



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA  
MERCADO MUNICIPAL Y GRADERÍO EN GIMNASIO POLIDEPORTIVO,  
MUNICIPIO DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

**María Alejandra Guas Gudiel**

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, abril de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA  
MERCADO MUNICIPAL Y GRADERÍO EN GIMNASIO POLIDEPORTIVO,  
MUNICIPIO DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**MARÍA ALEJANDRA GUAS GUDIEL**

ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA CIVIL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

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



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jorge Lam Lan
EXAMINADORA	Inga. Christa Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO  
MUNICIPAL Y GRADERÍO EN GIMNASIO POLIDEPORTIVO, MUNICIPIO  
DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 12 de febrero de 2007.

María Alejandra Guas Gudiel

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 15 de febrero de 2008  
Ref. EPS. D. 156.02.08

Inga. Norma Heana Sarmiento Zeceña  
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) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Civil, **MARÍA ALEJANDRA GUAS GUDIEL**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y GRADERÍO EN GIMNASIO POLIDEPORTIVO, MUNICIPIO DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ”**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **San Bartolomé Milpas Altas**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

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



JMC /jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Guatemala,  
5 de marzo de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero  
Fernando Amilcar Boiton Velásquez  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente


Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y GRADERÍO EN GIMNASIO POLIDEPORTIVO, MUNICIPIO DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil María Alejandra Guas Gudiel, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galdino Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



ACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 15 de febrero de 2008  
Ref. EPS. D. 156.02.08

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

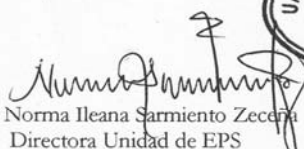
Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y GRADERÍO EN GIMNASIO POLIDEPORTIVO, MUNICIPIO DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria **MARÍA ALEJANDRA GUAS GUDIEL**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecón  
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación de la estudiante María Alejandra Guas Gudiel, titulado DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y GRADERÍO EN GIMNASIO POLIDEPORTIVO, MUNICIPIO DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez



Guatemala, abril 2008.

/bbdeb.



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.121.08

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y GRADERÍO EN GIMNASIO POLIDEPORTIVO, MUNICIPIO DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, presentado por la estudiante universitaria **María Alejandra Guas Gudiel**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, abril de 2008



/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS:**

Por darme una vida llena de bendiciones.

### **MIS PADRES:**

José Leonel Guas Aragón, Aura Alicia Gudiel de Guas. Por todo su esfuerzo, paciencia, dedicación, cariño y por guiarme a lo largo de mi vida.

### **MIS HERMANOS:**

María Azucena, Leonel Fernando, José Antonio. Por recibir siempre su cariño, ayuda y muestras de apoyo.

### **MIS ABUELOS:**

Porfirio Gudiel D.E.P., Marta de Gudiel, Rigoberto Guas, María Vidalia de Guas. Por su valioso cariño y consejo.

### **MIS TÍOS:**

Rodolfo Antonio Guas, María Teresa de Guas, Víctor Fernando Gudiel, Rosa Maria de Gudiel. Con cariño.

### **MIS PRIMOS:**

Luis Fernando, Víctor Eduardo, Carolina del Rosario, Ana Gabriela. Con cariño.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

Juan José Ramos: Por su dedicación, apoyo incondicional, cariño y por todos los momentos que vivimos a lo largo de la carrera.

A los ingenieros:

Joel Ramos y Oscar Ramos. Por su colaboración incondicional.

A mi asesor – supervisor:

Ing. Juan Merck, por su cooperación y cuidadosa ayuda en la asesoría de EPS.

A mis amigos y compañeros: A todos ustedes gracias.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>GLOSARIO</b>	IX
<b>RESUMEN</b>	XI
<b>OBJETIVOS</b>	XIII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XV

## **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

1.1. Monografía del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez	1
1.1.1. Localización geográfica	1
1.1.2. Colindancias	1
1.1.3. Climatología	2
1.1.4. Antecedente histórico	2
1.1.5. Fisiografía	4
1.1.6. Vías de acceso	4
1.1.7. Poblado	5
1.1.8. Religión	5
1.1.9. Costumbres y tradiciones	5
1.1.10. Aspectos económicos	5
1.1.11. Educación	6
1.1.12. Salud, seguridad y otros servicios	6
1.1.13. Organización municipal	6
1.1.14. Organización comunitaria	6
1.2. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Bartolomé milpas Altas, Sacatepéquez	7

1.2.1. Descripción de las necesidades	7
1.2.2. Priorización de las necesidades	7
<b>2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL</b>	
<b>2.1. Diseño de edificación de dos niveles para mercado municipal</b>	<b>9</b>
2.1.1. Descripción del proyecto	9
2.1.2. Estudio de suelos	9
2.1.3. Diseño estructural	11
2.1.3.1. Diseño arquitectónico	11
2.1.3.1.1. Requerimiento de áreas	11
2.1.3.1.2. Distribución de espacios	11
2.1.3.1.3. Alturas y cotas	11
2.1.3.2. Análisis estructural	12
2.1.3.2.1. Pre-dimensionamiento estructural	13
2.1.3.2.2. Cargas aplicadas a marcos dúctiles	14
2.1.3.2.2.1. Cargas verticales	14
2.1.3.2.2.2. Cargas horizontales	15
2.1.3.2.3. Análisis de marcos dúctiles por ETABS	22
2.1.3.2.4. Momentos últimos por envolventes de momentos	23
2.1.3.2.5. Diagrama de cortes en marcos dúctiles	24
2.1.3.3. Dimensionamiento	26
2.1.3.3.1. Diseño de losas	26
2.1.3.3.1.1. Losa nivel 1	26
2.1.3.3.1.2. Losa nivel 2	33
2.1.3.3.2. Diseño de vigas	34
2.1.3.3.3. Diseño de columnas	42
2.1.3.3.4. Diseño de cimientos	48
2.1.4. Instalaciones eléctricas	52
2.1.5. Instalaciones hidráulicas	52
2.1.6. Planos constructivos	52
2.1.7. Presupuesto	53

<b>2.2. Diseño de graderío en gimnasio polideportivo</b>	<b>55</b>
2.2.1. Descripción del proyecto	55
2.2.2. Estudio de suelos	55
2.2.3. Diseño estructural	57
2.2.3.1. Diseño arquitectónico	57
2.2.3.1.1. Requerimiento de áreas	57
2.2.3.1.2. Distribución de espacios	57
2.2.3.1.3. Alturas y cotas	57
2.2.3.2. Análisis estructural	58
2.2.3.2.1. Pre-dimensionamiento estructural	59
2.2.3.2.2. Cargas aplicadas a marcos dúctiles	60
2.2.3.2.2.1. Cargas verticales	60
2.2.3.2.2.2. Cargas horizontales	62
2.2.3.2.3. Análisis de marcos dúctiles por ETABS	66
2.2.3.2.4. Momentos últimos por envolventes de momentos	66
2.2.3.2.5. Diagrama de cortes en marcos dúctiles	67
2.2.3.3. Dimensionamiento	69
2.2.3.3.1. Diseño de losas de graderío	69
2.2.3.3.2. Diseño de vigas	72
2.2.3.3.3. Diseño de columnas	84
2.2.3.3.4. Diseño de cimientos	90
2.2.4. Instalaciones eléctricas	94
2.2.5. Instalaciones hidráulicas	94
2.2.6. Planos constructivos	94
2.2.7. Presupuesto	95
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>97</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>99</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>101</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO</b>	<b>127</b>



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Localización geográfica	1
2.	Planta típica, edificación de mercado municipal	12
3.	Elevación marco típico, edificación mercado municipal	12
4.	Cargas aplicadas al marco sentido X	21
5.	Cargas aplicadas al marco sentido Y	22
6.	Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) - sentido X – vigas	23
7.	Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) - sentido X – columnas	23
8.	Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) - sentido Y – vigas	23
9.	Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) - sentido Y –columnas	24
10.	Diagrama de cortes últimos, (Kg) - sentido X – vigas	24
11.	Diagrama de cortes últimos, (Kg) - sentido X – columnas	24
12.	Diagrama de cortes últimos, (Kg) - sentido Y – vigas	25
13.	Diagrama de cortes últimos, (Kg) - sentido Y – columnas	25
14.	Planta típica distribución de losas nivel 1	26
15.	Coefficiente de momentos - caso 4	27
16.	Coefficiente de momentos - caso 8	28
17.	Coefficiente de momentos - caso 2	28
18.	Planta típica con distribución de momentos no balanceados, nivel 1	28
19.	Ejemplo balanceo de momentos	29
20.	Planta típica con distribución de momentos balanceados, nivel 1	31
21.	Diagrama de momentos en vigas – sentido X – nivel 2	34
22.	Diagrama de corte actuante y corte resistente	40
23.	Espaciamiento en viga, longitud L/2	40
24.	Esquema de espaciamiento de estribos en viga	41
25.	Esquema de espaciamiento de estribos en columna	47



26.	Planta típica, graderío para cancha polideportiva	58
27.	Elevación marco típico, graderío para cancha polideportiva	58
28.	Cargas aplicadas al marco sentido X	65
29.	Cargas aplicadas al marco sentido Y	65
30.	Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) – sentido X – vigas	66
31.	Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) – sentido X – columnas	66
32.	Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) – sentido Y – vigas	67
33.	Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) – sentido Y –columnas	67
34.	Diagrama de cortes últimos, (Kg) – sentido X – vigas	67
35.	Diagrama de cortes últimos, (Kg) – sentido X – columnas	68
36.	Diagrama de cortes últimos, (Kg) – sentido Y – vigas	68
37.	Diagrama de cortes últimos, (Kg) – sentido Y – columnas	68
38.	Diagrama de corte actuante y corte resistente – sentido X	81
39.	Espaciamiento en viga, longitud L/2 – sentido X	81
40.	Esquema de espaciamiento de estribos en viga	82
41.	Diagrama de corte actuante y corte resistente – sentido Y	83
42.	Espaciamiento en viga, longitud L/2 – sentido X	83
43.	Esquema de espaciamiento de estribos en viga	84
44.	Esquema de espaciamiento de estribos en columna	90
45.	Plano de elevación frontal y lateral	105
46.	Planta acotada y planta de distribución de espacios	106
47.	Planta de acabados	107
48.	Planta de electricidad (fuerza)	108
49.	Planta de electricidad (iluminación)	109
50.	Planta de instalación de agua potable	110
51.	Planta de drenaje sanitario y drenaje pluvial	111
52.	Planta de cimentación + detalles estructurales	112
53.	Detalle de muro en sección transversal + detalles estructurales	113
54.	Armado de losas y armado de vigas	114
55.	Detalle de gradas	115
56.	Planta, elevación frontal y distribución de espacios del proyecto	116

57.	Planta de cotas y sección transversal	117
58.	Planta de acabados e indicación de puertas y ventanas	118
59.	Planta de electricidad	119
60.	Planta de instalación de agua potable	120
61.	Planta de drenaje sanitario y drenaje pluvial	121
62.	Planta de cimientos y detalles estructurales	122
63.	Detalles en sección transversal	123
64.	Detalle de muro en sección transversal	124
65.	Planta de distribución vigas y detalles estructurales	125
66.	Armado de losa de graderío	126

## TABLAS

I.	Fuerzas por nivel	18
II.	Fuerzas por marco – sentido X	20
III.	Fuerzas por marco – sentido Y	22
IV.	Balance de momentos	29
V.	Balance de momentos entre losas	30
VI.	Balance de momentos entre losas	30
VII.	Área de acero para cada momento mayor al $M_{Asmin}$	33
VIII.	Área de acero requerido para cada momento actuante	36
IX.	Refuerzo en cama superior al centro – sentido X – nivel 2	37
X.	Refuerzo en cama inferior en apoyos – sentido X – nivel 2	38
XI.	Presupuesto mercado municipal	53
XII.	Fuerzas por marco – sentido X	65
XIII.	Área de acero para momento actuante	71
XIV.	Área de acero requerido para cada momento actuante – sentido X	74
XV.	Área de acero requerido para cada momento actuante – sentido Y	76
XVI.	Refuerzo en cama superior al centro – sentido X	77

XVII. Refuerzo en cama superior al centro – sentido Y	77
XVIII. Refuerzo en cama inferior en apoyos – sentido X	78
XIX. Refuerzo en cama inferior en apoyos – sentido Y	79
XX. Presupuesto graderío para cancha polideportiva	95

## **GLOSARIO**

<b>Cargas aplicadas</b>	Peso y/o fuerzas que actúan sobre una estructura.
<b>Cimentación</b>	Es la parte estructural del edificio encargada de transmitir las cargas al terreno, sustentando estructuras, garantizando la estabilidad y evitando daños a los materiales estructurales y no estructurales.
<b>Columnas</b>	Miembro que soporta principalmente cargas axiales de compresión, pueden fallar por esbeltez o por resistencia del material.
<b>Dimensionamiento estructural</b>	Conocer la longitud, área o volumen de un elemento estructural, que resista las distintas condiciones en las que se encuentre el elemento.
<b>Estribo</b>	Armadura empleada para resistir esfuerzos de corte y torsión en un elemento estructural, situados perpendicularmente con respecto a la armadura longitudinal.
<b>Estudio de suelos</b>	Se realiza para conocer el tipo de suelo donde se diseñará una estructura.

**Losa**

Elemento estructural que se utiliza para proporcionar superficies planas y útiles; una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal. Puede estar apoyada en vigas de concreto reforzado, en muros de mampostería o concreto reforzado, en elementos de acero estructural, en forma directa en columnas.

**Viga**

Elemento constructivo horizontal, que soporta las cargas aplicadas verticalmente y las transmite hacia las columnas. Los esfuerzos típicos de las vigas son flexión y cortante.

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizado en la municipalidad de San Bartolomé Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez, el cual está compuesto por las siguientes fases:

- Fase de investigación, trata sobre la monografía y diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, con la finalidad de determinar la problemática existente y dar solución a dos proyectos de infraestructura prioritarios, los cuales son: edificación de dos niveles para mercado municipal y graderío en gimnasio polideportivo.
- Fase de servicio técnico profesional, describe el análisis y diseño estructural de ambos proyectos, en el que se aplicaron códigos y especificaciones de diseño, está conformado por: diseño arquitectónico, predimensionamiento estructural, cargas aplicadas, análisis de marcos dúctiles por el programa de diseño ETABS, dimensionamiento de elementos estructurales, instalaciones eléctricas e hidráulicas, planos constructivos y presupuesto de cada proyecto.



# **OBJETIVOS**

## **General**

Diseñar la edificación de dos niveles para mercado municipal y graderío en gimnasio polideportivo, municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.

## **Específicos**

1. Realizar una investigación de tipo monográfico y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos de infraestructura de la cabecera municipal de San Bartolomé Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez.
2. Capacitar al personal de campo y la Oficina de Planificación de la Municipal de San Bartolomé Milpas Altas, sobre el mantenimiento de las instalaciones del gimnasio polideportivo.





## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el cual se plantean dos soluciones factibles a dos necesidades que enfrenta el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez, las cuales fueron detectadas a través de un diagnóstico, sobre necesidades de servicio básico e infraestructura.

La edificación actual del mercado municipal no se da abasto, debido al crecimiento poblacional del municipio y la mucha afluencia de compradores y vendedores del lugar, provocando inseguridad e incomodidad a la población, por lo que se propone un nuevo edificio de dos niveles para cubrir esta necesidad, el cual consiste en venta de abarrotes, verduras, carnes, comedores, locales de venta variada, entre otros.

Así también, se detectó que el área de recreación deportiva necesita mejora en su infraestructura, para que la juventud del lugar realice y participen en actividades deportivas, por lo que se definió como necesidad mejorar el gimnasio polideportivo, incorporando una estructura para graderíos, esta cubre un área aproximada de 130 m<sup>2</sup>, ubicando vestidores y servicio sanitario debajo de la estructura del graderío.



## 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Monografía del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez

#### 1.1.1. Localización geográfica

Municipio del departamento de Sacatepéquez. El monumento de elevación (MB) del Instituto Geográfico Nacional (IGN) ubicado frente a la escuela Lázaro Axpucá e iglesia católica en el parque, indica 2,090 msnm, con 14°36'23" latitud norte y 90°40'45" longitud oeste. El área aproximada es de 8.36 km,<sup>2</sup> su nombre geográfico oficial es San Bartolomé Milpas Altas.

Figura 1. Localización geográfica



#### 1.1.2. Colindancias

El municipio colinda al norte con Santiago Sacatepéquez; al este con San Lucas Sacatepéquez; al sur con Santa Lucía Milpas Altas y al oeste con Sumpango Sacatepéquez.

Por la carretera Interamericana CA-1 al este es 1 km, al cruce con la ruta nacional 10 en el monumento al Caminero y rumbo suroeste unos 15 km, a la cabecera departamental La Antigua Guatemala. El municipio cuenta con camino, roderas y veredas que unen a su cabecera con los municipios vecinos.

### **1.1.3. Climatología**

Con una caracterización agradable, propia de la zona, bosque húmedo montano bajo sub-tropical.

### **1.1.4. Antecedente histórico**

Según información dada por autoridades del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, el único documento con antecedente histórico del municipio, textualmente dice:

Es un poblado antiguo, que es mencionado en la obra literaria Recordación Florida del Capitán Don Francisco Antonio de Fuentes y Guzmán, en la última década del siglo XVII, cuando ya tenía años de existir como anexo a Santiago Sacatepéquez:

“Más el pueblo de San Bartolomé, que está como los otros inmediatos a la cabecera, es de moderado pueblo el número de setenta y ocho vecinos; en que son liberales y diestros y se dan más a este ejercicio que al del arado ni el riego y de esta ocupación, con su aprovechamiento mantiene buena y preciosa iglesia, bien asistida de adorno, con todo lo necesario de retablo y ornamentos”.

El arzobispo y doctor Don Pedro Cortés y Larraz llevó a cabo una visita pastoral a los santos patronos de las comunidades entre 1768 y 1770, anotó que el pueblo de San Bartolomé pertenecía a la parroquia de Santiago Sacatepéquez, de la que distaba tres lenguas, sin haber anotado el número de familias.

Al procederse la distribución de los pueblos del estado, para la administración de justicia por el sistema de jurados por Decreto de la Asamblea 27 de agosto 1836, mencionado por Pineda Mont en su Recopilación de Leyes, el pueblo se adscribió al circuito de la Antigua Guatemala. Por Acuerdo Gubernativo del 14 de marzo 1833 se anexó al municipio la aldea San Mateo Milpas Altas. El Acuerdo del 23 agosto 1935 se agregó San Mateo Milpas Altas (hoy aldea del municipio de La Antigua Guatemala).

El Acuerdo Gubernativo del 28 de septiembre de 1922 se refirió a la adquisición del inmueble en donde está la fuente que surte de agua al pueblo. El 11 de junio 1923 aprobó que la municipalidad invirtiera una suma para cubrir los gastos en la tramitación del expediente, sobre permutar los terrenos en que se encuentran las fuentes que surten de agua a la cabecera, mientras que el del 16 abril 1942 autorizó la adquisición de terrenos a cambio de los derrames de las pilas que se mencionan en el citado Acuerdo los fondos para construcción de una escuela se autorizaron por Acuerdo Gubernativo del 25 enero 1949. El Acuerdo Gubernativo 274 del 10 agosto 1966, publicado en el diario oficial el 26 marzo 1969, designó a la escuela nacional Urbana Mixta Lázaro Axpucá.

Con el nombre San Bartolomé aparece perteneciente al círculo San Lucas, en la tabla para elegir diputados a la Asamblea Constituyente conforme Decreto 225 del 9 noviembre 1878. En la actualidad forma parte del segundo distrito electoral. En diciembre 1973 quedó terminado el trabajo de empedrado en la cabecera, realizado por la Dirección General de Obras Públicas, que cubre una extensión de 2,480 m<sup>2</sup>. Cuenta con un puesto de salud, así como la oficina postal de 4<sup>a</sup>. Categoría de la Dirección General de Corres y Telégrafos. Según publicado al haberse practicado el 31 octubre 1880 el censo general de población: “San Bartolomé, pueblo del departamento de Sacatepéquez, dista de La Antigua Guatemala cabecera, 3 leguas; 304 habitantes. La agricultura es muy desarrollada entre los habitantes de este pueblo y además las mujeres se ocupan a tejer abrigos de niños y en la fábrica de huipiles. El terreno tiene una grande fertilidad.

### **1.1.5. Fisiografía**

Colinas: Este elemento ocupa una extensión de 270 ha, presenta relieves fuertes (ondulaciones y escarpados), cuyas pendientes varían de 30 a 60%.

Pie de monte: Este elemento ocupa una extensión de 240 hectáreas, presenta relieves ondulados, cuya pendiente oscila entre 15 a 20%.

Valle: Ocupa una extensión de 190 hectáreas, presenta un relieve ondulado y plano, cuya pendiente oscila entre 5 y 10%.

Se localiza en la provincia fisiográfica tierras altas volcánicas, dentro de la cual se identifica el Gran Paisaje “el Cerro del Rejón”, y dos paisajes “Cumbre de San Mateo y Valle de San Lucas”.

La parte de la Cumbre de San Mateo presenta relieve ondulado, en algunos casos con pendientes fuertes. La parte del Valle de San Lucas presenta relieve ligeramente ondulado y planicie con pendientes suaves.

### **1.1.6. Vías de acceso**

A la cabecera municipal se puede ingresar por la carretera Interamericana CA-1, la cual es asfaltada y transitada todo el año. También se puede ingresar por camino de terracería desde Santiago Sacatepéquez y La Antigua Guatemala por la calle real o extravío. Dentro del municipio existen veredas peatonales algunas adoquinadas y otras de terracería para llegar a las parcelas de los pobladores. El casco urbano se encuentra 100% pavimentado.

### **1.1.7. Población**

Según el censo de población y vivienda realizado por el INE (2005), el número de habitantes de San Bartolomé Milpas Altas de Sacatepéquez es de 6,522. Tiene una extensión territorial de 8 Km. cuadrados. El idioma nativo del municipio es el Cakchiquel.

### **1.1.8. Religión**

La mayoría de la población pertenece a la religión católica y asiste a la iglesia del parque central del municipio, pero también existen iglesias evangélicas protestantes, donde se reúnen algunos pobladores.

### **1.1.9. Costumbres y tradiciones**

Las principales costumbres en el municipio es la celebración del 15 de septiembre, la feria titular es celebrada el 24 de agosto (fecha en la cual la iglesia católica conmemora a San Bartolomé, patrono del municipio), semana santa, navidad, año nuevo, así como actividades deportivas casi todos fines de semana.

### **1.1.10. Aspectos económicos**

El 50% de habitantes se dedican exclusivamente a la agricultura en sus parcelas, obteniendo buenas cosechas de frijol, maíz y legumbres, que comercializan en la ciudad capital, Antigua Guatemala y lugares aledaños al municipio.

Además, el municipio cuenta con panaderías, venta de electrodomésticos, tiendas, ferreterías, librerías, farmacias, servicio de internet, entre otros.



### **1.1.11. Educación**

El concejo municipal pone todo el énfasis en recurso humano, calidad de educación, infraestructura. El municipio cuenta con: escuela de párvulos, escuela primaria “Lázaro Axpucaca”, Instituto de Enseñanza por Cooperativa y colegios privados.

### **1.1.12. Salud, seguridad y otros servicios**

En salud el municipio cuenta con un puesto de salud y una clínica privada; en seguridad con policías municipales y estación de la policía nacional civil; también cuenta con otros servicios tales como mercado municipal, mercado La Cuchilla y el juzgado municipal.

### **1.1.13. Organización municipal**

Está conformada por autoridades que avalan la infraestructura, educación, salud y seguridad del municipio, en los cuales se puede mencionar: alcalde municipal, concejales, secretaría municipal, oficina de planificación, tesorero.

### **1.1.14. Organización comunitaria**

El municipio cuenta con organizaciones conformadas por vecinos del lugar, en los cuales se puede mencionar COCODES y COMUDES, los cuales velan por el ornato y bienestar del municipio.

## **1.2. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez**

### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

San Bartolomé Milpas Altas se ha desarrollado en distintos aspectos, tales como el área de salud, educación, obras de infraestructura (vivienda, introducción de agua potable, drenaje sanitario, reconstrucción de calles), reforestación de bosques, entre otros. Las necesidades más urgentes en el municipio son: ampliación del mercado municipal, mejoramiento de puesto de salud, construcción de un graderío para cancha polideportiva, construcción de un nuevo rastro municipal, construcción de tanques de agua potable, implementación de aulas hacia centros de educación, paso a desnivel, hospital, complejo deportivo, creación de un parque municipal.

### **1.2.2. Priorización de las necesidades**

Algunos proyectos son altos en costo y otros ya están en proceso de gestión, por lo tanto se tomaron como prioritarios los siguientes proyectos:

Edificación de dos niveles para mercado municipal: debido a la afluencia de compradores y vendedores del lugar, la edificación actual en donde funciona el mercado municipal no se da abasto con tanta población, provocando que los vendedores se ubiquen en calles aledañas, lo que causa problemas de tránsito vehicular y locomoción de las personas. Por dicha razón, se necesita construir una nueva edificación, reduciendo de esta manera la inseguridad, incomodidad y el ornato de la cabecera municipal.

Graderío para gimnasio polideportivo: Debido al crecimiento poblacional del municipio, es necesario un lugar de recreación y deporte para la juventud, de esta manera tendrán un lugar específico donde canalizar la energía, con lo que se evitará el surgimiento de pandillas juveniles.



## 2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

### 2.1. Diseño de edificación de dos niveles para mercado municipal

#### 2.1.1. Descripción del proyecto

El diseño de la edificación será destinado para mercado municipal, el cual deberá brindar comodidad, orden y seguridad a la población de la cabecera municipal. La estructura cubre un área aproximada de 452 m<sup>2</sup>, será de dos niveles, se ha elegido un sistema estructural de marcos dúctiles de concreto reforzado, con losas planas de concreto armado.

#### 2.1.2. Estudio de suelos

Para determinar del valor soporte del suelo se aplicó el método del Dr. Kart Terzaghi. Para este cálculo se obtuvo una muestra de suelo inalterada de 1 pie<sup>3</sup>, a una profundidad de 2.10 m. Al realizar el ensayo de compresión triaxial mostró los siguientes resultados:

Desplante	D = 2.10 m
Base	B = 1.00 m
Peso específico del suelo	$\gamma_s = 1.05 \text{ Ton/m}^3$
Ángulo de fricción interna	$\theta = 16.82^\circ$
Cohesión	$C_u = 1.00 \text{ Ton/m}^2$
Factor de seguridad	$f_c = 3.00$
Tipo de suelo	Limo arcillo arenoso color café oscuro

Cambiar a radianes:

$$\begin{aligned}\theta_{\text{rad}} &= (\theta * \pi) / 180 \\ &= (16.82 * \pi) / 180 \\ &= 0.2936\end{aligned}$$

Factor de flujo de carga:

$$\begin{aligned}Nq &= \frac{e^{\left(\frac{3}{2} * \pi - \theta_{\text{rad}}\right) \tan \theta}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\theta}{2}\right)} \\ &= 5.35 \text{ Ton/m}^2\end{aligned}$$

Factor de carga última:

$$\begin{aligned}Nc &= \cot \theta * (Nq - 1) \\ &= 14.40 \text{ Ton/m}^2\end{aligned}$$

Factor de flujo de Y:

$$\begin{aligned}N\gamma &= 2 * (Nq + 1) * \tan \theta \\ &= 3.84\end{aligned}$$

Valor soporte último:

$$\begin{aligned}q_o &= 0.4 * \gamma_{\text{suelo}} * B * N\gamma + 1.3CNc + \gamma_{\text{suelo}} * D * Nq \\ &= 32.13 \text{ Ton/m}^2\end{aligned}$$

Valor soporte neto último:

$$\begin{aligned}q_{on} &= q_o - \gamma_{\text{suelo}} * D \\ &= 29.92 \text{ Ton/m}^2\end{aligned}$$

Capacidad soporte de diseño usando  $f_c = 3.00$ :

$$q_d = \frac{q_{on}}{f_c}$$
$$= 9.97 \text{ Ton/m}^2$$

Para el diseño de la cimentación del edificio, se aplicará un valor soporte del suelo de  $9.97 \text{ Ton/m}^2$ .

### **2.1.3. Diseño estructural**

#### **2.1.3.1. Diseño arquitectónico**

##### **2.1.3.1.1. Requerimiento de áreas**

Para el requerimiento de áreas se tomó en cuenta las necesidades de proveedores y acreedores de artículos del mercado municipal, se deben tomar en cuenta las áreas de carnicería, venta de verduras, abarroterías, almacenes, área de comedores, servicios sanitarios, área de lavandería y basurero general.

##### **2.1.3.1.2. Distribución de espacios**

Para la distribución de espacios, se consideró eficiencia y ornato del edificio, distribuyendo en el primer nivel carnicerías, venta de verduras, abarroterías, servicio sanitario, lavandería y basurero general, en el segundo nivel se ubicarán comedores, kioscos, almacenes, servicios sanitarios y área de descanso.

##### **2.1.3.1.3. Alturas y cotas**

El edificio consta de dos niveles, el área a utilizar es de  $452 \text{ m}^2$ , la altura entre ejes de piso a losa es de  $4.00 \text{ m}$ , con una longitud de  $5.00 \text{ m}$  entre ejes de columnas hacia ambos sentidos, obteniendo una mayor uniformidad en la distribución de las mismas.

### 2.1.3.2. Análisis estructural

Figura 2. Planta típica, edificación de mercado municipal.

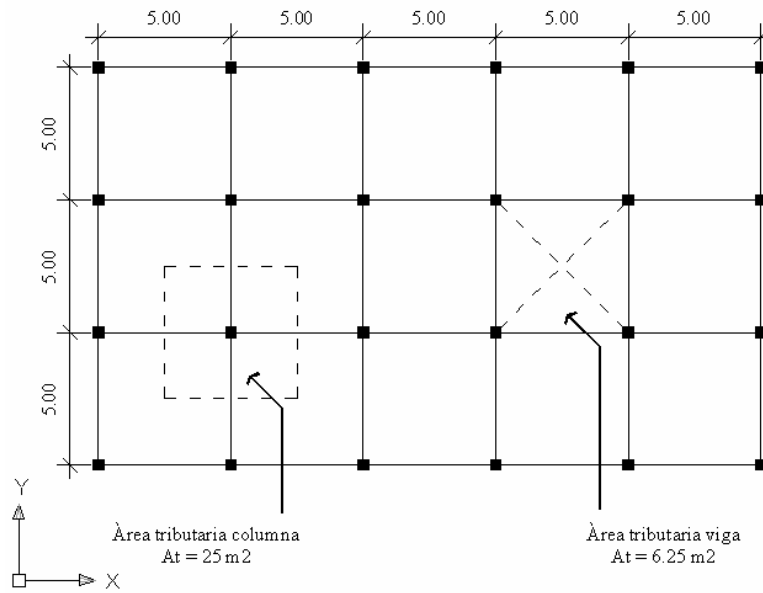
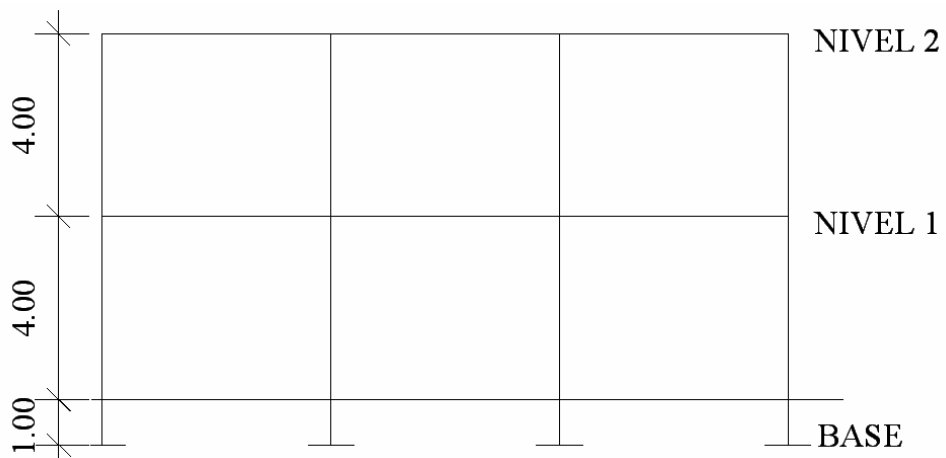


Figura 3. Elevación marco típico, edificación mercado municipal.



### 2.1.3.2.1. Pre-dimensionamiento estructural

#### Columnas:

Por existir simetría entre columnas, se calcula la sección de la columna más crítica, basándose en la carga aplicada a ésta. Según lo que establece el código ACI 318-95, capítulo 10.

$$P = 0.8 (0.225 f'c * Ag + fy * As)$$

Donde:

$$P = \text{Área tributaria} * \text{Peso concreto} = 25 * 2400 = 60,000 \text{ Kg.}$$

$$Ag = \text{Área gruesa}$$

$$As = \text{Área de acero}$$

$$1\% Ag \leq As \leq 8\% Ag$$

Usando un As de 0.01Ag queda:

$$60,000 = 0.8 (0.225(210)Ag + 2,810(0.01Ag))$$

$$60,000 = 0.8 (75.25Ag)$$

$$Ag = 995.35 \text{ cm}^2$$

**Se propone una sección de columna de 40\*40 cm<sup>2</sup> con Ag = 1,600 cm<sup>2</sup>**

#### Vigas:

Se calcula la sección de la viga más crítica, determinando el peralte de la viga utilizando la luz libre que cubre la viga.

$$Tviga = \text{Peralte de viga}$$

Donde:

$$Tviga = \text{Luz libre} * 0.08 \quad \text{ò}$$

$$Tviga = L/18.5$$

$$Tviga = 5 * 0.08 = 0.4 \text{ m (por ser el mayor y por seguridad usar 0.5 m)}$$

$$Tviga = 5/18.5 = 0.27 \text{ m}$$

**Se propone una sección de viga de 50\*25 cms<sup>2</sup>**



**Losa:**

Para calcular el espesor de la losa, se aplicó el criterio de perímetro dentro de 180.

$$t \text{ losa} = \text{espesor de losa}$$

$$t \text{ losa} = \text{Perímetro}/180$$

$$t \text{ losa} = 4*5/180 = 0.12 \text{ m}$$

**Se propone espesor de losa de 12 cms**

**2.1.3.2.2. Cargas aplicadas a marcos dúctiles****2.1.3.2.2.1. Cargas verticales****Carga muerta**

$$\text{Peso concreto} = 2,400 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso acabados} = 80 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Peso muros} = 210 \text{ Kg/m}^2$$

**Carga viva (AGIES NR – 2:200)**

$$\text{Azotea de concreto} = 200 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Bodega liviana} = 600 \text{ Kg/m}^2$$

$$CM = W \text{ losa} + W \text{ vigas} + W \text{ muros} + W \text{ acabados}$$

$$CV = (\text{área de carga tributaria en viga})(\text{carga viva}) / \text{longitud viga}$$

**NIVEL DOS (Azotea)**

$$\begin{aligned} W \text{ losa} &= (\text{área de carga tributaria})(t \text{ losa} * \text{peso concreto}) / \text{longitud viga} \\ &= (12.5)(0.12*2400)/5 = 720 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W \text{ vigas} &= (\text{sección viga})(\text{peso concreto}) \\ &= 0.50*0.25*2400 = 300 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W \text{ muros} &= (\text{longitud muros})(\text{peso muros}) \\ &= 5*210 = 1050 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W \text{ acabados} &= (\text{área de carga tributaria de viga})(\text{peso acabados})/\text{longitud viga} \\ &= 12.5 * 80 / 5 = 200 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$CM = 720+300+(1050/2)+200 = 1,745 \text{ Kg/m}$$

$$CV = W \text{ azotea} = 12.5 * 200 / 5 = 500 \text{ Kg/m}$$

#### **NIVEL UNO**

$$CM = 700+300+1050+200 = 2,250 \text{ Kg/m}$$

$$CV = W \text{ bodega} = 12.5*600/5 = 1,500 \text{ Kg/m}$$

#### **2.1.3.2.2.2. Cargas horizontales**

En Guatemala, las cargas horizontales son principalmente debido a fuerzas sísmicas, que consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas a la estructura se utilizó el método de SEAOC, el cual se describe a continuación:

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

$Z = 1$  (Coeficiente que depende de la zona sísmica, en este caso zona 4 sísmica central)

$I = 1.40$  (Coeficiente que depende de importancia de la obra después de ocurrido un evento, varia entre 1.25–1.5, en este caso por aglomeración de gente)

$K = 0.67$  (Coeficiente que depende del tipo de estructura seleccionado, en este caso marcos dúctiles)

$S = 1.50$  (Coeficiente que depende del tipo de suelo donde se cimienta la estructura)

C = (Coeficiente que depende del período natural de vibración)

$$C = 1 / (15 \sqrt{T})$$

Donde:

$$T = \text{Período natural de vibración} = (0.05 * H) / \sqrt{B}$$

H = Altura total del edificio

B = Distancia entre la primera y última columna (Base)

$$T_x = (0.05 * 9) / \sqrt{25} = 0.09$$

$$T_y = (0.05 * 9) / \sqrt{15} = 0.116$$

$$C_x = 1 / (15 * \sqrt{0.09}) = 0.222$$

$$C_y = 1 / (15 * \sqrt{0.116}) = 0.195$$

CHEQUEO:  $C * S \leq 0.14$

$$C_x * S = 0.222 * 1.5 = 0.333$$

$$C_y * S = 0.195 * 1.5 = 0.292$$

Como no cumple, en ambos casos tomar  $C * S = 0.14$

W = (Es la carga muerta producida por el peso de la estructura y por lo menos un 25% de la carga viva sobre cada piso).

$$W = W \text{ nivel uno} + W \text{ nivel dos}$$

$$W_{\text{nivel}} = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{columnas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{acabados}} + 0.25 \text{ carga viva}$$

W nivel uno:

$$W_{\text{losa}} = (\text{área total})(t_{\text{losa}})(\text{Peso concreto})$$

$$= 375 * 0.12 * 2400 = 108,000 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{vigas}} = (\text{longitud viga})(\text{sección viga})(\text{peso concreto})(\text{No. de vigas})$$

$$= 0.5 * 0.25 * 2400 * 38 * 5 = 57,000 \text{ Kg.}$$

W columnas = (sección columna) (altura columnas) (peso concreto) (No. de columnas)

$$= 0.4*0.4*4*2400*24 = 36,864 \text{ Kg}$$

W muros = (longitud muro)(altura muros)(peso muros)(No. de muros)

$$= 5*4*210*30 = 126,000 \text{ Kg.}$$

W acabados = (área total) (peso acabados)

$$= 375*80 = 30,000 \text{ Kg.}$$

CV = W bodega \* área total

$$= 600*375 = 225,000 \text{ Kg.}$$

W nivel uno = 108,000 + 57,000 + 36,864 + 126,000 + 30,000 + 0.25 (225,000)

$$= 414,114 \text{ Kg.}$$

W nivel dos:

W columnas = 0.4\*0.4\*1.25\*2400\*16 = 7,680 Kg.

W muros = 5\*1.25\*210\*11 + 2\*3\*210\*4 = 19,477.5 Kg.

CV = W azotea\*Área total = 200\*375 = 75,000 Kg.

W nivel dos = 108,000 + 57,000 + 7,680 + 19,477.5 + 30,000 + 0.25 (75,000)

$$= 240,907.5 \text{ Kg.}$$

W TOTAL = W nivel uno + W nivel dos

$$= 414,114 + 240,907.5 = 655,021.5 \text{ Kg.}$$

Sustituir datos:

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

$V = 1*1.4*0.14*0.67*655,021.5 = 86,017.423 \text{ Kg.}$

## Fuerzas por nivel

Se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$F_{ni} = \frac{(V - F_t) * (W_i H_i)}{\sum(W_i H_i)}$$

Donde:

$F_{ni}$  = Fuerza por nivel

$V$  = Corte basal

$W_i$  = Peso de cada nivel

$H_i$  = Altura medida desde la cimentación al nivel considerado

$F_t$  = Fuerza de techo

Si:  $T < 0.25$ , entonces  $F_t = 0$

Si:  $T > 0.25$ , entonces  $F_t = 0.07 * T * V$

Tabla I. Fuerzas por nivel.

