466.

2.1.8.2. Drenajes

Las instalaciones de aguas negras y aguas pluviales, serán en sistemas separativos, para evitar contaminación e incrementación de caudal en el sistema de drenaje general, por medio de tubería pvc con diámetros de 4, 3 y 2 pulgadas que debe de cumplir con la Norma ASTM D2265 cédula 40, para la red principal se utilizará tubería pvc NOVAFORT con diámetros de 8 y 6 pulgadas, que debe de cumplir con la Norma ASTM F-949, para la unión de estas tuberías de los ramales y red principal será por medio de cajas de registro.

- Determinando diámetro de la tubería drenaje sanitario:

Las tuberías que recibirán los afluentes de los ramales de descarga reciben el nombre de ramal de drenaje y los diámetros se obtienen de la tabla XXII, según las unidades de Hunter que lleguen a él.

Determinando diámetro de la tubería drenaje pluvial:

Datos:

Pendiente = 2%

Área tributaria = 1 335,29 m² = 0,1335 hectáreas

Tiempo para tramo inicial t = 12 mín

pvc = 8"

Coefficiente de rugosidad de pvc n= 0,010

Coefficiente de escorrentía para superficie de concreto $c = 0,90$

Intensidad de lluvia para la región de Zacapa (se tomará esta región debido a que no se cuenta con estación meteorológica en Chiquimula siendo la de la Fragua, Zacapa la más cercana) en 10 años.

$$I = \frac{A}{(B \cdot t)^n} = \frac{3\,480}{(18 + 12)^{0,983}} = 122,91 \text{ mm/h}$$

- Caudal de diseño:

$$q_{\text{dis}} = \frac{C \cdot I \cdot A}{360} = \frac{0,90 \cdot 122,91 \cdot 0,1335}{360} = 0,041 \text{ m}^3/\text{s} = 41,02 \text{ l/s}$$

- Encontrando velocidad de flujo de sección llena:

$$V = \frac{0,03429 \cdot D^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} = \frac{0,03429 \cdot 8^{2/3} \cdot 0,02^{1/2}}{0,01} = 1,94 \text{ m/s}$$

- Área de sección de tubería:

$$A = 5,067E^{-4} \cdot D^2 = 5,067E^{-4} \cdot 8^2 = 0,0324 \text{ m}^2$$

- Caudal de sección llena:

$$Q = A \cdot V = 0,0324 \cdot 1,94 = 0,0621 \text{ m}^3/\text{s} = 62,08 \text{ l/s}$$

Como $Q > q_{\text{dis}}$ el diámetro de tubería para la conexión al sistema municipal es correcto, para los ramales se utilizó el mismo procedimiento, esto para tener un diámetro adecuado para cada ramal del salón.

Tabla XXII. **Dimensiones de ramales para drenaje**

Diámetro nominal	Máximo de unidades
1"	1
1 1/2"	3
2"	6
3"	20
4"	160
6"	620

Fuente: ENRIQUE HARPER, Gilberto. Cálculo de instalaciones hidráulicas y sanitarias, residenciales y comerciales, p. 241.

Para los ramales de drenaje de aguas negras, se utilizará tubería pvc de 4 pulgadas de diámetro ya que recibiría un total de 160 unidades.

2.1.8.3. Electricidad

Con base en el manual de normas para acometidas de servicio eléctrico de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. (EEGSA), en la sección V: apartamentos, edificios, centros comerciales y construcciones similares.

- Normas y códigos para instalación comercial
 - Acometida: conjunto de conductores, componentes y materiales utilizados para transmitir la electricidad, desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica. La instalación de la acometida consta de los siguientes elementos básicos:
 - Poste de distribución
 - Poste de acometida
 - Cables de acometida

- Contador o medidor
- Caja socket para contador
- Medios de protección
- Tableros de distribución

De acuerdo a lo anterior, se colocará un contador, 1 tablero principal y 2 tableros secundarios con tierra física cada uno. Para conexión de electrodos a tierra se debe colocar una varilla de cobre de una longitud mínima de 2,5 metros y 3/8 de pulgada de diámetro.

- Circuitos: para determinar el tipo de calibre de los calves y flipones por circuito se realizo el cálculo por la formula de potencia.

$$P= I*V$$

Donde:

P = Potencia

I = Corriente

V = Voltaje

Conociendo esta potencia, se determinó el consumo de energía por aparato, para conocer la corriente que circula por cada circuito. Los calibres de cables utilizados, dependen de la carga soportada y *flip-on* utilizado. Para los circuitos de fuerza se utilizará cable calibre 10 THHN y para los circuitos de iluminación cable calibre 12 THHN, basándose principalmente en lo que determinen los cálculos.

La sumatoria de las 2 líneas no debe sobrepasar los 10 amperios, para determinar que las líneas están balanceadas.

Tabla XXIII. **Tablero principal de circuitos**

Tablero Principal									
Circuito	Tipo de carga	Potencia Unidad	Unidades	Total Watts	Corriente	L1	L2	Flip-on	Calibre
A	Iluminación	100	10	1 000	8,75	8,75		1 x 20	12
B	Iluminación	100	10	1 000	8,75		8,75	1 x 20	12
C	Iluminación	100	11	1 100	9,625	9,625		1 x 20	12
D	Iluminación	100	4	400	3,5		3,50	1 x 20	12
E	Iluminación	100	4	400	3,5	3,50		1 x 20	12
F	Iluminación	100	4	400	3,5	3,50		1 x 20	12
O	Fuerza	180	9	1 620	14,175		14,175	1 x 30	10
P	Fuerza	180	10	1 800	15,75	15,75		1 x 30	10
Q	Fuerza	180	10	1 800	15,75		15,75	1 x 30	10
-	Tablero oficinas			9 560	83,65	83,65			
-	Tablero oficinas			9 560	83,65		83,65	2 X 100	3
-	Tablero escenario			4 060		40,60			
-	Tablero escenario			4 960	49,60		49,60	2 X 50	6
Total						160,30	169,23		

Fuente: elaboración propia.

2.1.9. **Elaboración de planos**

Para este proyecto se elaboro un total de 25 planos entre arquitectónicos, estructurales y de instalaciones, los cuales se presentan en el apéndice 3, como se describen a continuación:

- Notas estructurales, ubicación y planta conjunto de la edificación en el casco urbano
- Planta arquitectónica salón
- Planta arquitectónica camerinos y oficinas
- Planta acotada salón
- Planta acotada camerinos y oficinas
- Secciones transversales

- Columnas y cimentación primaria
- Columnas y cimentación secundaria
- Detalle y armado de zapatas
- Armado y detalle de columnas
- Armado y detalle de columnas y gradas
- Detalle de muros
- Armado y detalle de vigas 1
- Armado y detalle de vigas 2
- Armado y detalle de vigas 3
- Armado y detalle de vigas 4
- Armado y detalle de vigas 5
- Planta de losas
- Agua potable 1
- Agua potable 2
- Drenajes 1
- Drenajes 2
- Iluminación
- Fuerza
- Acabados

2.1.10. Presupuesto

El presupuesto fue realizado a base de precios unitarios, integrando el costo directo conformado por: materiales de construcción, mano de obra calificada y no calificada, dentro de los costos indirectos: utilidades, administración, supervisión e imprevistos, se aplicó el 35 por ciento. Los precios de los materiales se cotizaron en la cabecera municipal de Chiquimula y los elementos prefabricados (losas y techo curvo) en la ciudad de Guatemala, los salarios de mano de obra, se

consideraron los de la cámara guatemalteca de la construcción y los que la municipalidad asigna para casos similares.

Tabla XXIV. Presupuesto salón de usos múltiples, Chiquimula, Chiquimula

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO FACULTAD DE INGENIERÍA PRESUPUESTO DEL PROYECTO</p> 						
<i>Proyecto:</i> Edificación de dos niveles para salón de usos múltiples						
<i>Ubicación:</i> 4ta. Calle, entre 5ta. y 6ta. Avenida, zona 1.						
<i>Solicitante:</i> Municipalidad de Chiquimula, Chiquimula / Mancomunidad de nororiente.						
Área de construcción: 1710 m ²				Fecha: May-12		
No.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Sub-total	Total Renglón
1	PRELIMINARES					
1,01	Bodega / oficina	m ²	200,00	Q 121,41	Q 24 282,66	
1,02	Nivelación del terreno	m ²	1330,00	Q 23,46	Q 31 205,38	
1,03	Trazo y puesteado	ml	160,00	Q 21,20	Q 3 391,39	Q 58 879,43
2	CIMENTACIÓN					
2,01	Zapata Z-1	U	10,00	Q 10 813,20	Q 108 131,98	
2,02	Zapata Z-2	U	6,00	Q 20 701,84	Q 124 211,01	
2,03	Zapata Z-3	U	2,00	Q 11 315,63	Q 22 631,26	
2,04	Zapata Z-4	U	31,00	Q 3 262,18	Q101 127,53	
2,05	Zapata Z-5	U	2,00	Q 4 045,67	Q 8 091,33	
2,06	Cimiento corrido CC	ml	307,10	Q 306,89	Q 94 245,25	
2,07	Muro de contención	ml	23,40	Q 4 580,12	Q107 174,77	Q 565 613,13
3	COLUMNAS					
3,01	Columna C-1	ml	171,00	Q 2 754,05	Q470 942,55	
3,02	Columna C-2	ml	80,40	Q 2 301,85	Q185 068,74	
3,03	Columna C-3	ml	78,00	Q 2 540,91	Q198 190,98	
3,04	Columna C-4	ml	36,00	Q 1 496,23	Q 53 864,28	Q 908 066,55

Continuación de la tabla XXIV.

4 VIGAS						
4,01	Viga entrepiso N2 sentido X M1	ml	88,10	Q 1 294,78	Q 114 070,12	
4,02	Viga entrepiso N2 sentido Y M1	ml	76,50	Q 1 437,21	Q 109 946,57	
4,03	Viga entrepiso N1 sentido X M1	ml	88,10	Q 1 501,94	Q 132 320,91	
4,04	Viga entrepiso N1 sentido Y M1	ml	76,50	Q 1 667,16	Q 127 537,74	
4,05	Viga cubierta sentido X M2	ml	77,50	Q 1 089,30	Q 84 420,75	
4,06	Viga cubierta sentido Y M2	ml	25,50	Q 772,28	Q 19 693,14	
4,07	Viga escenario sentido X M2	ml	69,30	Q 1 283,92	Q 88 975,66	
4,08	Viga escenario sentido Y M2	ml	76,50	Q 1 169,57	Q 89 472,11	Q 766 436,99
5 LOSAS						
5,01	Losa prefabricada 2do, Nivel M1	m ²	330,35	Q 335,19	Q 110 730,63	
5,02	Losa prefabricada 1er, Nivel M1	m ²	330,35	Q 335,19	Q 110 730,63	
5,03	Losa maciza escenario M2	m ²	163,20	Q 537,27	Q 87 682,46	Q 309 143,73
6 TECHO ESTRUCTURA METÁLICA						
6,01	Techo curvo EMCO	m ²	988,13	Q 524,22	Q 517 991,00	Q 517 991,00
7 MAMPOSTERÍA						
7,01	Levantado	m ²	960,00	Q 481,63	Q 462 364,80	
7,02	Columna C-5	ml	427,65	Q 129,34	Q 55 312,25	
7,03	Columna C-6	ml	2,50	Q 141,93	Q 354,83	
7,04	Solera de humedad	ml	455,55	Q 113,16	Q 51 550,04	
7,05	Solera intermedia	ml	208,83	Q 130,13	Q 27 175,05	
7,06	Solera sillar	ml	159,65	Q 96,19	Q 15 356,73	
7,07	Solera final	ml	480,26	Q 164,08	Q 78 801,06	Q 690 914,76
8 ACABADOS						
8,01	Repello + cernido	m ²	1910,00	Q 107,31	Q 204 962,10	
8,02	Piso de granito	m ²	1528,00	Q 290,59	Q 444 021,52	
8,03	Azulejo	m ²	50,00	Q 273,49	Q 13 674,50	
8,04	Piso cerámico	m ²	335,00	Q 268,61	Q 89 984,35	Q 789 492,47
9 PUERTAS Y VENTANAS						
9,01	P-1 Metal	U	4,00	Q 3 750,00	Q 15 400,00	
9,02	P-2 Metal	U	5,00	Q 2 810,00	Q 8 750,00	
9,03	P-3 Aluminio	U	17,00	Q 3 275,00	Q 32 725,00	
9,04	P-4 Madera	U	13,00	Q 3 210,00	Q 12 350,00	

Continuación de la tabla XXIV.

9,05	P-4 Madera	U	10,00	Q 1 375,00	Q 15 000,00	
9,06	V-1 Metal	U	8,00	Q 2 600,00	Q 28 000,00	
9,07	V-2 Aluminio	U	4,00	Q 1 375,00	Q 5 500,00	
9,08	V-2 Aluminio	U	4,00	Q 3 500,00	Q 10 400,00	
9,09	V-2 Aluminio	U	8,00	Q 1 500,00	Q 11 000,00	
9,10	V-2 Aluminio	U	4,00	Q 950,00	Q 12 840,00	
9,11	V-3 Aluminio	U	4,00	Q 1 925,00	Q 13 100,00	
9,12	V-3 Aluminio	U	12,00	Q 1 750,00	Q 33 720,00	
9,13	V-3 Aluminio	U	2,00	Q 3 850,00	Q 7 500,00	Q 206 285,00
10	MÓDULO DE GRADAS					
10,01	Módulo de gradas 2 niveles M1	Global	1	Q 11 091,14	Q 11 091,14	
10,02	Módulo de gradas 1 nivel escenario m ²	Global	1	Q 6 987,42	Q 6 987,42	Q 18 078,56
11	AGUA POTABLE					
11,01	Agua potable	Global	1	Q 15 852,27	Q 15 852,27	Q 15 852,27
12	DRENAJES					
12,01	Drenaje sanitario	ml	131,45	Q 315,51	Q 41 473,79	
12,02	Drenaje pluvial	ml	145,84	Q 426,74	Q 62 235,76	Q 103 709,55
13	ARTEFACTOS SANITARIOS					
13,01	Inodoro	U	13,00	Q 1 564,58	Q 20 339,51	
13,02	Lavamanos	U	16,00	Q 1 904,52	Q 30 472,39	
13,03	Mingitorio	U	5,00	Q 2 478,12	Q 12 390,58	
13,04	Ducha	U	6,00	Q 830,13	Q 4 980,76	
13,05	Lavatrastos	U	1,00	Q 1 917,08	Q 1 917,08	
13,06	Pila	U	1,00	Q 736,28	Q 736,28	
13,05	Lavatrastos	U	1,00	Q 1 917,08	Q 1 917,08	
13,06	Pila	U	1,00	Q 736,28	Q 736,28	
13,07	Chorro para jardinería	U	4,00	Q 193,07	Q 772,28	Q 71 608,88
14	ILUMINACIÓN Y FUERZA					
14,01	Iluminación	Global	1	Q275 932,63	Q 275 932,63	
14,02	Fuerza	Global	1	Q287 139,88	Q 287 139,88	Q 563 072,51
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q 5 585 144,81		
TOTAL EN LETRAS		Cinco millones quinientos ochenta y cinco mil ciento cuarenta y cuatro quetzales 81/100,				
Costo por m ²		Q 3 266,17				

Fuente: elaboración propia.

2.1.11. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación del riesgo de impacto ambiental, se realizó mediante una boleta de riesgo utilizada en la municipalidad. Esta evaluación dio como resultado un puntaje de 272 puntos, una calificación superior a los 400 puntos, significa que sería necesario reformular el proyecto, y una calificación superior a 1 000 puntos se rechaza por completo el proyecto.

Tabla XXV. Evaluación de impacto ambiental, salón de usos múltiples

IDENTIFICACIÓN PROYECTO: Edificación de dos niveles para salón de usos múltiples												
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN: 4ta. Calle entre 5ta. y 6ta. Avenida, zona 1.												
NOMBRE DE SOLICITANTE: Municipalidad de Chiquimula, Chiquimula - Mancomunidad de Nororiente												
Identificación y evaluación de riesgo programas/proyectos			Nula	Minima	Moderada	Severa	Baja	Media	Alta	Extrema alta	Total= A*V	
			Amenaza				Vulnerabilidad					
Origen del evento	Factor	Tipo de evento	0	4	8	10	2	4	8	10		
Naturales	Meteorológicos	Huracanes, ciclones y tifones	X				X				0	
		Tornados	X				X				0	
		Tormenta tropical		X				X			16	
		Onda térmica fría	X				X				0	
		Onda térmica cálida			X			X			32	
		Inundaciones	X				X				0	
		Sequias que provocan pérdidas agrícolas		X					X		32	
		Otros										
	Topográficos o geotécnicos	Derrumbes		X					X			16
		Deslizamientos		X				X				8
		Lahares	X					X				0
		Flujos de lodo y agua		X				X				8
		Otros										
	Tectónicos o Geológicos	Terremotos (sismos)			X				X			32
		Erupciones volcánicas		X				X				8
		Maremotos	X					X				0
Otros												
Antropico-social	Derechos humanos	Violación de derechos humanos		X				X			8	
		Genera pobreza	X					X			0	
		Genera discriminación		X				X			8	
		Ocurrencia de epidemias	X					X			0	
		Otros										

Continuación de la tabla XXV.

Antropico-social	Seguridad ciudadana	Delincuencia organizada	X				X				0	
		Delincuencia común		X			X				8	
		Conflictos limítrofes	X				X				0	
		Ocurrencia de guerra	X				X				0	
		Ocurrencia de terrorismo	X				X				0	
	Otros											
	Entorno político económico-social	Crisis política	X				X				0	
		Crisis gobernabilidad	X				X				0	
		Crisis económica		X			X				8	
		Crisis social		X			X				8	
Otros												
Ambiental	Manejo del ambiente	Destrucción de hábitats naturales	X				X				0	
		Radiación solar intensa		X			X				8	
		Descarga de sólidos y líquidos a cuerpos de agua		X			X				8	
		Contaminación por ruido superior a 90 DB		X				X			16	
		Contaminación de suelos	X				X				0	
		Sobre-explotación de recursos naturales	X				X				0	
Ambiental	Manejo del ambiente	Desertificación	X				X				0	
		Incendios forestales	X				X				0	
		Otros										
	Accidentes	Fallas industriales y tecnológicas	X				X					0
		De transporte aéreo, acuático y terrestre		X				X				16
		Derrame de productos petroleros	X				X					0
		Depósitos industriales y químicos	X				X					0
		Colapso de estructuras	X				X					0
		Explosiones		X			X					8
		Centrales eléctricas, térmicas y geotérmicas	X				X					0
		Oleoductos	X				X					0
		Coheterías	X				X					0
		Urbanización desordenada		X				X				16
Edificios, ruinas, monumentos abandonados		X				X				8		
Otros												
Factor	Escala	Descripción							TOTAL	272		
Amenaza	Nula	No apreciable										
	Mínima	Visible, sin importancia para la estabilidad del sistema										
	Moderada	Alteración notable, pero en un ámbito reducido										
	Severa	Alteración notable, extensa consecuencias dañinas y mortales										
Vulnerabilidad	Baja	Población es afectada en forma mínima, no existe peligro de muerte										
	Media	Población es afectada focalmente, existe peligro de muerte										
	Alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte										
	Extrema alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte, sin capacidad de recuperación										
	Escala de decisión	Bajo	Menor de 400 (se acepta el proyecto con medidas de mitigación)									
Riesgo Medio		Mayor de 401 hasta 1000 (reformular el proyecto)										
Puntos de riesgo Alto		Mayor de 1000 (se rechaza el proyecto, reformularlo)										

Fuente: elaboración propia.

Medidas de mitigación: es el conjunto de las medidas mitigadoras, tienen como fin la minimización de los posibles impactos ambientales generados por el conjunto de las actividades del proyecto, desde su etapa de diseño hasta su etapa de operación y mantenimiento, entre ellas se pueden mencionar las siguientes:

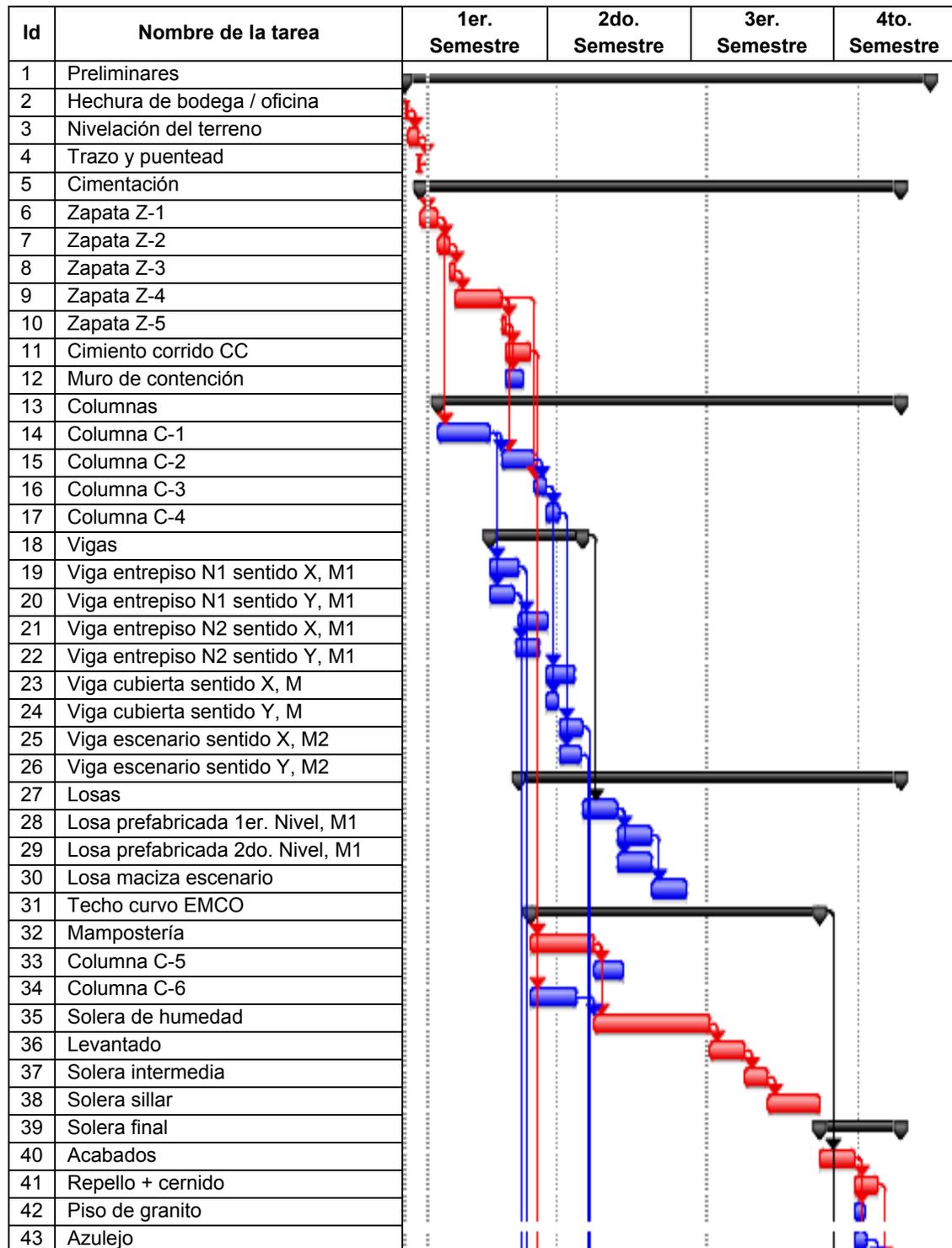
- En construcción
 - Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores.
 - Garantizar el uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, cascos).
 - En los casos de azolvamiento de agua durante la ejecución de proyectos de excavación, el uso de bombas para extraer el agua empozada, sin embargo, no deberá ser vertida dicha agua directamente en las alcantarillas, sino que deberán implementar sistemas que permitan que se dé una sedimentación o filtro de la misma previo a su evacuación.
 - Aprovechamiento y recuperación de la tierra vegetal que se haya extraído durante la fase de construcción. Se utilizará principalmente para la cubierta de zonas que queden fuera de servicio, como los accesos que no vayan a ser utilizados.
 - Recuperar la vegetación que ha sido eliminada en zonas de servicio que queden fuera de uso mediante revegetación.

- En operación
 - Limpieza periódica de los drenajes, con el objeto de garantizar su correcto funcionamiento.
 - Aumentar la capacidad a través de códigos y estándares de construcción.
 - Establecer plan de monitoreo ambiental.
 - Aumentar la capacidad a través de planificación comunal (planes de desarrollo, zonificación, incentivos tributarios, etc.).
 - Mantenimiento preventivo.
 - Capacitación permanente y continua a operadores del sistema.

2.1.12. Cronograma de actividades

El cronograma de actividades es una guía de los pasos que se deben realizar según, la precedencia o importancia del proceso constructivo de toda edificación para minimizar los costos y maximizar la mano de obra, por estas razones se presenta dicho cronograma en la tabla XXVI.

Tabla XXVI. Cronograma proyecto salón de usos múltiples



Continuación de la tabla XXV.

44	Piso cerámico
45	Puertas y ventanas
46	Módulos de gradas
47	Modulo de gradas 2 niveles, M1
48	Modulo de gradas 1 nivel, escenario M2
49	Red de agua potable
50	Drenaje sanitario
51	Drenaje pluvia
52	Inodoros
53	Lavamanos
54	Mingitorio
55	Ducha
56	Lavatrastos
57	Pila
58	Chorro para jardinería
59	Iluminación
60	Fuerza

Fuente: elaboración propia.

2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del barrio El Molino, municipio de Chiquimula, Chiquimula.

El diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, tiene la finalidad de determinar los elementos necesarios para un desempeño óptimo del mismo, recogiendo y encausando las aguas servidas para así evitar contaminación y enfermedades.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de la red para el alcantarillado sanitario, que servirá como colector y conductor de las aguas negras, con una longitud de 1 029,60 metros lineales y 28 pozos de visita, para el diseño se utilizaron las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la tubería a utilizar

será pvc novafort Norma ASTM-F949. El flujo del caudal será por gravedad, por lo cual se utilizaron las pendientes que proporciona el terreno, cuidando que estas no excedan las velocidades mínimas y máximas dentro de la tubería.

El desfogue de esta red se unirá a un sistema de drenaje ya existente, en donde se verifico el diámetro del pozo, caudal, tuberías y cotas invert de entradas y de salida.

2.2.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico en los proyectos donde se involucra la conducción de agua residual por gravedad, es de suma importancia, por lo que tiene que ser de primer orden, ya que este debe de contener las áreas a drenar y áreas dispuestas para el desarrollo futuro, que pueda contribuir al sistema. Este tipo de levantamiento, debe de ser de los más completos, en donde se especifique la ubicación de las casas, calles, edificios, escuelas, carreteras, tipos de pavimentos, parques públicos, quebradas, ríos, zanjones, cursos de agua, elevaciones, depresiones y todas aquellas estructuras que tengan relación con el problema a resolver y que puedan influir en la toma de decisiones para el diseño del proyecto.

2.2.2.1. Planimetría

Para realizar este estudio se aplicó el método de conservación de azimut con vuelta de campana, el equipo utilizado fue:

- Teodolito Wild T-2,
- Trípode,
- Estadal,
- Cinta métrica de 30 y 100 metros de longitud,

- Plomada
- Estacas, pintura y clavos

2.2.2.2. Altimetría

Para la altimetría de este proyecto, se utilizó el método taquimétrico, partiendo de un banco de marca sobre el eje de las calles.

Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:

- Teodolito Wild T-2,
- Trípode,
- Estadal.

2.2.3. Partes de un alcantarillado sanitario

Para el buen funcionamiento de un alcantarillado sanitario, se necesita que aparte de la tubería central, también existan las llamadas obras de arte, para poder verificar que el sistema esté trabajando de manera correcta. Estas obras de arte no son más que pequeñas instalaciones que sirven para acumular caudales; cada una de ellas tiene su diferente función. A continuación, se hace una breve descripción de cada una.

2.2.3.1. Colector

Es el medio que se utiliza para reunir, transportar y evacuar las aguas residuales y los desechos generados por la población, hacia un lugar donde se le dé un tratamiento adecuado. Estos deben de funcionar hidráulicamente como canales abiertos. El diámetro mínimo de diseño, depende del tipo de

material a utilizar, para tubería de concreto será de 8 pulgadas de diámetro y para tubería de pvc será de 6 pulgadas de diámetro.

2.2.3.2. Pozo de visita

Son estructuras construidas con el objeto de proporcionar acceso, tanto a los ramales como a los colectores, con el propósito de inspeccionar y darles mantenimiento.

Están contruidos de mampostería de ladrillo tayuyo de punta, concreto armado, de forma cilíndrica que remata generalmente en su parte superior, en forma de cono truncado con tapadera removible, la cual se construye con el objeto de permitir el acceso y darle mantenimiento al pozo y al colector. Las paredes del pozo deben estar impermeabilizadas con repello y cernido liso, el fondo puede estar conformado de concreto armado y concreto ciclópeo para darle la dirección del flujo; también es necesaria la incorporación de escalones, los cuales serán de acero generalmente de 3/8 de pulgada que están empotrados en las paredes del pozo. La profundidad que poseen estos pozos, es variable (ver planos constructivos apéndice 3).

2.2.3.3. Conexiones domiciliars

La conexión domiciliar tiene la finalidad de llevar las aguas servidas, desde la vivienda o edificio hacia el colector principal.

En el transcurso de la construcción del sistema de alcantarillado, se dejan prevista las conexiones en “Y” o “T” en cada casa o edificación. Las conexiones deben taparse para impedir que entren objetos que puedan obstruir la tubería e impermeabilizarse para evitar la salida de las aguas residuales,

malos olores, cabe destacar que se recomienda que la conexión sea de tipo “Y”, para que el flujo entre en el sistema de una manera menos violenta, evitando así el deterioro acelerado. Sin embargo las conexiones en “T” son más fáciles de instalar.

La instalación de empotramiento con el colector principal, debe hacerse en la parte superior de la tubería, para impedir que las aguas negras retornen a la conexión domiciliar cuando el colector este funcionando en toda su capacidad, o bien con un caudal alto o una velocidad alta.

La conexión domiciliar consta de 2 partes que son:

- La caja o candela, se recomienda utilizar tubo de concreto de 12 pulgadas de diámetro, previamente curado para facilitar la construcción, en la parte inferior debe contar con una base de concreto armado y en la parte superior con una tapadera para poder inspeccionar y darle mantenimiento.
- Tubería secundaria, se considera que para sistemas de tubería de pvc, el diámetro mínimo será de 4 pulgadas con una pendiente mínima de 2 por ciento y una máxima de 6 por ciento, que forme un ángulo horizontal con respecto a la línea central de 45 grados y en sentido de la corriente del mismo. Se recomienda utilizar pvc mínimo de 125 libra-fuerza por pulgada cuadrada, dado que soporta más la carga vertical producida por el suelo.

2.2.4. Período de diseño

Es el período en el cual el sistema debe de transportar el 100 por ciento del caudal, para la población futura de diseño en un tiempo “n”, y que el INFOM

recomienda de 20 a 30 años. Este período de diseño debe tomar en cuenta diversos factores, como:

- Tendencia de crecimiento poblacional
- Calidad de los materiales a utilizar
- Durabilidad de las instalaciones
- Facilidad de construcción y posibilidad de ampliación
- Posibilidades para la obtención del financiamiento y tasas de interés

Para este proyecto se opta por un período de diseño de 30 años.

2.2.5. Población futura

Es la población con la cual se diseña el sistema de alcantarillado, que se calcula como una proyección de población obtenida según el censo realizado en el lugar, para su obtención se utilizó el método geométrico que utiliza la población actual y la tasa de crecimiento, la fórmula de este método se expresa de la siguiente manera:

$$P_f = P_o * (1 + r/100)^n$$

Donde:

P_f = población futura

P_o = población inicial

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño

Datos:

P_o = 576 habitantes

r = 3,02% dato proporcionado por la municipalidad

n = 30 años

$$P_f = 576 * (1 + 3,02/100)^{30} = 1\ 407 \text{ habitantes}$$

2.2.6. Determinación de caudales

El caudal es la cantidad de agua que corre por una tubería en cada unidad de tiempo, sus dimensionales se dan en (litros por segundo o metro cúbico por segundo), existen varios tipos de ellos los cuales se describen a continuación.

2.2.6.1. Población tributaria

Es la población que aporta el caudal en cada ramal del colector principal, esta población se debe de acumular en cada tramo entre los pozos de visita.

2.2.6.2. Dotación

Es la cantidad de agua que se le debe de asignar a cada unidad consumidora para satisfacer sus necesidades, se expresa en litros por habitante al día. La dotación utilizada para el barrio El Molino, es de 200 litros por habitante por día, según información proporcionada por la municipalidad.

2.2.6.3. Factor de retorno al sistema

Se sabe que no todo el 100 por ciento de agua potable que ingresa a cada vivienda regresará a las alcantarillas, por razones de uso que se le da a la dotación dentro de la vivienda, considerando que pueda perderse un 20 por ciento de la dotación, y tomando en cuenta que el área de influencia del proyecto, cuenta con viviendas que en su mayoría poseen patios de tierra, se consideró un factor de retorno al sistema del 85 por ciento.

2.2.6.4. Caudal domiciliar

Es el agua que resulta de utilizar el agua potable en distintas actividades, como lavado de utensilios de cocina, lavado de ropa, duchas, inodoros, aseo personal, etc. y que tiene que ser desechada y conducida hacia la red del sistema de alcantarillado. Este caudal está relacionado con la dotación y se calcula de la siguiente forma:

$$q_{\text{dom}} = \frac{\text{dot.} * \text{No. hab.} * \text{F.R.}}{86\ 400}$$

Donde:

q_{dom} = caudal domiciliar (l/s)

dot= dotación (l/hab/d)

No. hab= número de habitantes por tramo

F.R.= factor de retorno

Datos:

dot= 200 l/ha/d

No. hab= 1 407 habitantes

FR= 85%

$$q_{\text{dom}} = \frac{200 * 1\ 407 * 0.85}{86\ 400} = 2,77 \text{ l/s}$$

2.2.6.5. Caudal comercial

Es el que proviene de comercios, tales como comedores, restaurantes, hoteles, etc. y la dotación depende de acuerdo al establecimiento que se encuentre en el lugar. Para este proyecto no se tomó en cuenta este caudal,

debido a que no existe ningún comercio a lo largo de toda la línea del alcantarillado.

2.2.6.6. Caudal industrial

Es el que proviene de las industrias, tales como procesadoras de alimentos, fábrica de textiles, licoreras, embotelladoras, etc. y la dotación depende de acuerdo al establecimiento que se encuentre en el lugar. Para este proyecto no se tomó en cuenta este caudal, debido a que no existe ninguna industria a lo largo de toda la línea del alcantarillado.

2.2.6.7. Caudal de conexiones ilícitas

Este tipo de caudal es producido por las viviendas que, por no contar con un sistema de alcantarillado apropiado para las aguas pluviales, las introducen al sistema de alcantarillado sanitario, el caudal de conexiones ilícitas se calculará por medio de los parámetros regulados por las normas del INFOM y este se puede calcular como un 10 por ciento mínimo del caudal domiciliar, por motivo de que las personas del lugar del proyecto conducen las aguas pluviales hacia el alcantarillado sanitario, este factor se aumentara al 75 por ciento, y se calcula de la siguiente manera:

$$q_{ilic} = 0,75 * q_{dom}$$

Dato:

$$q_{dom} = 2,77 \text{ l/s}$$

$$q_{ilic} = 0,75 * 2,77 = 2,08 \text{ l/s}$$

2.2.6.8. Caudal de infiltración

Es el caudal que se considera como una infiltración o que penetra a través de las paredes de la tubería y depende de la permeabilidad del suelo, longitud de la tubería y de la profundidad a la que se coloca. A pesar de que la tubería de pvc no presenta infiltración, el INFOM recomienda el cálculo de este caudal, el cual se calcula de la siguiente manera:

- Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático
 $q_{inf} = 0,01 * \text{diámetro de tubería}$
- Para tuberías que quedarán debajo del nivel freático
 $q_{inf} = 0,02 * \text{diámetro de tubería}$

Para este proyecto se utilizó el parámetro sobre nivel freático.

$$q_{inf} = 0,01 * 6 = 0,06 \text{ l/s}$$

2.2.6.9. Caudal medio

Es la suma del caudal domiciliario, comercial, industrial, conexiones ilícitas y de infiltración.

$$Q_{medio} = q_{dom} + q_{com} + q_{ind} + q_{ilic} + q_{inf}$$

Datos:

$$q_{dom} = 2,77 \text{ l/s}$$

$$q_{ilic} = 2,08 \text{ l/s}$$

$$q_{com} = 0,00 \text{ l/s}$$

$$q_{com} = 0,06 \text{ l/s}$$

$$q_{ind} = 0,00 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{medio}} = 2,77 + 0 + 0 + 2,08 + 0,06 = 4.91 \text{ l/s}$$

2.2.6.10. Factor de caudal medio

Este factor es el que se utiliza para regular la aportación del caudal en la tubería. Este valor según el INFOM debe estar entre el rango de 0,002 a 0,005 y se calcula de la siguiente forma:

$$F_{\text{qm}} = Q_{\text{medio}}/\text{No. Hab}$$

Datos:

$$Q_{\text{medio}} = 4,91 \text{ l/s}$$

No. hab= 1 407 habitantes

$$F_{\text{qm}} = 4,91 /1 407 = 0,0035$$

2.2.6.11. Factor de Harmond

Es un factor que ayuda a determinar el caudal máximo que puede fluir por las tuberías. La fórmula del factor de Harmond, es el resultado de pruebas estadísticas que determina la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en un determinado tramo, su valor varía de 1,5 a 4,5 es adimensional y se calcula de la siguiente forma:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt[2]{P/1\ 000}}{4 + \sqrt[2]{P/1\ 000}}$$

Donde:

F.H.= factor de Harmond

P = población acumulada del tramo

Dato:

P= 1 407 habitantes

$$F.H.=\frac{18+\sqrt{1\ 407/1\ 000}}{4+\sqrt{1\ 407/1\ 000}}=3,70$$

2.2.6.12. Caudal de diseño

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo con los datos obtenidos e investigados. Este caudal se debe de calcular en cada tramo de la red del colector y se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{\text{diseño}}=F.H.*F_{qm}*No.\ Hab$$

Datos:

F.H. = 3,70

$F_{qm} = 0,0035$

No. hab= 1 407 habitantes

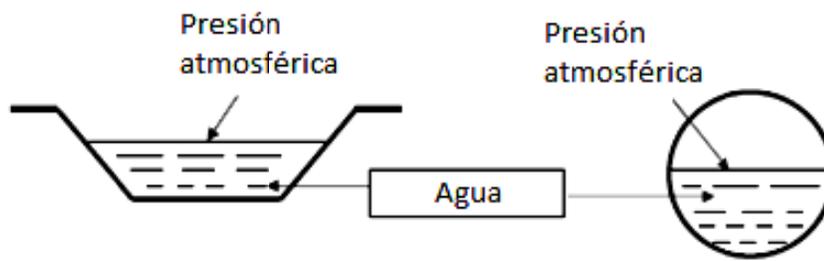
$$Q_{\text{diseño}}=3,70 * 0,0035 * 1\ 407 = 18,16\ l/s$$

2.2.7. Fundamento hidráulico

Para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario por gravedad, es necesario que el medio de transporte funcione como un canal abierto y cuyo flujo está determinado por la rugosidad del material y la pendiente del canal.

Por lo general en los sistemas de alcantarillado sanitario, se emplean tuberías circulares cerradas, por lo que la superficie del agua está afectada solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición, que los caudales transporta.

Figura 73. **Analogía en el comportamiento de un canal abierto y una tubería trabajando a sección parcialmente llena**



Fuente: elaboración propia.

2.2.7.1. Ecuación de Manning para flujo de canales

La ecuación de Manning, es una mejora de la fórmula de Chezy para el cálculo de la velocidad del agua en canales abiertos y tuberías. Se basa en condiciones de flujo constante pese a que los sistemas de drenaje sanitario funcionan con caudales variables, se calcula de la siguiente forma:

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

V = velocidad (m/s)

Rh= radio hidráulico (m)

S = % pendiente del canal (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

2.2.7.2. Relaciones hidráulicas

Las relaciones hidráulicas sirven para agilizar los cálculos de velocidad, área, caudal y radio hidráulico de las tuberías a sección parcialmente llena, esta se realiza mediante la relación de los caudales de sección llena y el caudal de diseño, dando como resultado un valor, luego se busca el mismo valor o uno aproximado en las tablas de elementos hidráulicos de sección transversal circular, posteriormente se verifican las otras relaciones (v/V , d/D y a/A) con las obtenidas de sección llena para obtener las de sección parcialmente llena, por último corroborar si estas están dentro de los límites permitidos.

Las relaciones de diámetros y caudales, que se deben considerar en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario son: la relación d/D debe ser mayor o igual a 0,10 y menor o igual a 0,75, y el caudal de diseño tiene que ser menor al caudal a sección llena en el colector, tomando en cuenta que estas relaciones se aplicarán solo para sistemas de alcantarillado sanitario. Esto es:

- Relación de diámetro: $0,10 \leq \frac{d}{D} \leq 0,75$
- Relación de caudal: $Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$

2.2.8. Parámetros de diseño hidráulico

Son los parámetros de diseño del sistema en el cual se determina el tipo de tubería a utilizar, diámetro y velocidades óptimas para el mayor desempeño del sistema.

2.2.8.1. Coeficiente de rugosidad

Este coeficiente depende del tipo de material del cual este hecho la tubería, es determinado por medio de pruebas realizadas por los fabricantes, este factor indica que tan lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería.

Es proveído por el fabricante, en la siguiente tabla se muestran varios coeficientes según el material del cual están fabricados.

