



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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN LA  
CABECERA MUNICIPAL Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA ALDEA  
TAWAYNI, MUNICIPIO DE LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**

**Selvin Josué Girón Pérez**

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, octubre de 2 012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN LA  
CABECERA MUNICIPAL Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA ALDEA  
TAWAYNI, MUNICIPIO DE LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**SELVIN JOSUÉ GIRÓN PÉREZ**  
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2 012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

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

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN LA CABECERA MUNICIPAL Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA ALDEA TAWAYNI, MUNICIPIO DE LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**

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



**Selvin Josue Girón Pérez**



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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Selvin Josué Girón Pérez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200412947**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN LA CABECERA MUNICIPAL Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA ALDEA TAWAYNI, MUNICIPIO DE LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA”**.

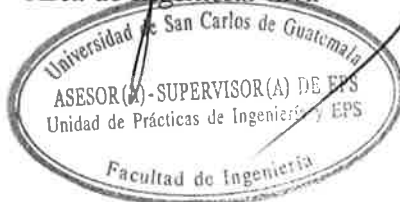
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

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



c.c. Archivo  
JMC/ra



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



Guatemala,  
30 de enero de 2012

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN LA CABECERA MUNICIPAL Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA ALDEA TAWAYNI, MUNICIPIO DE LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Selvin Josué Girón Pérez, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Más de 130<sup>Años</sup> de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 06 de marzo de 2012  
Ref.EPS.D.276.03.12

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN LA CABECERA MUNICIPAL Y EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA ALDEA TAWAYNI, MUNICIPIO DE LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Selvin Josué Girón Pérez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Directora.  
Unidad de EPS.



SJRS/ra



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Selvin Josué Girón Pérez, titulado **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN LA CABECERA MUNICIPAL Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA ALDEA TAWAYNI, MUNICIPIO DE LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DIRECTOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala, octubre 2012

/bbdeb.





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL EN LA CABECERA MUNICIPAL Y EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA ALDEA TAWAYNI, MUNICIPIO DE LA UNIÓN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**, presentado por el estudiante universitario **Selvin Josué Girón Pérez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos  
Decano



Guatemala, octubre de 2012

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por no haberme dejado solo en todo el camino hasta este momento.
<b>Mis padres</b>	Olga Arminda Pérez y Maximo Girón por sus consejos y apoyo incondicional.
<b>Mi esposa</b>	Luisa Salguero, por la comprensión y apoyo incondicional durante este tiempo.
<b>Mis hermanos</b>	Henry Francisco, Rosa María, Jenifer Arminda y Astrid Valesca, por su ejemplo y consejos para salir adelante.
<b>Mis abuelos, tíos y primos</b>	Por enseñarme el valor de una familia. En especial a mi abuela Antolina Pérez.
<b>Amigos y compañeros de estudio</b>	Por su amistad y consejos durante el camino.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por su sabia guía y dotarme de energía para poder alcanzar esta meta.
<b>Mis padres</b>	Olga Arminda Pérez, por su paciencia, por su esfuerzo, por sus consejos cuando estuvo a mi lado y Maximo Girón por el apoyo incondicional en todo momento.
<b>Mi esposa</b>	Luisa Salguero, por la comprensión paciencia y apoyo incondicional en todo momento durante ese tiempo.
<b>Mis hermanos</b>	Henry Francisco, Rosa Maria, Jenifer Arminda y Astrid Valesca, por su apoyo y ayuda para poder cumplir con este objetivo.
<b>Ing. Juan Merck</b>	Por compartir su conocimiento, experiencia y por su ayuda.
<b>Toda mi familia</b>	Por el aprecio y deseo de superación.
<b>Mis compañeros y amigos</b>	Por ayudarme en llegar hasta este punto.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía de la aldea Tawayní, municipio La Unión, departamento de Zacapa.....	1
1.1.1. Localización geográfica .....	1
1.1.2. Colindancias .....	1
1.1.3. Climatología.....	1
1.1.4. Antecedentes históricos.....	2
1.1.5. Vías de acceso .....	3
1.1.6. Costumbres y tradiciones .....	4
1.1.7. Educación.....	4
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Tawayní.....	4
1.2.1. Descripción de las necesidades .....	4
1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades.....	5

2.	FASE DE SERVICIO TECNICO PROFESIONAL .....	7
2.1.	Diseño de edificio escolar de dos niveles para la aldea Tawayní, municipio de la Unión, departamento de Zacapa.....	7
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	7
2.1.2.	Descripción del área disponible.....	8
2.1.2.1.	Localización del terreno .....	8
2.1.3.	Evaluación de calidad de suelos .....	8
2.1.3.1.	Determinación del valor soporte del suelo.....	8
2.1.4.	Normas para el diseño de edificios .....	10
2.1.4.1.	Criterios generales .....	10
2.1.4.2.	Criterios de conjunto .....	11
2.1.4.3.	Criterios de iluminación .....	11
2.1.4.4.	Otros criterios .....	13
2.1.5.	Diseño arquitectónico.....	13
2.1.5.1.	Ubicación del edificio en el terreno.....	14
2.1.5.2.	Distribución de ambientes .....	14
2.1.5.3.	Alturas del edificio .....	14
2.1.5.4.	Selección del sistema estructural a usar .....	14
2.1.6.	Análisis estructural .....	15
2.1.6.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	15
2.1.6.2.	Cargas de diseño .....	19
2.1.6.2.1.	Carga verticales aplicadas en marcos dúctiles con nudos rígidos .....	19

	2.1.6.2.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos .....	28
	2.1.6.3.	Fuerzas sísmicas.....	28
	2.1.6.4.	Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos .....	39
	2.1.6.5.	Análisis de marcos dúctiles por un método de análisis estructural numérico (Kanni) y comprobación por medio de un software (SAP 2000) .....	39
	2.1.6.6.	Momento último por envolvente de momentos.....	46
	2.1.6.7.	Diagrama de corte y momentos.....	49
2.1.7.		Diseño estructural.....	52
	2.1.7.1.	Losas .....	52
	2.1.7.2.	Diseño de vigas .....	60
	2.1.7.3.	Diseño de columnas .....	65
	2.1.7.4.	Diseño de gradas.....	75
	2.1.7.5.	Diseño de cimientos .....	78
2.1.8.		Instalaciones.....	97
	2.1.8.1.	Agua potable.....	97
	2.1.8.2.	Drenaje .....	98
	2.1.8.3.	Instalaciones eléctricas.....	100
	2.1.8.4.	Elaboración de planos constructivos .	101
2.1.9.		Elaboración de presupuesto .....	101
2.1.10.		Evaluación de Impacto Ambiental.....	103
3.1.		Diseño de edificación de dos niveles para el mercado municipal, municipio de La Unión, departamento de Zacapa .	105

3.1.1.	Descripción del proyecto .....	105
3.1.2.	Descripción del área disponible.....	105
3.1.2.1.	Localización del terreno .....	106
3.1.3.	Evaluación de calidad de suelos .....	106
3.1.3.1.	Determinación del valor soporte del suelo .....	106
3.1.4.	Normas para el diseño de edificios .....	108
3.1.4.1.	Criterios generales .....	108
3.1.4.2.	Criterios de conjunto .....	108
3.1.4.3.	Criterios de iluminación .....	109
3.1.4.4.	Otros criterios .....	110
3.1.5.	Diseño arquitectónico.....	110
3.1.5.1.	Ubicación del edificio en el terreno.....	110
3.1.5.2.	Distribución de ambientes .....	110
3.1.5.3.	Altura del edificio .....	111
3.1.5.4.	Selección del sistema estructural a usar .....	111
3.1.6.	Análisis estructural .....	111
3.1.6.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	111
3.1.6.2.	Cargas de diseño .....	112
3.1.6.2.1.	Cargas verticales aplicadas en marcos dúctiles con nudos rígidos .....	113
3.1.6.2.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos.....	116
3.1.6.3.	Fuerzas sísmicas .....	116

3.1.6.4.	Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos .....	119
3.1.6.5.	Análisis de marcos dúctiles por un método de análisis estructural numérico (Kanni) y comprobación por medio de un software (SAP 2000) .....	119
3.1.6.6.	Momento último por envolvente de momentos.....	126
3.1.6.7.	Diagramas de corte y momentos .....	128
3.1.7.	Diseño estructural.....	131
3.1.7.1.	Losas .....	131
3.1.7.2.	Diseño de vigas .....	132
3.1.7.3.	Diseño de columnas .....	135
3.1.7.4.	Diseño de gradas.....	136
3.1.7.5.	Diseño de cimientos .....	137
3.1.8.	Instalaciones.....	138
3.1.8.1.	Agua potable.....	139
3.1.8.2.	Drenaje .....	140
3.1.8.3.	Instalaciones eléctricas.....	142
3.1.8.4.	Elaboración de planos constructivos .	143
3.1.9.	Elaboración de presupuesto .....	143
3.1.10.	Evaluación de Impacto Ambiental.....	145
CONCLUSIONES .....		147
RECOMENDACIONES .....		149
BIBLIOGRAFÍA .....		151
ANEXOS .....		153





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa territorial de la aldea Tawayní .....	3
2.	Área tributaria columna crítica.....	17
3.	Marco dúctil, sección longitudinal.....	23
4.	Marco dúctil, sección transversal .....	23
5.	Planta segundo nivel .....	24
6.	Planta de áreas tributarias .....	24
7.	Carga muerta y carga viva, marco eje B .....	27
8.	Carga muerta y carga viva, marco eje 2.....	27
9.	Fuerza por marcos – marco B.....	38
10.	Fuerza por marcos – marco 2 .....	38
11.	Momentos por carga muerta en vigas sentido X (kg-m).....	40
12.	Momentos por carga muerta en vigas sentido Y (kg-m).....	40
13.	Momentos por carga viva en vigas sentido X (kg-m) .....	41
14.	Momentos por carga viva en vigas sentido Y (kg-m) .....	41
15.	Momentos por carga de sismo en vigas sentido X (kg-m).....	42
16.	Momentos por carga de sismo en vigas sentido Y (kg-m).....	42
17.	Momentos por carga muerta en columnas sentido X (kg-m).....	43
18.	Momentos por carga muerta en columnas sentido Y (kg-m).....	43
19.	Momentos por carga viva en columnas sentido X (kg-m).....	44
20.	Momentos por carga viva en columnas sentido Y (kg-m).....	44
21.	Momentos por carga de sismo en columnas sentido X (kg-m).....	45
22.	Momentos por carga de sismo en columnas sentido Y (kg-m).....	45
23.	Envolvente de momentos en vigas sentido X (kg-m) .....	47

24.	Envolvente de momentos en vigas sentido Y (kg-m) .....	47
25.	Envolvente de momentos en columnas sentido X (kg-m) .....	48
26.	Envolvente de momentos en columnas sentido Y (kg-m) .....	48
27.	Diagrama de corte en vigas sentido X (kg) .....	50
28.	Diagrama de corte en vigas sentido Y (kg) .....	50
29.	Diagrama de corte en columnas sentido X (kg) .....	51
30.	Diagrama de corte en columnas sentido Y (kg) .....	51
31.	Planta de distribución de losas .....	52
32.	Momentos en losas en kg-m .....	54
33.	Momentos balanceados (kg-m) .....	56
34.	Detalle de armado en losas .....	59
35.	Diagrama de momento y corte en viga eje 2 marco B-C .....	60
36.	Detalle de armado en viga .....	65
37.	Gráfica programa JC- diseño de concreto .....	71
38.	Detalle de sección y armado de columnas típicas .....	74
39.	Detalle de gradas.....	77
40.	Corte simple en zapata .....	81
41.	Corte punzonante en zapata.....	82
42.	Detalle de armado de zapata .....	84
43.	Sección zapata combinada.....	85
44.	Planta zapata combinada .....	86
45.	Diagrama de cuerpo libre.....	88
46.	Corte simple en zapata .....	90
47.	Corte punzonante en zapata.....	91
48.	Planta de sección de viga en zapata .....	93
49.	Corte simple de viga en zapata .....	94
50.	Flexión de viga en zapata .....	95
51.	Detalle de armado de zapata combinada .....	96
52.	Marco dúctil, sección longitudinal .....	113

53.	Marco dúctil, sección transversal .....	114
54.	Planta segundo nivel .....	114
55.	Carga muerta y carga viva, marco eje B .....	115
56.	Carga muerta y carga viva, marco eje 2.....	115
57.	Fuerza por marcos – marco B.....	118
58.	Fuerza por marcos – marco 2 .....	118
59.	Momentos por carga muerta en vigas sentido X (kg-m).....	120
60.	Momentos por carga muerta en vigas sentido Y (kg-m).....	120
61.	Momentos por carga viva en vigas sentido X (kg-m) .....	121
62.	Momentos por carga viva en vigas sentido Y (kg-m) .....	121
63.	Momentos por carga de sismo en vigas sentido X (kg-m).....	122
64.	Momentos por carga de sismo en vigas sentido Y (kg-m).....	122
65.	Momentos por carga muerta en columnas sentido X (kg-m).....	123
66.	Momentos por carga muerta en columnas sentido Y (kg-m).....	123
67.	Momentos por carga viva en columnas sentido X (kg-m).....	124
68.	Momentos por carga viva en columnas sentido Y (kg-m).....	124
69.	Momentos por carga de sismo en columnas sentido X (kg-m).....	125
70.	Momentos por carga de sismo en columnas sentido Y (kg-m).....	125
71.	Envolvente de momentos en vigas sentido X (kg-m) .....	126
72.	Envolvente de momentos en vigas sentido Y (kg-m) .....	127
73.	Envolvente de momentos en columnas sentido X (kg-m) .....	127
74.	Envolvente de momentos en columnas sentido Y (kg-m) .....	128
75.	Diagrama de corte en vigas sentido X (kg) .....	129
76.	Diagrama de corte en vigas sentido Y (kg) .....	129
77.	Diagrama de corte en columnas sentido X (kg) .....	130
78.	Diagrama de corte en columnas sentido Y (kg) .....	130
79.	Detalle de armado de losas.....	132
80.	Detalle de armado de vigas.....	134
81.	Detalle de sección y armado de columnas típicas .....	135

82.	Detalle de gradas.....	136
83.	Detalle de armado de zapata .....	137

## TABLAS

I.	Valor soporte permisible, según tipo de suelo .....	10
II.	Altura o espesores mínimos de vigas no preesforzadas código ACI-318 Tabla 9.5(a).....	16
III.	Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas.....	20
IV.	Centro de rigidez en x.....	34
V.	Centro de rigidez en y.....	35
VI.	Fuerza por marco por torsión del primer nivel en x.....	36
VII.	Fuerza por marco por torsión del primer nivel en y.....	37
VIII.	Armado en vigas .....	63
IX.	Circuitos de iluminación y fuerza .....	100
X.	Presupuesto de edificio de dos niveles.....	102
XI.	Matriz de Leopold .....	103
XII.	Armado de vigas .....	133
XIII.	Circuitos de iluminación y fuerza .....	142
XIV.	Presupuesto de edificio de dos niveles.....	144
XV.	Matriz de Leopold .....	145

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Tviga</b>	Altura de la viga
<b>Ast</b>	Área de acero longitudinal en la columna
<b>Asmáx</b>	Área de acero máxima
<b>Asmín</b>	Área de acero mínima
<b>As</b>	Área de acero requerida por el momento
<b>Az</b>	Área de la zapata
<b>Ag</b>	Área gruesa
<b>b</b>	Base de la viga
<b>qh</b>	Capacidad soporte del suelo
<b>P't</b>	Carga axial de trabajo
<b>Pn</b>	Carga axial nominal
<b>Pu'</b>	Carga axial última de columna
<b>C.M.</b>	Carga muerta
<b>U</b>	Carga última por combinación de cargas
<b>C.V., Wv</b>	Carga viva
<b>qd</b>	Caudal de diseño
<b>Qt</b>	Caudal total
<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetro cuadrado
<b>C.m.</b>	Centro de masa
<b>C.R.</b>	Centro de rigidez
<b>c</b>	Cohesión
<b>Vu</b>	Corte actuante
<b>Vb</b>	Corte basal

<b>fVs</b>	Corte que resiste el acero
<b>fVc</b>	Corte que resiste el concreto
<b>r</b>	Cuantía de acero
<b>Er</b>	Deformación en rotura
<b>q</b>	Desviador de rotura
<b>D.H.</b>	Distancia horizontal
<b>fy</b>	Esfuerzo de fluencia del acero
<b>e</b>	Excentricidad
<b>ed</b>	Excentricidad de diseño
<b>Sc</b>	Factor de forma
<b>K</b>	Factor de longitud efectiva
<b>dc, dq, dg</b>	Factor de profundidad
<b>f</b>	Factor de reducción de capacidad
<b>Nq, Nc, Ng</b>	Factores de carga adimensionales
<b>Sq, Sg</b>	Factores de inclinación
<b>Fi</b>	Fuerza sísmica en el nivel "i"
<b>Qp</b>	Índice de estabilidad de piso
<b>kg</b>	kilogramo
<b>lu</b>	Luz libre
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>ml</b>	Metro lineal
<b>Ec</b>	Módulo de elasticidad del concreto
<b>G</b>	Módulo de elasticidad a corte del concreto
<b>M't</b>	Momento de trabajo
<b>M1</b>	Momento mayor en extremo de columna
<b>M2</b>	Momento menor en extremo de columna
<b>M-</b>	Momento negativo (kg-m)

<b>M+</b>	Momento positivo (kg-m)
<b>To</b>	Momento torsional
<b>Mu</b>	Momento último (kg-m)
<b>d</b>	Peralte efectivo
<b>t</b>	Peralte de la zapata
<b>n</b>	Período de diseño (años)
<b>gconcreto</b>	Peso específico del concreto armado
<b>%</b>	Porcentaje
<b>rec</b>	Recubrimiento
<b>f'c</b>	Resistencia última del concreto
<b>k</b>	Rigidez
<b>Jr</b>	Rigidez rotacional del nivel
<b>s</b>	Separación de estribos
<b>smáx</b>	Separación máxima entre estribos
<b>ton</b>	Tonelada
<b>k'x,y</b>	Variables de Bressler





## GLOSARIO

<b>ACI</b>	“Instituto Americano del Concreto” (American Concrete Institute).
<b>AGIES</b>	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
<b>Análisis estructural</b>	Consiste en determinar los efectos máximos producidos por las cargas mayoradas sobre los elementos estructurales.
<b>Área de acero mínima</b>	Cantidad de acero, determinada para la sección y límite de fluencia.
<b>Área de acero requerida</b>	Cantidad de acero, calculada para resistir el momento actuante en el elemento estructural.
<b>ASTM</b>	“Sociedad Americana para Pruebas y Materiales” (American Society for Testing and Materials).
<b>Carga muerta</b>	Peso muerto soportado por un elemento estructural, incluyendo el propio.

<b>Carga viva</b>	Peso variable dado por el personal, maquinaria móvil, etc., soportado por un elemento estructural.
<b>Caudal</b>	Volumen por unidad de tiempo (por ejemplo m <sup>3</sup> /s, l/s)
<b>Cimiento corrido</b>	Es el que se construye para soportar un muro
<b>Columna</b>	Elemento estructural que se usa principalmente para resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de por lo menos, tres veces su menor dimensión lateral.
<b>Concreto reforzado</b>	Concreto que contiene refuerzo por medio de barras de acero.
<b>Envolvente de momentos</b>	Representa el efecto de la superposición de las cargas muerta, viva, sismo y más si existieran.
<b>Esfuerzo</b>	Fuerza por unidad de área.
<b>Estribo</b>	Elemento de una estructura que resiste el esfuerzo de corte.

**Excentricidad**

Sucede cuando el centroide de rigidez no coincide con el centroide de masa, se produce excentricidad, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.

**FCU**

Factor de carga última.

**Fluencia**

Sobrepasando el límite de elasticidad, todo aumento de carga produce deformaciones plásticas o permanentes que ya no son proporcionales al aumento de carga sino que adoptan valores crecientes para incrementos de cargas iguales.

**Momento**

Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.

**Momento resistente**

Es el momento que puede resistir una estructura con cierta cantidad de refuerzo.

**Peralte efectivo**

Distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo longitudinal.

**Rigidez**

Es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.

**SEAOC**

“Asociación de Ingenieros Estructurales de California” (Structural Engineers Association of California)

**Zapata**

Tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo.

**Zapata aislada**

Es la que soporta una sola columna.

## RESUMEN

El trabajo de graduación presenta dos fases que constituyen la estructura del mismo: fase de investigación y fase de servicio técnico profesional.

En la fase de investigación se realizó una recopilación de información importante, que detalla características típicas de la aldea Tawayní del municipio de La Unión, Zacapa.

En la fase del servicio técnico profesional se presenta el desarrollo de dos proyectos, diseñados con el fin de cubrir necesidades básicas, que presenta la población y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

El primer proyecto es un edificio de dos niveles, ubicado en el la aldea Tawayní del municipio de La Unión, destinado para uso escolar, que pretende satisfacer las necesidades de espacio para los estudiantes y maestros del lugar, la distribución de ambientes incluye dos salones escolares y un módulo de baños por nivel.

El segundo proyecto es un edificio de dos niveles en el casco urbano del municipio, destinado para mercado municipal con el cual se podrá tener un mejor orden de los vendedores del lugar, contando con espacios adecuados para las ventas, beneficiando el intercambio comercial de manera directa. Actualmente se carece de una edificación para este fin provocando que en los días de mercado, se afecte el tránsito de vehículos y el desarrollo de la comunidad.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar la edificación de dos niveles para mercado municipal y edificio escolar de dos niveles para la aldea Tawayní, municipio de La Unión, departamento de Zacapa.

### **Específicos**

1. Aportar por medio del diseño de ambos proyectos, soluciones técnicas a los problemas de estas dos comunidades, con el fin de que estos satisfagan las necesidades de la población.
2. Realizar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico de necesidades de servicios básicos, saneamiento e infraestructura de la aldea Tawayní, municipio de La Unión, departamento de Zacapa.





## INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación contiene el desarrollo de dos proyectos: diseño de la edificación escolar de dos niveles para la aldea Tawayní y edificio de dos niveles para mercado municipal en el casco urbano del municipio de la Unión, Zacapa.

En la primera parte, se realizó la recopilación de información de las necesidades de las comunidades del área rural de La Unión, para luego priorizar las urgentes, esto con la ayuda de entrevistas a los alcaldes auxiliares de cada comunidad.

En la segunda parte, la fase de servicio técnico profesional se presenta el desarrollo de dos proyectos, diseñados con el fin de cubrir necesidades básicas, para mejorar la calidad de vida de los habitantes. El primer proyecto trata de un edificio escolar de dos niveles, el cual consta de cuatro aulas escolares con iluminación y ventilación adecuada, dos módulos de baños uno para damas y el otro para caballeros situados en cada nivel.

El segundo proyecto es un edificio de dos niveles para mercado municipal, el cual fue prioridad ya que actualmente no se cuentan con las instalaciones adecuadas, para la demanda de la población provocando desorden en la circulación de vehículos, el edificio contará en cada nivel con servicios sanitarios para hombres y mujeres, áreas para los diferentes productos de venta en el lugar, dividiéndolas por productos perecederos y no perecederos, cuenta con tres accesos para el primer nivel y dos accesos para el segundo nivel.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía de la aldea Tawayní, municipio de La Unión, departamento de Zacapa**

Con la investigación realizada, se puede dar una descripción de la aldea contando con la localización geográfica, colindancias, el clima de la región, antecedentes históricos, vías de acceso, educación, costumbres y tradiciones.

### **1.1.1. Localización geográfica**

La aldea Tawayní, pertenece al municipio de La Unión, departamento de Zacapa. Esta se ubica al este de la cabecera municipal, siendo su topografía quebrada ondulada, con variaciones de temperaturas que oscilan entre 15 y 20 grados centígrados por lo que cuenta con un clima templado.

### **1.1.2. Colindancias**

Por el área en la que se encuentra la aldea Tawayní, colinda al norte con la finca Los Chorros, al sur con el municipio de Camotán, al este con el caserío Tiargui y al oeste con la aldea Peña Blanca.

### **1.1.3. Climatología**

La aldea posee un clima que es determinado por los accidentes geográficos del lugar, los cuales ejercen incidencia en la formación del mismo obteniendo un clima semicálido con invierno benigno húmedo sin estación seca

bien definida. Su temperatura media anual se registra en 19 a 26 grados centigrados. Su humedad relativa promedio anual es de 73,53 por ciento. La mayor parte del año el clima es caluroso.

#### **1.1.4. Antecedentes históricos**

La aldea Tawayní pertenece al municipio de La Unión, la cual, a finales del siglo pasado, entre los años 1860 y 1870, empezó a poblarse, una pequeña comunidad de nativos del género *ch'orti*, procedentes de Jocotán y Camotán, los cuales se extendieron con el tiempo formando aldeas entre ellas Tawayní, la cual por cuestiones políticas y territoriales pasó a formar parte de Chiquimula junto con otras aldeas, con el tiempo.

La Unión fue elevado a categoría de municipio, según Acuerdo Gubernativo de fecha 3 de febrero de 1904, con las formalidades legales del caso; debido a su organización poblacional y política y por contar con producción creciente. En ese mismo año estando en el mando presidencial Manuel Estrada Cabrera, por medio del Acuerdo Gubernativo del 2 de julio de 1904, nominó a este municipio con el nombre de “municipio de Estrada Cabrera” del departamento de Chiquimula y comprendía las aldeas: Monte Oscuro, Corozal, La Jigua, Timushán, Tacacao, Lampocoy, Tasharté, Talquezal, Carí, Guaranjá, Campanario, Tawayní, Capucalito, Roblarón, Roblarcito y Peshjá todas en el trayecto que conduce de Camotán a Honduras.

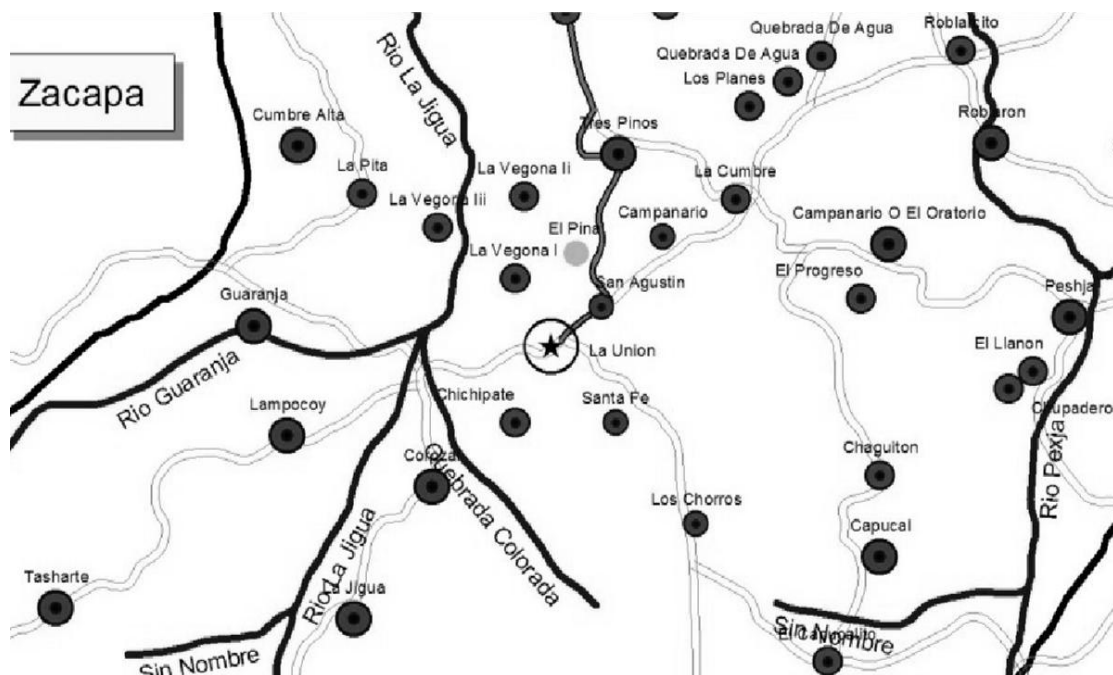
Más tarde este municipio pasó al departamento de Zacapa, proporcionando mejor atención jurisdiccional y de acceso, estableciéndose esto por medio del Acuerdo Gubernativo del 9 de marzo de 1907. Al ser derrocado el presidente Estrada Cabrera, se emitió un nuevo acuerdo por medio del cual todos los pueblos, plazas o lugares que llevaran el nombre de Estrada Cabrera

o el de algunos de sus familiares, recuperasen su nombre anterior o tuviesen uno nuevo y definitivamente el 3 de mayo de 1920 tomó el nombre de La Unión.

### 1.1.5. Vías de acceso

Las vías de acceso que existen para llegar a la aldea Tawayní son: camino principal La Unión, la cual comunica con el casco urbano, pasando la finca Santa Fe, seguido de la finca Los Chorros, con una distancia aproximada de 10 km, otras vías es camino a Camotán y camino a ruinas de Honduras, estos caminos son de terracería, el acceso debe realizarse especialmente en vehículo de doble tracción dificultándose el acceso en época de invierno.

Figura 1. Mapa territorial de aldea Tawayní



Fuente: Oficina de Planificación Municipal, Municipalidad de La Unión, Zacapa.

### **1.1.6. Costumbres y tradiciones**

La feria titular se realiza el 15 de enero de cada año en honor al día patronal de Cristo de Esquípuas, también hay festividad el 13 de junio en honor al patrón San Antonio y las festividades comunes: Día del Cariño, Día de la Madre, 15 de septiembre, la Navidad, Semana Santa, etc. El significado de Tawayní es “monte oscuro”, por ser una zona montañosa, los idiomas de la aldea son el español y el ch’orti.

### **1.1.7. Educación**

La aldea Tawayní por su ubicación geográfica y poco interés por la educación por parte de sus pobladores, cuenta con sólo una escuela de educación primaria compuesta de una dirección, un aula y una bodega.

## **1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Tawayní**

Los servicios básicos para la aldea Tawayní son de suma importancia para evitar enfermedades en el sector, tener un desarrollo y nivel de vida mejor para todos sus habitantes.

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

Las necesidades principales a satisfacer son:

- Mejoramiento de vías de acceso: las vías actuales no son funcionales en invierno, por ser de terracería con un suelo muy arcilloso lo cual impide el desarrollo de la aldea dentro del sector productivo.

- Agua potable: no existen redes de distribución de agua potable en algunas aéreas de la aldea, esto contribuye de manera significativa a los altos índices de enfermedades gastrointestinales en niños y ancianos.
- Infraestructura: la aldea Tawayní carece de edificación para centros escolares adecuados para la enseñanza.
- Alcantarillados para algunos sectores de la aldea ya que no cuenta con el servicio.

### **1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades**

De acuerdo a los criterios que expusieron tanto autoridades municipales de la aldea y COCODE, se priorizaron las necesidades de la forma siguiente.

- Edificación escolar de dos niveles
- Alcantarillados sanitarios
- Ampliación del sistema de agua potable
- Carretera de asfalto





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

### **2.1. Diseño de edificio escolar de dos niveles para aldea Tawayní, municipio de La Unión, departamento de Zacapa**

La falta de un lugar adecuado para los estudiantes de la aldea y los espacios reducidos para recibir clases provoca un estudio para realizar un diseño de edificio escolar para el nivel primario.

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

Se realizará el diseño de un edificio de dos niveles el cual será destinado para escuela. El ambiente del primer nivel estará destinado para: salones escolares, bodega, y servicios sanitarios. En el segundo nivel para salones escolares y servicios sanitarios. El área útil para cada salón escolar ha sido diseñado de forma que supla las necesidades.

El edificio tendrá una estructura de marcos dúctiles y nudos rígidos, losa de concreto reforzado, los muros tabiques serán de mampostería y utilizados solo como divisiones de ambientes. Estos muros tendrán repello más cernido tradicional, las cargas vivas de diseño serán tomadas del AGIES, el código de diseño a utilizar para los elementos de concreto reforzado es el ACI 318 05.

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

Con la demanda de estudiantes de la aldea y para la realización del edificio escolar, se cuenta con un área de terreno 432 metros cuadrados, el cual tiene una inclinación constante hasta terminar dicho terreno.

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

Se cuenta con un terreno de 24 por 18 metros ubicado en la calle principal de la aldea, en dicho predio funciona una escuela, que consta de un salón escolar y una bodega utilizada como salón, el terreno deberá ser nivelado previa la construcción del edificio.

## **2.1.3. Evaluación de la calidad de suelos**

Las características del suelo son necesarias conocerlas antes de cimentar una estructura en el lugar, se debe conocer aspectos fisicomecánicos como valor soporte, tipo de suelo, para establecer las dimensiones de los cimientos.

### **2.1.3.1. Determinación del valor soporte del suelo**

El ensayo realizado fue de compresión triaxial, efectuado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), la muestra fue extraída a una profundidad de 1,80 metros.

Datos obtenidos del ensayo de laboratorio.

Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado

Descripción del suelo: limo arcilloso color café claro

Dimensión y tipo de la probeta: 2,5" x 5,0"

Ángulo de fricción Interna:  $\phi = 26,56^\circ$

Cohesión:  $C_u = 6,3 \text{ ton/m}^2$

Base (B) = 1,00 m

Peso específico ( $\gamma_s$ ) =  $1,33 \text{ ton/m}^3$

Desplante (Df) = 1,80 m

Capacidad de carga neta última utilizando la ecuación del Dr. Terzaghi

$$q_d = 1,3 \cdot C \cdot N_c' + \gamma_s \cdot Z \cdot N_q' + 0,4 \cdot \gamma_s \cdot B \cdot N_w'$$

Factores de capacidad de carga (obtenidos de la gráfica del anexo 1):

$$N_c' = 16$$

$$N_q' = 6$$

$$N_w' = 2,5$$

$$q_d = 1,3 \cdot 6,3 \cdot 16 + 1,33 \cdot 1,8 \cdot 6 + 0,4 \cdot 1,33 \cdot 1 \cdot 2,5$$

$$q_d = 146,73 \text{ ton/m}^2$$

valor soporte del suelo

factor de seguridad (FS) = 6, se utilizó este factor ya que el suelo de la región presenta características que no lo califican como bueno, además con el factor aplicado se estarán cubriendo las deficiencias que pudieran haberse cometido tanto en la obtención de la muestra, traslado y la realización del ensayo, dando seguridad a la construcción con un valor mayor al calculado y entrando en el rango de valor soporte para los diferentes tipos de suelo conforme la tabla 1 a continuación.

$$V_s = q_d / FS$$

$$V_s = 146,73 / 6$$

$$V_s = 24,45 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte de diseño 24,45 T/ m<sup>2</sup>, comparado con valores de la tabla I si cumple

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

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

Fuente: CABRERA SEIS, Jadenon Vinicio. Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1.

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

Para el diseño se aplicarán los criterios arquitectónicos de ingeniería que consiste en darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes, utilizando también las normas de los códigos ACI, AGIES y SEAOC.

##### **2.1.4.1. Criterios generales**

El edificio será construido para satisfacer las necesidades actuales y futuras del centro escolar tomando en cuenta la ubicación dentro del terreno, iluminación adecuada, buena relación de ambientes, orientación, forma de la estructura, altura del edificio, acabados, correcta colocación de accesorios sanitarios, etc.

#### **2.1.4.2. Criterios de conjunto**

##### Conjunto arquitectónico

La estructura tendrá una fachada, acorde con la arquitectura del lugar. Para la distribución de ambientes, se tomó el criterio que en el primer nivel y el segundo funcionen como salones escolares.

##### Orientación del edificio

Se tomó una orientación de norte a sur ya que el terreno solo permitía dicha orientación y obtener el mayor uso del área.

#### **2.1.4.3. Criterios de iluminación**

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

- Cantidad, tamaño y ubicación de las ventanas o lámparas.
- Tamaño del local, ya que dependiendo de sus dimensiones este recibirá mayor o menor iluminación.
- Los acabados claros permiten mayor reflexión de la luz y como resultado una mejor iluminación.

Por su procedencia, la iluminación se divide en natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral,

bilateral y cenital. Estos cuatro tipos de iluminación, aceptados para los edificios se describen a continuación:

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

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

##### Ventilación

Es necesario una cantidad de aire disponible en el ambiente, esta tiene gran importancia para el desarrollo de las actividades educativa provocando comodidad y concentración.

##### Criterios de color

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

##### Confort acústico

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

#### **2.1.5. Diseño arquitectónico**

El diseño arquitectónico consiste en distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen la edificación. Para lograrlo se debe diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan en el área, utilizando los recursos materiales y normas de diseño que existan. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional, en este caso el edificio contará con 4 salones escolares,



servicio sanitario para damas y caballeros, cuenta también con un módulo de gradas y un corredor en cada nivel para descanso.

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

El edificio fue ubicado en la parte sur del terreno, ya que es el área disponible para la construcción, el área con que se cuenta es de 432 metros cuadrados y la edificación ocupará un área de 132 metros cuadrados.

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

Para el tamaño de los ambientes y su distribución, se tomó en cuenta la cantidad de usuarios conforme su función, para el primer y segundo nivel se destinó para salones escolares contando cada nivel con un módulo de baños.

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

El edificio es de dos niveles, el primer nivel tendrá altura de 2,80 metros de piso a cielo, el segundo 3 metros de altura de piso a cielo, la altura total será de 5,80 metros.

#### **2.1.5.4. Selección del sistema estructural a usar**

Para la selección del tipo de estructura, se debe tomar en cuenta los siguientes factores: materiales disponibles en el lugar, economía, estética, dimensiones de cada ambiente, forma, mano de obra disponible y la técnica constructiva para realizar la obra.

El sistema estructural seleccionado es a base de marcos dúctiles con nudos rígidos, con losa tradicional de concreto reforzado y muros tabique de mampostería para la división de ambientes.

### **2.1.6. Análisis estructural**

Consiste en determinar los efectos máximos producidos por las cargas mayoradas, sobre los elementos estructurales como las vigas, columnas, losas y zapatas, esto para determinar los refuerzos de acero, simultáneamente establecer si los elementos propuestos resisten los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas con las secciones estimadas.

#### **2.1.6.1. Predimensionamiento de elementos estructurales**

Es necesario predimensionar para establecer un parámetro inicial para el diseño de los elementos estructurales. Si durante el diseño los elementos no resisten los efectos demandados en el análisis estructural, será necesario rediseñar los elementos, y establecer un nuevo ciclo de análisis y diseño.

Viga

Para el predimensionamiento de la viga se puede aplicar el criterio del 8 por ciento de la luz de la viga para altura y la base equivale a  $\frac{1}{2}$  de la altura.

El ACI 318 en el capítulo 9 tabla 9.5(a), ver tabla I, da diferentes situaciones para predimensionamiento. Por ser nudos rígidos, tomando un caso crítico, se tomó cuando una viga tiene un extremo continuo.

Para este caso, se promediaron ambos métodos. Solo se calculó la viga más crítica, las restantes quedaran con la misma sección.

Tabla II. **Altura o espesores mínimos de vigas no preesforzadas código ACI – 318 Tabla 9.5(a)**

	Espesor mínimo, $h$			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18,5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Fuente: ACI 318 capítulo 9 tabla 9.5(a).

Longitud de viga = 5,4 m

$$h_{viga} = 0.08 * 5,40m = 0,43 m$$

$$h_{viga} = \frac{L}{18,5} = \frac{5,40}{18,5} = 0,29 m$$

$$b = \frac{h_{promedio}}{2} = \frac{0,36}{2} = 0,18 m$$

$$h_{promedio} = \frac{0,3 + 0,29}{2} = 0,36 m$$

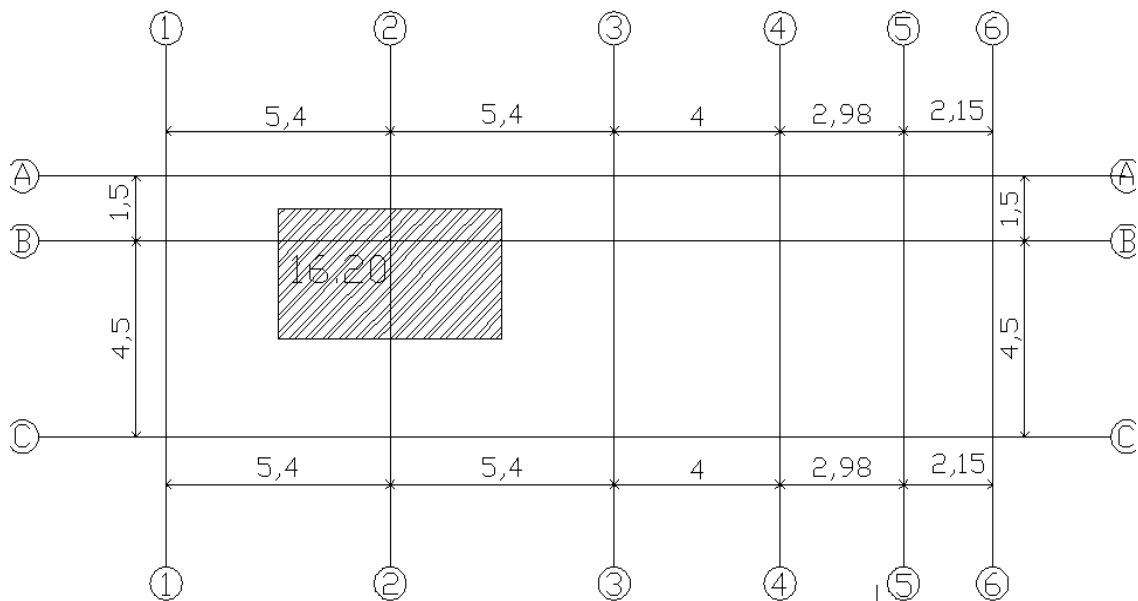
Para efectos de diseño se consideró un peralte de 40 centímetros, con una base de 25 centímetros.

Columnas

Se aplicó lo que establece el código ACI-318-05, capítulo 10. Sección 10.3.6.2, al tener la carga axial aplicada a la columna crítica, se determina el

área bruta y con esto la sección, con este valor se puede proponer las medidas de la sección mínimas. En este caso, las dimensiones de la sección de la columna crítica, se utilizarán en todas las columnas, para guardar simetría y evitar diferencias de rigidez de un marco a otro y de un nivel a otro.

Figura 2. **Área tributaria columna crítica**



Fuente: elaboración propia.

Datos

$$\text{Área tributaria} = 3,00 \times 5,4 = 16,20 \text{ m}^2$$

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

Conociendo estos datos se obtiene la carga puntal

$$P = \text{PesoEsp.} \cdot A_t = 2\,400 \text{ kg/m}^2 \cdot 16,20 \text{ m}^2 = 38\,880 \text{ kg}$$

Este valor se multiplica por dos niveles

$$P = 38\,880 \text{ kg} \cdot 2 = 77\,760 \text{ kg}$$

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

$$P = 0,80 \left[ 0,85 * f'c (A_g - A_s) + f_y * A_s \right]; \text{Donde : } A_s = \rho * A_g$$

$$A_g = \left[ \frac{P}{0,80 \left[ 0,85 * f'c (1 - \rho) + f_y * \rho \right]} \right]$$

Se usará concreto de  $f'c=3\ 000$  pies sobre pulgada cuadrada = 210 kilogramos sobre centímetro cuadrado, varillas de acero  $f_y=40\ 000$  pies sobre pulgada cuadrada = 2 810 kilogramo sobre centímetro cuadrado, y un valor de  $\rho$ = cuantía de acero = 1por ciento.

$$A_g = \left[ \frac{77\ 760}{0,80 \left[ 0,85 * 210 * (1 - 0,01) + 2\ 810 * 0,01 \right]} \right]$$

$$A_g = 474,57 \text{ cm}^2$$

Se propone una sección de  $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 900 \text{ cm}^2 > 474,57 \text{ cm}^2$

Losa

Se utilizó el criterio del perímetro de losa dividido 180, para losas en dos sentidos. Se utiliza la losa de mayor dimensión.

Relación

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

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

Donde  $a$  = sentido corto de losa y  $b$  = sentido largo de losa

Calculando  $t$  con,  $a = 5,40 \text{ m}$  y  $b = 4,5 \text{ m}$

$$t = \frac{(5,40 * 2 + 4,5 * 2)}{180} = 0,11 \approx 0,12 \text{ m}$$

Se propone una losa de 12 centímetros de espesor

Zapata

Los cimientos se diseñarán como zapatas aisladas. Ver predimensionamiento en la sección de diseño de cimientos.

### **2.1.6.2. Cargas de diseño**

Son todas las cargas que actúan sobre la estructura, siendo estas variables provocadas por el peso de las personas, estáticas como el mismo peso de la estructura y verticales que las provoca el viento o sismos.

#### **2.1.6.2.1. Cargas verticales aplicadas en marcos dúctiles con nudos rígidos**

Cargas verticales se dividen en: cargas vivas y cargas muertas

Cargas vivas

La carga viva es la que se debe a la operación y uso de la edificación. Incluye todos aquellos componentes que no tienen una posición fija dentro de la estructura, como el peso y las cargas debidos a muebles, mercancías, equipos y personas. La carga viva es la principal acción variable que debe considerarse en el diseño.

La tabla III muestra los valores de carga viva mínima para diferentes clasificaciones de ocupación.

Tabla III. **Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas**

<b>Tipo de ocupación o uso</b>	<b>(kg / m<sup>2</sup>)</b>
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales – encamamiento y habitaciones	200
Hospitales – servicios médicos y laboratorios	350
Hoteles – alas de habitaciones	200
Hoteles – servicios y áreas públicas	500
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
Áreas de salida y/o escape	500
Vestíbulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión	
Con asientos fijos	300
Sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Canchas deportivas	Carga depende del tipo de cancha
Aulas y escuelas	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600
Almacenes	
Minoristas	350
Mayoristas	500

Continuación de tabla III.

Estacionamientos y garajes	
Automóviles	250
Vehículos pesados	Según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación	500
Servicio y reparación	500
Bodegas	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1 200
<b>Tipo de ocupación o uso</b>	<b>(kg / m<sup>2</sup>)</b>
Fabricas	400
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas más de 20°	75
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50

Fuente: Normas AGIES NR – 2:200. p. 28.

### Cargas muertas

Son las cargas aplicadas debido al peso de los elementos estructurales, estas son cargas permanentes. Para un edificio, las cargas muertas las componen los pesos de las losas, vigas, columnas, muros, techos, ventanas,



puertas, instalaciones (drenajes, hidráulicas, eléctricas, otras.), acabados y otros. Estas cargas se determinan con bastante exactitud, dependiendo de los materiales que se utilicen, los pesos se determinan a partir de las densidades y tamaños.

Las cargas vivas utilizadas para el diseño del edificio son (AGIES):

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

Techos =  $100 \text{ kg/m}^2$

Gradas =  $500 \text{ kg/m}^2$

Corredores =  $450 \text{ kg/m}^2$ ; para el valor de esta carga, se realizó un promedio de la carga de balcones  $300 \text{ kg/m}^2$  y carga de corredores de estacionamientos y garajes de  $500 \text{ kg/m}^2$ , dando el resultado de  $400 \text{ kg/m}^2$

Las cargas muertas aplicadas son:

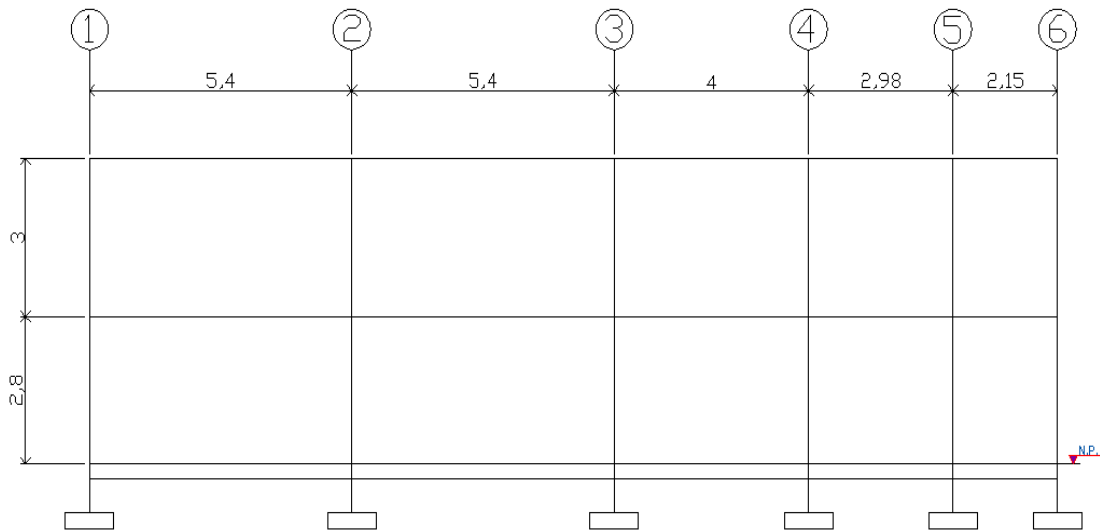
Peso del concreto=  $2400 \text{ kg/m}^3$

Peso de muros=  $100 \text{ kg/m}^2$

Peso de vidrios=  $10 \text{ kg/m}^2$

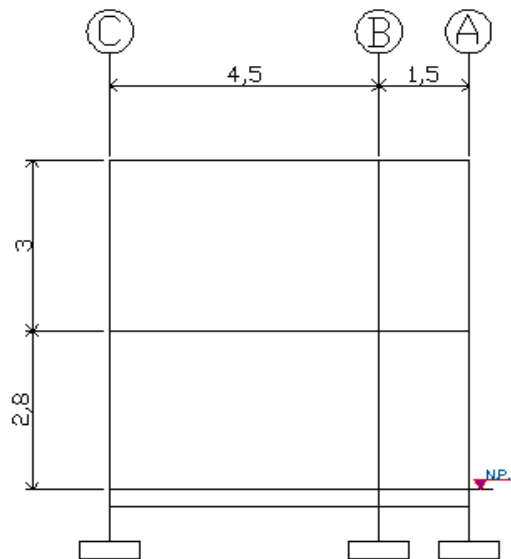
Peso de acabados =  $80 \text{ kg/m}^2$

Figura 3. Marco dúctil, sección longitudinal



Fuente: elaboración propia.

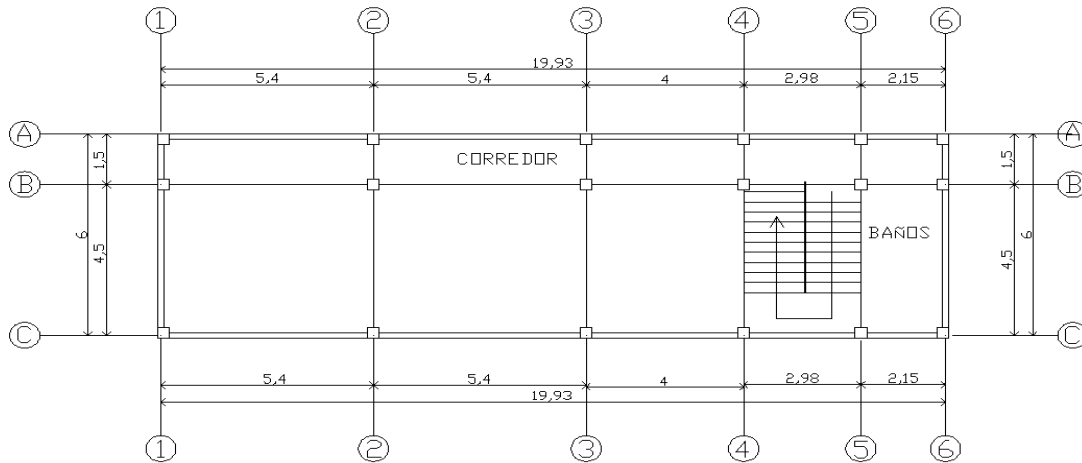
Figura 4. Marco dúctil, sección transversal



Fuente: elaboración propia.

## Integración de cargas verticales

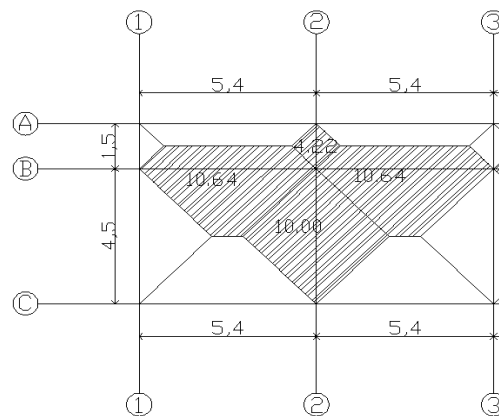
Figura 5. **Planta segundo nivel**



Fuente: elaboración propia.

## Integración de cargas para el marco B (marco crítico)

Figura 6. **Planta de áreas tributarias**



Fuente: elaboración propia.

Eje B– Viga 2-3 (sentido x)

Nivel 2:

Carga muerta = peso de losa + peso de sobrecarga + peso de viga

$$\text{Peso losa} = (0,64 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3) / 5,4 \text{ m} = 567,47 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso sobrecarga} = (0,64 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2) / 5,4 \text{ m} = 197,03 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso viga} = (0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3) = 240 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga muerta} = 1004,5 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga viva} = (0,64 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2) / 5,4 \text{ m} = 186 \text{ kg/m}$$

Nivel 1:

Carga muerta = losa + sobrecarga + viga

$$\text{Peso losa} = (0,64 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3) / 5,4 \text{ m} = 567,47 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso sobrecarga} = (0,64 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2) / 5,4 \text{ m} = 394,07 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso viga} = (0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3) = 240 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga muerta} = 1201,5 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga viva} = (0,64 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2) / 5,4 \text{ m} = 394,07 \text{ kg/m}$$

## Eje 2 – Viga B-C (sentido y)

Nivel 2:

Carga muerta = peso de losa + peso de sobrecarga + peso de viga

$$\text{Peso losa} = (0 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3) / 4,5 \text{ m} = 640 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso sobrecarga} = (0 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2) / 4,5 \text{ m} = 222,22 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso viga} = (0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3) = 240 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga muerta} = 1102 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga viva} = (0 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2) / 4,5 \text{ m} = 222 \text{ kg/m}$$

Nivel 1:

Carga muerta = losa + sobrecarga + viga + muro + acabados

$$\text{Peso losa} = (0 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3) / 4,5 \text{ m} = 640 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso sobrecarga} = (0 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2) / 4,5 \text{ m} = 444 \text{ kg/m}$$

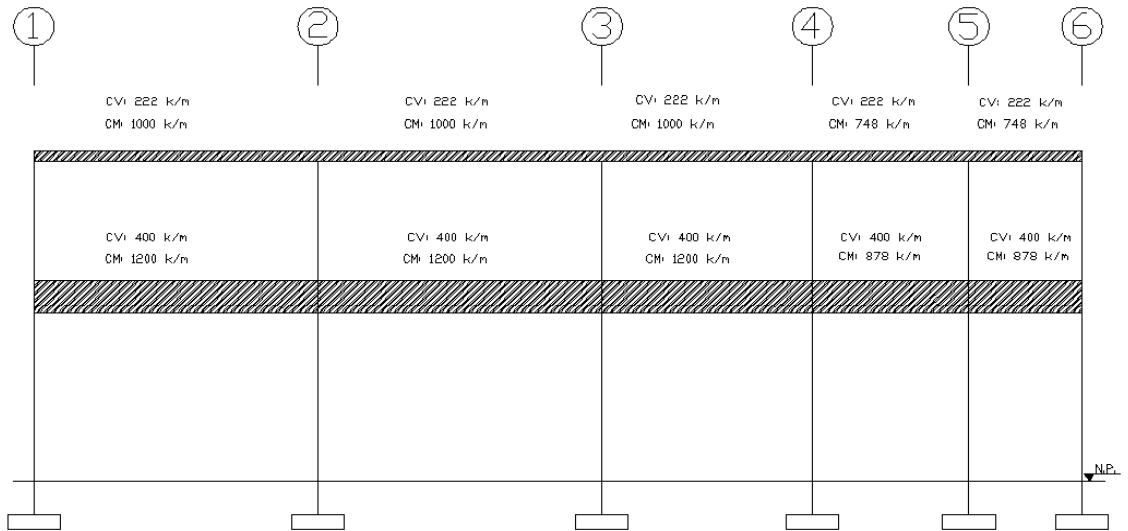
$$\text{Peso viga} = (0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3) = 240 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga muerta} = 1324 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total carga viva} = (0 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2) / 4,5 \text{ m} = 444 \text{ kg/m}$$

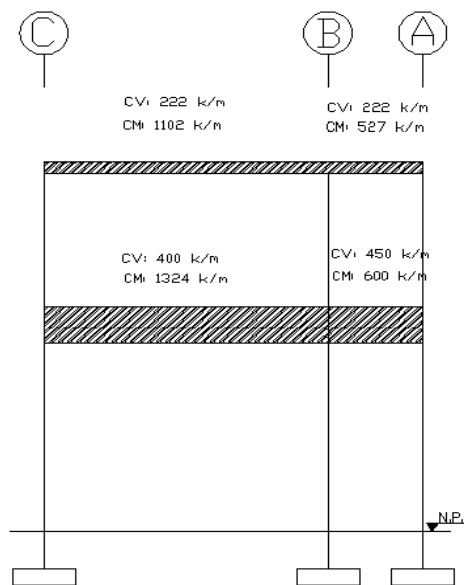
Las otras vigas en el marco poseen las mismas características. Este procedimiento se aplicó a todos los marcos de la estructura, para integrar las cargas. Las figuras 7 y 8 muestran los modelos de carga muerta y viva en marcos críticos.

Figura 7. Carga muerta y carga viva, marco eje B



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Carga muerta y carga viva, marco eje 2



Fuente: elaboración propia.

### **2.1.6.2.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos**

Son las cargas producidas por el viento, impacto o por sismo. Son dinámicas. Para efectos de análisis se consideró la fuerza producida por el sismo. Por simplificación, se aplican las fuerzas sísmicas como cargas laterales estáticas.

### **2.1.6.3. Fuerzas sísmicas**

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

Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas, se aplicará el método SEAOC.

En este método, se utiliza la siguiente fórmula para encontrar el corte de basal

$$V = ZIKCSW$$

Donde: ZIKCSW, son coeficientes que dependen del tipo de estructura, suelo, importancia de la estructura posterior al sismo, intensidad del sismo y zona sísmica.

V = corte de basal o corte en la base.

Z = coeficiente de riesgo sísmico que depende de la zona. El edificio se construirá en la Región 3, por lo que Z=1

W = peso propio de la estructura más el 25 por ciento de las cargas vivas.

I = 1,25; este coeficiente depende del uso que se le va a dar a la estructura después de que ocurra el evento, en este caso es para institución pública.

$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$ ; se conoce también como el coeficiente sísmico. T es el período fundamental de vibración de la estructura, en segundos; se obtiene  $T = 0,09 \frac{h}{\sqrt{b}}$ , donde h = es la altura de la base al del nivel más alto, b = la dimensión de entrepiso, en dirección paralela a las fuerzas aplicadas.

El valor C debe ser menor que 0,12, si resulta mayor que 0,12 se debe usar 0,12. De igual manera el producto de C\*S no debe ser mayor que 0,14 o de lo contrario se usará este último.

