



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

**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y PARQUE CENTRAL  
DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO,  
DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**

**Jheyson Manuel Zepeda Chau**

Asesorada por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, abril de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y PARQUE CENTRAL  
DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO,  
DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA  
TRABAJO DE GRADUACIÓN**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JHEYSON MANUEL ZEPEDA CHAU**  
ASESORADA POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2011

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	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P. A. José Alfredo Ortiz Henricx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
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 DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y PARQUE CENTRAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 8 de febrero de 2010.

  
Jheyson Manuel Zepeda Chau



Guatemala 09 de noviembre de 2010.

Ref.EPS.DOC.1117.11.10.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Jheyson Manuel Zepeda Chau** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200117651**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y PARQUE CENTRAL, DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA”**.

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

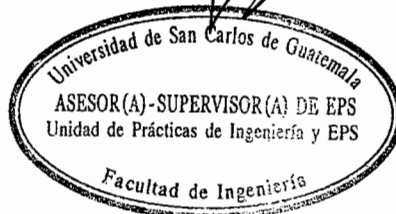
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

~~“Id y Enseñad a Todos”~~

~~Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil~~

c.c. Archivo  
MAAO/ra





Guatemala, 09 de noviembre de 2010.  
Ref.EPS.D.821.11.10

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

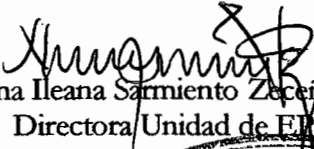
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y PARQUE CENTRAL, DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Jheyson Manuel Zepeda Chau**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

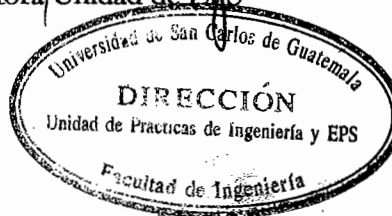
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano  
Directora/Unidad de EPS

NISZ/ra





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



Guatemala,  
28 de enero de 2011

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y PARQUE CENTRAL, DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Jheyson Manuel Zepeda Chau, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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.



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



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Jheyson Manuel Zepeda Chau, titulado DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y PARQUE CENTRAL, DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, abril de 2011

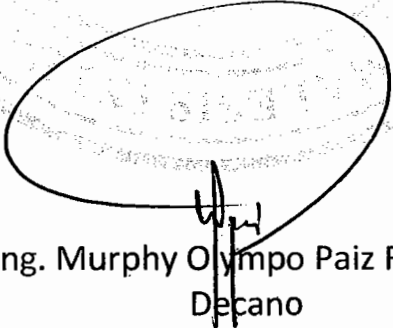
/bbdeb.





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y PARQUE CENTRAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**, presentado por el estudiante universitario **Jheyson Manuel Zepeda Chau**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, 8 de abril de 2011

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios**

Ser Supremo que está permitiendo que esto suceda.

**Mis padres**

Manuel de Jesús Zepeda Álvarez y Delia Orbelina Chau Díaz gracias por sus consejos, por la estabilidad emocional y económica para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido hacer realidad sin ustedes.

**La Universidad de San Carlos de Guatemala**

Casa del saber, de la cual siempre he estado orgulloso de pertenecer y ahora más aún egresar.

**Mi asesor**

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta por sus consejos, sugerencias, opiniones, que ahora me hacen sentir muy satisfecho por el trabajo realizado.

**Mi hermana y cuñado**

Por ser un ejemplo a seguir, sus consejos, comentarios, ayuda durante mi etapa educativa y en todas las circunstancias posibles.

**Mi sobrina**

Styvalys que ha dado mucha luz en nuestras vidas, para que este triunfo sea ejemplo y compromiso para su camino por la vida.

**Mis tíos y tías**

Porque sé que comparten conmigo y mis padres esta felicidad.

**Mis primos y primas**

Gracias por todos los momentos y experiencias, se que también comparten conmigo esta felicidad.

**Todos mis amigos**

Pasados y presentes; por ayudarme a crecer y madurar como persona y por estar siempre conmigo apoyándome en todas las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría, los recuerdo. Y a todos aquellos, que han quedado en los recintos más escondidos de mi memoria, pero que han sido partícipes en las diferentes etapas de mi vida, gracias.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Dios**

Por permitirme llegar a este momento tan importante de mi vida

**Mis padres**

Por su amor, paciencia, comprensión y apoyo sin condiciones ni medida. Gracias por darme la educación que es la mejor herencia que un hijo puede recibir, puesto que es la principal herramienta de la vida. Gracias por enseñarme que hay muchas cosas por aprender y que todo esfuerzo es al final recompensado. Siempre serán mi inspiración para alcanzar mis metas. Este esfuerzo que ahora se convierte en un triunfo; no es sólo mío sino de ustedes.

**Municipalidad de Santa Cruz Naranjo y su personal**

Por permitirme llevar a cabo mi proyecto; por recibirme y darme un espacio durante el lapso de mi tesis, por facilitarme el acceso a la información requerida para alcanzar los objetivos trazados. Y

A los compañeros mil gracias por su apoyo y amistad incondicional.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV

## 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Aspectos geográficos	1
1.1.1. Localización del municipio	1
1.1.2. Definición política	2
1.1.3. Clima	2
1.1.4. Geología	2
1.1.5. Hidrografía	3
1.1.6. Zonas de vida	3
1.2. Caracterización Socioeconómica	4
1.2.1. Información general	4
1.2.2. Economía y producción	4
1.2.3. Organización social	5

---

## 2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de edificio municipal	7
2.1.1. Descripción del proyecto	7

2.1.2.	Descripción del área disponible	7
2.1.2.1.	Localización del terreno	7
2.1.2.2.	Topografía del terreno	8
2.1.3.	Evaluación de la calidad del suelo	8
2.1.3.1.	Estudio de Mecánica de Suelos	8
2.1.3.1.1.	Ensayo de compresión triaxial	8
2.1.3.1.2.	Análisis granulométrico	11
2.1.3.1.3.	Límites de Atterberg	14
2.1.4.	Normas para el diseño de edificios públicos	17
2.1.4.1.	Accesos	17
2.1.4.1.1.	Población general	17
2.1.4.1.2.	Personas con capacidades especiales	18
2.1.4.1.3.	Bodegas	20
2.1.4.2.	Criterios de iluminación	21
2.1.4.3.	Criterios de ventilación	21
2.1.4.4.	Otros criterios	22
2.1.4.5.	Instalaciones	23
2.1.4.5.1.	Eléctricas	23
2.1.4.5.2.	Agua potable	23
2.1.4.5.3.	Drenajes	24
2.1.5.	Diseño arquitectónico	24
2.1.5.1.	Ubicación de edificio en el terreno	25
2.1.5.2.	Distribución de ambientes	25
2.1.5.3.	Altura de edificio	25
2.1.6.	Análisis estructural	26
2.1.6.1.	Sistema estructural	26
2.1.6.2.	Predimensionamiento de elementos estructurales	26

2.1.6.2.1.	Predimensionamiento de columnas circulares	26
2.1.6.2.2.	Predimensionamiento de columnas cuadradas	28
2.1.6.2.3.	Predimensionamiento de vigas	30
2.1.6.2.4.	Predimensionamiento de losas	32
2.1.6.2.5.	Predimensionamiento de zapatas	33
2.1.6.3.	Cargas de diseño aplicables	34
2.1.6.3.1.	Cargas verticales	34
2.1.6.3.2.	Cargas horizontales	36
2.1.6.4.	Modelo matemático de marcos rígidos	37
2.1.6.5.	Análisis de marcos por medio del método de análisis estructural	80
2.1.6.6.	Diagramas de momentos en marcos	94
2.1.6.7.	Diagramas de envolvente de momentos en marcos	106
2.1.6.8.	Diagramas de corte último en marcos	111
2.1.7.	Diseño estructural	116
2.1.7.1.	Diseño de losas	116
2.1.7.2.	Diseño de vigas	121
2.1.7.3.	Diseño de columnas	129
2.1.7.4.	Diseño de cimientos	144
2.1.7.4.1.	Zapatas concéntricas	144
2.1.7.4.2.	Zapatas excéntricas	152
2.1.7.5.	Diseño de escaleras	161



2.1.7.6.	Diseño de módulos de mampostería reforzada	168
2.1.8.	Instalaciones	175
2.1.8.1.	Agua potable	175
2.1.8.2.	Drenajes	175
2.1.8.3.	Eléctricas	175
2.1.9.	Planos Constructivos	177
2.1.10.	Presupuesto	178
2.1.10.1.	Materiales	178
2.1.10.2.	Mano de obra	178
2.1.10.3.	Costo directo	178
2.1.11.	Evaluación de impacto ambiental inicial	183
2.1.11.1.	Definición del estudio	183
2.1.11.1.1.	Impacto ambiental no significativo	183
2.1.11.1.2.	Impacto ambiental significativo	183
2.1.11.1.2.1.	Fase preliminar o de factibilidad	184
2.1.11.1.2.2.	Fase completa	184
2.1.11.2.	Fines de la evaluación de impacto ambiental	184
2.1.11.3.	Mitigación y compensación	185
2.1.12.	Evaluación económica	186
2.1.12.1.	Valor presente neto	187
2.1.12.2.	Tasa interna de retorno	189

2.2.	Diseño del parque central	193
2.2.1.	Descripción del proyecto	193
2.2.2.	Descripción del área disponible	193
2.2.2.1.	Localización del terreno	193
2.2.2.2.	Topografía del terreno	193
2.2.3.	Evaluación de la calidad del suelo	194
2.2.4.	Normas para el diseño de parques	194
2.2.4.1.	Accesos	194
2.2.4.1.1.	Población general	194
2.2.4.1.2.	Personas con capacidades especiales	195
2.2.4.2.	Instalaciones	196
2.2.5.	Diseño arquitectónico	196
2.2.5.1.	Distribución de áreas	197
2.2.5.1.1.	Verdes	197
2.2.5.1.2.	Recreacionales	197
2.2.5.1.3.	Descanso	197
2.2.5.1.4.	Servicio	197
2.2.6.	Diseño estructural	197
2.2.6.1.	Diseño de losas	198
2.2.6.2.	Diseño de mampostería reforzada	198
2.2.7.	Instalaciones	203
2.2.7.1.	Agua potable	203
2.2.7.2.	Drenajes	203
2.2.7.3.	Eléctricas	208
2.2.8.	Planos Constructivos	209
2.2.9.	Presupuesto	210
2.2.9.1.	Materiales	210
2.2.9.2.	Mano de obra	210

2.2.9.3.	Costo directo	210
2.2.10.	Evaluación de impacto ambiental inicial	213
2.2.11.	Evaluación económica	214
2.2.11.1.	Valor presente neto	214
2.2.11.2.	Tasa interna de retorno	216
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>221</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>		<b>223</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>225</b>
<b>APÉNDICE</b>		<b>227</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>235</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Área tributaria de la columna circular crítica	27
2.	Área tributaria de la columna cuadrada crítica	29
3.	Mapa de zonificación sísmica de Guatemala	38
4.	Distribución de áreas tributarias para el módulo 1	43
5.	Marco en sentido "Y", módulo 1	44
6.	Marco en sentido "X", módulo 1	45
7.	Distribución de áreas tributarias para el módulo 2	49
8.	Marco en sentido "Y", módulo 2	50
9.	Marco en sentido "X", módulo 2	51
10.	Fuerzas por marco en sentido "Y", módulo 1	61
11.	Fuerzas por marco en sentido "X", módulo 1	67
12.	Fuerzas por marco en sentido "Y", módulo 2	73
13.	Fuerzas por marco en sentido "X", módulo 2	79
14.	Convención de signos (método de Kani)	85
15.	Diagrama de momentos en vigas, carga muerta, marco Y, módulo 1	94
16.	Diagrama de momentos en columnas, carga muerta, marco Y, módulo 1	95
17.	Diagrama de momentos en vigas, carga viva, marco Y, módulo 1	96
18.	Diagrama de momentos en columnas, carga viva, marco Y, módulo 1	97
19.	Diagrama de momentos en vigas, fuerza sísmica, marco Y, módulo 1	98
20.	Diagrama de momentos en columnas, fuerza sísmica, marco Y, módulo 1	99
21.	Diagrama de momentos en vigas, carga muerta, marco X, módulo 1	100

22.	Diagrama de momentos en columnas, carga muerta, marco X, módulo 1	101
23.	Diagrama de momentos en vigas, carga viva, marco X, módulo 1	102
24.	Diagrama de momentos en columnas, carga viva, marco X, módulo 1	103
25.	Diagrama de momentos en vigas, fuerza sísmica, marco X, módulo 1	104
26.	Diagrama de momentos en columnas, fuerza sísmica, marco X, módulo 1	105
27.	Diagrama de momentos en vigas, por envolvente de momentos, marco Y, módulo 1	107
28.	Diagrama de momentos en columnas, por envolvente de momentos, marco Y, módulo 1	108
29.	Diagrama de momentos en vigas, por envolvente de momentos, marco X, módulo 1	109
30.	Diagrama de momentos en columnas, por envolvente de momentos, marco X, módulo 1	110
31.	Diagrama de corte último en vigas, marco Y, módulo 1	112
32.	Diagrama de corte último en columnas, marco Y, módulo 1	113
33.	Diagrama de corte último en vigas, marco X, módulo 1	114
34.	Diagrama de corte último en columnas, marco X, módulo 1	115
35.	Detalle de losa prefabricada	120
36.	Armado longitudinal de viga	126
37.	Armado transversal de viga	129
38.	Armado de columna	143
39.	Sección de columna	144
40.	Corte simple en zapata, sección y planta	146
41.	Corte punzonante en zapata, sección y planta	148
42.	Armado de zapata, sección	151

43.	Armado de zapata, planta	151
44.	Planta de zapata excéntrica	153
45.	Esfuerzos en el terreno	154
46.	Análisis de la zapata	155
47.	Armado de zapata excéntrica, sección	160
48.	Armado de zapata excéntrica, planta	160
49.	Planta de gradas	163
50.	Momentos actuantes	164
51.	Distribución de los momento	165
52.	Detalle de armado de gradas	167
53.	Diagrama de flujo de efectivo, edificio municipal	188
54.	Diagrama de la tasa interna de retorno, edificio municipal	191
55.	Diagrama de flujo de efectivo, parque central	215
56.	Diagrama de la tasa interna de retorno, parque central	218

## TABLAS

I.	Análisis de tamices	13
II.	Peso de elementos de la losa prefabricada	33
III.	Cargas muertas	35
IV.	Cargas vivas	36
V.	Factor Z para sismos, según método de la SEAOC	38
VI.	Coeficiente I, según la importancia de la estructura, SEAOC	39
VII.	Coeficiente K, según sistema estructural usado, SEAOC	39
VIII.	Coeficiente S, según tipo de suelo	41
IX.	Cálculo del centro de rigidez, primer nivel, marco "Y", módulo 1	57
X.	Cálculo del centro de masa, primer nivel, marco "Y", módulo 1	57
XI.	Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, primer nivel, marco "Y", módulo 1	58
XII.	Cálculo del centro de rigidez, segundo nivel, marco "Y", módulo 1	59
XIII.	Cálculo del centro de masa, segundo nivel, marco "Y", módulo 1	59
XIV.	Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, segundo nivel, marco "Y", módulo 1	60
XV.	Cálculo del centro de rigidez, primer nivel, marco "X", módulo 1	62
XVI.	Cálculo del centro de masa, primer nivel, marco "X", módulo 1	62
XVII.	Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, primer nivel, marco "X", módulo 1	63
XVIII.	Cálculo del centro de rigidez, segundo nivel, marco "X", módulo 1	64
XIX.	Cálculo del centro de masa, segundo nivel, marco "X", módulo 1	65
XX.	Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, segundo nivel,	

	marco "X", módulo 1	66
XXI.	Cálculo del centro de rigidez, primer nivel, marco "Y", módulo 2	68
XXII.	Cálculo del centro de masa, primer nivel, marco "Y", módulo 2	69
XXIII.	Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, primer nivel, marco "Y", módulo 2	70
XXIV.	Cálculo del centro de rigidez, segundo nivel, marco "Y", módulo 2	70
XXV.	Cálculo del centro de masa, segundo nivel, marco "Y", módulo 2	71
XXVI.	Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, segundo nivel, marco "Y", módulo 2	72
XXVII.	Cálculo del centro de rigidez, primer nivel, marco "X", módulo 2	74
XXVIII.	Cálculo del centro de masa, primer nivel, marco "X", módulo 2	74
XXIX.	Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, primer nivel, marco "X", módulo 2	75
XXX.	Cálculo del centro de rigidez, segundo nivel, marco "X", módulo 2	76
XXXI.	Cálculo del centro de masa, segundo nivel, marco "X", módulo 2	77
XXXII.	Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, segundo nivel, marco "X", módulo 2	78
XXXIII.	Cálculo de bastones para losa prefabricada	120
XXXIV.	Longitudes de anclaje y traslape en mampostería	170
XXXV.	Refuerzo mínimo en columnas	172
XXXVI.	Dimensiones mínimas de soleras	174
XXXVII.	Refuerzos mínimos para soleras	174
XXXVIII.	Presupuesto del edificio municipal	179
XXXIX.	Longitudes de anclaje y traslape en mampostería	200



XL.	Dimensiones mínimas de soleras	202
XLI.	Refuerzos mínimos para soleras	202
XLII.	Datos del diseño de drenaje pluvial del parque central	207
XLIII.	Presupuesto del parque central	211

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>ACI</b>	<i>American Concrete Institute</i>
<b>b</b>	Ancho del elemento en sección
<b>A<sub>ch</sub></b>	Área chica, área del núcleo de la sección tomada a ejes del refuerzo longitudinal exterior
<b>A<sub>s</sub></b>	Área de acero de refuerzo
<b>A<sub>s</sub><sup>máx</sup></b>	Área de acero máximo permitido
<b>A<sub>s</sub><sup>min</sup></b>	Área de acero mínimo permitido
<b>A<sub>s</sub><sup>req</sup></b>	Área de acero requerida
<b>A<sub>v</sub></b>	Área de varilla a utilizar como mínimo
<b>A<sub>z</sub></b>	Área de la zapata
<b>A<sub>g</sub></b>	Área gruesa, área total de la sección del elemento
<b>A<sub>t</sub></b>	Área tributaria
<b>AGIES</b>	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica
<b>P</b>	Carga aplicada a la columna
<b>P<sub>u</sub></b>	Carga axial en la columna
<b>P'<sub>u</sub></b>	Carga de resistencia de la columna
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>W<sub>cm</sub></b>	Carga muerta distribuida
<b>CU</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga viva
<b>W<sub>cv</sub></b>	Carga viva distribuida
<b>Cm</b>	Centro de masa

<b>CR</b>	Centro de rigidez
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b><math>\Psi_P</math></b>	Coefficiente promedio mide el grado de empotramiento a la rotación
<b><math>\Psi_B</math></b>	Coefficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna, en su extremo inferior
<b><math>\Psi_A</math></b>	Coefficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna, en su extremo superior
<b><math>K'_x</math></b>	Coefficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido X
<b><math>K'_y</math></b>	Coefficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido Y
<b><math>\phi</math></b>	Diámetro
<b><math>V_a</math></b>	Esfuerzo de corte actuante
<b><math>V_{cu}</math></b>	Esfuerzo de corte que resiste el concreto
<b>S</b>	Espaciamiento del acero de refuerzo
<b><math>S_{mín}</math></b>	Espaciamiento mínimo del acero de refuerzo por cortante
<b>t</b>	Espesor de la losa
<b>e</b>	Excentricidad
<b><math>e_x</math></b>	Excentricidad en el sentido X
<b><math>e_y</math></b>	Excentricidad en el sentido Y
<b><math>F_{cu}</math></b>	Factor de carga última
<b><math>\bar{u}</math></b>	Factor de corrimiento
<b><math>N_q</math></b>	Factor de flujo de carga
<b><math>N_c</math></b>	Factor de flujo de carga última
<b><math>\beta_d</math></b>	Factor de flujo plástico del concreto
<b><math>\mu</math></b>	Factor de giro
<b><math>Q_n</math></b>	Fuerza cortante de piso
<b>V</b>	Fuerza de corte

<b>F<sub>m</sub></b>	Fuerza por marco
<b>F<sub>n</sub></b>	Fuerza por nivel
<b>I</b>	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en cuenta el acero de refuerzo
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>PSI</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>L</b>	Longitud del elemento
<b>δ</b>	Magnificador de momentos
<b>ml</b>	Metros lineales
<b>M</b>	Momento
<b>M<sub>n</sub></b>	Momento de piso
<b>M<sub>s</sub></b>	Momento de sujeción
<b>M'<sub>x</sub></b>	Momento de trabajo que actúa en el sentido X
<b>M'<sub>y</sub></b>	Momento de trabajo que actúa en el sentido Y
<b>MF</b>	Momento fijo
<b>M<sub>cm</sub></b>	Momento inducido por la carga muerta
<b>M<sub>cv</sub></b>	Momento inducido por la carga viva
<b>MS</b>	Momento inducido por la fuerza sísmica
<b>M(-)</b>	Momento negativo
<b>M(+)</b>	Momento positivo
<b>d</b>	Peralte, efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión
<b>W<sub>acabados</sub></b>	Peso de acabados
<b>W<sub>columna</sub></b>	Peso de la columna
<b>W<sub>losa</sub></b>	Peso de losa
<b>W<sub>muro</sub></b>	Peso de muros
<b>W<sub>viga</sub></b>	Peso de vigas
<b>W<sub>suelo</sub></b>	Peso del suelo sobre zapata

<b>W</b>	Peso distribuido de la estructura
<b>W<sub>i</sub></b>	Peso distribuido por nivel
<b>γ<sub>concreto</sub></b>	Peso específico del concreto
<b>γ<sub>suelo</sub></b>	Peso específico del suelo
<b>ρ<sub>bal</sub></b>	Porcentaje de acero en la falla balanceada
<b>ρ<sub>máx</sub></b>	Porcentaje de acero máximo permitido en un elemento
<b>ρ<sub>mín</sub></b>	Porcentaje de acero mínimo permitido en un elemento
<b>f'<sub>c</sub></b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>f<sub>y</sub></b>	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
<b>V<sub>r</sub></b>	Resistencia al esfuerzo cortante proporcionado por el concreto
<b>SEAOC</b>	<i>Structural Engineers Association of California</i>
<b>Ton</b>	Tonelada
<b>q<sub>d</sub></b>	Valor soporte de diseño
<b>q<sub>bn</sub></b>	Valor soporte neto último
<b>q<sub>o</sub></b>	Valor soporte último

## GLOSARIO

<b>Accesorios</b>	Elementos secundarios en los circuitos de tuberías, tales como codos, tees, yees, reductores, etc.
<b>Acero de refuerzo</b>	Aleación de hierro más carbono en forma de barras corrugadas, en algunos casos lisas, asociadas con el concreto pueden absorber cualquier clase de esfuerzo.
<b>Agregado</b>	Material granular como arena, grava, piedra chancada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio aglomerante para formar hormigón o mortero.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que mide la altura en una extensión territorial.
<b>Bovedilla</b>	Elementos estructurales que actúan como aliviamientos de la losa, que puede ser de arcilla, ladrillo, hormigón, duroport, etc.
<b>Carga muerta</b>	Cargas permanentes soportadas por un elemento, incluyendo el propio.

<b>Carga viva</b>	Consiste, principalmente, en cargas de ocupación en edificios. Éstas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar su ubicación.
<b>Cimentación</b>	Subestructura destinada a soportar el peso de la construcción que gravitará sobre ella, la cual transmitirá sobre el terreno las cargas correspondientes de una forma estable y segura.
<b>Columna</b>	Miembro que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de, por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.
<b>Electromalla</b>	Malla de acero soldada, realizada en fábrica, mediante sistemas de fabricación y controles de calidad.
<b>Envolvente de momentos</b>	Diagrama de momentos donde se superponen los momentos producidos en la estructura por las combinaciones de cargas, para determinar cuales son los momentos críticos y proceder a diseñar los elementos de la estructura con ellos.
<b>Esfuerzo</b>	Magnitud de fuerza aplicada por unidad de área, que soporta un material.
<b>Estribo</b>	Armadura empleada para resistir esfuerzos de corte y de torsión en un elemento estructural.

<b>Estructura</b>	Sistema de elementos que se combinan de una forma ordenada para cumplir una función determinada.
<b>Excentricidad</b>	Distancia comprendida entre el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura.
<b>Longitud de desarrollo</b>	Longitud embebida en el hormigón que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño de la armadura en una sección crítica.
<b>Losa</b>	Estructura de concreto reforzado, que sirve de techo en una construcción o bien como entrepiso.
<b>Marco de concreto</b>	Sistema estructural formado por columnas y vigas de concreto armado para soportar cargas verticales y horizontales.
<b>Momento</b>	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
<b>Muro</b>	Resultado que se obtiene en la construcción, al colocar uno sobre otro, los elementos de mampostería unidos con mortero. Generalmente vertical, empleado para encerrar o separar espacios.
<b>Planimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a medir las proyecciones horizontales de una superficie.



<b>Peso específico</b>	Se define como el peso por unidad de volumen.
<b>Rigidizante</b>	Capacidad de resistencia de un cuerpo a cambiar por las fuerzas exteriores que actúan sobre una superficie.
<b>Solera</b>	Elemento estructural horizontal de un muro, que resiste el esfuerzo.
<b>Topografía</b>	Parte de la geodesia que tiene por objetivo representar el terreno sobre papel, de la manera más exacta posible. Los dibujos que representan un terreno se llaman "planos topográficos", y el conjunto de operaciones que hay que realizar para ejecutar los "levantamientos topográficos o de planos".
<b>Viga</b>	Elemento estructural horizontal de concreto, usado principalmente para soportar cargas.
<b>Vigueta</b>	Elemento prefabricado compuesto de acero de grado 70 y patín de concreto con resistencia a la compresión adecuada.
<b>Zapata</b>	Parte de la estructura situada generalmente, por debajo de la superficie del terreno que trasmite las cargas gravitacionales al suelo.

## RESUMEN

Se presenta una propuesta técnica, para la solución de las necesidades planteadas por la municipalidad de Santa Cruz Naranjo, departamento de Santa Rosa, las cuales fueron definidas a través de un diagnóstico realizado con la participación de las autoridades municipales, así como la de los comités de las diferentes aldeas del municipio.

El trabajo está conformado por dos fases, una de investigación y otra de servicio técnico profesional.

La fase de investigación es de tipo monográfica.

En la fase de servicio técnico profesional, se presenta una propuesta de solución a las necesidades planteadas por la municipalidad, como se describe a continuación:

EL edificio municipal se diseñará tomando en cuenta las normas y criterios generales, tanto de arquitectura como estructurales. En el diseño estructural, se consideran todas las cargas verticales y horizontales que actúan sobre la estructura, así como las fuerzas sísmicas. Una vez obtenidas las cargas se definen las características de los elementos que componen una estructura, como losas, vigas, columnas y zapatas en concreto armado. Concluido el diseño se elaboran los planos y su presupuesto.

El trabajo en el parque central surge con el objetivo de brindar a la población áreas de recreación y descanso en buenas condiciones. Se realizará en base a los principios descritos en el diseño del edificio municipal.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el edificio municipal y el parque central del municipio de Santa Cruz Naranjo, departamento de Santa Rosa, para contribuir con el desarrollo del mismo, aportando soluciones técnicas y funcionales a sus necesidades.

### **Específicos**

1. Realizar de común acuerdo con las autoridades municipales, el diseño arquitectónico del edificio municipal y parque central.
2. Diseñar un edificio municipal adecuado, que llene las expectativas actuales y futuras de la población.
3. Diseñar el parque central de acuerdo a las necesidades de la población, en cuanto a la conservación de áreas verdes, creación de áreas recreacionales y de descanso.



## INTRODUCCIÓN

La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), tiene como fin primordial llevar desarrollo a las comunidades, realizando un estudio pro-desarrollo de la región.

El crecimiento poblacional es un factor importante en la problemática de las comunidades, este fenómeno ocurre actualmente en Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa, el cual ha provocado la demanda de instalaciones adecuadas, para atender a la gran cantidad de habitantes en los asuntos relacionados con el municipio, requiriendo instalaciones que ofrezcan mayor cantidad de ambientes con espacio suficiente para albergar a personas, mobiliario y equipo.

Considerando lo anterior y de acuerdo con las autoridades correspondientes del municipio, se convino planificar la construcción de un edificio municipal y parque central; dicho proyecto abarca desde la arquitectura y distribución de ambientes, hasta el diseño de miembros estructurales y de instalaciones tanto hidráulicas como eléctricas.

Con este trabajo de graduación se pretende dar una solución técnica y económicamente factible a los problemas en mención.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Aspectos geográficos**

### **1.1.1. Localización del Municipio**

El municipio de Santa Cruz Naranjo se encuentra ubicado al Norte del departamento de Santa Rosa. Está delimitado al Norte con el municipio de Santa Rosa de Lima, con el río Las Cañas entre ambos; al Este con el municipio de Nueva Santa Rosa y al Sur con Barberena, todos pertenecientes al departamento de Santa Rosa; al Oeste colinda con el municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala.

Según el Instituto Geográfico Nacional (IGN), la cabecera municipal del municipio de Santa Cruz Naranjo, se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: latitud 14°23'06" y longitud 90°22'15"; su altura referida sobre el nivel del mar es de 1 170 m.

La extensión territorial abarca aproximadamente 97 km<sup>2</sup>. La cabecera municipal, dista 22 km del municipio de Cuilapa (cabecera departamental) y 66 de Guatemala (ciudad capital).



### **1.1.2. Definición política**

Jurisdiccionalmente pertenecen a este municipio 6 aldeas: El Teocinte, El Naranjo, El Bosque, El Carmen, Don Gregorio y Potrerillos. 10 caseríos: La Barranca, Joyas del Morro, Guayabales, Plan Chiquito, El Matocho, Agua Blanca, El Calvario, Llano de la Cruz, Plan de la Caña y El Naranjito. 23 fincas principales: Las Brisas, La Esmeralda, San Fernando, San Luis, Las Mercedes, El Carmen, El Naranjito, Las Joyas, Playa Linda, Buena Vista, Cerro Alto, Las Margaritas, Palo Galán, El Llanito, Los Portales, El Bosque, El Trapichito, El Zarzal, Los Padilla, El Silencio, Brito, Palo Blanco y La Reformita.

### **1.1.3. Clima**

El municipio es poseedor de un clima semicálido, la temperatura varía de los 25 a los 34°C. La precipitación pluvial anual promedio es de 1 000 a 1 499 mm; la vegetación predominante es de bosques húmedos.

### **1.1.4. Geología**

Santa Cruz Naranjo, de acuerdo con los estudios y clasificación realizados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y el Instituto Geográfico Nacional, posee tres tipos de suelo Tv, Qv y Qp que básicamente son rocas ígneas metamórficas pertenecientes a diferentes épocas geológicas.

### **1.1.5. Hidrografía**

La jurisdicción de Santa Cruz Naranjo se ubica en la cuenca del río Los Esclavos, el cual nace con el nombre de Río Grande en Mataquescuintla (Jalapa); en su curso recibe afluentes de otros ríos y riachuelos como San Antonio, Los Achiotes, Pinula, Molino, Margaritas y Las Cañas. También comparte con el municipio de Barberena, la laguna de El Pino.

### **1.1.6. Zonas de vida**

Se le llama zona de vida a la unidad climática natural en que se agrupan diferentes asociaciones correspondientes a determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad. Se basa en el Sistema de Clasificación de Holdridge. El municipio de Santa Cruz Naranjo se ubica casi en su totalidad, según ésta clasificación, en la zona bh-S(t) denominada bosque húmedo subtropical templado el cual cubre desde Joyabaj (Quiché) hasta la meseta central, pasando por San Raymundo (Guatemala), Sureste de Santa Cruz Naranjo, Norte de Jutiapa, Sur de Jalapa y Chiquimula y parte de Zacapa e Izabal. El Sur del municipio se encuentra dentro de una zona de clasificación bmh-S(c) que significa bosque muy húmedo subtropical cálido, ésta cubre cerca del 50% del departamento.

## **1.2. Caracterización socioeconómica**

### **1.2.1. Información general**

La población del municipio de Santa Cruz Naranjo, según censo del año 2 002, asciende a 11 241 habitantes integrados en 2 752 viviendas que promedian 4,00 habitantes por vivienda o familia. Aproximadamente un 85% de la población profesa la religión católica y 15% la evangélica.

Actualmente tanto el nombre oficial del municipio como su cabecera municipal es el de Santa Cruz Naranjo, pero antiguamente se le conoció como Santa Cruz Epaminondas. Fue establecido como municipio por Acuerdo Gubernativo del 2 de junio de 1910. La población urbana cuenta en la actualidad con servicios públicos de agua entubada, energía eléctrica, drenajes y calles pavimentadas, muchos de estos servicios escasean en las aldeas y comunidades más lejanas.

### **1.2.2. Economía y producción**

La principal actividad económica es el cultivo de café, además se cultiva en menores cantidades maíz, frijol, legumbres, frutas y otros.

La actividad pecuaria también ha tenido cierto auge en los últimos años, representándose ésta actividad en la crianza de ganado vacuno, caballar, caprino, porcino, avícola y hasta piscícola. También existen pequeñas industrias aún en crecimiento como la de calzado, textiles y otras manualidades de tipo agroindustrial.

### **1.2.3. Organización social**

Santa Cruz Naranjo se organiza principalmente a partir de su Municipalidad la cual presta los servicios de tesorería, oficina de planificación, oficina de la mujer, junta deportiva, relaciones públicas, ambulancia, préstamo de audiovisuales y es la que coordina la organización de los COCODES (Consejos Comunitarios de Desarrollo).

Cuenta con centros de salud en la cabecera municipal y en las aldeas de El Teocinte, El Potrerillo y El Carmen. Posee escuelas de educación primaria en la cabecera municipal y todas las aldeas y caseríos; Institutos de educación básica en la cabecera municipal y en la aldea Don Gregorio; establecimientos para nivel diversificado en la cabecera municipal. También posee Juzgado de Paz y Subjefatura de la PNC.



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

### **2.1. Diseño de edificio municipal**

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

El proyecto a diseñar consiste en un edificio destinado para las oficinas municipales en la cabecera de Santa Cruz Naranjo, la construcción se hará por medio de marcos dúctiles cumpliendo con las especificaciones del ACI 318S – 05, AGIES NR – 2: 2000, el sistema de análisis estructural SEAOC y el Reglamento de Construcción de la Ciudad de Guatemala.

El edificio contará con dos plantas en las cuales se hará la adecuada distribución de los ambientes, por la topografía del terreno es necesario construir dos módulos separados por una junta de dilatación.

#### **2.1.2. Descripción del área disponible**

##### **2.1.2.1. Localización del terreno**

La nueva instalación se construirá donde actualmente se encuentra el edificio municipal; debido a que este municipio no cuenta con una nomenclatura direccional, describiremos su ubicación frente al parque central y a un costado del salón municipal.

### **2.1.2.2. Topografía del terreno**

Para la realización del levantamiento topográfico se utilizó un teodolito, trípode, estadal, cinta métrica y plomada.

El levantamiento topográfico para la planimetría se realizó por medio del Método de Conservación de Azimut entre una estación y otra, de cada estación se radió hacia cada vértice de dicha estructura.

El terreno tiene un área total de 683,79 metros cuadrados y es de forma irregular.

### **2.1.3. Evaluación de la calidad del suelo**

#### **2.1.3.1. Estudio de mecánica de suelos**

Para la realización de dicho ensayo se extrajo una muestra inalterada de un pie cúbico de suelo en el lugar donde se realizará el proyecto, a una profundidad de 1,80 metros. A esta muestra se le realizaron tres ensayos diferentes: compresión triaxial, granulometría y límites de Atterberg.

El ensayo se realizó en el Centro de Investigaciones de Ingeniería CII.

##### **2.1.3.1.1. Ensayo de compresión triaxial**

El método a emplear para la determinación de la capacidad de carga del suelo es la ecuación general de la capacidad de carga y los factores de Hansen, ya que éste aplica para zapatas cuadradas.

Datos obtenidos del ensayo de compresión triaxial, en el Centro de Investigaciones de Ingeniería CII.

Tipo de ensayo	No consolidado y no drenado
Descripción del suelo	Arcilla limo arenosa color café
Dimensión y tipo de la probeta	2,5" * 5,0"
Ángulo de fricción interna ( $\Phi$ )	15,4°
Cohesión ( $C_u$ )	6,55 T/m <sup>2</sup>
Desplante ( $D_f$ )	1,80 m
Base	1,00 m
Peso específico ( $\gamma_s$ )	1,14 T/m <sup>3</sup>
Factor de seguridad ( $F_s$ )	Debe ser por lo menos de 3 en todos los casos

Ver apéndice.

Aplicar factor de seguridad por errores en el laboratorio al ángulo de fricción interna y a la cohesión. El factor es 2.

$$\phi = \frac{15,4^\circ}{2} = 7,7^\circ$$
$$C_u = \frac{6,55 \text{ ton/m}^2}{2} = 3,275 \text{ ton/m}^2$$

Factores de la capacidad de carga:

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi}$$
$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{7,7^\circ}{2} \right) e^{\pi \tan 7,7^\circ} = 2,00$$



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

$$N_c = (2,00 - 1) \cot 7,7^\circ = 7,40$$

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

$$N_\gamma = 2(2,00 + 1) \tan 7,7^\circ = 0,81$$

Factores forma:

$$F_{cs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \left(\frac{N_q}{N_c}\right) \quad F_{cs} = 1 + (1) \left(\frac{2,00}{7,40}\right) = 1,27$$

$$F_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \phi \quad F_{qs} = 1 + (1) \tan 7,7^\circ = 1,14$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0,4 \left(\frac{B}{L}\right) \quad F_{\gamma s} = 1 - 0,4(1) = 0,6$$

Factores de profundidad:

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \left(\frac{D_f}{B}\right) \quad F_{cd} = 1 + 0,4 \left(\frac{1,80}{2,00}\right) = 1,36$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \operatorname{sen} \phi)^2 \left(\frac{D_f}{B}\right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan 7,7^\circ (1 - \operatorname{sen} 7,7^\circ)^2 \left(\frac{1,80}{2,00}\right) = 1,18$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Factor de inclinación:

$$F_{ci} = 1$$

$$F_{qi} = 1$$

$$F_{\gamma i} = 1$$

Capacidad de carga última:

$$q_u = C_u N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + D_f \gamma N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$q_u = (3,275 * 7,4 * 1,27 * 1,36 * 1) + (1,80 * 1,56 * 2,00 * 1,14 * 1,18 * 1) + \left( \frac{1}{2} * 1,56 * 2,00 * 0,81 * 0,60 * 1 * 1 \right) = 50,18 \text{ ton/m}^2$$

Aplicar factor de seguridad estructural. El factor es 2.

$$q_u = \frac{50,18}{2} = 25,09 \text{ ton/m}^2$$

### 2.1.3.1.2. Análisis granulométrico

Es el proceso por el cual se hace pasar la muestra de material por una serie de tamices para separar y clasificar las partículas que lo componen. Este proceso se hace en dos etapas:

- a) Se separan las partículas grandes y medias al pasarlas por la serie de tamices
- b) Se separan por vía húmeda; las partículas más finas son las que pasan el tamiz No. 200

### Clasificación de suelos

Por su diámetro de grano los suelos los podemos clasificar en:

## **Grava**

Son acumulaciones de fragmentos de rocas, suelen ser mayores a 2 mm y alcanzar un tamaño máximo de 3 pulgadas (76,2 mm) de diámetro, sus aristas son redondeadas debido al transporte o al arrastre de las partículas.

## **Arenas**

Son materiales de grano fino procedentes de la desnutación de las rocas o trituración artificial, suelen encontrarse conjuntamente con las gravas tener diámetros de entre 2 mm y 0,074 mm.

## **Limos**

Son suelos de grano fino, con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser inorgánicos procedentes de canteras y orgánicos procedentes de márgenes de los ríos, pudiendo tener características plásticas. El tamaño varía desde los 0,074 mm hasta los 0,002 mm.

## **Arcillas**

Las arcillas son altamente plásticas, su forma es laminar, absorben y retienen el agua debido a la forma de sus partículas, existen dos tipos de arcilla: aluminico y silicio, una arcilla es un silicato de alumina hidratada; su tamaño puede ser menor a 0,002 mm hasta partículas más pequeñas.

El ensayo de análisis granulométrico se realizó con tamices y lavado previo de la muestra, cumpliendo con la norma AASHTO T-27 y T-11 en el Centro de Investigaciones de Ingeniería ( CII ).

Tabla I. **Análisis de tamices**

<b>ANÁLISIS DE TAMICES</b>		
<b>Tamiz No.</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>% que pasa</b>
2"	50,08	100,00
¾"	19,00	100,00
4	4,76	100,00
10	2,00	96,84
40	0,42	92,85
200	0,074	78,96

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería CII. Facultad de Ingeniería, USAC, 2,010

% de grava = 0,00

% de arena = 21,04

% de finos = 78,96

Con base en lo anteriormente descrito, se clasifica este suelo como una arcilla limosa, color café oscuro.

### **2.1.4.1.1. Límites de Atterberg**

Este ensayo nos sirve para determinar las propiedades plásticas de los suelos, si estos son arcillosos o limosos.

#### **Límite líquido (LL)**

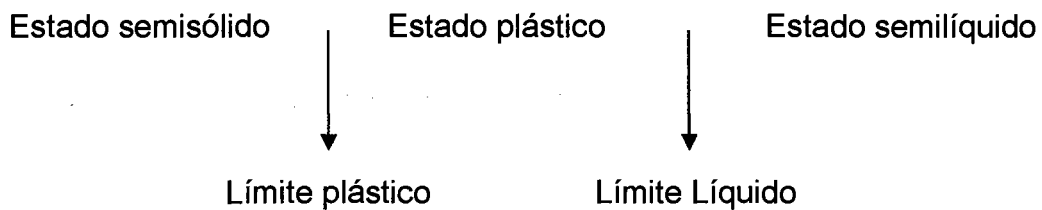
Es el contenido de agua o porcentaje de humedad que para un material dado, fija la división entre el estado casi líquido y el estado plástico.

#### **Límite plástico (LP)**

Es el contenido de agua que limita el estado plástico resistente semisólido de un suelo.

#### **Índice de plasticidad (IP)**

Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.



## **Sistema Unificado de Clasificación de Suelos**

La forma original del sistema de clasificación de suelos fue desarrollada por Casagrande en 1942 como una herramienta para ser usada en las construcciones diseñadas por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos, durante la Segunda Guerra Mundial. En 1952 el Cuerpo de Ingenieros en cooperación con el *US. Bureau Reclamation*, revisó el sistema creado y es en la actualidad, el más usado por los ingenieros en la clasificación de suelos.

La clasificación se basa en las propiedades de plasticidad y en la distribución del tamaño de grano; según esta última, el sistema divide el suelo en dos grandes categorías:

**Suelo grueso granular:** son aquellos materiales en los cuales el porcentaje retenido en la malla No. 200 es superior al 50%. Dentro de ellos están las fracciones de arena y grava, son suelos donde la distribución del tamaño y la forma de los granos influye notablemente en las propiedades del suelo.

**Suelo fino granular:** suelos en los que el 50% o más pasa la malla No. 200. En éstos se incluyen las fracciones limo y arcilla, así como las fracciones de carácter orgánico. En los suelos finos las propiedades de plasticidad son las usadas para su clasificación.

La simbología utilizada para la clasificación del suelo es la siguiente:

Respecto al tamaño de las partículas:

- G = (del inglés *gravel*) Fracción de suelo más grueso o tamaño grava.
- S = (del inglés *sand*) Fracción del suelo con tamaño de grano comprendido entre malla No. 4 y malla No. 200.
- M = (del sueco *mo*) Fracción fina del suelo que no posee propiedades de plasticidad, o las tiene muy bajas.
- C = (del inglés *clay*) Fracción fina del suelo que posee propiedades de plasticidad.

Respecto a la distribución de las partículas en el suelo:

- W = (del inglés *well*) Buena gradación del suelo, o sea que dentro de la masa de suelo hay predominio de un tamaño de grano.
- P = (del inglés *poorly*) Mala gradación, significa que dentro de la masa de suelo hay variedad en el tamaño de grano, aunque haya predominio de uno de ellos.

Respecto a la plasticidad:

- L = (del inglés *low*) Suelos con baja plasticidad, son aquellos donde  $LL < 50$
- H = (del inglés *high*) Suelos con alta plasticidad, aquellos donde  $LL > 50$

El ensayo de Límites de Atterberg se efectuó en las instalaciones del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), cumpliendo con las normas AASHTO T-89 y T-90, que dio como resultados los siguientes.

LL	=	31,9%
LP	=	61,8%
IP	=	6,3%
Clasificación sistema unificado	=	MH
Descripción del suelo	=	Arcilla limosa, color café oscuro

#### **2.1.4. Normas para el diseño de edificios públicos**

##### **2.1.4.1. Accesos**

Se considera un acceso toda área destinada a servir como vía de comunicación entre ambientes; también, a la disponibilidad de áreas de atención y servicios públicos.

##### **2.1.4.1.1. Población general**

En cuanto a los accesos para personas que no padecen impedimento físico o cualquiera que pudiese obstaculizar su libre locomoción, el Reglamento de Construcción de la Ciudad de Guatemala en su última edición especifica en:



**TÍTULO IV --- NORMAS MÍNIMAS DE DISEÑO**  
**CAPÍTULO IV --- CORREDORES, BARANDALES, ESCALERAS Y**  
**ASCENSORES**

**Artículo 146.**

Ancho mínimo	1,20 metros
Huellas de escalones	≥ 0,25 metros
Altura mínima del barandal	0,90 metros

**2.1.4.1.2. Personas con capacidades especiales**

En cuanto a las personas con algún impedimento físico el Reglamento de Construcción de la Ciudad de Guatemala, especifica lo siguiente en cuanto a rampas de acceso.

**TÍTULO IV --- NORMAS DE DISEÑO PARA EL PROYECTO**  
**ARQUITECTÓNICO**  
**CAPÍTULO 19 --- NORMAS DE SEGURIDAD PARA DISEÑO DE**  
**EDIFICIOS**

**Artículo 103.**

Ancho mínimo	1,20 metros
Ancho máximo	3,00 metros
Pendiente máxima	12%
Pasamanos	0,90 metros

Las normas generales de arquitectura sugieren lo siguiente para diferentes ambientes

Rampas:

- Ancho mínimo: 0,90 metros
- Pendiente máxima: 12,5%
- Construcción de bordes laterales redondeados con radios suficientes para no presentar aristas con las que se pueda tropezar el peatón o la persona con discapacidad.
- Materiales con textura áspera para dar un acabado rugoso, lo suficientemente adherente para incrementar la tracción de los aparatos que usan las personas con discapacidad.
- Los pasamanos deberán tener las características siguientes:
  - Tubulares de 0,038 metros de diámetro, 1 ½ pulgadas
  - Colocadas a 0,90 metros y un segundo a 0,75 metros del nivel del piso
  - Separados 0,05 metros de la pared, en su caso

En los sanitarios públicos adaptar como mínimo uno para discapacitados con las siguientes características:

- Muros macizos
- Puertas de 1,00 m. de ancho mínimo
- Barras horizontales de 0,038 metros (1 ½ pulgadas) de diámetro, en las paredes laterales del retrete, colocadas una a 0,90 metros, otra a 0,70 metros y otra a 0,50 metros de altura; se extenderán a 0,70 metros de largo con separación mínima a la pared de 0,05 metros
- Piso antiderrapante

Las características de colocación de los lavabos deberán ser las siguientes:

- A 0,76 metros de altura libre sobre el nivel del piso
- La distancia entre lavabos será de 0,90 metros de eje a eje
- El mueble debe tener empotre de fijación o ménsula de sostén para soportar el esfuerzo generado por el usuario
- El desagüe colocado hacia la pared posterior
- Los accesorios como toalleros y secador de manos deberán estar colocados a una altura máxima de 1,00 m

Los mostradores de atención al público tendrán una altura máxima de 0,90 metros.

#### **2.1.4.1.3. Bodegas**

Deben poseer entradas amplias ubicadas preferiblemente en el primer nivel de la edificación y dejar un acceso directo a la calle o área de carga y descarga.

#### **2.1.4.2. Criterios de iluminación**

La iluminación debe ser basta y bien distribuida con la finalidad de evitar la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Ésta se clasifica en natural y artificial.

El Reglamento de Construcción de la Ciudad de Guatemala especifica lo siguiente:

**Artículo 142.** Las piezas habitables tendrán un área mínima de iluminación del 15% de la superficie del piso.

**Artículo 143.** Las piezas no habitables tendrán un área mínima de iluminación del 10% de la superficie del piso.

#### **2.1.4.3. Criterios de ventilación**

La cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia para el desarrollo de las actividades administrativas, ya que ésta proporciona un ambiente más fresco y agradable.

El Reglamento de Construcción de la Ciudad de Guatemala especifica lo siguiente:

**Artículo 142.** Las piezas habitables tendrán un área mínima de ventilación del 33% del área de iluminación.

**Artículo 143.** Las piezas no habitables tendrán un área mínima de ventilación del 50% del área de iluminación.

#### **2.1.4.4. Otros criterios**

Criterios de color: el color es uno de los elementos que evita la reverberación y ayuda a la optimizar la iluminación natural. Se recomienda el uso de colores cálidos en ambientes donde la luz solar es poca. Los colores deben dar un efecto tranquilizante.

Confort acústico: es muy importante en un centro de esta categoría, pues los ambientes deben ser tranquilos para que influyan favorablemente en el estado anímico de los trabajadores. Para que exista un confort acústico es necesario que no existan interferencias sonoras entre los distintos ambientes. Los ruidos en una oficina pueden provenir del exterior, de ambientes vecinos o del interior; para prevenirlos y así lograr las condiciones acústicas óptimas, se pueden tomar las precauciones siguientes:

- Para que no interfiera el ruido proveniente del exterior, ubicar los establecimientos en zonas tranquilas, pero de no ser posible esto, se debe orientar el edificio de manera que el viento se lleve los ruidos.
- Para prevenir la interferencia entre ambientes, separar los ambientes ruidosos de los tranquilos, tomando en cuenta la dirección del viento.
- Para disminuir el ruido interno del ambiente, construir con materiales porosos, ya que éstos absorben el ruido, también las patas del mobiliario y equipo deben tener aislantes acústicos.

#### **2.1.4.5. Instalaciones**

Las instalaciones son un factor importantísimo para el correcto y eficiente funcionamiento del edificio municipal, regularmente se colocan dentro de este las instalaciones hidráulicas, drenajes, eléctricas y especiales. En su diseño y colocación se debe garantizar:

- Seguridad de operación
- Capacidad adecuada para prestar el servicio
- Servicio constante
- Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales

##### **2.1.4.1.3. Eléctricas**

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permite transportar y distribuir la energía eléctrica, desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilicen. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, sensores, dispositivos, cables, conexiones, contactos, canalizaciones, etc.

Una instalación eléctrica debe distribuir la energía a los equipos conectados de manera segura y eficiente.

##### **2.1.4.5.2. Agua potable**

Conjunto de conducciones e instalaciones diseñadas, construidas y autorizadas para abastecer de agua potable a la propiedad, comprende el arranque domiciliario conectado a la matriz de la red pública y la instalación interior.

### **2.1.6.2.1. Drenajes**

Los sistemas de drenaje en viviendas corresponden a una serie de elementos cuya instalación permite el control de los volúmenes de agua generados en los techos y en las áreas impermeables al interior (pluviales), por otra parte permiten el manejo y desecho de las aguas servidas.

### **2.1.5. Diseño arquitectónico**

Consiste en una adecuada distribución de ambientes; para esto debe entrar en consideración la cantidad de dependencias que posea la municipalidad haciendo una buena interconexión para lograr máxima funcionalidad.

En cuanto a la forma, debe considerarse el entorno municipal y hacer una buena relación del estilo arquitectónico que posean las instalaciones municipales principales, tales como: iglesia, parque, mercado, etc. Para lograrlo se deben diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan, el espacio disponible, los recursos materiales y las normas respectivas; (en este caso se hará en base a lo dictado por el Reglamento de Construcción de la Ciudad de Guatemala ya que el municipio no cuenta con reglamento propio).

### **2.1.5.1. Ubicación de edificio en el terreno**

Para ubicar el edificio dentro del terreno, se deberán considerar las relaciones de la edificación con su entorno (contactos visuales y auditivos) y las influencias del medio ambiente que repercuten alrededor de ella (sol, viento y ruido).

En este caso en particular se dispuso utilizar la totalidad del terreno para la ubicación del edificio, ya que no se cuenta con otro espacio para la construcción del mismo, dejando al frente el parque central y orientando el ala este del edificio a la salida del sol.

### **2.1.5.2. Distribución de ambientes**

En cuanto a la distribución de los ambientes se considera dejar en la planta baja las áreas comunes, tales como: sala de usos múltiples, oficina de información, receptoría y las oficinas de atención al discapacitado y adulto mayor. También las áreas de parqueo, bodega y servicios múltiples.

En la planta superior se planifica la ubicación del área administrativa.

### **2.1.5.3. Altura del edificio**

Se considera dejar una luz libre de piso a cielo de 3,00 metros y un espacio de 0,50 metros que es equivalente al peralte de las vigas para la conducción de las instalaciones.



## **2.1.6. Análisis estructural**

### **2.1.6.1. Sistema estructural**

La selección del tipo de estructura, depende de ciertos factores como son: economía, materiales disponibles, área de terreno, dimensiones de cada ambiente, forma, mano de obra disponible.

El sistema estructural seleccionado es a base de marcos rígidos, muros (tipo tabique) de mampostería reforzada de block pómez y losas planas prefabricadas de vigueta y bovedilla.

### **2.1.6.2. Predimensionamiento de elementos estructurales**

#### **2.1.6.2.1. Predimensionamiento de columnas circulares**

Según lo que establece el Código ACI 318S – 05 en su capítulo 10, inciso 10.3.6.1 para elementos no pre-esforzados con refuerzo en espiral que cumplan con 7.10.4, debe cumplir con:

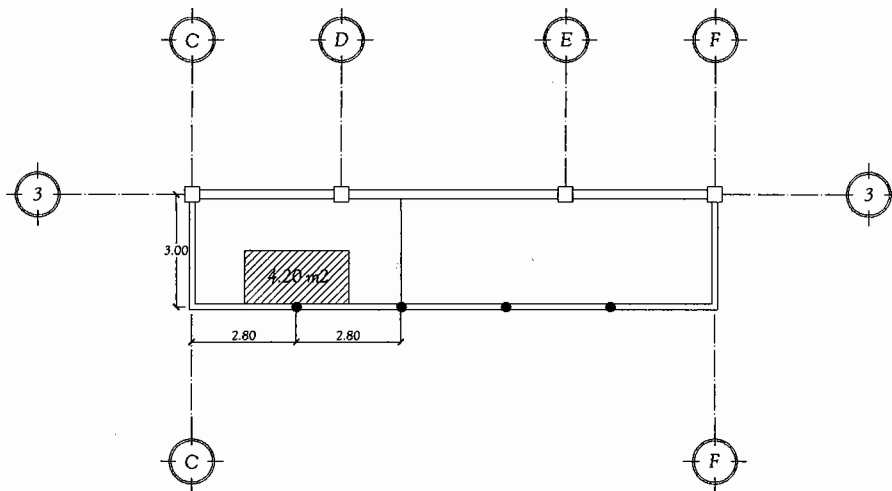
$$P_n \text{ máx.} = 0,85 * \left( \left( 0,85 * f'c * (A_g - A_{st}) \right) + (f_y * A_{st}) \right)$$

Donde:

- $P_n \text{ máx}$  = Resistencia axial de diseño
- $f'c$  = Resistencia especificada a la compresión del concreto, en este caso usaremos de 210 Kg / cm<sup>2</sup>
- $A_g$  = Área gruesa en cm<sup>2</sup>

- $A_{st}$  = Área de refuerzo longitudinal; según capítulo 10, inciso 10.9.1 el  $A_{st}$ , para elementos no compuestos a compresión no debe ser menor que  $0.01A_g$  ni mayor que  $0,08A_g$ .
- $f_y$  = Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo, en este caso usaremos de 2 800 kg  $f$  / cm<sup>2</sup>.

Figura 1. Área tributaria de la columna circular crítica



$$\text{Área tributaria} = 1,5 \text{ m} * 2,8 \text{ m} = 4,20 \text{ m}^2 * 2 \text{ niveles} = 8,40 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso específico del concreto} = 2\,400 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Conociendo estos datos se encuentra la carga puntual (P) = Peso Esp. \* At

$$P = \left( 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 8,40 \text{ m}^2 \right) = 20\,160 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de la carga puntual se obtiene el área gruesa de la columna.

$$P_n \text{ máx} = 0,85 \times \left( (0,85 \times 210 \times (1 - 0,01A_g)) + (2800 \times 0,01A_g) \right)$$

$$A_g = \left( \frac{20160}{0,85 \times \left( (0,85 \times 210 \times (1 - 0,01A_g)) + (2800 \times 0,01A_g) \right)} \right)$$

$$A_g = 115,86 \text{ cm}^2$$

Se propone una sección de 25 cm de diámetro  $= \pi \times \left( \frac{25 \text{ cm}}{2} \right)^2 = 490 \text{ cm}^2 > 115,86 \text{ cm}^2$

#### 2.1.6.2.2. Predimensionamiento de columnas cuadradas

Según lo que establece el Código ACI 318S – 05 en su capítulo 10, inciso 10.3.6.2 para elementos no pre-esforzados con estribos que cumplan con 7.10.5, debe cumplir con:

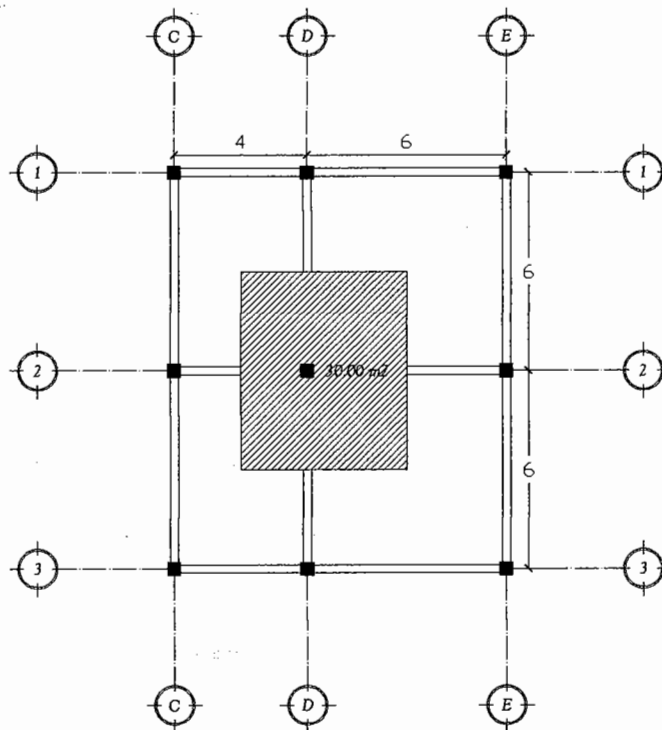
$$P_n \text{ máx.} = 0,80 * \left( \left( 0,85 * f'_c * (A_g - A_{st}) \right) + (f_y * A_{st}) \right)$$

Donde:

- $P_n \text{ máx}$  = Resistencia axial de diseño.
- $f'_c$  = Resistencia especificada a la compresión del concreto, en este caso usaremos de 210 Kg  $f / \text{cm}^2$ .
- $A_g$  = Área gruesa en  $\text{cm}^2$ .

- $A_{st}$  = Área de refuerzo longitudinal; según capítulo 10, inciso 10.9.1 el  $A_{st}$ , para elementos no compuestos a compresión no debe ser menor que  $0,01A_g$  ni mayor que  $0,08A_g$ .
- $f_y$  = Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo, en este caso usaremos de  $2\ 800\text{ kg } f / \text{cm}^2$ .

Figura 2. Área tributaria de la columna cuadrada crítica



$$\text{Área tributaria} = 5,0\text{ m} * 6,0\text{ m} = 30\text{ m}^2 * 2\text{ niveles} = 60\text{ m}^2$$

$$\text{Peso específico del concreto} = 2\ 400\text{ kg} / \text{m}^3$$

Conociendo estos datos se encuentra la carga puntual ( $P$ ) = Peso Esp. \*  $A_t$

$$P = \left( 2\ 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 60,0\text{ m}^2 \right) = 144\ 000 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de la carga puntual se obtiene el área gruesa de la columna.

$$P_n \text{ máx} = 0,80 \times \left( (0,85 \times 210 \times (1 - 0,01A_g)) + (2\,800 \times 0,01A_g) \right)$$

$$A_g = \left( \frac{144\,000}{0,80 \times \left( (0,85 \times 210 \times (1 - 0,01A_g)) + (2\,800 \times 0,01A_g) \right)} \right)$$

$$A_g = 879,27 \text{ cm}^2$$

Se propone una sección de  $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} = 1\,600 \text{ cm}^2 > 879,27 \text{ cm}^2$

### 2.1.6.2.3. Predimensionamiento de vigas

Según lo que establece el Código ACI 318S – 05 en su capítulo 9, inciso 9.5.2.1, tabla 9.5 (a); alturas o espesores mínimos de vigas no pre-esforzadas, debe cumplir con:

Vigas en una dirección con ambos extremos continuos;  $h \text{ mín.} = \frac{l}{21}$

Vigas en una dirección con un extremo continuo;  $h \text{ mín.} = \frac{l}{18,5}$

La longitud máxima que tiene la estructura es de 6,00 m por tanto será la crítica y es para la cual se diseñará.

$$h \text{ mín.} = \frac{6 \text{ m}}{18,5} = 0,32 \text{ m}$$

En cuanto a la base, el Código ACI 318S – 05 en su capítulo 21, inciso 21.3.1.3 indica que no debe ser menor que el más pequeño de  $0,3h$  y  $250 \text{ mm}$ .

$$b = 0,3 (32 \text{ cm}) = 10 \text{ cm}$$

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

También existe otro criterio que es de aumentar 8 centímetros de peralte por cada metro de luz libre de la viga; y la base será el equivalente a la mitad del peralte.

$$h = 8\% \times l$$

$$h = 0,08 \times 6,00 \text{ m} = 0,48 \text{ m}$$

$$b = \frac{h}{2}$$

$$b = \frac{48 \text{ cm}}{2} = 24 \text{ cm}$$

De esta manera la sección propuesta de la viga es de  $50 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ .

#### 2.1.6.2.4. Predimensionamiento de losas

Se construirá una losa con sistema prefabricado de vigueta y bovedilla.

El Código ACI 318S – 05 en su capítulo 8, inciso 8.11.1, 8.11.2 y 8.11.3, indica que la losa nervada consiste en una combinación monolítica de viguetas regularmente espaciadas y una losa colocada en la parte superior que actúa en una o en dos direcciones ortogonales; el ancho de las nervaduras no debe ser menor de 100 mm y debe tener una altura no mayor de 3,5; su ancho mínimo y el espaciamiento libre entre las nervaduras no debe exceder de 750 mm.

Para predimensionar la losa, primero se debe verificar si trabaja en uno o dos sentidos.

$$\frac{L_c}{L_l} < 0,5$$

En un sentido

$$\frac{L_c}{L_l} \geq 0,5$$

En dos sentidos

$$\frac{L_c}{L_l} = 1$$

Entonces la losa trabaja en dos sentidos

Conociendo esto, el criterio a utilizar para predimensionar la losa será el que indica que el espesor ( $t$ ) de la losa es igual al perímetro de la losa dividido 180

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180}$$
$$t = \frac{(6,00 + 6,00 + 6,00 + 6,00) m}{180} = 0,133 m$$
$$t = 15 \text{ cms.}$$

Entonces se propone un espesor de losa de 20 cm, para las dos plantas, con loseta de compresión de 5 cm, viguetas de 10 cm de espesor y bovedillas de 40cm \* 15 cm y 20 cm de altura; por tanto se puede concluir que este sistema si cumple con los requerimientos de Código ACI 318S – 05.

Tabla II. **Peso de elementos de la losa prefabricada**

<b>Elemento</b>		<b>Peso</b>
Loseta de compresión	$(1,00 * 1,00 * 0,05) \text{ m} * 2 400 \text{ kg} / \text{m}^3$	120 kg / m <sup>2</sup>
Viguetas	16 kg / ml * 2 unidades / m <sup>2</sup>	32 kg / m <sup>2</sup>
Bovedillas	8 unidades / m <sup>2</sup> * 12 Kg / unidad	96 kg / m <sup>2</sup>
Repello y cernido	$(1,00 * 1,00 * 0,035) \text{ m} * 2 200 \text{ kg} / \text{m}^3$	77 kg / m <sup>2</sup>
<b>TOTAL PESO DE LOSA</b>		325 kg / m <sup>2</sup>

Fuente: Mayacero Guatemala. [www.mayacero.com.gt](http://www.mayacero.com.gt)

#### **2.1.6.3.1. Predimensionamiento de zapatas**

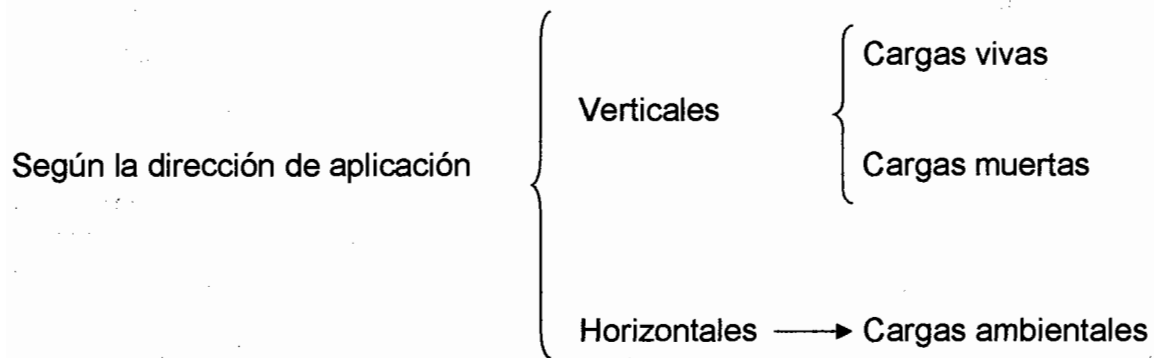
Los cimientos se diseñarán como zapatas aisladas cuadradas.

Ver predimensionamiento en 2.1.7.4 Diseño de cimientos.



### 2.1.6.3. Cargas de diseño aplicables

Según la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) y su norma NR – 2: 2000, una estructura deberá resistir el conjunto de cargas y de carga frecuentes a las que se vea sujeta, incluyendo las cargas muertas, vivas y empujes varios. Además deberá soportar las cargas de sismo, viento y otras esporádicas.



#### 2.1.6.3.1. Cargas verticales

##### Carga muerta

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

Tabla III. **Cargas muertas**

<b><i>Carga muerta ( CM )</i></b>	<b><i>Peso ( Kg / m<sup>2</sup> )</i></b>
Losa	325
Pañuelos	50
Mezclón	65
Muros	150
Repello y cernido	75
Piso	20
Instalaciones	10
Sobre carga	90

Fuente: AGIES norma NR – 2: 2000

### **Carga viva**

Es aquella producida por el uso y ocupación de la edificación. Los agentes que originan estas cargas no están rígidamente sujetos a la estructura. Estos se incluyen pero no están limitados a los ocupantes en sí, el mobiliario y su contenido, así como el equipo no fijo.

Normas estructurales de diseño recomendadas para la República de Guatemala  
AGIES NR – 2: 2000

Tabla IV. Cargas vivas

<i>Tipo de ocupación o uso</i>	<i>Wv (Kg / m<sup>2</sup>)</i>	<i>Pv (kg)</i>
Oficina	250	800
Escaleras privadas	300	150
Escaleras públicas o de escape	500	150
Vestíbulos públicos	500	0
Salones de reunión		
Sin asientos fijos	500	0
Bodegas		
Cargas livianas	600	800
Azoteas de concreto con acceso	200	

Fuente: AGIES norma NR – 2: 2000. Resumen de cuadro 8.1 - Cargas vivas en edificaciones

#### 2.1.7.4.1. Cargas horizontales

Existen dos fuerzas horizontales, viento y sismo, a las que está expuesto comúnmente un edificio. Regularmente, se considera en el análisis estructural únicamente una de las dos, ya que los fenómenos naturales que las provocan no se presentan simultáneamente.

#### 2.1.6.4. Modelo matemático de marcos dúctiles

Los modelos matemáticos son representaciones gráficas y numéricas que muestran la geometría de la estructura y su comportamiento, producto de las cargas que actúan sobre ella. Estos sirven para hacer el análisis estructural.

Para encontrar la fuerza sísmica aplicada al diseño, se utilizará el método de la SEAOC, que consiste en encontrar la fuerza cortante en la base de la estructura debida al movimiento lateral, producido por un sismo o el viento.

$$V = Z * I * K * C * S * W$$

Donde:

**V** = Es la fuerza lateral o esfuerzo cortante total de diseño en la base de la estructura

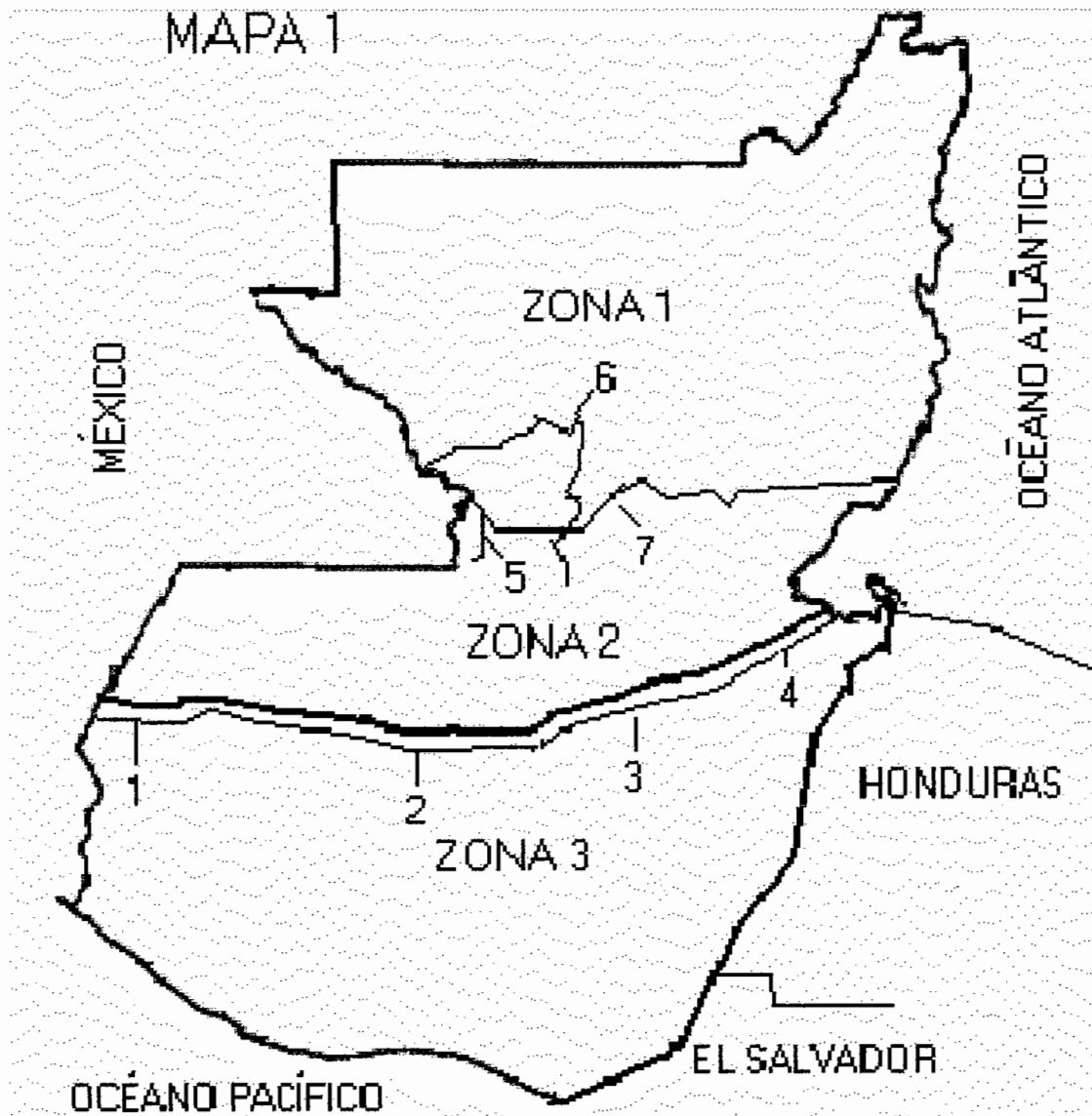
**Z** = Coeficiente de riesgo sísmico

Tabla V. Factor Z para sismos, según método de la SEAOC

<b>RIESGO</b>	<b>ZONA</b>	<b>FACTOR (Z)</b>
Ausencia de daño sísmico	0	0,00
Daño menor (intensidades de 5 y 6 EMM)	1	0,25
Daño moderado (intensidad de 7 EMM)	2	0,50
Daño mayor (intensidad 8 y más EMM)	3	1,00

Fuente: Copias del curso de Diseño Estructural. Facultad de Ingeniería, USAC, 2009. Factor de zona sísmica

Figura 3. Mapa de zonificación sísmica en Guatemala



Fuente: Copias del curso de Diseño Estructural. Facultad de Ingeniería, USAC, 2009. Mapa de zonificación sísmica de Guatemala

**I** = Coeficiente que depende de la importancia de la estructura

Tabla VI. **Coeficiente I, según importancia de la estructura**

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>IMPORTANCIA</b>	<b>EJEMPLOS</b>
Esencial	1,5	Estación de bomberos, policía, hospitales, etc.
No esencial	1,25	Salones de reunión, escuelas, universidades, etc.
Otros	1	Lugares comunes.