NIVEL	$W_i$	$H_i$	$W_i H_i$
2	240,907.5	9	2,168,167.5
1	414,114.0	5	2,070,570.0
			4,238,737.5

### Respecto a Y:

Calculando  $F_t$ , como  $T_y = 0.278$

$$F_t = 0.07 * 0.278 * 86,017.423 = 1,673.899 \text{ Kg.}$$

$$F_{n2} = \frac{(86,017.423 - 1,673.899)(2,168,167.5)}{4,238,737.5} = 43,142.77 \text{ Kg.}$$

$$F_{n1} = \frac{(86,017.423 - 1,673.899)(2,070,570.0)}{4,238,737.50} = 41,200.75 \text{ Kg.}$$

**Respecto a X:**

$$F_t = 0, \text{ como } T_x = 0.216$$

$$F_{n2} = \frac{(86,017.423)(2,168,167.5)}{4,238,737.50} = 43,998.993 \text{ Kg.}$$

$$F_{n1} = \frac{(86,017.423)(2,070,570)}{4,238,737.50} = 42,018.43 \text{ Kg.}$$

**Fuerzas por marco**

Se calcula aplicando las siguientes fórmulas:

$$FM = FM' + FM''$$

Donde:

$$FM' = \frac{R_i * F_{ni}}{\sum R_i}$$

$$FM'' = \frac{e * F_{ni}}{\frac{\sum (R_i * d_i)^2}{R_i * d_i}}$$

$$e = CM - CR \quad (e_{\text{mínimo}} = 0.05 * \text{altura total del edificio})$$

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

Donde:

$R_i$  = Rigidez del marco

$D_i$  = Distancia de CR a marco considerado

$e$  = Excentricidad

CM = Centro de masa

CR = Centro de rigidez

**Sentido X:**

Con R = 1

$$CR = \frac{1*5 + 1*10 + 1*15 + 1*20 + 1*25}{6*1} = 12.5 \text{ m}$$

$$CM = 25/2 = 12.5 \text{ m}$$

e = 12.5-12.5 = 0 m. (Como no hay excentricidad usar excentricidad mínima).

$$e \text{ min} = 0.05 * 9 = 0.45 \text{ m}$$

$$FM'n2 = \frac{1*43,998.993}{6} = 7,333.1655 \text{ Kg.}$$

$$FM''n2 = \frac{0.45*43,998.993}{12.5} = 565.70 \text{ Kg.}$$

$$FM'n1 = \frac{1*42,018.43}{6} = 7,003.0716 \text{ Kg.}$$

$$FM''n1 = \frac{0.45*42,018.43}{12.5} = 540.237 \text{ Kg.}$$

Tabla II. Fuerzas por marco – sentido X

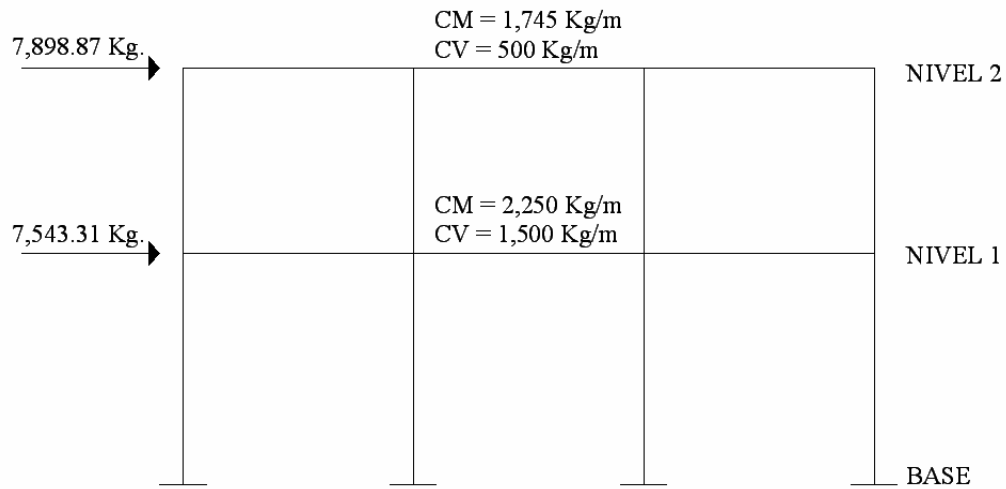
NIVEL 2

MARCO	Ri	di	Ri*di	(Ri * di) <sup>2</sup>	FM'	FM''	FM
1	1	12.5	12.5	156.25	7,333.16	565.7	7,898.86
2	1	7.5	7.5	56.25	7,333.16	339.42	7,672.59
3	1	2.5	2.5	6.25	7,333.16	113.14	7,446.30
4	1	-2.5	-2.5	6.25	7,333.16	-113.14	7,220.02
5	1	-7.5	-7.5	56.25	7,333.16	-339.42	6,993.74
6	1	-12.5	-12.5	156.25	7,333.16	-565.7	6,767.46
				437.5			43,998.99

NIVEL 1

MARCO	Ri	di	Ri*di	(Ri * di) <sup>2</sup>	FM'	FM''	FM
1	1	12.5	12.5	156.25	7,003.07	540.24	7,543.31
2	1	7.5	7.5	56.25	7,003.07	324.14	7,327.21
3	1	2.5	2.5	6.25	7,003.07	108.05	7,111.12
4	1	-2.5	-2.5	6.25	7,003.07	-108.05	6,895.02
5	1	-7.5	-7.5	56.25	7,003.07	-324.14	6,678.93
6	1	-12.5	-12.5	156.25	7,003.07	-540.24	6,462.83
				437.5			42,018.43

Figura 4. Cargas aplicadas al marco sentido X.



**Sentido Y:**

Con R=1

$$CR = \frac{1*5 + 1*10 + 1*15}{4 * 1} = 7.5 \text{ m}$$

$$CM = 15/2 = 7.5 \text{ m}$$

$e = 7.5 - 7.5 = 0 \text{ m}$ . (Como no hay excentricidad usar excentricidad mínima).

$$e_{\text{min}} = 0.05*9 = 0.45 \text{ m}$$

$$FM'_{n2} = \frac{1*43,142.77}{4} = 10,785.6925 \text{ Kg.}$$

$$FM''_{n2} = \frac{0.45*43,142.77}{7.5} = 1,164.8547 \text{ Kg.}$$

$$FM'_{n1} = \frac{1*41,200.75}{4} = 10,300.1875 \text{ kg.}$$

$$FM''_{n1} = \frac{0.45*41,200.75}{7.5} = 1,112.42 \text{ Kg.}$$



Tabla III. Fuerzas por marco – sentido Y

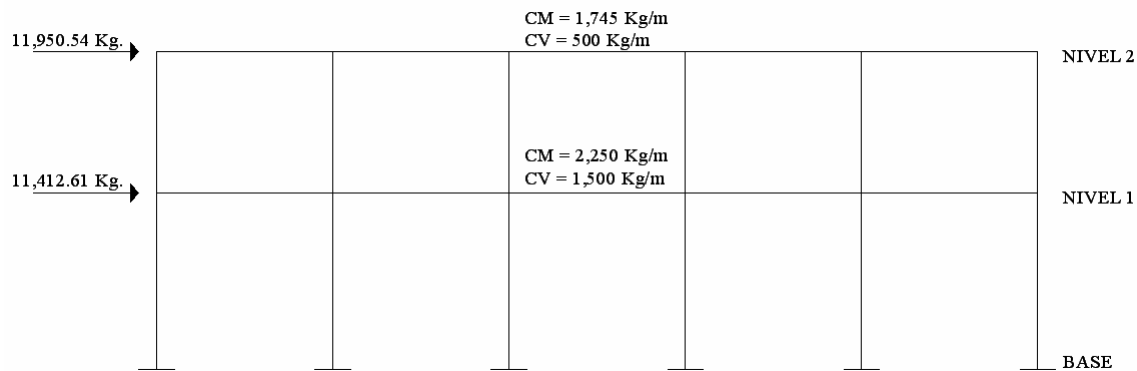
NIVEL 2

MARCO	Ri	di	Ri * di	(Ri*di) <sup>2</sup>	FM'	FM''	FM
1	1	7.5	7.5	56.25	10,785.69	1,164.85	11,950.54
2	1	2.5	2.5	6.25	10,785.69	388.28	11,173.97
3	1	-2.5	-2.5	6.25	10,785.69	-388.28	10,397.41
4	1	-7.5	-7.5	56.25	10,785.69	-1,164.85	9,620.84
				125			43,142.77

NIVEL 1

MARCO	Ri	di	Ri * di	(Ri*di) <sup>2</sup>	FM'	FM''	FM
1	1	7.5	7.5	56.25	10,300.19	1,112.42	11,412.61
2	1	2.5	2.5	6.25	10,300.19	370.81	10,670.99
3	1	-2.5	-2.5	6.25	10,300.19	-370.81	9,929.38
4	1	-7.5	-7.5	56.25	10,300.19	-1,112.42	9,187.77
				125			41,200.75

Figura 5. Cargas aplicadas al marco sentido Y.



### 2.1.3.2.3. Análisis de marcos dúctiles por ETABS

ETABS es un programa de análisis y diseño estructural. Todo lo que se necesita es integrar el modelo dentro de un sistema versátil de análisis y diseño. El método de análisis incluye una gran variedad de opciones para el análisis estático y dinámico.

Los resultados, según el programa se compararon con el método de Kani, dando resultados similares con una diferencia mínima debido al número de iteraciones y cantidad de decimales utilizados en el análisis numérico, pero para efectos de diseño se tomaron los resultados del análisis por ETABS.

### 2.1.3.2.4. Momentos últimos por envolventes de momentos

Figura 6. Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) - sentido X – vigas.

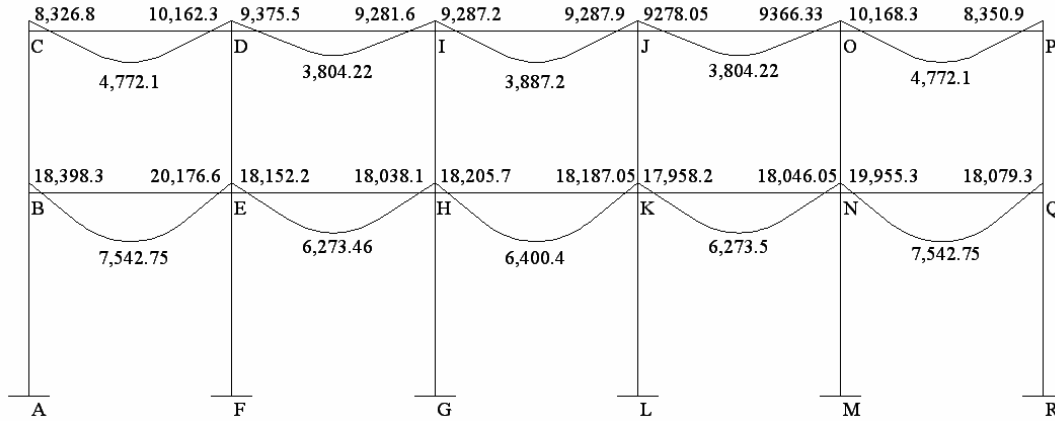


Figura 7. Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) - sentido X – columnas.

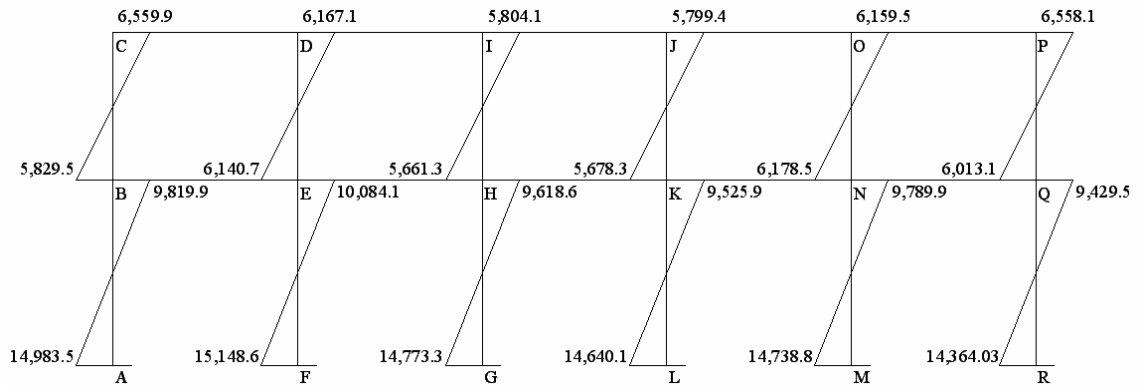


Figura 8. Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) - sentido Y - vigas.

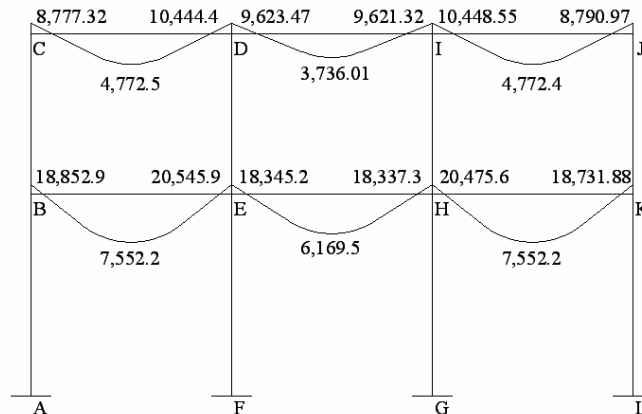
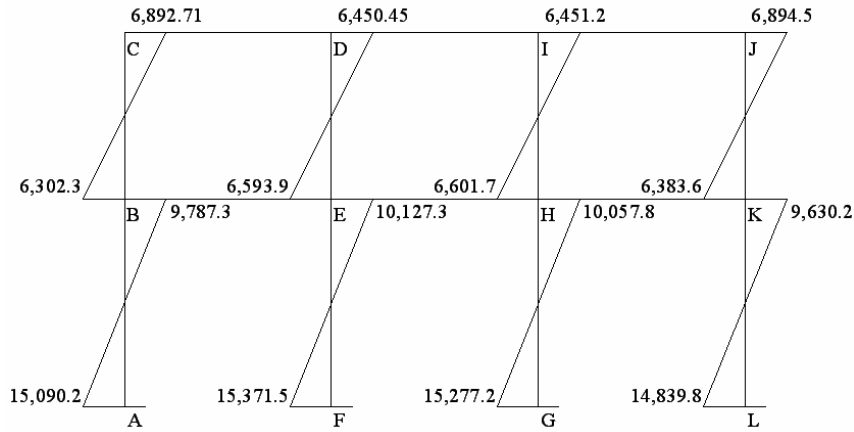


Figura 9. Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) - sentido Y – columnas.



### 2.1.3.2.5. Diagrama de cortes en marcos dúctiles

Figura 10. Diagrama de cortes últimos, (Kg) - sentido X – vigas.

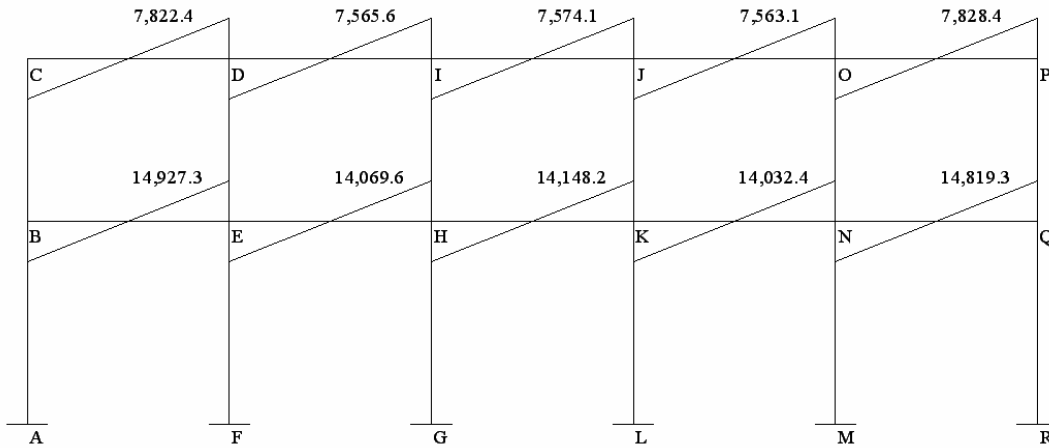


Figura 11. Diagrama de cortes últimos, (Kg) - sentido X – columnas.

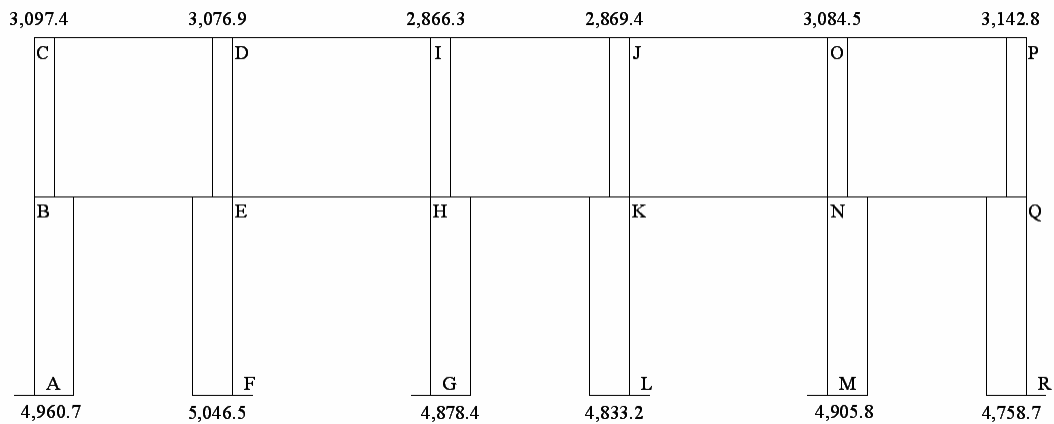


Figura 12. Diagrama de cortes últimos, (Kg) - sentido Y – vigas.

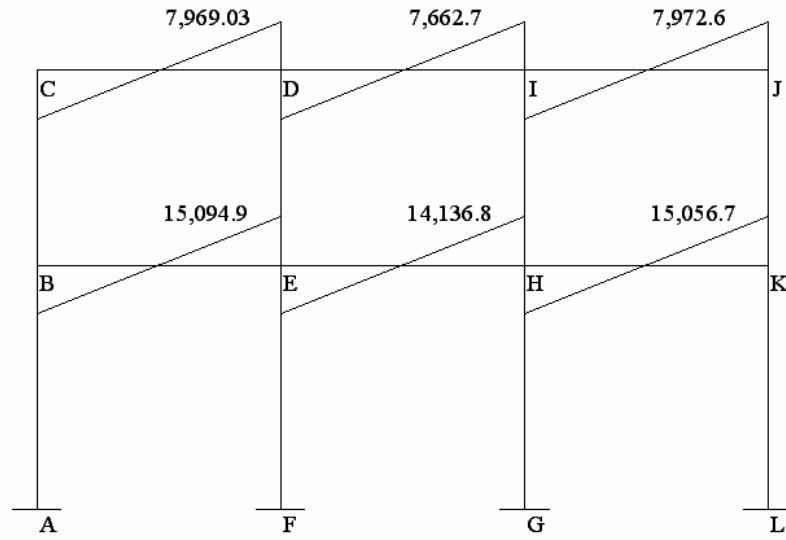
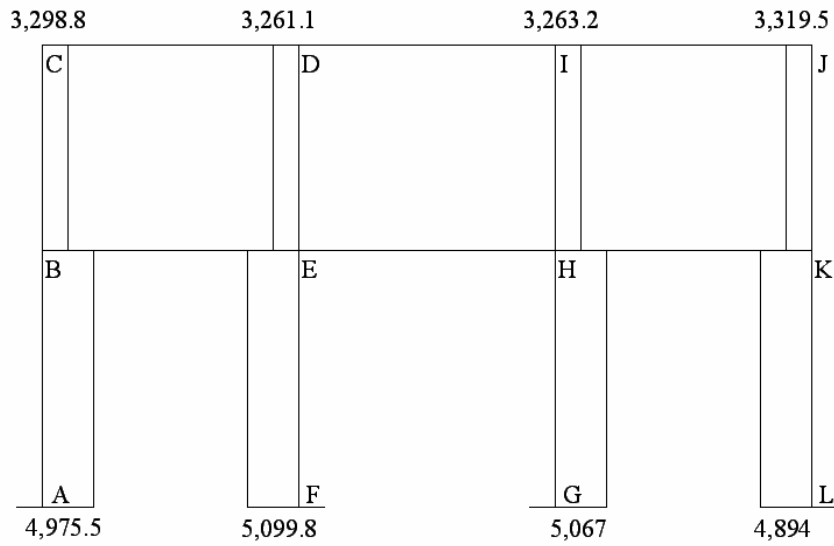


Figura 13. Diagrama de cortes últimos, (Kg) - sentido Y – columnas.

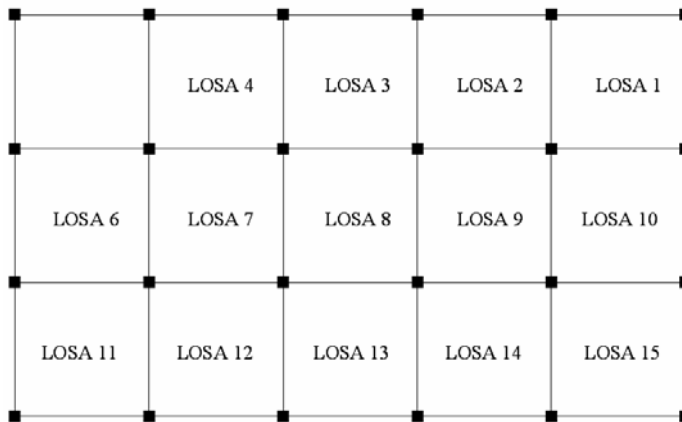


### 2.1.3.3. Dimensionamiento

#### 2.1.3.3.1. Diseño de losas

##### 2.1.3.3.1.1. Losa nivel 1

Figura 14. Planta típica distribución de losas nivel 1.



Para diseñar losas existen varios métodos, en este caso se utiliza el método III del ACI.

Relación A/B:

a = Lado corto de losa

b = Lado largo de losa

$m = a/b = 5 / 5 = 1 > 0.5$  trabaja en dos sentidos

Espesor de losa:

Por su espesor, puede dividirse en cascarones ( $t < 0.09$ ), planas ( $0.09 \leq t \leq 0.12$ ) y nervuradas ( $t \leq 0.12$ ).

$$t = P/180 = 4*5 / 180 = 0.11$$

Usar espesor de losa de 12 cm, es losa plana.

Carga última o carga de diseño:

$$\begin{aligned} CU &= 1.4CM + 1.7CV \\ &= 1.4 ((2,400 * 0.12) + 100) + 1.7(600) \\ &= 1,563.20 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja unitaria de 1.00 mt de ancho:

$$CUu = (1,563.20 \text{ Kg/m}^2) * (1.00 \text{ m}) = 1,563.20 \text{ Kg/m.}$$

Momentos actuantes:

Momentos negativos:

$$Ma^- = Ca^- * CUu * a^2$$

$$Mb^- = Cb^- * CUu * b^2$$

$$M(-) = (1/3) M(+)$$
 Para bordes descontinuos

Donde:

a = Dimensión del lado corto considerado de la losa.

b = Dimensión del lado largo considerado de la losa.

C = Coeficiente de tablas ACI

Momentos positivos:

$$Ma^+ = Ca^+ * CVu * a^2 + Ca^+ * CMu * a^2$$

$$Mb^+ = Cb^+ * CVu * b^2 + Cb^+ * CMu * b^2$$

Donde:

$$CVu = 1.7 CV$$

$$CMu = 1.4 CM$$

Losa 1, 4, 6, 11,15:

Figura 15. Coeficiente de momentos - caso 4



$$Ma^- = 0.05 * 1,563.2 * 5^2 = 1,954 \text{ Kg} - \text{m.}$$

$$Mb^- = 0.05 * 1,563.2 * 5^2 = 1,954 \text{ Kg} - \text{m.}$$

$$Ma^+ = 0.032 * 1,020 * 5^2 + 0.027 * 543.2 * 5^2 = 1,182.66 \text{ Kg} - \text{m.}$$

$$Mb^+ = 0.032 * 1,020 * 5^2 + 0.027 * 543.2 * 5^2 = 1,182.66 \text{ Kg} - \text{m.}$$

$$M(-)\text{Borde} = (1/3)(1,182.66) = 394.22 \text{ Kg} - \text{m.}$$

Losa 2, 3, 12 - 14:

Figura 16. Coeficiente de momentos - caso 8



$$Ma^- = 0.033 * 1,563.20 * 5^2 = 1,289.64 \text{ Kg} - \text{m.}$$

$$Mb^- = 0.61 * 1,563.20 * 5^2 = 2,383.88 \text{ Kg} - \text{m}$$

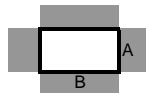
$$Ma^+ = 0.028 * 1020 * 5^2 + 0.020 * 543.2 * 5^2 = 985.6 \text{ Kg} - \text{m.}$$

$$Mb^+ = 0.030 * 1020 * 5^2 + 0.023 * 543.2 * 5^2 = 1,077.34 \text{ Kg} - \text{m.}$$

$$M(-)\text{Borde} = (1/3)(1,077.34) = 359.11 \text{ Kg-m.}$$

Losa 7 - 9:

Figura 17. Coeficiente de momentos - caso 2



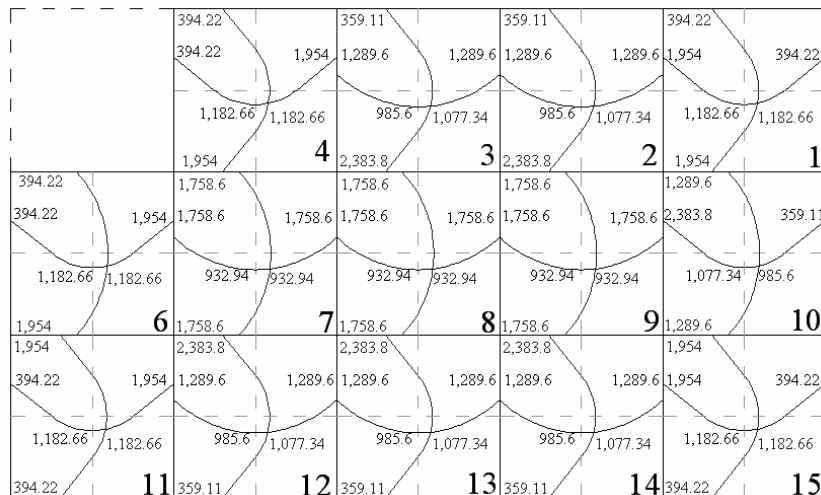
$$Ma^- = 0.045 * 1,563.2 * 5^2 = 1,758.6 \text{ Kg} - \text{m.}$$

$$Mb^- = 0.045 * 1,563.2 * 5^2 = 1,758.6 \text{ Kg} - \text{m.}$$

$$Ma^+ = 0.027 * 1,020 * 5^2 + 0.018 * 543.2 * 5^2 = 932.94 \text{ Kg} - \text{m.}$$

$$Mb^+ = 0.027 * 1,020 * 5^2 + 0.018 * 543.2 * 5^2 = 932.94 \text{ Kg} - \text{m.}$$

Figura 18. Planta típica con distribución de momentos no balanceados, nivel 1.

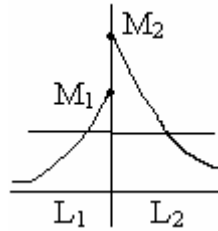


Balaneo de momentos:

Si:  $0.80 * M_2 \text{ mayor} \leq M_1 \text{ menor}$ ; entonces  $M_B = \frac{M_2 \text{ mayor} + M_1 \text{ menor}}{2}$

Si:  $0.80 * M_2 \text{ mayor} > M_1 \text{ menor}$ ; entonces balancear proporcionalmente a su rigidez:

Figura 19. Ejemplo balaneo de momentos.



$$K_1 = 1 / L_1$$

$$K_2 = 1 / L_2$$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2}$$

$$D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$

Donde: L= longitud de losa considerada

Tabla IV. Balance de momentos.

**BALANCE DE MOMENTOS**

D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
(+)(M <sub>2</sub> - M <sub>1</sub> ) * D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub> * (M <sub>2</sub> - M <sub>1</sub> ) (-)
<b>MB</b>	<b>MB</b>

Balaneo de momentos entre losas 1 y 2, 3 y 4, 11 y 12, 14 y 15, 1 y 10, 10 y 15:

$$M_2 = 1,954 \text{ Kg-m.}$$

$$M_1 = 1,289.69 \text{ Kg-m.}$$

$$0.8 * 1,954 = 1,563.2 > 1,289.69$$

$$K_1 = 1 / 5 = 0.2$$

$$K_2 = 1 / 5 = 0.2$$



$$D_1 = \frac{0.2}{0.2 + 0.2} = 0.5$$

$$D_2 = \frac{0.2}{0.2 + 0.2} = 0.5$$

Tabla V. Balance de momentos entre losas.

**BALANCE DE MOMENTOS**

0.5	0.5
1,289.64	1,954
(+)	(-)
0.5 * (1,954 - 1,289.64)	(1,954 - 1,289.64) * 0.5
<b>1,621.82 Kg-m.</b>	<b>1,621.82 Kg-m.</b>

Balance de momentos entre Losas 2 y 9, 3 y 8, 9 y 10, 7 y 12, 13 y 8, 9 y 14:

$$M_2 = 2,383.88 \text{ Kg-m.}$$

$$M_1 = 1,758.60 \text{ Kg-m.}$$

$$0.8 * 2,383.88 = 1,907.104 > 1,758.60$$

$$K_1 = 1 / 5 = 0.2$$

$$K_2 = 1 / 5 = 0.2$$

$$D_1 = \frac{0.2}{0.2 + 0.2} = 0.5$$

$$D_2 = \frac{0.2}{0.2 + 0.2} = 0.5$$

Tabla VI. Balance de momentos entre losas.

**BALANCE DE MOMENTOS**

0.5	0.5
1,758.60	2,383.88
(+)	(-)
0.5 * (2,383.88 - 1,758.60)	(2,383.88 - 1,758.60) * 0.5
<b>2,071.24 Kg - m.</b>	<b>2,071.24 Kg - m.</b>

Balance de momentos entre Losas 4 y 7, 6 y 7:

$$M_2 = 1,954 \text{ Kg-m.}$$

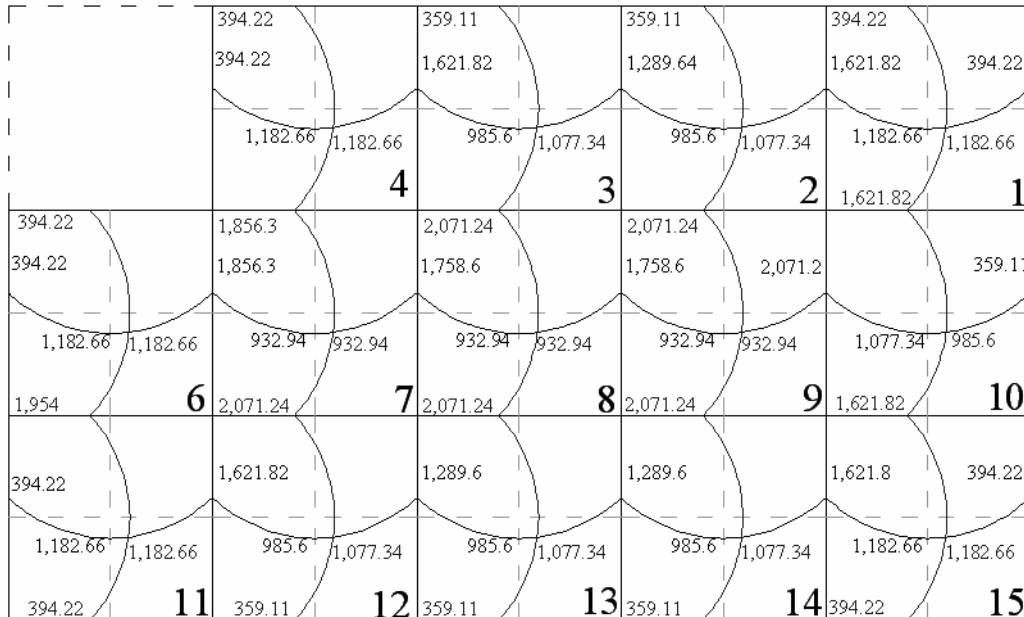
$$M_1 = 1,758.60 \text{ Kg-m.}$$

$$0.8 * 1,954 = 1,563.2 < 1,758.6$$

$$(M_2 + M_1) / 2 = (1,954 + 1,758.6) / 2 = 1,856.3 \text{ Kg-m.}$$

Momentos balanceados:

Figura 20. Planta típica con distribución de momentos balanceados, nivel 1.



Calcular peralte efectivo:

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi/2$$

$$d = 12 - 2 - (0.95/2) = 9.5 \text{ cm.}$$

Calcular el acero mínimo de la losa:

$$A_{smin} = (14.1/f_y) * b * d$$

Donde:

$$b = \text{ancho unitario} = 100 \text{ cm.}$$

$$A_{smin} = (14.1/2810) * 100 * 9.5 = 4.77 \text{ cm}^2$$

Proponer espaciamiento S, usando varillas No. 3, con  $A_s = 0.71 \text{ cm}^2$ :

$$4.77 \text{ cm}^2 \text{ -----} 100 \text{ cm}$$

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

$$S = 71 / 4.77 = 14.88 \text{ cm.} \approx 14 \text{ cm.}$$

Chequeando  $S_{max} = 2t = 2(0.12) = 0.24$  m.

o  $S_{max} = 0.30$  m.

Usar  $S_{max} = 14$  cm.

Calcular nuevamente  $A_{smin}$  para  $S_{max}$ :

$A_{smin}$ -----100 cm

$0.71 \text{ cm}^2$  -----14 cm

$A_{smin} = 71/14 = 5.07 \text{ cm}^2$

Calcular el momento que resiste el  $A_{smin}$ :

$$M_{A_{smin}} = \phi [A_s \cdot f_y (d - (A_s \cdot f_y / (1.7 \cdot f_c \cdot b)))]$$

Donde:

$\phi$  = Flexión

b = Ancho unitario = 100 cm.

$$M_{A_{smin}} = 0.90 [5.07 \cdot 2810 (9.5 - (5.07 \cdot 2810 / (1.7 \cdot 210 \cdot 100)))]$$

$$= 116,692.43 \text{ Kg-cm.}$$

$$= 1,166.92 \text{ Kg-m.}$$

Calcular el área de acero para cada momento mayor al  $M_{A_{smin}}$ :

$$A_s = [b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - ((\mu \cdot b) / (0.003825 \cdot f_c))}] \cdot (0.85 \cdot f_c / f_y)$$

Donde:

$\mu$  = Momento último (Kg-m)

$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

$f_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$

b = 100 cm.

d = 9.5 cm.

$A_s = \text{cm}^2$

Usando varillas No. 3, con  $A_s = 0.71 \text{ cm}^2$ .

Tabla VII. Área de acero para cada momento mayor al  $M_{Asmin}$ .

Momento (Kg-m)	Área de acero (cm <sup>2</sup> )		Espaciamiento (m)
	Requerido	Usar	
1,182.66	5.14	5.14	0.135
1,289.64	5.63	5.63	0.125
1,856.30	8.30	8.30	0.085
1,077.34	4.66	5.07	0.14
985.60	4.25	5.07	0.14
932.94	4.02	5.07	0.14
1,758.60	7.83	7.83	0.09
2,071.24	9.34	9.34	0.075
1,621.82	7.18	7.18	0.095

Chequeo por corte:

Corte máximo actuante:

$$V_{max} = (CUu * L) / 2$$

Donde:

CUu = Carga última unitaria.

L = Lado corto de la losa que se está analizando.

$$V_{max} = (1,563.20 * 5) / 2 = 3,908 \text{ Kg.}$$

Corte máximo resistente:

$$\begin{aligned} VR &= 45 * t * \sqrt{f'c} \\ &= 45 * 12 * \sqrt{210} = 7,825.34 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Corte máximo resistente > Corte máximo actuante

$$VR > V_{max}$$

$$7,825.34 \text{ Kg.} > 3,908 \text{ Kg.} \quad \text{OK.}$$

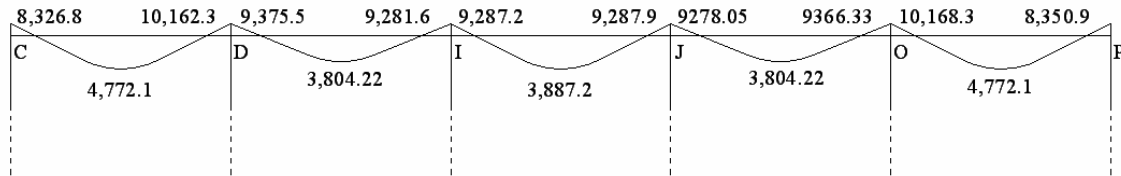
### 2.1.3.3.1.2. Losa nivel 2

Para el diseño de losa del nivel 2, se siguió el mismo procedimiento que se utilizó para diseñar la losa del nivel 1, por lo tanto únicamente se muestran los resultados obtenidos, ver plano de armado de losa nivel 2 en apéndice.

### 2.1.3.3.2. Diseño de vigas

#### Sentido X, nivel 2:

Figura 21. Diagrama de momentos en vigas – sentido X – nivel 2.



Proponer sección de viga:  $25 \times 50 \text{ cm}^2$

Calcular peralte efectivo:

$$\begin{aligned}d &= h - \text{recubrimiento} - \text{estribo} - \phi/2 \\ &= 50 - 2.5 - 1.27 - 2.865/2 \\ &= 44.80\end{aligned}$$

Revisando:

$$0.25 < b/d < 0.60$$

$$0.25 < 25/44.80 < 0.60$$

$$0.25 < 0.55 < 0.60 \quad \text{OK.}$$

$$\text{Área gruesa} = b * h = 25 * 50 = 1,250 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo:

$$A_{smin} = (14.1/f_y) * b * d = (14.1/2810) * 25 * 44.8 = 5.62 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo:

$$A_{smax} = \rho_{max} * b * d$$

$$\rho_{max} = 0.5 \rho_{balanceado}$$

$$\rho_{bal} = 0.85 \beta_i (f'_c/f_y)[E_s*0.003/(f_y + E_s*0.003)]$$

Como:

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \text{ usar } \beta_i = 0.85$$

$$E_s = 2.3 * 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho_{bal} &= 0.85*0.85*(210/2810)[(2.3*10^6)*0.003/(2810+2.3*10^6 *0.003)] \\ &= 0.0369 \end{aligned}$$

$$\rho_{max} = 0.5(0.0369) = 0.01847$$

$$A_{smax} = 0.01847*25*44.8 = 20.68 \text{ cm}^2$$

Área de acero requerido para cada momento actuante:

$$A_s = [b*d - \sqrt{(b*d)^2 - ((\mu*b)/(0.003825*f'_c))}] * (0.85*f'_c/f_y)$$

Donde:

$$\mu = \text{Momento último (Kg-m)}$$

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$$

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

$$d = 44.80 \text{ cm}$$

$$A_s = \text{cm}^2$$

Si:

$A_s < A_{smin}$ ; entonces colocar  $A_{smin}$

$A_s > A_{smax}$ ; aumentar peralte o diseñar viga doblemente reforzada

$A_s < A_{smax}$ ; es viga simplemente reforzada

Tabla VIII. Área de acero requerido para cada momento actuante.

**TRAMO C - D**

	Momento Actuante (Kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	8,326.88	7.77	5.62<7.77<20.68	7.77
<b>Mu<sup>+</sup></b>	4,772.10	4.34	4.34<5.62	5.62
<b>Mu<sup>-</sup></b>	10,162.29	9.62	5.62<9.62<20.68	9.62

**TRAMO D - I**

	Momento Actuante (Kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	9,375.50	8.82	5.62<8.82<20.68	8.82
<b>Mu<sup>+</sup></b>	3,804.22	3.44	3.44<5.62	5.62
<b>Mu<sup>-</sup></b>	9,281.58	8.73	5.62<8.73<20.68	8.73

**TRAMO I - J**

	Momento Actuante (Kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	9,287.19	8.73	5.62<8.73<20.68	8.73
<b>Mu<sup>+</sup></b>	3,887.20	3.52	3.52<5.62	5.62
<b>Mu<sup>-</sup></b>	9,287.92	8.73	5.62<8.73<20.68	8.73

**TRAMO J - O**

	Momento Actuante (Kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	9,278.05	8.72	5.62<8.72<20.68	8.72
<b>Mu<sup>+</sup></b>	3,804.22	3.44	3.44<5.62	5.62
<b>Mu<sup>-</sup></b>	9,366.33	8.81	5.62<8.81<20.68	8.81

**TRAMO O - P**

	Momento Actuante (Kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	10,168.27	9.63	5.62<9.63<20.68	9.63
<b>Mu<sup>+</sup></b>	4,772.10	4.34	4.34<5.62	5.62
<b>Mu<sup>-</sup></b>	8,350.99	7.8	5.62<7.80<20.68	7.8

Refuerzo en cama superior al centro:

Tomar el mayor de los siguientes valores;  $A_{smin}$  ó 33% del  $A_s$  calculado para el  $M(-)$  mayor:

**Sentido X, nivel 2:**

Tabla IX. Refuerzo en cama superior al centro – sentido X – nivel 2.