En sentido y

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

$$t = 0,05 \frac{h}{\sqrt{b}} = 0,05 \frac{7,00}{\sqrt{6,00}} = 0,1488$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{0,14}} = 0,17 \text{ por tanto usar } 0,12$$

En sentido x

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



$$t = \frac{0,05 * h}{\sqrt{b}} = \frac{0,05 * 7,00}{\sqrt{20,00}} = 0,07$$

$$C = \frac{1}{15 \sqrt{0,07}} = 0,238 \text{ por tanto usar } 0,12$$

s = este coeficiente depende del tipo de suelo, y cuando se desconocen las propiedades, se acepta utilizar s = 1,5

$$\text{En x } C * S = 0,12 * 1,5 = 0,18, \text{ por lo tanto usar } 0,14$$

$$\text{En y } C * S = 0,12 * 1,5 = 0,18, \text{ por lo tanto usar } 0,14$$

K = 0,67; coeficiente que depende del tipo de estructura, considera la propiedad de absorción de energía inelástica de los marcos resistentes a los momentos, también la redundancia de los marcos, o la segunda línea de defensa presente en la mayor parte de los marcos completos, aunque no estén diseñados para resistir cargas laterales.

W = carga muerta total de la estructura + 25 por ciento de carga viva, la cual se obtiene de la siguiente manera:

Segundo nivel:

$$\text{losa} = 119,58 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 34440 \text{ kg}$$

$$\text{vigas} = (9,93 * 3 \text{ m} + 6 * 6 \text{ m}) * 0,25 * 0,28 * 2400 \text{ kg/m}^3 = 16090 \text{ kg}$$

$$\text{columnas} = (1,5 * 18 \text{ m}) * 0,30 * 0,30 * 2400 \text{ kg/m}^3 = 5830 \text{ kg}$$

$$\text{muros y cubierta} = (19,58 \text{ m}^2) * 60 \text{ kg/m}^2 = 7170 \text{ kg}$$

$$\text{carga viva} = 6 \text{ m} * 19,93 \text{ m} * 100 \text{ kg/m}^2 * 25 \% = 2989,5 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total del segundo nivel} = 66519,5 \text{ kg}$$

Primer nivel:

$$\begin{aligned}
 \text{losa} &= 119,58 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 &= 34440 \text{ kg} \\
 \text{vigas} &= (9,93 * 3 \text{ m} + 6 * 6 \text{ m}) * 0,25 * 0,28 * 2400 \text{ kg/m}^3 &= 16090 \text{ kg} \\
 \text{columnas} &= (6,5 * 18 \text{ m}) * 0,30 * 0,30 * 2400 \text{ kg/m}^3 &= 21380 \text{ kg} \\
 \text{muros y acabados} &= (20 \text{ kg/m}^2 * (9,93 \text{ m} * 6 \text{ m})) &= 14340 \text{ kg} \\
 \text{zapatas} &= (1,5 \text{ m} * 1,5 \text{ m} * 0,40 \text{ m}) * 8 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 &= 38880 \text{ kg} \\
 \text{carga viva (Aulas)} &= (9,93 * 6) * 200 \text{ kg/m}^2 * 25 \% &= 5979 \text{ kg} \\
 \text{Peso total del primer nivel} &&= 131120,5 \text{ kg} \\
 \\ 
 \text{Peso total de la estructura} &&= 197640 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Ahora, sustituyendo en la fórmula de corte de basal:

$$\text{Corte basal: } V = Z * I * K * C * S * W$$

$$V_x = (1) * (1,25) * (0,67) * (0,14) * (197640)$$

$$V_x = 23173,29 \text{ Kg} = 23,17 \text{ Ton}$$

$$V_y = (1) * (1,25) * (0,67) * (0,14) * (197640)$$

$$V_y = 23173,29 \text{ Kg} = 23,17 \text{ Ton}$$

La fuerza total lateral V, es distribuida en toda la altura de la estructura, de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$F_i = \frac{(V - Ft) * W_i H_i}{\sum W_i H_i}$$

V = corte basal

Wi = peso de cada nivel

Hi = altura de cada nivel

Ft = fuerza en la cúspide

Fi = fuerza por nivel

La fuerza concentrada en la cúspide se calcula de la forma siguiente, debiendo cumplir con las siguientes condiciones.

Si  $T < 0,25$  segundos;  $F_t = 0$

Si  $T > 0,25$  segundos;  $F_t = 0,07 * T * V$

Donde

T = período fundamental de oscilación de la estructura

distribuyendo el corte basal

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

fuerza por nivel

sentido X

$$F_1 = \frac{(23,17 \text{ ton} - 0)(125,14 \text{ ton} * 2,80 \text{ m})}{63,53 \text{ ton} * 5,80 \text{ m} + 125,14 \text{ ton} * 2,80 \text{ m}} = 11,29 \text{ ton}$$

$$F_2 = \frac{(23,17 \text{ ton} - 0)(63,53 \text{ ton} * 5,80 \text{ m})}{63,53 \text{ ton} * 5,80 \text{ m} + 125,14 \text{ ton} * 2,80 \text{ m}} = 11,88 \text{ ton}$$

$$\text{comprobación} = F_1 + F_2 = 11,88 + 11,29 = 23,17 \text{ ton}$$

fuerza por nivel

sentido Y

$$F1 = \frac{(23,17 \text{ ton} - 0)(125,14 \text{ ton} * 2,80 \text{ m})}{63,53 \text{ ton} * 5,80 \text{ m} + 125,14 \text{ ton} * 2,80 \text{ m}} = 11,29 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{(23,17 \text{ ton} - 0)(63,53 \text{ ton} * 5,80 \text{ m})}{63,53 \text{ ton} * 5,80 \text{ m} + 125,14 \text{ ton} * 2,80 \text{ m}} = 11,88 \text{ ton}$$

$$\text{comprobación} = F1 + F2 = 11,88 + 11,29 = 23,17 \text{ ton}$$

Fuerzas por marco

La distribución de cargas sísmicas dependerá de la simetría estructural, pues si existen excentricidades entre el centro de rigidez y el centro de masa, la capacidad torsional del edificio se verá afectada. Los marcos que tengan una mayor excentricidad experimentarán una fuerza de marco ( $F_m$ ) mayor, a los que posean menor excentricidad. Por ello deberán ser diseñados para soportar mayores cargas sísmicas.

En las estructuras simétricas, se calculará dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza. Si los marcos espaciados son asimétricos se tendrá que dividir la fuerza de piso  $F_i$  proporcional a la rigidez de los marcos.

rigidez de marcos:

marco A: 6 K

marco B: 6 K

marco C: 6 K

18 K

rigidez de marcos:

marco 1: 3 K

marco 2: 3 K

marco 3: 3 K

marco 4: 3 K

marco 5: 3 K

marco 6: 3 K

18 K

centro de masa = CM

$$CM = B/2$$

centro de rigidez = CR

$$CR = \frac{\sum KM * L}{KM}$$

e = excentricidad de la estructura.

$$e = CM - CR$$

Calculando el centro de masa

$$CMx = 19,93/2 = 9,97 \text{ m}$$

$$CMy = 6/2 = 3 \text{ m}$$

centro de rigidez

Tabla IV. **Centro de rigidez en x**

<b>Marco</b>	<b>Li</b>	<b>KM</b>	<b>KM*L</b>
1	0	3 k	0
2	5,4	3 k	16,2 k
3	10,8	3 k	32,4 k
4	14,8	3 k	44,4 k
5	17,78	3 k	53,34 k
6	19,93	3 k	59,79 k
	<b>TOTAL</b>	<b>18 k</b>	<b>206,13 k</b>

Fuente: elaboración propia.

$$CRx = 206,13 \text{ K}/18 \text{ K} = 11,45 \text{ m}$$

Tabla V. Centro de rigidez en y

Marco	Li	KM	KM*L
A	6	6 K	36 K
B	4,5	6 K	27 K
C	0	6 K	0 K
	<b>TOTAL</b>	<b>18 k</b>	<b>63 K</b>

Fuente: elaboración propia.

$$CR_y = 63 K / 18 K = 3,5 \text{ m}$$

excentricidad

$$e_x = | 11,45 - 9,97 | = 1,48 \text{ m}$$

$$e_{\text{mín}} = 0,05 * b = 0,05 * 19,93 \text{ m} = 0,996 \text{ m}, \text{ por lo tanto se tomó } e_x = 1,48 \text{ m}$$

$$e_y = | 3,5 - 3 | = 0,5 \text{ m}.$$

$$e_{\text{mín}} = 0,05 * b = 0,05 * 6 \text{ m} = 0,3 \text{ m}, \text{ por lo tanto se tomó } e_y = 0,5 \text{ m}$$

Fuerza del marco por torsión

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

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

$F_m$  = Fuerza por marco

Para esto se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_i' = \frac{K_m * F_n}{\sum K_m} \quad F_i'' = \frac{e * F_n *}{E_i} \quad E_i = \frac{\sum K_m d_i^2}{K_m d_i}$$

Donde:

$K_m$  = rigidez del marco analizado

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

$F_n$  = Fuerza por nivel

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

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

$e$  = excentricidad

Con las fórmulas ya descritas, se calcula la fuerza por marco tanto en x como en y. Para el sentido x, la fuerza del nivel 1 es 11 290 kg y nivel 2 es 11 880 kg.

Tabla VI. **Fuerza por marco por torsión del primer nivel en X**

Marco	Km.	Di	Km*di	Km*di <sup>2</sup>	Ei	Fuerza nivel 1			Fuerza nivel 2		
						Fi'	Fi''	Fm	Fi'	Fi''	Fm
A	6 K	2,5	15	225	46,8	3763,33	357,03	<b>4120,36</b>	3960	375,69	<b>4335,69</b>
B	6 K	1	6	36	117	3763,33	142,81	3906,14	3960	150,28	4110,28
C	6 K	-3,25	-21	441	-33,43	<b>3763,33</b>	-499,83	3263,5	<b>3960</b>	-525,95	3434,05
	18 K			702							

Fuente: elaboración propia.

$F_{m_{nivel\ 1}} = 4\ 120,36\ kg$

$F_{m_{nivel\ 2}} = 4\ 335,69\ kg$

Tabla VII. Fuerza por marco por torsión del primer nivel en Y

Marco	Km.	Di	Km*di	Km*di <sup>2</sup>	Ei	Fuerza nivel 1			Fuerza nivel 2		
						Fi'	Fi''	Fm	Fi'	Fi''	Fm
1	3 K	- 11,45	-34,35	1179,92	-76,33	1881,67	-73,95	1807,72	1980	-77,82	1902,18
2	3 K	-6,05	-18,15	329,42	-144,46	1881,67	-39,08	1842,59	1980	-41,12	1938,88
3	3 K	-0,65	-1,95	3,80	-1344,6	1881,67	-4,20	1877,47	1980	-4,42	1975,58
4	3 K	3,35	10,05	101	260	1881,67	21,71	1903,38	1980	22,85	2002,85
5	3 K	6,33	18,99	360,62	138,07	1881,67	40,88	1922,55	1980	43,02	2023,02
6	3 K	8,48	25,44	647,19	103,06	1881,67	54,77	<b>1936,4</b>	1980	57,64	<b>2037,64</b>
	18 K			2621,95							

Fuente: elaboración propia.

$$F_{m_{\text{nivel } 1}} = 1\ 936,4 \text{ kg}$$

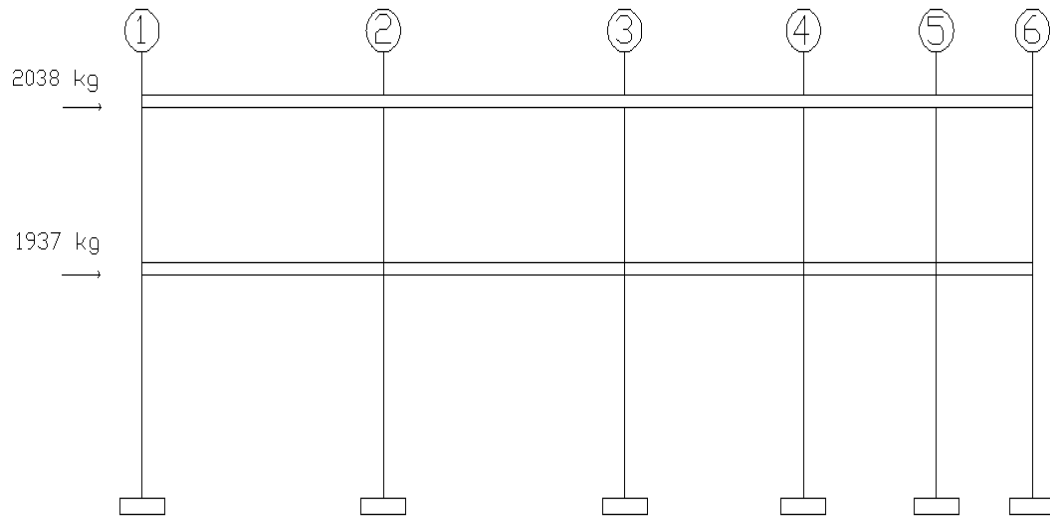
$$F_{m_{\text{nivel } 2}} = 2\ 037,64 \text{ kg}$$

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

Las figura 9 y 10 muestran la distribución de carga sísmica para el marco B y el marco 2.

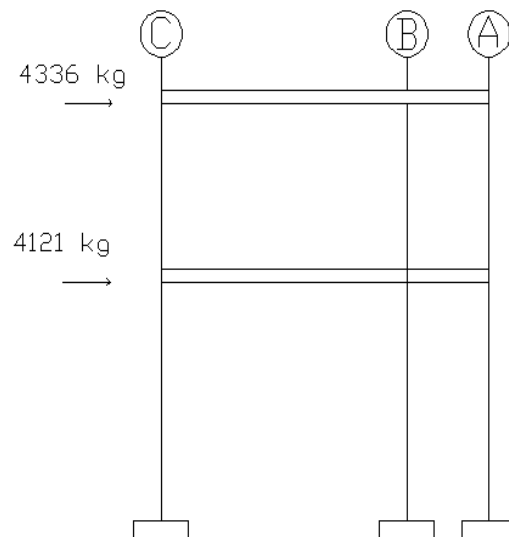


Figura 9. **Fuerza por marcos - marco B**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Fuerza por marcos - marco 2**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.6.4. Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos**

Estos modelos representan la forma de cómo las cargas son soportadas por los marcos y así hacer el análisis estructural. Por la similitud de los marcos en geometría y de las cargas aplicadas, se analizan únicamente los críticos.

#### **2.1.6.5. Análisis de marcos dúctiles por un método de análisis estructural numérico (Kanni) y comprobación por medio de un software (SAP 2000)**

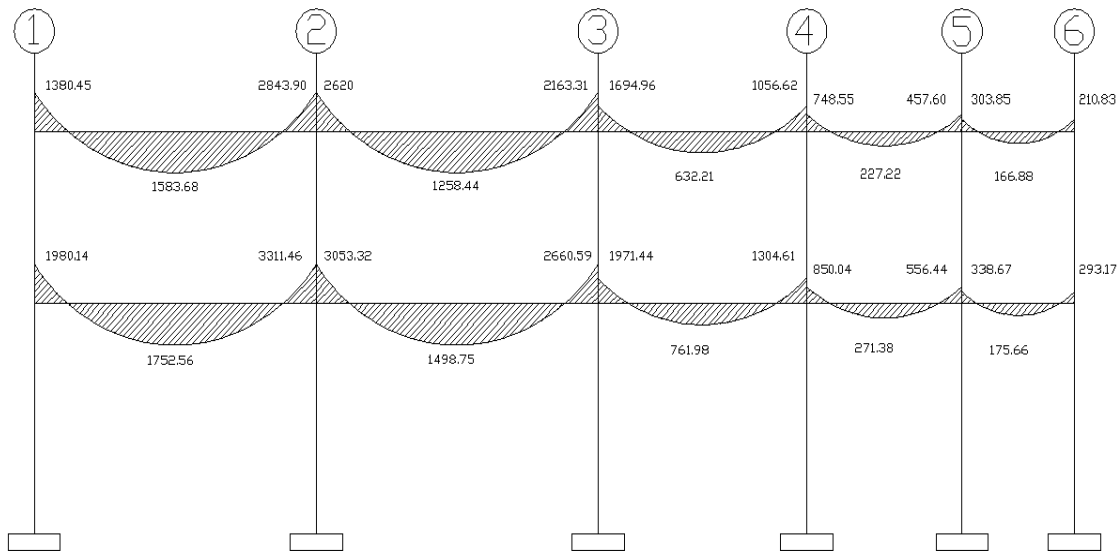
El software utilizado para el análisis estructural fue SAP 2000 volumen11, el programa trabaja con un método matricial, este toma en cuenta las propiedades mecánicas de cada material, a manera de comprobación se analizó la estructura con el método de análisis aproximado Kanni. Los resultados de ambos métodos variaron en un margen del 3 por ciento en los elementos medidos, el diseño se realizó con los valores obtenidos del método numérico (Kanni).

Para el cálculo de momentos positivos se aplicó la fórmula.

$$M(+)=\frac{W * l^2}{8} - \left| \frac{MF_1 + MF_2}{2} \right|$$

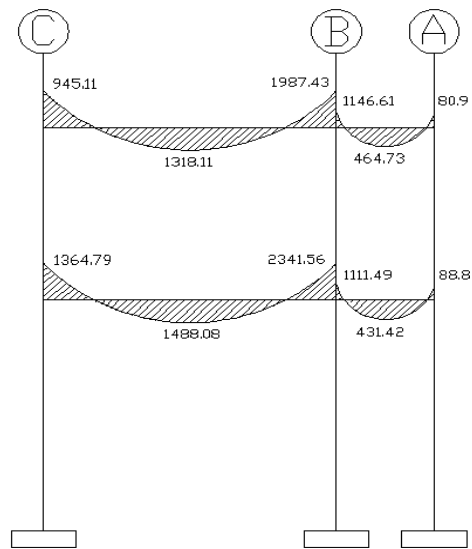
A continuación los diagramas de los resultados del análisis estructural:

Figura 11. **Momentos por carga muerta en vigas sentido X (kg-m)**



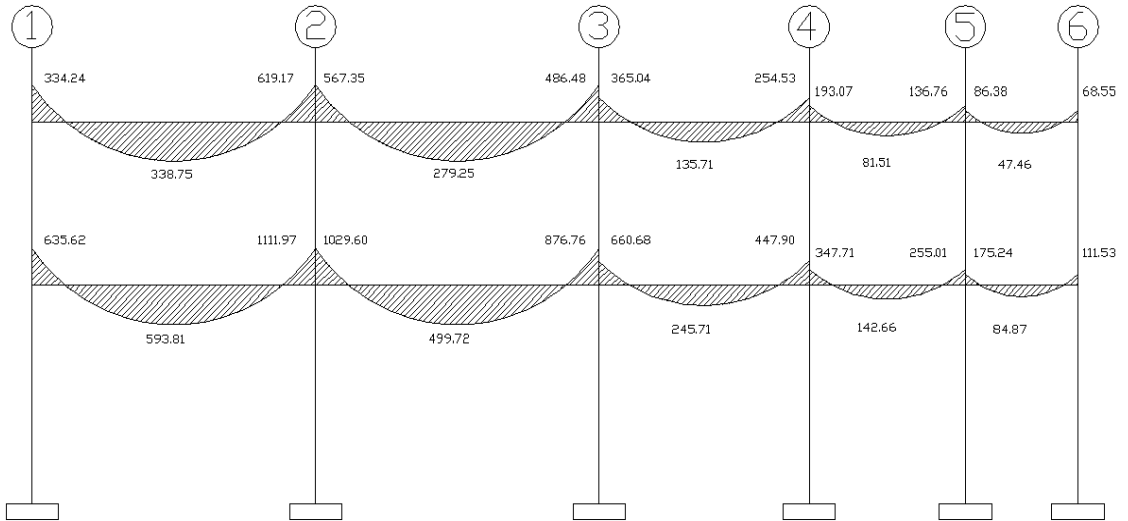
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Momentos por carga muerta en vigas sentido Y (kg-m)**



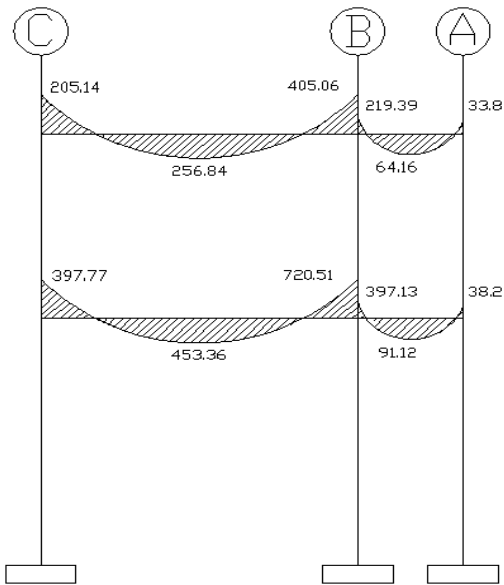
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Momentos por carga viva en vigas sentido X (kg-m)**



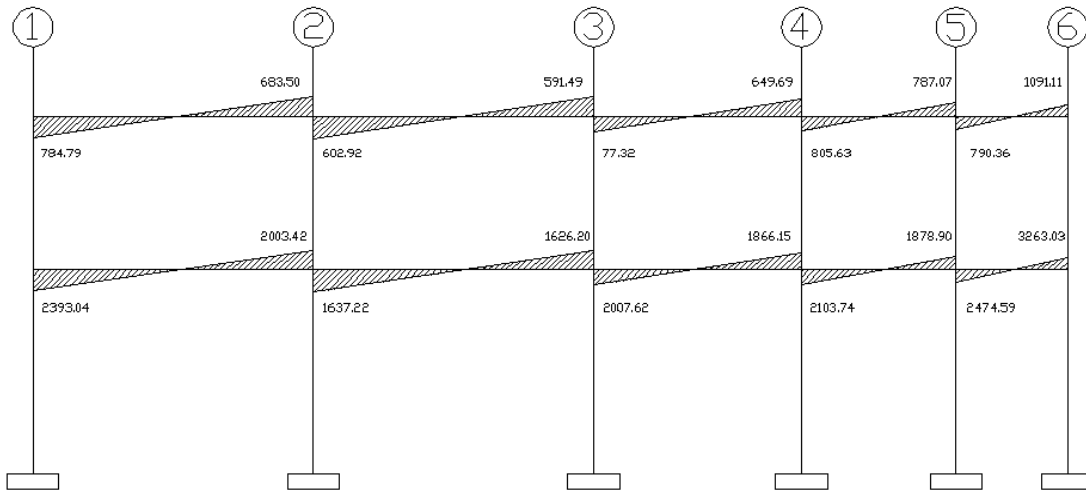
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Momentos por carga viva en vigas sentido Y (kg-m)**



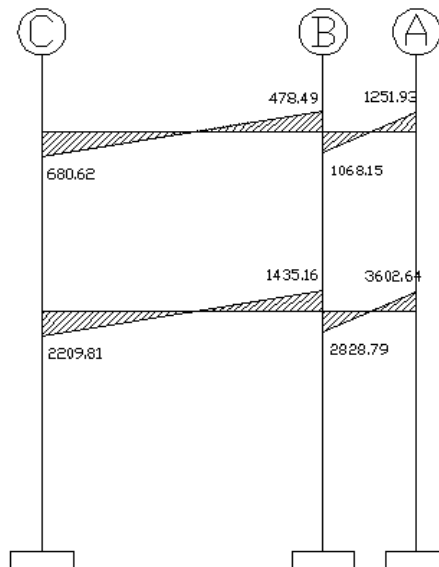
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Momentos por carga de sismo en vigas sentido X (kg-m)**



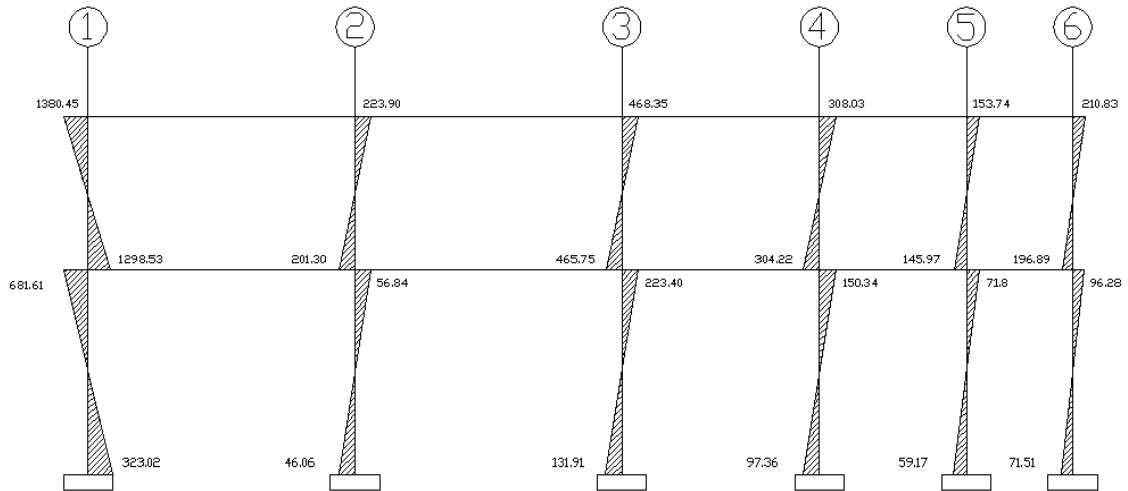
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Momentos por carga de sismo en vigas sentido Y (kg-m)**



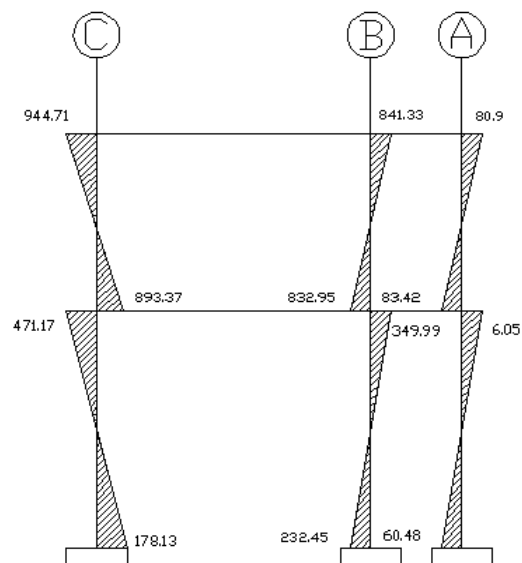
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Momentos por carga muerta en columnas sentido X (kg-m)



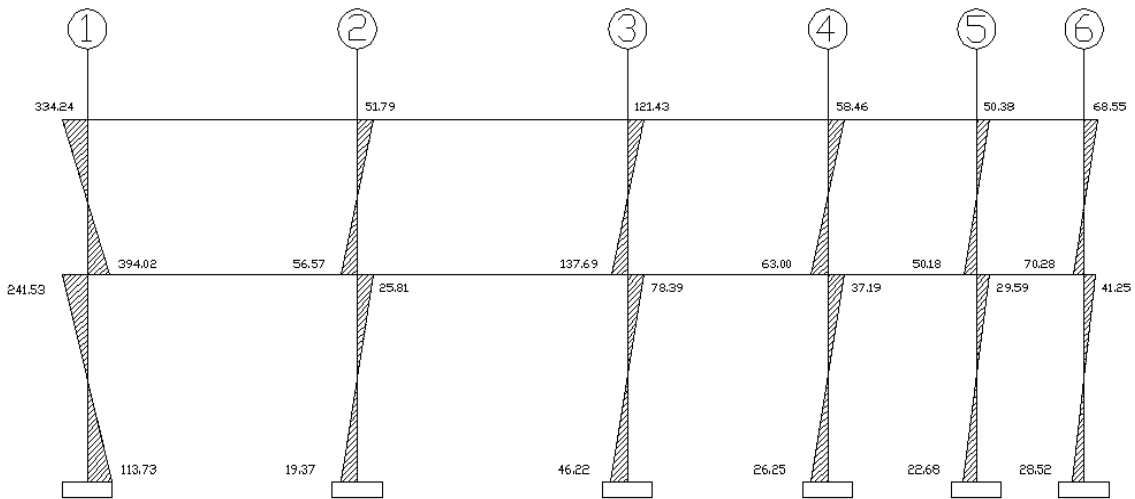
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Momentos por carga muerta en columnas sentido Y (kg-m)



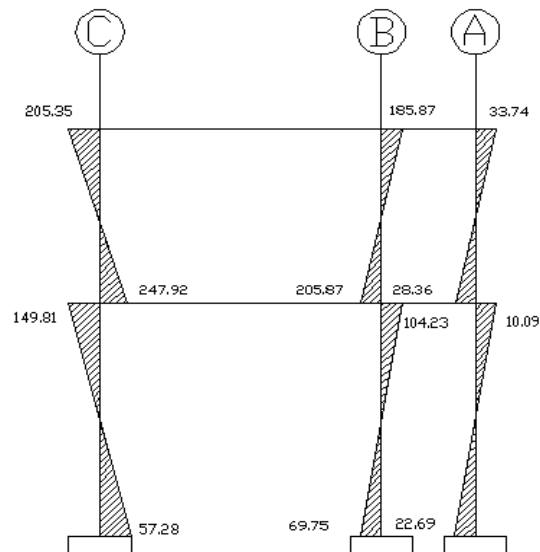
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Momentos por carga viva en columnas sentido X (kg-m)



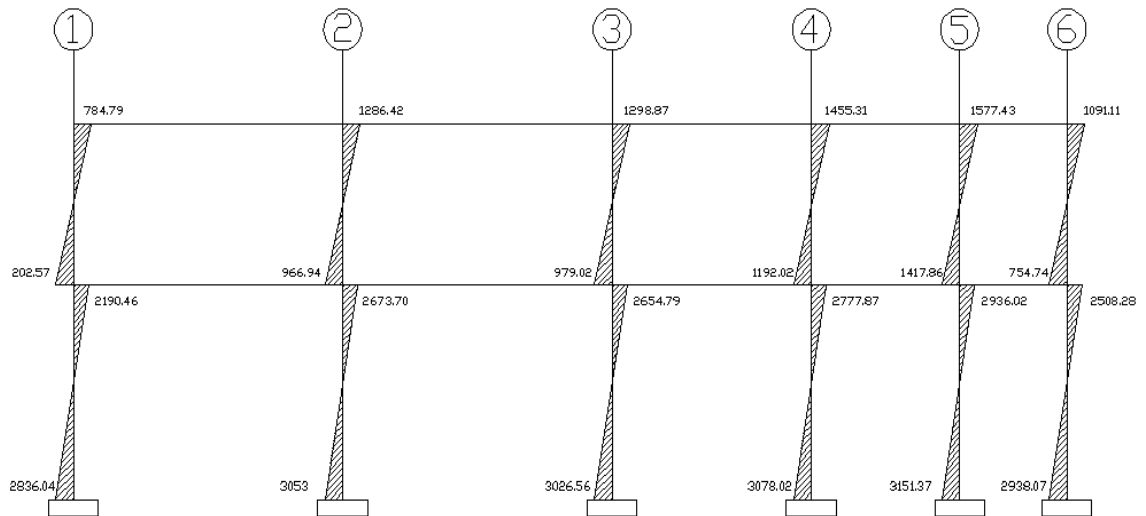
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Momentos por carga viva en columnas sentido Y (kg-m)



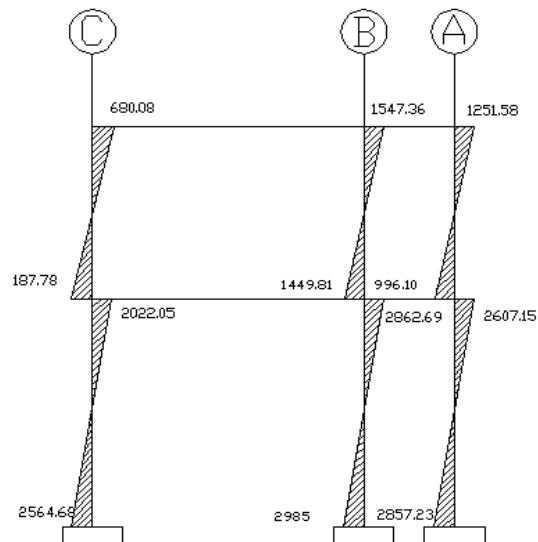
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Momentos por carga de sismo en columnas sentido X (kg-m)



Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Momentos por carga de sismo en columnas sentido Y (kg-m)



Fuente: elaboración propia.



#### 2.1.6.6. Momento último por envolvente de momentos

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

Para los momentos últimos positivos en vigas

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

Para los momentos últimos negativos en vigas

$$2.- M = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV + 1,87 MS)$$

$$3.- M = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV - 1,87 MS)$$

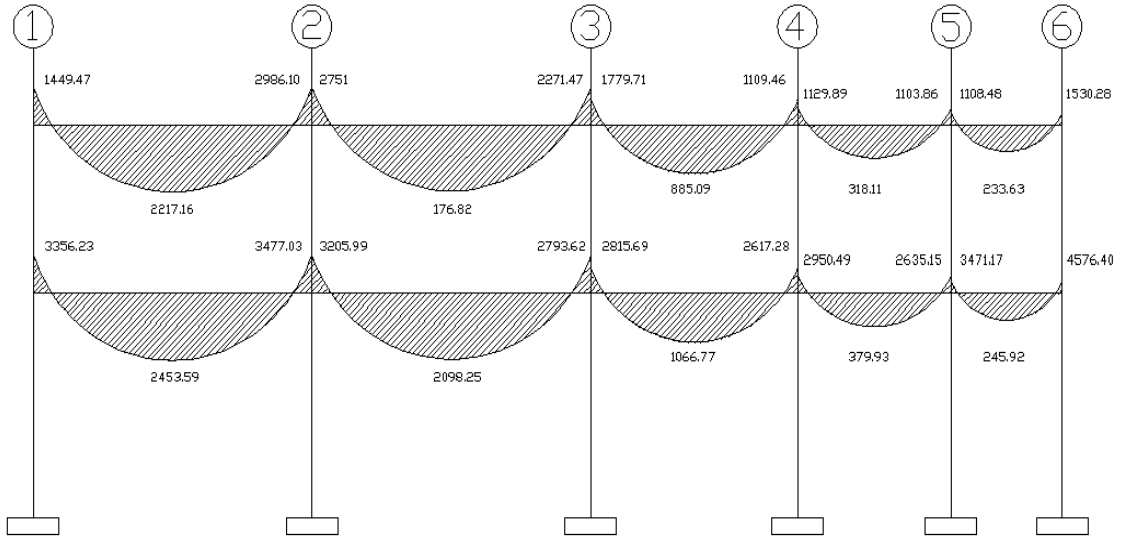
Para los momentos últimos de inversión en vigas

$$4.- M = 0,9MCM + 1,43MS$$

$$5.- M = 0,9MCM - 1,43MS$$

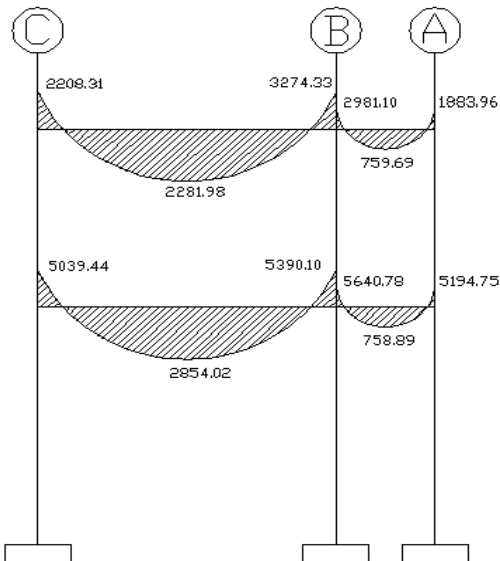
A continuación se muestran los diagramas obtenidos de la envolvente de momentos para cada marco:

Figura 23. **Envolvente de momentos en vigas sentido X (kg-m)**



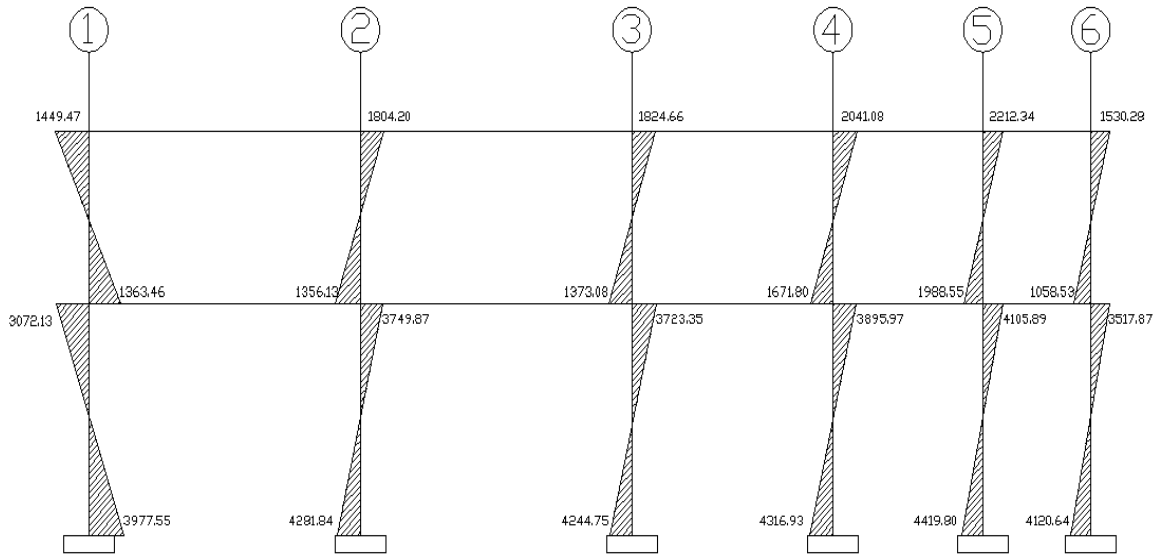
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Envolvente de momentos en vigas sentido Y (kg-m)**



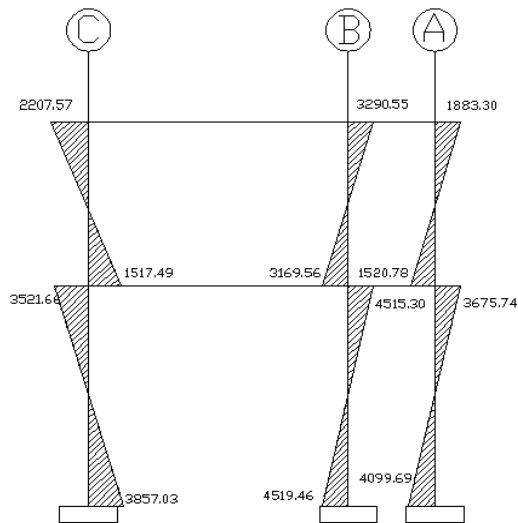
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Envolvente de momentos en columnas sentido X (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Envolvente de momentos en columnas sentido Y (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.6.7. Diagramas de corte y momentos

Los diagramas de la envolvente de momentos han sido mostrados de la figura 23 a la figura 26.

Los cortes en los marcos, se calculan con las fórmulas siguientes:

Para el corte en vigas:

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

Para el corte en columnas:

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

Corte en marco critico:

Para la viga D-E del primer nivel marco 2:

$$V = 0,75 * \frac{1,4(1\,320 \text{ kg/m} * 4,5)}{2} + \frac{1,7(400 \text{ kg/m} * 4,5)}{2} + \frac{1,87(2\,209,81 + 1\,435,16)}{4,5}$$

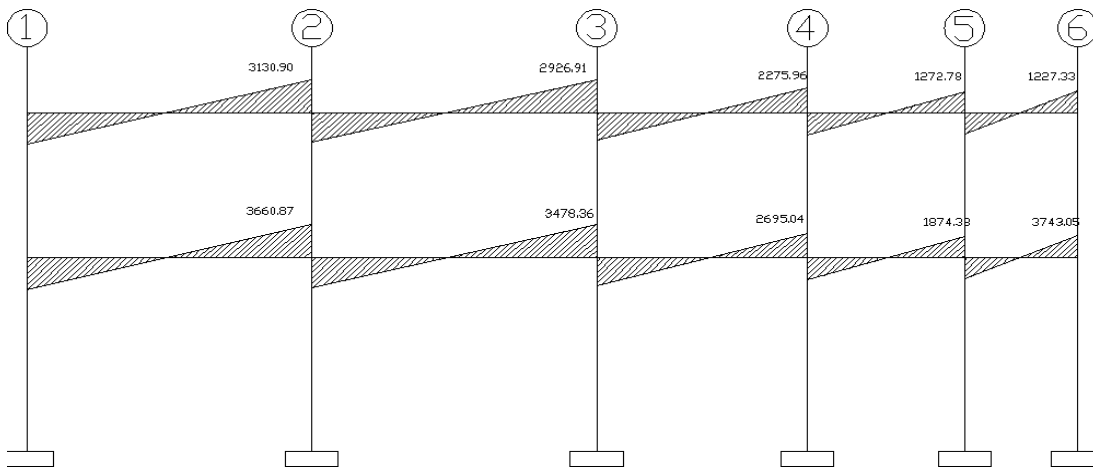
$$V = 5\,402,02 \text{ kg}$$

Para la columna D-G del primer nivel marco 2:

$$V_{col.} = \frac{3\,521,55 \text{ kgm} + 3\,857,03 \text{ kgm}}{4 \text{ m}} = 1\,844,67 \text{ kg}$$

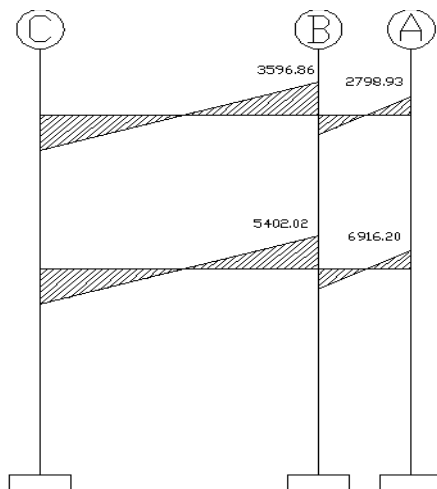
El procedimiento para los demás elementos fue el mismo, a continuación los diagramas de corte para los marcos críticos:

Figura 27. **Diagrama de corte en vigas sentido X (kg)**



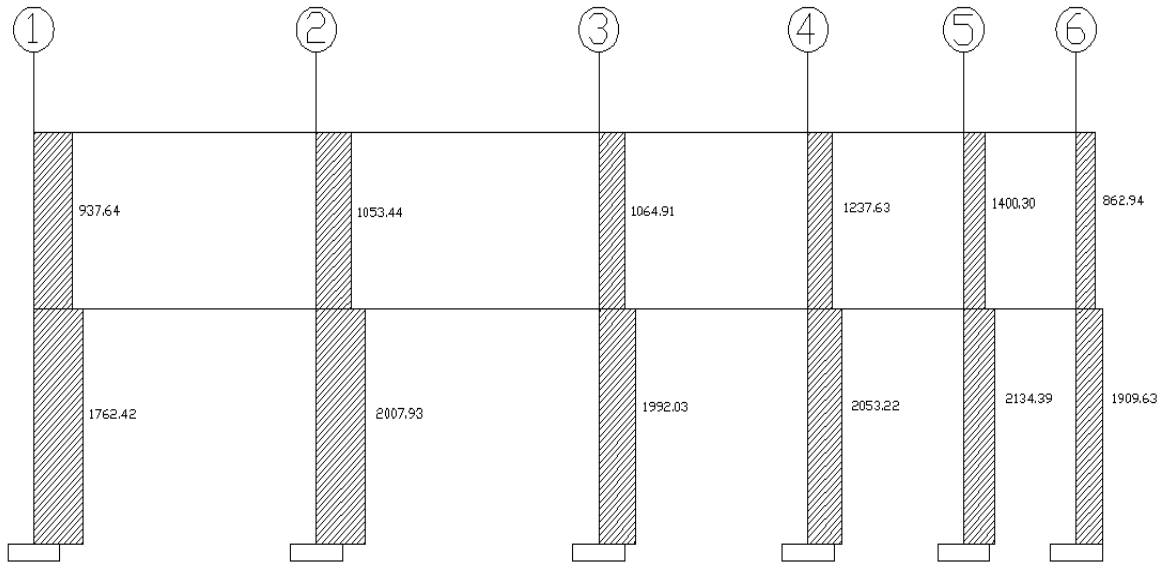
Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Diagrama de corte en vigas sentido Y (kg)**



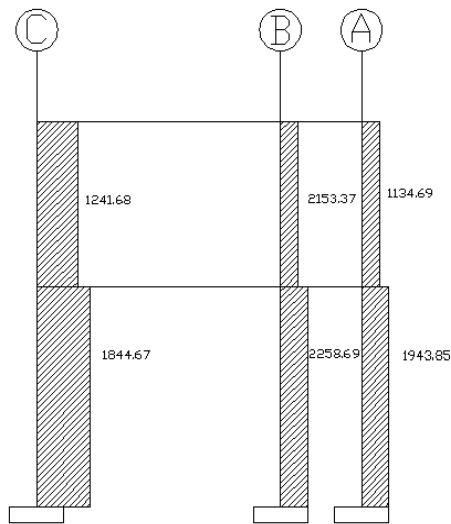
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Diagrama de corte en columnas sentido X (kg)



Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Diagrama de corte en columnas sentido Y (kg)



Fuente: elaboración propia.

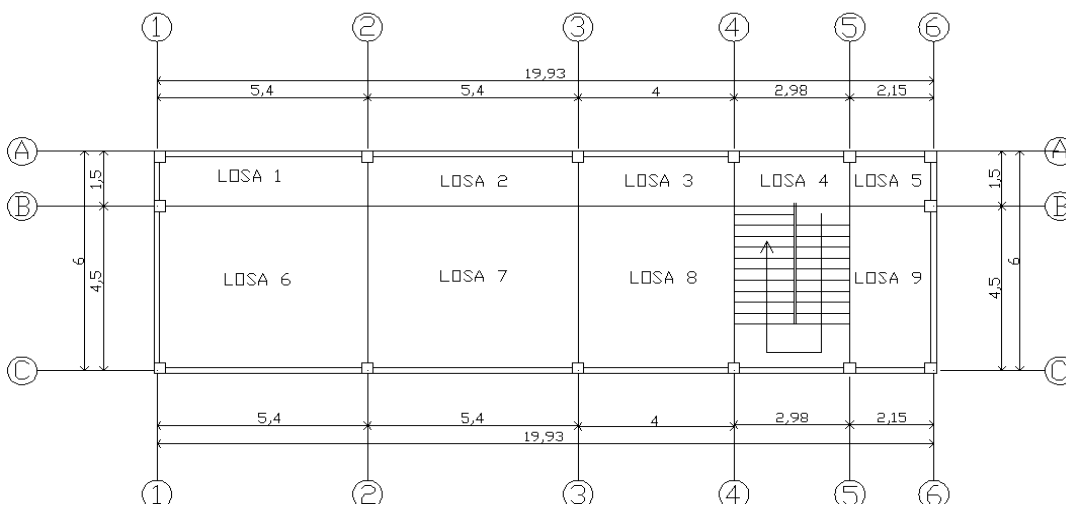
### 2.1.7. Diseño estructural

Es la etapa en la cual se utilizan los resultados del análisis estructural, para calcular el refuerzo de los elementos estructurales (vigas, columnas, losas y cimentación). El diseño de los elementos de concreto armado, serán con base al código ACI 318-05, para que estos puedan soportar las condiciones más críticas de combinación de momentos. De esta manera, la estructura es funcional y segura. Los diseños de los respectivos elementos se presentan a continuación:

#### 2.1.7.1. Losas

Las losas son elementos horizontales, que sirven para desplazar las cargas hacia las vigas y proporcionar superficies planas, estas se funden junto con las vigas. Para el diseño se utilizó el método 3 del código ACI.

Figura 31. Planta de distribución de losas



Fuente: elaboración propia.

## Análisis de losa

### Datos

$$f'c = 210 \text{ kg/m}^2$$

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

$$C.V. \text{ de diseño} = 450 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Muros} = 100 \text{ kg/m}^2$$

Carga muerta última: peso de losa + sobrecarga.

$$CM_U = 1,4 \left( 400 \text{ kg/m}^3 * 0,12 \text{ m} + 100 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2 \right) = 683,2 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva última: carga viva de diseño

$$CV_U = 1,7 \left( 450 \text{ kg/m}^2 \right) = 765 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última total } CU_T = 983,2 + 765 = 1448,2 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos actuantes  $M_{(\pm)}$ : para el cálculo de los momentos se utilizan las siguientes fórmulas:

Momentos negativos:

$$M_{a(-)} = C_{a-} * CU_T * a^2$$

$$M_{b(-)} = C_{b-} * CU_T * b^2$$

Momentos positivos:

$$M_{a(+)} = C_{am-} * CM_U * a^2 + C_{av-} * CV_U * a^2$$

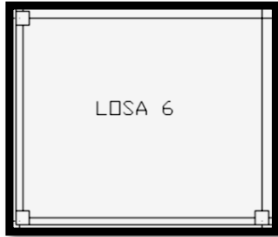
$$M_{b(+)} = C_{bm-} * CM_U * b^2 + C_{bv-} * CV_U * b^2$$

$C_{b-}$  = Coeficiente para momentos negativos.

$C_{bm-}$  = Coeficiente para momentos positivos debido a carga muerta.



$C_{bv-}$  = Coeficiente para momentos positivos debido a carga viva.



$$m = \frac{4,5}{5,4} = 0,83 \quad \text{losa en dos sentidos, caso 4.}$$

$$M_{a(-)} = 0,071 \cdot 448,2 \cdot 4,5^2 = 2\,082 \text{ kg.m}$$

$$M_{a(+)} = 0,039 \cdot 683,2 \cdot 4,5^2 + 0,048 \cdot 65 \cdot 4,5^2 = 1\,283,13 \text{ kg.m}$$

$$M_{a(-)} = \frac{M_{a(+)}}{3} = \frac{1\,283,13 \text{ kg.m}}{3} = 427,71 \text{ kg.m}$$

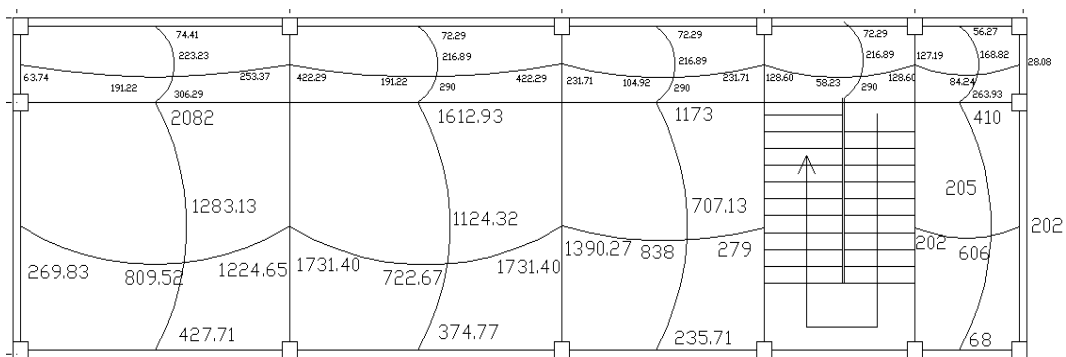
$$M_{b(-)} = 0,029 \cdot 448,2 \cdot 5,4^2 = 1\,224,65 \text{ kg.m}$$

$$M_{b(+)} = 0,016 \cdot 683,2 \cdot 5,4^2 + 0,022 \cdot 65 \cdot 5,4^2 = 809,52 \text{ kg.m}$$

$$M_{b(-)} = \frac{M_{b(+)}}{3} = \frac{809,51 \text{ kg.m}}{3} = 236,83 \text{ kg.m}$$

El procedimiento fue el mismo para el resto de las losas.

Figura 32. Momentos en losas en kg-m



Fuente: elaboración propia.

Balance de momentos:

Cuando dos losas comparten un lado en común y en el mismo ambas presentan diferencia de momentos actuantes, deben balancearse, aplicando el siguiente criterio:

Si  $0,8 \cdot M_{\text{mayor}} \leq M_{\text{menor}}$ ; entonces  $M_B = (M_{\text{mayor}} + M_{\text{menor}})/2$

Si  $0,8 \cdot M_{\text{mayor}} > M_{\text{menor}}$ ; entonces  $M_B =$  proporcional a su rigidez

Balance de momentos en losa 1 y 6

$$M_1 = 306,29 \text{ kg-m}$$

$$M_2 = 2\,082 \text{ kg-m}$$

$0,8 \cdot 2\,082 = 1\,665,6 > 306,29$ , por lo que el balance se hace por rigideces.

$$K_1 = \frac{1}{L_1} \qquad K_2 = \frac{1}{L_2}$$

$K_1, K_2$  = las rigideces de las losas a y b

$L_1, L_2$  = longitudes de losa consideradas

$D_a, D_b$  = los factores de distribución de las losas a y b

Donde:

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} \qquad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$

Para realizar la distribución se efectúa según el cálculo de los pasos siguientes:

D1		D2
M1		M2
$(M_2 - M_1) \cdot D_1 + M_1$		$(M_2 - M_1) \cdot D_2 + M_2$
MB		MB

Donde:

MB = momento balanceado.

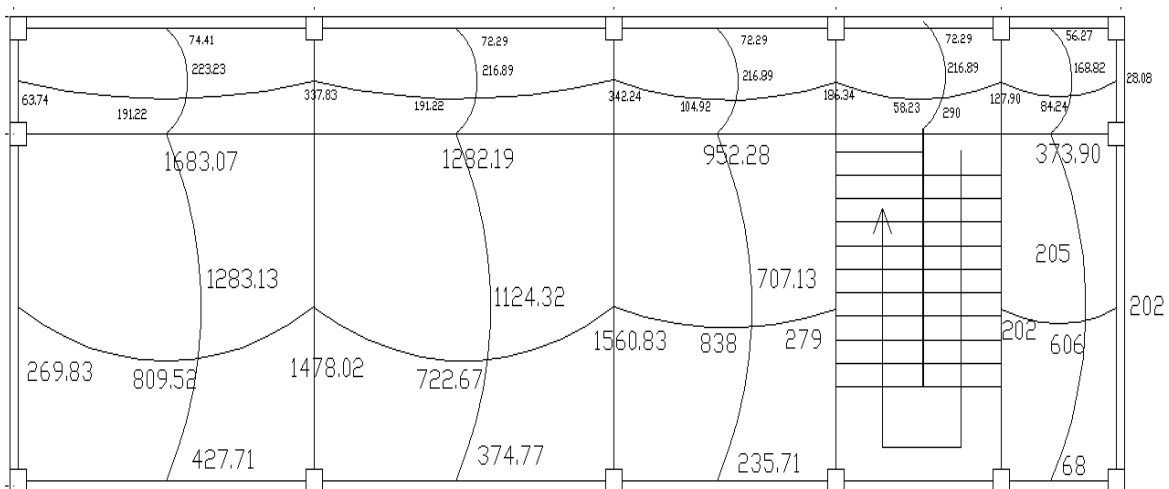
$$K1 = \frac{1}{1,5} = 0,67 \quad K2 = \frac{1}{4,5} = 0,22$$

$$D1 = \frac{0,67}{0,67 + 0,22} = 0,75 \quad D2 = \frac{0,22}{0,67 + 0,22} = 0,25$$

<p>0,75</p> <p>306,29</p> <p><math>(2\ 082 - 306,29) * 0,75 + 306,29</math></p> <p>1 638,07 kg-m</p>		<p>0,25</p> <p>2 082</p> <p><math>(2\ 082 - 306,29) * 0,25 - 2\ 082</math></p> <p>1 638,07 kg-m</p>
--	--	---

El procedimiento se aplicó para todas las losas, en ambos sentidos.

**Figura 33. Momentos balanceados (kg.m)**



Fuente: elaboración propia.

## Diseño del armado de losa

Se define el área de acero mínimo y el momento que resiste, luego calcular el acero de refuerzo para los momentos mayores al que resiste el acero mínimo.

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

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

$$\text{Espesor de losa} = 0,12 \text{ m}$$

$$B = 100 \text{ cm (franja unitaria)}$$

$$\text{Recubrimiento} = 2,5 \text{ cm}$$

$$\varnothing_{\text{refuerzo}} = 3/8''$$

Acero mínimo:

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

$$\rho_{\text{mín}} = 14,1 / F_y$$

$$b = \text{franja unitaria.}$$

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

$$d = \text{peralte efectivo.}$$

$$d = t - \text{rec min} = 9,5 \text{ cm} = 0,095 \text{ m}$$

$$A_{s\text{mín}} = (14,1 / 2810) * 100 * 9,5 = 4,77 \text{ cm}^2$$

Separación para  $A_{s\text{mín}}$  con varillas No. 3

$$4,77 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

Aplicando una regla de tres:

$$S = 0,71 * 100 / 4,77 = 14,88 \text{ cm}$$

La separación máxima que permite el ACI es  $2t$ , para losa estructural.

$$S_{\text{max}} = 2 * 0,12 = 24 \text{ cm}$$

Ya que la separación para acero mínimo es menor que la separación máxima, se ha de tomar como separación máxima  $S=14$  cm

Calculando el momento que resiste  $M_{Asmin}$ :

$$M_{Asmin} = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot d - \frac{A_s \cdot f_y}{1,7 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$M_{Asmin} = 0,9 \cdot 4,77 \cdot 2810 \cdot 9,5 - \frac{4,77 \cdot 2810}{1,7 \cdot 210 \cdot 100} = 110\,072 \text{ kg-cm}$$

El momento que resiste  $M_{Asmin} = 110.72$  kg-m

Para los momentos menores a  $M_{Asmin}$ , se armaran con  $A_{smin}$  y  $S = 14$  cm, para momentos mayores se armaran según indique el cálculo.

Calculando  $A_s$  para el momento negativo entre losa 1 y 2

$$A_s = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \cdot b \cdot d - \frac{b \cdot d^2}{0,003825 \cdot f'_c} \cdot \frac{M_u \cdot b}{b \cdot d^2}$$

$$A_s = \frac{0,85 \cdot 210}{2810} \cdot 100 \cdot 9,5 - \frac{100 \cdot 9,5^2}{0,003825 \cdot 210} \cdot \frac{1638 \cdot 100}{100 \cdot 9,5^2} = 7,25 \text{ cm}^2$$

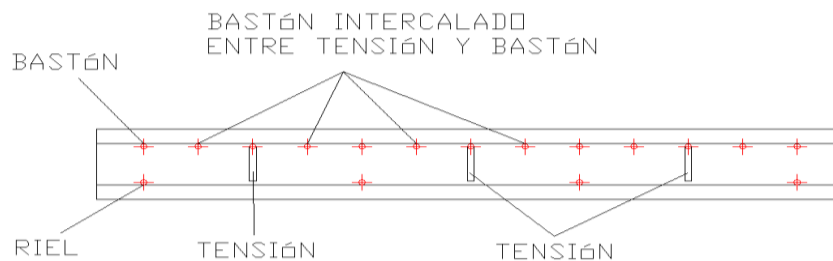
Calculando el espaciamiento requerido:

$$S = 0,71 \cdot 100 / 7,25 = 9,79 \text{ cm}$$

El procedimiento fue el mismo para los demás momentos en todas las losas con momentos mayores al que resiste  $A_{smin}$ .

Para el armado de los momentos mayores al que resiste el acero mínimo, se colocarán bastones No. 3 intercalados entre tensión y bastón.

Figura 34. **Detalle de armado en losas**



Fuente: elaboración propia.