Fuente: Copias del curso de Diseño Estructural. Facultad de Ingeniería, USAC, 2009.  
Coeficiente de importancia de la estructura

**K** = Coeficiente dependiente del sistema estructural usado

Tabla VII. **Coeficiente K, según sistema estructural usado**

<b>K</b>	<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>
0,67	Marcos dúctiles resistentes a cargas laterales
0,80	Marcos con muros de corte
1,00	Mampostería
1,33	Sistema tipo cajón

Fuente: Copias del curso de Diseño Estructural. Facultad de Ingeniería, USAC, 2009.  
Coeficiente del sistema estructural

**C** = Coeficiente que depende del periodo natural de vibración de la estructura.

$$C = \frac{1}{15 * \sqrt{T}}$$

Donde:

$C < 0,12$ ; Si es mayor usar 0,12

$$T = \frac{0,09 h}{\sqrt{b}}$$

Donde:

$$T > 0,25 \rightarrow Ft = 0,07 * T * Vb$$

$$T < 0,25 \rightarrow Ft = 0$$

$h$  = Altura total del edificio.

$b$  = Lado paralelo al sismo.

**S** = Coeficiente que depende del tipo de suelo.

Tabla VIII. Coeficiente **S**, según tipo de suelo

<b>S</b>	<b>TIPO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
1	S1	Tierra dura y densa.
1,2	S2	Tierra dura o densa a mayor profundidad.
1,5	S3	Tierra suave a mediana con plasticidad alta.
2	S4	Tierra con alta plasticidad.
1,5	S	Cuando se desconoce.

Fuente: Copias del curso de Diseño Estructural. Facultad de Ingeniería, USAC, 2009

Donde:

$$C * S \leq 0,14 \text{ si es mayor usar } 0,14$$

**W** = Peso propio de la estructura y porciones aplicables a otras cargas, regularmente se agrega el 25% de la carga viva, si es menor a 500 kg / m<sup>2</sup> y del 50% o hasta el 100%, si la carga viva fuese mayor o igual a la carga muerta.

$$W = \sum CM + 0,25 \sum CV$$



Análisis de la estructura del edificio municipal por medio del método de la SEAOC.

Datos:

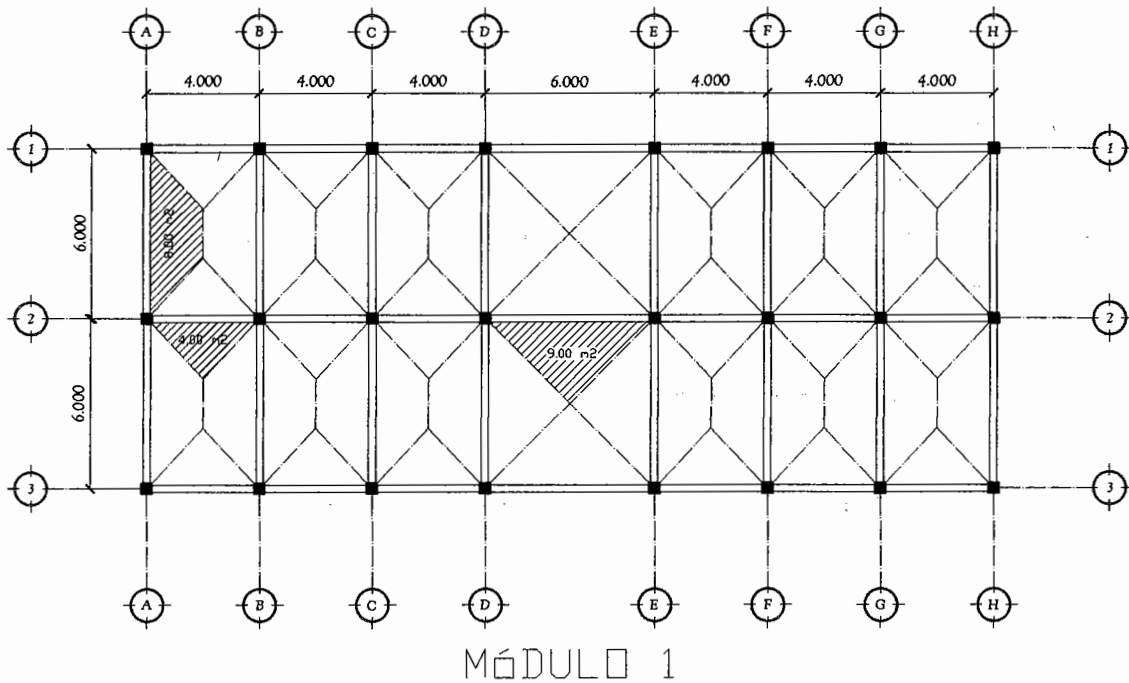
$f'c$	=	280 kg $f / cm^2$
$fy$	=	4 218 kg $f / cm^2$
Peso del concreto	=	2 400 kg / $m^3$
Sección de columna cuadrada	=	40 cm * 40 cm
Sección de viga	=	50 cm * 25 cm
Peso de losa	=	325 kg / $m^2$

Z = 1 ya que el municipio de Santa Cruz Naranjo se encuentra ubicado dentro de la zona 3.

I = 1 pues la edificación se clasifica como otros lugares ya que son las oficinas de la Municipalidad.

K = 0,67 debido a que el sistema estructural a emplear es de marcos dúctiles resistentes a cargas laterales.

Figura 4. Distribución de áreas tributarias para el módulo 1



$$Tx_1 = \frac{0,09 \times 8,50}{\sqrt{30,00}} = 0,1397$$

$$Cx_1 = \frac{1}{15 \times \sqrt{0,1397}} = 0,178$$

$$Ty_1 = \frac{0,09 \times 8,50}{\sqrt{12,00}} = 0,2208$$

$$Cy_1 = \frac{1}{15 \times \sqrt{0,1975}} = 0,1419$$

Cx<sub>1</sub> = 0,178; entonces usar 0,12

Cy<sub>1</sub> = 0,1419; entonces usar 0,12

S = 1,5 debido a que el suelo, según estudio realizado previamente, es una arcilla limo arenosa color café con alta plasticidad.

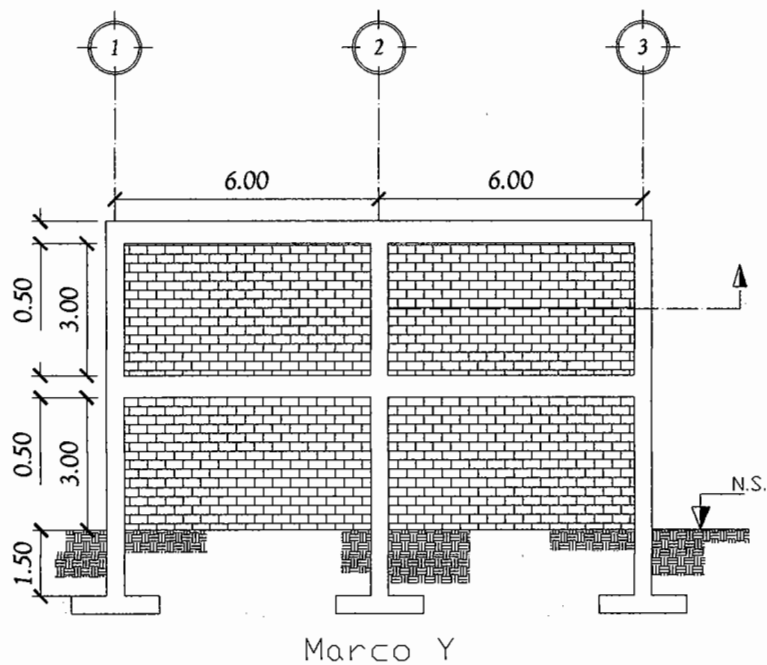
Para determinar  $W$  se deben integrar las cargas.

### Integración de cargas

El área tributaria es el área de influencia de carga de un elemento estructural y debería incluir toda porción de la construcción en la cual, si se aplica una carga, se afecta la fuerza interna en la sección que se está considerando.

Integración de cargas por marco

Figura 5. Marco en sentido "Y", módulo 1



Segundo nivel:

Carga muerta = Marco D y E<sub>1-2 y 2-3</sub> =  $W_{losa} + W_{viga} + W_{columna} + W_{muro} + W_{acabados}$

$$D_{1-2 \text{ y } 2-3} = (17,00 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 6,00) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 1,75) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (9,00 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (17,00 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 11\,417 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva} = 200 \text{ kg/m}^2 \times 17,00 \text{ m}^2 = 3\,400 \text{ kg}$$

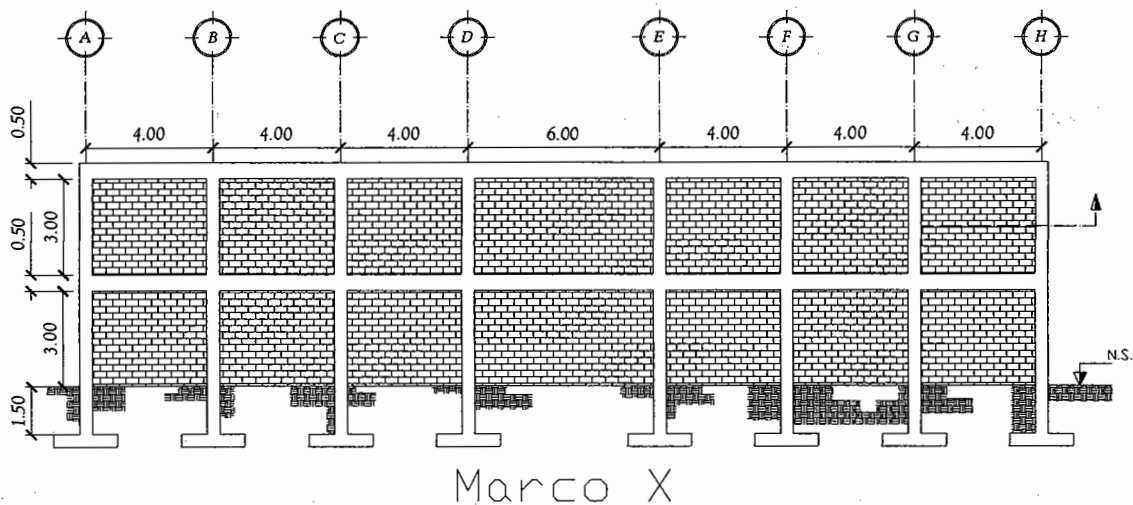
Primer nivel:

Carga Muerta = Marco D y E<sub>1-2 y 2-3</sub> =  $W_{losa} + W_{viga} + W_{columna} + W_{muro} + W_{acabados}$

$$D_{1-2 \text{ y } 2-3} = (17,00 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 6,00) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 6,75) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (27,00 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (17,00 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 17\,117 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva} = 250 \text{ kg/m}^2 \times 17,00 \text{ m}^2 = 4\,250 \text{ kg}$$

Figura 6. Marco en sentido "X", módulo 1



Segundo nivel:

Carga muerta = Marco 2A-B, B-C, C-D, E-F, F-G y G-H =  $W_{losa} + W_{viga} + W_{columna} + W_{muro} + W_{acabados}$

2A-B, B-C, C-D, B-F, F-G y G-H =  $(8,00 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 4,00) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 1,75) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (6,00 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (8,00 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 6\,452 \text{ kg}$

Carga viva =  $200 \text{ kg/m}^2 \times 8,00 \text{ m}^2 = 1\,600 \text{ kg}$

Primer nivel

Carga muerta = Marco 2A-B, B-C, C-D, B-F, F-G y G-H =  $W_{losa} + W_{viga} + W_{columna} + W_{muro} + W_{acabados}$

2A-B, B-C, C-D, B-F, F-G y G-H =  $(8,00 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 4,00) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 6,75) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (18,00 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (8,00 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 10\,892 \text{ kg}$

Carga viva =  $250 \text{ kg/m}^2 \times 8,00 \text{ m}^2 = 2\,000 \text{ kg}$

Segundo nivel:

Carga muerta = Marco 2D-E =  $W_{losa} + W_{viga} + W_{columna} + W_{muro} + W_{acabados}$

2D-E =  $(18,00 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 6,00) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 1,75) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (9,00 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (18,00 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 11\,832 \text{ kg}$

Carga viva =  $200 \text{ kg/m}^2 \times 18 \text{ m}^2 = 3\,600 \text{ kg}$

Primer nivel:

Carga muerta = Marco 2D-E =  $W_{losa} + W_{viga} + W_{columna} + W_{muro} + W_{acabados}$

2D-E =  $(18,00 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 6,00) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 6,75) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (27,00 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (18,00 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 17\,532 \text{ kg}$

Carga viva =  $250 \text{ kg/m}^2 \times 18 \text{ m}^2 = 4\,500 \text{ kg}$

## Peso total de la estructura

Segundo nivel:

$$\text{Carga muerta} = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{columna}} + W_{\text{muro}} + W_{\text{acabados}}$$

$$(360,00 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 186,00) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 42,00) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (279,00 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (360,00 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 279\,918 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva} = 200 \text{ kg/m}^2 \times 360 \text{ m}^2 = 72\,000 \text{ kg}$$

Primer nivel:

$$\text{Carga Muerta} = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{columna}} + W_{\text{muro}} + W_{\text{acabados}}$$

$$(360,00 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 186) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 162,00) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (837,00 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (360,00 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 443\,178 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva} = 250 \text{ kg/m}^2 \times 360 \text{ m}^2 = 90\,000 \text{ kg}$$

Corte basal en módulo 1

Total carga muerta:

$$\text{Segundo nivel} = 279\,918 \text{ kg}$$

$$\text{Primer nivel} = 443\,178 \text{ kg}$$

Total carga viva:

$$\text{Segundo nivel} = 72\,000 \text{ kg}$$

$$\text{Primer nivel} = 90\,000 \text{ kg}$$

$$W_2 = 279\,918 \text{ kg} + 0,25 (72\,000 \text{ kg}) = 297\,918 \text{ kg}$$

$$W_1 = 443\,178 \text{ kg} + 0,25 (90\,000 \text{ kg}) = 465\,678 \text{ kg}$$

$$\mathbf{W_{\text{Total}}} = 297\,918 \text{ kg} + 465\,678 \text{ kg} = 763\,596 \text{ kg}$$

Determinación del producto C\*S

$$C_x * S = (0,12)*(1,50) = 0,18, \text{ entonces usar } 0,14$$

$$C_y * S = (0,12)*(1,50) = 0,18, \text{ entonces usar } 0,14$$

$$V = Z * I * K * C * S * W$$

$$V = (1,00) \times (1,00) \times (0,67) \times (0,14) \times (763\,596 \text{ kg}) = 71\,625 \text{ kg}$$

**Fuerza por nivel:**

Se calcula aplicando la siguiente fórmula.

$$F_i = \frac{(V - F_t) \times (W_i \times h_i)}{\sum(W_i \times h_i)}$$

Donde:

$F_i$  = Fuerza por nivel.

$V$  = Corte basal.

$F_t$  = Fuerza de techo, cuando  $T$  (período natural de vibración) es:

$$T > 0,25 \longrightarrow F_t = 0,07 \times T \times V$$

$$T < 0,25 \longrightarrow F_t = 0$$

$W_i$  = Peso propio de la estructura más el 25% de la carga viva por nivel.

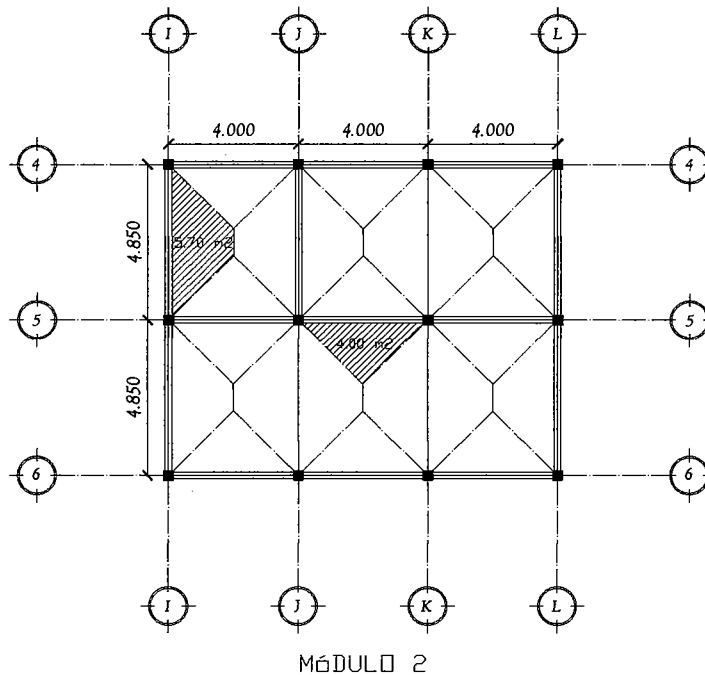
$H_i$  = Altura media desde la cimentación hasta el nivel considerado.

### Fuerza por nivel

$$F2 = \frac{(71\,625\text{ kg} - 0) \times (297\,918\text{ kg} \times 8,50\text{ m})}{(297\,918 \times 8,5) + (465\,678 \times 5)} = 37\,314,89\text{ kg}$$

$$F1 = \frac{(71\,625\text{ kg} - 0) \times (465\,678\text{ kg} \times 5,00\text{ m})}{(297\,918 \times 8,5) + (465\,678 \times 5)} = 34\,310,11\text{ kg}$$

Figura No. 7 Distribución de áreas tributarias para el módulo 2



$$Tx2 = \frac{0,09 \times 8,3}{\sqrt{12,00}} = 0,2156$$

$$Cx2 = \frac{1}{15 \times \sqrt{0,2156}} = 0,1436$$

$$Ty2 = \frac{0,09 \times 8,3}{\sqrt{10,00}} = 0,2362$$

$$Cy2 = \frac{1}{15 \times \sqrt{0,2362}} = 0,1372$$

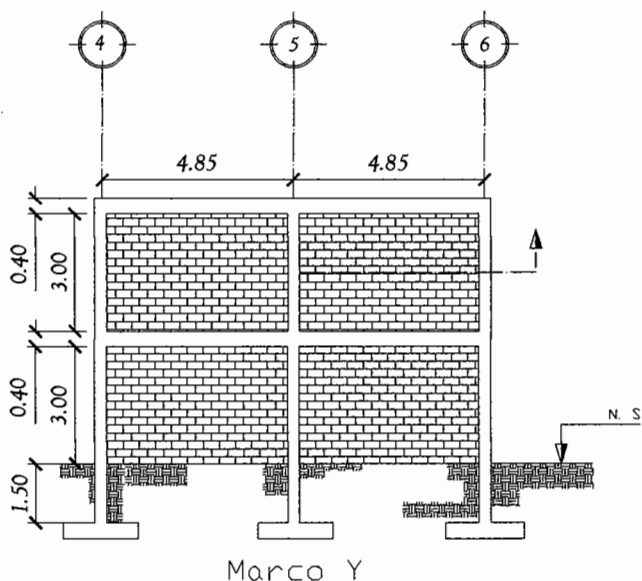
Cx2 = 0,1436; entonces usar 0,12

Cy2 = 0,1372; entonces usar 0,12



## Integración de cargas por marco

Figura No. 8 Marco en sentido "Y", módulo 2



Segundo nivel:

Carga muerta = Marco J y K<sub>4-5</sub> y 5-6 =  $W_{losa} + W_{viga} + W_{columna} + W_{muro} + W_{acabados}$

$$J_{4-5 \text{ y } 5-6} = (11,40 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 4,85) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 1,75) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (7,28 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (11,40 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 8\,387 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva} = 200 \text{ kg/m}^2 \times 11,40 \text{ m}^2 = 2\,280 \text{ kg}$$

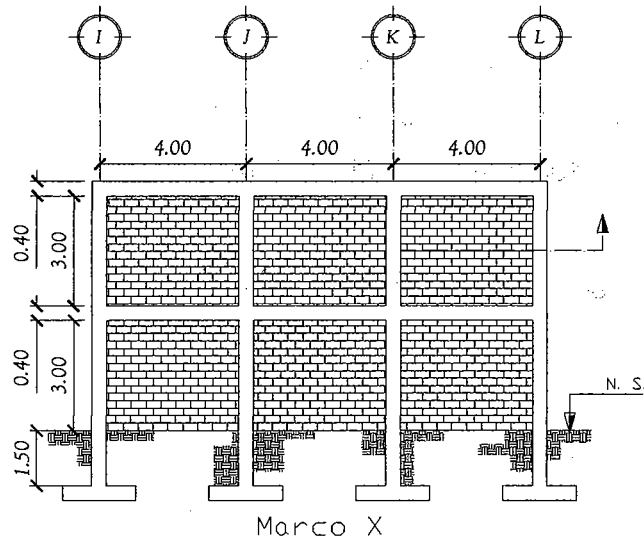
Primer nivel:

Carga muerta = Marco J y K<sub>4-5</sub> y 5-6 =  $W_{losa} + W_{viga} + W_{columna} + W_{muro} + W_{acabados}$

$$J_{4-5 \text{ y } 5-6} = (11,40 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 4,85) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 6,75) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (21,83 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (11,40 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 13\,362 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva} = 250 \text{ kg/m}^2 \times 11,40 \text{ m}^2 = 2\,850 \text{ kg}$$

Figura No. 9 Marco en sentido "X", módulo 2



Segundo nivel:

Carga muerta = Marco 5 I-J, J-K y K-L =  $W_{losa} + W_{viga} + W_{columna} + W_{muro} + W_{acabados}$

$$5_{I-J, J-K \text{ y } K-L} = (8,00 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 4,00) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 1,75) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (6,00 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (8,00 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 6\,452 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva} = 200 \text{ kg/m}^2 \times 8,00 \text{ m}^2 = 1\,600 \text{ kg}$$

Primer nivel:

Carga muerta = Marco 5 I-J, J-K y K-L =  $W_{losa} + W_{viga} + W_{columna} + W_{muro} + W_{acabados}$

$$5_{I-J, J-K \text{ y } K-L} = (8,00 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 4,00) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 6,75) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (18,00 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (8,00 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 10\,892 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva} = 250 \text{ kg/m}^2 \times 8,00 \text{ m}^2 = 2\,000 \text{ kg}$$

## Peso total de la estructura

Segundo nivel:

$$\text{Carga muerta} = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{columna}} + W_{\text{muro}} + W_{\text{acabados}}$$

$$(116,40 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 74,80) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 21,00) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (112,20 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (116,40 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 102\,372 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva} = 200 \text{ kg/m}^2 \times 116,40 \text{ m}^2 = 23\,280 \text{ kg}$$

Primer nivel:

$$\text{Carga muerta} = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{columna}} + W_{\text{muro}} + W_{\text{acabados}}$$

$$(116,40 \text{ m}^2 \times 325 \text{ kg/m}^2) + [(0,50 \times 0,25 \times 74,80) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + [(0,40 \times 0,40 \times 81,00) \text{ m}^3 \times 2\,400 \text{ kg/m}^3] + (336,60 \text{ m}^2 \times 210 \text{ kg/m}^2) + (116,40 \text{ m}^2 \times 90 \text{ kg/m}^2) = 172\,536 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva} = 250 \text{ kg/m}^2 \times 116,40 \text{ m}^2 = 29\,100 \text{ kg}$$

## Corte basal en módulo 1

Total carga muerta:

$$\text{Segundo nivel} = 102\,372 \text{ kg}$$

$$\text{Primer nivel} = 172\,536 \text{ kg}$$

Total carga viva:

$$\text{Segundo nivel} = 23\,280 \text{ kg}$$

$$\text{Primer nivel} = 29\,100 \text{ kg}$$

$$W_2 = 102\,372 \text{ kg} + 0,25 (23\,280 \text{ kg}) = 108\,192 \text{ kg}$$

$$W_1 = 172\,536 \text{ kg} + 0,25 (29\,100 \text{ kg}) = 179\,811 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Total}} = 108\,192 \text{ kg} + 179\,811 \text{ kg} = 288\,003 \text{ kg}$$

Determinación del producto C\*S

$$C_x * S = (0,12)*(1,50) = 0,18, \text{ entonces usar } 0,14$$

$$C_y * S = (0,12)*(1,50) = 0,18, \text{ entonces usar } 0,14$$

I = 1,50 pues este módulo de la edificación se clasifica como esencial ya que este incluye la estación policial del la cabecera municipal.

$$V = Z * I * K * C * S * W$$

$$V = (1,00) \times (1,50) \times (0,67) \times (0,14) \times (288\,003 \text{ kg}) = 40\,522,02 \text{ kg}$$

Fuerza por nivel:

$$F_2 = \frac{(40\,522,02 \text{ kg} - 0) \times (108\,192 \text{ kg} \times 8,50 \text{ m})}{(108\,192 \text{ kg} \times 8,50 \text{ m}) + (179\,811 \text{ kg} \times 5,00 \text{ m})} = 20\,490,25 \text{ kg}$$

$$F_1 = \frac{(40\,522,02 \text{ kg} - 0) \times (179\,811 \text{ kg} \times 5,00 \text{ m})}{(108\,192 \text{ kg} \times 8,50 \text{ m}) + (179\,811 \text{ kg} \times 5,00 \text{ m})} = 20\,031,77 \text{ kg}$$

### Fuerza por marcos

La distribución de cargas sísmicas dependerá de la simetría estructural, ya que de existir excentricidades entre el centro de rigidez (C.R.) y el centro de masa (C.M.), la capacidad torsional del edificio se verá afectada; los marcos que tengan una mayor excentricidad, experimentarán una fuerza de marco (Fm) mayor, a los que posean menor excentricidad. Por ello deberán ser diseñados para soportar más cargas sísmicas.

En las estructuras se calculará dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza, si los marcos espaciados están simétricamente colocados.

Si los marcos espaciados son asimétricos se tendrá que dividir la fuerza de piso  $F_i$ , proporcional a la rigidez de los marcos.

### **Fuerzas por marco en sentido x-x' e y-y'**

En ambos sentidos los marcos no tienen simetría, por lo que hay torsión en la estructura.

Un método simplificado para analizar la torsión en las estructuras consiste en considerar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la traslación y rotación en cada piso, tomando en cuenta la rigidez de cada nivel, estas fuerzas tendrán un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortantes por torsión en proporción a su rigidez. Los momentos de entrepiso se distribuyen en los diversos marcos y muros del sistema resistente a fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso.

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y por lo tanto, la ecuación de la rigidez a usar.

**Voladizo:** Se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios multiniveles. La rigidez se calcula con la siguiente fórmula:

$$k = \frac{1}{\frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1,2Ph}{AG}}$$

**Doblemente empotrado:** se refiere a los primeros niveles o niveles intermedios de edificios multiniveles. La rigidez se calcula con la siguiente fórmula:

$$k = \frac{1}{\frac{Ph^3}{12EI} + \frac{1,2Ph}{AG}}$$

Donde:

- P = Carga asumida, generalmente 10 000 Kg.
- h = Altura del muro o columna analizada en centímetros
- E = Módulo de elasticidad del concreto  $E = 15\,100 * \sqrt{f'c}$
- I = Inercia del elemento, en  $cm^4$   $I = \frac{1}{12}bh^3$
- A = Sección transversal de la columna analizada
- G = Módulo de rigidez  $G = 0,40E$

Cuando el centro de rigidez C.R. no coincide con el centro de masa C.M., se produce excentricidad en la estructura, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura. La excentricidad se determina por medio de la diferencia que existe entre el valor del centro de masa y el valor del centro de rigidez, debiendo cumplir con no ser menor al 5% de la altura total del edificio.

### Fuerza del marco por torsión

El cálculo de la fuerza que llega a cada marco se realiza por medio de la suma algebraica de la fuerza de torsión  $F_i''$  (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos  $F_i'$  (fuerza traslacional).

$$F_m = F_i' \pm F_i''$$

Donde:

$F_m$  = Fuerza por marco

Para esto se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F'_i = \frac{k_m * F_n}{\sum k_m}$$
$$F''_i = \frac{e * F_n}{E_i}$$
$$E_i = \frac{\sum K_m * (d_i)^2}{k_m * d_i}$$

Donde:

$K_m$  = Rigidez del marco analizado

$\sum K_m$  = Sumatoria de las rigideces de los marcos paralelos a la carga.

$F_n$  = Fuerza por nivel

$E_i$  = Relación entre rigideces y brazo de palanca de cada marco

$d_i$  = Distancia entre el CR y el eje de cada marco considerado

$e$  = Excentricidad

## Módulo 1

Primer nivel eje Y.

La rigidez por columna se asumirá como 1 ya que todas son iguales y terminarán eliminándose.

El cálculo de la rigidez por marco se hace mediante la sumatoria de las rigideces de las columnas que se encuentren en la dirección del marco.

$$K_m = 1k + 1k + 1k = 3k$$

$$\sum K_m = 3k * 8 \text{ marcos paralelos} = 24k$$

Tabla IX. Cálculo del centro de rigidez, primer nivel, marco "Y", módulo 1

Marco	K (m)	L (m)	K * L (m <sup>2</sup> )
1	3	12	36
2	3	6	18
3	3	0	0
Sumatoria	9		54

Centro de rigidez:

$$C.R. = \frac{\sum K * L}{\sum K}$$

$$C.R. = \frac{54 \text{ m}^2}{9 \text{ m}} = 6,00 \text{ m}$$

Tabla X. Cálculo del centro de masa, primer nivel, marco "Y", módulo 1

Figura	y (m)	x (m)	A (m <sup>2</sup> )	A * y (m <sup>3</sup> )	A * x (m <sup>3</sup> )
1	6,00	15,00	360,00	2 160,00	5 400,00

Centro de masa:

$$C.M. = \frac{\sum A * y}{\sum A}$$

$$C.M. = \frac{2 160,00 \text{ m}^3}{360,00 \text{ m}^2} = 6,00 \text{ m}$$



Excentricidad en Y ( $e_y$ ):

$$e_y = C.M. - C.R.$$

$$e_y = 6,00 - 6,00 = 0,00$$

$$e_{mín.} = 5\% * h$$

Donde:

$h$  = Altura del edificio

$$e_{mín} = 0,05 * 8,50 = 0,425$$

Entonces usar  $e_y = 0,425$  metros

Tabla XI. **Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, primer nivel, marco "Y", módulo 1**

Marco	km	di	km * di	km * (di) <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm
1	3	6,00	18	108	12	4 288,76	1 215,15	5 503,91
2	3	0,00	0	0	0	4 288,76	0	4 288,76
3	3	-6,00	-18	108	-12	4 288,76	-1 215,15	3 073,61
<b>Sumatoria</b>				216				

La fuerza por marco, en el primer nivel en sentido Y, será la más crítica para que cubra todas las cargas sísmicas.

$$F_m = 5 503,91$$

Segundo nivel eje Y

$$K_m = 1k + 1k + 1k = 3k$$

$$\sum K_m = 3k * 8 \text{ marcos paralelos} = 24k$$

Tabla XII. **Cálculo del centro de rigidez, segundo nivel, marco "Y", módulo 1**

Marco	K (m)	L (m)	K * L (m <sup>2</sup> )
1	3	12	36
2	3	6	18
3	3	0	0
Sumatoria	9		54

Centro de rigidez:

$$C.R. = \frac{\sum K * L}{\sum K}$$

$$C.R. = \frac{54}{9} = 6,00 \text{ m}$$

Tabla XIII. **Cálculo del centro de masa, segundo nivel, marco "Y", módulo 1**

Figura	y (m)	x ( m)	A (m <sup>2</sup> )	A * y (m <sup>3</sup> )	A * x (m <sup>3</sup> )
1	6,00	15,00	360,00	2 160,00	5 400,00

Centro de masa:

$$C.M. = \frac{\sum A * y}{\sum A}$$

$$C.M. = \frac{2\,160,00 \text{ m}^3}{360,00 \text{ m}^2} = 6,00 \text{ m}$$

Excentricidad en Y (e<sub>y</sub>):

$$e_y = C.M. - C.R.$$

$$e_y = 6,00 - 6,00 = 0,00$$

$$e_{\min.} = 5\% * h$$

Donde:

h = Altura del edificio

$$e_{\min} = 0,05 * 8,50 = 0,425$$

Entonces usar  $e_y = 0,425$  metros

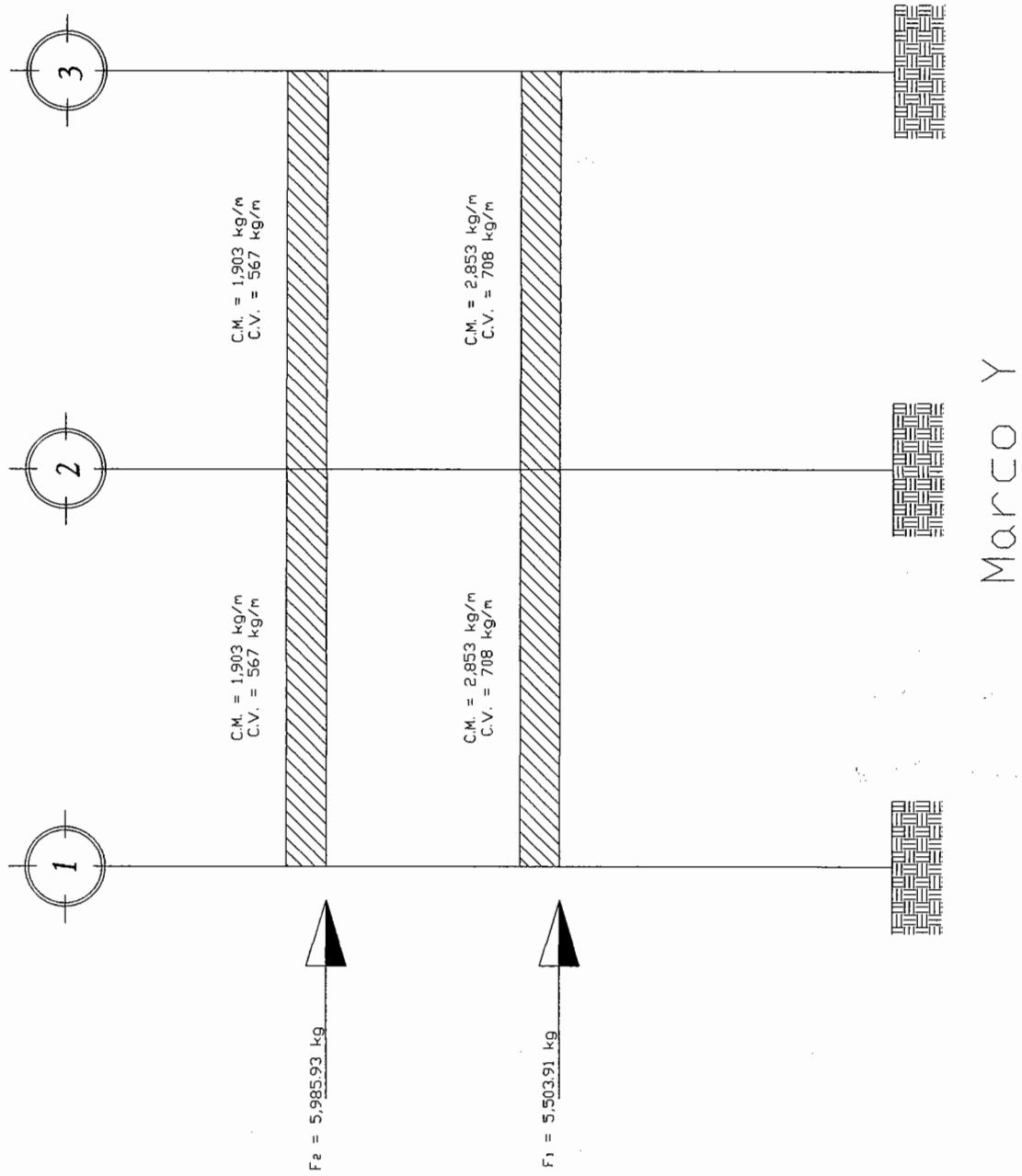
**Tabla XIV. Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, segundo nivel, marco "Y", módulo 1**

Marco	km	di	km * di	km * (di) <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm
1	3	6,00	18	108	12	4 664,36	1 321,57	5 985,93
2	3	0,00	0	0	0	4 664,36	0	4 664,36
3	3	-6,00	-18	108	-12	4 664,36	-1 321,57	3 342,79
<b>Sumatoria</b>				216				

La fuerza por marco, en el segundo nivel en sentido Y, será la más crítica para que cubra todas las cargas sísmicas.

$$F_m = 5 985,93$$

Figura 10. Fuerzas por marco en sentido "Y", módulo 1



Primer nivel eje X.

$$K_m = 1k + 1k + 1k + 1k + 1k + 1k + 1k + 1k = 8k$$

$$\sum K_m = 8k * 3 \text{ marcos paralelos} = 24k$$

Tabla XV. Cálculo del centro de rigidez, primer nivel, marco "X", módulo 1

Marco	K (m)	L (m)	K * L (m <sup>2</sup> )
A	8	0	0
B	8	4	32
C	8	8	64
D	8	12	96
E	8	18	144
F	8	22	176
G	8	26	208
H	8	30	240
Sumatoria	64		960

Centro de rigidez:

$$C.R. = \frac{\sum K * L}{\sum K}$$

$$C.R. = \frac{960 \text{ m}^2}{64 \text{ m}} = 15$$

Tabla XVI. Cálculo del centro de masa, primer nivel, marco "X", módulo 1

Figura	y (m)	x (m)	A (m <sup>2</sup> )	A * y (m <sup>3</sup> )	A * x (m <sup>3</sup> )
1	6,00	15,00	360,00	2 160,00	5 400,00

Centro de masa:

$$C.M. = \frac{\sum A * x}{\sum A}$$

$$C.M. = \frac{5\,400,00\,m^3}{360,00\,m^2} = 15,00\,m$$

Excentricidad en X ( $e_x$ ):

$$e_x = C.M. - C.R.$$

$$e_x = 15,00 - 15,00 = 0$$

$$e_{\min.} = 5\% * h$$

Donde:

h = Altura del edificio

$$e_{\min.} = 0,05 * 8,50 = 0,425$$

Entonces usar  $e_x = 0,425$  metros

Tabla XVII. Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, primer nivel, marco "X", módulo 1

Marco	km	di	km * di	km * (di) <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm
A	8	-15,00	-120	1 800	-53,783	11 436,70	-271,12	11 165,58
B	8	-11,00	-88	968	-73,341	11 436,70	-198,82	11 237,88
C	8	-7,00	-56	392	-115,25	11 436,70	-126,52	11 310,18
D	8	-3,00	-24	72	-268,92	11 436,70	-54,22	11 382,48
E	8	3,00	24	72	268,92	11 436,70	54,22	11 490,92
F	8	7,00	56	392	115,25	11 436,70	126,52	11 563,22
G	8	11,00	88	968	73,341	11 436,70	198,82	11 635,52
H	8	15,00	120	1 800	53,783	11 436,70	271,12	11 707,82
<b>Sumatoria</b>			6 454					

La fuerza por marco, en el primer nivel en sentido X, será la más crítica para que cubra todas las cargas sísmicas.

$$F_m = 11\,707,82$$

Segundo nivel eje X

$$K_m = 1k + 1k + 1k + 1k + 1k + 1k + 1k + 1k = 8k$$

$$\sum K_m = 8k * 3 \text{ marcos paralelos} = 24k$$

Tabla XVIII. Cálculo del centro de rigidez, segundo nivel, marco "X", módulo 1

Marco	K (m)	L (m)	K * L (m <sup>2</sup> )
A	8	0	0
B	8	4	32
C	8	8	64
D	8	12	96
E	8	18	144
F	8	22	176
G	8	26	208
H	8	30	240
Sumatoria	64		960

Centro de rigidez:

$$C.R. = \frac{\sum K * L}{\sum K}$$

$$C.R. = \frac{960 \text{ m}^2}{64 \text{ m}} = 15,00 \text{ m}$$

Tabla XIX. Cálculo del centro de masa, segundo nivel, marco "X",  
módulo 1

Figura	y (m)	x ( m)	A (m <sup>2</sup> )	A * y (m <sup>3</sup> )	A * x (m <sup>3</sup> )
1	6,00	15,00	360,00	2 160,00	5 400,00

Centro de masa:

$$C.M. = \frac{\sum A * x}{\sum A}$$

$$C.M. = \frac{5\,400,00\,m^3}{360,00\,m^2} = 15,00\,m$$

Excentricidad en X (e<sub>x</sub>):

$$e_x = C.M. - C.R.$$

$$e_x = 15,00 - 15,00 = 0$$

$$e_{min.} = 5\% * h$$

Donde:

h = Altura del edificio

$$e_{min} = 0,05 * 8,50 = 0,425$$

Entonces usar e<sub>x</sub> = 0,425 metros



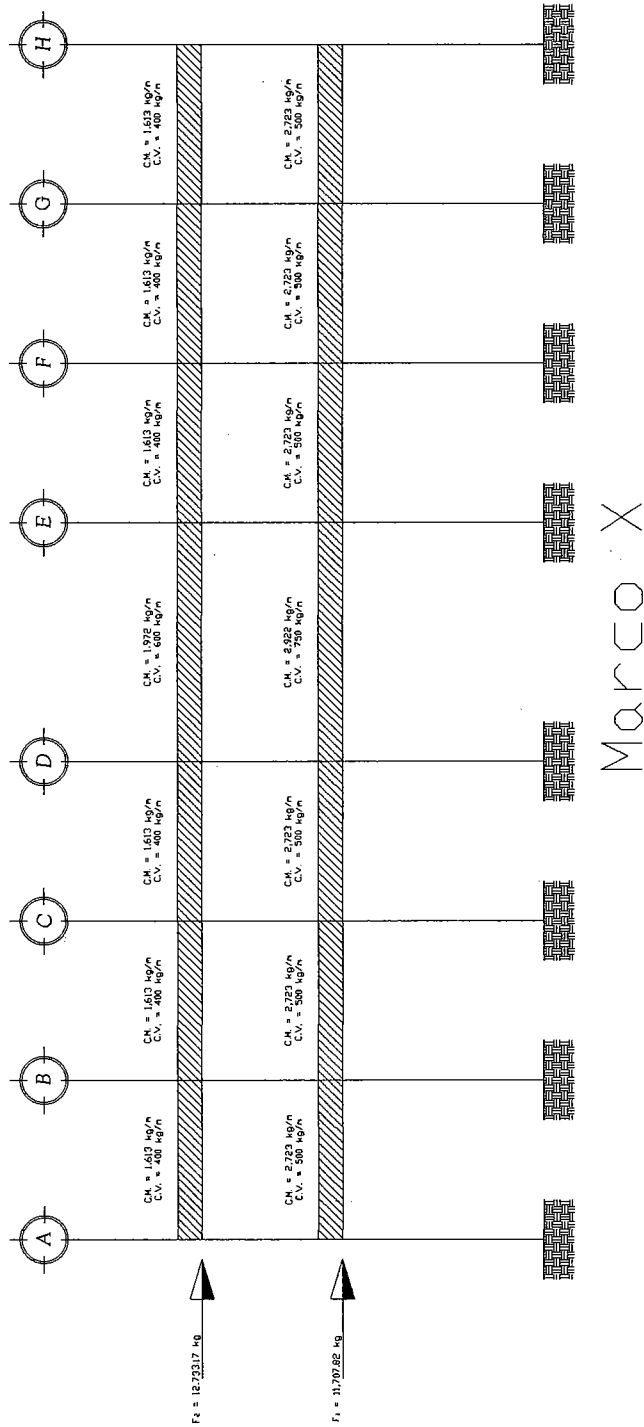
Tabla XX. **Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, segundo nivel, marco "X", módulo 1**

Marco	km	di	km * di	km * (di) <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm
A	8	-15,00	-120	1 800	-53,783	12 438,30	-294,87	12 143,43
B	8	-11,00	-88	968	-73,341	12 438,30	-216,23	12 222,07
C	8	-7,00	-56	392	-115,25	12 438,30	-137,60	12 300,70
D	8	-3,00	-24	72	-268,92	12 438,30	-58,97	12 379,33
E	8	3,00	24	72	268,92	12 438,30	58,97	12 497,27
F	8	7,00	56	392	115,25	12 438,30	137,60	12 575,90
G	8	11,00	88	968	73,341	12 438,30	216,23	12 654,53
H	8	15,00	120	1 800	53,783	12 438,30	294,87	12 733,17
<b>Sumatoria</b>			6 454					

La fuerza por marco, en el segundo nivel en sentido X, será la más crítica para que cubra todas las cargas sísmicas.

$$F_m = 12\,733,17$$

Figura 11. Fuerzas por marco en sentido "X", módulo 1



## Módulo 2

Primer nivel eje Y.

La rigidez por columna se asumirá como 1 ya que todas son iguales y terminarán eliminándose.

El cálculo de la rigidez por marco se hace mediante la sumatoria de las rigideces de las columnas que se encuentren en la dirección del marco.

$$K_m = 1k + 1k + 1k = 3k$$
$$\sum K_m = 3k * 4 \text{ marcos paralelos} = 12k$$

Tabla XXI. Cálculo del centro de rigidez primer nivel, marco "Y", módulo 2

Marco	K (m)	L (m)	K * L (m <sup>2</sup> )
4	3	9,70	29,10
5	3	4,85	14,55
6	3	0	0
Sumatoria	9		43,65

Centro de rigidez:

$$C.R. = \frac{\sum K * L}{\sum K}$$
$$C.R. = \frac{43,65 \text{ m}^2}{9 \text{ m}} = 4,85 \text{ m}$$

Tabla XXII. Cálculo del centro de masa, primer nivel, marco "Y", módulo 2

Figura	y (m)	x (m)	A (m <sup>2</sup> )	A * y (m <sup>3</sup> )	A * x (m <sup>3</sup> )
1	4,85	6,00	116,40	564,54	698,40

Centro de masa:

$$C.M. = \frac{\sum A * y}{\sum A}$$

$$C.M. = \frac{564,54 \text{ m}^3}{116,40 \text{ m}^2} = 4,85 \text{ m}$$

Excentricidad en Y (e<sub>y</sub>):

$$e_y = C.M. - C.R.$$

$$e_y = 4,85 - 4,85 = 0,00 \text{ m}$$

$$e_{\text{mín.}} = 5\% * h$$

Donde:

h = Altura del edificio

$$e_{\text{mín.}} = 0,05 * 8,50 = 0,425$$

Entonces usar e<sub>y</sub> = 0,425 metros

Tabla XXIII. Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, primer nivel, marco "Y", módulo 2

Marco	km	di	km * di	km * (di) <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm
4	3	4,85	14,55	70 5675	9,7	5 007,94	857,03	5 864,97
5	3	0	0	0	0	5 007,94	0	5 007,94
6	3	-4,85	-14,55	70 5675	-9,7	5 007,94	-857,03	4 150,91
<b>Sumatoria</b>				141 135				

La fuerza por marco, en el primer nivel en sentido Y, será la más crítica para que cubra todas las cargas sísmicas.

$$F_m = 5\,864,97$$

Segundo nivel eje Y

$$\sum k_m = 0,01323\,m$$

Tabla XXIV. Cálculo del centro de rigidez, segundo nivel, marco "Y", módulo 2

Marco	K (m)	L (m)	K * L (m <sup>2</sup> )
4	3	9,70	29,10
5	3	4,85	14,55
6	3	0	0
<b>Sumatoria</b>	9		43,65

Centro de rigidez:

$$C.R. = \frac{\sum K * L}{\sum K}$$

$$C.R. = \frac{43.65 \text{ m}^2}{9 \text{ m}} = 4.85 \text{ m}$$

Tabla XXV. Cálculo del centro de masa, segundo nivel, marco "Y",  
módulo 2

Figura	y (m)	x (m)	A (m <sup>2</sup> )	A * y (m <sup>3</sup> )	A * x (m <sup>3</sup> )
1	4,85	6,00	116,40	564,54	698,40

Centro de masa:

$$C.M. = \frac{\sum A * y}{\sum A}$$

$$C.M. = \frac{564,54 \text{ m}^3}{116,40 \text{ m}^2} = 4,85 \text{ m}$$

Excentricidad en Y (e<sub>y</sub>):

$$e_y = C.M. - C.R.$$

$$e_y = 4,85 - 4,85 = 0,00 \text{ m}$$

$$e_{\text{mín.}} = 5\% * h$$

Donde:

h = Altura del edificio

$$e_{\text{mín.}} = 0,05 * 8,50 = 0,425$$

Entonces usar e<sub>y</sub> = 0,425 metros

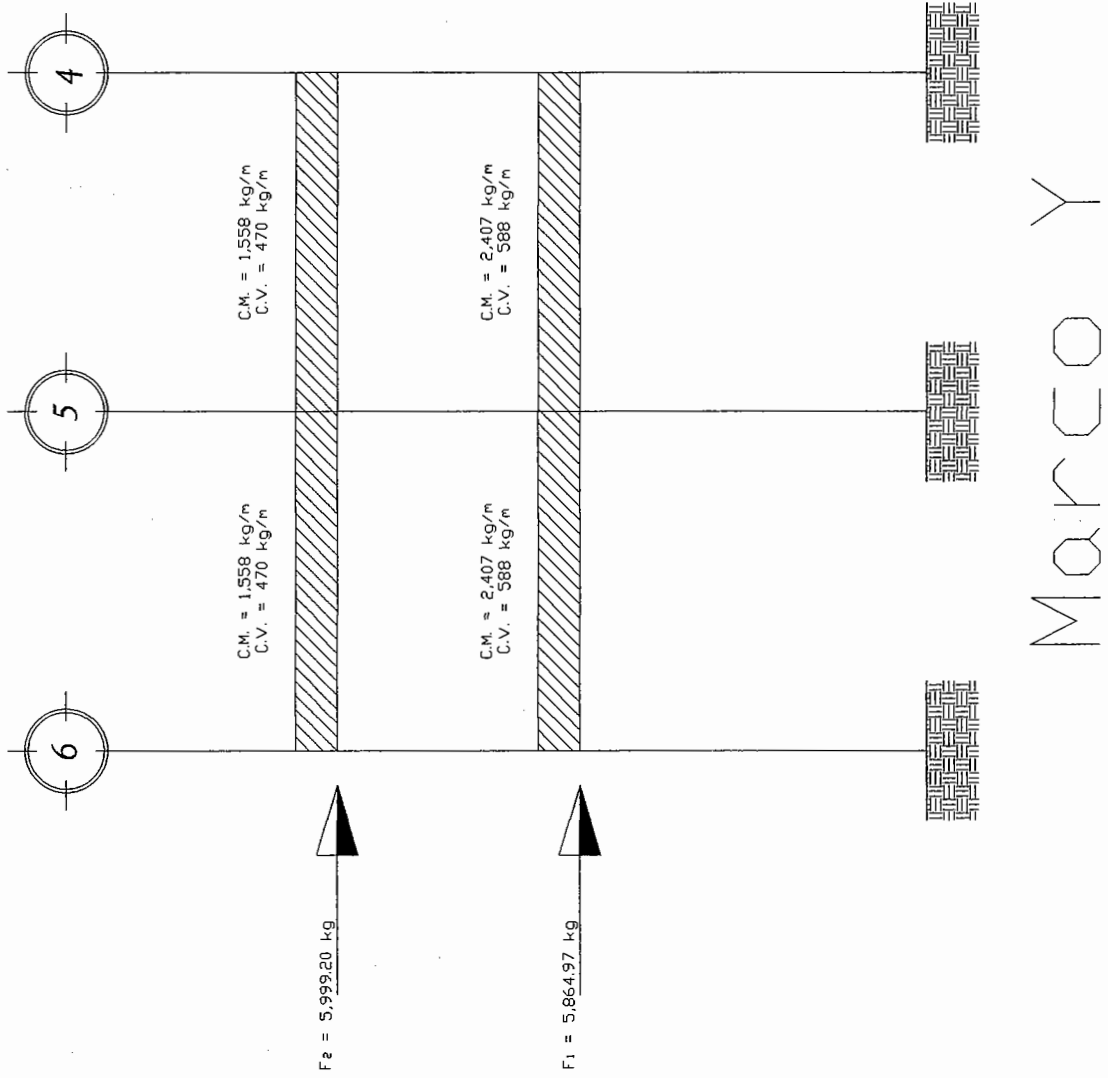
**Tabla XXVI. Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, segundo nivel, marco "Y", módulo 2**

Marco	km	di	km * di	km * (di) <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm
4	3	4,85	14,55	70,5675	9,7	5 122,56	876,64	5 999,20
5	3	0	0	0	0	5 122,56	0	5 122,56
6	3	-4,85	-14,55	70,5675	-9,7	5 122,56	-876,64	4 245,92
Sumatoria				141,135				

La fuerza por marco, en el segundo nivel en sentido Y, será la más crítica para que cubra todas las cargas sísmicas.

$$F_m = 5\,999,20$$

Figura 12. Fuerzas por marco en sentido "Y", módulo 2





Primer nivel eje X:

$$K_m = 1k + 1k + 1k + 1k = 4k$$

$$\sum K_m = 4k * 3 \text{ marcos paralelos} = 12k$$

Tabla XXVII. **Cálculo del centro de rigidez, primer nivel, marco "X", módulo 2**

Marco	K (m)	L (m)	K * L (m <sup>2</sup> )
I	4	0	0
J	4	4	16
K	4	8	32
L	4	12	48
Sumatoria	16		96

Centro de rigidez:

$$C.R. = \frac{\sum K * L}{\sum K}$$

$$C.R. = \frac{96 \text{ m}^2}{16 \text{ m}} = 6,00 \text{ m}$$

Tabla XXVIII. **Cálculo del centro de masa, primer nivel, marco "X", módulo 2**

Figura	y (m)	x (m)	A (m <sup>2</sup> )	A * y (m <sup>3</sup> )	A * x (m <sup>3</sup> )
1	4,85	6,00	116,40	564,54	698,40

Centro de masa:

$$C.M. = \frac{\sum A * y}{\sum A}$$

$$C.M. = \frac{698,40 \text{ m}^3}{116,40 \text{ m}^2} = 6,00 \text{ m}$$

Excentricidad en X ( $e_x$ ):

$$e_x = C.M. - C.R.$$

$$e_x = 6,00 - 6,00 = 0 \text{ m}$$

$$e_{mín.} = 5\% * h$$

Donde:

$h$  = Altura del edificio.

$$e_{mín.} = 0,05 * 8,50 = 0,425$$

Entonces se tomará  $e_x = 0,425$  metros

Tabla XXIX. **Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, primer nivel, marco "X", módulo 2**

Marco	km	di	km * di	km * (di) <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm
I	4	-6,00	-24	144	-13,33	6 677,26	-623,64	6 053,62
J	4	-2,00	-8	16	-40	6 677,26	-207,83	6 469,43
K	4	2,00	8	16	40	6 677,26	207,83	6 885,09
L	4	6,00	24	144	13,33	6 677,26	623,64	7 300,90
<b>Sumatoria</b>				320				

La fuerza por marco, en el primer nivel en sentido X, será la más crítica para que cubra todas las cargas sísmicas.

$$F_m = 7\,300,90$$

Segundo nivel eje X.

$$K_m = 1k + 1k + 1k + 1k = 4k$$

$$\sum K_m = 4k * 3 \text{ marcos paralelos} = 12k$$

Tabla XXX. **Cálculo del centro de rigidez, segundo nivel, marco "X", módulo 2**

Marco	K (m)	L (m)	K * L (m <sup>2</sup> )
I	4	0	
J	4	4	16
K	4	8	32
L	4	12	48
Sumatoria	16		96

Centro de rigidez:

$$C.R. = \frac{\sum K * L}{\sum K}$$

$$C.R. = \frac{96 \text{ m}^2}{16 \text{ m}} = 6,00 \text{ m}$$

Tabla XXXI. **Cálculo del centro de masa, segundo nivel, marco "X",  
módulo 2**

Figura	y (m)	x ( m)	A (m <sup>2</sup> )	A * y (m <sup>3</sup> )	A * x (m <sup>3</sup> )
1	4,85	6,00	116,40	564,54	698,40

Centro de masa:

$$C.M. = \frac{\sum A * y}{\sum A}$$

$$C.M. = \frac{698,40 \text{ m}^3}{116,40 \text{ m}^2} = 6,00 \text{ m}$$

Excentricidad en X (e<sub>x</sub>):

$$e_x = C.M. - C.R.$$

$$e_x = 6,00 - 6,00 = 0 \text{ m}$$

$$e_{\text{mín.}} = 5\% * h$$

Donde:

h = Altura del edificio

$$e_{\text{mín.}} = 0,05 * 8,50 = 0,425$$

Entonces usar e<sub>x</sub> = 0,425 metros

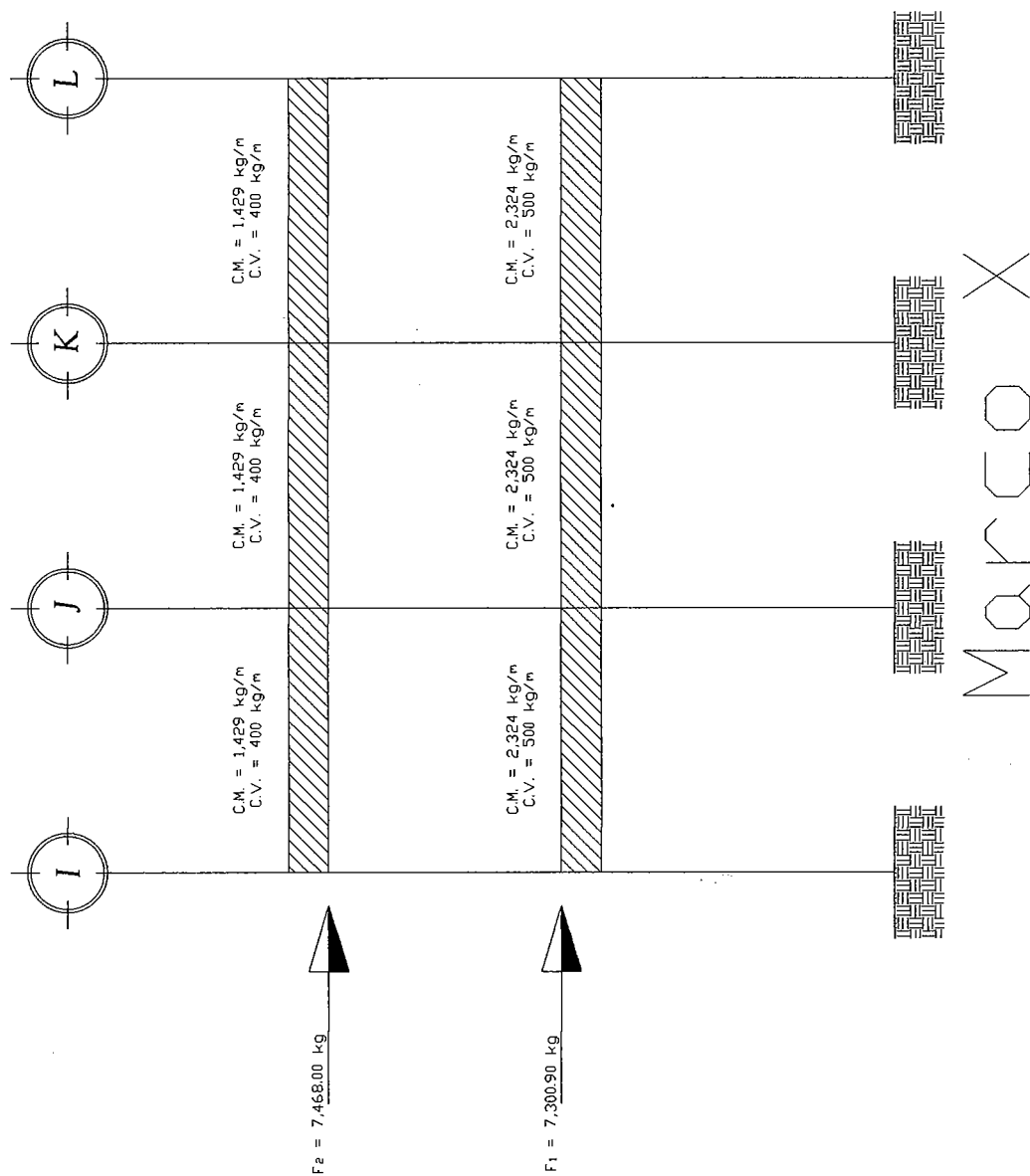
Tabla XXXII. **Cálculo de la fuerza por marco, por torsión, segundo nivel, marco "X", módulo 2**

Marco	km	di	km * di	km * (di) <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm
I	4	-6,00	-24	144	-13,33	6 830,08	-637,92	6 192,16
J	4	-2,00	-8	16	-40	6 830,08	-212,59	6 617,49
K	4	2,00	8	16	40	6 830,08	212,59	7 042,67
L	4	6,00	24	144	13,33	6 830,08	637,92	7 468,00
<b>Sumatoria</b>				320				

La fuerza por marco, en el segundo nivel en sentido X, será la más crítica para que cubra todas las cargas sísmicas.

$$F_m = 7\,468,00$$

Figura 13. Fuerzas por marco en sentido "X", módulo 2



### **2.1.6.5. Análisis de marcos por medio de método de análisis estructural**

El método de análisis estructural a emplear será el método de Kani, es muy eficiente para analizar marcos de nudos rígidos con desplazamientos horizontales; el objetivo al aplicarlo, es determinar los momentos flectores en los extremos de cada una de las barras, ya que conociendo éstos, los demás valores pueden deducirse por medio de las ecuaciones de la estática.

Éste es un método exacto de aproximaciones sucesivas, la exactitud en el análisis, depende únicamente del número de iteraciones que se efectúen.

Automáticamente elimina los errores de cálculo que se cometen en el proceso iterativo; éstos son eliminados por las sucesivas iteraciones.

A continuación se hace un resumen del procedimiento general.

#### **Estructuras con nudos rígidos no desplazables**

Se aplica para el análisis de la carga muerta y la carga viva.

- Momentos fijos ( $MF_{IK}$ ), se calculan cuando existen cargas verticales uniformemente distribuidas, están en función de la carga actuante y de la longitud del miembro.

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

- Momentos de sujeción ( $M_s$ ), se calculan cuando hay cargas verticales; y para un nudo determinado, es igual a la suma algebraica de los momentos fijos de los miembros que concurren a él.

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

- Rigideces de los elementos ( $K_{IK}$ )

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

Donde:

$I$  = Inercia del elemento.

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$

$L_{IK}$  = Longitud del elemento.

- Factores de giro o coeficientes de reparto ( $\mu_{IK}$ ), están en función de la rigidez del miembro y para barras de sección constante es de  $\frac{1}{2}$

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

- Cálculo de iteraciones, influencia de giro ( $M'_{IK}$ ), se suspenden las iteraciones hasta llegar a la aproximación deseada en todos los miembros; en este caso será de 25 entre cada iteración.

$$M'_{IK} = \mu_{IK} (M_s + \sum M'_{KI}) \quad \text{Sin ladeo}$$

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

$$M_{IK} = MF_{IK} + 2M'_{IK} + M'_{KI}$$

En donde,  $M'_{IK}$  y  $M'_{KI}$ , son los resultados en cada extremo de la barra, de la última iteración.



- 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.

Desplazamiento horizontal de nudos por acción de cargas horizontales

- Momentos fijos ( $MF_{IK}$ ), son inexistentes ya que hay desplazamiento.
- Momentos de sujeción ( $M_s$ ), serán igual a 0 ya que estos son la sumatoria de los momentos fijos.
- Determinación de fuerzas de sujeción ( $\overline{H}$ ), es una fuerza de igual magnitud, pero de sentido contrario al de la carga horizontal actuante por piso.

$$H = f m_{nivel\ n}$$

Donde:

$Fm_{nivel\ n}$  = Fuerza por marco del nivel n, tomada del análisis sísmico.

- Fuerza cortante en el piso ( $Q_n$ ), se designa a la suma de fuerzas de sujeción  $\overline{H}$  que actúan por encima del piso, considerado como la fuerza total cortante en el piso n.

$$Q_n = \sum H$$

- Momento de piso ( $M_n$ ), Se calcula cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

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

Donde:

$Q_n$  = Suma de las fuerzas  $\bar{H}$  que actúan arriba del piso  $n$ .

$h_n$  = Altura del piso  $n$ .

- Factores de giro o coeficientes de reparto ( $\mu_{IK}$ ).
- Factores de corrimiento ( $\ddot{U}_{IK}$ ), se calcula cuando hay ladeo causado porque la estructura no es simétrica o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$\ddot{U} = -\frac{3}{2} \left( \frac{K_{IK}}{\sum K_{IK}} \right)$$

- Cálculo de la influencia del desplazamiento ( $M''_{IK}$ ), esto se computa cuando existe ladeo.

$$M''_{IK} = \ddot{U}_{IK} (M_n + \sum(M'_{IK} + M'_{KI})) \quad \text{Por fuerza horizontal}$$

- Cálculo de la influencia del giro ( $M'_{IK}$ )

$$M'_{IK} = \mu_{IK} (M_S + \sum(M'_{KI} + M''_{KI})) \quad \text{Con ladeo}$$

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

$$M_{IK} = MF_{IK} + 2M'_{IK} + M'_{KI} + M''_{IK}$$

Donde:

$MF_{IK}$  = Momento fijo en el extremo I, de la barra IK.

$M'_{IK}$  = Valor de la última iteración en el extremo I, de la barra IK.

$M'_{KI}$  = Valor de la última iteración en el extremo K, de la barra IK.

$M''_{IK}$  = Valor de la última iteración en la barra.

➤ 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.

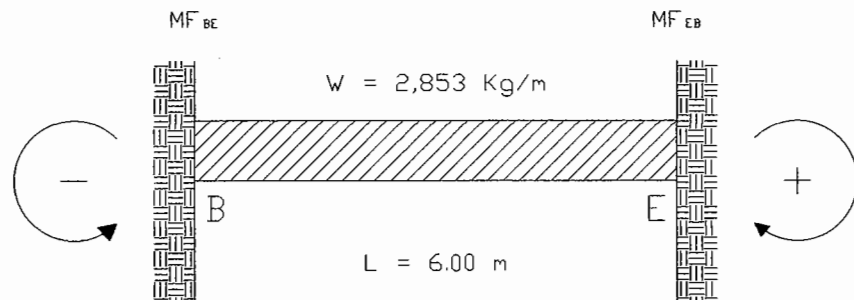
$M_{K(-)}$  = Momento negativo de la viga en el extremo del lado derecho.

## Método de Kani para carga muerta

Marco típico en sentido Y módulo 1:

- Momentos fijos MF para cargas uniformemente distribuidas.

Figura 14. Convención de signos



$$\begin{aligned}
 MF_{BE} &= (2\,853 \cdot 6,00^2) / 12 &= -8\,559 & \quad MF_{EB} &= 8\,559 \\
 MF_{EH} &= (2\,853 \cdot 6,00^2) / 12 &= -8\,559 & \quad MF_{HE} &= 8\,559 \\
 MF_{CD} &= (1\,903 \cdot 6,00^2) / 12 &= -5\,709 & \quad MF_{DC} &= 5\,709 \\
 MF_{DI} &= (1\,903 \cdot 6,00^2) / 12 &= -5\,709 & \quad MF_{ID} &= 5\,709
 \end{aligned}$$

- Momentos de sujeción Ms:

$$\begin{aligned}
 Ms(B) &= MF_{BE} &= -8\,559 \text{ Kg} \cdot \text{m} \\
 Ms(C) &= MF_{CD} &= -5\,709 \text{ Kg} \cdot \text{m} \\
 Ms(E) &= MF_{EB} + MF_{EH} &= 8\,559 + (-8\,559) = 0 \text{ Kg} \cdot \text{m} \\
 Ms(D) &= MF_{DC} + MF_{DI} &= 5\,709 + (-5\,709) = 0 \text{ Kg} \cdot \text{m} \\
 Ms(H) &= MF_{HE} &= 8\,559 \text{ Kg} \cdot \text{m} \\
 Ms(I) &= MF_{ID} &= 5\,709 \text{ Kg} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

➤ Rigidez de los elementos  $K_{IK}$ .