<b>TRAMO C - D</b> <b>Asmin en (-)</b> $33\%(9.62) = 3.17 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 5.62 \text{ cm}^2$ Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS) As a utilizar = $5.70 \text{ cm}^2$	<b>TRAMO D - I</b> <b>Asmin en (-)</b> $33\%(8.82) = 2.91 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 5.62 \text{ cm}^2$ Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS) As a utilizar = $5.70 \text{ cm}^2$
<b>TRAMO I - J</b> <b>Asmin en (-)</b> $33\%(8.73) = 2.88 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 5.62 \text{ cm}^2$ Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS) As a utilizar = $5.70 \text{ cm}^2$	<b>TRAMO J - O</b> <b>Asmin en (-)</b> $33\%(8.81) = 2.91 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 5.62 \text{ cm}^2$ Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS) As a utilizar = $5.70 \text{ cm}^2$
<b>TRAMO O - P</b> <b>Asmin en (-)</b> $33\%(9.63) = 3.18 \text{ cm}^2$ $A_{smin} = 5.62 \text{ cm}^2$ Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS) As a utilizar = $5.70 \text{ cm}^2$	



Refuerzo en cama inferior en apoyos:

Tomar el mayor de los siguientes valores;  $A_{smin}$ , 50% del  $A_s$  calculado para el  $M(+)$  ò 50% del  $A_s$  calculado para el  $M(-)$  mayor:

**Sentido X, nivel 2:**

Tabla X. Refuerzo en cama inferior en apoyos – sentido X – nivel 2.

<b>TRAMO C - D</b>	
<b>Asmin en (-)</b>	$50\%(5.62) = 2.81\text{cm}^2$
	$50\%(9.62) = 4.81\text{cm}^2$
	$A_{smin} = 5.62\text{cm}^2$
	Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS)
	As a utilizar = $5.70\text{cm}^2$

<b>TRAMO D - I</b>	
<b>Asmin en (-)</b>	$50\%(5.62) = 2.81\text{cm}^2$
	$50\%(8.82) = 4.41\text{cm}^2$
	$A_{smin} = 5.62\text{cm}^2$
	Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS)
	As a utilizar = $5.70\text{cm}^2$

<b>TRAMO I - J</b>	
<b>Asmin en (-)</b>	$50\%(5.62) = 2.81\text{cm}^2$
	$50\%(8.73) = 4.37\text{cm}^2$
	$A_{smin} = 5.62\text{cm}^2$
	Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS)
	As a utilizar = $5.70\text{cm}^2$

<b>TRAMO J - O</b>	
<b>Asmin en (-)</b>	$50\%(5.62) = 2.81\text{cm}^2$
	$50\%(8.81) = 4.41\text{cm}^2$
	$A_{smin} = 5.62\text{cm}^2$
	Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS)
	As a utilizar = $5.70\text{cm}^2$

<b>TRAMO O - P</b>	
<b>Asmin en (-)</b>	$50\%(5.62) = 2.81\text{cm}^2$
	$50\%(9.63) = 4.81\text{cm}^2$
	$A_{smin} = 5.62\text{cm}^2$
	Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS)
	As a utilizar = $5.70\text{cm}^2$

Bastones:

Diferencia entre el As calculado menos el As corrido:

(En este caso se calcularon solo los As(-), debido a que no es necesario colocar tensiones a los As(+)).

**Sentido X, nivel 2:**

TRAMO C – D:

$$As(-) = 7.77 - 5.70 = 2.07 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$As(-) = 9.62 - 5.70 = 3.92 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

TRAMO D – I:

$$As(-) = 8.82 - 5.70 = 3.12 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$As(-) = 8.73 - 5.70 = 3.03 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

TRAMO I – J:

$$As(-) = 8.73 - 5.70 = 3.03 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$As(-) = 8.73 - 5.70 = 3.03 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

TRAMO J – O:

$$As(-) = 8.72 - 5.70 = 3.02 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$As(-) = 8.81 - 5.70 = 3.11 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

TRAMO O – P:

$$As(-) = 9.63 - 5.70 = 3.93 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$As(-) = 7.80 - 5.70 = 2.10 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

**Acero transversal (Estribos):**

Corte que resiste el concreto

$$V_r = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$$
$$= 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot 25 \cdot 44.8 = 7,311.76 \text{ Kg.}$$

Corte actuante, tomado del diagrama:

$$V_{act} = 7,828.43 \text{ Kg.}$$

Espaciamiento máximo:

$$S_{max} = d/2$$
$$= 44.8/2 = 20 \text{ cms.}$$

Figura 22. Diagrama de corte actuante y corte resistente.

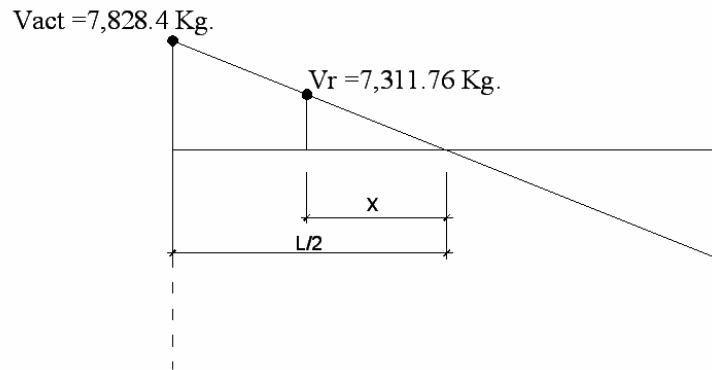
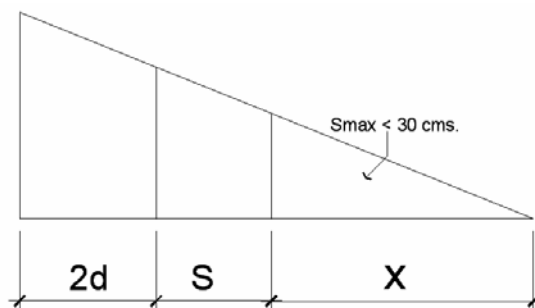


Figura 23. Espaciamiento en viga, longitud  $L/2$ .



Acero transversal en extremos, según ACI- 318- 95, cap. 21.3.3:

Para  $2d = 2(0.448) = 0.90$  m, tomar el menor de las siguientes condiciones:

- $d/4 = 44.8/4 = 11.2$  cms.  $\approx 10$  cms.
- 8 veces el  $\varnothing$  de la varilla menor longitudinal =  $8*1.9 \approx 15$  cms.
- 24 veces el  $\varnothing$  varilla de estribo =  $24*0.95 \approx 22$  cms.
- 30 cms.

Colocar en  $2d = 0.90$  m, 9 estribos a cada 10 cm.

Para X, colocar  $S_{max} < 30$  cms:

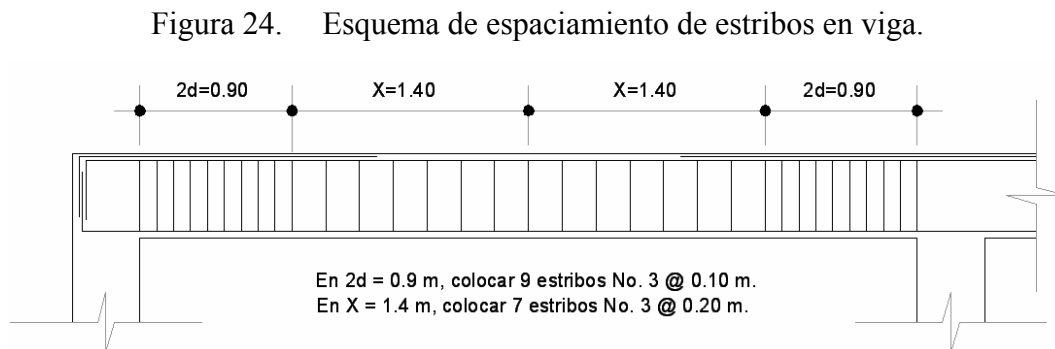
Por relación de triángulos:

$$X = 2.3*(7,311.76)/7,828.43 = 2.15 \text{ mts.}$$

Usar  $S_{max} = 20$  cms.

Colocar en  $X = 1.4$  m, 7 estribos a cada 20 cm.

Colocar estribos No. 3, 1ro. a 5 cm del rostro + 9 @ 10 cm + resto @ 20 cm.



Continuar el mismo procedimiento para las vigas restantes, ver detalle en apéndice.

### 2.1.3.3.3. Diseño de columnas

Columna nivel 1:

Calcular carga última:

$$CU = 1.4 CM + 1.7 CV$$

$$CUnivel2 = 1.4[(2,400*0.12)+100] + 1.7(200) = 883.2 \text{ Kg/m}^2$$

$$CUnivel1 = 1.4[(2,400*0.12) + 100 + 210] + 1.7(600) = 1,857.2 \text{ Kg/m}^2$$

$$CUtotal = CUnivel2 + CUnivel1$$

$$= 883.2 + 1,857.2 = 2,740.40 \text{ Kg/m}^2$$

Calcular factor de carga última:

$$FCU = CUtotal / (CM + CV)$$

$$= 2,740.4 / (986 + 800) = 1.53$$

Calcular carga axial:

$$Pu = (\text{área tributaria columna} * CUtotal) + (\text{peso propio de vigas} * FCU) + \\ (\text{Pp columna nivel 2} * FCU) + (\text{Pp columna nivel 1} * FCU)$$

$$Ppcol = \text{sección columna} * \text{longitud columna} * W_{\text{concreto}}$$

$$= 0.35*0.35*4*2,400 = 1,176 \text{ Kg.}$$

$$= 0.35*0.35*5*2,400 = 1,470 \text{ Kg.}$$

$$Ppvigas = \text{sección viga} * (\text{longitud vigas que llegan a columna}/2) * W_{\text{concreto}}$$

$$= 0.25*0.50*10*2,400 = 3,000 \text{ Kg.}$$

$$Pu = (25*2,740.40) + 1.53*(3,000 + 1,176 + 1,470) = 77,148.38 \text{ Kg.}$$

Clasificar la columna según su esbeltez:

Si:  $E < 21$ ; Columna corta (no magnificar momentos)

$21 \leq E < 100$ ; Columna intermedia (magnificar momentos)

$E > 100$ ; Columna larga (no construir, fallan por pandeo)

$$E = KLu / r$$

Donde: K = Factor de longitud efectiva.

Lu = Longitud de la columna entre apoyos.

r = Radio de giro de sección transversal, para columna rectangular

usar:  $r = 0.30 * \text{Lado menor de sección} = 0.30 * 0.35 = 0.105 \text{ mt.}$

Coefficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación:

Extremo superior:

$$\Psi = \frac{\sum(\text{Em} * I/L) \text{ columnas}}{\sum(\text{Em} * I/L) \text{ vigas}}$$

Donde: Em = 1 (Por ser todo el marco del mismo material).

I = Inercias de cada elemento estructural.

L = Longitud de cada elemento estructural.

$$I = b * h^3 / 12$$

$$I_{\text{col}} = 35 * 35^3 / 12 = 125,052.08 \text{ cm}^4.$$

$$I_{\text{vig}} = 25 * 50^3 / 12 = 260,416.67 \text{ cm}^4.$$

$$\Psi = \frac{(1 * 125,052.08 / 4) * 2}{(1 * 260,416.67 / 5) * 4} = 0.3$$

Extremo inferior:

$\Psi = 0$  ; (Por ser empotramiento en la base).

Promedio:

$$\Psi_p = (0.3 + 0) / 2 = 0.15$$

Factor de longitud efectiva K:

Para  $\Psi_p < 2$ :

$$K = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} = \frac{20 - 0.15}{20} * \sqrt{1.15} = 1.06$$

Sustituir datos para calcular esbeltez:

$$E = K L_u / r = 1.06 * 4 / 0.105 = 40.38$$

Como:  $21 \leq 40.38 < 100$ ; (Columna intermedia).

Magnificación de momentos:

a. Factor de flujo plástico del concreto:

$$\begin{aligned} B_d &= CMU / CU_{total} \\ &= 1.4 * 986 / 2,740.40 = 0.503 \end{aligned}$$

b. EI total del material:

$$\begin{aligned} EI &= \frac{E_c * I_g}{2.5(1+B_d)} \\ \text{Donde: } E_c &= 15,100 \sqrt{f'_c} \\ I_g &= b * h^3 / 12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EI &= \frac{(15,100 \sqrt{210}) * (35 * 35^3 / 12)}{2.5 (1 + 0.503)} \\ &= 7.282467 * 10^9 \text{ Kg-cm}^2 \\ &= 728.25 \text{ Ton - m}^2 \end{aligned}$$

c. Carga crítica de pandeo de Euler:

$$\begin{aligned} P_{cr} &= (\pi^2 * EI) / (K * L_u)^2 \\ &= (\pi^2 * 728.25) / (1.06 * 4)^2 = 399.81 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

d. Magnificador de momentos:

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{1}{1 - (P_u / \phi P_{cr})} \geq 1 \\ \text{Donde: } \phi &= 0.70; \text{ (Para estribos).} \\ \delta &= \frac{1}{1 - (77.15 / 0.7 * 399.81)} = 1.38 \end{aligned}$$

e. Momentos de diseño magnificados:

$$\begin{aligned} M_x &= 15,371.48 * 1.38 = 21,212.64 \text{ Kg - m.} \\ M_y &= 10,127.31 * 1.38 = 13,975.69 \text{ Kg - m.} \end{aligned}$$

Refuerzo longitudinal, aplicando el método de Bresler:

a. Límites de área de acero en la columna:

$$1\%A_g \leq A_s \leq 8\%A_g$$

$$A_{smin} = 0.01(35*35) = 12.25 \text{ cm}^2.$$

$$A_{smax} = 0.08(35*35) = 98 \text{ cm}^2.$$

b. Proponer área de acero y armado:

$$A_s = 1.8 \% A_g$$

$$= 0.018(35*35) = 22.05 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Armado propuesto} = 8 \text{ No. 6 con } A_s = 22.8 \text{ cm}^2.$$

c. Usando diagramas de interacción para diseño de columnas:

Valor de la gráfica:

$$\gamma = \frac{b - 2rec}{h} = \frac{0.35 - (2*0.03)}{0.35} = 0.8$$

Valor de la curva:

$$P_{tu} = \frac{A_s * f_y}{A_g * 0.85 * f'_c} = \frac{22.8 * 2,810}{(35*35) * 0.85 * 210} = 0.3$$

Excentricidades:

$$e_x = M_x / P_u = 21,212.64 / 77,148.38 = 0.3$$

$$e_y = M_y / P_u = 13,975.69 / 77,148.38 = 0.18$$

Valor de la diagonal:

$$e_x/h_x = 0.30 / 0.35 = 0.86$$

$$e_y/h_y = 0.18 / 0.35 = 0.51$$

En diagrama buscar:

$$K'_x = 0.78$$

$$K'_y = 0.56$$



Resistencia de la columna a una excentricidad dada:

Carga de resistencia de la columna:

$$P'_{ux} = K'_x * \phi * f'_c * b * h = 0.78 * 0.7 * 210 * 35 * 35 = 140,458.5 \text{ Kg.}$$

$$P'_{uy} = K'_y * \phi * f'_c * b * h = 0.56 * 0.7 * 210 * 35 * 35 = 100,842 \text{ Kg.}$$

Carga axial de resistencia para la columna:

$$P'o = \phi [0.85 * f'_c (A_g - A_s) + A_s * f_y] \\ = 0.7 [0.85 * 210 (1,225 - 22.8) + 22.8 * 2,810] = 195,062.49 \text{ Kg.}$$

Carga de resistencia de la columna:

$$P'u = \frac{1}{(1/P'_{ux}) + (1/P'_{uy}) - (1/P'o)} \\ = \frac{1}{(1/140,458.5) + (1/100,842) - (1/195,062.49)} \\ = 83,966.71 \text{ Kg.}$$

Revisando  $P'u > P_u$  si no aumentar  $A_s$ .

$$83,966.71 \text{ Kg.} > 77,148.38 \text{ Kg.} \text{ Ok.}$$

Acero transversal (Estribos):

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d \\ = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 35 * 30.1 = 6,877.7 \text{ Kg.}$$

$$V_{act} = 5,099.76 \text{ Kg.}$$

$$S_{max} = d/2 = 30.1 / 2 \approx 15 \text{ cms.}$$

Longitud de confinamiento:

$$L_o \begin{cases} L_u/6 = 4/6 = 0.66 \text{ m.} \\ \text{Lado} > \text{ de columna} = 0.35 \text{ m.} \\ 0.45 \end{cases}$$

Tomar el mayor,  $L_o = 0.66 \text{ m.}$

Relación volumétrica:

$$\rho_s = 0.45(A_g/A_{ch} - 1) (0.85 \cdot f_c/f_y)$$

Donde:

$$\rho_s \geq 0.12 (f_c/f_y)$$

$$\rho_s = 0.45((35 \cdot 35)/(29 \cdot 29) - 1)(0.85 \cdot 210/2810) \geq 0.12(210/2810)$$

$$\rho_s = 0.01305 \geq 0.008967$$

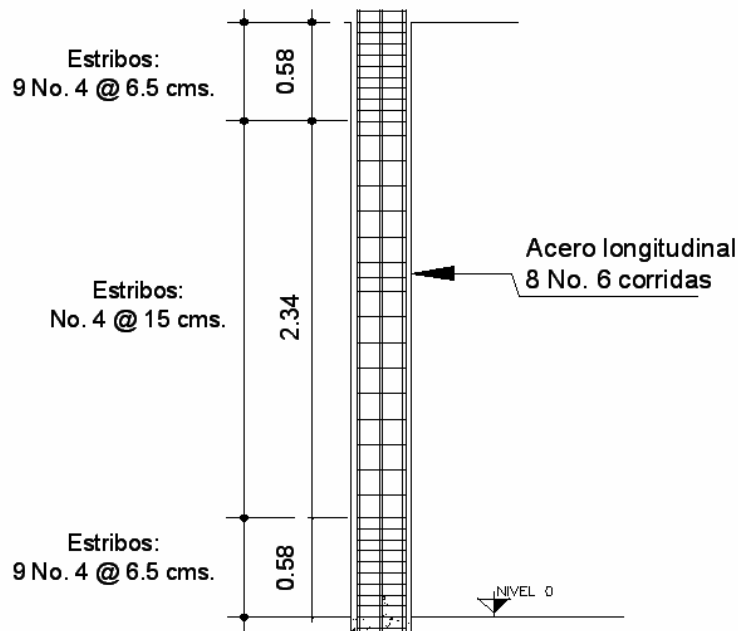
$S = 2 A_v / (\rho_s \cdot L_n)$ ; usando varilla No. 4

$$= (2 \cdot 1.27) / (0.01305 \cdot 29)$$

$$= 6.5 \text{ cm.}$$

Colocar en zona de confinamiento 9 No. 4 @ 6.5 cm + resto @ 15 cm + colocar estribos No. 3 @ 15 cm girado a 45° en toda la columna.

Figura 25. Esquema de espaciamiento de estribos en columnas.



Para el diseño de la columna del nivel 2, se sigue el mismo procedimiento, colocar 4 No. 5 + 4 No. 4 corridas, estribos en zona de confinamiento 9 No.4 @ 6.5 cm + resto No. 4 @ 15 cm + colocar No. 3 @ 15 cm girado a 45° en toda la columna, ver detalle en apéndice.

#### 2.1.3.3.4. Diseño de cimientos

Valor soporte de diseño del suelo =  $9.97 \text{ Ton/m}^2$

$\gamma_s = 1.05 \text{ Ton/m}^3$

Desplante = 1.5 m.

$M_x = 15,148.67 \text{ Kg} - \text{m}$ .

$M_y = 15,371.48 \text{ Kg} - \text{m}$ .

$P_u = 77,148.38 \text{ Kg}$ .

$FCU = 1.53$

Carga de trabajo:

$$P' = P_u / FCU = 77,148.38 / 1.53 = 50,423.78 \text{ Kg.} = 50.42 \text{ Ton.}$$

Momentos de trabajo:

$$M' = M_u / FCU$$

$$M'_x = 15,148.67 / 1.53 = 9,901.09 \text{ Kg-m.} = 9.90 \text{ Ton-m.}$$

$$M'_y = 15,371.48 / 1.53 = 10,046.72 \text{ Kg-m.} = 10.05 \text{ Ton-m.}$$

Estimación de área de zapata:

$$A_z = 1.5 * P' / V_s = (1.5 * 50.42) / (9.97) = 7.585 \text{ m}^2$$

Se propone una sección de 3.5m\* 3.5m,

$$\text{Área de zapata} = A_z = 3.5 * 3.5 = 12.25 \text{ m}^2$$

Estimación total de cargas actuantes:

$$P = P' + P_s + P_{cim}$$

$$P_s = A_z * \text{desplante} * \gamma_s = 12.25 * 1.5 * 1.05 = 19.293 \text{ Ton.}$$

$$P_{cim} = A_z * \text{espesor asumido} * W_c = 12.25 * 0.52 * 2.4 = 15.288 \text{ Ton.}$$

$$P = 50.42 + 19.293 + 15.288 = 85.00 \text{ Ton.}$$

Presión sobre el suelo:

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_x}{S_x} \pm \frac{M'_y}{S_y}$$

$$\text{Donde: } S = (1/6)b \cdot h^2 = (1/6)(3.5)(3.5)^2 = 7.1458$$

$$q = \frac{85.00}{12.25} \pm \frac{9.90}{7.145} \pm \frac{10.05}{7.145}$$

$$q_{\max} = 9.73 \text{ Ton/m}^2 < V_s$$

$$q_{\min} = 4.15 \text{ Ton/m}^2 > 0$$

Presión última de diseño:

$$q_{\text{dis } u} = q_{\max} * FCU = 9.73 * 1.53 = 14.887 \text{ Ton/m}^2$$

Diseño de peralte efectivo de la zapata:

$$\begin{aligned} d &= t - \text{rec} - \phi/2 \\ &= 52 - 7.5 - 1.9/2 = 43.55 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Corte simple actuante, actúa a una distancia  $d$ , del rostro de la columna:

$$\begin{aligned} V_{\text{act}} &= \text{Área actuante} * q_{\text{dis } u} \\ &= (1.1395 * 3.5) * 14.887 \\ &= 59.373 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

Corte simple resistente:

$$\begin{aligned} V_r &= 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d / 1000 \\ &= 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 350 * 43.55 / 1000 \\ &= 99.51 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

$$V_r > V_{act}$$

99.51 Ton > 59.373 Ton, el peralte seleccionado es correcto.

Corte punzante actuante, actúa a una distancia  $d/2$ , del rostro de la columna:

$$\begin{aligned} V_{act} &= (\text{Área zapata} - \text{Área punzonada}) * q_{dis} u \\ &= 11.633 * 14.887 \\ &= 173.18 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

Corte punzante resistente:

$$\begin{aligned} V_r &= 0.85 * 1.06 * \sqrt{f_c} * b_o * d / 1000 \\ &\text{Donde: } b_o = \text{Perímetro de sección crítica de punzonamiento.} \\ &= 0.85 * 1.06 * \sqrt{210} * 314.2 * 43.55 / 1000 \\ &= 178.66 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

$$V_r > V_{act}$$

178.66 Ton > 173.18 Ton, el peralte seleccionado es correcto.

Diseño de refuerzo:

$$M_u = WL^2/2$$

Donde:  $W = q_{dis}$  (Por ser zapata cuadrada)  
 $L =$  Distancia medida del rostro de columna al borde de zapata.

$$M_u = (14.887)(1.575)^2/2 = 18.464 \text{ Ton-m.}$$

Área de acero requerido para momento último:

$$A_{sreq} = [b*d - \sqrt{(b*d)^2 - ((\mu*b)/(0.003825*f_c))}] * (0.85*f_c/f_y)$$

Donde:

$$\mu = 18,464.53 \text{ Kg-m}$$

$$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 44.80 \text{ cm}$$

$$A_s = \text{cm}^2$$

$$A_{sreq} = [(100*43.55) - \sqrt{(100*43.55)^2 - \frac{18,464.53*100}{(0.003825*210)}}] * \frac{0.85*210}{2,810}$$

$$A_{sreq} = 17.31 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo:

$$A_{smin} = (14.1/f_y)*b*d = (14.1/2,810)*100*41.55 = 20.85 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento entre varillas de refuerzo:

$$S = (\text{Área varilla No. 6}) / (A_s \text{ a utilizar}) = 2.85 / 20.85 = 0.14 \text{ m en ambos sentidos.}$$

Refuerzo por temperatura:

$$A_t = 0.002*b*d$$

$$= 0.002(100)(43.55) = 8.71 \text{ cm}, \text{ colocar a cada } 8.50 \text{ cm en cama superior en}$$

ambos sentidos.

Cimiento corrido:

Se colocó cimiento corrido en toda la base de la estructura, teniendo así vigas de amarre con el propósito de rigidizar en la base los marcos estructurales que componen el sistema.

#### **2.1.4. Instalaciones eléctricas**

Se realizaron en base a las normas de planificación y construcción FHA. Según normas de FHA deberá proveerse de un circuito de 15 a 20 amperios por cada 12 o 16 unidades como máximo, para la colocación de tomacorrientes 1 por cada 5 m de longitud, por lo cual se utilizó: En el primer nivel la instalación eléctrica se colocaron tres circuitos de iluminación (con un total de 18 lámparas y 6 reflectores exteriores) y dos circuitos de fuerza (con un total de 12 tomacorrientes). El segundo nivel tiene dos circuitos de iluminación (con un total de 18 lámparas) y dos circuitos de fuerza (con un total de 16 tomacorrientes). Se presentan plantas esquematizadas, mostrando la distribución del sistema eléctrico así como planilla de simbología utilizada para el mismo.

#### **2.1.5. Instalaciones hidráulicas**

Se realizaron en base a las normas de planificación y construcción FHA. En la instalación de agua potable del primer nivel utiliza tubería y accesorios de  $\varnothing \frac{1}{2}$ " y  $\varnothing \frac{3}{4}$ ". La instalación de drenaje pluvial consta de cinco bajadas de agua con tubería de  $\varnothing 3$ " y  $\varnothing 4$ " con una pendiente de 1% y una caja de registro. En el drenaje sanitario del primer y segundo nivel se utiliza tubo de  $\varnothing 2$ " y  $\varnothing 3$ " con pendiente de 2% y una caja de registro.

#### **2.1.6. Planos constructivos**

Tomando en cuenta el dimensionamiento anterior descrito, se presenta un listado de planos constructivos del proyecto, mostrando los planos en apéndice.

- Elevación frontal y lateral, planta de distribución de espacios.
- Planta de cotas y planta de electricidad.
- Planta de acabados y planta de drenaje pluvial.
- Planta de drenaje sanitario y planta de instalación de agua potable.
- Planta de distribución de columnas, cimientos y detalles.
- Armado de losas y armado de vigas.

## 2.1.7. Presupuesto

Se presenta un resumen del presupuesto realizado, donde se tomó en consideración los precios de materiales que se cotizan en el mercado, así como salarios de mano de obra de la región, con prestaciones de 66%, aplicando un factor de costos indirectos de 30%.

Tabla XI. Presupuesto mercado municipal.

<b>PRESUPUESTO</b>				
<b>MERCADO MUNICIPAL</b>				
MUNICIPIO DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
Trazo y estaqueado	ml	265.3	13.00	3,448.90
Excavación de zanja	ml	265.3	50.00	13,265.00
Relleno de zanja	ml	265.3	15.00	3,979.50
Zapata	Unidad	24	3,995.40	95,889.60
Cimiento corrido	ml	237.4	100.47	23,851.58
Levantado de block hasta solera	m <sup>2</sup>	44.4	48.20	2,140.08
Solera de humedad	ml	152	94.70	14,394.40
Solera intermedia con block "U"	ml	478	40.70	19,454.60
Solera corona	ml	214	97.18	20,796.52
Columnas de concreto nivel 1	Unidad	24	2,910.60	69,854.40
Columnas de concreto nivel 2	Unidad	24	2,205.95	52,942.80
Columnas C-R	Unidad	70	423.38	29,636.60
Viga nivel 1 sentido corto	Unidad	6	9,036.22	54,217.32
Viga nivel 1 sentido largo	Unidad	4	14,540.90	58,163.60
Viga nivel 2 sentido corto	Unidad	6	6,755.78	40,534.68
Viga nivel 2 sentido largo	Unidad	4	11,131.70	44,526.80
Losa nivel intermedio	m <sup>2</sup>	364.12	531.94	193,689.99
Losa de azotea	m <sup>2</sup>	389.13	464.00	180,556.32
Levantado muro de block	m <sup>2</sup>	793	147.76	117,174.00
Instalación hidráulica	ml	252	28.00	7,056.00
Instalación drenaje sanitario	ml	150	60.00	9,000.00
Instalación drenaje pluvial	ml	102	60.00	6,120.00
Cajas de ladrillo	Unidad	2	280.00	560.00
Artefactos sanitarios	Global	1	9,514.00	9,514.00
Instalación eléctrica (fuerza)	Unidad	28	265.00	7,420.00
Instalación eléctrica (iluminación)	Unidad	32	275.00	8,800.00
Módulo de gradas	Global	1	10,301.00	10,301.00
Pañuelos en losa de azotea	m <sup>2</sup>	375	28.00	10,500.00
Repello + cernido	m <sup>2</sup>	754	36.00	27,144.00
Repello + alisado	m <sup>2</sup>	433	38.00	16,454.00
Piso de concreto	m <sup>2</sup>	754	48.00	36,192.00
Ventanería	m <sup>2</sup>	11.52	480.00	5,529.60
Puerta P-1	Unidad	5	2,300.00	11,500.00
Puerta P-2	Unidad	2	4,800.00	9,600.00
			<b>SUB - TOTAL Q.</b>	<b>1,215,307.29</b>
Factor de costos indirectos		0.30		364,592.18
			<b>TOTAL Q.</b>	<b>1,579,899.47</b>





## 2.2. Diseño de graderío en gimnasio polideportivo

### 2.2.1. Descripción del proyecto

El diseño de la estructura del graderío será destinado para un gimnasio polideportivo, el sistema estructural es a base de marcos dúctiles de concreto reforzado, con losa plana de concreto reforzado. El proyecto cuenta además con servicios sanitarios y vestidores para la comodidad de los usuarios, ubicados debajo de la estructura del graderío.

### 2.2.2. Estudio de suelos

Para determinar el valor soporte del suelo se aplicó el método del Dr. Kart Terzaghi. Para este cálculo se obtuvo una muestra de suelo inalterada de 1 pie<sup>3</sup>, a una profundidad de 2.50 m. El ensayo de compresión triaxial mostró los siguientes resultados:

Desplante	D = 2.50 m
Base	B = 1.00 m
Peso específico del suelo	$\gamma_s = 1.24 \text{ ton/m}^3$
Ángulo de fricción interna	$\theta = 25.84^\circ$
Cohesión	$C_u = 6.35 \text{ ton/m}^2$
Factor de seguridad	$f_c = 3.00$
Tipo de suelo	Limo arenoso color café

Cambiar a radianes el ángulo de fricción interna:

$$\begin{aligned}\theta_{\text{rad}} &= (\theta * \pi) / 180 \\ &= (25.84 * \pi) / 180 \\ &= 0.45 \text{ rad.}\end{aligned}$$

Factor de flujo de carga:

$$Nq = \frac{e^{\left(\frac{3}{2} * \pi - \theta_{rad}\right) \tan \theta}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\theta}{2}\right)}$$
$$= 13.96 \text{ Ton/m}^2$$

Factor de carga última:

$$Nc = \cot \theta * (Nq - 1)$$
$$= 26.75 \text{ Ton/m}^2$$

Factor de flujo de  $\gamma$ :

$$N\gamma = 2 * (Nq + 1) * \tan \theta$$
$$= 14.49$$

Valor soporte último:

$$q_o = 0.4 * \gamma_{suelo} * B * N\gamma + 1.3CNc + \gamma_{suelo} * D * Nq$$
$$= 271.47 \text{ Ton/m}^2$$

Valor soporte neto último:

$$q_{on} = q_o - \gamma_{suelo} * D$$
$$= 268.37 \text{ Ton/m}^2$$

Capacidad soporte de diseño, usando un  $f_c = 3.00$ :

$$q_d = \frac{q_{on}}{f_c}$$
$$= 89.45 \text{ Ton/m}^2$$

El valor soporte del suelo es de 89.45 Ton/m<sup>2</sup>, pero por seguridad se tomó un valor soporte de diseño de 30 Ton/m<sup>2</sup>, el cual será utilizado para el diseño de la cimentación del graderío.

### **2.2.3. Diseño estructural**

#### **2.2.3.1. Diseño arquitectónico**

##### **2.2.3.1.1. Requerimiento de áreas**

Se requieren áreas para graderío, vestidores y servicios sanitarios, el área destinada para graderío es 132 m<sup>2</sup> y el área destinada para vestidores y servicios sanitarios es de 63 m<sup>2</sup>.

##### **2.2.3.1.2. Distribución de espacios**

Las dimensiones del área de graderío son de 7.75 m por 18.35 m, con una altura máxima de 4 m, con huella de 90 cm y contrahuella de 40 cm. Los servicios sanitarios y vestidores se ubicaron debajo de la estructura del graderío, se distribuyó en dos secciones, uno para damas y otro para caballeros, se colocaron tres sanitarios, cuatro lavamanos, dos duchas, área de guarda ropa y vestidores.

##### **2.2.3.1.3. Alturas y cotas**

El área a utilizar es de 142 m<sup>2</sup>, la altura máxima a ejes de piso a graderío es de 4.00 m, la altura a ejes mínima es 1.2 m, con una separación a ejes de 3.00 m y 3.72 m entre columnas respectivamente.

### 2.2.3.2. Análisis estructural

Datos a utilizar:

Carga viva = Graderíos de estadio =  $500 \text{ Kg/m}^2$  (AGIES NR 2:2000)

Peso de concreto =  $2,400 \text{ Kg/m}^3$

$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

$f_y = 2,810 \text{ Kg/m}^2$

Figura 26. Planta típica, graderío para cancha polideportiva.

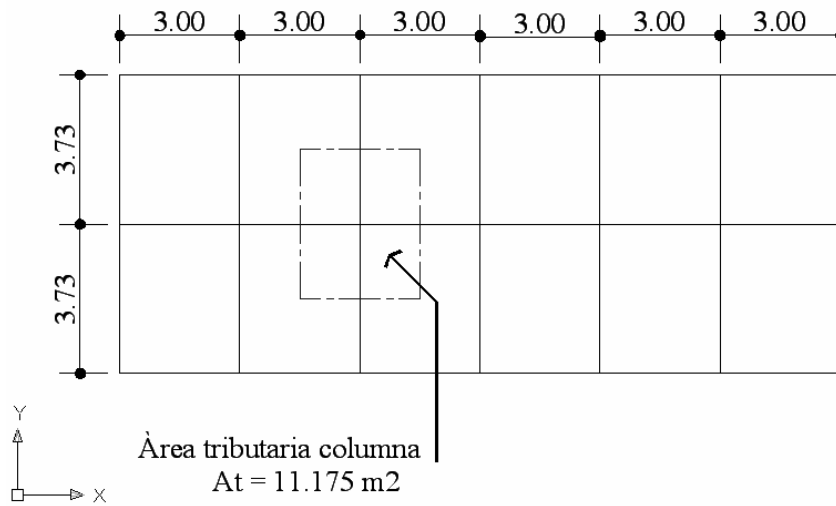
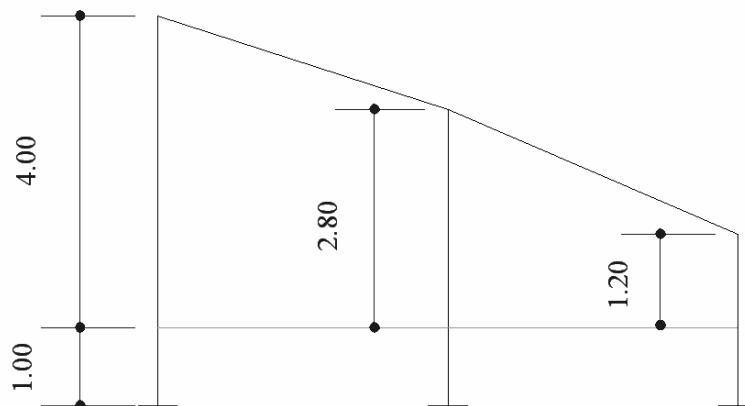


Figura 27. Elevación marco típico, graderío para cancha polideportiva.



### 2.2.3.2.1. Pre-dimensionamiento estructural

#### Columnas:

Se calcula la sección de la columna más crítica, basándose en la carga aplicada a ésta. Según lo que establece el código ACI 318-95, capítulo 10.

$$P = 0.8 (0.225 f'c * Ag + fy * As)$$

Donde:

$$P = \text{Área tributaria} * \text{Peso concreto} = 25 * 2400 = 60,000 \text{ Kg.}$$

$$Ag = \text{Área gruesa}$$

$$As = \text{Área de acero}$$

$$1\% Ag \leq As \leq 8\% Ag$$

Usando un As de 0.01Ag, queda:

$$26,820 = 0.8 (0.225(210) Ag + 2,810(0.01Ag))$$

$$26,820 = 60.28 Ag$$

$$Ag = 444.92 \text{ cm}^2$$

**Proponer dos tipos de sección columna, por seguridad al tipo de esbeltez:**

$$Ag1 = 35 * 35 \text{ cm}^2 \text{ con } Ag = 1,225 \text{ cm}^2$$

$$Ag2 = 25 * 25 \text{ cm}^2 \text{ con } Ag = 625 \text{ cm}^2$$

#### Vigas:

Se calcula la sección de la viga más crítica, determinando el peralte de la viga utilizando la luz libre que cubre la viga.

$$Tviga = \text{Peralte de viga}$$

Donde:

$$Tviga = \text{Luz libre} * 0.08$$

$$Tviga = L / 18.5$$

$$Tviga = 3.725 * 0.08 = 0.298 \text{ usar } 0.35 \text{ m.}$$

$$Tviga = 3.725 / 18.5 = 0.201$$

**Proponer sección viga de 30\*35 cms<sup>2</sup>**

**Losa:**

Para calcular el espesor de la losa, se aplicó el criterio de peraltes mínimos para losas en una dirección, ambos extremos continuos, según tabla 9.5(a), ACI – 318 - 95.

t losa= espesor de losa

t losa = L/28

tlosa = 3/28 = 0.10 m.