Revisión por corte:

El esfuerzo de corte lo resiste el concreto; por tal razón, se verifica si el espesor de losa es el adecuado.

$$V_{max} = \text{CUT} * L / 2$$

$$V_{max} = 1\,448,2 * 5,4 / 2 = 3\,910,14 \text{ kg}$$

Corte máximo resistente

$$V_{res} = \phi * b * d * \overline{f'_c}$$

$$V_{res} = 0,85 * 100 * 9,5 * \overline{210} = 11\,701,78 \text{ kg}$$

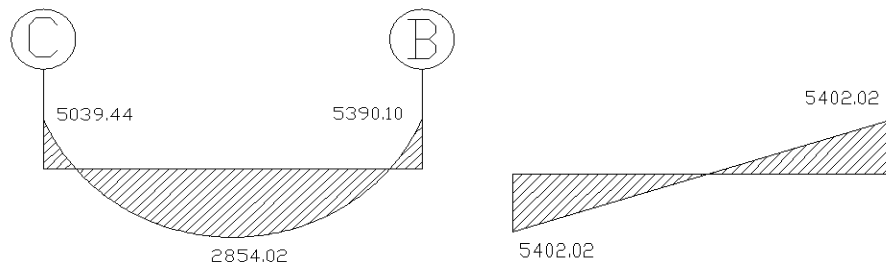
Como  $V_{res} > V_{max}$ , el espesor de la losa es adecuado, en caso contrario sería necesario aumentar el espesor.

El diseño de las losas del segundo nivel se armará con acero No. 3 a cada 14 centímetros en ambos sentidos.

### 2.1.7.2. Diseño de vigas

Son elementos estructurales que trabajan a flexo compresión y fuerzas cortantes. Los datos necesarios para realizar el diseño se toman de la envolvente de momentos en las vigas, a manera de ejemplo se diseña la viga crítica en el edificio.

Figura 35. Diagrama de momento y corte en viga, eje 2 marco B-C.



Fuente: elaboración propia.

Datos:

$$F_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$\text{Sección} = 25 * 40 \text{ cm}$$

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

$$d = H - \text{rec} = 40 \text{ cm} - 4 \text{ cm} = 36 \text{ cm}$$

$$M(-)1 = 5\,039,44 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M(-)2 = 5\,390,10 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M(+) = 2\,854,02 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$V_u = 5\,402,02 \text{ Kg}$$

Calculando Asmín de la sección:

$$\text{Asmín} = \rho_{\text{mín}} * b * d$$

$$\rho_{\text{mín}} = 14,1 / F_y$$

$$A_{smin} = (14,1/2 \cdot 810) \cdot 25 \cdot 36 = 4,52 \text{ cm}^2$$

Calculando  $A_{smax}$  de la sección:

$$A_{smax} = 0,5 \cdot \rho_{bal} \cdot b \cdot d$$

Donde

$$\rho_{bal} = \frac{\beta_1 \cdot 0,85 f'_c}{f_y} \cdot \frac{6 \ 090}{6 \ 090 + f_y}$$

si  $f'_c \leq 281 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\beta = 0,85$ ; entonces:

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 210}{2 \ 810} \cdot \frac{6 \ 090}{6 \ 090 + 2 \ 810} = 0,0369$$

$$A_{smax} = 0,5 \cdot 0,0369 \cdot 25 \cdot 36 = 16,63 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal solicitado:

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{0,85 f'_c}{f_y} b \cdot d - b \cdot d^2 \cdot \frac{\mu \cdot b}{0,003825 \cdot f'_c}$$

Calculando  $A_s$  para  $M(-)1 = 5 \ 039,44 \text{ kg-m}$

$$A_s = \frac{0,85 \cdot 210}{2 \ 810} \cdot 25 \cdot 36 - \frac{25 \cdot 36^2 \cdot \frac{5 \ 039,44 \cdot 25}{0,003825 \cdot 210}}{0,003825 \cdot 210} = 5,83 \text{ cm}^2$$

Calculando  $A_s$  para  $M(-)2 = 5 \ 390,10 \text{ kg - m}$



$$A_s = \frac{0,85 \cdot 210}{2 \cdot 810} \cdot 25 \cdot 36 - \frac{25 \cdot 36^2}{25 \cdot 36} \cdot \frac{5 \cdot 390,10 \cdot 25}{0,003825 \cdot 210} = 6,26 \text{ cm}^2$$

Calculando  $A_s$  para  $M(+)$  = 2 854,02 Kg - m

$$A_s = \frac{0,85 \cdot 210}{2 \cdot 810} \cdot 25 \cdot 36 - \frac{25 \cdot 36^2}{25 \cdot 36} \cdot \frac{2 \cdot 854,02 \cdot 25}{0,003825 \cdot 210} = 3,22 \text{ cm}^2$$

Para el armado final de la viga, se deben cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI-318 Cap. 21:

- Cama superior

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

- o  $A_{s\text{mín}} = 4,52 \text{ cm}^2$
- o 33%  $A_s(-)$  mayor =  $2,03 \text{ cm}^2$

Para este caso será necesario colocar  $A_{s\text{min}}$ , por lo tanto se colocan 2 #6 corridas,  $A_s = 5,7 \text{ cm}^2$

Para cubrir los momentos negativos en viga, se completa el  $A_s$  requerido colocando bastones, tomando en cuenta que la diferencia de diámetros entre las barras no puede ser 2 números consecutivos.

$M(-)2 = 5 \cdot 390,10 \text{ Kg - m}$ , demanda  $6,26 \text{ cm}^2$ , las barras corridas equivalen a  $5,7 \text{ cm}^2$ ; la diferencia es  $0,56 \text{ cm}^2$ , por lo tanto se coloca un bastón # 4.

- Cama inferior

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

- o  $A_{s\text{mín}} = 4,52 \text{ cm}^2$

- $50\%A_s(+)$  = 1,61 cm<sup>2</sup>
- $50\%A_s(-)$  mayor = 3,13 cm<sup>2</sup>

Para este caso será necesario colocar  $A_{s\text{mín}} = 4,52 \text{ cm}^2$ , utilizando 2 #6 corridas equivalentes a 5,7 cm<sup>2</sup>, ya que el acero calculado es menor que el acero mínimo, no es necesario colocar varillas adicionales. (Vea la tabla VIII armado en vigas)

Tabla VIII. Armado en vigas

Viga	Momento	As req.	Armado de la viga	
A-B en y	M(-)1	2208,31	2,48	CAMA SUPERIOR 2 No. 6 corridas = 5,70cm <sup>2</sup>
	M(-)2	3274,33	3,71	
	M(+)	2281,98	2,56	CAMA INFERIOR 2 No. 6 corridas = 5,70cm <sup>2</sup>
B-C en y	M(-)1	2981,1	3,37	CAMA SUPERIOR 2 No. 6 corridas = 5,70cm <sup>2</sup>
	M(-)2	1883,96	2,11	
	M(+)	759,69	0,84	CAMA INFERIOR 2 No. 6 corridas = 5,70cm <sup>2</sup>
D-E en y	M(-)1	5039,44	5,83	CAMA SUPERIOR 2 No.6 corridas + 1 bastón No.4 = 6,96 cm <sup>2</sup>
	M(-)2	5390,10	6,26	
	M(+)	2854,02	3,22	CAMA INFERIOR 2 No. 6 corridas = 5,70cm <sup>2</sup>
E-F en y	M(-)1	5640,78	6,57	CAMA SUPERIOR 2 No.6 corridas + 1 bastón No.4 = 6,96 cm <sup>2</sup>
	M(-)2	5195,00	6,02	
	M(+)	758,89	0,83	CAMA INFERIOR 2 No. 6 corridas = 5,70cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

Diseño a corte:

El código ACI establece que si el aporte del cortante por sismo es mayor o igual al 50% del corte total, la resistencia del concreto se desprecia.

Si  $V_{\text{sismo}} \geq 0,50 \cdot V_u$ , se desprecia la resistencia del concreto

Si  $V_{\text{res}} > V_u$ , la viga necesita estribos solo por armado, a  $S_{\text{máx.}} = d/2 < 30 \text{ cm}$

Si  $V_{\text{res}} < V_u$ , se diseñan estribos por corte

$$V_u = 5\,402,02 \text{ Kg}$$

$$0,5V_u = 0,5 \cdot (5\,402,02) = 2\,701,01 \text{ kg}$$

$$V_{usismo} = 1\,502,53$$

$V_{usismo}$  es menor que  $0,5V_u$  por lo tanto se toma en cuenta la resistencia del concreto.

$$V_{res} = 0,53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \overline{f'_c}$$

$$V_{res} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 25 \cdot 36 \cdot \overline{210} = 5\,875,52$$

Como  $V_{res} > V_u$ , se coloca estribos solo por armado, a  $S_{m\acute{a}x.} = d/2 < 30 \text{ cm}$

$$S_{max} = 36/2 = 18 \text{ cm}$$

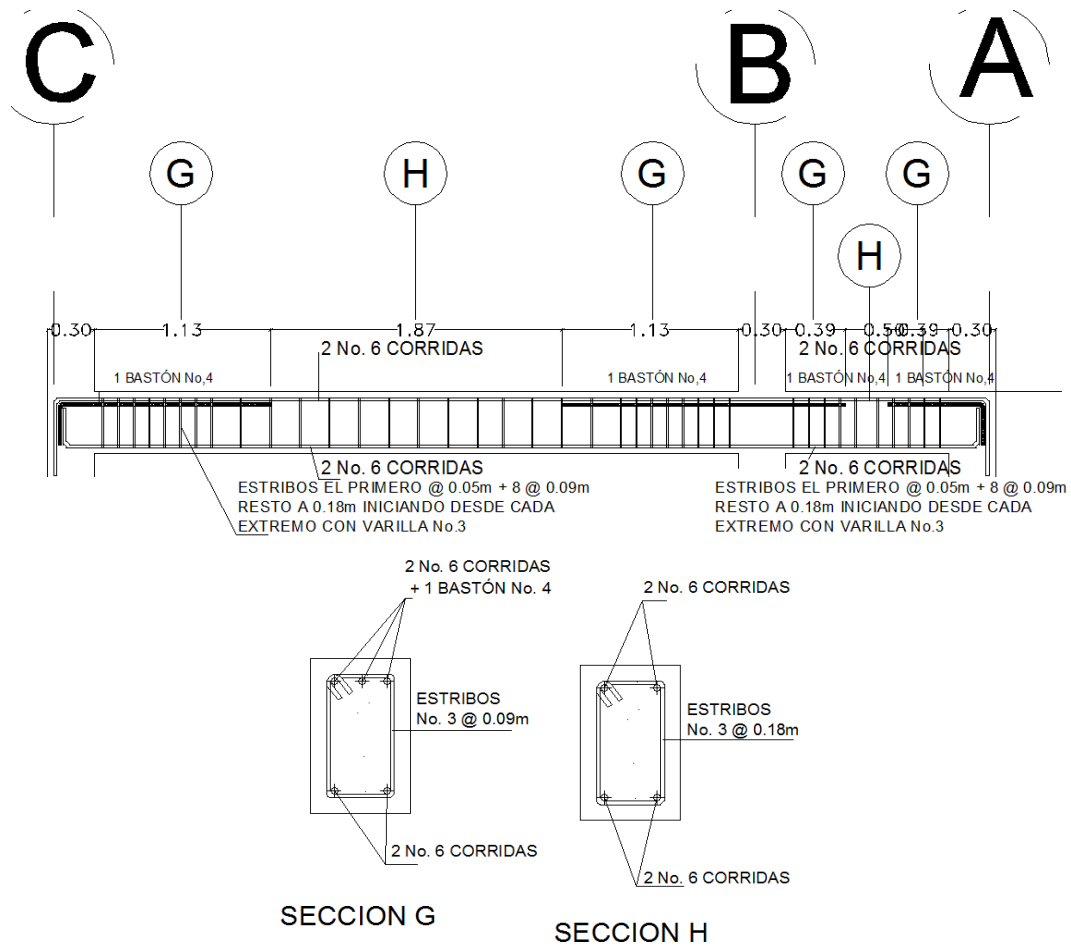
Según ACI artículo 21.3.3.2, deben colocarse estribos en una longitud igual a  $2d$  (72 cm para este caso), la longitud a confinar para el diseño es 72 cm medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión. El primer estribo debe estar situado a no más de 5 cm, de la cara del elemento de apoyo.

El espaciamiento máximo de los estribos en la zona de confinamiento no debe exceder de:

- $d/4 = 9 \text{ cm}$
- $8 \phi_{var} \text{ longitudinal} = 15,2 \text{ cm}$
- $24 \phi_{var} \text{ transversal} = 22,8 \text{ cm}$
- $30 \text{ cm}$

Separación de estribos en zona confinada: 9 cm y 18 cm en zona no confinada, con varilla No.3. (Vea la figura 36 detalle de armado en viga)

Figura 36. Detalle de armado en viga



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.7.3. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que absorben la carga completa del edificio para trasladarla a la cimentación. Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por el área tributaria. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural. Para diseñar la columna, se toma el mayor de

los dos momentos actuantes en extremos de ésta. Para este caso, se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo. En esta sección se describe el procedimiento que se sigue para diseñar las columnas típicas del nivel 1.

Datos

Sección de columna = 30 cm*30 cm	Vy = 2 258,69 kg
Sección de viga 1 = 25 cm*40 cm	Longitud de columna = 2,80 m
Mx = 4 419,8 kg – m	Longitud de vigas = 7,80 m
My = 4 519,46 kg – m	Área tributaria = 16,2 cm <sup>2</sup>
Vx = 2 134,39 kg	Espesor de losa = 0,12m

Cálculo del factor de carga última:

Se calcula con la siguiente ecuación

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV}$$

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

$$\text{Segundo nivel: } CMU2 = 1,4 (388) + 1,7 (222) = 920,6 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Primer nivel: } CMU1 = 1,4 (488) + 1,7 (450) = 1 448,2 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = CMU1 + CMU2 = 920,6 + 1 448,2 = 2 368,8 \text{ Kg/m}^2$$

Cálculo del factor de carga última

$$Fcu = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{2 368,8}{876 + 672} = 1,53$$

Cálculo de la carga axial:

$$P_u = ((A T * C_U) + (PP \text{ vigas})) * F_{cu}$$

$$P_u = ((16,2 * 2\,368,8) + (2\,400 * 0,25 * 0,40 * 16,8)) * 1,53$$

$$P_u = 64\,882,04 \text{ kg}$$

Clasificar las columnas por su esbeltez (E).

Las columnas se clasifican según su esbeltez, con el objetivo de ubicarlas en un rango, para determinar su comportamiento bajo cargas sometidas y diseñarlas con base en este criterio.

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

La ecuación a utilizar es  $E = \frac{KL_u}{\sigma}$ , por lo que es necesario encontrar los valores del coeficiente de rigidez de la columna  $K_u$ , la longitud efectiva de pandeo  $L_u$  y el 30 por ciento del lado menor de la columna  $b_u$ .

Cálculo de coeficiente que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas ( $\Psi$ ):

$$\psi = \frac{\sum K_{Col}}{\sum K_{Viga}} \quad K = \frac{I}{L} \quad I = \frac{1}{12}bh^3$$

$$I_{Viga} = \frac{1}{12} (50)(40)^3 = 133\,333,33 \quad K = \frac{I_{Viga}}{390} = 683,76$$

$$I_{Col} = \frac{1}{12} (60)(60)^3 = 67\,500 \quad K = \frac{I_{Col}}{2,60} = 466,07$$

$$\psi_a = \frac{466,07}{683,76} = 0,68 \quad \psi_b = 0, \text{ empotramiento}$$

$$\psi_{prom} = \frac{0,68 + 0}{2} = 0,34$$

Calculo de coeficiente K:

$$K = \frac{20 - \psi_{prom}}{20} \sqrt{1 + \psi_{prom}} = \frac{20 - 0,34}{20} \sqrt{1 + 0,34} = 1,13$$

$$E = \frac{KL_u}{\sigma} = \frac{1,13(80)}{0,30(0,30)} = 35,15, \text{ por lo tanto se clasifica como una columna}$$

intermedia, se procede a magnificar momentos.

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}}, \text{ donde} \quad P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_u^2} \quad EI = \frac{E_c I_g}{2,5(1 + \beta_d)}$$

$$\beta_d = \frac{CM_U}{CU} = \frac{1,4 \cdot 488}{2368} = 0,288$$

$$EI = \frac{(5,100 \cdot \sqrt{210}) / 12 \cdot 30^4}{2,5 \cdot (1 + 0,288)} = 4,587 \times 10^9 \quad P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 458,70 \text{ ton} \cdot \text{m}^2}{(1,13 \cdot 2,80)^2} = 452,22 \text{ ton}$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{64,882}{0,70 \cdot 452,22}} = 1,258$$

, por lo que los momentos de diseño serán:

$$M_{dx} = \delta_x M_x = 1,258 \cdot 419,80 \text{ kg} \cdot \text{m} = 5260,11 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{dy} = \delta_y M_y = 1,258 \cdot 4519,46 \text{ kg} \cdot \text{m} = 5685,48 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cálculo del acero longitudinal por el método BRESLER

Consiste en una aproximación del perfil de la superficie de la falla, además, es uno de los métodos más utilizados porque su procedimiento es tan sencillo y produce resultados satisfactorios.

La idea fundamental es aproximar el valor  $1/P'u$ . Este valor se aproxima por un punto del plano determinado por tres valores: carga axial pura ( $P'o$ ), carga de falla para una excentricidad  $e_x$  ( $P'ox$ ) y carga de falla para una excentricidad  $e_y$  ( $P'oy$ ).

Procedimiento a seguir es:

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



$$A_{s\text{mín}} = 0,01 (30*30) = 9 \text{ cm}^2 \quad A_{s\text{máx}} = 0,06 (30*30) = 54 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado, se aconseja iniciar con un valor cerca de  $A_{s\text{mín}}$ .  
 Armado propuesto 4 No. 5 y 4 No. 6 =  $19,32 \text{ cm}^2 = 2,14\%$

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas. Los valores a utilizar en los diagramas son:

Valor de la gráfica

$$Y = X = \frac{H_{\text{nucleo}}}{H_{\text{columna}}} = \frac{b - 2\text{rec}}{h} = \frac{0,30 - 2 * 0,035}{0,30} = 0,77$$

Valores de la curva:

$$\rho_{tu} = \frac{A_s f_y}{0,70 f' c A_g} = \frac{19,32 * 2810}{0,70 * 210 * 900} = 0,36$$

Excentricidades:

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{5560,11}{64882,04} = 0,085$$

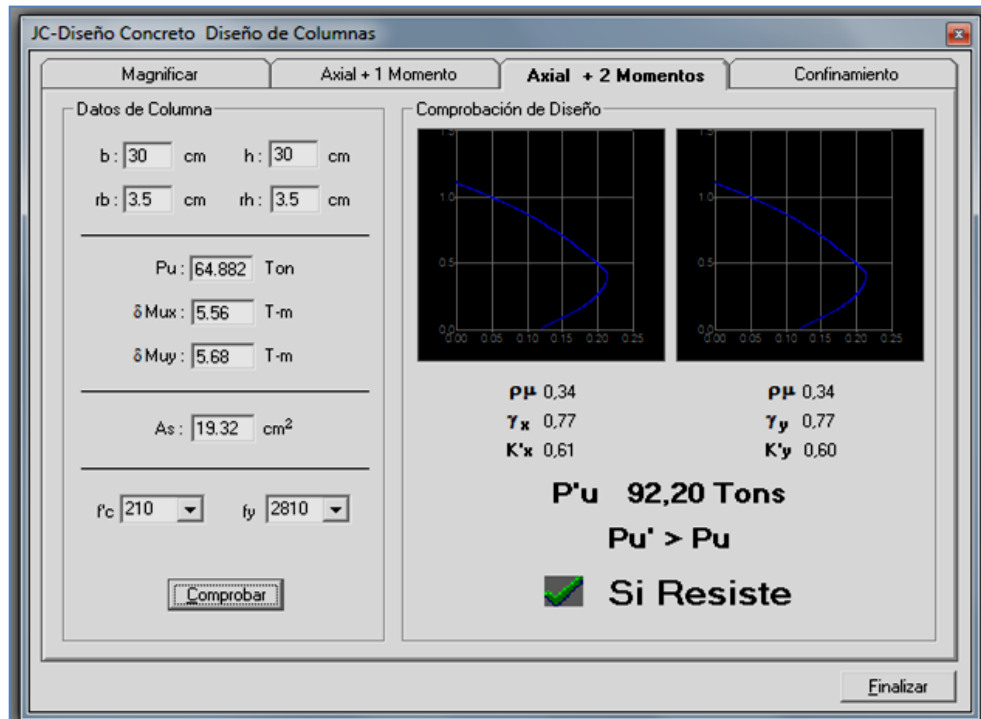
$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{5685,48}{64882,04} = 0,088$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$e_x/h_x = 0,083/0,30 = 0,283 \quad e_y/h_y = 0,088/0,30 = 0,293$$

Con los valores obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes  $K_x$  y  $K_y$ , en la gráfica de los diagramas de interacción. En este caso se aplicó el programa Jc Diseño concreto, los resultados son para  $K_x = 0,61$  y  $K_y = 0,60$ . Ver figura 37.

Figura 37. Gráfica programa JC-Diseño de Concreto



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

### Cálculo de cargas

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex:

$$P'_{ux} = K_x * f'c * b * h = (0,61)(210)(30 * 30) = 115\ 290 \text{ kg.}$$

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ey:

$$P'_{uy} = K_y * f'c * b * h = (0,43)(210)(40 * 40) = 113\ 400 \text{ kg.}$$

Carga axial de resistencia de la columna

$$\begin{aligned} P'_{o} &= \phi(0,85 * f'c(A_g - A_s) + A_s * F_y) = \\ &= 0,70 * (0,85 * 210 * (900 - 19,32) + 19,32 * 2\ 810) \end{aligned}$$

$$P'_{o} = 148\ 043,40 \text{ kg.}$$

Carga de la resistencia de la columna:

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'ux} + \frac{1}{P'uy} - \frac{1}{P'o}} = \frac{1}{\frac{1}{115\,290} + \frac{1}{113\,400} - \frac{1}{148\,043,40}} = 93\,132,89 \text{ kg}$$

El valor de P'u debe ser mayor o igual a Pu/0,7.

$$\frac{64\,882,04}{0,7} = 92\,688,62 \text{ kg}$$

Como  $P'u > Pu/0,7$  el armado propuesto resiste las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

Refuerzo transversal

Al igual que las vigas, las columnas también sufren esfuerzos de corte máximos en los nudos, por lo que es necesario reforzar estas áreas a través de un confinamiento adecuado, se utilizarán estribos No 3.

$$V_r = \phi * 0,53 \sqrt{f'c} * bd = 0,85 * 0,53 \sqrt{210} * (60 * 27) = 5\,288 \text{ kg}$$

$$V_{act} = 2\,258,69 \text{ kg}$$

El esfuerzo resistente del concreto es mayor que el actuante, es necesario diseñar de acuerdo con el Código ACI.

Estribos se colocarán a 
$$S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{27}{2} = 13 \text{ cm}$$

Longitud de confinamiento: la mayor de las siguientes.

$$L_u/6 = 280/6 = 47 \text{ cm}$$

$$16\phi_{\text{var\_long}} = 16 * 1,905 = 30,4 \text{ cm}$$

$$48\phi_{\text{var\_trans}} = 48 * 0,953 = 45,6 \text{ cm}$$

50 centímetros

Se utilizará una longitud de confinamiento, igual a 50 centímetros.

Relación volumétrica  $\rho_s$ :

$$\rho_s = 0,45 \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left( \frac{0,85f'_c}{f_y} \right) \quad A_{ch} = d_x * d_y = 24 * 24 = 576 \text{ cm}^2$$

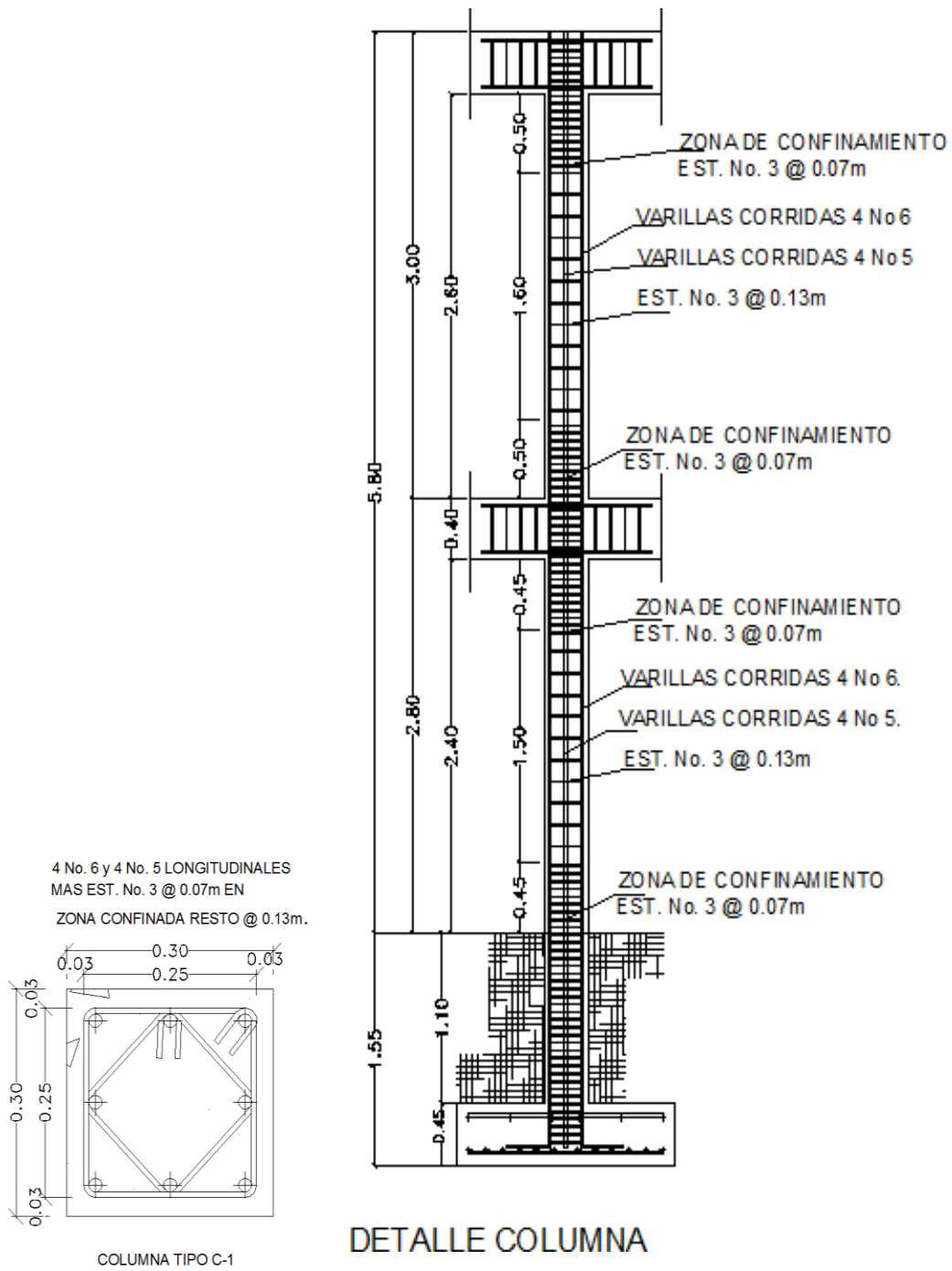
$$\rho_s = 0,45 \left( \frac{900}{576} - 1 \right) \left( \frac{0,85 \cdot 10}{2810} \right) = 0,016$$

$$S = \frac{4 * A_v}{\rho_s L} = \frac{4 \cdot 0,71 \text{ cm}^2}{0,016 \cdot 4} = 7,35 \text{ cm}, \text{ colocar estribos a cada } 7 \text{ cm en zona confinada}$$

Se colocarán estribos rotados a 45 grados alternados, según el Código ACI 318, en el capítulo 7.10.5, debido a las barras longitudinales en las caras.

Este método se aplicó para la columna del segundo nivel, con los momentos y cortes máximos de nivel. A continuación se muestran los resultados del diseño.

Figura 38. Detalle de sección y armado de columnas típicas



Fuente: elaboración propia.

#### 2.1.7.4. Diseño de gradas

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

Altura de escalón = 2,80 m / 20 escalones = 0,14 metros = 14 cm

Integración de cargas

Peso propio de escalera =  $2\,400(0,12+0,14/2)$  = 456 kg/m<sup>2</sup>

Acabados = 200 kg/m<sup>2</sup>

Total carga muerta = 656 kg/m<sup>2</sup>

Carga viva = 500 kg/m<sup>2</sup>

Carga última = 1,4CM + 1,7CV = 1,4(656) + 1,7(500) = 1 768,4 kg/m<sup>2</sup>

Se considera la losa en una dirección, se analiza una franja con ancho unitario de 1 metro. La carga última es CU = 1,768.4 kg/m. Para un tramo de escalones con longitud de 3.31 metros.

$$M_{(+)} = \frac{Wl^2}{9} = \frac{1768,4 \cdot 3,31^2}{9} = 2\,152,75 \text{ kg.m}$$

$$M_{(-)} = \frac{Wl^2}{14} = \frac{1768,4 \cdot 3,31^2}{14} = 1\,383,91 \text{ kg.m}$$

$$A_{s\text{Min}} = \frac{14,1 * bd}{f_y} = \frac{14,1(100)(11,5)}{2810} = 5,77 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \left[ bd - \sqrt{bd^2 - \frac{Mb}{0,003825f_c}} \right] * \frac{0,85f_c}{f_y}$$

$$M_{(+)} = 2152,75 \text{ Kg.m}$$

$$A_s = \left[ 100 * 11,5 - \sqrt{(100 * 11,5)^2 - \frac{2152,75(100)}{0,003825(10)}} \right] * \frac{0,85(10)}{2810} = 7,82 \text{ cm}^2$$

$$M_{(-)} = 1383,91 \text{ Kg.m}$$

$$A_s = \left[ 100 * 11,5 - \sqrt{(100 * 11,5)^2 - \frac{1383,91(100)}{0,003825(10)}} \right] * \frac{0,85(10)}{2810} = 4,92 \text{ cm}^2$$

Utilizando el área de acero mínimo  $A_s = 5,77 \text{ cm}^2$ , con varillas No 4 el espaciamiento resulta:

$$S = \frac{(1,26 \text{ cm}^2)(100 \text{ cm})}{5,77 \text{ cm}^2} = 21,83 \text{ cm},$$

Utilizando el área de acero  $A_s = 7,82 \text{ cm}^2$ , con varillas No 4 el espaciamiento resulta:

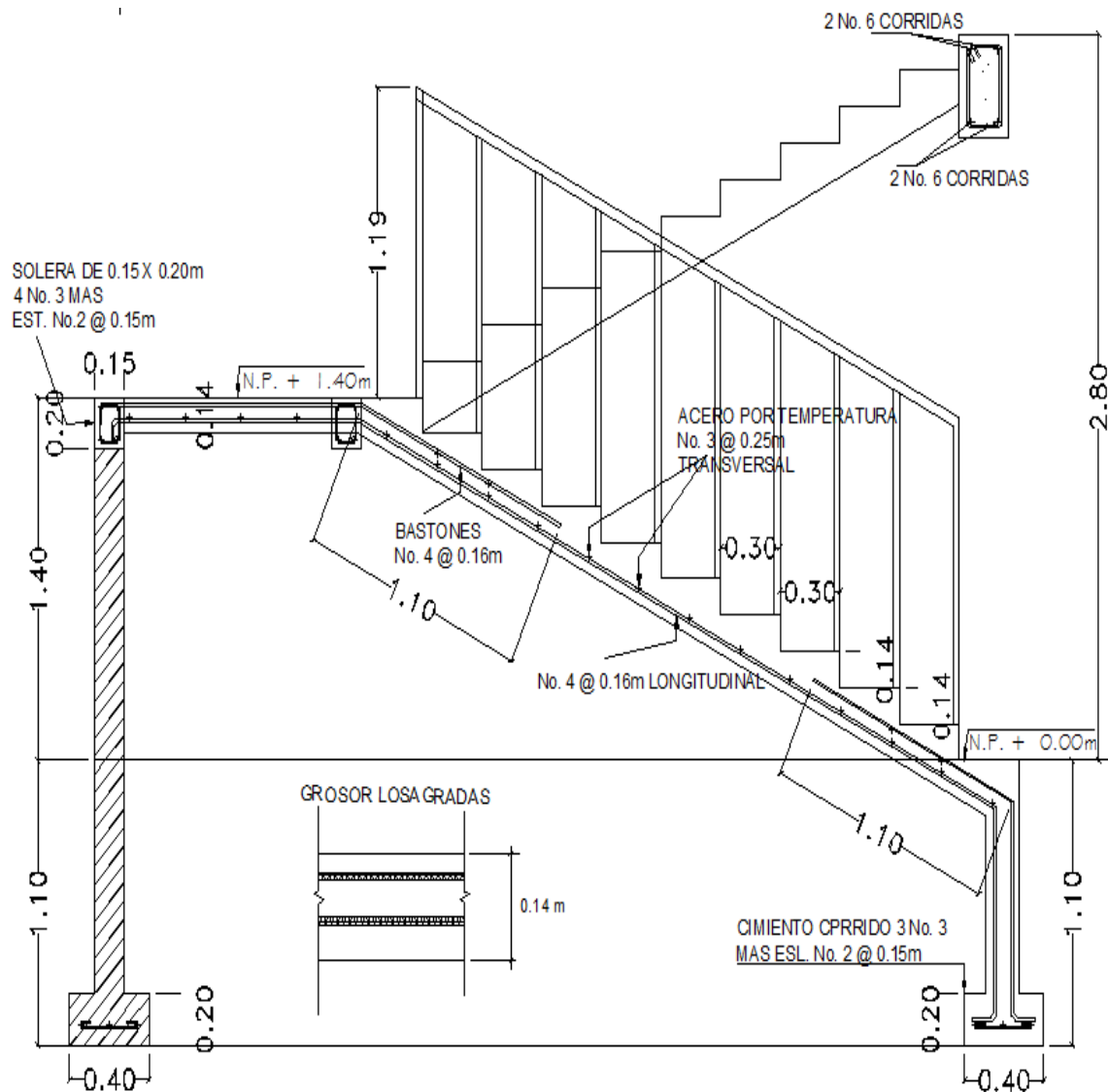
$$S = \frac{(1,26 \text{ cm}^2)(100 \text{ cm})}{7,82 \text{ cm}^2} = 16,11 \text{ cm}, \text{ se utilizará No 4 @0,16 m}$$

Refuerzo transversal

$$\text{Acero por temperatura } A_{s\text{Temp}} = 0,002bt = 0,002(100 * 14) = 2,8 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2)(100 \text{ cm})}{2,8 \text{ cm}^2} = 25,35 \text{ cm}, \text{ se utilizará No 3 @0,25 m}$$

Figura 39. Detalle de gradas



Fuente: elaboración propia.



### 2.1.7.5. Diseño de cimientos

Son elementos estructurales que reciben las cargas de la estructura la soportan y la transmiten al suelo. El tipo de cimentación depende principalmente del tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y su costo. En este caso se diseñan zapatas concéntricas de forma cuadrada. Los datos para diseño son el valor soporte del suelo y los momentos obtenidos en el análisis estructural.

Zapatas concéntricas

Datos:

$$M_x = 4,41 \text{ ton-m}$$

$$\text{desplante} = 1,10 \text{ m}$$

$$M_y = 4,51 \text{ ton-m}$$

$$F_{cu} = 1,53$$

$$P_u = 64,88 \text{ ton}$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ ton/m}^3$$

$$V_s = 24,45 \text{ ton/m}^2$$

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

$$\rho_{\text{suelo}} = 1,33 \text{ ton/m}^3$$

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

cargas de trabajo:

$$P'_t = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{64,88}{1,53} = 42,41 \text{ ton}$$

$$M'_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{4,41}{1,53} = 2,89 \text{ ton-m}$$

$$M'_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{4,51}{1,53} = 2,95 \text{ ton-m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1,5P't}{V_s} = \frac{1,5 \cdot 42,41}{24,45} = 2,60 \text{ m}^2$$

Consideramos una zapata de 1,75 X 1,75 metros, para un área de zapata de 3,06 m<sup>2</sup>, ya que según las características del suelo de la región son malas, se procede a chequear este valor.

Revisión de presión sobre el suelo:

La zapata transmite verticalmente al suelo las cargas aplicadas a ella por medio de la superficie en contacto con éste, ejerce una presión cuyo valor se define por la fórmula:

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} + \frac{M_{ty}}{S_y}, \quad \text{donde } S = \frac{bh^2}{6}$$

Se debe tomar en cuenta que q no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte (Vs), para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = \frac{1,75 \cdot 1,75^2}{6} = 0,89$$

$P = P' + P_{columna} + P_{suelo} + P_{cimiento}$

$$P = 42,41 + (0,30 \cdot 0,30 \cdot 2,4 \cdot 7) + (3,06 \cdot 1,33 \cdot 1,20) + (3,06 \cdot 0,45 \cdot 2,40) = 52,11 \text{ ton}$$

$$q_{\max} = \frac{52,11}{3,06} + \frac{2,89}{0,8932} + \frac{2,95}{0,8932} = 23,57 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\min} = \frac{52,11}{3,06} - \frac{2,89}{0,8932} - \frac{2,95}{0,8932} = 10,49 \text{ ton/m}^2$$

$q_{\max} = 23,57 \text{ Ton/m}^2$  cumple, no excede el Vs

$q_{\min} = 10,49 \text{ Ton/m}^2$  cumple, sólo compresiones

### Presión última

La presión del suelo en un punto cualquiera de la zapata, es distinta a la presión en otro punto de la misma. Para efectos de diseño se determina una presión constante; aplicando un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, afectada por el factor de carga última.

$$q_u = F_{cu} * q_{\max} = 1,53 * 23,57 = 36,06 \text{ ton/m}^2$$

### Peralte efectivo

$d = t - \text{rec.} - \varnothing_{\text{var}}/2$  con un t asumido = 0,45 m

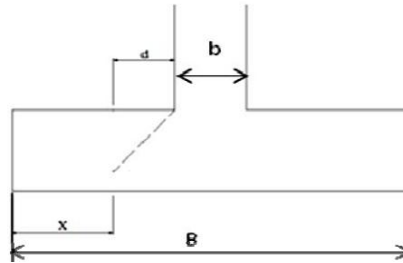
$d = 45 - 7,5 - 2,54/2$

$d = 36,23 \text{ cm} = 0,36 \text{ m}$

### Chequeo por corte simple

La falla de las zapatas por esfuerzo cortante simple, ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante.

Figura 40. Corte simple en zapata



Fuente: elaboración propia.

$$x = B/2 - b/2 - d$$

$$x = 1,75/2 - 0,30/2 - 0,36 = 0,37 \text{ m}$$

Corte actuante

$$V_{act} = \text{Área} \cdot q_u = 1,75 \cdot 0,37 \cdot 36,06 = 23,35 \text{ Ton.}$$

Corte resistente

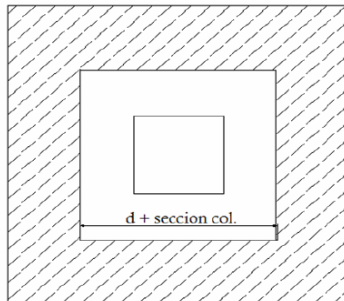
$$V_{res} = 0,53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \overline{f'_c} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 175 \cdot 36 \cdot \overline{210} = 41\,128 \text{ kg} = 41,13 \text{ ton}$$

$V_{res} > V_{act}$ , el espesor resiste el corte simple.

Corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata, el límite donde ocurre la falla está a una distancia  $d/2$ , del perímetro de la columna.

Figura 41. Corte punzonante en zapata



Fuente: elaboración propia.

Corte actuante

$$d + \text{sección de columna} = 36 + 0,30 = 66 \text{ cm} = 0,66 \text{ m}$$

$$V_{act \text{ pun}} = \text{Área} \cdot q_u = (1,75 \cdot 1,75 - 0,66 \cdot 0,66) \cdot 36,06$$

$$V_{act \text{ pun}} = 94,73 \text{ Ton.}$$

Corte resistente

$$V_{rpun} = 1,06 \cdot \phi \cdot b_o \cdot d \cdot \overline{f'_c}, \quad b_o = 4(b_{col} + d)$$

$$b_o = 4 \cdot 66 = 264 \text{ cm}$$

$$V_{rpun} = 1,06 \cdot 0,85 \cdot 264 \cdot 36 \cdot \overline{210} = 124 \,091 \text{ kg} = 124,09 \text{ ton}$$

$V_{res} > V_{act}$ , el espesor resiste el corte punzonante, las dimensiones son adecuadas, se procede al diseño a flexión.

## Diseño del refuerzo

La zapata se diseña a flexión. La zapata actúa como una losa en voladizo.

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{36\,060 * \left(\frac{1,75}{2} - \frac{0,30}{2}\right)^2}{2} = 9\,477 \text{ kg-m}$$

El área de acero se calcula con la misma ecuación para el refuerzo de una viga:

$$A_s = \frac{0,85f'_c}{f_y} b*d - \sqrt{b*d^2 - \frac{M_u*b}{0,003825*f'_c}}$$

$$A_s = \frac{0,85*210}{2\,810} 72*36 - \sqrt{72*36^2 - \frac{9\,477*72}{0,003825*210}} = 10,76 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = 14,1*b*d/f_y = 14,1*72*36/2\,810$$

$A_{smin} = 13,00 \text{ cm}^2$ , Por tanto colocar  $A_{smin}$ .

Separación para  $A_{smin}$  con varillas No.5

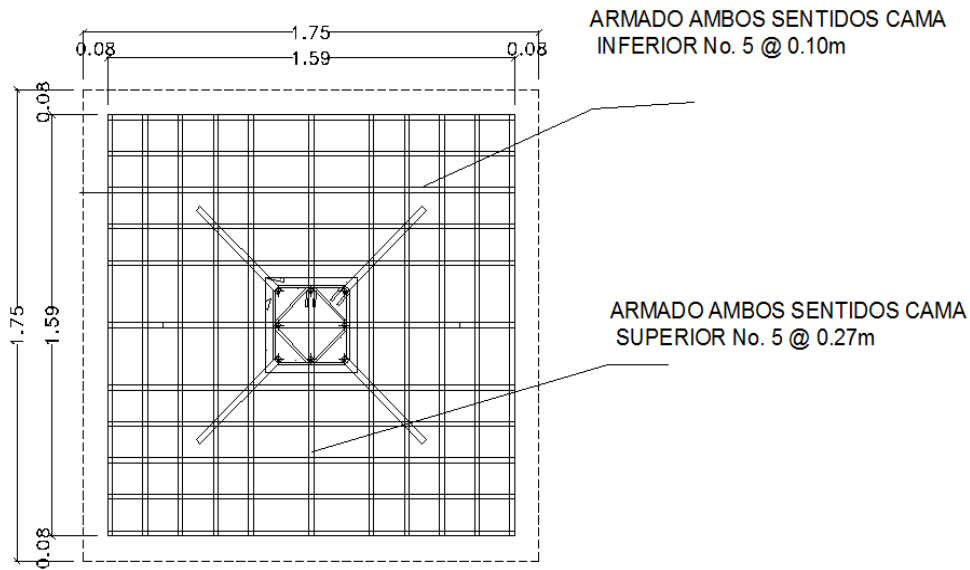
$$13,00 \text{ cm}^2 \rightarrow 72 \text{ cm}$$

$$S = 10 \text{ cm}$$

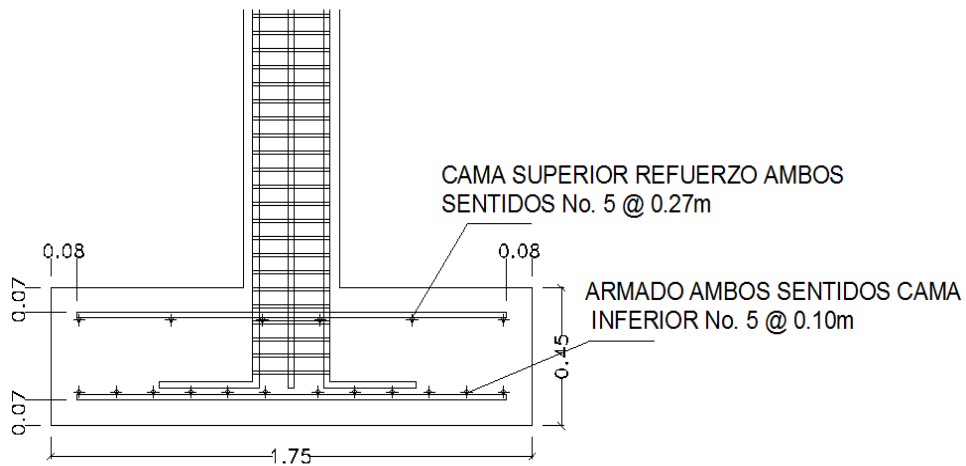
En cama inferior colocar varillas No. 5 @ 10 cm en ambos sentidos de la zapata.

$A_s \text{ temperatura} = 0,002*b*t = 0,002*72*36 = 5,18 \text{ cm}^2$ , en cama superior colocar  $A_s \text{ temperatura}$  utilizando varillas #5 el espaciamiento es de 27 cm en ambos sentidos.

Figura 42. **Detalle de armado de zapata**



**PLANTA ZAPATA Z-1**



**SECCIÓN ZAPATA Z-1**

Fuente: elaboración propia.

## Zapatas combinadas

Después de diseñar las zapatas aisladas, se comprobó que en el diseño del edificio escolar en la sección del corredor, las dimensiones de las zapatas se traslapan, por tal razón se diseñan zapatas combinadas.

Figura 43. **Sección zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

Datos:

$$M_x = 4,41 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

$$M_y = 4,51 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

$$P_u = P_1 = P_2 = 64,88 \text{ ton}$$

$$V_s = 24,45 \text{ ton}/\text{m}^2$$

$$\rho_{\text{suelo}} = 1,33 \text{ ton}/\text{m}^3$$

$$\text{desplante} = 1,10 \text{ m}$$

$$F_{cu} = 1,53$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ ton}/\text{m}^3$$

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

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

cimiento rectangular.

$$L = 2(m+n)$$

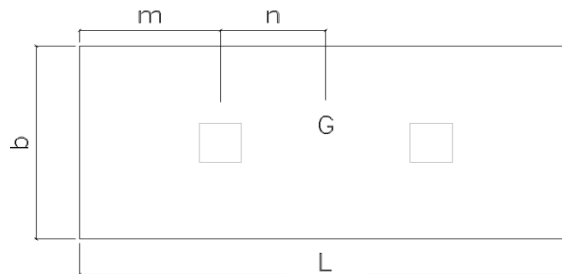
$$b = R/qL$$

$$R = P't_1 + P't_2$$

$$q = V_s$$



Figura 44. **Planta zapata combinada**



Fuente: elaboración propia.

cargas de trabajo:

$$P't1 = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{64,88}{1,53} = 42,41 \text{ ton}$$

$$P't2 = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{64,88}{1,53} = 42,41 \text{ ton}$$

$$M'tx = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{4,41}{1,53} = 2,89 \text{ ton-m}$$

$$M'ty = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{4,51}{1,53} = 2,95 \text{ ton-m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

La longitud del cimiento se escoge de tal manera que el centro de cargas coincida con el centro geométrico del cimiento.

Se tiene  $L=2(m+n)$  asumo  $m=1 \text{ m}$  y  $n=0,75$

$$L = 2(1+0,75) = 3,5 \text{ m}$$

$$Az = b \times L$$

$$b = \frac{R}{qL} = \frac{42,41+42,41}{24,45 \times 3,5} = 0,99 \text{ m}$$

$$b = 0,99$$

Tomando en cuenta que al no chequear el área de la zapata, se debe incrementar ésta conservando la longitud y aumentando el ancho b.

Tomando  $b = 1,50 \text{ m}$

$$Az = 1,50 \times 3,5 = 5,25 \text{ m}^2$$

Considerando una zapata combinada rectangular de 1,50 X 3,50 metros, para un área de zapata de 5,25 m<sup>2</sup>, ya que según las características del suelo de la región son malas, se procede a chequear este valor.

Integración de cargas:

$$P_{col} = (\text{sección col}) \times (\text{altura col}) \times (\gamma_{concreto})$$

$$P_{col} = 0,30 \times 0,30 \times 7 \times 2,4 = 1,51 \text{ ton}$$

$$P_s + P_{cim} = P_{suelo} + P_{cimiento}$$

$$P_s = Az \times \text{desplante} \times \gamma_{suelo}$$

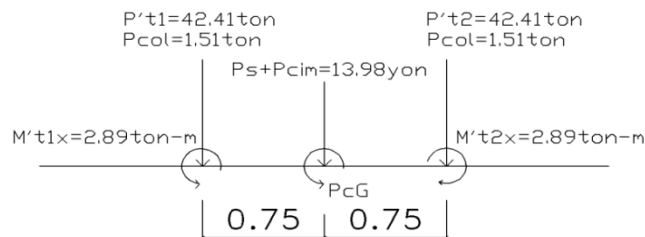
$$P_s = 5,25 \times 1,10 \times 1,33 = 7,68 \text{ ton}$$

$$P_{cim} = Az \times t \times \gamma_{concreto}$$

$$P_s = 5,25 \times 0,50 \times 1,33 = 6,30 \text{ ton}$$

$$P_s + P_{cim} = 7,68 + 6,30 = 13,98 \text{ ton}$$

Figura 45. Diagrama de cuerpo libre



Fuente: elaboración propia.

Las cargas equivalentes en el centro geométrico son:

$$P_{cG} = P't1 + P't2 + 2P_{col} + P_s + P_{cim}$$

$$P_{cG} = 42,41 + 42,41 + 2*(1,51) + 7,68 + 6,30 = 101,82 \text{ ton}$$

Haciendo

$$M_{c_G} = 0$$

$$M_{cGx} = 2,89 + 1*81,51 + 42,41 - 2,89 - 1(1,51 + 42,41) = 0 \text{ ton -m}$$

$$M_{cGy} = 2,95 - 2,95 = 0 \text{ ton- m}$$

Presión sobre el suelo

$$S = \frac{bh^2}{6}$$

Lado corto

$$S_y = \frac{1,5 * 3,5^2}{6} = 3,06$$

Lado largo

$$S_x = \frac{3,5 * 1,5^2}{6} = 1,31$$

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} + \frac{M_{ty}}{S_y}$$

$$q_{\max} = \frac{101,82}{5,25} \pm \frac{0}{3,06} \pm \frac{0}{1,31} = 19,39 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\min} = \frac{101,82}{5,25} \pm \frac{0}{3,06} \pm \frac{0}{1,31} = 19,39 \text{ ton/m}^2$$

$q_{\max} = 19,39 \text{ ton/m}^2$  cumple, no excede el  $V_s$

$q_{\min} = 19,39 \text{ ton/m}^2$

#### Presión última

La presión del suelo en un punto cualquiera de la zapata, es distinta a la presión en otro punto de la misma. Para efectos de diseño se determina una presión constante; aplicando un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, afectada por el factor de carga última.

$$q_u = F_{cu} * q_{\max} = 1,53 * 19,39 = 29,67 \text{ ton/m}^2$$

#### Peralte efectivo

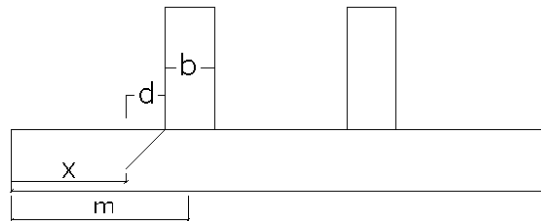
$d = t - \text{rec.} - \varnothing_{var}/2$  con un  $t$  asumido = 0,50 m

$d = 50 - 7,5 - 2,54/2$

$d = 41 \text{ cm} = 0,41 \text{ m}$

Chequeo por corte simple

Figura 46. Corte simple en zapata



Fuente: elaboración propia.

$$x = m - b/2 - d$$

$$x = 1 - 0.30/2 - 0.41 = 0.44\text{m}$$

Corte actuante

$$V_{act} = \text{Área} \cdot q_u = 1,50 \cdot 0,44 \cdot 29,67 = 19,58 \text{ ton.}$$

corte resistente

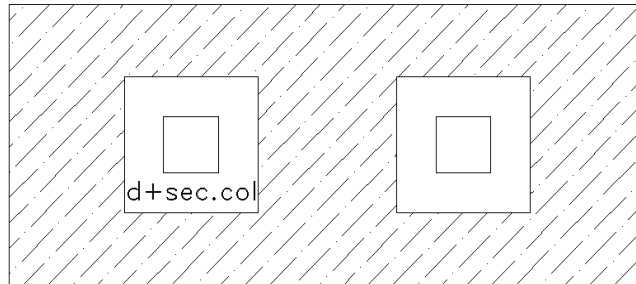
$$V_{res} = 0,53 \cdot \phi \cdot b \cdot d \cdot \overline{f'_c} = 0,53 \cdot 0,85 \cdot 150 \cdot 44 \cdot \overline{210} = 43\,087 \text{ kg} = 43,08 \text{ ton}$$

$V_{res} > V_{act}$ , el espesor resiste el corte simple.

Corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata, el límite donde ocurre la falla está a una distancia  $d/2$ , del perímetro de la columna.

Figura 47. Corte punzonante en zapata



Fuente: elaboración propia.

Corte actuante

$$b_o = 4(d + \text{sección de columna})$$

$$d + \text{sección de columna} = 41 + 0,30 = 71 \text{ cm} = 0,71\text{m}$$

$$b_o = 4 \cdot 0,71 = 284 \text{ cm}$$

$$V_{act \text{ pun}} = P_u - \dot{A}_{pun} \cdot q_u = 64,88 - (0,41 + 0,30)^2 \cdot 29,67$$

$$V_{act \text{ pun}} = 49,92 \text{ ton.}$$

Corte resistente

$$V_{rpun} = 1,06 \cdot \phi \cdot b_o \cdot d \cdot \overline{f'_c}, \quad b_o = 4(b_{col} + d)$$

$$b_o = 284 \text{ cm}$$

$$V_{rpun} = 1,06 \cdot 0,85 \cdot 284 \cdot 41 \cdot \overline{210} = 152\,032 \text{ kg} = 152,03 \text{ ton}$$

$V_{res} > V_{act}$ , el espesor resiste el corte punzonante, las dimensiones son adecuadas, se procede al diseño a flexión.

Flexión

$$A_{smin} = 14,1 \cdot b \cdot d / f_y = 14,1 \cdot 100 \cdot 41 / 2810 = 20,57 \text{ cm}^2$$

El momento resistente con  $A_s = 20,57 \text{ cm}^2$  es

$$MR = 0,9 \cdot f_y \cdot A_s \cdot \left( d - \frac{A_s \cdot f_y}{1,7 \cdot f'_c \cdot b} \right)$$

$$MR = 0,9 \cdot 2810 \cdot 20,57 \cdot \left( 41 - \frac{20,57 \cdot 2810}{1,7 \cdot 210 \cdot 100} \right) = 2048654 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$MR = 20,486 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Momento actuante

$$M_{uact} = \frac{q_u \cdot L^2}{2} = \frac{29670 \cdot (1,00)^2}{2} = 14835 \text{ kg} \cdot \text{m} = 14,83 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

El momento  $MR > M_{uact}$  si resiste, por tanto colocar  $A_{smin}$  en cama inferior y superior No.5 a cada 9 cm en sentido largo (longitudinal).

$A_s$  temperatura

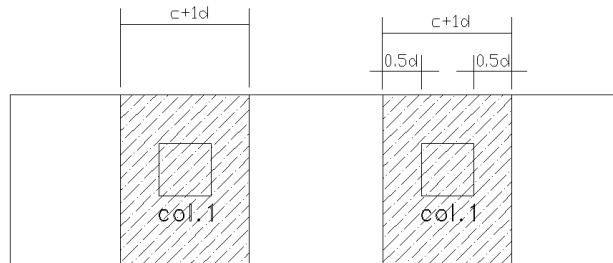
$$A_s = 0,002 \cdot b \cdot t$$

$$A_s = 0,002 \cdot 100 \cdot 41 = 8,2 \text{ cm}^2$$

Colocar  $A_s$  temp en cama inferior y superior. No.5 a cada 20 cm en sentido corto (transversal).

## Vigas transversales

Figura 48. **Planta de sección de viga en zapata**



Fuente: elaboración propia.