Inercia de los elementos:

$$I_{columnas} = \frac{40 * 40^3}{12} = 213\,333,33 \text{ cm}^4$$

$$I_{vigas} = \frac{25 * 50^3}{12} = 260\,416,67 \text{ cm}^4$$

Inercias relativas:

$$I_{columna} = \frac{I_{columna}}{I_{columna}} = \frac{213\,333,33}{213\,333,33} = 1$$

$$I_{viga} = \frac{I_{viga}}{I_{columna}} = \frac{260\,416,67}{213\,333,33} = 1,22$$

Rigidez:

$$K_{AB} = K_{BA} = K_{FE} = K_{EF} = K_{GH} = K_{HG} = 1,00 / 5,00 = 0,20$$

$$K_{BC} = K_{CB} = K_{ED} = K_{DE} = K_{HI} = K_{IH} = 1,00 / 3,50 = 0,29$$

$$K_{BE} = K_{EB} = K_{EH} = K_{HE} = K_{CD} = K_{DC} = K_{DI} = K_{ID} = 1,22 / 6,00 = 0,20$$

➤ Factores de giro o coeficientes de reparto  $\mu_{IK}$ :

Nudo B & H:

$$\mu_{BA} = \mu_{HG} = -\frac{1}{2} * \left( \frac{0,20}{0,20 + 0,29 + 0,20} \right) = -0,145$$

$$\mu_{BE} = \mu_{HE} = -\frac{1}{2} * \left( \frac{0,20}{0,20 + 0,29 + 0,20} \right) = -0,145$$

$$\mu_{BC} = \mu_{HI} = -\frac{1}{2} * \left( \frac{0,29}{0,20 + 0,29 + 0,20} \right) = -0,210$$

$$\mu_{BA} + \mu_{BE} + \mu_{BC} = \mu_{HG} + \mu_{HE} + \mu_{HI} = -0,500$$

Nudo C & I:

$$\mu_{CB} = \mu_{IH} = -\frac{1}{2} * \left( \frac{0,29}{0,20 + 0,29} \right) = -0,296$$

$$\mu_{CD} = \mu_{ID} = -\frac{1}{2} * \left( \frac{0,20}{0,20 + 0,29} \right) = -0,204$$

$$\mu_{CB} + \mu_{CD} = \mu_{IH} + \mu_{ID} = -0,500$$

Nudo E:

$$\mu_{EF} = -\frac{1}{2} * \left( \frac{0,20}{0,20 + 0,20 + 0,29 + 0,20} \right) = -0,112$$

$$\mu_{EH} = -\frac{1}{2} * \left( \frac{0,20}{0,20 + 0,20 + 0,29 + 0,20} \right) = -0,112$$

$$\mu_{ED} = -\frac{1}{2} * \left( \frac{0,29}{0,20 + 0,20 + 0,29 + 0,20} \right) = -0,164$$

$$\mu_{EB} = -\frac{1}{2} * \left( \frac{0,20}{0,20 + 0,20 + 0,29 + 0,20} \right) = -0,112$$

$$\mu_{EF} + \mu_{EH} + \mu_{ED} + \mu_{EB} = -0,500$$

Nudo D:

$$\mu_{DE} = -\frac{1}{2} * \left( \frac{0,29}{0,20 + 0,29 + 0,20} \right) = -0,210$$

$$\mu_{DI} = -\frac{1}{2} * \left( \frac{0,20}{0,20 + 0,29 + 0,20} \right) = -0,145$$

$$\mu_{DC} = -\frac{1}{2} * \left( \frac{0,29}{0,20 + 0,29 + 0,20} \right) = -0,210$$

$$\mu_{DE} + \mu_{DI} + \mu_{DC} = -0,500$$

➤ Influencia de giro ( $M'_{JK}$ ):

$$M'_{JK} = \mu_{JK} \left( M_S + \sum (M'_{KI}) \right)$$

Primera iteración:

**Nudo B:**

$$M'_{BA} = \mu_{BA} (M_{S(B)} + M'_{AB} + M'_{EB} + M'_{CB})$$

$$M'_{BA} = -0,145 (-8559 + 0 + 0 + 0) = 1241,94 \text{ Kg} - m$$

$$M'_{BE} = \mu_{BE} (M_{S(B)} + M'_{AB} + M'_{EB} + M'_{CB})$$

$$M'_{BE} = -0,145 (-8559 + 0 + 0 + 0) = 1241,94 \text{ Kg} - m$$

$$M'_{BC} = \mu_{BC} (M_{S(B)} + M'_{AB} + M'_{EB} + M'_{CB})$$

$$M'_{BC} = -0,210 (-8559 + 0 + 0 + 0) = 1774,20 \text{ Kg} - m$$

**Nudo C:**

$$M'_{CB} = \mu_{CB} (M_{S(C)} + M'_{BC} + M'_{DC})$$

$$M'_{CB} = -0,296 (-5709 + 1774,20 + 0) = 1149,13 \text{ Kg} - m$$

$$M'_{CD} = \mu_{CD} (M_{S(C)} + M'_{BC} + M'_{DC})$$

$$M'_{CD} = -0,204 (-5709 + 1774,20 + 0) = 818,27 \text{ Kg} - m$$

**Nudo E:**

$$M'_{EF} = \mu_{EF} (M_{S(E)} + M'_{FE} + M'_{HE} + M'_{DE} + M'_{BE})$$

$$M'_{EF} = -0,112 (0 + 0 + 0 + 0 + 1241,94) = -141,54 \text{ Kg} - m$$

$$M'_{EH} = \mu_{EH} (M_{S(E)} + M'_{FE} + M'_{HE} + M'_{DE} + M'_{BE})$$

$$M'_{EH} = -0,112 (0 + 0 + 0 + 0 + 1241,94) = -141,54 \text{ Kg} - m$$

$$M'_{ED} = \mu_{ED} (M_{S(E)} + M'_{FE} + M'_{HE} + M'_{DE} + M'_{BE})$$

$$M'_{ED} = -0,164 (0 + 0 + 0 + 0 + 1241,94) = -202,19 \text{ Kg} - m$$

$$M'_{EB} = \mu_{EB} (M_{S(E)} + M'_{FE} + M'_{HE} + M'_{DE} + M'_{BE})$$

$$M'_{EB} = -0,112 (0 + 0 + 0 + 0 + 1241,94) = -141,54 \text{ Kg} - m$$

**Nudo D:**

$$M'_{DE} = \mu_{DE} (M_{S(D)} + M'_{ED} + M'_{ID} + M'_{CD})$$

$$M'_{DE} = -0,210 (0 + (-179,69) + 0 + 818,27) = -127,07 \text{ Kg} - m$$

$$M'_{DI} = \mu_{DI} (M_{S(D)} + M'_{ED} + M'_{ID} + M'_{CD})$$

$$M'_{DI} = -0,145 (0 + (-179,69) + 0 + 818,27) = -90,48 \text{ Kg} - m$$

$$M'_{DC} = \mu_{DC} (M_{S(D)} + M'_{ED} + M'_{ID} + M'_{CD})$$

$$M'_{DC} = -0,145 (0 + (-179,69) + 0 + 818,27) = -90,48 \text{ Kg} - m$$

**Nudo H:**

$$M'_{HG} = \mu_{HG} (M_{S(H)} + M'_{GH} + M'_{EH} + M'_{IH})$$

$$M'_{HG} = -0,145 (8\,559 + 0 + (-141,54) + 0) = -1\,221,05 \text{ Kg} - m$$

$$M'_{HE} = \mu_{HE} (M_{S(H)} + M'_{GH} + M'_{EH} + M'_{IH})$$

$$M'_{HE} = -0,145 (8\,559 + 0 + (-141,54) + 0) = -1\,221,05 \text{ Kg} - m$$

$$M'_{HI} = \mu_{HI} (M_{S(H)} + M'_{GH} + M'_{EH} + M'_{IH})$$

$$M'_{HI} = -0,210 (8\,559 + 0 + (-141,54) + 0) = -1\,744,35 \text{ Kg} - m$$

**Nudo I:**

$$M'_{IH} = \mu_{IH} (M_{S(I)} + M'_{HI} + M'_{DI})$$

$$M'_{IH} = -0,296 (5\,709 + (-1\,744,35) + (-90,48))$$

$$= -1\,131,42 \text{ kg} - m$$

$$M'_{ID} = \mu_{ID} (M_{S(I)} + M'_{HI} + M'_{DI})$$

$$M'_{ID} = -0,204 (5\,709 + (-1\,744,35) + (-90,48)) = -805,66 \text{ kg} - m$$

Hasta la octava iteración.



- Momentos finales en el extremo de cada barra ( $M_{ik}$ ):

$$M_{AB} = MF_{AB} + 2 M'_{AB} + M'_{BA}$$

$$M_{AB} = 0 + 2 (0) + 1\,064,45 = 1\,064,45$$

$$M_{BA} = MF_{BA} + 2 M'_{BA} + M'_{AB}$$

$$M_{BA} = 0 + 2 (1\,064,45) + 0 = 2\,128,90$$

$$M_{BE} = MF_{BE} + 2 M'_{BE} + M'_{EB}$$

$$M_{BE} = -8\,559 + 2 (1\,082,81) + 0 = -6\,393,37$$

$$M_{BC} = MF_{BC} + 2 M'_{BC} + M'_{CB}$$

$$M_{BC} = 0 + 2 (1\,520,64) + 1\,223,18 = 4\,264,46$$

- Momentos positivos en vigas:

$$M_{BE} (+) = \frac{(2\,853) + (6^2)}{8} - \frac{|-6\,393,37| + |9\,641,82|}{2} = 4\,280,91 \text{ Kg} - m$$

$$M_{EH} (+) = \frac{(2\,853) + (6^2)}{8} - \frac{|-9\,641,82| + |6\,393,37|}{2} = 4\,280,91 \text{ Kg} - m$$

$$M_{CD} (+) = \frac{(1\,903) + (6^2)}{8} - \frac{|-3\,967| + |6\,580|}{2} = 3\,290 \text{ Kg} - m$$

$$M_{DI} (+) = \frac{(1\,903) + (6^2)}{8} - \frac{|-6\,580| + |3\,967|}{2} = 3\,290 \text{ Kg} - m$$

### Método de Kani para carga viva

Marco típico en sentido Y módulo 1:

Se realiza de la misma forma que para carga muerta.

## Método de Kani para cargas horizontales

Marco típico en sentido Y módulo 1:

- Momentos fijos MF para cargas uniformemente distribuidas.

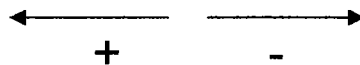
MF = inexistentes

- Momentos de sujeción Ms:

Ms = 0

- Fuerzas de sujeción (H):

Convención de signos:



$$H_{nivel_2} = 5\,985,93$$

$$H_{nivel_1} = 5\,503,91$$

- Fuerza cortante en el piso (Qn):

$$Q_{nivel_2} = 5\,985,93$$

$$Q_{nivel_1} = 5\,503,91 + 5\,985,93 = 11\,489,84$$

- Momento de piso (Mn):

$$M_{nivel_2} = \frac{5\,985,93 * 3,5}{3} = 6\,983,59$$

$$M_{nivel_1} = \frac{11\,489,84 * 5,0}{3} = 19\,149,73$$

- Factores de giro o coeficientes de reparto ( $\mu_{ik}$ ).

Se utilizarán los mismos datos que para la carga muerta y viva.

➤ Factores de corrimiento ( $\ddot{U}_{IK}$ ):

$$\begin{aligned}\ddot{U}_{AB} = \ddot{U}_{FE} = \ddot{U}_{GH} - \frac{3}{2} \left( \frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{FE} + K_{GH}} \right) = \\ \ddot{U}_{AB} = \ddot{U}_{FE} = \ddot{U}_{GH} - \frac{3}{2} \left( \frac{0,20}{0,20 + 0,20 + 0,20} \right) = -0,50 \\ \ddot{U}_{BC} = \ddot{U}_{ED} = \ddot{U}_{HI} - \frac{3}{2} \left( \frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{ED} + K_{HI}} \right) \\ \ddot{U}_{BC} = \ddot{U}_{ED} = \ddot{U}_{HI} - \frac{3}{2} \left( \frac{0,29}{0,29 + 0,29 + 0,29} \right) = -0,50\end{aligned}$$

➤ Influencia de desplazamiento.

$$M''_{IK} = \ddot{U}_{IK} \left( M_n + \sum (M'_{IK} + M'_{KI}) \right)$$

Primera iteración:

Segundo nivel

$$\begin{aligned}M''_{BC} &= \ddot{U}_{BC} (M_{nivel_2} + M'_{CB} + M'_{BC} + M'_{DE} + M'_{ED} + M'_{IH} + M'_{HI}) \\ M''_{BC} &= -0,50 (6\,983,59 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = -3\,491,79 \\ M''_{DE} &= \ddot{U}_{DE} (M_{nivel_2} + M'_{CB} + M'_{BC} + M'_{DE} + M'_{ED} + M'_{IH} + M'_{HI}) \\ M''_{DE} &= -0,50 (6\,983,59 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = -3\,491,79 \\ M''_{HI} &= \ddot{U}_{HI} (M_{nivel_2} + M'_{CB} + M'_{BC} + M'_{DE} + M'_{ED} + M'_{IH} + M'_{HI}) \\ M''_{HI} &= -0,50 (6\,983,59 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = -3\,491,79\end{aligned}$$

Primer nivel

$$\begin{aligned}M''_{AB} &= \ddot{U}_{AB} (M_{nivel_1} + M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{FE} + M'_{EF} + M'_{GH} + M'_{HG}) \\ M''_{AB} &= -0,50 (19\,149,73 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = -9\,574,87 \\ M''_{EF} &= \ddot{U}_{EF} (M_{nivel_1} + M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{FE} + M'_{EF} + M'_{GH} + M'_{HG}) \\ M''_{EF} &= -0,50 (19\,149,73 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = -9\,574,87 \\ M''_{GH} &= \ddot{U}_{GH} (M_{nivel_1} + M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{FE} + M'_{EF} + M'_{GH} + M'_{HG}) \\ M''_{GH} &= -0,50 (19\,149,73 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = -9\,574,87\end{aligned}$$

- Influencia de giro ( $M'_{IK}$ ):

$$M'_{IK} = \mu_{IK} (M_S + \sum(M'_{KI} + M''_{KI}))$$

Primera iteración:

**Nudo B**

$$M'_{BA} = \mu_{BA} (M_{S_B} + M'_{AB} + M'_{EB} + M'_{CB} + M''_{CB} + M''_{AB})$$

$$M'_{BA} = -0,145 (0 + 0 + 0 + 0 + (-3\,491,79) + (-9\,574,87)) \\ = 1\,896,01 \text{ Kg} - m$$

$$M'_{BE} = \mu_{BE} (M_{S_B} + M'_{AB} + M'_{EB} + M'_{CB} + M''_{CB} + M''_{AB})$$

$$M'_{BE} = -0,145 (0 + 0 + 0 + 0 + (-3\,491,79) + (-9\,574,87)) \\ = 1\,896,01 \text{ Kg} - m$$

$$M'_{BC} = \mu_{BC} (M_{S_B} + M'_{AB} + M'_{EB} + M'_{CB} + M''_{CB} + M''_{AB})$$

$$M'_{BC} = -0,210 (0 + 0 + 0 + 0 + (-3\,491,79) + (-9\,574,87)) \\ = 2\,708,59 \text{ Kg} - m$$

**Nudo C**

$$M'_{CB} = \mu_{CB} (M_{S_C} + M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{BC})$$

$$M'_{CB} = -0,296 (0 + 2\,708,59 + 0 + (-3\,491,79)) = 228,73 \text{ Kg} - m$$

$$M'_{CD} = \mu_{CD} (M_{S_C} + M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{BC})$$

$$M'_{CD} = -0,204 (0 + 2\,708,59 + 0 + (-3\,491,79)) = 162,87 \text{ Kg} - m$$

Hasta la novena iteración.

- Momentos finales en el extremo de cada barra ( $M_{IK}$ ):

$$M_{IK} = MF_{IK} + 2M'_{IK} + M'_{KI} + M''_{IK}$$

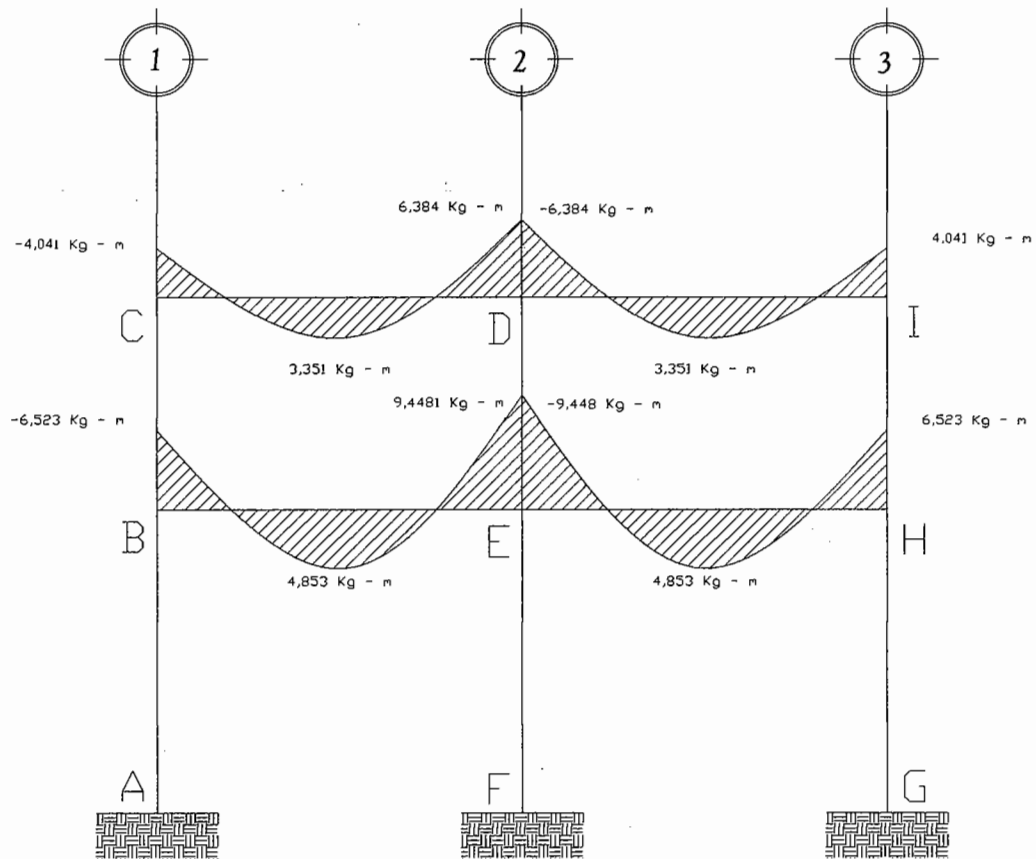
$$M_{AB} = 0 + 2(0) + 3\,162,65 + -13\,741,23 = -10\,578,58$$

$$M_{BA} = 0 + 2(3\,162,65) + 0 + -13\,741,23 = -7\,415,93$$

### 2.1.6.6. Diagramas de momentos en vigas y columnas

Datos obtenidos del software ETABS, como parte de la comparación del análisis de la estructura por medio del método de Kani y el software ETABS.

Figura 15. Diagrama de momentos en vigas – carga muerta - marco Y, módulo 1



Marco Y

Figura 16. Diagrama de momentos en columnas – carga muerta – marco Y, módulo 1

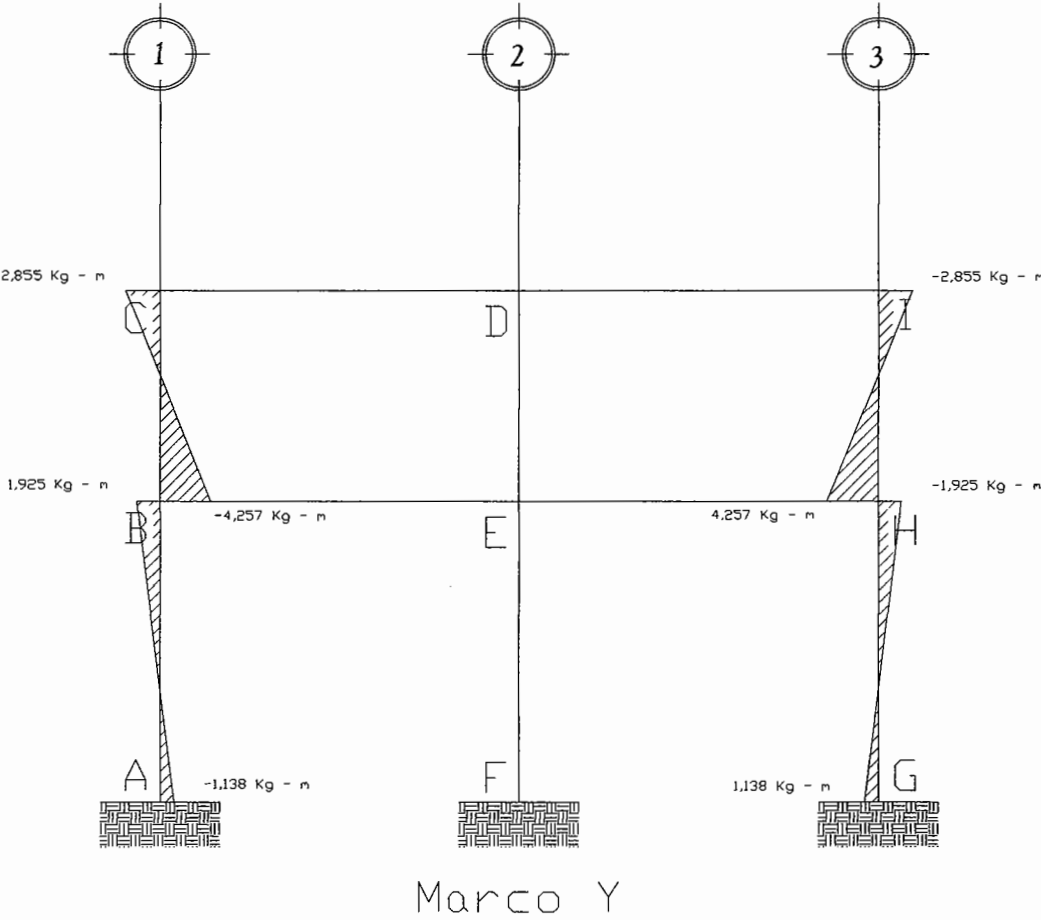
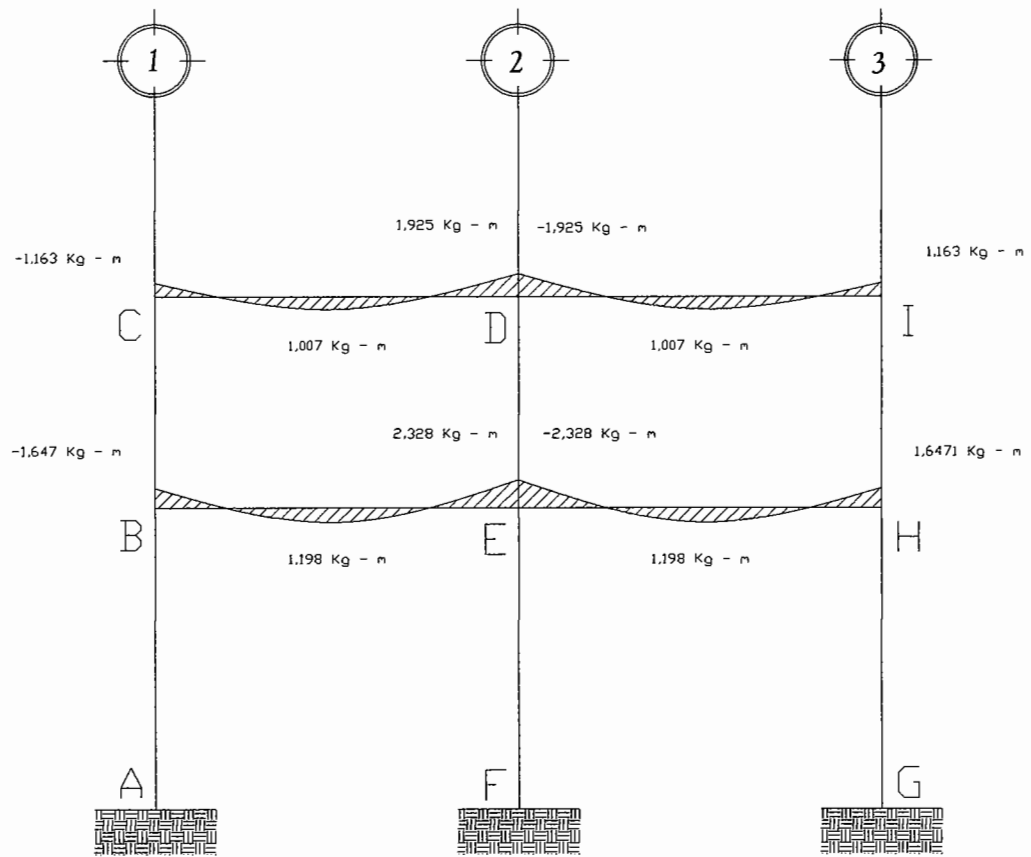


Figura 17.

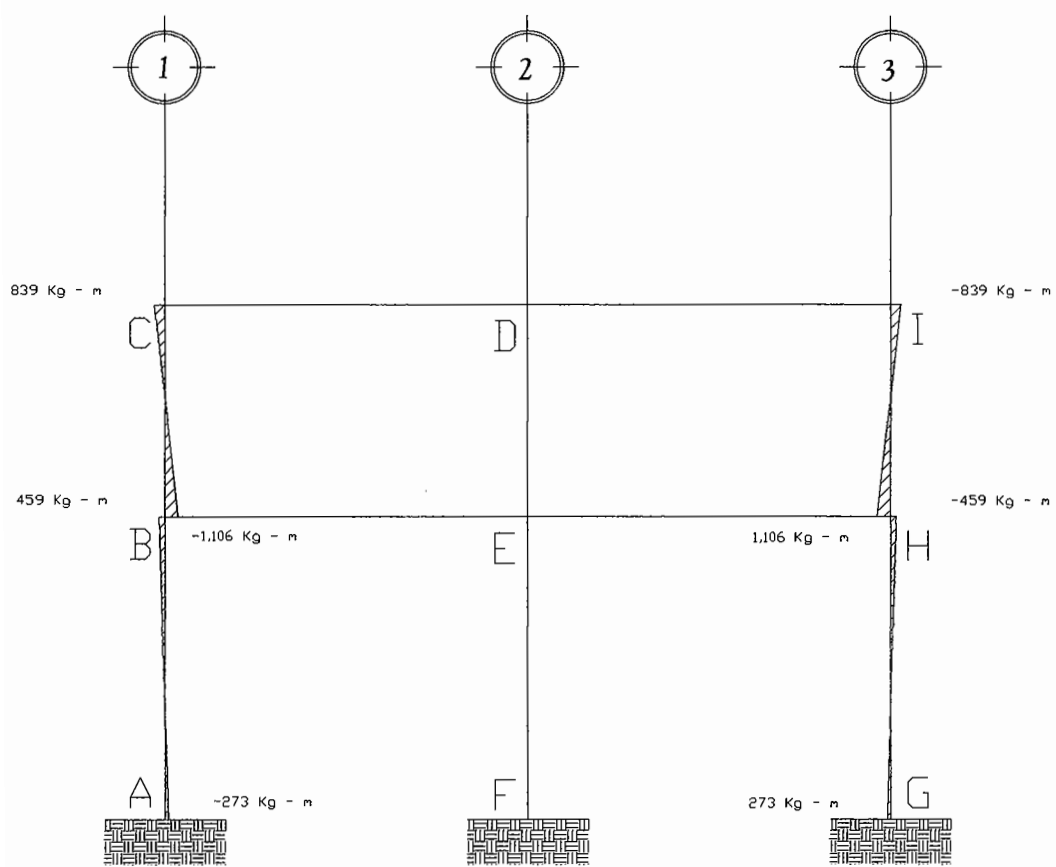
**Diagrama de momentos en vigas – carga viva - marco Y,  
módulo 1**



Marco Y

Figura 18.

**Diagrama de momentos en columnas – carga viva -  
marco Y, módulo 1**

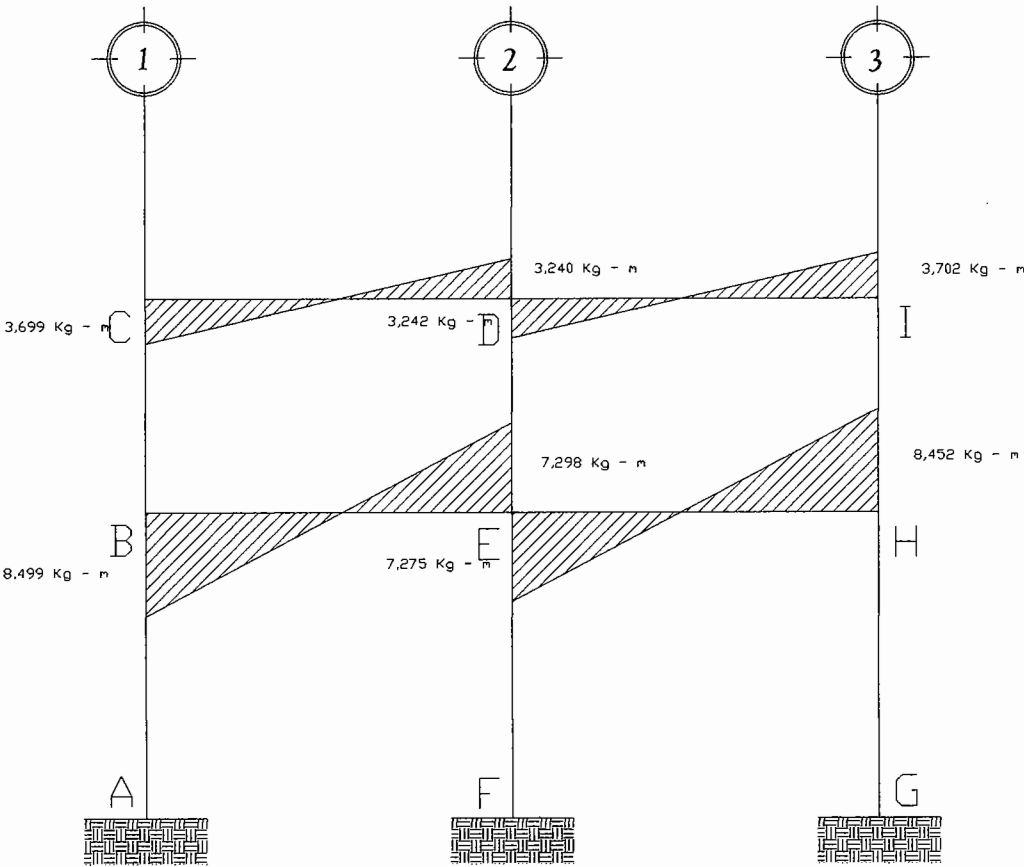


Marco Y



Figura 19.

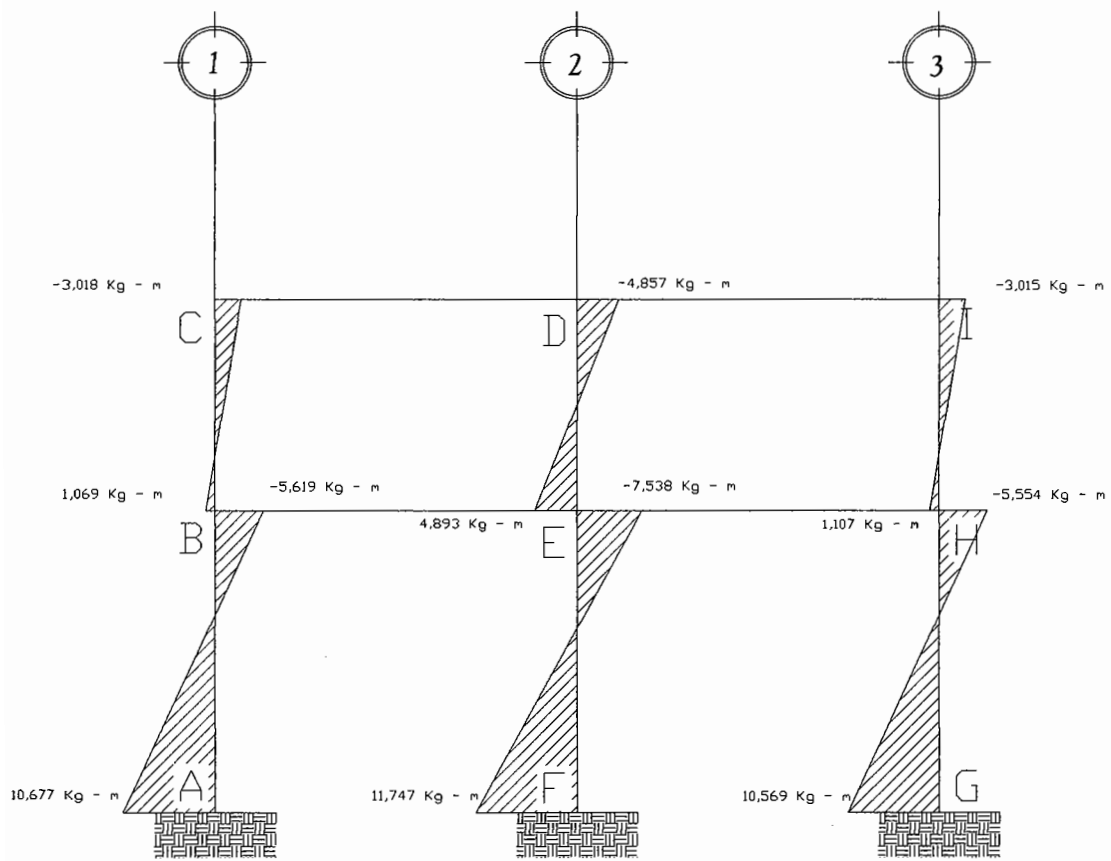
**Diagrama de momentos en vigas – fuerza sísmica - marco Y, módulo 1**



Marco Y

Figura 20.

**Diagrama de momentos en columnas – fuerza sísmica -  
Marco Y, módulo 1**



Marco Y

Figura 21.

**Diagrama de momentos en vigas – carga muerta - marco X, módulo 1**

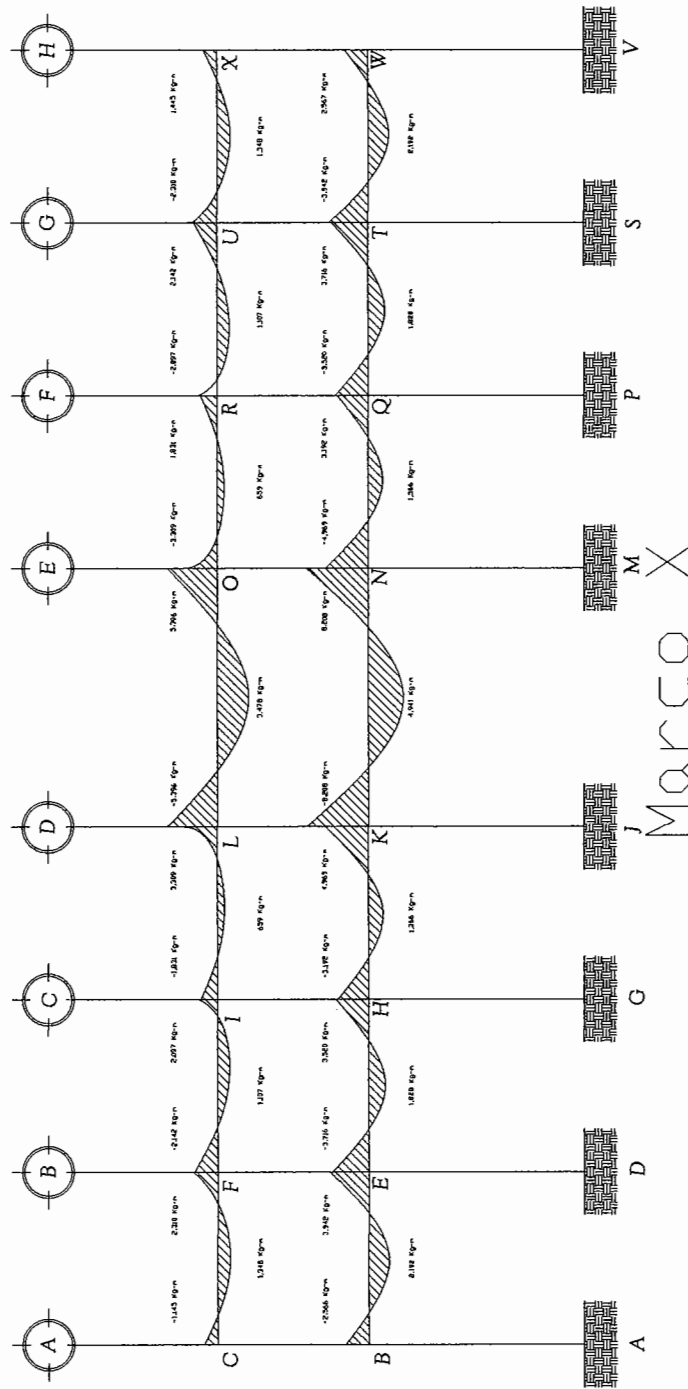


Figura 22.

**Diagrama de momentos en columnas – carga muerta - marco X, módulo 1**

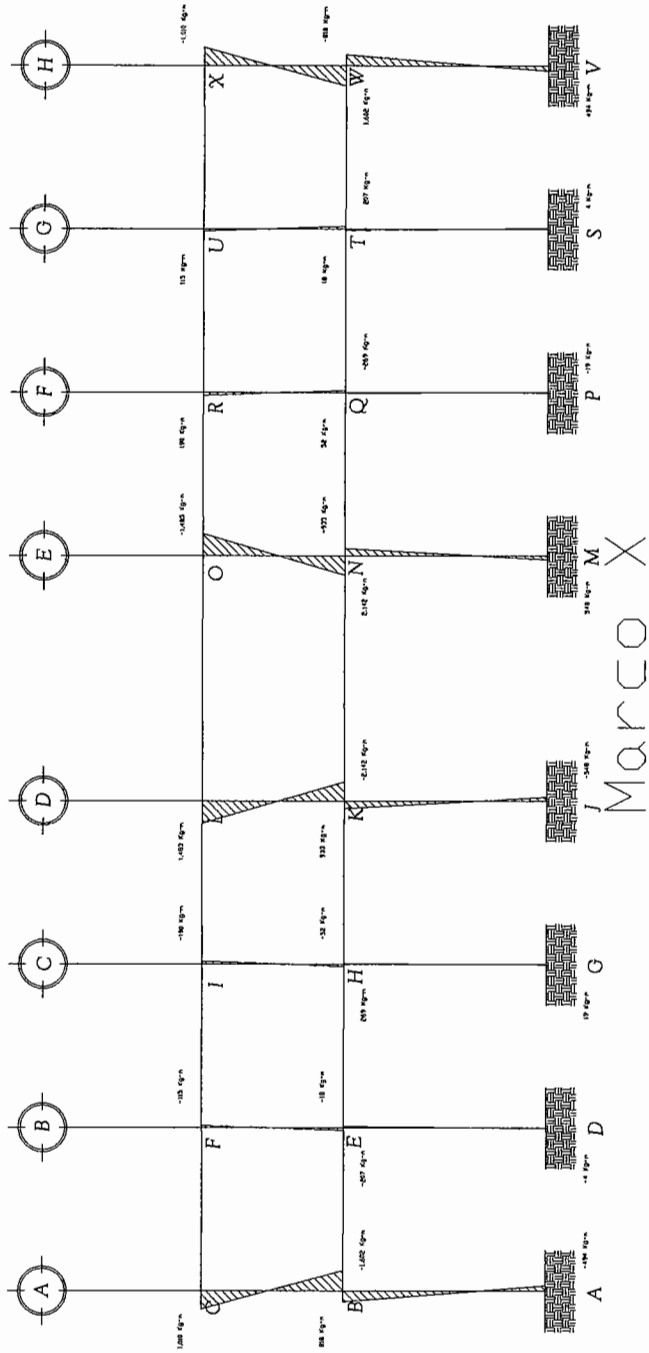


Figura 23.

**Diagrama de momentos en vigas – carga viva - marco X,  
módulo 1**

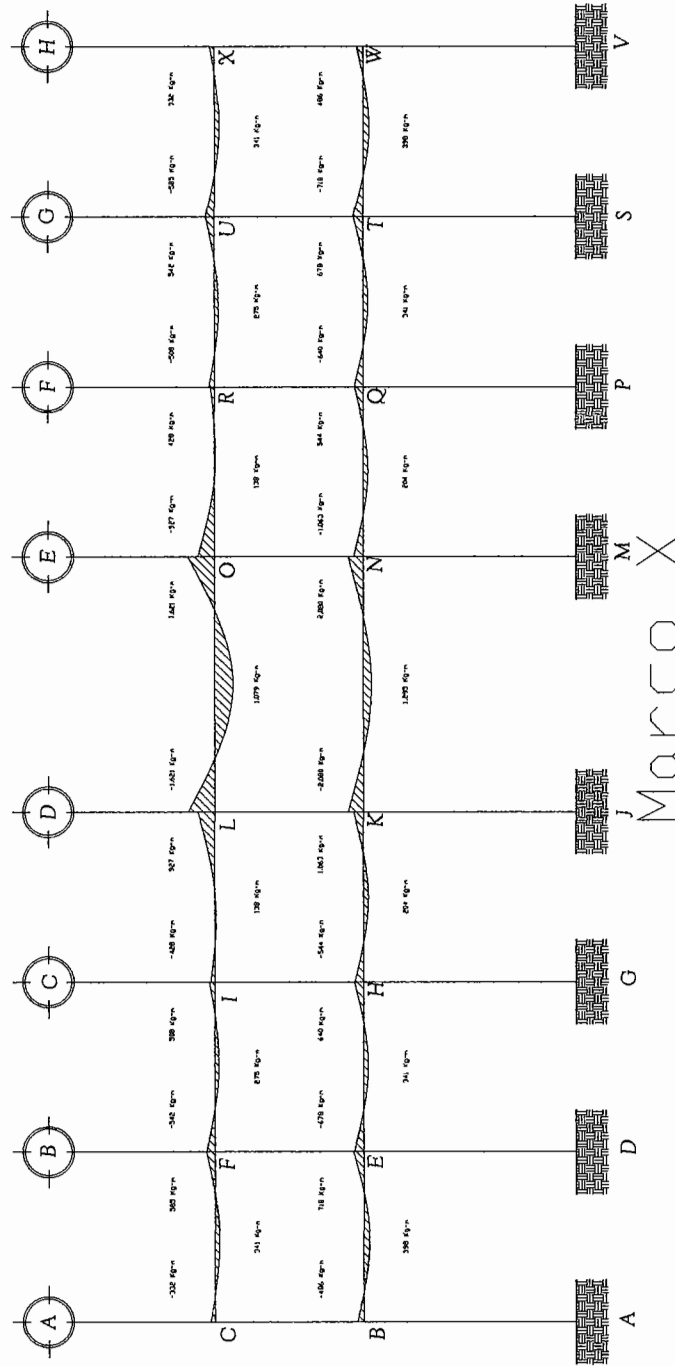


Figura 24.

**Diagrama de momentos en columnas – carga viva -  
marco X, módulo 1**

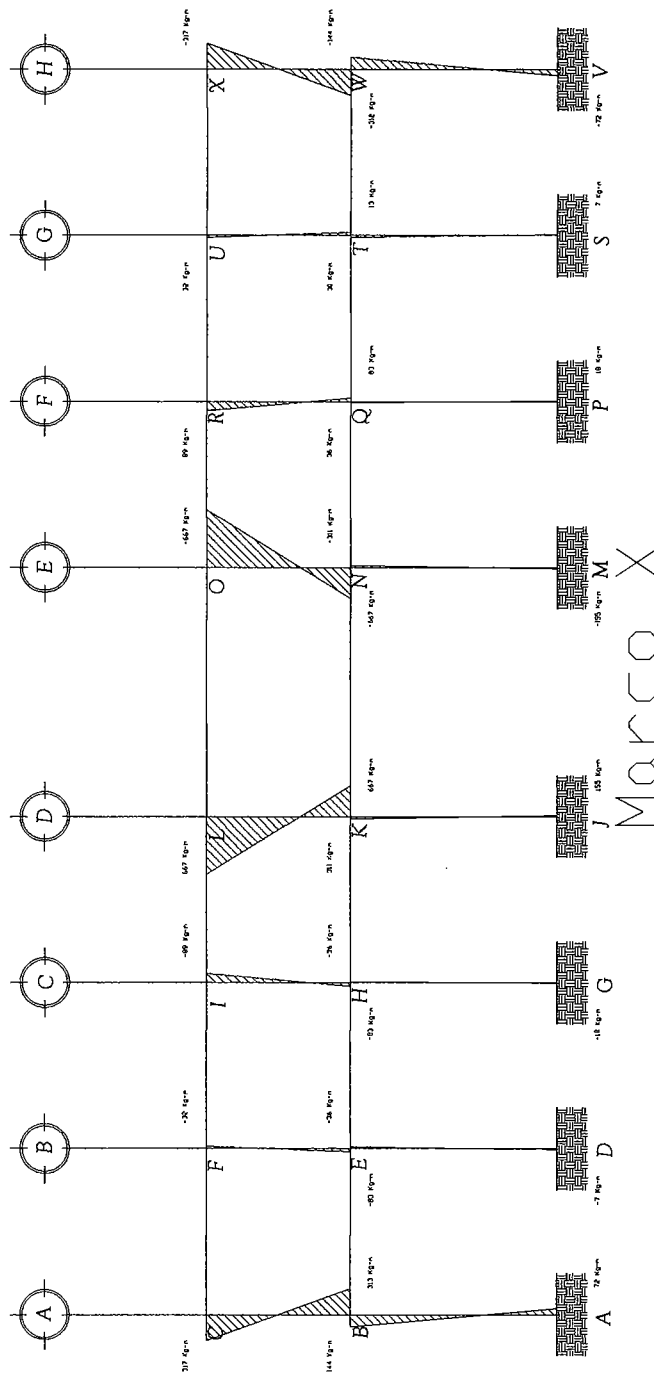


Figura 25.

**Diagrama de momentos en vigas – fuerza sísmica -  
marco X, módulo 1**

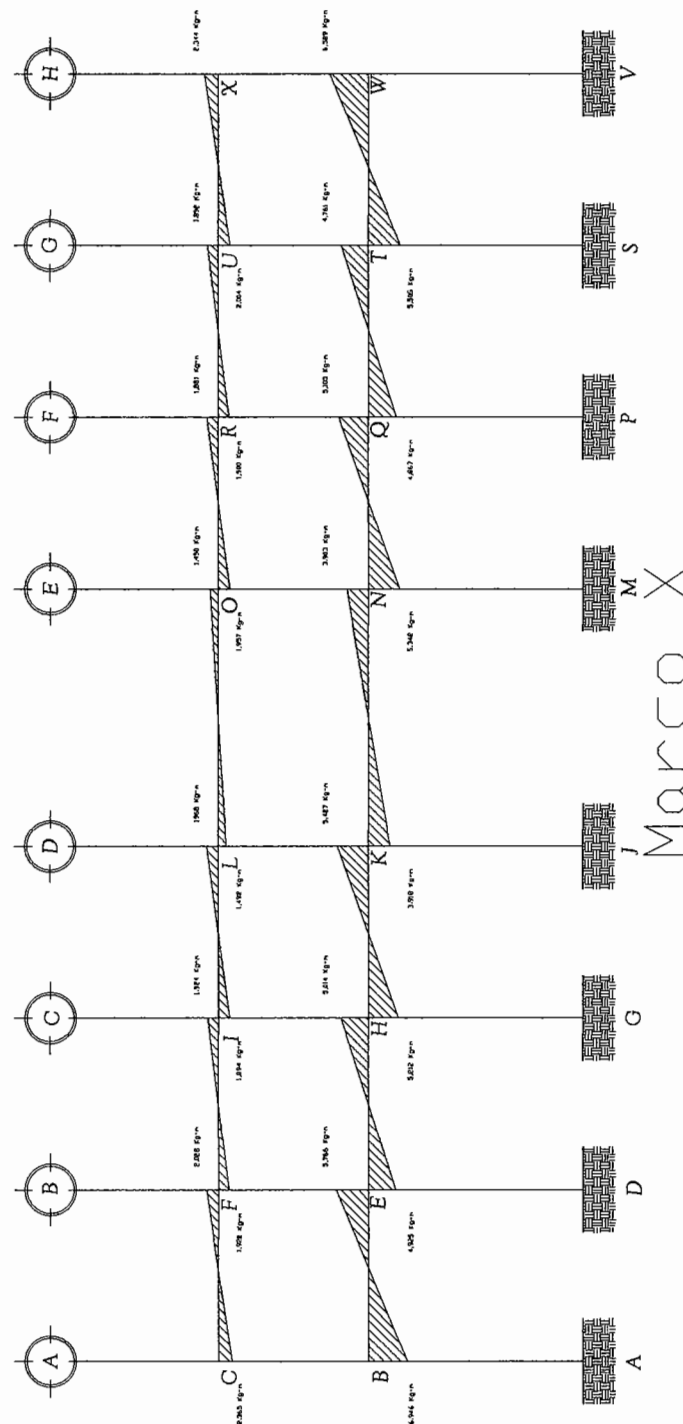
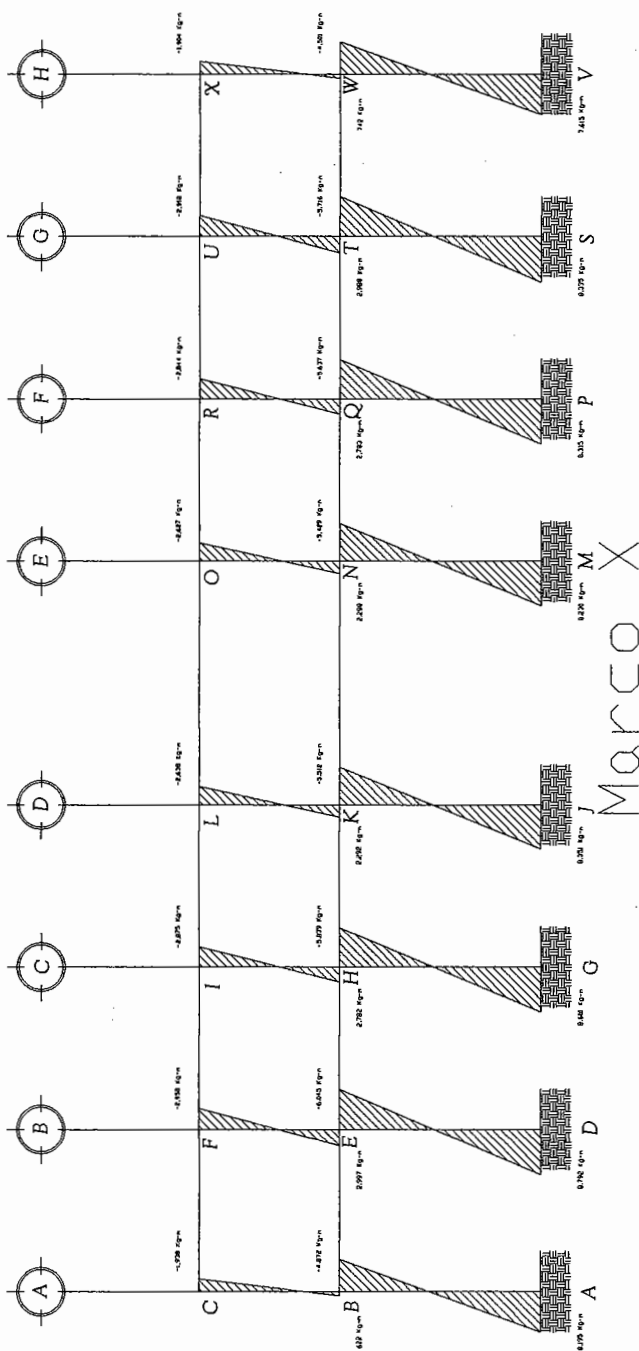


Figura 26.

**Diagrama de momentos en columnas – fuerza sísmica -  
marco X, módulo 1**





### 2.1.6.7. Envolvente de momentos

Se entiende como la superposición de los resultados del análisis de carga muerta, carga viva y fuerza sísmica. Para el efecto se aplica lo que el ACI indica en cuanto a las combinaciones siguientes:

Momentos últimos por envolvente de momentos.

$$M = 1,4(M_{CM}) + 1,7(M_{CV})$$

$$M = 0,75 (1,4(M_{CM}) + 1,7(M_{CV}) \pm 1,87(M_S))$$

$$M = 0,90 (M_{CM}) \pm 1,43(M_S)$$

De estos resultados se toma el mayor.

#### Envolvente de momentos

Marco típico en sentido Y módulo 1:

$$M_{AB} = (1,4 * -1\ 138) + (1,7 * -273) = -2\ 057,30$$

$$M_{AB} = 0,75 * ((1,4 * -1\ 138) + (1,7 * -273) + (1,87 * 10\ 677)) = 13\ 431,52$$

$$M_{AB} = 0,75 * ((1,4 * -1\ 138) + (1,7 * -273) - (1,87 * 10\ 677)) = -16\ 517,47$$

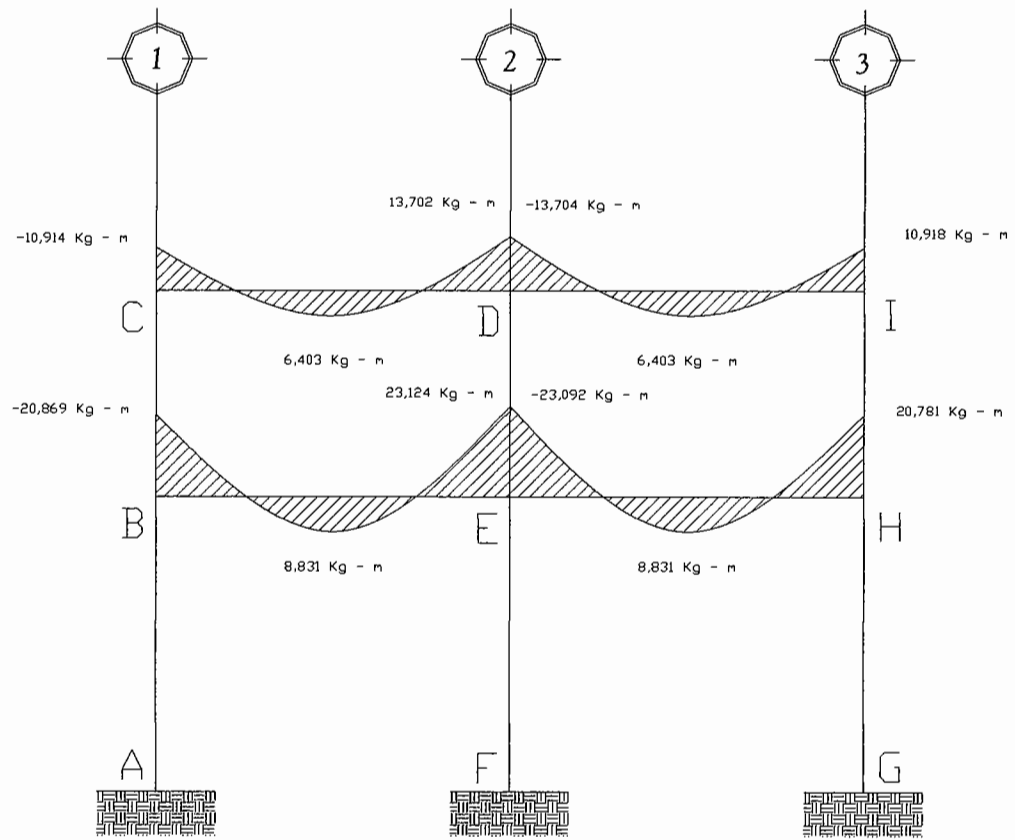
$$M_{AB} = (0,90 * -1\ 138) + (1,43 * 10\ 677) = 14\ 243,91$$

$$M_{AB} = (0,90 * -1\ 138) - (1,43 * 10\ 677) = -16\ 292,31$$

En este caso se tomará  $M_{AB} = -16\ 517\ \text{kg} - \text{m}$

Figura 27.

**Diagrama de momentos en vigas, - por envolvente de momentos - marco Y, módulo 1**



Marco Y

Figura 28. **Diagrama de momentos en columnas, - por envolvente de momentos - marco Y, módulo 1**

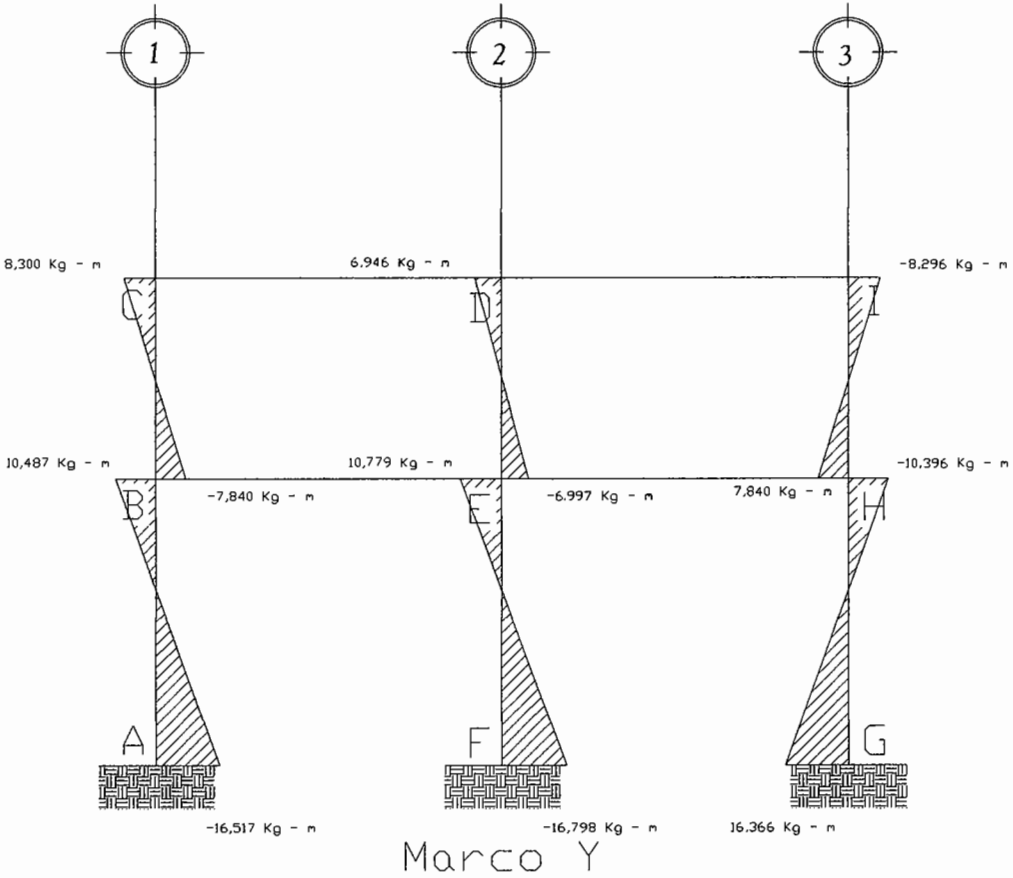


Figura 29.

**Diagrama de momentos en vigas, - por envolvente de momentos - marco X, módulo 1**

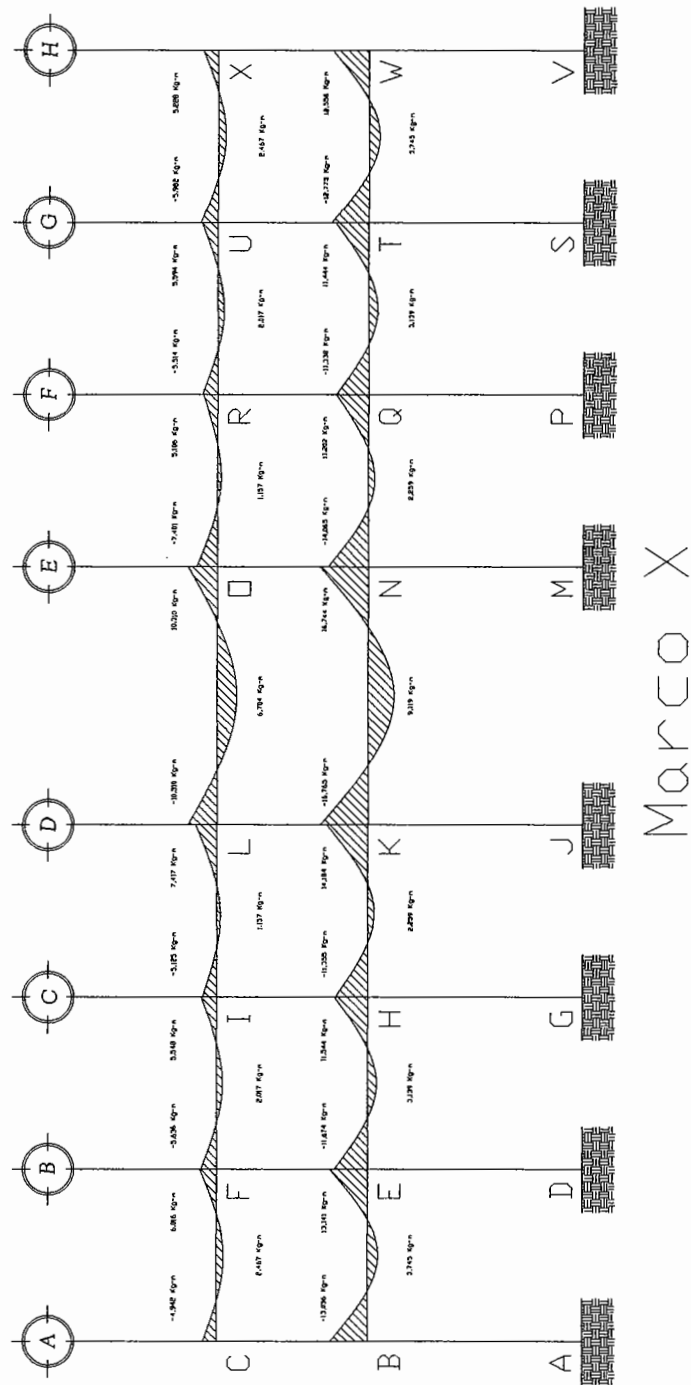
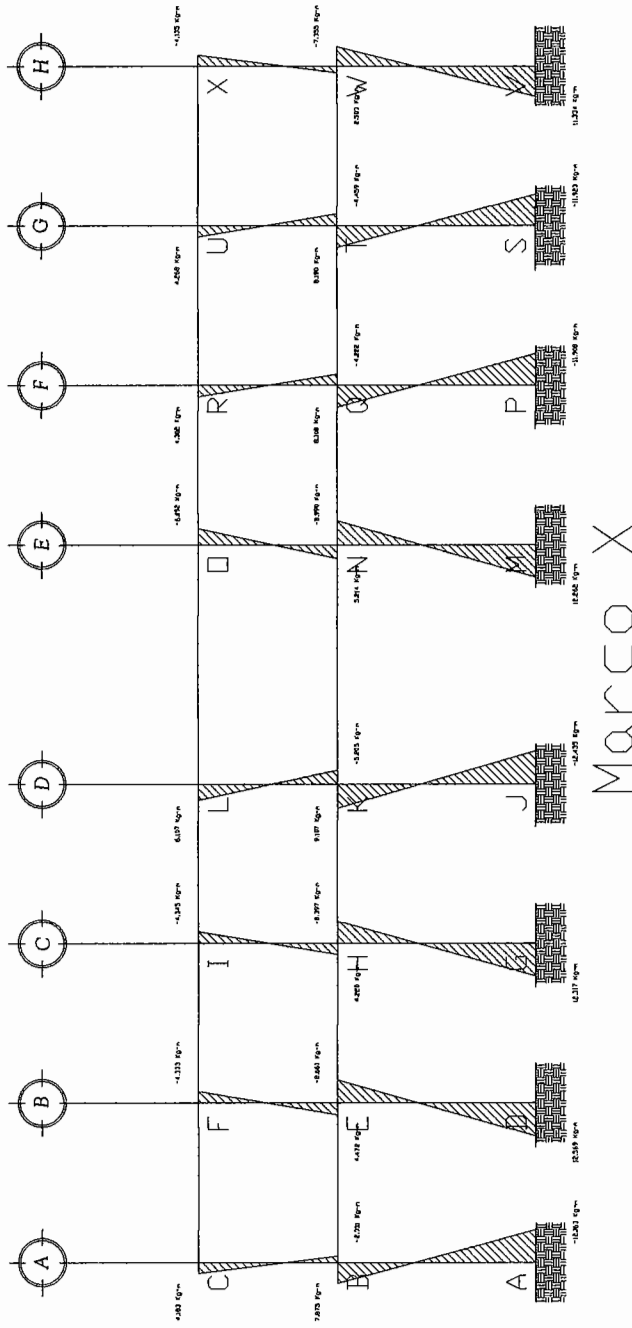


Figura 30.

**Diagrama de momentos en columnas, - por envolvente de momentos - marco X, módulo 1**



### 2.1.6.8. Diagramas de corte último en marcos

Los cortes en los marcos, se calculan por medio de las fórmulas siguientes:

➤ Corte en vigas:

$$V_v = 0,75 * \left[ \frac{1,4 * (W_{cm} * L_{viga})}{2} + \frac{1,7 * (W_{cv} * L_{viga})}{2} + \frac{1,87 * (\sum Ms_{viga})}{L_{viga}} \right]$$

Marco Y, módulo 1, tramo B-E

$$V_{BE} = 0,75 * \left[ \frac{1,4 * (2\ 853 * 6)}{2} + \frac{1,7 * (708 * 6)}{2} + \frac{1,87 * (8\ 499 + 7\ 298)}{6} \right]$$

$$V_{BE} = 15\ 388\ Kg$$

➤ Corte en columnas:

$$V_c = \frac{\sum Ms_{columna}}{L_{columna}}$$

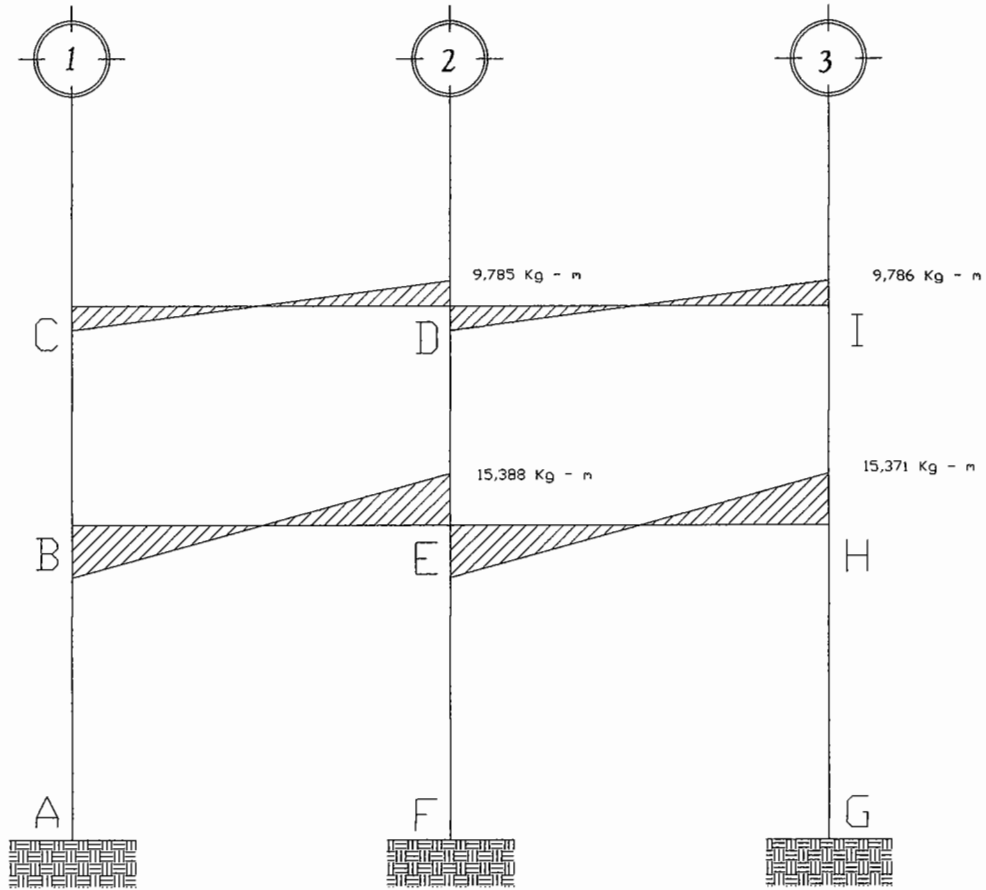
Marco Y, Modulo 1, tramo A-B

$$V_{AB} = \frac{10\ 677 + |-5\ 619|}{5}$$

$$V_{AB} = 3\ 259\ Kg$$

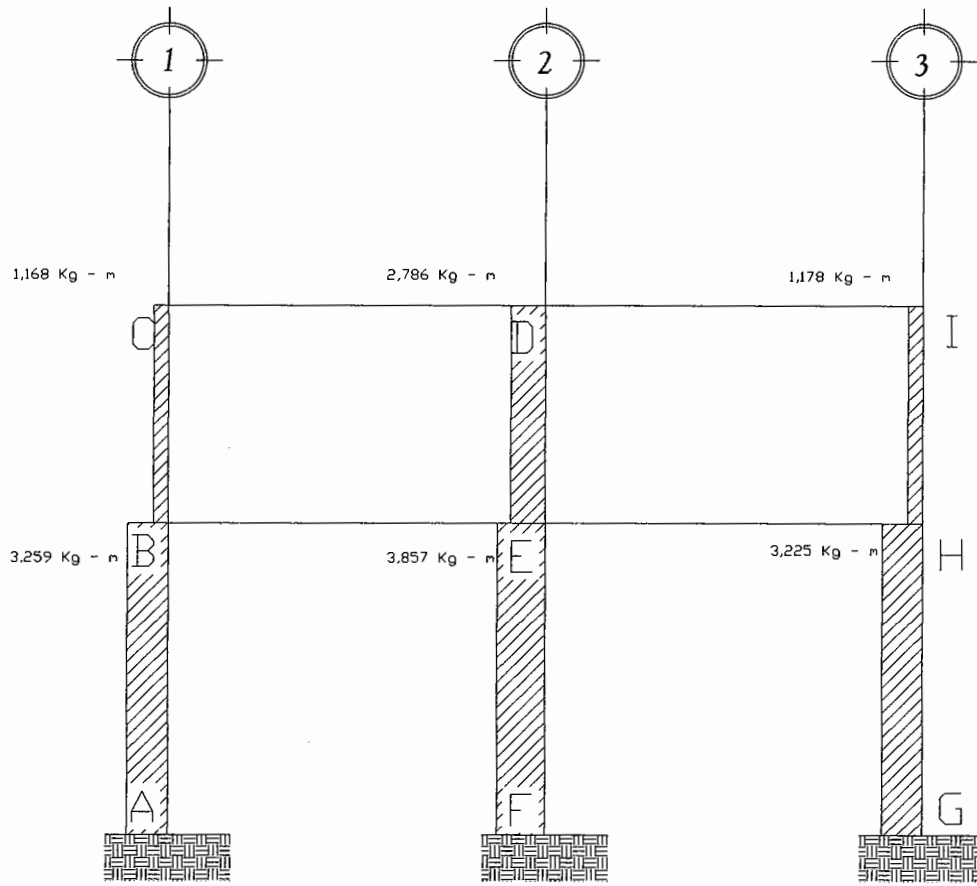
Los resultados para los marcos Y y X, del módulo 1, se muestran en las figuras 31, 32, 33 y 34.

Figura 31. Diagrama de corte último en vigas, marco Y, módulo 1



Marco Y

Figura 32. Diagrama de corte último en columnas, marco Y, módulo 1



Marco Y



Figura 33. Diagrama de corte último en vigas, marco X, módulo 1

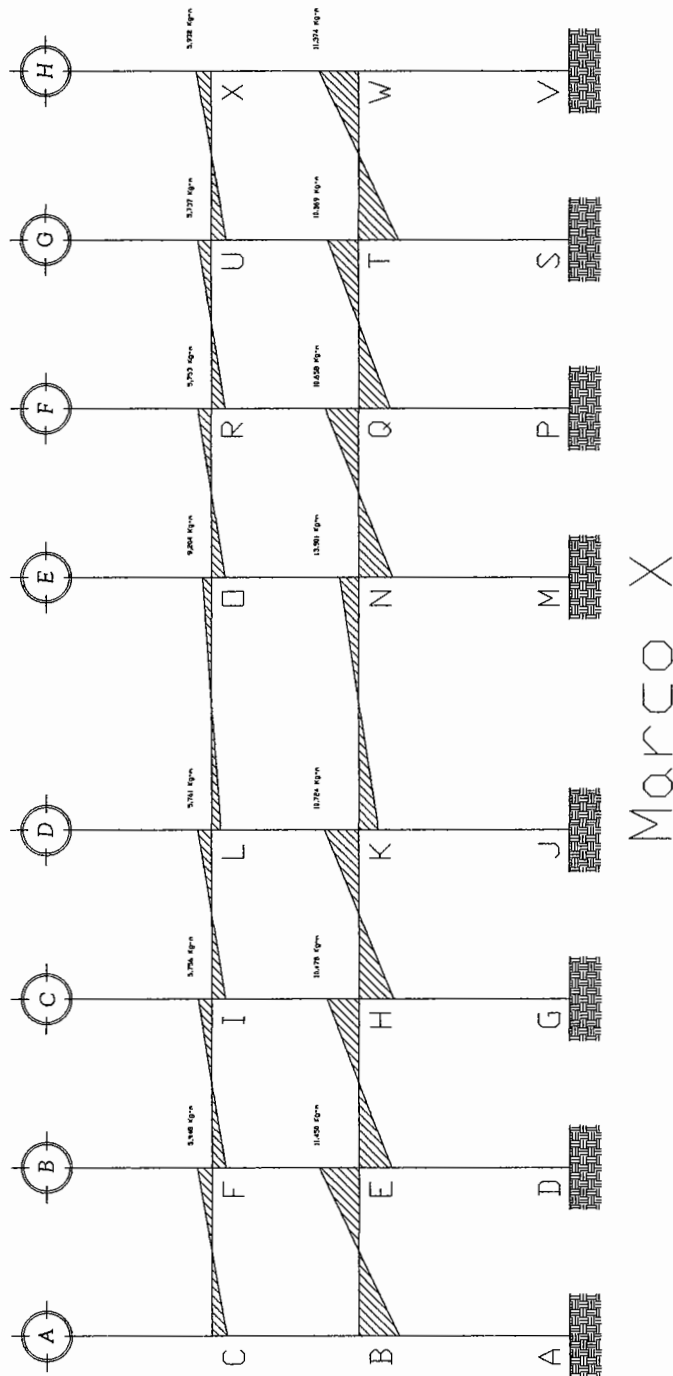
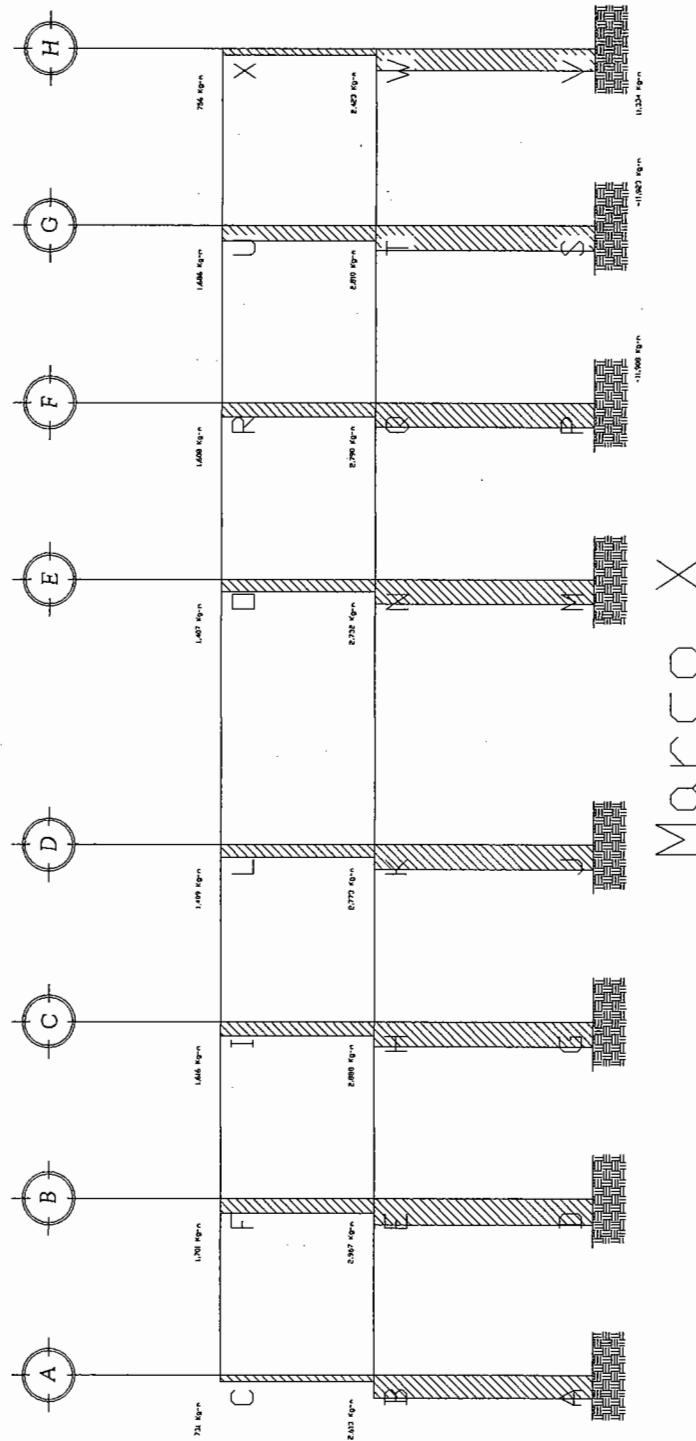


Figura 34. Diagrama de corte último en columnas, marco X, módulo 1



Marco X

### **2.1.7. Diseño estructural**

Consiste en definir las características de los elementos que componen una estructura.