Tabla XXVII. Coeficiente de rugosidad “n” de diversos materiales

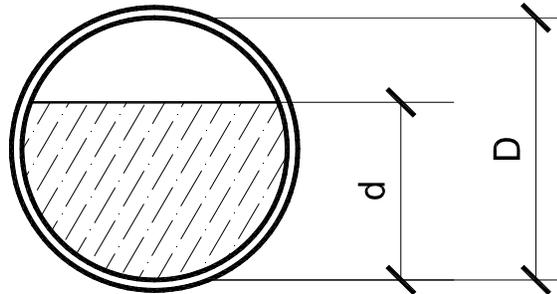
Material	Coeficiente de rugosidad “n”
Superficie de mortero de cemento	0,011 – 0,015
Mampostería	0,017 – 0,030
Tubo de concreto Ø < 24”	0,011 – 0,016
Tubo de concreto Ø > 24”	0,013 – 0,018
Tubo de asbesto cemento	0,009 – 0,011
Tubería de HG	0,013 – 0,015
Tubería de PVC	0,006 – 0,011
Superficie lisa de concreto	0,010 – 0,013
Ladrillo con mortero de cemento	0,012 – 0,017
Tubería de metal corrugado	0,021 – 0,030

Fuente: Amanco-Tubovinil, tuberías PVC para Alcantarillado Sanitario.

2.2.8.2. Sección llena y parcialmente llena

Dado que los sistemas de alcantarillado sanitario deben de funcionar como un canal abierto, la relación entre las secciones llenas y parciales nunca deben ser mayor que el caudal a sección llena, para sistemas sanitarios esta debe estar entre el rango de $0,10 \leq d/D \leq 0,75$.

Figura 74. **Sección parcialmente llena**



Fuente: elaboración propia.

2.2.8.3. **Velocidades máximas y mínimas**

Según las normas para el diseño de alcantarillados del INFOM, las velocidades deben ser mayores de 0,60 metros sobre segundo, para evitar la sedimentación y el taponamiento dentro de la tubería, y como máximo de 3 metros sobre segundo, para evitar la erosión de las paredes de la tubería a causa de la fricción generada por sobrepasar la velocidad máxima. El fabricante de tuberías pvc novafort sugiere valores entre el rango de 0,40 y 5 metros sobre segundo.

Para calcular la velocidad del flujo dentro de la tubería, se determinan los factores de tipo de tubería a utilizar, diámetro de la tubería, pendiente de la tubería y utilizar la fórmula de Manning junto con las relaciones hidráulicas. Para facilitar el cálculo de la velocidad por medio de la fórmula de Manning, se realizan equivalencias algebraicas, dando como resultado la fórmula utilizada para en el diseño expresada a continuación:

$$V = \frac{0,03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

V = velocidad de flujo a sección llena (m/s)

D = diámetro de la sección circular (pulgadas)

S = % pendiente del canal (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

2.2.8.4. Diámetro del colector

Según el INFOM, el diámetro mínimo a colocar en los alcantarillados sanitarios será de 8 pulgadas para tubos de concreto y de 6 pulgadas para tubos de pvc. Para las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 6 pulgadas en concreto y de 4 pulgadas para pvc, formando un ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal. Para el diseño de este proyecto se utilizó en tramos iniciales tubería de 6 pulgadas de diámetro, cumpliendo con las especificaciones antes mencionadas.

2.2.8.5. Profundidad del colector

La profundidad del colector principal debe de ser tal que, evite rupturas por el tránsito que circulará sobre el mismo, que permita el 100 por ciento de las conexiones domiciliarias, que ofrezca protección de climas extremos y que no tenga dificultades constructivas.

La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la misma, en cualquier punto, para tubería de pvc será determinada de la siguiente manera:

- Para tránsito normal (menor a 200 quintales) = 1,00 m
- Para tránsito pesado (mayor a 200 quintales) = 1,20 m

La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la misma, en cualquier punto, para tubería de concreto será determinada mediante la siguiente tabla:

Tabla XXVIII. **Profundidad mínima de colector, tubería de concreto**

Diámetro	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
Tránsito normal	1,22	1,28	1,33	1,41	1,50	1,58	1,66	1,84	1,99	2,14	2,25	2,55
Tránsito pesado	1,42	1,48	1,51	1,53	1,70	1,78	1,86	2,04	2,19	2,34	2,45	2,75

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.6. Ancho de la zanja

El ancho de la zanja está relacionado por el diámetro de la tubería, la profundidad a la que se debe colocar, esto va en relación directa, es decir, a mayor diámetro, mayor ancho de zanja y a mayor profundidad también mayor ancho de zanja. A continuación se presenta una tabla con anchos de zanjas recomendados para distintos diámetros y profundidades.

Tabla XXIX. **Ancho libre de zanja según su profundidad (en metros) y el diámetro nominal en pulgadas de la tubería a instalar**

Diámetro nominal	6"	8"	10"	12"	15"	18"
Hasta 1,30 m	0,60	0,60	--	--	--	--
De 1,31 a 1,85 m	0,60	0,60	0,70	0,75	0,90	1,10
De 1,86 a 2,35 m	0,65	0,65	0,70	0,75	0,90	1,10
De 2,36 a 2,85 m	0,65	0,65	0,70	0,75	0,90	1,10
De 2,86 a 3,35 m	0,70	0,70	0,70	0,75	0,90	1,10
De 3,36 a 3,85 m	0,70	0,70	0,70	0,75	0,90	1,10

Continuación de la tabla XXIX.

De 3,86 a 4,35 m	0,75	0,75	0,75	0,75	0,90	1,10
De 4,36 a 4,85 m	0,75	0,75	0,75	0,75	0,90	1,10
De 4,86 a 5,35 m	0,75	0,75	0,75	0,75	0,90	1,10
De 5,36 a 5,85 m	0,80	0,80	0,80	0,80	0,90	1,10
De 5,86 a 6,35 m	0,80	0,80	0,80	0,80	0,90	1,10

Fuente: Amanco-Tubovinil. Norma ASTM-3034 tuberías PVC para Alcantarillado Sanitario. p 8.

2.2.8.7. Volumen de excavación

Para poder colocar la tubería del colector, se necesita extraer un volumen de suelo, el cual se calcula a partir de la profundidad de los pozos de visita, el tramo en cuestión y el ancho de la zanja, se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Vol} = \frac{(H_1 + H_2)}{2} * d * A_z$$

Donde:

Vol = volumen de excavación (m³)

H₁ = profundidad del primer pozo de visita (m)

H₂ = profundidad del segundo pozo de visita (m)

d = distancia entre pozos (m)

A_z = ancho de la zanja (m)

2.2.8.8. Cotas Invert

Son las cotas que determinan el nivel de colocación de la tubería que se conectan entre los pozos de visita, desde la parte interna inferior de la tubería hasta la cota del terreno. Estas son las profundidades a las cuales se deben de colocar las tuberías de entrada y salida en los pozos de visita, con relación a las

cotas de estos. Para poder calcular las cotas invert se tienen las siguientes expresiones:

$$NT_f = NT_i - (D.H. * \%S_{\text{terreno}})$$

$$\%S_{\text{terreno}} = \frac{NT_i - NT_f}{D.H.} * 100$$

$$CIS_{\text{inicial}} = NT_i - H_{\text{trafico}}$$

$$CIS_{\text{inicial}} = CIE - 0.03\text{m}$$

$$CIE = CIS - (D.H. * \%S_{\text{tubo}})$$

$$H_{\text{pozo inicial}} = CT_i - CIS$$

$$H_{\text{pozo final}} = CT_f - CIS$$

Donde:

NT_i = cota terreno inicial (m)

NT_f = cota terreno final (m)

CIE = cota invert de entrada (m)

CIS = cota invert de salida (m)

H_{trafico} = profundidad mínima del colector (m)

D.H. = distancia horizontal entre pozos (m)

$\%S_{\text{terreno}}$ = pendiente del terreno (m/m), cuando esta no cumple con el rango de velocidad y con las profundidades del colector, se debe aumentar o disminuir y en último caso, cambiar el diámetro de la tubería

2.2.8.9. Ubicación de pozos de visita

Se recomienda colocar pozos de visita según el INFOM, en los casos siguientes:

- Inicio de cualquier ramal
- Intersección de 2 o más tuberías
- Cambio de diámetro de tubería

- Cambio de material de tubería
- Cambio de pendiente de la tubería
- Cambio de dirección horizontal
- Tramos no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24 pulgadas
- Tramos no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24 pulgadas

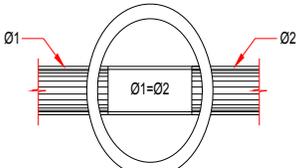
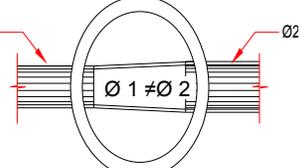
2.2.8.10. Profundidad pozos de visita

La profundidad de los pozos de visita está relacionada con la cota del terreno, cota invert de salida y espesor de la base del pozo y está determinada por la siguiente expresión:

$$H_{\text{pozo final}} = CT_f - CIS$$

Para poder determinar la cota invert de salida, se debe de tomar en cuenta la cota invert de entrada, los diámetros de las tuberías de entrada y de salida, tomando en cuenta los criterios de la siguiente tabla:

Tabla XXX. Profundidad de la cota invert de salida

	<p>Cuando a un pozo de visita llega una tubería y sale otra de igual diámetro, la cota invert como mínimo va a estar 3 centímetros por debajo de la cota invert de entrada.</p> $\text{Ø1} = \text{Ø2} \quad \text{CIS} = \text{CIE} - 0,03 \text{ m}$
	<p>Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra tubería de distinto diámetro, la cota invert va a ser, como mínimo, la diferencia entre ambos diámetros, por debajo de la cota invert de entrada:</p> $\text{Ø1} \neq \text{Ø2} \quad \text{CIS} = \text{CIE} - \text{dif } \text{Ø}$

Continuación de la tabla XXX.

	<p>Cuando a un pozo de visita entra más de una tubería y sale una tubería todas de igual diámetro, la cota invert va a ser como mínimo, 3 centímetros por debajo de la cota invert de entrada más profunda</p> $\text{Ø } 1 = \text{Ø } 2 = \text{Ø } 3 \quad \text{CIE1} > \text{CIE2}$ $\text{CIS} = \text{CIE1} - 0,03 \text{ m}$
	<p>Cuando a un pozo de visita llegan 2 o más tuberías y sale una y son de distinto diámetro:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3 centímetros por debajo de las tuberías que son del mismo diámetro. La diferencia de diámetros con las tuberías de diferente diámetro. <p>Se toma la que de mayor profundidad.</p>
	<p>Cuando a un pozo de visita llega más de una tubería y sale más de una tubería:</p> <ol style="list-style-type: none"> Una tubería es de continuidad. La cota invert de las tuberías de ramales iniciales debe ser como mínimo la que considere la Hmin. La cota invert de salida del ramal de seguimiento, se calcula de acuerdo a los incisos anteriores.

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.11. Características de las conexiones domiciliarias

Una conexión domiciliar tiene la finalidad de descargar las aguas servidas provenientes de las casas, llevarlas al alcantarillado central. Constan de las siguientes partes:

Caja o candela: la conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente; el lado menor de la caja será de 45 centímetros, si fuese circular

tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas; deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

Tubería secundaria: la conexión de la candela domiciliar con la tubería central, se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de pvc; debe tener una pendiente mínima del 2 por ciento para evacuar adecuadamente el agua.

Es conveniente que la conexión con el colector principal se haga en la parte superior, para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica, cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad. La profundidad de la línea central de drenaje incidirá en la manera de conectar la candela domiciliar.

- Profundidad de hasta 2 metros: cuando la profundidad del colector no sobrepase los 2 metros, se utilizará una silleta “Y” complementado con un codo a 45 grados.
- Profundidades iguales o mayores a 2 metros: cuando la profundidad del colector sobrepase los 2 metros, se utilizará una silleta “T” complementado con un codo a 90 grados.

2.2.8.12. Diseño hidráulico

El diseño de la red de alcantarillado sanitario, se realizó de acuerdo a las Normas del INFOM. El proyecto beneficiará al 100 por ciento de la población actual del barrio. El diseño se realizó en el programa Autocad® Civil 3D Land 2009, a dicho programa se le ingresaron los datos obtenidos del levantamiento topográfico, dando como resultado la planta y perfil de toda la red del proyecto.

Para la realización de la memoria de cálculo se tomaron en cuenta los siguientes datos:

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Periodo de diseño	30 años
Viviendas actuales	94
Viviendas futuras	220
Densidad de vivienda	6 habitantes/vivienda
Población actual	576 habitantes
Tasa de crecimiento	3,02%
Población futura	1407 habitantes
Dotación	200 l/hab/d
Factor de retorno	85%
Velocidad de diseño	$0,60 \text{ m/s} \leq V \leq 3,00 \text{ m/s}$
Fqm	0,0035
Evacuación	Por gravedad
Colector principal	
Tipo y diámetro de la tubería	pvc novafort norma F-949 Ø 6", n=0,010
Pendiente	Según caudal y velocidad
Conexión domiciliar	
Tipo y diámetro de la tubería	pvc novafort norma F-949 Ø 4", n=0,010
Pendiente	2% a 6%
Candela	Tubo de concreto Ø 12" con base y tapadera de concreto armado

A continuación se desarrolla el diseño hidráulico de un tramo.

Datos generales

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Tramo	PV-3 a PV-4
Distancia	57,04 m
Número de casas del tramo:	12 casas
Número de casas acumuladas:	18 casas
Densidad de vivienda:	6 hab./vivienda
Total de habitantes actuales:	108 habitantes
Cota terreno inicial:	92,68 m
Cota terreno final:	90,97 m
Diámetro de la tubería	6"

- Cálculo pendiente del terreno

$$\%S_{\text{terreno}} = \frac{92,68 - 90,97}{57,04} * 100 = 3\%$$

- Cálculo población futura

$$P_f = 108 * (1 + 3,02/100)^{30} = 264 \text{ habitantes}$$

- Cálculo caudal medio

$$q_{\text{dom}} = \frac{200 * 264 * 0,85}{86\ 400} = 0,519 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{ilic}} = 0,75 * 0,519 = 0,389 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{inf}} = 0,01 * 6 = 0,06 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{medio}} = 0,519 + 0,389 + 0,06 = 0,969 \text{ l/s}$$

- Cálculo factor de Harmond

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt[2]{264/1\ 000}}{4 + \sqrt[2]{264/1\ 000}} = 4,10$$

- Cálculo caudal de diseño

$$Q_{\text{diseño}} = 4,10 * 0,0035 * 264 = 3,788 \text{ l/s}$$

- Cálculo velocidad y área a sección llena

$$V_{\text{sección llena}} = \frac{0,03429}{0,01} * 6^{2/3} * 0,03^{1/2} = 1,96 \text{ m/s}$$

$$A_{\text{sección llena}} = 5,067 * 10^{-4} * D^2$$

$$A_{\text{sección llena}} = 5,067 * 10^{-4} * 6^2 = 0,018 \text{ m}^2$$

- Cálculo caudal a sección llena

$$Q_{\text{sección llena}} = A_{\text{sección llena}} * V_{\text{sección llena}} * 1\ 000$$

$$Q_{\text{sección llena}} = 0,018 * 1,96 * 1\ 000 = 35,83 \text{ l/s}$$

- Cálculo de relaciones hidráulicas

$$Q_{\text{diseño}}/Q_{\text{sección llena}} = 3,79/35,83 = 0,105777$$

$$v_{\text{diseño}}/V_{\text{sección llena}} = 0,650652$$

$$v_{\text{diseño}} = 0,650652 * 1,96 = 1,275 \text{ m/s}$$

$$d_{\text{diseño}}/D_{\text{sección llena}} = 0,220$$

- Revisión de parámetros hidráulicos

Caudales $Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$	$3,79 \text{ l/s} < 35,83 \text{ l/s}$	Cumple
Velocidad $0,60 \leq v_{\text{diseño}} \leq 3,00$ en m/s	$0,60 \leq 1,28 \leq 3,00$	Cumple
Diámetros $0,10 \leq d/D \leq 0,75$	$0,10 \leq 0,220 \leq 0,75$	Cumple

- Cota invert salida PV-3

$$\begin{aligned} \text{CIS}_{\text{PV-3}} &= \text{CIE}_{\text{PV-3}} - 0,03 \\ \text{CIS}_{\text{PV-3}} &= 91,28 - 0,03 = 91,25 \text{ m} \end{aligned}$$

- Cota invert entrada PV-4

$$\begin{aligned} \text{CIE}_{\text{PV-4}} &= \text{CIS}_{\text{PV-3}} - (\text{D.H.}_{\text{entre pozos}} * \%S_{\text{tubo}}) \\ \text{CIE}_{\text{PV-4}} &= 91,25 - [(57,04 - 1,20) * 0,03] = 89,57 \text{ m} \end{aligned}$$

- Profundidad de pozo de visita PV-3

$$\begin{aligned} H_{\text{PV-3}} &= \text{CT}_{\text{PV-3}} - \text{CIS}_{\text{PV-3}} \\ H_{\text{PV-3}} &= 92,68 - 91,25 = 1,43 \text{ m} \end{aligned}$$

- Profundidad de pozo de visita PV-4

$$\begin{aligned} H_{\text{PV-4}} &= \text{CT}_{\text{PV-4}} - \text{CIS}_{\text{PV-4}} \\ H_{\text{PV-4}} &= 90,97 - 89,54 = 1,43 \text{ m} \end{aligned}$$

- Volumen de excavación

$$\text{Vol} = \frac{(1,43 + 1,43)}{2} * 55,84 * 0,60 = 47,91 \text{ m}^3$$

Los resultados del cálculo para todos los ramales, realizado con el procedimiento anterior, se presenta en la tabla XLII, apéndice 2.

2.2.9. Desfogue

Es necesario ubicar el lugar idóneo para el desfogue de las aguas tratadas, esto respetando las normas del Ministerio de Medio Ambiente, para lograr mitigar daños a la naturaleza. Todas las descargas deben tener un tratamiento adecuado a las condiciones del cuerpo receptor de la descarga.

En este proyecto la descarga se unirá al sistema de alcantarillado sanitario municipal existente.

2.2.10. Ubicación

Por la topografía del terreno y la especificación del lugar del desfogue por parte de la municipalidad, fue necesario diseñar los ramales principales, con una dirección de flujo hacia el pozo de visita PV-EXT, el cual se encuentra a un costado del río Taco.

2.2.11. Elaboración de planos

Los planos elaborados para el alcantarillado sanitario, se presentan en el apéndice 3, y son:

Planta densidad de vivienda

Planta general

Planta – perfil 1

Planta – perfil 2

Detalles constructivos de pozos de visita

Detalles constructivos de pozos de visita tipo 2 y conexión domiciliar

2.2.12. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, aplicando los criterios del caso del proyecto de la edificación de 2 niveles. En cuanto a indirectos se aplicó un 30 por ciento.

Tabla XXXI. **Presupuesto del alcantarillado sanitario para el barrio El Molino, Chiquimula, Chiquimula**

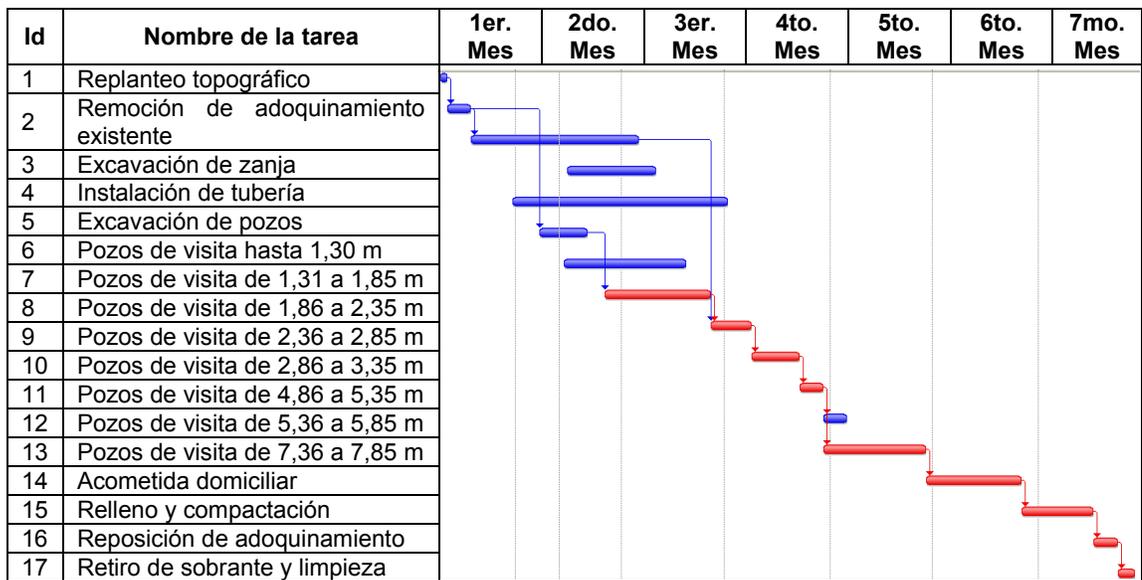
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO FACULTAD DE INGENIERÍA				
PRESUPUESTO ALCANTARILLADO SANITARIO						
<i>Proyecto:</i> Sistema de alcantarillado sanitario, barrio "El Molino".						
<i>Ubicación:</i> 7ma. y 6ta. Avenida final norte, 1ra. Y 2da. Calle zona 4.						
<i>Solicitante:</i> Municipalidad de Chiquimula, Chiquimula / mancomunidad de nororiente.						
Longitud total del sistema: 1 042,73 ml.				Fecha: Mar-12		
No.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Sub-total	Total Renglón
1	PRELIMINARES					
1,01	Replanteo topográfico	ml	1 042,73	Q 2,55	Q 2 661,07	
1,02	Excavación	m ³	1 725,40	Q 74,31	Q128 211,48	
1,03	Relleno y compactación	m ³	1 706,40	Q 53,93	Q 92 024,83	
1,04	Retiro de sobrante	m ³	19,00	Q 97,87	Q 1 859,55	Q224 756,94
2	INSTALACIÓN DE TUBERÍA					
2,01	Instalación de tubería de pvc novafort de Ø 6", según Norma ASTM F-949	ml	1 128,00	Q 100,44	Q113 299,92	
2,02	Acometida domiciliar	U	96,00	Q 2 368,82	Q227 406,42	Q340 706,33
3	POZOS DE VISITA					
3,01	Pozos de visita hasta 1,30 m	U	2	Q 3 917,47	Q 7 834,93	
3,02	Pozos de visita de 1,31 a 1,85 m	U	13	Q 5 229,87	Q 67 988,33	
3,03	Pozos de visita de 1,86 a 2,35 m	U	4	Q 6 521,09	Q 26 084,37	
3,04	Pozos de visita de 2,36 a 2,85 m	U	2	Q 8 132,66	Q 16 265,31	
3,05	Pozos de visita de 2,86 a 3,35 m	U	3	Q 9 442,33	Q 28 327,00	
3,06	Pozos de visita de 4,86 a 5,35 m	U	1	Q14 442,26	Q 14 442,26	
3,07	Pozos de visita de 5,36 a 5,85 m	U	1	Q 6 044,03	Q 16 044,03	
3,08	Pozos de visita de 7,36 a 7,85 m	U	2	Q21 975,37	Q 43 950,74	Q220 936,97
5	ADOQUINAMIENTO					
4,01	Remoción de adoquín existente	m ²	163,20	Q 26,94	Q 4 395,96	
4,02	Reposición de adoquín	m ²	163,20	Q 48,84	Q 7 970,40	Q 12 366,35
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q 798 766,60		
TOTAL EN LETRAS		Setecientos noventa y ocho mil setecientos sesenta y seis quetzales 60/100.				

Fuente: elaboración propia.

2.2.13. Elaboración de cronograma

El cronograma se integró de la misma manera como en el proyecto de la edificación para el salón de usos múltiples.

Tabla XXXII. **Cronograma de actividades, alcantarillado sanitario, barrio El Molino**



Fuente: elaboración propia.

2.2.14. Evaluación inicial de impacto ambiental

Una definición de impacto ambiental, podría determinarse como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes, con cierta magnitud y complejidad, originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Es importante aclarar que el término impacto, no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo.

La evaluación de impacto ambiental, es el análisis de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales, que estos están en condiciones de proporcionar.

Actualmente se ha visto afectada, tanto la salud de los pobladores, como el paisaje del lugar, porque las aguas residuales son descargadas sobre la superficie del suelo, provocando la formación de lodo y con el agua estancada en algunos puntos, la proliferación de zancudos que transmiten enfermedades; por lo que la población está teniendo una participación negativa en el ambiente.

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, este solo sucederá durante el período de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación, provocando dificultades en el tránsito y posibles problemas de polvo debido al viento.

Como impacto ambiental positivo, se tiene la eliminación de aguas residuales, que fluyen sobre la superficie del suelo, eliminando con esto la posibilidad de contaminación de la capa freática. Además la eliminación de fuentes de proliferación de enfermedades, mosquitos y zancudos, y con ello la eliminación de enfermedades que estos puedan transmitir a los habitantes del lugar.

Todo esto, conlleva una notable mejora en la calidad de vida para los pobladores del barrio.

2.2.15. Evaluación socioeconómica

Una evaluación socioeconómica de proyectos permite identificar, medir y valorar en términos monetarios los beneficios y costos sociales de los proyectos y, de esta manera, establecer la conveniencia de ejecutarlos y asignar un orden de prioridad entre ellos.

2.2.15.1. Valor Presente Neto (VPN)

Se realiza a partir de un flujo de efectivo, trasladando todo al presente. Es una forma fácil de visualizar, si los egresos son mayores que los egresos.

$$VPN = VP_{\text{beneficios}} - VP_{\text{costos}}$$

Para la anterior fórmula se tienen 3 resultados posibles:

- Cuando es mayor que cero, se recupera la inversión, se obtiene la rentabilidad además de una ganancia que es igual al valor presente.

$$VPN > 0$$

- Cuando es igual a cero, se recupera la inversión y se obtiene la rentabilidad deseada.

$$VPN = 0$$

- Cuando es menor que cero, se evalúa según la tasa de interés y el porcentaje de ganancia.

$$VPN < 0$$

Debido a que el proyecto de alcantarillado sanitario es un beneficio para la comunidad, que cumple con su objetivo de carácter social, no se contempla

algún tipo de utilidad (no hay beneficio), los egresos se establecen como el costo total del proyecto.

$$VPN= 0 - 798\,766,60$$

$$VPN= - 798\,766,60$$

2.2.15.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Se define como la Tasa de Interés donde la persona que va a invertir tiene equilibrio, es decir, que los ingresos y egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión. Si se usa con valor presente es la tasa donde el valor presente es igual a cero $VP= 0$.

Para este proyecto, por ser de carácter social, no se contempla algún tipo de utilidad, por lo que no se puede calcular la TIR, mediante ninguna fórmula.

CONCLUSIONES

1. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), es muy importante para el estudiante de ingeniería, ya que da la oportunidad de realizar proyectos reales, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica, razón por la cual se constituye en un complemento esencial por la adquisición de experiencia laboral y criterio técnico.
2. El diseño de la edificación para del salón de usos múltiples para la municipalidad de Chiquimula, fue el resultado de la priorización de la necesidades de servicios básicos e infraestructura practicada a la mancomunidad de nororiente, por el carácter social que tiene este proyecto, la municipalidad deberá ejecutarlo a la menor brevedad posible por los beneficios que aportarían a la comunidad.
3. La construcción del sistema de alcantarillado sanitario, evita la transmisión de enfermedades gastrointestinales causadas por las escorrentías de aguas residuales que fluyen superficialmente sobre las calles y avenidas, así como mejora el ornato y evita la proliferación de insectos y la contaminación del medio ambiente del barrio El Molino.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Chiquimula, Chiquimula:

1. Cumplir estrictamente las especificaciones contenidas en los planos, sin introducirle modificaciones a los mismos, ya que muchos de los parámetros son mínimos, alterarlos afectará por completo el diseño.
2. Realizar un sondeo dinámico, para verificar la capacidad soporte del suelo antes de iniciar el proyecto del salón de usos múltiples.
3. Garantizar la adecuada supervisión técnica del proyecto, a través de un profesional de la ingeniería civil, con experiencia en este tipo de obras, para asegurar la calidad de la obra y resguardar la integridad del diseño.
4. Actualizar los presupuestos, previo a la contratación de los proyectos, debido a que los precios están sujetos a cambios, principalmente por las circunstancias económicas que existan por alzas a los materiales y mano de obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Código de construcción: ACI 318-2008*. Farmington Hills, Michigan: ACI, 2008. 520 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2002. 245 p.
3. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 30 p.
4. McCORMAC, Jack C; NELSON, James K. *Diseño de concreto reforzado*. 7a ed. EEUU: John Wiley & Sons, 2006. 721 p.
5. VALIENTE LEIVAN, Samuel Eduardo. *Diseño de la edificación de dos niveles para el mercado municipal No. 1 y sistema de alcantarillado sanitario para aldea Llano de Animas, municipio de Amatitlán, Guatemala*. Trabajo de graduación Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 275 p.

APÉNDICE 1

**TABLAS CON LOS RESULTADOS DEL DISEÑO DE LOSAS, VIGAS Y
TABLEROS ELÉCTRICOS DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA EL
SALÓN DE USOS MÚLTIPLES MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, CHIQUIMULA**

Apéndice A. Cálculo de momentos de losa de escenario en kg-m

Losa	a (m)	b (m)	m=a/b	Caso	Coeficientes								Momento (-)		Momento (+)			
					Momento negativo				Momento positivo				Ma(-)	Mb(-)	Ma(+)	Mb(+)		
					Ca(-)	Cb(-)	Ca(+)	CM	Ca(+)	CV	Cb(+)	CM					Cb(+)	CV
1	4,70	4,80	1,00	4	0,050	0,050	0,027	0,027	0,032	0,032	0,027	0,027	0,032	0,032	1 693,42	1 766,25	1 008,33	1 051,69
2	4,70	4,80	1,00	4	0,050	0,050	0,027	0,027	0,032	0,032	0,027	0,027	0,032	0,032	1 693,42	1 766,25	1 008,33	1 051,69
3	4,70	4,80	1,00	9	0,061	0,033	0,023	0,023	0,030	0,030	0,020	0,020	0,028	0,028	2 065,97	1 165,72	910,41	863,17
4	4,70	4,80	1,00	9	0,061	0,033	0,023	0,023	0,030	0,030	0,020	0,020	0,028	0,028	2 065,97	1 165,72	910,41	863,17
5	3,20	4,80	0,70	9	0,081	0,011	0,033	0,033	0,050	0,050	0,006	0,006	0,011	0,011	1 271,70	388,57	666,07	309,87
6	3,20	4,80	0,70	9	0,081	0,011	0,033	0,033	0,050	0,050	0,006	0,006	0,011	0,011	1 271,70	388,57	666,07	309,87
7	3,20	4,80	0,70	9	0,081	0,011	0,033	0,033	0,050	0,050	0,006	0,006	0,011	0,011	1 271,70	388,57	666,07	309,87
8	3,20	4,80	0,70	9	0,081	0,011	0,033	0,033	0,050	0,050	0,006	0,006	0,011	0,011	1 271,70	388,57	666,07	309,87
9	4,70	4,80	1,00	9	0,061	0,033	0,023	0,023	0,030	0,030	0,020	0,020	0,028	0,028	2 065,97	1 165,72	910,41	863,17
10	4,70	4,80	1,00	9	0,061	0,033	0,023	0,023	0,030	0,030	0,020	0,020	0,028	0,028	2 065,97	1 165,72	910,41	863,17
11	3,15	3,25	1,00	4	0,050	0,050	0,027	0,027	0,032	0,032	0,027	0,027	0,032	0,032	760,66	809,72	452,93	482,14
12	4,70	4,80	1,00	4	0,050	0,050	0,027	0,027	0,032	0,032	0,027	0,027	0,032	0,032	1 693,42	1 766,25	1 008,33	1 051,69

Fuente: elaboración propia.

Apéndice B. **Armado longitudinal de vigas del segundo nivel,
módulo de oficinas sentido X**

Viga		Momento	As mín	As	As máx	Armado
10-11	M(-) 10-11	10 453,77	3,53	7,00	14,97	2 corridas No. 5 + 1 bastones No. 5 + 1 bastón No. 4 = 7,26 cm ²
	M(-) 11-10	14 735,26	3,53	10,15	14,97	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 + 1 bastón No. 4 = 10,95 cm ²
	M(+)	7 837,82	3,53	5,16	14,97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
11-12	M(-) 11-12	13 572,76	3,53	9,27	14,97	2 corridas No. 5 + 2 bastón No. 6 = 9,66 cm ²
	M(-) 12-11	10 378,26	3,53	6,94	14,97	2 corridas No. 5 + 1 bastón No. 5 + 1 bastón No. 4 = 7,26 cm ²
	M(+)	7 111,49	3,53	4,66	14,97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
12-13	M(-) 12-13	10 762,40	3,53	7,22	14,97	2 corridas No. 5 + 1 bastón No. 5 + 1 bastón No. 4 = 7,26 cm ²
	M(-) 13-12	7 675,01	3,53	5,05	14,97	2 corridas No. 5 + 1 bastón No. 5 + 1 bastón No. 4 = 7,26 cm ²
	M(+)	2 983,13	3,53	1,91	14,97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²

Fuente: elaboración propia.

Apéndice C. **Armado longitudinal de vigas del primer nivel, módulo de oficinas, sentido X**

Viga		Momento	As mín	As	As máx	Armado
10-11	M(-) 10-11	17 037,45	3,53	11,93	14,97	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 6 + 1 bastón No. 5 = 13,35 cm ²
	M(-) 11-10	19 754,74	3,53	14,12	14,97	2 corridas No. 6 + 3 bastones No. 6 = 14,20 cm ²
	M(+)	8 623,08	3,53	5,71	14,97	2 corridas No. 6 + 1 corrida No. 5 = 7,67 cm ²
11-12	M(-) 11-12	17 948,88	3,53	12,65	14,97	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 6 + 1 bastón No. 5 = 13,35 cm ²
	M(-) 12-11	14 842,22	3,53	10,23	14,97	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 6 = 11,36 cm ²
	M(+)	8 315,46	3,53	5,49	14,97	2 corridas No. 6 + 1 corrida No. 5 = 7,67 cm ²
12-13	M(-) 12-13	17 590,06	3,53	12,36	14,97	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 6 + 1 bastón No. 5 = 13,35 cm ²
	M(-) 13-12	15 580,76	3,53	10,79	14,97	2 corridas No. 6 + 2 bastones No. 6 + 1 bastón No. 5 = 13,35 cm ²
	M(+)	2 987,44	3,53	1,91	14,97	2 corridas No. 6 + 1 corrida No. 5 = 7,67 cm ²

Fuente: elaboración propia.

Apéndice D. **Armado longitudinal de vigas del segundo nivel,
módulo de oficinas, sentido Y**

Viga		Momento	As mín	As	As máx	Armado
F-E	M(-) F-E	8 508,60	3,53	5,63	14,97	2 corridas No. 5 + 1 bastón No. 5 = 5,97 cm ²
	M(-) E-F	9 501,62	3,53	6,32	14,97	2 corridas No. 5 + 1 bastón No. 6 = 6,82 cm ²
	M(+)	3 627,64	3,53	2,33	14,97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
E-D	M(-) E-D	8 111,13	3,53	5,35	14,97	2 corridas No. 5 + 1 bastón No. 6 = 6,82 cm ²
	M(-) D-E	10 769,77	3,53	7,22	14,97	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 5 = 7,96 cm ²
	M(+)	1 889,11	3,53	1,20	14,97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
D-C	M(-) D-C	13 086,86	3,53	8,91	14,97	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 5 + 1 bastón No. 4 = 9,25 cm ²
	M(-) C-D	13 086,86	3,53	8,91	14,97	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 5 + 1 bastón No. 4 = 9,25 cm ²
	M(+)	7 935,93	3,53	5,23	14,97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
C-B	M(-) C-B	10 769,77	3,53	7,22	14,97	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 5 = 7,96 cm ²
	M(-) B-C	8 111,13	3,53	5,35	14,97	2 corridas No. 5 + 1 bastón No. 6 = 6,82 cm ²
	M(+)	1 889,11	3,53	1,20	14,97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
B-A	M(-) B-A	9 501,62	3,53	6,32	14,97	2 corridas No. 5 + 1 bastón No. 6 = 6,82 cm ²
	M(-) A-B	8 508,60	3,53	5,63	14,97	2 corridas No. 5 + 1 bastón No. 5 = 5,97 cm ²
	M(+)	3 627,64	3,53	2,33	14,97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²

Fuente: elaboración propia.

Apéndice E. **Armado longitudinal de vigas, entrepiso de escenario, sentido X**

Viga		Momento	As mín	As	As máx	Armado
1-2	M(-) 1-2	6 280,00	2,81	9,90	13,79	2 corridas No. 5 + 3 bastones No. 6 = 12,50 cm ²
	M(-) 2-1	7 265,00	2,81	11,70	13,79	2 corridas No. 5 + 3 bastones No. 6 = 12,50 cm ²
	M(+)	3 300,00	2,81	4,91	13,79	3 corridas No. 5 = 5,97 cm ²
2-3	M(-) 2-3	7 265,00	2,81	9,90	13,79	2 corridas No. 5 + 3 bastones No. 6 = 12,50 cm ²
	M(-) 3-2	6 280,00	2,81	11,70	13,79	2 corridas No. 5 + 3 bastones No. 6 = 12,50 cm ²
	M(+)	3 300,00	2,81	4,91	13,79	3 corridas No. 5 = 5,97 cm ²

Fuente: elaboración propia.

Apéndice F. **Armado longitudinal de vigas, entrepiso de escenario, sentido Y**

Viga		Momento	As mín	As	As máx	Armado
F-E	M(-) F-E	4 939,00	2,81	7,58	13,79	2 corridas No. 5 + 3 bastones No. 4 = 7,85 cm ²
	M(-) E-F	6 260,00	2,81	9,87	13,79	2 corridas No. 5 + 3 bastones No. 5 = 9,95 cm ²
	M(+)	3 235,00	2,81	4,81	13,79	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
E-D	M(-) E-D	5 870,00	2,81	9,18	13,79	2 corridas No. 5 + 3 bastones No. 5 = 9,95 cm ²
	M(-) D-E	4 937,00	2,81	7,58	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 5 = 7,96 cm ²
	M(+)	3 020,00	2,81	4,48	13,79	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
D-C'	M(-) D-C'	4 215,00	2,81	6,38	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 4 = 6,56 cm ²
	M(-) C'-D	2 465,00	2,81	3,62	13,79	2 corridas No. 5 = 3,98 cm ²
	M(+)	1 250,00	2,81	1,80	13,79	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
C'-C	M(-) C'-C	2 465,00	2,81	3,62	13,79	2 corridas No. 5 = 3,98 cm ²
	M(-) C-C'	4 215,00	2,81	6,38	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 4 = 6,56 cm ²
	M(+)	1 250,00	2,81	1,80	13,79	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
C-B	M(-) C-B	4 937,00	2,81	7,58	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 5 = 7,96 cm ²
	M(-) B-C	5 870,00	2,81	9,18	13,79	2 corridas No. 5 + 3 bastones No. 5 = 9,95 cm ²
	M(+)	3 020,00	2,81	4,48	13,79	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
B-A	M(-) B-A	6 260,00	2,81	9,87	13,79	2 corridas No. 5 + 3 bastones No. 5 = 9,95 cm ²
	M(-) A-B	4 939,00	2,81	7,58	13,79	2 corridas No. 5 + 3 bastones No. 4 = 7,85 cm ²
	M(+)	3 235,00	2,81	4,81	13,79	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²

Fuente: elaboración propia.

Apéndice G. **Armado longitudinal de viga especial, salón, sentido X**

Viga		Momento	As mín	As	As máx	Armado
1-2	M(-) 1-2	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(-) 2-1	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(+)	3 354,00	3.53	5,00	14.97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
2-3	M(-) 2-3	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(-) 3-2	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(+)	3 354,00	3.53	5,00	14.97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
3-4	M(-) 3-4	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(-) 4-3	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(+)	3 354,00	3.53	5,00	14.97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
4-5	M(-) 4-5	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(-) 5-4	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(+)	3 354,00	3.53	5,00	14.97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
5-6	M(-) 5-6	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(-) 6-5	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(+)	3 354,00	3.53	5,00	14.97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
6-7	M(-) 6-7	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(-) 7-6	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(+)	3 354,00	3.53	5,00	14.97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
7-8	M(-) 7-8	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(-) 8-7	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(+)	3 354,00	3.53	5,00	14.97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²
8-9	M(-) 8-9	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(-) 9-8	5 330,00	2,81	8,24	13,79	2 corridas No. 5 + 2 bastones No. 6 = 9,66 cm ²
	M(+)	3 354,00	3.53	5,00	14.97	2 corridas No. 6 = 5,68 cm ²

Fuente: elaboración propia.