**Proponer espesor de losa de 10 cms.**

**Contrahuella:** Será de 40 cm de altura

**Huella:** Será de 90 cm de ancho.

### 2.2.3.2.2. Cargas aplicadas a marcos dúctiles

#### 2.2.3.2.2.1. Cargas verticales

**Carga muerta**

Peso concreto = 2,400 Kg/m<sup>3</sup>

Peso acabados = 80 Kg/m<sup>2</sup>

Peso muros = 210 Kg/m<sup>2</sup>

**Carga viva (AGIES NR 2:2000)**

Graderíos estadios = 500 Kg/m<sup>2</sup>

**Sentido Y:**

CM = W losa + W vigas + W gradas + W contrahuellas + W acabados

Área de carga tributaria en viga = At = (1.5+1.5)8.55 = 25.65 m<sup>2</sup>

W losa = (Wc\*tlosa\*At)/Longitud total viga  
= (2,400\*0.1\*25.65)/8.55 = 720 Kg/m.

$$W \text{ viga} = \text{Sección} * W_c$$

$$= 0.4 * 0.3 * 2,400 = 288 \text{ Kg/m.}$$

$$W \text{ gradas} = (W_c * \text{huella} * \text{contrahuella} * \text{base viga} * \text{No. de gradas}) / L \text{ viga}$$

$$= (2,400 * 0.9 * 0.4 * 0.3 * 8) / 8.55 = 252.6 \text{ Kg/m.}$$

$$W \text{ contrahuellas} = (W_c * \text{espesor} * \text{altura} * \text{longitud grada}) / L \text{ viga}$$

$$= (2,400 * 0.1 * 0.4 * 3) / 8.55 = 33.68 \text{ Kg/m.}$$

$$W \text{ acabados} = (W \text{ acabados} * A_t) / L \text{ viga} =$$

$$= (80 * 25.65) / 8.55 = 241.41 \text{ Kg/m.}$$

$$CM = 720 + 288 + 252.6 + 33.68 + 241.41 = 1,535.72 \text{ Kg/m.}$$

$$CV = (A_t * \text{Carga viva}) / L \text{ viga}$$

$$= (25.65 * 500) / 8.55 = 1,500 \text{ Kg/m.}$$

### **Sentido X:**

$$CM = W \text{ losa} + W \text{ vigas} + W \text{ gradas} + W \text{ contrahuellas} + W \text{ acabados}$$

$$\text{Área de carga tributaria en viga} = A_t = (1.8625 + 1.8625) * 3 = 11.17 \text{ mt}^2$$

$$W \text{ losa} = (W_c * t_{\text{losa}} * A_t) / \text{Longitud total viga}$$

$$= (2,400 * 0.1 * 11.17) / 3 = 894 \text{ Kg/m.}$$

$$W \text{ viga} = \text{Sección} * W_c$$

$$= 0.4 * 0.3 * 2,400 = 288 \text{ Kg/m.}$$

$$W \text{ gradas} = (W_c * \text{huella} * \text{contrahuella} * \text{base viga} * \text{No. de gradas}) / L \text{ viga}$$

$$= (2,400 * 0.9 * 0.4 * 0.3 * 4) / 3 = 360 \text{ Kg/m.}$$



$$W \text{ contrahuellas} = (W_c * \text{espesor} * \text{altura} * \text{longitud grada}) / L \text{ viga}$$

$$= (2,400 * 0.1 * 0.4 * 3.725) / 3 = 119.2 \text{ Kg/m.}$$

$$W \text{ acabados} = (W_{\text{acabados}} * A_t) / L \text{ viga} =$$

$$= (80 * 11.17) / 3 = 298 \text{ Kg/m.}$$

$$CM = 894 + 288 + 360 + 119.2 + 298 = 1,959.20 \text{ Kg/m.}$$

$$CV = (A_t * \text{Carga viva}) / L \text{ viga}$$

$$= (11.17 * 500) / 3 = 1,862.5 \text{ Kg/m.}$$

#### 2.2.3.2.2.2. Cargas horizontales

En Guatemala, las cargas horizontales son principalmente debido a fuerzas sísmicas, que consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas a la estructura se utilizo el método de SEAOC, el cual se describe a continuación:

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

Para estructuras de un nivel la combinación de factores ZICKS es 0.1, tomando el 10% del peso total del la estructura, por lo que el valor del corte basal V será:

$$V = 0.1 * W$$

$$W = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{huellas}} + W_{\text{contrahuella}} + W_{\text{columnas}} + W_{\text{acabados}} +$$

$$0.25 \text{ Carga viva}$$

$$W_{\text{losa}} = \text{Área total} * t_{\text{losa}} * W_c$$

$$= 153.81 * 0.1 * 2,400 = 36,914.40 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{viga}} = \text{Sección} * W_c * L_{\text{viga}} * \text{No. de vigas}$$

$$W_{\text{vigax}} = 0.40 * 0.30 * 2,400 * 18 * 3 = 15,552 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{vigay}} = 0.40 * 0.30 * 2,400 * 8.55 * 7 = 17,236.80 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{huellas}} = W_c * \text{ancho} * \text{espesor} * \text{longitud total horizontal} * \text{No. de gradas}$$

$$W_{\text{huella1}} = 2,400 * 0.9 * 0.1 * 18 * 7 = 27,216 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{huella2}} = 2,400 * 1.25 * 0.1 * 18 * 1 = 5,400 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{contrahuella}} = W_c * \text{espesor} * \text{altura} * \text{No. de gradas} * \text{Longitud}$$

$$= 2,400 * 0.1 * 0.4 * 9 * 18 = 15,552 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{columna}} = W_c * \text{sección} * \text{altura} * \text{No. de columnas}$$

$$W_{\text{columna1}} = 2,400 * 0.25 * 0.25 * 2.2 * 7 = 2,310 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{columna2}} = 2,400 * 0.35 * 0.35 * 3.8 * 7 = 7,820.40 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{columna3}} = 2,400 * 0.35 * 0.35 * 5 * 7 = 10,290 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{acabados}} = W_{\text{acabados}} * \text{área total}$$

$$= 80 * 153.81 = 12,304.80 \text{ Kg.}$$

$$CM = 36,914.40 + 32,788.8 + 34,128 + 15,552 + 21,033.6 + 12,304.80 = 152,721.6 \text{ Kg.}$$

$$CV = \text{Área total} * \text{carga viva graderío}$$

$$= 153.81 * 500 = 76,905 \text{ Kg.}$$

$$W = 152,721.60 + 0.25 (76,905) = 171,947.85 \text{ Kg.}$$

Sustituir datos:

$$V = 0.1W = 0.1 * 171,947.85 = 17,194.78 \text{ Kg.}$$

## Fuerzas por marco

Se calcula aplicando las siguientes fórmulas:

$$FM = FM' + FM''$$

Donde:

$$FM' = \frac{Ri * Fni}{\sum Ri}$$

$$FM'' = \frac{e * Fni}{\frac{\sum (Ri * di)^2}{Ri * di}}$$

$$e = CM - CR$$

$$e \text{ mínimo} = 0.05 * \text{Altura total del edificio}$$

$$CR = \frac{\sum (Ri * di)}{\sum Ri}$$

Donde:

Ri = Rigidez del marco

Di = Distancia de CR a marco considerado

E = Excentricidad

CM = Centro de masa

CR = Centro de rigidez

### **Sentido X:**

Con R = 1

$$CR = \frac{1*3 + 1*6 + 1*9 + 1*12 + 1*15 + 1*18}{1*7} = 9 \text{ mt.}$$

$$CM = 18/2 = 9 \text{ mt.}$$

$$e = 9 - 9 = 0 \text{ mt.}$$

$$e \text{ min.} = 0.05 * 5 = 0.2 \text{ mt.}$$

$$FM' = \frac{1*17,194.78}{3} = 5,731.59 \text{ Kg.}$$

$$FM'' = \frac{0.2 * 17,194.78}{\frac{27.75}{3.725}} = 646.28 \text{ Kg.}$$

Tabla XII. Fuerzas por marco – sentido X.

MARCO	Ri	di	Ri*di	(Ri * di) <sup>2</sup>	FM'	FM''	FM
1	1	3.725	3.725	13.876	5,731.59	646.28	6,377.87
2	1	0	0	0	5,731.59	0	5,731.59
3	1	-3.725	-3.725	13.876	5,731.59	-646.28	5,085.31
				27.75			17,194.77

Se realiza el mismo procedimiento para el sentido Y, por lo que se presentan únicamente los resultados.

Figura 28. Cargas aplicadas al marco sentido X.

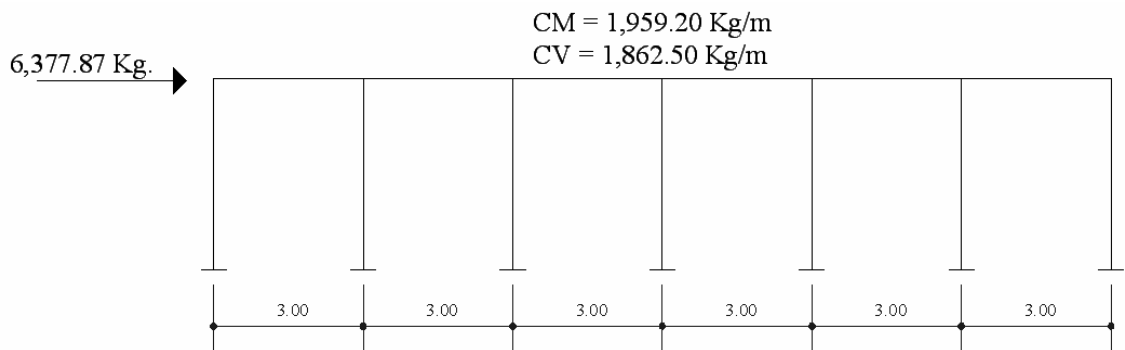
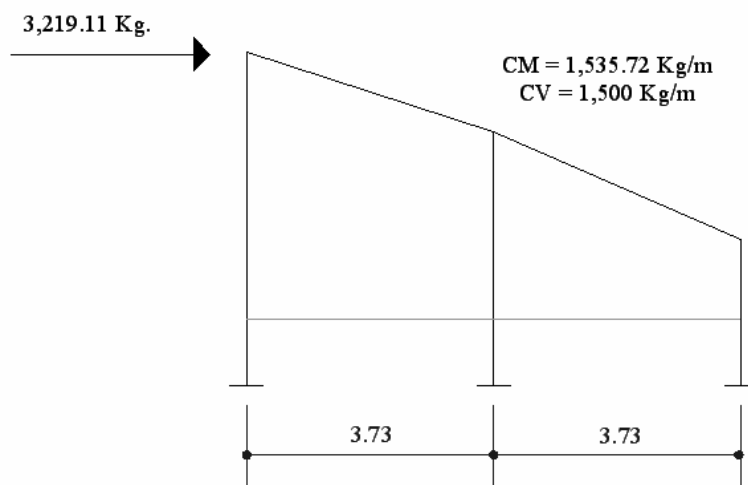


Figura 29. Cargas aplicadas al marco sentido Y.



### 2.2.3.2.3. Análisis de marcos dúctiles por ETABS

ETABS es un programa de análisis y diseño estructural. Todo lo que se necesita es integrar el modelo dentro de un sistema versátil de análisis y diseño. El método de análisis incluye una gran variedad de opciones para el análisis estático y dinámico.

Los resultados, según el programa se compararon con el método de Kani, dando resultados similares con una diferencia mínima debido al número de iteraciones y cantidad de decimales utilizados en el análisis numérico, pero para efectos de diseño se tomaron los resultados del análisis por ETABS.

### 2.2.3.2.4. Momentos últimos por envolventes de momentos

Figura 30. Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) – sentido X – vigas.

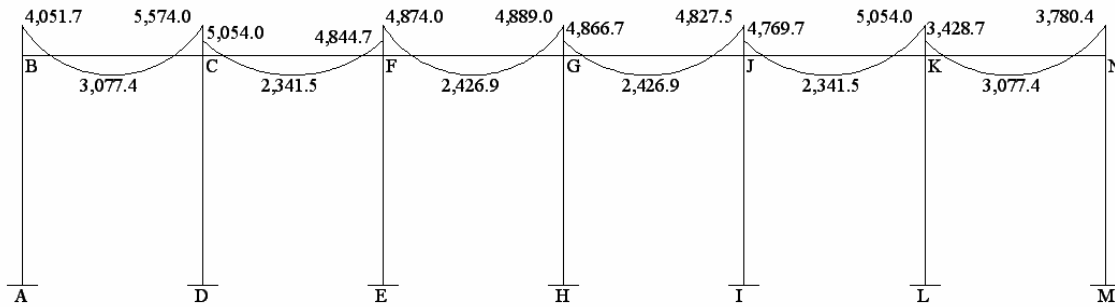


Figura 31. Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) – sentido X – columnas.

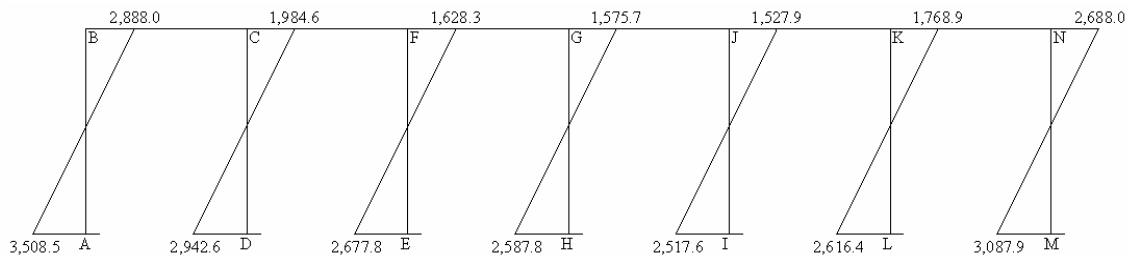


Figura 32. Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) – sentido Y – vigas.

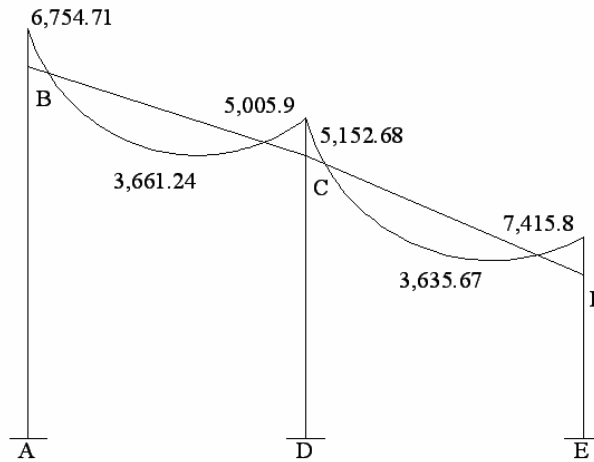
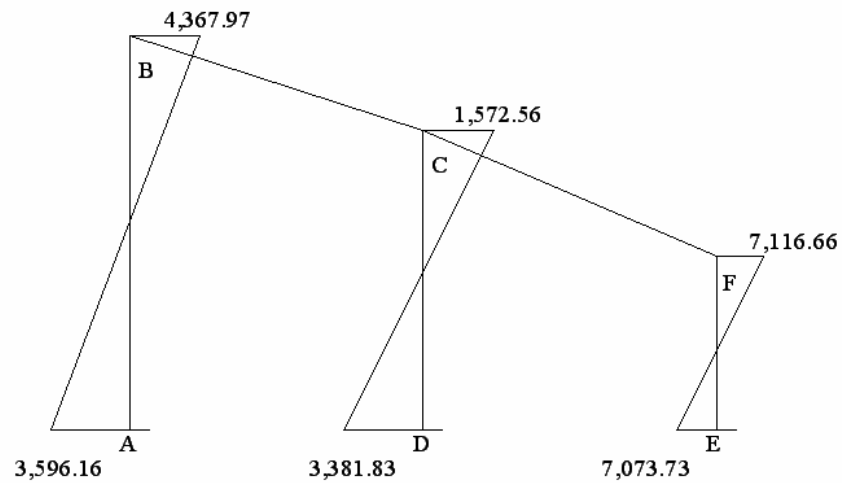


Figura 33. Diagrama de momentos últimos, (Kg – m) – sentido Y – columnas.



### 2.2.3.2.5. Diagrama de cortes en marcos dúctiles

Figura 34. Diagrama de cortes últimos, (Kg) – sentido X – vigas.

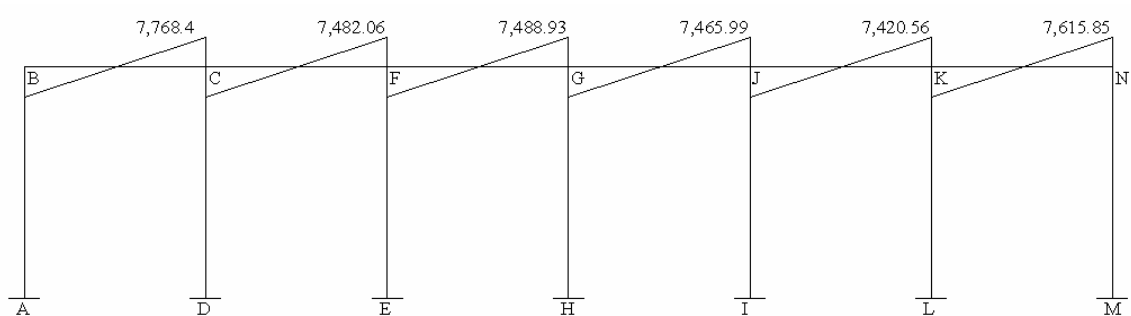


Figura 35. Diagrama de cortes últimos, (Kg) – sentido X – columnas.

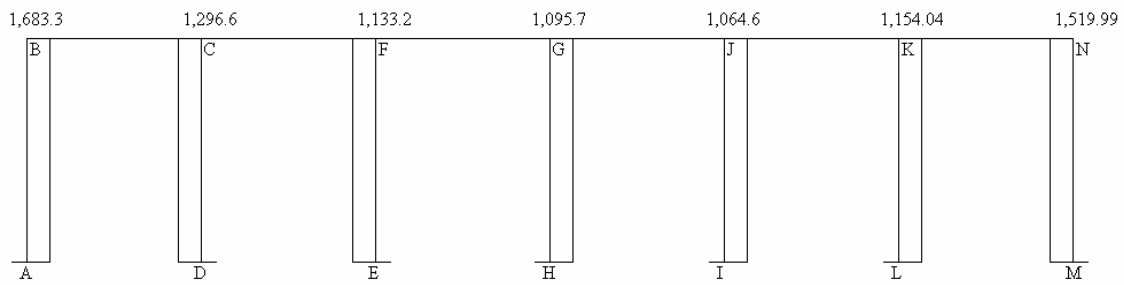


Figura 36. Diagrama de cortes últimos, (Kg) – sentido Y – vigas.

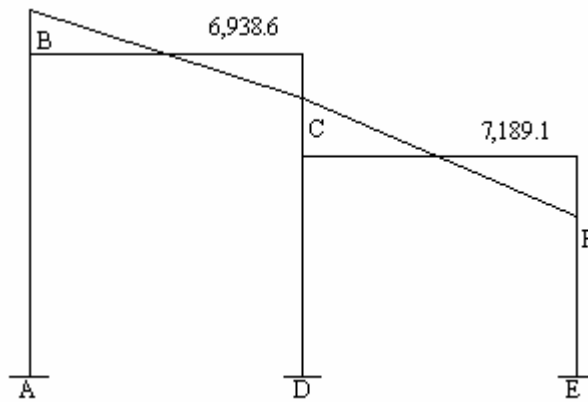
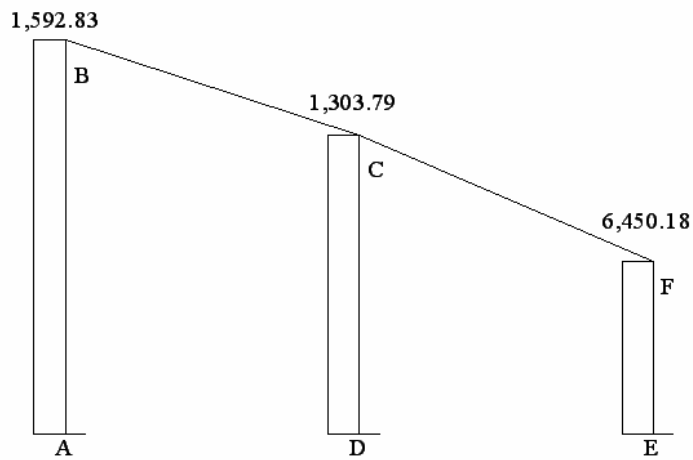


Figura 37. Diagrama de cortes últimos, (Kg) – sentido Y – columnas.



### 2.2.3.3. Dimensionamiento

#### 2.2.3.3.1. Diseño de losa de graderío

Relación A/B:

a = Lado corto de losa

b = Lado largo de losa

$m = a/b = 0.9/3 = 0.3 < 0.5$  trabaja en un sentido

Espesor de losa:

Para losas en una dirección, ambos extremos continuos, según tabla 9.5(a),  
ACI – 318 - 95.

t losa = espesor de losa

t losa =  $L/28$

t losa =  $3/28 = 0.10$  m.

Usar espesor de losa 10 cm.

Carga última o carga de diseño:

$$\begin{aligned} CU &= 1.4CM + 1.7CV \\ &= 1.4 ( W_{losa} + W_{sobre carga} ) + 1.7CV \\ &= 1.4 ( (2,400 * 0.10) + 100 ) + 1.7(500) \\ &= 1,326 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja 0.90 m que corresponde al ancho:

$$CU_u = (1,326 \text{ Kg/m}^2) * (0.90) = 1,193.4 \text{ Kg/m.}$$

Momento actuante:

$$M = WL^2/2 = (1,326 * 3^2)/2 = 1,342.57 \text{ Kg - m.}$$



Calcular peralte:

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi/2$$

$$d = 10 - 2 - (0.95/2) = 7.5 \text{ cm.}$$

Calcular el acero mínimo de la losa:

$$A_{smin} = (14.1/f_y) * b * d$$

Donde:

$$b = \text{ancho} = 90 \text{ cm.}$$

$$A_{smin} = (14.1/2810) * 90 * 7.5 = 3.387 \text{ cm}^2$$

Proponer espaciamiento S, usando varillas No.3, con  $A_s = 0.71 \text{ cm}^2$  :

$$3.387 \text{ cm}^2 \text{ -----} 90 \text{ cm}$$

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

$$S \approx 18.5 \text{ cm.}$$

$$\text{Chequeando } S_{max} = 3t = 3(0.10) = 0.30 \text{ m.}$$

$$\text{o } S_{max} = 0.30 \text{ m.}$$

$$\text{Usar } S_{max} = 18.5 \text{ cm.}$$

Calcular nuevamente  $A_{smin}$  para  $S_{max}$ :

$$A_{smin} \text{ -----} 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \text{ -----} 18.5 \text{ cm.}$$

$$A_{smin} = 3.84 \text{ cm}^2$$

Calcular el momento que resiste el  $A_{smin}$ :

$$M_{A_{smin}} = \phi [A_s * f_y (d - (A_s * f_y / (1.7 * f'_c * b)))]$$

Donde:

$$\phi = \text{Flexión}$$

$$b = \text{Ancho} = 90 \text{ cm.}$$

$$M_{A_{smin}} = 0.90 [3.84 * 2810 (7.5 - (3.84 * 2810 / (1.7 * 210 * 90)))]$$

$$= 69,573.78 \text{ Kg-cm.}$$

$$= 695.74 \text{ Kg-m.}$$

Calcular el área de acero para momento:

$$A_s = [b*d - \sqrt{(b*d)^2 - ((M_u*b)/(0.003825*f_c))}] * (0.85*f_c/f_y)$$

Donde:

$M_u$  = Momento último (Kg-m)

$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

$f_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$

$b = 90 \text{ cms.}$

$d = 7.5 \text{ cms}$

$A_s = \text{cm}^2$

Usando varillas No. 3, con  $A_s = 0.71 \text{ cm}^2$ .

Tabla XIII. Área de acero para momento actuante.

Momento (Kg m)	Área de acero (cm <sup>2</sup> )		Espaciamiento (m)
	Requerido	Usar	
1,342.57	7.78	7.78	0.08

$$A_s \text{ temperatura} = 0.002*b*d = 0.002*90*7.5 = 1.35 \text{ cm}^2.$$

Chequeo por corte:

Corte máximo actuante:

$$V_{\max} = (C U_u * L) / 2$$

Donde:

$C U_u$  = Carga última unitaria.

$L$  = Lado corto de la losa que se está analizando.

$$V_{\max} = (1,193.4*0.9)/2 = 537.03 \text{ Kg.}$$

Corte máximo resistente:

$$\begin{aligned} V_R &= 45 * t * \sqrt{f_c} \\ &= 45 * 10 * \sqrt{210} = 6,521.12 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Corte máximo resistente > Corte máximo actuante

$$VR > V_{max}$$

$$6,521.12 \text{ Kg.} > 537.03 \text{ Kg.} \quad \text{OK.}$$

### 2.2.3.3.2. Diseño de vigas

#### **Sentido X:**

Proponer sección de viga:  $20 \times 35 \text{ cm}^2$

Calcular peralte efectivo:

$$\begin{aligned} d &= h - \text{recubrimiento} - \text{estribo} - \phi/2 \\ &= 35 - 2.5 - 1.27 - 2.865/2 \\ &= 32.33 \text{ cm.} \end{aligned}$$

$$\text{Área gruesa} = b * h = 20 * 35 = 700 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo:

$$A_{smin} = (14.1/f_y) * b * d = (14.1/2810) * 20 * 32.33 = 3.24 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo:

$$A_{smax} = \rho_{max} * b * d$$

$$\rho_{max} = 0.5 \rho_{balanceado}$$

$$\rho_{bal} = 0.85 \beta_i (f'_c/f_y) [E_s * 0.003 / (f_y + E_s * 0.003)]$$

Como:

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \text{ usar } \beta_i = 0.85$$

$$E_s = 2.3 * 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\rho_{bal} = 0.85 * 0.85 * (210/2810) [(2.3 * 10^6) * 0.003 / (2810 + 2.3 * 10^6 * 0.003)]$$

$$= 0.0369$$

$$\rho_{max} = 0.5 (0.0369) = 0.01847$$

$$A_{smax} = 0.01847 * 20 * 32.33 = 11.94 \text{ cm}^2$$

Área de acero requerido para cada momento actuante:

$$A_s = [b * d - \sqrt{(b * d)^2 - ((\mu * b) / (0.003825 * f_c))}] * (0.85 * f_c / f_y)$$

Donde:

$\mu$  = Momento último (Kg-m)

$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

$f_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$

$b = 20 \text{ cm}$

$d = 32.33 \text{ cm}$

$A_s = \text{cm}^2$

Si:

$A_s < A_{smin}$ ; entonces colocar  $A_{smin}$

$A_s > A_{smax}$ ; entonces aumentar peralte o es viga doblemente reforzada

$A_s < A_{smax}$ ; es viga simplemente reforzada

Tabla XIV. Área de acero requerido para cada momento actuante – sentido

**TRAMO B - C**

	Momento Actuante (Kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	4,051.72	5.30	3.24<5.30<11.94	5.30
<b>Mu<sup>+</sup></b>	3,077.45	3.95	3.24<3.95<11.94	3.95
<b>Mu<sup>-</sup></b>	5,574.01	7.50	3.24<7.50<11.94	7.50

**TRAMO C - F**

	Momento Actuante (Kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	5.054	6.73	3.24<6.73<11.94	6.73
<b>Mu<sup>+</sup></b>	2,341.46	2.97	2.97<3.24	3.24
<b>Mu<sup>-</sup></b>	4,844.68	6.43	3.24<6.43<11.94	6.43

**TRAMO F - G**

	Momento Actuante (Kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	4,874.01	6.47	3.24<6.47<11.94	6.47
<b>Mu<sup>+</sup></b>	2,426.96	3.08	3.08<3.24	3.24
<b>Mu<sup>-</sup></b>	4,849.04	6.43	3.24<6.43<11.94	6.43

**TRAMO G - J**

	Momento Actuante (Kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	4,866.74	6.46	3.24<6.46<11.94	6.46
<b>Mu<sup>+</sup></b>	2,426.96	3.08	3.08<3.24	3.24
<b>Mu<sup>-</sup></b>	4,827.47	6.40	3.24<6.40<11.94	6.40

**TRAMO J - K**

	Momento Actuante (Kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	4,769.72	6.32	3.24<6.32<11.94	9.63
<b>Mu<sup>+</sup></b>	2,341.46	2.97	2.97<3.24	5.62
<b>Mu<sup>-</sup></b>	5.054	6.73	3.24<6.73<11.94	7.80

**TRAMO K - N**

	Momento Actuante (Kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	5,428.72	7.29	3.24<7.29<11.94	7.29
<b>Mu<sup>+</sup></b>	3,077.45	3.95	3.24<3.95<11.94	3.95
<b>Mu<sup>-</sup></b>	3,780.42	4.92	3.24<4.92<11.94	4.92

**Sentido Y:**

Proponer sección de viga:  $25 \times 40 \text{ cm}^2$

Calcular peralte efectivo:

$$\begin{aligned}d &= h - \text{recubrimiento} - \text{estribo} - \phi/2 \\ &= 40 - 2.5 - 1.27 - 2.865/2 \\ &= 34.80 \text{ cm.}\end{aligned}$$

Área gruesa =  $b * h = 25 \times 40 = 1,000 \text{ cm}^2$

Área de acero mínimo:

$$A_{smin} = (14.1/f_y) * b * d = (14.1/2810) * 25 * 34.80 = 4.37 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo:

$$A_{smax} = \rho_{max} * b * d$$

$$\rho_{max} = 0.5 \rho_{balanceado}$$

$$\rho_{bal} = 0.85 \beta_i (f'_c/f_y) [E_s * 0.003 / (f_y + E_s * 0.003)]$$

Como:

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \text{ usar } \beta_i = 0.85$$

$$E_s = 2.3 * 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}\rho_{bal} &= 0.85 * 0.85 * (210/2810) [(2.3 * 10^6) * 0.003 / (2810 + 2.3 * 10^6 * 0.003)] \\ &= 0.0369\end{aligned}$$

$$\rho_{max} = 0.5 (0.0369) = 0.01847$$

$$A_{smax} = 0.01847 * 25 * 34.80 = 16.07 \text{ cm}^2$$

Área de acero requerido para cada momento actuante:

$$A_s = [b*d - \sqrt{((b*d)^2 - ((Mu*b)/(0.003825*f_c)))]*(0.85*f_c/f_y)$$

Donde:

Mu = Momento último (Kg-m)

f<sub>c</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

f<sub>y</sub> = 2,810 Kg/cm<sup>2</sup>

b = 25 cm

d = 34.80 cm

A<sub>s</sub> = cm<sup>2</sup>

Si:

A<sub>s</sub> < A<sub>smin</sub>; entonces colocar A<sub>smin</sub>

A<sub>s</sub> > A<sub>smax</sub>; entonces aumentar peralte o es viga doblemente reforzada

A<sub>s</sub> < A<sub>smax</sub>; es viga simplemente reforzada

Tabla XV. Área de acero requerido para cada momento actuante – sentido Y.

**TRAMO B - C**

	Momento Actuante (Kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	6,754.71	8.30	4.37<8.30<16.07	8.30
<b>Mu<sup>+</sup></b>	3,661.24	4.33	4.33<4.37	4.37
<b>Mu<sup>-</sup></b>	5,005.93	6.02	4.37<8.30<16.07	6.02

**TRAMO C - F**

	Momento Actuante (Kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	5,152.68	6.20	4.37<6.20<16.07	6.20
<b>Mu<sup>+</sup></b>	3,635.67	4.30	4.30<4.37	4.37
<b>Mu<sup>-</sup></b>	7,415.80	9.19	4.37<9.19<16.07	9.19

Refuerzo en cama superior al centro:

Tomar el mayor de los siguientes valores; Asmin ò 33% del As calculado para el M (-) mayor:

**Sentido X:**

Tabla XVI. Refuerzo en cama superior al centro – sentido X.

<p><b>TRAMO B - C</b></p> <p>Asmin en (-) <math>\left[ \begin{array}{l} 33\%(7.50) = 2.475 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmin} = 3.24 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 5} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 3.96 \text{ cm}^2 \end{array} \right.</math></p>	<p><b>TRAMO C - F</b></p> <p>Asmin en (-) <math>\left[ \begin{array}{l} 33\%(6.73) = 2.22 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmin} = 3.24 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 5} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 3.96 \text{ cm}^2 \end{array} \right.</math></p>
<p><b>TRAMO F - G</b></p> <p>Asmin en (-) <math>\left[ \begin{array}{l} 33\%(6.47) = 2.14 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmin} = 3.24 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 5} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 3.96 \text{ cm}^2 \end{array} \right.</math></p>	<p><b>TRAMO G - J</b></p> <p>Asmin en (-) <math>\left[ \begin{array}{l} 33\%(6.46) = 2.13 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmin} = 3.24 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 5} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 3.96 \text{ cm}^2 \end{array} \right.</math></p>
<p><b>TRAMO J - K</b></p> <p>Asmin en (-) <math>\left[ \begin{array}{l} 33\%(6.73) = 2.22 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmin} = 3.24 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 5} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 3.96 \text{ cm}^2 \end{array} \right.</math></p>	<p><b>TRAMO K - N</b></p> <p>Asmin en (-) <math>\left[ \begin{array}{l} 33\%(7.29) = 2.41 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmin} = 3.24 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 5} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 3.96 \text{ cm}^2 \end{array} \right.</math></p>

**Sentido Y:**

Tabla XVII. Refuerzo en cama superior al centro – sentido Y.

<p><b>TRAMO B - C</b></p> <p>Asmin en (-) <math>\left[ \begin{array}{l} 33\%(8.30) = 2.74 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmin} = 4.37 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 6} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 5.70 \text{ cm}^2 \end{array} \right.</math></p>	<p><b>TRAMO C - F</b></p> <p>Asmin en (-) <math>\left[ \begin{array}{l} 33\%(9.19) = 3.03 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmin} = 4.37 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 6} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 5.70 \text{ cm}^2 \end{array} \right.</math></p>
--	--



Refuerzo en cama inferior en apoyos:

Tomar el mayor de los siguientes valores;  $A_{smin}$ , 50% del  $A_s$  calculado para el  $M (+)$  ò 50% del  $A_s$  calculado para el  $M (-)$  mayor:

**Sentido X:**

Tabla XVIII. Refuerzo en cama inferior en apoyos – sentido X.

<p><b>TRAMO B - C</b></p> <p><b>Asmin en (-)</b> [</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>50\%(7.50) = 3.75\text{cm}^2</math></li> <li><math>50\%(3.95) = 1.98\text{cm}^2</math></li> <li>Asmin = <math>3.24\text{ cm}^2</math></li> <li>Colocar 2 No. 5 (CORRIDOS)</li> <li>As a utilizar = <math>3.96\text{ cm}^2</math></li> </ul>	<p><b>TRAMO C - F</b></p> <p><b>Asmin en (-)</b> [</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>50\%(6.73) = 3.37\text{cm}^2</math></li> <li><math>50\%(3.24) = 1.62\text{cm}^2</math></li> <li>Asmin = <math>3.24\text{ cm}^2</math></li> <li>Colocar 2 No. 5 (CORRIDOS)</li> <li>As a utilizar = <math>3.96\text{ cm}^2</math></li> </ul>
<p><b>TRAMO F - G</b></p> <p><b>Asmin en (-)</b> [</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>50\%(6.47) = 3.23\text{ cm}^2</math></li> <li><math>50\%(3.24) = 1.62\text{ cm}^2</math></li> <li>Asmin = <math>3.24\text{ cm}^2</math></li> <li>Colocar 2 No. 5 (CORRIDOS)</li> <li>As a utilizar = <math>3.96\text{ cm}^2</math></li> </ul>	<p><b>TRAMO G - J</b></p> <p><b>Asmin en (-)</b> [</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>50\%(6.46) = 3.23\text{ cm}^2</math></li> <li><math>50\%(3.24) = 1.62\text{ cm}^2</math></li> <li>Asmin = <math>3.24\text{ cm}^2</math></li> <li>Colocar 2 No. 5 (CORRIDOS)</li> <li>As a utilizar = <math>3.96\text{ cm}^2</math></li> </ul>
<p><b>TRAMO J - K</b></p> <p><b>Asmin en (-)</b> [</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>50\%(6.73) = 3.37\text{ cm}^2</math></li> <li><math>50\%(3.24) = 1.62\text{ cm}^2</math></li> <li>Asmin = <math>3.24\text{ cm}^2</math></li> <li>Colocar 2 No. 5 (CORRIDOS)</li> <li>As a utilizar = <math>3.96\text{ cm}^2</math></li> </ul>	<p><b>TRAMO K - N</b></p> <p><b>Asmin en (-)</b> [</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>50\%(7.29) = 3.65\text{ cm}^2</math></li> <li><math>50\%(3.95) = 1.98\text{ cm}^2</math></li> <li>Asmin = <math>3.24\text{ cm}^2</math></li> <li>Colocar 2 No. 5 (CORRIDOS)</li> <li>As a utilizar = <math>3.96\text{ cm}^2</math></li> </ul>

**Sentido Y:**

Tabla XIX. Refuerzo en cama inferior en apoyos – sentido Y.

<b>TRAMO B - C</b> <b>Asmin en (-)</b> 50%(8.30) = 4.15 cm <sup>2</sup> 50%(4.37) = 2.19 cm <sup>2</sup> Asmin = 4.37 cm <sup>2</sup> Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS) As a utilizar = 5.70 cm <sup>2</sup>	<b>TRAMO C - F</b> <b>Asmin en (-)</b> 50%(9.19) = 4.60 cm <sup>2</sup> 50%(4.37) = 2.19 cm <sup>2</sup> Asmin = 4.37 cm <sup>2</sup> Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS) As a utilizar = 5.70 cm <sup>2</sup>
--	--

Bastones:

Diferencia entre el As calculado menos el As corrido.

**Sentido X:**

TRAMO B – C:

$$\text{As}(-) = 5.30 - 3.96 = 1.34 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 1 No.5 con As} = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$\text{As}(+) = 3.95 - 3.96 = 0; \text{ por seguridad utilizar 1 No.4 con As} = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$\text{As}(-) = 7.50 - 3.96 = 3.54 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con As} = 3.96 \text{ cm}^2$$

TRAMO F – G:

$$\text{As}(-) = 6.73 - 3.96 = 2.77 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con As} = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$\text{As}(+) = 3.24 - 3.96 = 0;$$

$$\text{As}(-) = 6.43 - 3.96 = 2.47 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con As} = 3.96 \text{ cm}^2$$

TRAMO G - J:

$$\text{As}(-) = 6.46 - 3.96 = 2.50 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con As} = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$\text{As}(+) = 3.24 - 3.96 = 0;$$

$$\text{As}(-) = 6.40 - 3.96 = 2.44 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con As} = 3.96 \text{ cm}^2$$

TRAMO J - K:

$$As(-) = 6.32 - 3.96 = 2.36 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$As(+) = 3.24 - 3.96 = 0;$$

$$As(-) = 6.73 - 3.96 = 2.77 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

TRAMO K - N:

$$As(-) = 7.29 - 3.96 = 3.33 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$As(+) = 3.95 - 3.96 = 0; \text{ por seguridad utilizar 1 No. 4 con } As = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$As(-) = 4.92 - 3.96 = \text{cm}^2; \text{ utilizar 1 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

### **Sentido Y:**

TRAMO B - C:

$$As(-) = 8.30 - 5.70 = 2.60 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

$$As(+) = 4.37 - 5.70 = 0;$$

$$As(-) = 6.02 - 5.70 = 0.32 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 1 No.5 con } As = 1.98 \text{ cm}^2$$

TRAMO C - F:

$$As(-) = 6.20 - 5.70 = 0.5 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 1 No.5 con } As = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$As(+) = 4.37 - 5.70 = 0;$$

$$As(-) = 9.19 - 5.70 = 3.49 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No.5 con } As = 3.96 \text{ cm}^2$$

Acero transversal (Estribos):

### **Sentido X:**

Corte que resiste el concreto

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$= 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 25 * 34.8 = 5,679.68 \text{ Kg.}$$

Corte actuante, tomado del diagrama:

$$V_{act} = 7,768.41 \text{ Kg.}$$

Espaciamiento máximo:

$$\begin{aligned} S_{max} &= d/2 \\ &= 34.8/2 = 15 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Figura 38. Diagrama de corte actuante y corte resistente – sentido X.

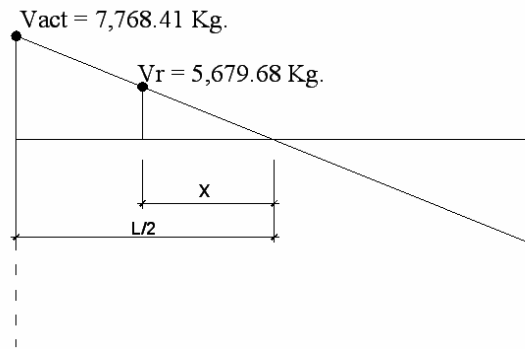
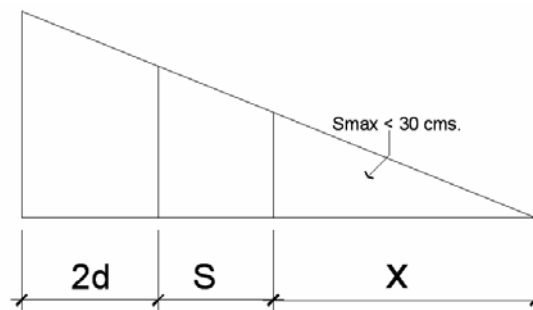


Figura 39. Espaciamiento en viga, longitud L/2 – sentido X.



Para  $2d = 2(0.348) = 0.70 \text{ m}$ , tomar el menor de las siguientes condiciones:

- $d/4 = 34.8/4 \approx 8.5 \text{ cm.}$
- 8 veces el  $\varnothing$  de la varilla menor longitudinal  $\approx 10 \text{ cm.}$
- 24 veces el  $\varnothing$  varilla de estribo  $\approx 23 \text{ cm.}$
- 30 cm.

Colocar en  $2d = 0.70 \text{ m}$ , 8 estribos No. 3 @ 8.5 cm.

Para X, colocar  $S_{max} < 30$  cm:

Por relación de triángulos:

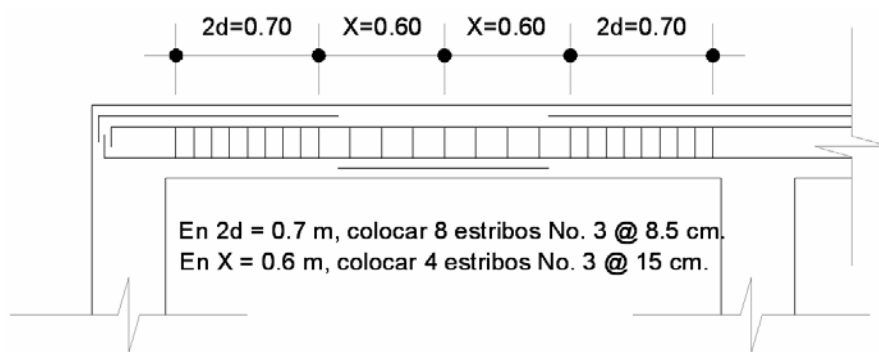
$$X = 1.325 * (5,679.68) / 7,768.41 = 0.97 \text{ m.}$$

Usar  $S_{max} = 15$  cm.

Colocar en  $X = 0.60$ , 4 estribos No. 3 @ 15 cm.

Colocar estribos No. 3, 1 ro. a 5 cm del rostro + 8 @ 8.5 cm + resto @ 15 cm.

Figura 40. Esquema espaciamento de estribos en viga.



### **Sentido Y:**

Corte que resiste el concreto

$$\begin{aligned} V_r &= 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d \\ &= 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 25 * 34.8 = 5,679.68 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Corte actuante, tomado del diagrama:

$$V_{act} = 7,189.10 \text{ Kg.}$$

Espaciamento máximo:

$$\begin{aligned} S_{max} &= d/2 \\ &= 34.8/2 = 15 \text{ cms.} \end{aligned}$$

Figura 41. Diagrama de corte actuante y corte resistente – sentido Y.