La resistencia real es la característica particular más relevante de cualquier elemento estructural, ésta debe ser lo más alta posible para soportar, con buen margen de reserva, todas las cargas previsibles que puedan actuar sobre aquél, durante la vida de la estructura, sin presentar falla o cualquier otro efecto. Es decir, que el diseño estructural tiene el fin de dimensionar los elementos, para que la resistencia sea adecuada y soporte las fuerzas resultantes ante ciertos estados hipotéticos de sobrecarga, aplicando cargas mayores que las esperadas por actuar en la realidad durante el servicio.

#### **2.1.7.1. Diseño de losas**

En esta sección se detallan las características de la losa prefabricada y de cada uno de sus componentes.

#### **Sistema de vigueta y bovedilla**

El sistema de vigueta y bovedilla está constituido por los elementos portantes que son las viguetas de concreto presforzado y las bovedillas como elementos aligerantes. Las viguetas se producen en diferentes tamaños (sección geométrica) y diferentes armados, así mismo las bovedillas tienen diferentes secciones tanto en longitud, ancho y peralte, de tal forma que se tiene una gran variedad de combinaciones que pueden satisfacer cualquier necesidad.

Se puede asegurar que hasta 6,00 m de claro es el sistema más económico de losas. Las viguetas se fabrican por diferentes procesos que pueden ser: colado en moldes múltiples de metal y con máquinas extrusoras.

### Cargas

W propio de la losa =	325 kg / m <sup>2</sup>
Sobre carga =	90 kg / m <sup>2</sup>
Carga muerta =	415 kg / m <sup>2</sup>
Carga viva =	250 kg / m <sup>2</sup>

### Carga última o carga de diseño

$$CM \text{ última} = 1,4 * 415 = 581 \text{ kg/m}^2$$

$$CV \text{ última} = 1,7 * 250 = 425 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1\ 006 \text{ kg/m}^2$$

Verificar en cuántos sentidos trabaja la losa

$$m = \frac{6}{6} = 1 > 0,5 \quad \text{Armado en dos sentidos}$$

### Cálculo de momentos actuantes

De las tablas se obtienen los coeficientes para momentos negativos y momento positivo

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

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

$$Ma_{(+)} = (C * CMu * A^2) + (C * CVu * A^2)$$

$$Mb_{(+)} = (C * CMu * B^2) + (C * CVu * B^2)$$

$$M_{(-)} = 0,045 * 1\ 006 * 6^2 = 1\ 629,72 \text{ kg} - m$$

$$Ma_{(+)} = (0,018 * 581 * 6^2) + (0,027 * 425 * 6^2) = 789,59$$

➤ **Viguetas**

Son elementos estructurales en los sistemas de vigueta y bovedillas, están formados por un refuerzo diagonal (zigzag), de acero, para proporcionar continuidad entre el patín (pastilla) precolado, que generalmente tienen 5 cm de espesor y 12 cm de ancho, y el resto de la fundición para absorber los esfuerzos de compresión y formar con la fundición final, una viga "T".

➤ **Bovedillas**

Para bajar el peso de la losa sólida de concreto y eliminar el uso de acero y concreto en zonas innecesarias, se utilizan bovedillas, llamadas también "formaleta muerta", las cuales quedan dentro de la fundición como relleno.

Con el uso de bovedillas se reduce el peso de la losa y también la cantidad de acero de refuerzo, por consiguiente baja el costo de la losa.

En nuestro medio generalmente se utilizan bovedillas hechas con materiales similares a los utilizados en la fabricación de block: piedra pómez, cemento y agua. Las bovedillas medirán 48 cm \* 20 cm \* 15 cm y serán de block pómez.

➤ **Rigidizantes**

Consisten en una costilla o armadura de dos varillas, generalmente No.3 de  $\phi = 9,53$  milímetros y eslabones No. 2 de  $\phi = 6,35$  milímetros distribuidos cada 30 centímetros.

La función del rigidizante, como su nombre lo indica, es dar rigidez a la losa en el sentido perpendicular de las viguetas; evitando en la medida de lo posible, la aparición de fisuras por el movimiento desigual de las viguetas, provocadas por sismos o contracción por temperatura.

Los rigidizantes se distribuyen uniformemente dejando 1,50 metros de separación entre ellos.

➤ **Electromalla**

Se utiliza electromalla por dos motivos: como refuerzo por temperatura (para evitar fisuras en el concreto debido a la contracción que sufre por los cambios de temperatura) y como refuerzo complementario a los bastones por “momento negativo” de la losa.

Generalmente se utiliza electromalla 6x6 – 9/9 para cuando se funde un espesor de 5 centímetros sobre la bovedilla y con traslape entre cada una, de 15 cm.

➤ **Loseta de compresión**

Será de 5 cm de espesor.

➤ **Bastones**

Son varillas colocadas en la parte superior de la electromalla en el sentido de la vigueta y espaciadas entre ellas uniformemente, de acuerdo al largo de la vigueta y el uso de la losa. Este refuerzo se conoce también como “refuerzo por momento negativo”.

El largo de los bastones varía entre 1/4 a 1/5 de la longitud de la vigueta.

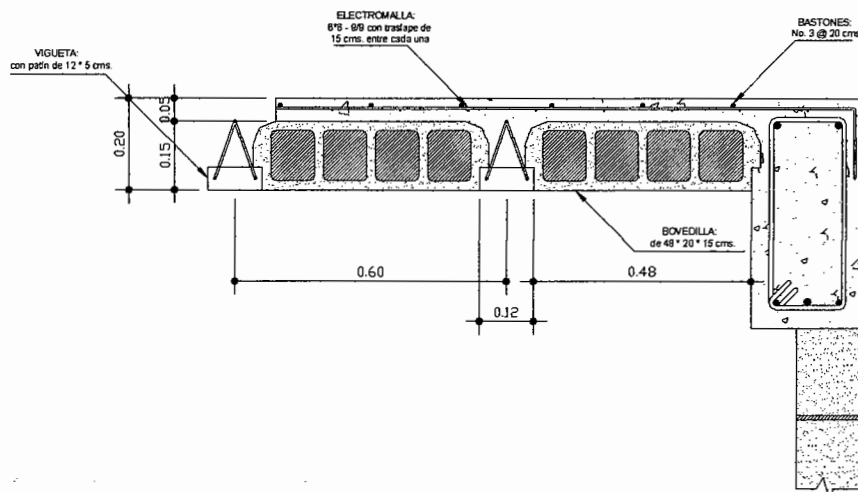
**Tabla XXXIII.** Cálculo de bastones para losa prefabricada

LUZ	3,00	4,00	5,00	6,00
MOMENTO	618	1 098	1 716	1 734
As	1,45	2,61	4,12	6,12
HIERRO	1 # 3	3 # 3	3 # 3 y 1 # 4	4 # 4 y 1 # 3

Fuente: Mayacero Guatemala. [www.mayacero.com.gt](http://www.mayacero.com.gt)

La varilla o bastón será No. 4 de  $\phi = 12,7$  milímetros con una longitud de L/4, donde L es la longitud de la vigueta, la separación será de 20 cms. entre cada uno.

**Figura 35. Detalle de losa prefabricada**



**DETALLE DE LOSA PREFABRICADA**

APOYO DE BOVEDILLAS

SIN ESCALA

### 2.1.7.2. Diseño de vigas

Son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Para el diseño de vigas, se deben tomar en cuenta los tipos de fallas que pueden ocurrir.

Una de ellas se presenta cuando el acero de refuerzo alcanza su límite elástico aparente o límite de fluencia  $F_y$ , sin que el concreto llegue aún a su fatiga de ruptura  $0,85 F'_c$ , la viga se agrietará fuertemente del lado de tensión, rechazando al eje neutro hacia las fibras más comprimidas, lo que disminuye el área de compresión, aumentando las fatigas del concreto hasta presentarse finalmente la falla de la pieza. Estas vigas se llaman **Subreforzadas**, su falla ocurre más o menos lentamente y va precedida de fuertes deflexiones y grietas que la anuncian con anticipación.

El segundo tipo de falla se presenta cuando el concreto alcanza su límite  $0,85 F'_c$ , mientras que el acero permanece por debajo de su fatiga  $F_y$ . Este tipo de falla es súbita y prácticamente sin anuncio previo, la cual la hace muy peligrosa. Las vigas que fallan por compresión se llaman **Sobre-reforzadas**.

Puede presentarse otra falla la cual ocurre simultáneamente para ambos materiales, es decir, que el concreto alcanza su fatiga al límite de compresión  $0,85 F'_c$ , a la vez que el acero llega también a su límite  $F_y$ . A estas vigas se les da el nombre de **Vigas balanceadas** y también son peligrosas por la probabilidad de la falla de compresión.



Para efectos del estudio se diseña la viga del tramo B-E del marco en sentido Y, del módulo 1

### Datos

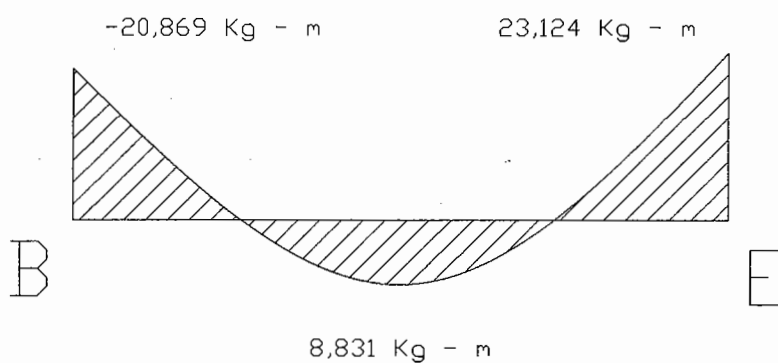


Diagrama de envolvente de momento.

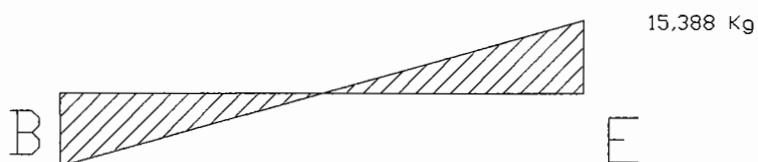


Diagrama de corte último.

### Sección de viga

$$h = 50 \text{ cm}$$

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

$$\text{Rec.} = 4 \text{ cm}$$

$$d = 46 \text{ cm}$$

$$\text{Longitud de viga} = 6,00 \text{ m}$$

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

$$fy = 4\,218 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

### Calcular el límite mínimo y máximo de acero

Área de acero mínimo

$$A_{S_{\text{mín.}}} = \rho_{\text{mín.}} * b * d$$

$$A_{S_{\text{mín.}}} = \left( \frac{14,1}{f_y} \right) * b * d$$

$$A_{S_{\text{mín.}}} = \left( \frac{14,1}{4\ 218} \right) * 25 * 46 = 3,84 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo

$$A_{S_{\text{máx.}}} = \rho_{\text{máx.}} * b * d$$

$$\rho_{\text{máx.}} = 0,5 * \rho_{\text{bal.}}$$

$$\rho_{\text{bal.}} = \frac{0,85 * \beta_1 * f'c}{f_y} * \frac{6\ 117}{f_y + 6\ 117}$$

$$\beta_1 = 0,85, \text{ si y sólo si } f'c \leq 280 \text{ kg / cm}^2$$

$$\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{f'c - 280}{70} \right) * 0,05, \text{ si } f'c > 280 \text{ kg / cm}^2$$

$$A_{S_{\text{máx.}}} = 0,5 \left[ \frac{0,85 * 0,85 * 280}{4\ 218} * \frac{6\ 117}{280 + 6\ 117} \right] * 25 * 46 = 16,32 \text{ cm}^2$$

### Calcular el refuerzo longitudinal

Área de acero requerida

$$A_{S_{\text{req.}}} = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{f_y}$$

Para el momento negativo de B-E = 20 869 kg – m

$$A_{s_{req.}} = \left[ (25 * 46) - \sqrt{(25 * 46)^2 - \frac{20\ 869 * 25}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{4\ 218} = 13,32\ cm^2$$

Para el momento negativo de E-B = 23 124 kg – m

$$A_{s_{req.}} = 14,97\ cm^2$$

Para el momento positivo de B-E = 8 831 kg – m

$$A_{s_{req.}} = 5,27\ cm^2$$

Luego se procede a distribuir las varillas de acero, de tal forma que, el área de éstas, supla lo solicitado en los cálculos de  $A_s$ , esto se hace tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

*Refuerzo cama superior:*

Corrido, colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos varillas:

- 33% del  $A_s$  calculado para el  $M(-)$  de ambos extremos de la viga.
- $A_{s_{mín.}}$

$$A_{s_{mín.}} = 3,84\ cm^2$$

$$33\% A_{s(-)B-E} = 4,39\ cm^2$$

$$33\% A_{s(-)E-B} = 4,94\ cm^2$$

Entonces el  $A_s$  corrido es el mayor de los resultados anteriores:

$$A_{s\text{corrido}} = 2 \text{ var. No. 5} + 1 \text{ var. No. 3} = 5,22 \text{ cm}^2 > 4,94 \text{ cm}^2$$

La diferencia entre  $A_s$  calculado y  $A_s$  corrido, en ambas camas, se coloca como bastones.

$$\text{Bastones}_{B-E} = 13,32 \text{ cm}^2 - 5,22 \text{ cm}^2 = 8,10 \text{ cm}^2$$

$$A_{sB-E} = 3 \text{ var. No. 6} = 8,55 \text{ cm}^2 > 8,10 \text{ cm}^2$$

$$\text{Bastones}_{E-B} = 14,97 \text{ cm}^2 - 5,22 \text{ cm}^2 = 9,75 \text{ cm}^2$$

$$A_{sB-E} = 2 \text{ var. No. 7} + 1 \text{ var. No. 5} = 9,75 \text{ cm}^2 = 9,75 \text{ cm}^2$$

*Refuerzo cama inferior:*

Corrido colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos varillas:

- 50% del  $A_s$  calculado para el  $M(+)$
- 50% del  $A_s$  calculado para el  $M(-)$  de ambos extremos de la viga.
- $A_{s\text{mín.}}$

$$A_{s\text{mín.}} = 3,84 \text{ cm}^2$$

$$50\% A_{s(-)B-E} = 6,66 \text{ cm}^2$$

$$50\% A_{s(-)E-B} = 7,48 \text{ cm}^2$$

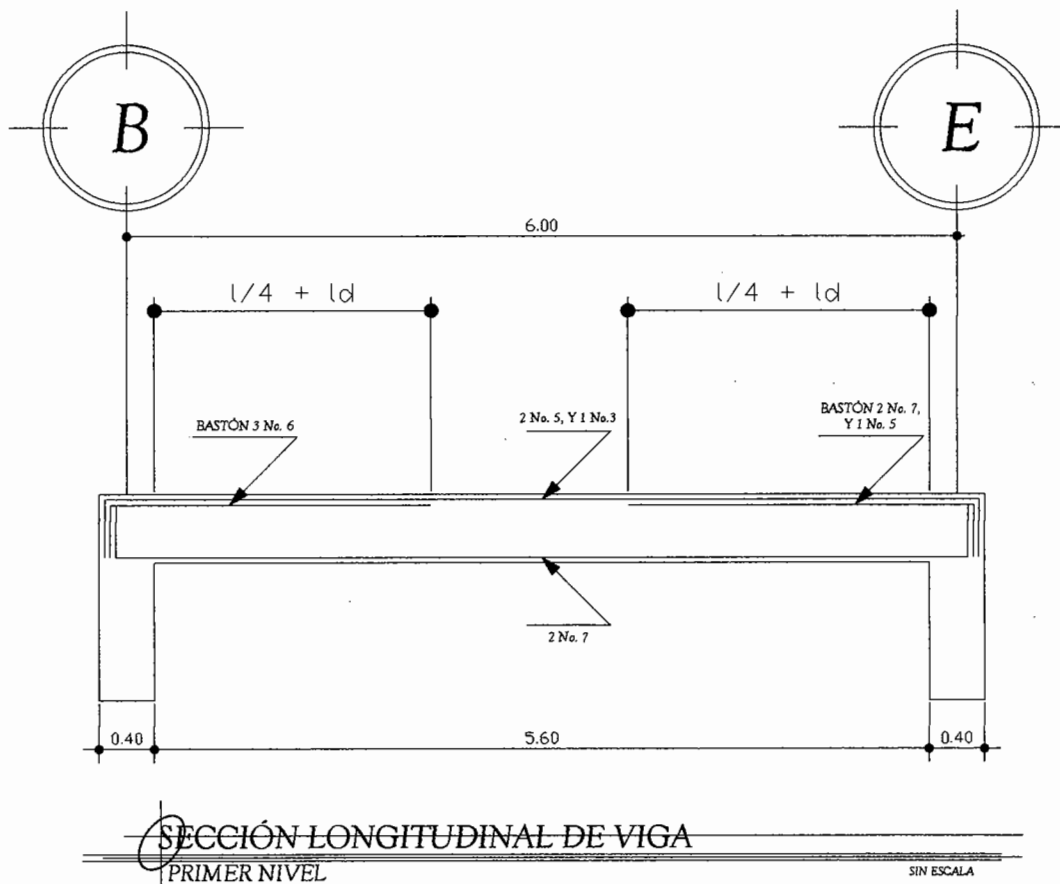
$$50\% A_{s(+)} = 2,64 \text{ cm}^2$$

Entonces el  $A_s$  corrido es el mayor de los resultados anteriores:

$$A_{s\text{corrido}} = 2 \text{ var. No. 7} = 7,76 \text{ cm}^2 > 7,48 \text{ cm}^2$$

En este caso el  $A_s$  corrido es mayor al  $A_s (+)$  requerido, por lo tanto no se usará acero extra en el centro de la luz de la viga.

Figura 36. Armado longitudinal de viga



### Calcular el refuerzo transversal

También se le llama refuerzo en el alma, se coloca en forma de estribos, espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga.

## Procedimiento de diseño

Esfuerzo de corte que resiste el concreto ( $V_{cu}$ ):

$$V_{cu} = \phi * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Donde:  $\phi = 0,85$  para corte

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 25 * 46 = 8\ 669\ kg$$

Esfuerzo de corte actuante, según diagrama de corte último en viga, tramo B-E

$$V_a = 15\ 388\ kg$$

Comparar el corte que resiste el concreto, con el corte actuante.

- si  $V_{cu} \geq V_a$ , la viga necesita estribos sólo por armado; y el espaciamiento de éstos es,  $S_{\text{máx}} = d/2$ , usando como mínimo varillas No. 3, y no debe ser mayor a 300 mm.
- Si  $V_{cu} < V_a$ , se diseñan estribos por corte.

Para este caso,  $V_{cu} = 8\ 669\ Kg < V_a = 15\ 388\ Kg$

Entonces diseñamos estribos por corte, el procedimiento de diseño es el siguiente:

$$S = \frac{2 * A_{var} * f_y * d}{V_a}$$
$$S = \frac{2 * 0,71 * 4\ 218 * 46}{15\ 388} = 17,97\ cm$$

Pero el reglamento ACI 318S – 05 en su capítulo 21.3.3.2 especifica que el espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no deben exceder el menor de:

- $d/4$
- Ocho veces el diámetro de la varilla longitudinal más pequeña.
- 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento.
- 300 mm

También que el primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 50 mm de la cara del elemento de apoyo.

Entonces:

$$\frac{46}{4} = 11,5 \text{ cm}$$

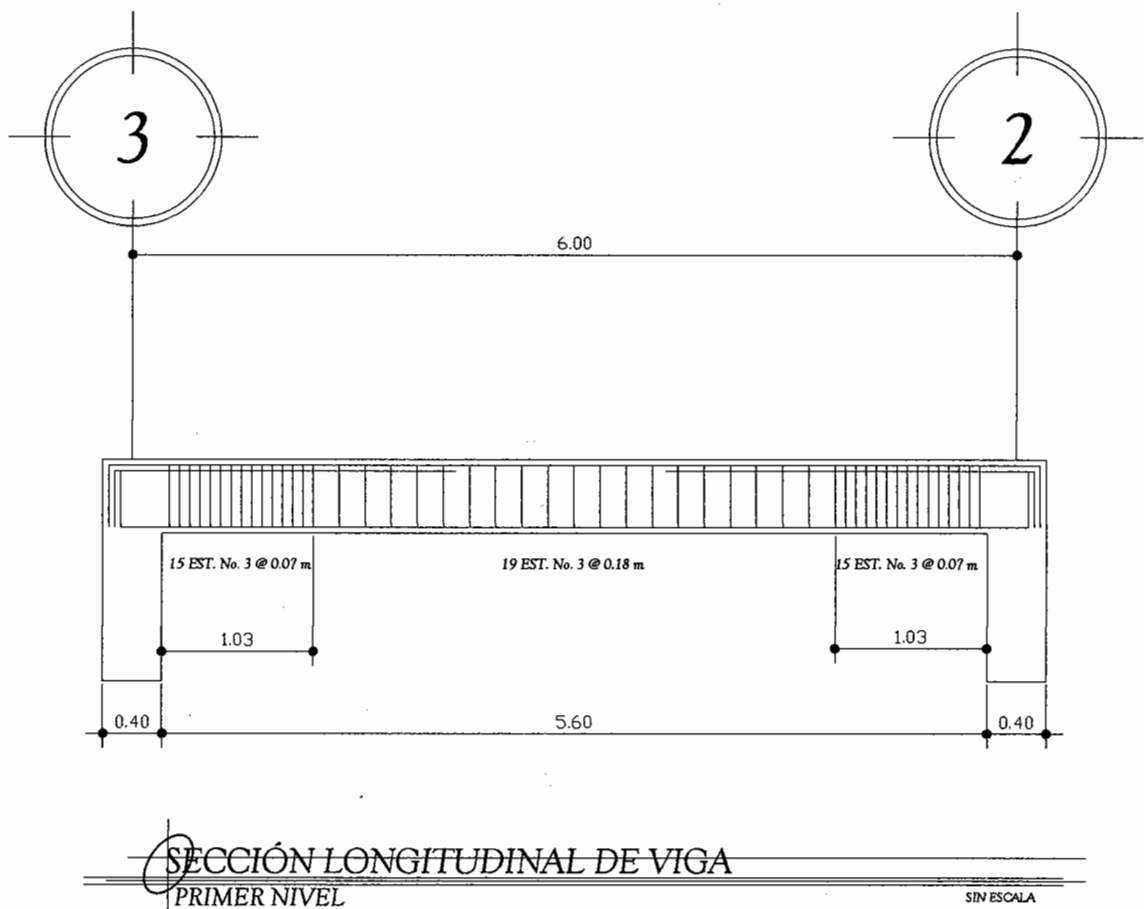
$$8 * 0,9525 = 7,62 \text{ cm}$$

$$24 * 0,9525 = 22,86 \text{ cm}$$

El espaciamiento de estribos será cada 7 cm en zona de confinamiento y de 20 cm en zona no confinada.

Según el reglamento ACI 318S – 05 en su capítulo 21.3.3.1 debe disponerse de estribos cerrados de confinamiento en una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión.

Figura 37. Armado transversal de viga



### 2.1.7.3. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por el área tributaria. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural. Para diseñar la columna, se toma el mayor de los dos momentos actuantes en los extremos de ésta.



Para este caso, se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo.

Para efectos del estudio se diseña la columna del primer nivel, del módulo 1.

*Datos:*

Sección de columna	= 40 cm * 40 cm	Mx	= 12 569 kg – m
Sección de viga 1	= 50 cm * 25 cm	My	= 16 798 kg – m
Sección de viga 2	= 50 cm * 25 cm	Vx	= 665 Kg
Longitud de columna	= 4,50 m	Vy	= 1 012 Kg
Longitud de vigas	= 11,00 m	f'c	= 280 kg / cm <sup>2</sup>
Área tributaria	= 30 m <sup>2</sup>	fy	= 4 218 kg / cm <sup>2</sup>
Espesor de losa	= 20 cm	Rec.	= 4 cm
Y <sub>concreto</sub>	= 2 400 kg / m <sup>3</sup>		

**Integración de cargas**

Segundo nivel:

Carga muerta	= W <sub>losa</sub> + W <sub>acabados</sub>
Carga muerta	= 325 + 90 = 415 kg / m <sup>2</sup>
Carga viva	= 200 Kg / m <sup>2</sup>

Primer nivel:

Carga muerta	= W <sub>losa</sub> + W <sub>muros</sub> + W <sub>acabados</sub>
Carga muerta	= 325 + 210 + 90 = 625 kg / m <sup>2</sup>
Carga viva	= 250 Kg / m <sup>2</sup>

### Carga axial

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

$$CU_2 = 1,4 (415) + 1,7 (200) = 921 \text{ Kg / m}^2$$

$$CU_1 = 1,4 (625) + 1,7 (250) = 1\ 300 \text{ Kg / m}^2$$

$$CU = 921 + 1300 = 2\ 221 \text{ Kg / m}^2$$

### Cálculo del factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{CM + CV}$$
$$F_{cu} = \frac{2\ 221}{1\ 040 + 450} = 1,49$$

### Cálculo de la carga axial

$$Pu = (A_T * CU) + (PP_{viga} * F_{cu})$$

$$Pu = (30 * 2\ 221) + ([0,50 * 0,25 * 11 * 2\ 400] * 1,49) = 71\ 549 \text{ kg}$$

### Clasificar las columnas por su esbeltez (E)

Es importante establecer relaciones entre la altura, ancho y luz libre de los elementos, particularmente si se espera que el elemento exhiba una respuesta dúctil ante el sismo de diseño. Si el elemento es demasiado esbelto, puede ocurrir el pandeo lateral del borde comprimido. Si el elemento es demasiado robusto (poco esbelto), se torna difícil controlar la degradación de rigidez y resistencia que resulta de los esfuerzos de corte.

Por la relación de esbeltez, las columnas se clasifican en cortas ( $E < 21$ ), intermedias ( $21 \leq E \leq 100$ ) y largas ( $E > 100$ ).

El objetivo de clasificar las columnas es ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del diseño estructural, si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes; y, si son largas no se construyen.

### Esbeltez de columna en sentido X

#### Inercia

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$
$$I_{viga} = \frac{25 * 50^3}{12} = 260\ 416,67$$
$$I_{columna} = \frac{40 * 40^3}{12} = 213\ 333,33$$

#### Valor K

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

Donde:

I = Inercia

L = Longitud del elemento

$$K_{viga} = \frac{260\ 416,67}{4} + \frac{260\ 416,67}{6} = 108\ 506,94$$
$$K_{columna} = \frac{213\ 333,33}{4,50} + \frac{213\ 333,33}{4,50} = 94\ 814,81$$

**Cálculo del coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación en las columnas ( $\Psi_a$ )**

$$\Psi_a = \frac{\sum K_{columnas}}{\sum K_{vigas}}$$
$$\psi_a = \frac{94\,814,81}{108\,506,95} = 0,87$$

$\psi_b$  = Extremo inferior = 0 (empotramiento en la base)

$\psi_p$  = Promedio

$$\psi_p = \frac{\psi_a + \psi_b}{2}$$
$$\psi_p = \frac{0,87 + 0}{2} = 0,44$$

**Coeficiente K**

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

$$K = 0,9 * \sqrt{1 + \psi_p} \quad \text{Para } \psi_p \geq 2$$

$$K = \frac{20 - 0,44}{20} * \sqrt{1 + 0,44} = 1,17$$

**Esbeltez de columna**

$$E = \frac{K * L}{\sigma}$$

Donde:

$\sigma$  = 0.30 \* lado menor; para columnas rectangulares.

$$E = \frac{1,17 * 4,50}{0,30 * 0,40} = 43,97$$

Por lo tanto es una columna intermedia  $21 \leq 43,97 \leq 100$

## Esbeltez de columna en sentido Y

El cálculo de la esbeltez de la columna, en el sentido Y, se resume a continuación:

$$\sum K_{vigas} = 86\,805,56$$

$$\psi_a = 1,09$$

$$\psi_p = 0,55$$

$$K = 1,21$$

$$E = 45,36$$

Por lo tanto es una columna intermedia  $21 \leq 45,36 \leq 100$

Según los resultados de E, tanto en el sentido X como en Y, la columna se clasifica como intermedia, por lo que se deben magnificar los momentos actuantes.

## Magnificación de momentos

Los momentos sin desplazamiento lateral no amplificados en los extremos de las columnas son sumados a los momentos por desplazamiento lateral amplificados en los mismos puntos. Generalmente, uno de los momentos extremos resultantes es el momento máximo en la columna. Sin embargo, en columnas esbeltas con elevadas cargas axiales el punto de momento máximo puede estar entre los extremos de la columna, de tal forma que los momentos extremos dejan de ser los momentos máximos.

Para este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de los desplazamientos laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos del desplazamiento.

### Cálculo del factor de flujo plástico del concreto

$$\beta_d = \frac{CM_u}{CU}$$

$$\beta_d = \frac{1,4 * 1\,040}{2\,221} = 0,66$$

### Cálculo del total del material

$$EI = \frac{Ec * I_g}{2,5 * (1 + \beta_d)}$$

Donde:

$$Ec = 15\,000 * \sqrt{f'_c} \quad \text{Módulo de elasticidad del concreto.}$$

$$I_g = \frac{b * h^3}{12} \quad \text{Inercia bruta del elemento}$$

$$EI = \frac{(15\,000 * \sqrt{280}) * \left[ \frac{40 * 40^3}{12} \right]}{2,5 * (1 + 0,66)} = 1,29 * 10^{10} \text{ Kg} - \text{cm}^2$$

$$EI = 1\,293,73 \text{ ton} - \text{m}^2$$

### Sentido X

### Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler

$$P_{cr.} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * L)^2}$$

$$P_{cr.} = \frac{\pi^2 * 1\,293,73}{(1,17 * 4,50)^2} = 458,64 \text{ Ton.}$$

### Cálculo del magnificador de momentos

$$\delta = \frac{1}{1 - \left( \frac{Pu}{\phi * Pcr.} \right)}$$

Donde:

$\phi = 0,70$  si se usan estribos.

$\phi = 0,75$  si se usan zunchos.

$$\delta = \frac{1}{1 - \left( \frac{71\,547}{0,70 * 459,39} \right)} = 1,29$$

### Cálculo de momentos de diseño en sentido X

$$Md_x = \delta * Mu_x$$

$$Md_x = 1,29 * 12\,569 = 16\,173,39 \text{ kg} - m$$

### Sentido Y

### Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler

$$Pcr. = 431,04 \text{ Ton.}$$

### Cálculo del magnificador de momentos

$$\delta = 1,31$$

### Cálculo de momentos de diseño en sentido X

$$Md_y = \delta * Mu_y$$

$$Md_y = 1,31 * 16\,798 = 22\,019,47 \text{ kg} - m$$

## Refuerzo longitudinal

Las columnas están sometidas a carga axial y momento biaxial, por lo que se aplica el método de Bresler que es sencillo y da cálculos exactos. El método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular el sistema de cargas resistentes.

A continuación se describe este método:

Límite de acero según el código ACI 318S - 05, en su capítulo 21.4.3.1 especifica que el área de refuerzo longitudinal no debe ser menor que  $0,01 A_g$  ni mayor que  $0,06 A_g$ .

$$A_{s\text{mín}} = 0,01 (40 \cdot 40) = 16 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,08 (40 \cdot 40) = 96 \text{ cm}^2$$

Se debe proponer un armado, para esto se aconseja iniciar con un valor cerca de  $A_{s\text{mín}}$ .

$$\text{Armado propuesto} = 4 \text{ var. No. 8 y } 4 \text{ var. No. 4} = 25,34 \text{ cm}^2$$

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas (ver anexos). Los valores a utilizar en los diagramas son:

### Valor de la gráfica

$$\gamma = \frac{H_{\text{núcleo}}}{H_{\text{columna}}} = \frac{b - (2 * rec.)}{h}$$
$$\gamma = \frac{0,40 - 2(0,040)}{0,40} = 0,8$$



### Valor de la curva

$$\rho_{\mu} = \frac{As * fy}{0,85 * f'c * Ag}$$
$$\rho_{\mu} = \frac{25,34 * 4 218}{0,85 * 280 * 40 * 40} = 0,28$$

### Excentricidades

$$e_x = \frac{Md_x}{Pu} \qquad e_x = \frac{16 173,39}{71,549} = 0,23$$
$$e_y = \frac{Md_y}{Pu} \qquad e_y = \frac{22 019,47}{71 549} = 0,31$$

### Valor de las diagonales

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,23}{0,40} = 0,57$$
$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,31}{0,40} = 0,77$$

Con los valores obtenidos se buscan los valores de los coeficientes K'x y K'y, en la gráfica:

$$K'x = 0,33$$
$$K'y = 0,23$$

(Ver gráfica en anexo)

### Cálculo de resistencia de la columna a una excentricidad dada

### Cálculo de resistencia de la columna a una excentricidad ex

$$P'u_x = K'_x * f'c * Ag$$
$$P'u_x = 0,33 * 280 * (40 * 40) = 147 840$$

### **Cálculo de resistencia de la columna a una excentricidad ey**

$$P'u_y = K'_y * f'c * Ag$$

$$P'u_y = 0,23 * 280 * (40 * 40) = 103\ 040$$

### **Cálculo de carga axial de resistencia de la columna**

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

$$P'o = 0,70 [0,85 * 280 * (1600 - 25,34)] + (25,34 * 4,218) = 337\ 146$$

### **Cálculo de carga de la resistencia de la columna**

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'u_x} + \frac{1}{P'u_y} - \frac{1}{P'o}}$$

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{147\ 840} + \frac{1}{103\ 040} - \frac{1}{337\ 146}} = 74\ 058\ Kg$$

Verificar que:  $P'u > P_u$

Entonces como  $74\ 058 > 71\ 549$ ; el armado propuesto sí resiste las fuerzas aplicadas. Si esto no fuera así se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

### **Refuerzo transversal**

Además de diseñar las columnas para resistir flexocompresión, es necesario dotarlas con suficiente ductilidad, para que absorban parte de la energía del sismo, esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos. Se ha determinado que si las columnas se confinan, su capacidad de carga es mucho mayor y mejora notablemente la ductilidad de las mismas.

Se debe chequear  $V_r$  y  $V_u$  con los siguientes criterios:

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

### Cálculo del corte que resiste el concreto

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 40 * 36 = 10\ 855\ kg$$

### Cálculo del corte actuante

$$V_{u_x} = 2\ 613\ kg$$

$$V_{u_y} = 3\ 259\ kg$$

Verificar que:  $V_r > V_u$

Entonces como  $V_r > V_{u_x}$  y  $V_{u_y}$ ; los estribos se colocaran en zona no confinada a una distancia de  $d / 2$

Debe considerarse que la varilla utilizada en este diseño será la No. 3. Y a una distancia de  $36 / 2 = 18\ cm$ .

Los estribos deben ser No.3 @ 15 cm en zona no confinada.

## Refuerzo por confinamiento

### Longitud de confinamiento

El reglamento ACI 318S – 05 en su capítulo 7.10.5.2 especifica que el espaciamiento vertical de los estribos no debe exceder de:

- Un sexto de la luz libre del elemento.
- 16 veces el diámetro de la barra longitudinal.
- 48 veces el diámetro de la barra de los estribos.
- La menor dimensión del elemento sometido a compresión

$$L_{conf.} = 3,00 / 6 = 50 \text{ cm}$$

$$L_{conf.} = 16 * 2,54 \text{ cm} = 41 \text{ cm}$$

$$L_{conf.} = 48 * 0,9525 \text{ cm} = 46 \text{ cm}$$

$$L_{conf.} = 40 \text{ cm}$$

$$\text{Longitud de confinamiento} = 50 \text{ cm}$$

### Espaciamiento entre estribos en zona confinada

#### Cálculo de la relación volumétrica

$$\rho_s = 0,45 * \left[ \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] * \left( \frac{0,85 * f'_c}{f_y} \right)$$

Pero debe cumplir con:

$$\rho_s \geq 0,12 * \left( \frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s = 0,45 * \left[ \left( \frac{40 * 40}{32 * 32} \right) - 1 \right] * \left( \frac{0,85 * 280}{4218} \right) = 0,01428$$

Chequear con:

$$\rho_s \geq 0,12 * \left( \frac{280}{4 * 218} \right) = 0,00797$$

Verificar que:  $0,01428 \geq 0,00797$

Por lo que el valor de  $\rho_s$  que se usará será =  $0,01428$

### **Cálculo de espaciamiento entre estribos en zona confinada**

Utilizando varilla No.3 para los estribos.

$$S_1 = \frac{2 * Avar.}{\rho_s * Ln}$$
$$S_1 = \frac{2 * 0,71258}{0,01428 * 32} = 3,12cms \approx 3cms$$

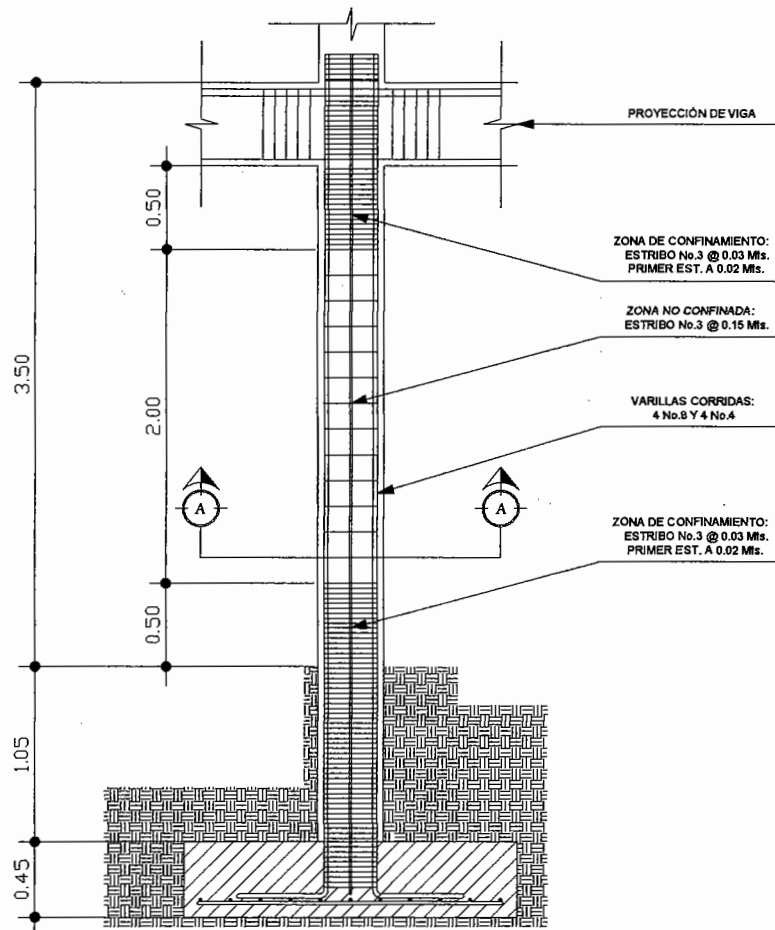
El reglamento ACI 318S – 05 en su capítulo 7.10.5.3 especifica que cada barra longitudinal de esquina y barra alterna tenga apoyo lateral proporcionado por la esquina de un estribo con un ángulo interior, no mayor de  $135^\circ$ . Es decir, que por tener varillas en las caras de la columna se colocará estribos rotados a  $45^\circ$ , alternados.

También especifica el reglamento ACI 318S – 05 en su capítulo 7.10.5.4 que la distancia vertical entre los estribos del elemento y la parte superior de la zapata o losa de entrepiso, debe ser menor a la mitad del espaciamiento entre estribos.

En el capítulo 7.10.5.5 indica que cuando vigas o ménsulas concurren a una columna desde cuatro direcciones, se permite colocar el último estribo a no más de 75 mm debajo del refuerzo más bajo de la viga o ménsula de menor altura.

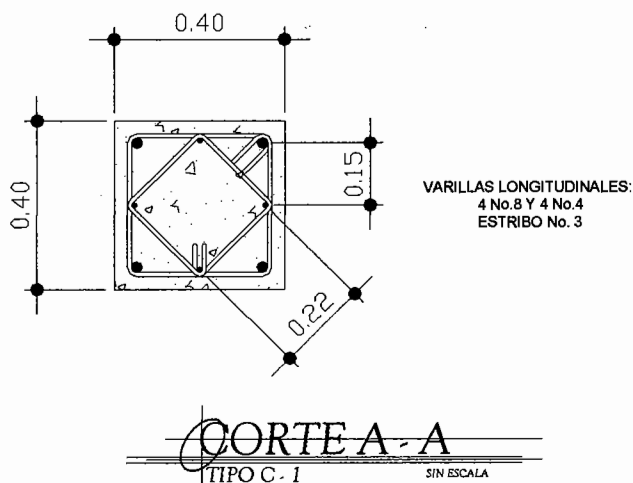
Nota: Este procedimiento se aplica a la columna del segundo nivel.

Figura 38. Armado de columna



ARMADO DE COLUMNA TÍPICA  
MÓDULO I SIN ESCALA

Figura 39. Sección de columna



#### 2.1.7.4. Diseño de cimientos

Los cimientos son elementos estructurales destinados a recibir las cargas propias y las aplicaciones exteriores a la misma; éstos a su vez transmiten la acción de las cargas sobre el suelo. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar, se deben considerar principalmente, el tipo de estructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma. Para el presente proyecto se utilizarán dos tipos de zapatas y el cimiento corrido bajo los muros de mampostería.

##### 2.1.7.4.1. Zapatas concéntricas

$$M_x = 12,57 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$Y_{\text{suelo}} = 1,14 \text{ Ton} / \text{m}^3$$

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

$$P_u = 71,55 \text{ Ton}$$

$$D_f = 1,80 \text{ m}$$

$$M_y = 16,80 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$Y_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ Ton} / \text{m}^3$$

$$f_y = 4\,218 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$F_{cu} = 1,49$$

$$q_d = 25,09 \text{ Ton} / \text{m}^2$$

### Calcular las cargas de trabajo

$$P't = \frac{Pu}{Fcu}$$
$$P't = \frac{71,55}{1,49} = 48,02 \text{ Ton}$$

$$Mt_x = \frac{Mx}{Fcu} = \frac{12,57}{1,49} = 8,44 \text{ Ton} - m$$
$$Mt_y = \frac{My}{Fcu} = \frac{16,80}{1,49} = 11,28 \text{ Ton} - m$$

### Predimensionamiento del área de la zapata

$$Az = \frac{1,5 * P't}{q_d}$$
$$Az = \frac{1,5 * 48,02}{25,09} = 2,87 \text{ m}^2$$

Se propone usar dimensiones de  $2,00 * 2,00 = 4,00 \text{ m}^2 > 2,87 \text{ m}^2$

### Comprobación de las dimensiones de la zapata

$$q = \frac{P_{cg}}{Az} \pm \frac{Mt_x}{S_x} \pm \frac{Mt_y}{S_y}$$

Donde:

$$\triangleright q \text{ máx.} < q_d < q \text{ mín.}$$

$$S_x = \frac{b * a^2}{6} = \frac{2,00 * 2,00^2}{6} = 1,33 \text{ m}^3$$
$$S_y = \frac{a * b^2}{6} = \frac{2,00 * 2,00^2}{6} = 1,33 \text{ m}^3$$

$$P_{cg} = P't + P_{col.} + P_{suelo} + P_{cim.}$$

$$P_{cg} = 48,02 + (0,4 * 0,4 * 8,4 * 2,4) + (2,0 * 2,0 * 1,4 * 1,14) + (2,0 * 2,0 * 0,4 * 2,4)$$

$$P_{cg} = 61,70 \text{ Ton}$$



$$q = \frac{61,70}{4,00} \pm \frac{8,44}{1,33} \pm \frac{11,28}{1,33}$$

$$q_{m\acute{a}x.} = 30,21 < q_d$$

$$q_{m\acute{i}n.} = 0,64 > 0$$

### Calcular presi3n 3ltima

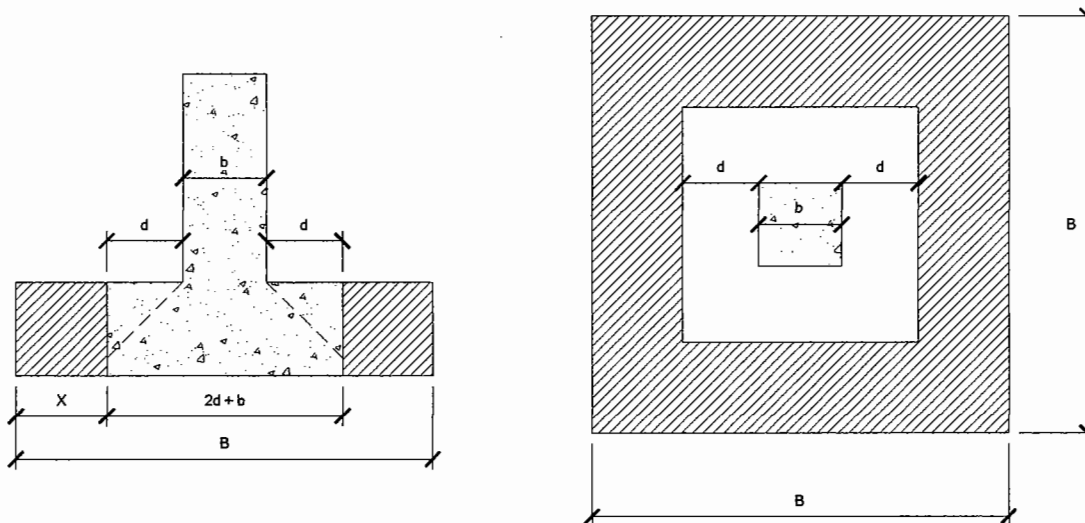
$$q_u = q_{m\acute{a}x.} * F_{cu}$$

$$q_u = 30,21 * 1,49 = 45,01 \text{ Ton/m}^2$$

### Chequeo por corte simple

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante, ocurre a una distancia igual a  $d$  (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal raz3n se debe comparar en ese l3mite, si el corte resistente es mayor que el actuante.

Figura 40. Corte simple en zapata, secci3n y planta



Datos:

$$t_{\text{asumido}} = 45 \text{ cm}$$

$$\text{Rec. mínimo} = 7,5 \text{ cm}$$

$$\text{Varilla No. 6} = 1,9050 \text{ cm de diámetro}$$

### Peralte efectivo

$$d = t - \frac{\Phi}{2} - \text{rec.}$$

$$d = 45 - \frac{1,9050}{2} - 7,5 = 36,5475 \text{ cm}$$

### Distancia X

$$x = \frac{B}{2} - \frac{b}{2} - d$$

$$x = \frac{200}{2} - \frac{40}{2} - 36,55 = 43,45 \text{ cm}$$

### Calcular corte actuante

$$V_{act.} = \text{Área} * q_u$$

$$V_{act.} = (2,00 * 0,4345) * 45,01 = 39,12 \text{ Ton}$$

### Calcular corte que resiste el concreto

$$V_r = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 200 * 36,55 = 55\,105,02 \text{ kg}$$

$$V_r = 55,10 \text{ Ton}$$

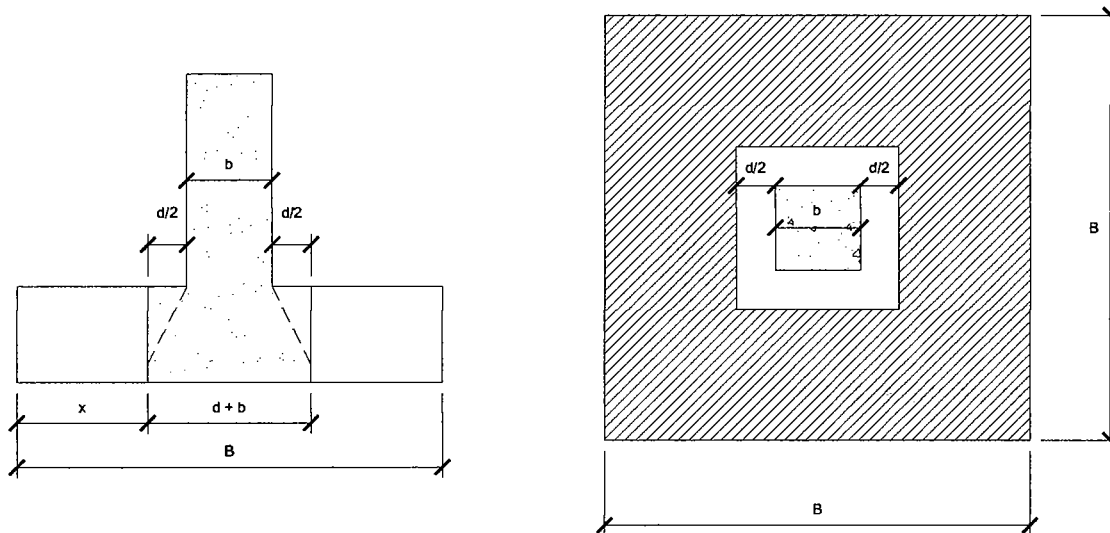
Verificar que:  $V_r > V_{act}$

Como  $55,10 \text{ Ton} > 39,12 \text{ Ton}$ , quiere decir que el peralte propuesto, si resiste el corte simple.

## Chequeo por corte de punzonamiento

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de aquella; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a  $d / 2$  del perímetro de la columna.

Figura 41. Corte punzonante en zapata, sección y planta



### Calcular corte actuante por punzonamiento

$$d + \text{Sección de col.} = 0,3655 + 0,40 = 0,7655 \text{ m}$$

$$V_{act. \text{ punz.}} = \text{Área} * q_u$$

$$V_{act. \text{ punz.}} = [(2,00 * 2,00) - (0,7655 * 0,7655)] * 45,01 = 153,67 \text{ Ton}$$

### Calcular corte que resiste el concreto

$$\beta_o = 4 * (d + \text{sección de col.})$$
$$\beta_o = 4 * (0,3655 + 0,40) = 3,06 \text{ m}$$

$$V_r \text{ punz.} = \phi * 1,06 * \sqrt{f'c} * \beta_o * d$$
$$V_r \text{ punz.} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{280} * 306 * 36,55 = 168\,714,53 \text{ kg}$$
$$V_r \text{ punz.} = 168,71 \text{ Ton}$$

Verificar que:  $V_r > V_{act}$

Como  $168,71 \text{ Ton} > 153,67 \text{ Ton}$ , el peralte propuesto, si resiste al corte punzonante.

### Diseño del refuerzo

El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos.

### Momento último

Se define tomando la losa en voladizo con la fórmula:

$$M_u = \frac{q_u * l^2}{2}$$

Donde:

L = Distancia del rostro de la columna al borde de la zapata.

$$M_u = \frac{45,01 * \left[ \left( \frac{2,00}{2} - \frac{0,40}{2} \right) \right]^2}{2} = 18,00 \text{ Ton} - m$$

$$M_u = 18\,004,68 \text{ kg} - m$$

### Calcular área de acero

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{4\ 218} * 100 * 36,55 = 12,22 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{req.}} = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{s_{req.}} = \left[ (100 * 36,55) - \sqrt{(100 * 36,55)^2 - \frac{18\ 004,68 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{4\ 218}$$

$$A_{s_{req.}} = 13,41 \text{ cm}^2$$

### Calcular el número de varillas a utilizar por unidad

$$\text{Var.} * \text{eje} = \frac{A_s}{A_{\text{varilla}}}$$

$$\text{Var.} * \text{eje} = \frac{13,41}{2,85031} = 4,70$$

Se debe aproximar al número más alto; entonces usaremos 5 varillas No.6

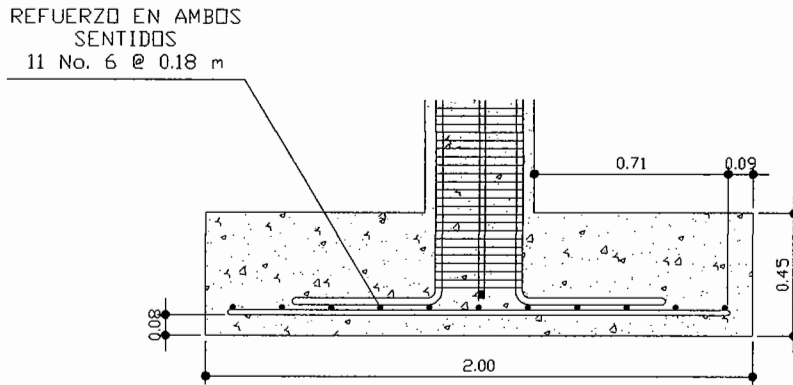
### Calcular el espaciamiento entre varillas

$$S = \frac{b - \text{rec.}}{\text{Var.} * \text{eje}}$$

$$S = \frac{100 - 7,5}{5} = 19,66 \text{ cm}$$

Colocar varillas No. 6 @ 0,20 m en ambos sentidos de la zapata.

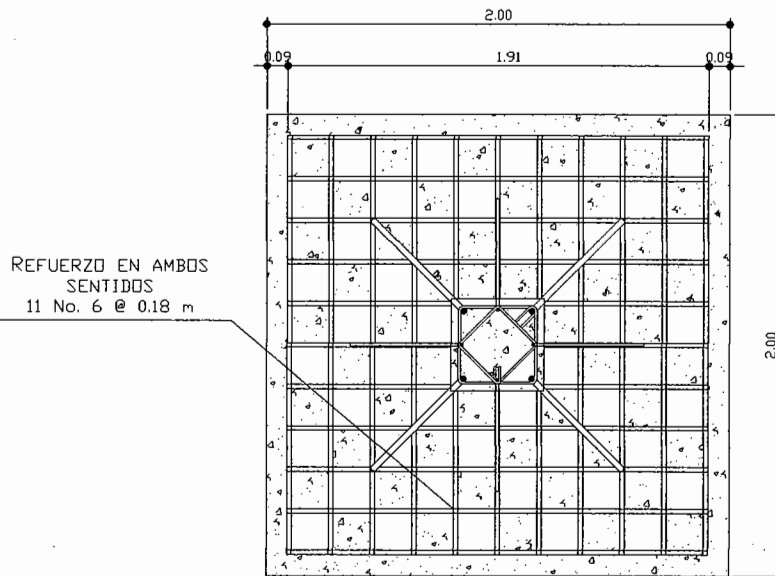
Figura 42. Armado de zapata, sección



ARMADO DE ZAPATA, SECCIÓN  
TIPO Z - 1

SIN ESCALA

Figura 43. Armado de zapata, planta



ARMADO DE ZAPATA, PLANTA  
TIPO Z - 1

SIN ESCALA

### 2.1.11.1.1. Zapatas excéntricas

Las zapatas de colindancia tienen la particularidad de que las cargas que sobre ellas recaen, lo hacen de forma no concentrada, por lo que se producen momentos de volteo que habrá que contrarrestar. Estas pueden ser de medianera y de esquina.

Soluciones para evitar el momento de volteo:

**Viga centradora:** a través de su trabajo a flexión, tiene la misión de absorber el momento de vuelco de la zapata no concéntrica. Deberá tener gran inercia y estar fuertemente armada.

**Vigas o forjado en planta:** para centrar la carga, se puede recurrir a la colaboración de la viga o forjado superior al pilar de medianera. La viga o forjado deberá dimensionarse o calcularse, para la combinación de la flexión propia, más la tracción a la que se ve sometida con el momento de volteo inducido por la zapata.

En estos casos, la mejor solución corresponde al uso de zapatas de lindero, sin ninguna liga a columnas adyacentes.

La base puede ser, rectangular o cuadrada, según sea el caso, el diseño del diamante se presenta a continuación.

$$M_x = 12,16 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$Y_{\text{suelo}} = 1,14 \text{ Ton} / \text{m}^3$$

$$f_c = 280 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$P_u = 38,23 \text{ Ton}$$

$$D_f = 1,80 \text{ m}$$

$$M_y = 16,52 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$Y_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ Ton} / \text{m}^3$$

$$f_y = 4\,218 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$F_{cu} = 1,49$$

$$q_d = 25,09 \text{ Ton} / \text{m}^2$$

Procedimiento para el diseño del diamante:

### Carga última

$$Cu = Pu * 1,05$$

$$Cu = 38,23 * 1,05 = 40,14 \text{ Ton.}$$

Como existe una excentricidad de la carga que provocará flexión (tensión y compresión), se tomará una capacidad soporte del suelo menor que la real, por lo que  $q_d = 25 \text{ Ton / m}^2$

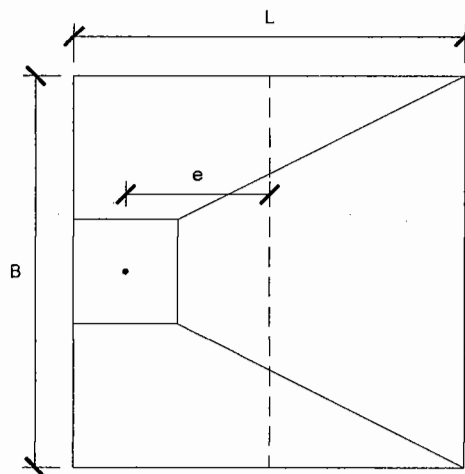
### Predimensionamiento

$$Az = \frac{Cu}{q_d}$$

$$Az = \frac{40,14}{20} = 2,01 \text{ m}^2$$

Se propone una  $L = 1,50 \text{ m}$  para obtener un área de zapata =  $2,25 \text{ m}^2$ .

Figura 44. Planta de zapata excéntrica



**PLANTA DE ZAPATA EXCÉNTRICA**



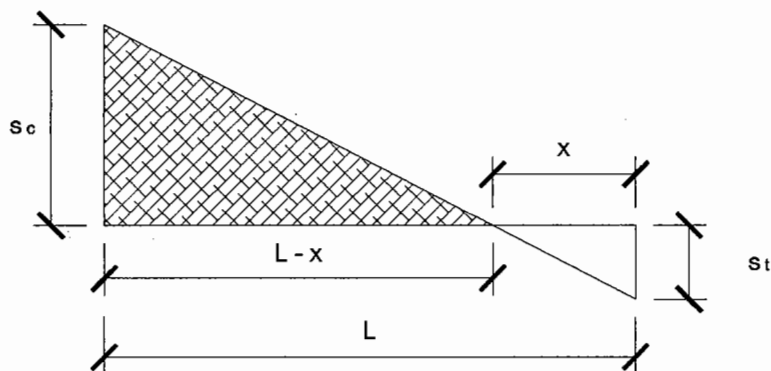
La carga  $P_u$ , centrada en la columna, se encuentra a una distancia del centro de la zapata de:

$$e = \frac{l}{2} - \frac{\text{sección de col.}}{2}$$

$$e = \frac{1,50}{2} - \frac{0,40}{2} = 0,55$$

Si se aplican dos fuerzas iguales a  $C_u$  y de sentido contrario en el centro de gravedad de la base, ellas combinadas con  $P_u$  de la columna, provocan los esfuerzos siguientes en el terreno.

Figura 45. **Esfuerzos en el terreno**



## ESFUERZOS EN EL TERRENO

### Compresión máxima

$$\sigma_c = \frac{C_u}{A} * \left( 1 + \frac{6 * e}{L} \right)$$

$$\sigma_c = \frac{40\ 141,50\ Kg}{(150 * 150)\ cm^2} * \left( 1 + \frac{6 * 55\ cm}{150\ cm} \right) = 5,71\ kg/cm^2$$

### Tensión máxima

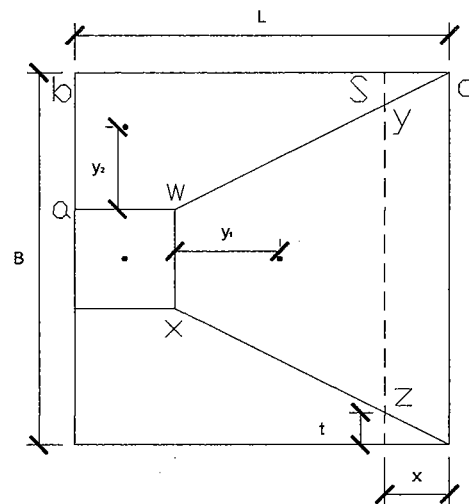
$$\sigma_t = \frac{Cu}{A} * \left(1 - \frac{6 * e}{L}\right)$$
$$\sigma_t = \frac{40\ 141,50\ Kg}{(150 * 150)\ cm^2} * \left(1 - \frac{6 * 55\ cm}{150\ cm}\right) = -2,14\ kg/cm^2$$

La distancia  $x$  hacia el punto donde cambia el esfuerzo de compresión al de tensión se encuentra a través de una relación de triángulos.

$$\frac{\sigma_c}{L - x} = \frac{\sigma_t}{x}$$
$$x = \frac{\sigma_t * L}{\sigma_t * \sigma_c}$$
$$x = \frac{2,14 * 150}{2,14 * 5,71} = 26,27\ cm$$

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

Figura 46. **Análisis de la zapata**



**ANÁLISIS DE LA ZAPATA**

**Calcular la distancia  $t$**

$$t = \frac{\frac{x * B}{2}}{L}$$
$$t = \frac{\frac{26,27 * 150}{2}}{150} = 13,14 \text{ cm}$$

**Calcular esfuerzo en el eje de inversión**

$$\sigma_{eje} = \frac{\sigma_c * \left(\frac{L}{2} - x\right)}{L - x}$$
$$\sigma_{eje} = \frac{5,71 * \left(\frac{150}{2} - 26,27\right)}{150 - 26,27} = 2,24 \text{ kg/cm}^2$$

**Calcular la altura del diamante**

$$h = \tan 30^\circ * (L - \text{Sec. col.})$$
$$h = \tan 30^\circ * (150 - 40) = 63,51 \text{ cm}$$
$$h = 65 \text{ cm}$$

La resultante de los esfuerzos en el trapecio  $wxyz$  será:

$$P_1 = \sigma_{eje} * \left(\frac{wx + yz}{2}\right) * h$$
$$P_1 = 2,24 * \left(\frac{40 + 123,73}{2}\right) * 63,41 = 11\,689,03 \text{ kg}$$

La fuerza anterior está aplicada al centro de gravedad del trapecio  $wxyz$ , cuya distancia a la sección  $wx$  es:

$$y_1 = \left(\frac{h}{3}\right) * \left(\frac{2 * yz + wx}{yz + wx}\right)$$
$$y_1 = \left(\frac{63,41}{3}\right) * \left(\frac{2 * 123,73 + 40}{123,73 + 40}\right) = 42,34 \text{ cm}$$

El momento según la fuerza  $P_1$  será:

$$M_1 = P_1 * y_1$$

$$M_1 = 11\,689,03 * 0,42 = 4\,949,02 \text{ kg} - m$$

En la dirección del lado B, hay que considerar la compresión entre el paramento exterior y la línea neutra; y calcular el esfuerzo medio de compresión.

$$\sigma_{mc} = \frac{\sigma_c}{2}$$

$$\sigma_{mc} = \frac{5,71}{2} = 2,85 \text{ kg/cm}^2$$

Este esfuerzo medio está repartido en la superficie  $awcd$ , cuya área es:

$$A = Sec. col * \left( \frac{B - wx}{2} \right) + \left[ \frac{(B - wx) + (B - yz)}{4} \right] * h$$

$$A = 40 * \left( \frac{150 - 40}{2} \right) + \left[ \frac{(150 - 40) + (150 - 123,73)}{4} \right] * 63,41 = 4\,363,64 \text{ cm}^2$$

La resultante  $P_2$ , aplicada al centro de gravedad de la superficie  $awcd$  es:

$$P_2 = A * \sigma_{mc}$$

$$P_2 = 4\,363,64 * 2,85 = 12\,456,05 \text{ kg}$$

La fuerza anterior está aplicada al centro de gravedad de la superficie  $awcd$ , cuya distancia a la sección  $aw$  es:

$$y_2 = \left( \frac{ab}{3} \right) * \left( \frac{2bc + aw}{B + aw} \right)$$

$$y_2 = \left( \frac{55}{3} \right) * \left( \frac{2(150) + 40}{150 + 40} \right) = 32,81 \text{ cm}$$

El momento según la fuerza  $P_2$  será:

$$M_2 = P_2 * y_2$$
$$M_2 = 12\,456,05 * 0,33 = 4\,086,46 \text{ kg} - \text{m}$$

Para el cálculo del refuerzo, se utiliza el momento mayor entre  $M_1$  y  $M_2$ , en este caso es el  $M_1 = 4\,949,02 \text{ kg} - \text{m}$

### Calcular área de acero

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$
$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{4\,218} * 100 * 57 = 19,05 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{req.}} = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{f_y}$$
$$A_{s_{req.}} = \left[ (100 * 57) - \sqrt{(100 * 57)^2 - \frac{4\,949,02 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * \frac{0,85 * 280}{4\,218}$$
$$A_{s_{req.}} = 2,30 \text{ cm}^2$$

Tomar el mayor  $A_s = 19,05 \text{ cm}^2$  y utilizar varillas No.6

### Calcular el número de varillas a utilizar por unidad

$$\text{Var.} * \text{eje} = \frac{A_s}{A_{\text{varilla}}}$$
$$\text{Var.} * \text{eje} = \frac{19,05}{2,85031} = 6,68$$

Se debe aproximar al número más alto; entonces usaremos 7 varillas No.6

### Calcular el espaciamiento entre varillas

$$S = \frac{b - rec.}{Var. * eje}$$
$$S = \frac{100 - 7,5}{7} = 13,21 \text{ cm}$$

Colocar varillas No. 6 @ 0,13 m en ambos sentidos de la zapata.

La base de la zapata con diamante, se calcula con la diferencia entre los momentos de análisis estructural y el mayor obtenido en el diamante:

$$M_x = 12,16 - 4,09 = 8,07 \text{ Ton} - m$$

$$M_y = 16,52 - 4,95 = 11,57 \text{ Ton} - m$$

### Calcular las cargas de trabajo

$$P't = \frac{Pu}{Fcu}$$
$$P't = \frac{38,23}{1,49} = 25,66 \text{ Ton}$$

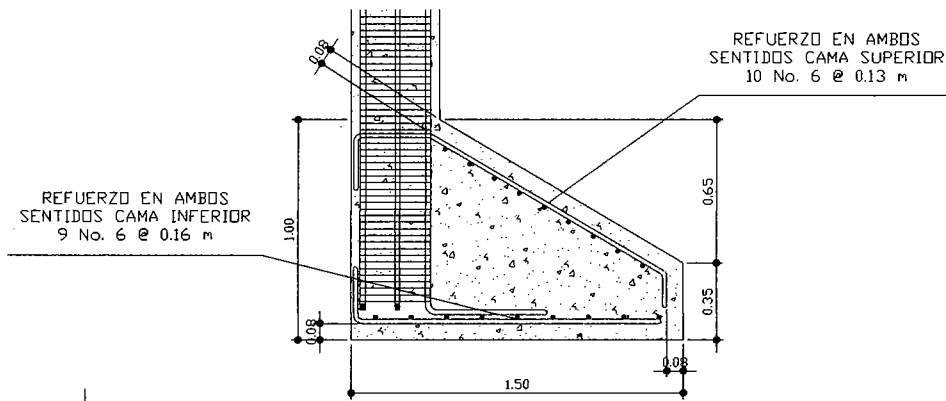
$$Mt_x = \frac{M_x}{Fcu} = \frac{8,07}{1,49} = 5,42 \text{ Ton} - m$$
$$Mt_y = \frac{M_y}{Fcu} = \frac{11,57}{1,49} = 7,77 \text{ Ton} - m$$

### Predimensionamiento del área de la zapata

$$Az = \frac{1,5 * P't}{q_d}$$
$$Az = \frac{1,5 * 25,66}{25,09} = 1,53 \text{ m}^2$$

Se propone usar dimensiones de  $1,50 * 1,50 = 2,25 \text{ m}^2 > 1,53 \text{ m}^2$

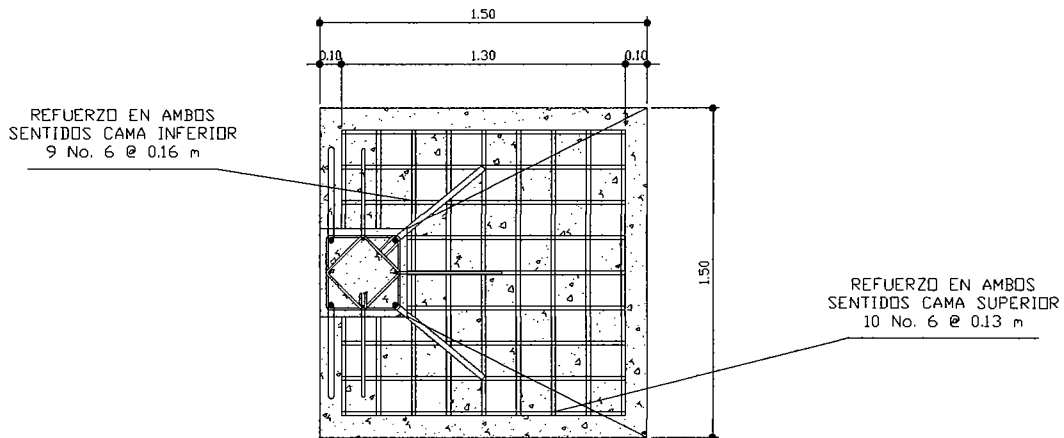
Figura 47. Armado de zapata excéntrica, sección



ARMADO DE ZAPATA DE LINDERO, SECCIÓN  
TIPO Z - 2

SIN ESCALA

Figura 48. Armado de zapata excéntrica, planta



ARMADO DE ZAPATA DE LINDERO, PLANTA  
TIPO Z - 2

SIN ESCALA

### 2.1.7.5. Diseño de escaleras

La forma y disposición que se le da al módulo de gradas depende principalmente de las dimensiones e importancia de la edificación, del espacio que el proyecto les otorgue y finalmente del material y tipo de construcción que se escogerá. En este caso existe un área considerable para la ubicación de las mismas por lo que el espacio no es inconveniente para diseñar un módulo de gradas de concreto reforzado.