Tomando un ancho de viga de  $(c+ 1d)$  donde  $1d$  es  $d_y-y$ , se chequea bajo la columna crítica en este caso 1 o 2 considerando que la viga será igual para las dos columnas.

$$d_y-y= \text{peralte} - \frac{\varnothing_x}{2} - \frac{\varnothing_y}{2}$$

utilizando  $\varnothing_x$  y  $\varnothing_y$  No.5

$$\text{peralte} = 41$$

$$d_y-y = 41 \text{ cm} - 1,91/2 - 1,91/2 = 39,00 \text{ cm}$$

$$C+1d = 30 + 1 \cdot 39,0 = 69$$

La viga transversal se diseñará con la presión uniforme causada por la carga puntual de la columna  $P_u = 64,88 \text{ ton/m}^2$

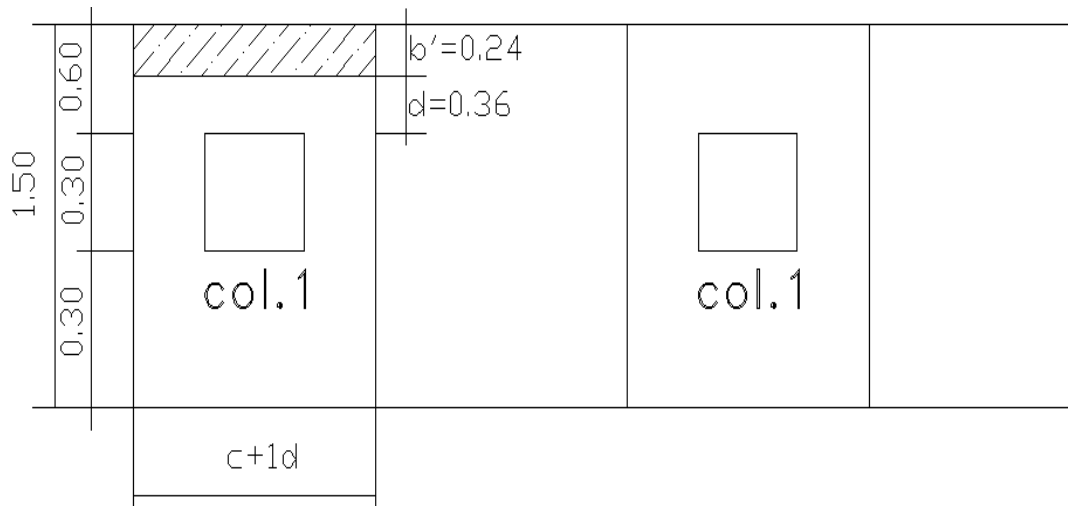
$$q_d = \frac{P_u}{b \cdot (c+1d)}$$

$$q_d = \frac{64,88 \text{ ton}}{1,50 \cdot 0,69} = 62,68 \text{ ton/m}^2$$



Corte simple

Figura 49. Corte simple de viga en zapata



Fuente: elaboración propia.

$$V_{act} = qd \cdot b' \cdot (c+1d)$$

$$V_{act} = 62,68 \cdot 0,24 \cdot 0,69$$

$$V_{act} = 10,38 \text{ ton}$$

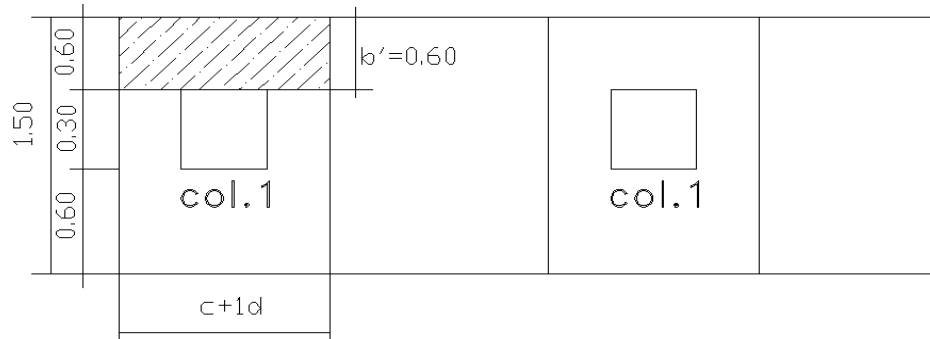
$$V_R = 0,85 \cdot 0,53 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'c}$$

$$V_R = 0,85 \cdot 0,53 \cdot 69 \cdot 41 = 18\,468 \text{ kg} = 18,47 \text{ ton}$$

$V_R > V_{act}$  si cumple

Flexión

Figura 50. Flexión de viga en zapata



Fuente: elaboración propia.

$$Mu_{act} = \frac{q_u \cdot b'^2}{2} = \frac{62\,680 \cdot (0,60)^2}{2} = 11\,282 \text{ kg-m}$$

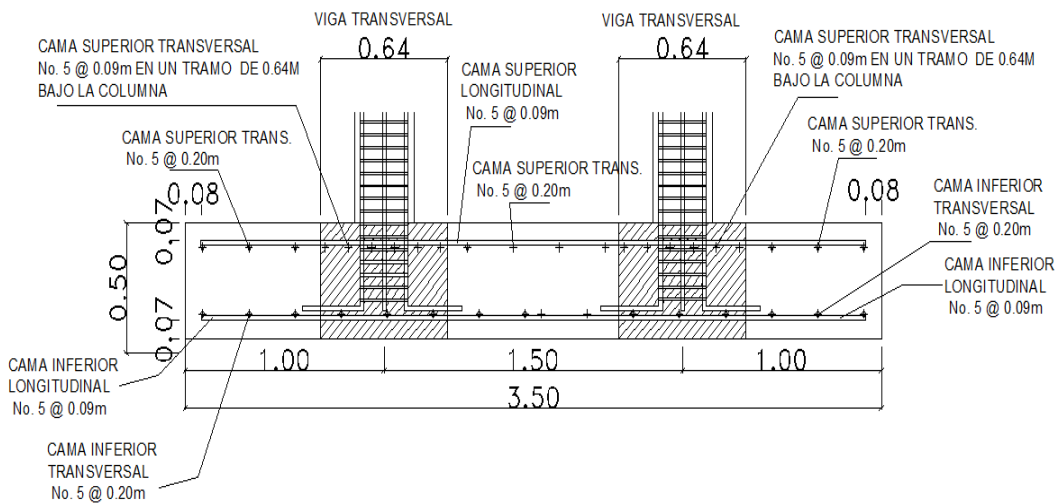
$$As = \frac{0,85f'_c}{f_y} b' \cdot d - \frac{Mu \cdot b'}{b \cdot d^2 - 0,003825 \cdot f'_c}$$

$$As = \frac{0,85 \cdot 210}{2\,810} 60 \cdot 41 - \frac{11\,282 \cdot 60}{60 \cdot 41^2 - 0,003825 \cdot 210} = 11,28 \text{ cm}$$

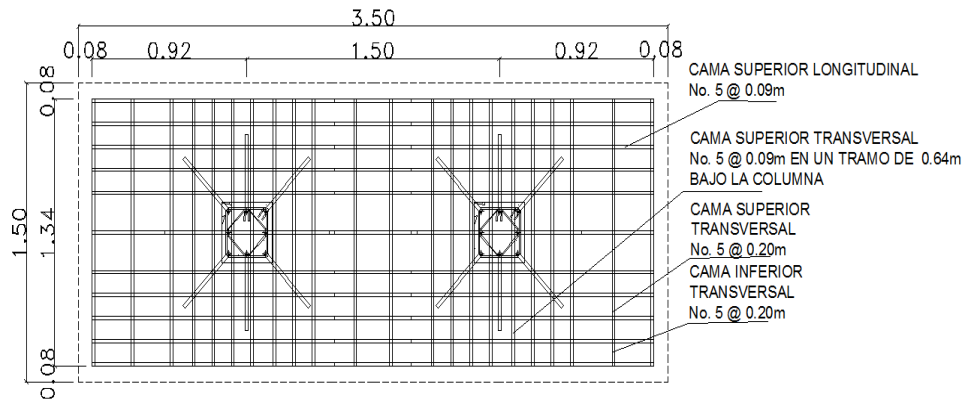
$$As_{min} = 14,1 \cdot b \cdot d / f_y = 14,1 \cdot 60 \cdot 41 / 2\,810 = 12,34 \text{ cm}^2$$

se debe colocar  $As_{min}$  en viga de zapata, en cama superior No.5 a cada 9 cm (ver detalle de armado de zapata combinada en figura 51).

Figura 51. Detalle de armado de zapata combinada



SECCION ZAPATA COMBINADA Z-2



PLANTA ZAPATA COMBINADA Z-2

Fuente: elaboración propia.

### Cimiento corrido

Se utilizará cimiento corrido con base de 0,40 metros, peralte de 0,20 metros de acuerdo a FHA a una profundidad de 1 metro para los muros de mampostería de división de ambientes. Esto es necesario ya que el suelo de la región no es muy bueno dando un valor soporte bajo.

## **2.1.8. Instalaciones**

Comprende las instalaciones de agua potable, las instalaciones eléctricas (iluminación y fuerza), instalación de agua pluvial y la instalación de drenaje dentro de la edificación.

### **2.1.8.1. Agua potable**

El sistema de agua potable está diseñado como circuito cerrado para mantener la presión en cada área del edificio, el circuito cuenta con 4 lavamanos, 5 inodoros, 2 urinarios y un grifo de servicio. Se utilizó tubería pvc de diámetros  $\frac{3}{4}$  pulgadas en circuito principal y pvc de diámetro  $\frac{1}{2}$  pulgadas para abastos. Esta debe resistir una presión mínima de trabajo igual a 11,26 kilogramo sobre centímetro cuadrado (160 libra sobre pulgada cuadrada). La red principal debe estar por lo menos 0,30 metros por debajo del nivel de piso.

- Pruebas

La instalación de la tubería, incluyendo los artefactos sanitarios y la grifería correspondiente, deberá ser sometida a pruebas de resistencia y estanquidad. La tubería deberá someterse a una presión interna de agua inyectada.

La presión de prueba será mantenida por medio de una bomba, a esta deberá conectarse un manómetro. Estos deberán estar aprobados con una exactitud dentro de una tolerancia igual a  $\pm 5$  por ciento. Se aplicará una presión mínima igual a 7 kilogramos sobre centímetro cuadrado (100 libra sobre pulgada cuadrada) o la presión estática más un 20 por ciento. Se escogerá la presión que fuere mayor, y se aplicará por un período de 2 horas. Durante este

período, no deberá existir descenso en la presión, inspeccionando todas las uniones, antes y durante el tiempo que dure la prueba, corrigiendo aquellas que tuvieren fugas visibles.

- Lavado y desinfección

Antes de poner en servicio la instalación, la tubería debe lavarse y desinfectarse interiormente. Para el proceso de lavado del sistema, se hará circular agua a una velocidad mínima de 0,75 metros sobre segundo, durante un período mínimo de 15 minutos.

Se procederá a la desinfección de la tubería. La tubería deberá estar completamente vacía, luego se llenará con agua y se agregará a ella una solución de cloro en una proporción igual a 20 miligramos de cloro por cada litro de agua. La tubería deberá mantenerse llena de agua y con la solución descrita durante 24 horas, transcurridas las 24 horas, se vaciarán las tuberías y se procederá a lavarlas haciendo circular agua en cantidad suficiente, para eliminar el agua empleada en la desinfección. El agua a emplearse para el lavado final deberá ser de una calidad igual (potable) a la que circulará por la tubería en condiciones normales. Además se colocará llave de paso, llave de globo y contador, antes del ingreso de tubería al edificio.

#### **2.1.8.2. Drenaje**

El sistema de evacuación de aguas negras y pluviales, es a través de redes independientes, para evitar contaminación e incrementación de caudal en el sistema de drenaje general. Se utilizó tubería pvc de diámetro 3 pulgadas, cajas de registro, cajas unión. La tubería de aguas negras será colocada con

una pendiente mínima de 1 por ciento y la tubería de agua pluvial con pendiente mínima del 1 por ciento.

Determinando diámetro de la tubería

Datos

pendiente = 1 %

área tributaria = 33,26 m<sup>2</sup> = 0,003326 hectáreas,

tiempo para tramo inicial t = 12 min

pvc = 3 plg

coeficiente de rugosidad de pvc n= 0,010

coeficiente de escorrentía para superficie de concreto C = 0,90

intensidad de lluvia para la región de Zacapa en 10 años.

$$I = \frac{4\,049,0}{t + 37,14}$$

encontrando intensidad

$$I = \frac{4\,049,0}{12 + 37,14} = 82,40 \text{ mm/h}$$

caudal de diseño

$$q_{di} = \frac{C * I * A}{360} = \frac{0,90 * 82,40 * 0,003326}{360} = 0,000685 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_{di} = 0,685 \text{ l/s}$$

encontrando velocidad de flujo de sección llena

$$V = \frac{0,03429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} = \frac{0,03429 * 0,3^{\frac{2}{3}} * (1/100)^{\frac{1}{2}}}{0,010} = 0,71 \text{ m/s}$$

área de sección de tubería

$$A = 5,067 E^{-10} * D^2 = 5,067 E^{-10} * 0,3^2 = 0,00456 \text{ m}^2$$

caudal de sección llena

$$Q = A * V = 0,00456 * 0,71 = 3,252 E^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 3,25 \text{ l/s}$$

Como Q mayor que qdi el diámetro de tubería es correcto.

### 2.1.8.3. Instalaciones eléctricas

La instalación eléctrica posee un tablero de distribución de 12 polos de los cuales se utilizarán 4 para iluminación y 5 para los circuitos de fuerza, dejando el resto para posible ampliación ó conexiones especiales futuras. Cada circuito de iluminación tiene como máximo 10 lámparas fluorescentes de 2x40 watts, cada circuito de fuerza tiene como máximo 6 tomacorrientes dobles.

Tabla IX. Circuitos de iluminación y fuerza

ILUMINACIÓN					VOLTAGE	220
CIRCUITO	CANTIDAD DE LAMPARAS	POTENCIA (W)	CORRIENTE (I) (AMP)	CORRIENTE PROTECCIÓN (AMP)	No. DE CONDUCTOR	CAPACIDAD FLIPON (AMP)
1 (A)	10	800	3,64	4,55	12	20
2 (B)	8	640	2,91	3,64	12	20
3 (C)	8	640	2,91	3,64	12	20
4 (D)	8	640	2,91	3,64	12	20

Continuación de tabla IX.

CIRCUITO	CANTIDAD DE TOMAS	FUERZA			VOLTAGE	220
		POTENCIA (W)	CORRIENTE (I) (AMP)	CORRIENTE PROTECCIÓN (AMP)	No. DE CONDUCTOR	CAPACIDAD FLIPÓN (AMP)
5 (A)	5	2000	9,09	11,36	12	25
6 (B)	6	2400	10,91	13,64	12	25
7 (C)	4	1600	7,27	9,09	12	25
8 (D)	6	2400	10,91	13,64	12	25

Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.8.4. Elaboración de planos constructivos**

Los planos que se elaboraron son: planta amueblada, planta acotada, planta de acabados, planta de cimentación y columnas, planta de techos y vigas, detalles de gradas, planta de instalaciones hidráulicas, planta de drenajes y planta de instalación eléctrica. (Ver anexo 7)

#### **2.1.9. Elaboración de presupuesto**

El presupuesto se elaboró en base a precios unitarios, aplicando un 31% de costos indirectos, en los cuales se incluyen gastos de administración, supervisión y utilidades. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región, con salarios de mano de obra califica como no calificada.



Tabla X. Presupuesto de edificio de dos niveles

PROYECTO:		DISEÑO ESCOLAR DE DOS NIVELES					
UBICACIÓN:		LA UNIÓN, ZACAPA			FECHA:		11/04/2011
COMUNIDAD:		TAWAYNÍ					
NO.	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO		TOTAL	
				UNITARIO	TOTAL		
1	<b>PRELIMINARES</b>						
1,01	Limpieza	M2	176	Q 15,00	Q 2.640,00		
1,02	Trazo y estaqueado	ML	96	Q 22,00	Q 2.112,00		
1,03	Excavación estructural	M3	125	Q 51,00	Q 6.375,00		
1,04	Bodega	U	1	Q 9.800,00	Q 9.800,00		
						Q 20.927,00	
2	<b>Cimentación</b>						
2,01	Zapata Z-1	U	6	4.760,49	Q 28.562,94		
2,02	Zapata Z-2	U	6	12.326,72	Q 73.960,32		
2,03	Cimiento corrido cc-1	ML	96	391,63	Q 37.596,48		
						Q 140.119,74	
3	<b>COLUMNAS</b>						
3,01	Columna C-1	ML	124,2	1.362,48	Q 169.220,02		
3,02	Columna C-2	ML	289,8	352,92	Q 102.276,22		
3,03	Columna C-3	ML	27,6	174,42	Q 4.813,99		
						Q 276.310,22	
4	<b>MUROS</b>						
4,01	Muro primer nivel	M2	165	290,32	Q 47.902,80		
4,02	Muro segundo nivel	M2	110	290,32	Q 31.935,20		
4,03	solera humedad	ML	94,2	331,47	Q 31.224,47		
4,04	solera intermedia	ML	94,2	331,47	Q 31.224,47		
4,05	solera corona	ML	94,2	331,47	Q 31.224,47		
						Q 173.511,42	
5	<b>VIGAS</b>						
5,01	Vigas primer nivel	ML	96	1.114,98	Q 107.038,08		
5,02	Vigas segundo nivel	ML	96	1.092,45	Q 104.875,20		
						Q 211.913,28	
6	<b>LOSAS</b>						
6,01	Losa primer nivel	M2	107	1.263,73	Q 135.219,11		
6,02	Losa segundo nivel	M2	120	935,87	Q 112.304,40		
						Q 247.523,51	
7	<b>GRADAS</b>						
7,01	Módulo de gradas	M2	14	639,04	Q 8.946,56		
						Q 8.946,56	
8	<b>ACABADOS</b>						
8,01	Repello + Cernido	M2	295	48,47	Q 14.298,65		
8,02	Piso de granito	M2	240	260,00	Q 62.400,00		
8,03	Pintura	M2	295	4,50	Q 1.327,50		
8,04	Barandales	Global	1	7.960,00	Q 7.960,00		
						Q 85.986,15	
9	<b>SISTEMA DE DRENAJES Y PLUVIALES</b>						
9,01	Drenajes pluviales	Global	1	34.376,04	Q 34.376,04		
						Q 34.376,04	
10	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>						
10,01	Agua potable	Global	1	17.782,99	Q 17.782,99		
						Q 17.782,99	
11	<b>INSTALACIONES DE ARTEFACTOS SANITARIOS</b>						
11,01	Instalaciones de artefactos	Global	1	36.444,20	Q 36.444,20		
						Q 36.444,20	
12	<b>PUERTAS Y VENTANAS</b>						
12,01	Instalaciones puertas y ventanas	Global	1	90.932,34	Q 90.932,34		
						Q 90.932,34	
13	<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>						
13,01	Iluminación y fuerza	Global	1	60.074,64	Q 60.074,64		
						Q 60.074,64	
						<b>TOTAL</b> Q 1.404.848,09	

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.10. Evaluación de Impacto Ambiental

La evaluación del riesgo de impacto ambiental se realizó mediante la Matriz de Leopold. Determinando varios factores para esta evaluación se obtuvo un resultado dentro del rango aceptable.

Tabla XI. Matriz de Leopold

COMPONENTES AMBIENTALES				BIOTICO			
ACCIONES DEL PROYECTO POR FASES				Vegetación terrestre	Vegetación acuática	Fauna terrestre	Fauna acuática
C E O S N C S O T L R A U R C D I E O N D O D S E N C I E N T L R E O S	C O N S T R U C C I O N D E O P E R A C I O N	1	Limpieza del Terreno	1 B SPLFJ			
		2	Acarreo de Materiales	1 D STLEM			
		3	Instalación de Drenajes y Compactación de suelo	1 D STLEK			
		4	Movimiento y circulación de vehículos	2 D SPLFK			
		5	Movimiento de Personas	2 D SPLFJ			
		6	Manejo de desechos sólidos	2 B RPLFJ			
		7	Instalaciones Hidráulicas	2 B SPLFJ			
		8	Mantenimiento	2 B RPLFJ			
		9	Medidas de Seguridad	2 B RPLFJ			
FACTOR DE JERARQUIA			<b>B</b>	1.55555			
			<b>D</b>	1			

IMPORTANCIA	1	2	0	0	0
	2	4	0	0	0
	3	2	0	0	0
	4	1	0	0	0
	5	0	0	0	0

Continuación de tabla XI.

FISICO												
GEOSFERICO				HIDRICO						ATMOSFERICO		
Suelo	Subsuelo	Geomorfología	Recursos	SUPERFICIAL			SUBTERRANEO			Ruido	Olor	Calidad del
				Cuerpos lentos	Cuerpos	Calidad del	Aguas Sup Superficial	Aguas Profund.	Calidad del Agua			
1 B SPLFJ 2										1 D STLFRM 1		1 D STLEM 2
1 B RPLFJ 2										1 D STLEM 1		1 D STLEM 2
1 D RTLEJ 1										1 D STLEM 2		1 D STLEM 2
2 D SPLFK 2										1 D SPLFK 1		1 D SPLFM 1
2 D SPLFK 1										1 D SPLFK 1		1 D SPLFM 1
2 B RPLFJ 4										1 D STLEM 1		1 B SPLFK 3
2 B SPLFJ 2										1 D STLEM 1		1 B SPLFK 1
2 B RPLFJ 3										1 D STLEM 1		2 B SPLFK 2
2 B ROLFJ 2										1 B RPLFK 1		1 B SPLFK 1
15 0.8										1 1.125		1.4 1.6
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	4
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SOCIOECONOMICO Y CULTURAL														
USO DE LA TIERRA		ASENTAMIENTOS HUMANOS Y SERVICIOS							SOCIOCULTURAL, ETNICO Y ESTETICO			JERARQUIA		
Comercio	Recreación	Seguridad	Urbanismo	Población (nivel de vida)	Salud	Empleo	Transporte y Comunicación	vivienda	Sistema Cultural	Patrimonio	Asentamientos hum.	Paisaje	B	D
2 B RPLFJ 4		1 B RPLFJ 3		1 B SPLFK 3	1 B SPLFM 2	1 B STLFK 2	1 B SPLFK 2					1 B SPLFK 1	2.1	1.5
1 B SPLFJ 3		1 B STLEJ 2		1 B SPLFK 3	1 B SPLFJ 4	1 B STLEJ 4	1 D STLEK 3					1 B SPLFJ 2	2.8571	1.75
1 B SPLFJ 3		1 B SPLFJ 3		1 B SPLFK 2	2 B RPLFJ 3	1 B STLFK 2	1 B SPLFJ 2					1 B SPLFJ 2	2.125	1.75
2 B SPLFK 3		2 B SPLFJ 3		1 D SPLFJ 1	1 B SPLFM 2	1 B SPLFK 3	1 D SPLFJ 1					1 D SPLFJ 1	18333	1
2 B RPLFJ 3		1 B SPLFK 2		1 D SPLFK 1	1 B SPLFK 3	1 B STLFK 3	1 D SPLFK 2					1 D STLFK 1	2.2	0.88888
2 B SPLFK 4		1 B SPLFK 2		2 B SPLFK 4	2 B RPLFK 3	2 B STLFJ 4	1 B SPLFK 2					1 B SPLFJ 2	2	1
2 B SPLFK 3		1 B SPLFK 2		2 B SPLFK 3	2 B RPLFJ 4	2 B STLFJ 3	1 D STLEK 2					1 B SPLFJ 1	14666	1.5
2 B SPLFJ 4		1 B SPLFK 2		2 B SPLFK 3	2 B RPLFJ 4	2 B STLFJ 4	1 B SPLFM 2					2 B SPLFK 2	16111	1
2 B SPLFK 3		2 B RPLFJ 4		1 B SPLFK 3	2 B RPLFJ 4	2 B SPLFK 3	1 B SPLFK 3					1 B SPLFM 2	16471	0
1875		2.0909		2.1	2.0743	2.1638	2.2					15		
				1			2					1		
												TOTAL	f(lm)	F(lm)
0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	4	23	0.2323
0	0	5	0	1	2	2	6	0	0	0	0	5	35	0.3535
6	0	3	0	5	3	4	2	0	0	0	0	0	27	0.2727
3	0	1	0	1	4	3	0	0	0	0	0	14	0.1414	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
												99		

Fuente: elaboración propia.

### **3.1. Diseño de edificación de dos niveles para el mercado municipal, municipio de La Unión, departamento de Zacapa**

La falta de un lugar adecuado para el comercio del casco urbano y la demanda de comerciantes provoca un estudio para el diseño de un edificio de dos niveles para mercado municipal.

#### **3.1.1. Descripción del proyecto**

Se realizará el diseño de un edificio de dos niveles el cual será destinado para mercado. El primer nivel estará destinado para locales comerciales de productos perecedero como verduras, frutas, carnes, etc., bodega, guardianía y servicios sanitarios para hombres y mujeres. El segundo nivel para locales comerciales de productos no perecederos como ropa, plásticos, telas, etc. y servicios sanitarios.

El edificio se diseñará con una estructura a base de marcos dúctiles y nudos rígidos, losa de concreto reforzado, los muros tabiques serán de mampostería y utilizados solo como divisiones de ambientes. Las cargas vivas de diseño serán tomadas del AGIES. El código de diseño a utilizar para los elementos de concreto reforzado es el ACI 318 05.

#### **3.1.2. Descripción del área disponible**

Con la demanda de comerciantes del casco urbano y para la realización del edificio de dos niveles para mercado municipal se cuenta con un área de terreno de 1 193 metros cuadrados.

### **3.1.2.1. Localización del terreno**

Se cuenta con un terreno de 33 x 35 metros, que está ubicado en la segunda avenida principal frente al rastro municipal en el casco urbano de la cabecera municipal. En este predio está construido el actual mercado municipal, que consta de un salón para ventas rodeado de locales comerciales; se deberá demoler la actual construcción previa a la construcción del edificio.

### **3.1.3. Evaluación de la calidad de suelos**

Las características del suelo, son necesarias conocerlas antes de cimentar una estructura en el lugar, se debe conocer aspectos fisicomecánicos como el valor soporte, tipo de suelo, para establecer las dimensiones de los cimientos.

#### **3.1.3.1. Determinación del valor soporte del suelo**

El ensayo realizado fue de compresión triaxial, efectuado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), la muestra fue extraída a una profundidad de 2,00 metros.

Datos obtenidos en ensayo de laboratorio.

Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado

Descripción del suelo: Limo arcilloso color café claro

Dimensión y tipo de la probeta: 2,5" x 5,0"

Ángulo de fricción Interna:  $\phi = 27,74^\circ$

Cohesión:  $C_u = 4,0 \text{ ton/m}^2$

Base (B) = 1,00 m

Peso específico ( $\gamma_s$ ) = 1,44  $\text{ton/m}^3$

Desplante (Df) = 1,60 m

Capacidad de carga neta última utilizando la ecuación del Dr. Terzaghi

$$q_d = 1,3 \cdot C \cdot N_c' + \gamma_s \cdot Z \cdot N_q' + 0,4 \cdot \gamma_s \cdot B \cdot N_w'$$

Factores de capacidad de carga (obtenidos de la grafica del anexo 2):

$$N_c' = 17$$

$$N_q' = 6$$

$$N_w' = 3$$

$$q_d = 1,3 \cdot 4 \cdot 17 + 1,44 \cdot 2 \cdot 6 + 0,4 \cdot 1,44 \cdot 1 \cdot 3$$

$$q_d = 107,41 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte del suelo

Factor de seguridad (FS) = 5, se utilizó este factor ya que el suelo de la región presenta características que no lo califican como bueno. Además, con el factor aplicado se estarán cubriendo las deficiencias que pudieran haberse cometido tanto en la obtención de la muestra, traslado y la realización del ensayo, dando seguridad a la construcción con un valor mayor al calculado y entrando en el rango de valor soporte para los diferentes tipos de suelo conforme la tabla1 valor soporte pagina 9.

$$V_s = q_d / FS$$

$$V_s = 107,41 / 5$$

$$V_s = 21,48 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte de diseño 21,48 t/m<sup>2</sup>

comparado con valores de la tabla I si cumple

### **3.1.4. Normas para el diseño de edificios**

Para el diseño se aplicarán los criterios arquitectónicos de ingeniería, que consiste en darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes, utilizando también las normas de los códigos ACI, AGIES, IMFOM y SEAOC.

#### **3.1.4.1. Criterios generales**

El edificio se diseñará para satisfacer las necesidades actuales y futuras que se requieren, tomando en cuenta la ubicación dentro del terreno, iluminación adecuada, buena relación de ambientes, orientación, forma de la estructura, altura del edificio, acabados, correcta colocación de accesorios sanitarios, etc.

#### **3.1.4.2. Criterios de conjunto**

Conjunto arquitectónico

La edificación se diseñará con una fachada que combine con la arquitectura del lugar. Para la distribución de ambientes, se tomó el criterio que en el primer nivel será destinado para productos perecederos como frutas, verduras, etc. y el segundo nivel destinado para productos no perecederos como ropa, plásticos, etc.

## Orientación del edificio

Se tomó una orientación de norte a sur, ya que el terreno solo permitía esta orientación, con lo cual es adecuada ya que de esa forma se optimiza mejor la luz solar.

### **3.1.4.3. Criterios de iluminación**

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

- Cantidad, tamaño y ubicación de las ventanas o lámparas.
- Tamaño del local, ya que dependiendo de sus dimensiones este recibirá mayor o menor iluminación.
- Los acabados claros permiten mayor reflexión de la luz y como resultado una mejor iluminación.

Por su procedencia, la iluminación se divide en natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital. Estos cuatro tipos de iluminación son aceptados para los edificios públicos:



#### **3.1.4.4. Otros criterios**

##### Ventilación

Es necesaria una cantidad de aire disponible en el ambiente. Esta tiene gran importancia para el desarrollo de las actividades en el lugar, para el efecto se incorporó puertas principales anchas para una ventilación adecuada en cada nivel del edificio.

#### **3.1.5. Diseño arquitectónico**

El edificio contará en el primer nivel con locales comerciales los cuales serán destinados para productos perecederos estos productos son carnes, lácteos, verduras, frutas, flores, refacciones, etc., servicio sanitario para damas y caballeros, guardianía, bodega, área de basura, rampa, un módulo de gradas y un corredor. Para el segundo nivel contará con locales comerciales destinados para productos no perecederos como ropa, zapatos, plásticos, telas, adornos, etc., servicio sanitario para damas y caballeros y un corredor.

##### **3.1.5.1. Ubicación del edificio en el terreno**

El edificio fue ubicado en la parte central del terreno, ya que es el área disponible para la construcción, el área con que se cuenta es de 1 193 metros cuadrados y la edificación ocupará un área de 1 050 metros cuadrados.

##### **3.1.5.2. Distribución de ambientes**

Para el diseño de distribución de ambientes de la edificación del mercado municipal, se tomó en cuenta la cantidad de negocios conforme su función.

Para el primer nivel se tendrá área de verduras, frutas, flores, lácteos, tortillas, pollerías, marisco, carnicerías y refresquerías. En el segundo nivel áreas para ropa, granos y especias, zapaterías, jarcia y miscelánea, contando cada nivel con un modulo de baños para damas y caballeros.

### **3.1.5.3. Altura del edificio**

El edificio es de dos niveles, el primer nivel tendrá altura de 3 metros de piso a cielo, el segundo 3 metros de altura de piso a cielo, la altura total será de 6 metros.

### **3.1.5.4. Selección del sistema estructural a usar**

El sistema estructural seleccionado es a base de marcos dúctiles con nudos rígidos, losa tradicional de concreto reforzado. Los muros tabiques serán de mampostería y utilizados solo como divisiones de ambientes.

## **3.1.6. Análisis estructural**

Consiste en determinar los efectos máximos producidos por las cargas mayoradas, sobre los elementos estructurales como las vigas, columnas, losas y zapatas esto para determinar los refuerzos de acero.

### **3.1.6.1. Predimensionamiento de elementos estructurales**

Es necesario predimensionar para establecer un parámetro inicial para el diseño de los elementos estructurales. Si durante el diseño los elementos no

resisten los efectos demandados en el análisis estructural, será necesario rediseñar los elementos, y establecer un nuevo ciclo de análisis y diseño.

#### Predimensionamiento de viga

Se tendrá una base de 25 y una altura o peralte de 45  
 $B = 0,25 \text{ m}$  y  $H = 0,45 \text{ m}$

#### Predimensionamiento de columnas

La sección de columna que se propone es de  $35 \times 35 \text{ cm} = 1\,225 \text{ cm}^2$

#### Predimensionamiento de losa

Se propone una losa de 12 cm de espesor.

#### Predimensionamiento de zapata

Los cimientos se diseñarán como zapatas aisladas. Ver inciso 3.1.7.5  
Diseño de cimientos

### **3.1.6.2. Cargas de diseño**

Son todas las cargas que actúan sobre la estructura, siendo estas variables provocadas por el peso de las personas, estáticas como el mismo peso de la estructura y verticales que las provoca el viento o sismos.

### 3.1.6.2.1. Cargas verticales aplicadas en marcos dúctiles con nudos rígidos

Las cargas vivas utilizadas para el diseño del edificio son (AGIES):

Almacenes =  $550 \text{ kg/m}^2$

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

Gradas =  $500 \text{ kg/m}^2$

Corredores =  $550 \text{ kg/m}^2$

Las cargas muertas aplicadas son:

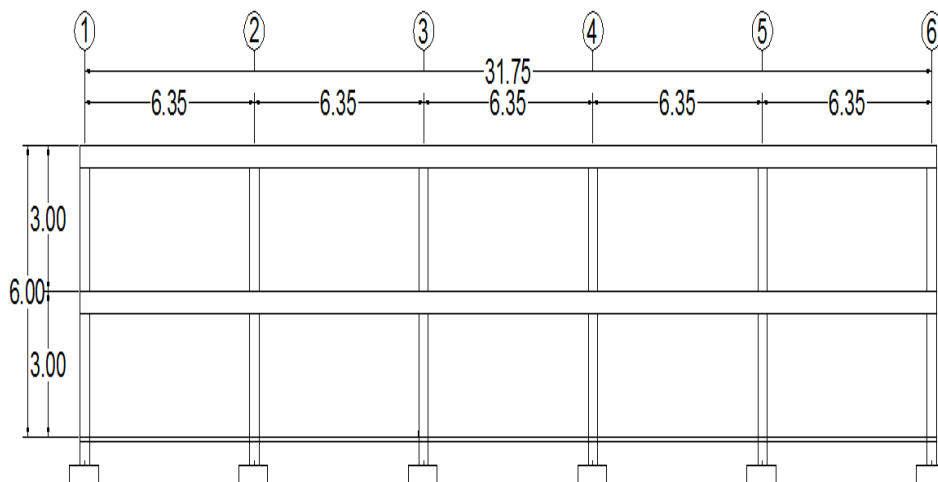
peso del concreto =  $2400 \text{ kg/m}^3$

peso de muros =  $100 \text{ kg/m}^2$

peso de vidrios =  $10 \text{ kg/m}^2$

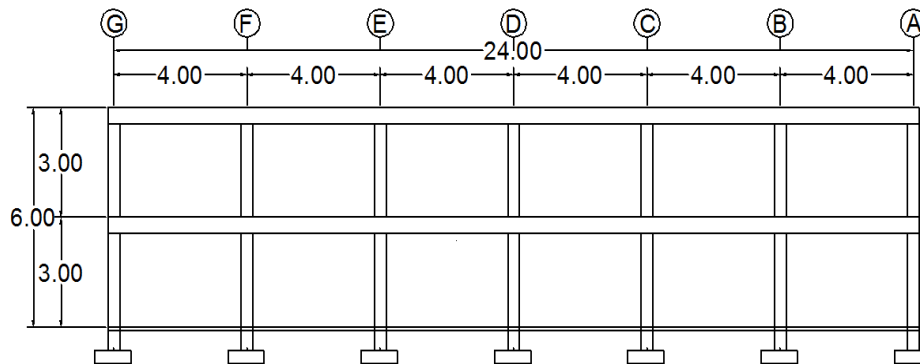
peso de acabados =  $100 \text{ kg/m}^2$

Figura 52. Marco dúctil, sección longitudinal



Fuente: elaboración propia.

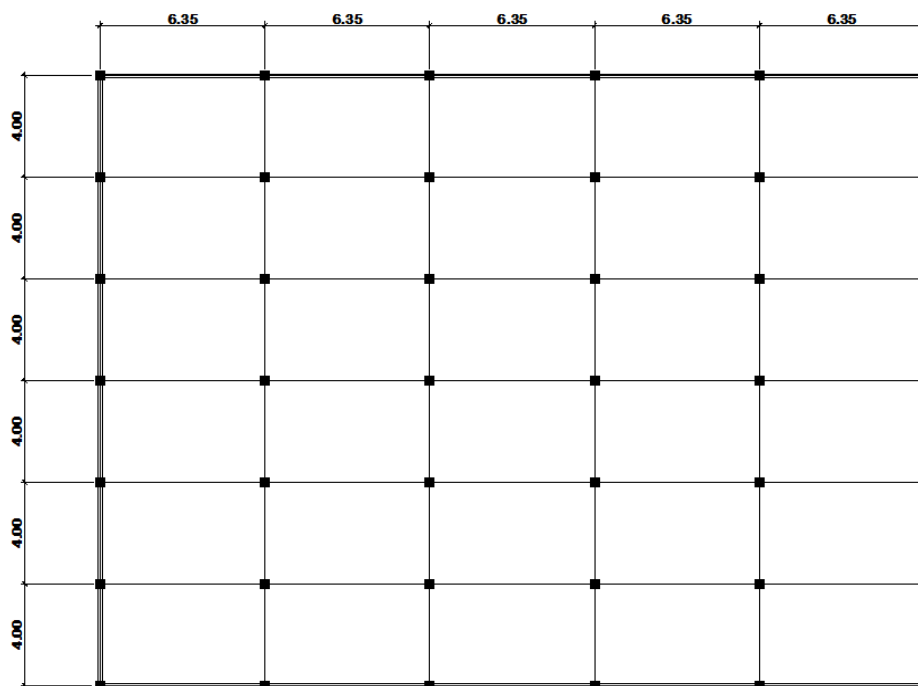
Figura 53. Marco dúctil, sección transversal



Fuente: elaboración propia.

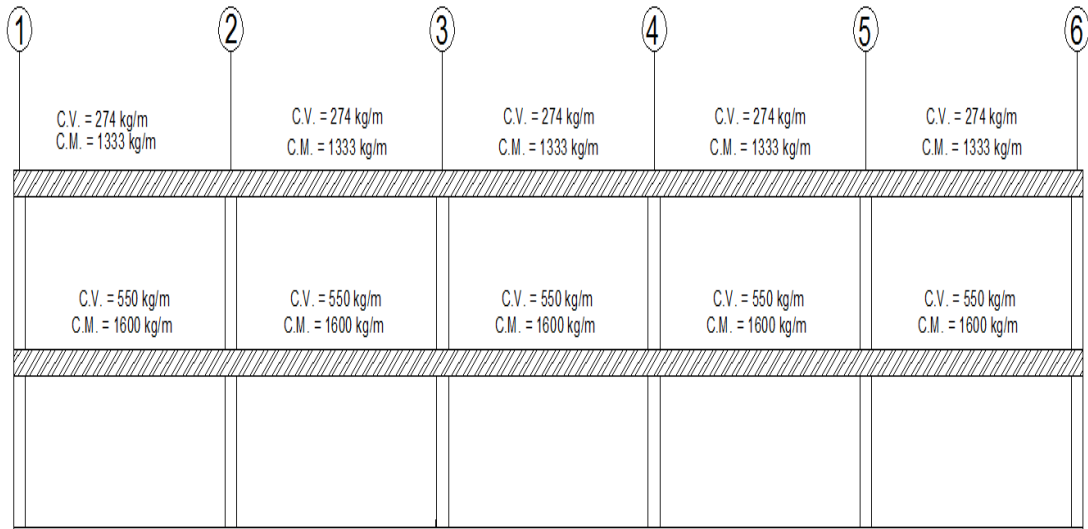
Integración de cargas verticales

Figura 54. Planta segundo nivel



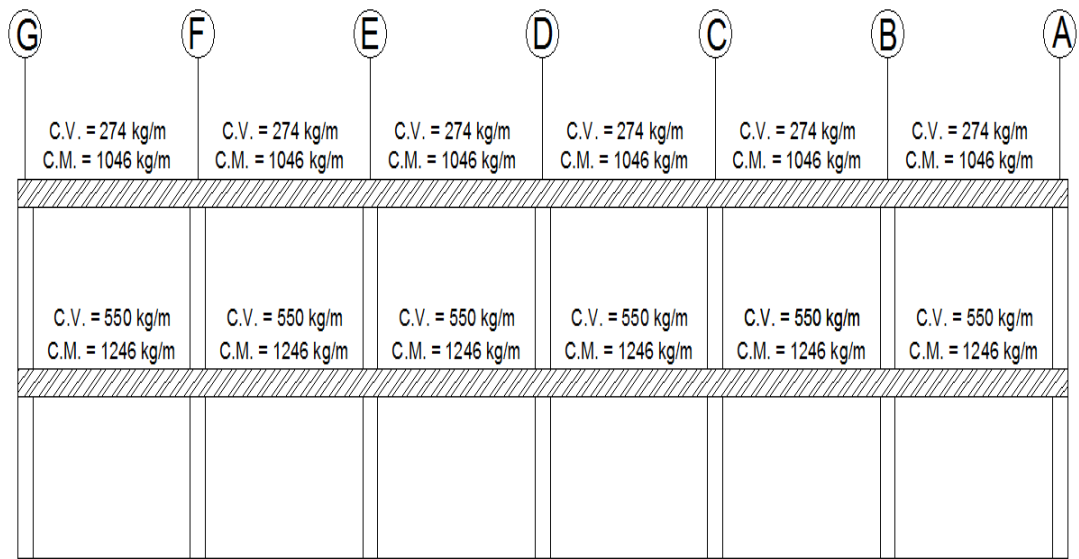
Fuente: elaboración propia.

Figura 55. **Carga muerta y carga viva, marco eje B**



Fuente: elaboración propia.

Figura 56. **Carga muerta y carga viva, marco eje 2**



Fuente: elaboración propia.

### 3.1.6.2.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Son las cargas producidas por el viento, impacto o por sismo. Son dinámicas. Para efectos de análisis se consideró la fuerza producida por el sismo. Por simplificación, se aplican las fuerzas sísmicas como cargas laterales estáticas.

### 3.1.6.3. Fuerzas sísmicas

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

Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas, se aplicará el método SEAOC.

Corte basal:  $V = Z \cdot I \cdot K \cdot C \cdot S \cdot W$

$$V_x = (1) \cdot (1,25) \cdot (0,67) \cdot (0,14) \cdot (737\ 180)$$

$$V_x = 86\ 430\ \text{kg} = 86,43\ \text{ton}$$

$$V_y = (1) \cdot (1,25) \cdot (0,67) \cdot (0,14) \cdot (737\ 180)$$

$$V_y = 86\ 430\ \text{kg} = 86,43\ \text{ton}$$

Cortante por nivel

fuerza por nivel

sentido X

$$F1 = \frac{(86,43 \text{ ton} - 0)(1051,89)}{2799,69} = 32,47 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{(86,43 \text{ ton} - 0)(1747,8)}{2799,69} = 53,96 \text{ ton}$$

$$\text{Comprobación} = F1 + F2 = 32,47 + 53,96 = 86,43 \text{ ton}$$

fuerza por nivel

sentido Y

$$F1 = \frac{(86,43 \text{ ton} - 0)(1051,89)}{2799,69} = 32,47 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{(86,43 \text{ ton} - 0)(1747,8)}{2799,69} = 53,96 \text{ ton}$$

$$\text{Comprobación} = F1 + F2 = 32,47 + 53,96 = 86,43 \text{ ton}$$

Fuerzas por marco

Fuerza por marco por torsión del primer y segundo nivel en X

$$F_{m_{\text{nivel } 1}} = 4\ 868,57 \text{ kg}$$

$$F_{m_{\text{nivel } 2}} = 8\ 091,59 \text{ kg}$$

Fuerza por marco por torsión del primer y segundo nivel en Y

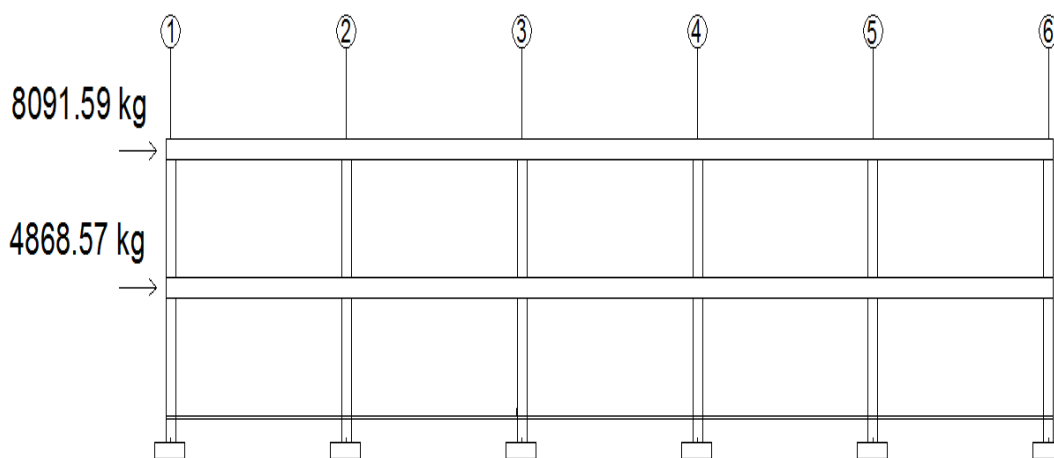
$$F_{m_{\text{nivel } 1}} = 5\ 536,96 \text{ kg}$$

$$F_{m_{\text{nivel } 2}} = 9\ 201,54 \text{ kg}$$



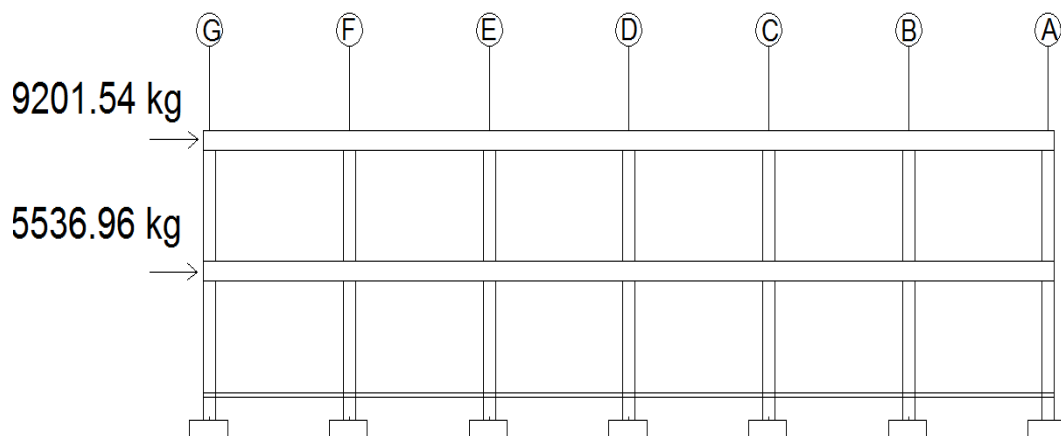
Las figura 57 y 58 muestran la distribución de carga sísmica para el marco B y el marco 2.

Figura 57. **Fuerza por marcos - marco B**



Fuente: elaboración propia.

Figura 58. **Fuerza por marcos - marco 2**



Fuente: elaboración propia.

#### **3.1.6.4. Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos**

Estos modelos representan la forma de cómo las cargas son soportadas por los marcos y así hacer el análisis estructural. Por la similitud de los marcos en geometría y de las cargas aplicadas, se analizan únicamente los críticos.

#### **3.1.6.5. Análisis de marcos dúctiles por un método de análisis estructural numérico (Kanni) y comprobación por medio de un software (SAP 2000)**

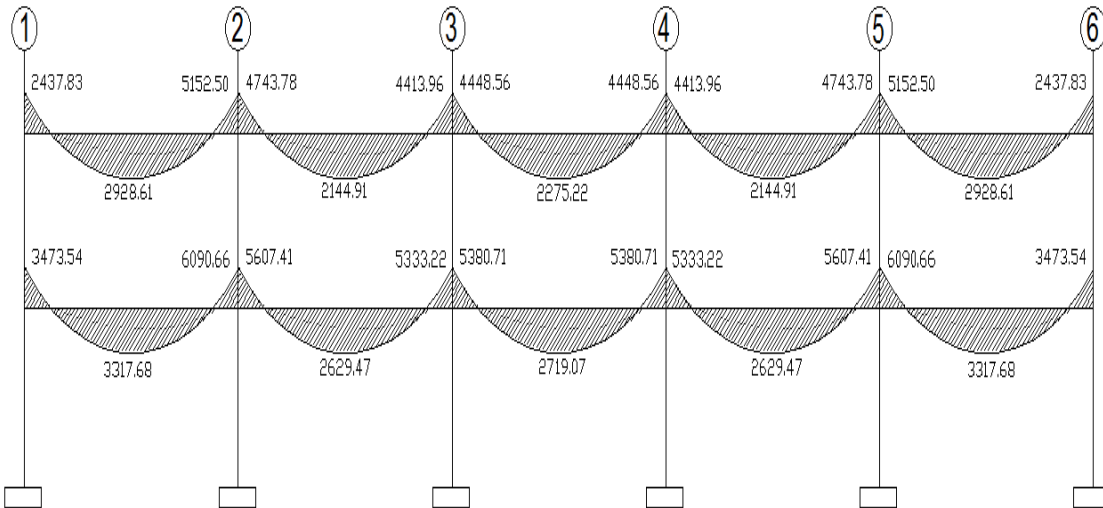
El software utilizado para el análisis estructural fue SAP 2000 volumen11, el programa trabaja con un método matricial, este toma en cuenta las propiedades mecánicas de cada material, a manera de comprobación se analizó la estructura con el método de análisis aproximado Kanni. Los resultados de ambos métodos variaron en un margen del 3 por ciento en los elementos medidos.

Para el cálculo de momentos positivos se aplicó la fórmula.

$$M(+)=\frac{W * l^2}{8} - \left| \frac{MF_1 + MF_2}{2} \right|$$

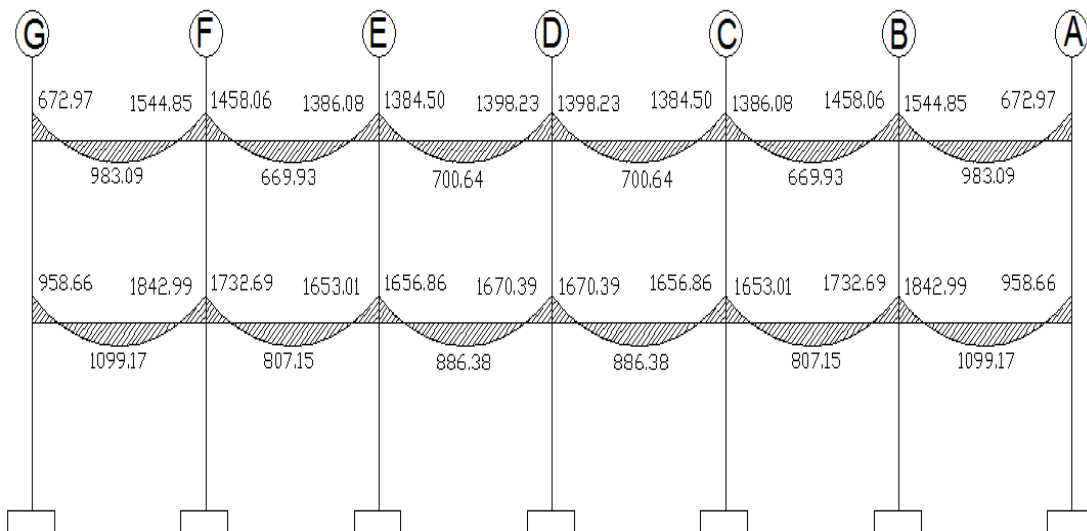
A continuación los diagramas de los resultados del análisis estructural:

Figura 59. Momentos por carga muerta en vigas sentido X (kg-m)



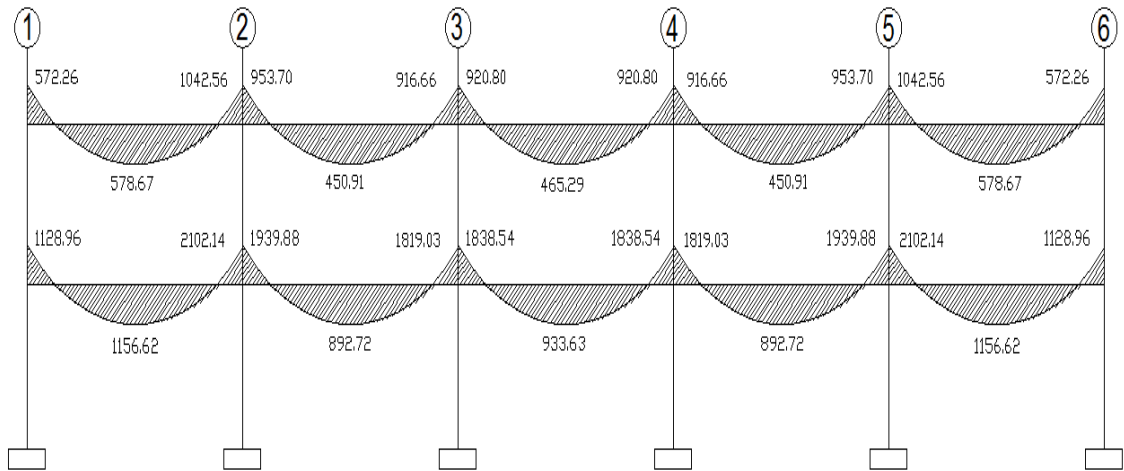
Fuente: elaboración propia.

Figura 60. Momentos por carga muerta en vigas sentido Y (kg-m)



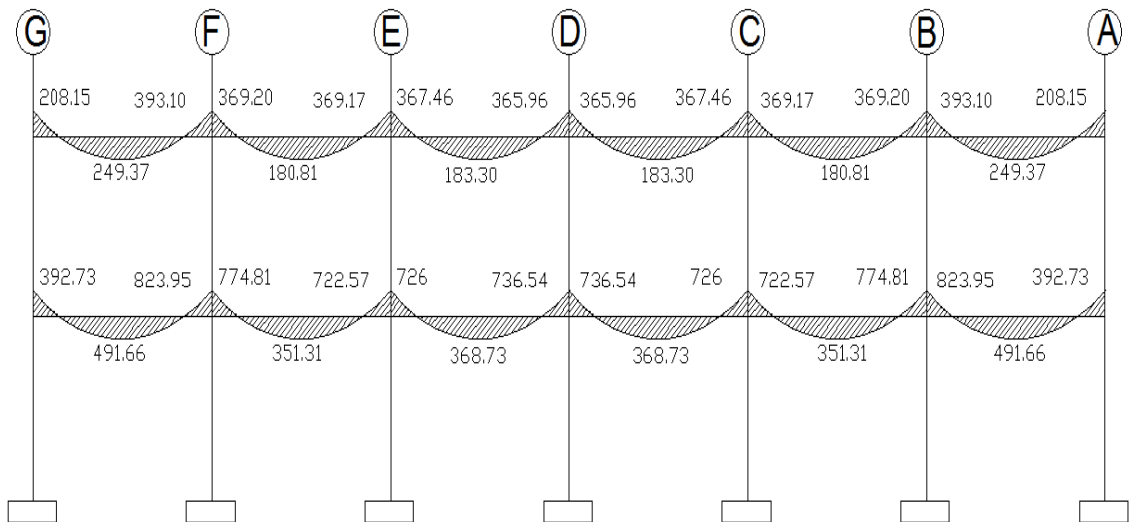
Fuente: elaboración propia.

Figura 61. **Momentos por carga viva en vigas sentido X (kg-m)**



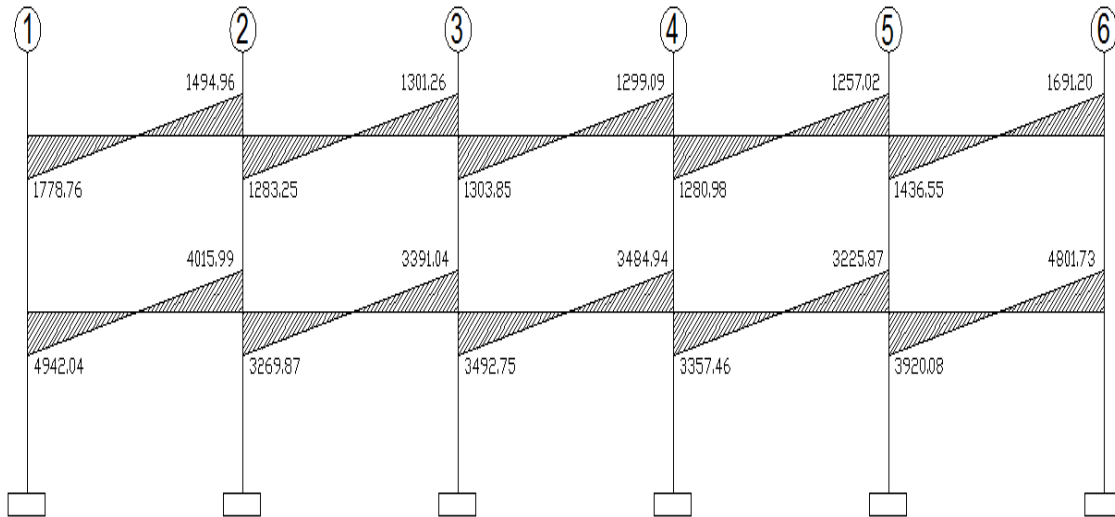
Fuente: elaboración propia.

Figura 62. **Momentos por carga viva en vigas sentido Y (kg-m)**



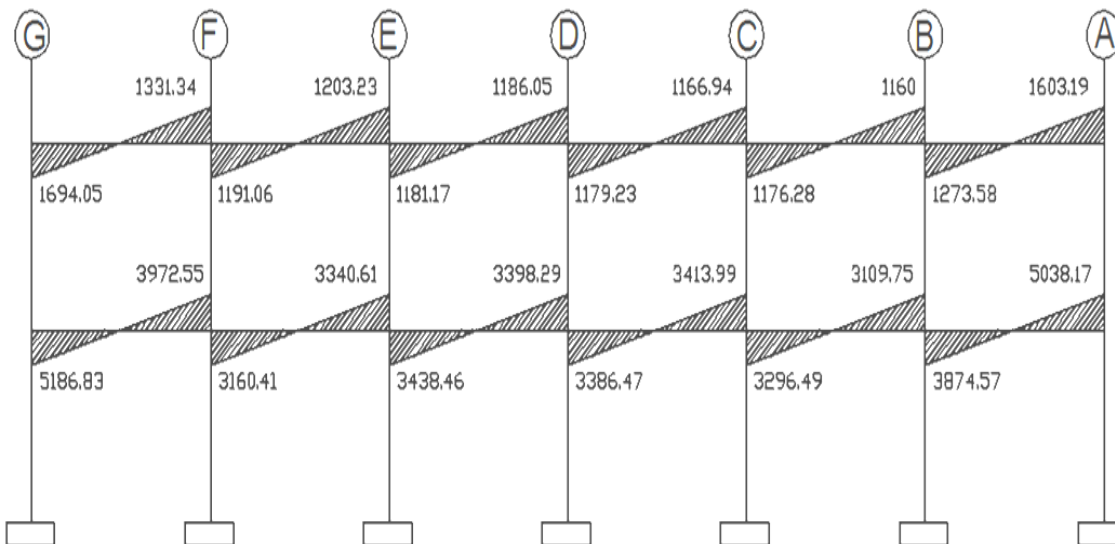
Fuente: elaboración propia.

Figura 63. **Momentos por carga de sismo en vigas sentido X (kg-m)**



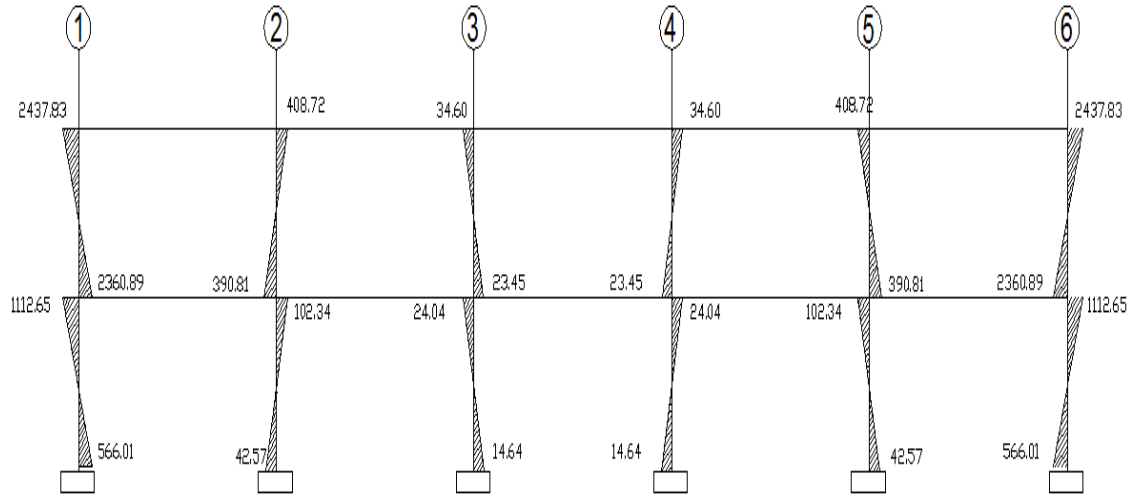
Fuente: elaboración propia.