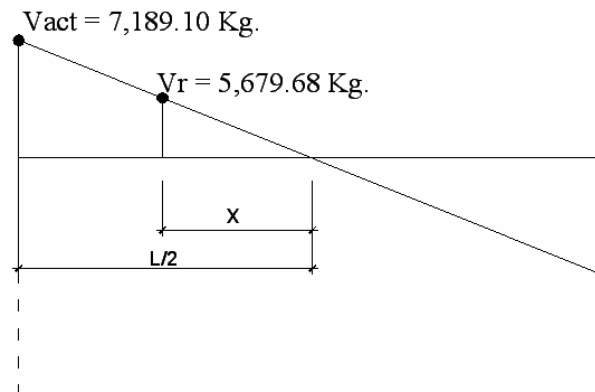
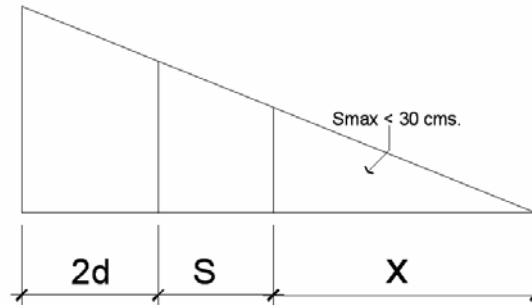


Figura 42. Espaciamiento en viga, longitud  $L/2$  – sentido X.



Para  $2d = 2(0.348) = 0.70 \text{ m}$ , tomar el menor de las siguientes condiciones:

- $d/4 = 34.8/4 \approx 8.5 \text{ cm}$ .
- 8 veces el  $\phi$  de la varilla menor longitudinal  $\approx 13 \text{ cm}$ .
- 24 veces el  $\phi$  varilla de estribo  $\approx 23 \text{ cm}$ .
- $30 \text{ cm}$ .

Colocar en  $2d=0.70 \text{ m}$ , 8 estribos No.3 @  $8.5 \text{ cm}$ .

Para  $X$ , colocar  $S_{max} < 30 \text{ cm}$ :

Por relación de triángulos:

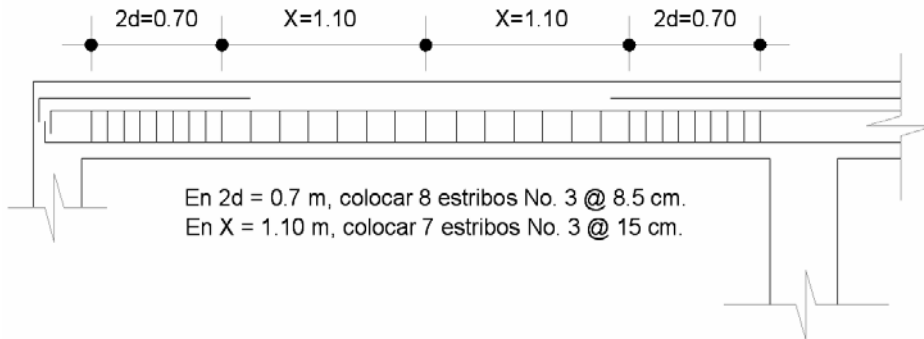
$$X = 1.79 \cdot (5,679.68) / 7,189.10 = 1.41 \text{ m}.$$

Usar  $S_{max} = 15 \text{ cm}$ .

Colocar en  $X= 1.1$ , 7 estribos No. 3 @  $15 \text{ cm}$ .

Colocar estribos No. 3, 1ro. a 5 cm del rostro + 8 @ 8.5 cm + resto @ 15 cm.

Figura 43. Esquema espaciamento de estribos en viga.



### 2.2.3.3.3. Diseño de columnas

Columna de longitud 2.2 m.

Calcular carga última:

$$CU = 1.4 CM + 1.7 CV$$

$$CU = 1.4 [(2,400 \cdot 0.10) + 100] + 1.7 (500) = 1,326 \text{ Kg/m}^2$$

Calcular factor de carga última:

$$FCU = CU / (CM + CV)$$

$$= 1,326 / (340 + 500) = 1.58$$

Calcular carga axial:

$$Pu = (\text{Área tributaria columna} \cdot CU_{\text{total}}) + (\text{Peso propio de vigas} \cdot FCU) + (\text{Pp columna} \cdot FCU)$$

$$Pp_{\text{viga}} = \text{Sección viga} \cdot (\text{longitud vigas que llegan a columna} / 2) \cdot Wc$$

$$Pp_{\text{viga1}} = 0.25 \cdot 0.35 \cdot 3 \cdot 2,400 = 504 \text{ Kg.}$$

$$Pp_{\text{viga2}} = 0.25 \cdot 0.40 \cdot (3.725 / 2) \cdot 2,400 = 447 \text{ Kg.}$$

$$P_{\text{col}} = \text{Sección columna} * \text{longitud columna} * W \text{ concreto}$$

$$= 0.35 * 0.35 * 2.2 * 2,400 = 646.8 \text{ Kg.}$$

$$P_u = (11.175 * 1,326) + 1.58 * (504 + 447 + 646.8) = 17,342.57 \text{ Kg.}$$

Clasificar la columna según su esbeltez:

Si:  $E < 21$ ; Columna corta (No magnificar momentos)

$21 \leq E < 100$ ; Columna intermedia (Magnificar momentos)

$E > 100$ ; Columna larga (No construir, fallan por pandeo)

$$E = K L_u / r$$

Donde:  $K$  = Factor de longitud efectiva.

$L_u$  = Longitud de la columna entre apoyos.

$r$  = Radio de giro de sección transversal, para columna rectangular

usar:  $r = 0.30 * \text{Lado menor de sección} = 0.30 * 0.35 = 0.105 \text{ mt.}$

Coefficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación:

Extremo superior:

$$\Psi = \frac{\sum (E_m * I/L) \text{ columnas}}{\sum (E_m * I/L) \text{ vigas}}$$

Donde:  $E_m = 1$  (Por ser todo el marco del mismo material).

$I$  = Inercias de cada elemento estructural.

$L$  = Longitud de cada elemento estructural.

$$I = b * h^3 / 12$$

$$I_{\text{col}} = 35 * 35^3 / 12 = 125,052.08 \text{ cm}^4.$$

$$I_{\text{vig1}} = 20 * 35^3 / 12 = 71,458.33 \text{ cm}^4.$$

$$I_{\text{vig2}} = 25 * 40^3 / 12 = 133,333.33 \text{ cm}^4.$$



$$\Psi = \frac{(1 * 125,052.08/2.2)}{(1 * 71,458.33/3) + (1 * 133,333.33/3.725)} = 0.68$$

Extremo inferior:

$$\Psi = 0; \text{ (Por ser empotramiento en la base).}$$

Promedio:

$$\Psi_p = (0.68 + 0)/2 = 0.34$$

Factor de longitud efectiva K:

Para  $\Psi_p < 2$ :

$$K = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} = \frac{20 - 0.34}{20} * \sqrt{1.34} = 1.14$$

Sustituir datos para calcular esbeltez:

$$E = KL_u / r = 1.14 * 2.2 / 0.105 = 23.88 \text{ (Columna intermedia).}$$

Como:  $21 \leq 23.88 < 100$ ; (Columna intermedia).

Magnificación de momentos:

a. Factor de flujo plástico del concreto:

$$\begin{aligned} B_d &= CMU / CU \\ &= 1.4 * 340 / 1,326 = 0.359 \end{aligned}$$

b. EI total del material:

$$\begin{aligned} EI &= \frac{E_c * I_g}{2.5 (1 + B_d)} \\ \text{Donde: } E_c &= 15,100 \sqrt{f'_c} \\ I_g &= b * h^3 / 12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EI &= \frac{(15,100 \sqrt{210}) * (35 * 35^3 / 12)}{2.5 (1 + 0.359)} \\ &= 8.0541 * 10^9 \text{ Kg-cm}^2 \\ &= 805.41 \text{ Ton - m}^2 \end{aligned}$$

c. Carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = (\pi^2 * EI) / (K * Lu)^2$$
$$= (\pi^2 * 805.41) / (1.14 * 2.2)^2 = 1,263.75 \text{ Ton.}$$

d. Magnificador de momentos:

$$\delta = \frac{1}{1 - (P_u / \phi P_{cr})} \geq 1$$

Donde:  $\phi = 0.70$ ; (Para estribos).

$$\delta = \frac{1}{1 - (17.34 / 0.7 * 1263.75)} = 1.02$$

e. Momentos de diseño magnificados:

$$M_x = 7,116.66 * 1.02 = 7,258.99 \text{ Kg - m.}$$

$$M_y = 7,073.73 * 1.02 = 7,215.20 \text{ Kg - m.}$$

Refuerzo longitudinal, aplicando el método de Bresler:

a. Límites de área de acero en la columna:

$$1\% A_g \leq A_s \leq 8\% A_g$$

$$A_{smin} = 0.01 (35 * 35) = 12.25 \text{ cm}^2.$$

$$A_{smax} = 0.08 (35 * 35) = 98 \text{ cm}^2.$$

b. Proponer área de acero y armado:

$$A_s = 1.5 \% A_g$$

$$= 0.015 (35 * 35) = 18.375 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Armado propuesto} = 4 \text{ No. 6} + 4 \text{ No. 5 con } A_s = 19.35 \text{ cm}^2.$$

c. Usando diagramas de interacción para diseño de columnas:

Valor de la gráfica:

$$\gamma = \frac{b - 2rec}{h} = \frac{0.35 - (2 * 0.03)}{0.35} = 0.8$$

Valor de la curva:

$$P_{tu} = \frac{A_s * f_y}{A_g * 0.85 * f_c} = \frac{19.32 * 2,810}{(35 * 35) * 0.85 * 210} = 0.25$$

Excentricidades:

$$e_x = M_x / P_u = 7,258.99 / 17,342.57 = 0.43$$

$$e_y = M_y / P_u = 7,215.20 / 17,342.57 = 0.43$$

Valor de la diagonal:

$$e_x/h_x = 0.45 / 0.35 = 1.2$$

$$e_y/h_y = 0.45 / 0.35 = 1.2$$

En diagrama buscar:

$$K'_x = 0.3$$

$$K'_y = 0.3$$

Resistencia de la columna a una excentricidad dada:

Carga de resistencia de la columna:

$$P'_{ux} = K'_x * \phi * f_c * b * h = 0.3 * 0.7 * 210 * 35 * 35 = 54,022.50 \text{ Kg.}$$

$$P'_{uy} = K'_y * \phi * f_c * b * h = 0.3 * 0.7 * 210 * 35 * 35 = 54,022.50 \text{ Kg.}$$

Carga axial de resistencia para la columna:

$$P'_o = \phi [0.85 * f_c (A_g - A_s) + A_s * f_y]$$

$$= 0.7 [0.85 * 210(1,225 - 19.32) + 19.32 * 2,810] = 188,652.16 \text{ Kg.}$$

Carga de resistencia de la columna:

$$\begin{aligned} P'_u &= \frac{1}{(1/P'_{ux}) + (1/P'_{uy}) - (1/P'_o)} \\ &= \frac{1}{(1/54,022.50) + (1/54,022.50) - (1/188,652.16)} \\ &= 31,525 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Revisar  $P'u > P_u$ , si no aumentar As.

31,525 Kg. > 17,342.57 Kg. Ok.

Acero transversal (Estribos):

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$= 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 35 * 30.1 = 6,877.7 \text{ Kg.}$$

$$V_{act} = 6,450.18 \text{ Kg.}$$

$$S_{max} = d/2 = 30.1 / 2 \approx 15 \text{ cms.}$$

Longitud de confinamiento:

$$L_o \begin{cases} L_u/6 = 2.2/6 = 0.37 \text{ m.} \\ \text{Lado} > \text{ de columna} = 0.35 \text{ m.} \\ 0.45 \end{cases}$$

Tomar el mayor ,  $L_o = 0.45 \text{ m.}$

Relación volumétrica:

$$\rho_s = 0.45(A_g/A_{ch} - 1) (0.85 * f_c / f_y)$$

Donde:

$$\rho_s \geq 0.12 (f_c / f_y)$$

$$\rho_s = 0.45((35*35)/(29*29) - 1)(0.85*210/2810) \geq 0.12(210/2810)$$

$$\rho_s = 0.01305 \geq 0.008967$$

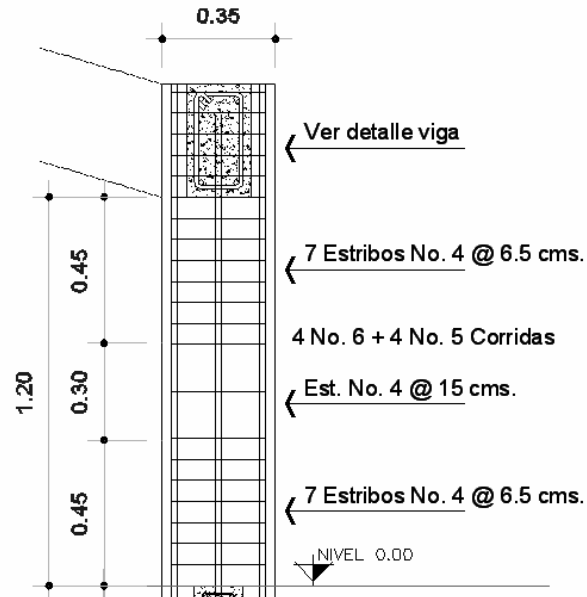
$$S = 2 A_v / (\rho_s * L_n)$$

$$= (2 * 1.27) / (0.01305 * 29)$$

$$= 6.5 \text{ cms.}$$

Colocar en zona de confinamiento 7 No. 4 @ 6.5 cm + resto @ 15 cm + colocar estribos No. 3 @ 5 cm girado a 45° en toda la columna.

Figura 44. Esquema de espaciamiento de estribos en columna.



Para las columnas restantes se utiliza el mismo procedimiento; ver detalle en apéndice.

#### 2.2.3.3.4. Diseño de cimientos

Para columna de  $35 \times 35 \text{ cm}^2$

Valor soporte de diseño del suelo =  $30 \text{ Ton/m}^2$

$\gamma_s = 1.24 \text{ Ton/m}^3$

Desplante = 1.00 m.

$M_x = 3,596.16 \text{ Kg} - \text{m}$ .

$M_y = 3,508.47 \text{ Kg} - \text{m}$ .

$P_u = 17,491.41 \text{ Kg}$ .

FCU = 1.58

Carga de trabajo:

$$P' = P_u / F_{CU} = 17,342.57 / 1.58 = 10.98 \text{ Ton.}$$

Momentos de trabajo:

$$M' = M_u / F_{CU}$$

$$M'_x = 7,073.73 / 1.58 = 4,477.04 \text{ Kg-m.} = 4.48 \text{ Ton-m.}$$

$$M'_y = 3,508.47 / 1.58 = 2,220.55 \text{ Kg-m.} = 2.22 \text{ Ton-m.}$$

Estimación de área de zapata:

$$A_z = 1.5 * P' / V_s = (1.5 * 10.98) / (30) = 0.55 \text{ m}^2$$

Sección de zapata de 2.00 m \* 2.00 m

$$\text{Proponer } A_z = 2.00 * 2.00 = 4.00 \text{ m}^2$$

Estimación total de cargas actuantes:

$$P = P' + P_s + P_{cim}$$

$$P_s = A_z * \text{desplante} * \gamma_s = 4 * 1.1 * 1.24 = 5.456 \text{ Ton.}$$

$$P_{cim} = A_z * \text{espesor asumido} * W_c = 4 * 0.4 * 2.4 = 3.84 \text{ Ton.}$$

$$P = 10.98 + 5.456 + 3.84 = 20.276 \text{ Ton.}$$

Presión sobre el suelo:

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_x}{S_x} \pm \frac{M'_y}{S_y}$$

$$\text{Donde: } S = (1/6) b * h^2 = (1/6)(2)(2)^2 = 1.333$$

$$q = \frac{18.09}{4} \pm \frac{2.28}{1.333} \pm \frac{2.22}{1.333}$$

$$q_{\max} = 10.09 \text{ Ton/m}^2 < V_s$$

$$q_{\min} = 0.043 \text{ Ton/m}^2 > 0$$

Presión última de diseño:

$$q_{dis\ u} = q_{max} * FCU = 10.09 * 1.58 = 15.94 \text{ Ton/m}^2$$

Diseño de peralte efectivo de la zapata:

$$\begin{aligned} d &= t - rec - \phi/2 \\ &= 40 - 7.5 - 1.9/2 = 31.55 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Corte simple actuante, actúa a una distancia  $d$ , del rostro de la columna:

$$\begin{aligned} V_{act} &= \text{Área actuante} * q_{dis\ u} \\ &= 2.038 * 15.94 \\ &= 32.48 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

Corte simple resistente:

$$\begin{aligned} V_r &= 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d / 1000 \\ &= 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 200 * 31.55 / 1000 \\ &= 41.19 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

$$V_r > V_{act}$$

41.19 Ton. > 32.48 Ton, el peralte es correcto, resiste corte simple.

Corte punzante actuante, actúa a una distancia  $d/2$ , del rostro de la columna:

$$\begin{aligned} V_{act} &= (\text{Área zapata} - \text{Área punzonada}) * q_{dis\ u} \\ &= 3.04 * 15.94 \\ &= 48.46 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

Corte punzante resistente:

$$V_r = 0.85 * 1.06 * \sqrt{f_c} * b_o * d / 1000$$

Donde:  $b_o$  = Perímetro de sección crítica de punzonamiento.

$$\begin{aligned} &= 0.85 * 1.06 * \sqrt{210} * 226.2 * 31.55 / 1000 \\ &= 109.66 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

$$V_r > V_{act}$$

109.66 Ton. > 48.46 Ton, el peralte es correcto, resiste corte punzante.

Diseño de refuerzo:

$$M_u = WL^2/2$$

Donde:  $W = q_{dis}$  (Por ser zapata cuadrada)

$L =$  Distancia medida del rostro de columna al borde de zapata.

$$M_u = (15.94)(0.825)^2/2 = 5.42 \text{ Ton-m.}$$

Área de acero requerido para momento último:

$$A_{sreq} = [b*d - \sqrt{((b*d)^2 - ((M_u*b)/(0.003825*f_c))}] * (0.85*f_c/f_y)$$

Donde:

$M_u =$  Momento último (Kg-m)

$$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 31.55 \text{ cm}$$

$$A_s = \text{cm}^2$$

$$A_{sreq} = [(100*31.55) - \sqrt{((100*31.55)^2 - \frac{5,424.58*100}{0.003825*210})}] * \frac{0.85*210}{2,810}$$

$$A_{sreq} = 6.92 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo:

$A_{smin} = (14.1/f_y)*b*d = (14.1/2,810)*100*31.55 = 15.83 \text{ cm}^2$ , colocar el área de acero mínimo en el refuerzo de la zapata.

Espaciamiento entre varillas de refuerzo:

$$S = (\text{Área varilla}) / (A_s \text{ a utilizar}) = 2.85 / 15.83 = 0.18 \text{ m, colocar en ambos sentidos.}$$

Para los cimientos restantes se utiliza el mismo procedimiento; ver detalle en apéndice.

Cimiento corrido:

Se colocó cimiento corrido en toda la base de la estructura, teniendo así vigas de amarre con el propósito de rigidizar en la base los marcos estructurales que componen el sistema.



#### **2.2.4. Instalaciones eléctricas**

Se realizaron en base a las normas de planificación y construcción FHA. Según normas de FHA deberá proveerse de un circuito de 15 a 20 amperios por cada 12 o 16 unidades como máximo, para la colocación de tomacorrientes 1 por cada 5 m de longitud, por lo cual se utilizó debajo del graderío: dos circuitos de iluminación (con un total de 10 lámparas). Se presentan plantas esquematizadas, mostrando la distribución del sistema eléctrico, así como planilla de simbología utilizada para el sistema eléctrico.

#### **2.2.5. Instalaciones hidráulicas**

Se realizaron en base a las normas de planificación y construcción FHA. En la instalación de agua potable debajo del graderío utiliza tubería y accesorios de  $\varnothing 1/2''$ ,  $\varnothing 3/4''$ . La instalación de drenaje pluvial consta de diez bajadas de agua con tubería de  $\varnothing 3''$  y  $\varnothing 4''$  con una pendiente de 1% y una caja de registro. En el drenaje sanitario utiliza tubo de  $\varnothing 2''$  y  $\varnothing 3''$  con pendiente de 2% y una caja de registro.

#### **2.2.6. Planos constructivos**

Los planos constructivos del proyecto son:

- Planta general, elevación frontal y distribución de espacios del proyecto.
- Planta de cotas y sección transversal.
- Planta de acabados e indicación de puertas y ventanas.
- Planta de electricidad.
- Planta de instalación de agua potable.
- Planta de drenaje sanitario y drenaje pluvial.
- Planta de cimientos y detalles estructurales.
- Detalles en sección transversal.
- Detalle de muro en sección transversal.
- Planta de distribución vigas y detalles estructurales.
- Armado de losa de graderío.

## 2.2.7. Presupuesto

Se presenta un resumen del presupuesto realizado, se tomó en consideración los precios de materiales que se cotizan en el mercado, así como salarios de mano de obra de la región, con prestaciones de 66%, aplicando un factor de costos indirectos de 30%.

Tabla XX. Presupuesto graderío para cancha polideportiva.

<b>PRESUPUESTO</b>				
<b>GRADERÍO PARA CANCHA POLIDEPORTIVA</b>				
MUNICIPIO DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Trazo y estaqueado	ml	253.2	13.00	3,291.60
Excavación de zanja	ml	253.2	50.00	12,660.00
Relleno de zanja	ml	253.2	15.00	3,798.00
Zapata tipo 1	Unidad	7	2,805.96	19,641.72
Zapata tipo 2	Unidad	14	1,913.97	26,795.58
Zapata tipo 3	Unidad	28	537.30	15,044.40
Cimiento corrido	ml	237	102.09	24,195.40
Levantado de block hasta solera	m <sup>2</sup>	72.48	79.10	5,734.09
Solera de humedad	ml	197	96.52	19,015.50
Solera intermedia	ml	301.5	84.47	25,468.30
Solera corona	ml	160.35	96.69	15,503.90
Columnas de concreto tipo 1	Unidad	7	1,270.72	8,895.04
Columnas de concreto tipo 2	Unidad	7	1,606.16	11,243.12
Columnas de concreto tipo 3	Unidad	7	2,310.50	16,173.50
Columnas de concreto tipo 4	Unidad	28	1,128.49	31,597.72
Viga de concreto reforzado tipo 1	Unidad	3	6,770.29	20,310.87
Viga de concreto reforzado tipo 2	Unidad	7	3,511.57	24,580.99
Losa de graderío	m <sup>2</sup>	142.21	572.06	81,354.24
Levantado de block para muro perimetral	m <sup>2</sup>	500.5	167.81	83,988.40
Levantado muro de block	m <sup>2</sup>	485.73	156.11	75,827.90
Instalación hidráulica	ml	90	28.00	2,520.00
Instalación drenaje sanitario	ml	96	60.00	5,760.00
Instalación drenaje pluvial	ml	186	60.00	11,160.00
Cajas de ladrillo	Unidad	3	280.00	840.00
Artefactos sanitarios	Global	1	9,467.00	9,467.00
Instalación eléctrica (fuerza)	Unidad	2	265.00	530.00
Instalación eléctrica (iluminación)	Unidad	28	275.00	7,700.00
Repello + cernido	m <sup>2</sup>	156	36.00	5,616.00
Repello + alisado	m <sup>2</sup>	74	38.00	2,812.00
Piso de concreto	m <sup>2</sup>	225	48.00	10,800.00
Ventanería	m <sup>2</sup>	7.92	480.00	3,801.60
Puerta P-1	Unidad	4	4,500.00	18,000.00
Puerta P-2	Unidad	2	2,400.00	4,800.00
Puerta P-3	Unidad	2	2,100.00	4,200.00
Puerta P-4	Unidad	6	1,800.00	10,800.00
Puerta P-5	Unidad	4	2,400.00	9,600.00
			<b>SUB - TOTAL Q.</b>	<b>633,526.87</b>
Factor de costos indirectos		0.30		190,058.06
			<b>TOTAL Q.</b>	<b>823,584.93</b>



## CONCLUSIONES

1. Según el resultado del diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura realizado en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez, se determinó que los proyectos prioritarios son: edificación de dos niveles para mercado municipal y graderío en gimnasio polideportivo, los cuales vendrán a contribuir al desarrollo del municipio.
2. Para el desarrollo del análisis estructural de marcos dúctiles, se efectuó la comparación entre el método numérico de Kani y un programa de análisis y diseño denominado ETABS, en los cuales se observó la similitud de resultados, pero para el proyecto se utilizaron los resultados de ETABS, el cual resulta una herramienta más práctica y confiable, necesarios para la vida moderna.
3. El Ejercicio Profesional Supervisado es importante para el desarrollo del estudiante de ingeniería civil, ya que a través de su desarrollo se amplían los conocimientos teóricos y prácticos, así como permite su aplicación a proyectos y situaciones reales. Además, el E.P.S. da oportunidad de aportar soluciones factibles a las dificultades presentadas.



## **RECOMENDACIONES**

A la municipalidad de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez:

1. Contar con supervisión técnica adecuada en la ejecución de cada uno de los proyectos, para así garantizar la calidad de la obra y cumplir con los requerimientos de diseño especificados.
2. Previo a la contratación de los proyectos, considerar una actualización de precios de materiales y mano de obra, ya que para la elaboración del presupuesto fueron tomados precios al momento del diseño.

A la Escuela de Ingeniería Civil:

1. Implementar como parte práctica del curso al cual corresponda, el uso de programas de computadora para el análisis y diseño estructural, de esta manera introducir al estudiante a cambios tecnológicos actuales.
2. Motivar al estudiante previo a su cierre de pensum, sobre la importancia de desarrollar el Ejercicio Profesional Supervisado, para que de esta manera el estudiante tenga la oportunidad de proponer soluciones a problemas reales en el desarrollo del mismo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera Seis, Jedenon Vinicio. Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994.
2. Código de diseño de hormigón armado ACI 318-95.
3. Estrada González, Luis Arnoldo. Diseño de edificio para oficinas municipales y alcantarillado de los cantones tercero y cuarto de la cabecera municipal de San Juan Alotenango, Sacatepéquez. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005.
4. ETABS, Software integrado de análisis y diseño de edificios. California, USA. Computers and Structures, Inc., 1995.
5. Nilson, Arthur H. Diseño de estructuras de concreto. Colombia, Editorial Mc Graw Hill, 1999.
6. Normas estructurales de diseño recomendadas para la republica de Guatemala. AGIES MR – 2. 2000.
7. López Cifuentes, Marlon Fabricio. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la Aldea Santa Rita, y la estructura para graderío del estadio municipal Gabriel Saj, municipio La Esperanza, Quetzaltenango. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006.





## **APÉNDICE**

































































































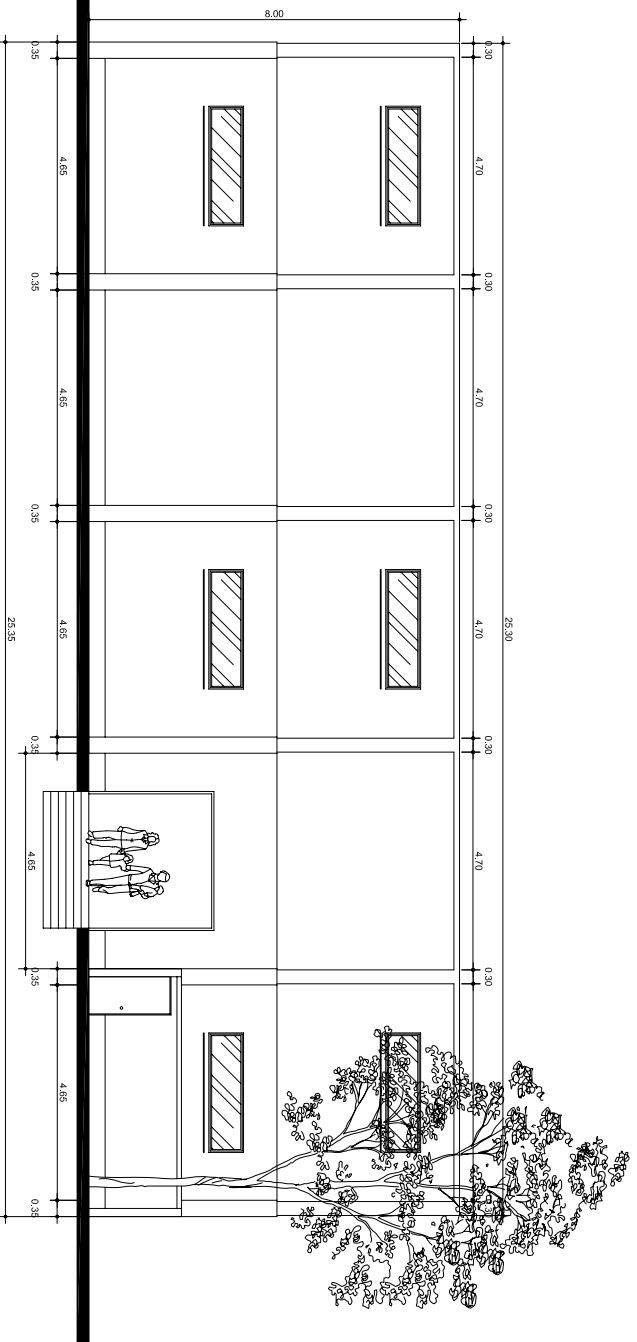






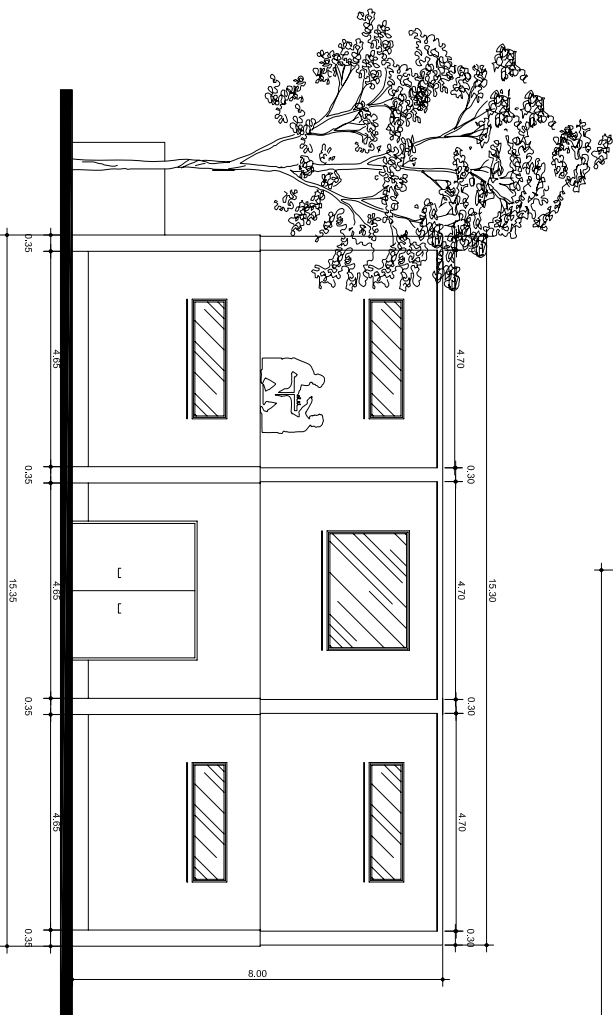






ELEVACION LATERAL

ESCALA 1:75

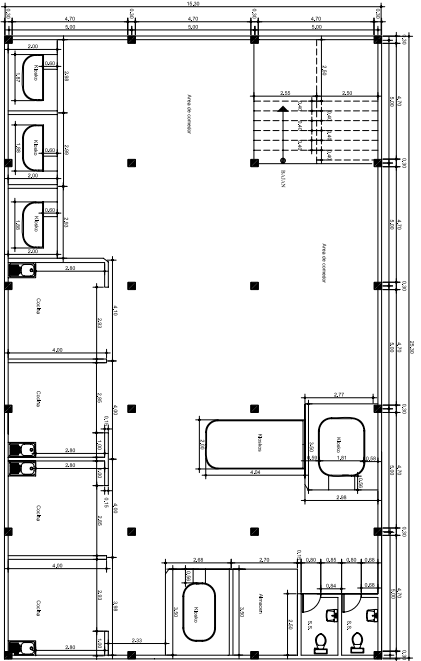


ELEVACION FRONTAL

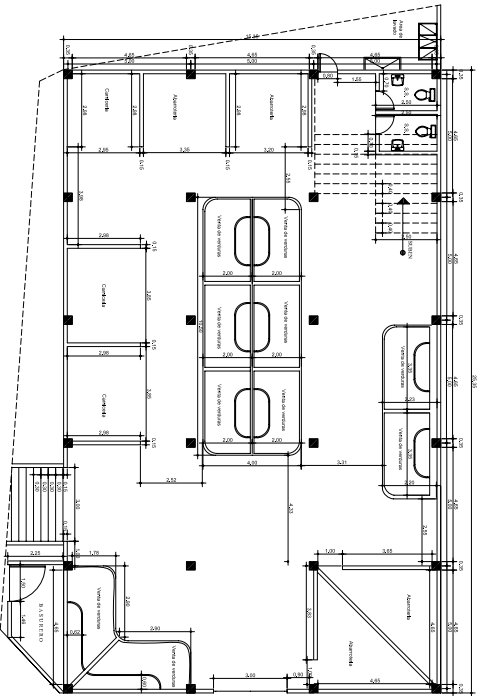
ESCALA 1:75

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
<small>FACULTAD DE INGENIERIA, UNIDAD DE EFES</small>	
<b>PROYECTO</b>	
<b>MERCADO MUNICIPAL</b>	
<small>SAN BARTOLOME MILPAS ALTAJAS SACATEPEQUEZ</small>	
<small>DISEÑO: ALEXANDRA GUAS</small>	<small>DIBUJO: ALEXANDRA GUAS</small>
<small>CALCULO: ALEXANDRA GUAS</small>	<small>ESCALA INDICADA</small>
<small>REVISO: ING. JUAN WERCK</small>	<small>FECHA: SEPTIEMBRE 2007</small>
<b>CONTENIDO:</b>	
<b>ELEVACION FRONTAL Y ELEVACION LATERAL</b>	
<small>HOJA</small>	<b>1/11</b>

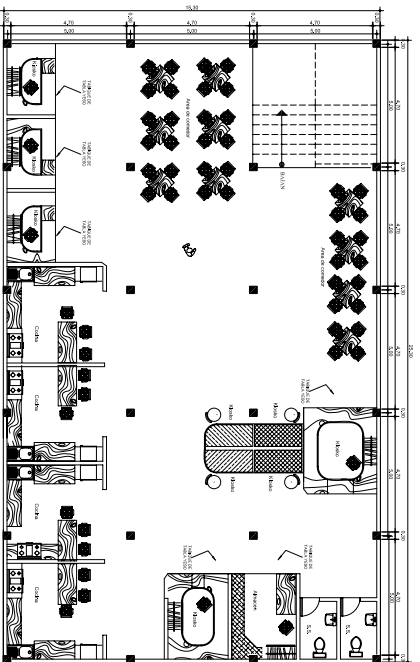
VIA. BA. ING. JUAN WERCK  
ESTRUCTURAS S.A.S.