El que un módulo de gradas sea cómodo y seguro, depende de su relación huella y contrahuella. Las siguientes relaciones nos 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 <sup>2</sup> según AGIES NR 2:2000
f'c	= 210 kg / m <sup>2</sup>
fy	= 2 810 kg / m <sup>2</sup>
Altura (h)	= 3,50 m
Área disponible	= 6,00 x 6,00 m



## Cálculo del número de escalones mínimo

Asumir una huella de 30 cm y una contrahuella de 16 cm.

$$\text{No. de contrahuellas} = \frac{h}{C_{\text{máx.}}}$$

$$\text{No. de contrahuellas} = \frac{3,50 \text{ m}}{0,16 \text{ m}} = 21,87 \approx 22 \text{ contrahuellas}$$

Se tomarán 11 contrahuellas antes del descanso.

$$\text{No. de huellas} = \text{No. de contrahuellas} - 1$$

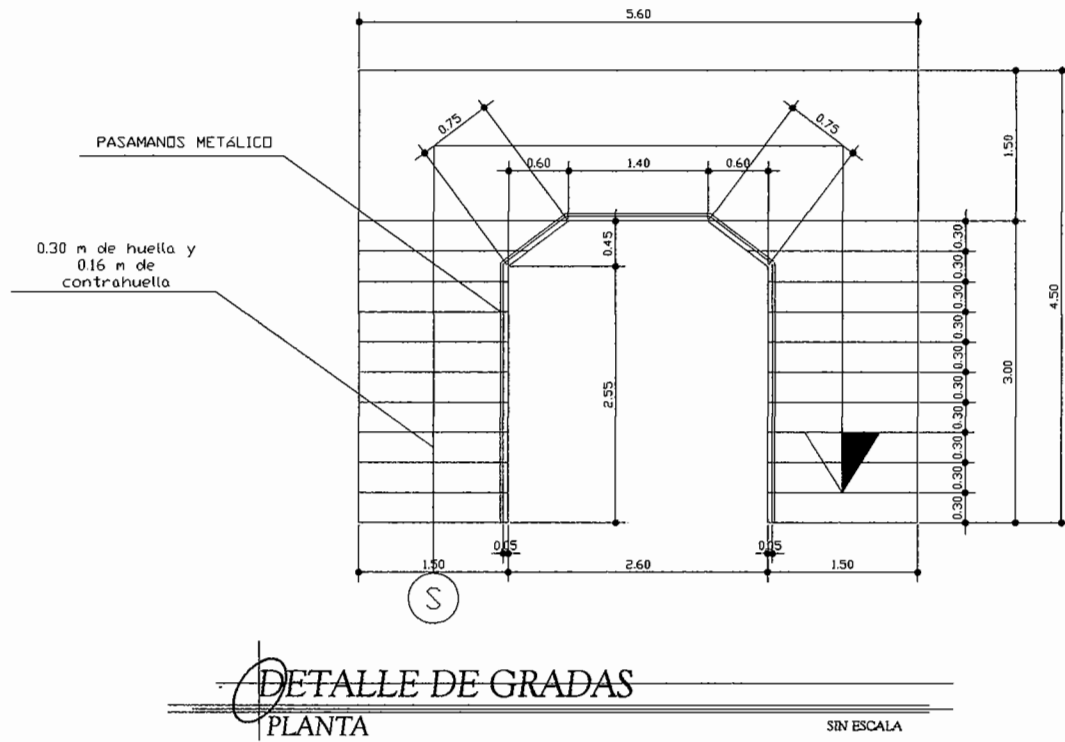
$$\text{No. de huellas} = 11 - 1 = 10 \text{ huellas}$$

## Chequear relaciones de comodidad

- C = 16 cm ≤ 20 cm
- H = 30 cm > C
- 2C + H = 2(16) + 30 = 62 ≤ 64 cm (valor cercano)
- C + H = 16 + 30 = 46 = 45 a 48 cm
- C \* H = 16 \* 30 = 480 = 480 a 500 cm<sup>2</sup>

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

Figura 49. Planta de gradas



### Integración de cargas

Espesor de la losa:

$$t_{losa} = \frac{\text{Perímetro}}{180}$$

$$t_{losa} = \frac{(5,60 * 2) + (1,50 * 4) + (2,55 * 2) + (0,75 * 2) + (4,50 * 2) + (1,40)}{180}$$

$$t_{losa} = \frac{34,2}{180} = 0,19 \text{ m} \approx 0,20 \text{ m}$$

Carga muerta:

$$CM = 1,4 * Wc * \left( t + \frac{C}{2} \right)$$

$$CM = 1,4 * 2\,400 * \left( 0,20 + \frac{0,16}{2} \right) = 940,80 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva:

$$CV = 1,7 * Wv$$

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

Carga última:

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

$$Wu = 941 + 850 = 1\,791 \text{ kg/m}^2$$

## Momentos actuantes

Figura 50. Momentos actuantes

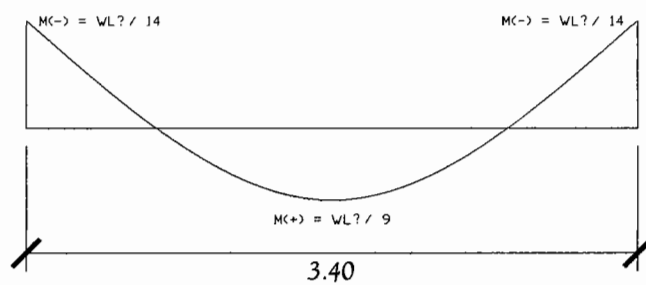
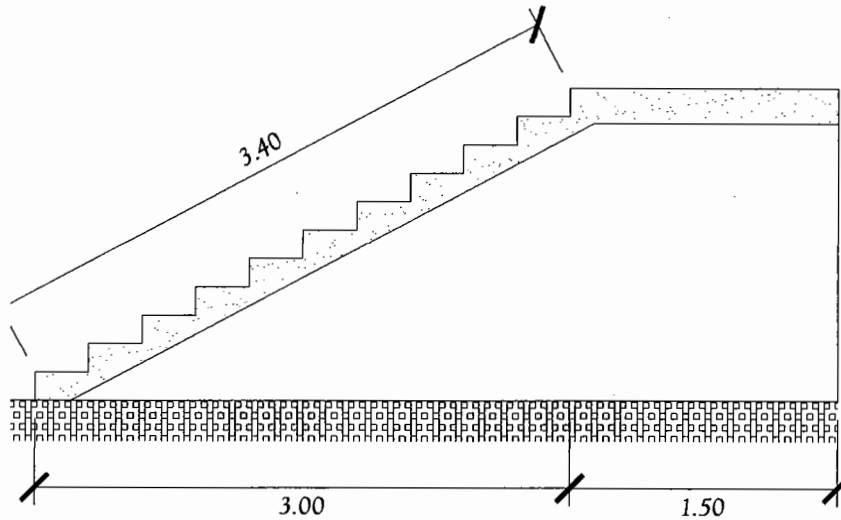


Figura 51. Distribución de los momentos



$$M_{(-)} = \frac{Wu * L^2}{14} = \frac{1\,791 * 3,40^2}{14} = 1\,479 \text{ kg} - m$$

$$M_{(+)} = \frac{Wu * L^2}{9} = \frac{1\,791 * 3,40^2}{9} = 2\,300 \text{ kg} - m$$

### Cálculo del refuerzo

Datos:

$$b = 100 \text{ cm}$$

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

$$d = 17,5 \text{ cm}$$

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

Área de acero mínimo:

$$A_{s_{\text{mín.}}} = \left( \frac{14,1}{f_y} \right) * b * d$$

$$A_{s_{\text{mín.}}} = \left( \frac{14,1}{2\,810} \right) * 100 * 17,5 = 8,78 \text{ cm}^2$$

Área de acero requerida:

$$A_{s_{req.}} = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{fy}$$

$$A_{s_{M(-)}} = \left[ (100 * 17,5) - \sqrt{(100 * 17,5)^2 - \frac{1\ 479 * 25}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2\ 810}$$

$$A_{s_{M(-)}} = 3,39 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{M(+)}} = \left[ (100 * 17,5) - \sqrt{(100 * 17,5)^2 - \frac{2\ 300 * 25}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2\ 810}$$

$$A_{s_{M(+)}} = 5,32 \text{ cm}^2$$

Ambos momentos requieren área de acero menor al mínimo, por lo tanto usaremos el  $A_{s_{mín.}} = 8,78 \text{ cm}^2$

Usando varillas No. 4, el espaciamiento será:

$$S_{máx.} = 2t$$

$$S_{máx.} = 2 * 20 = 40 \text{ cm}$$

$$8,78 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1,2668 \text{ cm}^2 \longrightarrow S$$

$$S = 14,42 \text{ cm}$$

Colocar varillas No. 4 cada 14 cm.

Acero por temperatura:

$$A_{s_t} = 0,002 * b * t$$

$$A_{s_t} = 0,002 * 100 * 20 = 4 \text{ cm}^2$$

Usando varillas No.3, el espaciamiento será:

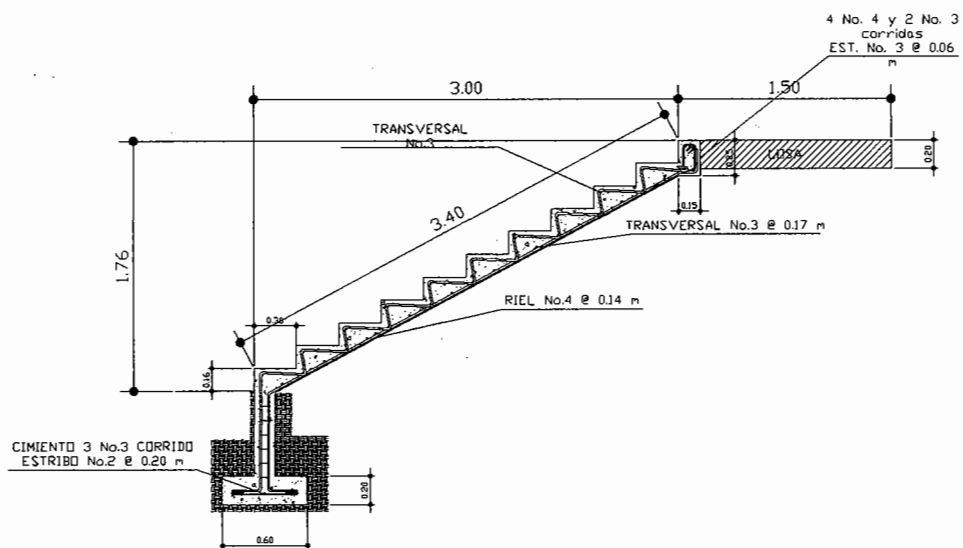
$4,00 \text{ cm}^2$  → 100 cm

$0,71258 \text{ cm}^2$  → S

S = 17,81 cm

Colocar varillas No.3 cada 17 cm

Figura 52. Detalle de armado de gradas



DETALLE DE GRADAS  
ARMADO

SIN ESCALA

### **2.1.7.6. Diseño de módulo de mampostería reforzada**

El frente del módulo 1 se diseña con mampostería reforzada de block, para lo cual se aplicaron las normas del FHA, considerando que el método constructivo se adapta a los requerimientos de la edificación y al uso que se le dará.

La estructura de mampostería reforzada es de dos niveles. En este módulo se distribuirán varios ambientes.

#### **Normas FHA**

Las normas FHA contienen requisitos mínimos de observancia obligatoria, y recomendaciones de conveniencia práctica, para el tipo de estructura que se desea desarrollar. Los requisitos mínimos tienen la finalidad de prevenir o evitar riesgos que puedan poner en peligro la calidad de la construcción.

#### **Requisitos estructurales establecidos por el FHA**

##### **➤ Paredes**

Deben diseñarse para resistir fuerzas sísmicas además de las cargas superpuestas, debiendo reforzarse adecuadamente las de mampostería por medio de columnas y soleras de amarre de concreto armado.

➤ **Cimientos para paredes**

a) 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.

b) Todos los cimientos se construirán de concreto reforzado.

c) Las dimensiones mínimas para cimientos corridos son:

	Peralte	Ancho
Viviendas de un nivel	15 cm	30 cm
Viviendas de dos niveles	20 cm	40 cm

d) El refuerzo mínimo para cimientos corridos es el siguiente:

	Longitudinal	Transversal
Viviendas de un nivel	2 $\phi$ No. 3	$\phi$ No. 3 @ 30 cm
		$\phi$ No. 2 @ 15 cm
Viviendas de dos niveles	3 $\phi$ No. 3	$\phi$ No. 3 @ 30 cm
		$\phi$ No. 2 @ 15 cm

e) Dimensiones y refuerzos mínimos para zapatas de columnas que refuercen muros de mampostería

	Peralte	Sección
Viviendas de un nivel	15 cm	40 x 40 cm
Viviendas de dos niveles	20 cm	60 x 60 cm

El refuerzo mínimo para ambos casos será con varillas No. 3 @ 10 cm, en ambos sentidos de la zapata.



- f) La profundidad de cimentación no será menor a 50 cm.
- g) Las unidades de mampostería que se coloquen entre la cimentación y la solera de humedad, deben ser como mínimo de la clase, tipo y resistencia de las unidades de los muros.
- h) Todas las varillas de refuerzo deben rematarse en otro elemento de concreto reforzado, atravesándolo en su totalidad para proporcionar una longitud de anclaje adecuado.
- i) Los traslapes del refuerzo deberán efectuarse en forma escalonada y en ningún caso traslaparse más del 50% del refuerzo, dentro de una longitud de traslape.
- j) Las longitudes mínimas de anclaje y traslape son las siguientes:

**Tabla No. XXXIV Longitudes de anclaje y traslape en mampostería**

Varilla	No.2	No.3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
Longitud (cm)	30	30	40	50	60	70	80

Fuente: Normas FHA

Las varillas de diámetro mayor al No.8 deberán soldarse.

En base a lo anteriormente descrito, el módulo de mampostería, contará con un cimiento corrido con dimensiones de 20 x 40 cm, a una profundidad de 80 cm, reforzado con 3 varillas longitudinales  $\phi$  No. 3 y estribos  $\phi$  No. 2 cada 15 cm.

En el caso de zapatas, contarán con una dimensión de 20 x 65 x 65 cm, con acero de refuerzo  $\phi$  No. 3 cada 10 cm en ambas direcciones y un desplante de 1 m.

### **Espesor y concreto a utilizar**

- a) El espesor mínimo de paredes reforzadas con columnas y soleras de amarre, para viviendas de dos niveles, será de 14 cm y su relación altura/espesor no será mayor de 20. Los muros con relaciones mayores de 20, deberán tener elementos adicionales de refuerzo, diseñados para imposibilitar el pandeo del muro.
- b) El concreto para soleras, columnas y vigas deberá tener una resistencia mínima a la compresión, a los 28 días de por lo menos 176 Kg/cm<sup>2</sup>.

De acuerdo con lo anterior, la pared y concreto para este proyecto, tendrá un espesor de 15 cm, y una resistencia a la compresión a los 28 días de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

### **Refuerzo vertical para paredes de mampostería**

- a) Las dimensiones mínimas aceptables para columnas son:

Sentido paralelo a pared = Espesor de la pared respectiva.

Sentido perpendicular = Columnas tipo A: espesor de pared

Columnas tipo B: un mínimo de 10 cm

Para fines de simetría estructural, estética y armado, en el módulo de mampostería, las columnas serán de 15 x 15 cm para la tipo A y 10 X 15 cm la tipo B.

b) Refuerzo mínimo en columnas:

Tabla XXXV. Refuerzo mínimo en columnas

TIPO	Refuerzo longitudinal		Refuerzo transversal
	Primer nivel	Segundo nivel	
"A" - principal	4 $\phi$ No. 4	4 $\phi$ No. 3	Est. $\Phi$ No. 2 @ 0,20 m
"B" - intermedia	2 $\phi$ No. 3	2 $\phi$ No. 3	Est. $\Phi$ No. 2 @ 0,20 m
"C" - interbloque	1 $\phi$ No. 3	1 $\phi$ No. 3	

Fuente: Normas FHA

Para el presente proyecto los refuerzos están definidos así:

Columna tipo A1: 4 varillas longitudinales  $\phi$  No. 4 + estribo  $\phi$  No. 2 @ 15 cm

Columna tipo A2: 4 varillas longitudinales  $\phi$  No. 3 + estribo  $\phi$  No. 2 @ 15 cm

Columna tipo B: 2 varillas longitudinales  $\phi$  No. 3 + estribo  $\phi$  No. 2 @ 15 cm

Columna tipo C: 1 varilla longitudinal  $\phi$  No. 3

c) El refuerzo vertical mínimo de paredes, podrá consistir por lo menos en cualquiera de las siguientes combinaciones de tipos de columnas: A-B, A-C, ó A-B-C.

d) Las separaciones máximas a que pueden estar las columnas entre sí utilizando block pómez son las siguientes:

- Entre columnas A/A: 5,00 metros
- Entre columnas A/B: 2,50 metros
- Entre columnas A/C; B/C; C/C: 1,25 metros (para pines dobles)

En esquinas o intersecciones de muros y en ambos extremos de todo muro aislado, deberán colocarse columnas tipo "A", aunque queden a menor distancia que la indicada anteriormente.

e) Los laterales de los vanos de puertas y ventanas, deberán rematarse por lo menos con una columna tipo "B", o su equivalente en sección y refuerzo en columna tipo interblock.

f) El refuerzo de todo tipo de columnas, debe arrancar de la solera o zapata de cimentación y terminar en la solera superior, cumpliendo debidamente con los anclajes mínimos estipulados.

### **Refuerzo horizontal para paredes de mampostería**

a) Las paredes de mampostería deberán reforzarse horizontalmente por medio de soleras hidrófuga, intermedia y superior, con las dimensiones mínimas siguientes:

Tabla XXXVI. Dimensiones mínimas de soleras

Solera	Sentido	
	Perpendicular a pared	Paralelo a pared
Hidrófuga	10 cm	grosor de pared
Intermedia	07 cm	grosor de pared
Superior	10 cm	grosor de pared

Fuente: Normas FHA

La distribución de soleras y sus dimensiones, para este proyecto son: soleras hidrófugas e intermedias de 15 x 20 cm. Solera superior de 15 x 17,5 cm.

b) Refuerzo mínimo en soleras:

Tabla XXXVII. Refuerzos mínimo para soleras

Solera	Refuerzo longitudinal	Refuerzo transversal
Hidrófuga	4 $\phi$ No. 3	Est. $\phi$ No. 2 @ 0,20 m
Intermedia	2 $\phi$ No. 3	Est. $\phi$ No. 2 @ 0,20 m
Superior	4 $\phi$ No. 3	Est. $\phi$ No. 2 @ 0,20 m

Fuente: Normas FHA

El armado propuesto para las soleras hidrófuga, intermedia y superior es de 4 varillas  $\phi$  No. 3 con estribos  $\phi$  No. 2 cada 0,20 m

## **Losas**

Las losas serán prefabricadas y diseñadas en base a lo descrito en 2.1.7.1 Diseño de losas. Ver planos y detalles estructurales.

### **2.1.8. Instalaciones**

#### **2.1.8.1. Agua potable**

El sistema de agua potable será distribuido por medio de circuito cerrado con tubería PVC  $\phi = \frac{3}{4}$ "; para que la presión sea la misma en todos los puntos y los abastos se harán por medio de tubería PVC  $\phi = \frac{1}{2}$ ".

#### **2.1.8.2. Drenajes**

Todo el sistema de drenaje sanitario, será por medio de tubería PVC de  $\phi = 3$ ".

El sistema de drenajes para agua pluvial será de tubería PVC  $\phi = 3$ ", tanto tubería subterránea como en bajadas de agua. Usándose en la azotea un sistema de pañuelos para la recolección del agua pluvial.

#### **2.1.8.3. Eléctricas**

La instalación de iluminación, cuenta con cinco circuitos en el primer nivel y seis en el segundo destinado a las oficinas municipales, además con dos circuitos en la edificación destinada a la Policía Nacional Civil. Cada uno tendrá un máximo de doce unidades. Todas las instalaciones serán con cable calibre 12

La instalación de fuerza, cuenta con cinco circuitos en el primer nivel y seis en el segundo nivel destinado a las oficinas municipales, y; cuenta con tres circuitos en la edificación destinada a la policía nacional civil. Cada uno tendrá un máximo de doce unidades. Todas las instalaciones serán con cable calibre 12 a excepción de la del calentador de agua que es cable calibre 10.

El ducto a utilizarse es de  $\frac{3}{4}$ " en toda la instalación exceptuando la acometida que es de 1" y con cable calibre 10.

### **2.1.9. Planos Constructivos**

Se elaboraron los siguientes planos constructivos.

1. Plantas amuebladas
2. Plantas acotadas
3. Elevaciones y secciones
4. Plantas de columnas y cimientos
5. Detalle de columnas y cimientos
6. Detalle de vigas principales
7. Detalle de mampostería y gradas
8. Plantas de losas
9. Plantas de acabados
10. Plantas de instalación de agua potable
11. Plantas de drenajes y detalle de cajas
12. Planta de drenaje y detalle de cajas pluviales
13. Plantas eléctricas, iluminación
14. Plantas eléctricas, fuerza

(Ver apéndice.)



## **2.1.10. Presupuesto**

### **2.1.10.1. Materiales**

Los precios de los materiales para la elaboración del presupuesto, se obtuvieron, mediante cotización de los mismos en los centros de distribución de la región. Los materiales como puertas, ventanas, balcones, barandales, pérgolas, fuentes y otros específicos, se cotizaron también con fabricantes de la región para lograr una mejor representatividad del precio del proyecto.

### **2.1.10.2. Mano de obra**

Los precios de la mano de obra para el presente presupuesto, fueron obtenidos mediante una investigación de los mismos con personas afines a la construcción como albañiles, maestros de obra, contratistas etc., todos oriundos de la región donde se ejecutará el proyecto.

### **2.1.10.3. Costo directo**

Está conformado por el costo de los materiales y la mano de obra, únicamente.

**Presupuesto del edificio municipal**  
**Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa**  
**(costo directo de materiales y mano de obra)**

Tabla XXXVIII. Presupuesto de edificio municipal

	<b>REGLÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
1	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	Demolición de estructura existente	m <sup>2</sup>	590,00	Q50,00	Q29 500,00
1.2	Limpieza y nivelación	m <sup>2</sup>	590,00	Q5,00	Q2 950,00
1.3	Trazo y estaqueado	ml	335,00	Q2,00	Q670,00
2	<b>PRIMER NIVEL</b>				
2.1	<b>CIMENTACIÓN</b>				
2.1.1	Zapata tipo Z-1	Unidad	16,00	Q2 975,00	Q47 600,00
2.1.2	Zapata tipo Z-2	Unidad	8,00	Q2 836,56	Q22 692,48
2.1.3	Zapata tipo Z-3	Unidad	4,00	Q2 302,96	Q9 211,84
2.1.4	Zapata tipo Z-4	Unidad	8,00	Q1 873,61	Q14 988,88
2.1.5	Zapata tipo Z-5	Unidad	4,00	Q227,94	Q911,76
2.2	<b>COLUMNAS</b>				
2.2.1	Columnas tipo C-1	Unidad	24,00	Q3 140,56	Q75 373,44
2.2.2	Columnas tipo C-3	Unidad	12,00	Q3 392,98	Q40 715,76
2.3	<b>VIGAS</b>				
2.3.1	Vigas tipo V-1	Unidad	6,00	Q1 562,74	Q9 376,44
2.3.2	Vigas tipo V-2	Unidad	6,00	Q1 782,51	Q10 695,06
2.3.3	Vigas tipo V-3	Unidad	6,00	Q1 803,31	Q10 819,86
2.3.4	Vigas tipo V-4	Unidad	3,00	Q2 784,30	Q8 352,90
2.3.5	Vigas tipo V-5	Unidad	16,00	Q3 015,79	Q48 252,64
2.3.6	Vigas tipo V-6	Unidad	6,00	Q1 881,82	Q11 290,92
2.3.7	Vigas tipo V-7	Unidad	3,00	Q1 883,76	Q5 651,28
2.3.8	Vigas tipo V-8	Unidad	8,00	Q2 325,31	Q18 602,48
2.3.9	Viga de amarre	ml	63,00	Q91,28	Q5 750,64
2.4	<b>MAMPOSTERÍA</b>				
2.4.1	Cimiento corrido	ml	233,00	Q123,54	Q28 784,82
2.4.2	Columnas tipo C-A1	Unidad	12,00	Q404,42	Q4 853,04
2.4.3	Columnas tipo C-A2	Unidad	78,00	Q339,16	Q26 454,48
2.4.4	Columnas tipo C-A3	Unidad	20,00	Q495,17	Q9 903,40
2.4.5	Columnas tipo C-B	Unidad	66,00	Q267,57	Q17 659,62

Continuación de tabla XXXVIII. Presupuesto de edificio municipal

2.4.6	Solera de humedad	ml	233,00	Q91,28	Q21 268,24
2.4.7	Solera intermedia	ml	233,00	Q91,28	Q21 268,24
2.4.8	Solera de remate	ml	233,00	Q91,28	Q21 268,24
2.4.9	Muros de block de 15 cm	m <sup>2</sup>	782,00	Q81,65	Q63 850,30
2.4.10	Dinteles de ventana	ml	40,00	Q70,41	Q2 816,40
2.4.11	Dinteles de puerta	ml	19,00	Q70,41	Q1 337,79
2.5	<b>LOSA</b>				
2.5.1	Losa prefabricada colocada y fundida	m <sup>2</sup>	530,00	Q306,18	Q162 275,40
2.6	<b>GRADAS</b>				
2.6.1	Gradas tipo 1	global	1,00	Q21 789,67	Q21 789,67
2.6.2	Gradas tipo 2	global	1,00	Q6 591,53	Q6 591,53
2.7	<b>ACABADOS</b>				
2.7.1	Mezclón más piso de porcelanato	m <sup>2</sup>	530,00	Q343,94	Q182 288,20
2.7.2	Ensabietado de muros	m <sup>2</sup>	1 280,00	Q15,13	Q19 366,40
2.7.3	Repello en muros	m <sup>2</sup>	1 280,00	Q15,13	Q19 366,40
2.7.4	Cernido vertical en muros	m <sup>2</sup>	1 280,00	Q15,45	Q19 776,00
2.7.5	Azulejos colocados	m <sup>2</sup>	84,00	Q120,91	Q10 156,44
2.7.6	Pintura	m <sup>2</sup>	2 178,00	Q12,41	Q27 028,98
2.7.7	Molduras de sillares de ventana tipo V-1	Unidad	34,00	Q140,42	Q4 774,28
2.7.8	Balcones de ventana tipo V-A	Unidad	34,00	Q1 100,00	Q37 400,00
2.7.9	Balcones de ventana tipo V-B	Unidad	2,00	Q900,00	Q1 800,00
3	<b>SEGUNDO NIVEL</b>				
3.1	<b>COLUMNAS</b>				
3.1.1	Columnas tipo C-2	Unidad	36,00	Q1 874,50	Q67 482,00
3.2	<b>VIGAS</b>				
3.2.1	Vigas tipo V-9	Unidad	12,00	Q1 821,18	Q21 854,16
3.2.2	Vigas tipo V-10	Unidad	6,00	Q1 796,21	Q10 777,26
3.2.3	Vigas tipo V-11	Unidad	3,00	Q2 793,61	Q8 380,83
3.2.4	Vigas tipo V-12	Unidad	16,00	Q2 862,17	Q45 794,72
3.2.5	Vigas tipo V-13	Unidad	6,00	Q1 826,73	Q10 960,38
3.2.6	Vigas tipo V-14	Unidad	3,00	Q1 785,96	Q5 357,88
3.2.7	Vigas tipo V-15	Unidad	8,00	Q2 224,37	Q17 794,96
3.3	<b>MAMPOSTERÍA</b>				
3.3.1	Columnas tipo C-A2	Unidad	72,00	Q267,81	Q19 282,32
3.3.2	Columnas tipo C-A3	Unidad	28,00	Q390,95	Q10 946,60
3.3.3	Columnas tipo C-B	Unidad	91,00	Q210,51	Q19 156,41
3.3.4	Solera inicial	ml	236,00	Q91,28	Q21 542,08

Continuación de tabla XXXVIII. Presupuesto de edificio municipal

3.3.5	Solera intermedia	Ml	236,00	Q91,28	Q21 542,08
3.3.6	Solera de remate	mi	236,00	Q91,28	Q21 542,08
3.3.7	Muros de block de 15 cm	m <sup>2</sup>	641,00	Q86,90	Q55 702,90
3.3.8	Dinteles de ventana	ml	49,00	Q70,41	Q3 450,09
3.3.9	Dinteles de puerta	ml	14,00	Q70,41	Q985,74
3.4	<b>LOSA</b>				
3.4.1	Losa prefabricada colocada y fundida	m <sup>2</sup>	530,00	Q332,43	Q176 187,90
3.5	<b>GRADAS</b>				
3.5.1	Gradas tipo 2	global	1,00	Q6 591,53	Q6,591.53
3.6	<b>ACABADOS</b>				
3.6.1	Mezclón más piso de porcelanato	m <sup>2</sup>	530,00	Q343,94	Q182 288,20
3.6.2	Ensabietado de muros	m <sup>2</sup>	1 282,00	Q15,13	Q19 396,66
3.6.3	Repello en muros	m <sup>2</sup>	1 282,00	Q15,13	Q19 396,66
3.6.4	Cernido vertical en muros	m <sup>2</sup>	1 282,00	Q15,45	Q19 806,90
3.6.5	Azulejos colocados	m <sup>2</sup>	129,00	Q120,91	Q15 597,39
3.6.6	Pintura	m <sup>2</sup>	2 138,00	Q12,42	Q26 553,96
3.6.7	Molduras de sillares de ventana tipo V-A	Unidad	36,00	Q140,42	Q5 055,12
3.6.8	Balcones de ventana tipo V-A	Unidad	36,00	Q1 100,00	Q39 600,00
3.6.9	Balcones de ventana tipo V-B	Unidad	2,00	Q900,00	Q1 800,00
3.6.10	Balcones de ventana tipo V-C	Unidad	1,00	Q500,00	Q500,00
4	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>				
4.1	Agua potable	global	1,00	Q9 844,11	Q9 844,11
5	<b>SISTEMA DE DRENAJE</b>				
5.1	Drenaje sanitario	global	1,00	Q12 761,18	Q12 761,18
5.2	Drenaje pluvial	global	1,00	Q15 860,51	Q15 860,51
6	<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>				
6.1	Iluminación	global	1,00	Q23 317 88	Q23 317 88
6.2	Fuerza	global	1,00	Q20 359 50	Q20 359 50
7	<b>INSTALACIONES ESPECIALES</b>				
7.1	Telefonía e internet	global	1,00	Q5 000,00	Q5 000,00
7.2	Cable de T.V.	global	1,00	Q800,00	Q800,00
7.3	Aire acondicionado	global	1,00	Q7 000,00	Q7 000,00
8	<b>PUERTAS Y VENTANAS</b>				
8.1	Puertas tipo P-A, B, C, D, E, F, G	Unidad	50,00	Q520,00	Q26 000,00
8.2	Puertas tipo P-H	Unidad	6,00	Q3 750,00	Q22 500,00
8.3	Puertas tipo P-I	Unidad	2,00	Q3 100,00	Q6 200,00
8.4	Portones	Unidad	2,00	Q5 000,00	Q10 000,00

Continuación de tabla XXXVIII. Presupuesto de edificio municipal

8.5	Ventanas V-A	Unidad	70,00	Q700,00	Q49 000,00
8.6	Ventanas V-B	Unidad	4,00	Q225,00	Q900,00
8.7	Ventanas V-C	Unidad	1,00	Q175,00	Q175,00
9	<b>INSTALACION DE ARTEFACTOS SANITARIOS</b>				
9.1	Instalación de retretes	Unidad	9,00	Q950,00	Q8 550,00
9.2	Instalación de mingitorios	Unidad	5,00	Q1 356,00	Q6 780,00
9.3	Instalación de lavamanos	Unidad	9,00	Q1 500,00	Q13 500,00
9.4	Instalación de pila	Unidad	2,00	Q990,00	Q1 980,00
9.5	Instalación de lavatrastos	Unidad	2,00	Q725,00	Q1 450,00
10	<b>OTROS</b>				
10.1	Pérgolas	global	1,00	Q25 987,50	Q25 987,50
10.2	Cielo falso	m <sup>2</sup>	1 060,00	Q106,42	Q112 805,20
10.3	Muros de tablayeso	m <sup>2</sup>	350,00	Q126,22	Q44 177,00
10.4	Cúpula	global	1,00	Q33 264,98	Q33 264,98
10.5	Fuente semicircular	Unidad	2,00	Q1 050,00	Q2 100,00
10.6	Fuente circular	Unidad	1,00	Q2 700,00	Q2 700,00
10.7	Barandas	ml	48,00	Q550,00	Q26 400,00
10.8	Jardinización	global	1,00	Q3 000,00	Q3 000,00
10.9	Dispensador de papel con sensor	Unidad	3,00	Q2 600,00	Q7 800,00
10.10	Dispensador de jabón con sensor	Unidad	3,00	Q990,00	Q2 970,00
	<b>COSTO TOTAL DIRECTO</b>				Q2 483 993,92

El costo unitario por metro cuadrado de construcción para el edificio municipal del municipio de Santa Cruz Naranjo es de Q 2 105,08 (dos mil ciento cinco quetzales con ocho centavos).

## **2.1.11. Evaluación de impacto ambiental inicial**

### **2.1.11.1. Definición del estudio**

La construcción de sistemas de edificios, parques y todas las actividades realizadas por el ser humano, generan un impacto en los componentes ambientales, tanto físico, como biológico y social. Este impacto puede ser de carácter positivo, negativo con posibles mitigaciones, negativo irreversible o neutro.

De acuerdo con las leyes actuales, se pueden realizar dos tipos de estudio de impacto ambiental: Impacto Ambiental no Significativo o evaluación rápida, e Impacto Ambiental Significativo o evaluación general.

#### **2.1.11.1.1. Impacto ambiental no significativo**

El estudio de impacto ambiental no significativo o evaluación rápida, se lleva a cabo por medio de una visita de observación, al sitio propuesto para el proyecto, por parte de técnicos en la materia aprobados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y a cuenta del interesado, para determinar si la acción propuesta no afecta significativamente al ambiente. El criterio debe basarse en proyectos similares según tamaño, localización e indicadores que se crean pertinentes.

#### **2.2.4.1.1. Impacto ambiental significativo**

Las evaluaciones de impacto ambiental significativo se pueden desarrollar en dos partes:

#### **2.1.11.1.2.1. Fase preliminar o de factibilidad**

Es un estudio que debe incluir los datos de la persona individual o jurídica interesada, descripción del proyecto y escenario ambiental, principales impactos y medidas de mitigación, sistema de disposición de desechos y otros que se consideren necesarios.

#### **2.1.11.1.2.2. Fase completa**

Generalmente se aplica a proyectos con grandes impactos y debe ser un estudio lo más completo posible, que además de lo establecido en la fase preliminar responda a una serie de interrogantes para determinar las consecuencias que tendrá el proyecto.

- a. ¿Qué sucederá al medio ambiente como resultado de la ejecución del proyecto?
- b. ¿Cuál es el alcance de los cambios que sucedan?
- c. ¿Qué importancia tienen los cambios?
- d. ¿Qué puede hacerse para prevenirlos o mitigarlos?
- e. ¿Qué opciones o posibilidades son factibles?
- f. ¿Qué piensa la comunidad del proyecto?

#### **2.1.11.2. Fines de la evaluación de impacto ambiental**

Para la construcción del edificio municipal, los impactos generados se consideran poco significativos, por lo que se puede realizar una evaluación rápida. Esta evaluación debe contener información básica, establecer con

suficiente nivel de detalle los impactos negativos previstos y las medidas de mitigación propuestas.

### **2.1.11.3. Mitigación y compensación**

Para la construcción del edificio municipal, se considera lo siguiente:

- Información sobre el proyecto:
  - a. Nombre del municipio: Santa Cruz Naranjo.
  - b. Departamento: Santa Rosa.
  - c. Nombre del proyecto: Diseño de edificio municipal.

A continuación se presentan los impactos ambientales negativos identificados durante la ejecución y operación del proyecto, con sus respectivas medidas de mitigación.

Etapa de ejecución: en la demolición de la estructura existente se prevé contaminación por polvo y se mitigará rociando agua en cantidades moderadas y periódicamente; la limpieza y movimiento de ripio, se controlará haciendo una extracción rápida y en forma segura por medio de camiones; la disposición inadecuada de materiales de desperdicio, se controlará seleccionando un sitio adecuado para colocarlos en capas no mayores de 0.25 metros compactados, posteriormente debe colocarse una capa de material orgánico; la generación de desechos sólidos derivados de las actividades de los trabajadores de la obra, se contralarán por medio de la ubicación de baños y vertederos de basura portátiles; el uso del agua potable, se contralará haciendo un uso racional y empleándola únicamente para las actividades necesarias.



Etapa de operación: la generación de desechos sólidos derivados de las actividades de limpieza en el edificio, se controlará vertiéndolos en lugares adecuados y seguros.

Al observar los impactos generados, los no significativos y las medidas de mitigación requeridas, se considera que el proyecto del edificio municipal es ambientalmente viable. También se prevé que habrá impactos sociales de carácter positivo ya que se generarán fuentes de trabajo.

#### **2.1.12. Evaluación económica**

Para realizar el análisis económico de un proyecto, se puede optar a varios puntos de vista. Si se desea saber la rentabilidad, el análisis tendría que ser desde el punto de vista del inversionista, o en el caso del proyecto del edificio municipal del municipio de Santa Cruz Naranjo, asumir que el valor del proyecto es financiado y recuperado de alguna manera; por ejemplo, el cobro a los usuarios de las amortizaciones del préstamo. Sin embargo, está claro que esta posibilidad no es factible en nuestro país, ya que no se da el caso de que el usuario pague directamente por la realización del proyecto.

La construcción del edificio municipal también puede ser analizada desde el punto de vista social, entendido como una inversión realizada por parte del Gobierno de Guatemala, en el cual no se recupera dicha inversión y la atención se enfoca en la cantidad de beneficiarios que atenderá el proyecto.

### 2.1.12.1. Valor presente neto

El valor presente neto indica el valor real del dinero a través del tiempo, consiste en trasladar a una sola cantidad equivalente en el tiempo presente, los valores futuros y series de anualidades del flujo de efectivo de un proyecto.

Para el análisis del proyecto del edificio municipal del municipio de Santa Cruz Naranjo, se usa la variación inflacionaria interanual fijada por el Banco de Guatemala y su fuente el Instituto Nacional de Estadística, de septiembre de 2009 a septiembre de 2010 que es de 3,76 %.

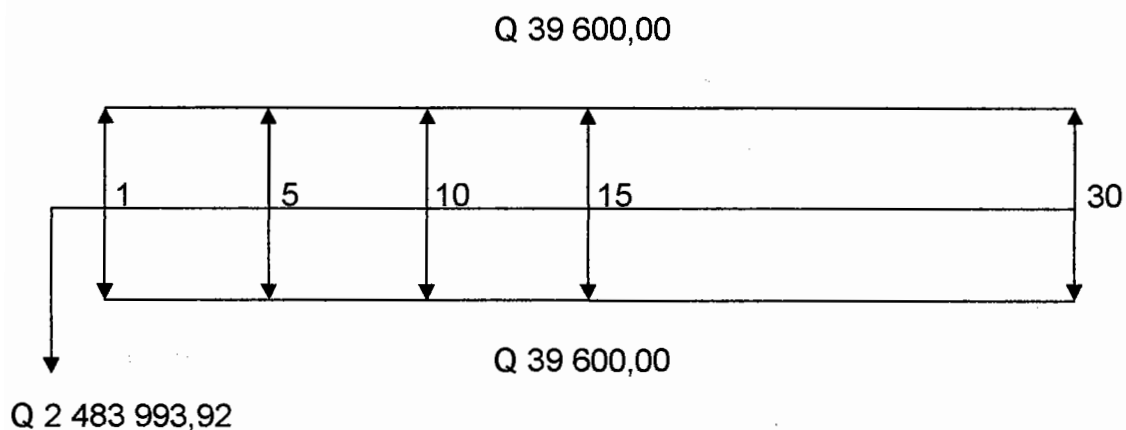
Además el proyecto contará con gastos de mantenimiento de dos maneras diferentes, el primero será el pago de dos personas encargadas de éste, que será de Q 1 500,00 mensuales por cada una, fijado por contrato 029 que incluye personal contratado con carácter temporal, normalmente se suscribe por plazo de un año y sin goce de prestación o ventaja económica; el segundo, la compra de insumos para mantenimiento del edificio, que será de Q 300,00 mensuales. Si tomamos en cuenta que el año consta de 12 meses, obtenemos los siguientes resultados.

$$12 * Q 3 000 = Q 36 000 \quad \text{por personal}$$

$$12 * Q 300 = Q 3 600 \quad \text{por insumos}$$

Para obtener un gasto anual de Q 39 600,00

Figura 53. Diagrama de flujo de efectivo del edificio municipal



La anualidad se puede pasar al presente, a través del factor de serie uniforme valor presente, el cual es:

$$P = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right]$$

$$P = 39\,600 \left[ \frac{(1+0,0376)^{30} - 1}{0,1 * (1+0,0376)^{30}} \right]$$

$$P = Q\,705\,168,09$$

Entonces, el valor presente neto queda de la siguiente manera:

$$VPN = -Q\,2\,483\,993,92 + -Q\,705\,168,09 = -Q\,3\,189\,162,01$$

Como se puede observar, el valor presente neto de este proyecto es negativo, sin producir ninguna utilidad, cumpliendo su objetivo de carácter social, promoviendo desarrollo en el municipio de Santa Cruz Naranjo, teniendo como beneficiarios a los habitantes de dicho municipio, con el mejoramiento de la atención y los servicios que en éste se proveerán.

### **2.1.12.2. Tasa interna de retorno**

La tasa interna de retorno se define como la tasa en la cual, el valor presente neto se hace igual a cero; también es el punto en donde un proyecto no tiene ni pérdidas ni ganancias.

El cálculo de la tasa interna de retorno se puede realizar proponiendo dos tasas de utilidad diferentes, con las cuales se procede a calcular las respectivas cantidades que representen el valor presente neto.

En cuanto a beneficios a la comuna se prevé tener un ahorro promedio de Q 10 000,00 por concepto de renta de salones, ya que el nuevo edificio contará con sala de conferencias y usos múltiples y salón de reuniones. Y en cuanto a la población se verá beneficiada de la siguiente manera: La población de Santa Cruz Naranjo, según censo del año 2002 del Instituto Nacional de Estadística, es de 11 241 habitantes; datos recabados por la Oficina de Trabajo Social de la comuna han diagnosticado que aproximadamente se tienen 9 200 visitas anuales, de personas que realizan algún trámite, se estima que a cada persona le toma 45 minutos realizarlos. Si a esto le damos un valor económico obtenemos los siguientes resultados:

El salario mínimo para trabajos no agrícolas establecido por el Ministerio de Trabajo para el año 2010 es de Q 56,00 diarios, si esto se divide en 8 horas obtenemos un salario de Q 7,00 por hora, por lo que esos 45 minutos se convierten en Q 5,25 para cada persona.

Contando con las nuevas instalaciones se pretende reducir ese tiempo de 45 minutos a 20 minutos, lo que nos da un valor económico de Q 2,33.

En base a los resultados anteriores se prevé un ahorro económico de Q 2,92 por persona en cada visita que realice para hacer algún trámite.

Entonces anualmente se obtendrá una utilidad de:

$$Q 2,92 * 9 200 \text{ visitas} = Q 26 864,00$$

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, resumimos los beneficios de la edificación de la siguiente manera.

Q 10 000,00 en ahorro de rentas y Q 26 864,00 en beneficio de la población, lo que representa una anualidad de Q 36 864,00

Se propone una tasa de - 99%, entonces se obtiene:

$$P = F * \frac{1}{(1 + i)^n}$$

$$P = \frac{36 865}{(1 - 0,99)^1}$$

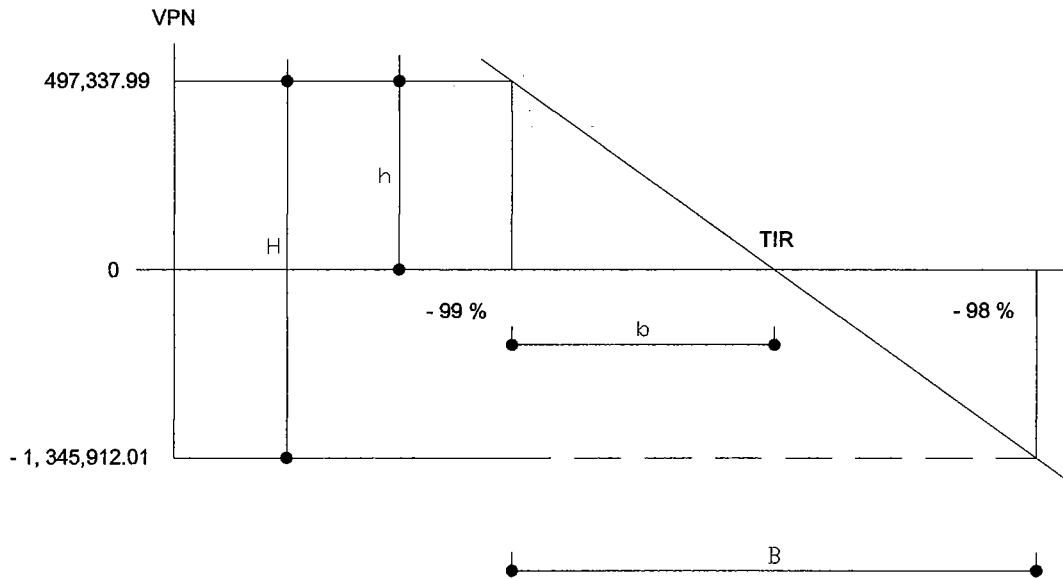
$$P = 3 686 500$$

El valor presente neto es positivo, procediendo a sumar algebraicamente con el egreso de la inversión inicial, y las anualidades destinadas al funcionamiento del edificio municipal:

$$VPN = - 2 483 993,92 - 705 168,09 + 3 686 500,00 = 497 337,99$$

Mientras que con una tasa de -98 %, se obtiene P = 1 843 250 y un valor presente neto = - 1 345 912,01

Figura 54. Diagrama de la tasa interna de retorno del edificio municipal



Del diagrama resultan los siguientes datos, sin tomar en cuenta el signo:

$$B = 1\%$$

$$H = 497\,337.99 + 1\,345\,912.01 = 1\,843\,250$$

$$b = x$$

$$h = 497\,337.99$$

Se hace una relación de triángulos para obtener:

$$\frac{B}{H} = \frac{b}{h} \rightarrow \frac{1}{1\,843\,250} = \frac{x}{497\,337.99}$$

$$x = 0,27$$

$$\text{TIR} = -99\% + 0,27\% = -98,73\%$$

En este proyecto, la tasa interna de retorno es negativa, por lo tanto, no existe utilidad alguna, siendo un proyecto de carácter social.

También podemos sacar el valor presente neto de los beneficios de la obra y así establecer una relación beneficio – costo.

$$\frac{B}{C} = \frac{656\,447,38}{3\,189\,162,01} = 0,21$$

Esto es menor a 1 por lo tanto es una obra eminentemente social.

## **2.2. Diseño del parque central**

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

El proyecto a diseñar consiste en un parque destinado para la recreación de los pobladores de la cabecera municipal de Santa Cruz Naranjo, la construcción se hará en base al Reglamento de Construcción de la Ciudad de Guatemala y normas generales de arquitectura.

El parque contará con un kiosco, instalaciones sanitarias, jardines y áreas de descanso.

### **2.2.2. Descripción del área disponible**

#### **2.2.2.1. Localización del terreno**

La nueva instalación se construirá donde actualmente se encuentra el parque municipal, debido a que este municipio no cuenta con una nomenclatura direccional, describiremos su ubicación frente al edificio municipal y a un costado del salón municipal.

#### **2.2.2.2. Topografía del terreno**

Para la realización del levantamiento topográfico se utilizó un teodolito, trípode, estadal, cinta métrica y plomada.

El levantamiento topográfico para la planimetría se realizó por medio del Método de Conservación de Azimut.



El terreno tiene un área total de 688,57 metros cuadrados y es de forma irregular.

### **2.2.3. Evaluación de la calidad del suelo**

Es la misma descrita en el inciso 2.1.3. Evaluación de la calidad del suelo, de este trabajo de graduación.

### **2.2.4. Normas para el diseño de parques**

#### **2.2.4.1. Accesos**

Se considera un acceso a toda aquella área destinada a servir como vía de comunicación entre ambientes y también, a la disponibilidad de áreas de atención y servicios públicos.

##### **2.2.4.1.1. Población General**

En cuanto a los accesos para personas que no padecen ningún impedimento físico o cualquiera que pudiese obstaculizar su libre locomoción, el Reglamento de Construcción de la Ciudad de Guatemala en su última edición especifica en:

**TÍTULO IV --- NORMAS MÍNIMAS DE DISEÑO**  
**CAPÍTULO IV --- CORREDORES, BARANDALES, ESCALERAS Y**  
**ASCENSORES**

**Artículo 146.**

Ancho mínimo	1,20 metros
Huellas de escalones	≥ 0,25 metros
Altura mínima del barandal	0,90 metros

**2.2.5.1.1. Personas con capacidades especiales**

En cuanto a las personas con algún impedimento físico el Reglamento de Construcción de la Ciudad de Guatemala especifica lo siguiente en cuanto a rampas de acceso.

**TÍTULO IV --- NORMAS DE DISEÑO PARA EL PROYECTO**  
**ARQUITECTÓNICO**  
**CAPÍTULO 19 --- NORMAS DE SEGURIDAD PARA DISEÑO DE**  
**EDIFICIOS**

**Artículo 103.**

Ancho mínimo	1,20 metros
Ancho máximo	3,00 metros
Pendiente máxima	12%
Pasamanos	0,90 metros

#### **2.2.4.2. Instalaciones**

Las instalaciones son un factor importante para el correcto y eficiente funcionamiento del edificio municipal, regularmente este rubro incluye las instalaciones hidráulicas, drenajes, eléctricas y especiales. En su diseño y colocación se debe garantizar lo siguiente:

- Seguridad de operación
- Capacidad adecuada para prestar el servicio
- Servicio constante
- Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales

#### **2.2.5. Diseño arquitectónico**

Consiste en una adecuada distribución de ambientes.

En cuanto a la forma, debe considerarse el entorno municipal y hacer una buena relación del estilo arquitectónico que posean las instalaciones municipales principales, tales como: iglesia, municipalidad, mercado, etc.

Para lograrlo, se deben diseñar de acuerdo a las necesidades existentes, el espacio disponible, los recursos materiales y las normas de diseño que vigentes. En este caso se aplico en base a lo dictado por el Reglamento de Construcción de la Ciudad de Guatemala, ya que el municipio no cuenta con reglamento propio.

### **2.2.5.1. Distribución de áreas**

#### **2.2.5.1.1. Áreas verdes**

En cuanto a las áreas verdes se consideraron nueve jardineras que darán como resultado un total de 165 metros cuadrados, 24% del espacio.

#### **2.2.5.1.2. Áreas recreacionales**

Son todos aquellos espacios libres que se utilizarán para la ejecución de diversas actividades.

#### **2.2.5.1.3. Áreas de descanso**

Son aquellas áreas destinadas al descanso de las personas, tales como bancas, etc.

#### **2.2.5.1.4. Áreas de servicio**

El parque contará con un kiosco el cual está destinado a cumplir con actividades relacionadas al entretenimiento y servicio público.

### **2.2.6. Diseño estructural**

Consiste en definir las características de los elementos que componen una estructura.

La resistencia real es la característica particular más relevante de cualquier elemento estructural debe ser lo más alta posible para resistir, con buen margen de reserva, todas las cargas previsibles que puedan actuar sobre aquél, durante la vida de la estructura, sin presentar falla o cualquier otro efecto. Es decir que el diseño estructural tiene el fin de dimensionar los elementos para que la resistencia sea adecuada y logre soportar las fuerzas resultantes ante ciertos estados hipotéticos de sobrecarga, aplicando cargas mayores a las que se espera actúen en la realidad durante el servicio.

#### **2.2.6.1. Diseño de losas**

Se hará por medio del sistema de losa prefabricada y con las indicaciones anteriormente descritas en el inciso 2.1.7.1. Diseño de losas, del presente trabajo de graduación.

#### **2.2.6.2. Diseño mampostería reforzada**

El muro perimetral y las jardineras se realizarán de mampostería reforzada de block, para lo cual se aplicaron las normas del FHA, considerando que el método constructivo se adapta a los requerimientos de dicha obra.

#### **Normas FHA**

Las normas FHA contienen requisitos mínimos de observancia obligatoria, y recomendaciones de conveniencia práctica, para el tipo de estructura que se desea desarrollar. Los requisitos mínimos tienen la finalidad de prevenir o evitar riesgos que puedan poner en peligro la calidad de la construcción.

## Requisitos estructurales establecidos por el FHA

### ➤ Paredes

Deben diseñarse para resistir fuerzas sísmicas además de las cargas superpuestas, debiendo reforzarse adecuadamente las de mampostería por medio de columnas y soleras de amarre de concreto armado.

### ➤ Cimientos para paredes

a) 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 apropiado entre ellos.

b) Todos los cimientos se construirán de concreto reforzado.

c) Las dimensiones mínimas para cimientos corridos son:

	Peralte	Ancho
Edificaciones de un nivel	15 cm	30 cm

d) El refuerzo mínimo para cimientos corridos es el siguiente:

	Longitudinal	Transversal
Edificaciones de un nivel	2 $\phi$ No. 3	$\phi$ No. 3 @ 30 cm $\phi$ No. 2 @ 15 cm

e) La profundidad de cimentación no será menor a 50 cm.

- f) Las unidades de mampostería que se coloquen entre la cimentación y la solera de humedad, deben ser como mínimo de la clase, tipo y resistencia de las unidades de los muros.
- g) Todas las varillas de refuerzo deben rematarse en otro elemento de concreto reforzado, atravesándolo en su totalidad para proporcionar una longitud de anclaje adecuado.
- h) Los traslapes del refuerzo deberán efectuarse en forma escalonada y en ningún caso, traslaparse más del 50% del refuerzo, dentro de una longitud de traslape.
- i) Las longitudes mínimas de anclaje y traslape son las siguientes:

Tabla XXXIX. **Longitudes de anclaje y traslape en mampostería**

Varilla	No.2	No.3
Longitud (cm)	30	30

Fuente: Normas FHA. Longitudes de anclaje y traslape

En base a lo anterior, los elementos de mampostería deberán contar con cimiento corrido con dimensiones de 20 x 40 cm, a una profundidad de 80 cm, reforzado con 3 varillas longitudinales  $\phi$  No. 3 y estribos  $\phi$  No. 2 cada 15 cm.

### **Espesor y concreto a utilizar**

La pared y concreto, para este proyecto, tendrá un espesor de 15 cm, y una resistencia a la compresión a los 28 días de 210 Kg / cm<sup>2</sup>, respectivamente.

### **Refuerzo vertical para paredes de mampostería**

- a) Las dimensiones mínimas aceptables para columnas son:  
Sentido paralelo a pared = Espesor de la pared respectiva  
Sentido perpendicular = Espesor de pared
  
- b) Refuerzo mínimo en columnas:  
Para el presente proyecto los refuerzos están definidos así:  
Columna: 4 varillas longitudinales  $\phi$  No. 3 + estribo  $\phi$  No. 2 @ 15 cm
  
- c) Las separaciones máximas a que pueden estar las columnas entre sí, utilizando block pómez, son de 4 metros.
  
- d) El refuerzo de todo tipo de columnas, debe arrancar de la solera o zapata de cimentación y terminar en la solera superior, cumpliendo debidamente con los anclajes mínimos estipulados.

### **Refuerzo horizontal para paredes de mampostería**

- a) Las paredes de mampostería deberán reforzarse horizontalmente por medio de soleras hidrófuga, intermedia y superior, con las dimensiones mínimas siguientes:



Tabla XL. Dimensiones mínimas de soleras

Solera	Sentido	
	Perpendicular a pared	Paralelo a pared
Hidrófuga	10 cm	grosor de pared
Superior	10 cm	grosor de pared

Fuente: Normas FHA. Dimensiones mínimas de soleras

b) Refuerzo mínimo en soleras:

Tabla XLI. Refuerzos mínimos para soleras

Solera	Refuerzo longitudinal	Refuerzo transversal
Hidrófuga	4 $\phi$ No. 3	Est. $\phi$ No. 2 @ 0,20 m
Superior	4 $\phi$ No. 3	Est. $\phi$ No. 2 @ 0,20 m

Fuente: Normas FHA. Refuerzos mínimos para soleras

El armado propuesto para las soleras hidrófuga y superior es de 4 varillas  $\phi$  No. 3, con estribos  $\phi$  No. 2 cada 0,20 m

## 2.2.7. Instalaciones

### 2.2.7.1. Agua potable

El sistema de agua potable será distribuido por medio de circuito cerrado con tubería PVC  $\phi = \frac{3}{4}$ ", para que la presión sea la misma en todos los puntos y los abastos se harán por medio de tubería PVC  $\phi = \frac{1}{2}$ ".

### 2.2.7.2. Drenajes

El sistema de drenajes pluvial, será por medio de tubería PVC.

Diseño de drenaje pluvial.

Tramo de R-1 a CR-1

Calcular pendiente del terreno:

$$S_{\text{terreno}} = \frac{Cota_A - Cota_B}{Longitud} * 100$$

$$S_{\text{terreno}} = 0 \%$$

Áreas tributarias:

$$\text{Local} = 43,12 \text{ m}^2$$

$$\text{Acumulada} = \text{Áreas tramos anteriores} + \text{local} = 43,14 \text{ m}^2$$

Intensidad de lluvia:

$$I = \frac{6889}{t_c + 40}$$

$$t_c = 12' \text{ para tramos iniciales}$$

Donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración (  $t_{\text{entrada}} + t_{\text{recorrido}}$  )

$$t_c = t_{n-1} + \left( \frac{L_{n-1}}{60 * V_{n-1}} \right) \text{ para tramos de continuidad}$$

Donde:

$t_{n-1}$  = Tiempo de concentración del tramo anterior en minutos

$L_{n-1}$  = Longitud del tramo anterior en metros

$V_{n-1}$  = Velocidad de sección llena del tramo anterior en m / s

$$I = \frac{6889}{12' + 40} = 132,48 \text{ mm/h}$$

Caudal de diseño:

$$q_{DIS} = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

C = Coeficiente de escorrentía, 0,85 para pavimentos de concreto

I = Intensidad de lluvia en mm / h

A = Área tributaria en Ha

$$q_{DIS} = \frac{0,85 * 132,48 * 0,004314}{360} = 0,001349 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_{DIS} = 1,35 \text{ lts/s}$$

Proponer diámetro de tubería:

$$\phi = 3''$$

Proponer pendiente de tubería:

$$S_{tubería} = 2 \%$$

Cálculo de velocidad:

$$V = \frac{(0.03429) * (\phi)^{2/3} * (S_{Tub.}/100)^{1/2}}{\text{Coeficiente de rugosidad}}$$

Donde:

$\phi$  = Diámetro de tubería

Coeficiente de rugosidad = 0,010 para P. V. C.

$$V = \frac{(0,03429) * (3)^{2/3} * (2/100)^{1/2}}{0,010} = 1,01 \text{ m/s}$$

Área:

$$A = (5,067 * 10^{-4}) * (\phi)^2$$
$$A = (5,067 * 10^{-4}) * (3)^2 = 0,0045603 \text{ m}^2$$

Caudal:

$$Q = V * A$$
$$Q = 1,01 * 0,0045603 = 0,004605903 \text{ m}^3/\text{s}$$

Verificar que:

$$q_{DIS} < Q$$
$$0,001349 \text{ m}^3/\text{s} < 0,004605903 \text{ m}^3/\text{s}$$

Relación:

$$\frac{q_{DIS}}{Q}$$
$$\frac{0,001349 \text{ m}^3/\text{s}}{0,004605903 \text{ m}^3/\text{s}} = 0,292841648 \rightarrow 0,306494$$
$$\frac{d}{D} = 0,38$$
$$\frac{v}{V} = 0,879$$

Verificar:

$$0,10 \leq d/D \leq 0,90$$

$$v = (v/V) * (V)$$

$$v = 0,879 * 1,01 = 0,89 \text{ m/s}$$

$$0,60 \leq v \leq 3,00$$

En bajadas de agua la tubería a utilizar es de 3", además se utilizará un sistema de pañuelos para la recolección del agua pluvial.

Ver detalle en planos constructivos.

Tabla XLII. Datos del diseño de drenaje pluvial del parque central

de	a	DH (mts.)	Sterreno	Áreas (Ha)		Tc mín	C
				Local	Acumulado		
R-1	CR-1	17,33	2	43,14	43,14	12	0,85
R-2	R-3	13,88	2	57,98	57,98	12	0,85
R-3	R-4	6,52	2	33,76	91,74	12,10687	0,85
TECHO	R-4	22,97	2	45,00	45,00	12	0,85
R-4	CR-1	6,54	2	127,33	264,07	12,2145991	0,85
CR-1	U1	8,39	2		307,21	12,3038003	0,85
R-5	CR-2	8,81	2	22,80	22,80	12	0,85
R-6	R-7	9,20	2	23,08	23,08	12	0,85
R-7	R-8	6,85	2	34,23	57,31	12,19918995	0,85
R-8	CR-2	6,23	2	85,63	142,94	12,3123716	0,85
CR-2	CR-3	8,39	2		165,74	12,41530907	0,85

de	a	Intensidad (mm / hr.)	q diseño m <sup>3</sup> / seg	Diámetro tubería	Área	Sección llena	
						Velocidad	Caudal
R-1	CR-1	132,4807692	0,001349427	3	0,0045603	1,008703016	0,004599988
R-2	R-3	132,4807692	0,001813625	3	0,0045603	1,008703016	0,004599988
R-3	R-4	132,2090542	0,002863758	3	0,0045603	1,008703016	0,004599988
TECHO	R-4	132,4807692	0,001407608	3	0,0045603	1,008703016	0,004599988
R-4	CR-1	131,9362806	0,008226209	4	0,0081072	1,221956682	0,009906647
CR-1	U1	131,7112707	0,009553768	4	0,0081072	1,221956682	0,009906647
R-5	CR-2	132,4807692	0,000713188	2	0,0020268	0,769784473	0,001560199
R-6	R-7	132,4807692	0,000721947	2	0,0020268	0,769784473	0,001560199
R-7	R-8	131,9752281	0,001785826	3	0,0045603	1,008703016	0,004599988
R-8	CR-2	131,68969	0,00444449	3	0,0045603	1,008703016	0,004599988
CR-2	CR-3	131,431067	0,005143299	4	0,0081072	1,221956682	0,009906647

Continuación de tabla XLII.

**Datos del diseño de drenaje pluvial del  
parque central**

de	a	Relación	Relación	Relación	V diseño	Cotas invert	
		q / Q	d / D	V / v		CIS	CIE
R-1	CR-1	0,293354445	0,38	0,879	0,886649951	0,20	0,55
R-2	R-3	0,394267287	0,44	0,943	0,951206944	0,20	0,48
R-3	R-4	0,622557724	0,57	1,058	1,067207791	0,50	0,63
TECHO	R-4	0,306002551	0,38	0,879	0,886649951	0,20	0,66
R-4	CR-1	0,830372638	0,70	1,120	1,368591484	0,68	0,81
CR-1	U1	0,964379601	0,79	1,140	1,393030617	0,83	1,00
R-5	CR-2	0,457113524	0,48	0,983	0,756698137	0,20	0,38
R-6	R-7	0,462727199	0,48	0,983	0,756698137	0,20	0,38
R-7	R-8	0,388224127	0,44	0,943	0,951206944	0,40	0,54
R-8	CR-2	0,966196022	0,79	1,140	1,149921438	0,56	0,68
CR-2	CR-3	0,519176583	0,52	1,016	1,241507989	0,70	0,87

**2.2.7.3. Eléctricas**

La instalación de iluminación, cuenta con cuatro circuitos, tres destinados a la iluminación del parque y uno para la iluminación del kiosco. Cada uno tendrá un máximo de doce unidades. Todas las instalaciones serán con cable calibre 12.

La instalación de fuerza cuenta con un sólo circuito el cual se distribuye en el parque y kiosco. Tendrá un máximo de doce unidades. Todas las instalaciones serán con cable calibre 12.

El ducto a utilizarse es de ¾" en toda la instalación, a excepción de la acometida que es de 1" y con cable calibre 10.

### **2.2.8. Planos Constructivos**

Se elaboraron los siguientes planos constructivos.

1. Planta de arquitectura
2. Elevaciones
3. Planta acotada
4. Detalles
5. Planta de instalación de agua potable
6. Planta de instalación de drenajes
7. Planta de instalación eléctrica, iluminación
8. Planta de instalación eléctrica, fuerza

(Ver apéndice.)



## **2.2.9. Presupuesto**

### **2.2.9.1. Materiales**

Los precios de los materiales para la elaboración del presupuesto, se obtuvieron, mediante cotización de los mismos en los centros de distribución de la región. Los materiales como puertas, ventanas, balcones, barandales, pérgolas, fuentes y otros específicos, se cotizaron también con fabricantes de la región para lograr una mejor representatividad del precio del proyecto.

### **2.2.9.2. Mano de obra**

Los precios de la mano de obra para el presente presupuesto, fueron obtenidos mediante una investigación de los mismos con personas afines a la construcción como albañiles, maestros de obra, contratistas etc. Todos oriundos de la región donde se ejecutará el proyecto.

### **2.2.9.3. Costo directo**

Está conformado por el costo de los materiales y la mano de obra, únicamente.

**Presupuesto del parque central**  
**Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa**  
**(costos directos de materiales y mano de obra)**

Tabla No. XLIII      **Presupuesto del parque central**

	<b>REGLÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
1	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	Demolición de estructura existente	m <sup>2</sup>	691,00	Q50,00	Q34 550,00
1.2	Limpieza y nivelación	m <sup>2</sup>	691,00	Q5,00	Q3 455,00
1.3	Trazo y estaqueado	ml	363,43	Q2,00	Q726,86
2	<b>JARDINERAS</b>				
2.1	Cimiento corrido	ml	206,75	Q123,54	Q25 541,90
2.2	Columnas	ml	150,00	Q89,27	Q13 390,50
2.3	Solera de humedad	ml	206,75	Q91,28	Q18 872,14
2.4	Moldura de remate	ml	206,75	Q83,87	Q17 340,12
2.5	Muros de block de 15 cms	m <sup>2</sup>	165,40	Q81,65	Q13 504,91
2.6	Ensabietado de muros	m <sup>2</sup>	165,40	Q15,13	Q2 502,50
2.7	Repello en muros	m <sup>2</sup>	165,40	Q15,13	Q2 502,50
2.8	Empastado de muros	m <sup>2</sup>	165,40	Q19,45	Q3 217,03
2.9	Pintura	m <sup>2</sup>	82,70	Q12,42	Q1 027,13
3	<b>RAMPA</b>				
3.1	Cimiento corrido	ml	39,16	Q123,54	Q4 837,83
3.2	Columnas	ml	34,00	Q89,27	Q3 035,18
3.3	Solera de humedad	ml	39,16	Q91,28	Q3 574,52
3.4	Solera de remate	ml	39,16	Q83,87	Q3 284,35
3.5	Muros de block de 15 cms	m <sup>2</sup>	58,74	Q81,65	Q4 796,12
3.6	Ensabietado de muros	m <sup>2</sup>	70,49	Q15,13	Q1 066,51
3.7	Repello en muros	m <sup>2</sup>	70,49	Q15,13	Q1 066,51
3.8	Cernido vertical en muros	m <sup>2</sup>	70,49	Q15,45	Q1 089,07
3.9	Pasamano de aluminio de $\phi = 2"$	ml	50,34	Q145,00	Q7 299,30
3.10	Pintura	m <sup>2</sup>	70,49	Q12,42	Q875,49
4	<b>REMODELACIÓN KIOSCO</b>				
4.1	Repello en muros	m <sup>2</sup>	160,00	Q15,13	Q2 420,80
4.2	Cernido vertical en muros	m <sup>2</sup>	160,00	Q15,45	Q2 472,00
4.3	Piso de porcelanato	m <sup>2</sup>	83,00	Q343,94	Q28 547,02
4.4	Losa	m <sup>2</sup>	70,00	Q378,14	Q26 469,80

Continuación de tabla No. XLIII Presupuesto del parque central

4.5	Vigas	ml	46,60	Q91,28	Q4 253,65
4.6	Recubrimiento de teja para techo	m <sup>2</sup>	70,00	Q137,00	Q9 590,00
4.7	Vigas de madera incrustadas en techo	Global	1,00	Q31 752,00	Q31 752,00
4.8	Pasamano de aluminio de $\phi = 2"$	ml	10,26	Q260,00	Q2 667,60
4.9	Pintura	m <sup>2</sup>	240,00	Q12,42	Q2 980,80
5	<b>MURO PERIMETRAL</b>				
5.1	Cimiento corrido	ml	117,52	Q123,54	Q14 518,42
5.2	Columnas	ml	61,00	Q89,27	Q5 445,47
5.3	Solera de humedad	ml	117,52	Q91,28	Q10 727,23
5.4	Solera de remate	ml	117,52	Q83,87	Q9 856,40
5.5	Muros de block de 15 cms	m <sup>2</sup>	117,52	Q81,65	Q9 595,51
5.6	Ensabietado de muros	m <sup>2</sup>	141,00	Q15,13	Q2 133,33
5.7	Repello en muros	m <sup>2</sup>	141,00	Q15,13	Q2 133,33
5.8	Fachaleta de ladrillo	m <sup>2</sup>	141,00	Q127,00	Q17 907,00
5.9	Puertas	Unidad	2,00	Q1 050,00	Q2 100,00
5.10	Barandas	Unidades	76,00	Q510,00	Q38 760,00
6	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>				
6.1	Agua potable	global	1,00	Q6 274,87	Q6 274,87
7	<b>SISTEMA DE DRENAJE</b>				
7.1	Drenaje pluvial	global	1,00	Q16 709,14	Q16 709,14
8	<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>				
8.1	Iluminación	global	1,00	Q10 193,93	Q10 193,93
8.2	Fuerza	global	1,00	Q2 829,75	Q2 829,75
9	<b>OTROS</b>				
9.1	Pergolas	global	1,00	Q21 420,00	Q21 420,00
9.2	Fuente circular	Unidad	1,00	Q2 700,00	Q2 700,00
9.3	Jardinización	global	1,00	Q10 000,00	Q10 000,00
9.4	Mezclón más adocreto	m <sup>2</sup>	505,00	Q144,44	Q72 942,20
9.5	Faroles de pedestal	Unidad	24,00	Q1 200,00	Q28 800,00
9.6	Base para faroles	Unidad	24,00	Q317,21	Q7 613,04
9.7	Bancas	Unidad	16,00	Q850,00	Q13 600,00
	<b>TOTAL</b>				Q584 968,77

El costo unitario por metro cuadrado de construcción para el parque central del municipio de Santa Cruz Naranjo es de Q 849,54 (ocho cientos cuarenta y nueve quetzales con cincuenta y cuatro centavos).

## 2.2.10. Evaluación de impacto ambiental inicial

Para la construcción del parque central, se considera lo siguiente:

➤ Información sobre el proyecto:

- a. Nombre del municipio: Santa Cruz Naranjo.
- b. Departamento: Santa Rosa.
- c. Nombre del proyecto: Diseño de parque central.

A continuación se presentan los impactos ambientales negativos identificados durante la ejecución y operación del proyecto, con sus respectivas medidas de mitigación.

**Etapas de ejecución:** en la demolición de la estructura existente se prevé contaminación por polvo, se mitigará rociando agua en cantidades moderadas periódicamente; la limpieza y movimiento de ripio, se controlará haciendo una extracción rápida y en forma segura por medio de camiones; la disposición inadecuada de materiales de desperdicio, se controlará seleccionando un sitio apropiado para colocarlos en capas no mayores de 0,25 metros compactados, posteriormente debe colocarse una capa de material orgánico; la generación de desechos sólidos derivados de las actividades de los trabajadores de la obra se controlarán por medio de la ubicación de baños y vertederos de basura portátiles; el uso del agua potable, se controlará haciendo un uso racional y empleándola únicamente para las actividades necesarias.

**Etapas de operación:** la generación de desechos sólidos derivados de las actividades de limpieza en el edificio, se controlará vertiéndolos en lugares adecuados y seguros.