Apéndice H. **Cálculo de tablero eléctrico segundo nivel, módulo de oficinas**

Tablero de oficinas										
Circuito	Tipo de carga	Potencia	Unidades	Total watts	Corriente	L1	L2	Flip-on	Calibre	
I	Iluminación	100	10	1 000	8,75	8,75		1 x 20	12	
J	Iluminación	100	10	1 000	8,75	8,75		1 x 20	12	
K	Iluminación	100	9	900	7,875		7,875	1 x 20	12	
L	Iluminación	100	11	1 100	9,625		9,625	1 x 20	12	
S	Iluminación	100	11	1 980	17,325	17,325		1 x 30	10	
T	Fuerza	180	11	1 980	17,325	17,325		1 x 30	10	
U	Fuerza	180	11	1 980	17,325		17,325	1 x 30	10	
V	Fuerza	180	11	1 980	17,325		17,325	1 x 30	10	
W	Fuerza	180	10	1 800	15,75	15,75		1 x 30	10	
X	Fuerza	180	10	1 800	15,75	15,75		1 x 30	10	
Y	Fuerza	180	10	1 800	15,75		15,75	1 x 30	10	
Z	Fuerza	180	10	1 800	15,75		15,75	1 x 30	10	
Total						83,65	83,65	2 x 100	3	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice I. **Cálculo de tablero eléctrico, escenario**

Tablero del escenario										
Circuito	Tipo de carga	Potencia	Unidades	Total watts	Corriente	L1	L2	Flip-on	Calibre	
G	Iluminación	100	7	700	6,125	6,125		1 x 20	12	
H	Iluminación	100	9	900	7,875	7,875		1 x 20	12	
M	Iluminación	100	12	1 200	10,50	10,50		1 x 20	12	
N	Iluminación	100	10	1 000	8,75		8,75	1 x 20	12	
R	Fuerza	180	7	1 260	11,025	11,025		1 x 30	10	
a	Fuerza	180	11	1 980	17,325		17,325	1 x 30	10	
b	Fuerza	180	11	1 980	17,325		17,325	1 x 30	10	
Total						35,525	43,40	2 x 50	6	

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE 2

CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO EL MOLINO, CHIQUIMULA, CHIQUIMULA

Apéndice J. Hoja de cálculo de sistema de alcantarillado sanitario

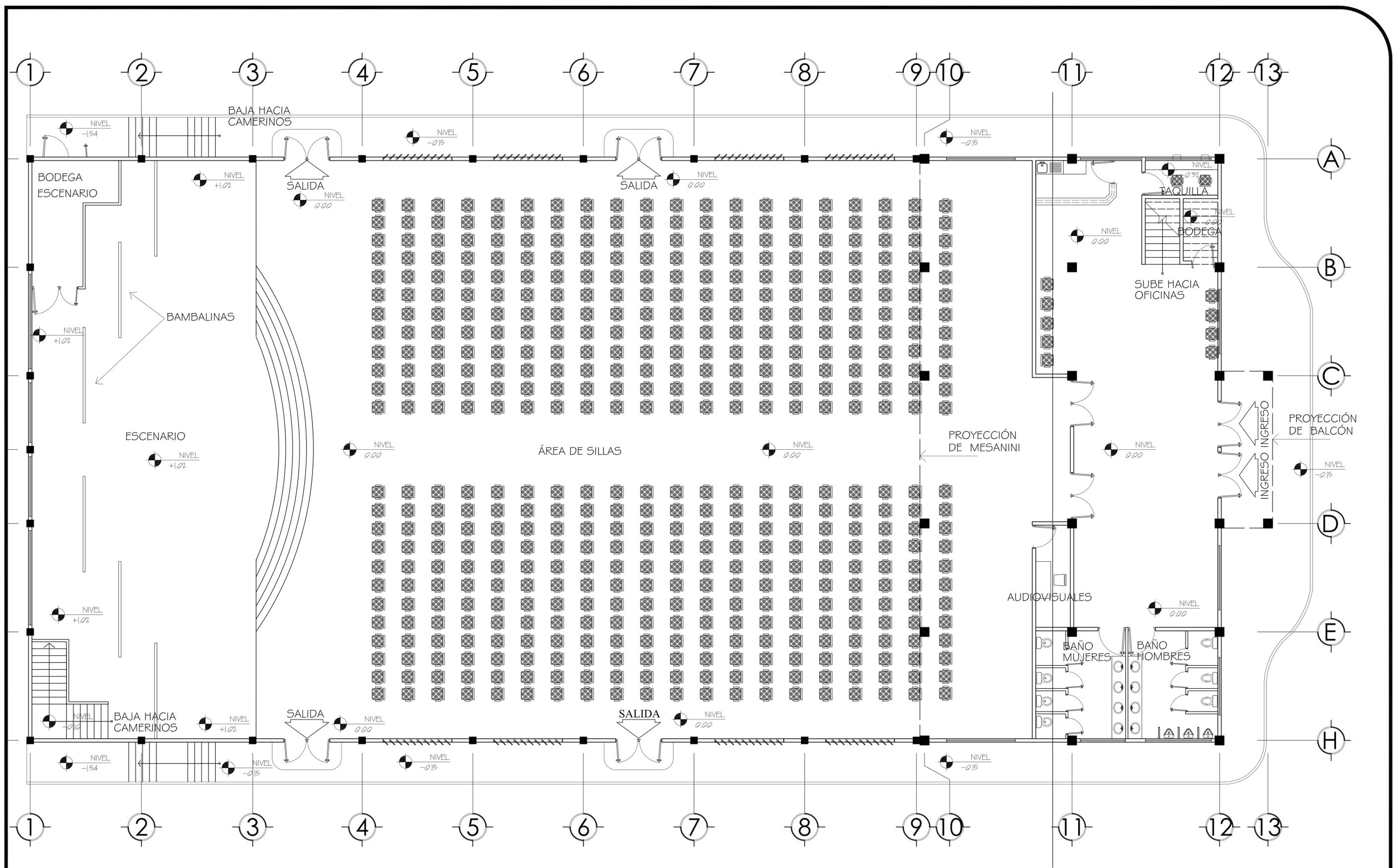
Pozo		Distancia horizontal (m)	Terreno			Viviendas		Habitantes		Factor de Harmond		FQM		q Diseño		Diámetro (pl.)	S Tubería %	Sección llena		Relación q/Q		V diseño m/s		Relación d/D		Cotas Invert		Altura pozo	
De	A		Cota inicial	Cota final	S (%)	Local	Acumula da	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro			Velocidad m/s	Caudal l/s	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Entrada (m)	Salida (m)	Inicial (m)	Final (m)
PV-0	PV-1	23,75	102,34	95,24	29,89	2	2	12	30	4,41	4,35	0,0035	0,0035	0,40	0,46	6	31,49	6,35	115,90	0,003451	0,003945	1,48	1,55	0,043	0,046	100,94	93,84	1,40	1,40
PV-2	PV-1	11,45	94,75	95,24	-4,28	1	1	6	15	4,43	4,40	0,0035	0,0035	0,40	0,40	6	2,40	1,75	32,00	0,012502	0,012502	0,61	0,61	0,079	0,079	93,35	93,10	1,40	2,14
PV-1	PV-3	51,54	95,24	92,68	4,97	9	12	72	176	4,28	4,17	0,0035	0,0035	1,08	2,57	6	3,56	2,14	38,97	0,027678	0,065883	0,94	1,21	0,115	0,174	93,07	91,28	2,17	1,40
PV-3	PV-4	57,04	92,68	90,97	3,00	12	18	108	264	4,23	4,10	0,0035	0,0035	1,60	3,79	6	3,01	1,96	35,83	0,044668	0,105768	0,99	1,28	0,144	0,220	91,25	89,57	1,43	1,40
PV-5	PV-4	27,13	94,96	90,97	14,71	2	2	12	30	4,41	4,35	0,0035	0,0035	0,40	0,46	6	15,39	4,44	81,02	0,004937	0,005643	1,16	1,20	0,051	0,054	93,56	89,57	1,40	1,40
PV-4	PV-6	9,06	90,97	90,77	2,21	18	20	120	293	4,22	4,08	0,0035	0,0035	1,77	4,19	6	2,21	1,68	30,70	0,057741	0,136368	0,92	1,18	0,164	0,250	89,54	89,37	1,43	1,40
PV-7	PV-6	35,42	90,13	90,77	-1,81	3	3	18	44	4,39	4,33	0,0035	0,0035	0,40	0,67	6	2,40	1,75	32,00	0,012502	0,020820	0,61	0,70	0,079	0,100	88,73	87,91	1,40	2,86
PV-6	PV-8	45,29	90,77	90,43	0,75	23	28	168	411	4,17	4,02	0,0035	0,0035	2,45	5,78	6	0,60	0,88	16,00	0,153440	0,361158	0,64	0,81	0,265	0,416	87,88	87,62	2,89	2,81
PV-9	PV-8	36,18	90,16	90,43	-0,75	2	2	12	30	4,41	4,35	0,0035	0,0035	0,40	0,46	6	2,40	1,75	32,00	0,012502	0,014291	0,61	0,63	0,079	0,084	88,76	87,92	1,40	2,51
PV-8	PV-10	21,66	90,43	92,53	-9,70	30	33	198	484	4,15	3,98	0,0035	0,0035	2,88	6,74	6	0,50	0,80	14,60	0,196910	0,461829	0,62	0,79	0,301	0,478	87,59	87,49	2,84	5,04
PV-10	PV-11	17,78	92,53	94,65	-11,92	33	33	198	484	4,15	3,98	0,0035	0,0035	2,88	6,74	6	0,50	0,80	14,60	0,196910	0,461829	0,62	0,79	0,301	0,478	87,46	87,38	5,07	7,27
PV-0	PV-12	30,00	102,34	99,26	10,27	1	1	6	15	4,43	4,40	0,0035	0,0035	0,40	0,40	6	10,69	3,70	67,53	0,005924	0,005924	1,02	1,02	0,056	0,056	100,94	97,86	1,40	1,40
PV-12	PV-5	79,35	99,26	94,96	5,42	3	4	24	59	4,37	4,30	0,0035	0,0035	0,40	0,89	6	5,46	2,65	48,26	0,008288	0,018398	0,81	1,03	0,065	0,095	97,83	93,56	1,43	1,40
PV-5	PV-11	50,51	94,96	94,65	0,61	5	9	54	132	4,31	4,21	0,0035	0,0035	0,81	1,94	6	1,30	1,29	23,55	0,034575	0,082569	0,60	0,78	0,128	0,195	93,53	92,89	1,43	1,76
PV-11	PV-13	17,95	94,65	94,98	-1,84	42	43	258	630	4,11	3,92	0,0035	0,0035	3,71	8,64	6	0,50	0,80	14,60	0,253860	0,591936	0,67	0,83	0,344	0,554	87,35	87,27	7,30	7,71
PV-13	PV-14	31,32	94,98	90,03	15,80	51	51	306	748	4,07	3,88	0,0035	0,0035	4,36	10,15	6	0,50	0,80	14,60	0,298827	0,695150	0,79	0,87	0,375	0,614	87,24	87,09	7,74	2,94
PV-15	PV-16	37,05	99,97	96,83	8,48	7	7	42	103	4,33	4,24	0,0035	0,0035	0,64	1,53	6	8,76	3,35	61,13	0,010411	0,025005	1,09	1,42	0,072	0,109	98,57	95,43	1,40	1,40
PV-16	PV-17	7,68	96,83	96,66	2,21	7	8	48	118	4,32	4,22	0,0035	0,0035	0,73	1,74	6	2,16	1,66	30,35	0,023900	0,057461	0,70	0,90	0,107	0,163	95,40	95,26	1,43	1,40
PV-17	PV-14	45,96	99,66	90,03	20,95	4	12	72	176	4,28	4,17	0,0035	0,0035	1,08	2,57	6	14,75	4,35	79,32	0,013597	0,032367	1,54	2,00	0,082	0,124	95,23	88,63	4,43	1,40
PV-14	PV-18	26,70	90,03	86,91	11,69	63	67	402	982	4,02	3,81	0,0035	0,0035	5,66	13,08	6	6,24	2,83	51,59	0,109663	0,253491	1,86	2,36	0,224	0,344	87,06	85,47	2,97	1,44
PV-19	PV-20	13,09	85,61	85,85	-1,83	4	4	24	59	4,37	4,30	0,0035	0,0035	0,40	0,89	6	2,40	1,75	32,00	0,012502	0,027750	0,61	0,77	0,079	0,115	84,21	83,92	1,40	1,93
PV-20	PV-18	29,72	85,85	86,91	-3,57	4	8	48	118	4,32	4,22	0,0035	0,0035	0,73	1,74	6	1,50	1,39	25,29	0,028680	0,068954	0,61	0,80	0,117	0,178	83,89	83,46	1,96	3,45
PV-18	PV-21	42,39	86,91	85,80	2,62	75	59	354	865	4,05	3,84	0,0035	0,0035	5,01	11,62	6	0,50	0,80	14,60	0,343329	0,795996	0,73	0,89	0,405	0,675	83,43	83,22	3,48	2,58
PV-17	PV-21	36,30	96,66	85,80	29,92	1	1	6	15	4,43	4,40	0,0035	0,0035	0,40	0,40	6	30,94	6,30	114,88	0,003482	0,003482	1,49	1,49	0,044	0,044	95,26	84,40	1,40	1,40
PV-21	PV-22	47,53	85,80	82,37	7,22	80	84	504	1231	3,97	3,74	0,0035	0,0035	7,01	16,11	6	5,09	2,55	46,60	0,150387	0,345819	1,84	2,32	0,263	0,406	83,19	80,83	2,61	1,54
PV-23	PV-22	31,64	81,83	82,37	-1,71	1	1	6	15	4,43	4,40	0,0035	0,0035	0,40	0,40	6	2,40	1,75	32,00	0,012502	0,012502	0,61	0,61	0,079	0,079	80,83	80,10	1,00	2,27
PV-22	PV-24	25,78	82,37	81,86	1,98	1	86	516	1260	3,97	3,73	0,0035	0,0035	7,16	16,46	6	0,80	1,01	18,47	0,387849	0,891185	0,95	1,14	0,433	0,736	80,07	79,87	2,30	1,99
PV-21	PV-25	24,10	85,80	86,61	-3,36	1	1	6	15	4,43	4,40	0,0035	0,0035	0,40	0,40	6	2,40	1,75	32,00	0,012502	0,012502	0,61	0,61	0,079	0,079	84,40	83,85	1,40	2,76
PV-26	PV-25	24,10	82,44	86,61	-17,30	4	4	24	59	4,37	4,30	0,0035	0,0035	0,40	0,89	6	2,40	1,75	32,00	0,012502	0,027750	0,61	0,77	0,079	0,115	81,44	80,89	1,00	5,72
PV-25	PV-24	48,01	86,61	81,86	9,89	5	9	54	132	4,31	4,21	0,0035	0,0035	0,81	1,94	6	1,30	1,29	23,55	0,034575	0,082569	0,60	0,78	0,128	0,195	80,95	80,34	5,75	1,52
PV-24	PV-27	34,51	81,86	80,92	2,72	95	96	576	1407	3,94	3,70	0,0035	0,0035	7,95	18,22	6	1,00	1,13	20,65	0,384769	0,882095	1,06	1,28	0,431	0,730	79,84	79,51	2,02	1,41
PV-27	PV-EXT	9,58	80,92	80,02	9,39	96	96	576	1407	3,94	3,70	0,0035	0,0035	7,95	18,22	6	5,55	2,67	48,66	0,163325	0,374428	1,97	2,48	0,274	0,424	79,49	79,02	1,43	1,00

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE 3

PLANOS CONSTRUCTIVOS

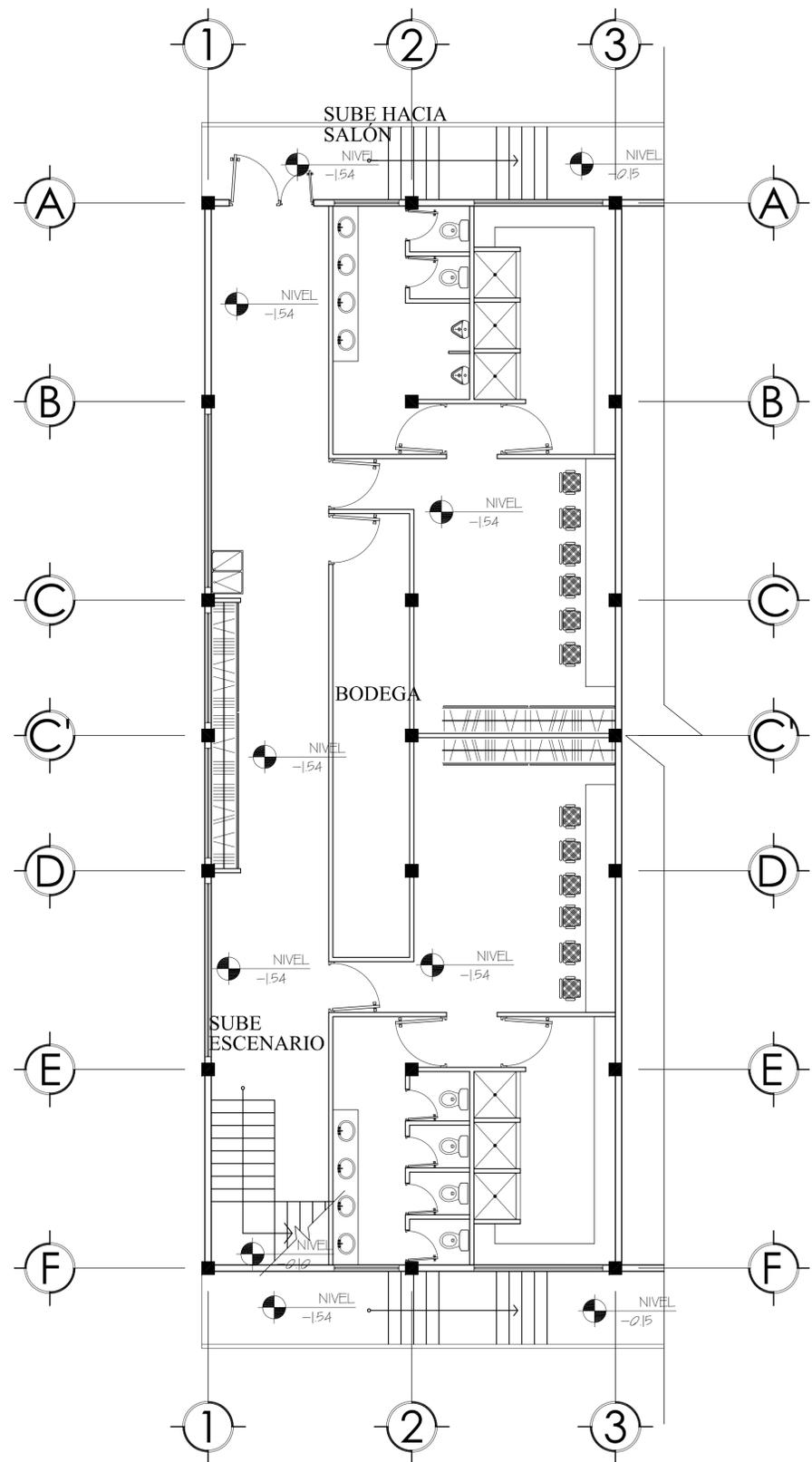
La escala indicada en los planos son originales para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos, no corresponden a la escala indicada. Se han tenido que reducir para incorporarlos en el trabajo de graduación.



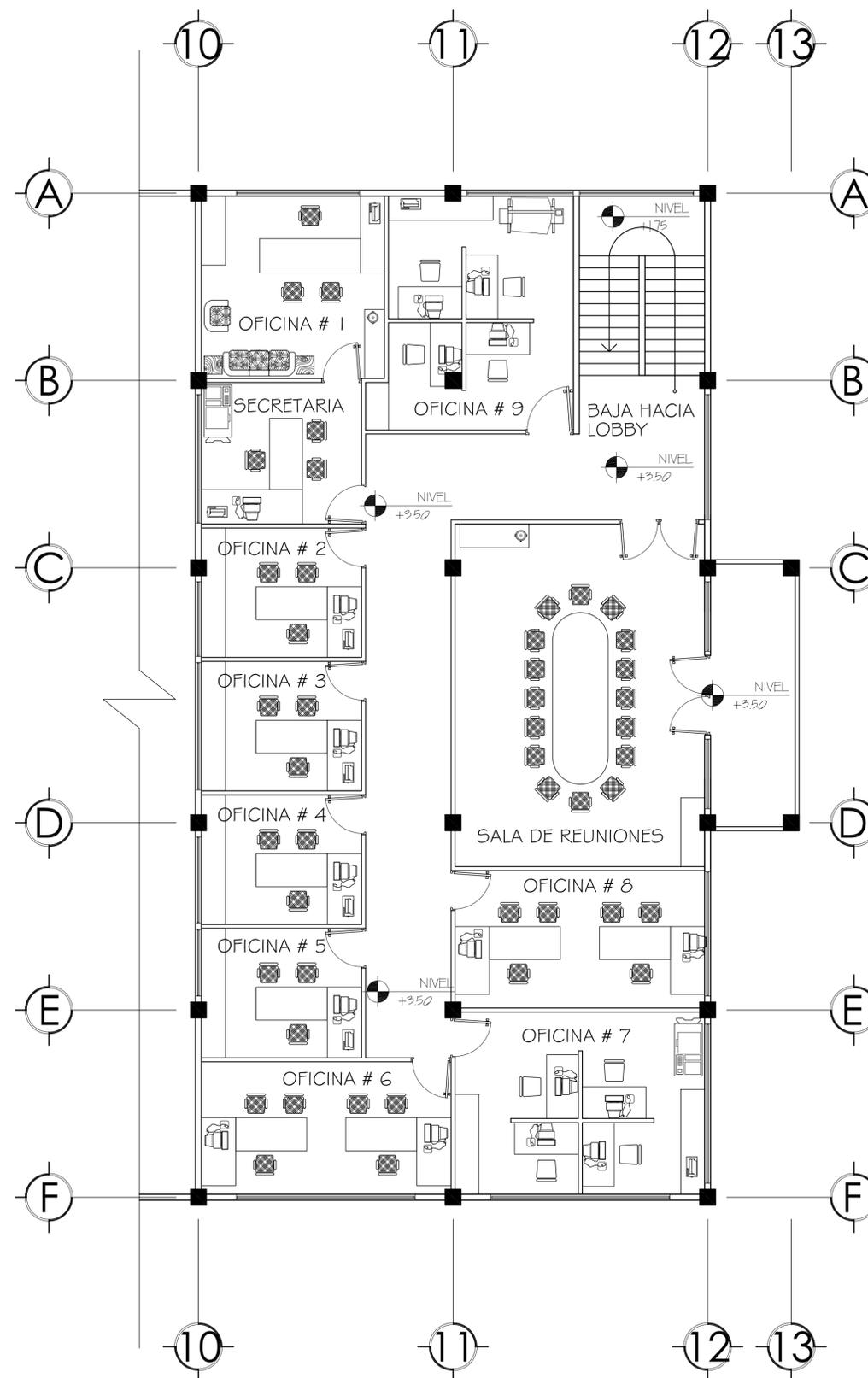
PLANTA AMOBLADA SALÓN Y LOBBY

ESCALA 1:75

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO:	SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA			FECHA:	JULIO, 2012
CONTENIDO:	PLANTA ARQUITECTÓNICA SALÓN			ESCALA:	INDICADA
CALCULO:	LESTER HERNÁNDEZ	DISEÑO:	LESTER HERNÁNDEZ	DIBUJO:	LESTER HERNÁNDEZ
ING. JUAN MERCK	ASESOR	ALCALDE MUNICIPAL	LESTER HERNÁNDEZ	EPERETA	
				U	HOJA
				E	2
				A	25
				I	

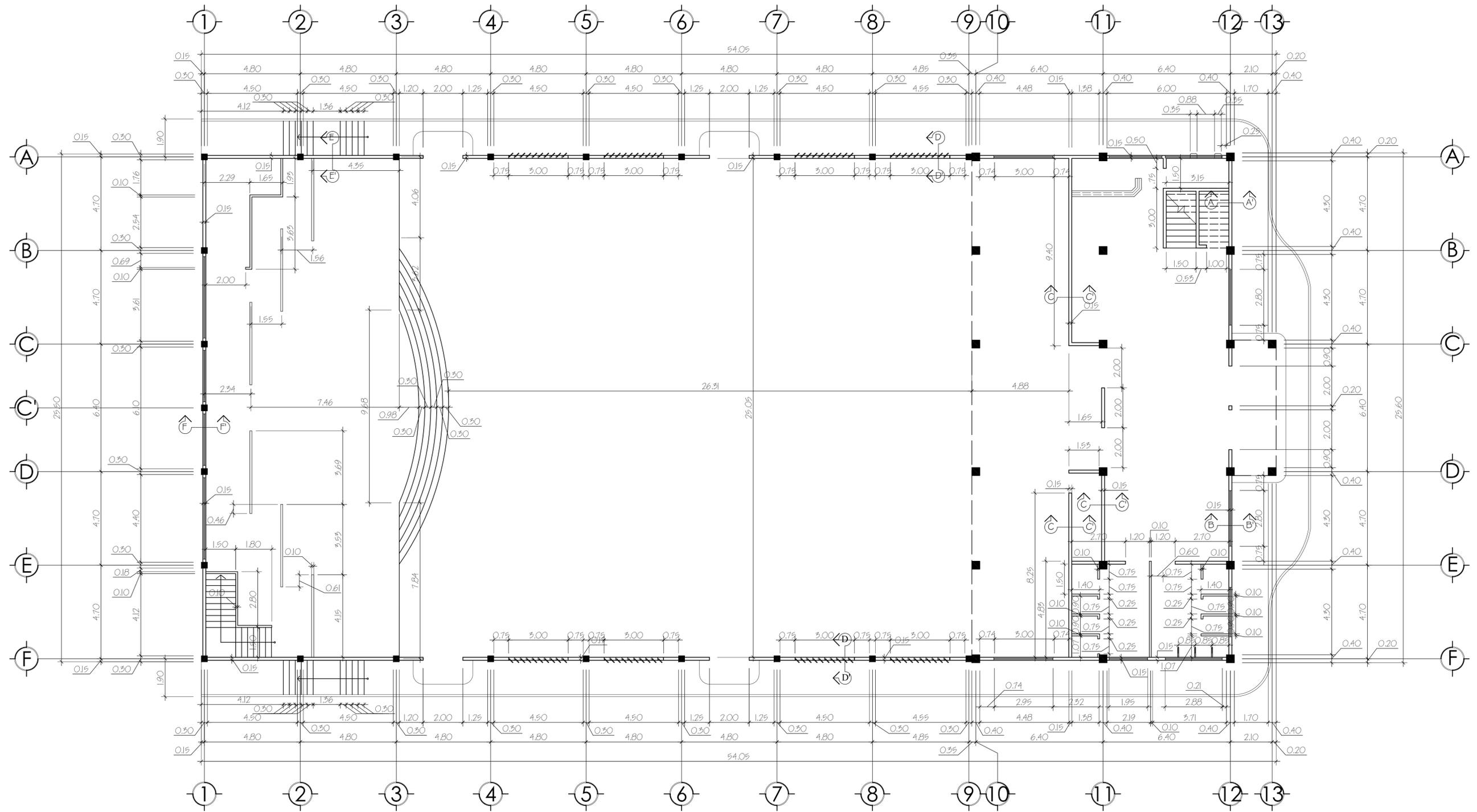


PLANTA AMOBLADA CAMERINOS
 ESCALA 1:75



PLANTA AMOBLADA 2do. NIVEL
 OFICINAS
 ESCALA 1:75

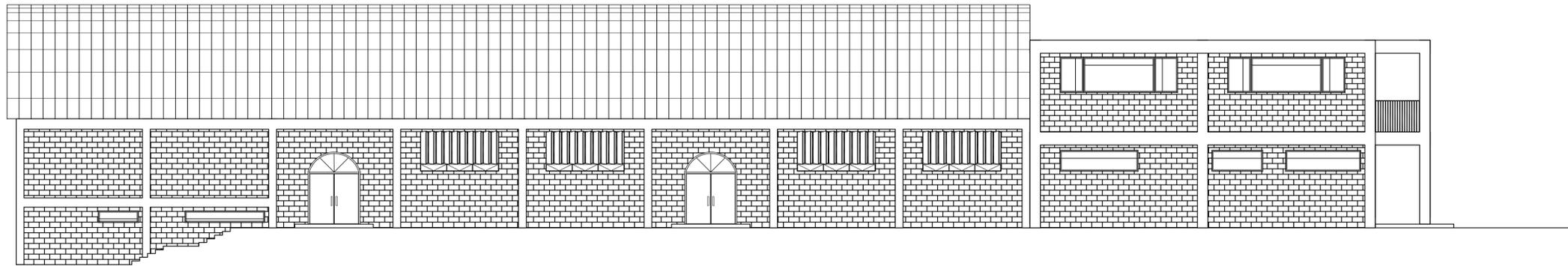
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO					
PROYECTO:	SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA		FECHA:	JUJO, 2012	
CONTENIDO:	PLANTA ARQUITECTONICA OFINAS Y CAMERINOS		ESCALA:	INDICADA	
CALCULO:	LESTER HERNANDEZ	DISEÑO:	LESTER HERNANDEZ	DIBUJO:	LESTER HERNANDEZ
					U
					E
					A
					I
					3
					25



PLANTA ACOTADA SALÓN

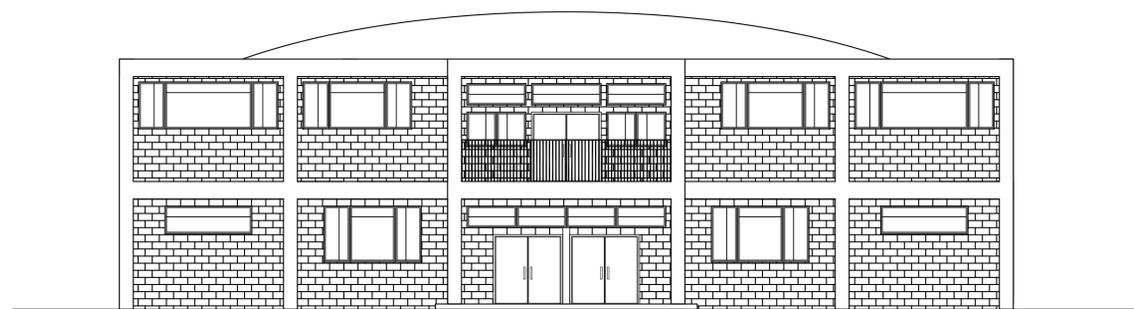
ESCALA 1:100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA SALON		ESCALA: INDICADA	HOJA: 4
CALCULO: LESTER HERNANDEZ	DISEÑO: LESTER HERNANDEZ	DIBUJO: LESTER HERNANDEZ	U E A I
ING. JUAN MERCK ASESOR	ALCALDE MUNICIPAL	LESTER HERNANDEZ EJEKTA	25



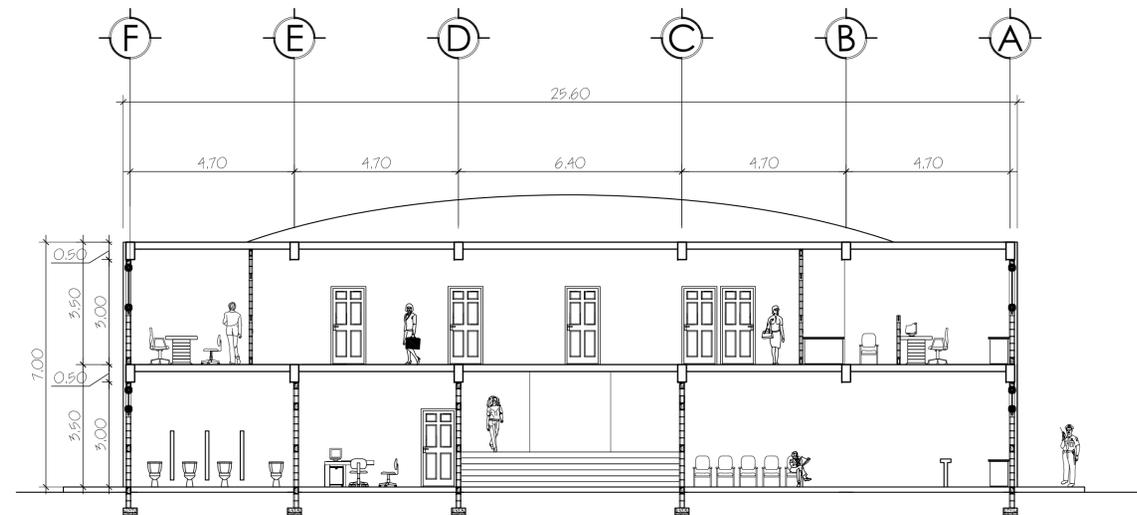
ELEVACIÓN LATERAL

ESCALA 1:100



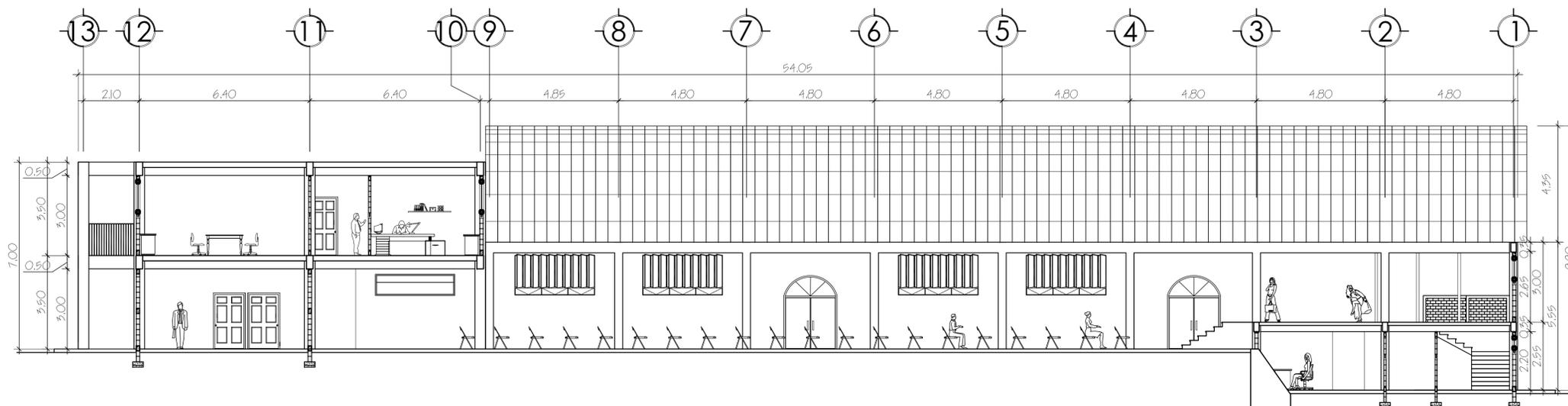
ELEVACIÓN FRONTAL

ESCALA 1:100



SECCIÓN TRANSVERSAL

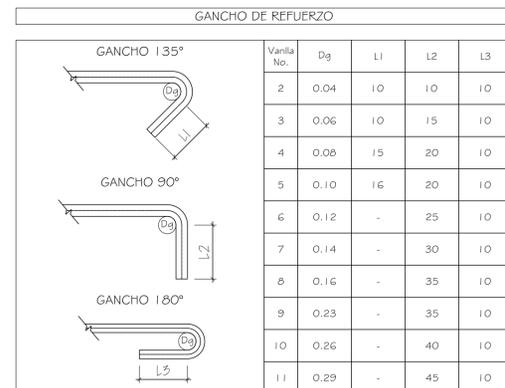
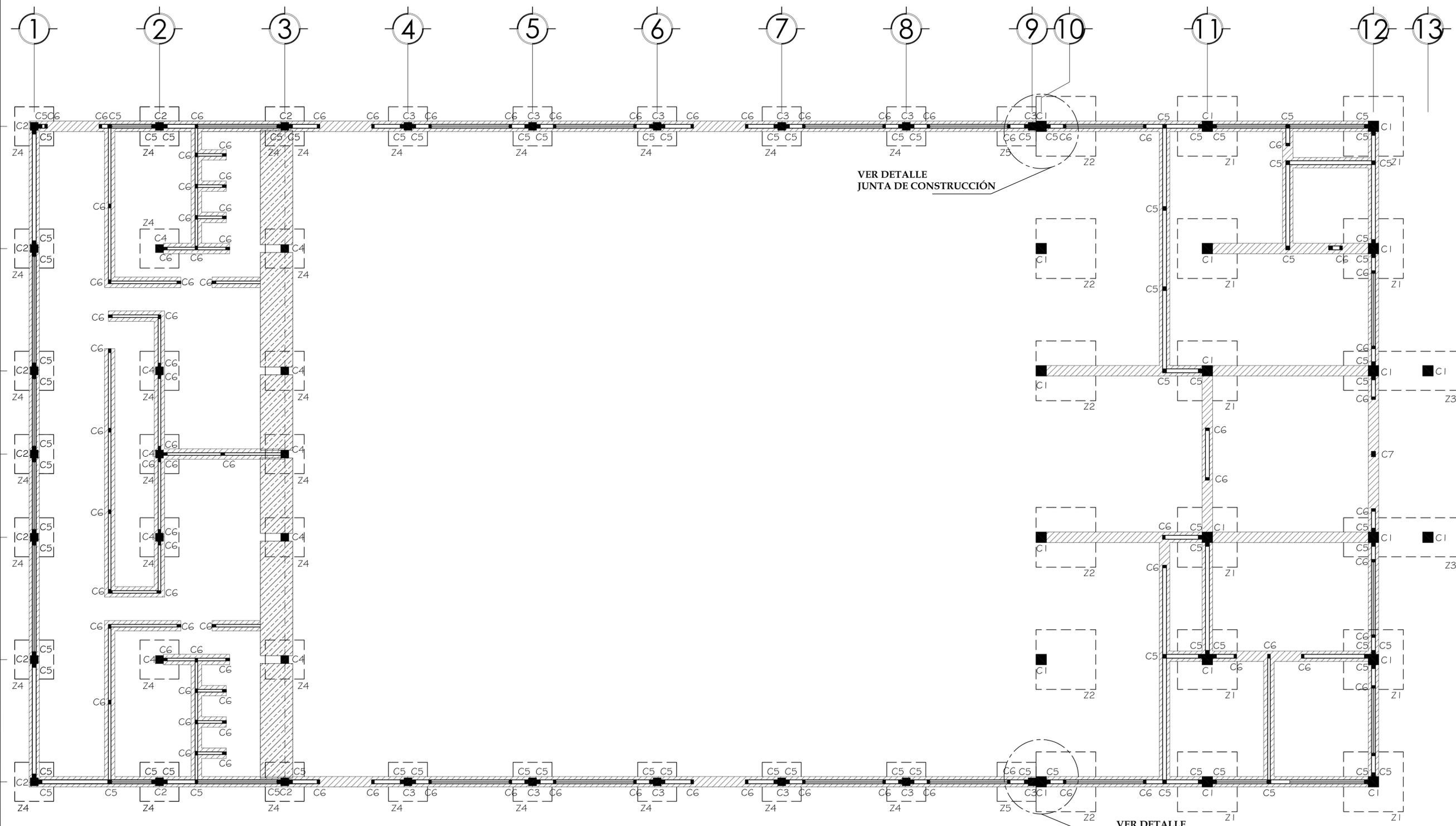
ESCALA 1:100



SECCIÓN LONGITUDINAL

ESCALA 1:100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO						
PROYECTO:	SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA		FECHA:	JULIO, 2012		
CONTENIDO:	SECCIONES TRANSVERSALES		ESCALA:	INDICADA		
CALCULO:	LESTER HERNÁNDEZ	DISEÑO:	LESTER HERNÁNDEZ	DIBUJO:	LESTER HERNÁNDEZ	
					U	HOJA
					E	6
					A	
					I	25
ING. JUAN MERCK ASESOR	ALCALDE MUNICIPAL	LESTER HERNÁNDEZ EPÍETA				



Longitud de desarrollo mínima en cm.

Vanilla No.	Ldh *1	2.5 x Ldh *2	3.5 x Ldh *3
3	11	27	36
4	14	36	50
5	18	45	63
6	22	54	75

Cap. 21-310-06.
 1. Cimientos, vigas, y columnas.
 2. Barras rectas si el espesor del concreto es >0.30m.
 Cimientos, vigas, losas y columnas.
 3. Barras rectas si el espesor del concreto es <0.30m.
 Columnas.

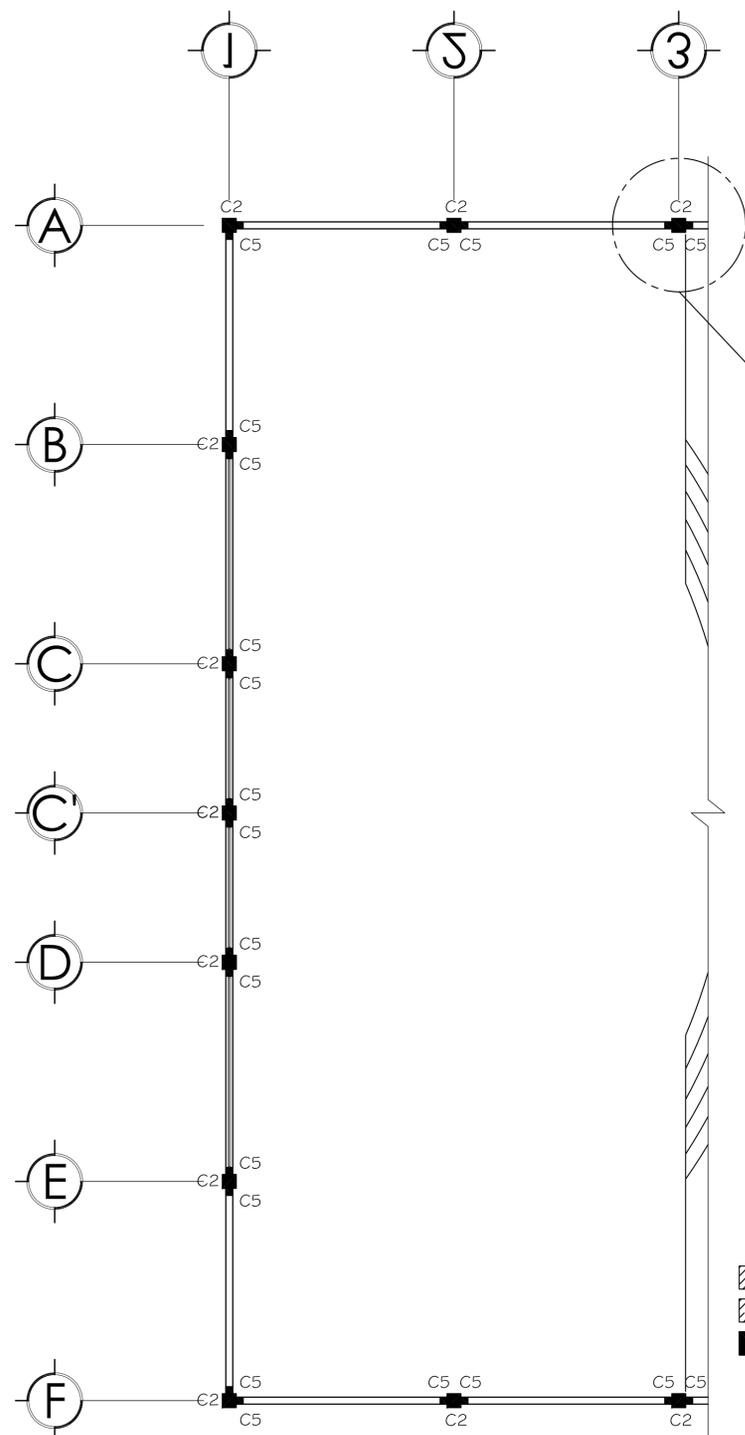
CIMENTACIÓN Y COLUMNAS

ESCALA 1:75

NOTA: PREVIO A LA CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN VERIFICAR EL VALOR SOPORTE DEL SUELO A TRÁVÉS DE UN ENSAYO DINÁMICO.
 V.S. = 31.73 TON/M², (ENSAYO COMPRESIÓN TRIAXIAL).