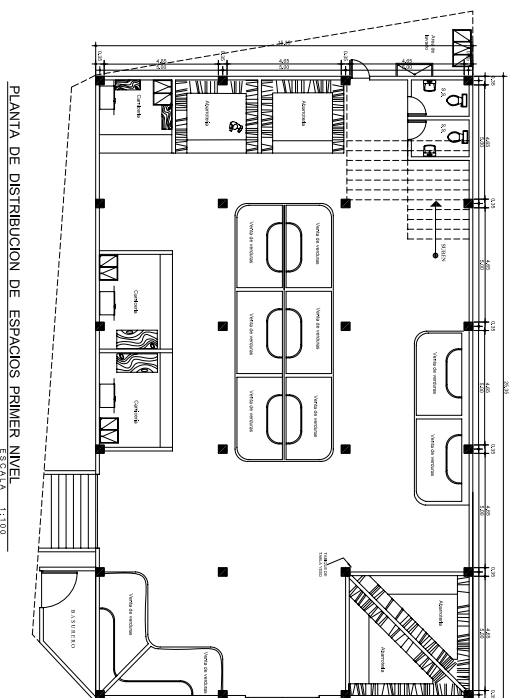
PLANTA DE COTAS SEGUNDO NIVEL, MERCADO MUNICIPAL  
ESCALA 1:100



PLANTA DE COTAS PRIMER NIVEL, MERCADO MUNICIPAL  
ESCALA 1:100



PLANTA DE DISTRIBUCION DE ESPACIOS SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100



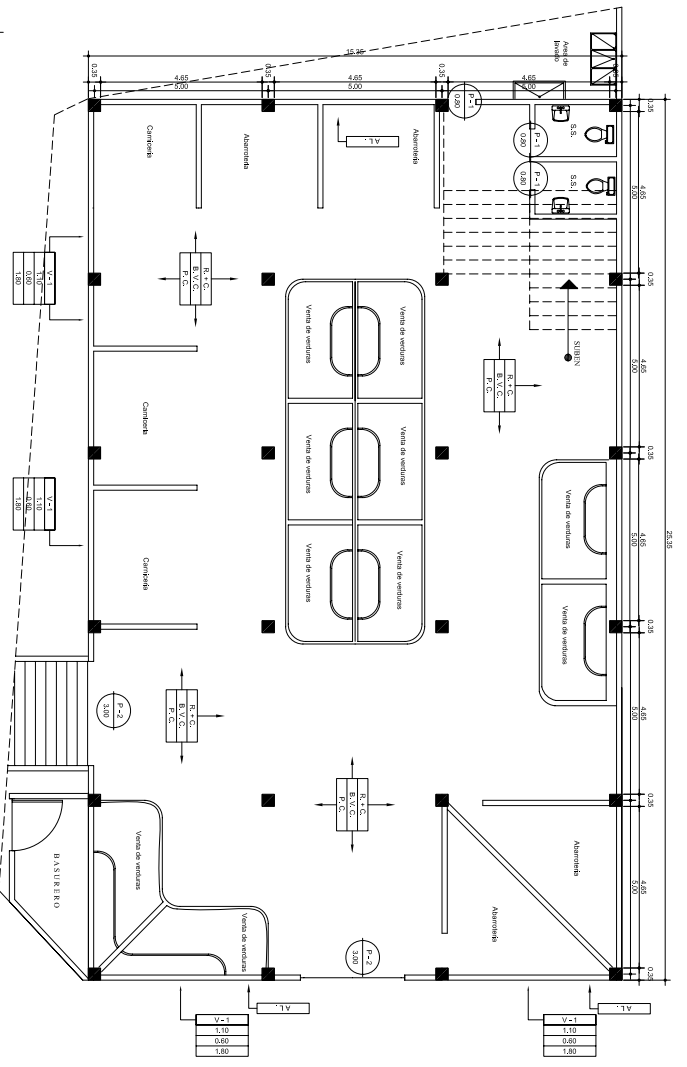
PLANTA DE DISTRIBUCION DE ESPACIOS PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA, VIVIENDA Y URBANISMO	
PROYECTO			
MERCADO MUNICIPAL			
SOLICITUD PARA LA REALIZACION DE LA OBRERA			
TIPO DE OBRA	CONTENIDO	OBJETIVO	FECHA
CONSTRUCCION DE UN MERCADO MUNICIPAL	PLANTA ACOTADA Y PLANTA DE DISTRIBUCION DE ESPACIOS	RECONSTRUCCION DEL MERCADO MUNICIPAL	2011
PROYECTADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	
ING. JUAN MORALES	ING. JUAN MORALES	ING. JUAN MORALES	

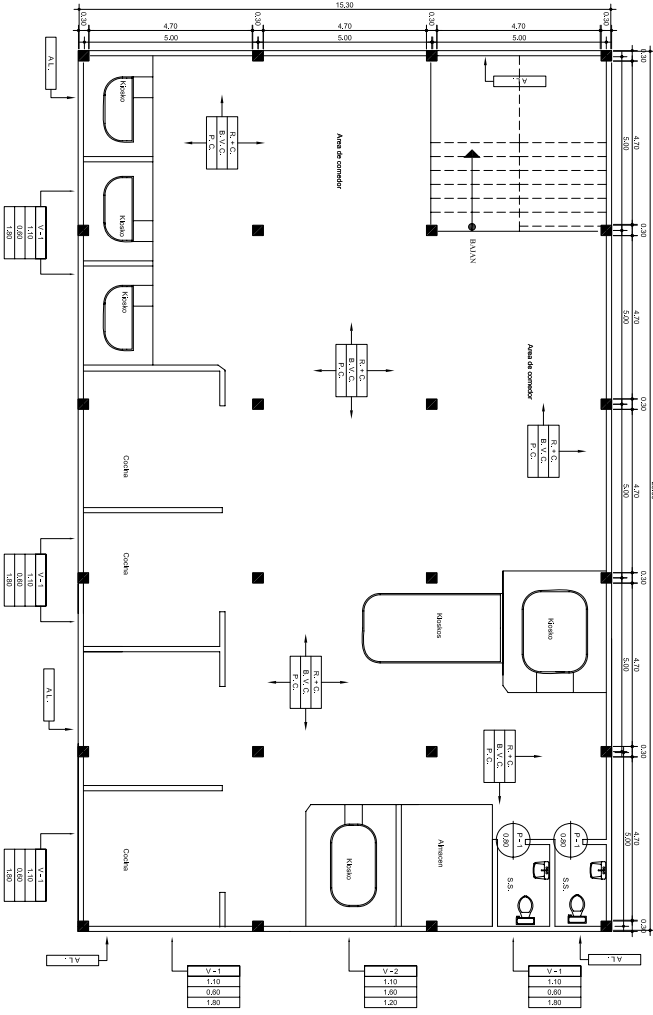
PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	SILAR	DINTEL	MATERIAL
V-1	12	1.10	0.80	1.80	1.80	ALUMINIO MILL FINISH + VIDRIO DE 6mm
V-2	1	3.00	1.20	1.20	1.60	ALUMINIO MILL FINISH + VIDRIO DE 6mm

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	MATERIAL
P-1	5	0.80	2.20	METAL GAL. 118"
P-2	2	3.00	2.70	METAL GAL. 118"

NOMENCLATURA ACABADOS	
AL.	ACABADO TIPO ALISADO
R. + C.	REPELLO + CRANUDO
B. + V. + C.	BORNO + VENTANA + CRANUDO
P. + C.	PISO DE CONCRETO



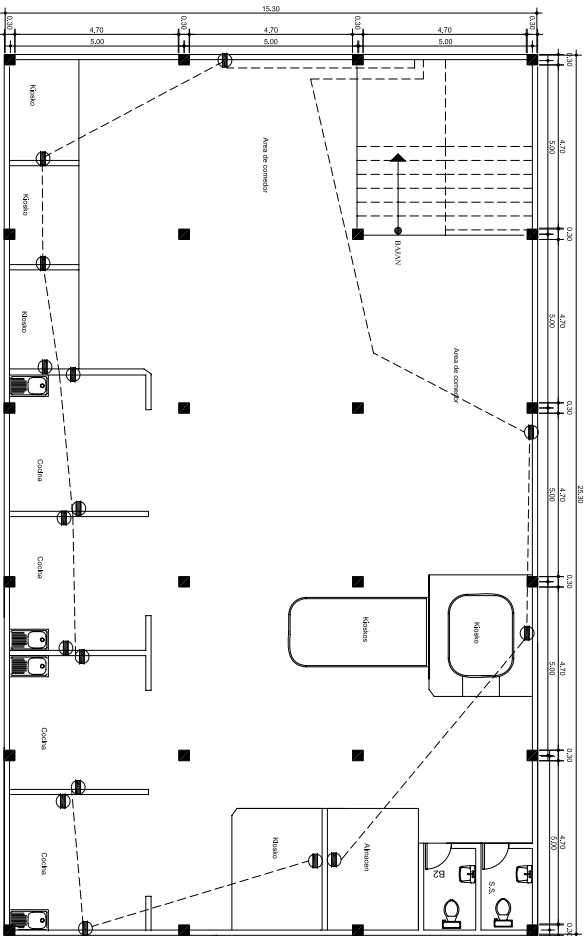
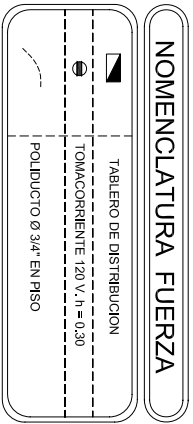
PLANTA DE ACABADOS PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:100



PLANTA DE ACABADOS SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:100

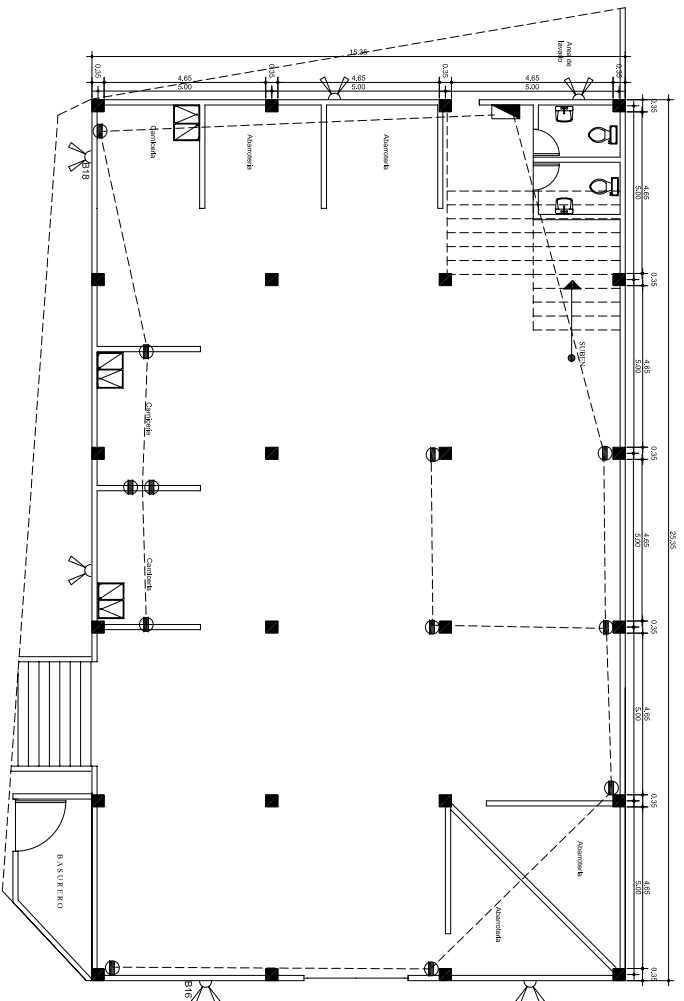
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA, UNIDAD DE FÍS	
PROYECTO <b>MERCADO MUNICIPAL</b>	
SAN BARTOLOME MILPAS ALTAJAS SACATEPEQUEZ	
DISEÑO: ALEJANDRA GUAS	CONTENIDO: <b>PLANTA DE ACABADOS</b>
CALCULO: ALEJANDRA GUAS	DIBUJO: ALEJANDRA GUAS
REVISO: ING. JUAN MERCK	ESCALA INDICADA
ING. JUAN MERCK	FECHA: SEPTIEMBRE 2007
	HOJA
3/11	

VA. BQ. ING. JUAN MERCK  
EES INGENIERIA S.R.L.



PLANTA DE ELECTRICIDAD SEGUNDO NIVEL (FUERZA)

ESCALA 1:100



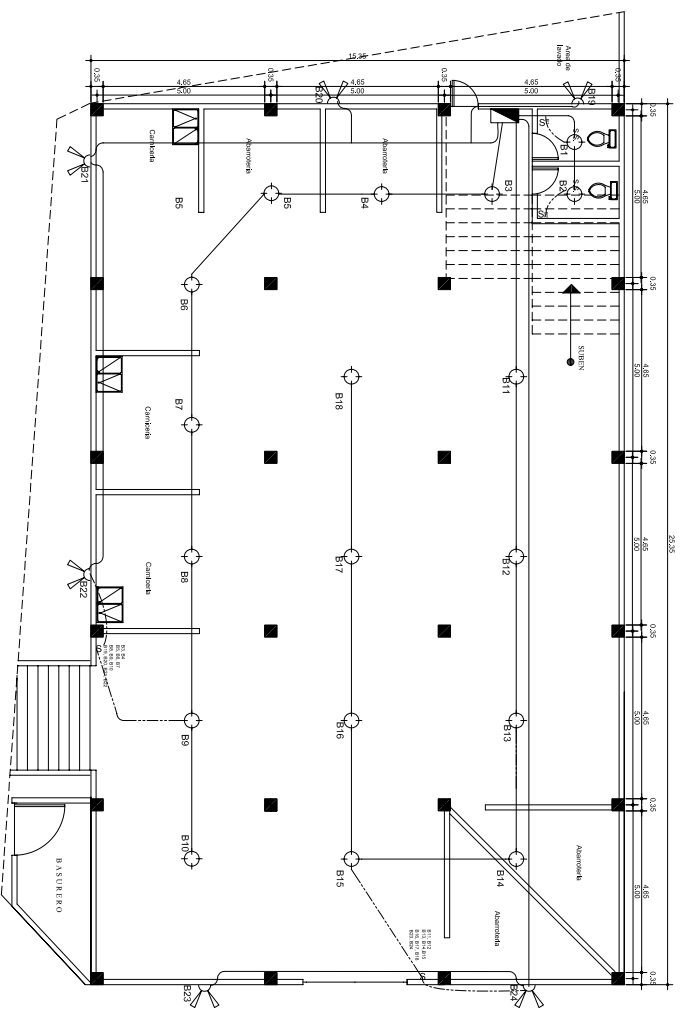
PLANTA DE ELECTRICIDAD PRIMER NIVEL (FUERZA)

ESCALA 1:100

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA, UNIDAD DE FES	
<b>PROYECTO</b>	
<b>MERCADO MUNICIPAL</b>	
SAN BARRIOLOME MILPAS ALTIAS SACATEPEQUEZ	
DISEÑO: ALEJANDRA GUAS	DIBUJO: ALEJANDRA GUAS
CALCULO: ALEJANDRA GUAS	ESCALA INDICADA
REVISO: ING. JUAN MERCK	FECHA: SEPTIEMBRE 2007
<b>PLANTA DE ELECTRICIDAD (FUERZA)</b>	
HOJA	
<b>4/11</b>	

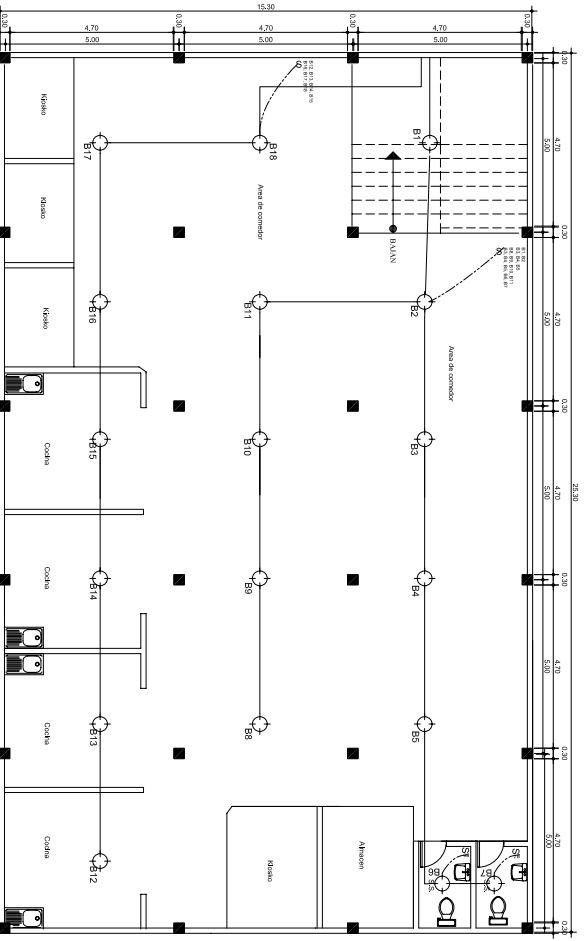
VIA. BOL. ING. JUAN MERCK  
EST. INGENIERIA CIVIL

NOMENCLATURA ILUMINACION	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	POOLIDUCTO Ø 3/4"
	TUBERIA A INTERRUPTOR
	REFLECTOR PARA EXTERIOR
	LAMPARA INCANDESCENTE
	INTERRUPTOR SIMPLE h = 1.50



PLANTA DE ELECTRICIDAD PRIMER NIVEL (ILUMINACION)

ESCALA 1:100

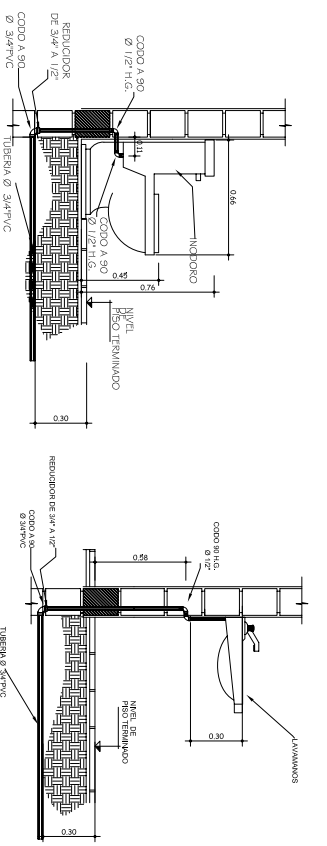


PLANTA DE ELECTRICIDAD SEGUNDO NIVEL (ILUMINACION)

ESCALA 1:100

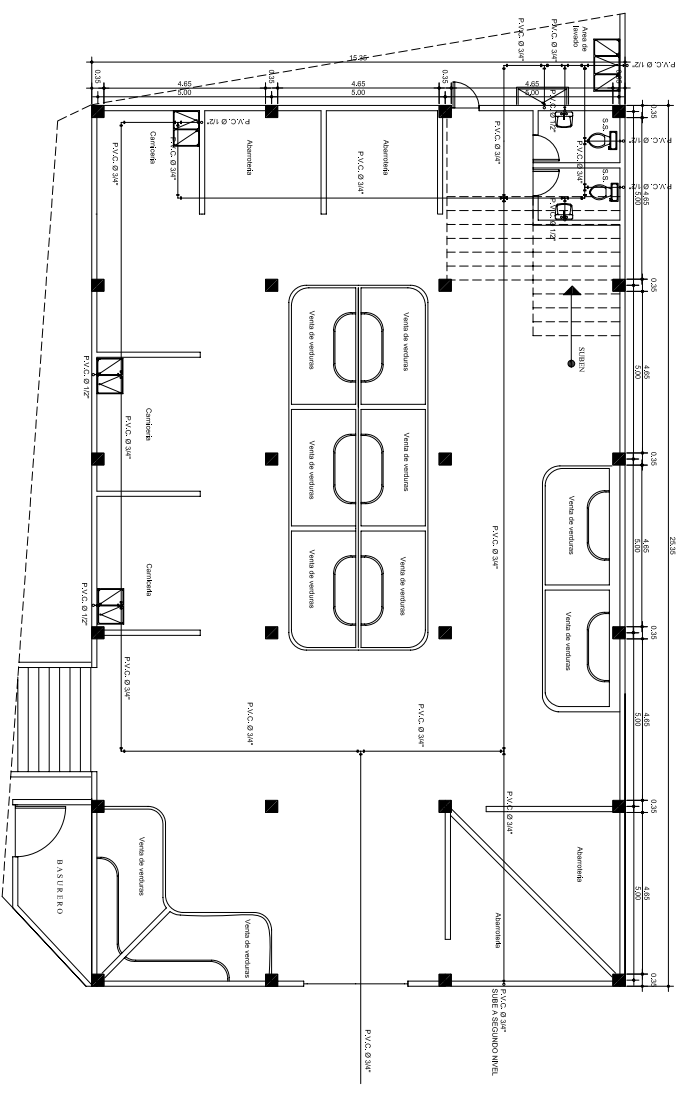
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA, UNIDAD DE FES	
<b>PROYECTO</b>	
<b>MERCADO MUNICIPAL</b>	
SAN BARRIOLOME MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ	
DISEÑO: ALEJANDRA GUAS	DIBUJO: ALEJANDRA GUAS
CALCULO: ALEJANDRA GUAS	ESCALA INDICADA
REVISO: ING. JUAN MERCK	FECHA: SEPTIEMBRE 2007
CONTENIDO:	
<b>PLANTA DE ELECTRICIDAD (ILUMINACION)</b>	
HOJA	
<b>5/11</b>	

VIA. BQ. ING. JUAN MERCK  
EES Ingenieros S.A.

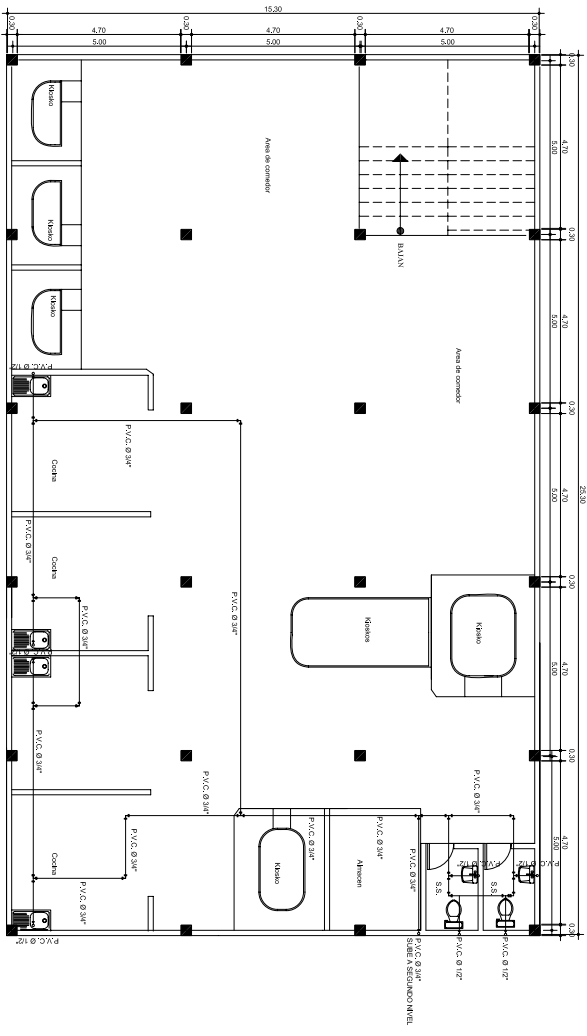


**DETALLE INSTALACION INODORO**  
SIN ESCALA

**DETALLE INSTALACION LAVAMANOS**  
SIN ESCALA



**PLANTA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE PRIMER NIVEL**  
ESCALA 1:100



**PLANTA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE SEGUNDO NIVEL**  
ESCALA 1:100

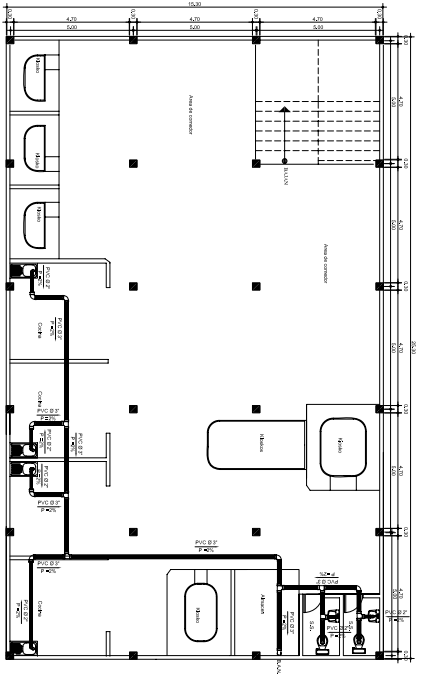
SIMBOLOGIA AGUA POTABLE	
	CODO P. V. C. 90° VERTICAL
	CODO P. V. C. 90° HORIZONTAL
	TEE P. V. C. 90° HORIZONTAL
	LLAVE DE PASO
	LLAVE DE CHEQUE

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA, UNIDAD DE EPS

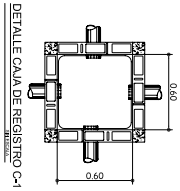
**PROYECTO**  
**MERCADO MUNICIPAL**  
SAN BARRIOLOME MILPAS ALTA SACATEPEQUEZ

DISEÑO: ALEJANDRA GUAS CALCULO: ALEJANDRA GUAS REVISO: ING. JUAN MERCK	CONTENIDO: <b>PLANTA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE</b>
DIBUJO: ALEJANDRA GUAS ESCALA: INDICADA FECHA: SEPTIEMBRE 2007	HOJA <b>6/11</b>

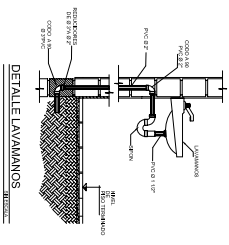
VIA. BQ. ING. JUAN MERCK  
EPS INGENIERIA S.R.L.



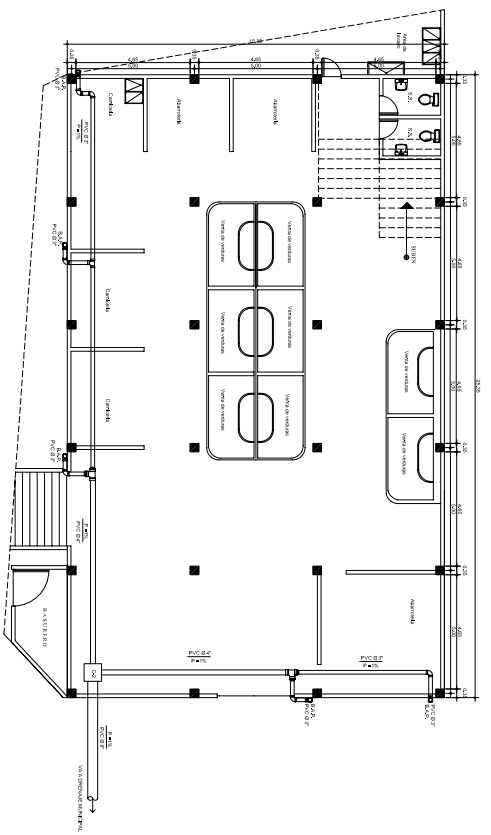
PLANTA DE DRENAJE SANITARIO SEGUNDO NIVEL  
Escala: 1:100



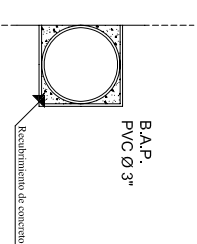
DETALLE CAJA DE REGISTRO C-1



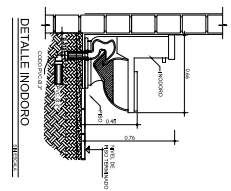
DETALLE LAVAMANOS



PLANTA DRENAJE PLUVIAL  
Escala: 1:100

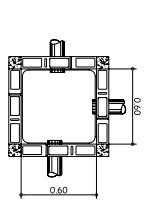


DETALLE BALAJA DE AGUA PLUVIAL

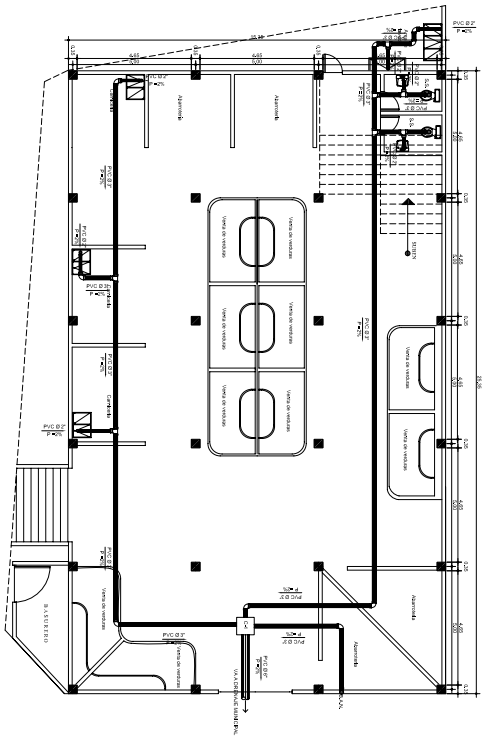


DETALLE INDORO

SIMBOLOGIA DRENAJE PLUVIAL	
	1. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	2. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	3. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	4. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	5. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	6. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	7. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	8. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	9. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	10. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	11. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	12. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	13. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	14. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	15. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	16. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	17. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	18. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	19. TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	20. TUBERIA AGUAS PLUVIALES



DETALLE CAJA DE REGISTRO C-2



PLANTA DE DRENAJE SANITARIO PRIMER NIVEL  
Escala: 1:100

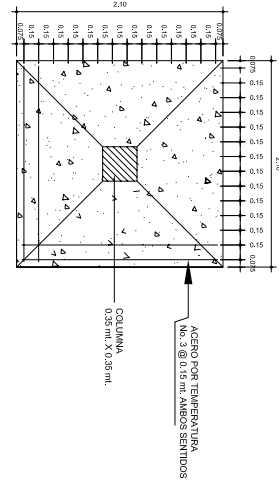
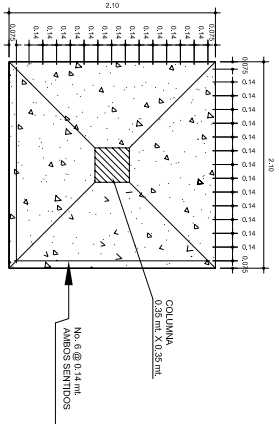
SIMBOLOGIA DRENAJE AGUAS NEGRAS	
	1. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	2. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	3. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	4. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	5. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	6. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	7. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	8. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	9. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	10. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	11. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	12. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	13. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	14. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	15. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	16. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	17. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	18. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	19. TUBERIA AGUAS NEGRAS
	20. TUBERIA AGUAS NEGRAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PROYECTO MERCADO MUNICIPAL  
SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL

CLIENTE: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL
FECHA: 2023	ESCALA: 1:100
INGENIERO: [Nombre]	PROFESOR: [Nombre]

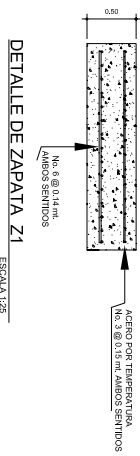
7/11



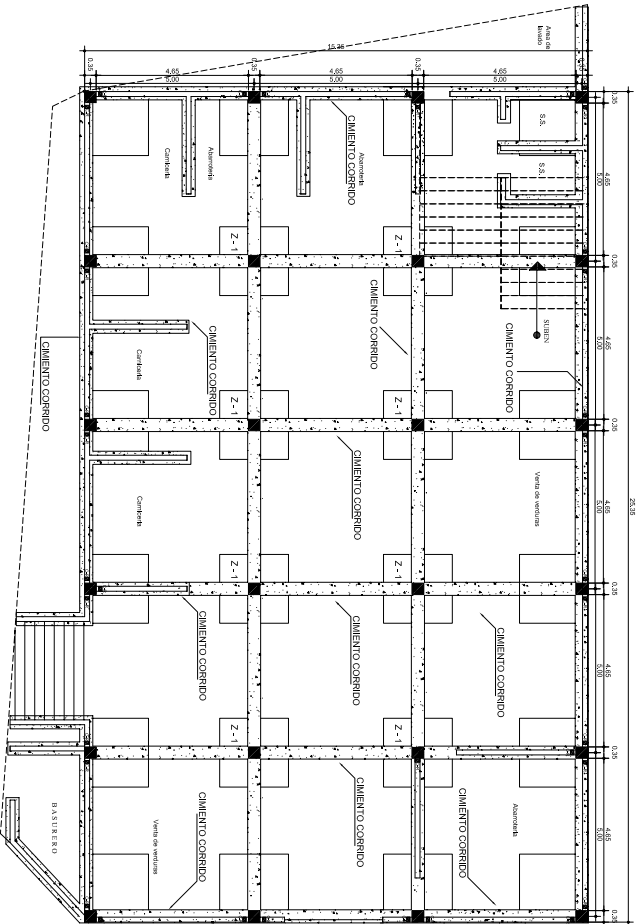


ZAPATA Z1 DETALLE ACERO DE REFUERZO  
ESCALA 1:25

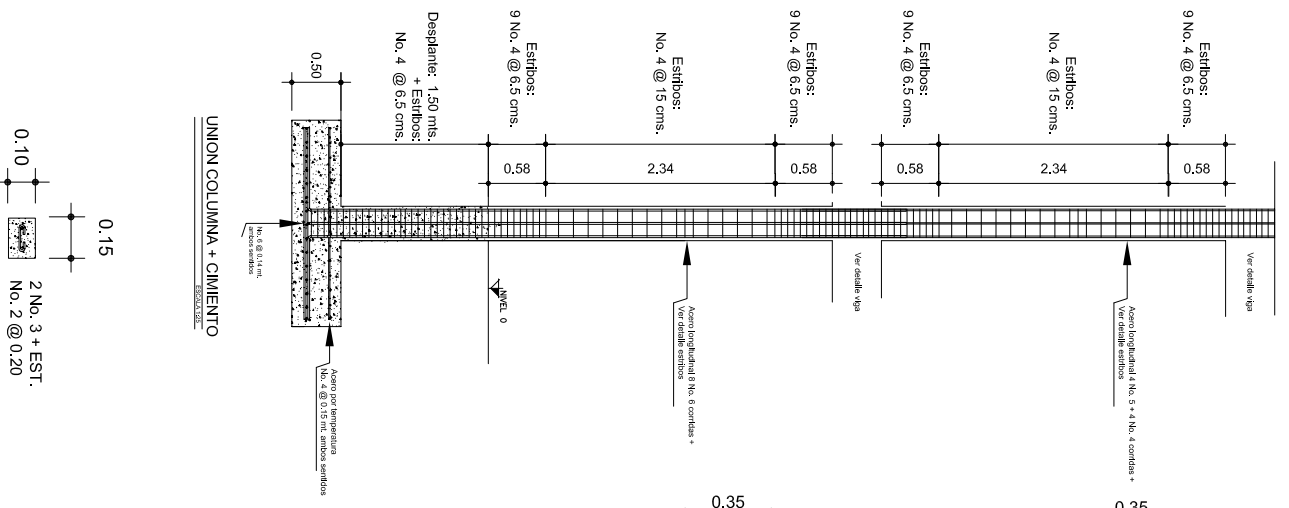
ZAPATA Z1 DETALLE DE REFUERZO POR TEMPERATURA  
ESCALA 1:25



DETALLE DE ZAPATA Z1  
ESCALA 1:25



PLANTA DISTRIBUCION DE COLUMNAS Y CIMENTOS  
ESCALA 1:75



Estribos:  
9 No. 4 @ 6.5 cms.

Estribos:  
No. 4 @ 15 cms.

Estribos:  
9 No. 4 @ 6.5 cms.

Estribos:  
9 No. 4 @ 6.5 cms.

Estribos:  
No. 4 @ 15 cms.

Estribos:  
9 No. 4 @ 6.5 cms.

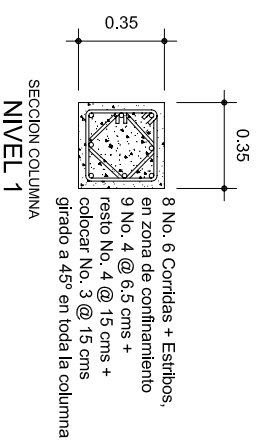
Desplante: 1.50 mts.  
+ Estribos:  
No. 4 @ 6.5 cms.

UNION COLUMNA + CIMENTO

0.15

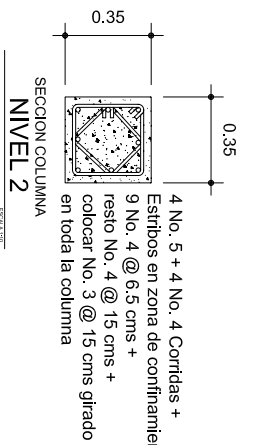
2 No. 3 + EST.  
No. 2 @ 0.20

SECCION COLUMNA PARA MUROS C-R



SECCION COLUMNA NIVEL 1

8 No. 6 Corridas + Estribos, en zona de confinamiento  
9 No. 4 @ 6.5 cms + resio No. 4 @ 15 cms + colocar No. 3 @ 15 cms girado a 45° en toda la columna



SECCION COLUMNA NIVEL 2

4 No. 5 + 4 No. 4 Corridas + Estribos en zona de confinamiento  
9 No. 4 @ 6.5 cms + resio No. 4 @ 15 cms + colocar No. 3 @ 15 cms girado a 45° en toda la columna

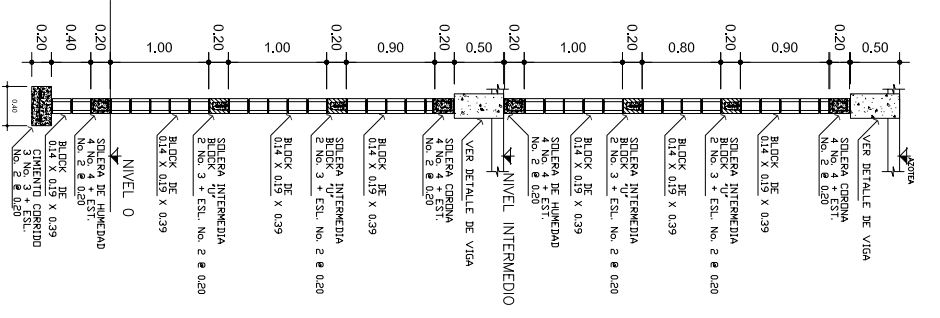
DETALLE DE COLUMNAS			
NIVEL	DIMENSION LONG.	REFUERZO LONG.	REFUERZO TRANS.
1	1.35 X 35 cms.	8 No. 6 corridas No. 3 @ 5 cms girado a 45° en toda la columna	En zona de confinamiento 9 No. 4 @ 6.5 cms + resio @ 15 cms. + 4 No. 4
2	1.35 X 35 cms.	4 No. 5 corridas No. 3 @ 5 cms girado a 45° en toda la columna	En zona de confinamiento 9 No. 4 @ 6.5 cms. + resio @ 15 cms. + 4 No. 4

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

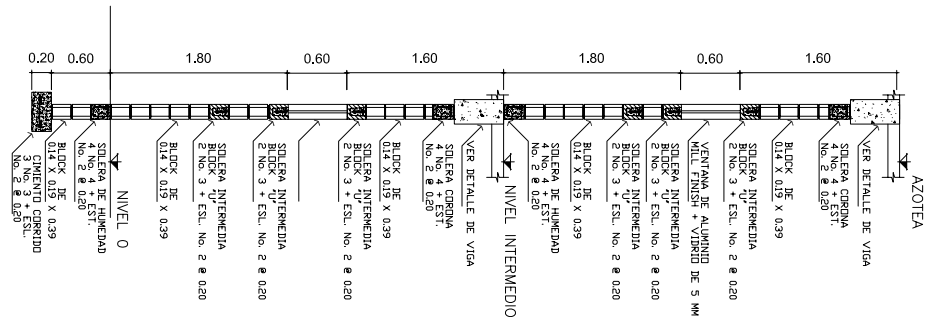
PROYECTO  
**MERCADO MUNICIPAL**  
SOLICITUD DE MAESTRIA EN LA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA CIVIL

TITULO CATEDRATICO	CONTENIDO PLANTA CIMENTACION + DETALLES ESTRUCTURALES	DEBIDO A REQUISITOS DE LA ESCALA INGENIERIA
FECHA DE ENTREGA DEL DISEÑO	FECHA DE ENTREGA DEL DISEÑO	FECHA DE ENTREGA DEL DISEÑO

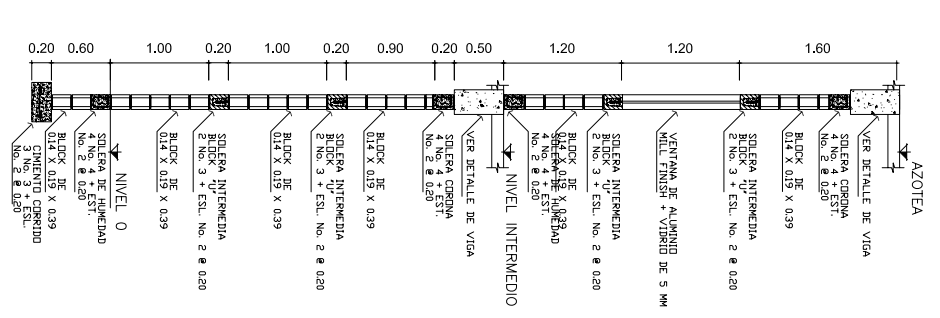
FECHA: 8/11



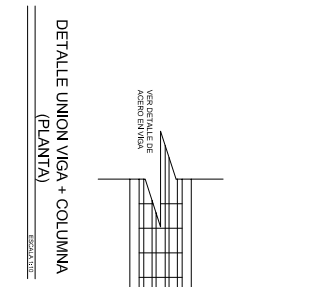
DETALLE DE SECCION MURO 1



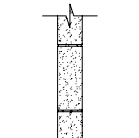
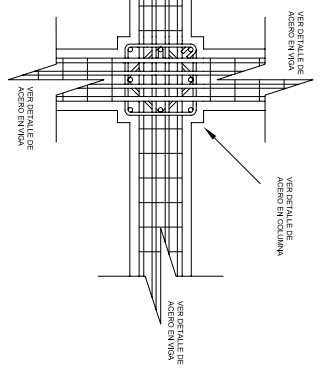
DETALLE DE SECCION MURO 2



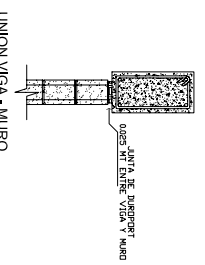
DETALLE DE SECCION MURO 3



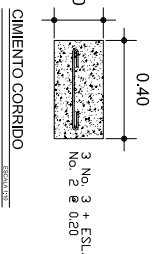
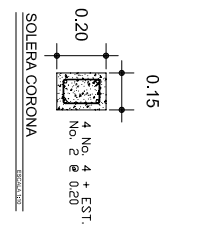
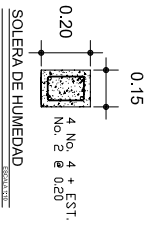
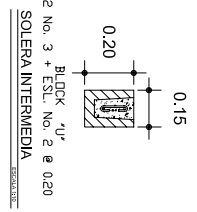
DETALLE UNION VIGA + COLUMNA (PLANTA)



UNION COLUMNA - MURO



UNION VIGA - MURO



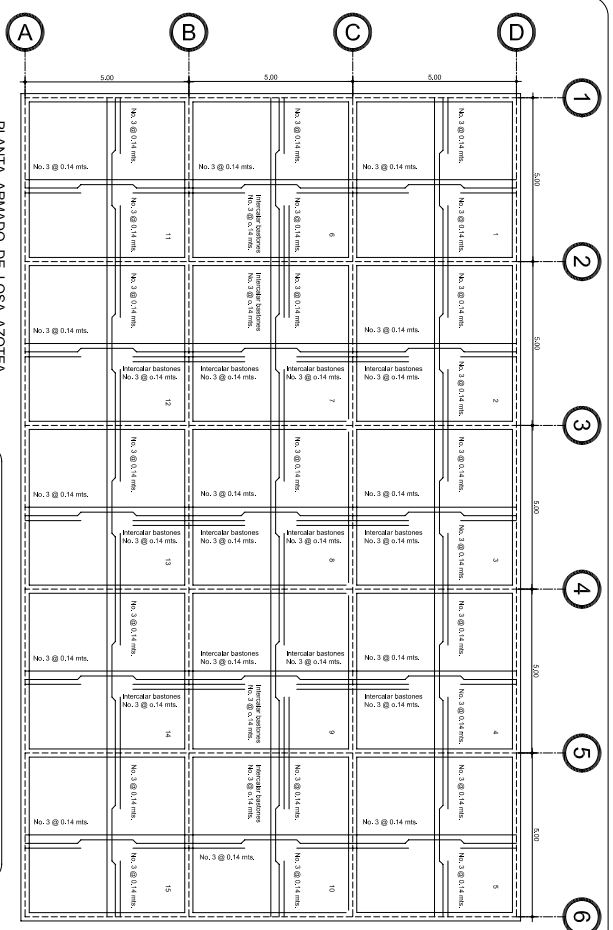
PLANILLA DE SOLERAS		
TIPO	DIMENSION	REFUERZO
SOLERA CORONA	15 X 20 cms	4 No. 4 Est. No. 2 @ 0.20 mt
SOLERA INTERMEDIA	15 X 20 cms	4 No. 3 Est. No. 2 @ 0.20 mt
SOLERA INTERMEDIA CON BLOCK "U"	15 X 20 cms	2 No. 3 No. 2 @ 0.20 mt
CIMENTO CORRIDO	20 X 40 cms	3 No. 3 Est. No. 2 @ 0.20 mt

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO  
**MERCADO MUNICIPAL**  
SOLICITUD PARA LA REALIZACION DE OBRAS DE RECONSTRUCCION

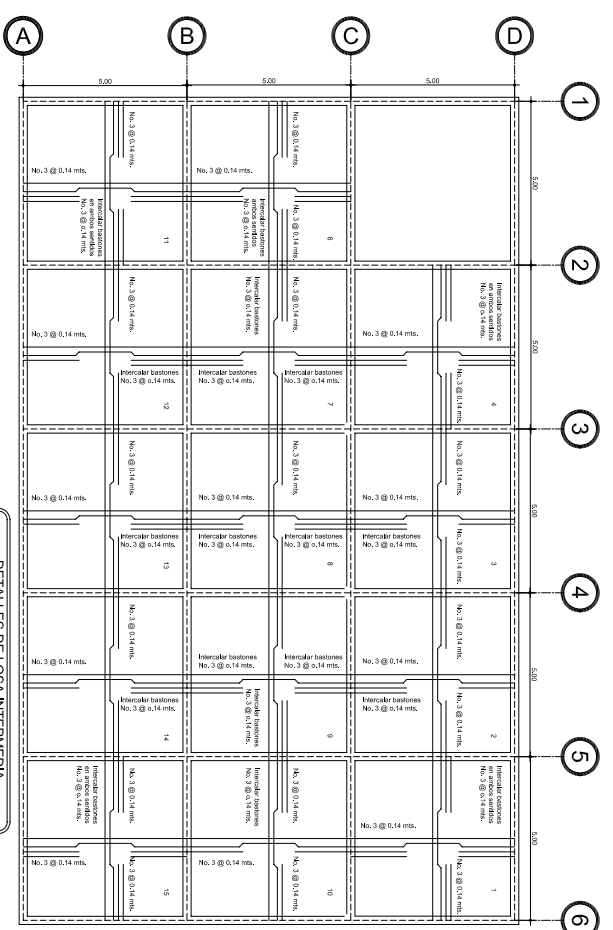
CONTENIDO:  
DETALLE DE MURO EN SECCION TRANSVERSAL + DETALLES ESTRUCTURALES

FECHA: 9/11



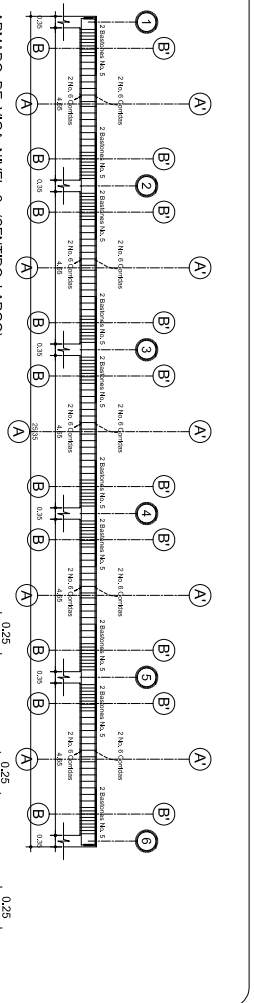
PLANTA ARMADO DE LOSA AZOTEA  
Escala: 1:75

**DETALLES DE LOSA AZOTEA**  
ARMADO LOSA DE AZOTEA USAR No. 3 @ 0.14 mts.  
DONDE SE ESPECIFICA COLOCAR INTERCALADOS BASTONES No. 3 @ 0.14 mts.  
ESPESOR DE LOSA EN AZOTEA ES 0.12 MT.