Al observar los impactos generados, los no significativos y las medidas de mitigación requeridas, se considera que el proyecto del parque central es ambientalmente viable. También se prevé que habrá impactos sociales de carácter positivo, ya que se generarán fuentes de trabajo, con la construcción del parque.

### **2.2.11. Evaluación económica**

Para realizar el análisis económico de un proyecto, se puede optar a varios puntos de vista. Si se desea conocer la rentabilidad el análisis tendría que ser desde el punto de vista del inversionista; en el caso del proyecto del parque central del municipio de Santa Cruz Naranjo, asumir que el valor del proyecto es financiado y recuperado de alguna manera, por ejemplo, el cobro a los usuarios de las amortizaciones del préstamo. Sin embargo, está claro que esta posibilidad no es factible en nuestro país, ya que no se da el caso de que el usuario pague directamente por la realización del proyecto.

La construcción del parque también puede ser analizada desde el punto de vista social, entendido como una inversión realizada por parte del Gobierno de Guatemala, en el cual no se recupera dicha inversión y la atención se enfoca en la cantidad de beneficiarios que atenderá el proyecto.

#### **2.2.11.1. Valor presente neto**

El valor presente neto indica el valor real del dinero a través del tiempo, consiste en trasladar a una sola cantidad equivalente en el tiempo presente, los valores futuros y series de anualidades del flujo de efectivo de un proyecto.

Para el análisis del proyecto del parque central del municipio de Santa Cruz Naranjo, se usa la variación inflacionaria interanual fijada por el Banco de Guatemala y su fuente el Instituto Nacional de Estadística, de septiembre de 2009 a septiembre de 2010 que es de 3,76 %.

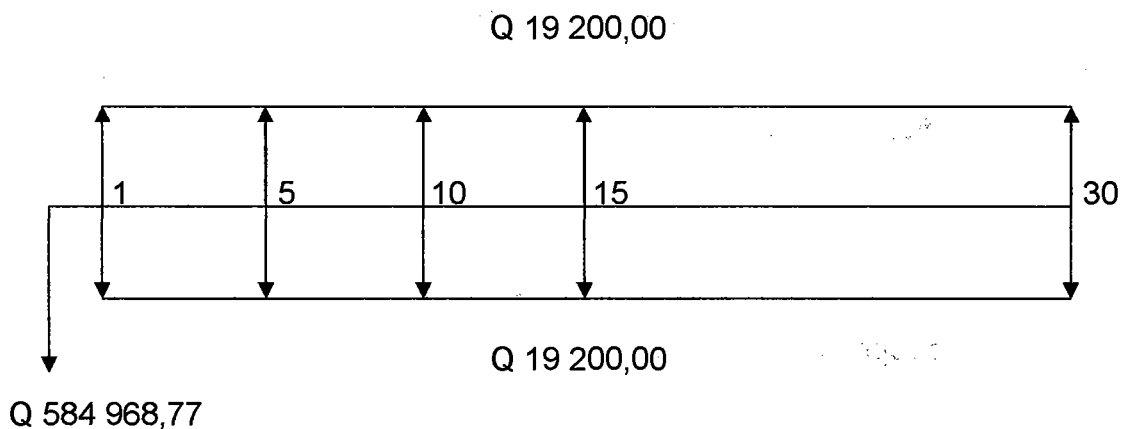
Además el proyecto contará con gastos de mantenimiento de dos maneras diferentes, el primero será el pago de una persona encargada de éste, que será de Q 1 500,00 mensuales, fijado por contrato 029 que incluye personal contratado con carácter temporal, normalmente se suscribe por plazo de un año, sin goce de prestación o ventaja económica; el segundo, será la compra de insumos para mantenimiento del edificio, que será de Q 100,00 mensuales. Si tomamos en cuenta que el año consta de 12 meses, obtenemos los siguientes resultados.

$$12 * Q 1 500 = Q 18 000 \quad \text{por personal}$$

$$12 * Q 100 = Q 1 200 \quad \text{por insumos}$$

Para obtener un gasto anual de Q 19 200,00

Figura 55. **Diagrama de flujo de efectivo del parque central**



La anualidad se puede pasar al presente, a través del factor de serie uniforme valor presente, el cual es:

$$P = A \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n} \right]$$
$$P = 19,200 \left[ \frac{(1 + 0,0376)^{30} - 1}{0,1 * (1 + 0,0376)^{30}} \right]$$
$$P = Q 341,899.68$$

Entonces, el valor presente neto queda de la siguiente manera:

$$VPN = - Q 584 968,77 + - Q 341 899,68 = - Q 926 868,45$$

Como se puede observar, el valor presente neto de este proyecto es negativo, sin producir utilidad, cumpliendo con su objetivo de carácter social, promoviendo desarrollo en el municipio de Santa Cruz Naranjo, teniendo como beneficiarios a los habitantes, con el mejoramiento de instalaciones para la recreación y el descanso.

#### **2.2.11.2. Tasa interna de retorno**

La tasa interna de retorno se define como la tasa en la cual el valor presente neto se hace igual a cero; también es el punto en donde un proyecto no tiene ni pérdidas ni ganancias.

El cálculo de la tasa interna de retorno se puede realizar proponiendo dos tasas de utilidad diferentes, con las cuales se procede a calcular las respectivas cantidades que representen el valor presente neto.

El beneficio económico que se prevé para la población lo podemos cuantificar de la siguiente forma: Estadísticas realizadas por la oficina de trabajo social de la comuna han diagnosticado que aproximadamente 40 personas hacen un viaje de recreación a lugares aledaños al municipio durante cada semana, si se contara con un parque se estima que el 50% de éstas ya no lo haga y se quede en el municipio. Si a esto le damos un valor económico obtenemos los siguientes resultados:

Se calcula que cada persona tenga un gasto de Q 10,00 por concepto de transporte y Q 25,00 que incluyen alimentación y otros gastos, para tener un promedio de Q 35,00 por persona.

Contando con las nuevas instalaciones se espera que los habitantes no hagan ese gasto.

Anualmente se obtendrá un beneficio de:

$$\begin{aligned} Q 35,00 * 20 \text{ personas semanales} &= Q 700,00 \\ Q 700 \text{ semanales} * 52 \text{ semanas} &= Q 36 400,00 \end{aligned}$$

Se propone una tasa de - 97%, entonces se obtiene:

$$\begin{aligned} P &= F * \frac{1}{(1 + i)^n} \\ P &= \frac{36 400}{(1 - 0,97)^1} \\ P &= 1 213 333,33 \end{aligned}$$

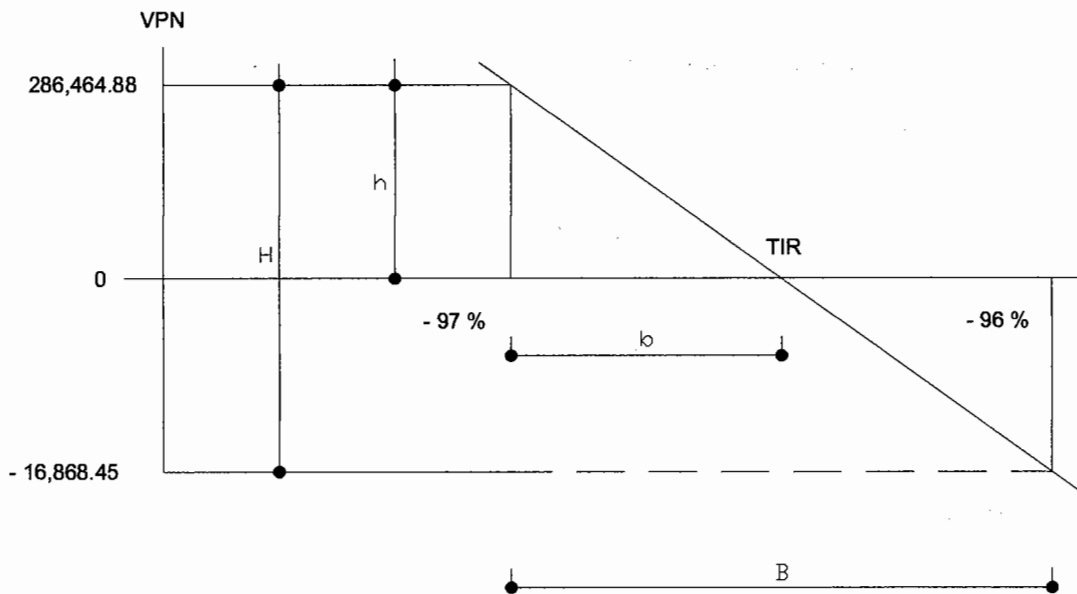


El valor presente neto es positivo, procediendo a sumar algebraicamente con el egreso de la inversión inicial, y las anualidades destinadas al funcionamiento del edificio municipal:

$$VPN = - Q 584 968,77 + - Q 341 899,68 + 1 213 333,33 = 286 464,88$$

Mientras que con una tasa de -96 %, se obtiene  $P = 910 000$  y un valor presente neto = -16 868,45

Figura 56. Diagrama de la tasa interna de retorno del parque central



Del diagrama resultan los siguientes datos, sin tomar en cuenta el signo:

$$B = 1\%$$

$$H = 286 464,88 + 16 868,45 = 303 333,33$$

$$b = x$$

$$h = 286 464,88$$

Se hace una relación de triángulos para obtener:

$$\frac{B}{H} = \frac{b}{h} \rightarrow \frac{1}{303\,333,33} = \frac{x}{286\,464,88}$$
$$x = 0,94$$

$$\text{TIR} = -97 \% + 0,94 \% = -96,06 \%$$

En este proyecto, la tasa interna de retorno es negativa, por lo tanto, no existe utilidad alguna, siendo un proyecto de carácter social.

También podemos estimar el valor presente neto de los beneficios de la obra y obtener una relación beneficio – costo.

$$\frac{B}{C} = \frac{648\,184,81}{926\,868,45} = 0,70$$

Menor a 1, por lo tanto es una obra eminentemente social.



## CONCLUSIONES

1. El diseño del edificio municipal y parque central de Santa Cruz Naranjo, contribuirá a su desarrollo, dotándolo de infraestructura moderna y funcional.
2. En la planificación y diseño de un proyecto de infraestructura, deben considerarse varios factores particulares de cada localidad que influyen en el costo y características de la obra, así como el tiempo de ejecución y el valor de la mano de obra y materiales.
3. El edificio municipal y parque central, están diseñados con el propósito de llenar las expectativas de de la población pues son funcionales, seguros y con una arquitectura moderna, lo que contribuye a que los usuarios realicen trámites de forma rápida en la municipalidad y además cuenten con ambientes agradables de recreación y descanso en el parque.
4. En el diseño estructural del edificio para oficinas municipales se aplicaron diferentes criterios, tanto técnicos, como económicos, tal como lo establece el Código ACI, AGIES, SEAOC y Normas FHA.
5. El costo del proyecto del edificio municipal es: Q 2 483 993,92 (dos millones cuatrocientos ochenta y tres mil novecientos noventa y tres quetzales con noventa y dos centavos) con un área de construcción de 1 180 m<sup>2</sup> en dos niveles, por lo tanto, el metro cuadrado de construcción del edificio municipal tiene un costo de: Q 2 105,08, valor que está acorde al mercado de la construcción en la región y la actualidad.

6. El costo del proyecto del parque central es: Q 584 968 77 (quinientos ochenta y cuatro mil novecientos sesenta y ocho quetzales con setenta y siete centavos) con un área de construcción de 688,57 m<sup>2</sup> en una planta, por lo tanto, el metro cuadrado de construcción del parque central tiene un costo de: Q 849,54, valor que está acorde al mercado de la construcción en la región y actualidad.
7. La construcción del edificio municipal, así como el parque central, no causarán impacto ambiental negativo.
8. El análisis económico del edificio municipal y del parque central del municipio de Santa Cruz Naranjo, indican que la relación beneficio costo es de 0,21 y 0,70 respectivamente ambos menores a 1; los proyectos son de carácter social, y el Gobierno de Guatemala, a través de la Municipalidad al financiar las obras, sin esperar utilidad alguna, cumple una tarea de carácter social, únicamente para fomentar el desarrollo y solucionar la carencia de instalaciones.

## **RECOMENDACIONES**

### **A la municipalidad de Santa Cruz Naranjo, departamento de Santa Rosa**

1. Garantizar la supervisión técnica profesional, durante la ejecución de los proyectos, para cumplir con las especificaciones respectivas, la calidad de los materiales de construcción y el seguimiento de los planos.
2. Llevar la auditoría correspondiente en cada uno de los proyectos, para que los recursos asignados sean utilizados correctamente.
3. Realizar la construcción del edificio municipal, así como del parque central, para que cumplir con una función social considerando que no causarán daños al ambiente.
4. Actualizar los presupuestos de los proyectos antes de su cotización o contratación, ya que, tanto materiales como mano de obra, están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
5. Educar y concienciar a la población, respecto al uso adecuado de las instalaciones a su servicio.
6. Asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones proveyéndolas de mantenimiento apropiado y periódico.



## BIBLIOGRAFÍA

1. *AMERICAN CONCRETE INSTITUTE*. Reglamento para concreto estructural comentario ACI 318S – 05. 2 005.
2. *ASOCIACIÓN GUATEMALTECA DE INGENIEROS ESTRUCTURALES Y SÍSMICA*. Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala. Guatemala, junio 2 002.
3. *FHA*. Normas de planificación y construcción para casos proyectados.
4. *MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA*. Reglamento de construcción de la ciudad de Guatemala. Guatemala, Guatemala. 1 963.
5. *IXTABALÁN MORATAYA, José Pablo*. Diseño de edificio de dos niveles para oficinas municipales y área para bodega en el municipio La Esperanza, departamento de Quetzaltenango. Tesis de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2 007.
6. *MUÑOZ MALDONADO, María del Rosario*. Diseño del edificio municipal y diseño del sistema de agua potable para los cantones San Lorencito y Chitá, municipio de Zunilito, departamento de Suchitepequez. Tesis de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2 008.
7. *OLCOT EJCALÓN, Jaime Geovanni*. Diseño de la edificación de tres niveles para oficinas municipales y carretera hacia la zona agrícola el Hato, municipio de Santa María de Jesús, departamento de Sacatepequez. Tesis de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2 007.
8. *TAMPÁN CORADO, Rolando Antonio*. Guía teórica y práctica para uso de software de ETABS para diseño de estructuras de concreto. Tesis de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2 006.





## APÉNDICE

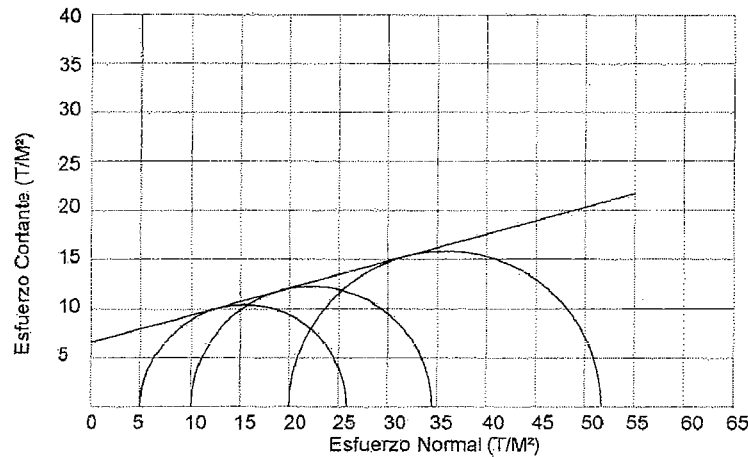
- Ensayo de compresión triaxial
- Ensayo de análisis granulométrico
- Ensayo de límites de Atterberg
- Planos constructivos del edificio municipal
- Planos constructivos del parque central





ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INTERESADO: Jheyson Manuel Zepeda Chau, carne 2001-17651.  
PROYECTO: EPS, Diseño de Edificio Municipal.  
UBICACIÓN: Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa. Fecha: 19 de Noviembre de 2009.  
pozo: 1 Profundidad: 1.80 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA :  $\phi = 15.4^\circ$       COHESIÓN:  $C_u = 6.55 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla limo arenosa color café  
DIMENSION Y TIPO DE LA PRÓBETA: 2.5" X 5.0"  
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PRÓBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m <sup>2</sup> )	21.74	25.89	31.80
PRESION INTERSTICIAL u(T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	3.0	4.5	6.5
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1.14	1.14	1.14
DENSIDAD HÚMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1.56	1.56	1.56
HUMEDAD (%H)	28.4	28.4	28.4



Vó. Bo.

Inga. Telma Mariela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



Atentamente,

*Omar E. Medrano Méndez*  
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos





CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 003491

INFORME No. 487 S. S. O.T.: 26,373

Interesado: Jheyson Manuel Zepeda Chau, carne 2001-17651.  
Proyecto: EPS, Diseño de Edificio Municipal.  
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
Norma: AASHTO T-89 Y T-90  
Ubicación: Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa.  
FECHA: 19 de Noviembre de 2009.

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1	1	31.9	6.3	MH	Arcilla Limosa, color café oscuro.

(\*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Afentamente,



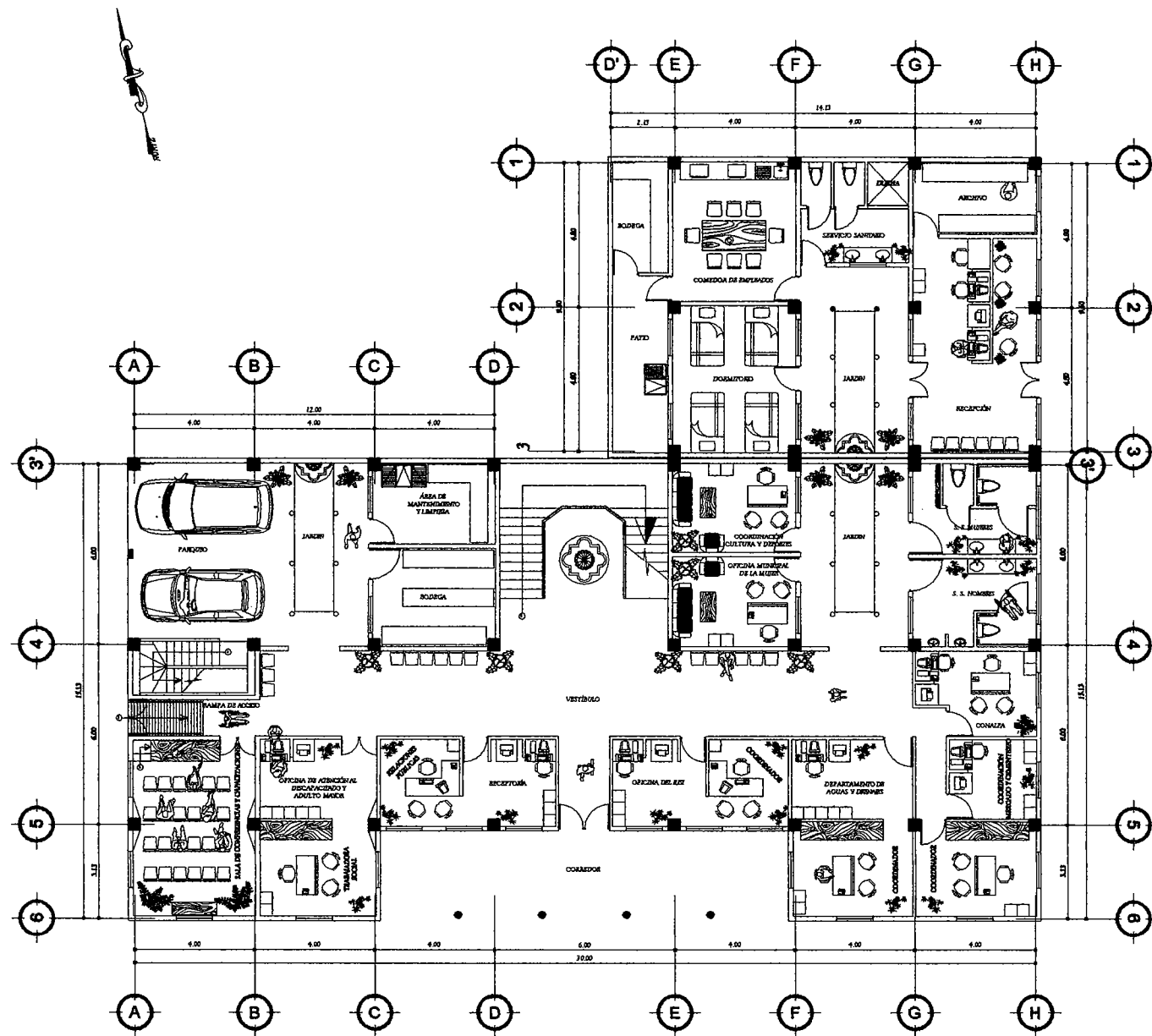
Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Carrizosa Morales  
DIRECTORA CI/USAC

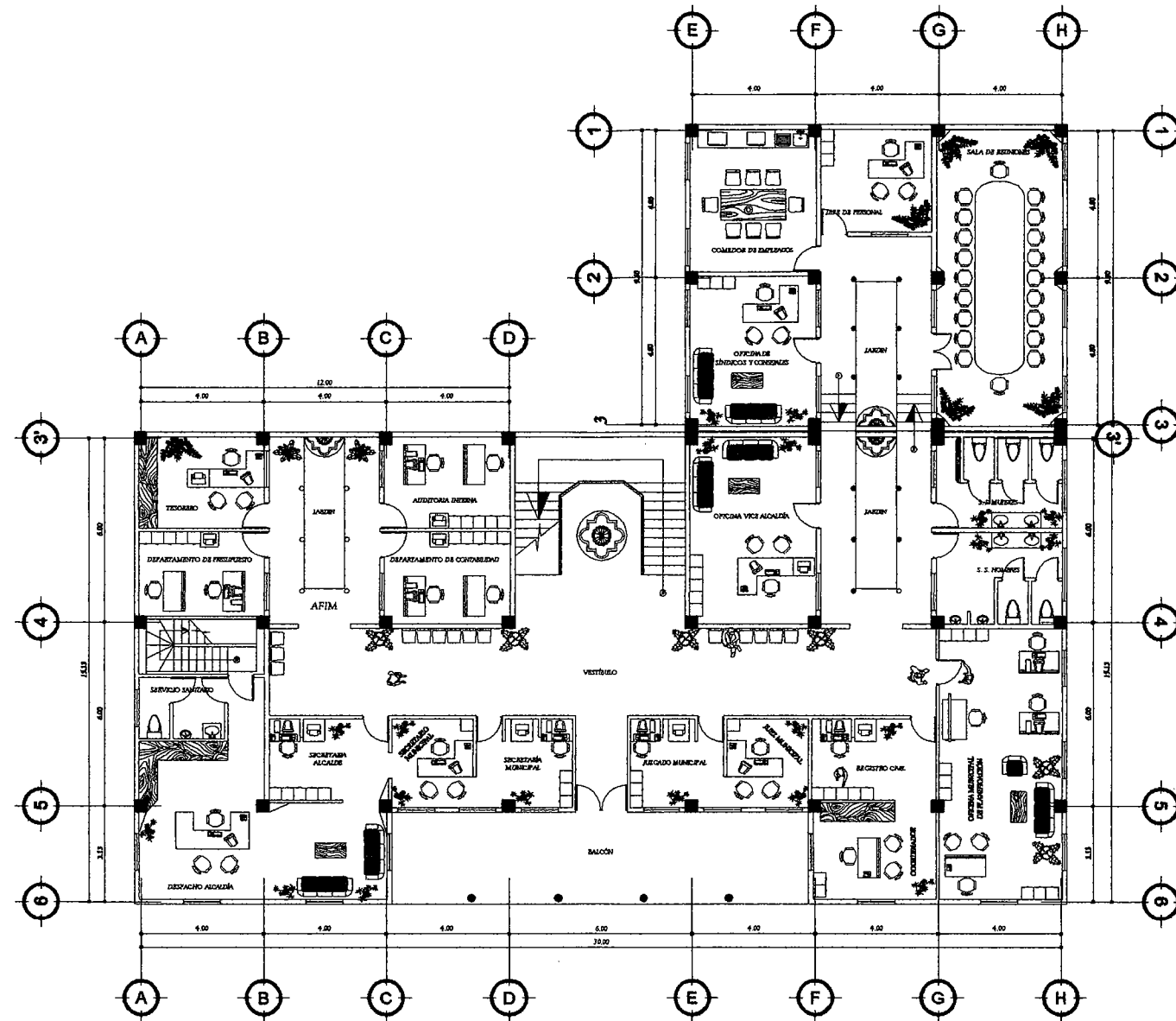


*Omar E. Medrano Méndez*  
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos





**PLANTA AMUEBLADA**  
PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



**PLANTA AMUEBLADA**  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

CONTENIDO:  
**PLANTAS AMUEBLADAS**

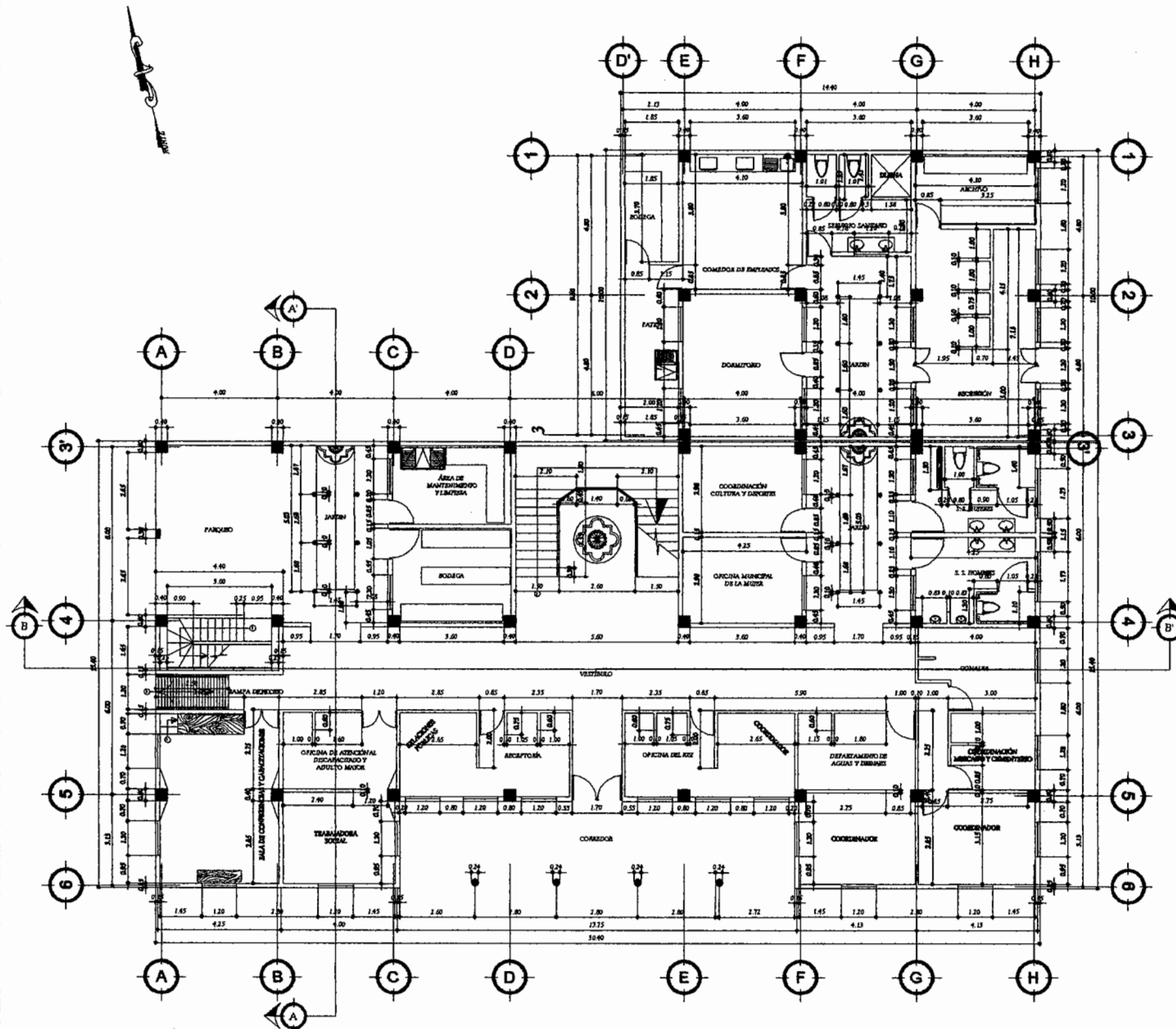
DISERNO: J.M.Z.CH.  
CALCULO: J.M.Z.CH.  
DIBUJO: J.M.Z.CH.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

ESTUDIANTE:  
**JHEYSOMANUEL ZEPEDA CHAU**  
CARNET: 2001-17651

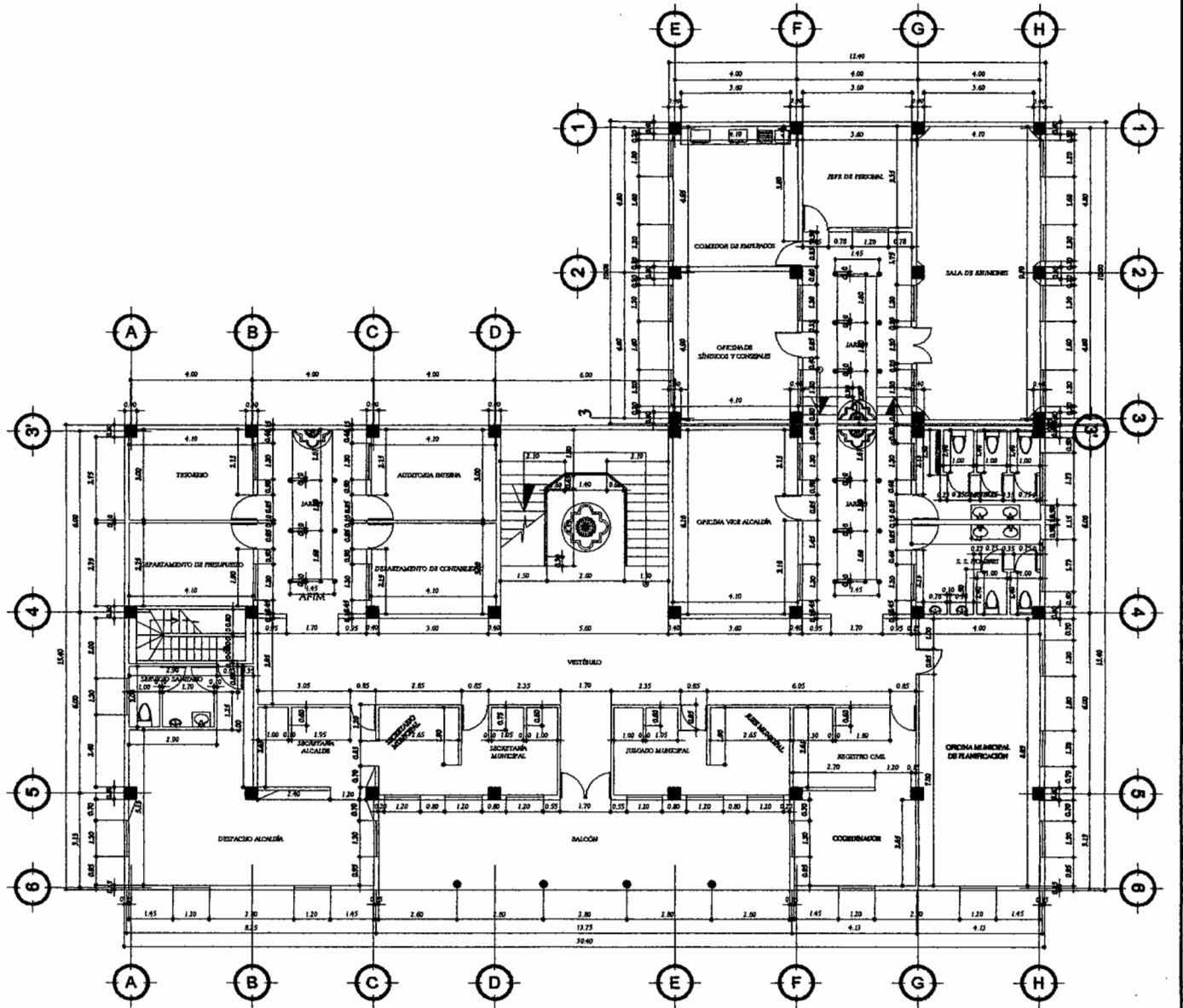
ASESORIA SUPERVISORA DE EPS  
Unidad de Ingeniería y EPS  
ING. ALFREDO ABRUJILAGA  
P.A. MARGARITO UJALA  
ALCALDE MUNICIPAL

HOJA  
**01**  
**14**





**PLANTA ACOTADA**  
PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



**PLANTA ACOTADA**  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100



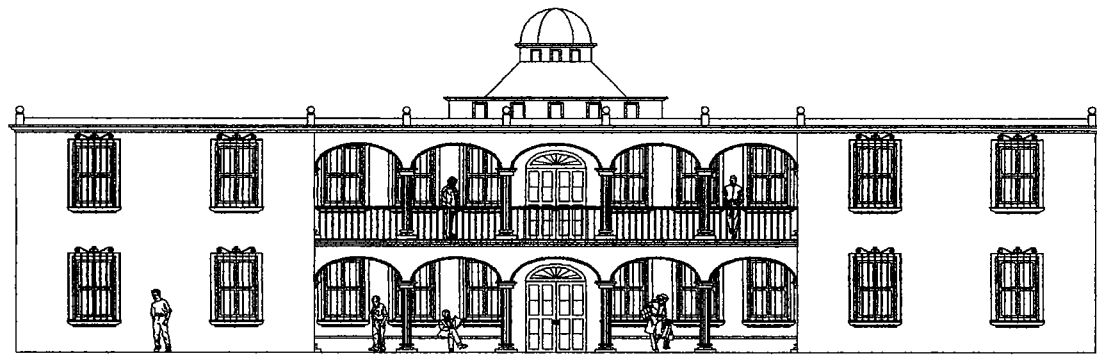
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
PROYECTO:  
DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA  
MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA

CONTENIDO: PLANTAS ACOTADAS  
ESTUDIANTE: JHEISON MARQUEZ ZEPEDA CHAU CARNET: 2001-17651

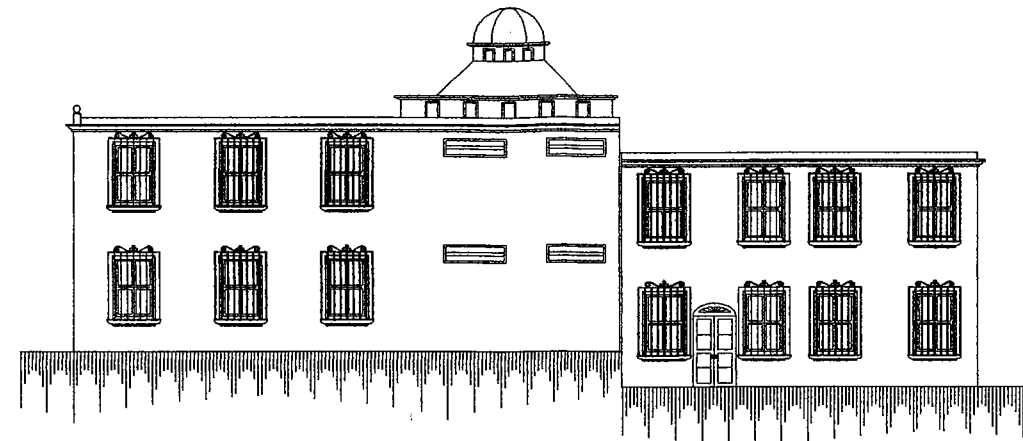
DISEÑO: J.M.Z.CH.  
CALCULO: J.M.Z.CH.  
DIBUJO: J.M.Z.CH.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

ASOCIACION SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Ingeniería y EPS  
ING. ALFREDO MUVILLAGA  
P.A. MARGARITA MEJIA  
HOJA 02 14



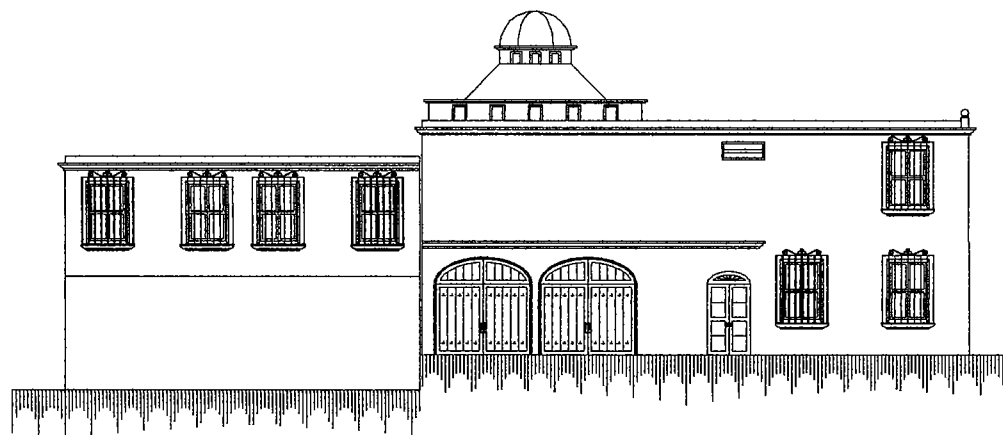
**ELEVACIÓN FRONTAL**

ESCALA 1:100



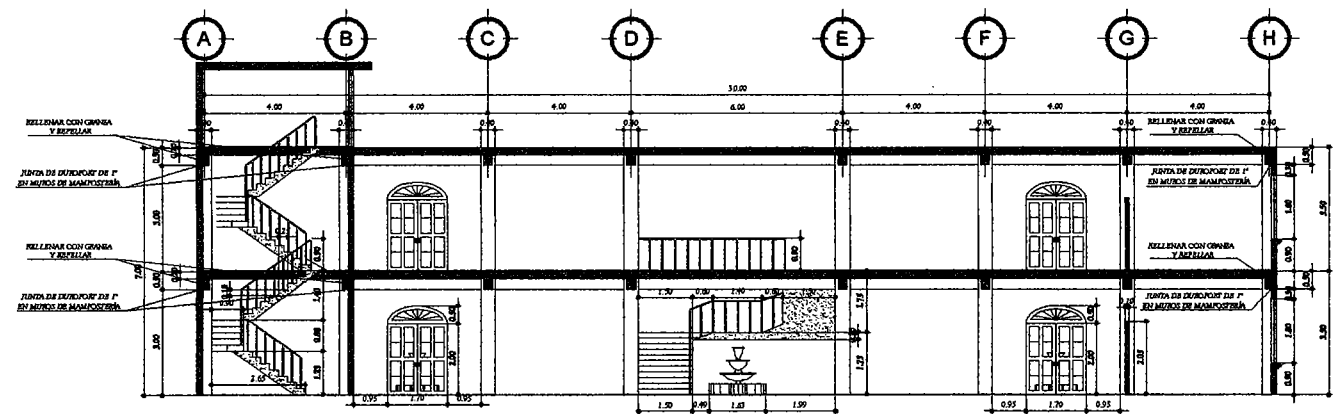
**ELEVACIÓN LATERAL DERECHA**

ESCALA 1:100



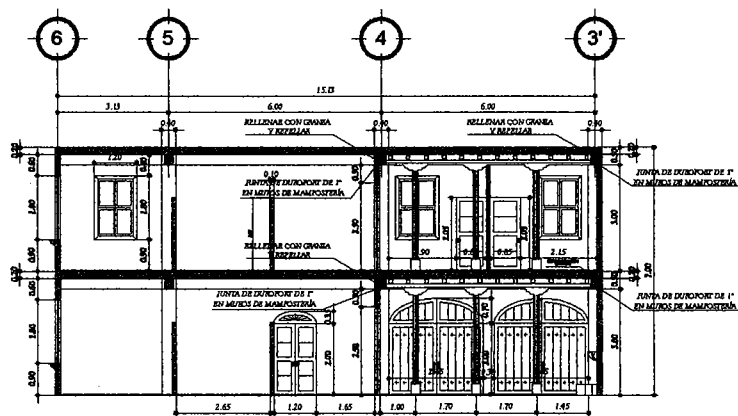
**ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA**

ESCALA 1:100



**SECCIÓN B-B'**

ESCALA 1:100



**SECCIÓN A-A'**

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
PROYECTO:  
**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA  
MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

CONTENIDO: **ELEVACIONES Y SECCIONES**

ESTUDIANTE: **JHEYSON MANUEL ZEPEDA CHAU** CARNET: 2001-17651

DISEÑO: J.M.Z.CH.

CALCULO: J.M.Z.CH.

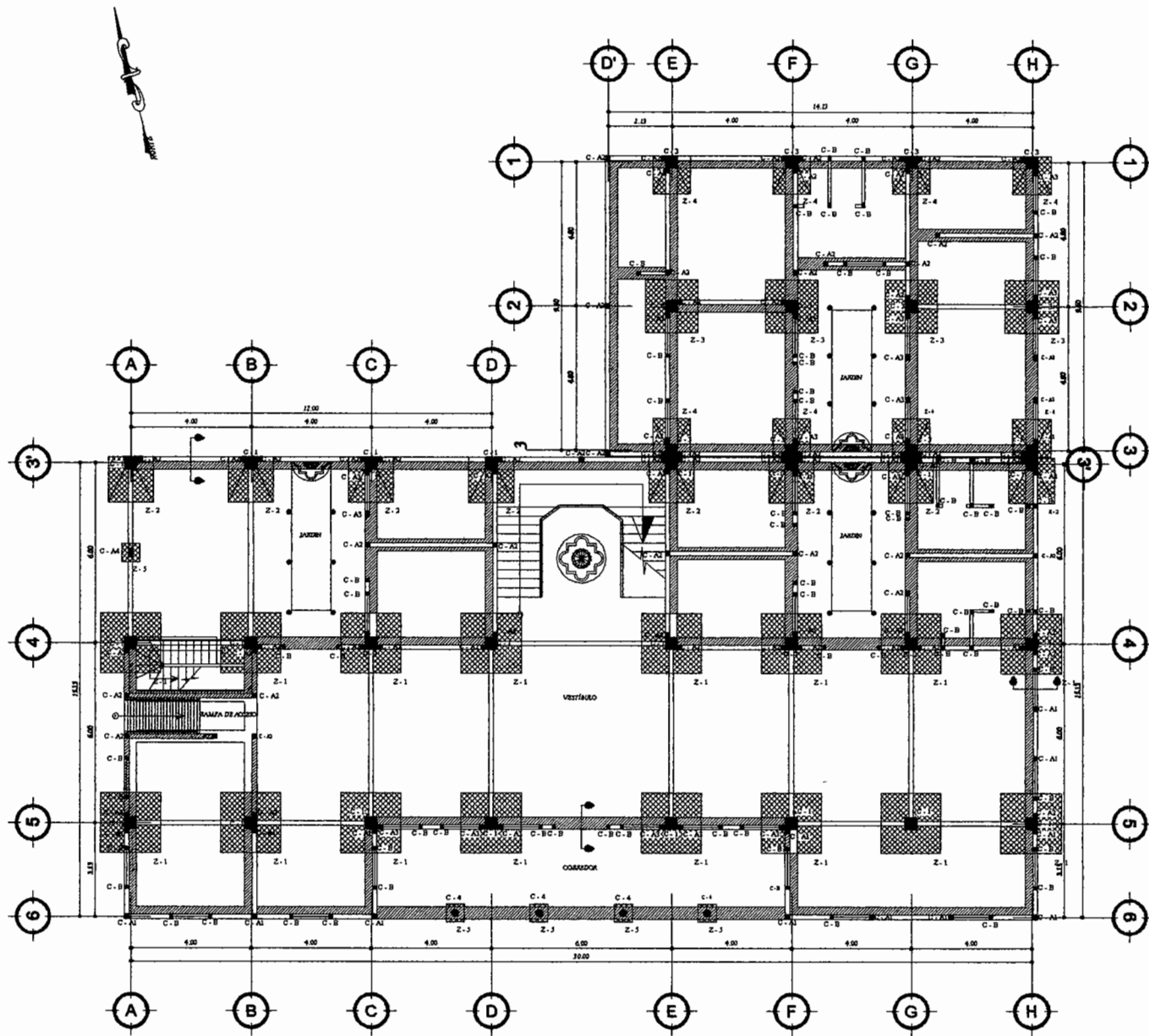
DIBUJO: J.M.Z.CH.

ESCALA: INDICADA

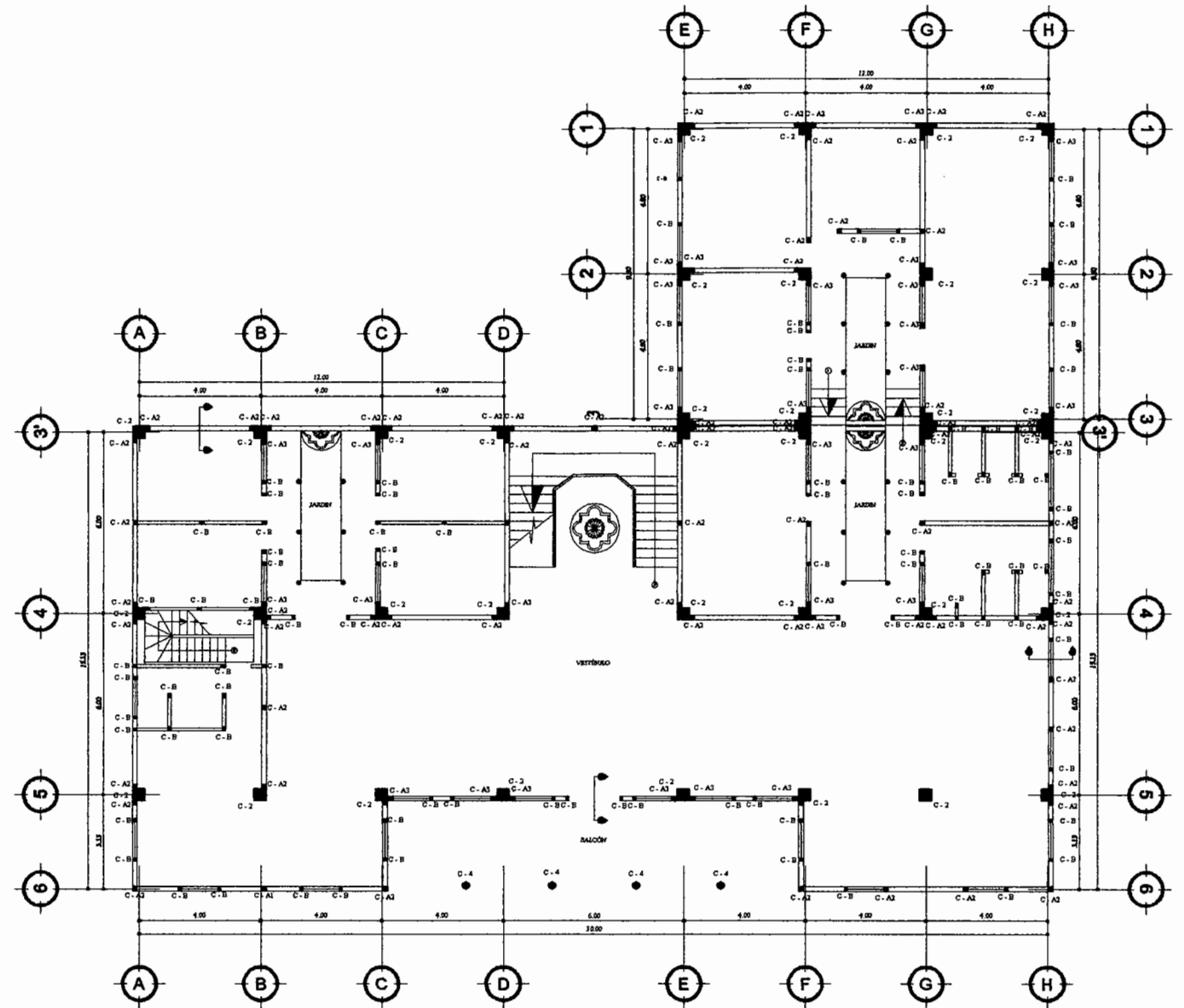
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
**ALFREDO ARRIVALLAGA**  
Ingeniero de Ingeniería

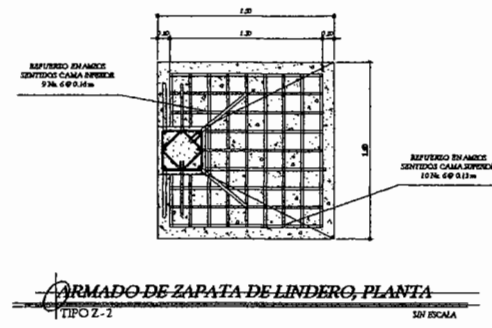
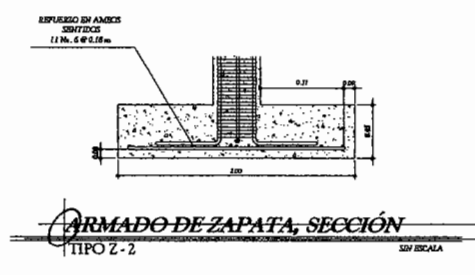
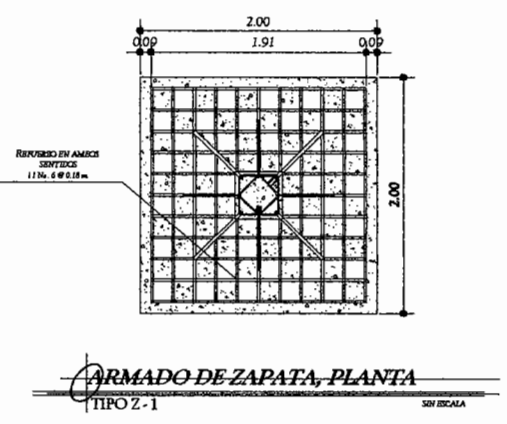
HOJA  
**03**  
**14**



**PLANTA DE COLUMNAS Y CIMIENTOS**  
PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



**PLANTA DE COLUMNAS Y CIMIENTOS**  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

CONTENIDO: **PLANTAS DE COLUMNAS Y CIMIENTOS**

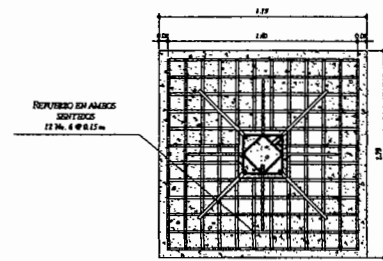
ESTUDIANTE: **JAYSON MANUEL ZEPEDA CHAU** CARNET: 2001-17651

ABSORBIDA SUPERVISADA DE EPS  
Unidad de Asesoría de Ingeniería y EPS

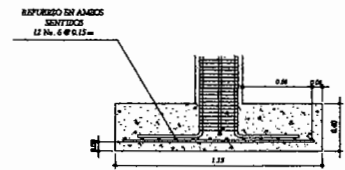
ING. MANUEL ABRAHAM LAGUNA  
P.A. MARGARITO MEJIA  
Asesoría de Ingeniería Municipal

DISEÑO: J.M.Z.CH.  
CALCULO: J.M.Z.CH.  
DIBUJO: J.M.Z.CH.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

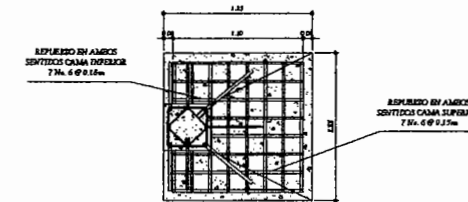
HOJA  
**04**  
**14**



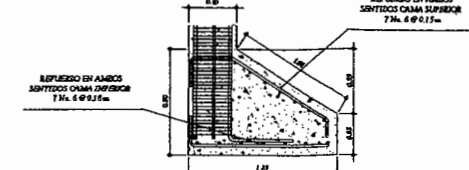
**ARMADO DE ZAPATA, PLANTA**  
TIPO Z-3  
SIN ESCALA



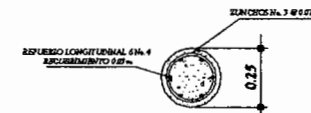
**ARMADO DE ZAPATA, SECCIÓN**  
TIPO Z-3  
SIN ESCALA



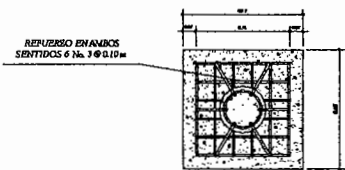
**ARMADO DE ZAPATA DE LINDERO, PLANTA**  
TIPO Z-4  
SIN ESCALA



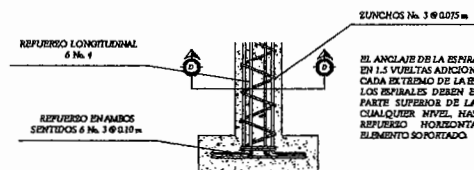
**ARMADO DE ZAPATA DE LINDERO, SECCIÓN**  
TIPO Z-4  
SIN ESCALA



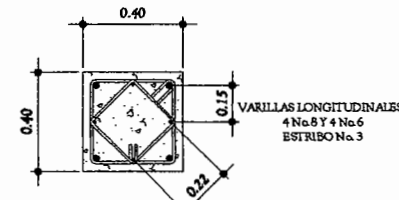
**CORTE D-D**  
TIPO C-4  
SIN ESCALA



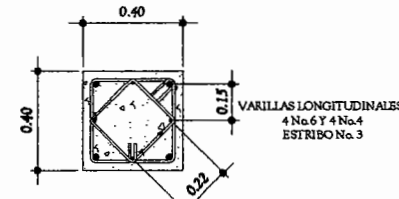
**ARMADO DE ZAPATA, PLANTA**  
TIPO Z-5  
SIN ESCALA



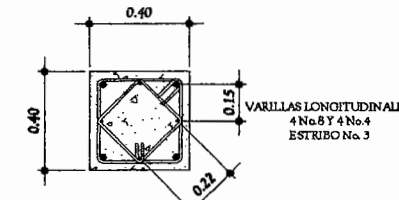
**ARMADO DE ZAPATA Y COLUMNA, SECCIÓN**  
TIPO Z-5  
SIN ESCALA



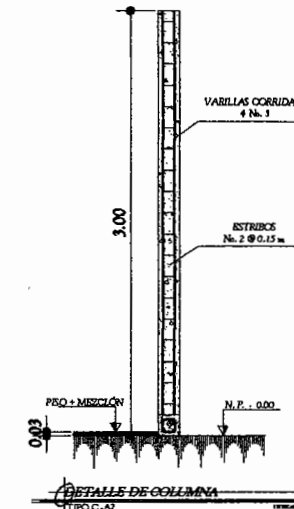
**CORTE C-C**  
TIPO C-3  
SIN ESCALA



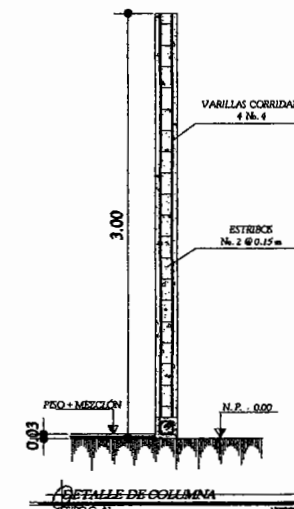
**CORTE B-B**  
TIPO C-2  
SIN ESCALA



**CORTE A-A**  
TIPO C-1  
SIN ESCALA



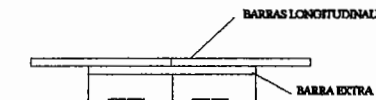
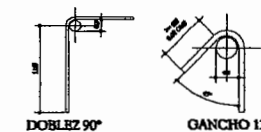
**DETALLE DE COLUMNA**  
TIPO C-2  
SIN ESCALA



**DETALLE DE COLUMNA**  
TIPO C-1  
SIN ESCALA

**GANCHOS Y DOBLES:**

LOS ESTRIBOS SE HARAN DE UNA SOLA PIEZA Y CERRADOS LOS EXTREMOS SE HARAN CON UN GANCHO ESTANDAR DE 135° CON UNA EXTENSION DE SEIS VECES EL DIAMETRO DE LA VARILLA DEL ESTRIBO PERO NO MENOR DE OCHO CMS. LOS ESPALONES SE HARAN CON GANCHOS ESTANDAR DE 135°, CON UNA EXTENSION NO MENOR DE OCHO CMS. TODOS LOS DOBLES SE HARAN EN RYD Y DE ACUERDO AL ACI 318-05.



**DETALLE DE EMPALME A TOPE:**  
SEGUN ACI 318S-05 CAPITULO 12.16.4

- ESPECIFICACIONES:**
- $f'_c = 4,000$  PSI
  - $f_y = 60,000$  PSI, EN TODA LA ESTRUCTURA.
  - BLOCK FORMER  $f_m = 35$  Kg/cm<sup>2</sup>
  - ACERADO GRUESO - 1/2"
  - VALOR SOPORTE CONSIDERADO = +0.70 m<sup>1</sup> (EN SUO TRIANGULO)
  - CARGAS VIVAS CONSIDERADAS
  - OCIDAS = 250 Kg/m<sup>2</sup>
  - TECHOS = 200 Kg/m<sup>2</sup>
  - GRADAS = 500 Kg/m<sup>2</sup>
  - SOBRRECARGAS = 90 Kg/m<sup>2</sup>
  - GANCHOS ESTANDAR A 135°
  - No. 3 0.09 m
  - No. 4 0.09 m

**RECUBRIMIENTOS MINIMOS:**

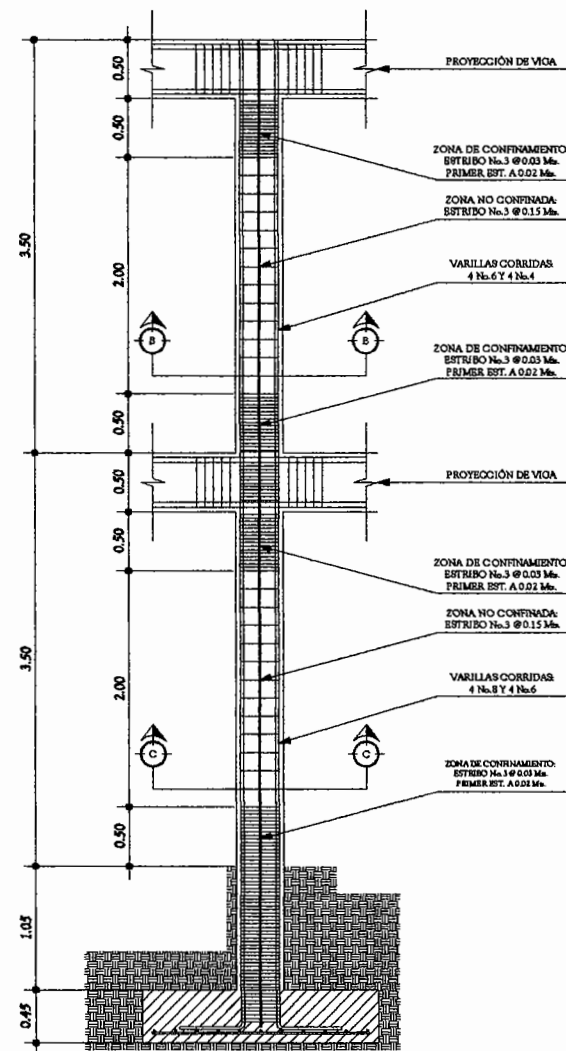
- ESTRUCTURAS FUNDIDAS DIRECTAMENTE CONTRA EL SUELO. 0.05 mts
- ESTRUCTURAS EXPUESAS A CONTACTO CONTRA EL SUELO PERO FUNDIDAS CON FORMALETA. 0.05 mts
- COLUMNAS Y VIGAS PRINCIPALES. 0.04 mts
- LOSAS. 0.05 mts

**NOTA:**  
LA ESTRUCTURA ESTA DISEÑADA CON EL SISTEMA ESTRUCTURAL DE MARCOS DUCTILES. LOS MUROS SON TOMADOS SOLO COMO DIVISION, NO TIENEN NIUNA FUNCION ESTRUCTURAL, LOS MUROS NO VAN UNIDOS CON LA ESTRUCTURA, VAN SEPARADOS POR JUNTA DE CONSTRUCCION DE DUROPORT DE 1".

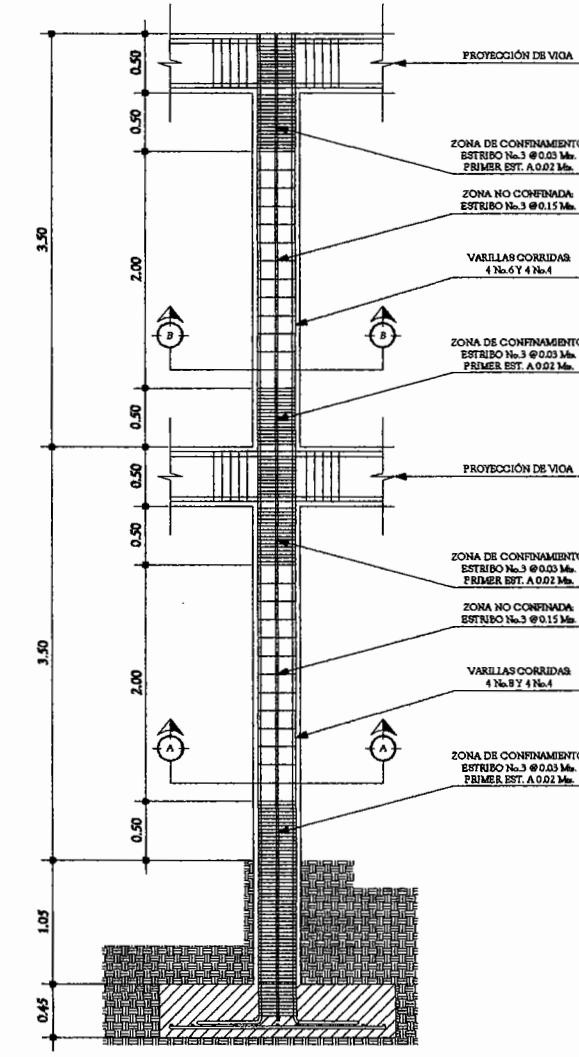
**NOTA:**  
LA LONGITUD DE CONFINAMIENTO ES DE 50 CENTIMETROS EN LAS COLUMNAS TIPO C-1, C-2 Y C-3.

LONGITUD DE DESARROLLO	
No.	LONGITUD DE DESARROLLO MINIMA (cm)
3	20 cm
4	26 cm
5	32 cm
6	38 cm
7	45 cm
8	51 cm

COLUMNAS



**ARMADO DE COLUMNA TÍPICA**  
MÓDULO 2  
SIN ESCALA



**ARMADO DE COLUMNA TÍPICA**  
MÓDULO 1  
SIN ESCALA



**COLUMNA**  
TIPO C-A1  
SIN ESCALA



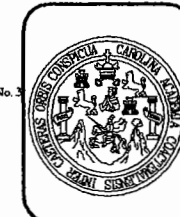
**COLUMNA**  
TIPO C-A3  
SIN ESCALA



**COLUMNA**  
TIPO C-A2  
SIN ESCALA



**COLUMNA**  
TIPO C-B  
SIN ESCALA

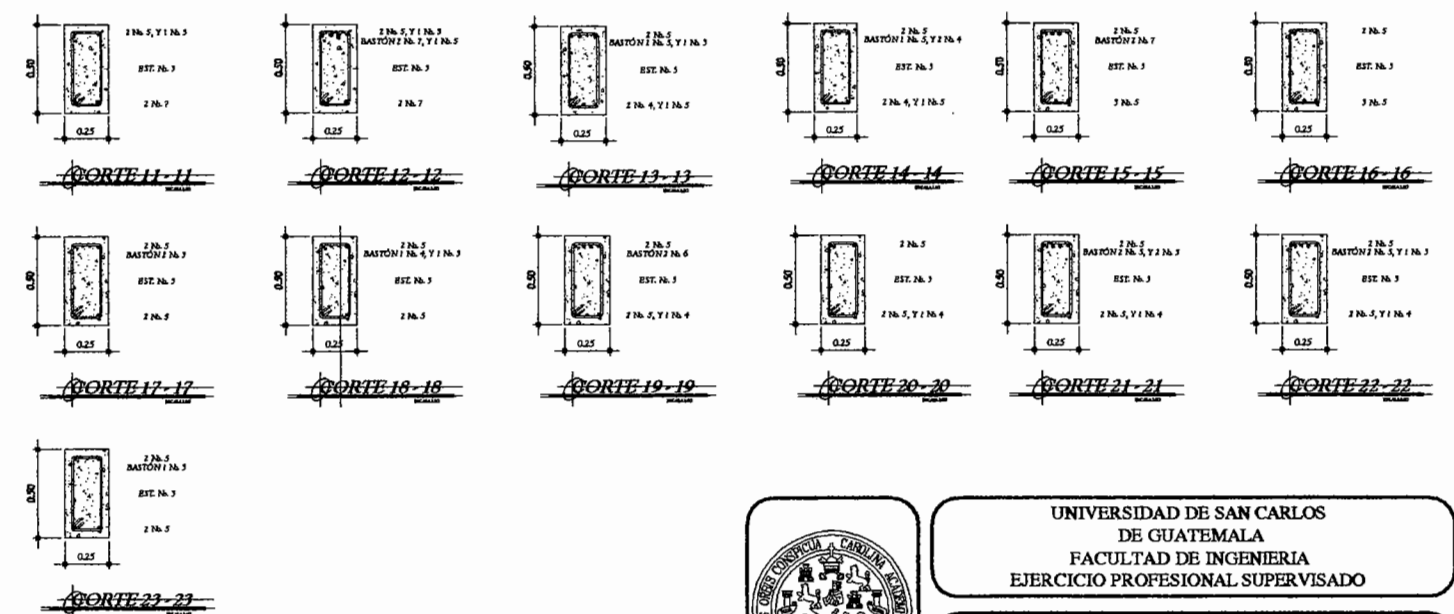
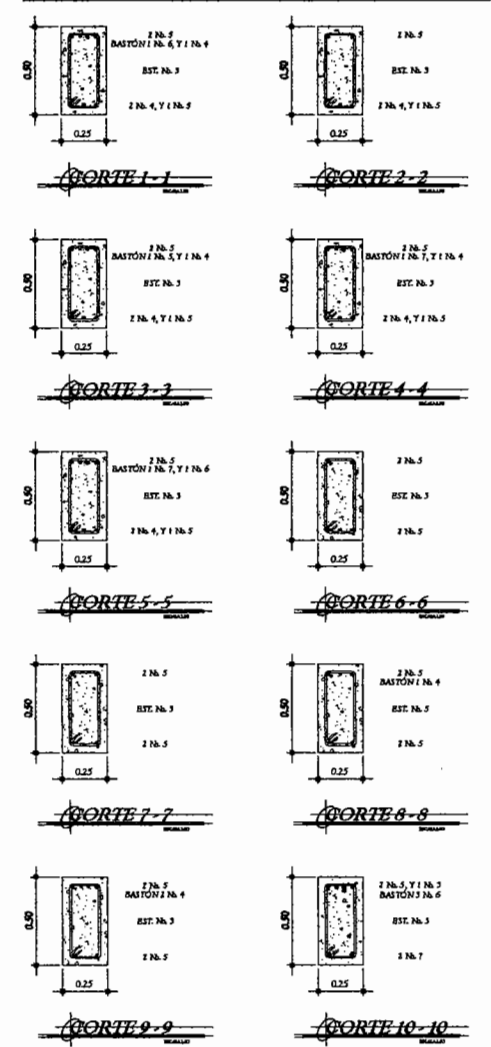
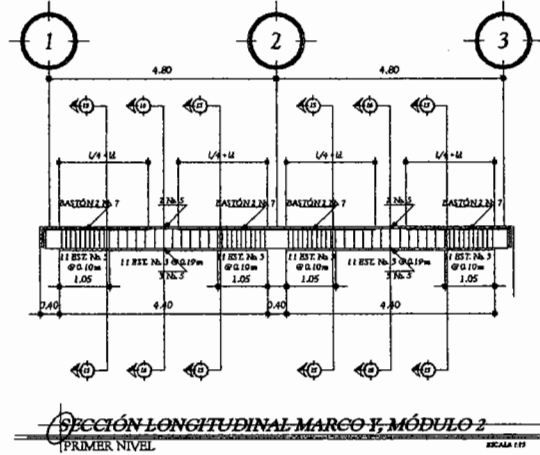
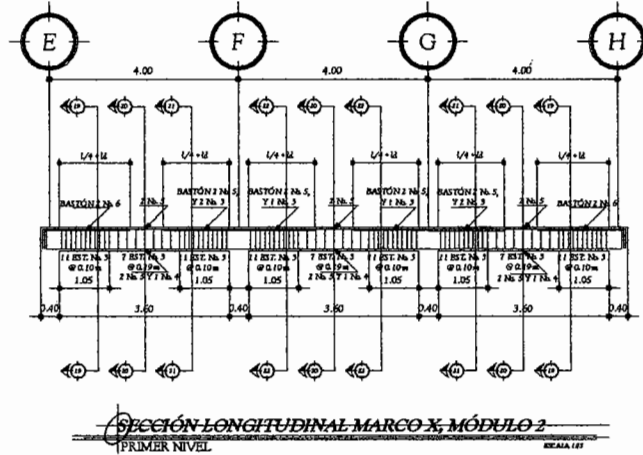
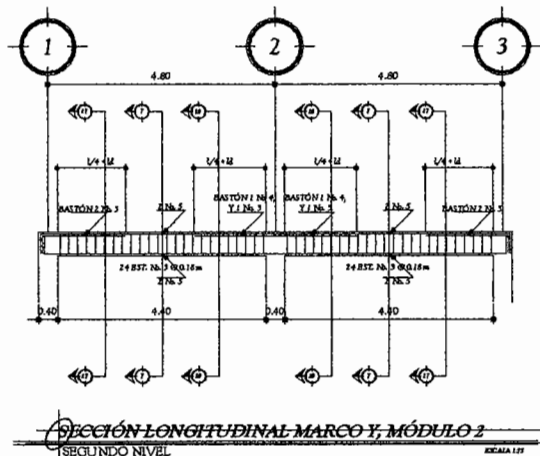
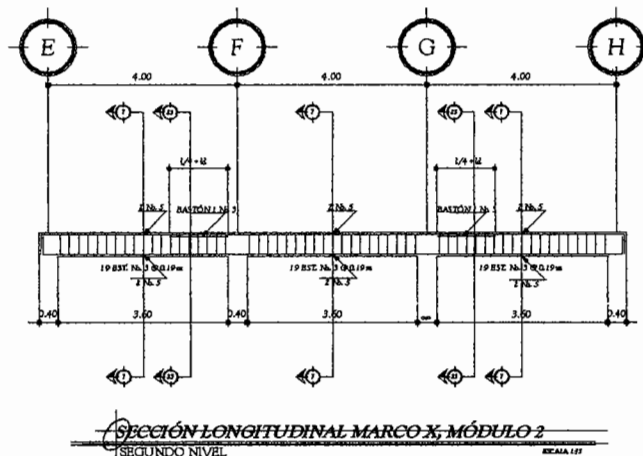
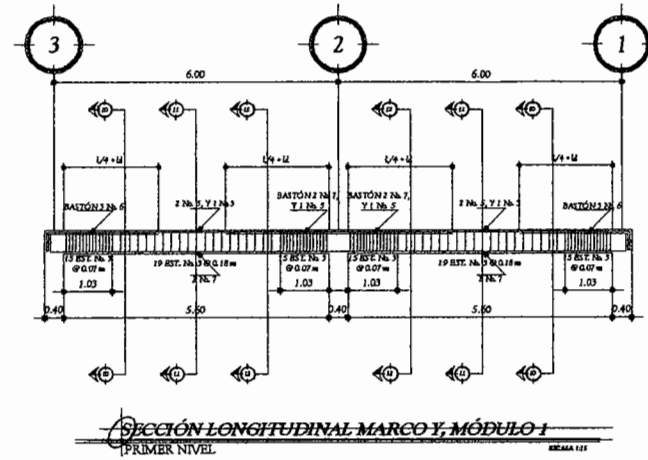
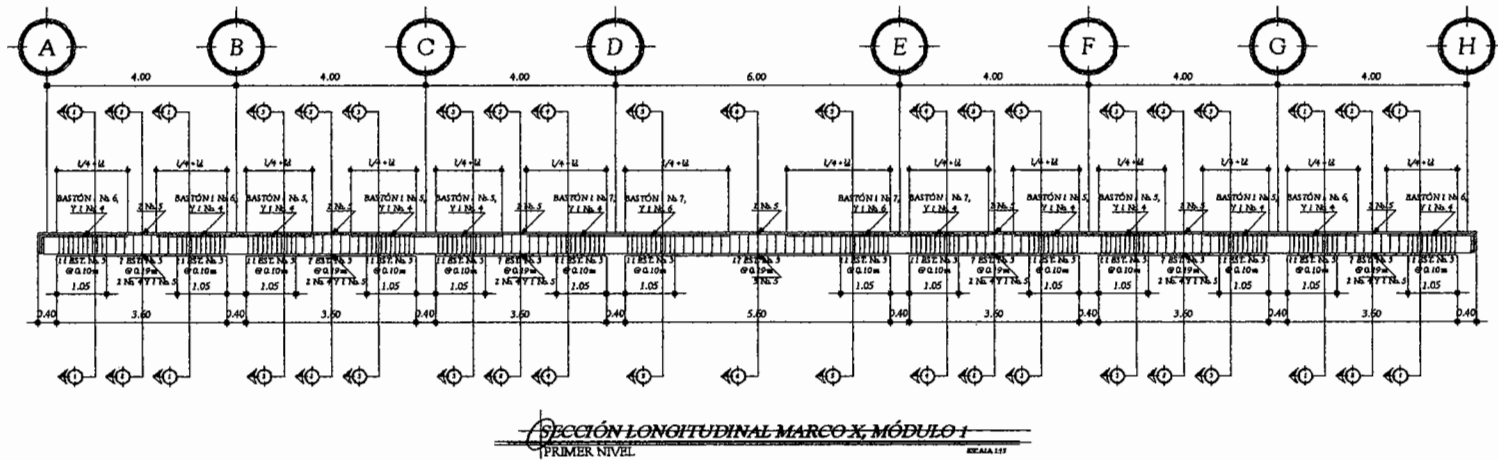
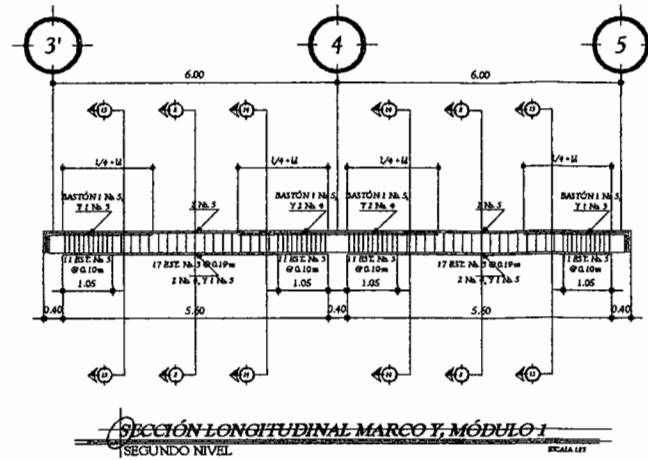
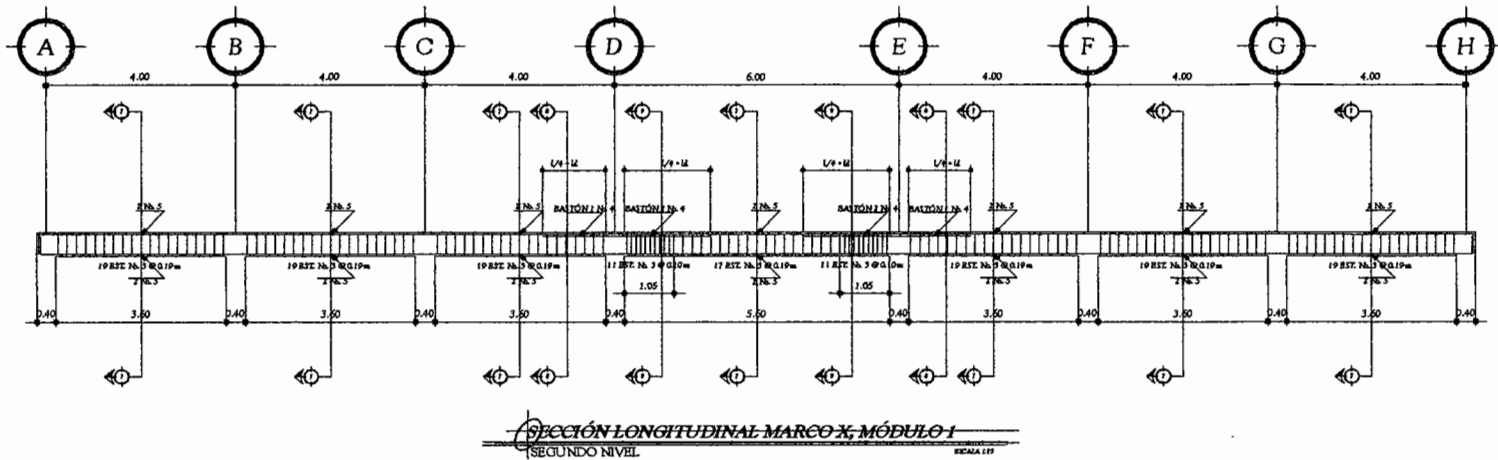


DISEÑO: J.M.Z.CH.  
CALCULO: J.M.Z.CH.  
DIBUJO: J.M.Z.CH.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA

CONTENIDO: DETALLES DE COLUMNAS Y CIMENTOS  
ESTEBANZANO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
INGENIERO SUPERVISOR DE EPS  
MEYSON MANUEL ZEPEDA CHAU  
2001-17651  
HOJA 05 14



**EMPALMES DE VIGA:**  
 LA LONGITUD MÍNIMA DEL EMPALME DEBE SER DE 300 MM.  
 LOS EMPALMES SE HARÁN DEJANDO LIBRE 1/4 DE LA LUZ MEDIDA DESDE EL ROSTRO DE LA COLUMNA EN AMBOS LADOS DE LA VIGA.