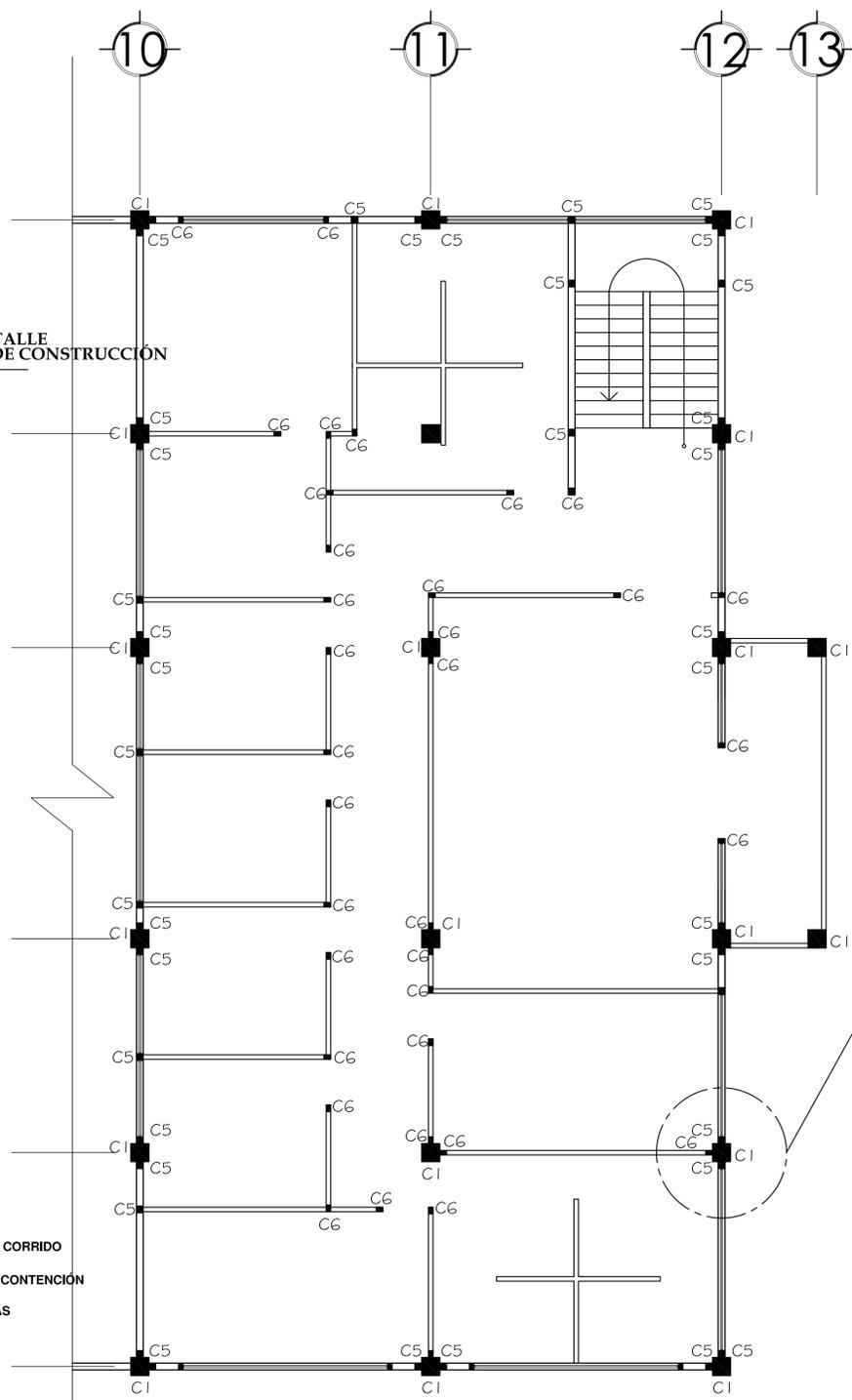
- CIMENTO CORRIDO
- MURO DE CONTENCIÓN
- COLUMNAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		FECHA: JULIO, 2012 ESCALA: INDICADA
PROYECTO: SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA		HOJA: 7 / 25
CIMENTACIÓN Y COLUMNAS		
CALCULO: LESTER HERNÁNDEZ	DISEÑO: LESTER HERNÁNDEZ	DIBUJO: LESTER HERNÁNDEZ
ING. JUAN MERCK ASESOR	ALCALDE MUNICIPAL	LESTER HERNÁNDEZ EJEKETA



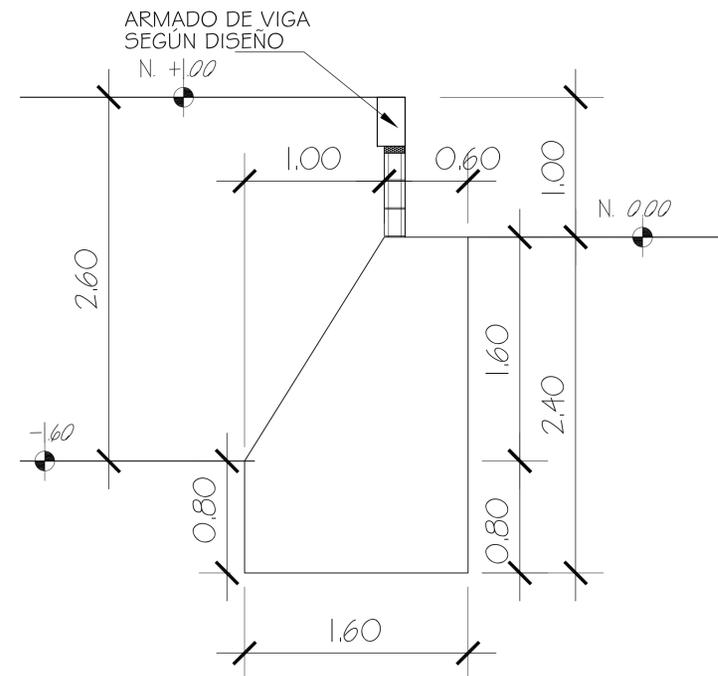
CIMENTACIÓN PRIMARIA Y COLUMNAS
ÁREA DE VESTIDORES

ESCALA 1:75



COLUMNAS SEGUNDO NIVEL
MODULO DE OFICINAS

ESCALA 1:75



DETALLE MURO DE CONTENCIÓN

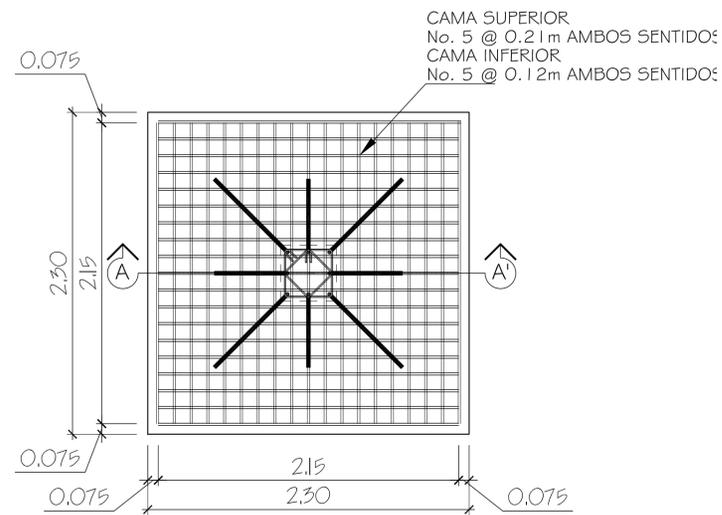
ESCALA 1:25

- CIMENTO CORRIDO
- MURO DE CONTENCIÓN
- COLUMNAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		Longitud de desarrollo mínima en cm.		
Varilla No.	Ld _h *1	2.5 x Ld _h *2	3.5 x Ld _h *3	
3	11	27	36	
4	14	36	50	
5	18	45	63	
6	22	54	75	

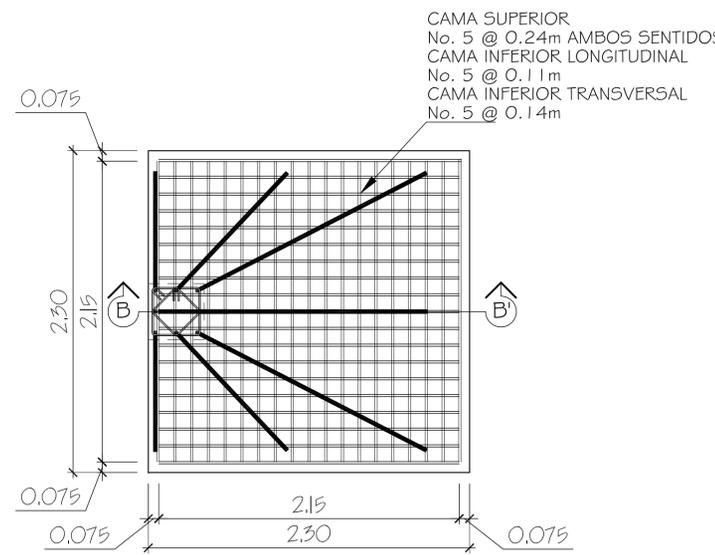
Cap. 21-318-08.
 1. Cimentados, vigas, y columnas.
 2. Barras rectas si el espesor del concreto es >0.30m.
 Cimentados, vigas, losas y columnas.
 3. Barras rectas si el espesor del concreto es <0.30m.
 Columnas.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		FECHA: JULIO, 2012 ESCALA: INDICADA	
		PROYECTO: SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA	
CONTENIDO: COLUMNAS Y CIMENTACIÓN SECUNDARIA		U	HOJA
CALCULO: LESTER HERNÁNDEZ	DISEÑO: LESTER HERNÁNDEZ	DIBUJO: LESTER HERNÁNDEZ	8
ING. JUAN MERCK ASESOR	ALCALDE MUNICIPAL	LESTER HERNÁNDEZ EJEKETA	25



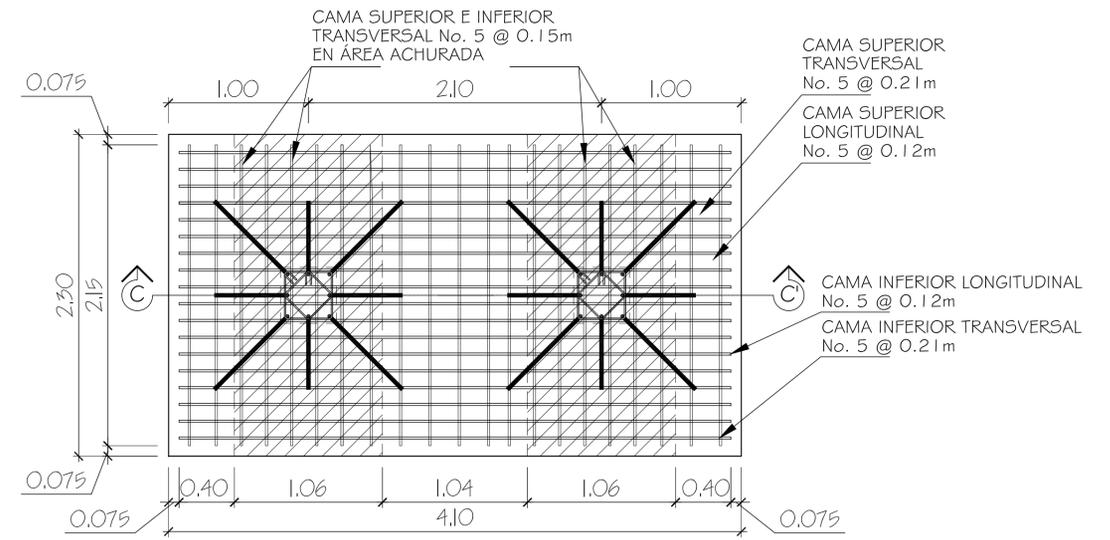
DETALLE DE ARMADO ZAPATA Z1

ESCALA 1:25



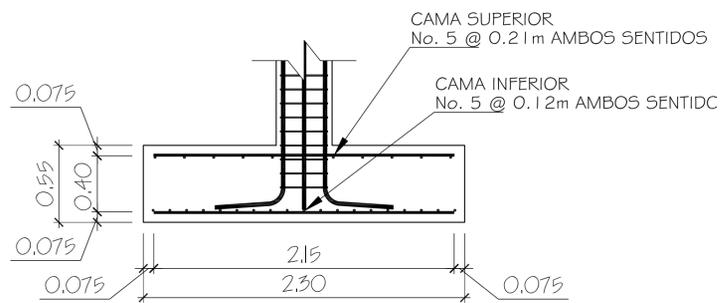
DETALLE DE ARMADO ZAPATA Z2

ESCALA 1:25



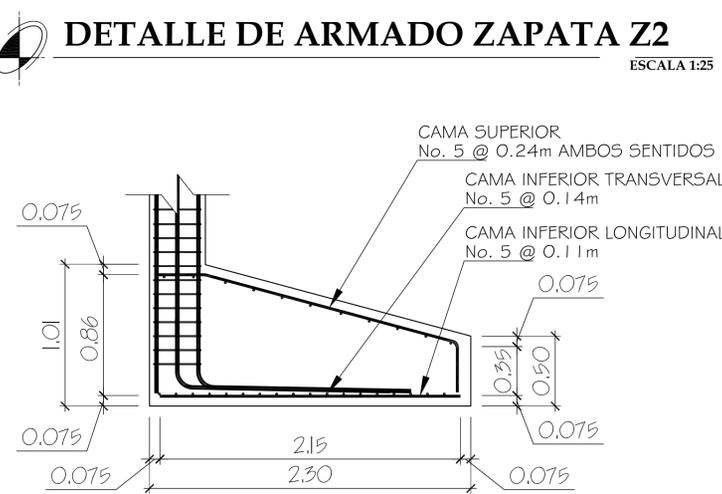
DETALLE DE ARMADO ZAPATA Z3

ESCALA 1:25



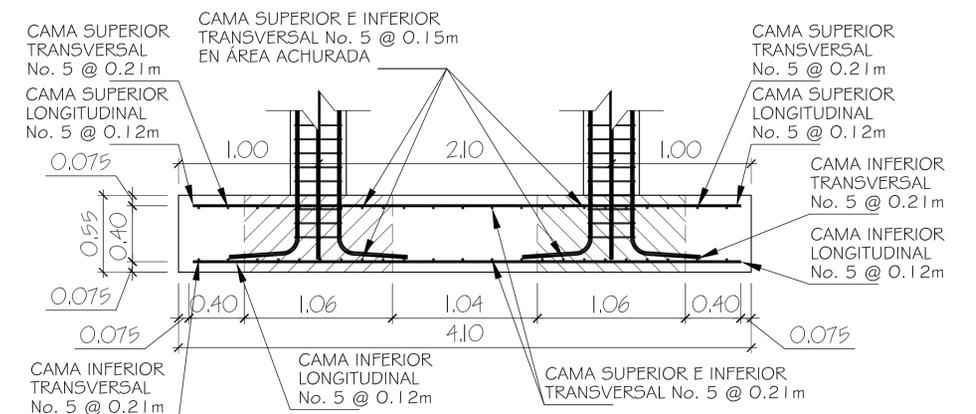
SECCIÓN A-A' ZAPATA Z1

ESCALA 1:25



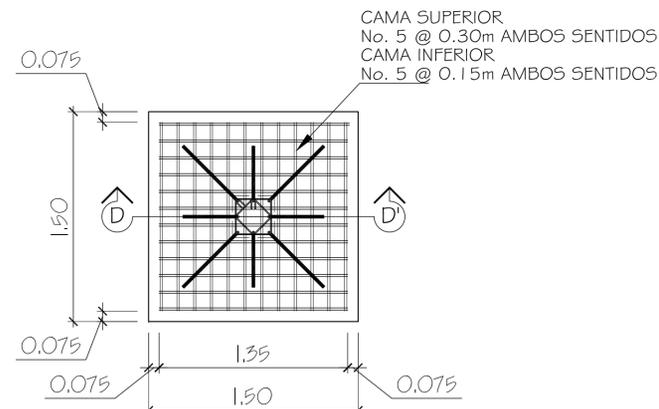
SECCIÓN B-B' ZAPATA Z2

ESCALA 1:25



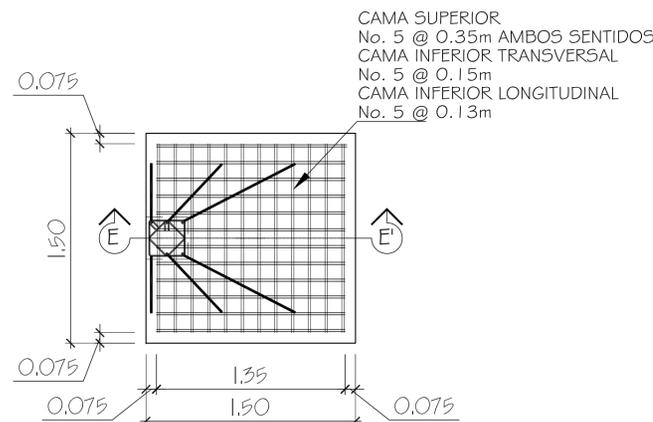
SECCIÓN C-C' ZAPATA Z3

ESCALA 1:25



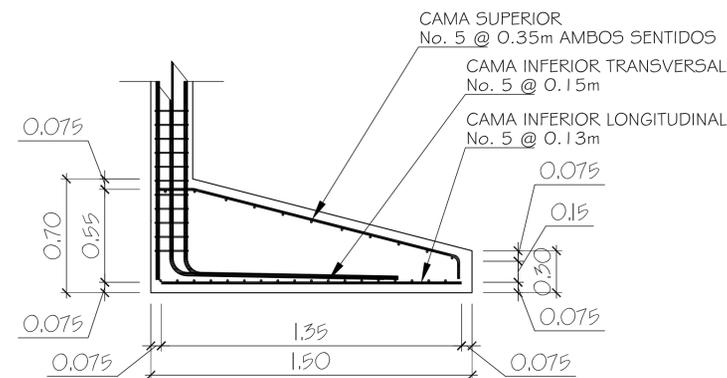
DETALLE DE ARMADO ZAPATA Z4

ESCALA 1:25



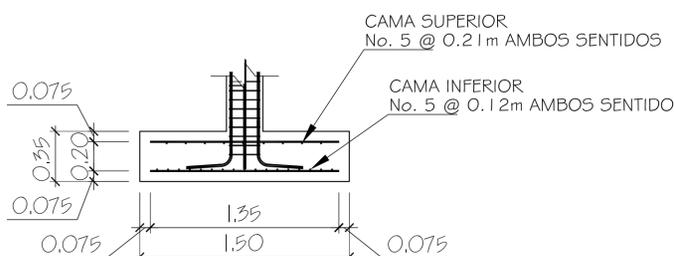
DETALLE DE ARMADO ZAPATA Z5

ESCALA 1:25



SECCIÓN E-E' ZAPATA Z5

ESCALA 1:25



SECCIÓN D-D' ZAPATA Z4

ESCALA 1:25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		Longitud de desarrollo mínima en cm.		
Vanilla No.	Ldb *1	2.5 x Ldb *2	3.5 x Ldb *3	
3	11	27	36	
4	14	36	50	
5	16	45	63	
6	22	54	75	

Cap. 21-3.12-08.
 1. Cimientos, vigas, y columnas.
 2. Barras rectas si el espesor del concreto es >0.30m.
 Cimientos, vigas, losas y columnas.
 3. Barras rectas si el espesor del concreto es <0.30m.
 Columnas.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA**

FECHA: **JUNIO, 2012**

ESCALA: **INDICADA**

CONTENIDO: **DETALLE Y ARMADO DE ZAPATAS**

U **HOJA**

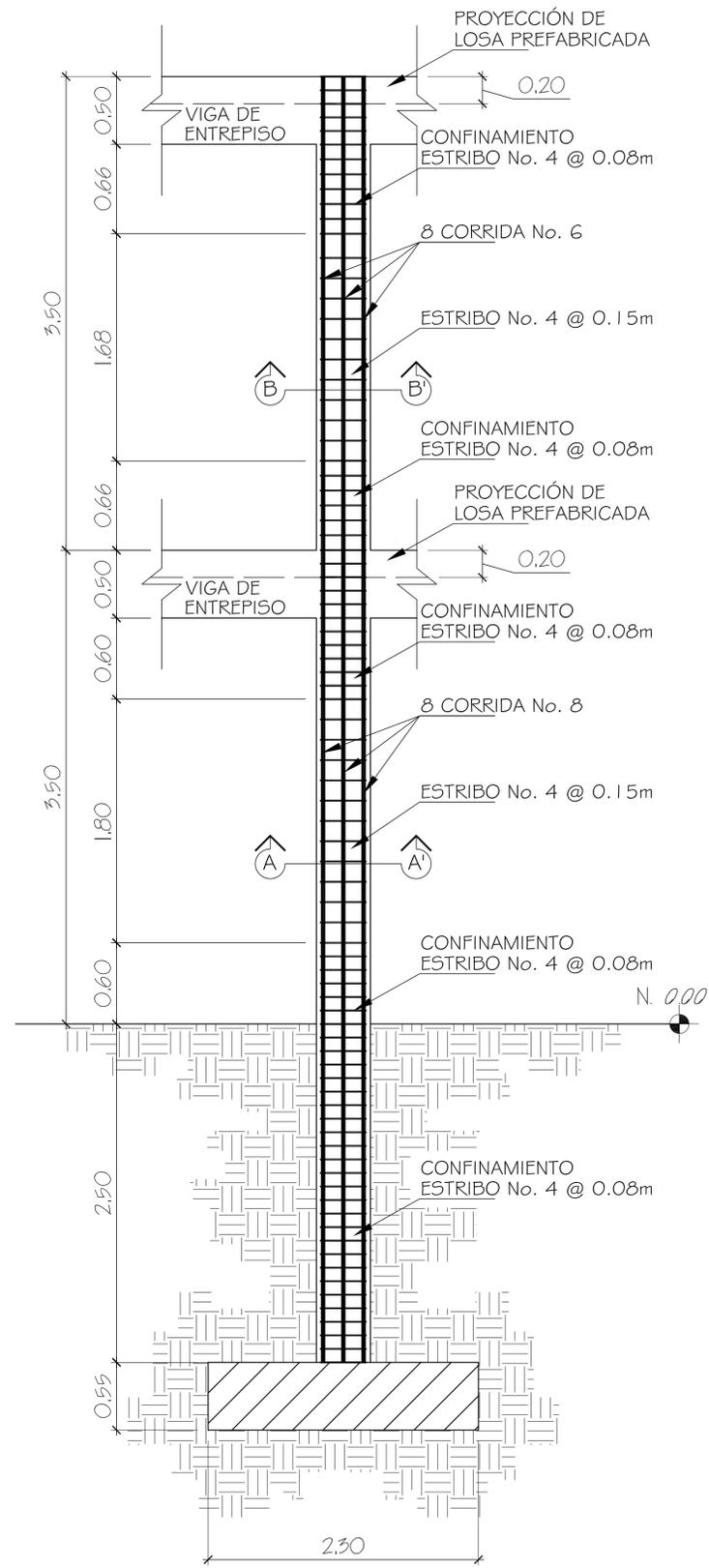
9

25

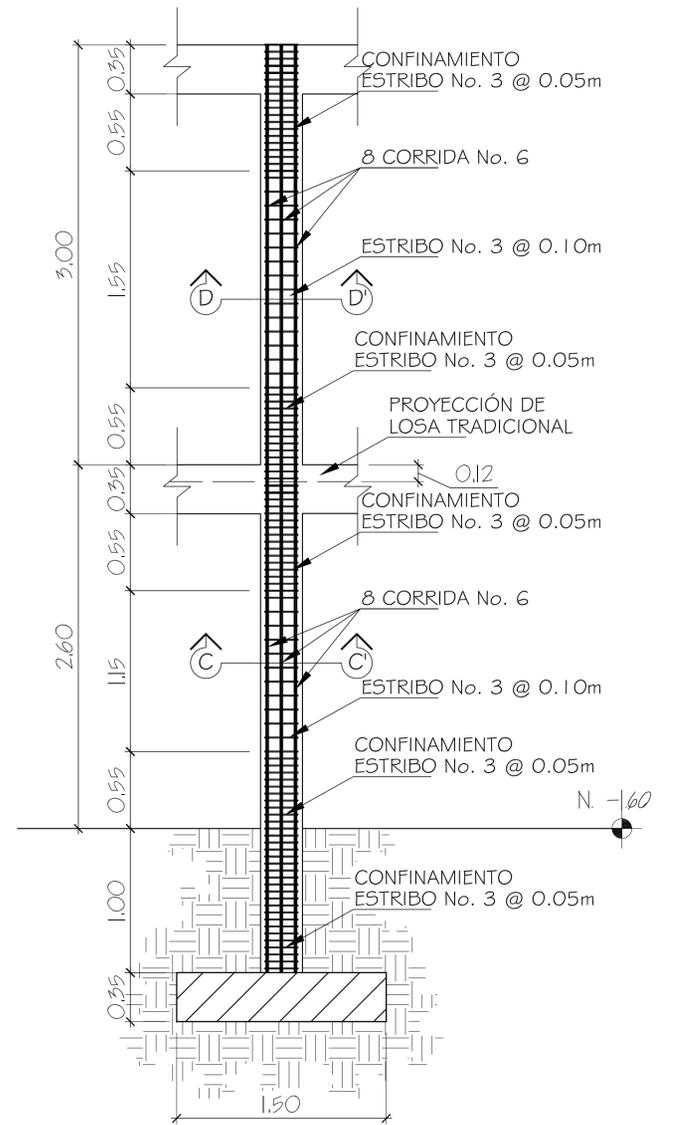
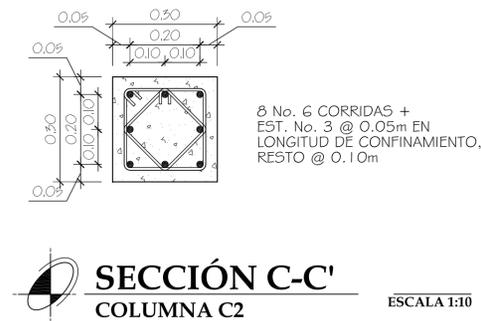
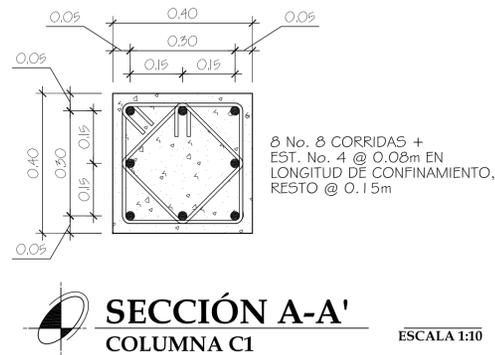
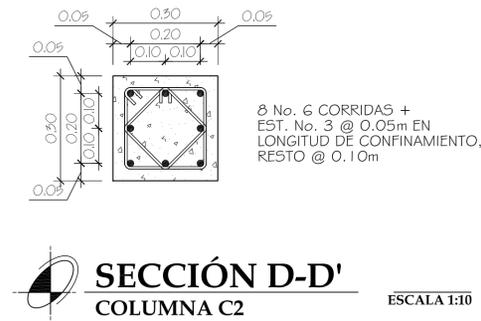
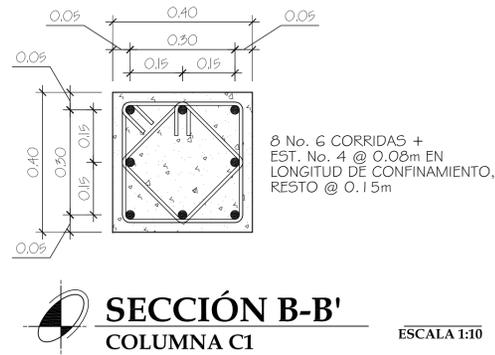
ING. JUAN MERCK ASESOR

ALCALDE MUNICIPAL

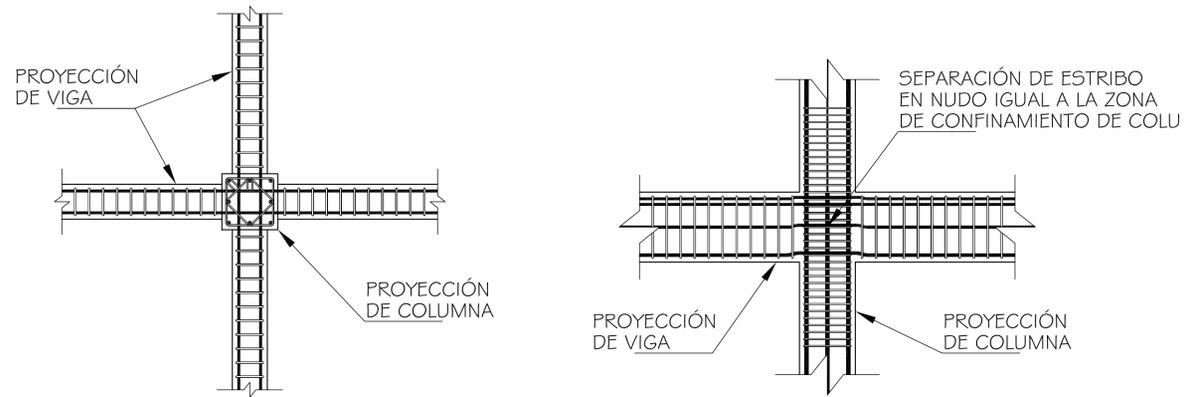
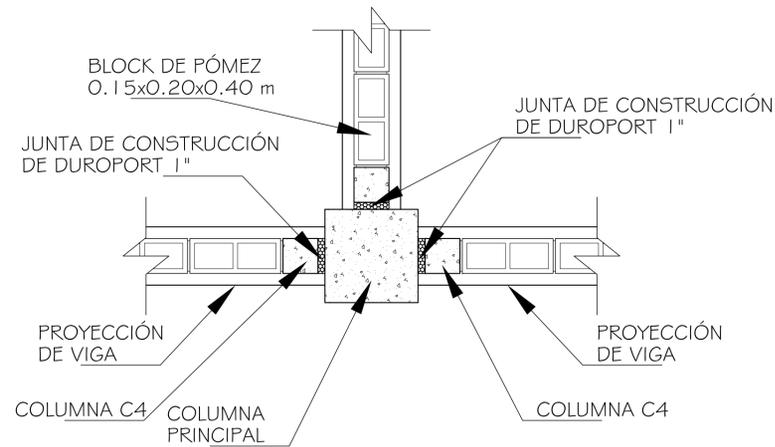
LESTER HERNÁNDEZ EPEREA



DETALLE DE ARMADO COLUMNA C1
ESCALA 1:25



DETALLE DE ARMADO COLUMNA C2
ESCALA 1:25



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		Longitud de desarrollo mínima en cm.			
-	$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ o 4000 psi	Vanla No.	Ldb *1	2.5 x Ldb *2	3.5 x Ldb *3
-	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ o 60000 psi	3	11	27	38
-	Valor soporte considerado = 31.73 ton/m ²	4	14	36	50
-	Gancho estándar 135°	5	16	45	63
-	El doblez del gancho será 4 veces el diámetro de la vanla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10 cm.	6	22	54	75
-	Traspases mínimos:				
-	No. 3 = 0.35 m.				
-	No. 4 = 0.50 m.				
-	No. 5 = 0.60 m.				
-	No. 6 = 0.75 m.				
-	No. 8 = 1.00 m.				

Cap. 21-3 I-08.
1. Cimientos, vigas, y columnas.
2. Barras rectas si el espesor del concreto es >0.30m.
3. Barras rectas si el espesor del concreto es >0.30m.
Columnas.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA**

FECHA: **JUNIO, 2012**

ESCALA: **INDICADA**

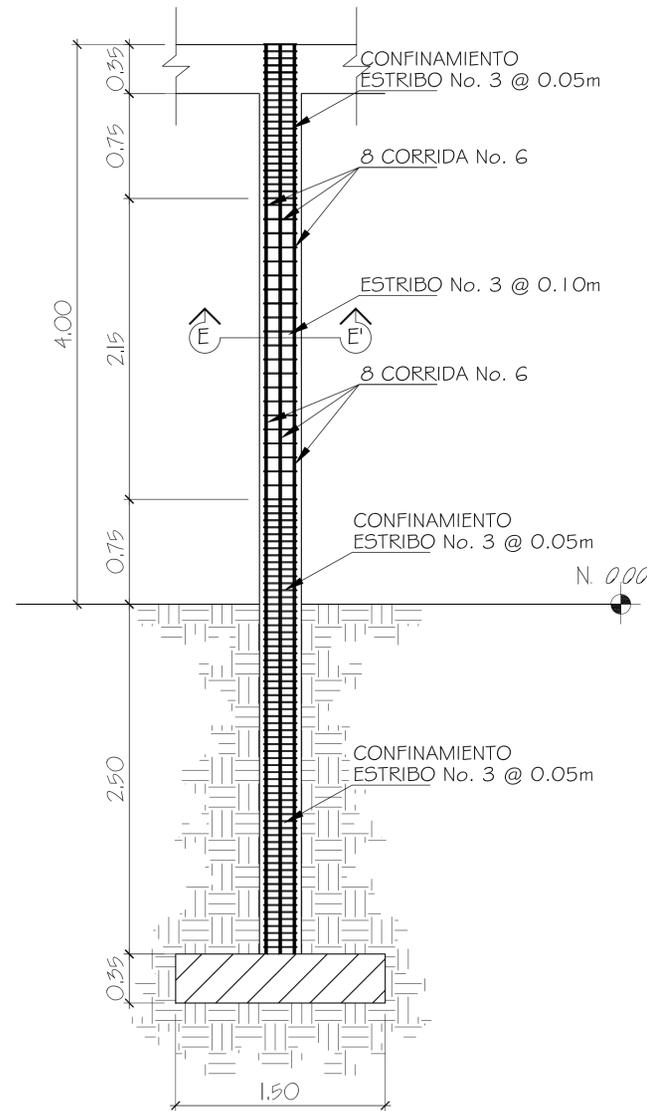
CONTENIDO: **ARMADO Y DETALLE DE COLUMNAS**

U **HOJA**

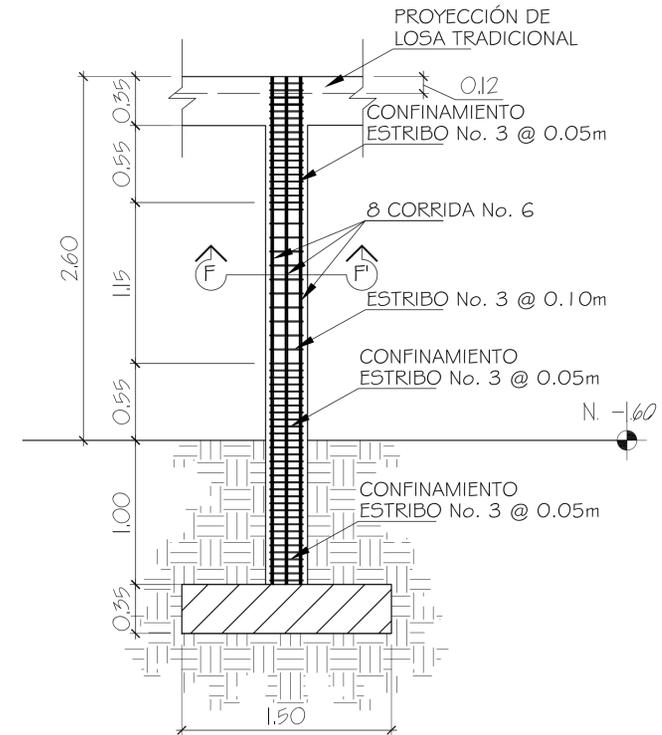
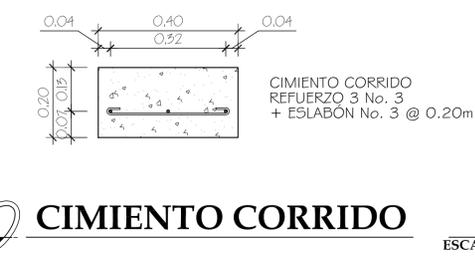
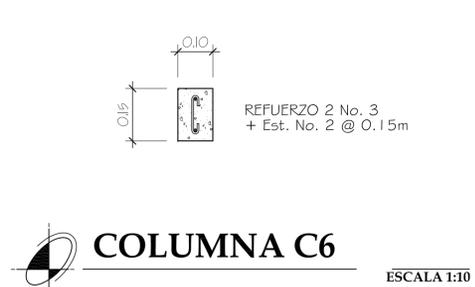
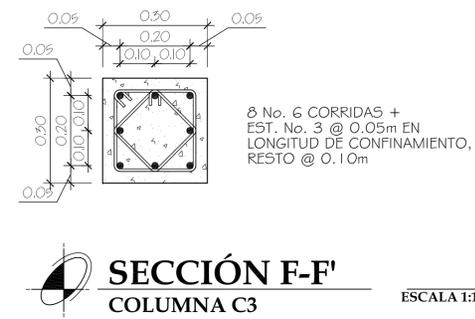
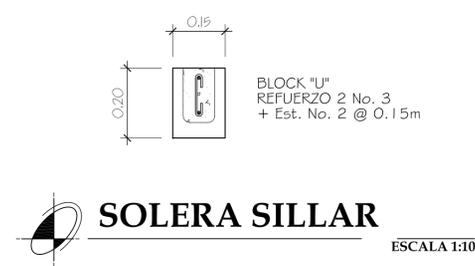
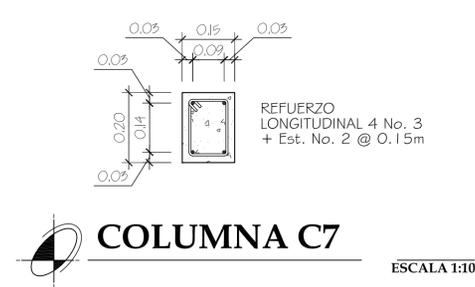
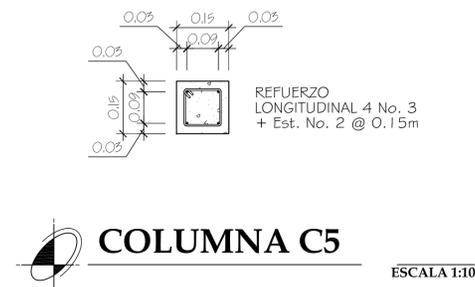
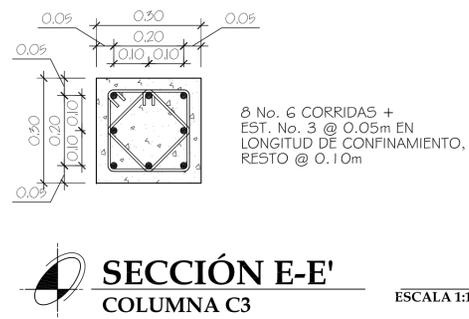
10

25

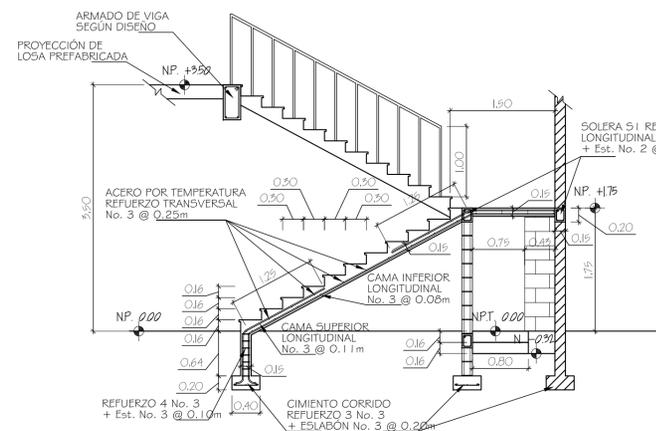
ING. JUAN MERCK ASESOR
ALCALDE MUNICIPAL
LESTER HERNÁNDEZ EJEKTA



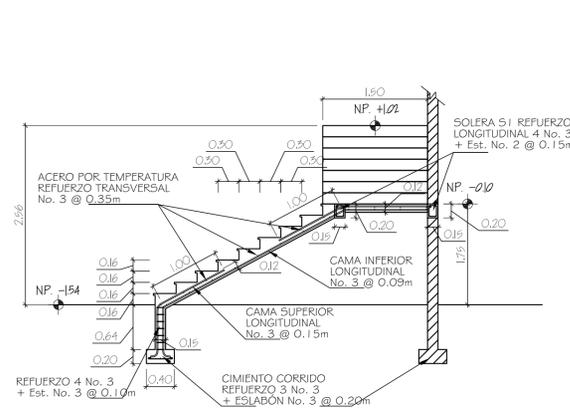
DETALLE DE ARMADO COLUMNA C3 ESCALA 1:25



DETALLE DE ARMADO COLUMNA C4 ESCALA 1:25



DETALLE DE ARMADO ESCALERA MODULO DE OFICINAS ESCALA 1:50



DETALLE DE ARMADO ESCALERA ESCENARIO ESCALA 1:50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		Longitud de desarrollo mínima en cm.			
-	$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ o 4000 psi	Vanilla No.	Ldb *1	2.5 x Ldb *2	3.5 x Ldb *3
-	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ o 60000 psi	3	11	27	38
-	Valor soporte considerado = 31.73 ton/m ²	4	14	36	50
-	Gancho estándar 135°	5	16	45	63
-	El doblez del gancho será 4 veces el diámetro de la vaina, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10 cm.	6	22	54	75
-	Traspases mínimos:				
-	No. 3 = 0.35 m.				
-	No. 4 = 0.50 m.				
-	No. 5 = 0.60 m.				
-	No. 6 = 0.75 m.				
-	No. 8 = 1.00 m.				