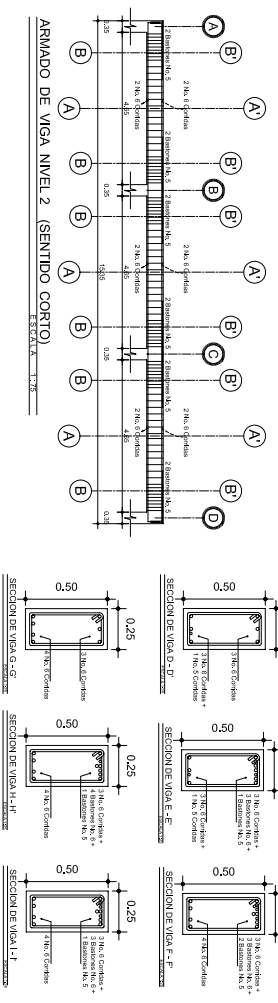
PLANTA ARMADO DE LOSA INTERMEDIA  
Escala: 1:75

**DETALLES DE LOSA INTERMEDIA**  
CONCRETO ARMADO LOSA INTERMEDIA USAR No. 3 @ 0.14 mts.  
ESPESOR DE LOSA EN INTERMEDIA ES 0.12 MT.

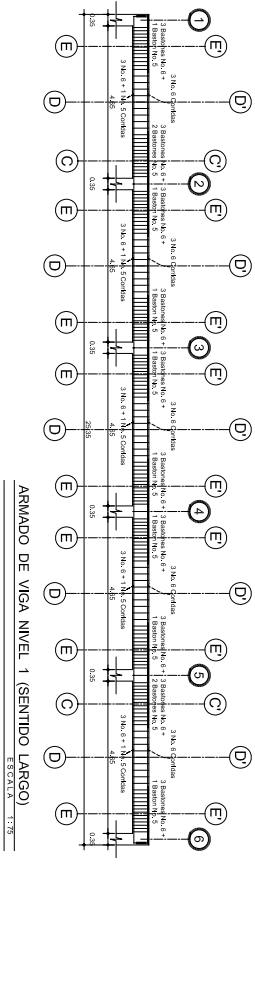


ARMADO DE VIGA NIVEL 2 (SENTIDO LARGO)  
Escala: 1:25

**ESTRIBOS PARA VIGAS DE NIVEL 2**  
VIGA NIVEL 2 Colocar No. 3, 1ro. a 5 cms del rostro + @ 10 cm + resto @ 20 cm.  
VIGA NIVEL 2 Colocar No. 3, 1ro. a 5 cms del rostro + @ 10 cm + resto @ 20 cm.

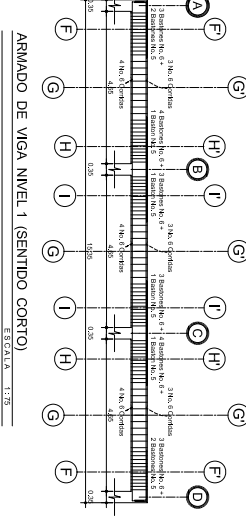


ARMADO DE VIGA NIVEL 2 (SENTIDO CORTO)  
Escala: 1:25

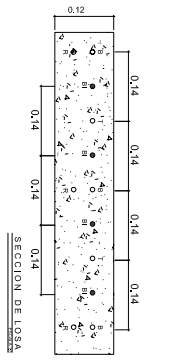


ARMADO DE VIGA NIVEL 1 (SENTIDO LARGO)  
Escala: 1:25

**ESTRIBOS PARA VIGAS DE NIVEL 1**  
VIGA NIVEL 1 Colocar No. 3, 1ro. a 5 cms del rostro + @ 10 cm + resto @ 20 cm.  
VIGA NIVEL 1 Colocar No. 3, 1ro. a 5 cms del rostro + @ 10 cm + resto @ 20 cm.



ARMADO DE VIGA NIVEL 1 (SENTIDO CORTO)  
Escala: 1:25



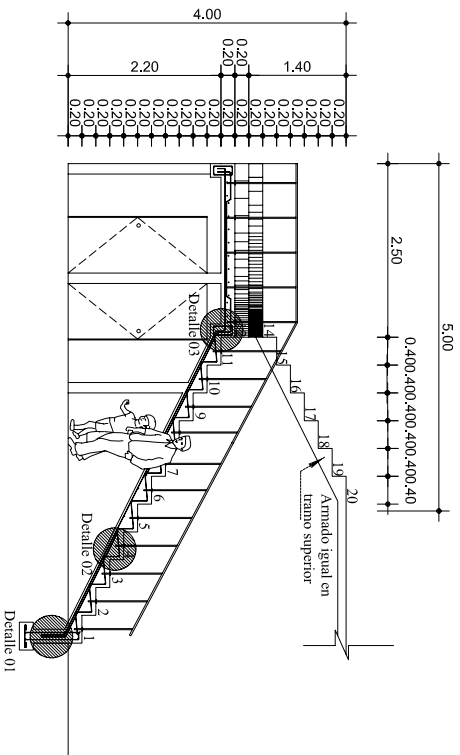
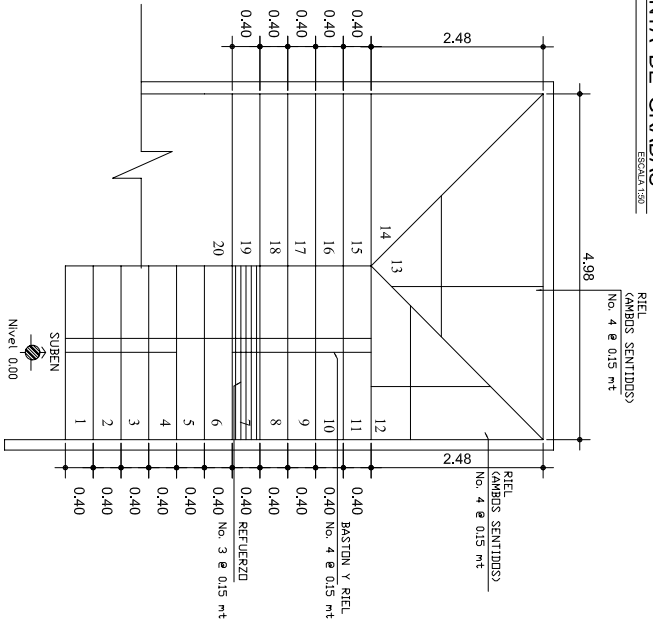
SECCION DE LOSA

NOBENCIALTURAL LOSA  
B BASTON  
R RIEL INTERCALADO  
I TENSION

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO <b>MERCADO MUNICIPAL</b>	
CONTENIDO: <b>ARMADO DE LOSAS Y ARMADO DE VIGAS</b>	
TEMA: LOSAS Y VIGAS	OBJETIVO: DISEÑAR LAS LOSAS Y VIGAS
FECHA: 10/11	ESCALA: VARIAS

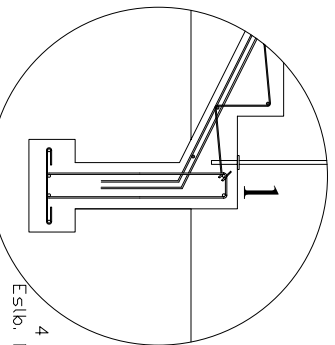
**PLANTA DE GRADAS**

ESCALA 1:30



**ELEVACION LATERAL Y DETALLE DE GRADAS**

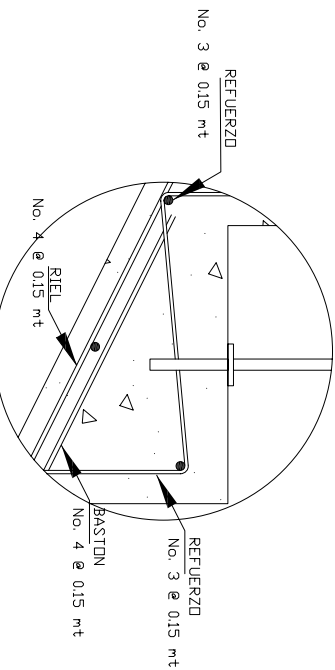
ESCALA 1:30



**Detalle 01**

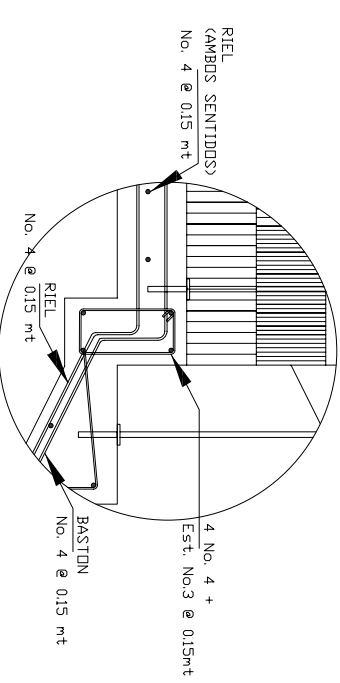
SIN ESCALA

4 No. 4 +  
Estilo No. 3 @ 0.15 mt



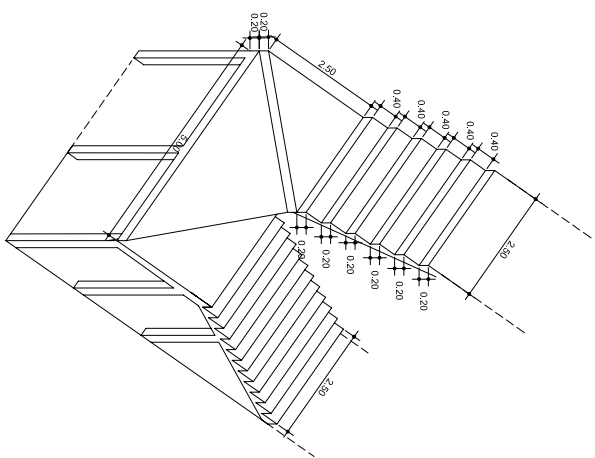
**Detalle 02**

SIN ESCALA



**Detalle 03**

SIN ESCALA



**ISOMETRICO DE GRADAS**

ESCALA 1:30

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA, UNIDAD DE FFS

PROYECTO  
MERCADO MUNICIPAL

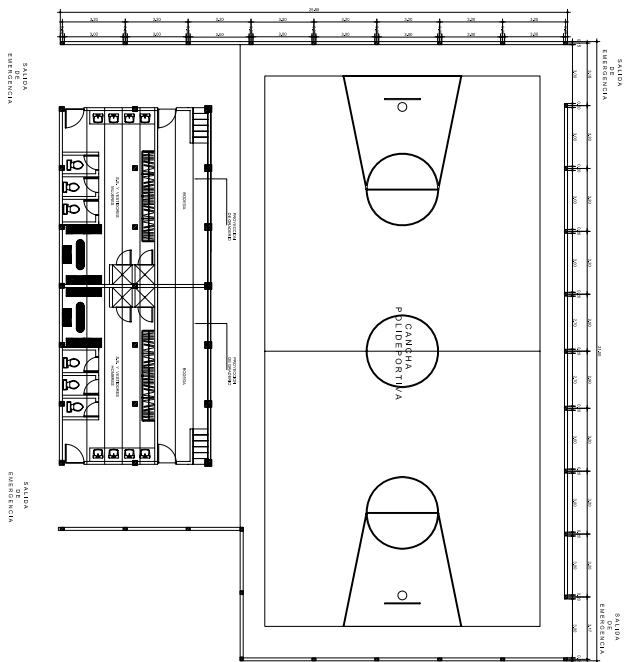
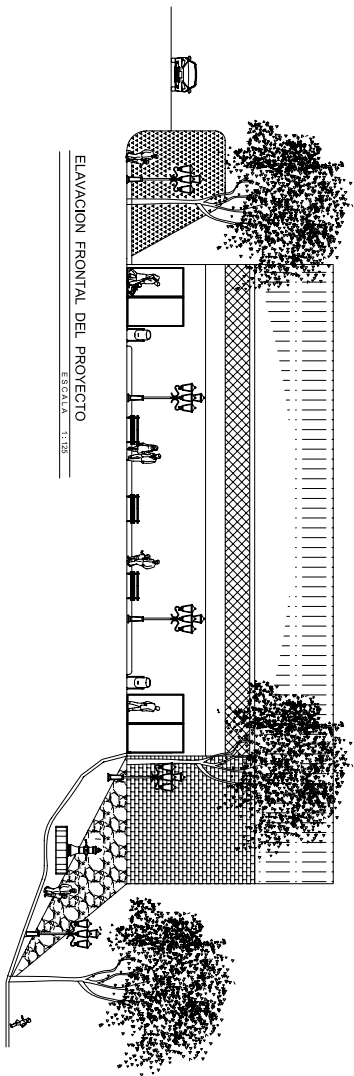
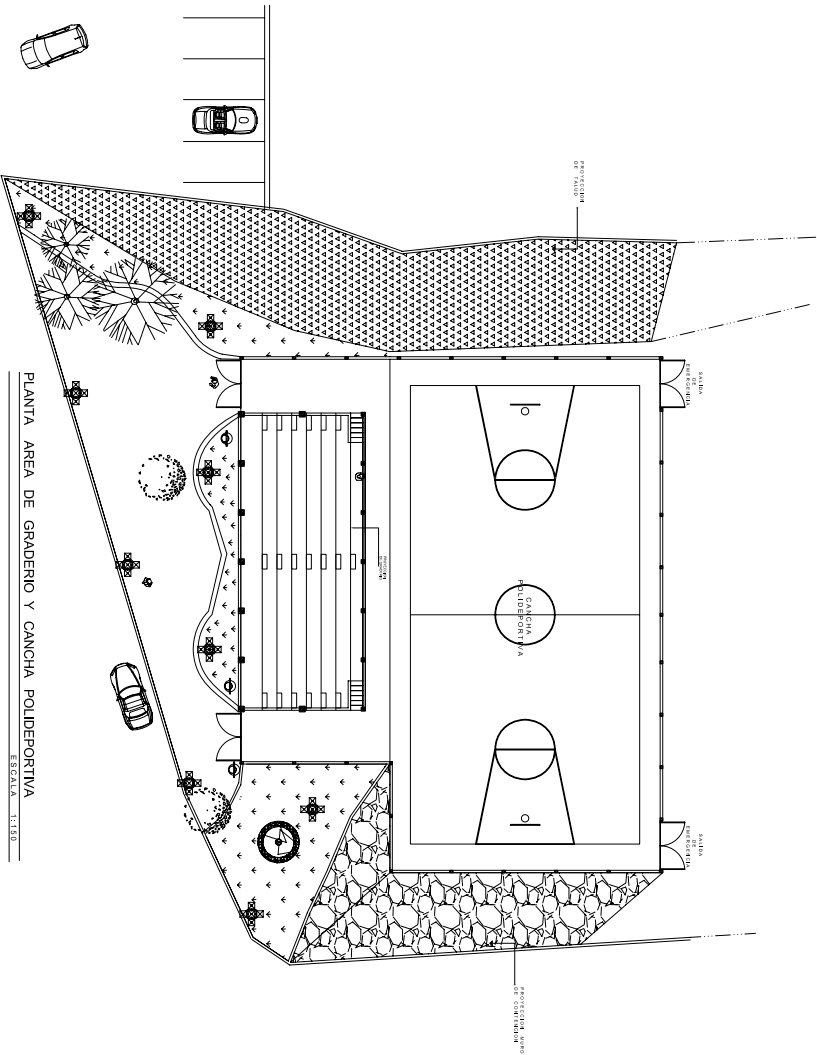
SAN BARTOLOME MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

CONTENIDO:  
DETALLE DE GRADAS

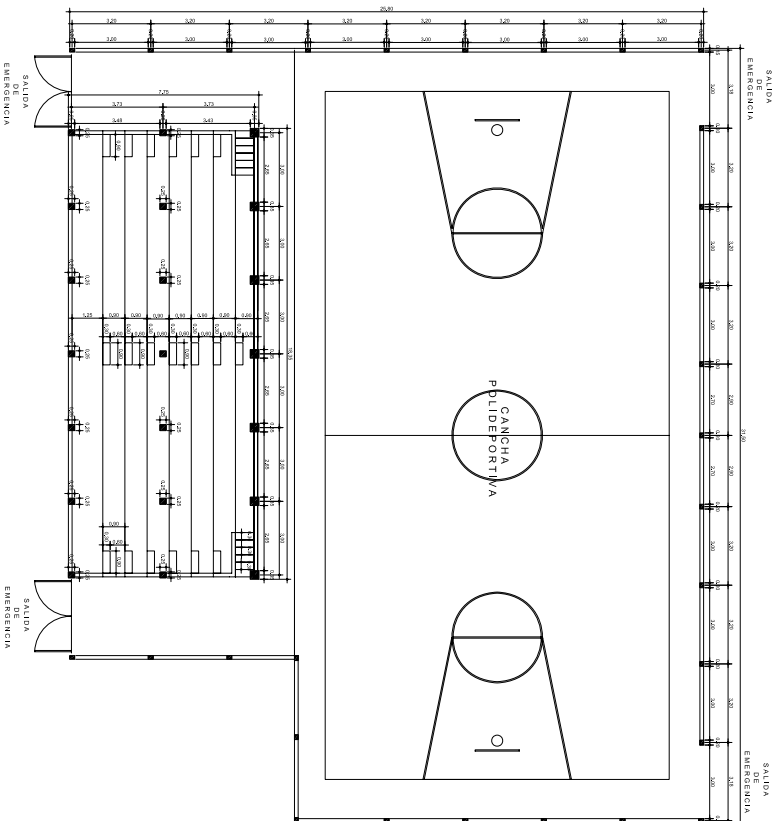
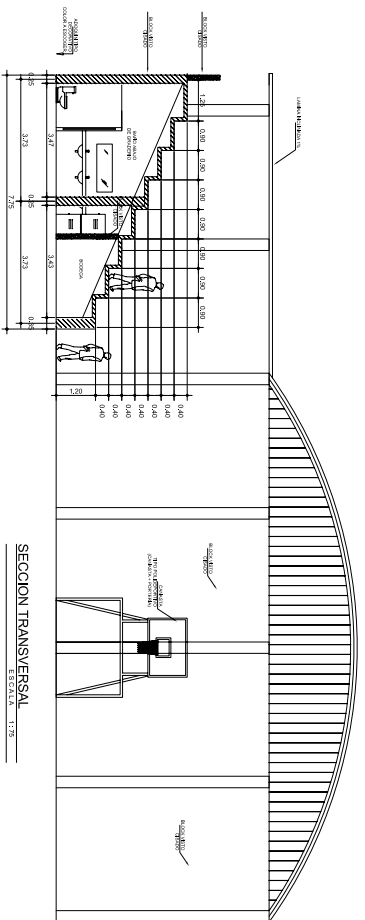
DISEÑO: ALEXANDRA GUAS	DIBUJO: ALEXANDRA GUAS
CALCULO: ALEXANDRA GUAS	ESCALA INDICADA
REVISO: ING. JUAN WERCK	FECHA: SEPTIEMBRE 2007
	HOJA

11/11

Via B.O. ING. JUAN WERCK  
EST. INGENIERIA CIVIL

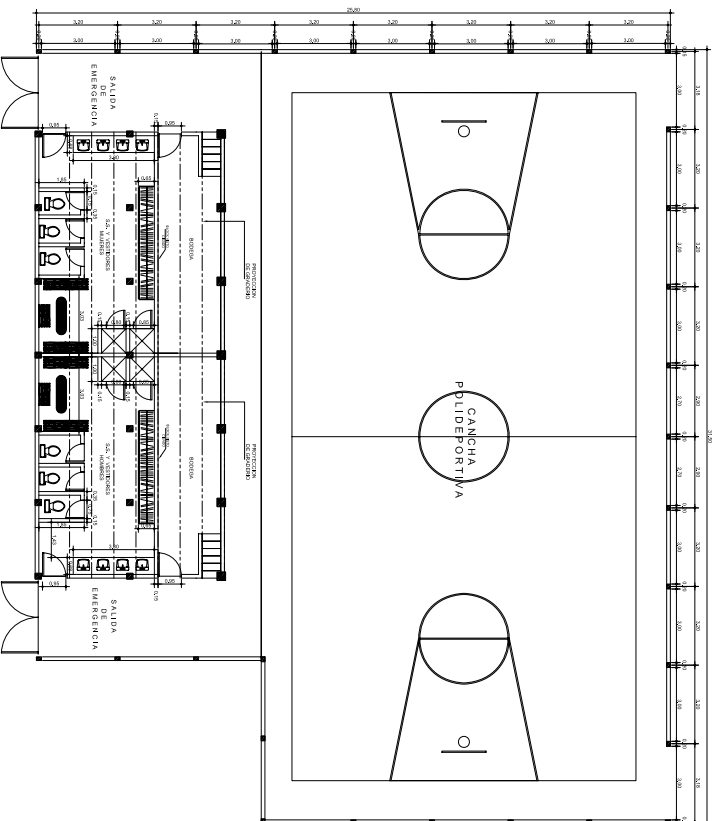


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO	
PROYECTO GRADERIO PARA CANCHA POLIDEPORTIVA			
SON IDENTIFICACION MUESTRA FINAL SUSTENTACION			
TEMA: ESTUDIOS DE GUAS	CONTENIDO: PLANTA, ELEVACION FRONTAL Y DISTRIBUCION DE ESPACIOS DEL PROYECTO	OBJETO: RESUMEN DE GUAS	FECHA: SEPTIEMBRE 2017
ALUMNO: GUAS		ESCUELA: ESCUELA DE ARQUITECTURA	
PROFESOR: MR. JUAN MORA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017	
INSTITUTO GUATEMALTECO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE ARQUITECTURA Y URBANISMO			PÁGINA 1/11



PLANTA DE COTAS DE GRADERO Y CANCHA POLIDEPORTIVA

ESCALA: 1:100



PLANTA DE COTAS ABAJO DE GRADERO (S.S. Y VESTIDORES)

ESCALA: 1:100

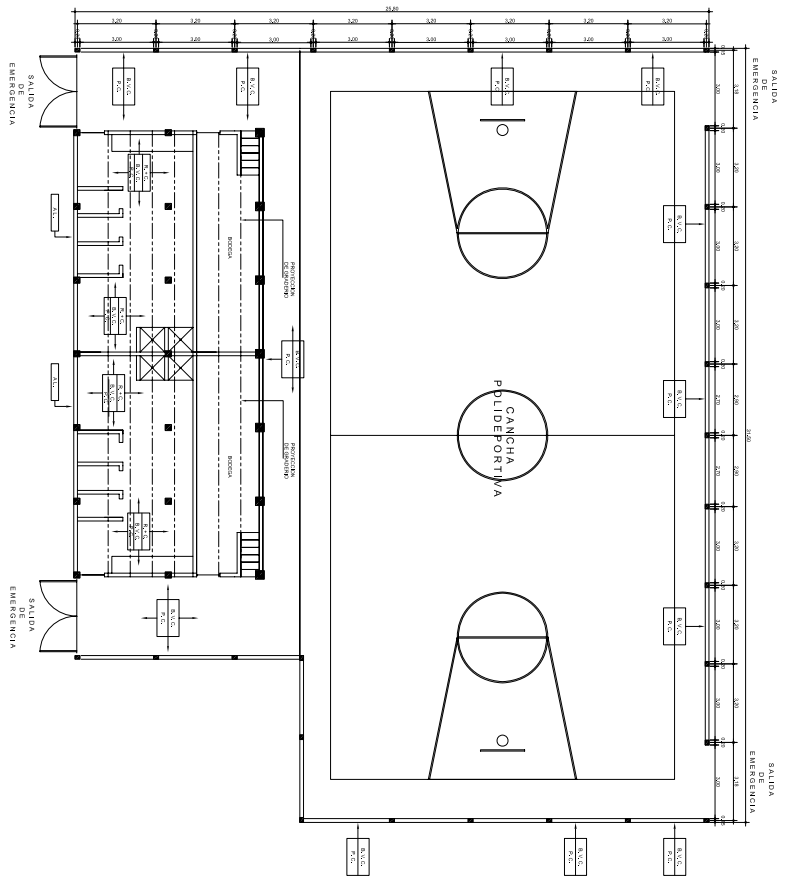
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
PROYECTO GRADERO PARA CANCHA POLIDEPORTIVA	
SOM INSTITUCION MARIANO GALI SANTIAGO	
TEMA: ESTADION GUAS	OBJETIVO: ESTADION GUAS
FECHA: 15/03/2011	FECHA: 15/03/2011
PROYECTISTA: ING. JUAN MORA	PROYECTISTA: ING. JUAN MORA
CONTENIDO: PLANTA DE COTAS Y SECCION TRANSVERSAL	CONTENIDO: PLANTA DE COTAS Y SECCION TRANSVERSAL
FECHA: 2/11	FECHA: 2/11

**PLANILLA DE VENTANAS**

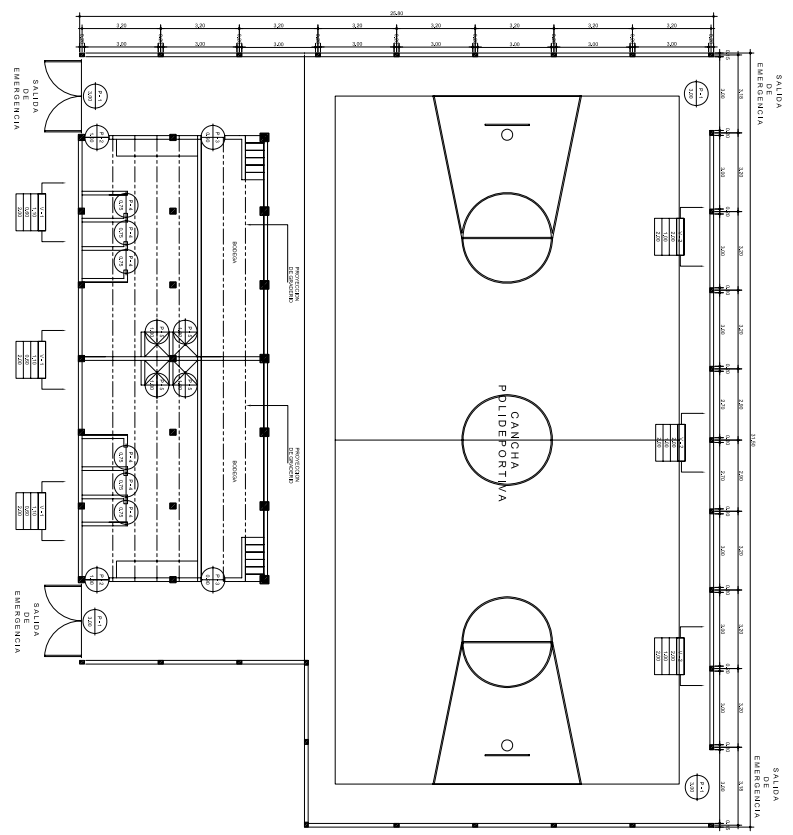
TIPO	CANT.	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	MATERIAL
1	1	2	3	4	5	6
2	1	3	4	5	6	7
3	1	4	5	6	7	8
4	1	5	6	7	8	9
5	1	6	7	8	9	10
6	1	7	8	9	10	11
7	1	8	9	10	11	12
8	1	9	10	11	12	13
9	1	10	11	12	13	14
10	1	11	12	13	14	15
11	1	12	13	14	15	16
12	1	13	14	15	16	17
13	1	14	15	16	17	18
14	1	15	16	17	18	19
15	1	16	17	18	19	20
16	1	17	18	19	20	21
17	1	18	19	20	21	22
18	1	19	20	21	22	23
19	1	20	21	22	23	24
20	1	21	22	23	24	25
21	1	22	23	24	25	26
22	1	23	24	25	26	27
23	1	24	25	26	27	28
24	1	25	26	27	28	29
25	1	26	27	28	29	30
26	1	27	28	29	30	31
27	1	28	29	30	31	32
28	1	29	30	31	32	33
29	1	30	31	32	33	34
30	1	31	32	33	34	35
31	1	32	33	34	35	36
32	1	33	34	35	36	37
33	1	34	35	36	37	38
34	1	35	36	37	38	39
35	1	36	37	38	39	40
36	1	37	38	39	40	41
37	1	38	39	40	41	42
38	1	39	40	41	42	43
39	1	40	41	42	43	44
40	1	41	42	43	44	45
41	1	42	43	44	45	46
42	1	43	44	45	46	47
43	1	44	45	46	47	48
44	1	45	46	47	48	49
45	1	46	47	48	49	50
46	1	47	48	49	50	51
47	1	48	49	50	51	52
48	1	49	50	51	52	53
49	1	50	51	52	53	54
50	1	51	52	53	54	55
51	1	52	53	54	55	56
52	1	53	54	55	56	57
53	1	54	55	56	57	58
54	1	55	56	57	58	59
55	1	56	57	58	59	60
56	1	57	58	59	60	61
57	1	58	59	60	61	62
58	1	59	60	61	62	63
59	1	60	61	62	63	64
60	1	61	62	63	64	65
61	1	62	63	64	65	66
62	1	63	64	65	66	67
63	1	64	65	66	67	68
64	1	65	66	67	68	69
65	1	66	67	68	69	70
66	1	67	68	69	70	71
67	1	68	69	70	71	72
68	1	69	70	71	72	73
69	1	70	71	72	73	74
70	1	71	72	73	74	75
71	1	72	73	74	75	76
72	1	73	74	75	76	77
73	1	74	75	76	77	78
74	1	75	76	77	78	79
75	1	76	77	78	79	80
76	1	77	78	79	80	81
77	1	78	79	80	81	82
78	1	79	80	81	82	83
79	1	80	81	82	83	84
80	1	81	82	83	84	85
81	1	82	83	84	85	86
82	1	83	84	85	86	87
83	1	84	85	86	87	88
84	1	85	86	87	88	89
85	1	86	87	88	89	90
86	1	87	88	89	90	91
87	1	88	89	90	91	92
88	1	89	90	91	92	93
89	1	90	91	92	93	94
90	1	91	92	93	94	95
91	1	92	93	94	95	96
92	1	93	94	95	96	97
93	1	94	95	96	97	98
94	1	95	96	97	98	99
95	1	96	97	98	99	100

**PLANILLA DE PUERTAS**

TIPO	CANT.	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	MATERIAL
1	1	2	3	4	5	6
2	1	3	4	5	6	7
3	1	4	5	6	7	8
4	1	5	6	7	8	9
5	1	6	7	8	9	10
6	1	7	8	9	10	11
7	1	8	9	10	11	12
8	1	9	10	11	12	13
9	1	10	11	12	13	14
10	1	11	12	13	14	15
11	1	12	13	14	15	16
12	1	13	14	15	16	17
13	1	14	15	16	17	18
14	1	15	16	17	18	19
15	1	16	17	18	19	20
16	1	17	18	19	20	21
17	1	18	19	20	21	22
18	1	19	20	21	22	23
19	1	20	21	22	23	24
20	1	21	22	23	24	25
21	1	22	23	24	25	26
22	1	23	24	25	26	27
23	1	24	25	26	27	28
24	1	25	26	27	28	29
25	1	26	27	28	29	30
26	1	27	28	29	30	31
27	1	28	29	30	31	32
28	1	29	30	31	32	33
29	1	30	31	32	33	34
30	1	31	32	33	34	35
31	1	32	33	34	35	36
32	1	33	34	35	36	37
33	1	34	35	36	37	38
34	1	35	36	37	38	39
35	1	36	37	38	39	40
36	1	37	38	39	40	41
37	1	38	39	40	41	42
38	1	39	40	41	42	43
39	1	40	41	42	43	44
40	1	41	42	43	44	45
41	1	42	43	44	45	46
42	1	43	44	45	46	47
43	1	44	45	46	47	48
44	1	45	46	47	48	49
45	1	46	47	48	49	50
46	1	47	48	49	50	51
47	1	48	49	50	51	52
48	1	49	50	51	52	53
49	1	50	51	52	53	54
50	1	51	52	53	54	55
51	1	52	53	54	55	56
52	1	53	54	55	56	57
53	1	54	55	56	57	58
54	1	55	56	57	58	59
55	1	56	57	58	59	60
56	1	57	58	59	60	61
57	1	58	59	60	61	62
58	1	59	60	61	62	63
59	1	60	61	62	63	64
60	1	61	62	63	64	65
61	1	62	63	64	65	66
62	1	63	64	65	66	67
63	1	64	65	66	67	68
64	1	65	66	67	68	69
65	1	66	67	68	69	70
66	1	67	68	69	70	71
67	1	68	69	70	71	72
68	1	69	70	71	72	73
69	1	70	71	72	73	74
70	1	71	72	73	74	75
71	1	72	73	74	75	76
72	1	73	74	75	76	77
73	1	74	75	76	77	78
74	1	75	76	77	78	79
75	1	76	77	78	79	80
76	1	77	78	79	80	81
77	1	78	79	80	81	82
78	1	79	80	81	82	83
79	1	80	81	82	83	84
80	1	81	82	83	84	85
81	1	82	83	84	85	86
82	1	83	84	85	86	87
83	1	84	85	86	87	88
84	1	85	86	87	88	89
85	1	86	87	88	89	90
86	1	87	88	89	90	91
87	1	88	89	90	91	92
88	1	89	90	91	92	93
89	1	90	91	92	93	94
90	1	91	92	93	94	95
91	1	92	93	94	95	96
92	1	93	94	95	96	97
93	1	94	95	96	97	98
94	1	95	96	97	98	99
95	1	96	97	98	99	100



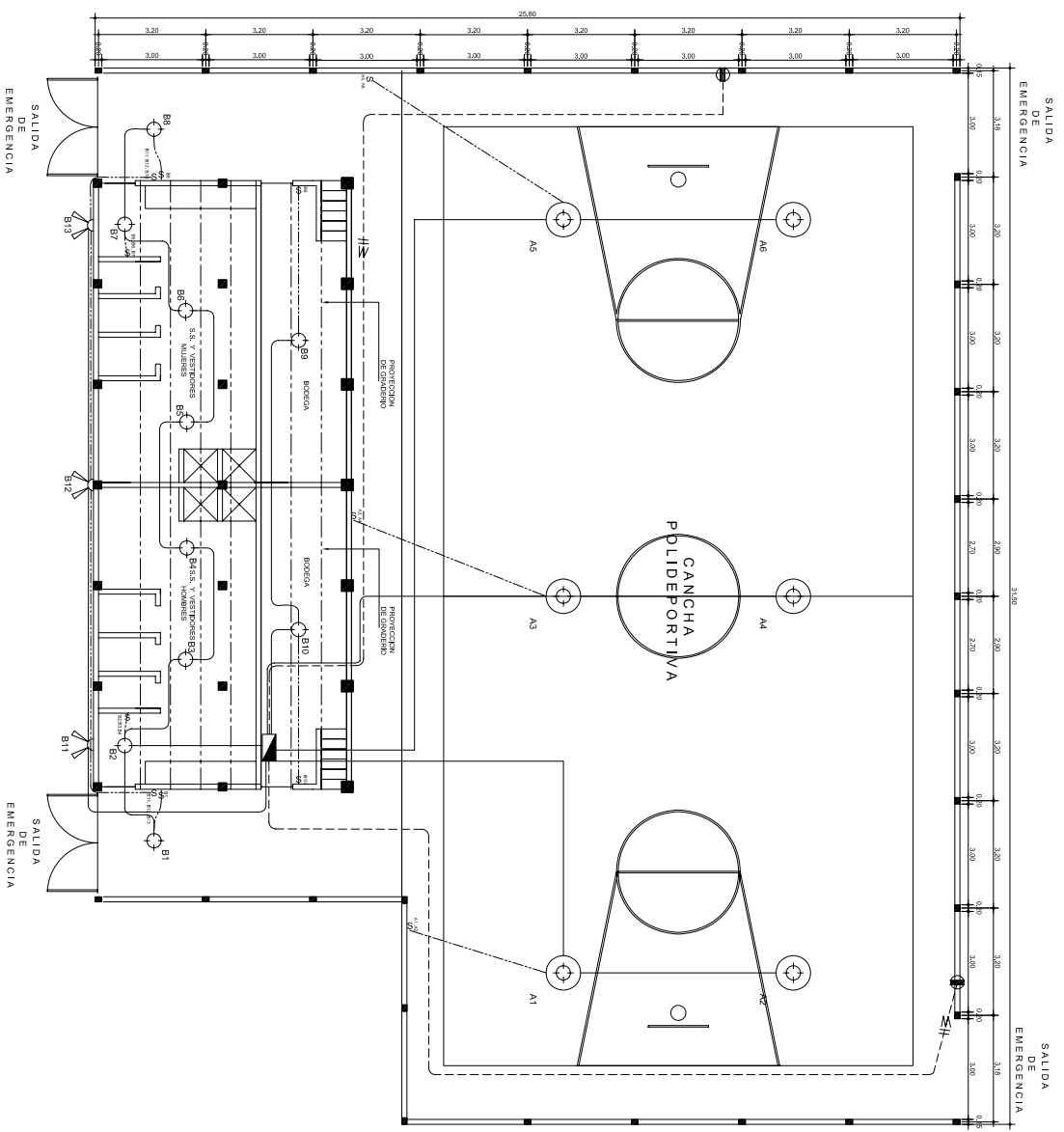
PLANTA DE ACABADOS ABAJO DE GRADERIO Y MURO PERIMETRAL DE CANCHA POLIDEPORTIVA ESCALA 1:100



PLANTA DE INDICACION DE PUERTAS Y VENTANAS ESCALA 1:100

**NOMENCLATURA ACABADOS**

	CONCRETO



PLANTA DE ELECTRICIDAD (FUERZA E ILUMINACION)  
ESCALA 1:1100

NOMENCLATURA FUERZA	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TOMACORRIENTE 220 V. h = 0.30
	POLDUCTO Ø 3/4" EN PISO FUERZA

NOMENCLATURA ILUMINACION	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	POLDUCTO Ø 3/4" EN LOSA
	TUBERIA A INTERRUPTOR
	REFLECTOR PARA EXTERIOR
	LAMPARA TIPO CAMPANA 400 W
	LAMPARA INCANDESCENTE
	INTERRUPTOR SIMPLE h = 1.30

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA, UNIDAD DE FES

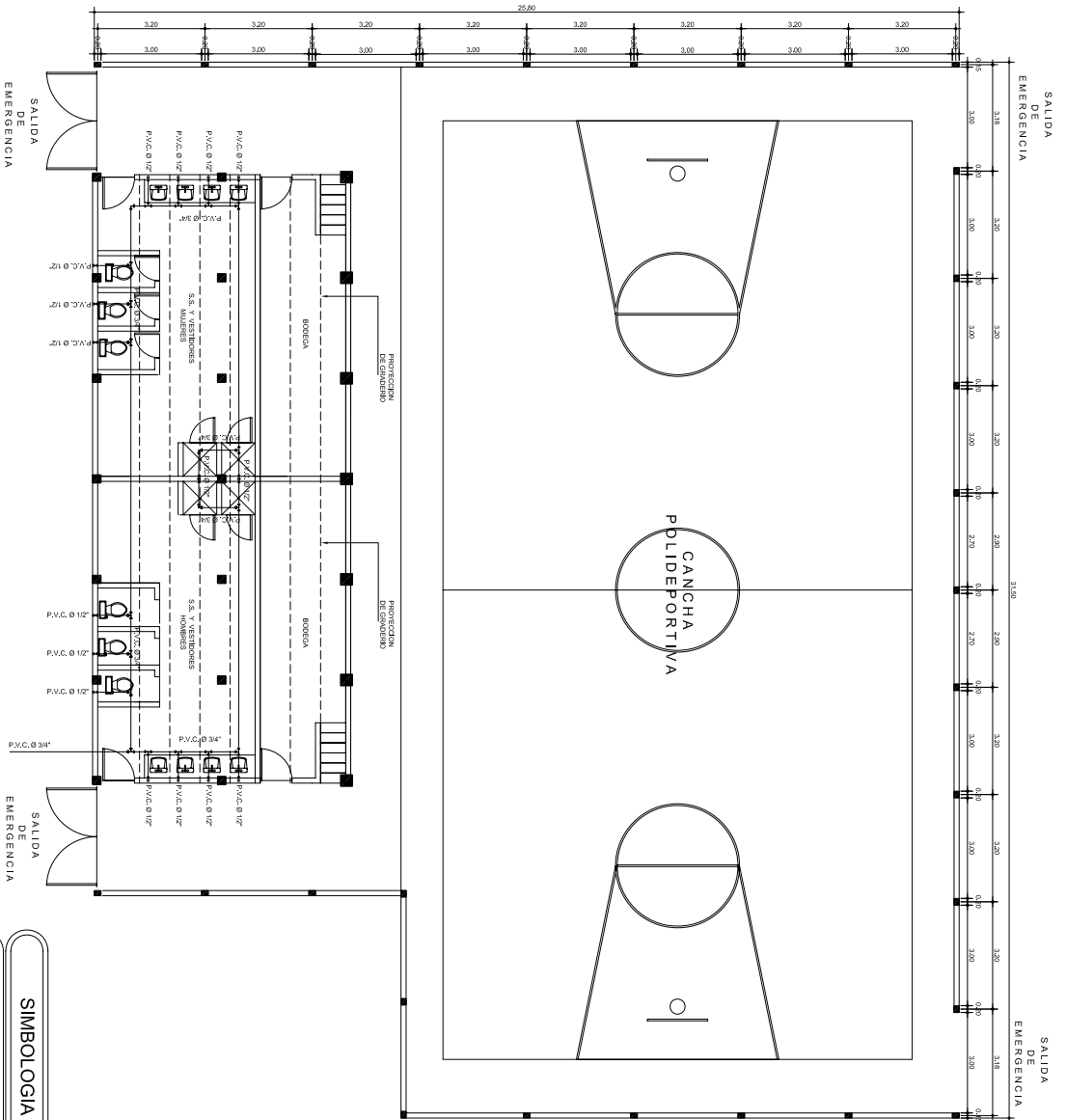
PROYECTO  
GRADERIO PARA CANCHA POLIDEPORTIVA  
SAN BARTOLOME MILPAS ALTAJAS, SACATEPEQUEZ

DISEÑO: ALEXANDRA GUAS	CONTENIDO: PLANTA DE ELECTRICIDAD	DIBUJO: ALEXANDRA GUAS
CALCULO: ALEXANDRA GUAS		ESCALA INDICADA
REVISO: ING. JUAN MERCK		FECHA: SEPTIEMBRE 2007
		HOJA

4/11

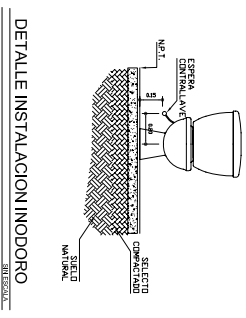
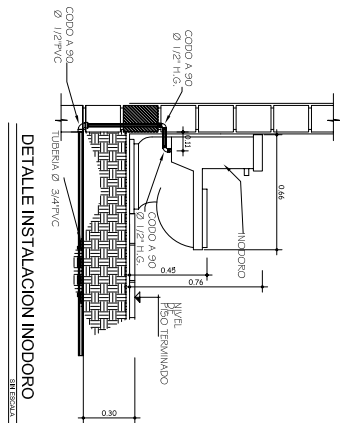
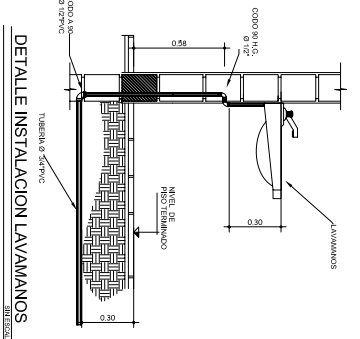
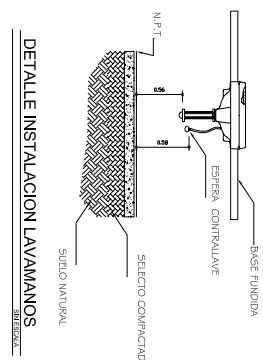
Vs. Bto. ING. JUAN MERCK  
Especialista en E.I.E.