**REFUERZO TRANSVERSAL EN ZONA DE TRASLAPES DE VIGAS PRINCIPALES:**  
 EN ZONAS EN DONDE EXISTEN TRASLAPES DEL REFUERZO LONGITUDINAL, SE DEBE REALIZAR EL SIFONAMIENTO DE REFUERZO TRANSVERSAL A UNA DISTANCIA NO MAYOR DE 4/4 O 10 CMS. INDEPENDIEMENTE DEL REFUERZO TRANSVERSAL INDICADO EN LOS PLANOS DE DESARROLLO DE REFUERZO DE VIGAS. SE DEBE USAR SEBES CUMPLER CON LO ESTABLECIDO EN EL CÓDIGO ACT 5188-05 CARTILLO 21.2.2.3.

No.	LONGITUD DE DESARROLLO MINIMA (cms)
3	30 cm
4	32 cm
5	40 cm
6	48 cm
7	59 cm
8	77 cm

C.M.B.T.C., VIGAS, LOSAS

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

---

**MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO**

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

CONTENIDO:  
**DETALLES DE VIGAS PRINCIPALES**

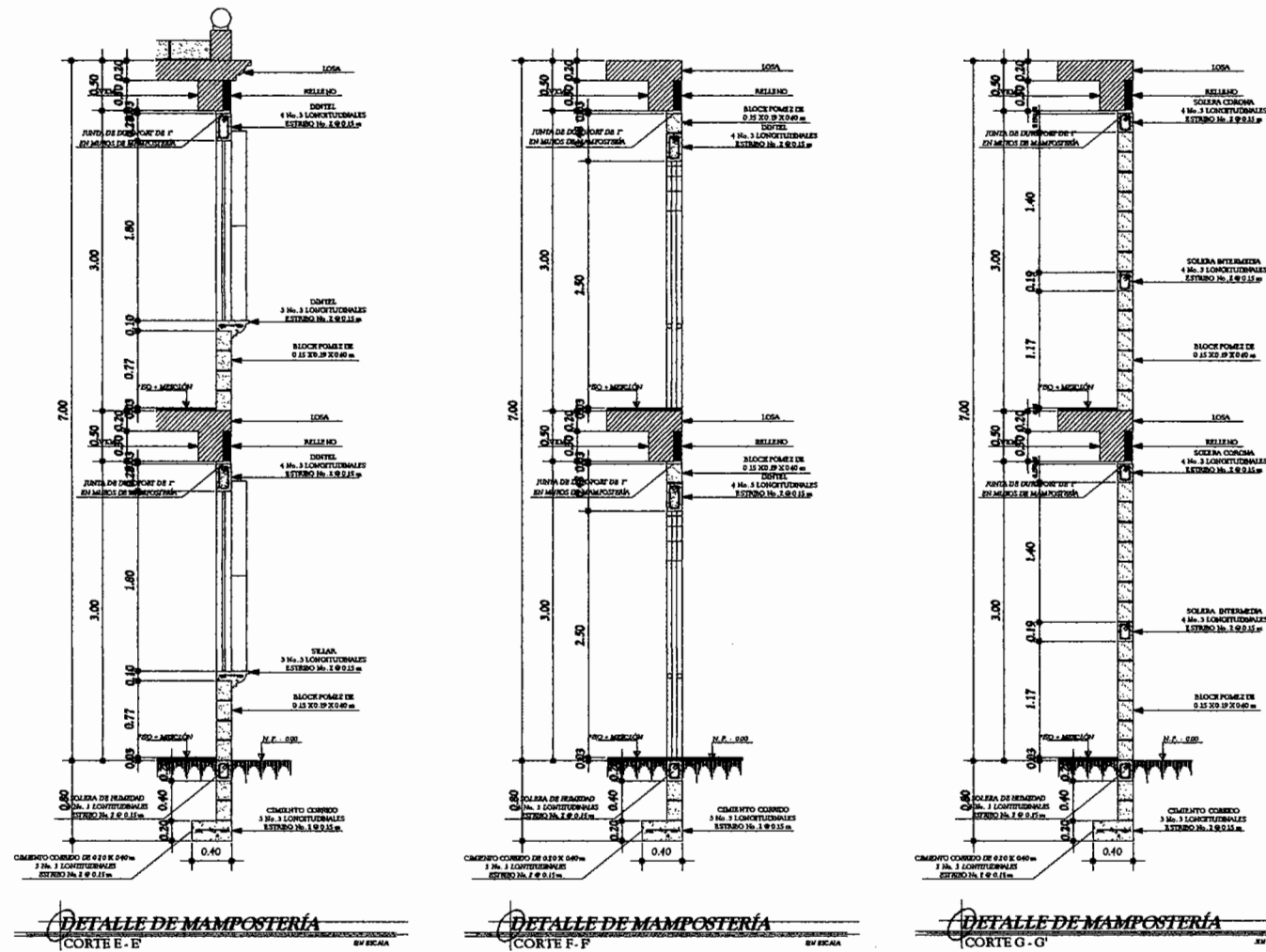
ESTUDIANTE:  
**JHEYSON WANDER ZEPEDA CHAU** CARNET: 2001-17651

ASESORIA SUPERVISORA (A) DE EPS  
 Unidad de Técnicas de Ingeniería y EPS  
 ING. ALFREDO ABRIL  
 P.A. MARGARITA DE LA CRUZ

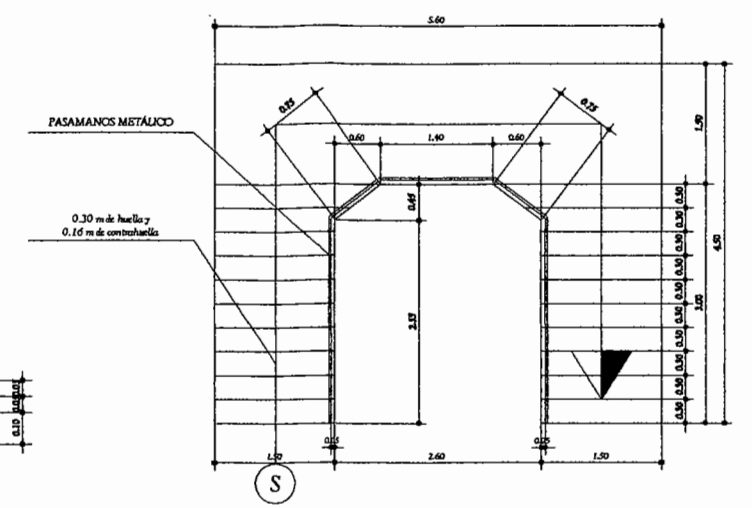
FECHA:  
**SEPTIEMBRE 2010**

HOJA  
**06**  
**14**

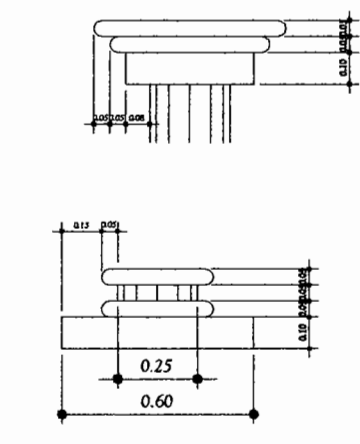




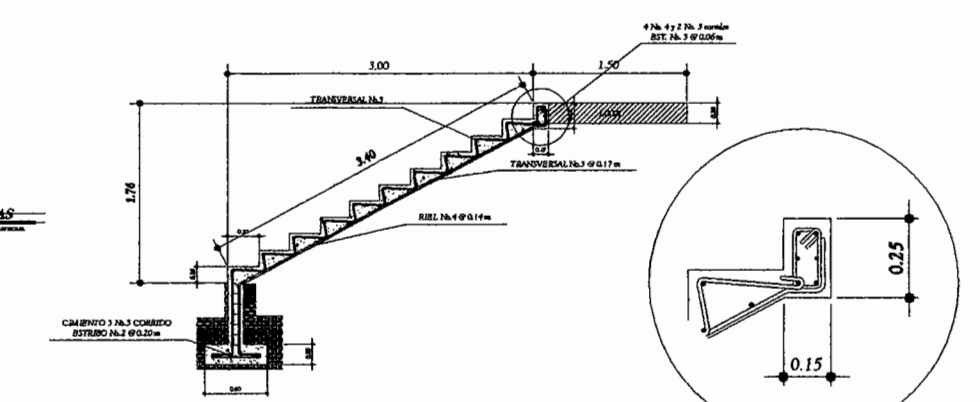
NOTA:  
VER FORMATO No. 4, PLANTA DE COLUMNAS Y CIMIENTOS BOUND NIVEL.



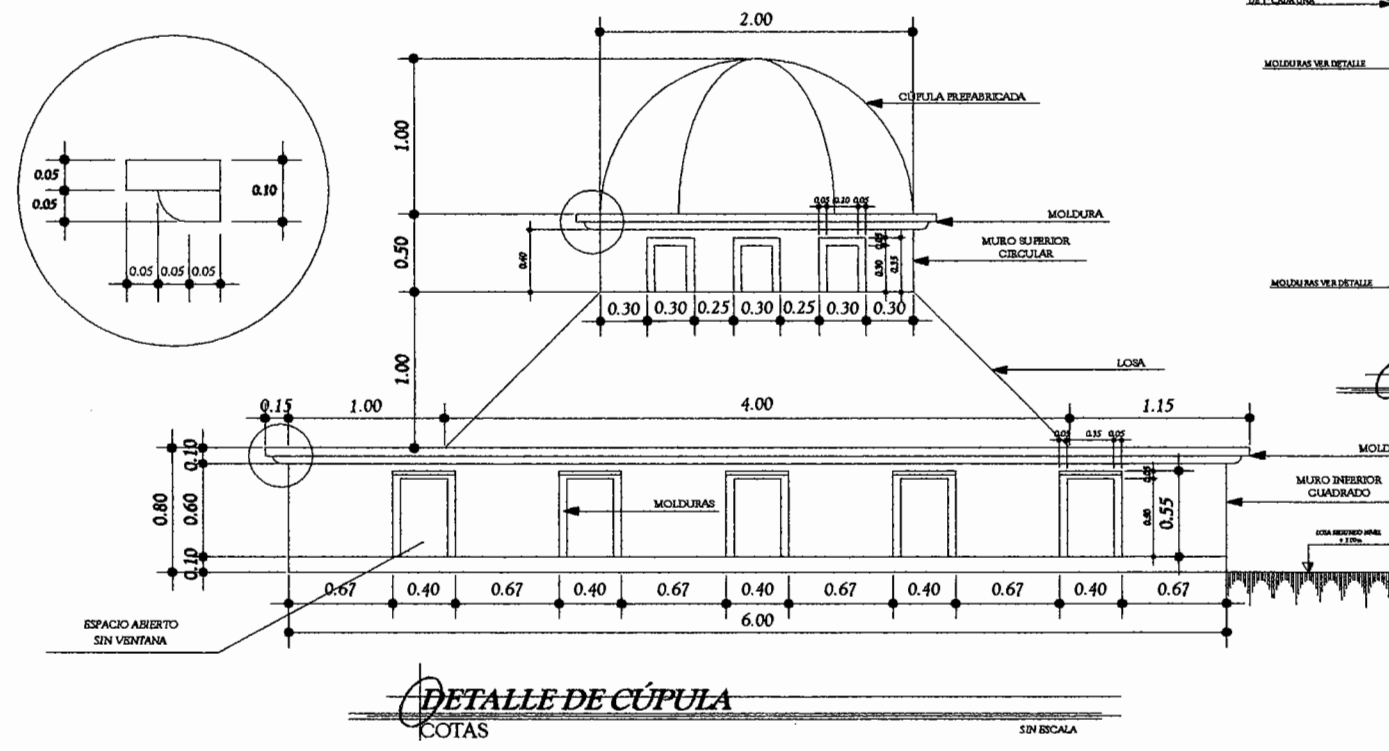
DETALLE DE GRADAS  
PLANTA SIN ESCALA



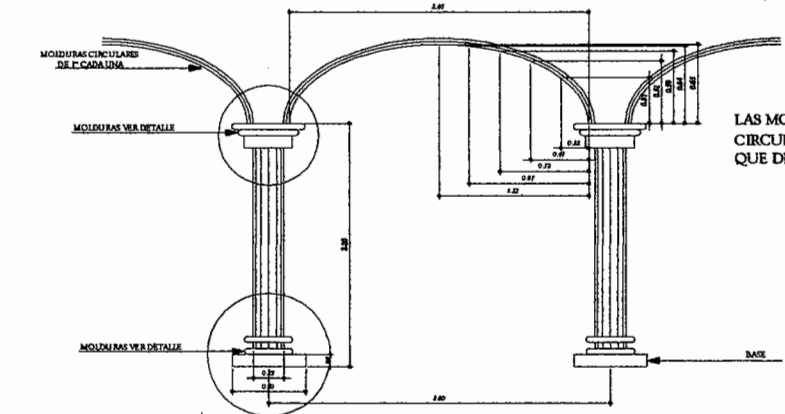
DETALLE DE MOLDURA DE COLUMNAS  
PRIMERA Y SEGUNDO NIVEL



DETALLE DE GRADAS  
ARMADO SIN ESCALA

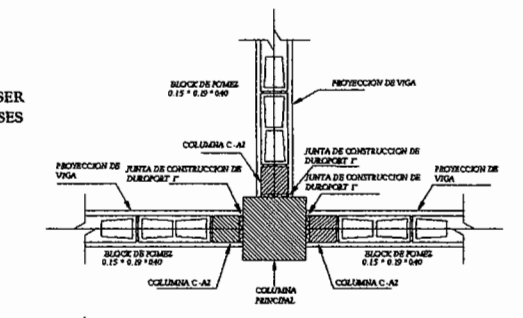


DETALLE DE CÚPULA  
COTAS SIN ESCALA



DETALLE DE ARCOS Y COLUMNAS CIRCULARES  
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL SIN ESCALA

LAS MOLDURAS DE COLUMNAS DEBERÁN SER CIRCULARES A ESCEPCIÓN DE LAS BASES QUE DEBEN SER CUADRADAS.



JUNTA DE MURO CON COLUMNA  
DETALLE SIN ESCALA

EL MURO INFERIOR SERÁ CUADRADO SOBRE LAS VIGAS DE LOS MARCOS CON BLOQUE POMEZ DE 0.15 X 0.19 X 0.40, Y EL SUPERIOR ES CIRCULAR A ROSTRO DE LA CÚPULA CON BLOQUE POMEZ DE 0.10 X 0.19 X 0.40.

LAS MOLDURAS DE VENTANAS SERÁN PREFABRICADAS Y DE COLOR GRIS, LA CÚPULA TAMBIÉN SERÁ PREFABRICADA Y DEBEN DEJARSE LOS GANCHOS DE ANCLAJE QUE EL FABRICANTE INDIQUE.

LA CÚPULA DEBERÁ SER TRATADA CON UN IMPERMEABILIZANTE, LUEGO SE RECUBRIRÁ CON UN EMPASTADO AL 1 X 1 Y POSTERIORMENTE DEBERÁ SER PINTADA.

LAS FUENTES TAMBIÉN SERÁN PREFABRICADAS.

NOTA:  
CONSTULTAR MOLDURAS 'LA TORRE' KM. 27.5 GRANJA LA TORRE, CARRETERA INTERAMERICANA, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ. TEL. 4358 - 2736 CARLOS Y LUIS OROZCO TUCHES PROPIETARIOS.



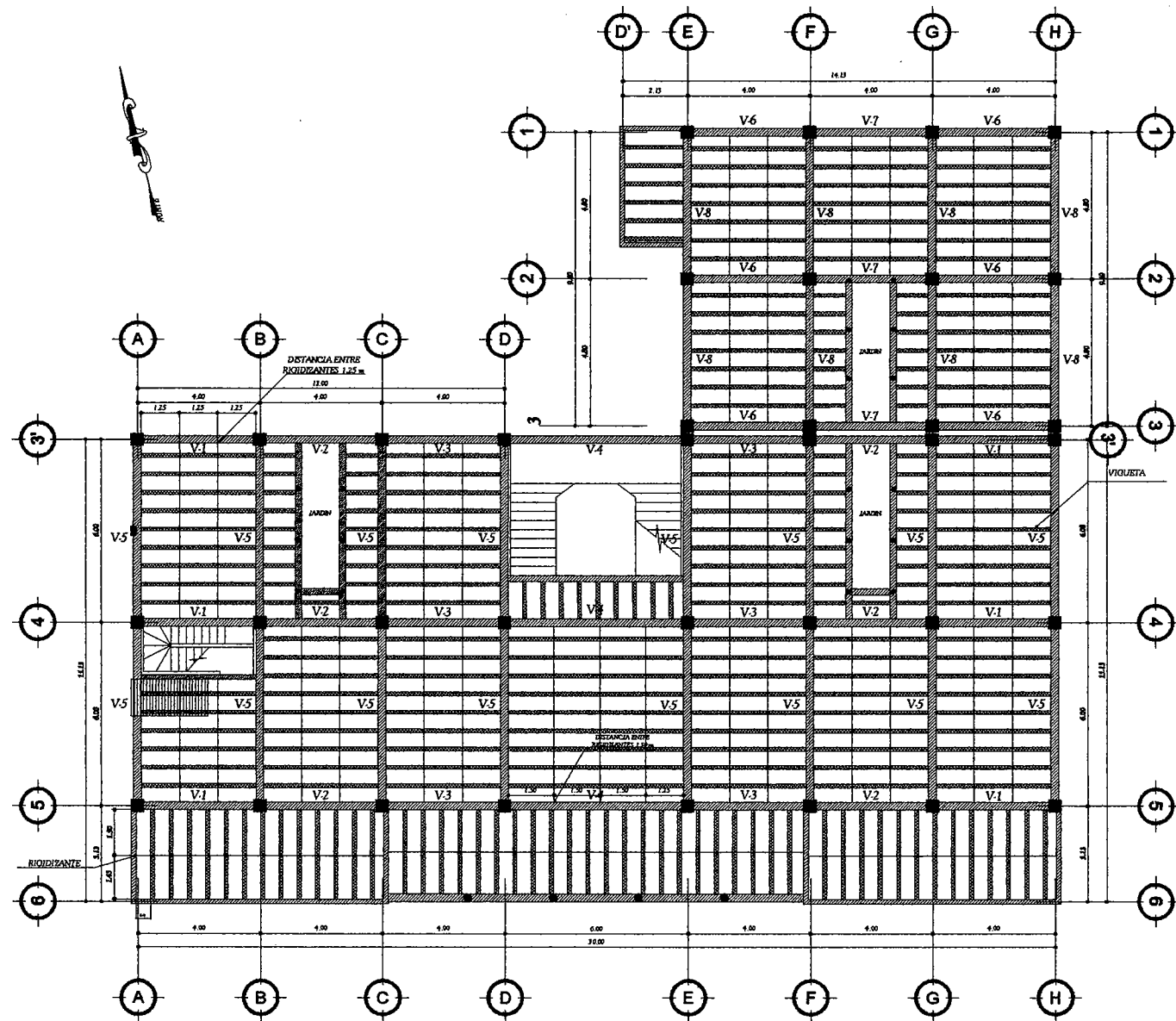
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
PROYECTO:  
DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA

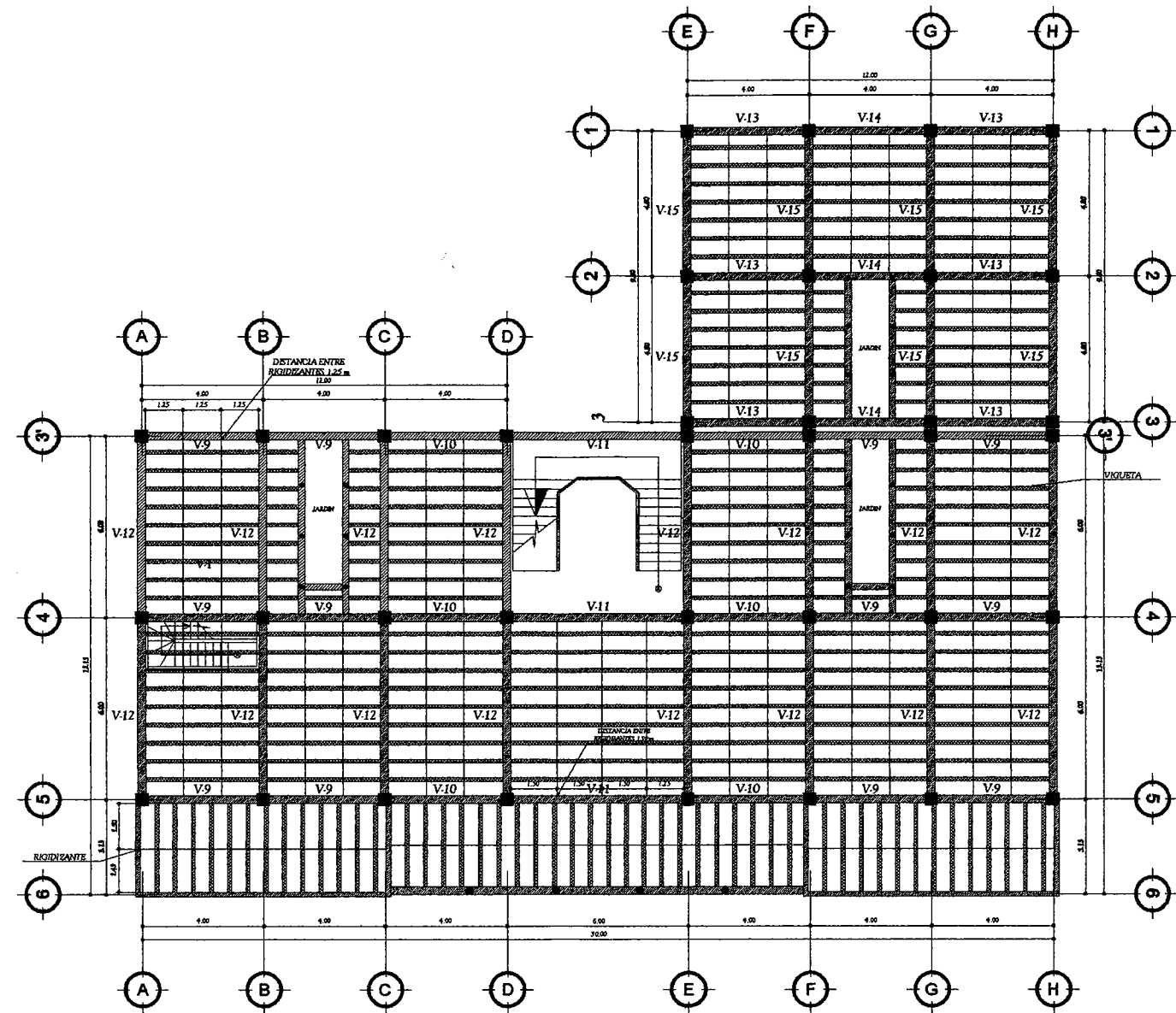
CONTENIDO: DETALLES DE MAMPOSTERÍA Y GRADAS  
ESTUDIANTES: JHEVISON MANUEL ZEPEDA CHAU (CARNET: 2001-17851)

DISEÑO: J.M.Z.CH.  
CALCULO: J.M.Z.CH.  
DIBUJO: J.M.Z.CH.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

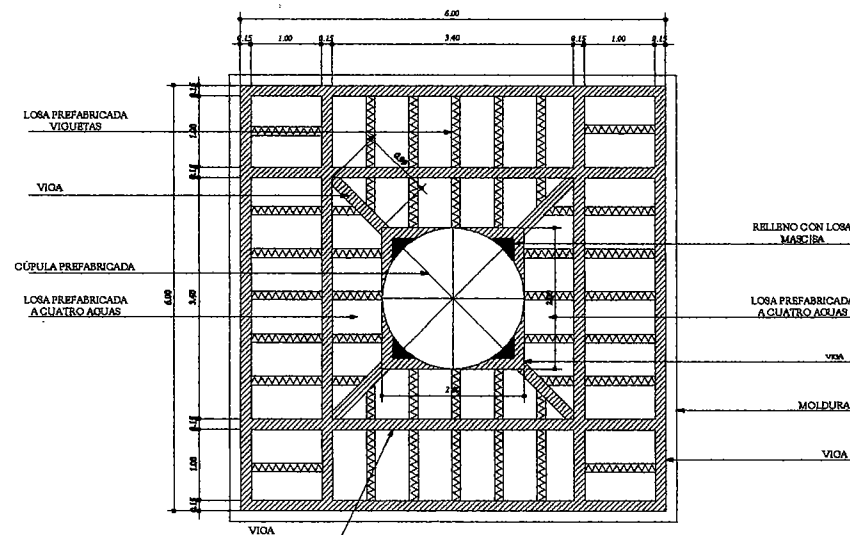
HOJA 07 14  
ING. MANUEL ARRIVILLAGA  
P.A. MARGARITA...



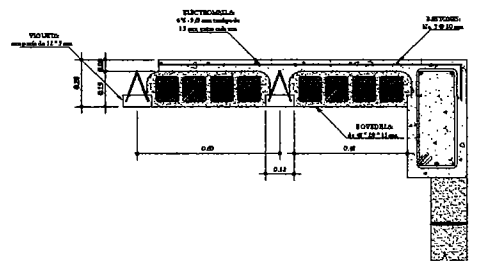
**PLANTA DE LOSAS Y VIGAS**  
PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



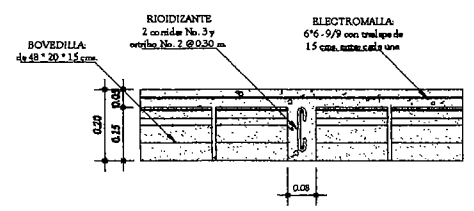
**PLANTA DE LOSAS Y VIGAS**  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100



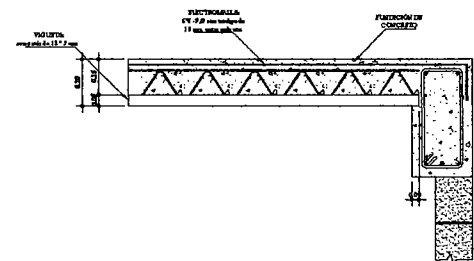
**DETALLE DE CÚPULA**  
PLANTA DE LOSAS



**DETALLE DE LOSA PREFABRICADA**  
APOYO DE BOVEDILLAS  
SEN ESCALA



**DETALLE DE LOSA PREFABRICADA**  
DETALLE DE RIGIDIZANTE  
SEN ESCALA



**DETALLE DE LOSA PREFABRICADA**  
APOYO DE VIQUETA  
SEN ESCALA

**LOSA PREFABRICADA:**  
VIQUETAS CON PATIN DE 12 x 5 CMS.  
BOVEDILLAS DE 48 x 20 x 15 CMS.  
RIGIDIZANTES, 2 VARILLAS CORRIDAS No. 3 Y ESTRIBOS No. 2 A CADA 30 CMS., ESTOS SE DISTRIBUIRAN UNIFORMEMENTE A CADA 1.50 METROS.  
ELECTROMALLA #6-9/9 Y CON TRASLAFE DE 15 CMS. ENTRE CADA UNA.  
LA LOSETA DE COMPRESION A FUNDIR ES DE 5 CMS.  
BASTONES No. 3 CON UN ALONQUITUD DEL 1/4 A CADA 20 CMS.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

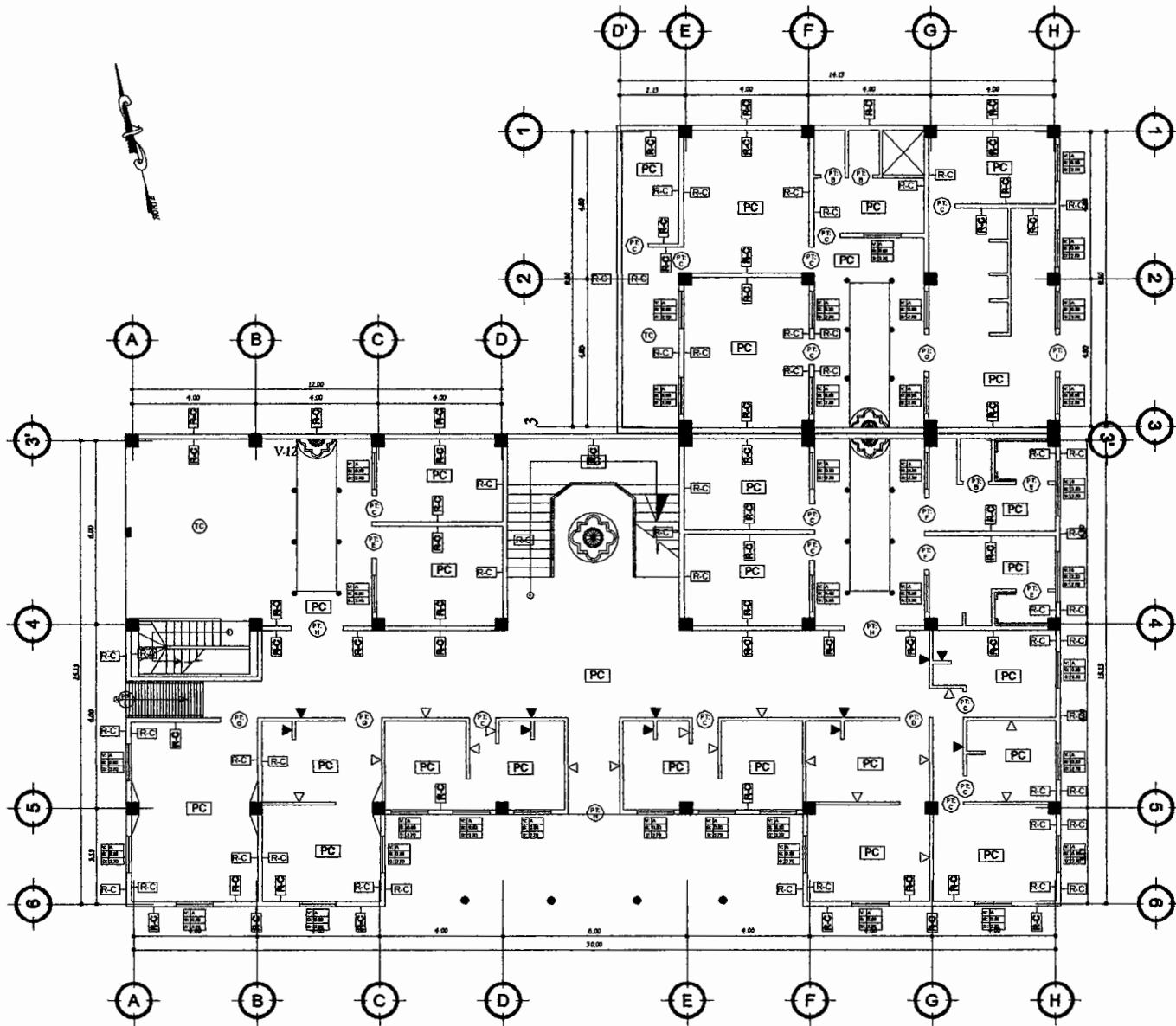
CONTENIDO:  
PLANTAS DE LOSAS

ESTUDIANTE:  
**JHEYSON MANUEL ZEPEDA CEBALLOS** CARNET: 2001-17651

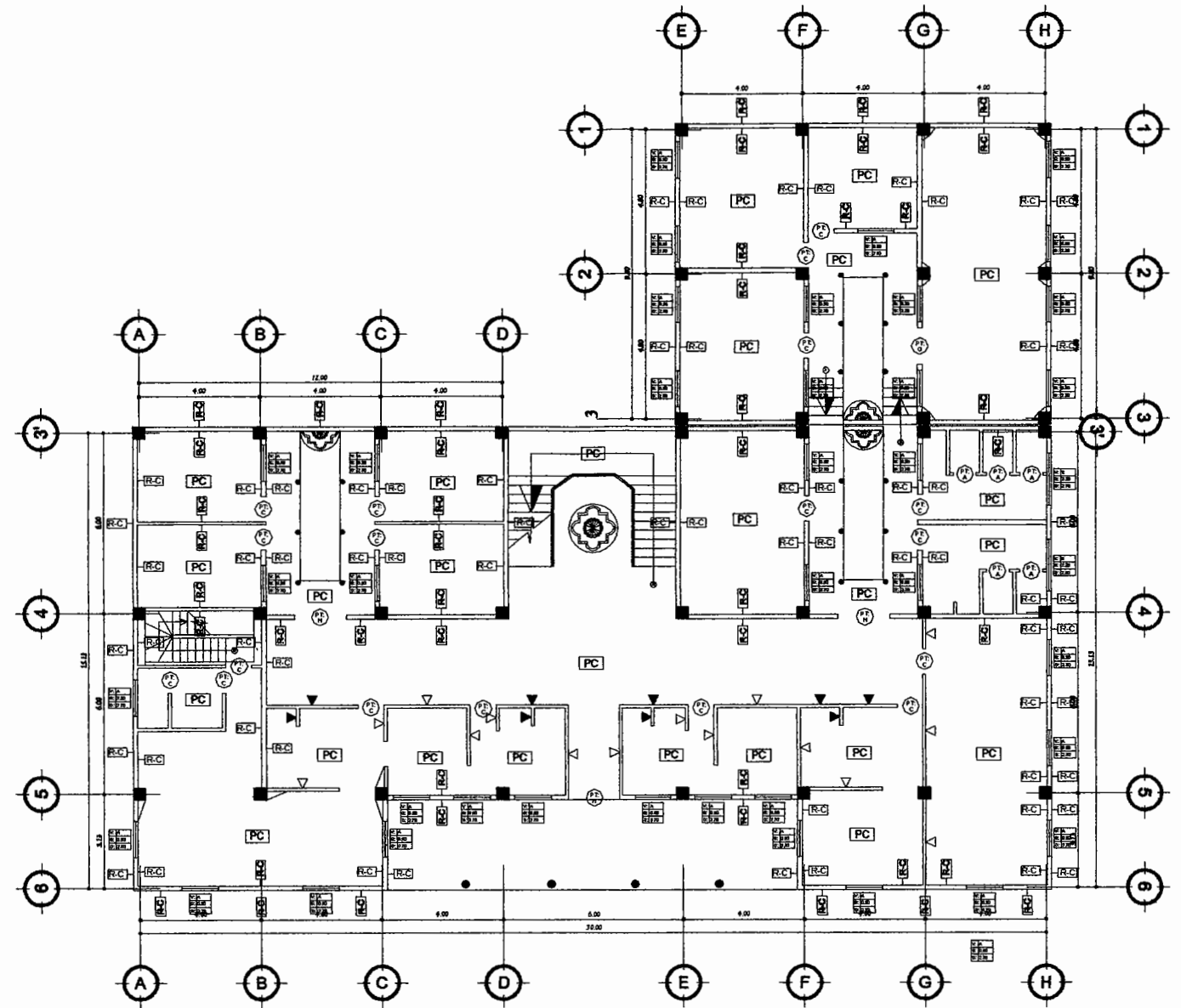
ACSESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2010

HOJA  
**08**  
**14**



**PLANTA DE ACABADOS**  
PRIMER NIVEL



**PLANTA DE ACABADOS**  
SEGUNDO NIVEL

**SIMBOLOGIA**

	VENTANA TIPO
	PUERTA TIPO
	MURO DE TABLAYESO h = 2.10
	MURO DE TABLAYESO h = 0.90
	TORTA DE CEMENTO
	PISO CERÁMICO
	REPELLO MAS CERNIDO

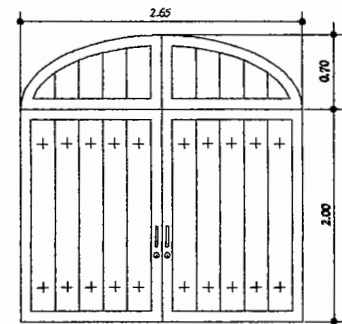
**PLANILLA DE PUERTAS**

TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO
P-A	5	0.75	2.10
P-B	3	0.80	2.10
P-C	32	0.85	2.10
P-D	1	1.00	2.10
P-E	3	1.05	2.10
P-F	2	1.10	2.10
P-G	4	1.20	2.10
P-H	6	1.70	2.50
P-I	2	1.20	2.35

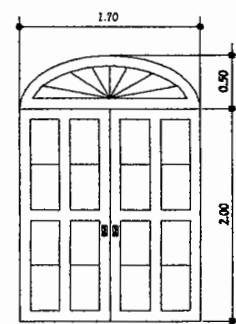
**PLANILLA DE VENTANAS**

TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	SILLAR	DINTEL
V-A	70	1.20	1.80	0.90	2.70
V-B	4	1.73	0.50	2.20	2.70
V-C	1	1.20	0.50	2.20	2.70

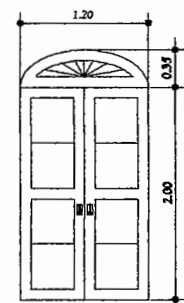
**NOTA:**  
LOS MATERIALES A USAR EN LAS PUERTAS P-H + I ES MADERA DE CEDRO Y VIDRIO DE 5 MM, DEBEN DEJARSE DEL COLOR DE LA MADERA Y APLICARSE UN RECUBRIMIENTO DE FOLIURETANO. LAS PUERTAS TIPO P-A, B, C, D, E, F, G, O DEBEN SER CHARPADAS, A ESTAS SE LES APLICARA UN TINTE COLOR CEDRO Y UN RECUBRIMIENTO DE BARNIZ. EL PORTON TAMBIEN DEBE SER DE MADERA DE CEDRO CON UN RECUBRIMIENTO DE FOLIURETANO. LAS VENTANAS TAMBIEN DEBEN SER DE MADERA DE CEDRO Y VIDRIO DE 5 MM SIN TINTE Y CON RECUBRIMIENTO DE FOLIURETANO. LAS VENTANAS TIPO V-B Y C, DEBEN SER TIPO SIFÓN.



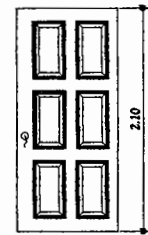
**ELEVACION**  
P-I



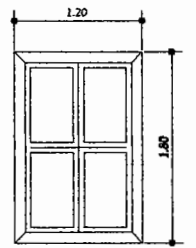
**ELEVACION**  
P-H



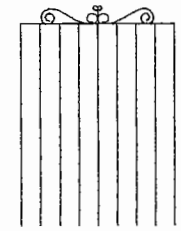
**ELEVACION**  
P-G



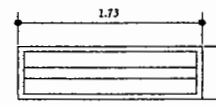
**ELEVACION**  
P-F



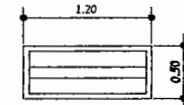
**ELEVACION**  
V-A



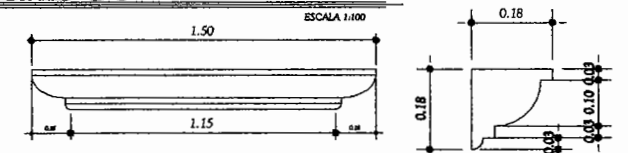
**ELEVACION**  
V-B



**ELEVACION**  
V-C



**ELEVACION**  
V-D



**DETALLE SILLAR**  
VENTANA V-A SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

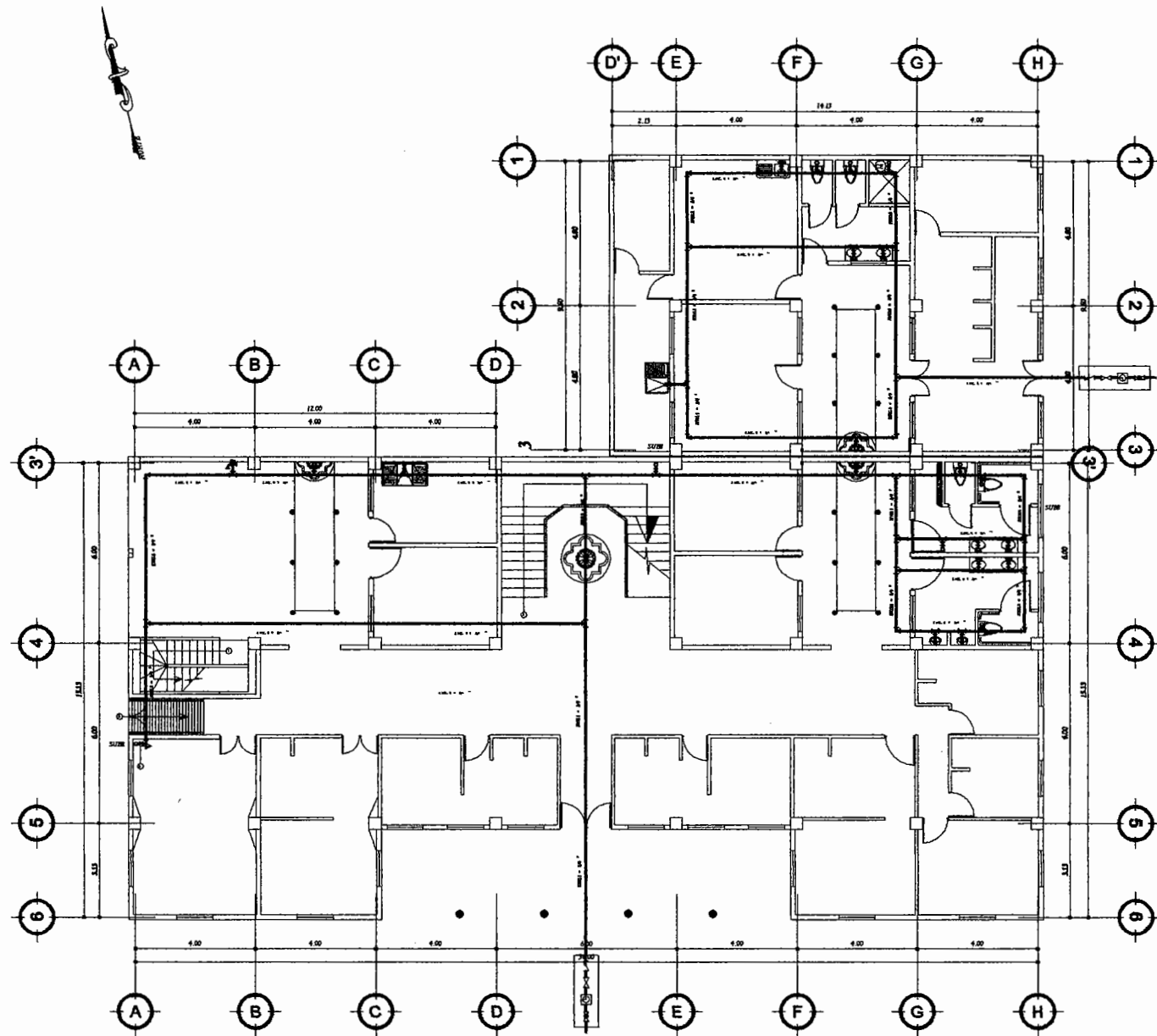
CONTENIDO:  
**PLANTAS DE ACABADOS**

ESTUDIANTE: **JHEYSON MANUEL ZEPEDA CRAM** CARNET: 2001-17651

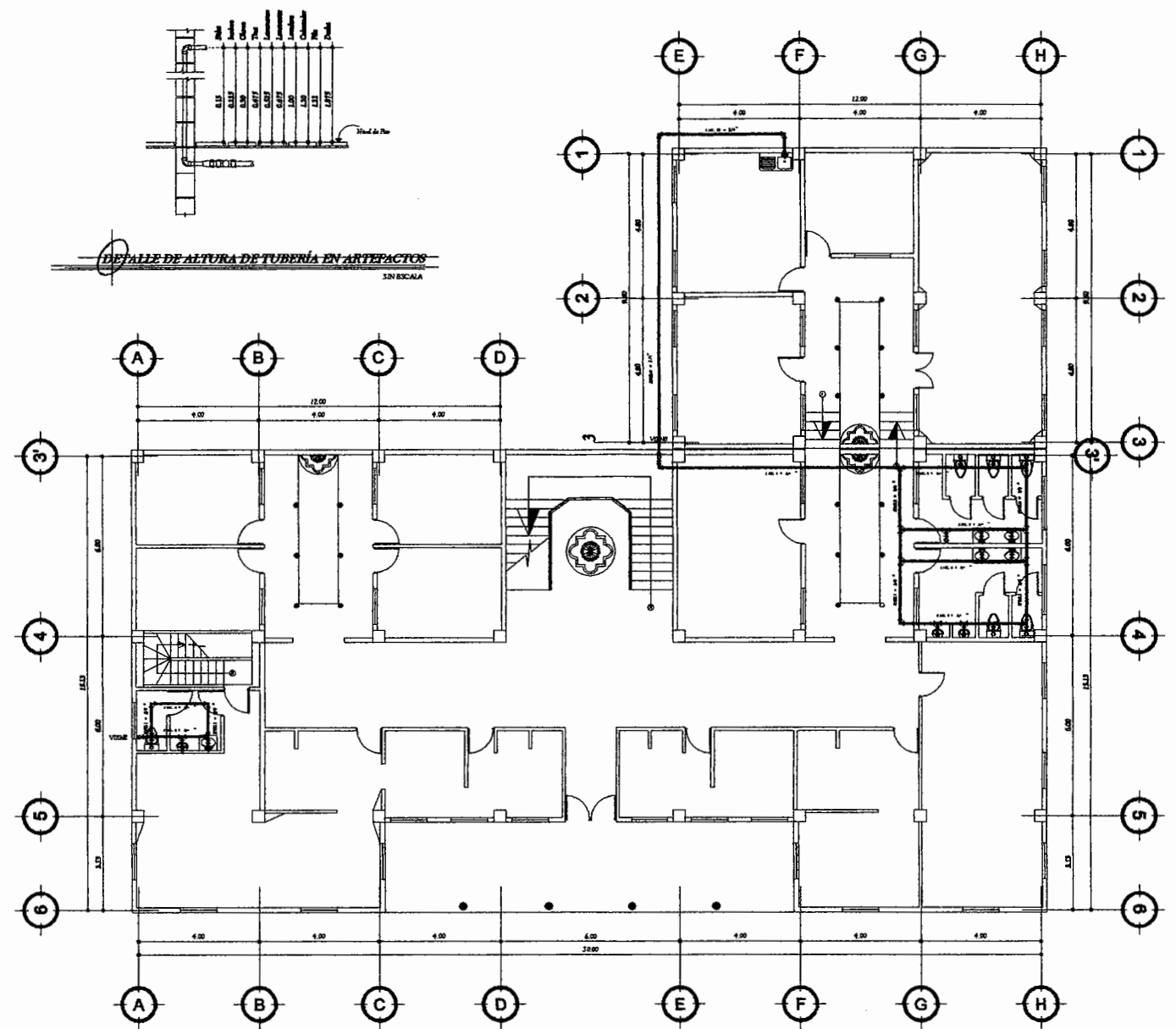
DISEÑO: J.M.Z.CH.  
CALCULO: J.M.Z.CH.  
DIBUJO: J.M.Z.CH.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS  
ING. ALFREDO ARRIOLA ALCALDE MUNICIPAL  
HOIA  
**09**  
**14**





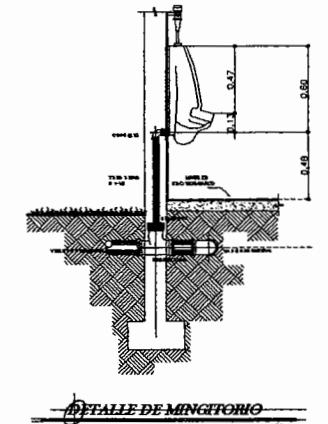
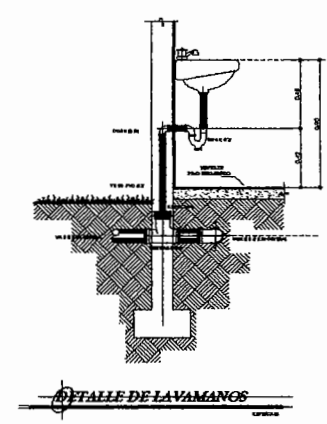
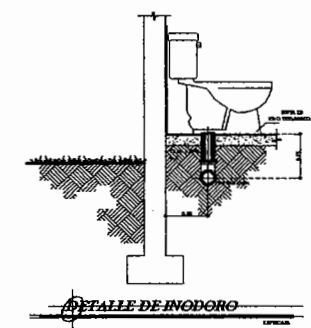
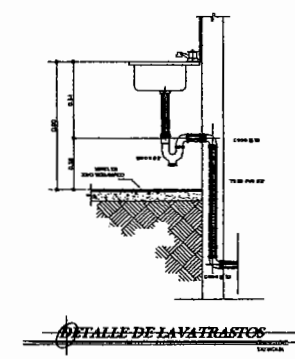
**PLANTA DE INSTALACIÓN AGUA POTABLE**  
PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



**PLANTA DE INSTALACIÓN AGUA POTABLE**  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CRUZ DE PVC		VALVULA DE GLOBO
	TE DE PLANTA		CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA DE 3/4" A 1 1/2"
	TE DE PVC PERFIL		VALVULA DE COMPUERTA O INDICADA
	CODO PVC 90° PLANTA		VALVULA DE RETENCIÓN O CHEQUE
	CODO PVC 90° PERFIL		TUBO PVC #3/4" O INDICADO PARA AGUA CALIENTE
	GRIFO PARA MANGUERA PERFIL		CALENTADOR PARA AGUA ELÉCTRICO

**NOTAS:**  
 - LAS VALVULAS DEBERAN SER INSTALADAS DENTRO DE UNA CAJA SON: LLAVE DE PASE, LLAVE DE GLOBO Y EL CONTADOR.  
 - EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION ED DE 3/4" Y EL ABASTO PARA ARTEFACTOS SON DE 1/2".  
 - LAS UNIONES ENTRE TUBERIA Y ACCESORIOS DE PVC SE HARAN CON CEMENTO SOLVENTE DE SECADO RAPIDO, SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE DEL PRODUCTO, EN LAS UNIONES DE ROSCA SE UTILIZARA CINTA TEFLON.



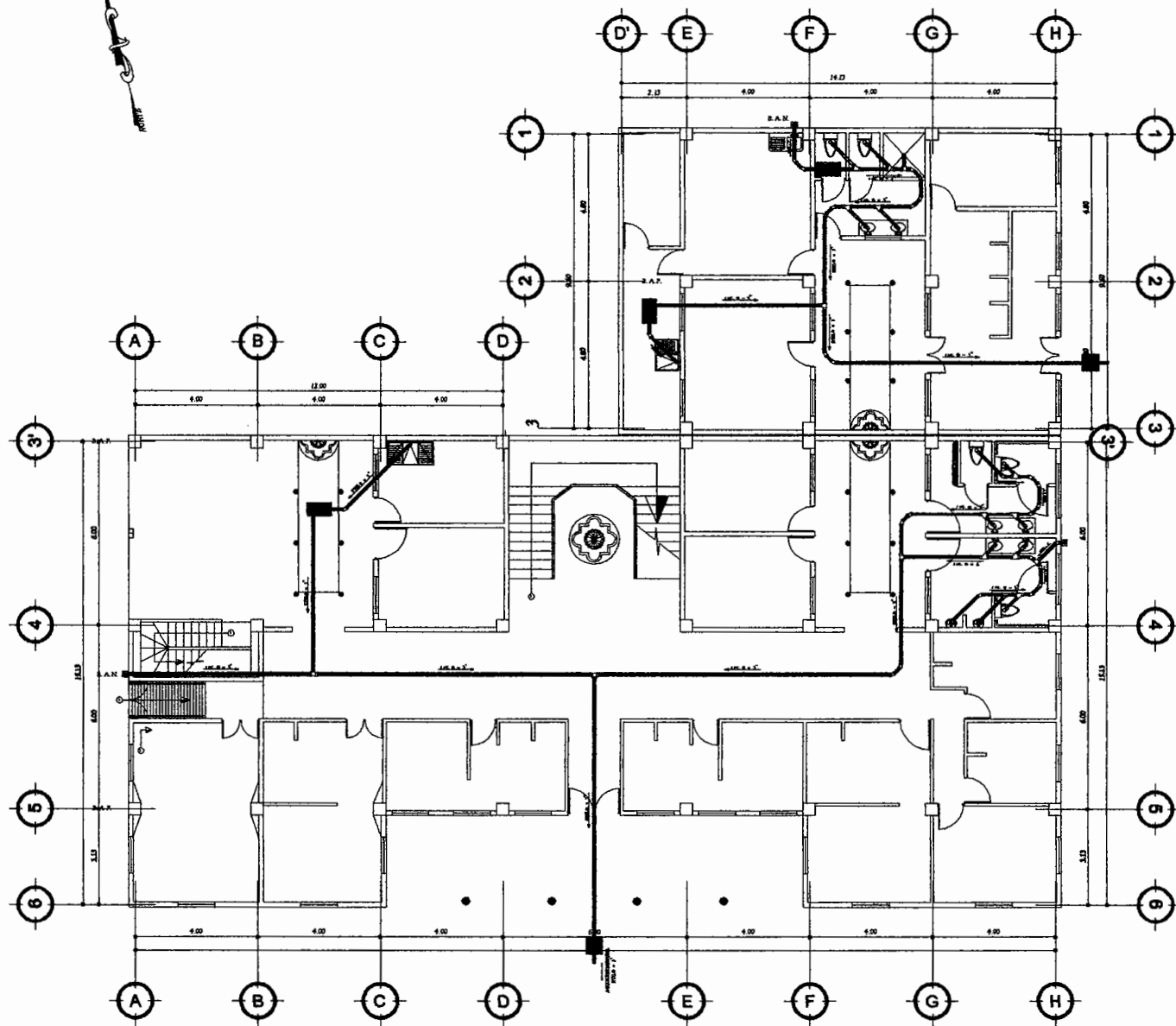
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
 PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA  
 CONTENIDO: PLANTAS AMUEBLADAS

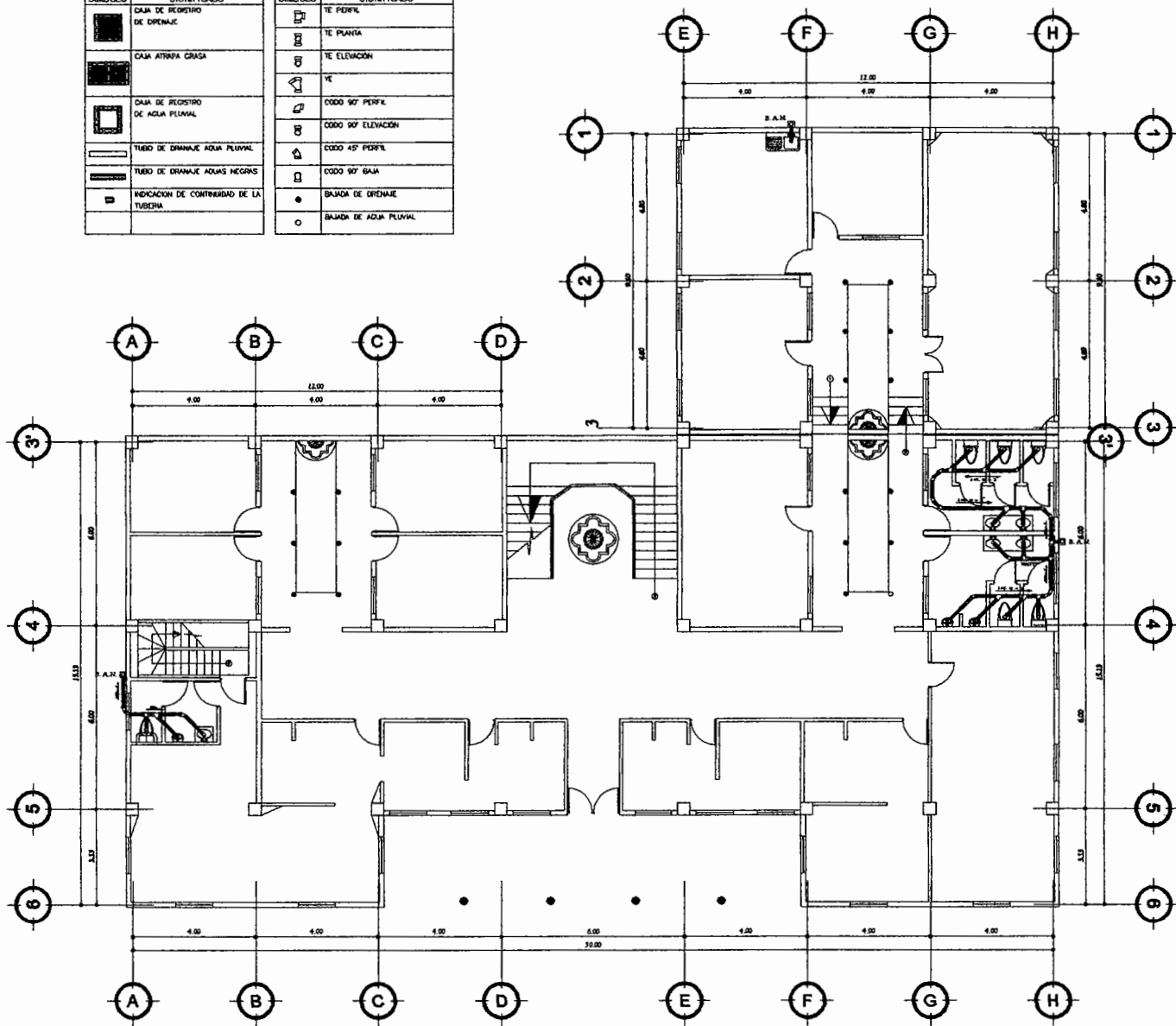
DISEÑO: J.M.Z.CH.  
 CALCULO: J.M.Z.CH.  
 DIBUJO: J.M.Z.CH.  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: SEPTIEMBRE 2010

ESTUDIANTE: JHEYSON MANUEL SEPÉDACHAU  
 CARNET: 2001-17851  
 HOJA 10/14  
 ASesoría SUPERVISADA DE EPS  
 Unidad de Ingeniería y EPS  
 ING. ALFREDO AGUILLAGA  
 P.A. MARGARITA DE LA SANTIQUIDAD

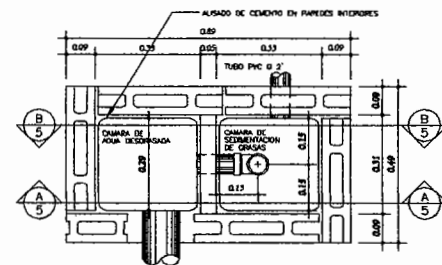
SIMBOLOGIA DE DRENAJES			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE		TE PISALTA
	CAJA ATRAPA GRASA		TE ELEVACION
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		CODEO 90° PERFOR
	TUBO DE DRENAJE AGUA PLUVIAL		CODEO 90° ELEVACION
	TUBO DE DRENAJE AGUAS NEGROS		CODEO 45° PERFOR
	INDICACION DE CONTINUIDAD DE LA TUBERIA		CODEO 90° BAJA
			BAJADA DE DRENAJE
			BAJADA DE AGUA PLUVIAL



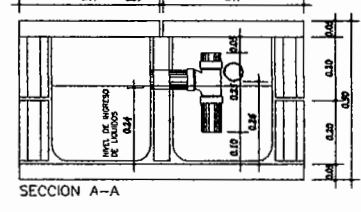
**PLANTA DE INSTALACIÓN DRENAJES**  
PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



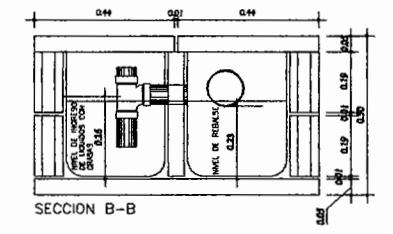
**PLANTA DE INSTALACIÓN DRENAJES**  
SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100



PLANTA CAJA ATRAPAGRASA



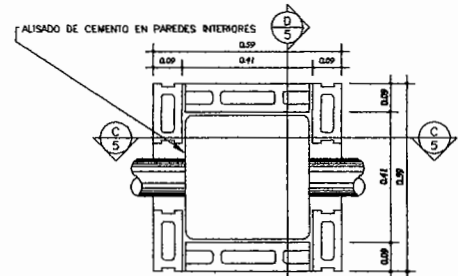
SECCION A-A



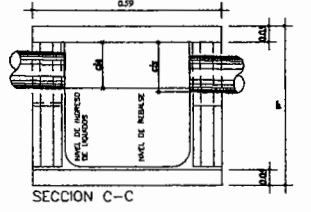
SECCION B-B



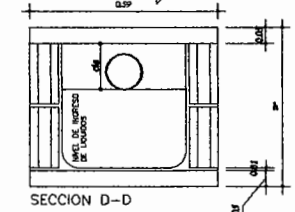
DETALLE DE CORTINA DE CONCRETO PARA CAJA ATRAPAGRASA



PLANTA CAJA DE REGISTRO



SECCION C-C



SECCION D-D

**ESPECIFICACIONES TECNICAS:**  
 PARA RED GENERAL DE DRENAJES (AGUAS SERVIDAS Y PLUVIALES), UTILIZAR TUBERIA DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC).  
 PENDIENTE TUBERIA AGUAS NEGROS 3%  
 PENDIENTE TUBERIA AGUAS PLUVIALES 2%  
**NOTA:**  
 LAS TUBERIAS NO DEBERAN COLOCARSE SOBRE NINGUNA COLUMNA ESTRUCTURAL, NI TAMPOCO ATRAVESAR SOBRE VIGAS.  
 TODAS LAS TUBERIAS SE DEBERAN COLOCAR A UN LADO DE LOS MARCOS ESTRUCTURALES.

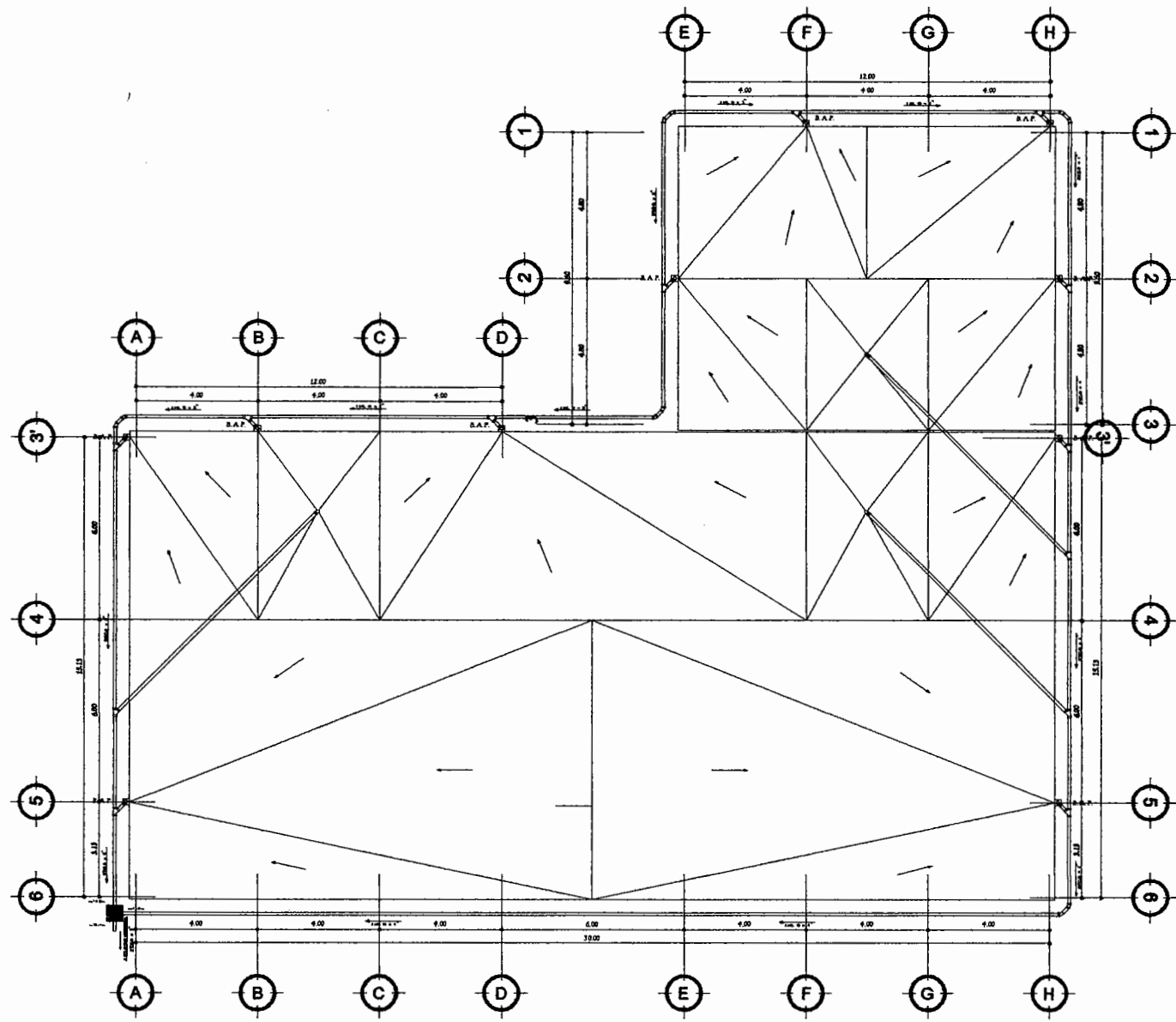


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
 PROYECTO:  
**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

CONTENIDO: **PLANTAS DE DRENAJES Y DETALLE DE CAJAS**  
 ESTUDIANTE: **JHEYSON MANUEL ZEPEDA CHAU** CARNET: 2001-17651  
 ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS: **ING. ALFREDO ARROYAVEGA**  
 Unidad de Ingeniería y EPS  
 P.A. MARGARITA MORA  
 Unidad de Ingeniería

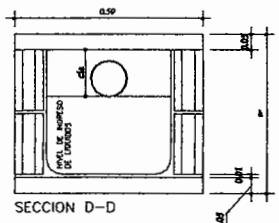
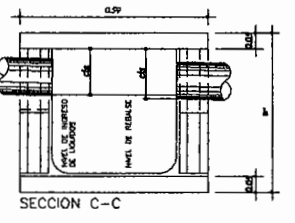
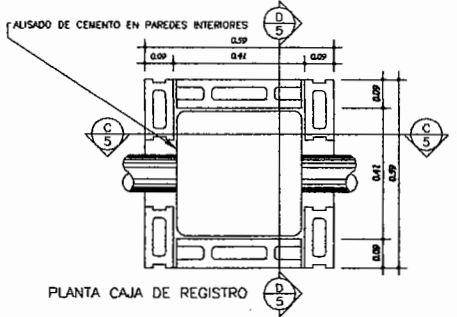
DISEÑO: **J.M.Z.CH.**  
 CALCULO: **J.M.Z.CH.**  
 DIBUJO: **J.M.Z.CH.**  
 ESCALA: **INDICADA**  
 FECHA: **SEPTIEMBRE 2010**



**PLANTA DE TECHO**  
DRENAJE PLUVIAL

ESCALA 1:100

SIMBOLOGIA DE DRENAJES			
SIMBOLO	SIGNIFICADO	SIMBOLO	SIGNIFICADO
[Symbol]	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE	[Symbol]	TE PERFE
[Symbol]	CAJA ATARRA GRAGA	[Symbol]	TE PLANTA
[Symbol]	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL	[Symbol]	TE ELEVACION
[Symbol]	TUBO DE DRENAJE AGUA PLUVIAL	[Symbol]	TE
[Symbol]	TUBO DE DRENAJE AGUAS NEGRAS	[Symbol]	COUDO 90° PERFE
[Symbol]	INDICACION DE CONTINUIDAD DE LA TUBERIA	[Symbol]	COUDO 90° ELEVACION
		[Symbol]	COUDO 45° PERFE
		[Symbol]	COUDO 90° BAJA
		[Symbol]	BAJADA DE DRENAJE
		[Symbol]	BAJADA DE AGUA PLUVIAL



**ESPECIFICACIONES TECNICAS:**  
 PARA RED GENERAL DE DRENAJES (AGUAS SERVIDAS Y PLUVIALES), UTILIZAR TUBERIA DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC).  
 PENDIENTE TUBERIA AGUAS NEGRAS 3%  
 PENDIENTE TUBERIA AGUAS PLUVIALES 2%  
**NOTA:**  
 LAS TUBERIAS NO DEBERAN COLOCARSE SOBRE NINGUNA COLUMNA ESTRUCTURAL, NI TAMPOCO ATRAVESAR SOBRE VIGAS.  
 TODAS LAS TUBERIAS SE DEBERAN COLOCAR A UN LADO DE LOS MARCOS ESTRUCTURALES.