Cap. 21-3 18-08.
 1. Cimientos, vigas, y columnas.
 2. Barras rectas si el espesor del concreto es >0.30m.
 Cimientos, vigas, losas y columnas.
 3. Barras rectas si el espesor del concreto es >0.30m.
 Columnas.

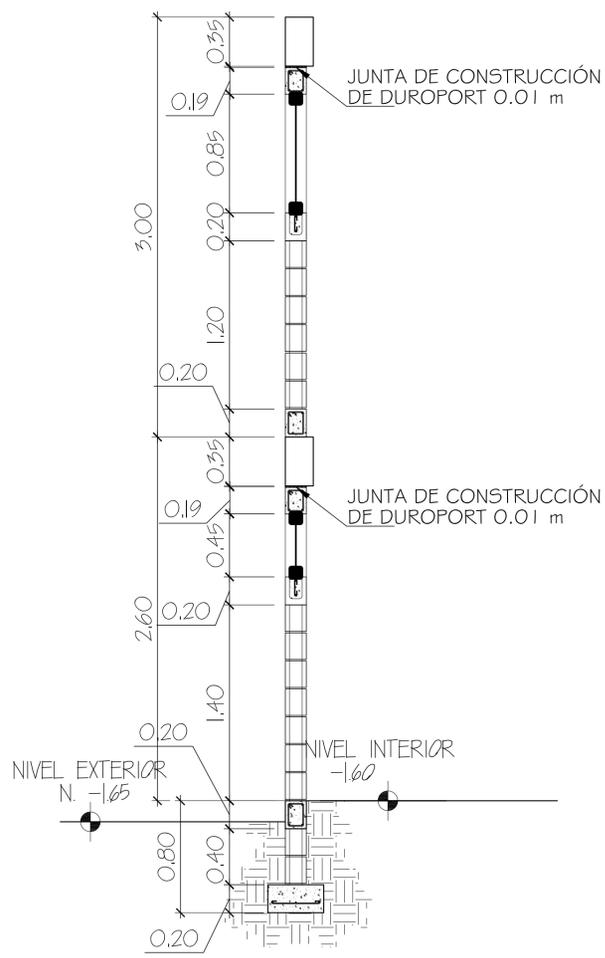
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA** FECHA: **JUNIO, 2012**

CONTENIDO: **ARMADO Y DETALLE DE COLUMNAS Y GRADAS** ESCALA: **INDICADA**

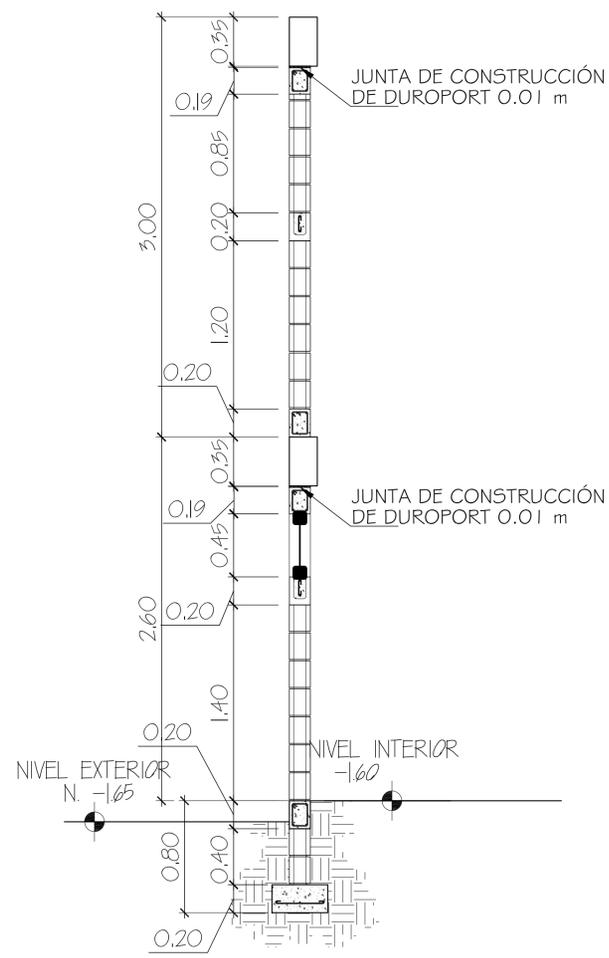
ING. JUAN MERCK ASESOR ALCALDE MUNICIPAL LESTER HERNÁNDEZ EPEREA

HOJA **11** DE **25**



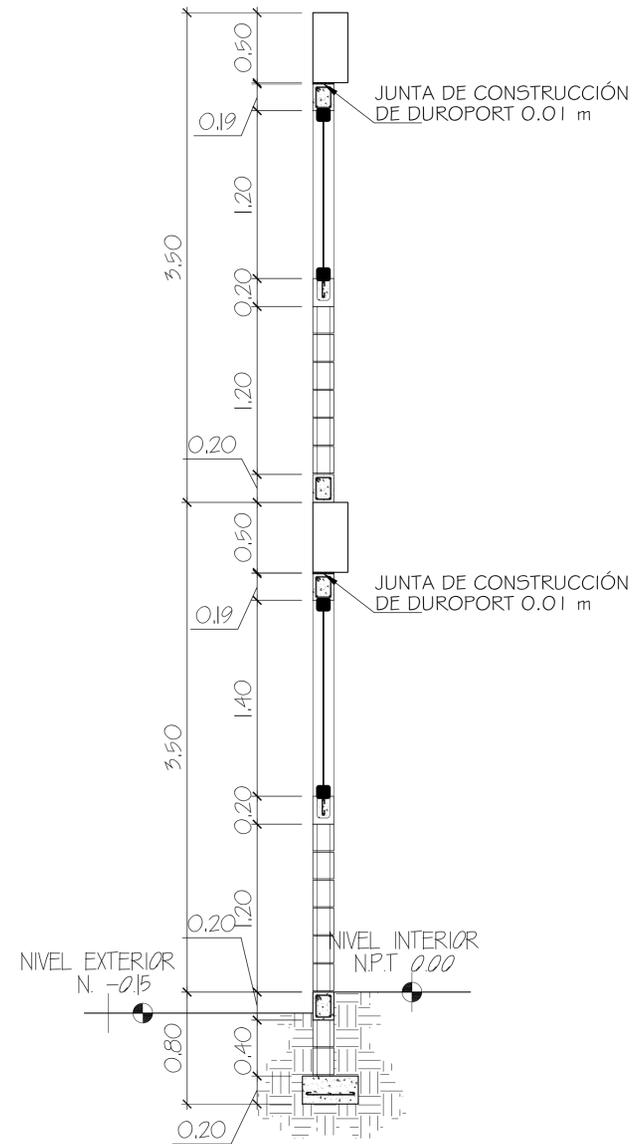
CORTE F-F'

ESCALA 1:25



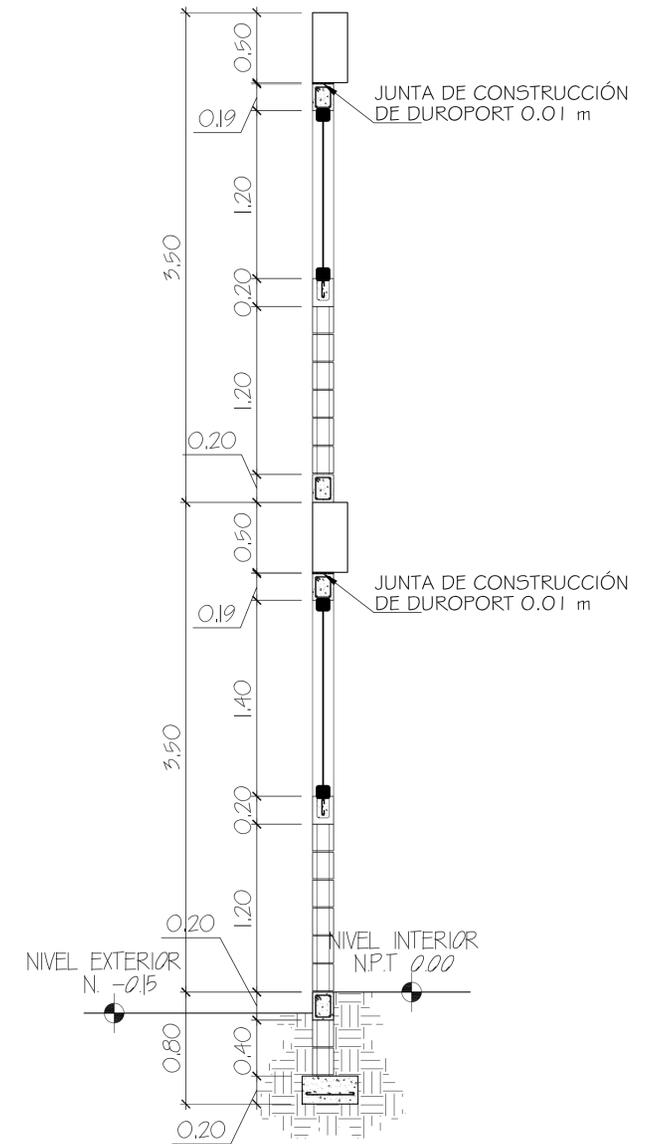
CORTE E-E'

ESCALA 1:25



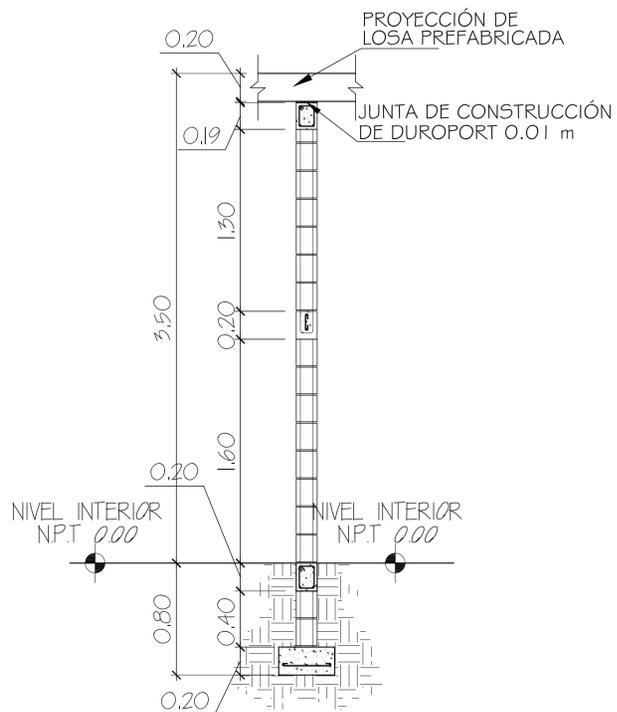
CORTE A-A'

ESCALA 1:25



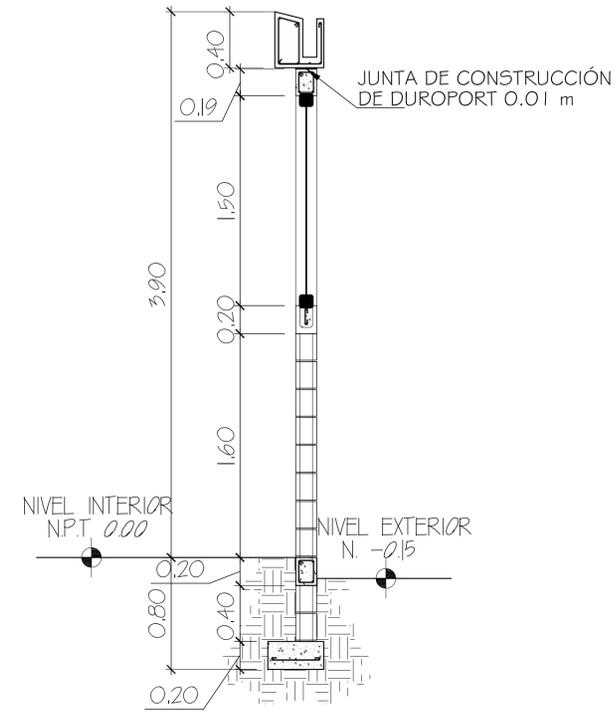
CORTE B-B'

ESCALA 1:25



CORTE C-C'

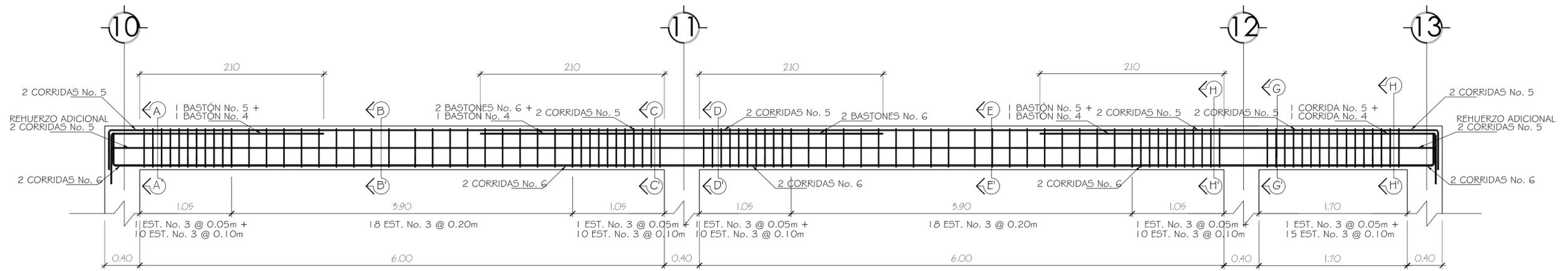
ESCALA 1:25



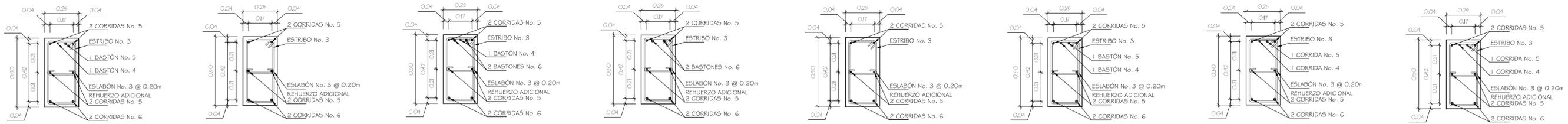
CORTE D-D'

ESCALA 1:25

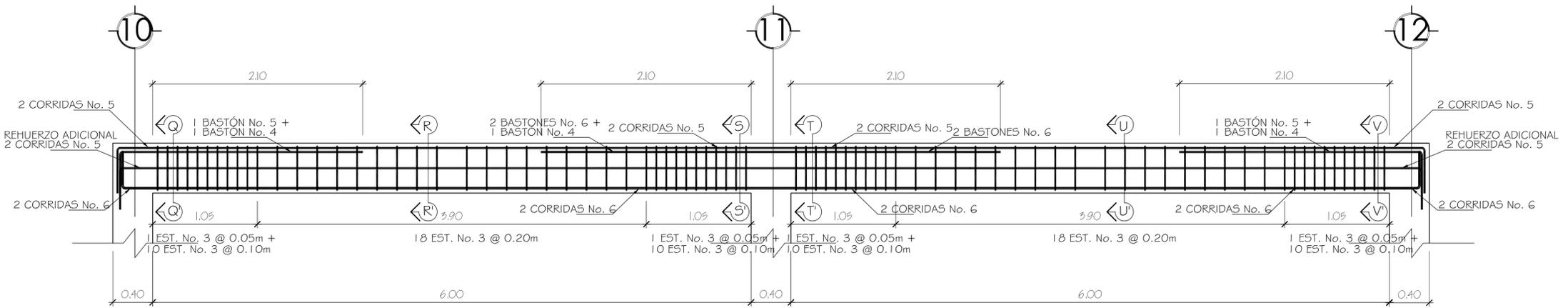
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
		PROYECTO: SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA	FECHA: JULIO, 2012	
CONTENIDO: DETALLE DE MUROS		ESCALA: INDICADA	HOJA: 12	
CALCULO: LESTER HERNÁNDEZ	DISEÑO: LESTER HERNÁNDEZ	DIBUJO: LESTER HERNÁNDEZ	U	I
ING. JUAN MERCK ASESOR			A	25
ALCALDE MUNICIPAL			I	



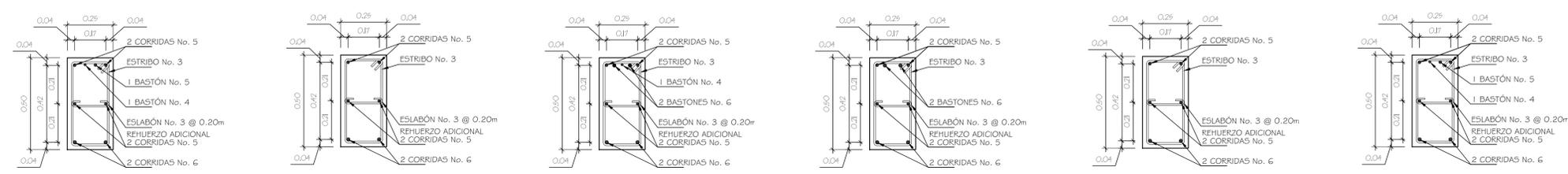
VIGA 2do. NIVEL EJES C Y D
ESCALA 1:25



SECCIÓN A-A' ESCALA 1:15 SECCIÓN B-B' ESCALA 1:15 SECCIÓN C-C' ESCALA 1:15 SECCIÓN D-D' ESCALA 1:15 SECCIÓN E-E' ESCALA 1:15 SECCIÓN F-F' ESCALA 1:15 SECCIÓN G-G' ESCALA 1:15 SECCIÓN H-H' ESCALA 1:15



VIGA 2do. NIVEL EJES A, B, E Y F
ESCALA 1:25



SECCIÓN Q-Q' ESCALA 1:15 SECCIÓN R-R' ESCALA 1:15 SECCIÓN S-S' ESCALA 1:15 SECCIÓN T-T' ESCALA 1:15 SECCIÓN U-U' ESCALA 1:15 SECCIÓN Y-Y' ESCALA 1:15

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		Longitud de desarrollo mínima en cm.			
-	$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ o 4000 psi	Vanla No.	Ldh *1	2.5 x Ldh *2	3.5 x Ldh *3
-	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ o 60000 psi	3	11	27	38
-	Valor soporte considerado = 31.73 ton/m ²	4	14	36	50
-	Gancho estándar 135°	5	16	45	63
-	El doblez del gancho será 4 veces el diámetro de la vanla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10 cm.	6	22	54	75
-	Traslapes mínimos:				
-	No. 3 = 0.35 m.				
-	No. 4 = 0.50 m.				
-	No. 5 = 0.60 m.				
-	No. 6 = 0.75 m.				
-	No. 8 = 1.00 m.				

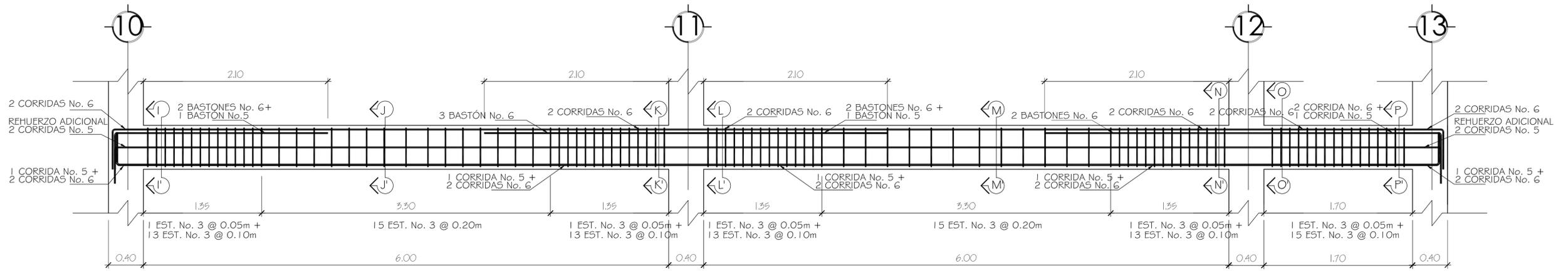
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA
FECHA: JULIO, 2012
ESCALA: INDICADA

CONTENIDO: ARMADO LONGITUDINAL Y DETALLE DE VIGAS
U HOJA

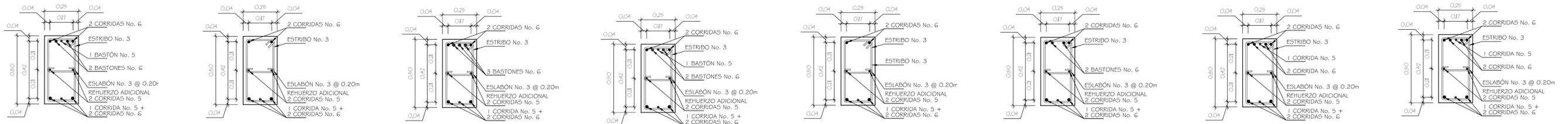
CALCULO: LESTER HERNANDEZ
DISEÑO: LESTER HERNANDEZ
DIBUJO: LESTER HERNANDEZ
E 13

ING. JUAN MERCK ASESOR
ALCALDE MUNICIPAL
LESTER HERNANDEZ EPEREA
I 25

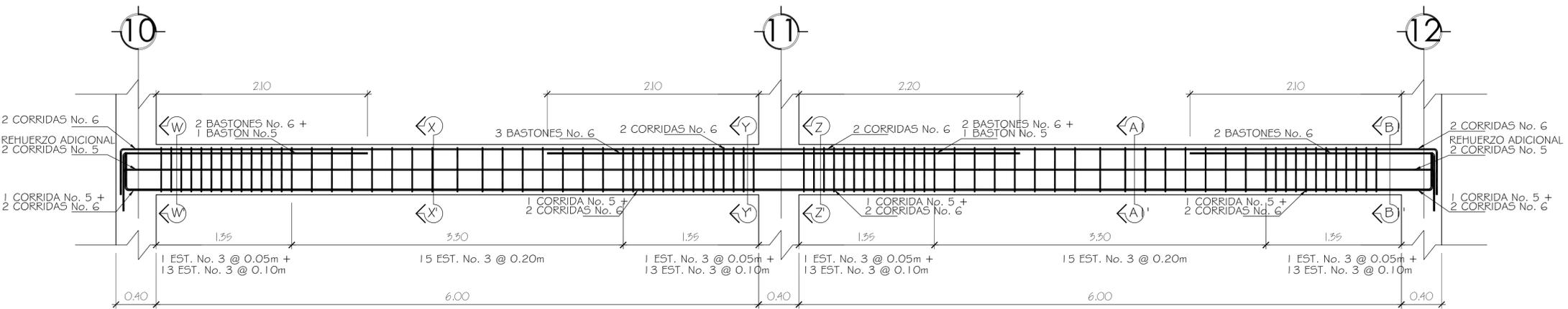


VIGA 1er. NIVEL EJES C Y D

ESCALA 1:25

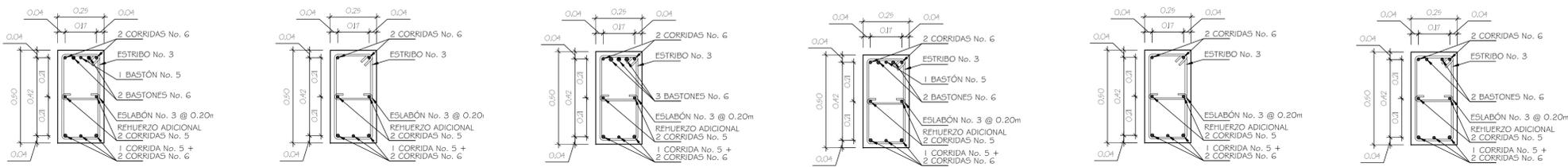


SECCIÓN I-I' ESCALA 1:25 SECCIÓN J-J' ESCALA 1:25 SECCIÓN K-K' ESCALA 1:25 SECCIÓN L-L' ESCALA 1:25 SECCIÓN M-M' ESCALA 1:25 SECCIÓN N-N' ESCALA 1:25 SECCIÓN O-O' ESCALA 1:25 SECCIÓN P-P' ESCALA 1:25



VIGA 1er. NIVEL EJES A, B, E Y F

ESCALA 1:25



SECCIÓN W-W' ESCALA 1:25 SECCIÓN X-X' ESCALA 1:25 SECCIÓN Y-Y' ESCALA 1:25 SECCIÓN Z-Z' ESCALA 1:25 SECCIÓN A1-A1' ESCALA 1:25 SECCIÓN B1-B1' ESCALA 1:25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		Longitud de desarrollo mínima en cm.			
-	$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ o 4000 psi	Vanla No.	Ldh *1	2.5 x Ldh *2	3.5 x Ldh *3
-	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ o 60000 psi	3	11	27	38
-	Valor soporte considerado = 31.73 ton/m ²	4	14	36	50
-	Gancho estándar 135°	5	16	45	63
-	El doblez del gancho será 4 veces el diámetro de la vanla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10 cm.	6	22	54	75
-	Traslapes mínimos:				
-	No. 3 = 0.35 m.				
-	No. 4 = 0.50 m.				
-	No. 5 = 0.60 m.				
-	No. 6 = 0.75 m.				
-	No. 8 = 1.00 m.				

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA**

FECHA: **JULIO, 2012**

ESCALA: **INDICADA**

CONTENIDO: **ARMADO LONGITUDINAL Y DETALLE DE VIGAS**

U HOJA

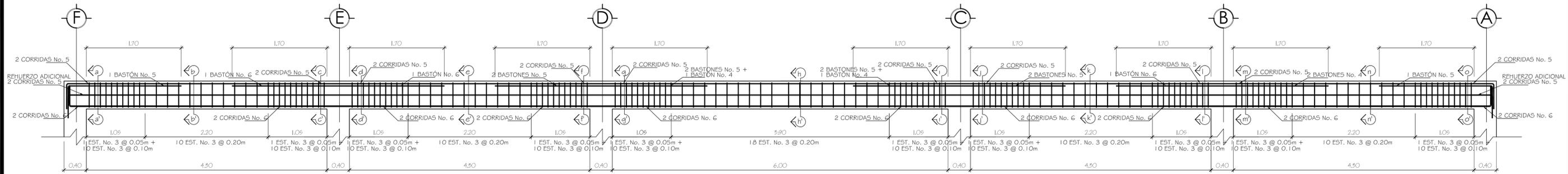
CALCULO: **LESTER HERNANDEZ** DISEÑO: **LESTER HERNANDEZ** DIBUJO: **LESTER HERNANDEZ**

E **14**

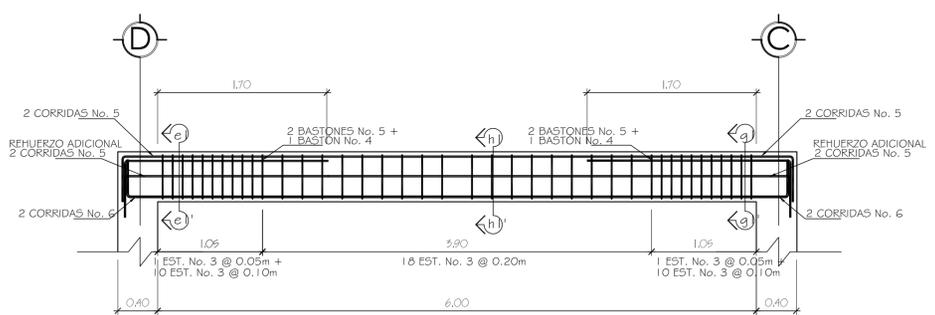
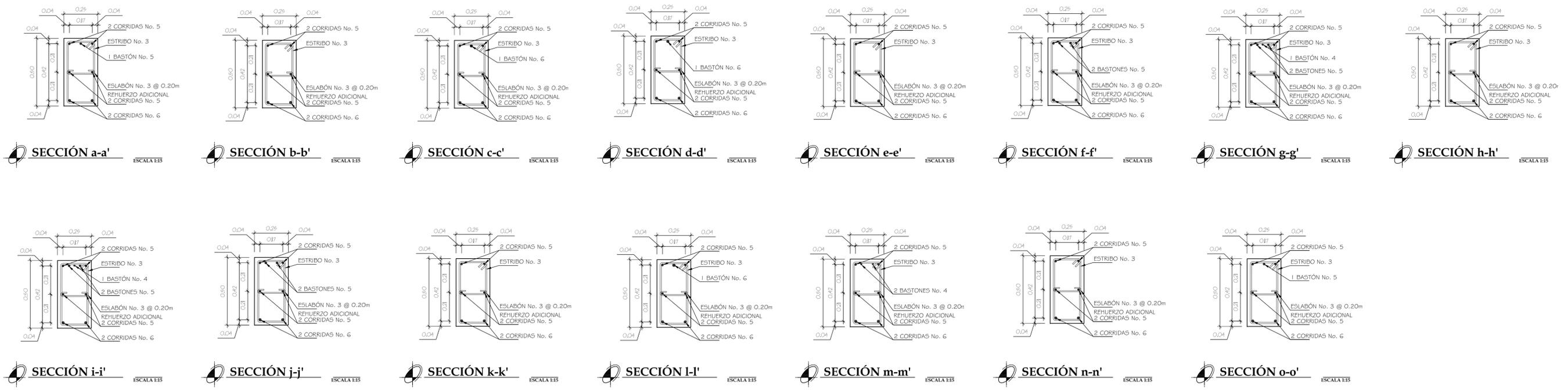
A

I **25**

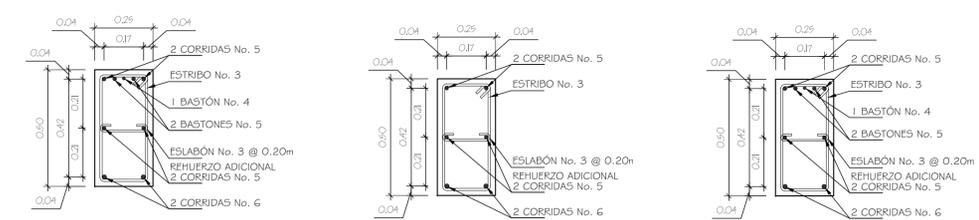
ING. JUAN MERCK ASESOR ALCALDE MUNICIPAL LESTER HERNANDEZ ESPEREA



VIGA 2do. NIVEL EJES 10, 11 Y 12
ESCALA 1:35



VIGA 2do. NIVEL EJE 13
ESCALA 1:35



SECCIÓN e1-e1' ESCALA 1:35
SECCIÓN f1-f1' ESCALA 1:35
SECCIÓN g1-g1' ESCALA 1:35

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		Longitud de desarrollo mínima en cm.			
-	$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ o 4000 psi	Vanla No.	Ldb *1	2.5 x Ldb *2	3.5 x Ldb *3
-	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ o 60000 psi	3	11	27	38
-	Valor soporte considerado = 31.73 ton/m ²	4	14	36	50
-	Gancho estándar 135°	5	18	45	63
-	El doblez del gancho será 4 veces el diámetro de la vanla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10 cm.	6	22	54	75
-	Traspases mínimos:				
	No. 3 = 0.35 m.				
	No. 4 = 0.50 m.				
	No. 5 = 0.60 m.				
	No. 6 = 0.75 m.				
	No. 8 = 1.00 m.				

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA**

FECHA: **JULIO, 2012**

CONTENIDO: **ARMADO LONGITUDINAL Y DETALLE DE VIGAS**

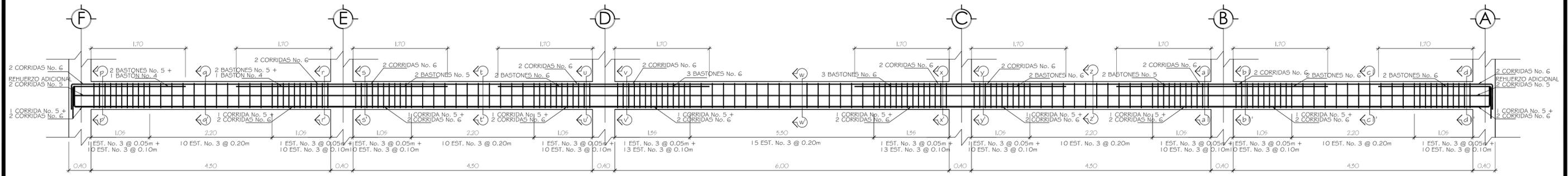
ESCALA: **INDICADA**

HOJA: **15**

ING. JUAN MERCK ASESOR

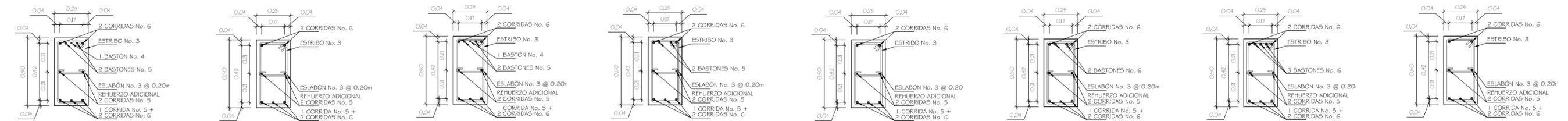
ALCALDE MUNICIPAL

LESTER HERNÁNDEZ ESPERZA

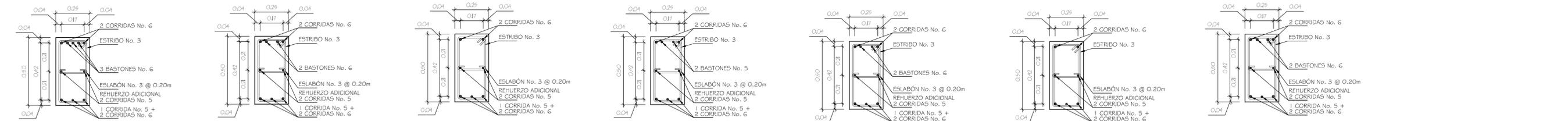


VIGA 1er. NIVEL EJES 10, 11 Y 12

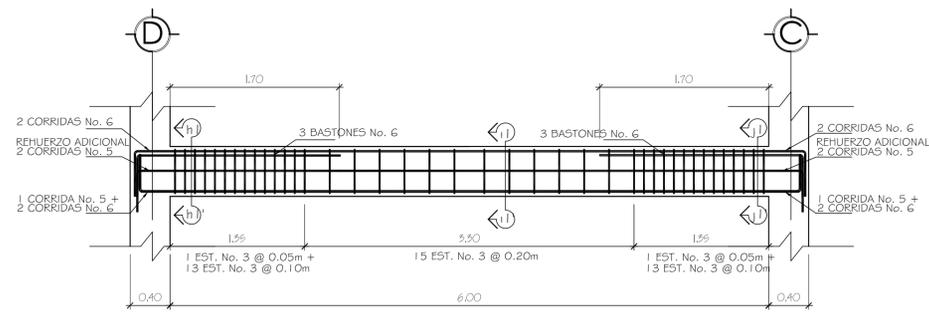
ESCALA 1:35



SECCIÓN p-p' ESCALA 1:35 SECCIÓN q-q' ESCALA 1:35 SECCIÓN r-r' ESCALA 1:35 SECCIÓN s-s' ESCALA 1:35 SECCIÓN t-t' ESCALA 1:35 SECCIÓN u-u' ESCALA 1:35 SECCIÓN v-v' ESCALA 1:35 SECCIÓN w-w' ESCALA 1:35

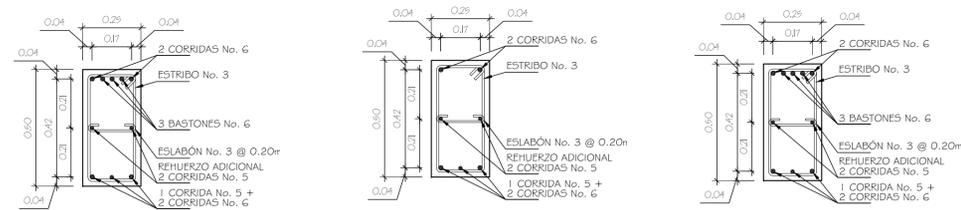


SECCIÓN x-x' ESCALA 1:35 SECCIÓN y-y' ESCALA 1:35 SECCIÓN z-z' ESCALA 1:35 SECCIÓN a1-a1' ESCALA 1:35 SECCIÓN b1-b1' ESCALA 1:35 SECCIÓN c1-c1' ESCALA 1:35 SECCIÓN d1-d1' ESCALA 1:35



VIGA 1er. NIVEL EJE 13

ESCALA 1:35



SECCIÓN h1-h1' ESCALA 1:35 SECCIÓN i1-i1' ESCALA 1:35 SECCIÓN j1-j1' ESCALA 1:35

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		Longitud de desarrollo mínima en cm.			
-	$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ o 4000 psi	Vanla No.	Ldh *1	2.5 x Ldh *2	3.5 x Ldh *3
-	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ o 60000 psi	3	11	27	38
-	Valor soporte considerado = 31.73 ton/m ²	4	14	36	50
-	Gancho estándar 135°	5	18	45	63
-	El doblez del gancho será 4 veces el diámetro de la vanla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10 cm.	6	22	54	75
-	Traspases mínimos: No. 3 = 0.35 m. No. 4 = 0.50 m. No. 5 = 0.60 m. No. 6 = 0.75 m. No. 8 = 1.00 m.	Cap. 21-3 1A-08. 1. Cimientos, vigas, y columnas. 2. Barras rectas si el espesor del concreto es >0.30m. 3. Cimientos, vigas, losas y columnas. 4. Barras rectas si el espesor del concreto es >0.30m. Columnas.			

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA**

FECHA: **JULIO, 2012**

ESCALA: **INDICADA**

CONTENIDO: **ARMADO LONGITUDINAL Y DETALLE DE VIGAS**

U **HOJA**

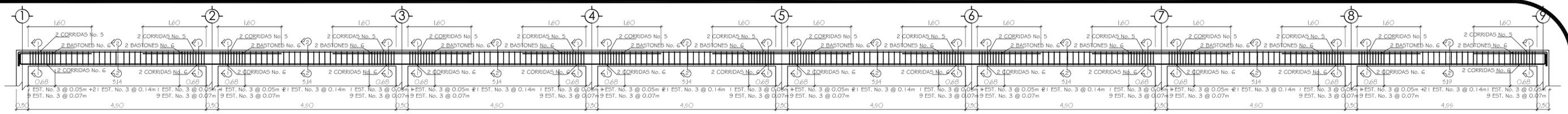
16

25

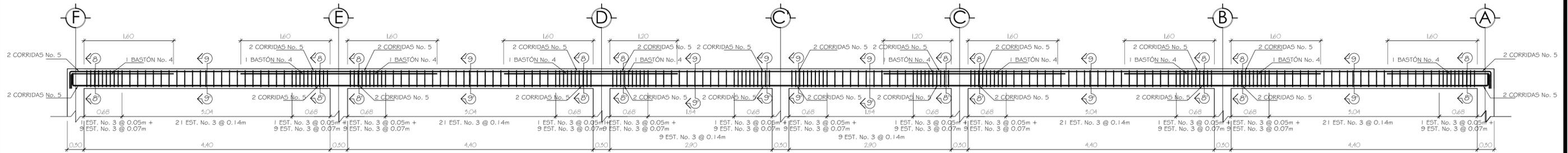
ING. JUAN MERCK ASESOR

ALCALDE MUNICIPAL

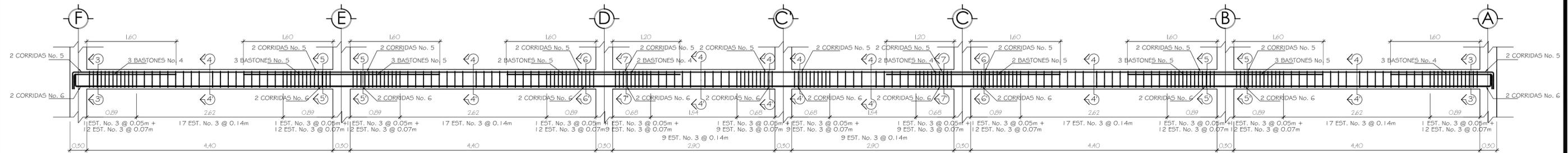
LESTER HERNÁNDEZ ESPERZA



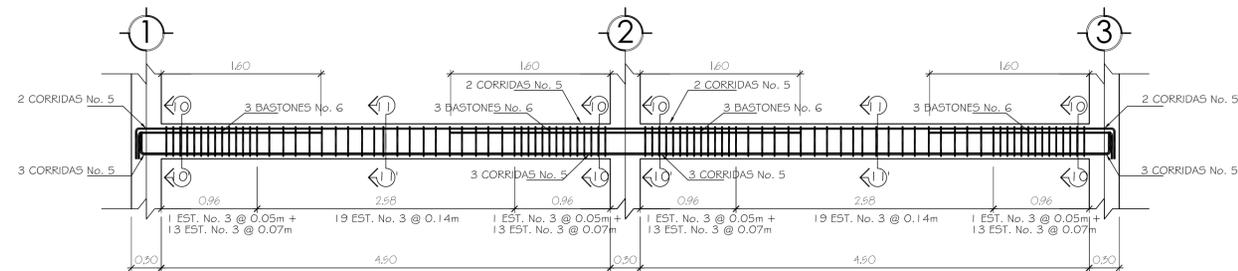
VIGA SOLERA TECHO CURVO
EJES A Y F
ESCALA 1:50



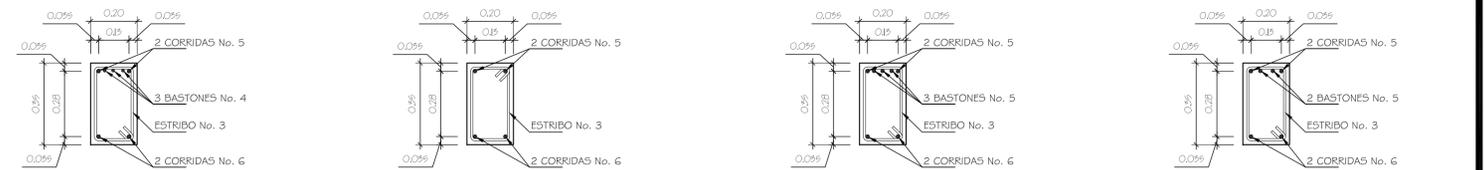
VIGA SOLERA ESCENARIO
EJE 1
ESCALA 1:35



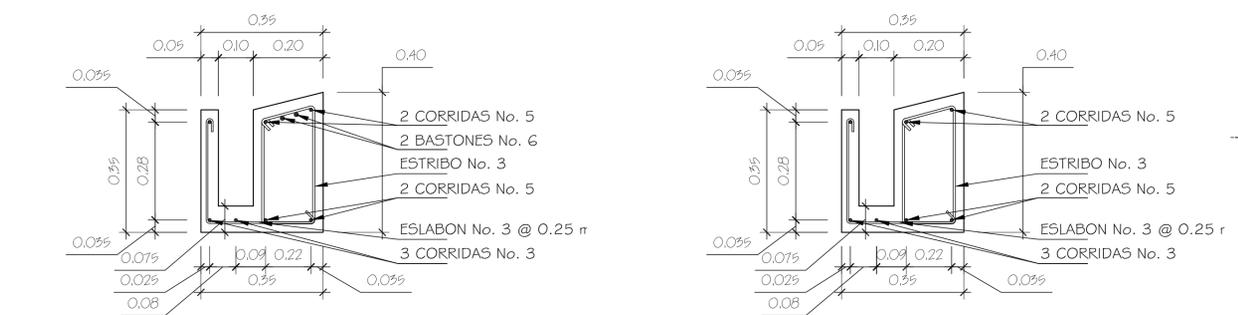
VIGA ENTREPISO ESCENARIO
EJE 1, 2 Y 3
ESCALA 1:35



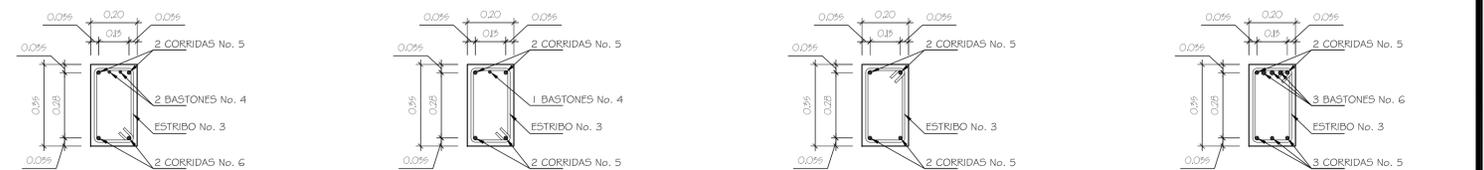
VIGA ENTREPISO ESCENARIO
EJES A, B, C, C', D, E, F
ESCALA 1:35



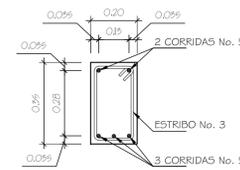
SECCIÓN 3-3' ESCALA 1:15 **SECCIÓN 4-4'** ESCALA 1:15 **SECCIÓN 5-5'** ESCALA 1:15 **SECCIÓN 6-6'** ESCALA 1:15



SECCIÓN 1-1' ESCALA 1:15 **SECCIÓN 2-2'** ESCALA 1:15



SECCIÓN 7-7' ESCALA 1:15 **SECCIÓN 8-8'** ESCALA 1:15 **SECCIÓN 9-9'** ESCALA 1:15 **SECCIÓN 10-10'** ESCALA 1:15



SECCIÓN 11-11' ESCALA 1:15

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ o 4000 psi
- $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$ o 40000 psi
- Gancho estándar 135°
- El doblaje del gancho será 4 veces el diámetro de la varilla, no menor de 6.5 cm, ni mayor de 10 cm.
- Traspases mínimos:
 - No. 3 = 0.35 m.
 - No. 4 = 0.50 m.
 - No. 5 = 0.60 m.
 - No. 6 = 0.75 m.
 - No. 8 = 1.00 m.