Figura 64. **Momentos por carga de sismo en vigas sentido Y (kg-m)**



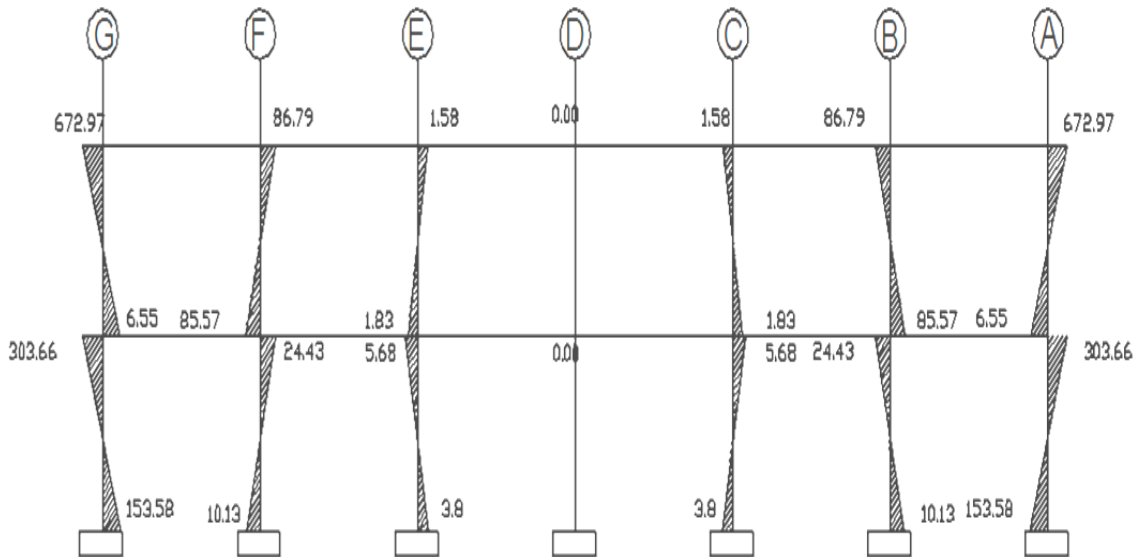
Fuente: elaboración propia.

Figura 65. **Momentos por carga muerta en columnas sentido X (kg-m)**



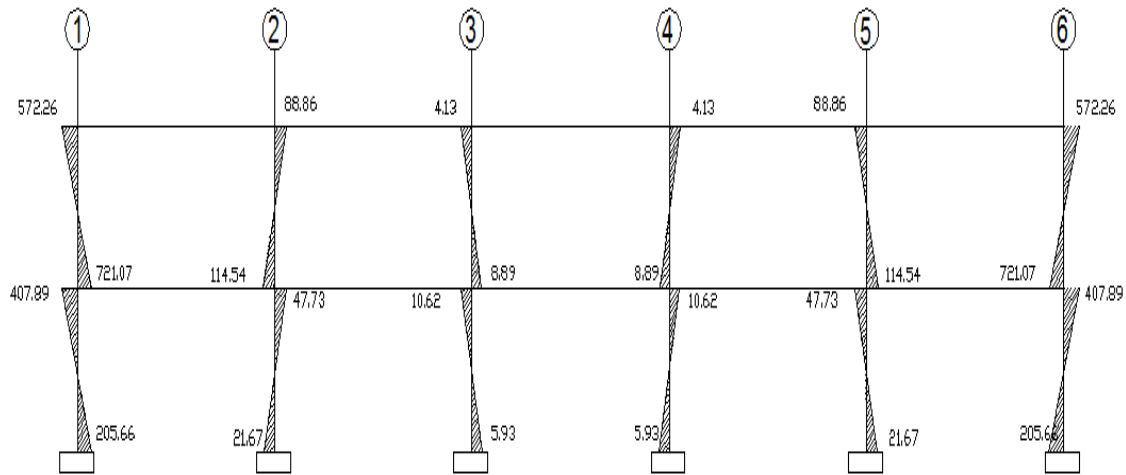
Fuente: elaboración propia.

Figura 66. **Momentos por carga muerta en columnas sentido Y (kg-m)**



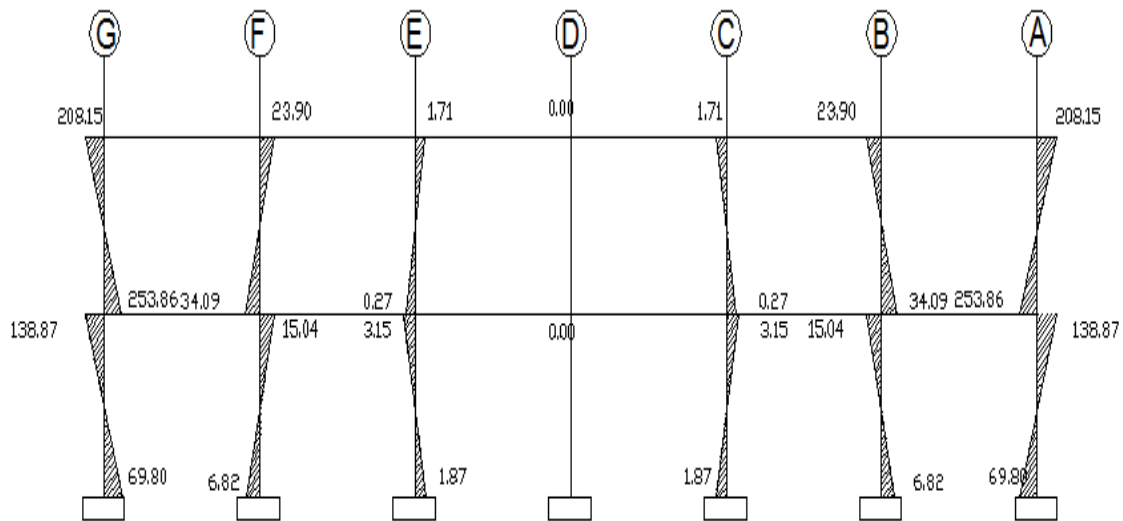
Fuente: elaboración propia.

Figura 67. **Momentos por carga viva en columnas sentido X (kg-m)**



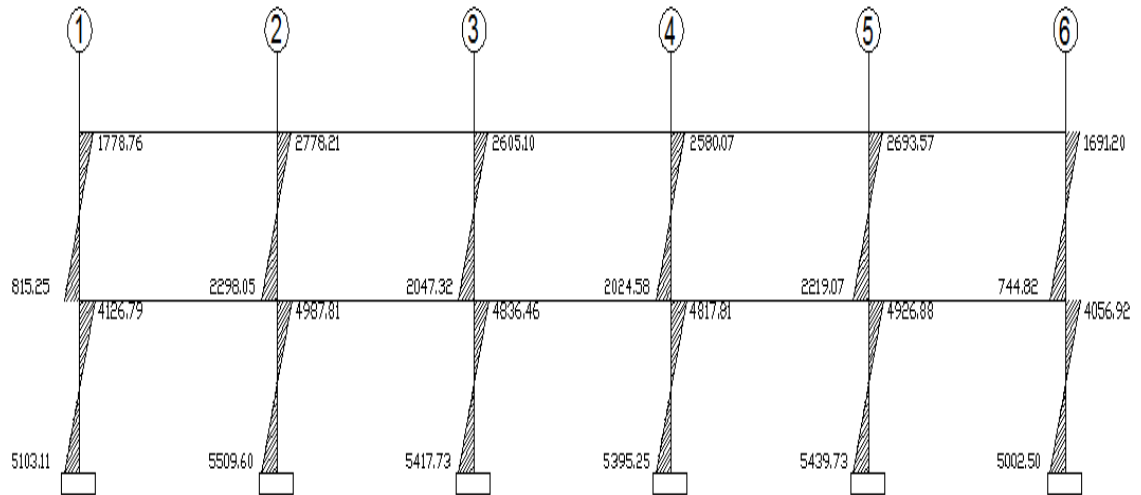
Fuente: elaboración propia.

Figura 68. **Momentos por carga viva en columnas sentido Y (kg-m)**



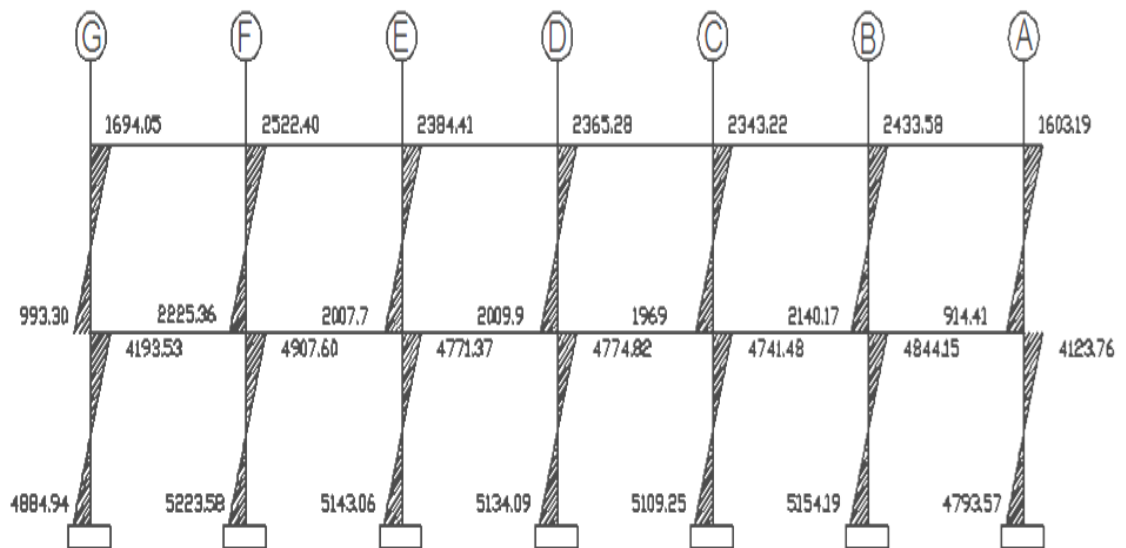
Fuente: elaboración propia.

Figura 69. **Momentos por carga de sismo en columnas sentido X (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 70. **Momentos por carga de sismo en columnas sentido Y (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

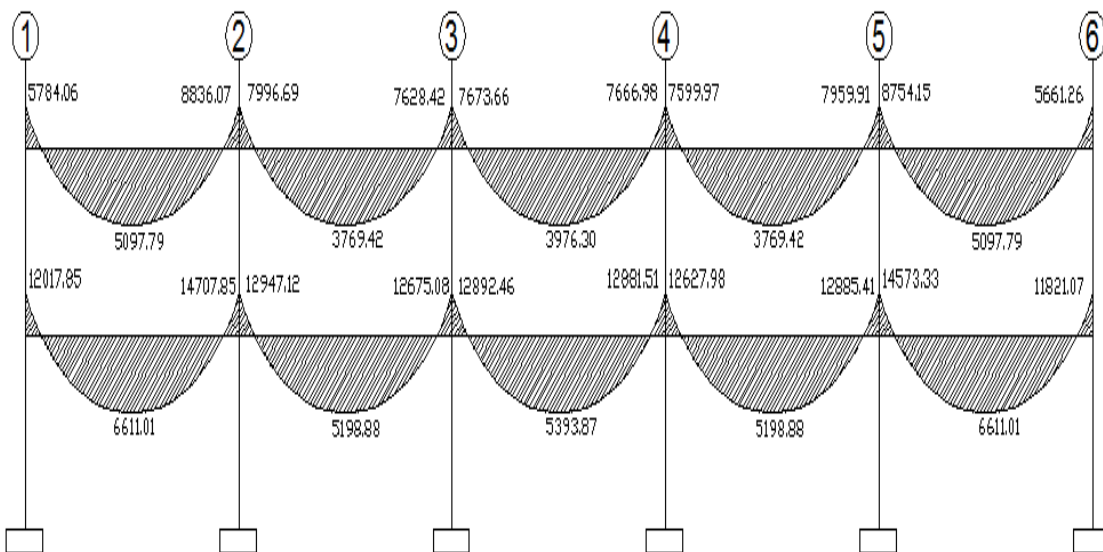


### 3.1.6.6. Momento último por envoltorio de momentos

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

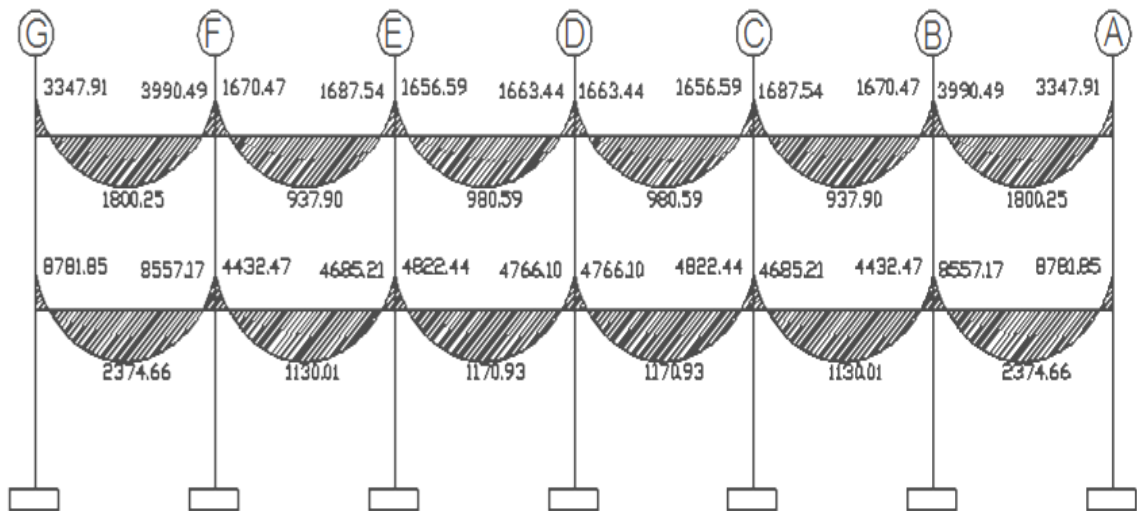
Igual a lo establecido en el inciso (2.1.6.6)

Figura 71. **Envoltorio de momentos en vigas sentido X (kg-m)**



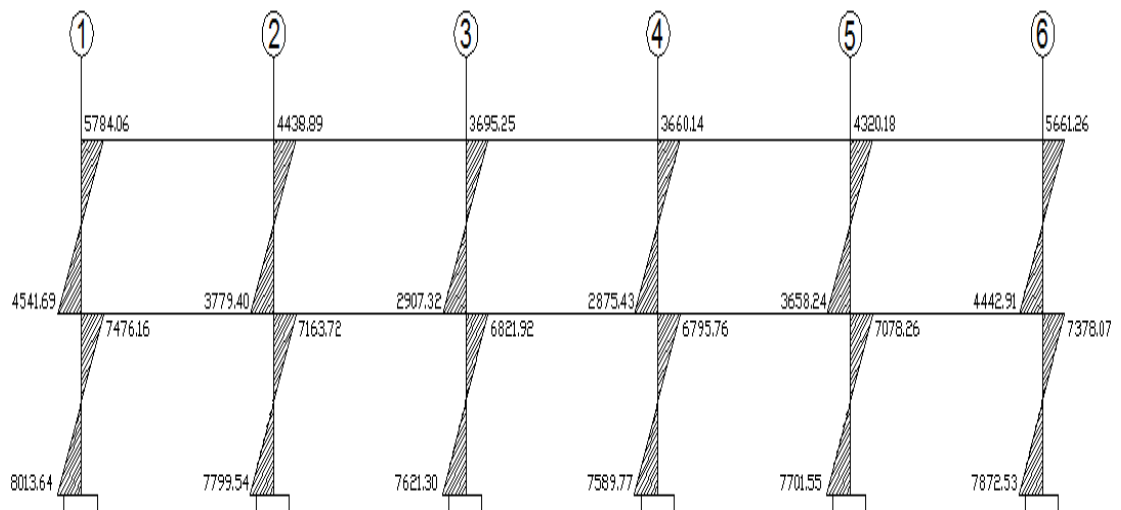
Fuente: elaboración propia.

Figura 72. **Envolvente de momentos en vigas sentido Y (kg-m)**



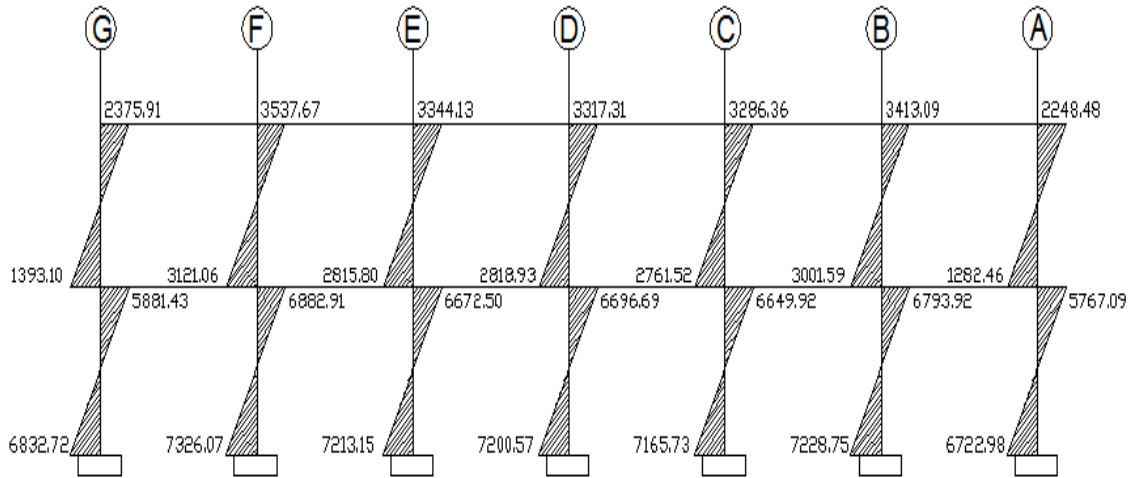
Fuente: elaboración propia.

Figura 73. **Envolvente de momentos en columnas sentido X (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 74. **Envolvente de momentos en columnas sentido Y (kg-m)**



Fuente: elaboración propia.

### 3.1.6.7. Diagramas de corte y momentos

Los diagramas de la envolvente de momentos han sido mostrados de la figura 71 a la figura 74.

Los cortes en los marcos, se calculan con las fórmulas siguientes:

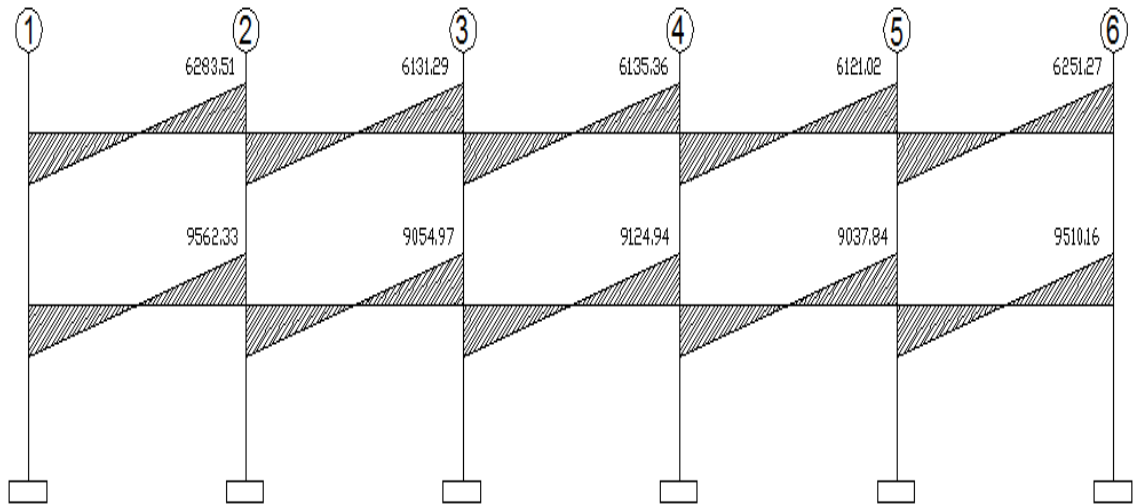
Para el corte en vigas:

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

Para el corte en columnas:

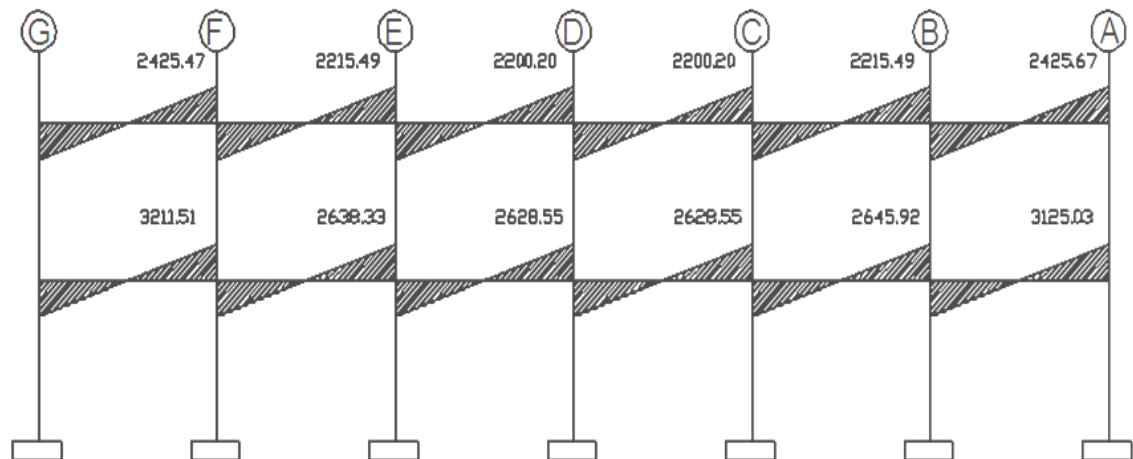
$$V_c = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

Figura 75. Diagrama de corte en vigas sentido X (kg)



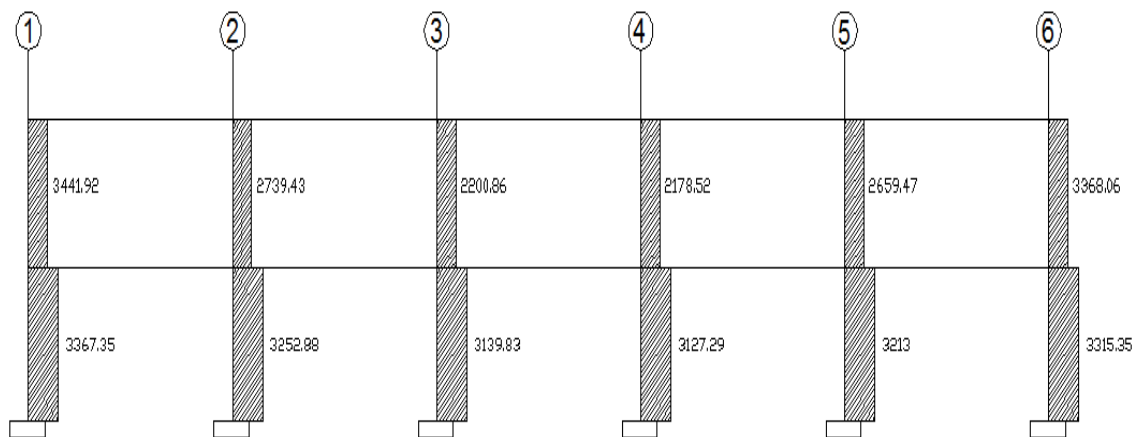
Fuente: elaboración propia.

Figura 76. Diagrama de corte en vigas sentido Y (kg)



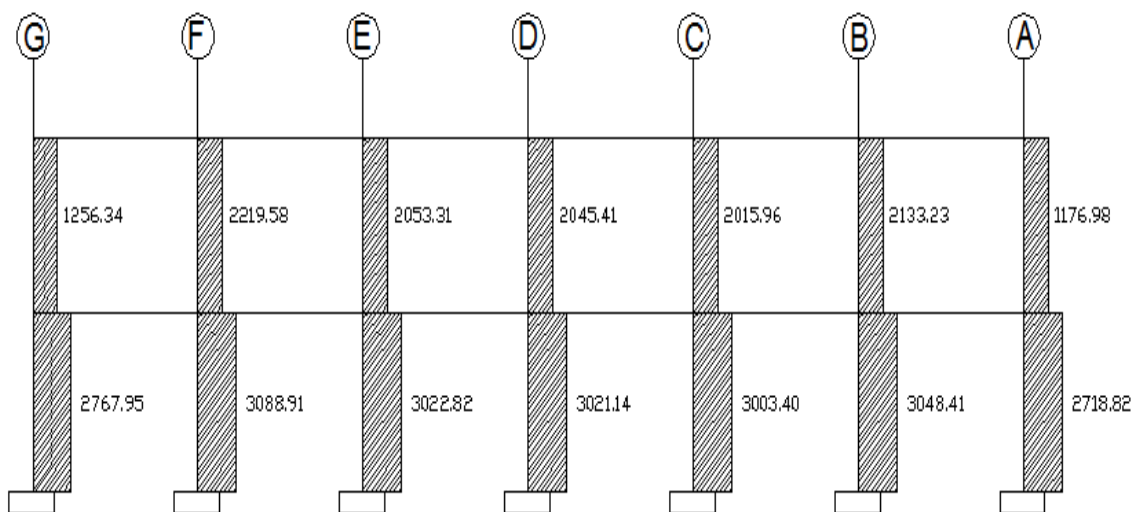
Fuente: elaboración propia.

Figura 77. Diagrama de corte en columnas sentido X (kg)



Fuente: elaboración propia.

Figura 78. Diagrama de corte en columnas sentido Y (kg)



Fuente: elaboración propia.

### **3.1.7. Diseño estructural**

Es la etapa en la cual se utilizan los resultados del análisis estructural, para calcular el refuerzo de los elementos estructurales (vigas, columnas, losas y cimentación). El diseño de los elementos de concreto armado, serán con base al código ACI 318-05.

#### **3.1.7.1. Losas**

Las losas son elementos horizontales, que sirven para desplazar las cargas hacia las vigas y proporcionar superficies planas, estas se funden junto con las vigas. Para el diseño se utilizó el método 3 del código ACI.

Datos

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

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

C.V. =  $550 \text{ kg/m}^2$

Acabados =  $100 \text{ kg/m}^2$

Muros =  $100 \text{ kg/m}^2$

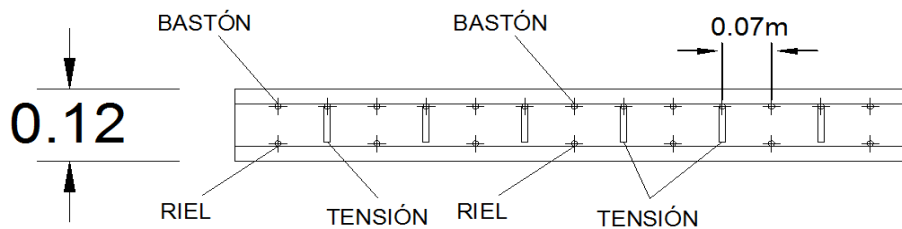
Diseño del armado de losa

Se utilizará para losa del primero y segundo nivel un recubrimiento de 2,5 centímetros y un espesor de 12 centímetros.

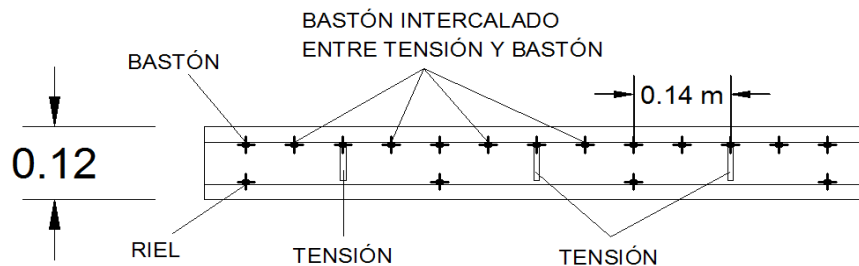
Para la losa del primer nivel se colocará acero No.3 a cada 7 centímetros de espaciamiento en ambos sentidos ya que el resultado del cálculo de momentos balanceados es alto para el sentido largo y corto (x,y).

Para la losa del segundo nivel se colocará acero No.3 a cada 14 centímetros de espaciamiento en ambos sentidos (x,y), se intercalará bastón y tensión No.3 para el sentido largo (y) esto porque los momentos balanceados son altos.

Figura 79. **Detalle de armado de losas**



Sección de losa ambos sentidos (x,y), primer nivel



Sección de losa sentido largo (y), segundo nivel

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.7.2. **Diseño de vigas**

Se tendrá una sección de viga = 25 cm\*45 cm

Para el diseño de vigas se colocará en la cama superior acero 2 No. 6 corridas más 2 bastones No. 5. En la cama inferior se colocará 2 corridas No. 6

Se tendrá una longitud de confinamiento de 82 centímetros en la cual se colocará estribos No.3 a cada 10 centímetros comenzando el primero a 5 centímetros del rostro de la viga, en la longitud no confinada se colocará estribos a 17 centímetros.

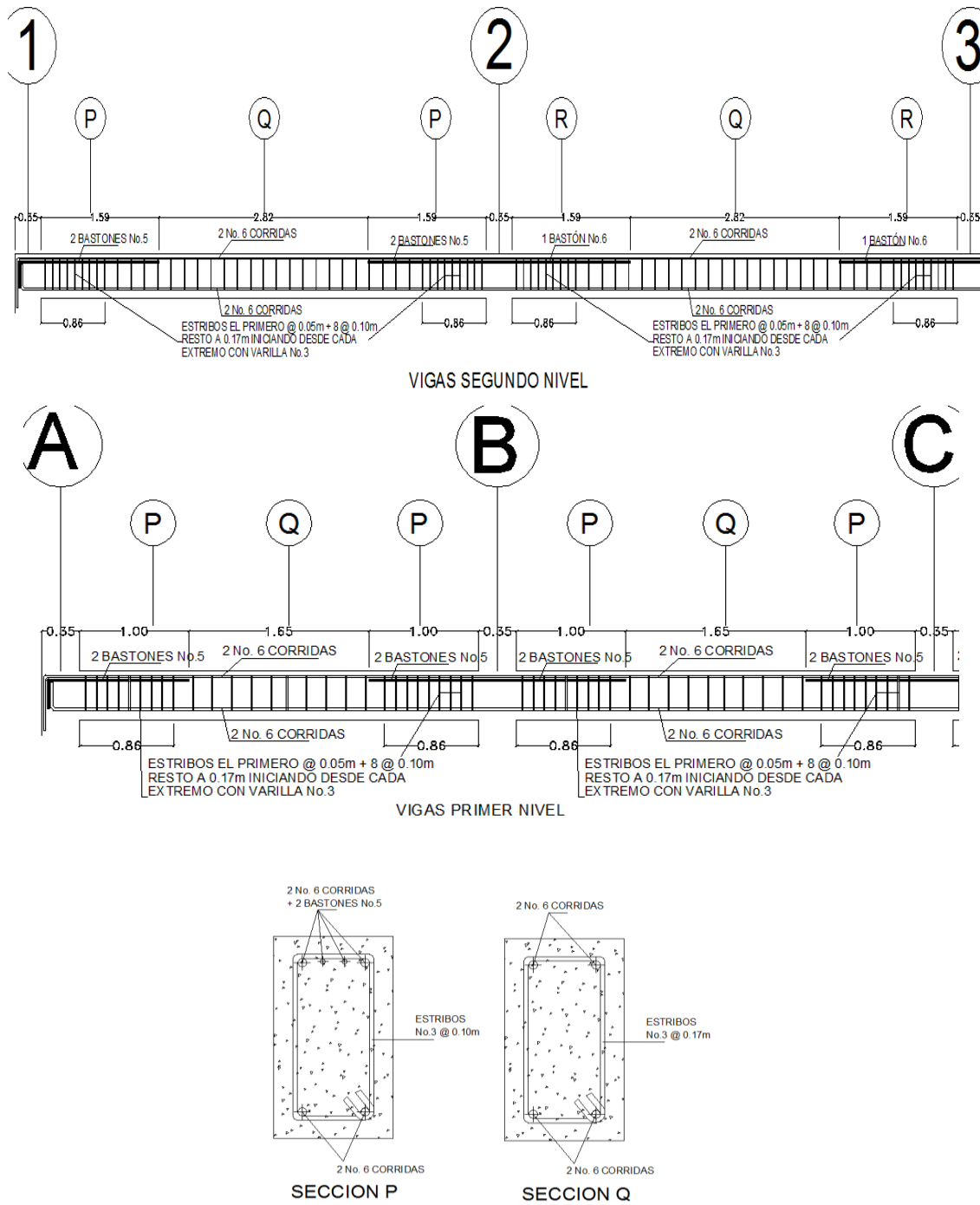
Tabla XII. Armado de vigas

Viga	Momento		As req.	Armado de la viga	
(A-B) y (E-F) en x	M(-)1	5784,06	5,77	CAMA SUPERIOR	2 No.6 corridas + 2 bastones No.5 = 9,65 cm <sup>2</sup>
	M(-)2	8836,07	8,98		
	M(+)	5097,79	5,06	CAMA INFERIOR	2 No. 6 corridas = 5,70 cm <sup>2</sup>
(B-C) y (D-E) en x	M(-)1	7996,69	8,09	CAMA SUPERIOR	2 No.6 corridas + 1 bastones No.6 = 8,55 cm <sup>2</sup>
	M(-)2	7628,42	7,7		
	M(+)	3769,42	3,714	CAMA INFERIOR	2 No. 6 corridas = 5,70 cm <sup>2</sup>
(C-D) en x	M(-)1	7673,66	7,74	CAMA SUPERIOR	2 No.6 corridas + 1 bastones No.6 = 8,55 cm <sup>2</sup>
	M(-)2	7666,98	7,74		
	M(+)	3976,3	3,92	CAMA INFERIOR	2 No. 6 corridas = 5,70 cm <sup>2</sup>
(G-H) y (K-L) en x	M(-)1	12017,85	12,48	CAMA SUPERIOR	2 No.6 corridas + 4 bastones No.6 = 17,10 cm <sup>2</sup>
	M(-)2	14707,85	15,58		
	M(+)	6611,01	6,63	CAMA INFERIOR	3 No. 6 corridas = 8,55 cm <sup>2</sup>
(H-I) y (J-K) en x	M(-)1	12947,12	13,54	CAMA SUPERIOR	2 No.6 corridas + 3 bastón No.6 = 14,25 cm <sup>2</sup>
	M(-)2	12675,08	13,23		
	M(+)	5198,88	5,37	CAMA INFERIOR	3 No. 6 corridas = 8,55 cm <sup>2</sup>
(I-J) en x	M(-)1	12892,46	13,48	CAMA SUPERIOR	2 No.6 corridas + 3 bastón No.6 = 14,25 cm <sup>2</sup>
	M(-)2	12881,51	13,46		
	M(+)	5393,87	5,37	CAMA INFERIOR	2 No. 6 corridas = 5,70 cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.



Figura 80. Detalle de armado de vigas



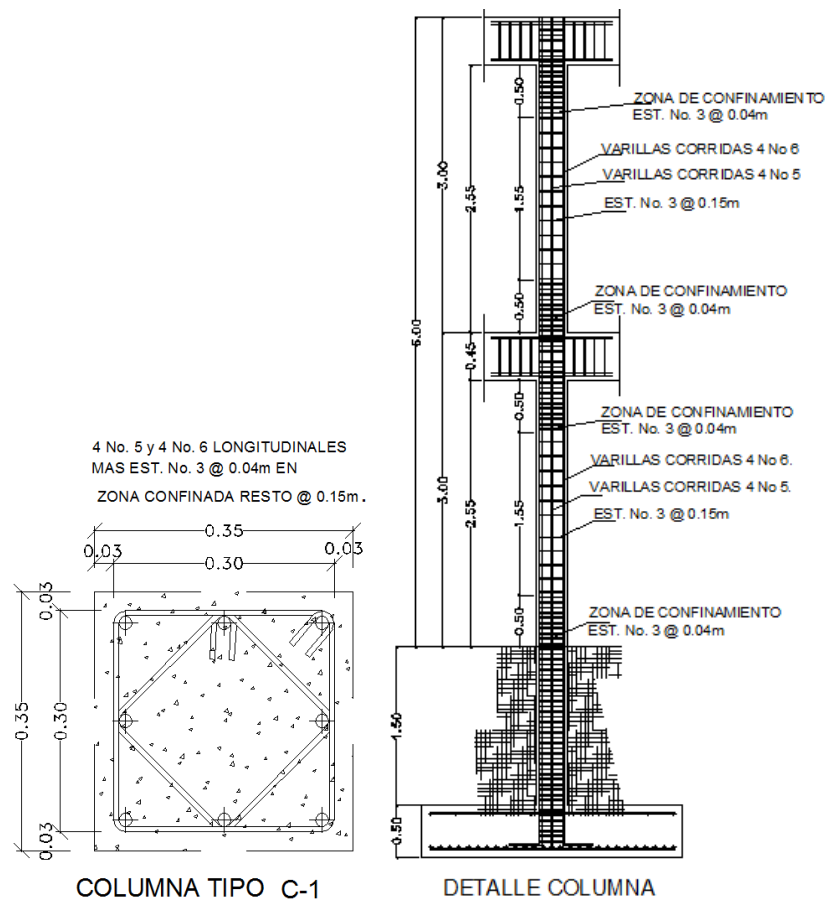
Fuente: elaboración propia.

### 3.1.7.3. Diseño de columnas

Se tendrá una sección de columna de 35 x 35 centímetros en la cual, se colocará 4 No. 5 y 4 No. 6 longitudinales.

La longitud de confinamiento es de 50 centímetros en la cual se colocará estribos dobles No. 3 a cada 4 centímetros en los extremos de empotramiento, y en el resto se colocará estribos dobles No. 3 a cada 15 centímetros.

Figura 81. Detalle de sección y armado de columnas típicas

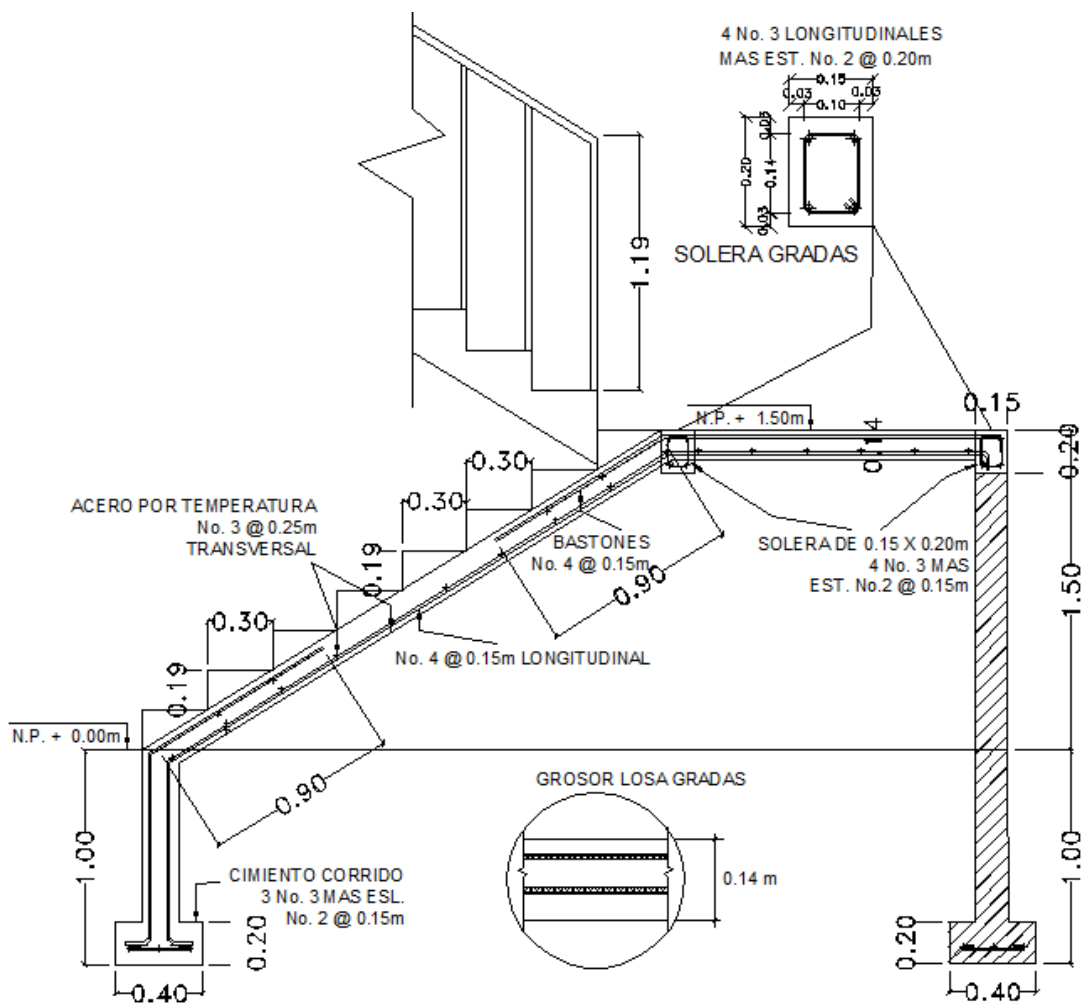


Fuente: elaboración propia.

### 3.1.7.4. Diseño de gradas

Losas en un sentido y su espesor será de 14 cm, con acero No.4 longitudinal a cada 15 centímetros y acero por temperatura No. 3 a cada 25 centímetros transversal. Cada escalón tiene una altura de 19 centímetros y una contra huella de 30 centímetros, los cuales están apoyados en la losa continua.

Figura 82. Detalle de gradas



Fuente: elaboración propia.

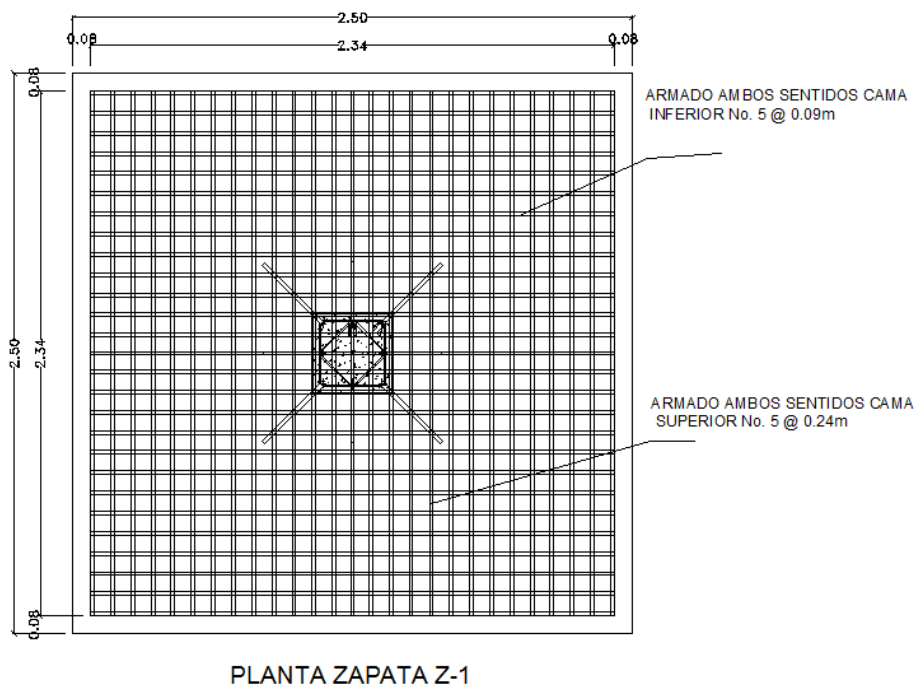
### 3.1.7.5. Diseño de cimientos

Se considera una zapata de 2,50 x 2,50 metros, para un área de zapata de 6.25 metros cuadrados, ya que las características del suelo de la región son malas dando un valor soporte de 21,48 toneladas sobre metro cuadrado.

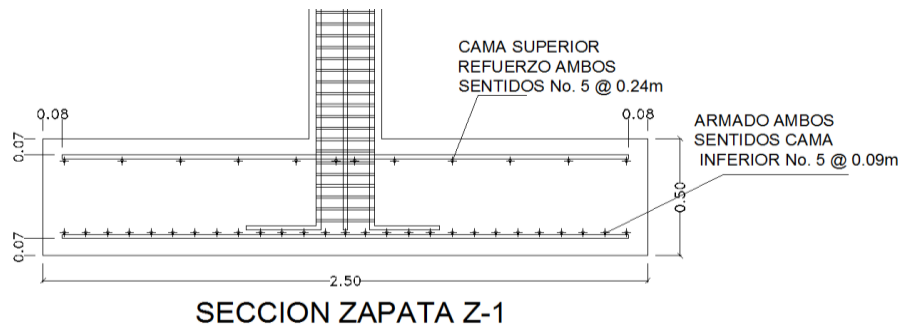
Las dimensiones de la zapata concéntrica son 2,50 metros de cada lado con un peralte de 50 centímetros.

El armado será de acero No. 5 en ambos sentidos en cama inferior con un espaciamiento de 9 centímetros, en la cama superior acero por temperatura No. 5 a cada 24 centímetros en ambos sentidos.

Figura 83. **Detalle de armado de zapata**



Continuación de la figura 83.



Fuente: elaboración propia.

### Cimiento corrido

El cimiento corrido va por debajo de los muros de carga, para recibir su peso y distribuirlo a suelo. En este caso se utilizará cimiento corrido con base de 0.30m, peralte de 0,20 metros de acuerdo a FHA a una profundidad de 1metro para los muros de mampostería, esto es necesario ya que el lugar está ubicado en un relleno de suelo natural y no es muy bueno dando un valor soporte bajo. Para los muros tabique de altura pequeña se utilizará una solera de humedad como base.

### 3.1.8. Instalaciones

Comprende las instalaciones de agua potable, las instalaciones eléctricas (iluminación y fuerza), instalación de agua pluvial y la instalación de drenaje dentro de la edificación.

### 3.1.8.1. Agua potable

El sistema de agua potable está diseñado como circuito cerrado para mantener la presión en cada área del edificio. El circuito cuenta con 27 grifos distribuidos en los comercios, 12 lavamanos, 10 inodoros, 2 urinarios grandes y un grifo de servicio. Se utilizó tubería pvc de diámetro  $\frac{3}{4}$  de pulgada en el circuito principal y pvc de diámetro  $\frac{1}{2}$  pulgada para abastos. Esta debe resistir una presión mínima de trabajo igual a 11,26 kilogramos sobre centímetro cuadrado (160 libras sobre pulgada cuadrada). La red principal debe estar por lo menos 0,30 metros por debajo del nivel de piso.

- Pruebas

La instalación de la tubería, incluyendo los artefactos sanitarios y la grifería correspondiente, deberá ser sometida a pruebas de resistencia y estanquidad. La tubería deberá someterse a una presión interna de agua inyectada.

La presión de prueba será mantenida por medio de una bomba, a esta deberá conectarse un manómetro. Estos deberán estar aprobados con una exactitud dentro de una tolerancia igual a  $\pm 5$  por ciento. Se aplicará una presión mínima igual a 7 kilogramos sobre centímetro cuadrado (100 libras sobre pulgada cuadrada) o la presión estática más un 20 por ciento. Se escogerá la presión que fuere mayor, y se aplicará por un período de 2 horas. Durante este período, no deberá existir descenso en la presión, inspeccionando todas las uniones, antes y durante el tiempo que dure la prueba, corrigiendo aquellas que tuvieren fugas visibles.

- Lavado y desinfección

Antes de poner en servicio la instalación, la tubería debe lavarse y desinfectarse interiormente. Para el proceso de lavado del sistema, se hará circular agua a una velocidad mínima de 0,75 metros sobre segundo, durante un período mínimo de 15 minutos.

Se procederá a la desinfección de la tubería. La tubería deberá estar completamente vacía, luego se llenará con agua y se agregará a ella una solución de cloro en una proporción igual a 20 miligramos de cloro por cada litro de agua. La tubería deberá mantenerse llena de agua y con la solución descrita durante 24 horas, transcurridas las 24 horas, se vaciarán las tuberías y se procederá a lavarlas haciendo circular agua en cantidad suficiente, para eliminar el agua empleada en la desinfección. El agua a emplearse para el lavado final deberá ser de una calidad igual (potable) a la que circulará por la tubería en condiciones normales, además se colocará llave de paso, llave de globo y contador, antes del ingreso de tubería al edificio.

### **3.1.8.2. Drenaje**

El sistema de evacuación de aguas negras y pluviales, es a través de sistemas independientes, para evitar contaminación e incrementación de caudal en el sistema de drenaje general. Se utilizó tubería pvc de diámetro 3 pulgadas y diámetro 4 pulgadas, cajas de registro, cajas unión. La tubería de aguas negras será colocada con una pendiente mínima de 1 por ciento y la tubería de agua pluvial con pendiente mínima del 1 por ciento.

Determinando diámetro de la tubería

Datos

pendiente = 1 % ,

área tributaria = 96,65 m<sup>2</sup> = 0,009665 hectáreas,

tiempo para tramo inicial t = 12 min

pvc = 3 plg

coeficiente de rugosidad de pvc n= 0,010

coeficiente de escorrentía para superficie de concreto C = 0,90

intensidad de lluvia para la región de Zacapa en 10 años.

$$I = \frac{4049,0}{t + 37,14}$$

encontrando intensidad

$$I = \frac{4049,0}{12 + 37,14} = 82,40 \text{ mm/h}$$

caudal de diseño

$$q_{di} = \frac{C * I * A}{360} = \quad q_{di} = \frac{0,90 * 82,40 * 0,009665}{360} = 0,001990 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_{di} = 1,99 \text{ l/s}$$

encontrando velocidad de flujo de sección llena

$$V = \frac{0,03429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} = \quad V = \frac{0,03429 * \left(\frac{2}{3}\right) * \left(\frac{1}{100}\right)^{\frac{1}{2}}}{0,010} = 0,71 \text{ m/s}$$

área de sección de tubería

$$A = 5,067E^{-10} * D^2 = \quad A = 5,067 E^{-10} * \left(\frac{2}{3}\right)^2 = 0,00456 \text{ m}^2$$



caudal de sección llena

$$Q = A * V = \pi * (0,00456)^2 * 0,71 = 3,252 E^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 3,25 \text{ l/s}$$

Como Q mayor que qdi el diámetro de tubería es correcto.

### 3.1.8.3. Instalaciones eléctricas

La instalación eléctrica posee un tablero de distribución de 120 polos de los cuales se utilizarán para iluminación, para los circuitos de fuerza y conexiones especiales. En cada circuito de iluminación de corredores se tiene como máximo 18 lámparas fluorescentes de 2 x 40 watts, para cada local se considero un circuito de iluminación con 5 lámparas como máximo y un circuito de fuerza para un máximo de 5 tomacorrientes.

Tabla XIII. Circuitos de iluminación y fuerza

CIRCUITO	ILUMINACIÓN				VOLTAGE		220
	CANTIDAD DE LAMPARAS	POTENCIA (W)	CORRIENTE (I) (AMP)	CORRIENTE PROTECCIÓN (AMP)	No. DE CONDUCTOR	% DE USO DE FLIPÓN	CAPACIDAD FLIPÓN (AMP)
1 (A)	16	1280	5,82	7,27	12	36,36	20
2 (B)	18	1440	6,55	8,18	12	40,91	20
3 (C),(D),(F)	9	720	3,27	4,09	12	20,45	20
4 (E)	11	880	4,00	5,00	12	25,00	20
5 (G)	5	400	1,82	2,27	12	11,36	20
6 (H)	19	1520	6,91	8,64	12	43,18	20
7 (I)	12	960	4,36	5,45	12	27,27	20
8 (J),(L),(N)	8	640	2,91	3,64	12	18,18	20
9 (K),(M)	10	800	3,64	4,55	12	22,73	20
10 (P)	14	1120	5,09	6,36	12	31,82	20

Continuación de tabla XIII.

CIRCUITO	FUERZA				VOLTAGE	% DE USO DE FLIPÓN	220
	CANTIDAD DE TOMAS	POTENCIA (W)	CORRIENTE (I) (AMP)	CORRIENTE PROTECCIÓN (AMP)	No. DE CONDUCTOR		CAPACIDAD FLIPÓN (AMP)
1 (A),(B),(D)	8	3200	14,55	18,18	12	72,73	25
2 (C)	10	4000	18,18	22,73	12	75,76	30
3 (E)	9	3600	16,36	20,45	12	81,82	25
4 (F)	6	2400	10,91	13,64	12	54,55	25
5 (G)	9	3600	16,36	20,45	12	81,82	25
6 (H),(I),(N)	8	3200	14,55	18,18	12	72,73	25
7 (J),(K)	10	4000	18,18	22,73	12	75,76	30
8 (L)	9	3600	16,36	20,45	12	81,82	25
9 (O),(R)	7	2800	12,73	15,91	12	63,64	25
10 (M),(P)	6	2400	10,91	13,64	12	54,55	25

Fuente: elaboración propia.

#### 3.1.8.4. Elaboración de planos constructivos

Los planos que se elaboraron son: planta amueblada, planta acotada, planta de cimentación y columnas, planta de techos y vigas, detalles de gradas, planta de instalaciones hidráulicas, planta de drenajes y planta de instalación eléctrica.

#### 3.1.9. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró en base a precios unitarios, aplicando un 31% de costos indirectos, en los cuales se incluyen gastos de administración, supervisión y utilidades.

Se aplico el criterio del inciso (2.1.9)

Tabla XIV. Presupuesto de edificio de dos niveles

PROYECTO:	EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL		
UBICACIÓN:	LA UNIÓN, ZACAPA	FECHA:	11/04/2011
COMUNIDAD:	LA UNIÓN, ZACAPA		

NO.	RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO		TOTAL
				UNITARIO	TOTAL	
1	<b>PRELIMINARES</b>					
1.01	Demontaje de puertas y ventanas	U	30	55,00	1.650,00	
1.02	Demolicion de muros y otros	M2	466	15,50	7.223,00	
1.03	Extraccion de ripio	U	38	250,00	9.500,00	
1.04	Limpieza general	M2	1064	15,00	15.960,00	
1.05	Trazo y estaqueado	ML	464	22,00	10.208,00	
1.06	Zanjo	M3	573,6	51,00	29.253,60	
1.07	Instalaciones provisionales	U	1	10.100,00	10.100,00	
						Q 83.894,60
1	<b>Cimentación</b>					
1.01	Zapata Z-1	U	42	19.036,47	799.531,82	
1.02	Cimiento corrido	ML	613	357,06	218.879,88	
						Q 1.018.411,70
1	<b>COLUMNAS</b>					
1.01	Columna C-1	ML	315	1.535,23	483.597,04	
1.02	Columna C-2	ML	585	174,42	102.034,90	
1.03	Columna C-3	ML	1065	330,07	351.527,57	
						Q 937.159,52
1	<b>MUROS</b>					
1.01	Muro primer nivel	M2	2379	290,32	690.660,93	
1.02	Muro segundo nivel	M2	1839	290,32	533.890,48	
1.03	Solera humedad	ML	613	332,58	203.871,25	
1.04	Solera intermedia	ML	613	332,58	203.871,25	
1.05	Solera corona	ML	613	332,58	203.871,25	
						Q 1.836.165,16
1	<b>VIGAS</b>					
1.01	Vigas primer nivel	ML	361	1.260,40	455.005,39	
1.02	Vigas segundo nivel	ML	361	1.215,28	438.716,95	
						Q 893.722,34
1	<b>LOSAS</b>					
1.01	Losa primer nivel	M2	748	1.365,04	1.021.051,62	
1.02	Losa segundo nivel	M2	762	965,14	735.435,59	
						Q 1.756.487,21
1	<b>GRADAS</b>					
1.01	Módulo de gradas	M2	17,5	675,14	11.815,02	
						Q 11.815,02
1	<b>RAMPA</b>					
1.01	Losa rampa	M2	55	811,48	44.631,65	
1.02	Muros	M2	68	290,32	19.741,46	
1.03	Solera	ML	78	332,58	25.941,20	
1.04	Columnas	M2	68	332,58	22.615,41	
						Q 112.929,73
1	<b>ACABADOS</b>					
1.01	Repello + Cernido en vigas y columnas	M2	531	86,37	45.961,57	
1.02	Piso de granito	M2	1488	260,00	386.880,00	
1.03	Barandales	Global	1	16.960,00	16.960,00	
						Q 449.701,57
1	<b>SISTEMA DE ALCANTARILLADO</b>					
1.01	Drenajes pluviales	Global	1	39.228,61	39.228,61	
1.02	Alcantarillado sanitario	Global	1	41.657,28	41.657,28	
						Q 80.885,88
1	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>					
1.01	Agua potable	Global	1	36.874,54	36.874,54	
						Q 36.874,54
1	<b>INSTALACIONES DE ARTEFACTOS SANITARIOS</b>					
1.01	Instalaciones de artefactos	Global	1	10.189,18	10.189,18	
1.02	Hinodoro y accesorios	U	10	1.988,84	19.888,42	
1.03	Lavamanos y accesorios	U	12	1.323,32	15.879,87	
						Q 45.957,47
1	<b>PUERTAS Y VENTANAS</b>					
1.01	Instalaciones puertas de metal	Global	1	294.376,65	294.376,65	
1.02	Instalaciones ventanas de hierro	Global	1	36.411,45	36.411,45	
						Q 330.788,10
1	<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>					
1.01	Iluminacion	Global	1	160.491,70	160.491,70	
1.02	Fuerza	Global	1	372.241,085	372.241,09	
		Global				Q 532.732,79
<b>TOTAL</b>						<b>Q 8.127.525,63</b>

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.10. Evaluación de Impacto Ambiental

La evaluación del riesgo de impacto ambiental, se realizó mediante la Matriz de Leopold. Esta evaluación dio como resultado un rango aceptable.

Tabla XV. Matriz de Leopold

COMPONENTES AMBIENTALES			BIOTICO				
			vegetacion terrestre	vegetacion acuatica	Fauna terrestre	Fauna acuatica	
ACCIONES DEL PROYECTO POR FASES							
CONSTRUCCION DE NIVEL DE MERCADO DE	FASE DE CONSTRUCCION Y OPERACION	1	Limpieza del Terreno	1 B SPLFJ	2		
		2	Acarreo de Materiales	1 D STLEM	1		
		3	Instalación de Drenajes y Compactación de suelo	1 D STLEK	2		
		4	Movimiento y circulación de vehículos	2 D SPLFK	2		
		5	Movimiento de Personas	2 D SPLFJ	1		
		6	Manejo de desechos sólidos	2 B RPLFJ	4		
		7	Instalaciones Hidráulicas	2 B SPLFJ	3		
		8	Mantenimiento	2 B RPLFJ	3		
		9	Medidas de Seguridad	2 B RPLFJ	2		
FACTOR DE JERARQUIA			<b>B</b>	1,55555			
			<b>D</b>	1			

I M P O R T A N C I A	1	2	0	0	0
	2	4	0	0	0
	3	2	0	0	0
	4	1	0	0	0
	5	0	0	0	0

Continuación de tabla XV.