PLANTA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE  
ESCALA 1:1100

SIMBOLOGIA AGUA POTABLE	
	CODO P. V. C. 90° VERTICAL
	CODO P. V. C. 90° HORIZONTAL
	TEE P. V. C. 90° HORIZONTAL
	LLAVE DE PASO
	LLAVE DE CHEQUE



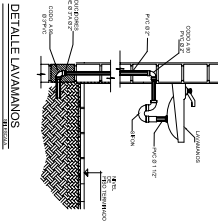
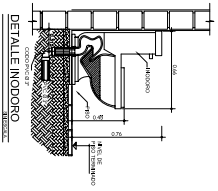
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA, UNIDAD DE FÍS

PROYECTO  
GRADERIO PARA CANCHA POLIDEPORTIVA  
SAN BARTOLOME MILPAS ALTAJAS, SCATEPEQUIZ

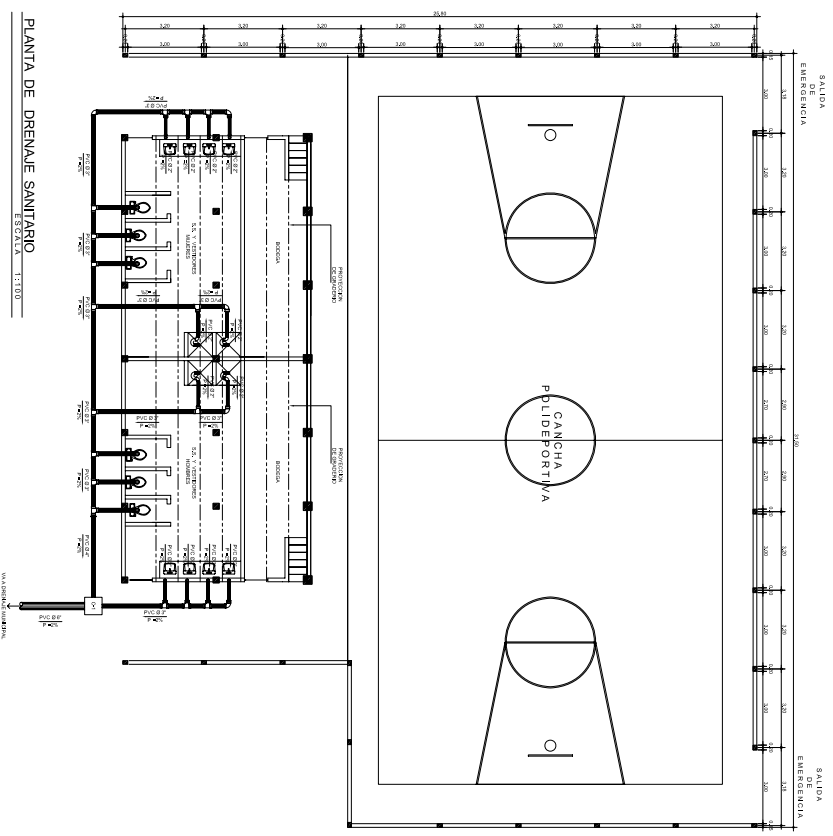
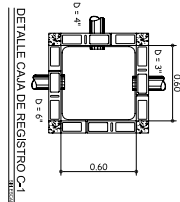
DISEÑO ALEXANDRA GUAS	CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACION AGUA POTABLE	DISEÑO: ALEXANDRA GUAS
CALCULO ALEXANDRA GUAS		ESCALA INDICADA
REVISO ING. JUAN MERCK		FECHA: SEPTIEMBRE 2007
		HOJA

VIA B.O. ING. JUAN MERCK  
ESTRUCTURAS Y DISEÑO

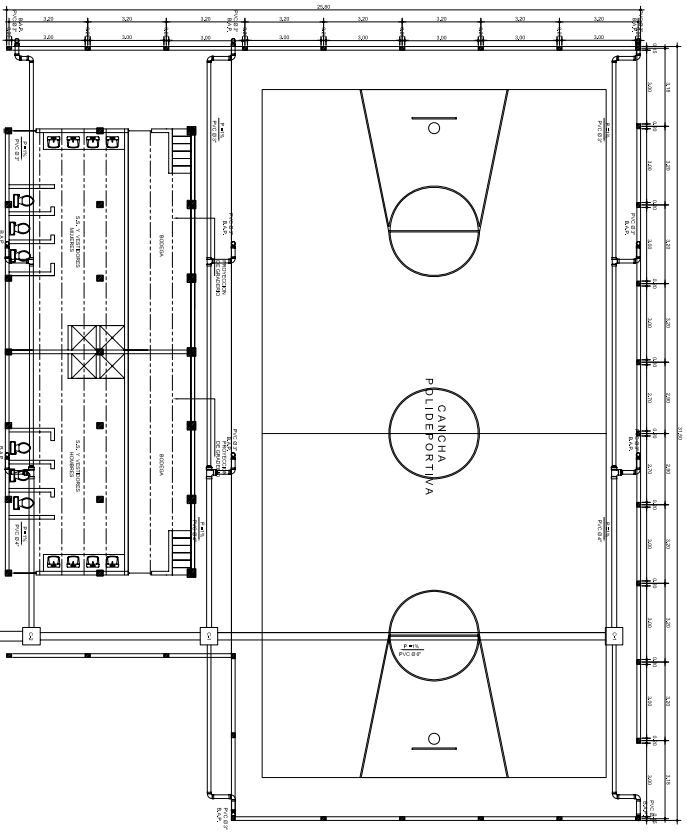
5/11



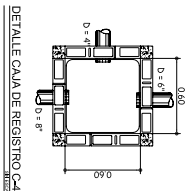
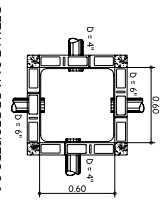
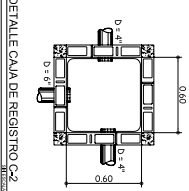
SIMBOLOGIA DRENAJE AGUAS NEGRAS	
	TUBERIA AGUAS NEGRAS
	DESAGUADERO
	DESAGUADERO
	TUBERIA AGUAS NEGRAS
	TUBERIA AGUAS NEGRAS
	REJILLA
	CAJA AGUAS NEGRAS



PLANTA DE DRENAJE SANTUARIO  
ESCALA 1:100

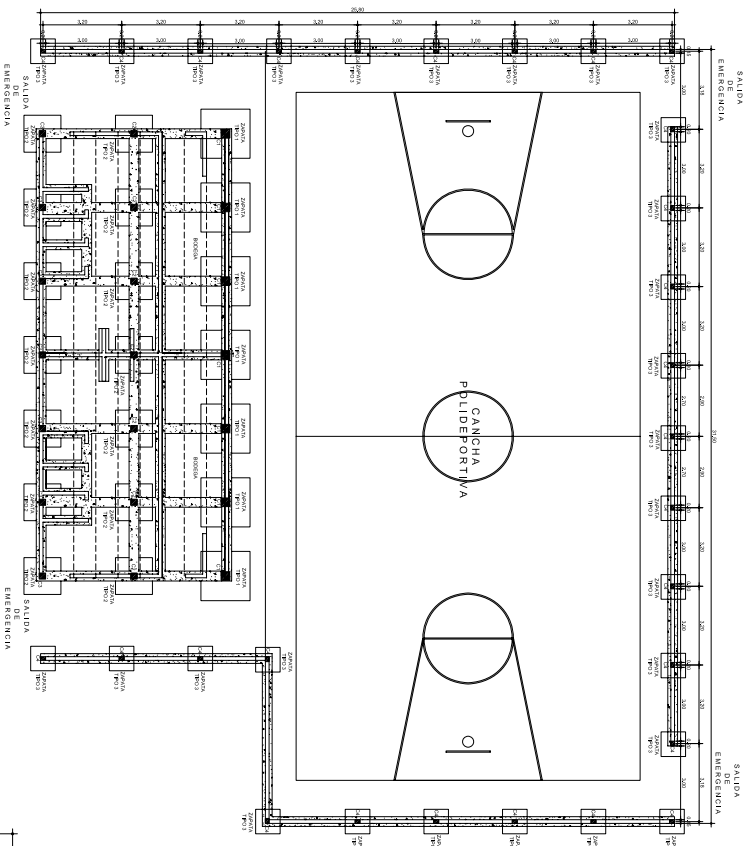


PLANTA DE DRENAJE PÍLVULA  
ESCALA 1:100

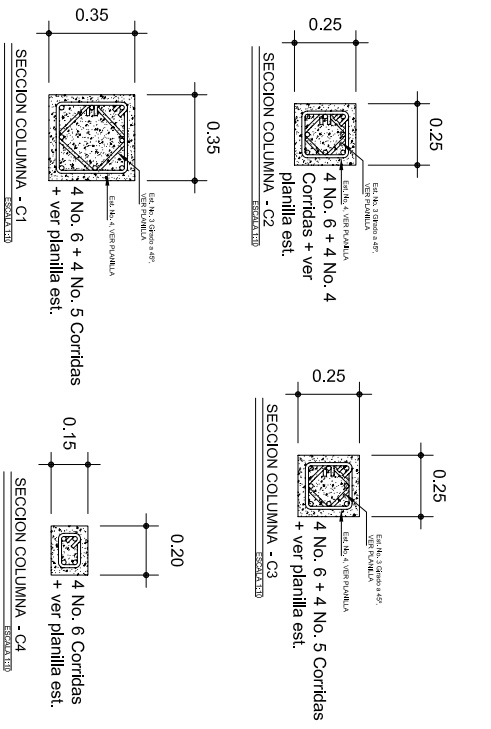


SIMBOLOGIA DRENAJE PLUVIAL	
	TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	DESAGUADERO HORIZONTAL
	DESAGUADERO VERTICAL
	TUBERIA AGUAS PLUVIALES
	REJILLA
	CAJA AGUAS PLUVIALES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
PROYECTO GRADERIO PARA CANCHA POLIDEPORTIVA	
SUB PROYECTO: PLANTA DE DRENAJE	
CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJE	
TEMA: DRENAJE	REVISOR: INGENIERO
ALUMNO: [Nombre]	ESCALA: 1:100
FECHA: [Fecha]	FECHA: [Fecha]

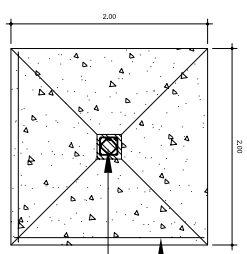


PLANTA DE CIMENTACION  
ESCALA: 1:100

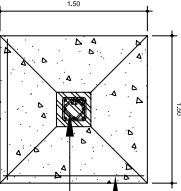


PLANILLA DE COLUMNAS		
TIPO	DIMENSION LONG.	REFERENCIO
C1	35 X 35 cms	4 No. 6 + 4 No. 5 coridas
C2	25 X 25 cms	4 No. 6 + 4 No. 4 coridas
C3	25X 25 cms	4 No. 6 + 4 No. 5 coridas
C4	15X 20 cms	4 No. 6 coridas

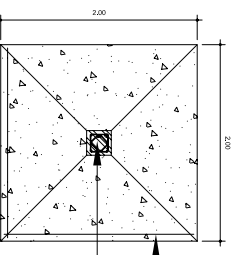
PLANILLA DE ZAPATAS		
TIPO	DIMENSION	REFERENCIO
1	2 X 2 X 0.40 mts.	No. 6 @ 0.18 mts.
2	1.5 X 1.5 X 0.40 mts.	No. 6 @ 0.18 mts.
3	1 X 1 X 0.30 mts.	No. 4 @ 0.15 mts.



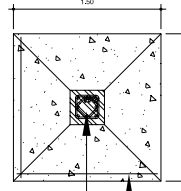
DETALLE REFUERZO POR TEMPERATURA - ZAPATA TIPO 1  
ESCALA: 1/25



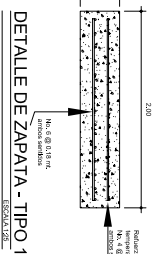
DETALLE DE ARMADO - ZAPATA TIPO 2  
ESCALA: 1/25



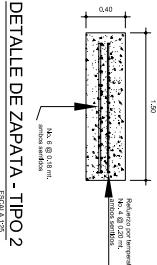
DETALLE DE ARMADO - ZAPATA TIPO 1  
ESCALA: 1/25



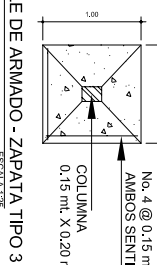
DETALLE DE REFUERZO POR TEMPERATURA - ZAPATA TIPO 2  
ESCALA: 1/25



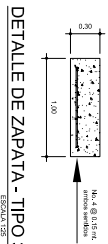
DETALLE DE ZAPATA - TIPO 1  
ESCALA: 1/25



DETALLE DE ZAPATA - TIPO 2  
ESCALA: 1/25



DETALLE DE ARMADO - ZAPATA TIPO 3  
ESCALA: 1/25



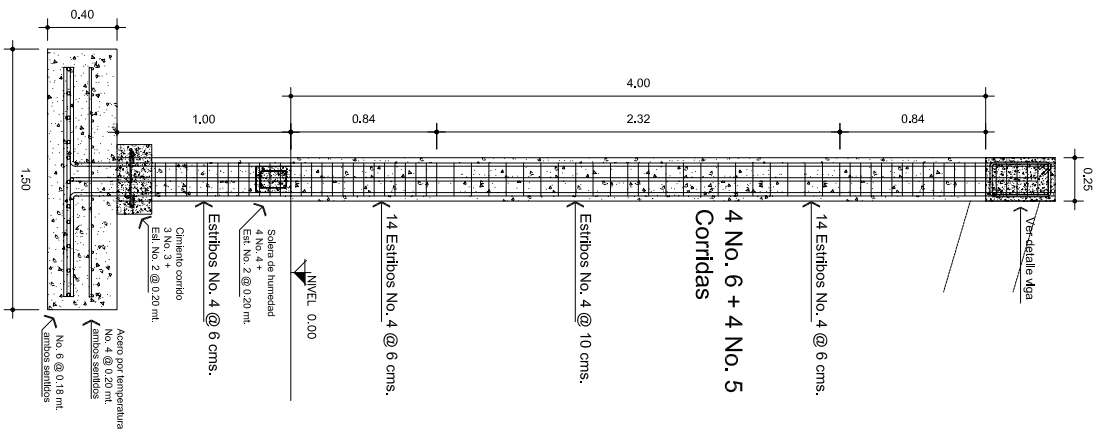
DETALLE DE ZAPATA - TIPO 3  
ESCALA: 1/25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO GRADERIO PARA CANCHA POLIDEPORTIVA

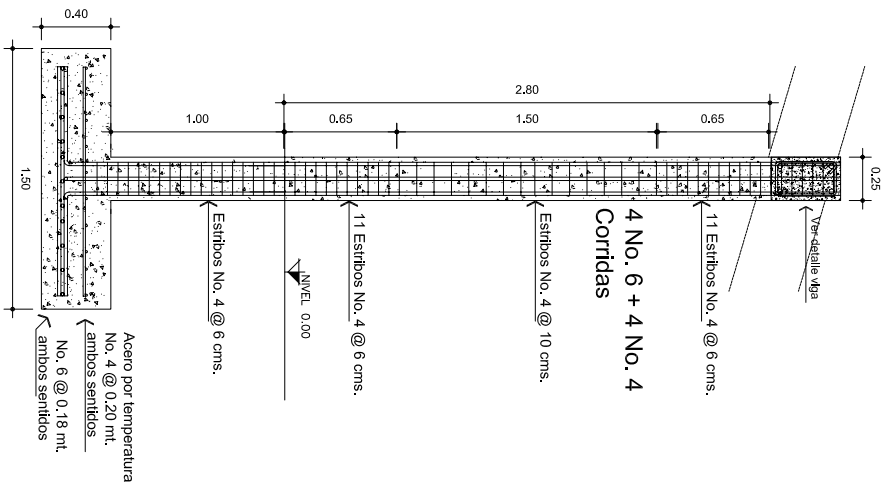
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACION Y DETALLES ESTRUCTURALES

FECHA: 7/11



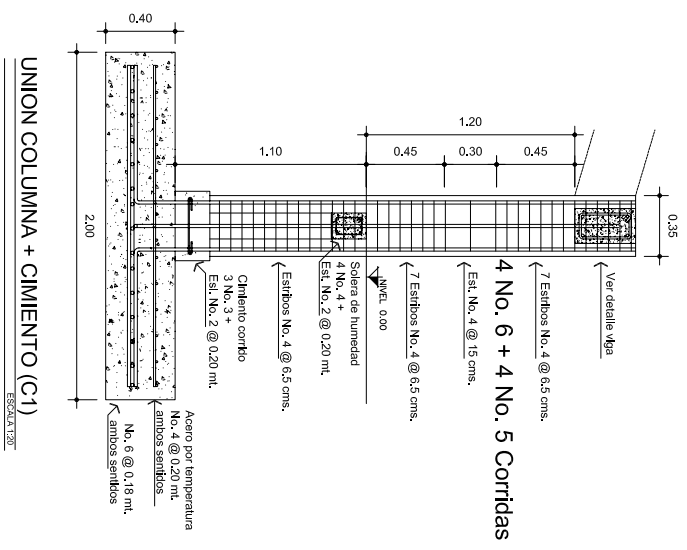
UNION COLUMNA + CIMENTO (C3)

ESCALA 1:20



UNION COLUMNA + CIMENTO (C2)

ESCALA 1:20

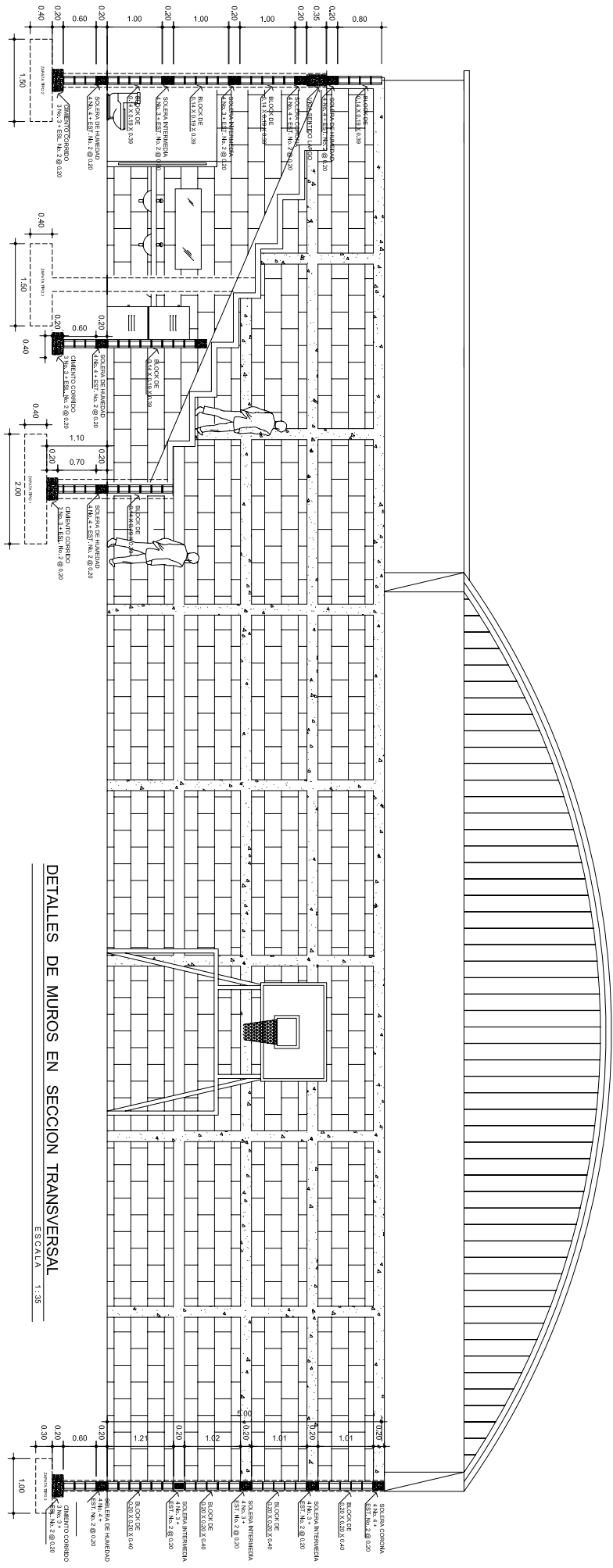


UNION COLUMNA + CIMENTO (C1)

ESCALA 1:20

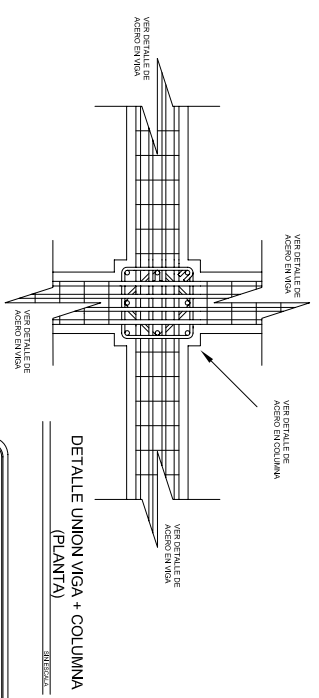
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA, UNIDAD DE FFS	
<b>PROYECTO</b>	
<b>GRADERIO PARA CANCHA POLIDEPORTIVA</b>	
SAN BARTOLOME MILPAS ALIAS, SACATEPEQUEZ	
DISEÑO ALEXANDRA GUAS	DISEÑO ALEXANDRA GUAS
CALCULO ALEXANDRA GUAS	ESCALA INDICADA
REVISOR ING. JUAN WERCK	FECHA: SEPTIEMBRE 2007
<b>DETALLES EN SECCION TRANSVERSAL</b>	
HOJA	
8/11	

Vs. Bto. ING. JUAN WERCK  
Estructuras S.A.



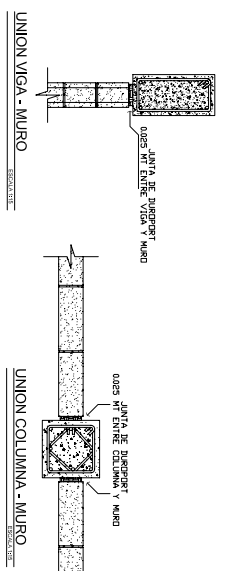
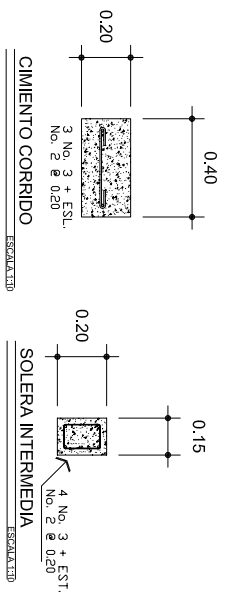
**DETALLES DE MUROS EN SECCION TRANSVERSAL**

ESCALA: 1:35



**PLANILLA DE SOLERAS**

TIPO	DIMENSION	REFUERZO LONG.	REFUERZO TRANS.
SOLERA CORONA	15 X 20 cms.	4 No. 4	Est. No. 2 @ 0.20 mt
SOLERA INTERMEDIA	15 X 20 cms.	4 No. 3	Est. No. 2 @ 0.20 mt
SOLERA DE HUMEDAD	15 X 20 cms.	4 No. 4	Est. No. 2 @ 0.20 mt
CIMENTADO CORRIDO	20 X 40 cms.	3 No. 3	Est. No. 2 @ 0.20 mt



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

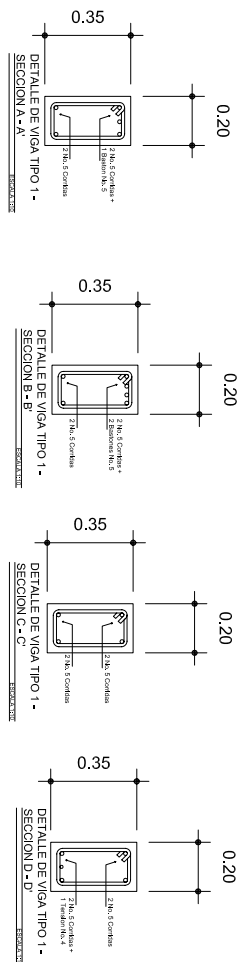
**PROYECTO GRADERIO PARA CANCHA POLIDEPORTIVA**

SUB-DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO

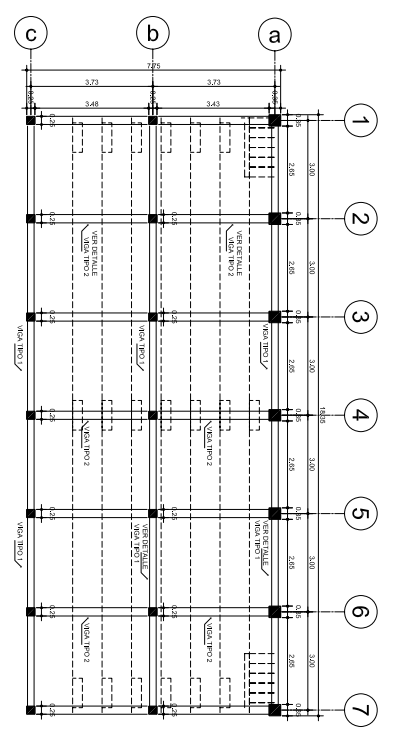
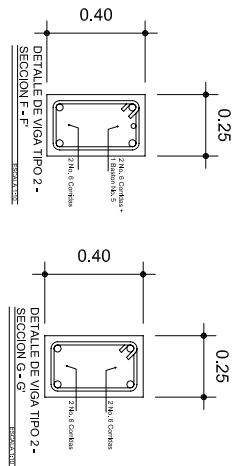
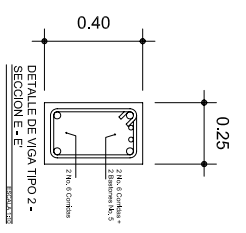
SUB-DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO

TIPO DE OBRA	CONSTRUCCION
FECHA DE ELABORACION	AGOSTO 2011
FECHA DE ACTUALIZACION	SEPTIEMBRE 2011
FECHA DE IMPRESION	NOVA

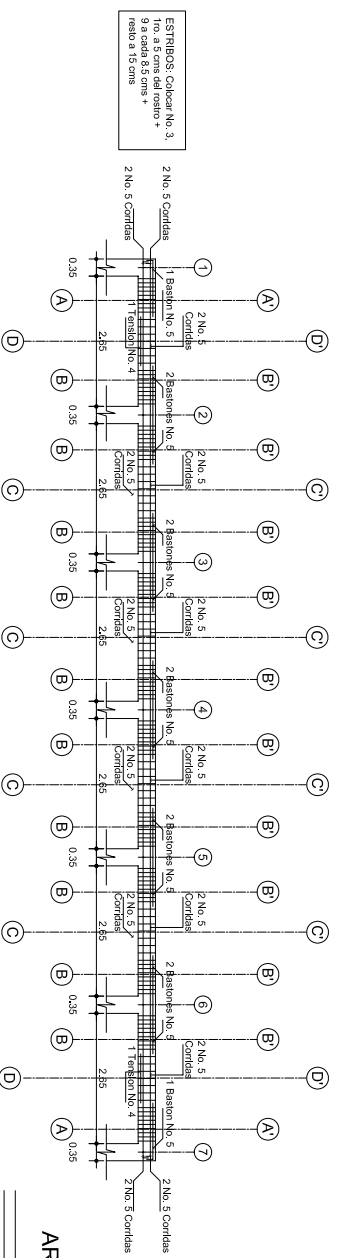
9/11



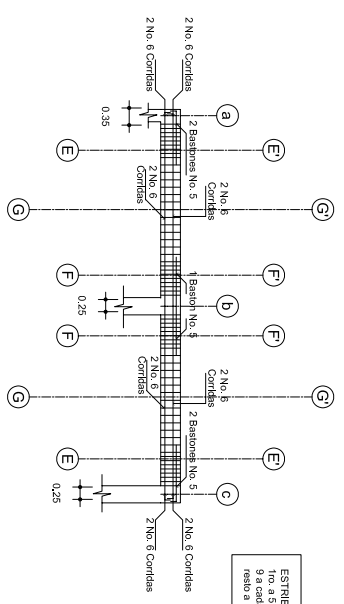
PLANILLA DE VIGAS		
TIPO	REFUERZO LONGITUDINAL	REFUERZO TRANSVERSAL
A - A'	4 No. 5 coridas + 1 baschon No. 5	
B - B'	4 No. 3 coridas + 2 baschones No. 5	Colocar No. 3 Tlca a 5 cms, del losio + 9 @ 8,5 cms, + resto @ 15 cms.
C - C'	4 No. 5 coridas + 1 baschon No. 5	
D - D'	1 No. 5 coridas + 1 baschon No. 5	
E - E'	4 No. 5 coridas + 1 baschon No. 5	
F - F'	4 No. 3 coridas + 2 baschones No. 5	Colocar No. 3 Tlca a 5 cms, del losio + 9 @ 8,5 cms, + resto @ 15 cms.
G - G'	4 No. 5 coridas	
2	25 X 40 cms	



PLANTA DISTRIBUCION DE VIGAS  
ESCALA 1:30



ESTRIBOS: Colocar No. 3  
9 a cada 8,5 cms +  
resto a 15 cms



ESTRIBOS: Colocar No. 3,  
9 a cada 8,5 cms +  
resto a 15 cms

ARMADO DE VIGA TIPO 2  
(Sentido corto)  
ESCALA 1:30

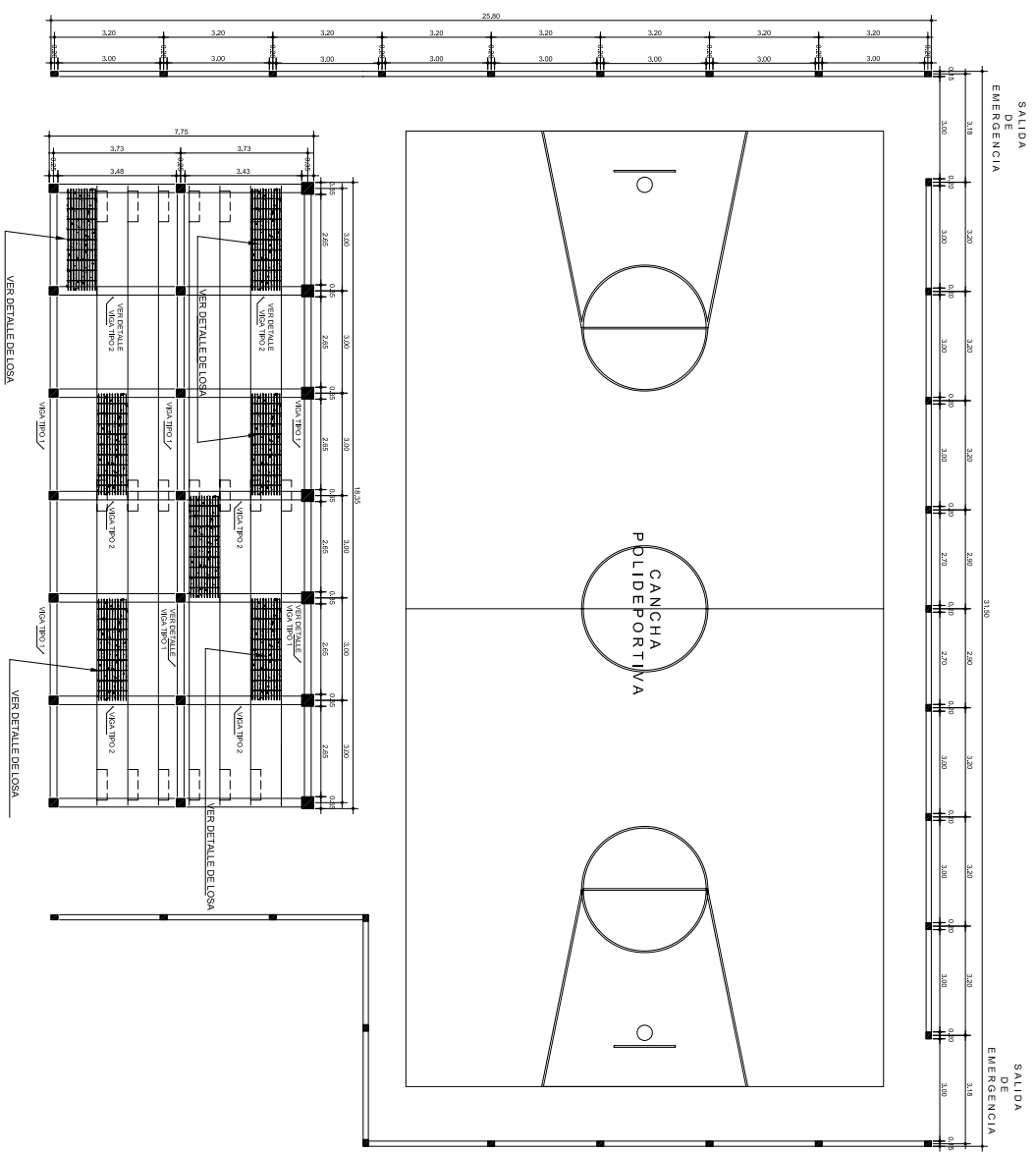
ARMADO DE VIGA TIPO 1  
(Sentido largo)  
ESCALA 1:30

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO  
GRADERIO PARA CANCHA POLIDEPORTIVA

CONTENIDO:  
PLANTA DISTRIBUCION VIGAS  
Y  
DETALLES ESTRUCTURALES

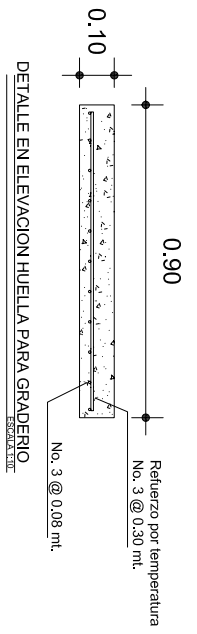
FECHA: 10/11



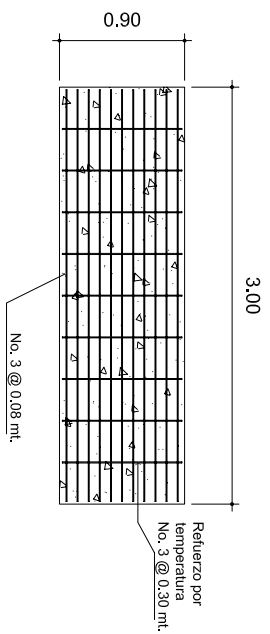
PLANTA ARMADO LOSA DE GRADERIO  
ESCALA 1:1100

DETALLES DE LOSA

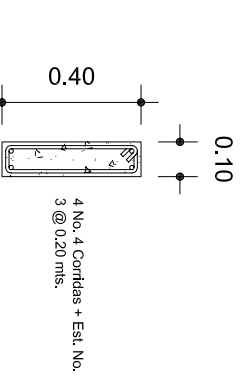
DESCRIPCION	LARGO X ANCHO X PERALTE	REFUERZO
HUELLA	3.00 X 0.90 X 0.10	No. 3 @ 0.08 mt. Refuerzo por temperatura No. 3 @ 0.30 mt.
CONTRAHUELLA	3.00 X 0.10 X 0.40	4 No. 4 Corridas + Est. No. 3 @ 0.20 mts.



DETALLE EN ELEVACION HUELLA PARA GRADERIO  
ESCALA 1:200



DETALLE EN PLANTA HUELLA PARA GRADERIO  
ESCALA 1:200



DETALLE DE CONTRAHUELLA  
ESCALA 1:200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA, UNIDAD DE FÍSICA

**PROYECTO**  
GRADERIO PARA CANCHA POLIDEPORTIVA  
SAN BARTOLOME MILPAS ALTAZ, SACATEPEQUEZ

DISEÑO: ALEXANDRA GUAS	CONTENIDO: ARMADO LOSA DE GRADERIO	DIBUJO: ALEXANDRA GUAS
CALCULO: ALEXANDRA GUAS		ESCALA INDICADA
REVISO: ING. JUAN WERCK		FECHA: SEPTIEMBRE 2007
		HOJA 11/11

Vs. Bto. ING. JUAN WERCK  
EES INGENIERO CIVIL