Longitud de desarrollo mínima en cm.

Varilla No.	Lado "1"	2.5 x Lado "2"	3.5 x Lado "3"
3	11	27	38
4	14	36	50
5	16	45	63
6	22	54	75

Cap. 21-3.4.8.08

1. Cimentas, vigas, y columnas.
2. Barras rectas si el espesor del concreto es >0.30m.
3. Cimentas, vigas, losas y columnas.
3. Barras rectas si el espesor del concreto es <0.30m.
Columnas.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA**

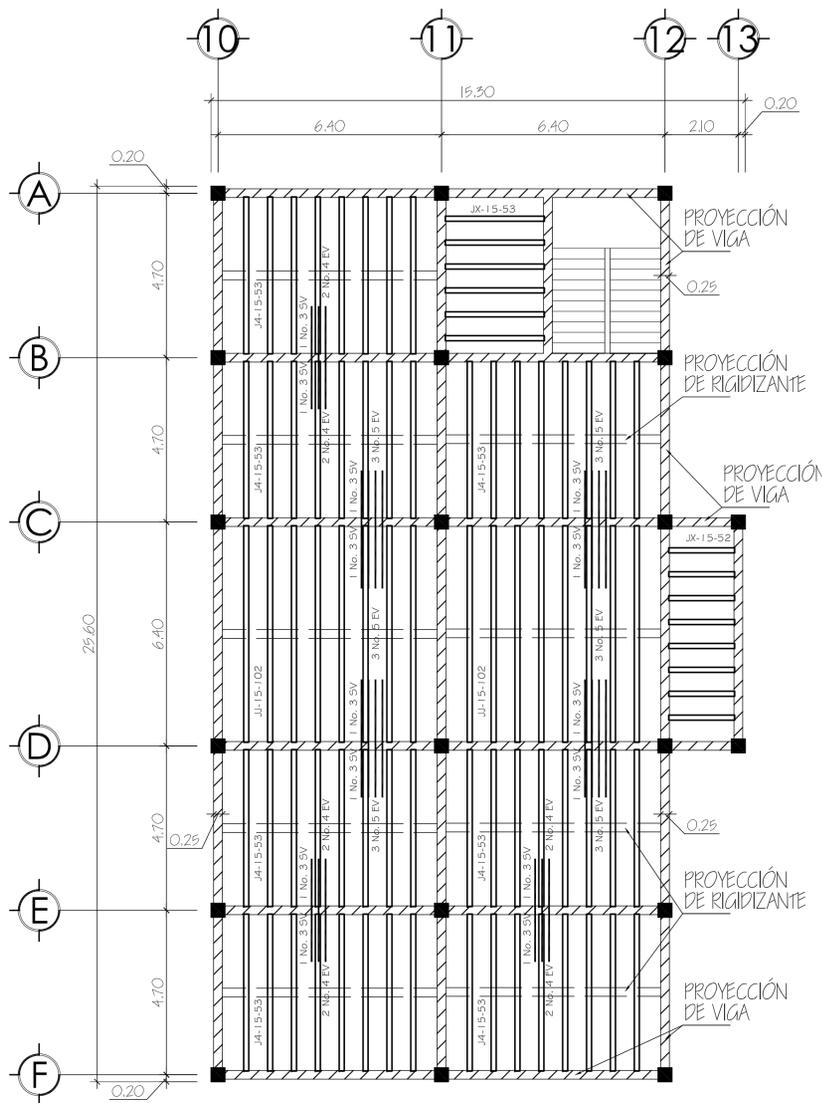
FECHA: **JULIO, 2012**

ESCALA: **INDICADA**

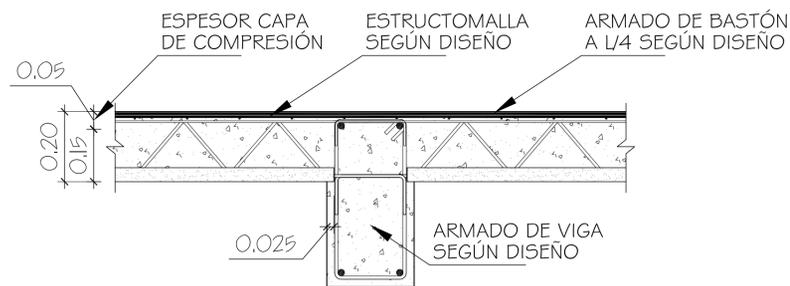
CONTENIDO: **ARMADO LONGITUDINAL Y DETALLE DE VIGAS**

HOJA: **17**

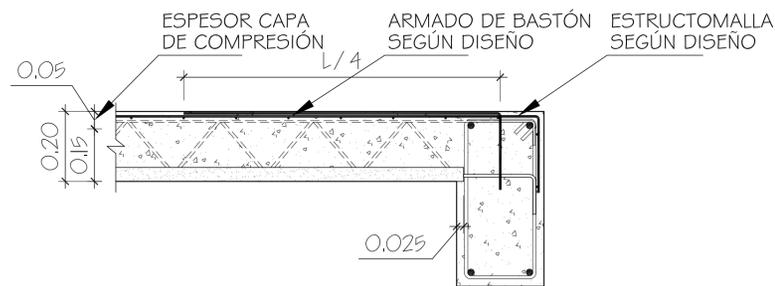
ING. JUAN MERCK ASesor ALCALDE MUNICIPAL LESTER HERNÁNDEZ EJEKTA



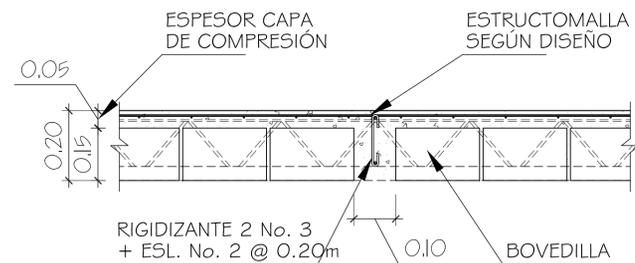
PLANTA DE VIGAS Y LOSAS
1er. y 2do. NIVEL, MODULO DE OFICINAS
ESCALA 1:100



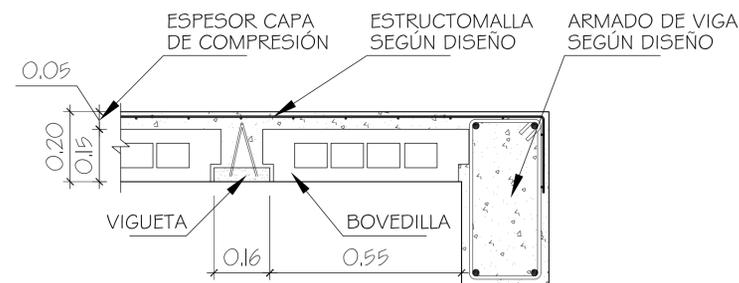
DETALLE VIGUETAS EN EL MISMO APOYO
VIGUETA JJ-15
ESCALA 1:10



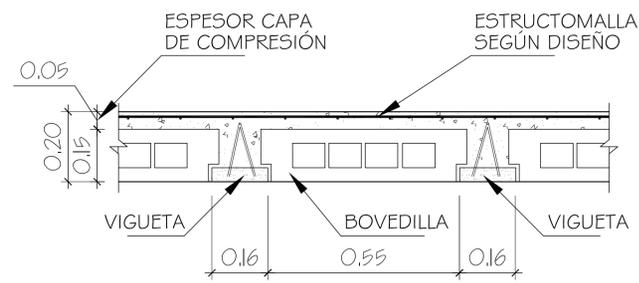
DETALLE VIGUETAS EN EXTREMOS
VIGUETA JJ-15
ESCALA 1:10



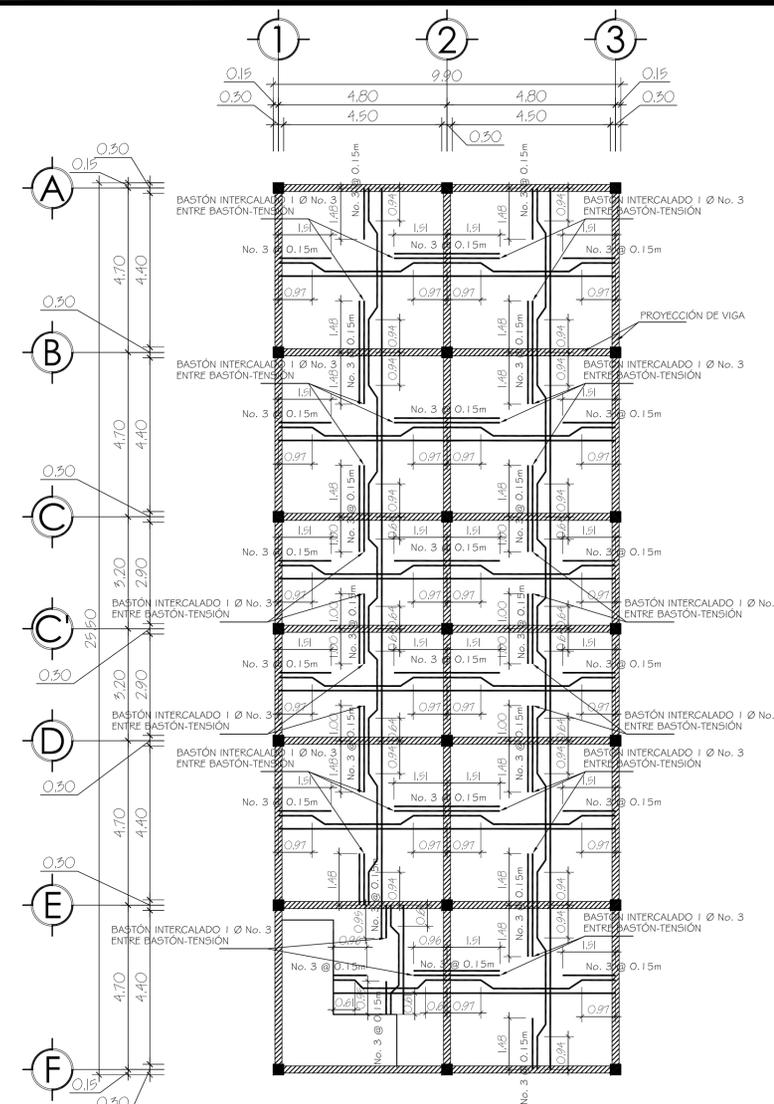
DETALLE DE RIGIDIZANTE
VIGUETA JJ-15
ESCALA 1:10



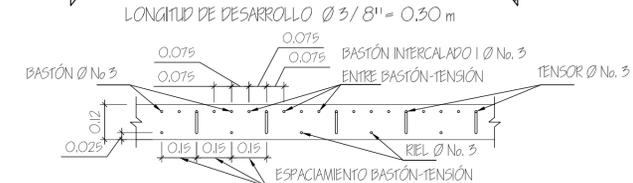
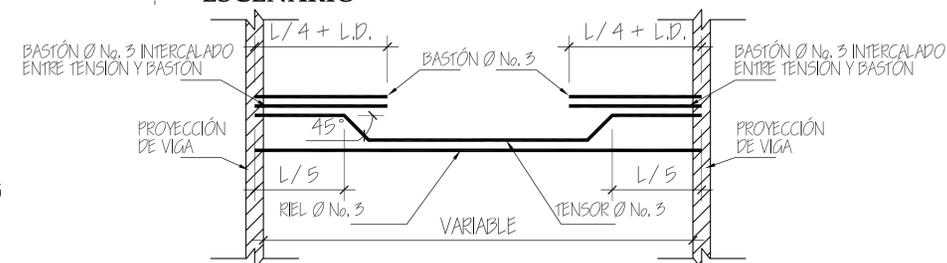
DETALLE DE INICIO DE MODULACIÓN
VIGUETA JJ-15
ESCALA 1:10



DETALLE DE INICIO DE MODULACIÓN
VIGUETA JJ-15
ESCALA 1:10

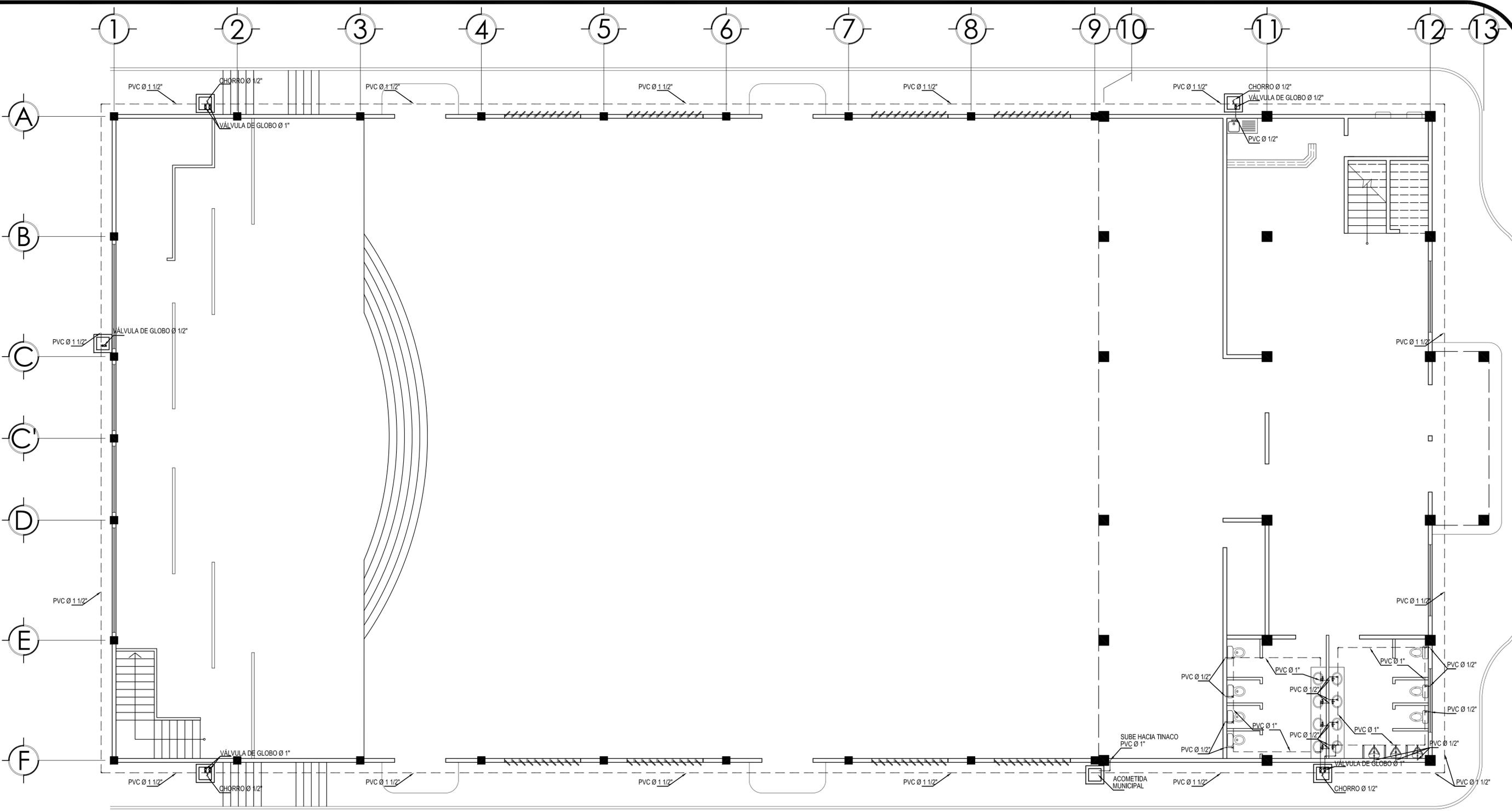


PLANTA DE VIGAS Y LOSA
ESCENARIO
ESCALA 1:100



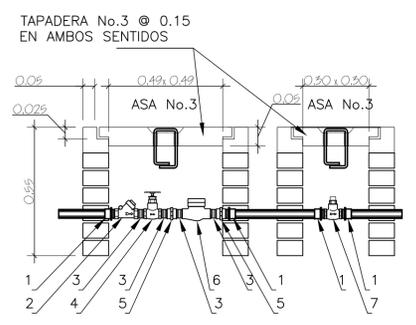
DETALLE DE LOSA
SIN ESCALA

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
PROYECTO: SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA		FECHA: JULIO, 2012	
CONTENIDO: PLANTA Y ARMADO DE LOSAS		ESCALA: INDICADA	
CALCULO: LESTER HERNANDEZ	DISEÑO: LESTER HERNANDEZ	DIBUJO: LESTER HERNANDEZ	U HOJA
		E 18	
		A	
		I 25	
ING. JUAN MERCK ASESOR		LESTER HERNANDEZ EPEREIA	

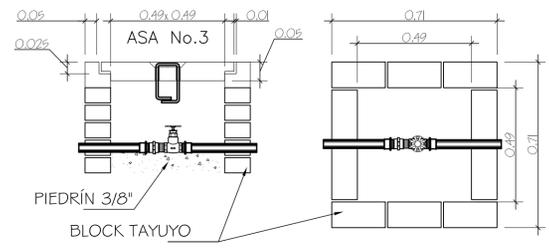


AGUA POTABLE
PRIMER NIVEL (SALÓN Y LOBBY)

ESCALA 1:75



- 1.- ADAPTADOR PVC MACHO
- 2.- CHEQUE HORIZONTAL
- 3.- NIPLE CORRIDO
- 4.- VÁLVULA DE COMPUERTA
- 5.- UNIÓN UNIVERSAL
- 6.- CONTADOR DE AGUA
- 7.- VÁLVULA DE BOLA



DETALLE DE ACOMETIDA Y VÁLVULAS

ESCALA 1:15

SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS		ESPECIFICACIONES DE DISEÑO HIDRÁULICO	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
✱	CRUZ DE PVC	⊠	CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA DE Ø 3/4" A Ø 1 1/2"
⊠	TE DE PLANTA	⊠	VÁLVULA DE BOLA
⊠	TE DE PVC PERFIL	⊠	LIJANTE CONTROL MANUAL HORIZONTAL PARA ARTEFACTOS SANITARIOS
⊠	CODO PVC 90° PLANTA	⊠	LIJANTE CONTROL MANUAL VERTICAL PARA ARTEFACTOS SANITARIOS
⊠	CODO PVC 90° PERFIL	⊠	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø INDICADA
⊠	CODO PVC 45° PERFIL	⊠	VÁLVULA DE RETENCIÓN O CHEQUE
⊠	YE DOBLE PVC 45° PLANTA	⊠	VÁLVULA DE GLOBO
⊠	YE PVC 45° PERFIL	⊠	TUBO PVC Ø Y PSI INDICADOS PARA AGUA FRÍA
⊠	GRIFO PARA MANGUERA PERFIL	⊠	TUBO PVC Ø Y PSI INDICADOS PARA AGUA CALIENTE
⊠	UNIÓN DE EXPANSIÓN	⊠	CALENTADOR ELÉCTRICO PARA AGUA
⊠	REDUCTOR PVC INDICADO	⊠	CALENTADOR DE GAS PARA AGUA
⊠	VÁLVULA DE PASO	⊠	CALENTADOR SOLAR PARA AGUA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA**

FECHA: **JULIO, 2012**

ESCALA: **INDICADA**

CONTENIDO: **AGUA POTABLE**

HOJA: **U**

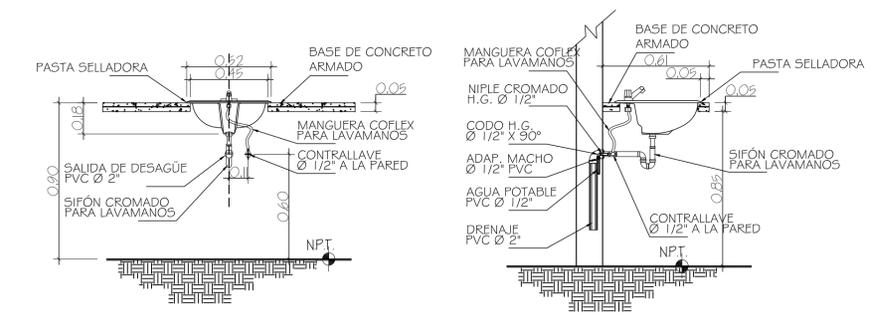
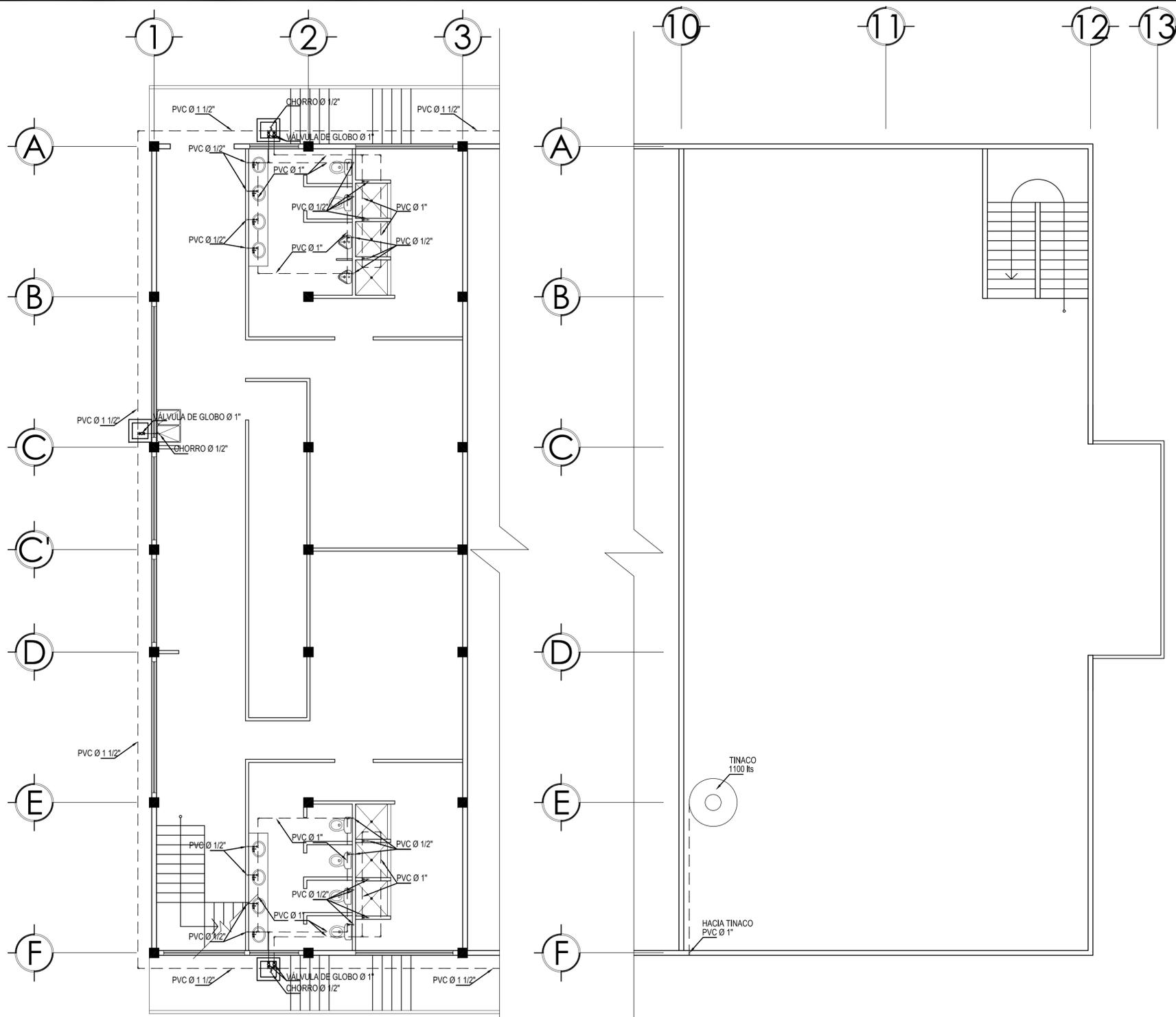
ING. JUAN MERCK ASESOR

ALCALDE MUNICIPAL

LESTER HERNÁNDEZ EJEKETA

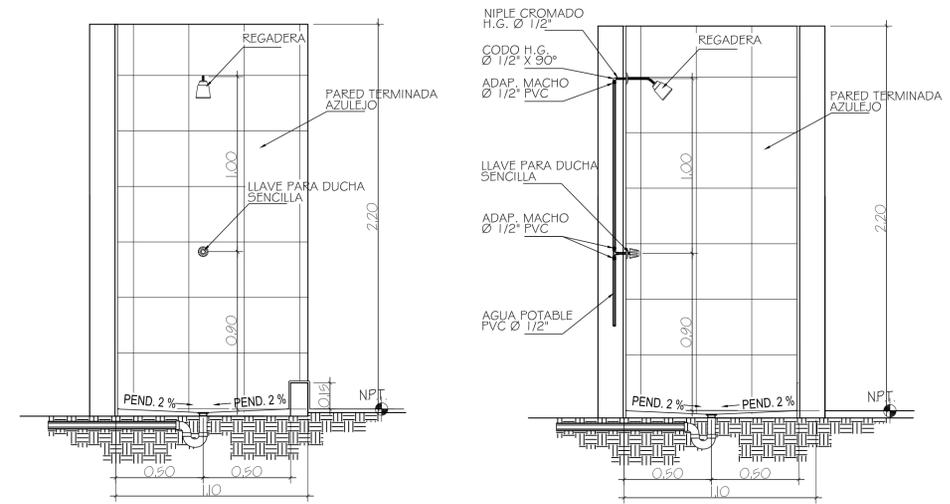
19

25



DETALLE LAVAMANOS

ESCALA 1:20



DETALLE DUCHA

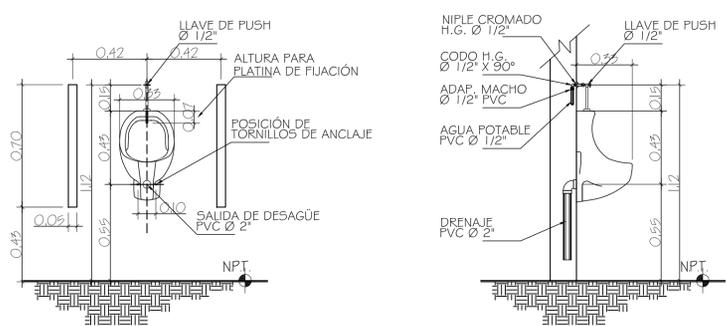
ESCALA 1:20

AGUA POTABLE CAMERINOS (SÓTANO)

ESCALA 1:75

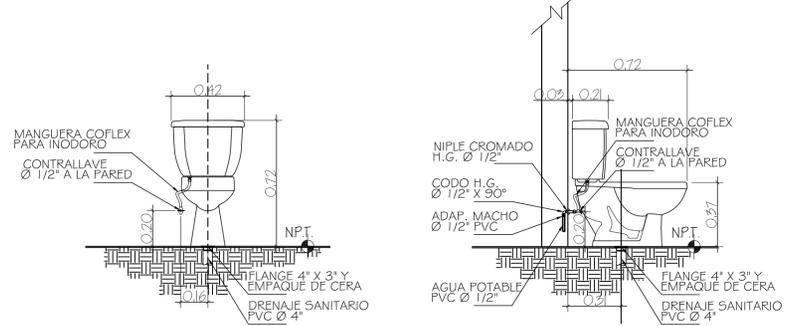
AGUA POTABLE PRIMER NIVEL (LOBBY)

ESCALA 1:75



DETALLE MINGITORIO

ESCALA 1:20



DETALLE INODORO

ESCALA 1:20

SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS		ESPECIFICACIONES DE DISEÑO HIDRÁULICO	
⊕	CRUZ DE PVC	⊕	CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA DE Ø 54" A Ø 1/2"
⊕	TE DE PLANTA	⊕	VÁLVULA DE BOLA
⊕	TE DE PVC PERFIL	⊕	LLAVE CONTROL MANUAL HORIZONTAL PARA ARTEFACTOS SANITARIOS
⊕	CODO PVC 90° PLANTA	⊕	LLAVE CONTROL MANUAL VERTICAL PARA ARTEFACTOS SANITARIOS
⊕	CODO PVC 90° PERFIL	⊕	VÁLVULA DE COMPUERTA O INDICADA
⊕	CODO PVC 45° PERFIL	⊕	VÁLVULA DE RETENCIÓN O CHEQUE
⊕	TE DOBLE PVC 45° PLANTA	⊕	VÁLVULA DE GLOBO
⊕	TE PVC 45° PERFIL	⊕	TUBO PVC Ø Y PSI INDICADOS PARA AGUA FRÍA
⊕	GRUPO PARA MANGUERA PERFIL	⊕	TUBO CPVC Ø Y PSI INDICADOS PARA AGUA CALIENTE
⊕	UNIÓN DE EXPANSIÓN	⊕	CALENTADOR ELÉCTRICO PARA AGUA
⊕	REDUCTOR PVC INDICADO	⊕	CALENTADOR DE GAS PARA AGUA
⊕	VÁLVULA DE PASO	⊕	CALENTADOR SOLAR PARA AGUA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA**

FECHA: **JULIO, 2012**

ESCALA: **INDICADA**

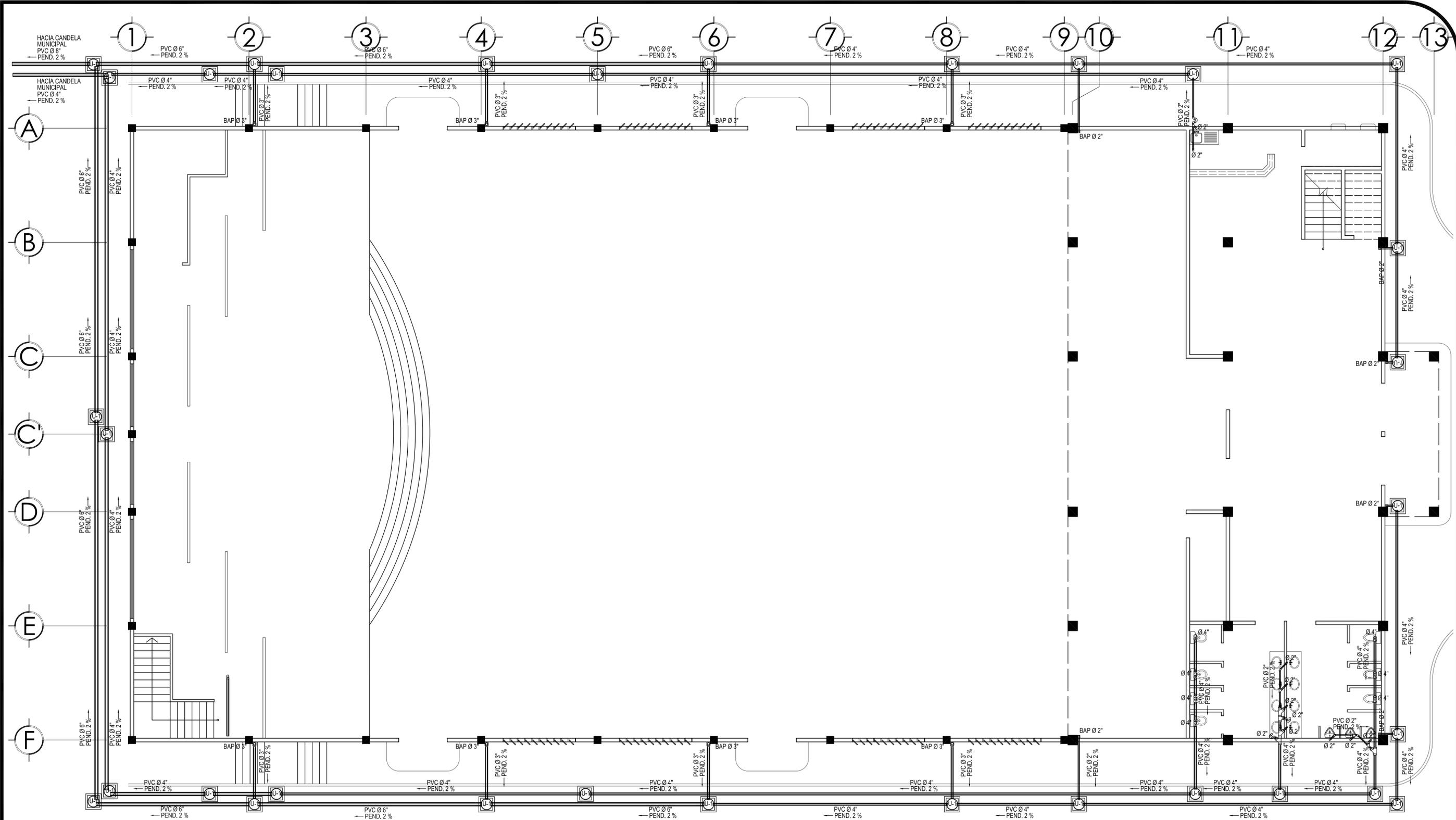
CONTENIDO: **AGUA POTABLE**

HOJA: **20**

ING. JUAN MERCK ASESOR

ALCALDE MUNICIPAL

LESTER HERNÁNDEZ EPEBETA




DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL
 PRIMER NIVEL (SALÓN Y LOBBY)

ESCALA 1:75

NOTA: LAS TUBERÍAS DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES NO DEBEN DE ESTAR DENTRO DE COLUMNAS ESTRUCTURALES, NI ATRAVESAR VIGAS.