FISICO												
GEOSFERICO				HIDRICO						ATMOSFERICO		
Suelo	Subsuelo	Geomorfología	Recursos minerales	SUPERFICIAL			SUBTERRANEO			Ruido	Olor	Calidad del Aire
				Cuerpos lenticos	Cuerpos loticos	Calidad del Agua	Aguas Superficial	Aguas Profund.	Calidad del Agua			
1 B SPLFJ	2									1 D STLRM		1 D STLEM
1 B RPLFJ	2									1 D STLEM		1 D STLEM
1 D RTLEJ	1									1 D STLEM		1 D STLEM
2 D SPLFK	2									1 D SPLFK		1 D SPLFM
2 D SPLFK	1									1 D SPLFK		1 D SPLFM
2 B RPLFJ	4									1 D STLEM		1 B SPLFK
2 B SPLFJ	2									1 D STLEM		1 B SPLFK
2 B RPLFJ	3									1 D STLEM		2 B SPLFK
2 B ROLFJ	2									1 B RPLFK		1 B SPLFK
1.5										1		1.4
0.8										1,125		1.6

2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	4
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SOCIOECONOMICO Y CULTURAL													JERARQUIA	
USO DE LA TIERRA		ASENTAMIENTOS HUMANOS Y SERVICIOS							SOCIOCULTURAL, ETNICO Y ESTETICO					
Comercio	Recreacional	Seguridad	Urbanismo	Población (nivel de vida)	Salud	Empleo	Transporte y Comunicación	vivienda	Sistema Cultural	Patrimonio historico	Asenta- mientos hum.	Paisaje	B	D
2 B RPLFJ	4	1 B RPLFJ	3	1 B SPLFK	3	1 B SPLFM	2	1 B STLFK	2	1 B SPLFK	2	1 B SPLFK	2.1	1.5
1 B SPLFJ	3	1 B STLEJ	2	1 B SPLFK	3	1 B SPLFJ	4	1 B STLEJ	4	1 D STLEK	3	1 B SPLFJ	2,8571	1,75
1 B SPLFJ	3	1 B SPLFJ	3	1 B SPLFK	2	1 B RPLFJ	3	1 B STLFK	2	1 B SPLFJ	2	1 B SPLFJ	2,125	1,75
2 B SPLFK	3	2 B SPLFJ	3	1 D SPLFJ	1	1 B SPLFM	2	1 B SPLFK	1	1 D SPLFJ	1	1 D SPLFJ	1,8333	1
2 B RPLFJ	3	1 B SPLFK	2	1 D SPLFK	1	1 B SPLFK	3	1 B STLFK	3	1 D SPLFK	2	1 D STLFK	2.2	0,88888
2 B SPLFK	4	1 B SPLFK	2	2 B SPLFK	4	2 B RPLFK	3	2 B SPLFJ	4	1 B SPLFK	2	1 B SPLFJ	2	1
2 B SPLFK	3	1 B SPLFK	2	2 B SPLFK	3	2 B RPLFJ	4	2 B STLFJ	3	1 D STLEK	2	1 B SPLFJ	1,4666	1,5
2 B SPLFJ	4	1 B SPLFK	2	2 B SPLFK	3	2 B RPLFJ	4	2 B RPLFJ	4	1 B SPLFM	2	2 B SPLFK	1,6111	1
2 B SPLFK	3	2 B RPLFJ	4	1 B SPLFK	3	2 B RPLFJ	4	2 B SPLFK	3	1 B SPLFK	3	1 B SPLFM	1,6471	0
1,875		2,0909		2,1	2,07143	2,1538		2,2				1,5		
				1				2				1		

													TOTAL	f(lm)	F(lm)
0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	4	23	0,2323	0,2323
0	0	5	0	1	2	2	6	0	0	0	0	5	35	0,3535	0,5858
6	0	3	0	5	3	4	2	0	0	0	0	0	27	0,2727	0,8585
3	0	1	0	1	4	3	0	0	0	0	0	0	14	0,1414	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

99

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. La aldea Tawayní no cuenta con un centro escolar que cubra la demanda de estudiantes, contando con instalaciones inadecuadas, mezclando varios grados en un salón, no permitiendo un buen desarrollo escolar. Por tal razón la edificación escolar es necesaria para mejorar el nivel de vida en el sector, dando condiciones adecuadas para el aprendizaje de los alumnos, en un ambiente adecuado de una forma ordenada.
2. El mercado actual de La Unión, Zacapa no cuenta con las instalaciones necesarias que cubran el área de comercio, debido al incremento de la población, que coloca sus ventas en las calles obstruyendo el paso vehicular. Por tanto la construcción de la edificación para el mercado municipal es necesaria, para satisfacer dicha demanda, obteniendo mayor higiene en los productos alimenticios, de origen animal y vegetal y mejorar la comercialización de los productos en el mercado.
3. En Ejercicio Profesional Supervisado, de la Facultad de Ingeniería que se realizó en la Municipalidad de La Unión, Zacapa, se aplicaron los conocimientos, habilidades y criterios obtenidos en el tiempo de formación académica, en sus diversas ramas. Por tanto se aportó con servicio técnico para el diseño y presupuesto de mercado municipal y edificio escolar para contribuir a la necesidad de servicios básicos y complementar la formación académica del estudiante de ingeniería.



## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de La Unión, Zacapa,

1. Cumplir estrictamente las especificaciones contenidas en los planos, sin introducirle modificaciones a los mismos, sin previa consulta y aprobación del diseñador, ya que muchos de los parámetros son mínimos y alterarlos afectará por completo el diseño.
2. Actualizar los presupuestos de los proyectos antes de su cotización o licitación, ya que tanto materiales como salarios, están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
3. Realizar un sondeo dinámico, para verificar la capacidad soporte del suelo, antes de iniciar el proyecto del mercado.
4. La construcción de ambos proyectos deberán ser ejecutados y supervisados por personal altamente calificado, para cumplir con las especificaciones que cada proyecto demanda, ya que así se garantiza la funcionalidad y durabilidad de los mismos.
5. Implementar un plan de mantenimiento para preservar en buenas condiciones ambos proyectos, para garantizar el buen funcionamiento de los mismos.





## BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Código ACI 318-05, Código de diseño de hormigón armado y comentarios*. Chile: ACI, 2005. 495 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2002. 118 p.
3. CABRERA SEIS, Jadenon Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. 184 p.
4. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5a ed. Mexico: Limusa, 2005. 650 p. ISBN: 9681864891.
5. HILBBELER, R. C. *Análisis estructural*. 3a ed. Mexico: Pretice Hall, 1997. 754 p.
6. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de Alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2 001. 100 p.
7. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*, 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 1999. 722 P. ISBN 958600953X.



## **ANEXOS**



# Anexo 1

## Ensayo de compresion triaxial escuela Tawayní



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



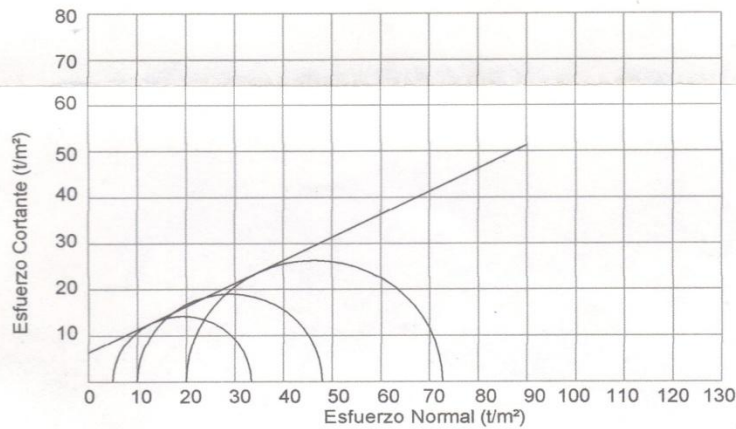
Nº 21190

### ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 312 S.S. O.T.: 27,467

INTERESADO: Selvin Josué Girón Pérez  
PROYECTO: EPS-Diseño escolar de dos niveles.  
UBICACIÓN: Municipio La Unión, Departamento de Zacapa.  
Fecha: 27 de octubre de 2010.

pozo: 1 Profundidad: 1.8 m Muestra: 1



#### PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA :  $\phi = 26.56^\circ$  COHESIÓN:  $C_u = 6.3 \text{ t/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
DESCRIPCION DEL SUELO: Limo arcilloso color café claro.  
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"  
OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (t/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(t/m <sup>2</sup> )	28.39	38.00	52.66
PRESION INTERSTICIAL u(t/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	3.0	5.0
DENSIDAD SECA (t/m <sup>3</sup> )	1.33	1.33	1.33
DENSIDAD HUMEDA (t/m <sup>3</sup> )	1.75	1.75	1.75
HUMEDAD (%H)	40.1	40.1	40.1



Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

## Anexo 2

### Ensayo de compresion triaxial mercado Municipal de La Unión, Zacapa



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 21191

#### ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 313 S.S. O.T.: 27.468

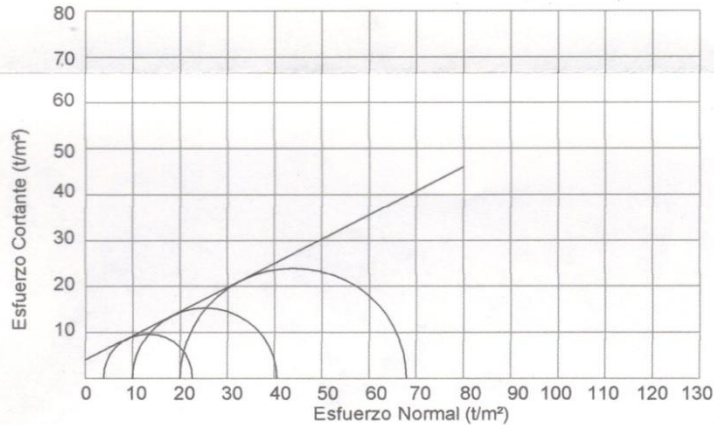
INTERESADO: Selvin Josué Girón Pérez

PROYECTO: EPS-Diseño de la edificación de dos niveles para mercado municipal.

UBICACIÓN: Municipio La Unión, Departamento de Zacapa.

Fecha: 27 de octubre de 2010.

pozo: 1 Profundidad: 2.10 m Muestra: 1



#### PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA :  $\phi = 27.74^\circ$  COHESIÓN:  $C_u = 4.0 \text{ t/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCION DEL SUELO: Limo arcilloso color café claro.

DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (t/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(t/m <sup>2</sup> )	15.39	30.56	47.98
PRESION INTERSTICIAL u(t/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	1.5	4.0	6.0
DENSIDAD SECA (t/m <sup>3</sup> )	1.44	1.44	1.44
DENSIDAD HUMEDA (t/m <sup>3</sup> )	1.82	1.82	1.82
HUMEDAD (%H)	31.2	31.2	31.2



Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



*Omar Enrique Medrano Méndez*  
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

**Anexo 3**  
**Zonificación sísmica de Guatemala**



**Coefficientes sísmicos**

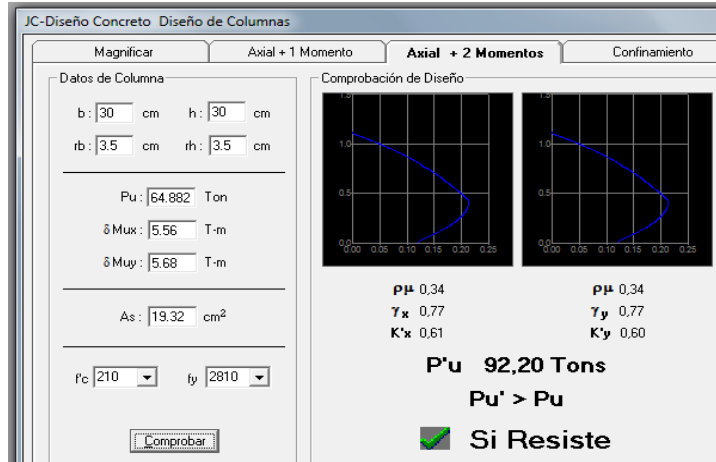
RIESGO	ZONA	COEFICIENTE Z
Ausencia de daño sísmico	0	0.00
Daño menor (intensidades de 5 y 6 EMM)	1	0.25
Daño moderado (intensidad 7 EMM)	2	0.50
Daño mayor (intensidad 8 y mas EMM)	3	1.00

Fuente: AGIES NR-2:2000, Figura 3.1 Mapa de microzonificación sísmica de Guatemala.



## Anexo 4

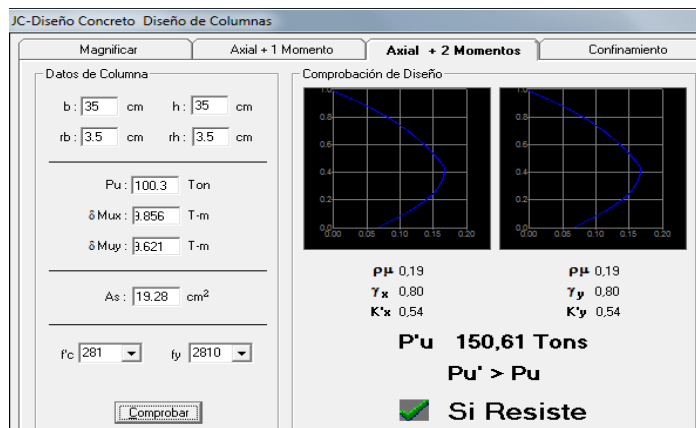
### Diagrama de interaccion columna del primer nivel escuela Tawayní



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

## Anexo 5

### Diagrama de interaccion columna del primer nivel mercado municipal La Unión, Zacapa



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

## Anexo 6

### Coeficientes para losas en dos sentidos

**TABLA 12.3**  
**Coeficientes para momentos negativos en losas\***

$$M_{x,neg} = C_{x,neg} w l^2$$

donde w = carga muerta más viva uniforme total

$$M_{y,neg} = C_{y,neg} w l^2$$

Relación $m = \frac{l}{l_0}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00									
		0.045	0.076	0.050	0.075	0.071	0.071	0.033	0.061
		0.045	0.076	0.050				0.061	0.033
0.95		0.050	0.072	0.055	0.079	0.075	0.067	0.038	0.065
		0.041	0.072	0.045				0.056	0.029
0.90		0.055	0.070	0.060	0.080	0.079	0.062	0.043	0.068
		0.037	0.070	0.040				0.052	0.025
0.85		0.060	0.065	0.066	0.082	0.083	0.057	0.049	0.072
		0.031	0.065	0.034				0.046	0.021
0.80		0.065	0.061	0.071	0.083	0.086	0.051	0.055	0.075
		0.027	0.061	0.029				0.041	0.017
0.75		0.069	0.056	0.076	0.085	0.088	0.044	0.061	0.078
		0.022	0.056	0.024				0.036	0.014
0.70		0.074	0.050	0.081	0.086	0.091	0.038	0.068	0.081
		0.017	0.050	0.019				0.029	0.011
0.65		0.077	0.043	0.085	0.087	0.093	0.031	0.074	0.083
		0.014	0.043	0.015				0.024	0.008
0.60		0.081	0.035	0.089	0.088	0.095	0.024	0.080	0.085
		0.010	0.035	0.011				0.018	0.006
0.55		0.084	0.028	0.092	0.089	0.096	0.019	0.085	0.086
		0.007	0.028	0.008				0.014	0.005
0.50		0.086	0.022	0.094	0.090	0.097	0.014	0.089	0.088
		0.006	0.022	0.006				0.010	0.003

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

Fuente: NILSON, Arthur. Diseño de estructuras de concreto, p. 378.

**TABLA 12.4**  
**Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas"**

$$M_{a,posit,dl} = C_{a,dl} w l_x^2$$

donde w = carga muerta uniforme total

$$M_{b,posit,dl} = C_{b,dl} w l_y^2$$

Relación $l_x$	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
1.00	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.018	$C_{a,dl}$ 0.018	$C_{a,dl}$ 0.027	$C_{a,dl}$ 0.027	$C_{a,dl}$ 0.033	$C_{a,dl}$ 0.027	$C_{a,dl}$ 0.020	$C_{a,dl}$ 0.023
	$C_{b,dl}$ 0.036	$C_{b,dl}$ 0.018	$C_{b,dl}$ 0.027	$C_{b,dl}$ 0.027	$C_{b,dl}$ 0.018	$C_{b,dl}$ 0.027	$C_{b,dl}$ 0.033	$C_{b,dl}$ 0.023	$C_{b,dl}$ 0.020
0.95	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.020	$C_{a,dl}$ 0.021	$C_{a,dl}$ 0.030	$C_{a,dl}$ 0.028	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.031	$C_{a,dl}$ 0.022	$C_{a,dl}$ 0.024
	$C_{b,dl}$ 0.033	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.025	$C_{b,dl}$ 0.024	$C_{b,dl}$ 0.015	$C_{b,dl}$ 0.024	$C_{b,dl}$ 0.031	$C_{b,dl}$ 0.021	$C_{b,dl}$ 0.017
0.90	$C_{a,dl}$ 0.045	$C_{a,dl}$ 0.022	$C_{a,dl}$ 0.025	$C_{a,dl}$ 0.033	$C_{a,dl}$ 0.029	$C_{a,dl}$ 0.039	$C_{a,dl}$ 0.035	$C_{a,dl}$ 0.025	$C_{a,dl}$ 0.026
	$C_{b,dl}$ 0.029	$C_{b,dl}$ 0.014	$C_{b,dl}$ 0.024	$C_{b,dl}$ 0.022	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.021	$C_{b,dl}$ 0.028	$C_{b,dl}$ 0.019	$C_{b,dl}$ 0.015
0.85	$C_{a,dl}$ 0.050	$C_{a,dl}$ 0.024	$C_{a,dl}$ 0.029	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.031	$C_{a,dl}$ 0.042	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.029	$C_{a,dl}$ 0.028
	$C_{b,dl}$ 0.026	$C_{b,dl}$ 0.012	$C_{b,dl}$ 0.022	$C_{b,dl}$ 0.019	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.017	$C_{b,dl}$ 0.025	$C_{b,dl}$ 0.017	$C_{b,dl}$ 0.013
0.80	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.026	$C_{a,dl}$ 0.034	$C_{a,dl}$ 0.039	$C_{a,dl}$ 0.032	$C_{a,dl}$ 0.045	$C_{a,dl}$ 0.045	$C_{a,dl}$ 0.032	$C_{a,dl}$ 0.029
	$C_{b,dl}$ 0.023	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.020	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.015	$C_{b,dl}$ 0.022	$C_{b,dl}$ 0.015	$C_{b,dl}$ 0.010
0.75	$C_{a,dl}$ 0.061	$C_{a,dl}$ 0.028	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.043	$C_{a,dl}$ 0.033	$C_{a,dl}$ 0.048	$C_{a,dl}$ 0.051	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.031
	$C_{b,dl}$ 0.019	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.018	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.012	$C_{b,dl}$ 0.020	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.007
0.70	$C_{a,dl}$ 0.068	$C_{a,dl}$ 0.030	$C_{a,dl}$ 0.046	$C_{a,dl}$ 0.046	$C_{a,dl}$ 0.035	$C_{a,dl}$ 0.051	$C_{a,dl}$ 0.058	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.033
	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.005	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.017	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.006
0.65	$C_{a,dl}$ 0.074	$C_{a,dl}$ 0.032	$C_{a,dl}$ 0.054	$C_{a,dl}$ 0.050	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.054	$C_{a,dl}$ 0.065	$C_{a,dl}$ 0.044	$C_{a,dl}$ 0.034
	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.006	$C_{b,dl}$ 0.014	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.014	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.005
0.60	$C_{a,dl}$ 0.081	$C_{a,dl}$ 0.034	$C_{a,dl}$ 0.062	$C_{a,dl}$ 0.053	$C_{a,dl}$ 0.037	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.073	$C_{a,dl}$ 0.048	$C_{a,dl}$ 0.036
	$C_{b,dl}$ 0.010	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.003	$C_{b,dl}$ 0.006	$C_{b,dl}$ 0.012	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.004
0.55	$C_{a,dl}$ 0.088	$C_{a,dl}$ 0.035	$C_{a,dl}$ 0.071	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.038	$C_{a,dl}$ 0.058	$C_{a,dl}$ 0.081	$C_{a,dl}$ 0.052	$C_{a,dl}$ 0.037
	$C_{b,dl}$ 0.008	$C_{b,dl}$ 0.003	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.005	$C_{b,dl}$ 0.002	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.005	$C_{b,dl}$ 0.003
0.50	$C_{a,dl}$ 0.095	$C_{a,dl}$ 0.037	$C_{a,dl}$ 0.080	$C_{a,dl}$ 0.059	$C_{a,dl}$ 0.039	$C_{a,dl}$ 0.061	$C_{a,dl}$ 0.089	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.038
	$C_{b,dl}$ 0.006	$C_{b,dl}$ 0.002	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.001	$C_{b,dl}$ 0.003	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.002

Fuente: NILSON, Arthur. Diseño de estructuras de concreto, p. 379.

**TABLA 125**  
**Coefficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas"**

$$M_{e,posit} = C_{e,posit} w l^2$$

donde w = carga viva uniforme total

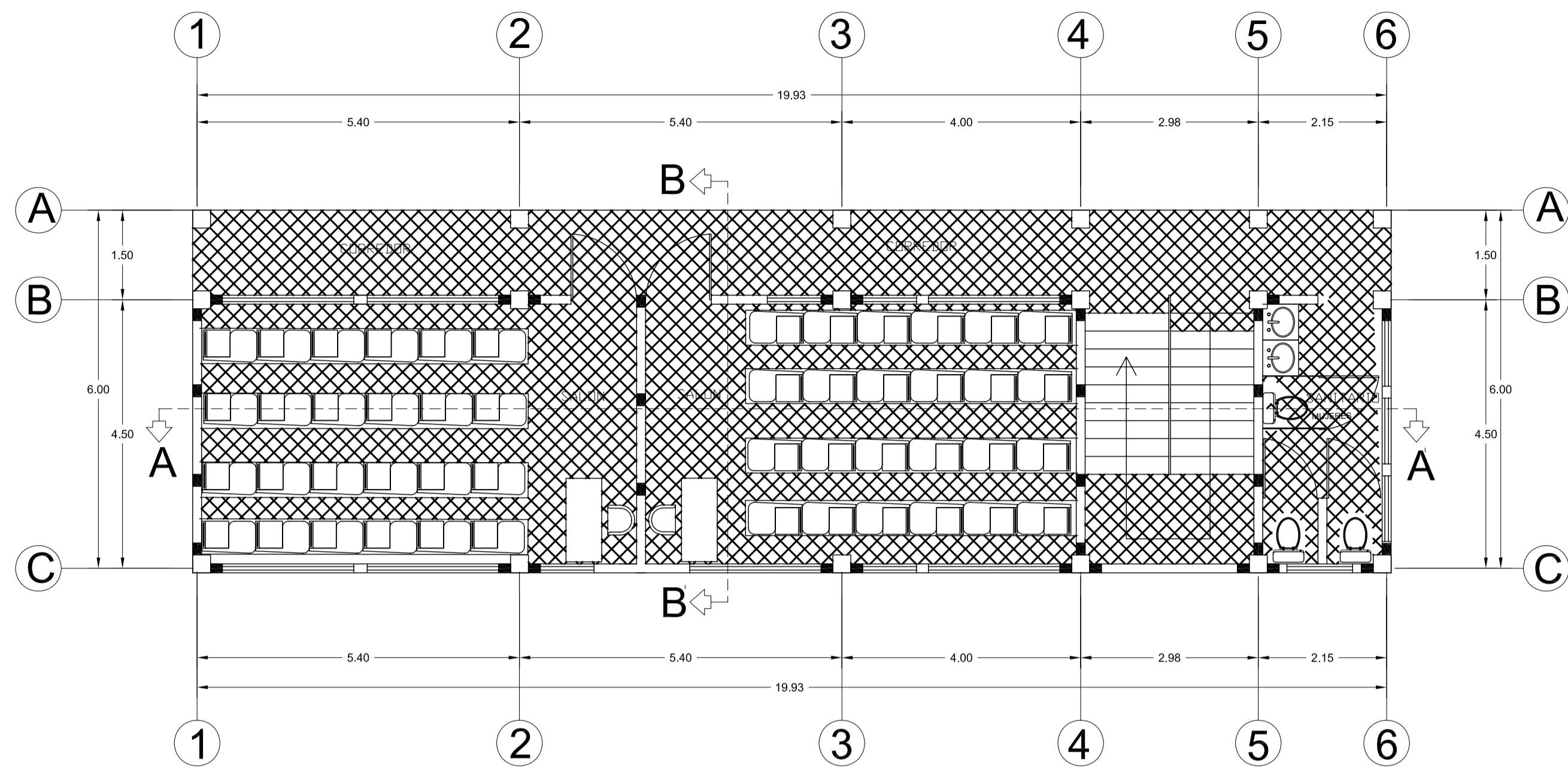
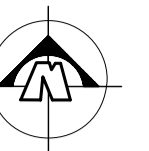
$$M_{b,posit} = C_{b,posit} w l^2$$

Relación $m = \frac{l_x}{l_y}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{e,posit}$ 0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	$C_{b,posit}$ 0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	$C_{e,posit}$ 0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	$C_{b,posit}$ 0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	$C_{e,posit}$ 0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	$C_{b,posit}$ 0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	$C_{e,posit}$ 0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	$C_{b,posit}$ 0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	$C_{e,posit}$ 0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	$C_{b,posit}$ 0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	$C_{e,posit}$ 0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	$C_{b,posit}$ 0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	$C_{e,posit}$ 0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	$C_{b,posit}$ 0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	$C_{e,posit}$ 0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
	$C_{b,posit}$ 0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	$C_{e,posit}$ 0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	$C_{b,posit}$ 0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	$C_{e,posit}$ 0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	$C_{b,posit}$ 0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	$C_{e,posit}$ 0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	$C_{b,posit}$ 0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

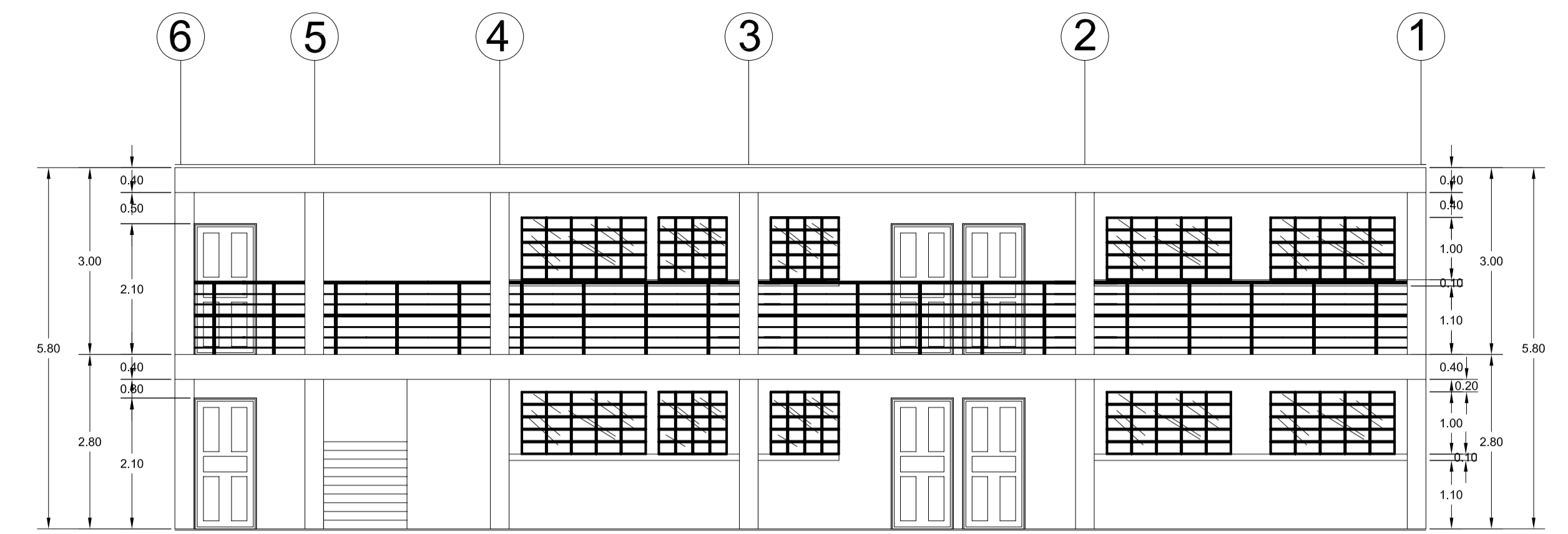
Fuente: NILSON, Arthur. Diseño de estructuras de concreto, p. 380.

## **Anexo 7**

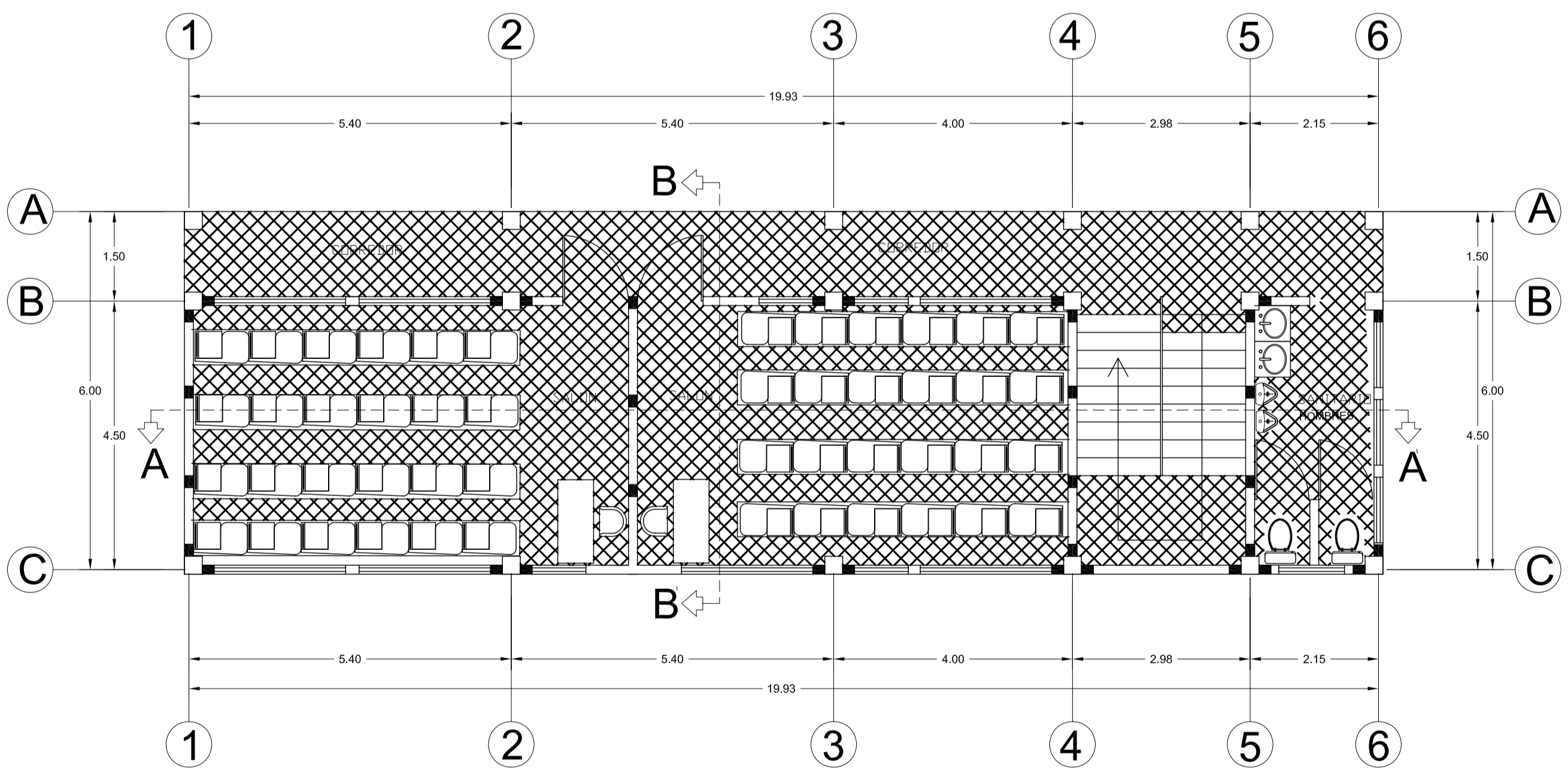
Planos constructivos diseño de edificio escolar



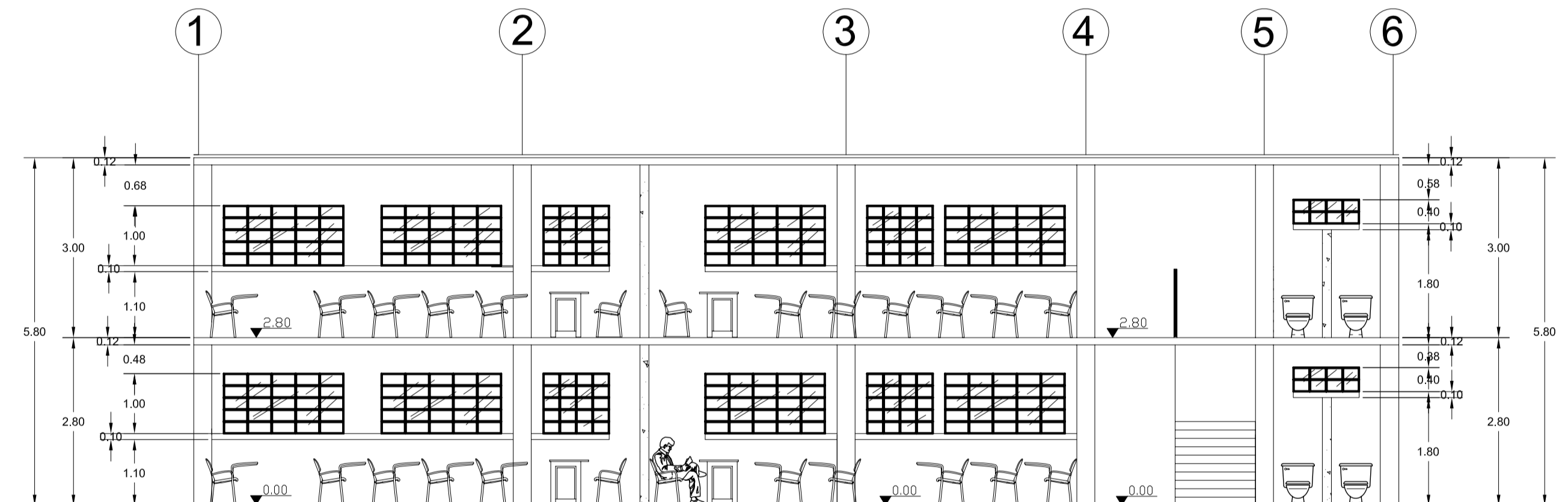
PLANTA AMUEBLADA PRIMER NIVEL ESCALA 1:75



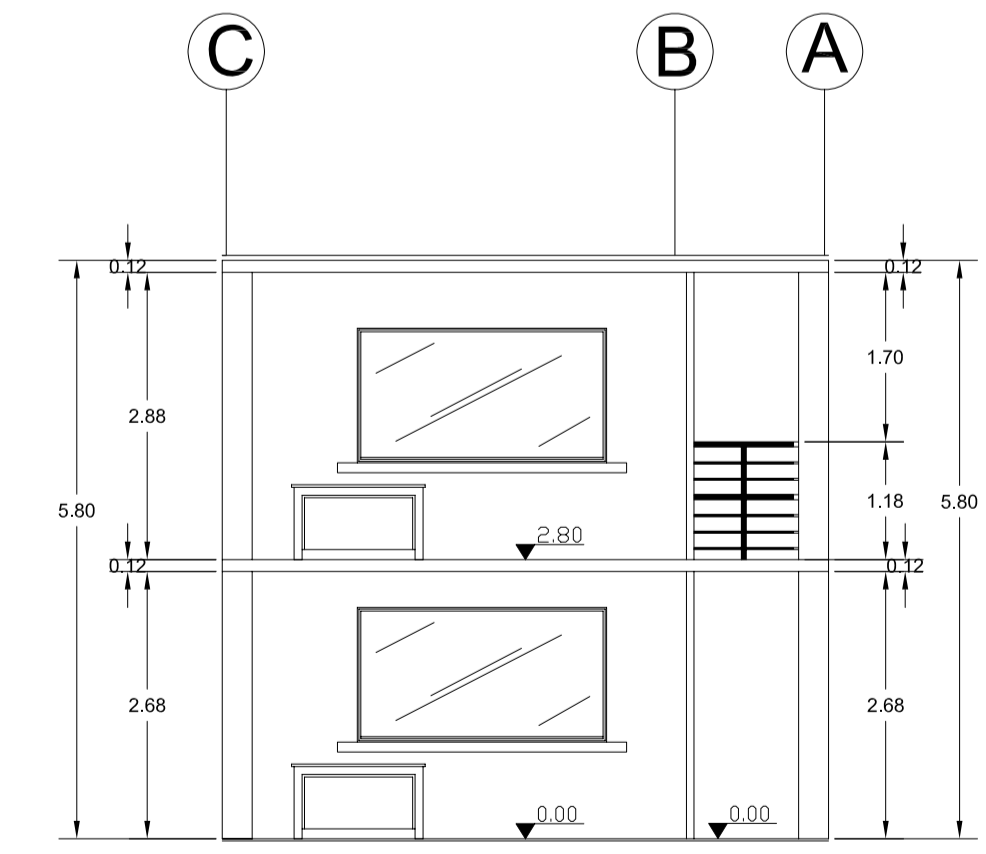
ELEVACION FRONTAL ESCALA 1:75



PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL ESCALA 1:75

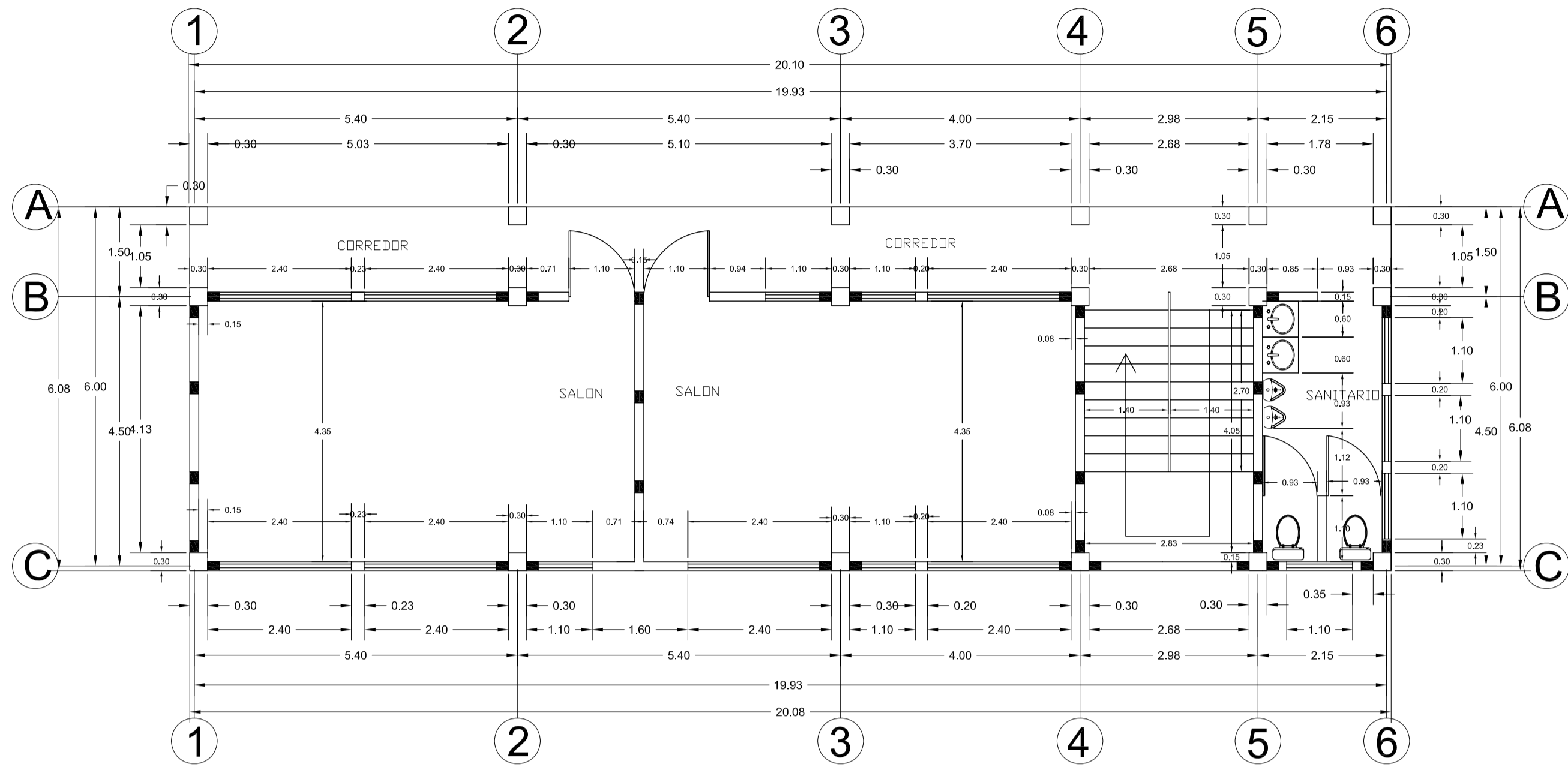
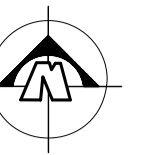


SECCION LONGITUDINAL A-A' ESCALA 1:75

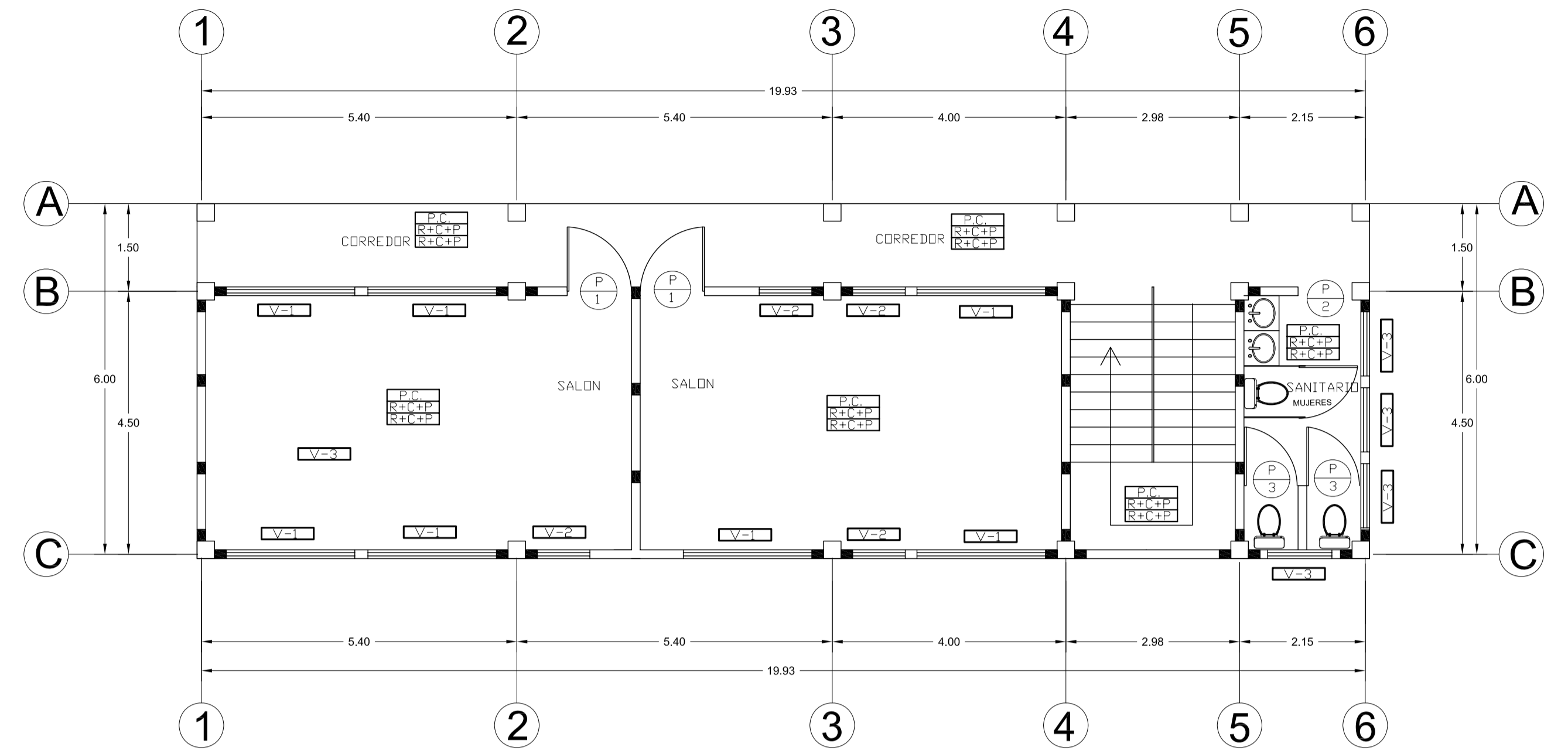


SECCION TRANSVERSAL B-B' ESCALA 1:75

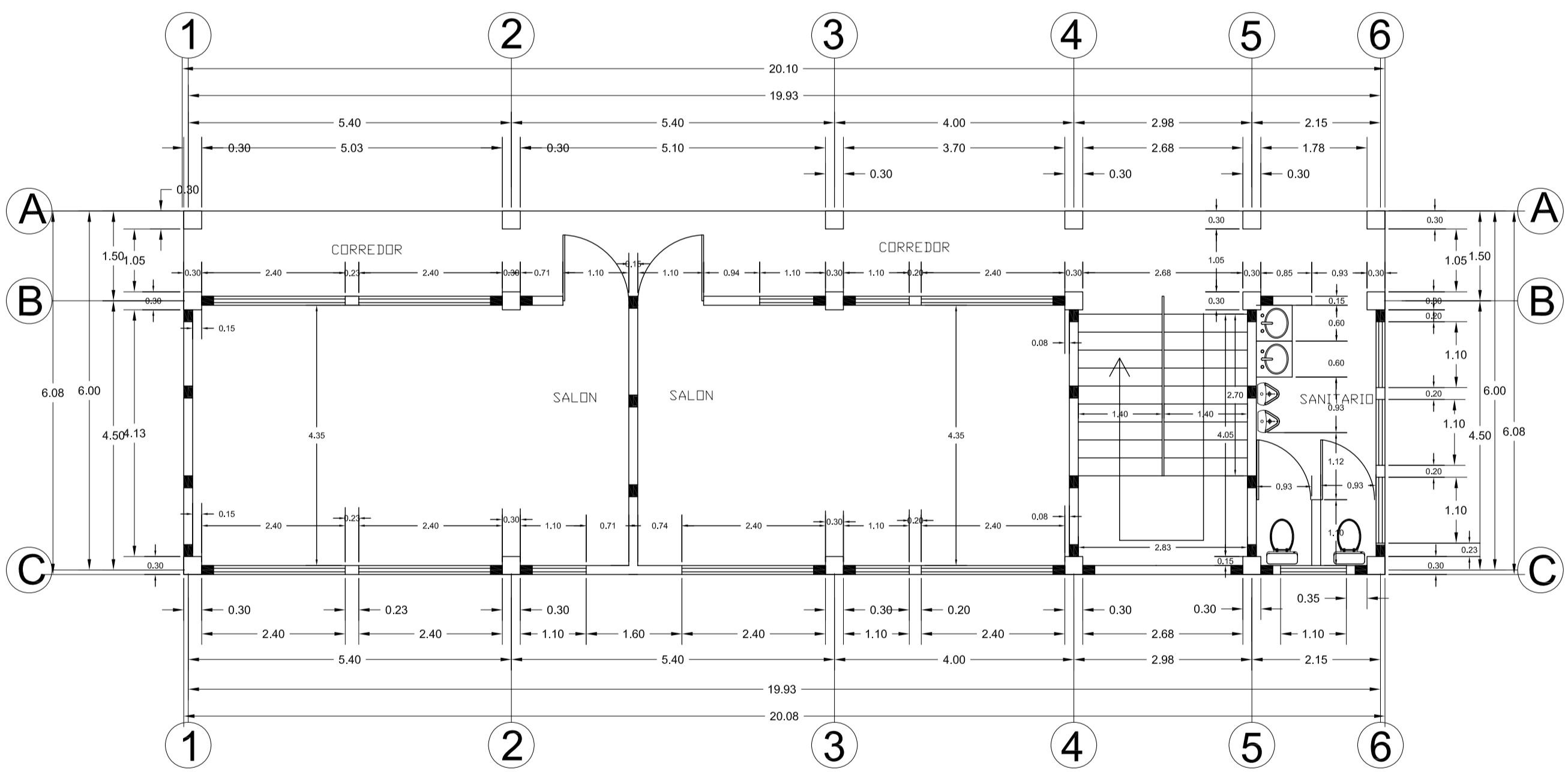
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA	
PROYECTO: <b>DISEÑO ESCOLAR DE DOS NIVELES, TAWAYNI</b>		
CONTENIDO: <b>PLANTA AMUEBLADA Y SECCIONES</b>		
ESTUDIANTE: <b>SELVIN GIRON PEREZ</b>	CARNET: <b>2004-12947</b>	HOJA <b>1</b> <hr/> <b>6</b>
Vo.Bo.	ING. JUAN MERCK COS ASESOR EPS	
DISEÑO: <b>SELVIN GIRON</b> CALCULO: <b>SELVIN GIRON</b> DIBUJO: <b>SELVIN GIRON</b> ESCALA: <b>INDICADA</b> FECHA: <b>SEP. 2010</b>		



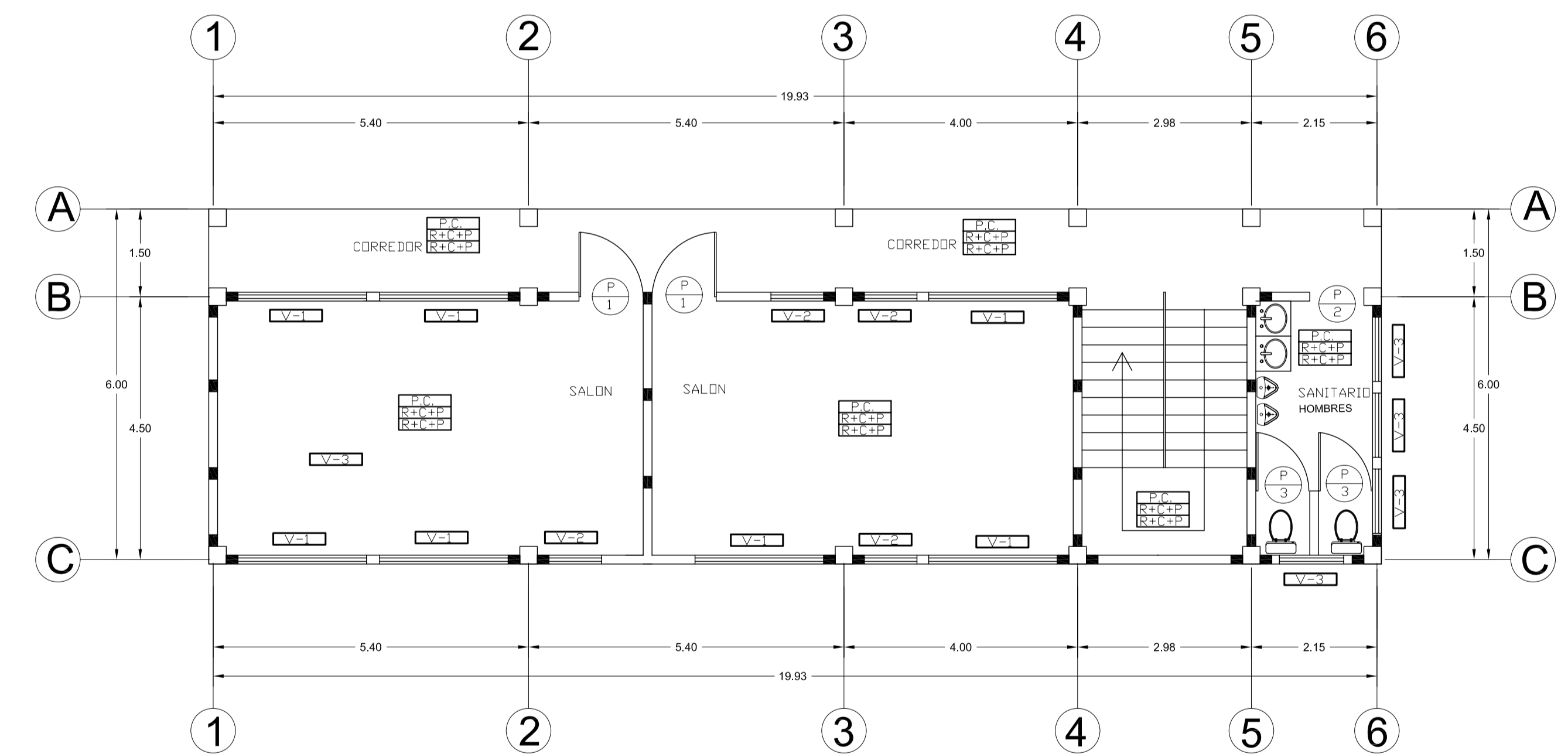
PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL  
INGENIERIA ESCALA 1:75



PLANTA ACABADOS PRIMER NIVEL  
INGENIERIA ESCALA 1:75

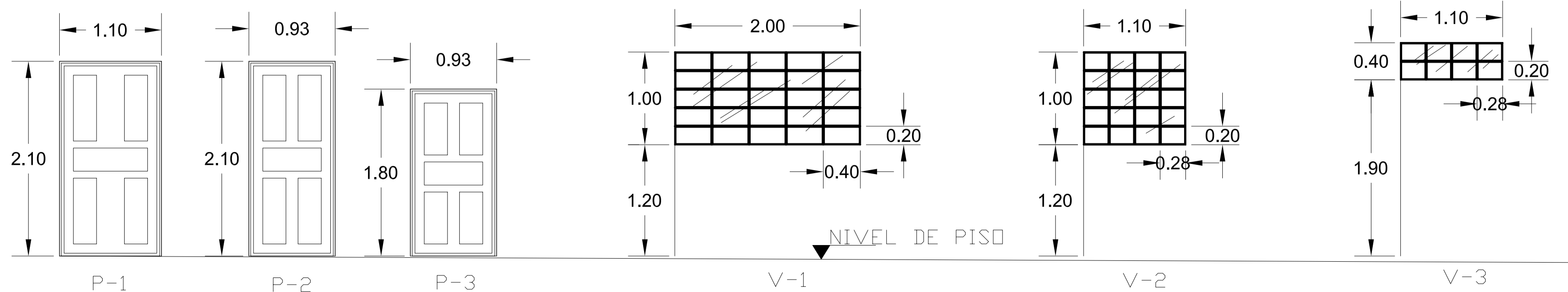


PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL  
INGENIERIA ESCALA 1:75



PLANTA ACABADOS SEGUNDO NIVEL  
INGENIERIA ESCALA 1:75

PS	PUERTA	DISPOSITIVO
PS-1	PUERTA	DISPOSITIVO
PS-2	PUERTA	DISPOSITIVO
PS-3	PUERTA	DISPOSITIVO
P	INDICADOR	TIPO DE PUERTA
V-1	INDICADOR	TIPO DE VENTANA



PLANILLA DE PUERTAS			
TIPO	ANCHO	MATERIAL	TIPOLOGIA
P-1	2.10 m SOBRE N.P.	METAL	1 HDJA
P-2	2.10 m SOBRE N.P.	METAL	1 HDJA
P-3	1.80 m SOBRE N.P.	METAL	1 HDJA

PLANILLA DE VENTANAS				
TIPO	ALTURA SILLAR	ALTURA BATEL	ANCHO	MATERIAL
V-1	1.20 m SOBRE N.P.	2.20 m SOBRE N.P.	2.40	MARCO DE METAL CON VIDRIO DE 4 MM
V-2	1.20 m SOBRE N.P.	2.20 m SOBRE N.P.	1.10	MARCO DE METAL CON VIDRIO DE 4 MM
V-3	1.90 m SOBRE N.P.	2.90 m SOBRE N.P.	1.10	MARCO DE METAL CON VIDRIO DE 4 MM