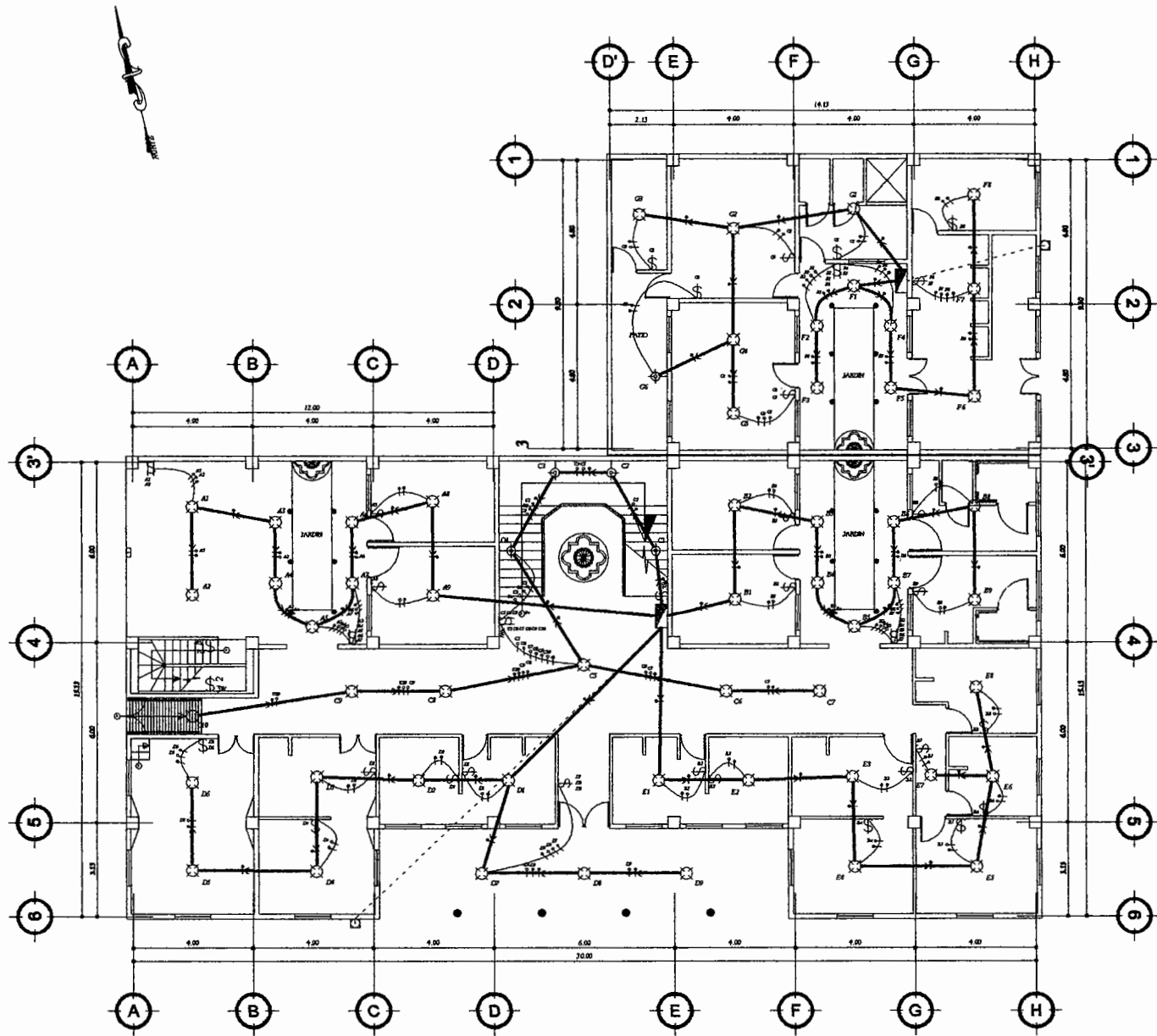
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
 PROYECTO:  
**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

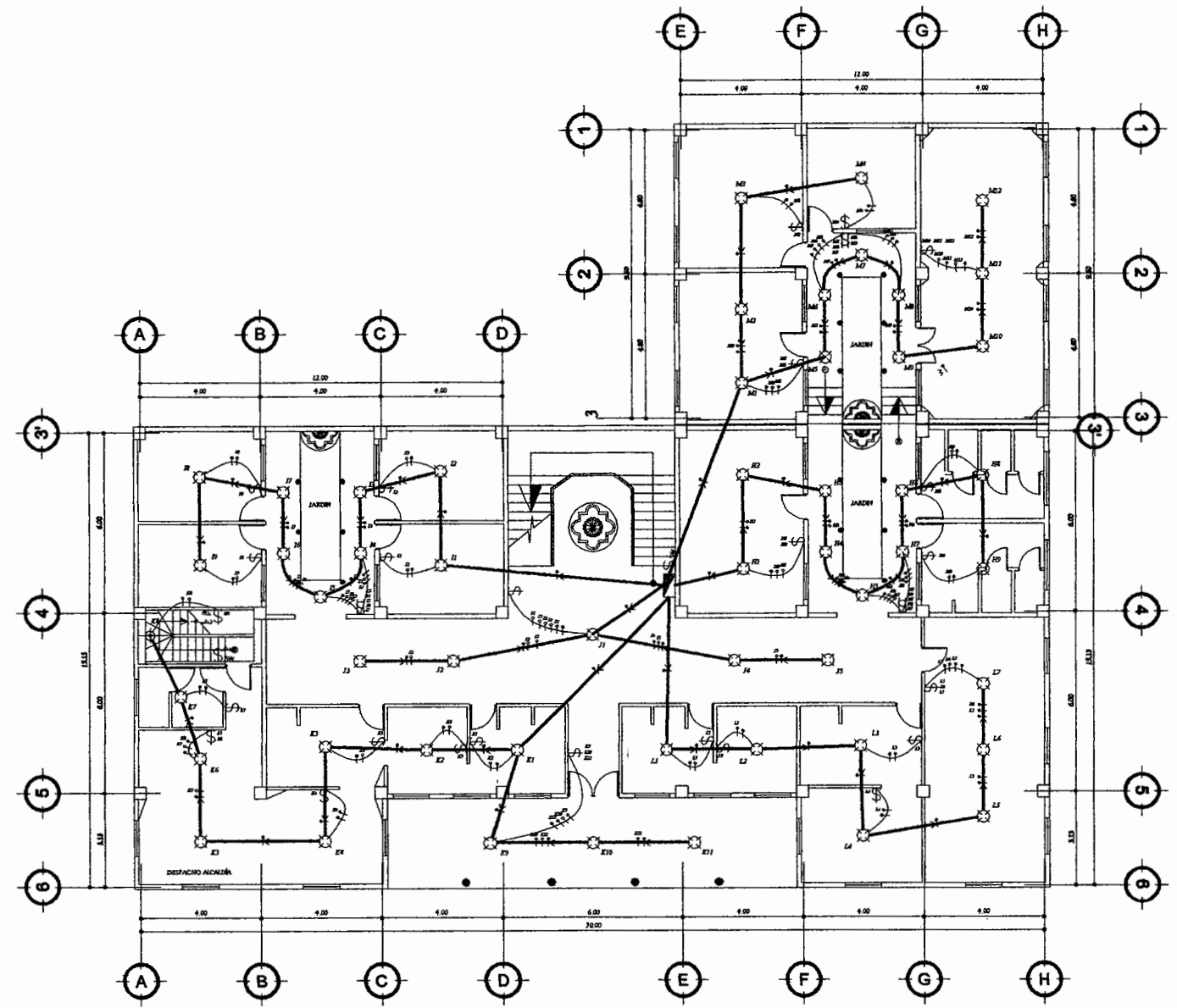
CONTENIDO: **PLANTAS DE DRENAJES Y DETALLE DE CAJAS**

DISEÑO: J.M.Z.CH.  
 CALCULO: J.M.Z.CH.  
 DIBUJO: J.M.Z.CH.  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: SEPTIEMBRE 2010

ESTUDIANTE: JHESSY MANUEL SEPÉDACHAN  
 CARNET: 2001-17651  
 ASesor (A) SUPERVISOR (A) DE EPS  
 Unidad de Asesorías de Ingeniería y EPS  
 P.A. MARGARITA...  
 HOJA 12 / 14



**PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA ILUMINACIÓN**  
PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



**PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA ILUMINACIÓN**  
PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100

**SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN**

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
1-2	ILUMINACIÓN EN CIELO	2	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
1-2	ILUMINACIÓN EN PARED TIPO PLAFONERO H=1.80 S.N.P.T.	1-2	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
1-2	ILUMINACIÓN PARA PROYECTORES (REFLECTORES)	1,2,3	INTERRUPTOR TRIPLE H=1.20 S.N.P.T.
1-2	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO	1-2,3	INTERRUPTOR THREE WAY(3 VIAS) SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
1-2	LÍNEA DE PUENTE CALIBRE 12 TW O INDICADO	1-2	INTERRUPTOR Y TOMACORRIENTE Y LAMPARA SIMPLE. H=1.20 S.N.P.T.
1-2	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO	1-2	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
1-2	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW O INDICADO	1-2	CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
1-2	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA	1-2	SALIDA DE INSTALACIÓN DE TIMBRE H=1.80 S.N.P.T.
1-2	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED	1-2	PULSOR DE TIMBRE H=1.20 S.N.B.T.
1-2	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO		

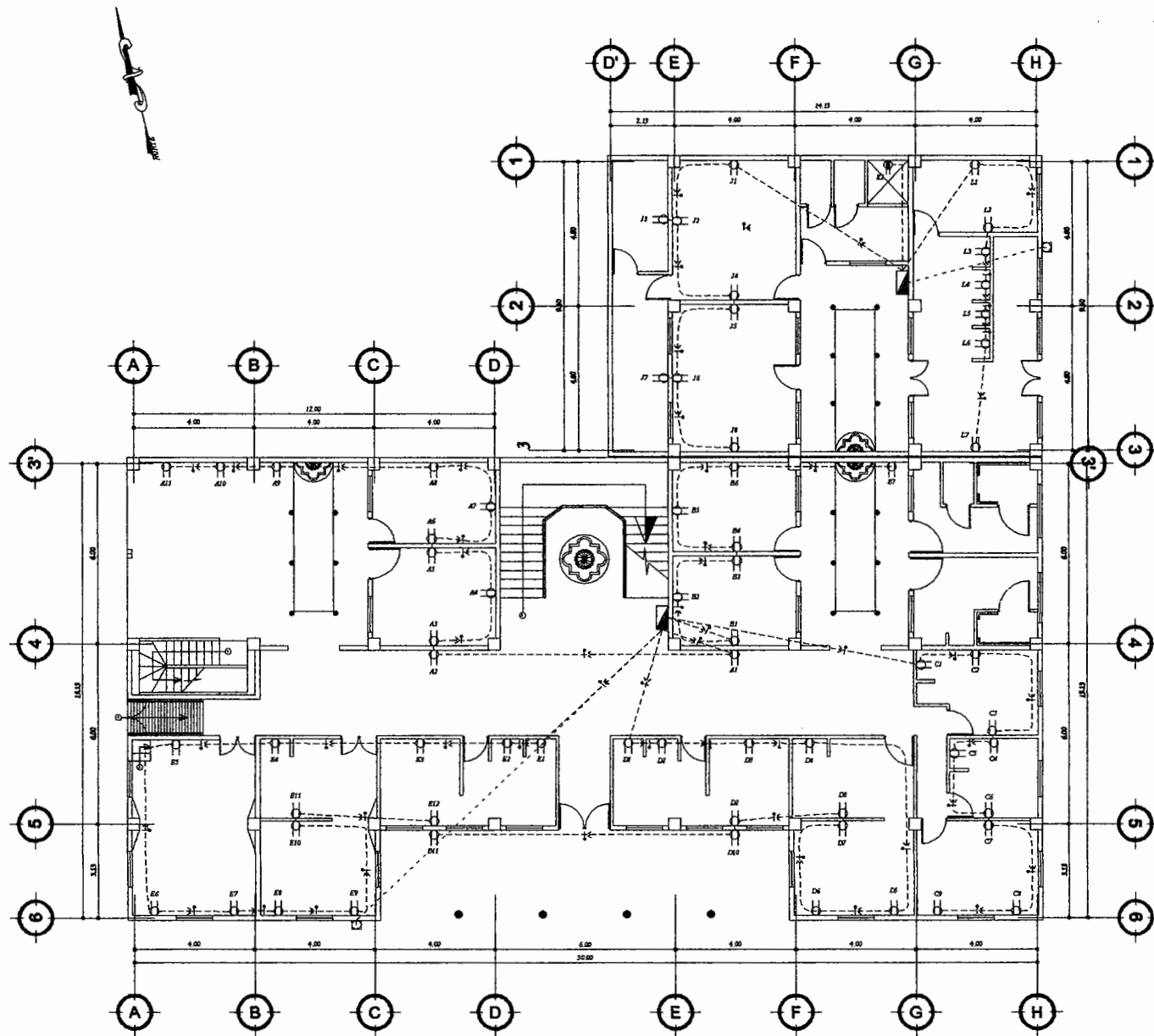


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
PROYECTO:  
**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA  
MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

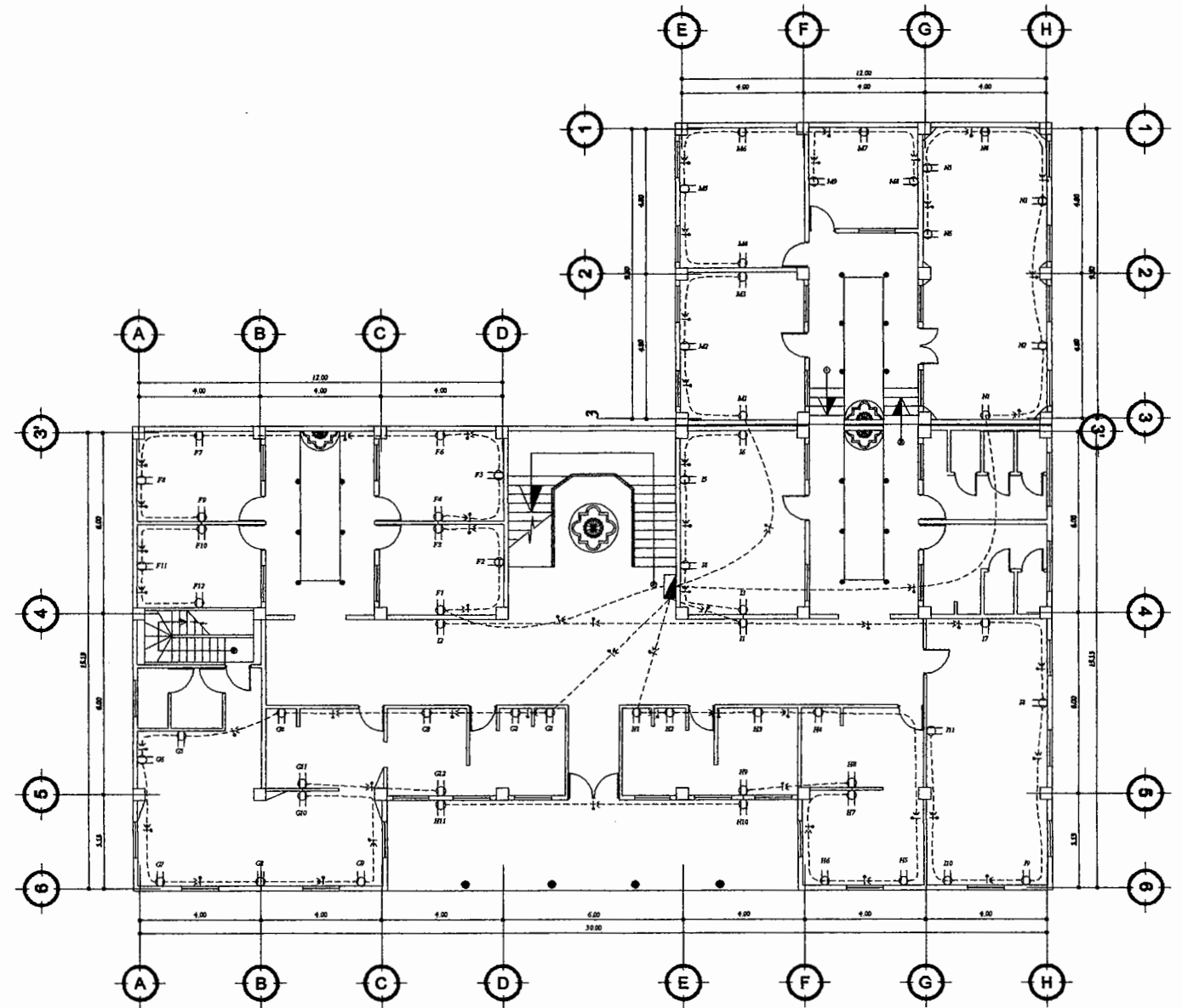
CONTENIDO: **PLANTAS ELÉCTRICAS ILUMINACIÓN**  
ESTUDIANTE: **JHEISON MANUEL REPEDACHAU** BARNET: 2001-17851  
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
P.A. MARGARITA MEJIA  
Escuela de Ingeniería Eléctrica

DISEÑO: **J.M.Z.CH.**  
CALCULO: **J.M.Z.CH.**  
DIBUJO: **J.M.Z.CH.**  
ESCALA: **INDICADA**  
FECHA: **SEPTIEMBRE 2010**



**PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA FUERZA**  
PRIMER NIVEL

ESCALA 1:100



**PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA FUERZA**  
PRIMER NIVEL

ESCALA 1:100

**SIMBOLOGÍA DE FUERZA**

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO		TOMACORRIENTE SALIDA PARA DUCHA 120 V. H=2.00 S.N.P.T.
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO		TOMACORRIENTE SIMPLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
	LÍNEA DE TIERRA CALIBRE 12 TW O INDICADO		TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED		CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO		

**NOTA:**

- SE COLOCARÁN TRES CAJAS DE DISTRIBUCIÓN UNA EN EL PRIMER NIVEL DE LA MUNICIPALIDAD, UNA EN EL PRIMER NIVEL DEL MÓDULO DESTINADO A LA POLICÍA Y UNA PARA TODO EL SEGUNDO NIVEL.

- LA PRIMERA DEBE SER PARA 12 UNIDADES, LA SEGUNDA DE 6 Y LA TERCERA DE 14 RESPECTIVAMENTE.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

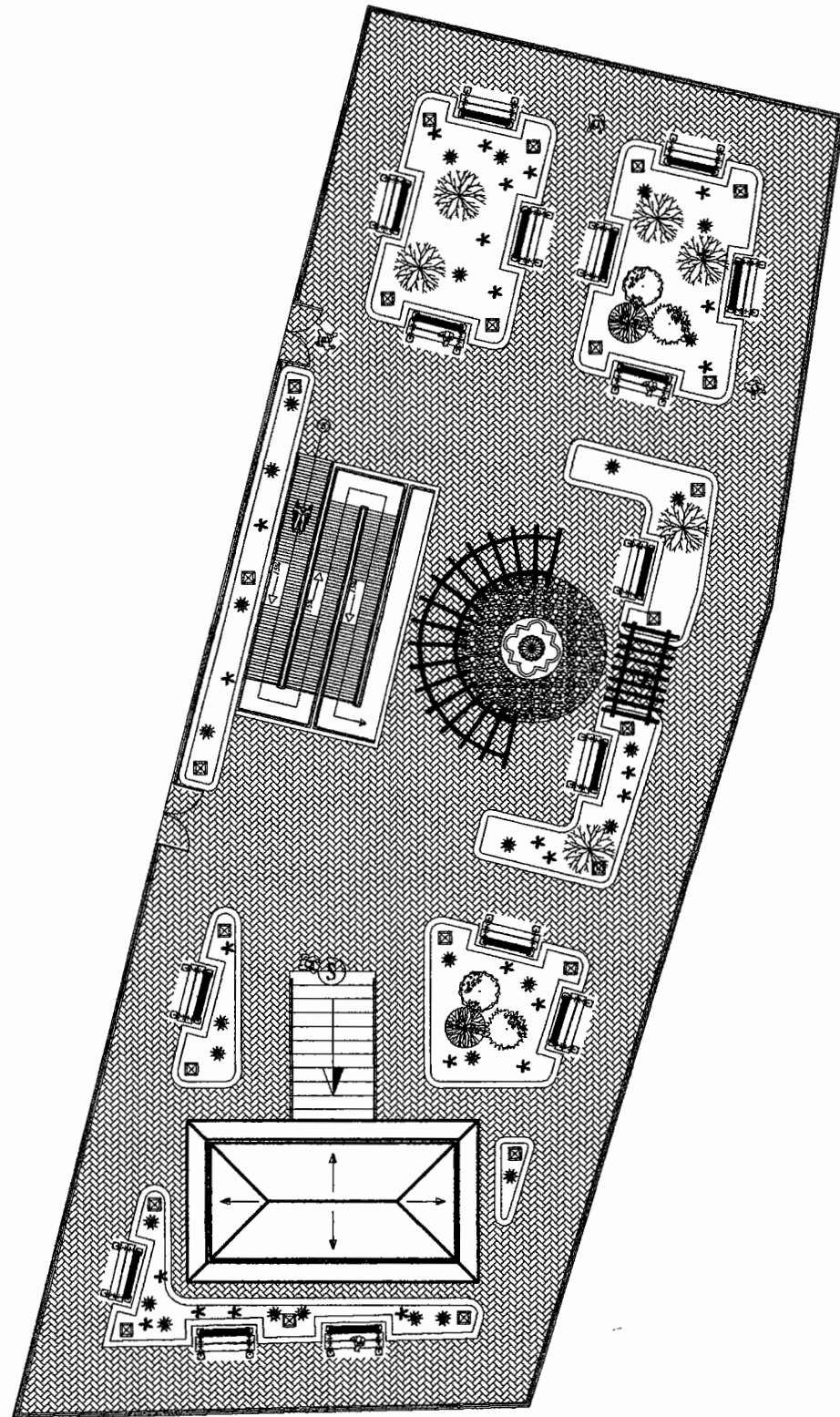
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
PROYECTO:  
**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

CONTENIDO: **PLANTAS ELECTRICAS FUERZA**  
ESTUDIANTE: JHEYSY MANUEL ZEPEDA CHAU  
ASESOR SUPERVISOR(A) DE EPS: P.A. MARGARITO ROSA  
Unidad Práctica de Ingeniería y EPS

DISEÑO: J.M.Z.CH.  
CALCULO: J.M.Z.CH.  
DIBUJO: J.M.Z.CH.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

HOJA  
**14**  
**14**





**PLANTA DE ARQUITECTURA**  
PARQUE CENTRAL

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO

PROYECTO:  
**DISEÑO PARQUE CENTRAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE  
SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

CONTENIDO: **PLANTA DE ARQUITECTURA**

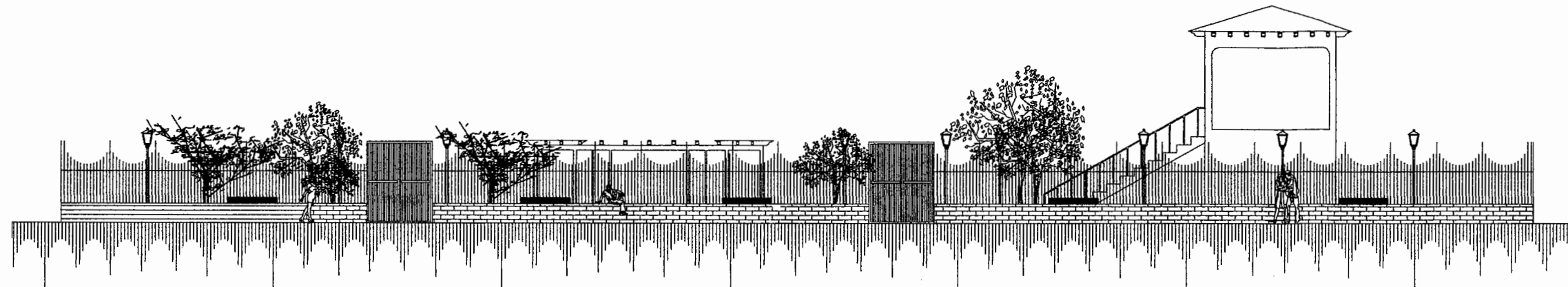
ESTUDIANTE: **JHEYSON MAXIMILIANO ZEPEDA CHAU** CARNET: 2001-17651

Va. **ING. MARGARITO MELI** ASesor(a)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad Práctica de Ingeniería y EPS

ING. **MARGARITO MELI** P.A. MARGARITO MELI  
Unidad Práctica de Ingeniería y EPS

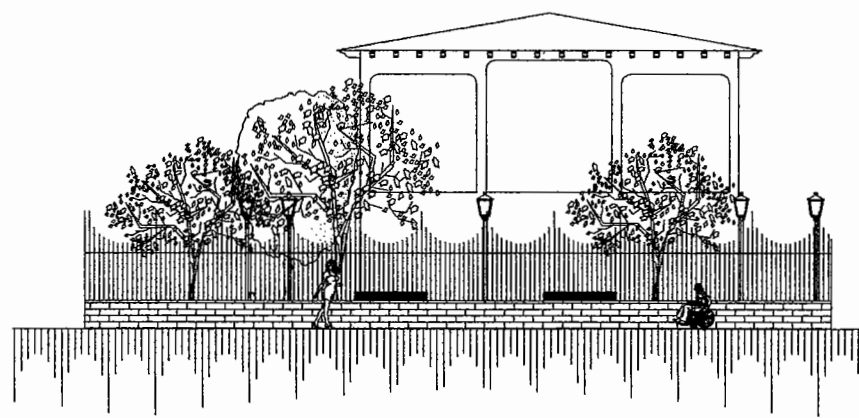
DISEÑO: J.M.Z.CH.  
CALCULO: J.M.Z.CH.  
DIBUJO: J.M.Z.CH.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

HOJA  
**01**  
**08**



**ELEVACIÓN OESTE**  
PARQUE CENTRAL

ESCALA 1:75



**ELEVACIÓN SUR**  
PARQUE CENTRAL

ESCALA 1:75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

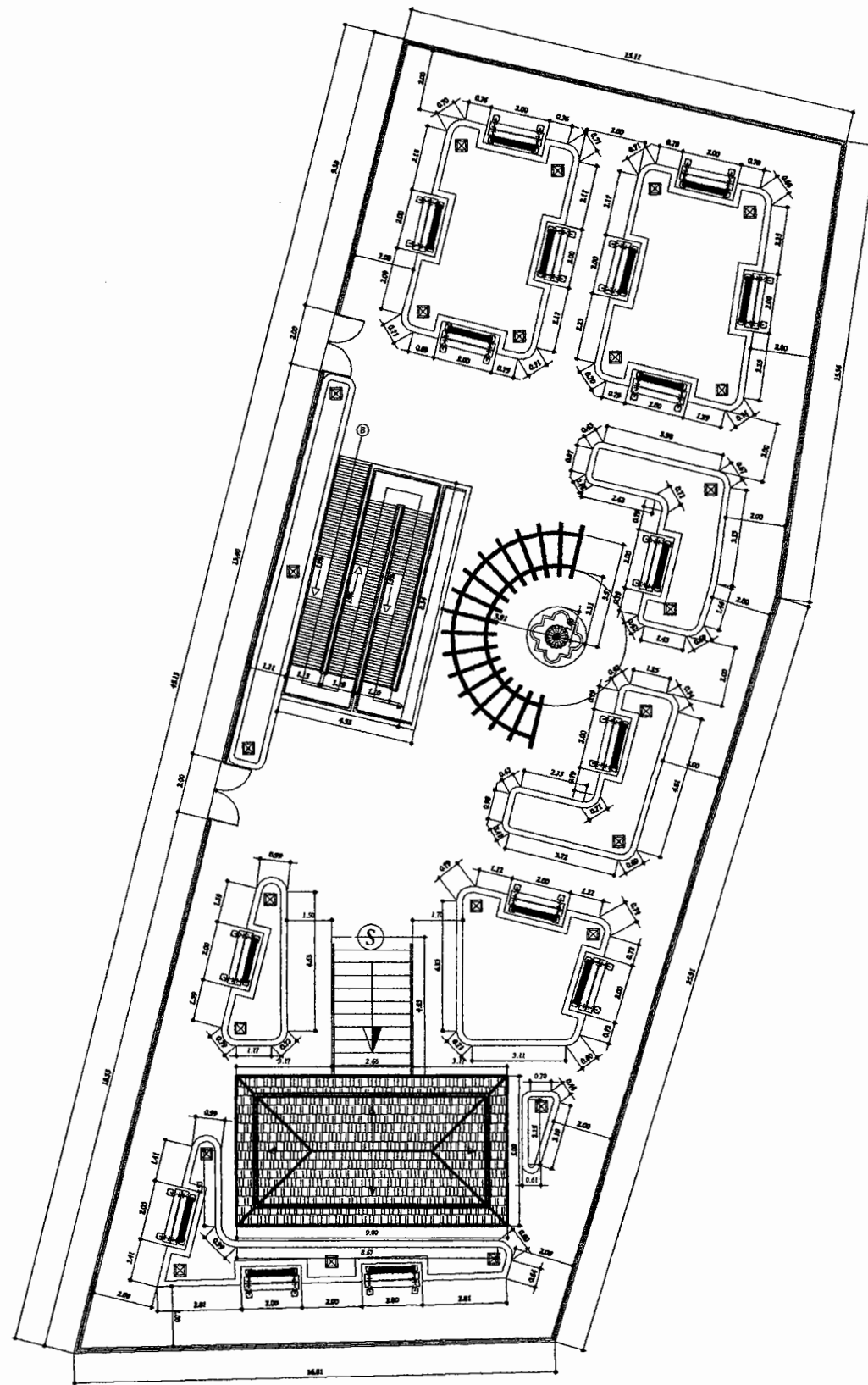
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
PROYECTO:  
DISEÑO PARQUE CENTRAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE  
SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA

CONTENIDO: ELEVACIONES  
ESTUDIANTE: Universidad de San Carlos de Guatemala  
JHEISON MANUEL ZEPEDA CHAU CARNÉ 17851  
VIA: ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

DISEÑO: J.M.Z.CH.  
CALCULO: J.M.Z.CH.  
DIBUJO: J.M.Z.CH.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

ING. ALFREDO ANSELMO FIGUEROA  
ASESOR EN INGENIERIA  
CALLE DE LA PAZ, SANTA ROSA, SANTA CRUZ NARANJO

HOJA  
**02**  
**08**



**PLANTA ACOTADA**  
 PARQUE CENTRAL  
 ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
 PROYECTO:  
**DISEÑO PARQUE CENTRAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE  
 SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

CONTENIDO: **PLANTA ACOTADA**

ESTUDIANTE: **JHEYSON MANDUJ ZEPEDA CHAN** CARNET: 2001-17651

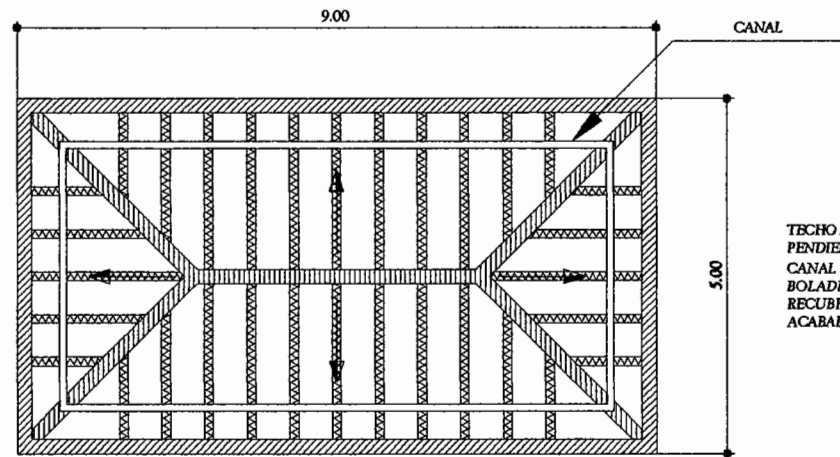
ASESOR(S) SUPERVISOR(A) DE EPS  
 Unidad de Ingeniería y EPS  
 ING. ALFREDO ARROYO LAGA P.A. MARGARITO MEZA  
 ALCALDE MUNICIPAL

Facultad de Ingeniería

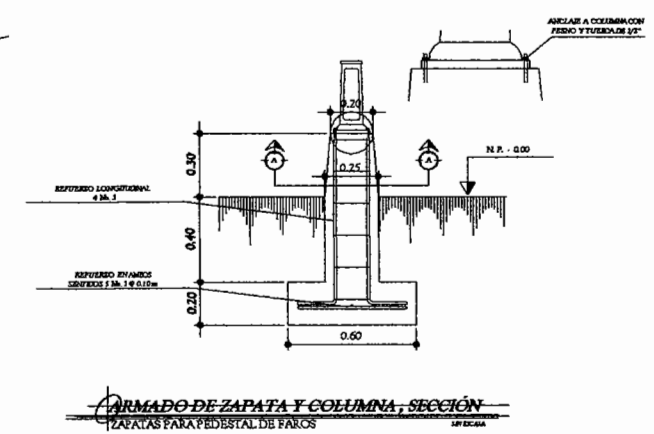
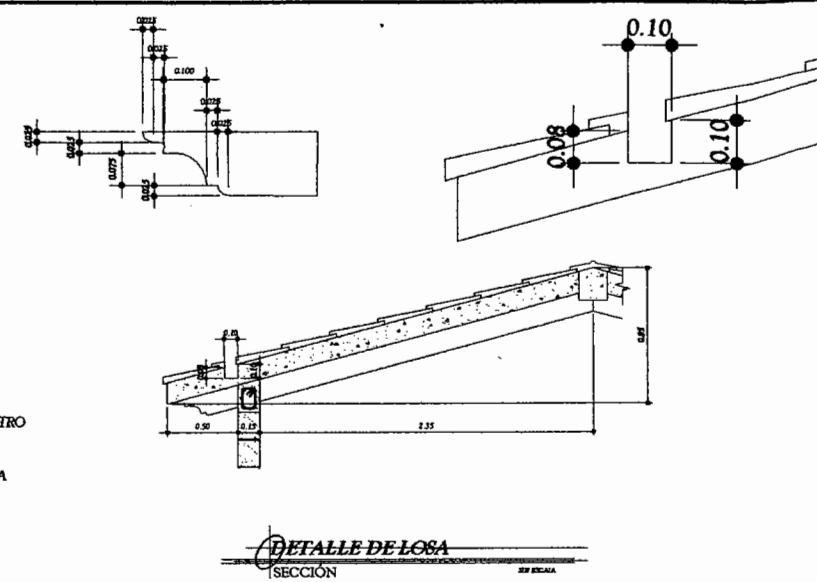
DISEÑO: J.M.Z.CH.  
 CALCULO: J.M.Z.CH.  
 DIBUJO: J.M.Z.CH.  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: SEPTIEMBRE 2010

HOJA  
**03**  
**08**

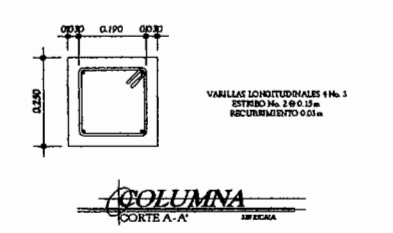
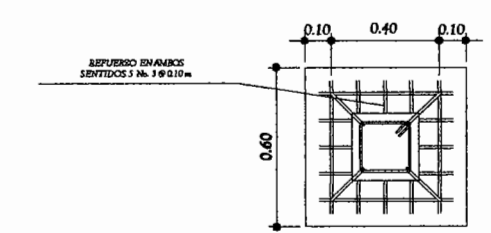
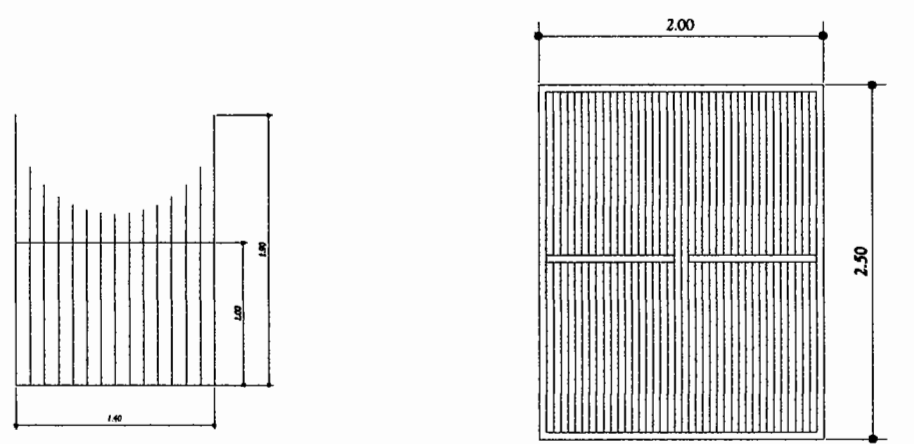




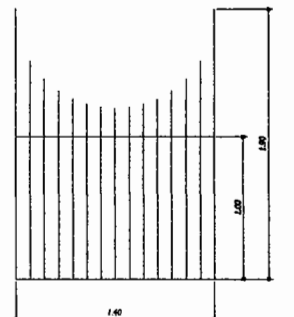
TECHO A CUATRO AGUAS  
PENDIENTE DEL 32%  
CANAL DE 10 CENTÍMETROS EN TODO EL PERÍMETRO  
BOLADIZO DE 50 CENTÍMETROS  
RECUBRIMIENTO DE TEJA  
ACABADO DE LOSA LISO Y MOLDURAS DE MADERA



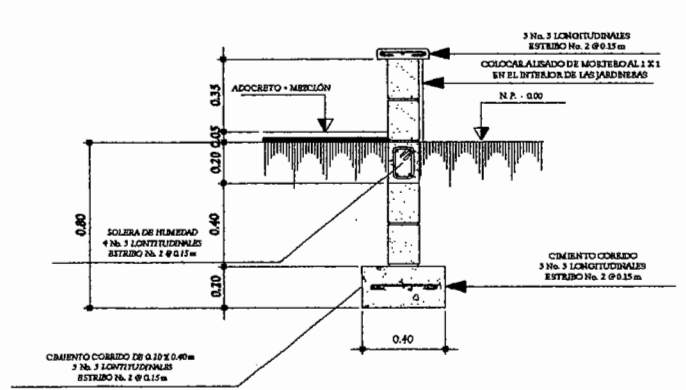
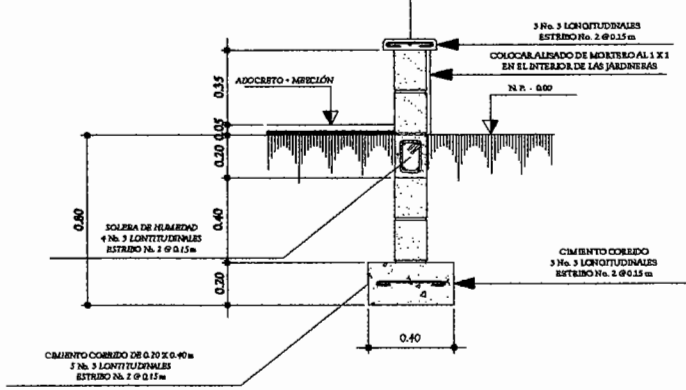
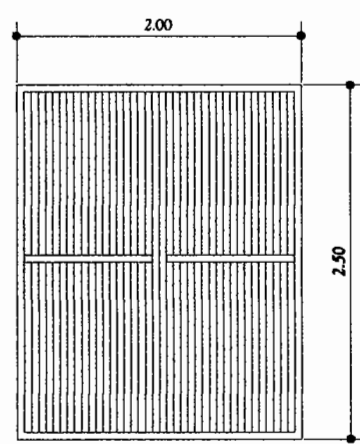
**PLANTA DE LOSA**  
KIOSCO



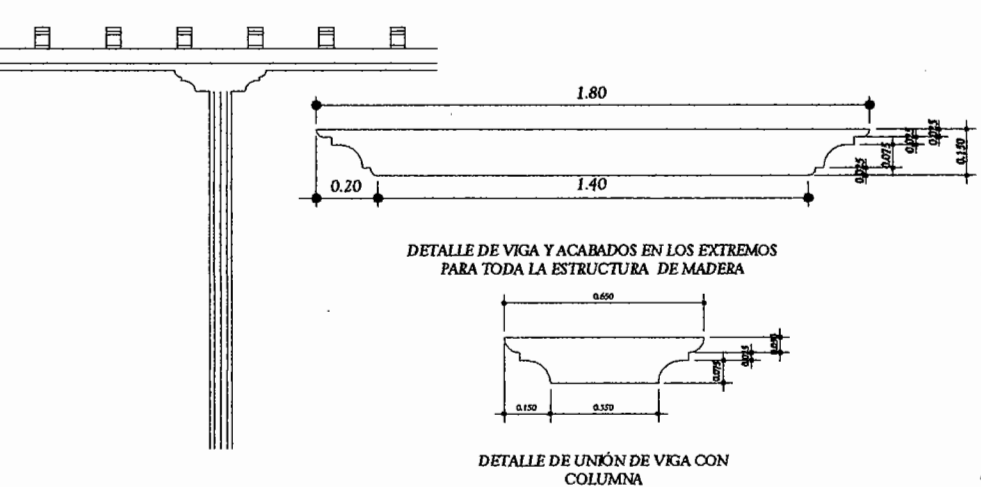
**DETALLE DE BARANDAL**  
SOBRE MURO PERIMETRAL



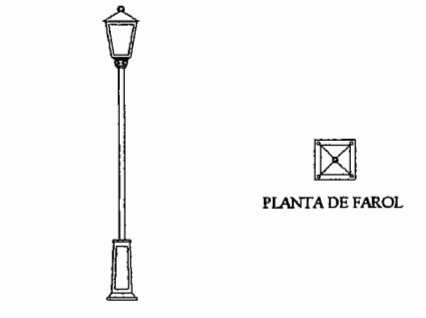
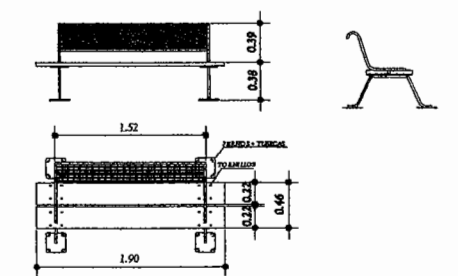
**ELEVACIÓN DE PORTÓN**  
PARQUE CENTRAL



**DETALLE DE MAMPOSTERÍA**  
MURO PERIMETRAL MÁS BARANDAL



**DETALLE DE MAMPOSTERÍA**  
JARDINERAS



**DETALLE DE PÉRGOLAS**  
PARQUE CENTRAL

**DETALLE DE BANCAS**  
PARQUE CENTRAL

**DETALLE DE FAROLES**  
PARQUE CENTRAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
PROYECTO:  
**DISEÑO PARQUE CENTRAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

CONTENIDO: **DETALLES**  
ESTUDIANTE: **JHEYSON ANTONIO ZEPEDA CHAU** CARNET: 2001-17851  
DISEÑO: **J.M.Z.CH.**  
CALCULO: **J.M.Z.CH.**  
DIBUJO: **J.M.Z.CH.**  
ESCALA: **INDICADA**  
FECHA: **SEPTIEMBRE 2010**

HOJA  
**04**  
**08**

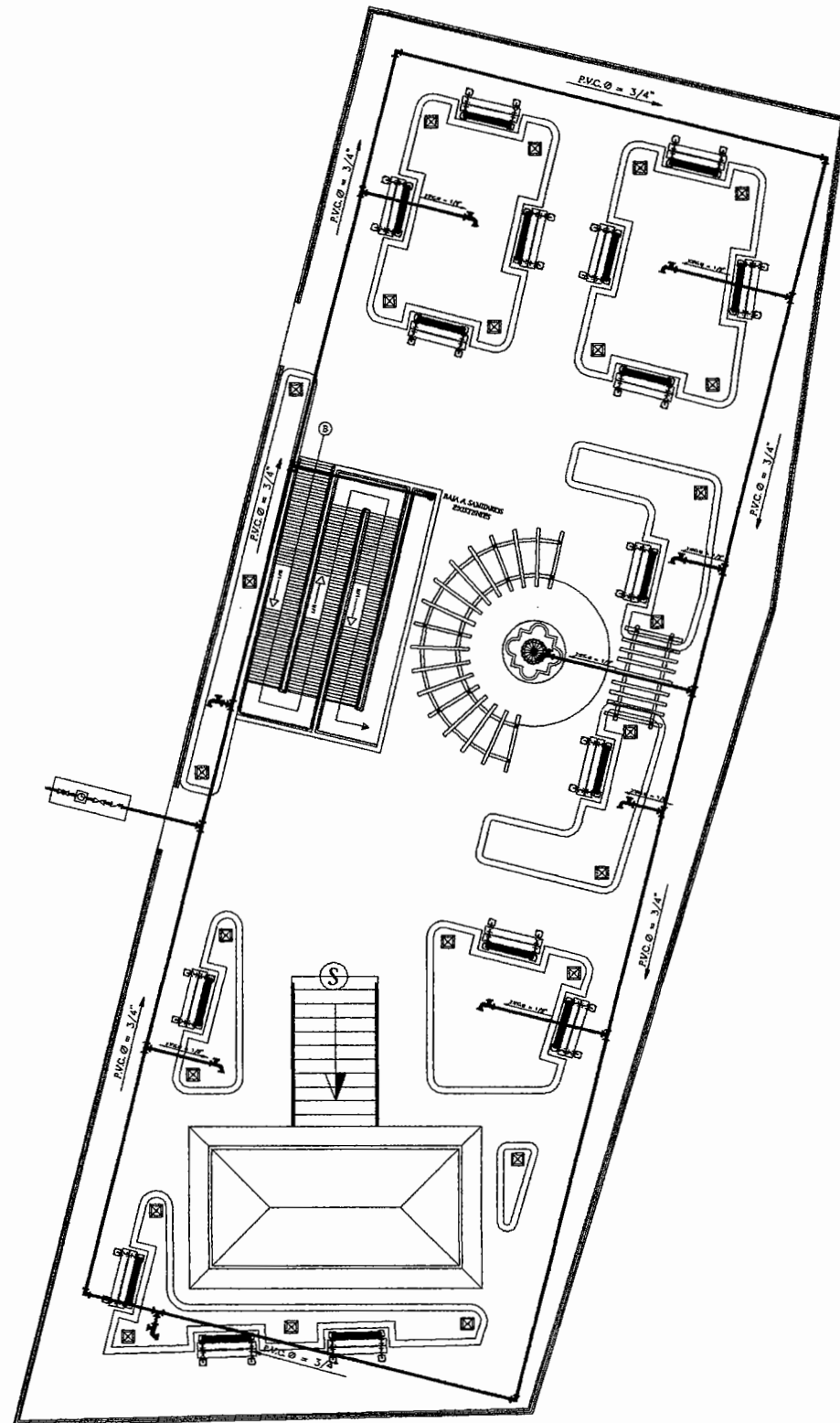
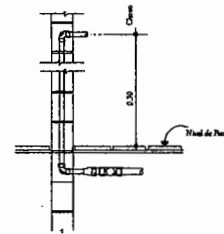


**NOTAS:**

- LAS VALVULAS DEBERAN SER INSTALADAS DENTRO DE UNA CAJA, SON: LLAVE DE PASE, LLAVE DE GLOBO Y EL CONTADOR.

- EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE DISTRIBUCION ES DE 3/4" Y EL ABASTO PARA ARTERIACTOS SON DE 1/2".

- LAS UNIONES ENTRE TUBERIA Y ACCESORIOS DE PVC, SE HARAN CON CEMENTO SOLVENTE DE SECADO RAPIDO, SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE DEL PRODUCTO, EN LAS UNIONES DE ROCCA SE UTILIZARA CINTA TEFLON.



**SIMBOLOGIA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS**

SIMBOLO	SIGNIFICADO	SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TE DE PVC PERFIL		CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA DE Ø 3/4" A Ø 1/2"
	CODO PVC 90° PERFIL		VALVULA DE COMPUERTA O INDICADA
	GRIFO PARA MANGUERA PERFIL		VALVULA DE RETENCION O CHEQUE
	TUBO PVC Ø 3/4" O INDICADO PARA AGUA CALIENTE		VALVULA DE GLOBO

**PLANTA DE INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE**  
PARQUE CENTRAL

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
PROYECTO:  
**DISEÑO PARQUE CENTRAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

CONTENIDO: **PLANTA DE INSTALACIÓN AGUA POTABLE**

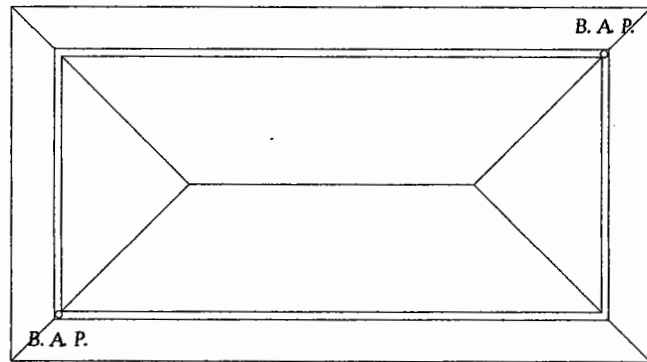
ESTUDIANTE: **JHEISON MANUEL ZEPEDA CHAU** CARNET: 2001-17651

ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Asesorías de Ingeniería y EPS

ING. ALFREDO ARZUILLAGA P.A. MARGARITA REJA

DISEÑO: J.M.Z.CH.  
CALCULO: J.M.Z.CH.  
DIBUJO: J.M.Z.CH.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

HOJA  
**05**  
**08**



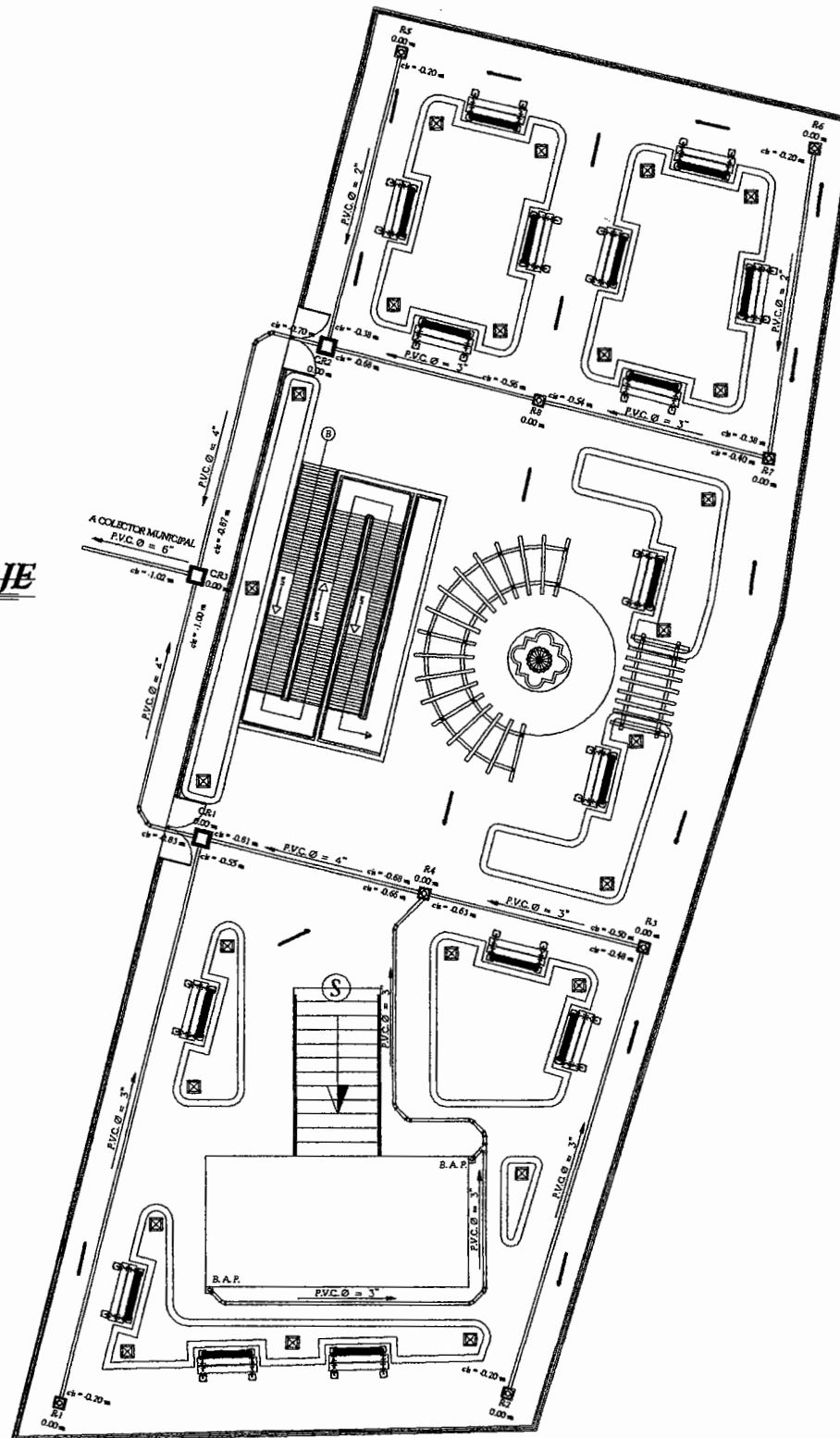
**PLANTA DE INSTALACIÓN DE DRENAJE**  
LOSA DE KIOSCO ESCALA 1:50

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**  
PARA RED GENERAL DE DRENAJES (AGUAS SERVIDAS Y PLUVIALES), UTILIZAR TUBERÍA DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC).

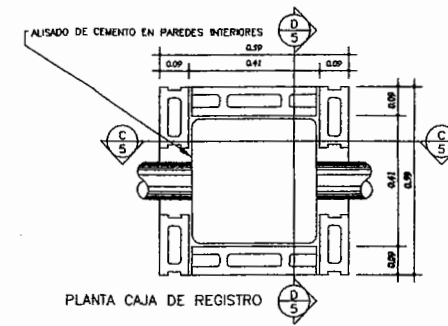
PENDIENTES TUBERÍA AGUAS PLUVIALES 2%

**NOTA:**  
LAS TUBERÍAS NO DEBERÁN COLOCARSE SOBRE NINGUNA COLUMNA ESTRUCTURAL, NI TAMPOCO ATRAVESAR SOBRE VIGAS.

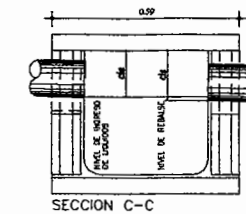
TODAS LAS TUBERÍAS SE DEBERÁN COLOCAR A UN LADO DE LOS MARCOS ESTRUCTURALES.



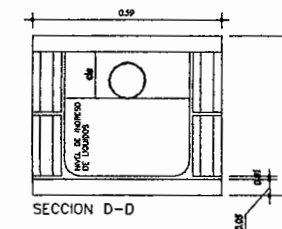
**PLANTA DE INSTALACIÓN DE DRENAJE**  
PARQUE CENTRAL ESCALA 1:100



PLANTA CAJA DE REGISTRO



SECCION C-C



SECCION D-D

SIMBOLOGÍA DE DRENAJES			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		TE PERFIL
	CAJA DE REPOSADERA DE AGUA PLUVIAL		TE ELEVACIÓN
	PENDIENTE DE TECHOS AGUA PLUVIAL		YE CODO 90° ELEVACIÓN
	TUBO DE DRENAJE AGUA PLUVIAL		YE CODO 45° PERFIL
			BAJADA DE AGUA PLUVIAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
PROYECTO:  
DISEÑO PARQUE CENTRAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA

CONTENIDO:  
PLANTA DE INSTALACIÓN DE DRENAJES

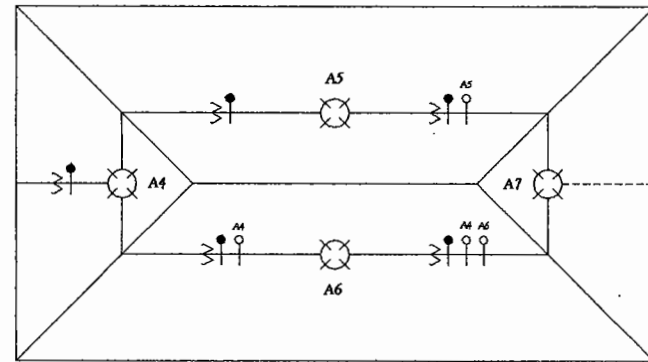
ESTUDIANTE:  
JHEYSON ALEXANDER ZEPEDA CANO CARNET: 2001-17851

ASISTENTE(S) SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Ingeniería y EPS

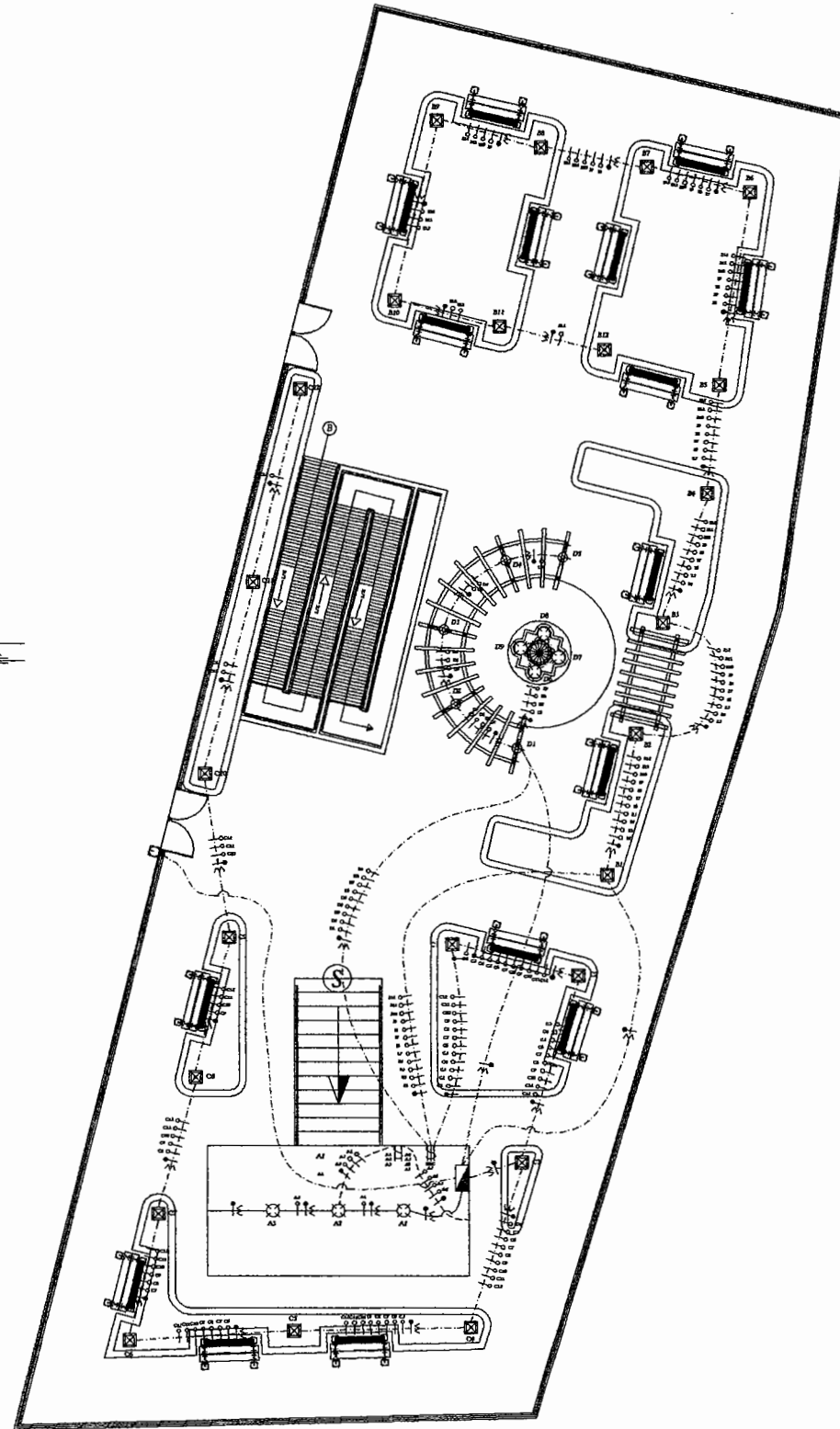
FECHA:  
SEPTIEMBRE 2010

P.A. MARGARITO MORALES  
ALCALDE MUNICIPAL

HOJA  
06  
08



**PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA**  
ILUMINACIÓN KIOSCO  
ESCALA 1:50



**PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA**  
ILUMINACIÓN PARQUE CENTRAL  
ESCALA 1:100

SIMBOLOGIA DE ILUMINACIÓN			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
1-2	ILUMINACIÓN EN CIELO	1.2	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
1-2	ILUMINACIÓN EN PARED TIPO PLAFONERO H=1.80 S.N.P.T.	1.2.3	INTERRUPTOR TRIPLE H=1.20 S.N.P.T.
↓	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO	■	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
2-0	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO	⊠	CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
2-0	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW O INDICADO	□	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO
—	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA		
---	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED		



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
PROYECTO:  
**DISEÑO PARQUE CENTRAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE  
SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

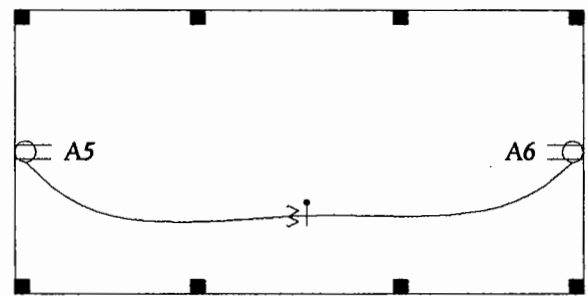
CONTENIDO: **PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, ILUMINACIÓN**

ESTUDIANTE:  
**JHEYSON MANUEL ZEPEDA CHAU**  
CARNET: 2001-17651

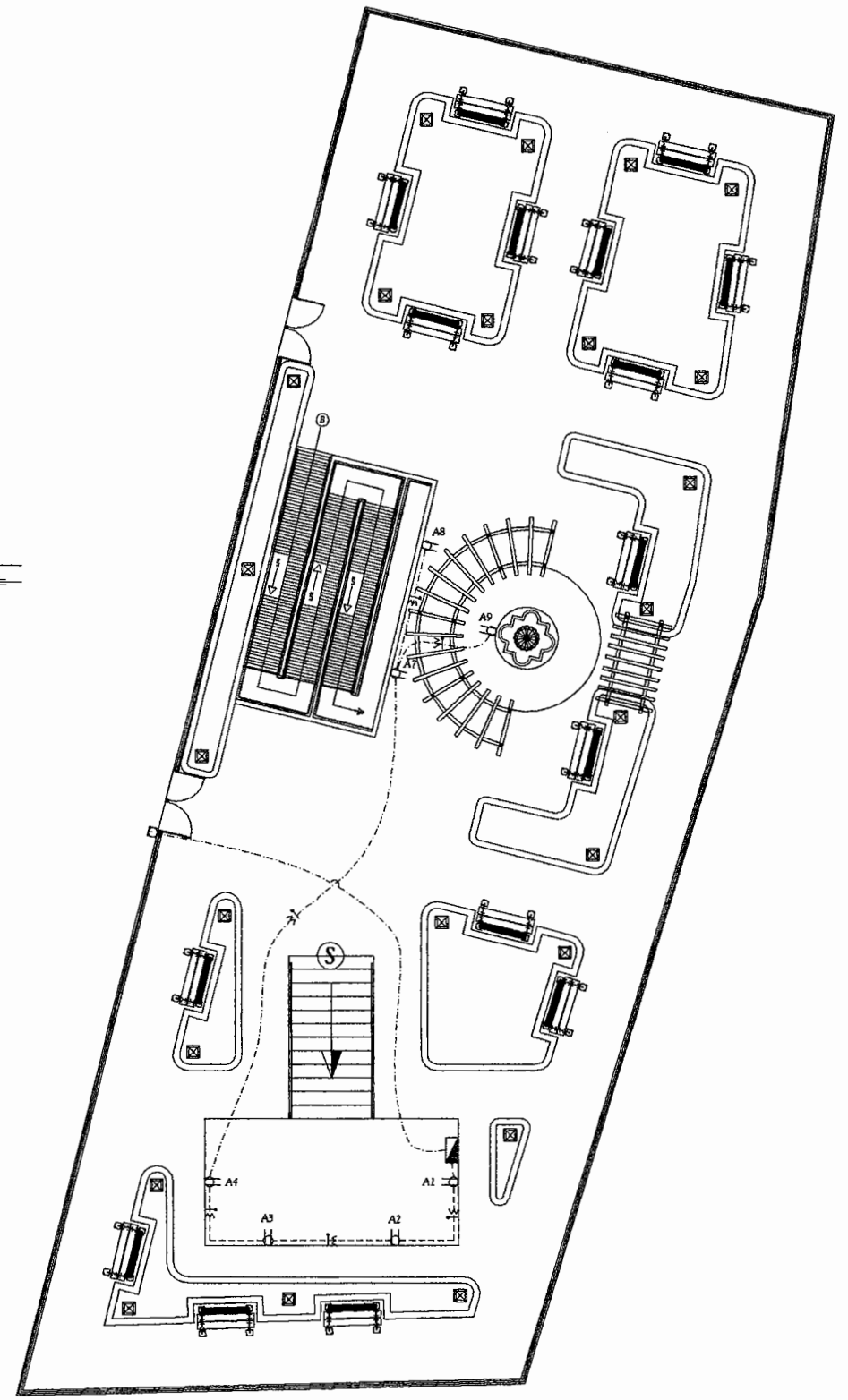
DISEÑO: J.M.Z.CH.  
CALCULO: J.M.Z.CH.  
DIBUJO: J.M.Z.CH.  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2010

ING. ALFREDO ARRIBASAGA  
P.A. MARGARITA ROSA  
ALCALDE MUNICIPAL

ASISTENTE SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Ingeniería y EPS  
HOJA **07**  
**08**



**PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA**  
FUERZA KIOSCO ESCALA 1:50



**PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA**  
FUERZA PARQUE CENTRAL ESCALA 1:50

SIMBOLOGÍA DE FUERZA			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
$\psi$	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO	$\square$	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
$B \rightarrow$	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO	$\blacksquare$	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
—	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA	$\square$	CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
- - -	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED	- - -	TUBO PVC ELÉCTRICO #3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ NARANJO  
PROYECTO:  
**DISEÑO PARQUE CENTRAL DE LA CABECERA MUNICIPAL DE  
SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA**

CONTENIDO: **PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FUERZA**  
ESTUDIANTE: **JHEYSON MANUEL ZEPEDA CHAU** CARNET: **2001-17651**  
Vo. B. **ALFREDO ABOVILLAGA** ASESOR  
Vo. B. **P.A. MARGARITO MEJIA** ASESOR  
ALCALDE MUNICIPAL  
Municipalidad de Santa Cruz Naranjo

DISEÑO: **J.M.Z.CH.**  
CALCULO: **J.M.Z.CH.**  
DIBUJO: **J.M.Z.CH.**  
ESCALA: **INDICADA**  
FECHA: **SEPTIEMBRE 2010**

HOJA  
**08**  
**08**

## **ANEXOS**

- Diagrama de interacción para columnas rectangulares



$\gamma=0.8$

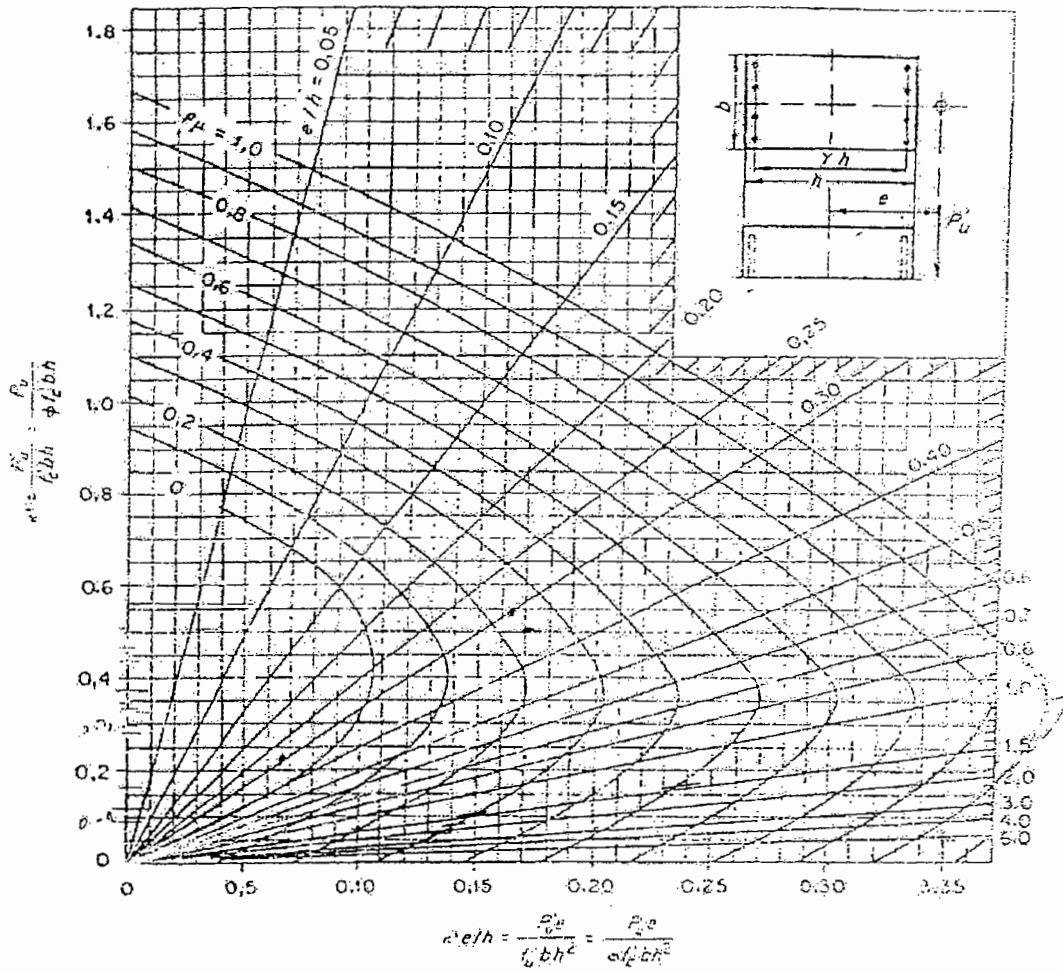


GRÁFICO A-3  
 DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA COLUMNA RECTANGULAR  
 $f_c' < 281 \text{ Kg/cm}^2$  &  $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$