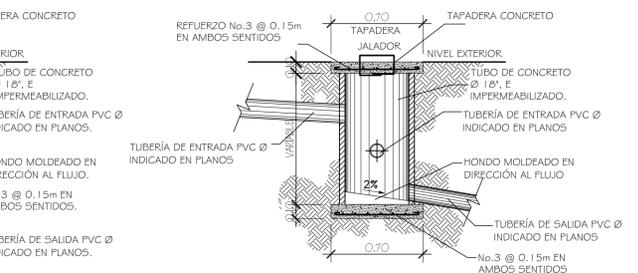
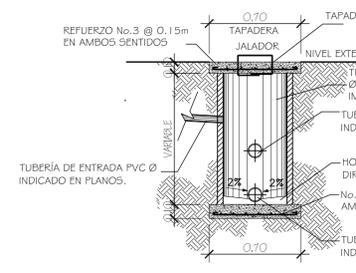
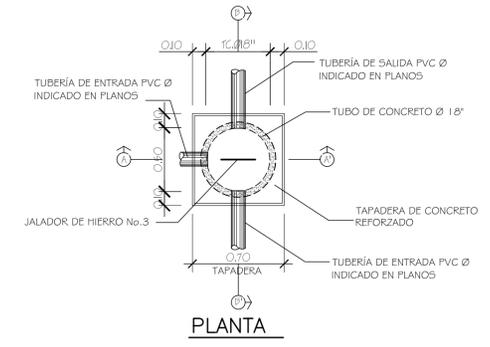
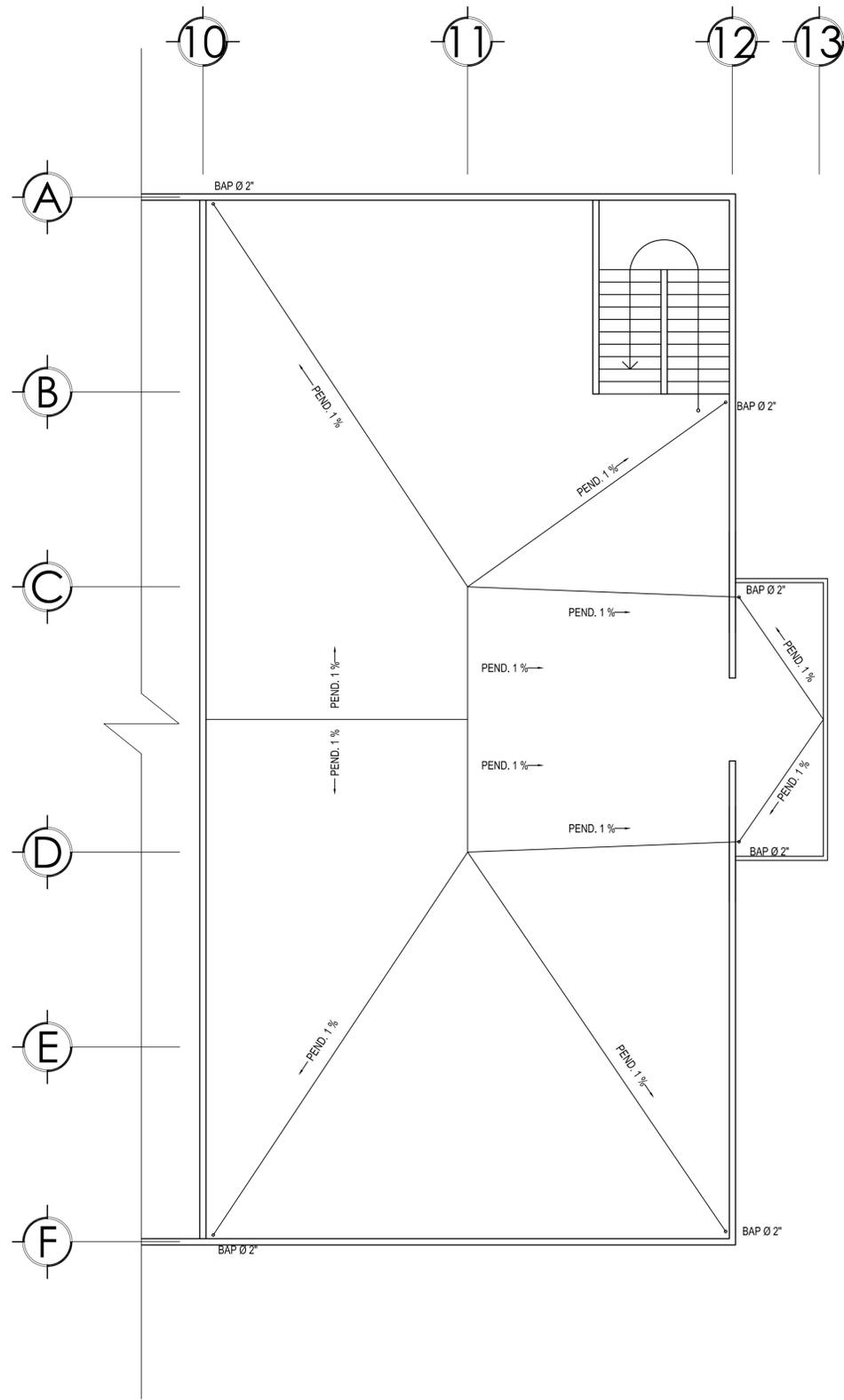
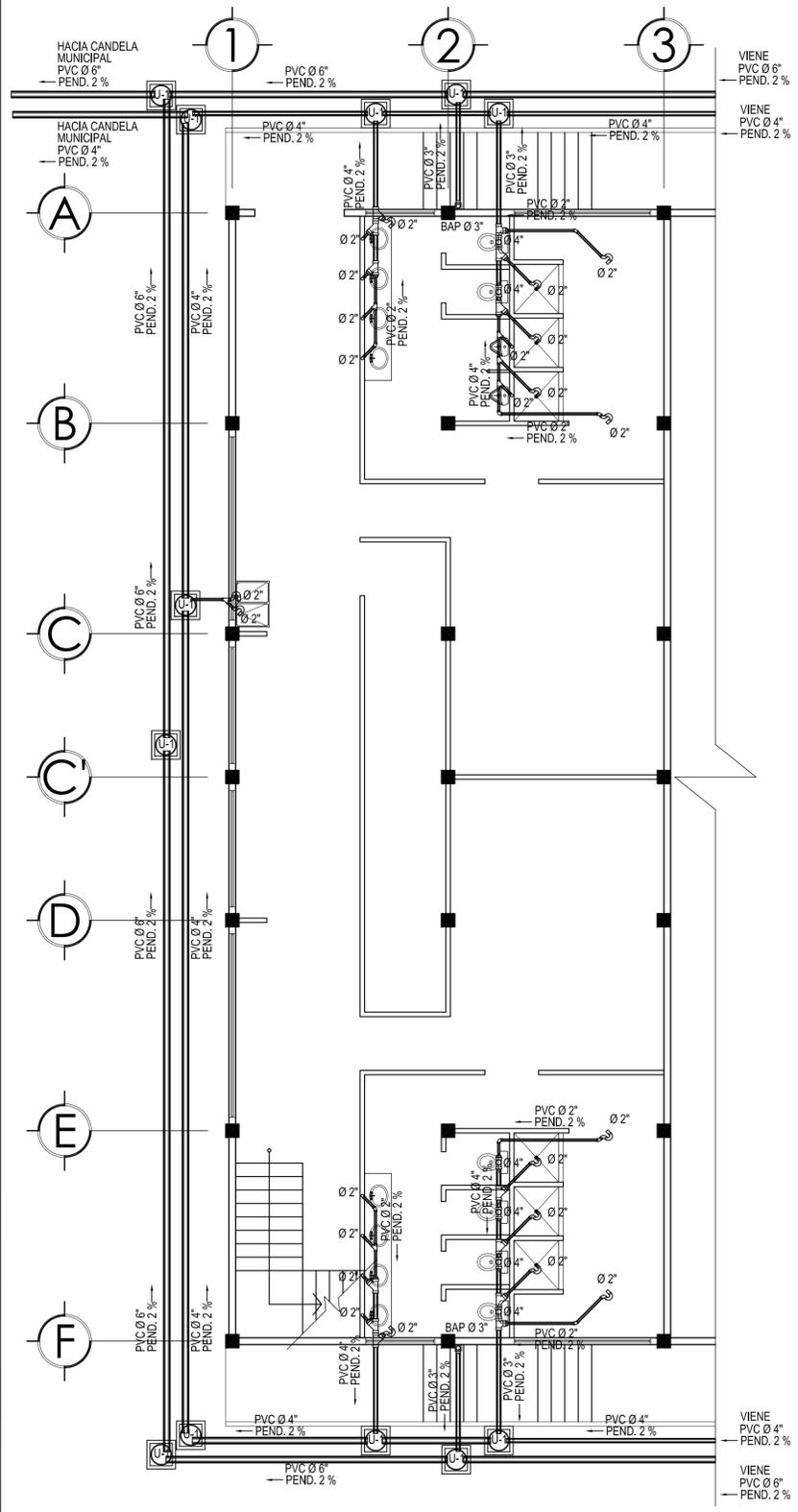
SIMBOLOGÍA DE DRENAJES		ESPECIFICACIONES DE DISEÑO PLUVIAL Y SANITARIO	
	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE SANITARIO		SIFÓN TERMINAL PERFIL DIÁMETRO INDICADO
	CAJA ATRAPA-GRASA		TE PERFIL DIÁMETRO INDICADO
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		TE PLANTA DIÁMETRO INDICADO
	PENDIENTE DE TUBERÍA		TE ELEVACION DIÁMETRO INDICADO
	TUBO DE DRENAJE SANITARIO (DIÁMETRO INDICADO)		TE DOBLE DIÁMETRO INDICADO
	TUBO DE DRENAJE PLUVIAL (DIÁMETRO INDICADO)		CODO 90° PERFIL DIÁMETRO INDICADO
	INDICACIÓN DE CONTINUIDAD DE LA TUBERÍA (DIÁMETRO INDICADO)		CODO 90° ELEVACION DIÁMETRO INDICADO
	REDUCTOR BUSHING (DIÁMETROS INDICADOS)		BAJADA DE DRENAJE DIÁMETRO INDICADO
	SIFÓN A SEGUIR PERFIL (DIÁMETRO INDICADO)		BAJADA DE AGUA PLUVIAL DIÁMETRO INDICADO

TUBERÍA PVC
 LA TUBERÍA PARA EL COLECTOR DEL DRENAJE PLUVIAL DEBERÁ SER NOVOKORI Y CUMPLIR CON LA NORMA DE FABRICACIÓN ASTM F 798. NO DEBE USARSE TUBERÍA DE DIÁMETRO MENOR A LA INDICADA EN LOS PLANOS.
 LA TUBERÍA PARA EL COLECTOR DEL DRENAJE SANITARIO DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA DE FABRICACIÓN ASTM F 949. NO DEBE USARSE TUBERÍA DE DIÁMETRO MENOR A LA INDICADA EN LOS PLANOS.
 TODA LA TUBERÍA SE COLOCARÁ ALINEADA CON EL DISEÑO INDICADO EN LOS PLANOS.
 LA TUBERÍA PARA LAS BAJADAS Y CONDUCCIÓN DE AGUAS PLUVIALES HACIA LAS CAJAS UNIÓN Y EL COLECTOR PRINCIPAL DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA ASTM D-2241 Y 1/25 PSI Y SERÁ DE TIPO CEMENTADA. NO DEBE USARSE TUBERÍA DE DIÁMETRO MENOR A LA INDICADA EN LOS PLANOS.
 LA TUBERÍA PARA LAS BAJADAS Y CONDUCCIÓN DE AGUAS RESIDUALES HACIA EL COLECTOR Y CAJAS UNIÓN DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA ASTM D-2241 Y 1/25 PSI Y SERÁ DE TIPO CEMENTADA. NO DEBE USARSE TUBERÍA DE DIÁMETRO MENOR A LA INDICADA EN LOS PLANOS.

ACERO:
 1. EL ACERO DEBERÁ TENER UN PY DE 2,800 KG/CM².
CONCRETO:
 1. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN F'CD DE 210 KG/CM².
 2. EL RECURRIMIENTO MÍNIMO DE LA BASE SERÁ DE 7 CENTÍMETROS, EL BRIGAL Y LA TAPADERA SERÁ DE 3 A 5 CENTÍMETROS.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:	SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA	FECHA:	JULIO, 2012
CONTENIDO:	DRENAJES	ESCALA:	INDICADA
CÁLCULO:	LESTER HERNÁNDEZ	DISEÑO:	LESTER HERNÁNDEZ
DIBUJO:	LESTER HERNÁNDEZ	HOJA:	21
ING. JUAN MÉRCEZ ASESOR	ALCALDE MUNICIPAL	LESTER HERNÁNDEZ JEFE DE	25



DETALLE TÍPICO CAJA UNIÓN U-1
ESCALA 1:25

SIMBOLOGÍA DE DRENAJES		ESPECIFICACIONES DE DISEÑO PLUVIAL Y SANITARIO	
	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE SANITARIO		SIFÓN TERMINAL PERFIL DIÁMETRO INDICADO
	CAJA ATRAPA GRASA		TE PERFIL DIÁMETRO INDICADO
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		TE PLANTA DIÁMETRO INDICADO
	PENDIENTE DE TUBERÍA		TE ELEVACIÓN DIÁMETRO INDICADO
	TUBO DE DRENAJE SANITARIO DIÁMETRO INDICADO		TE DOBLE DIÁMETRO INDICADO
	TUBO DE DRENAJE PLUVIAL DIÁMETRO INDICADO		CODO 90° PERFIL DIÁMETRO INDICADO
	INDICACIÓN DE CONTINUIDAD DE LA TUBERÍA DIÁMETRO INDICADO		CODO 90° ELEVACIÓN DIÁMETRO INDICADO
	REDUCTOR BUSHING DIÁMETROS INDICADOS		CODO 45° PERFIL DIÁMETRO INDICADO
	SIFÓN A SEGUIR PERFIL DIÁMETRO INDICADO		CODO 90° BAJA DIÁMETRO INDICADO
			BAJADA DE DRENAJE DIÁMETRO INDICADO
			BAJADA DE AGUA PLUVIAL DIÁMETRO INDICADO

TUBERÍA PVC

- LA TUBERÍA PARA EL COLECTOR DEL DRENAJE PLUVIAL DEBERÁ SER NOVAFORT Y CUMPLIR CON LA NORMA DE FABRICACIÓN ASTM F-949; NO DEBE USARSE TUBERÍA DE DIÁMETRO MENOR A LA INDICADA EN LOS PLANOS.
- LA TUBERÍA PARA EL COLECTOR DEL DRENAJE SANITARIO DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA DE FABRICACIÓN ASTM F-949; NO DEBE USARSE TUBERÍA DE DIÁMETRO MENOR A LA INDICADA EN LOS PLANOS.
- TODA LA TUBERÍA SE COLOCARÁ ALINEADA CON EL DESNIVEL INDICADO EN LOS PLANOS.
- LA TUBERÍA PARA LAS BAJADAS Y CONDUCCIÓN DE AGUAS PLUVIALES HACIA LAS CAJAS UNIÓN Y EL COLECTOR PRINCIPAL DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA ASTM D-2241 Y 1.25 PSI Y TIPO CEMENTADA, NO DEBE USARSE TUBERÍA DE DIÁMETRO MENOR A LA INDICADA EN LOS PLANOS.
- LA TUBERÍA PARA LAS BAJADAS Y CONDUCCIÓN DE AGUAS RESIDUALES HACIA EL COLECTOR Y CAJAS DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA ASTM D-2241 Y 1.25 PSI Y SERÁ DE TIPO CEMENTADA, NO DEBE USARSE TUBERÍA DE DIÁMETRO MENOR A LA INDICADA EN LOS PLANOS.

ACERO:

- EL ACERO DEBERÁ TENER UN FY DE 2,800 KG/CM².

CONCRETO:

- EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN FC DE 210 KG/CM².
- EL RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE LA BASE SERÁ DE 7 CENTÍMETROS, EL BROCAL Y LA TAPADERA SERÁ DE 3 A 5 CENTÍMETROS.

DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL
CAMERINOS (SÓTANO) ESCALA 1:75

PLANTA DE TECHOS
SEGUNDO NIVEL (OFICINAS) ESCALA 1:75

NOTA: LAS TUBERÍAS DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES NO DEBEN DE ESTAR DENTRO DE COLUMNAS ESTRUCTURALES, NI ATRAVESAR VIGAS.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA** FECHA: **JULIO, 2012**

CONTENIDO: **DRENAJES** ESCALA: **INDICADA**

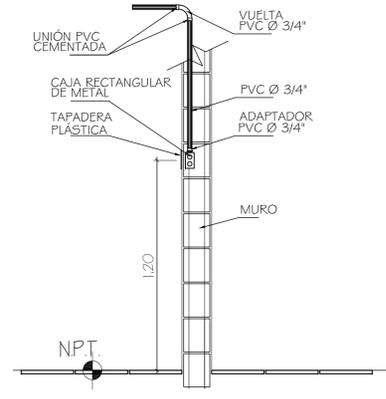
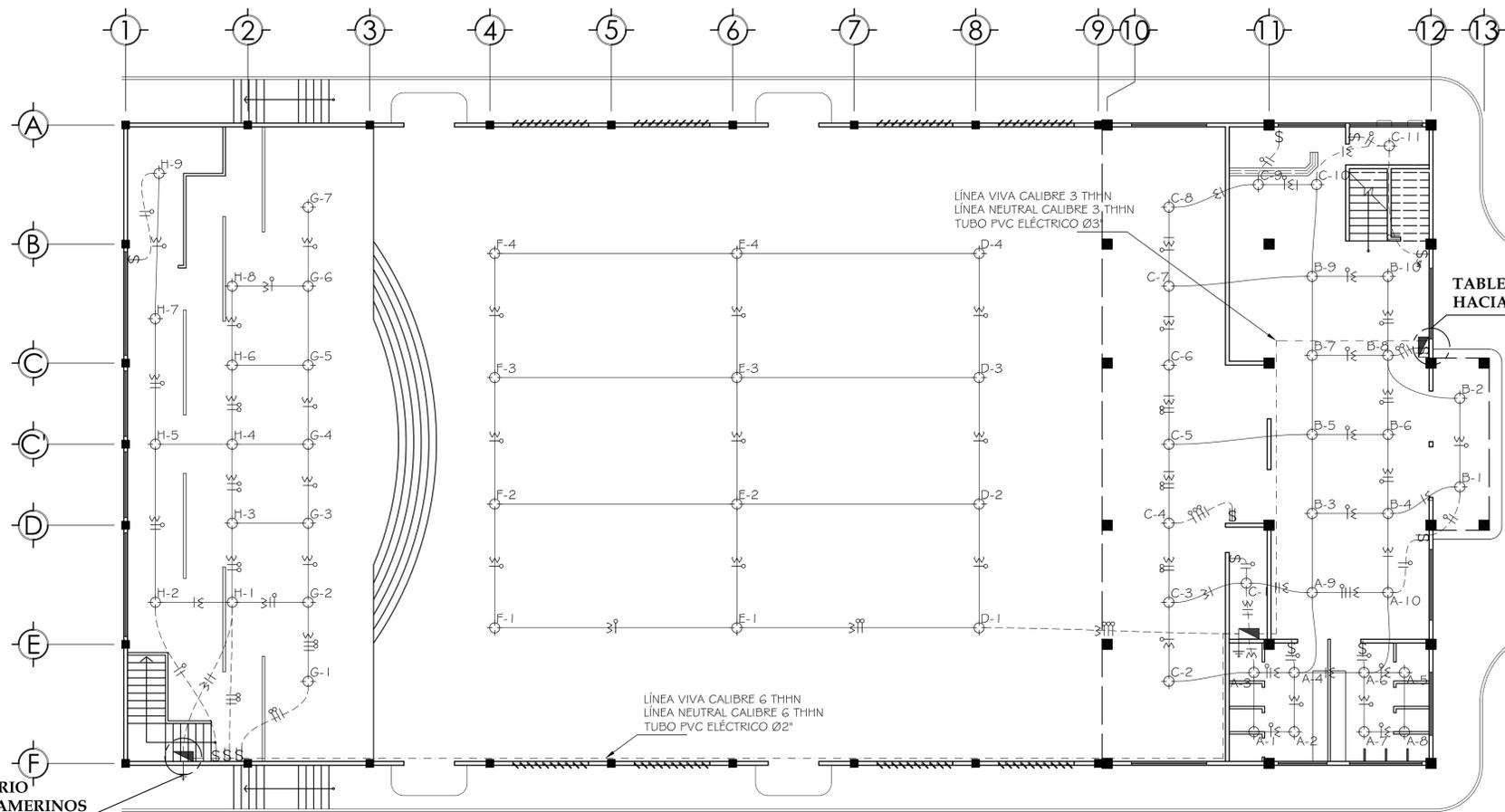
HOJA: **U** HOJA: **HOJA**

CÁLCULO: **LESTER HERNÁNDEZ** DISEÑO: **LESTER HERNÁNDEZ** DIBUJO: **LESTER HERNÁNDEZ** E: **22**

A: **25**

I: **25**

ING. JUAN MERCK ASESOR ALCALDE MUNICIPAL LESTER HERNÁNDEZ EJECA

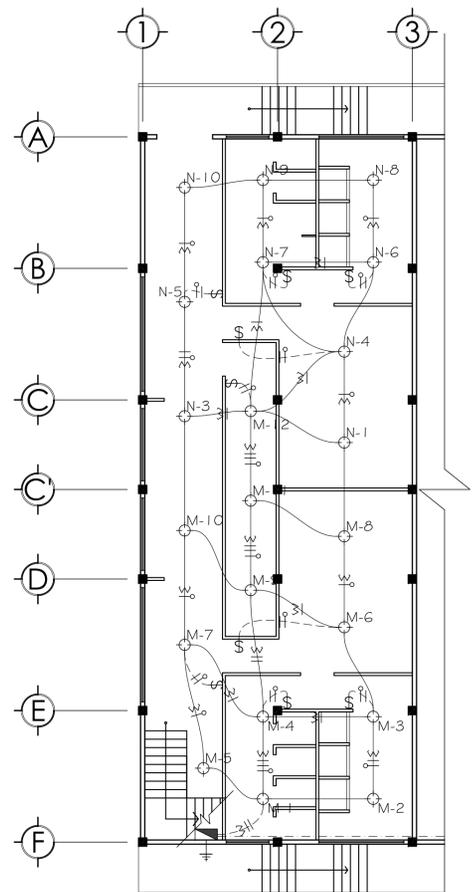


DETALLE INTERRUPTOR EN MURO
SIN ESCALA

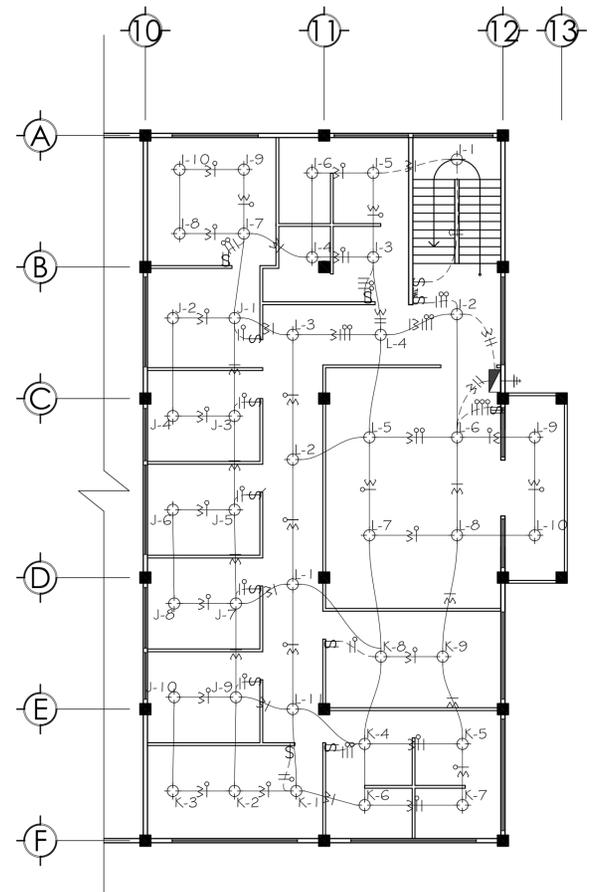
TABLERO SECUNDARIO BAJO GRADAS DE CAMERINOS

TABLERO SECUNDARIO HACIA 2do. NIVEL

ILUMINACIÓN SALÓN
ESCALA 1:125



ILUMINACIÓN CAMERINOS
ESCALA 1:125



ILUMINACIÓN OFICINAS
ESCALA 1:125

SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN		ESPECIFICACIONES	
⊕	ILUMINACIÓN EN CIELO	⊕	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
⊕	ILUMINACIÓN EN PARED TIPO PLAFONERO H=1.80 S.N.P.T.	⊕	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
⊕	ILUMINACIÓN PARA PROYECTORES (REFLECTORES)	⊕	INTERRUPTOR TRIPLE H=1.20 S.N.P.T.
⊕	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 THHN O INDICADO	⊕	INTERRUPTOR THREE WAYS (VIAS) SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
⊕	LÍNEA DE FUENTE CALIBRE 12 THHN O INDICADO	⊕	INTERRUPTOR Y TOMACORRIENTE Y LAMPARA SIMPLE, H=1.20 S.N.P.T.
⊕	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 THHN O INDICADO	⊕	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
⊕	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA	⊕	CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
⊕	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED	⊕	SALIDA DE INSTALACIÓN DE TIMBRE H=1.80 S.N.P.T.
⊕	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO	⊕	PULSOR DE TIMBRE H=1.20 S.N.B.T.

- COLOR PARA ALAMBRAR:
POSITIVO = ROJO
NEGATIVO = BLANCO
RETORNO = AMARILLO
VERDE = TIERRA FÍSICA
- TODA LA TUBERÍA SERÁ PVC ELÉCTRICO DE 4/3" O INDICADO.
- LA TUBERÍA ELÉCTRICA DEBERÁ QUEDAR FUERA DE LAS COLUMNAS.
- TODA TUBERÍA DEBERÁ IR EMPOTRADA EN MUROS.

NOTA: LOS PLANOS DE ILUMINACIÓN Y FUERZA DEBEN DE SER REVISADOS Y APROBADOS POR UN ING. ELÉCTRICO.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA**

FECHA: **JULIO, 2012**

ESCALA: **INDICADA**

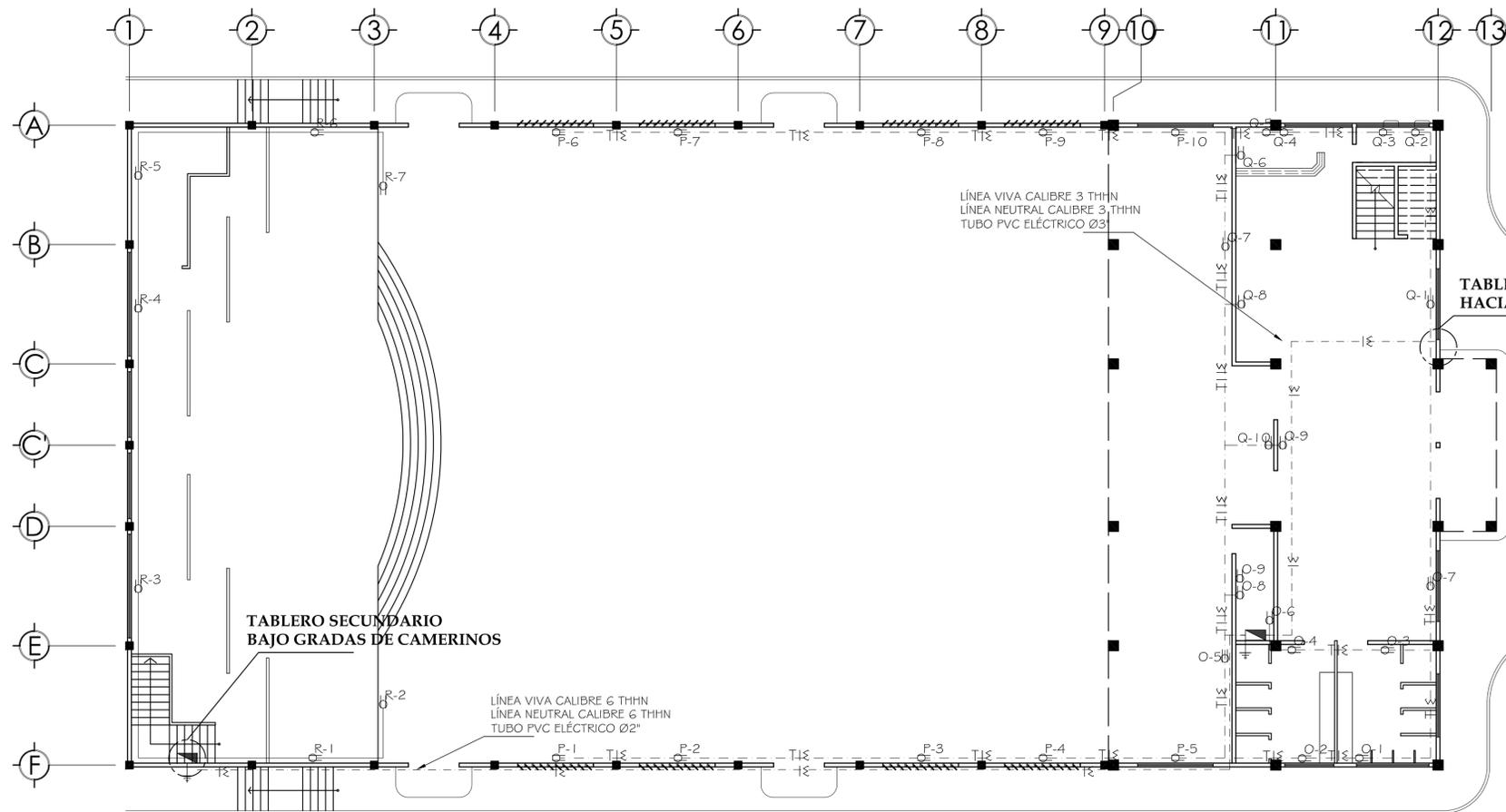
CONTENIDO: **ILUMINACIÓN**

CALCULO: **LESTER HERNÁNDEZ** DISEÑO: **LESTER HERNÁNDEZ** DIBUJO: **LESTER HERNÁNDEZ**

ING. JUAN MERCK ASESOR ALCALDE MUNICIPAL LESTER HERNÁNDEZ EJEKTA

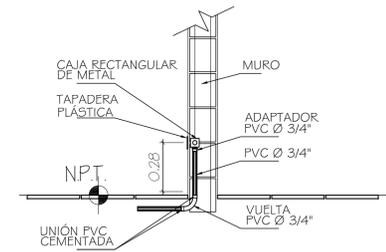
HOJA: **U** **HOJA**

23 / **25**



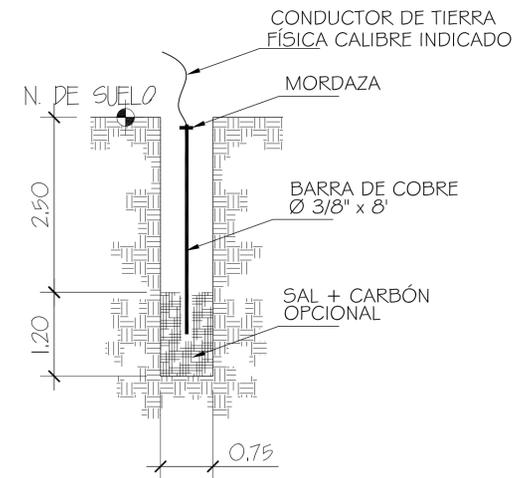
ILUMINACIÓN SALÓN

ESCALA 1:125



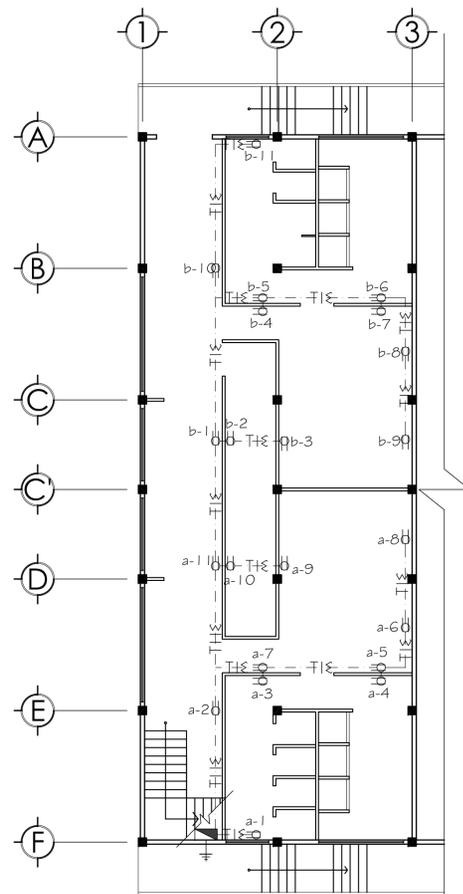
DETALLE TOMACORRIENTE EN MURO

SIN ESCALA



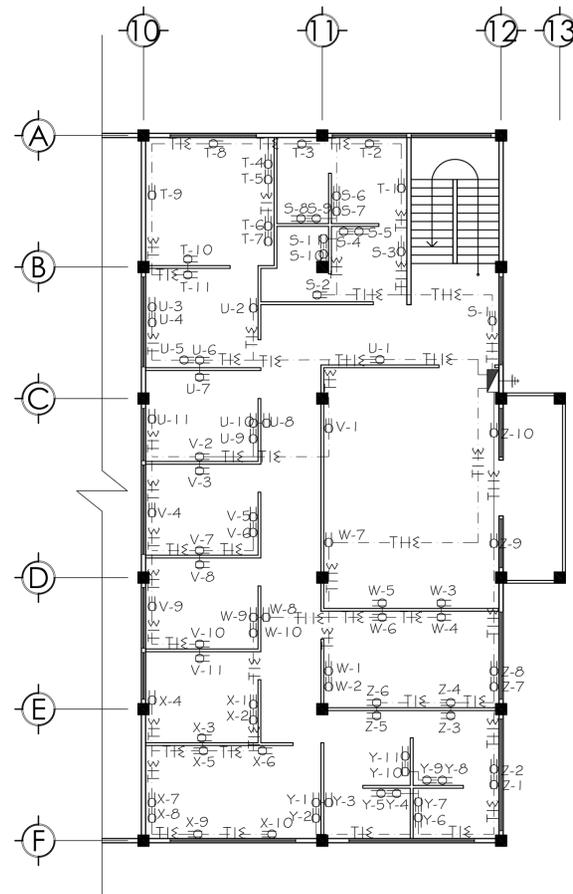
DETALLE TIERRA FÍSICA

SIN ESCALA



FUERZA CAMERINOS

ESCALA 1:125



FUERZA OFICINAS

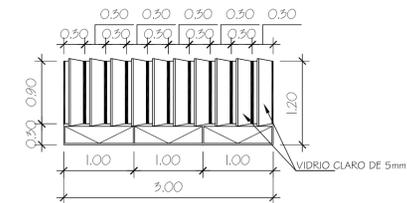
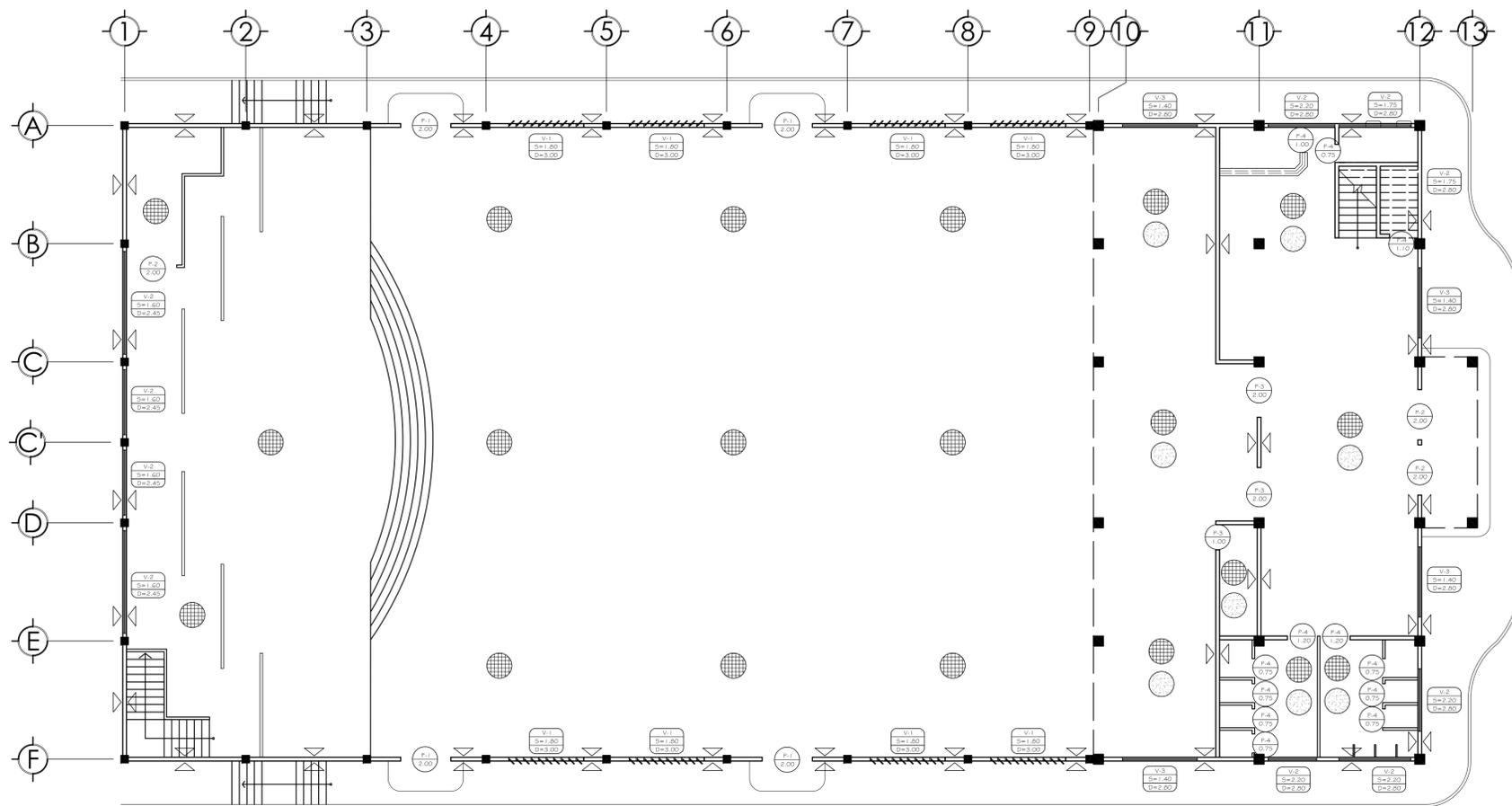
ESCALA 1:125

SIMBOLOGÍA DE FUERZA		ESPECIFICACIONES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 10 THHN O INDICADO		TOMACORRIENTE SIMPLE 240 V. H=0.30 S.N.P.T.
	LÍNEA VIVA CALIBRE 10 THHN O INDICADO		TOMACORRIENTE SALIDA PARA DUCHA 120 V. H=2.00 S.N.P.T.
	LÍNEA DE TIERRA CALIBRE 10 THHN O INDICADO		TOMACORRIENTE SIMPLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
	TUBO PVC ELÉCTRICO 3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA		TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
	TUBO PVC ELÉCTRICO 3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED		TOMACORRIENTE TRIPLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
	TUBO PVC ELÉCTRICO 3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
			CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
			POLARIZACIÓN A TIERRA

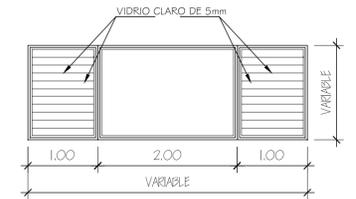
- COLOR PARA ALAMBRAR: POSITIVO = ROJO, NEGATIVO = BLANCO, RETORNO = AMARILLO, VERDE = TIERRA FÍSICA
- TODA LA TUBERÍA SERÁ PVC ELÉCTRICO DE 4/3" O INDICADO.
- LA TUBERÍA ELÉCTRICA DEBERÁ QUEDAR FUERA DE LAS COLUMNAS.
- TODA TUBERÍA DEBERÁ IR EMPOTRADA EN MUROS.

NOTA: LOS PLANOS DE ILUMINACIÓN Y FUERZA DEBEN DE SER REVISADOS Y APROBADOS POR UN ING. ELÉCTRICO.