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA

PROYECTO: DISEÑO ESCOLAR DE DOS NIVELES, TAWAYNI

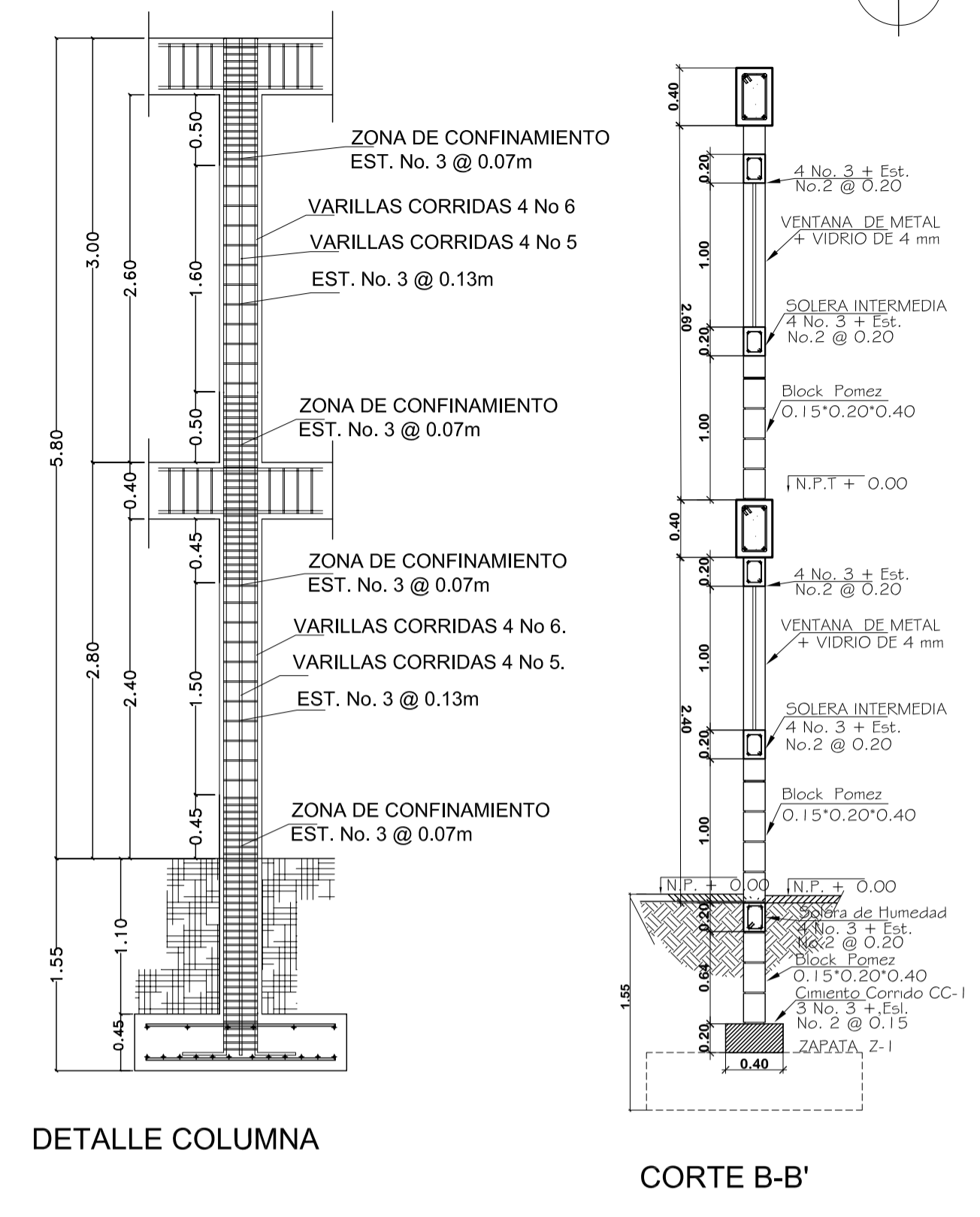
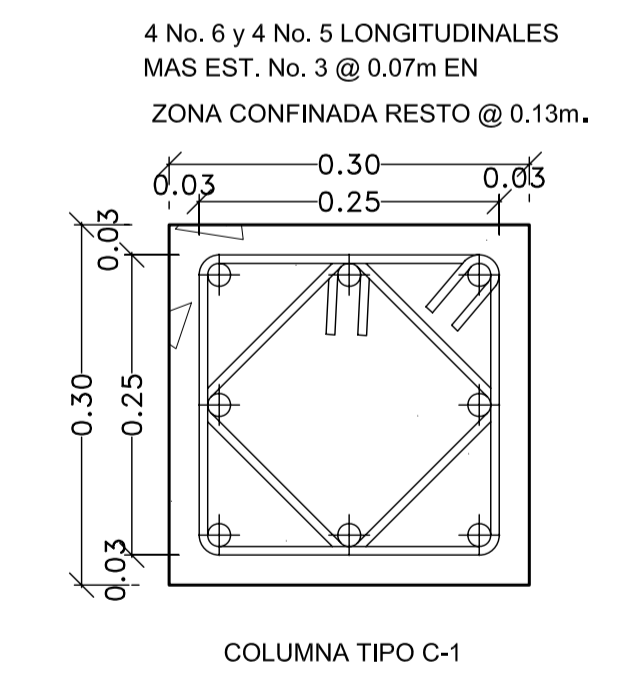
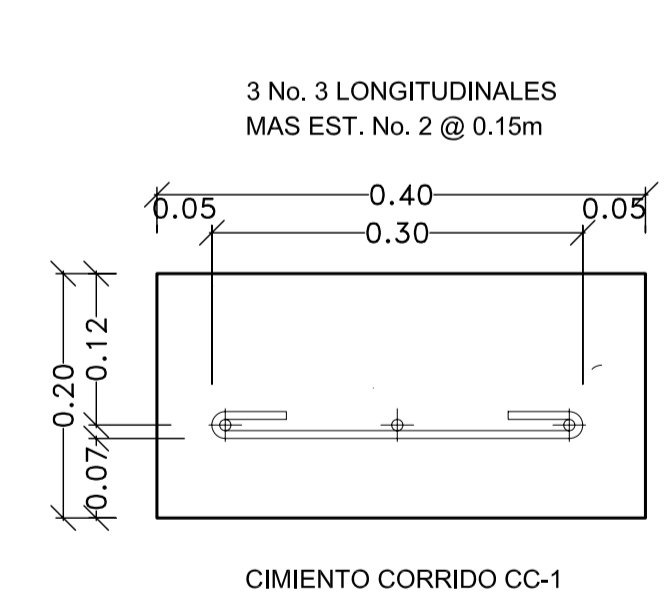
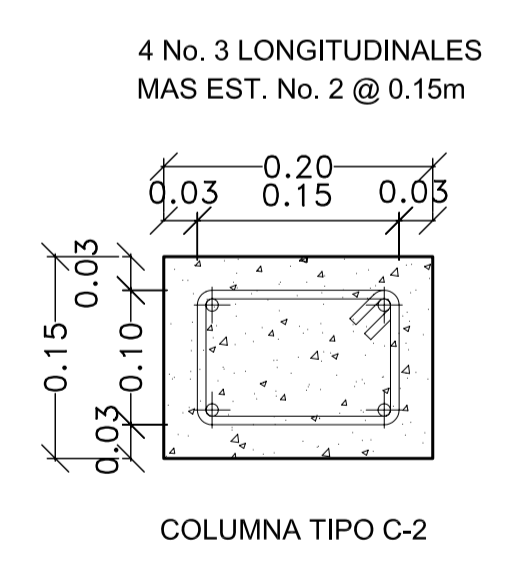
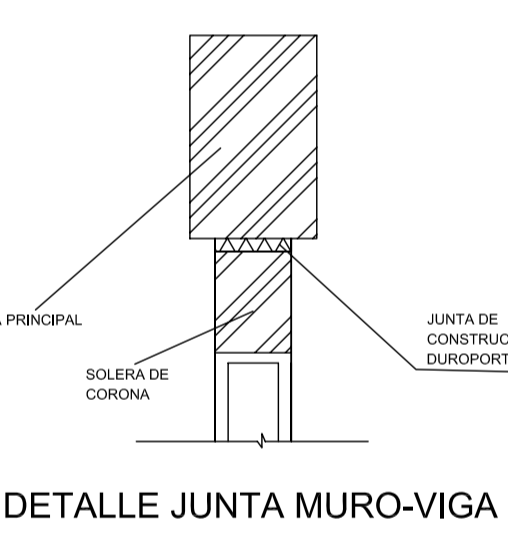
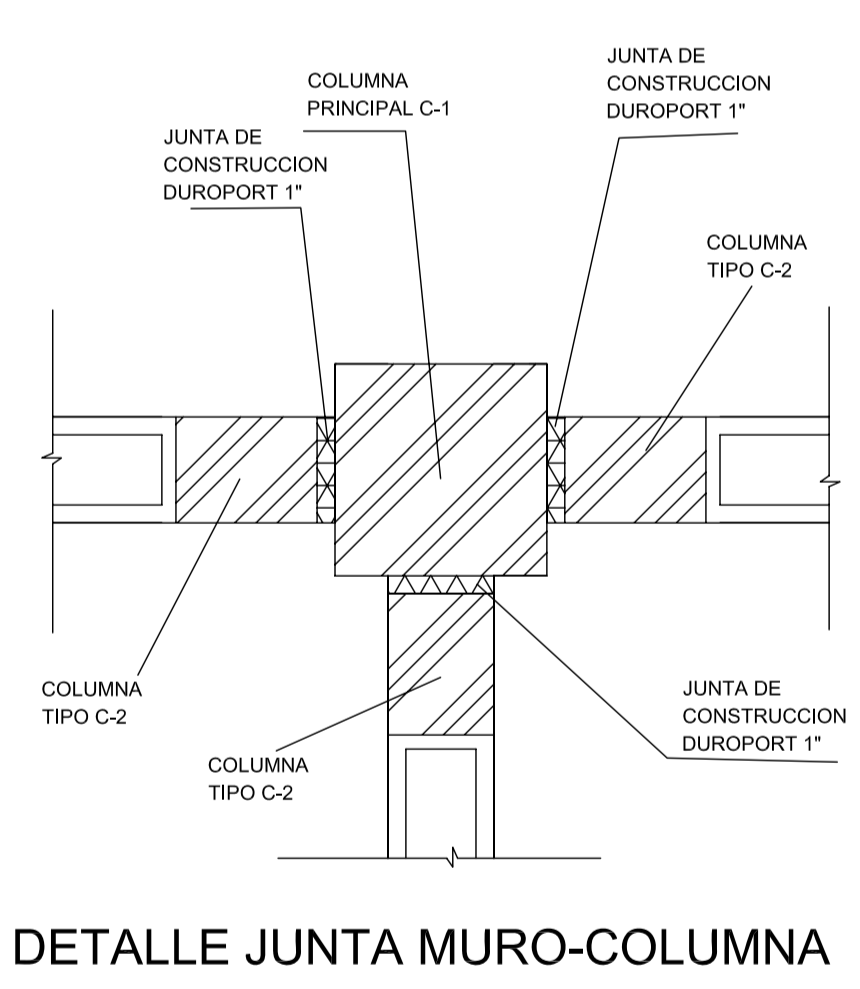
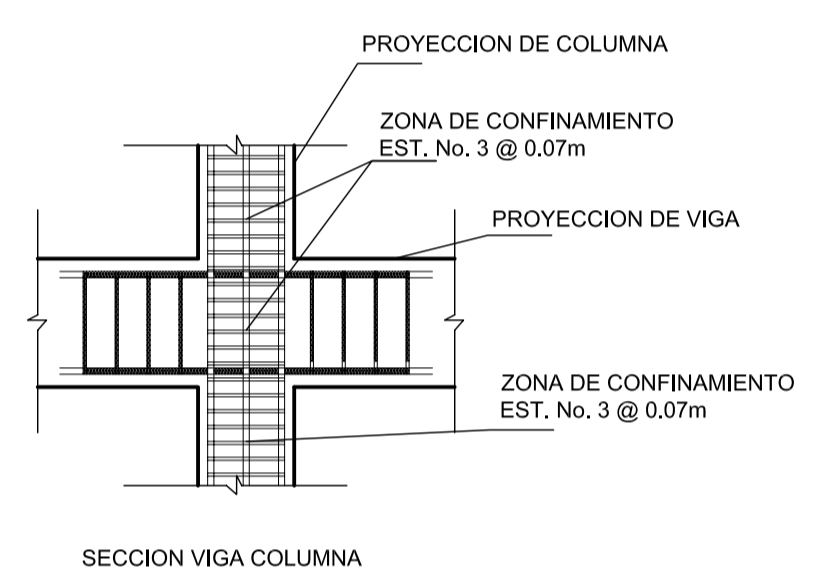
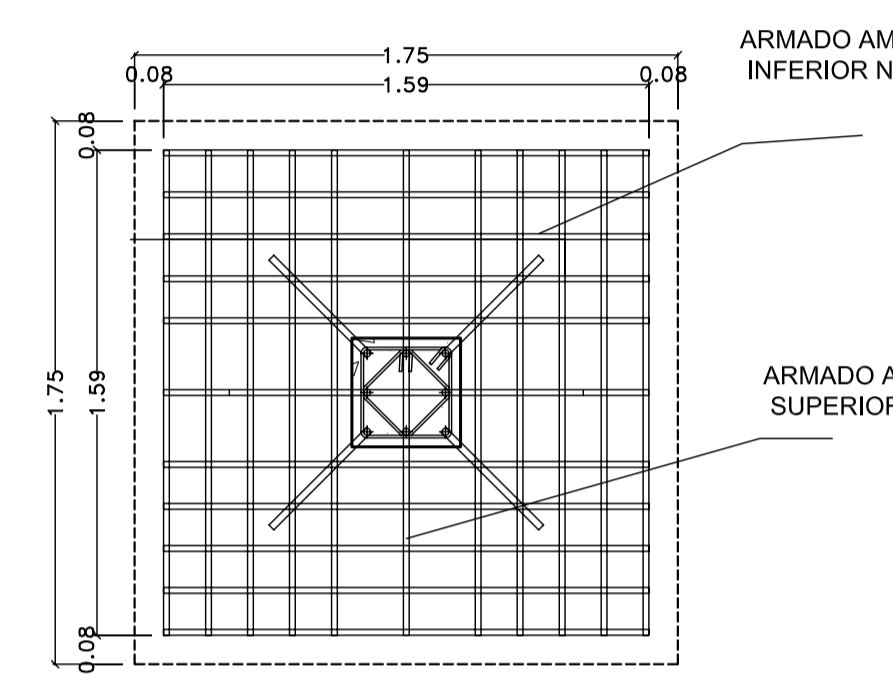
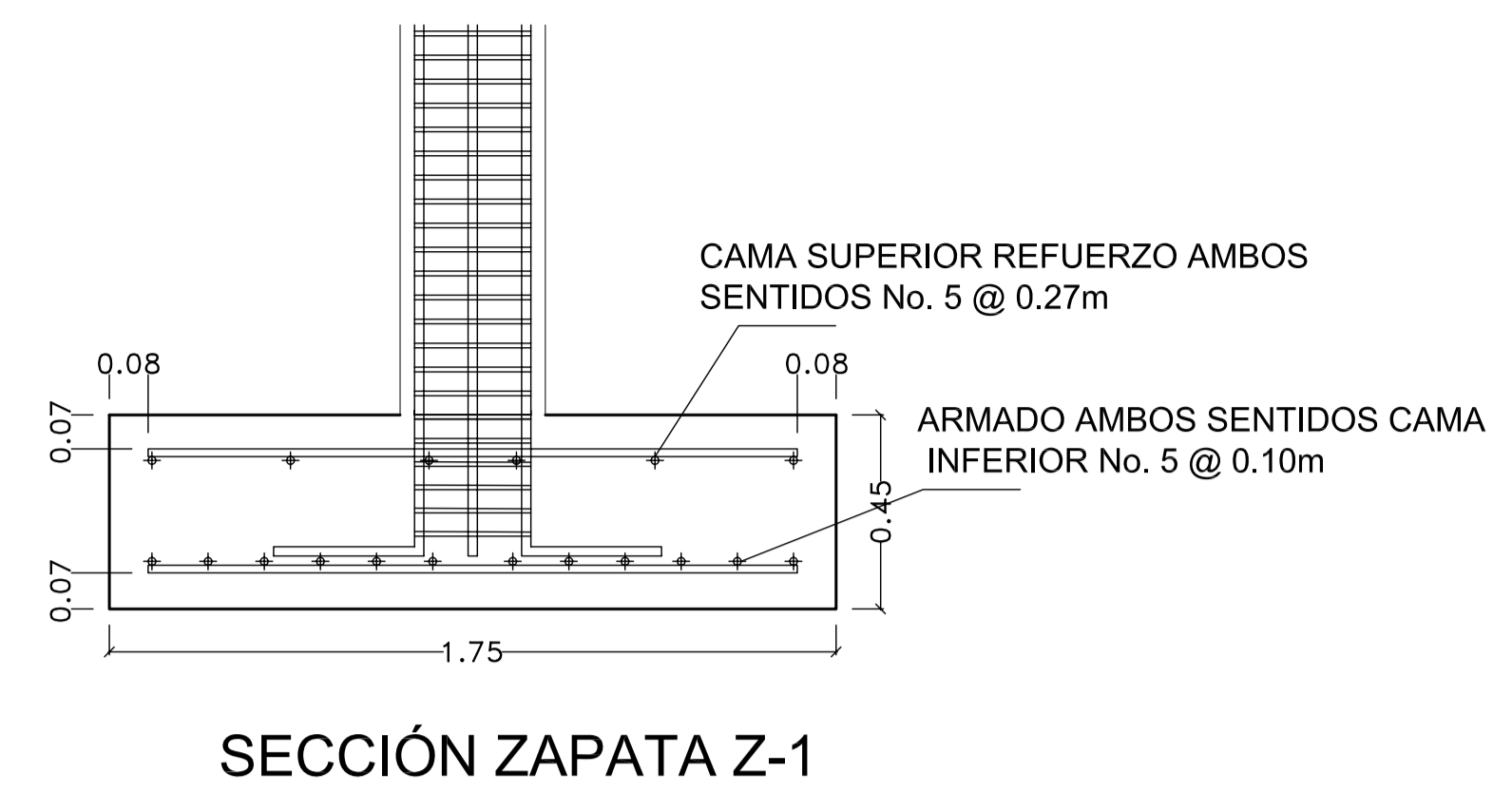
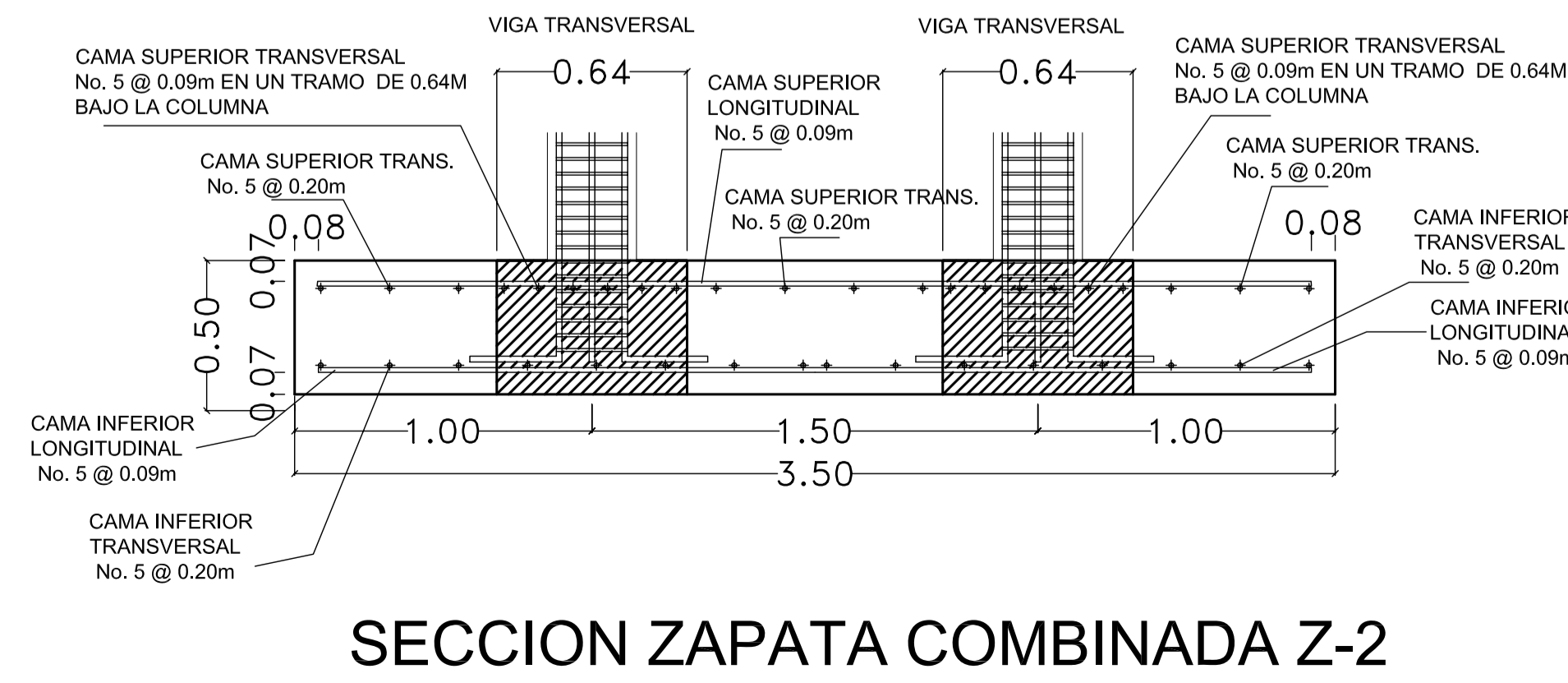
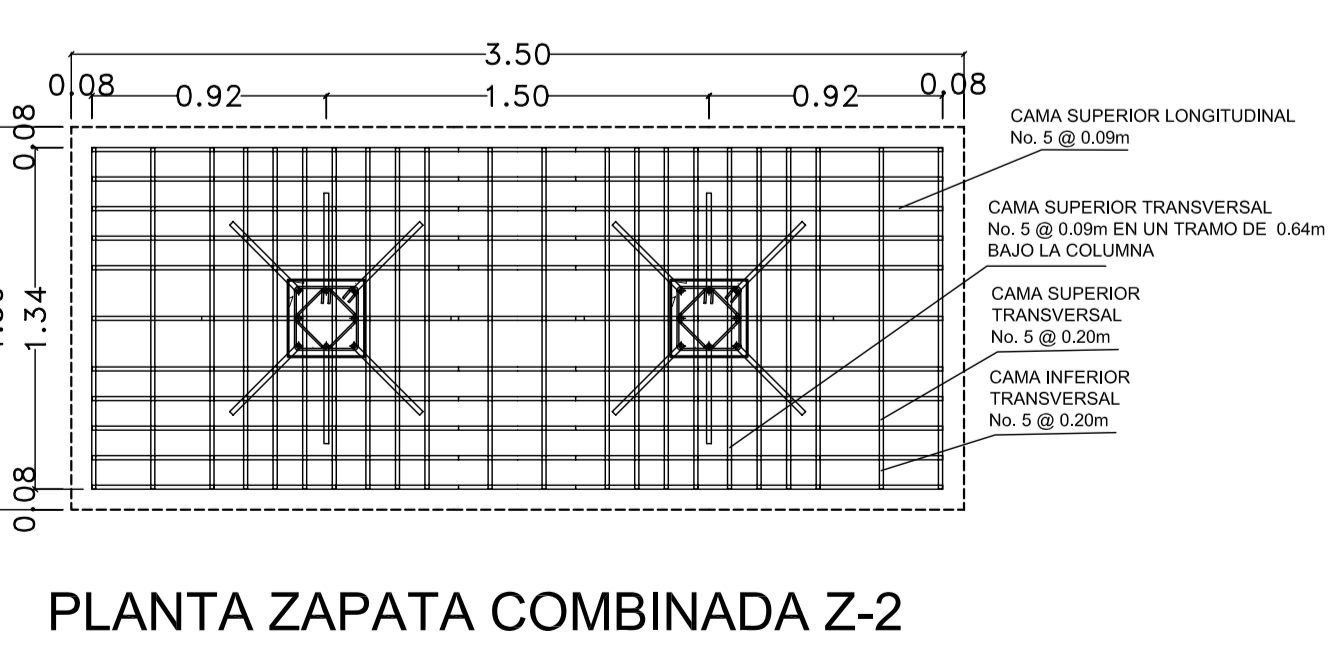
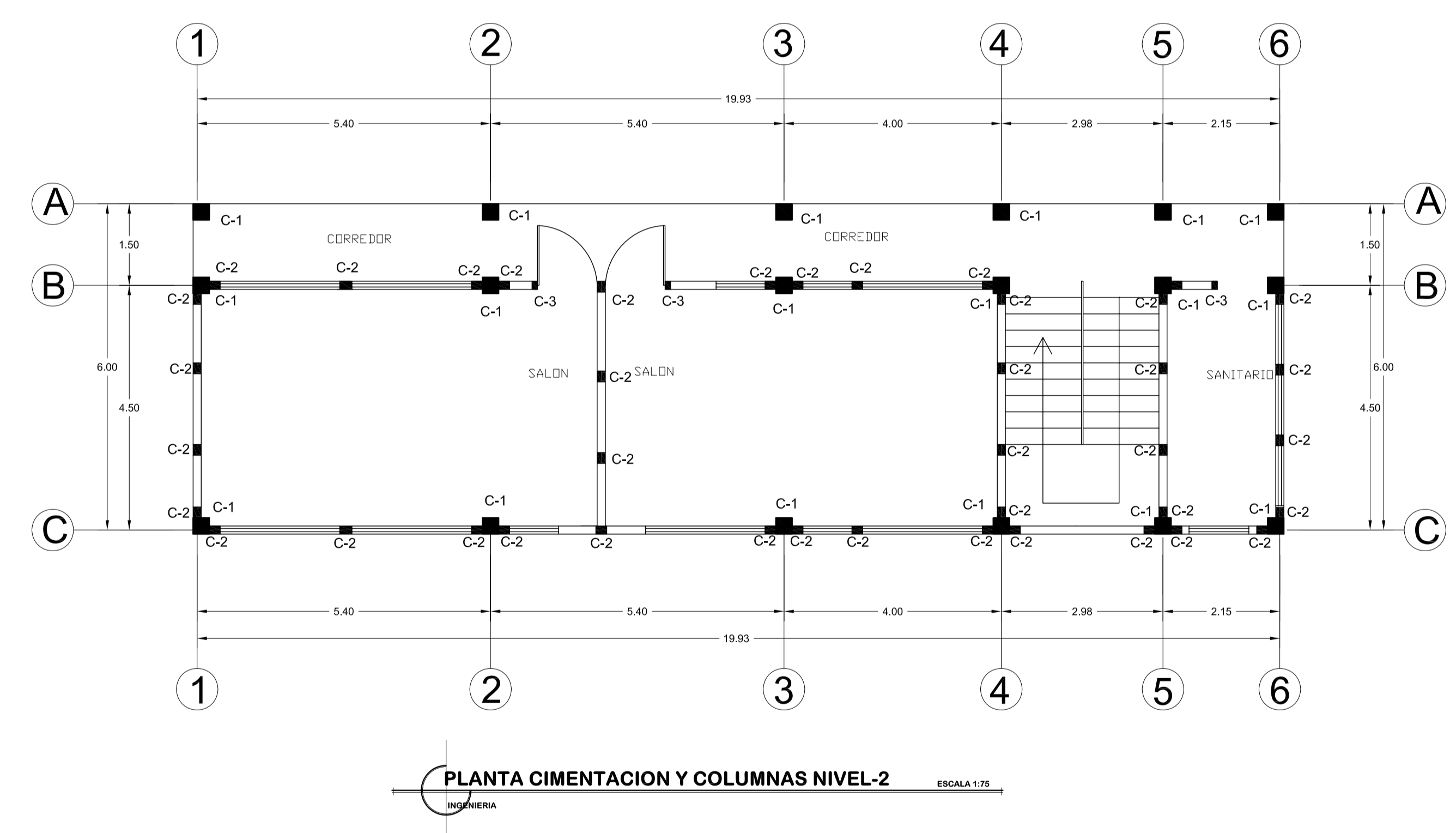
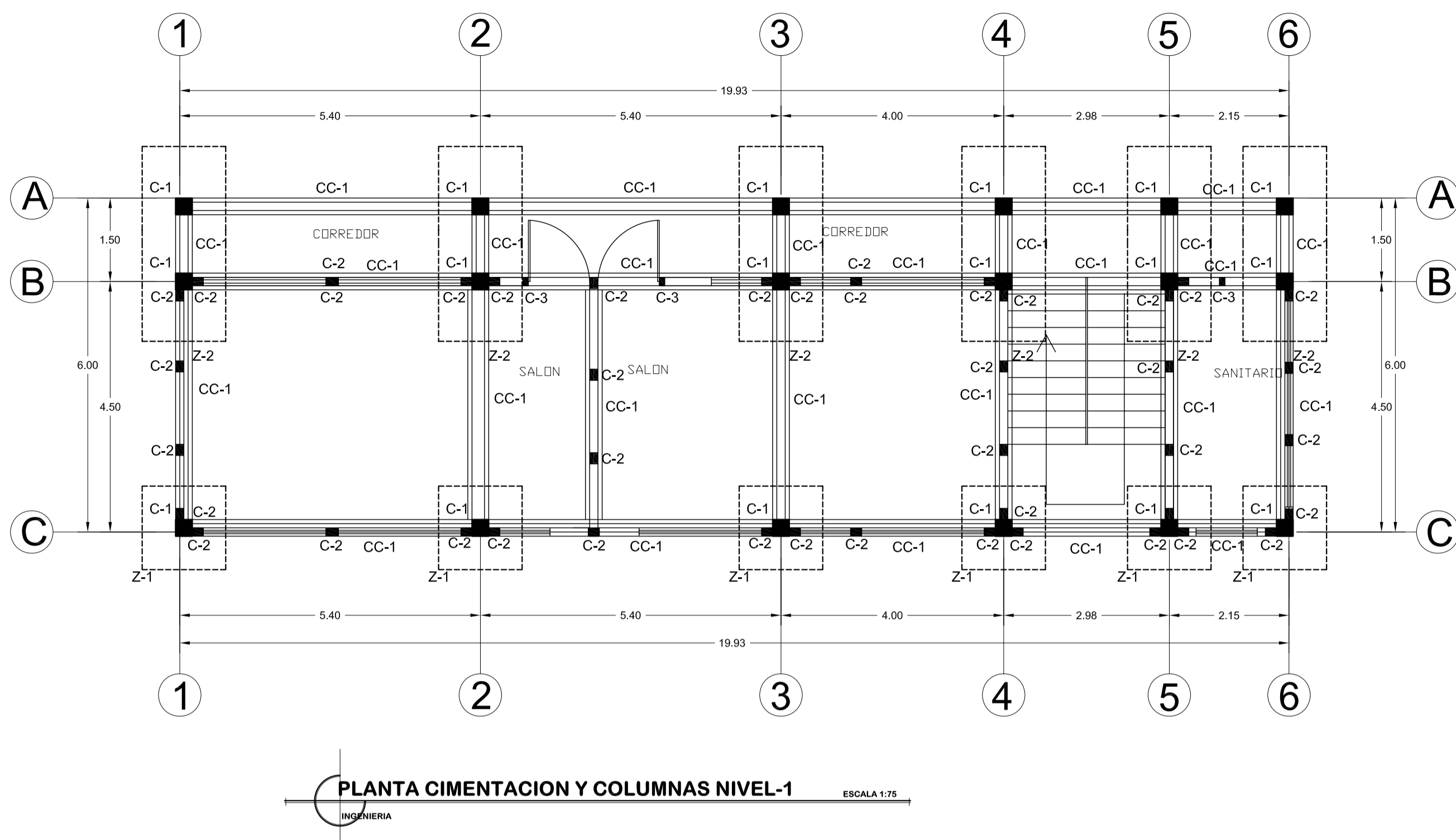
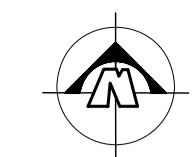
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA Y PLANTA DE ACABADOS MAS DETALLES

ESTUDIANTE: SELVIN GIRON PEREZ CARNET: 2004-12947

Vo.Bo. HOJA

DISEÑO: SELVIN GIRON  
CALCULO: SELVIN GIRON  
DIBUJO: SELVIN GIRON  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEP. 2010

ING. JUAN MERCK COS ASESOR EPS SELVIN GIRON PEREZ EPS

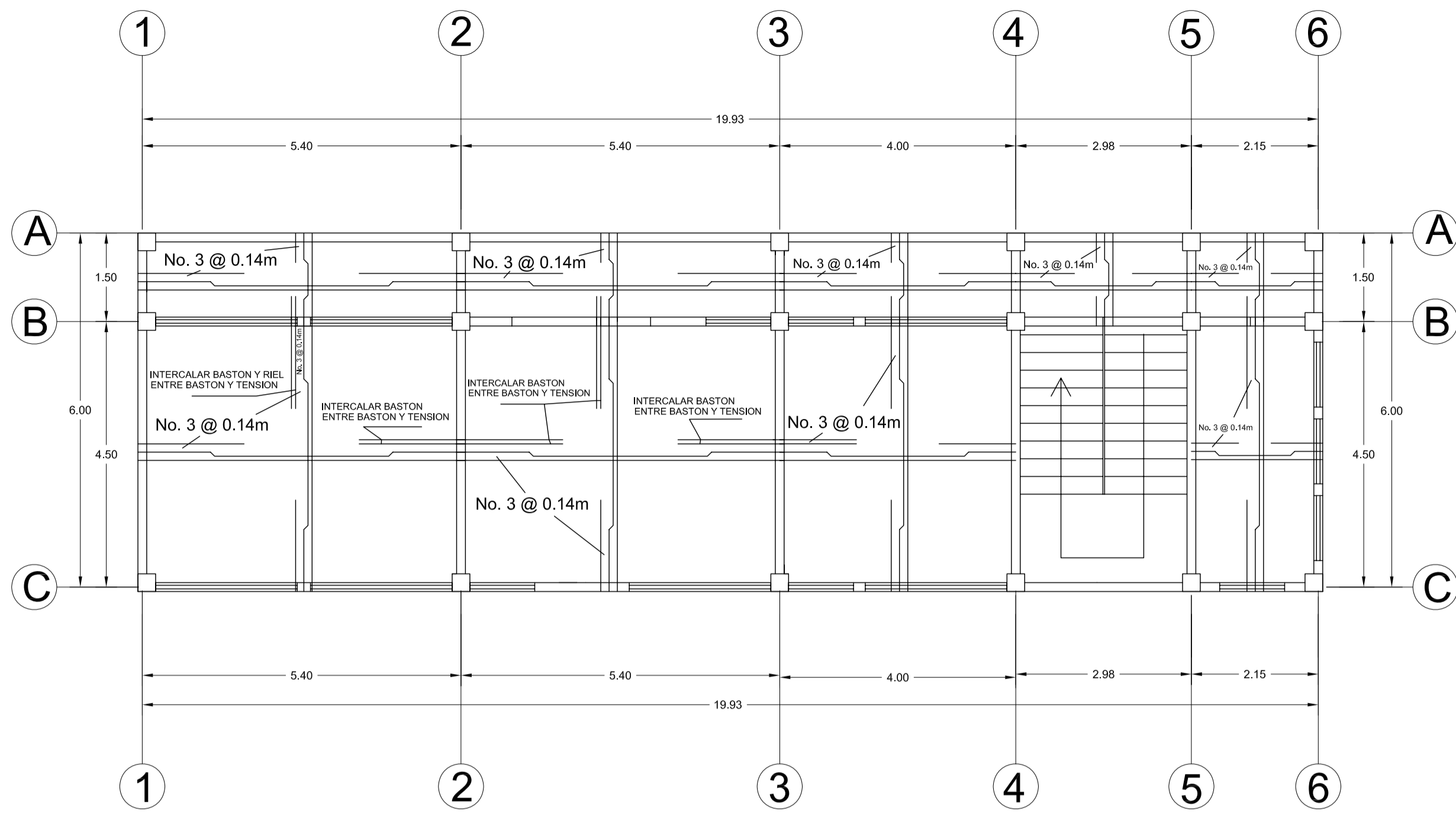


**ESPECIFICACIONES**

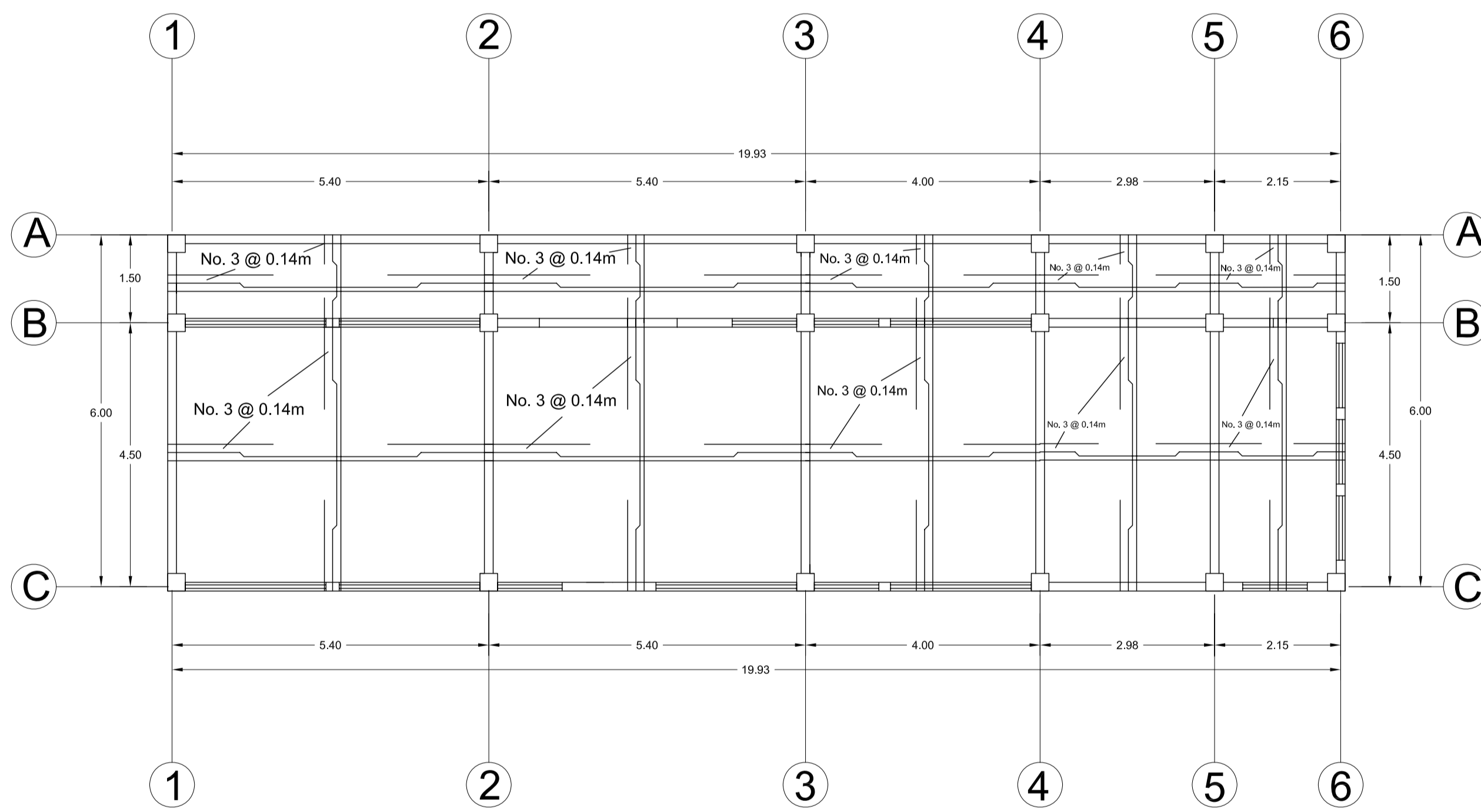
$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  ó 3000 PSI.  
 $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$  ó 40,000 PSI.  
 BLOQUE DE POMEZ  $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$ .  
 Agregado grueso = 1/2".  
 Valor soporte del suelo (Triaxial) = 24.45 Ton/m<sup>2</sup>.  
 GANCHOS STANDAR a 135°.  
 El doblez para cualquier gancho normal será de 4 veces el diámetro de la varilla, no menor de 6.5 cm ni mayor de 10 cm.  
 TRASLAPES MINIMOS  
 No. 3 = 0.45 m.  
 No. 4 = 0.60 m.  
 No. 5 = 0.70 m.  
 No. 6 = 0.85 m.  
 El recubrimiento sobre acero será de:  
 Lateral 0.03 m. para columnas  
 Inferior de 0.075 m. para cimentaciones.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA	
PROYECTO: <b>DISEÑO ESCOLAR DE DOS NIVELES, TAWAYNI</b>		
CONTENIDO: <b>PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS MAS DETALLES</b>		
ESTUDIANTE: <b>SELVIN GIRON PEREZ</b>	CARNET: <b>2004-12947</b>	
Vo.Bo.		
DISEÑO: <b>SELVIN GIRON</b>		
CALCULO: <b>SELVIN GIRON</b>		
DIBUJO: <b>SELVIN GIRON</b>		
ESCALA: <b>INDICADA</b>		
FECHA: <b>SEP. 2010</b>		
ING. JUAN MERCK COS ASESOR EPS		SELVIN GIRON PEREZ EPS
		3 6

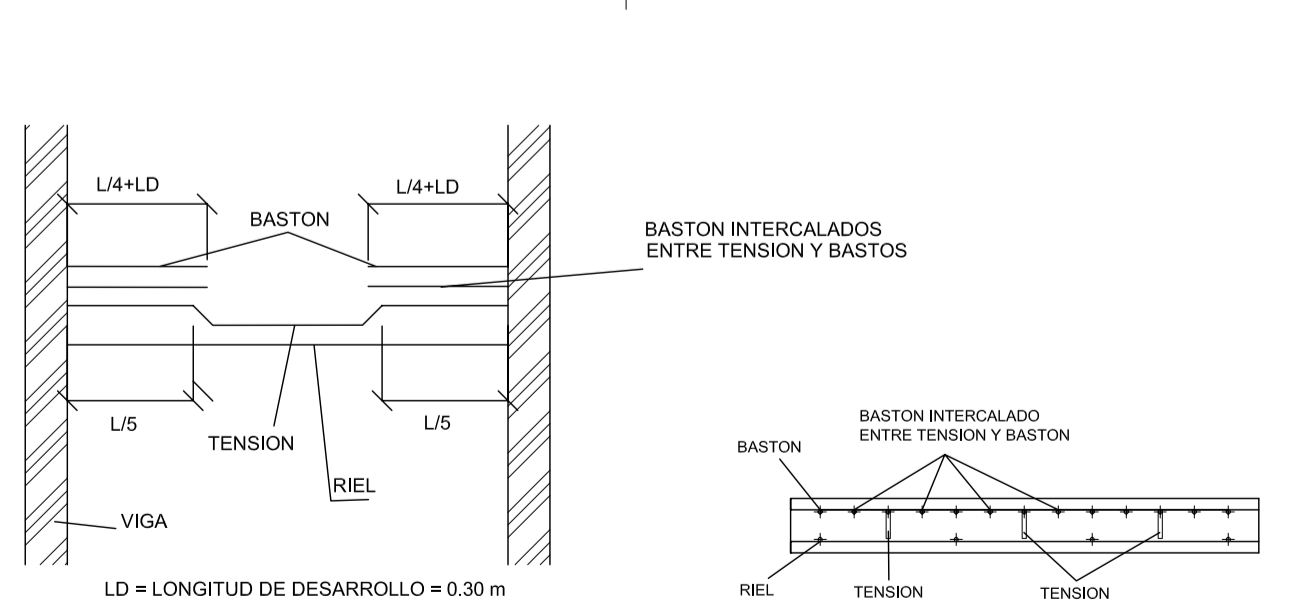




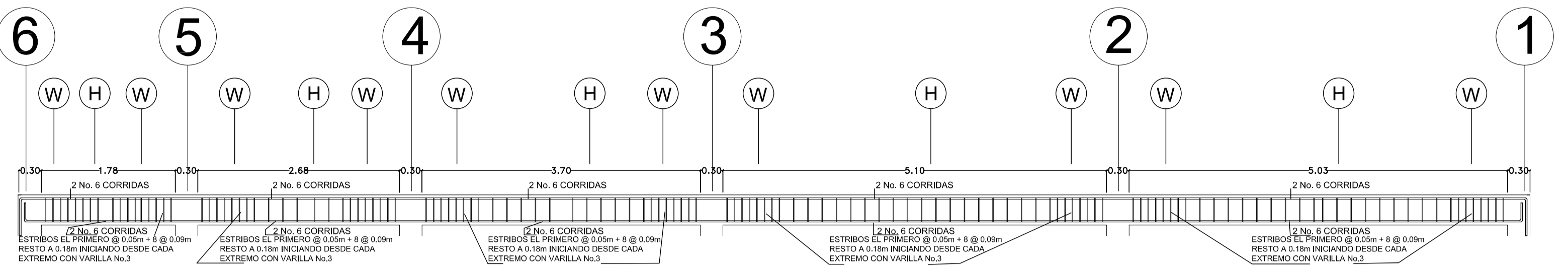
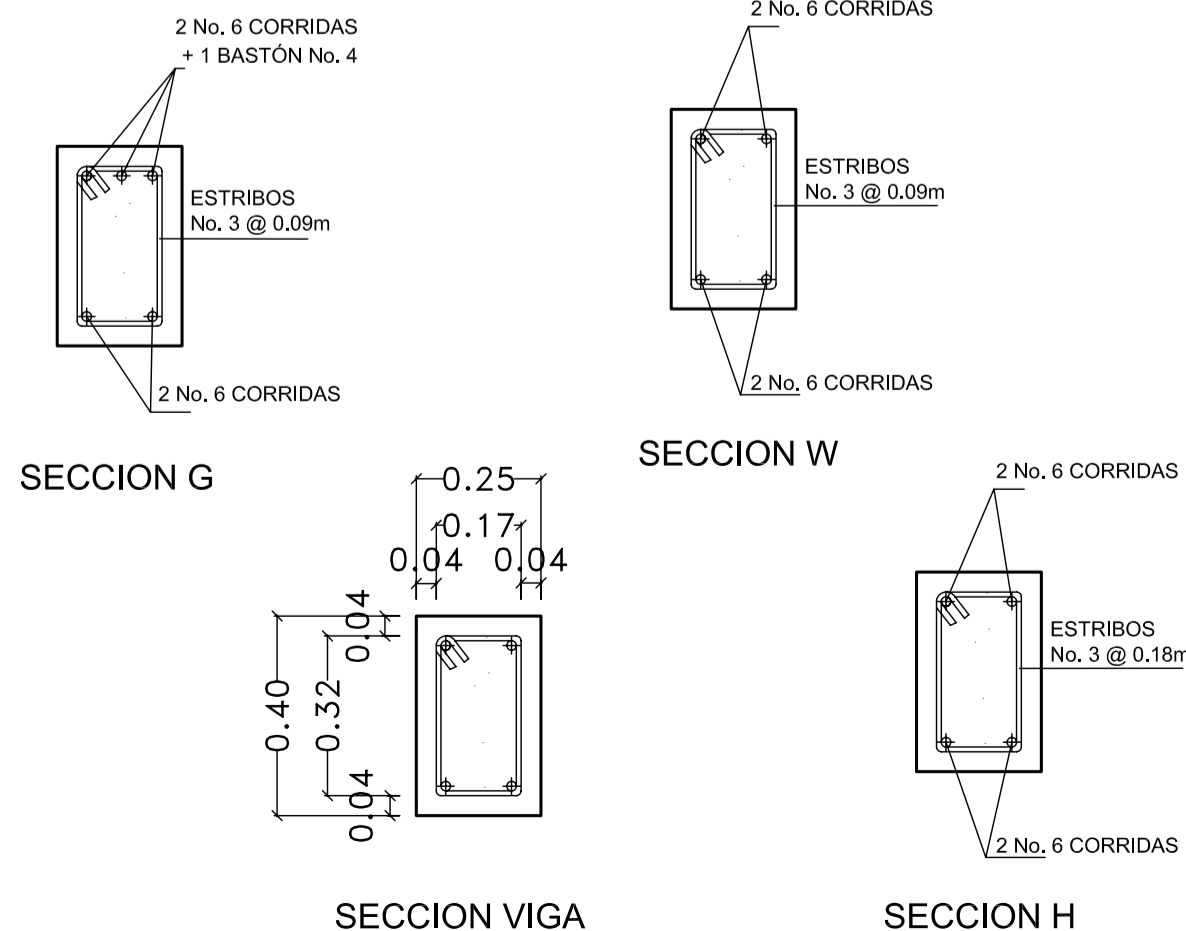
PLANTA LOSA Y VIGAS PRIMER NIVEL  
INGENIERIA ESCALA 1:75



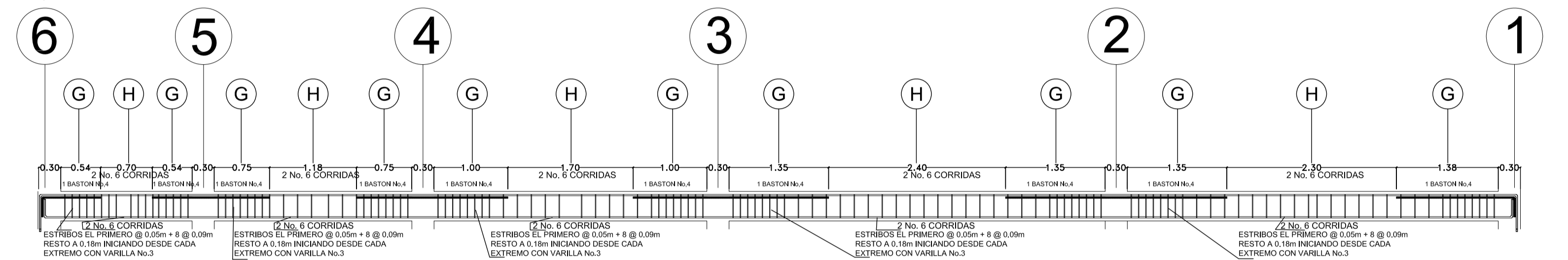
PLANTA LOSA Y VIGAS SEGUNDO NIVEL  
INGENIERIA ESCALA 1:75



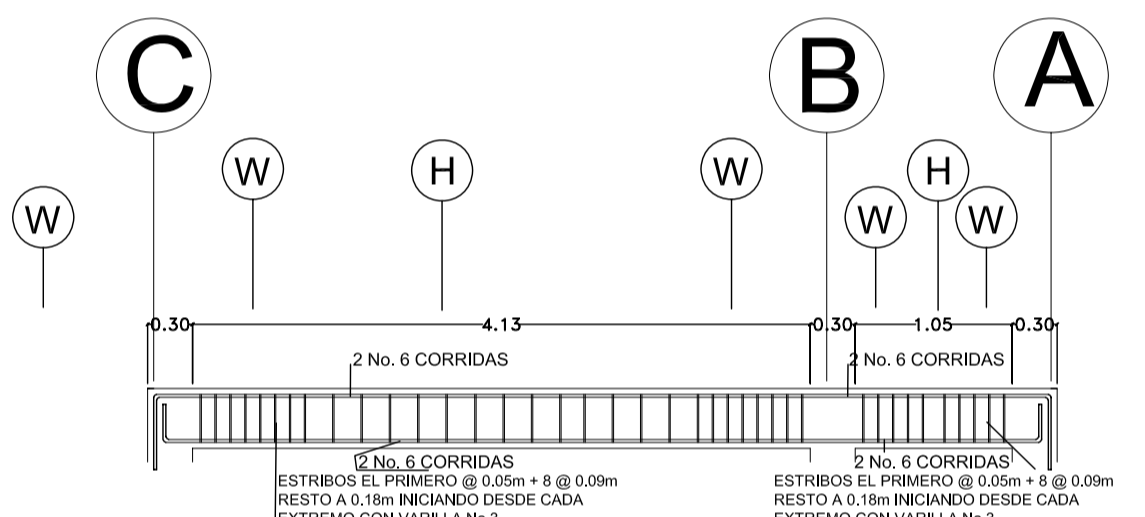
PLANTA SECCION LOSA NIVEL 1



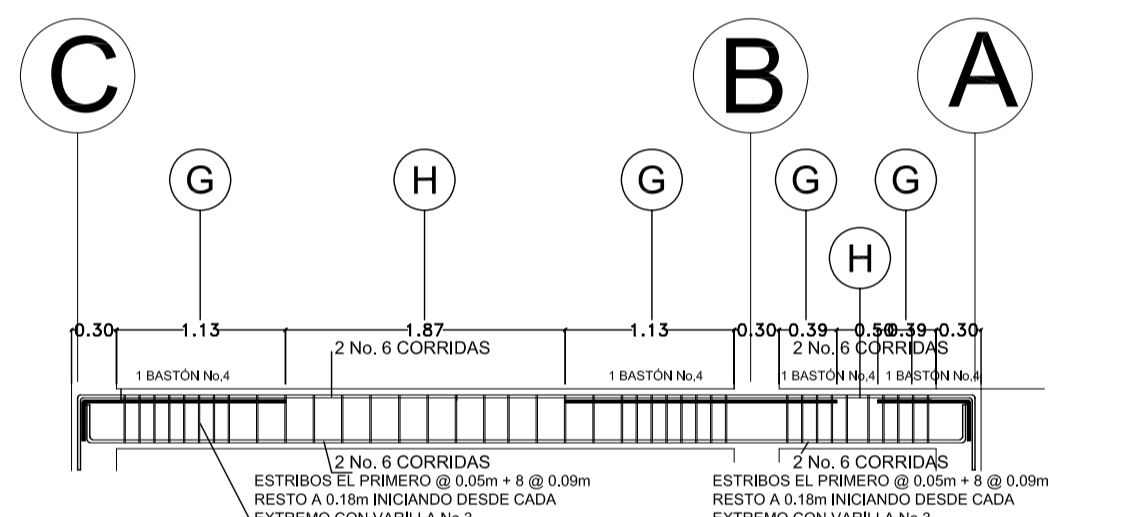
VIGAS SEGUNDO NIVEL SENTIDO X  
INGENIERIA ESCALA 1:50



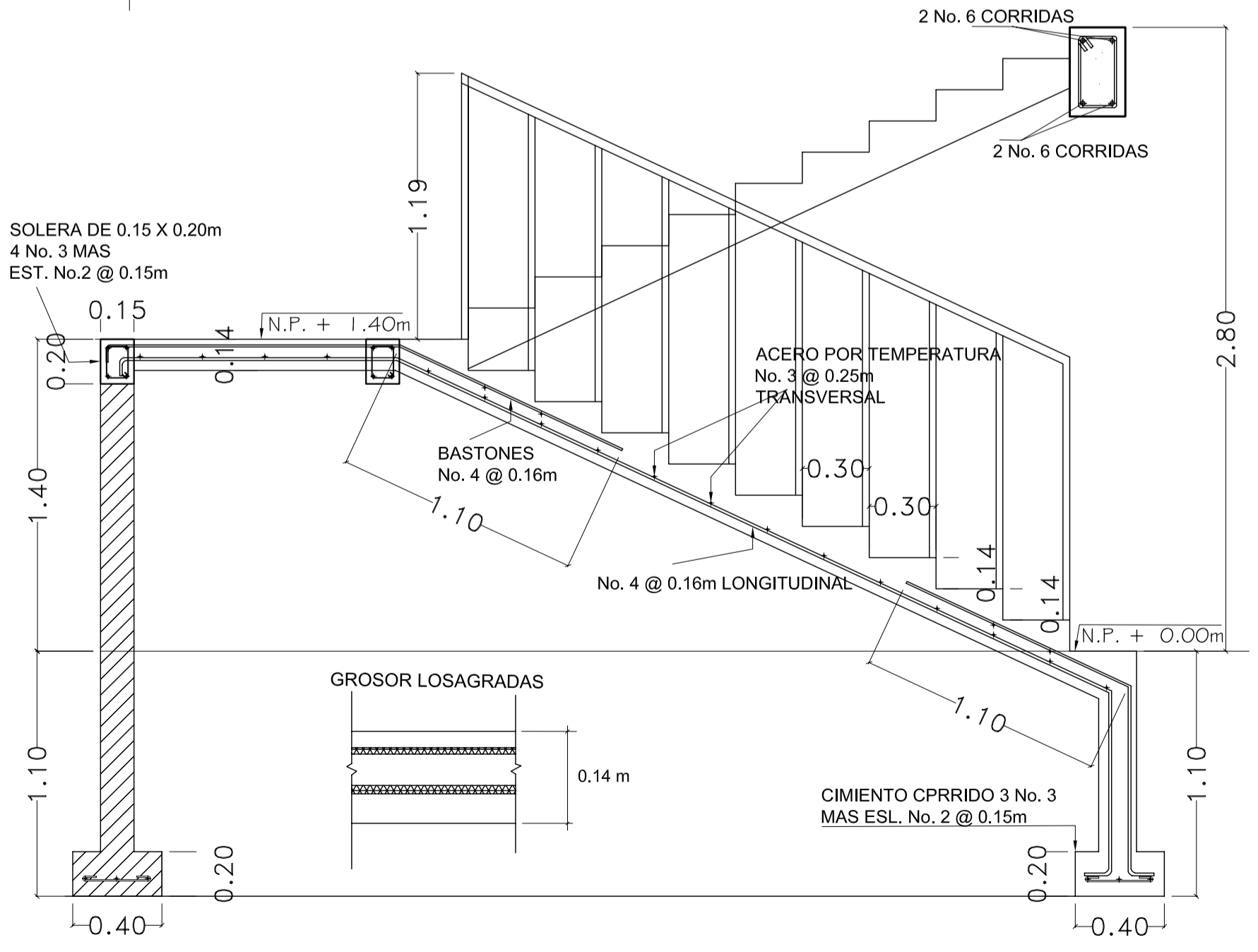
VIGAS PRIMER NIVEL SENTIDO X  
INGENIERIA ESCALA 1:50



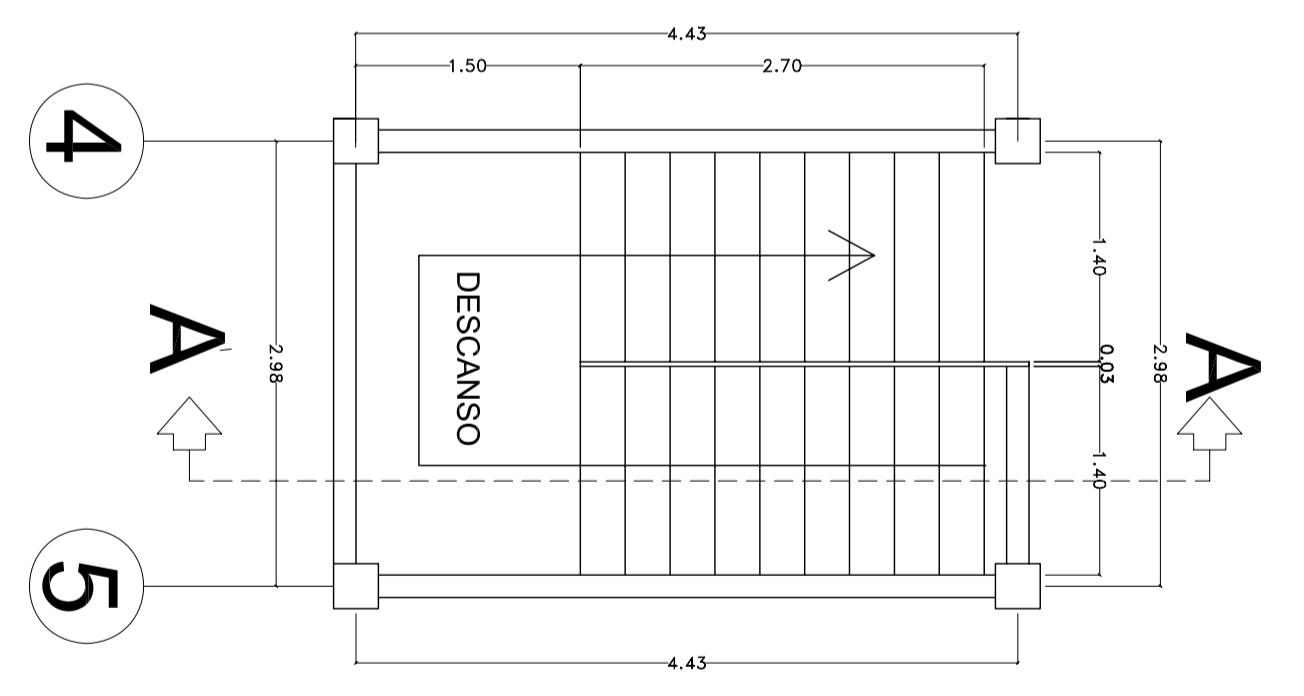
VIGAS SEGUNDO NIVEL SENTIDO Y  
INGENIERIA ESCALA 1:50