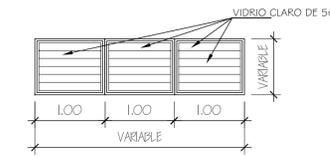
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO:	SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA	
FECHA:	JULIO, 2012	
ESCALA:	INDICADA	
CONTENIDO:	FUERZA	U HOJA
CALCULO:	LESTER HERNÁNDEZ	E 24
DISEÑO:	LESTER HERNÁNDEZ	A
DIBUJO:	LESTER HERNÁNDEZ	I 25
ING. JUAN MERCK ASESOR	ALCALDE MUNICIPAL	LESTER HERNÁNDEZ EPEEIA



VENTANA DE METAL V-1
ESCALA: 1:50



VENTANA DE ALUMINIO V-3
ESCALA: 1:50



VENTANA DE ALUMINIO V-2
ESCALA: 1:50

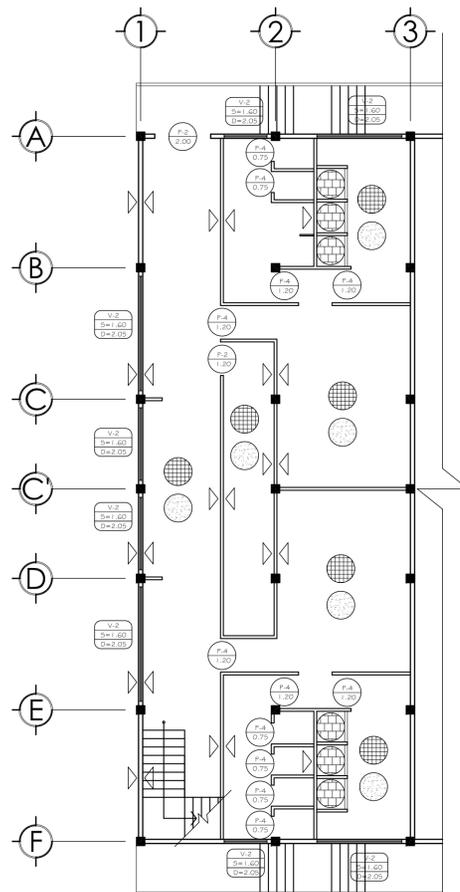
PLANTILLA DE PUERTAS

TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES	MATERIAL
P-1	2.00	2.95	4	METAL
P-2	2.00	2.20	5	METAL
P-3	1.00	2.10	17	ALUMINIO
P-4	0.75	1.40	13	MADERA
P-4	1.20	2.10	10	MADERA

PLANTA DE ACABADOS SALÓN
ESCALA 1:125

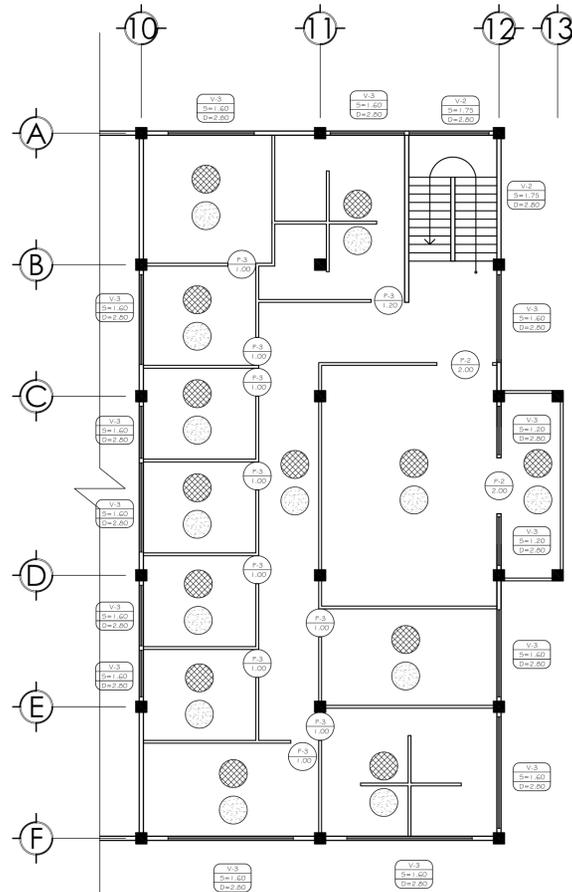
PLANTILLA DE VENTANAS

TIPO	SILLAR	DINTEL	ANCHO	UNIDADES	MATERIAL
V-1	1.80	3.00	3.00	8	METAL
V-2	2.35	2.80	VARIABLE	4	ALUMINIO
V-2	1.60	2.45	VARIABLE	4	ALUMINIO
V-2	1.60	2.05	VARIABLE	8	ALUMINIO
V-2	1.75	2.80	VARIABLE	4	ALUMINIO
V-3	1.40	2.80	VARIABLE	4	ALUMINIO
V-3	1.60	2.80	VARIABLE	12	ALUMINIO
V-3	1.20	2.80	VARIABLE	2	ALUMINIO



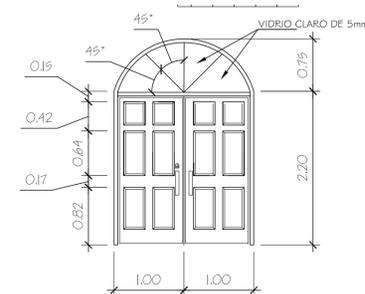
ACABADOS CAMERINOS

ESCALA 1:125

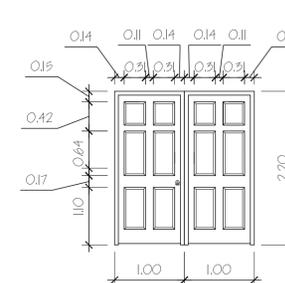


ACABADOS OFICINAS

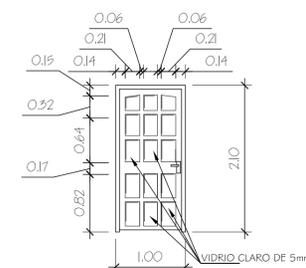
ESCALA 1:125



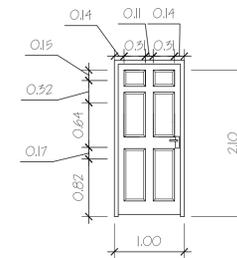
PUERTA DE METAL P-1
ESCALA: 1:50



PUERTA DE METAL P-2
ESCALA: 1:50



PUERTA DE ALUMINIO P-3
ESCALA: 1:50



PUERTA DE MADERA P-4
ESCALA: 1:50

NOMENCLATURA

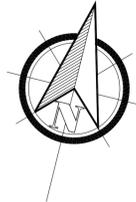
	INDICA TIPO DE PUERTA
	INDICA EL ANCHO DE VANO DE PUERTA
	INDICA TIPO DE VENTANA
	INDICA ALTURA DE SILLAR
	INDICA ALTURA DE DINTEL
	INDICA LEVANTADO DE BLOCK CON REPELLO Y CERNIDO
	INDICA PISO DE GRANITO
	INDICA PISO CERÁMICO DE PRIMERA CALIDAD
	INDICA ACABADO EN CIELO CERNIDO REMOLINADO COLOR BLANCO
	INDICA AZULEJO EN PARED

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, MUNICIPALIDAD DE CHIQUIMULA
FECHA: JULIO, 2012
ESCALA: INDICADA

CONTENIDO: ILUMINACIÓN
U HOJA
E 25
A 25
I 25

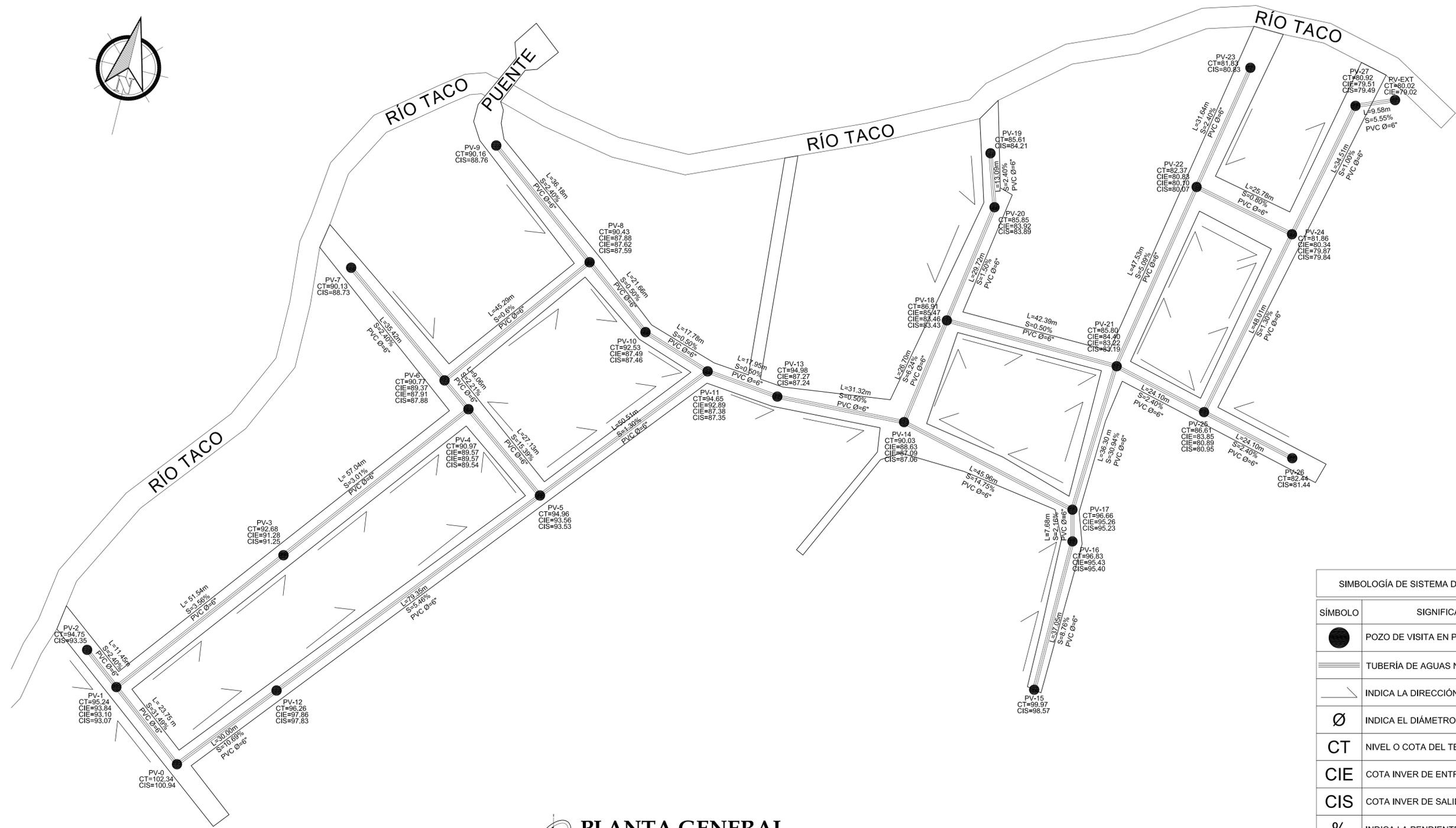
ING. JUAN MERCK ASESOR
ALCALDE MUNICIPAL
LESTER HERNÁNDEZ EJEKETA



DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA: 1:500

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, BARRIO EL MOLINO		FECHA: JUNIO, 2012	
CONTENIDO: DENSIDAD DE VIVIENDA		ESCALA: INDICADA	
CALCULO: LESTER HERNÁNDEZ		DISEÑO: LESTER HERNÁNDEZ	
DIBUJO: LESTER HERNÁNDEZ		U HOJA 1 / 6	
ING. JUAN MÉRCK ASESOR		ALCALDE MUNICIPAL	
LESTER HERNÁNDEZ EPEBTA			

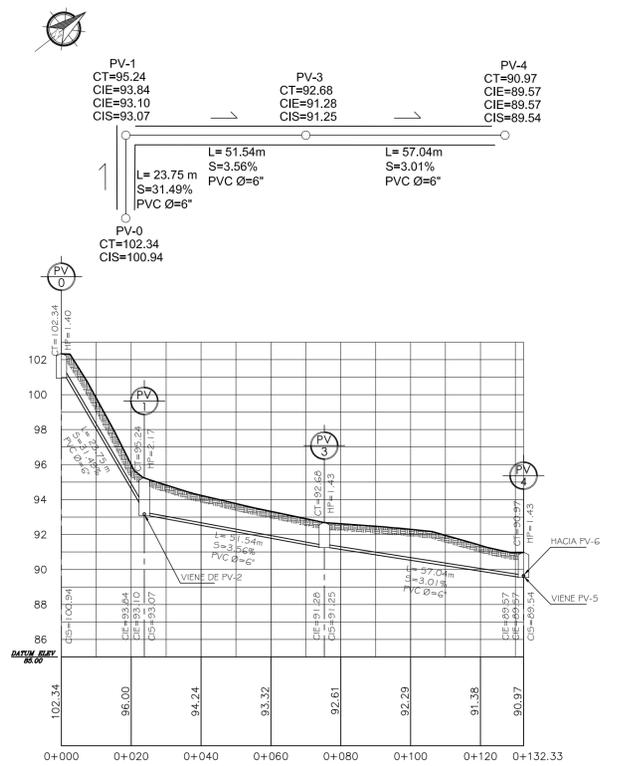


SIMBOLOGÍA DE SISTEMA DE DRENAJE	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
●	POZO DE VISITA EN PLANTA (PV)
—	TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS
→	INDICA LA DIRECCIÓN DE FLUJO
Ø	INDICA EL DIÁMETRO DEL TUBO
CT	NIVEL O COTA DEL TERRENO
CIE	COTA INVER DE ENTRADA
CIS	COTA INVER DE SALIDA
%	INDICA LA PENDIENTE DE LA TUBERÍA

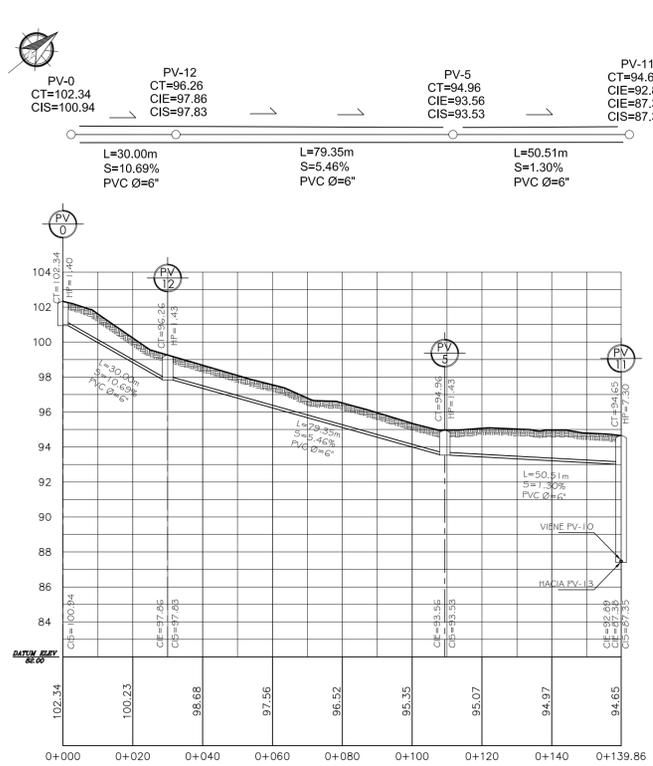
PLANTA GENERAL

ESCALA: 1:500

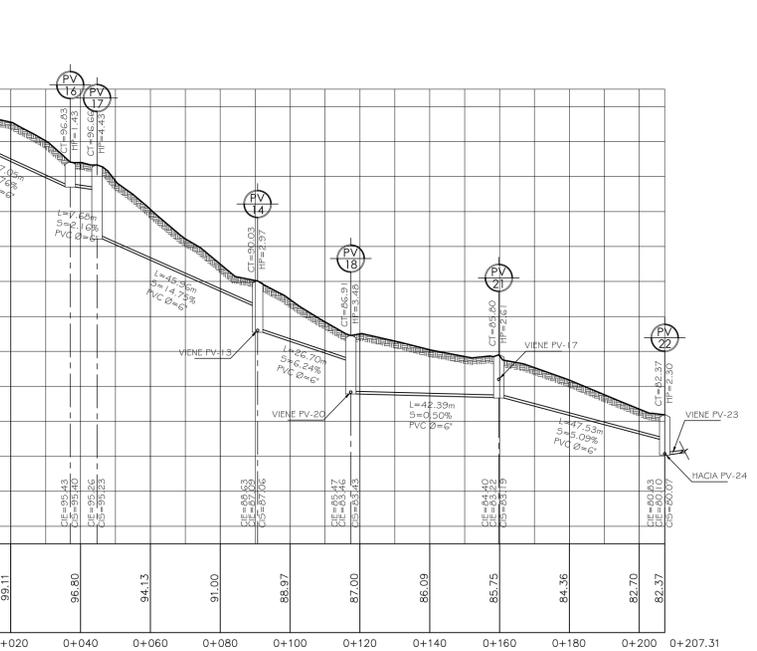
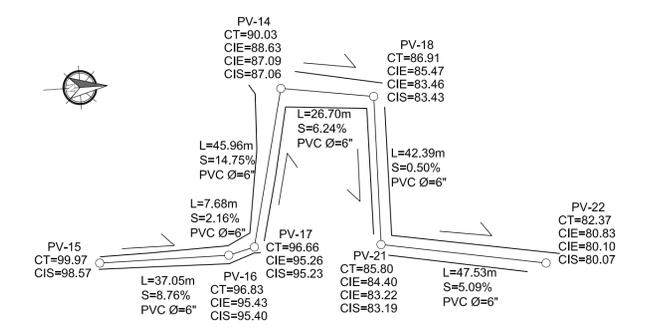
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO								
PROYECTO:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, BARRIO EL MOLINO							
FECHA:	JUNIO, 2012							
ESCALA:	INDICADA							
CONTENIDO:	PLANTA GENERAL	U HOJA						
CALCULO:	LESTER HERNÁNDEZ	<table border="1"> <tr> <td>E</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>6</td> </tr> </table>	E	2	A		I	6
E	2							
A								
I	6							
DISEÑO:	LESTER HERNÁNDEZ							
DIBUJO:	LESTER HERNÁNDEZ							
ING. JUAN MÉRCK ASESOR	ALCALDE MUNICIPAL	LESTER HERNÁNDEZ EPEBTA						



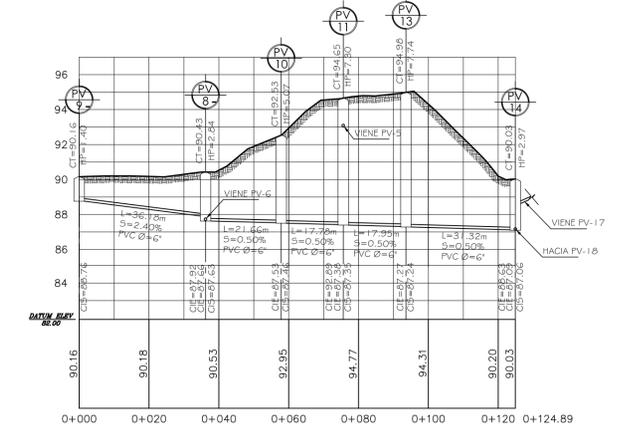
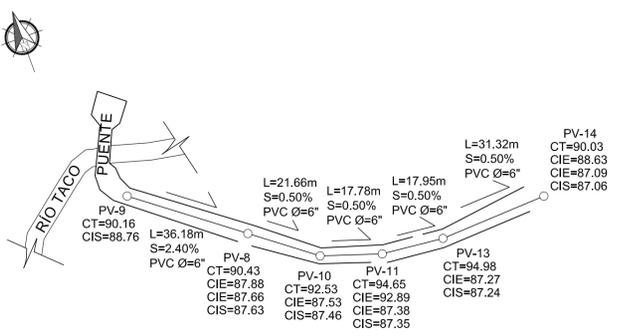
PLANTA PERFIL PV-0 A PV-4
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
 ESCALA VERTICAL: 1:200



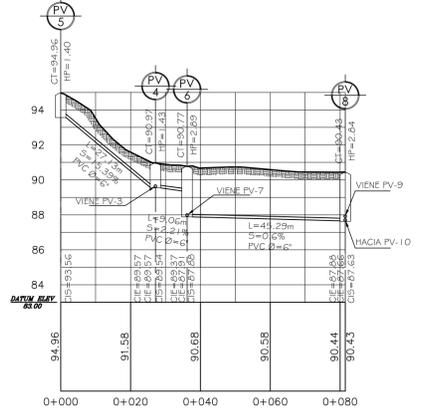
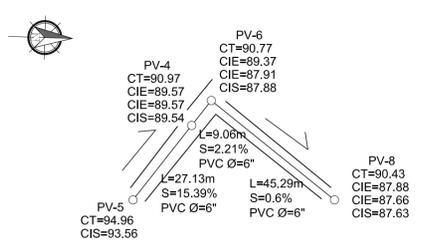
PLANTA PERFIL PV-0 A PV-11
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
 ESCALA VERTICAL: 1:200



PLANTA PERFIL PV-15 A PV-22
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
 ESCALA VERTICAL: 1:200



PLANTA PERFIL PV-9 A PV-14
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
 ESCALA VERTICAL: 1:200



PLANTA PERFIL PV-5 A PV-8
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
 ESCALA VERTICAL: 1:200

SIMBOLOGÍA DE SISTEMA DE DRENAJE	
●	POZO DE VISITA EN PLANTA (PV)
—	TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS
→	INDICA LA DIRECCIÓN DE FLUJO
Ø	INDICA EL DIÁMETRO DEL TUBO
CT	NIVEL O COTA DEL TERRENO
CIE	COTA INVER DE ENTRADA
CIS	COTA INVER DE SALIDA
%	INDICA LA PENDIENTE DE LA TUBERÍA

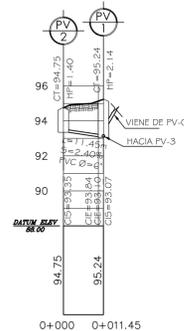
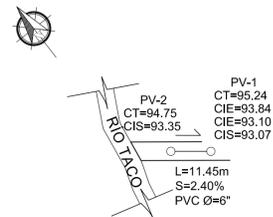
TUBERÍA DE PVC NOVAFORT NORMA ASTM F-949

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, BARRIO EL MOLINO**
 FECHA: JUNIO, 2012
 ESCALA: INDICADA

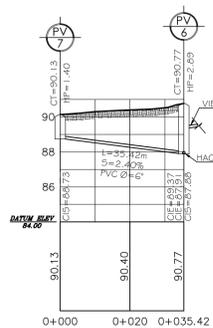
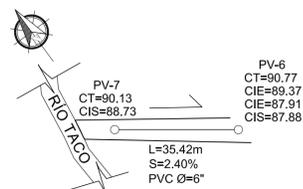
CONTENIDO: PLANTA PERFIL **U** HOJA
 CALCULO: LESTER HERNÁNDEZ DISEÑO: LESTER HERNÁNDEZ DIBUJO: LESTER HERNÁNDEZ **E** 3
A 1 **I** 6

ING. JUAN MERCK ASESOR ALCALDE MUNICIPAL LESTER HERNÁNDEZ EPEBTA



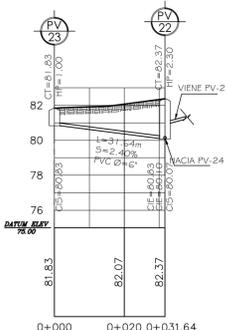
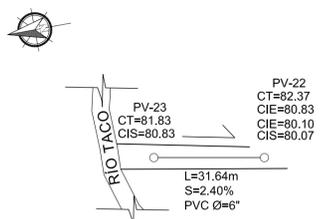
PLANTA PERFIL PV-2 A PV-1

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200



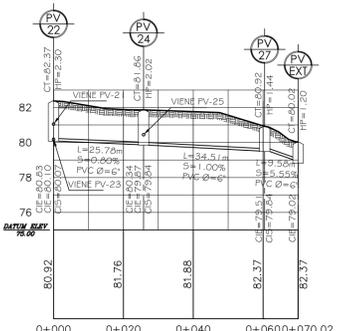
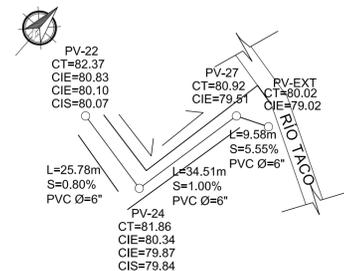
PLANTA PERFIL PV-7 A PV-6

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200



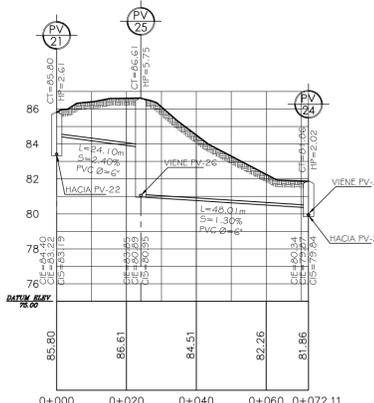
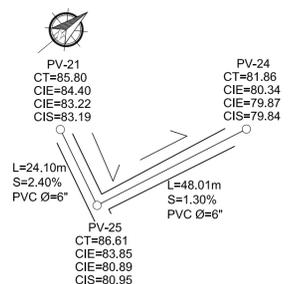
PLANTA PERFIL PV-23 A PV-22

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200



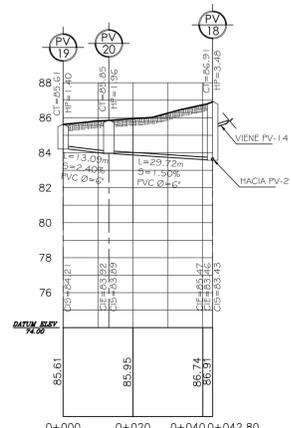
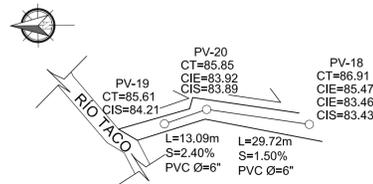
PLANTA PERFIL PV-22 A PV-27

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200



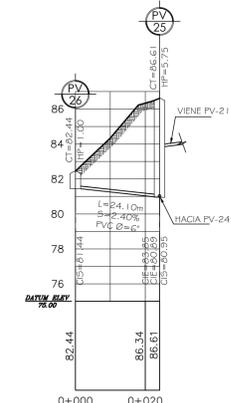
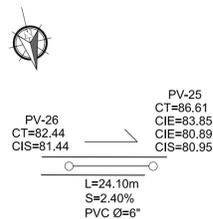
PLANTA PERFIL PV-21 A PV-24

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200



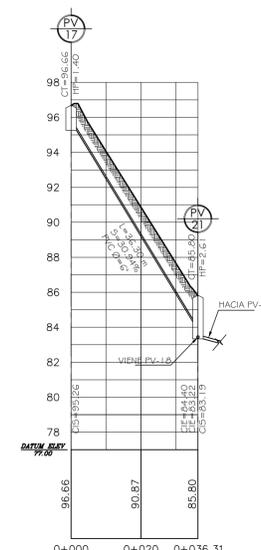
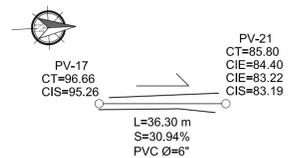
PLANTA PERFIL PV-19 A PV-18

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200



PLANTA PERFIL PV-26 A PV-25

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200



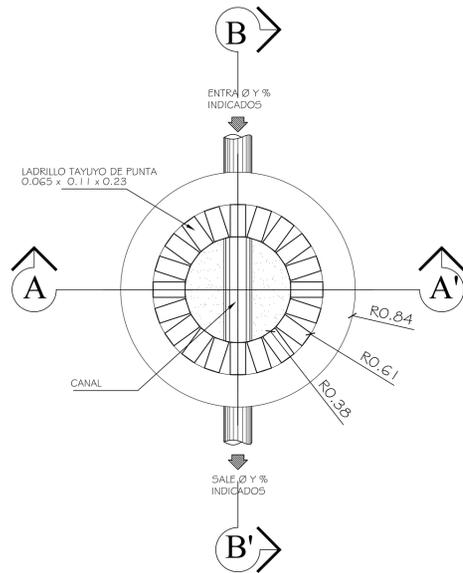
PLANTA PERFIL PV-17 A PV-21

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:200

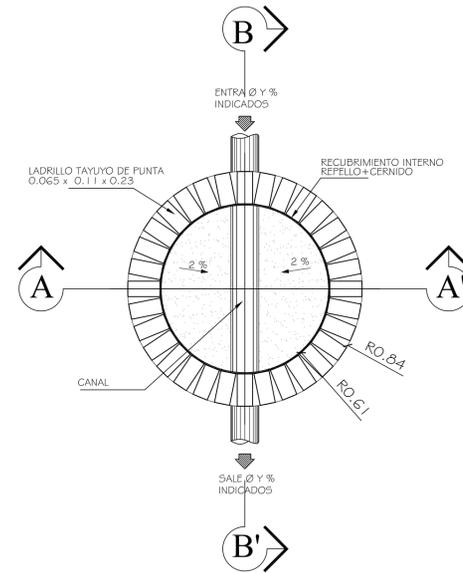
SIMBOLOGÍA DE SISTEMA DE DRENAJE	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	POZO DE VISITA EN PLANTA (PV)
	TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS
	INDICA LA DIRECCIÓN DE FLUJO
\emptyset	INDICA EL DIÁMETRO DEL TUBO
CT	NIVEL O COTA DEL TERRENO
CIE	COTA INVER DE ENTRADA
CIS	COTA INVER DE SALIDA
%	INDICA LA PENDIENTE DE LA TUBERÍA

TUBERÍA DE PVC NOVAFORT NORMA ASTM F-949

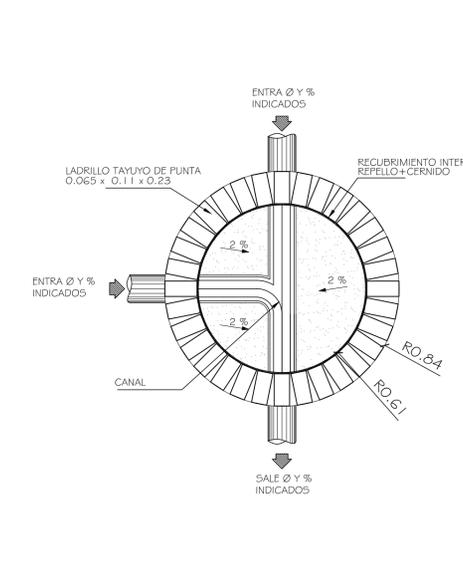
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		FECHA: JUNIO, 2012	
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, BARRIO EL MOLINO		ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: PLANTA PERFIL		U	HOJA
CALCULO: LESTER HERNÁNDEZ	DISEÑO: LESTER HERNÁNDEZ	E	4
		A	1
ING. JUAN MÉRCK ASESOR		LESTER HERNÁNDEZ EPEBTA	



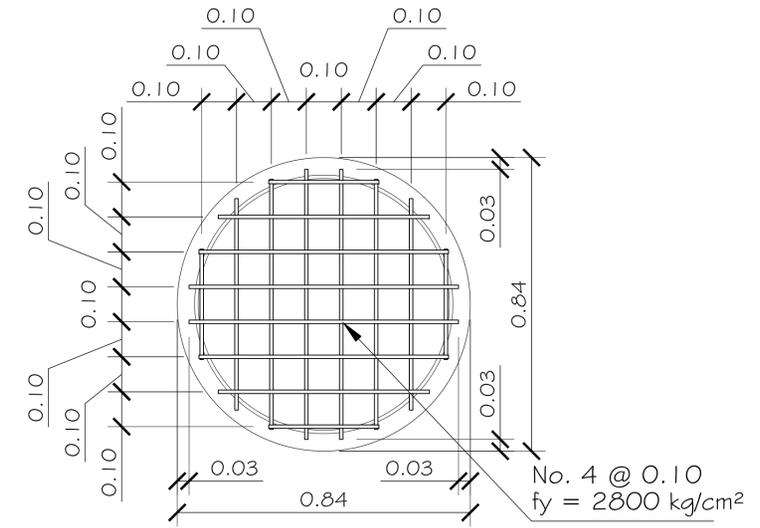
POZOS DE VISITA TÍPICO PLANTA SUPERIOR ESCALA: 1:25



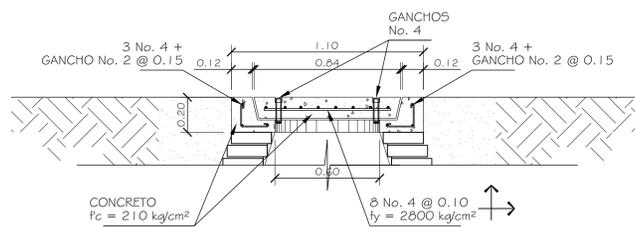
POZOS DE VISITA TÍPICO PLANTA INFERIOR ESCALA: 1:25



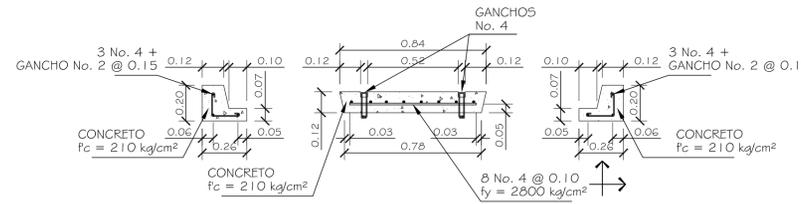
POZOS DE VISITA TÍPICO DE DOS ENTRADAS PLANTA INFERIOR ESCALA: 1:25



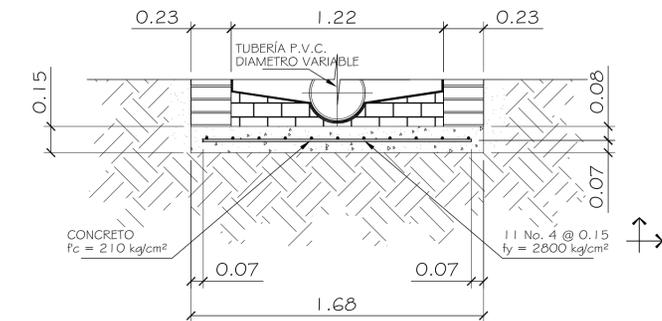
DETALLE ARMADO DE TAPADERA ESCALA: 1:10



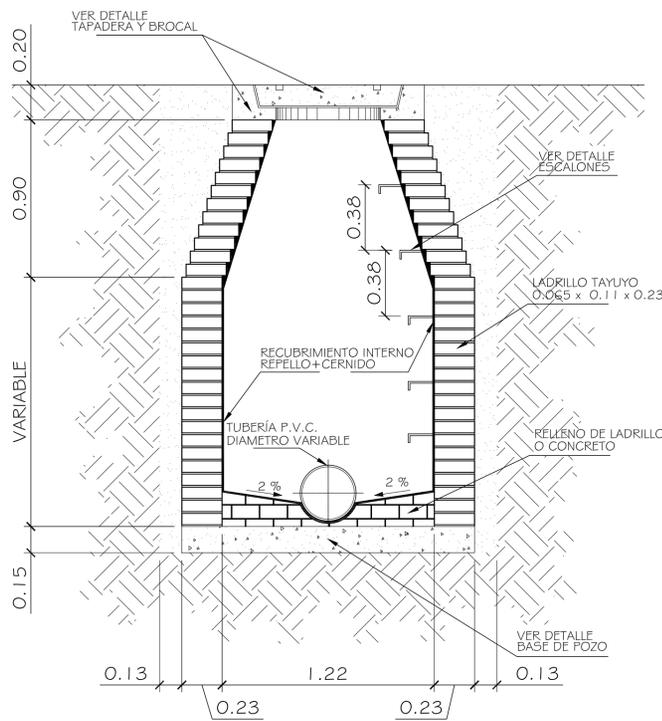
DETALLE BROCAL Y TAPADERA ESCALA: 1:20



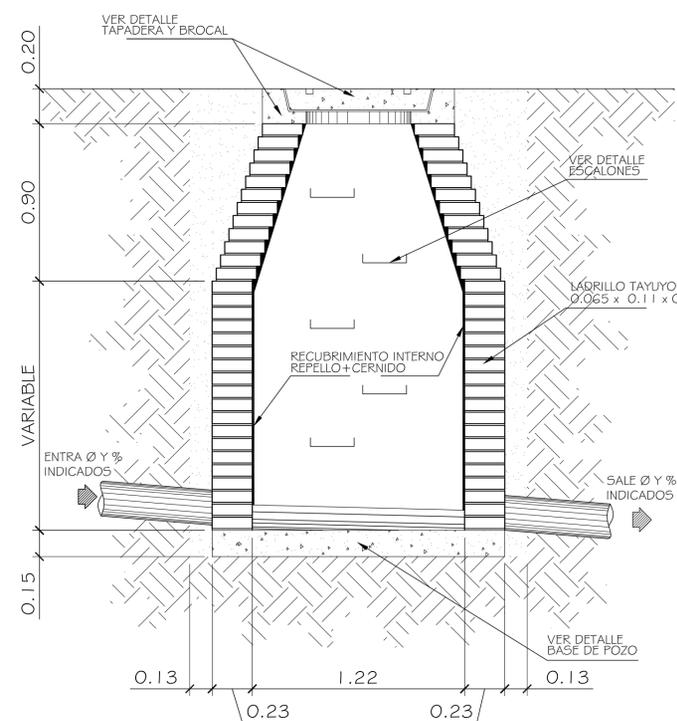
DETALLE DE BROCAL Y TAPADERA ESCALA: 1:20



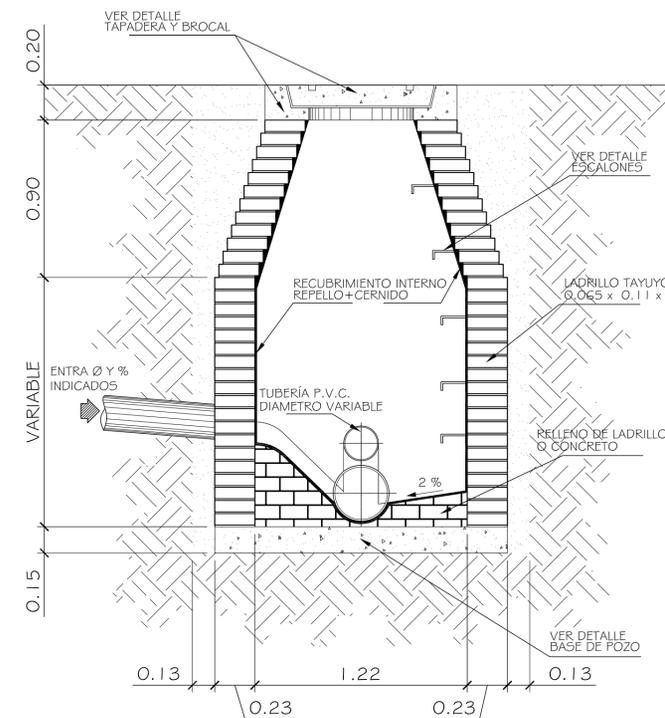
DETALLE BASE DE POZO ESCALA: 1:20



POZOS DE VISITA TÍPICO CORTE A-A MENORES DE 3.00m ESCALA: 1:20



POZOS DE VISITA TÍPICO CORTE B-B MENORES DE 3.00m ESCALA: 1:20



POZOS DE VISITA TÍPICO DOS ENTRADAS MENORES DE 3.00m ESCALA: 1:20

ESPECIFICACIONES

- ACERO:**
1. EL ACERO DEBERÁ TENER UN FY DE 2800 KG/CM².
- CONCRETO:**
1. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN FC DE 210 KG/CM².
2. EL RECURRIMIENTO MÍNIMO PARA LA BASE SERÁ DE 7 CENTÍMETROS, EL BROCAL Y LA TAPADERA SERÁN DE 3 A 5 CENTÍMETROS.
- CARGAS (RESISTENCIA)**
CONCRETO 2,100 KG/CM²
CÓDIGOS DE DISEÑO ACI 318 / 2005
- MAMPOSTERÍA**
1. LA MAMPOSTERÍA SERÁ DE ACUERDO A LA NORMA C-62 DE LA ASTM.
2. SE UTILIZARÁ LADRILLO TAYUYO DE 0.065 X 0.11 X 0.23 O LADRILLO PERFORADO DE IGUAL DIMENSIÓN.
3. EL ÁREA DE VACIOS EN LADRILLOS PERFORADOS, NO DEBERÁ SER MAYOR DEL 25% DEL ÁREA TOTAL.
4. EL LADRILLO TENDRÁ UNA RESISTENCIA DE 84 KG/CM².
- MORTERO (SABETA)**
1. PROPORCIÓN 1:3 (1 DE CEMENTO + 3 DE ARENA DE RÍO).
2. EL AGUA A USARSE DEBERÁ SER LIMPIA Y LIBRE DE ÁCIDOS, ACEITE, SAL Y SUSTANCIAS DAÑINAS.
3. EL CEMENTO A USARSE SERÁ PORTLAND TIPO I CONFORME LA NORMA C-1446 DE LA ASTM.
- TUBERÍA DE PVC**
1. LA TUBERÍA DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA DE FABRICACIÓN ASTM F-398, NO DEBE USARSE TUBERÍA DE DIÁMETRO MENOR A LA INDICADA EN LOS PLANOS.
2. TODA LA TUBERÍA SE COLOCARÁ ALINEADA CON EL DENIVEL INDICADO EN LOS PLANOS.
- NOTAS**
LOS BROCALES Y TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN CURARSE SEGÚN ESPECIFICACIONES AGI ANTES DE SU INSTALACIÓN, ADEMÁS COLOCARLES NOMENCLATURA DE ACUERDO AL PLANO DE REP. GENERAL.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, BARRIO EL MOLINO	FECHA: JUNIO, 2012
CONTENIDO: DETALLES DE POZOS DE VISITA	ESCALA: INDICADA	U	HOJA
CALCULO: LESTER HERNÁNDEZ	DISEÑO: LESTER HERNÁNDEZ	E	5
ING. JUAN MÉRCK ASESOR	ALCALDE MUNICIPAL	A	6
LESTER HERNÁNDEZ EPESITA		I	

ANEXOS

Anexo 1. Ensayo de compresión triaxial



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

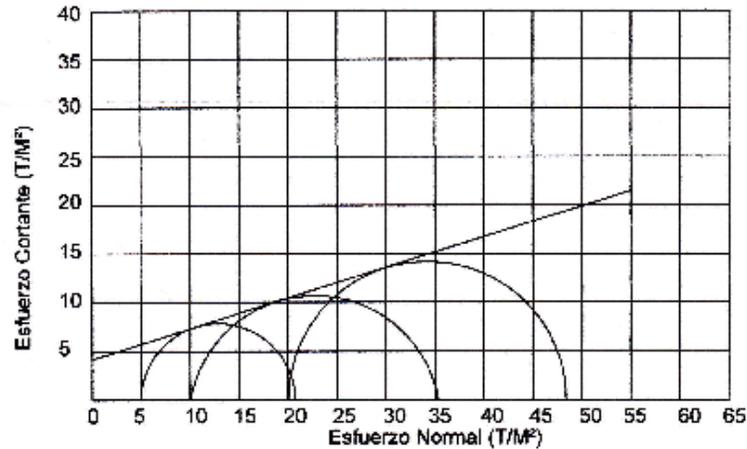


Nº 15934

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 380 S.S. O.T.: 28,531

INTERESADO: Lester Ivan Hernández Juárez
PROYECTO: EPS "Diseño de la Edificación de dos niveles para Salón de Usos Múltiples
Ubicación: Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Fecha: 20 de Septiembre 2011
pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 17.48$ COHESIÓN: $C_u = 4.16$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Limo arenoso color café
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	15.89	25.98	28.39
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er(%)	1.5	2.5	3.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.12	1.12	1.12
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.56	1.56	1.56
HUMEDAD (%H)	40.4	40.4	40.4

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cando Morales
DIRECTORA CII/USAC



Atentamente,

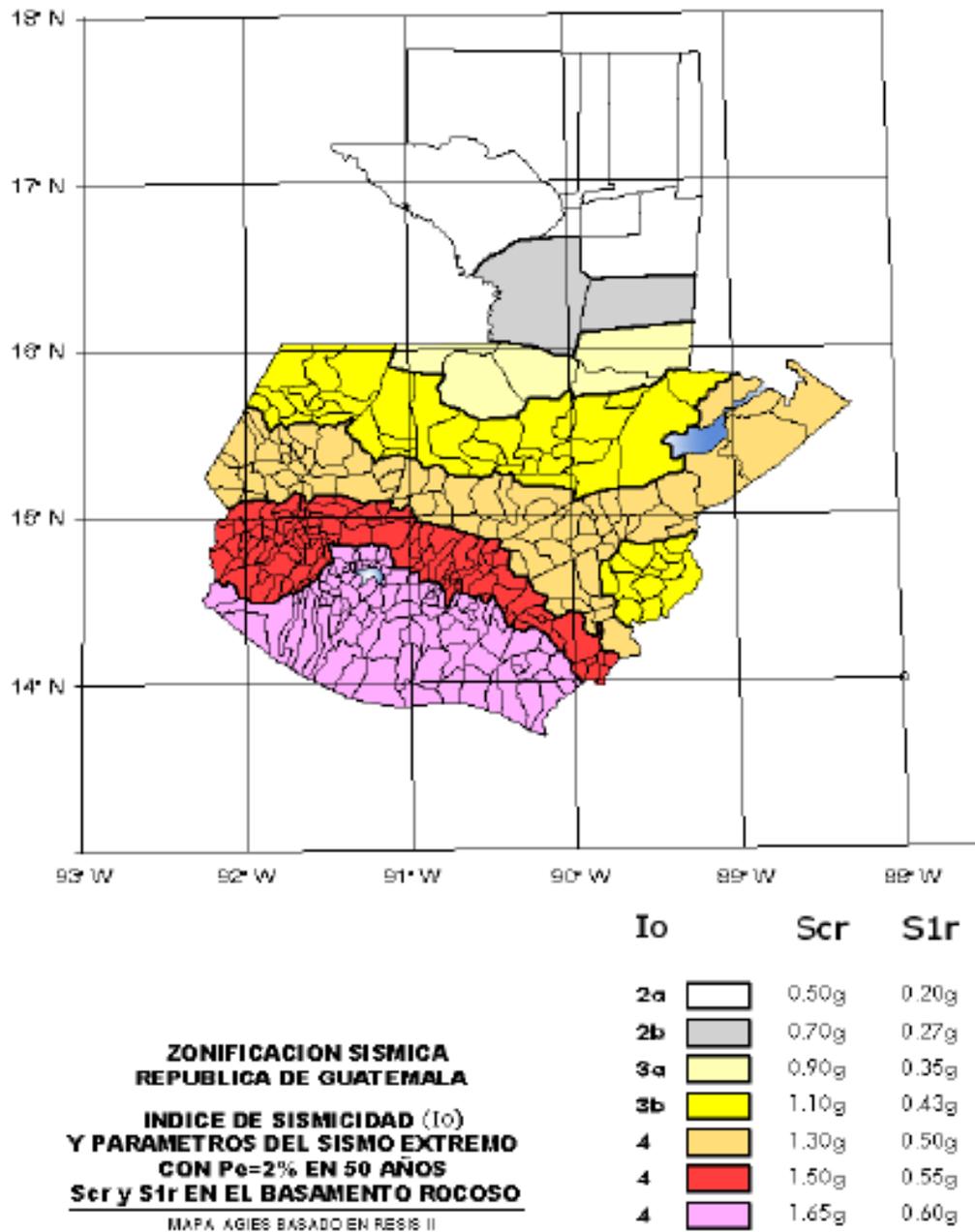
Ing. Omar Enrique Méndez Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC
Edificio I-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-2992, Planta 2445-9500 Fax: 1502, 1633; 2476-3993
Página web: http://cii.usac.edu.gt

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos del CII/USAC.

Anexo 2. **Mapa de zonificación sísmica para la república de Guatemala**



Fuente: AGIES NSE 2-10, Figura 4.1 Mapa de zonificación sísmica de la república de Guatemala, p14.