VIGAS PRIMER NIVEL SENTIDO Y  
INGENIERIA ESCALA 1:50

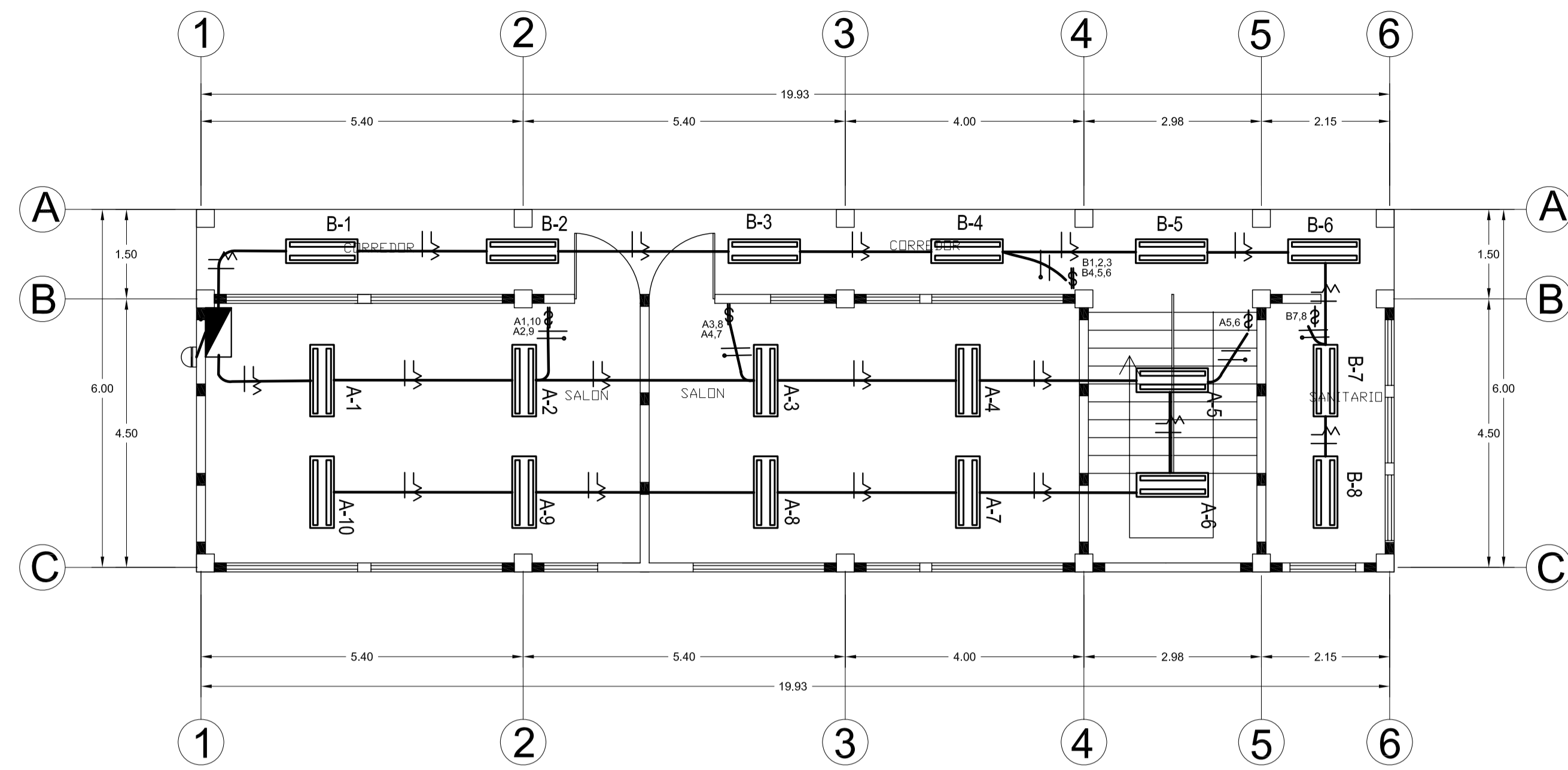


SECCION A-A'  
INGENIERIA ESCALA 1:50

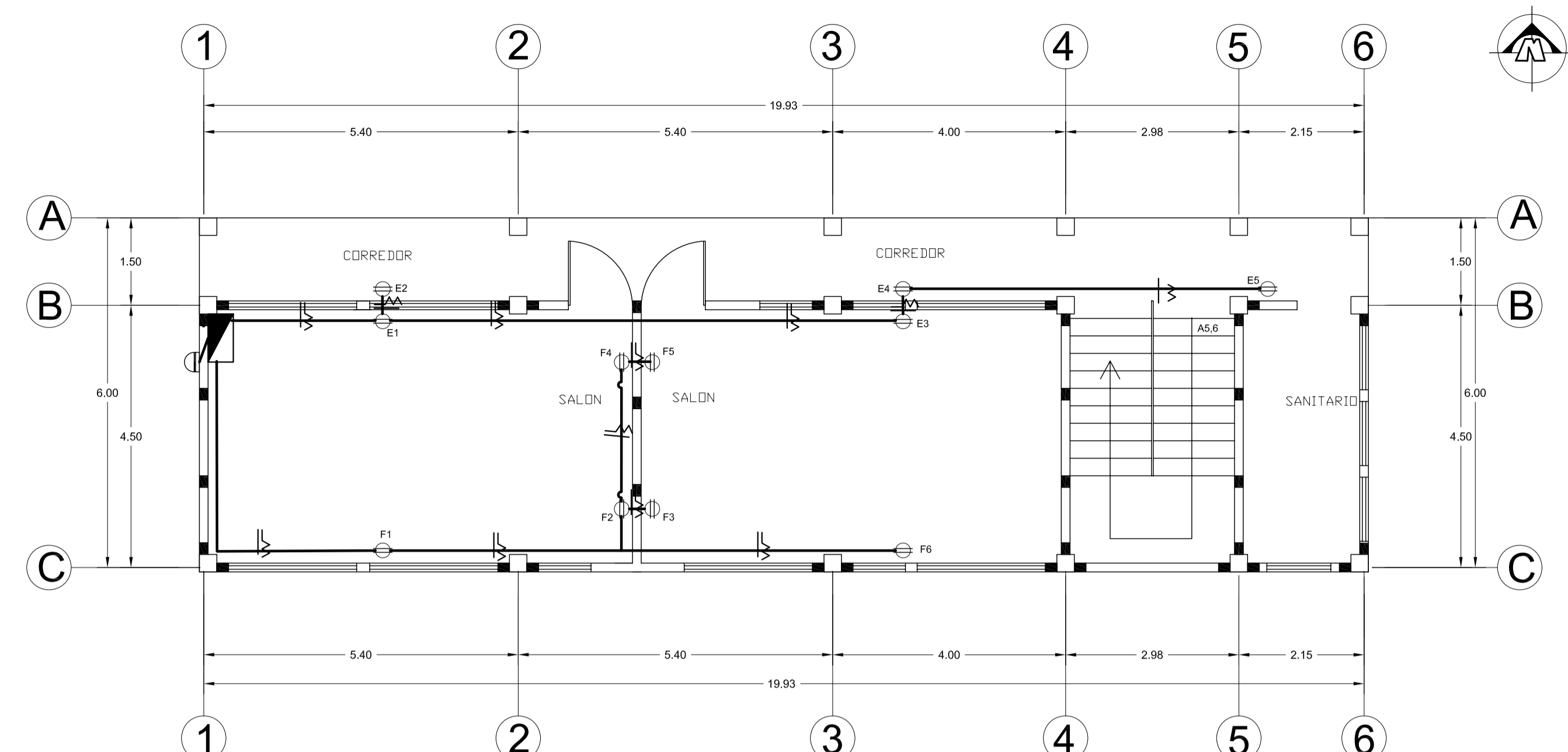


PLANTA GRADAS

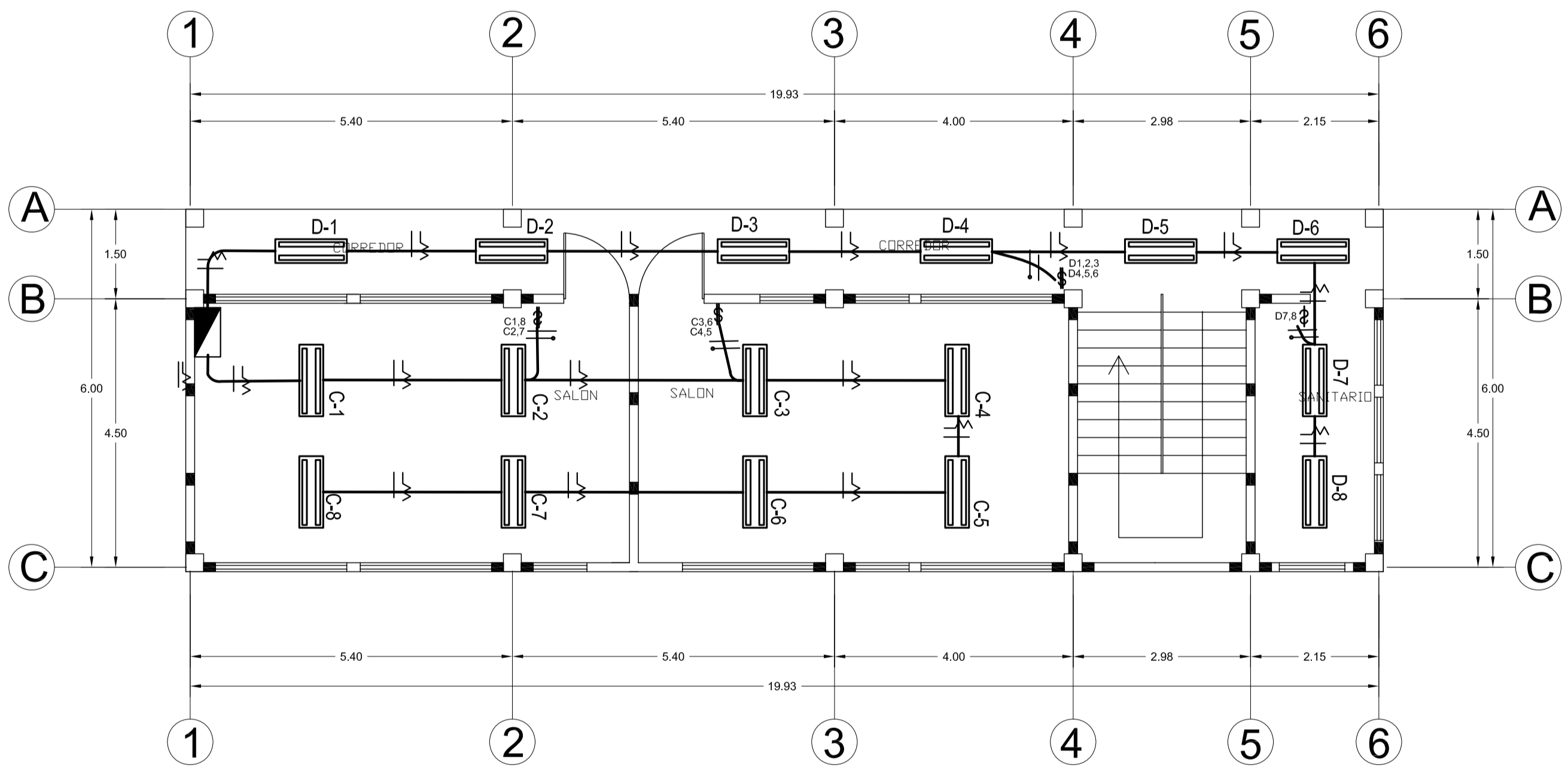
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA		
PROYECTO: DISEÑO ESCOLAR DE DOS NIVELES, TAWAYNI		
CONTENIDO: PLANTA LOSA Y VIGAS MAS DETALLES		
DETALLE DE GRADAS		
ESTUDIANTE: SELVIN GIRON PEREZ	CARNET: 2004-12947	
Vo.Bo.		
ING. JUAN MERCK COS ASESOR EPS		SELVIN GIRON PEREZ EPS
DISEÑO: SELVIN GIRON		
CALCULO: SELVIN GIRON		
DIBUJO: SELVIN GIRON		
ESCALA: INDICADA		
FECHA: SEP. 2010		
		4
		6



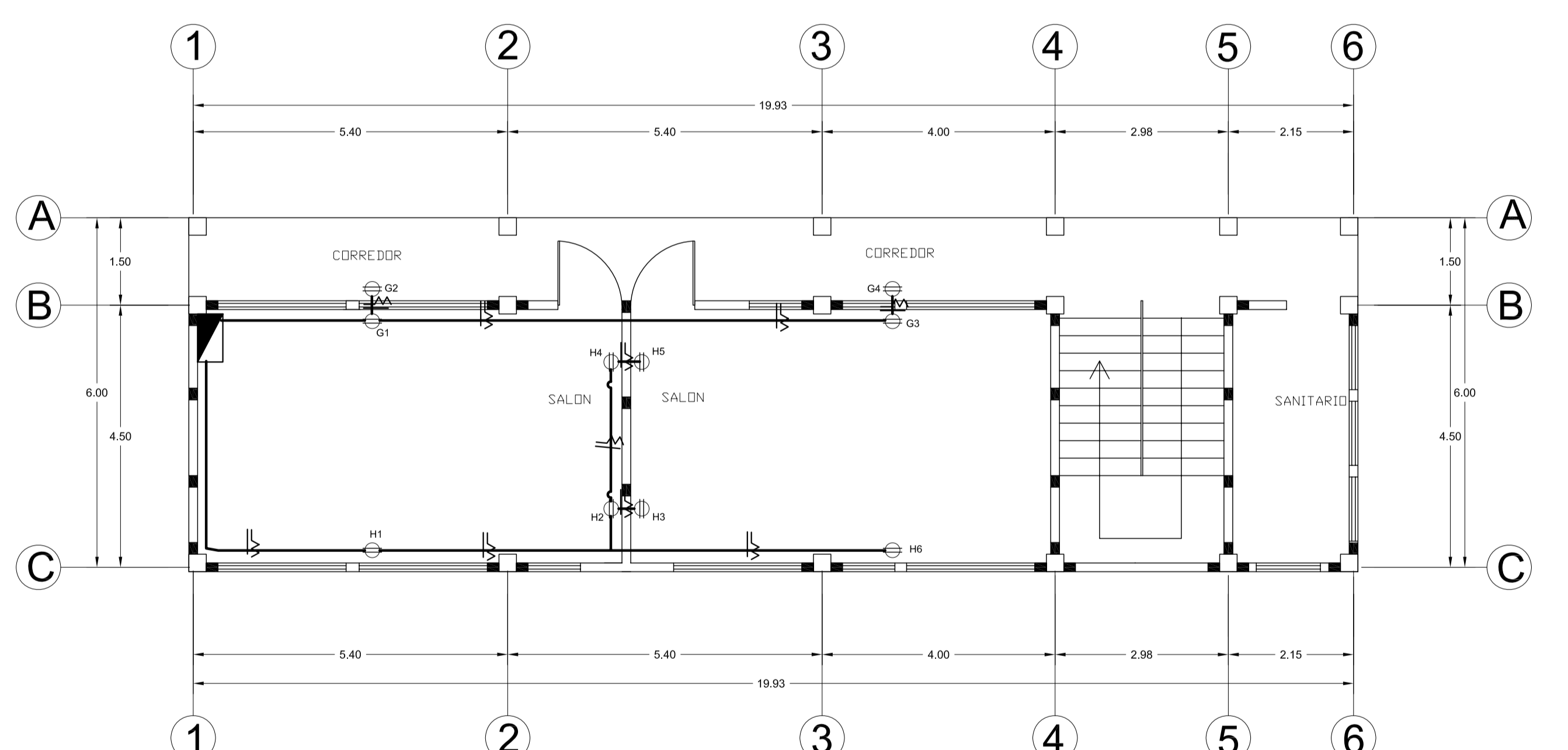
PLANTA ILUMINACION PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:75  
INGENIERIA



PLANTA FUERZA PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:75  
INGENIERIA



PLANTA ILUMINACION SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:75  
INGENIERIA



PLANTA FUERZA SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:75  
INGENIERIA

SIMBOLOGIA DE ILUMINACION Y FUERZA			
SIMBOLOGIA	REFERENCIAS	SIMBOLOGIA	REFERENCIAS
A, B, C, D, E, F, G, H,	NUMERO DE CIRCUITOS.		CONTADOR ELECTRICO
	TUBERIA EN CIELO		LAMPARA FLOURESCENTE EN CIELO
	TUBERIA EN PISO O PARED		ALAMBRE RETORNO # 12 AWG
	INTERRUPTOR SIMPLE h: 1.50		CONDUCTOR NEUTRO # 12 AWG
	INTERRUPTOR DOBLE h: 1.50		CONDUCTOR POSITIVO # 12 AWG
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS		TOMACORRIENTES DOBLE 110 V., EN PARED h. 0.40 m EN BAÑOS h. 1.25 m

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA

PROYECTO: **DISEÑO ESCOLAR DE DOS NIVELES, TAWAYNI**

CONTENIDO: **PLANTAS DE ILUMINACION Y FUERZA**

ESTUDIANTE: **SELVIN GIRON PEREZ**      CARNET: **2004-12947**

Vo.Bo. \_\_\_\_\_

DISEÑO: **SELVIN GIRON**

CALCULO: **SELVIN GIRON**

DIBUJO: **SELVIN GIRON**

ESCALA: **INDICADA**

FECHA: **SEP. 2010**

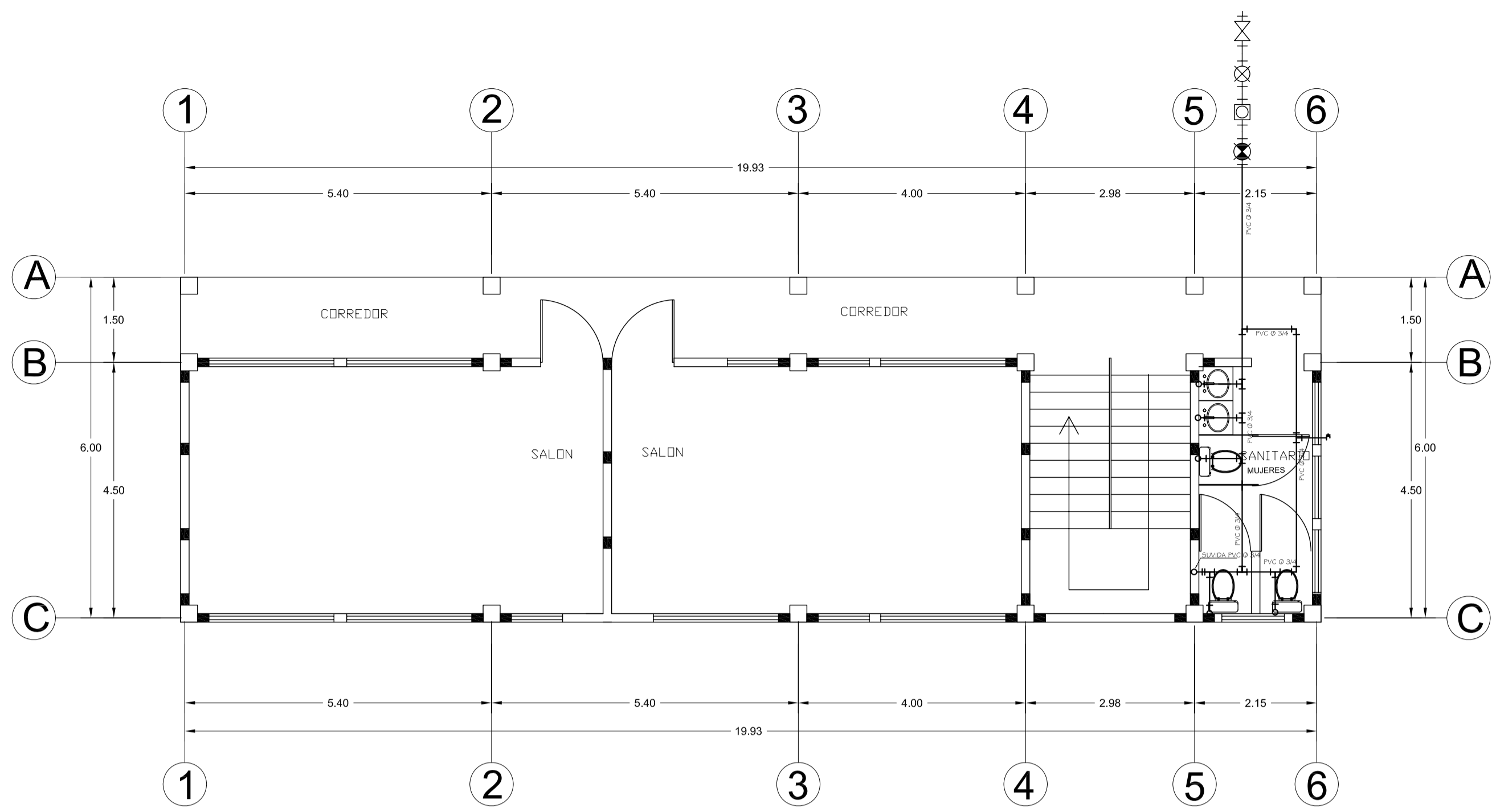
ING. JUAN MERCK COS  
ASESOR EPS

SELVIN GIRON PEREZ  
EPS

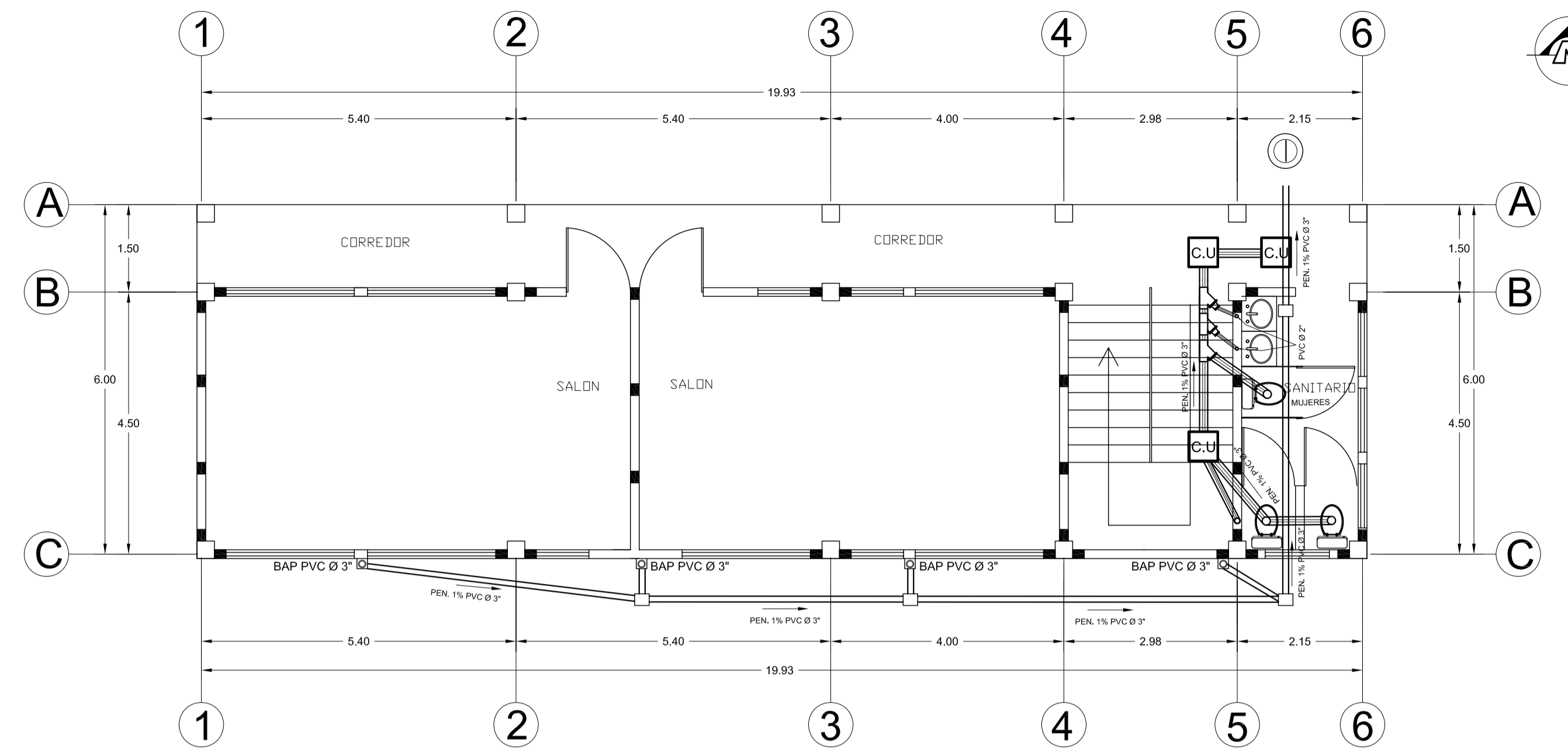
HOJA

5

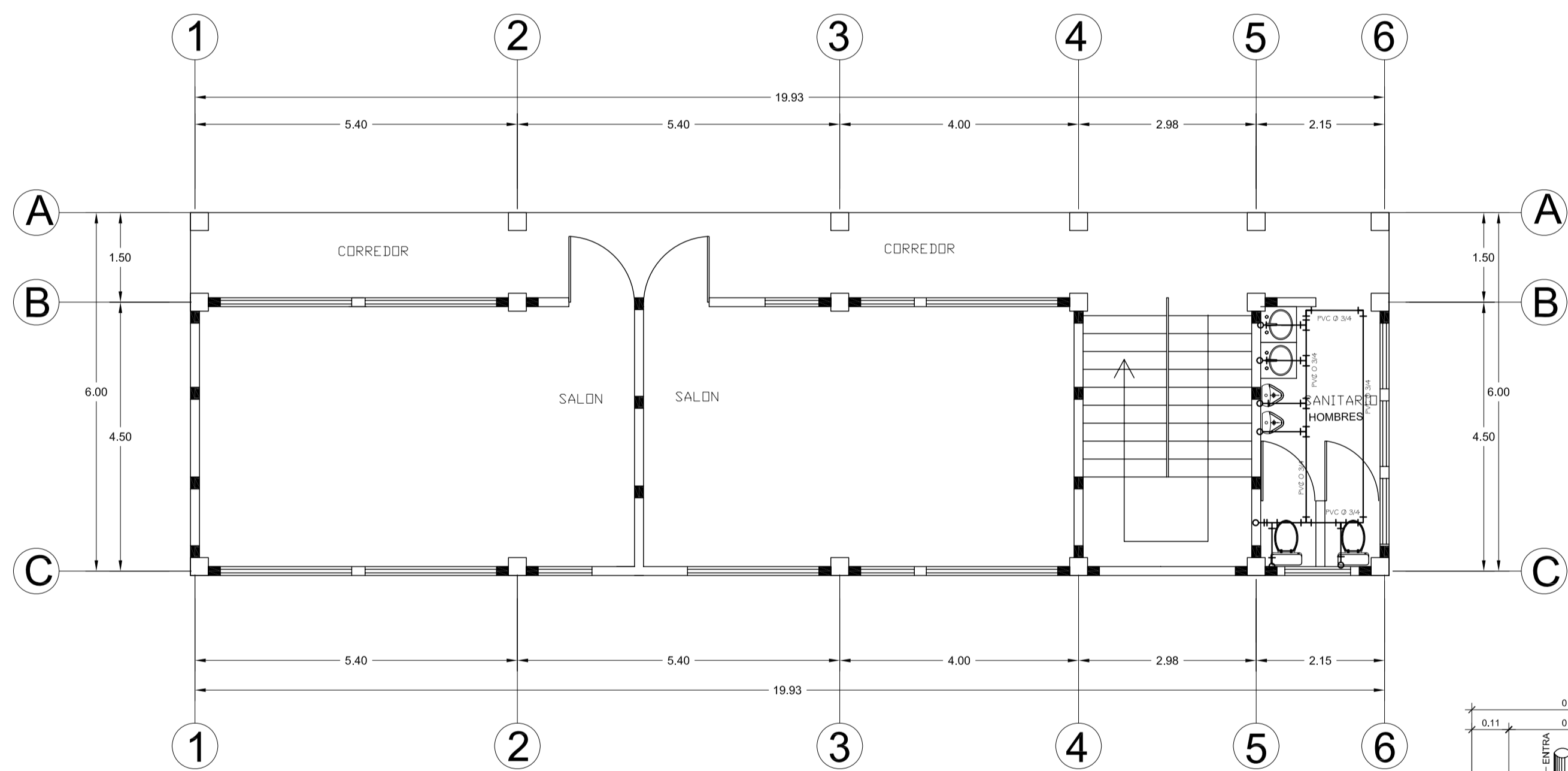
6



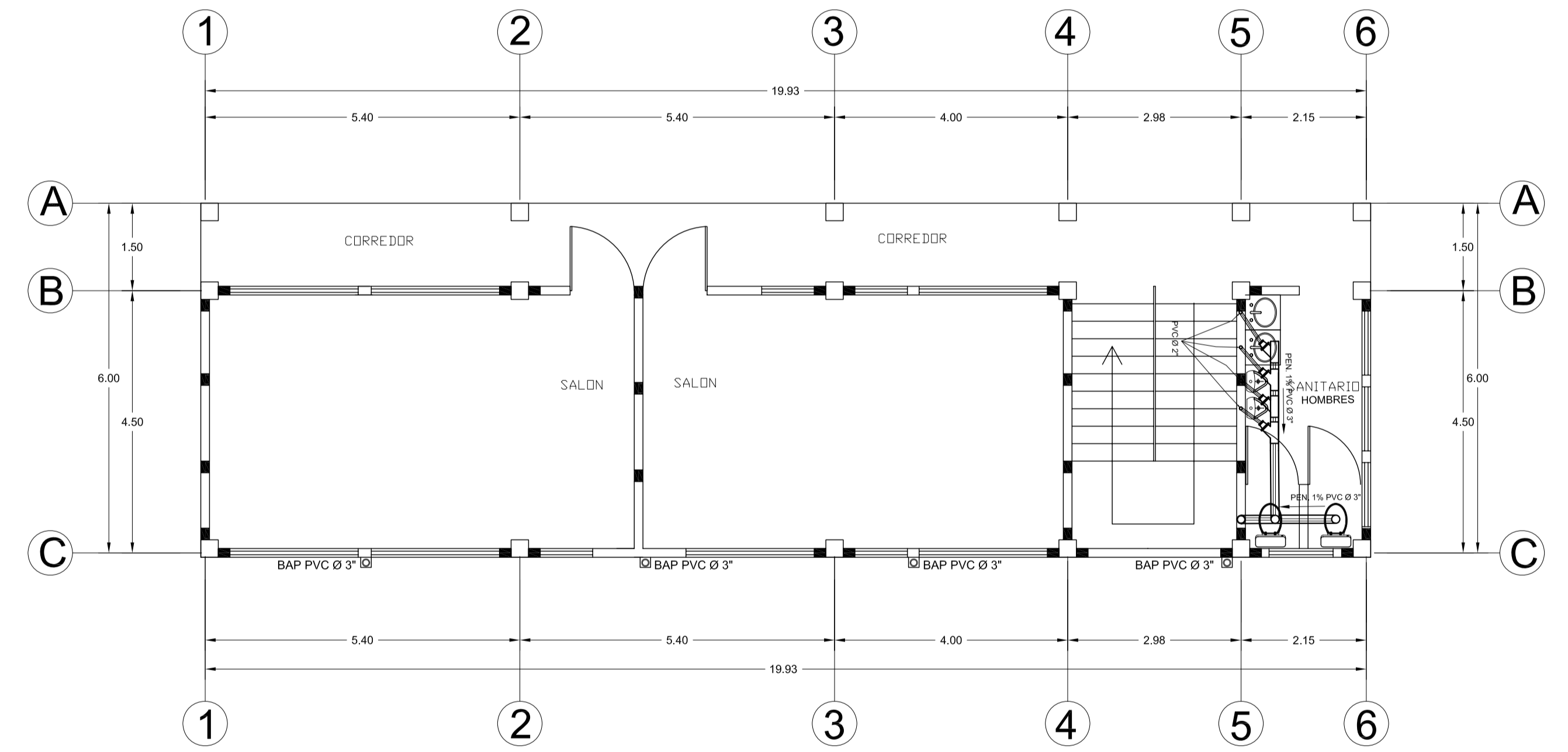
PLANTA INSTALACIONES HIDRAULICA NIVEL 1 ESCALA 1:75



PLANTA DE DRENAJES PRIMER NIVEL ESCALA 1:75



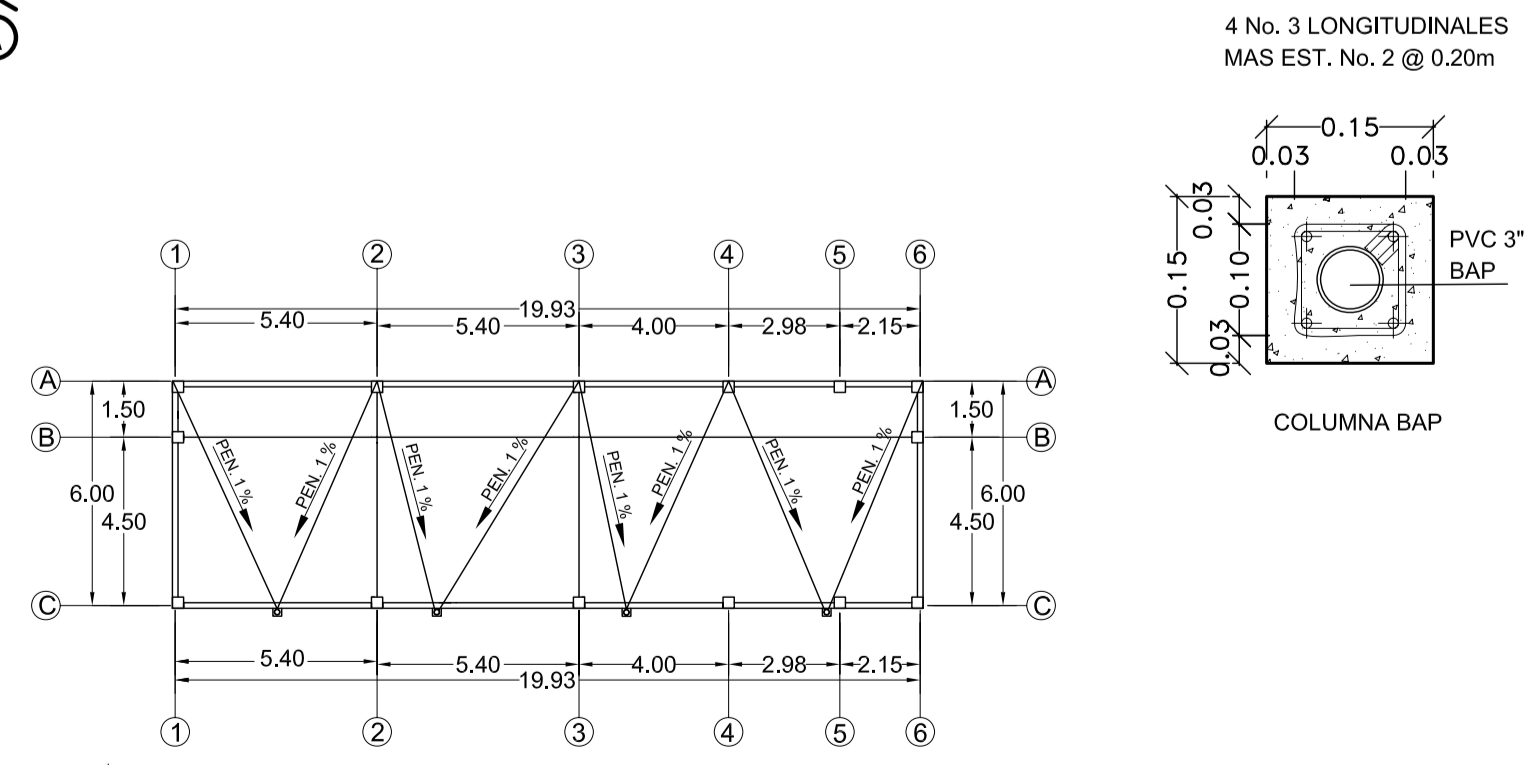
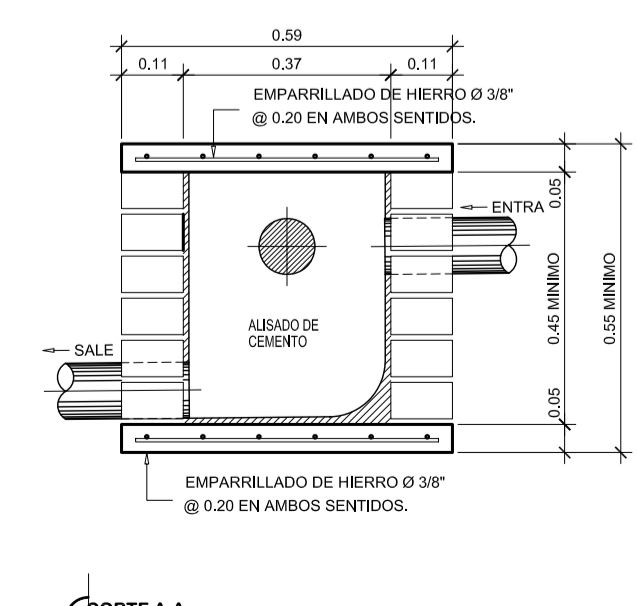
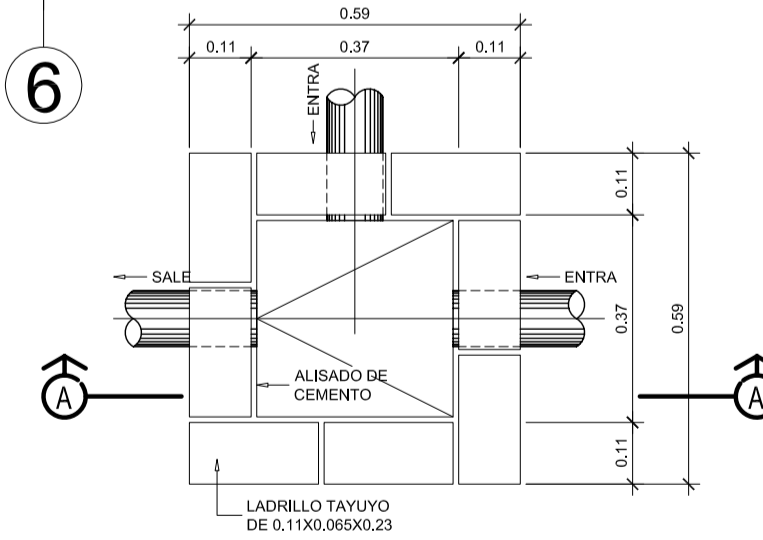
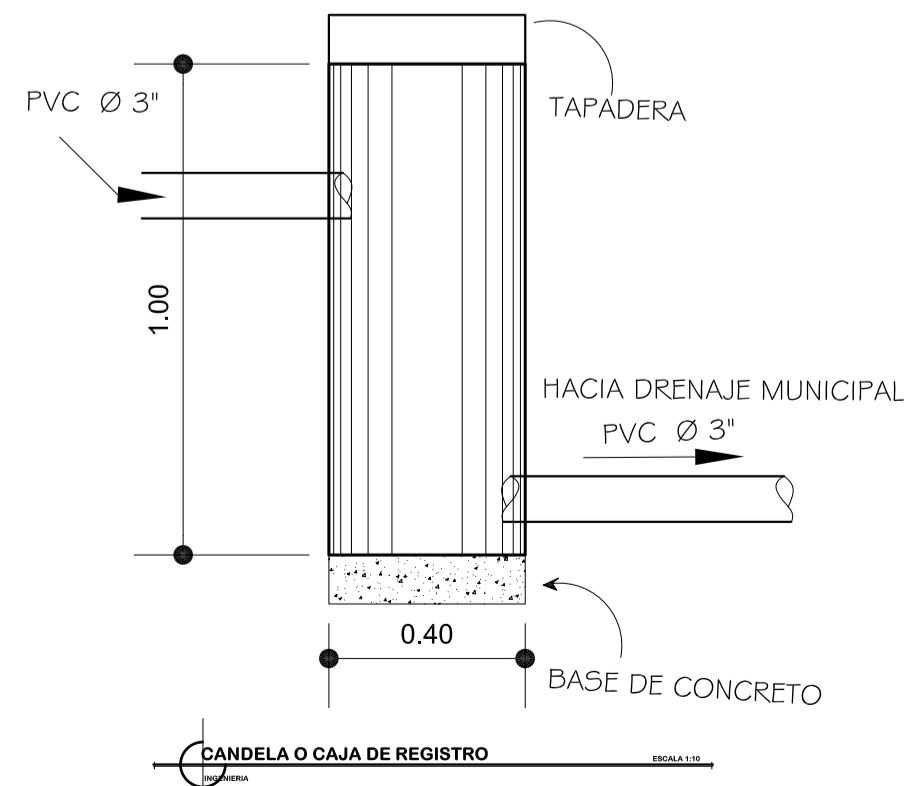
PLANTA INSTALACIONES HIDRAULICA NIVEL 2 ESCALA 1:75



PLANTA DE DRENAJES SEGUNDO NIVEL ESCALA 1:75

SIMBOLOGIA HIDRAULICA	
	LLAVE DE COMPUERTA
	CONTADOR
	LLAVE DE PASO
	LLAVE DE CHEQUE
	CODO A 90° VERTICAL
	CODO A 90° HORIZONTAL
	TEE A 90° HORIZONTAL
	TUBO PVC Ø 3/4"
	GRIFO Ø 3/4"

SIMBOLOGIA DRENAJE	
	CODO A 90° VERTICAL PVC
	PENDIENTE DE TUBERIA (1%)
	SENTIDO DE LA PENDIENTE
	CAJA UNION
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS P.V.C.
	TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES P.V.C.
	REDUCIDOR
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	CANDELA O CAJA DE REGISTRO
	YEE A 45° P.V.C.



PLANTA DE TECHOS ESCALA 1:200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA

PROYECTO: **DISEÑO ESCOLAR DE DOS NIVELES, TAWAYNI**

CONTENIDO: **PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS  
PLANTA DE DRENAJES MAS DETALLES**

ESTUDIANTE: **SELVIN GIRON PEREZ** CARNET: **2004-12947**

Vo.Bo. \_\_\_\_\_

DISEÑO: **SELVIN GIRON**

CALCULO: **SELVIN GIRON**

DIBUJO: **SELVIN GIRON**

ESCALA: **INDICADA**

FECHA: **SEP. 2010**

ING. JUAN MERCK COS  
ASESOR EPS

SELVIN GIRON PEREZ  
EPS

HOJA

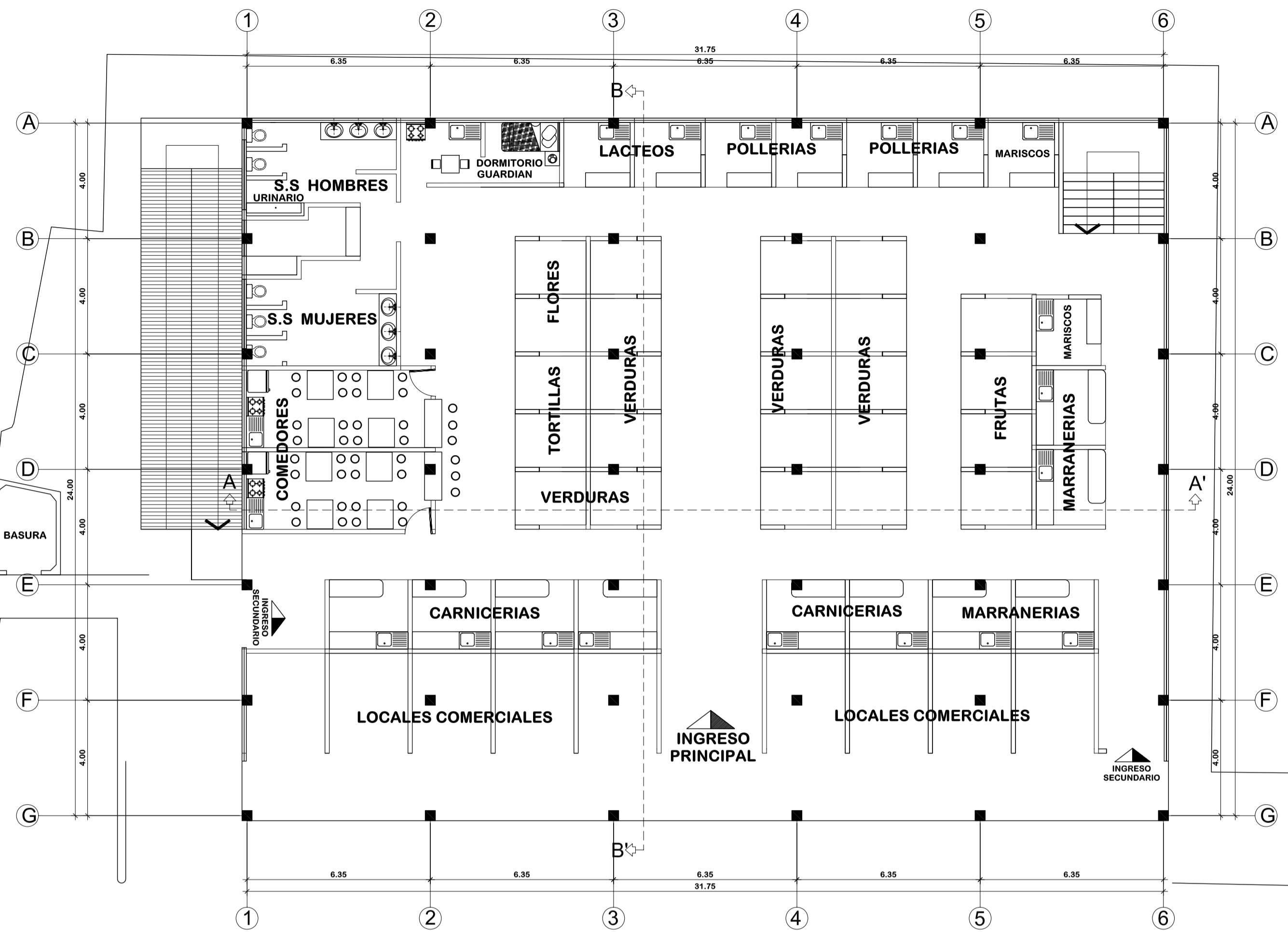
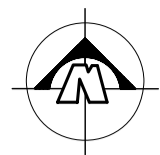
6

6



## **Anexo 8**

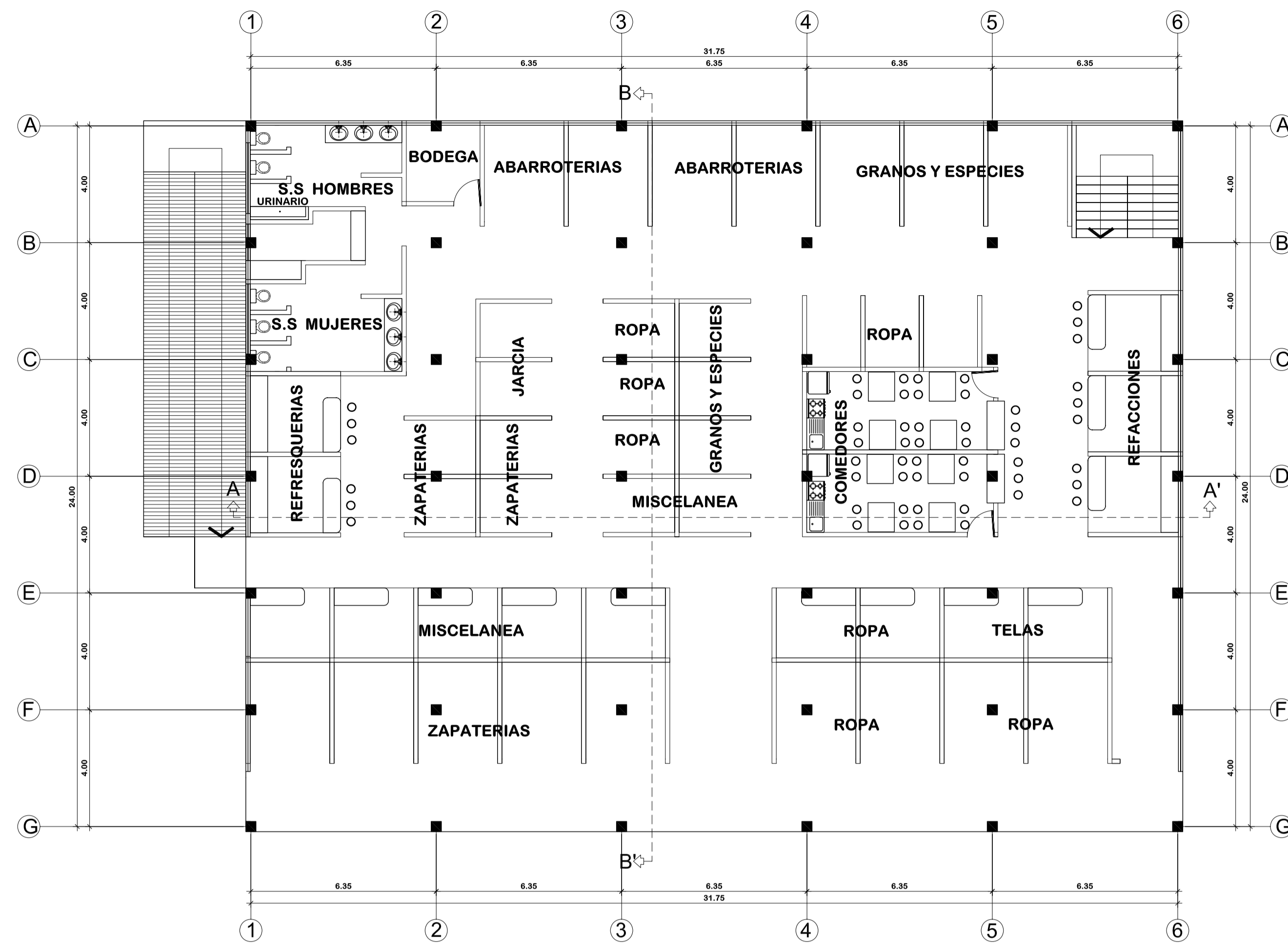
Planos constructivos diseño de edificio escolar



PLANTA AMUEBLADA NIVEL-1

ESCALA 1:125

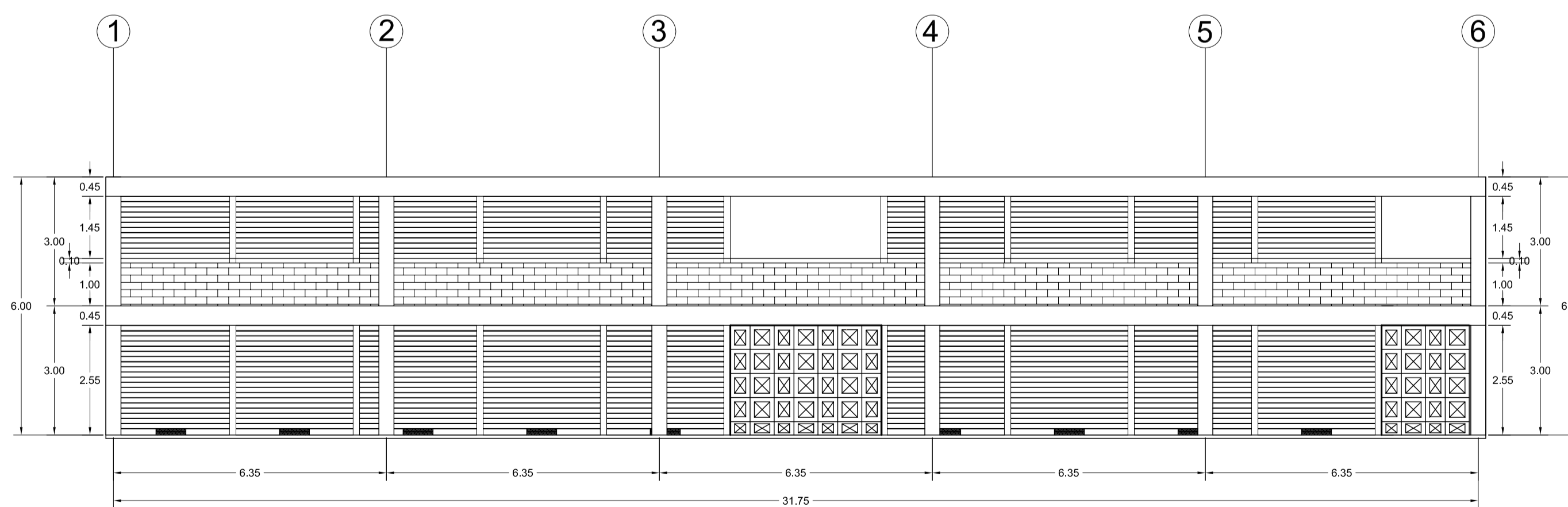
INGENIERIA



PLANTA AMUEBLADA NIVEL-2

ESCALA 1:125

INGENIERIA



ELEVACION FRONTAL

ESCALA 1:100

INGENIERIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA

PROYECTO: DISEÑO MERCADO DE DOS NIVELES, LA UNION, ZACAPA

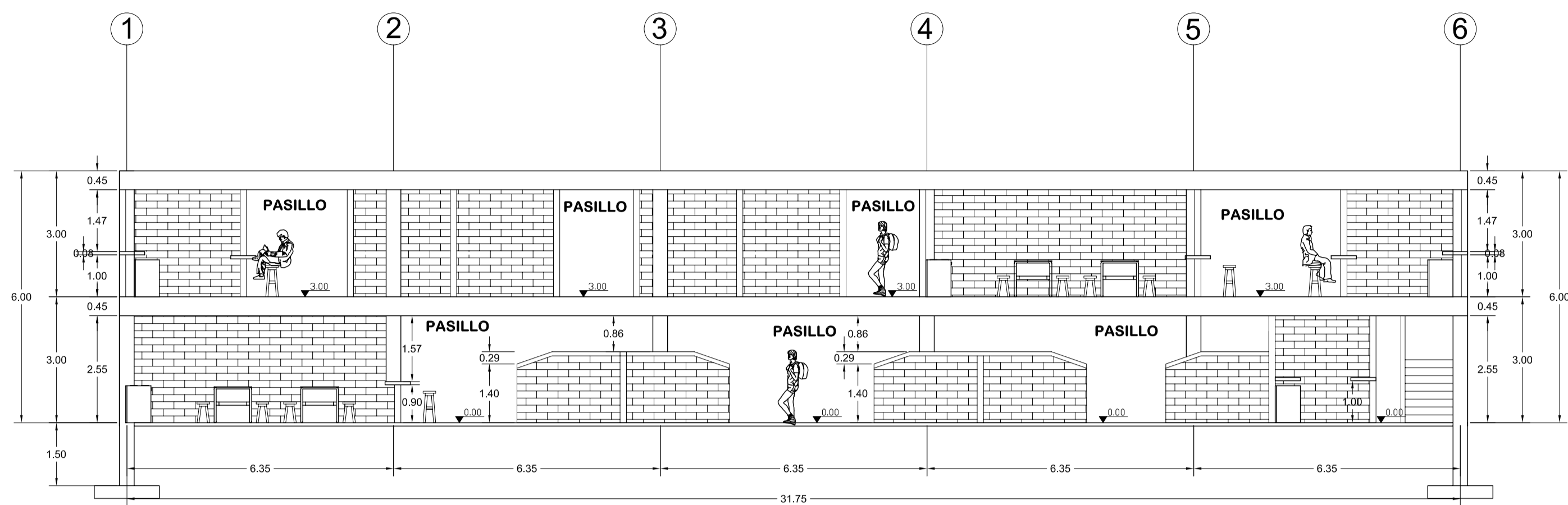
CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA MAS ELEVACION FRONTAL

ESTUDIANTE: SELVIN GIRON PEREZ CARNET: 2004-12947

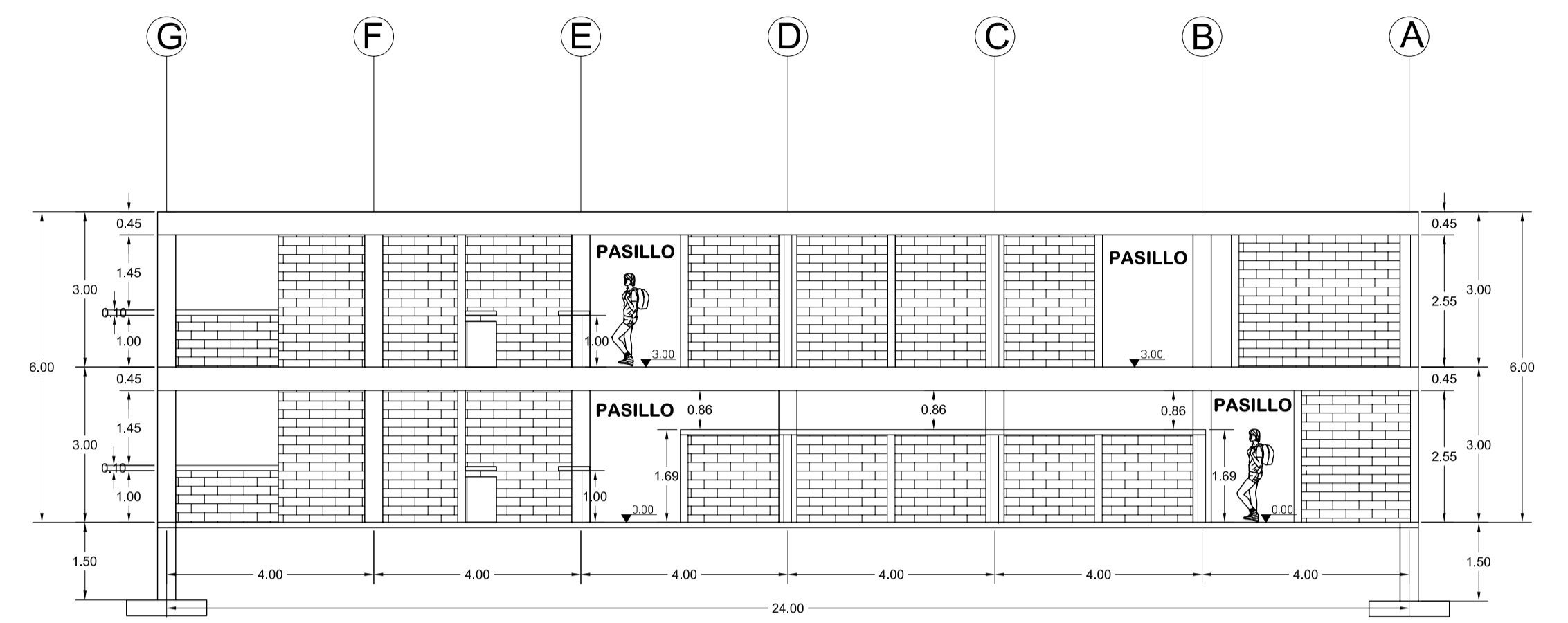
Vo.Bo. HOJA

ING. JUAN MERCK COS ASESOR EPS SELVIN GIRON PEREZ EPS

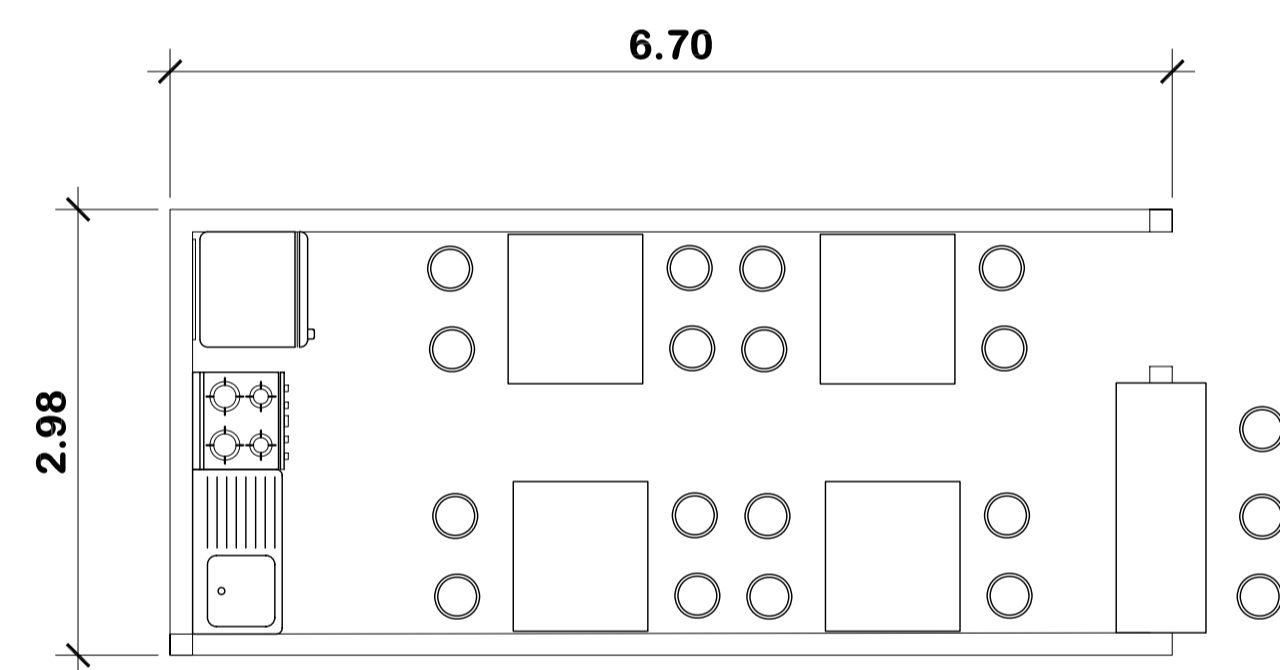
DISEÑO: SELVIN GIRON  
CALCULO: SELVIN GIRON  
DIBUJO: SELVIN GIRON  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEP. 2010



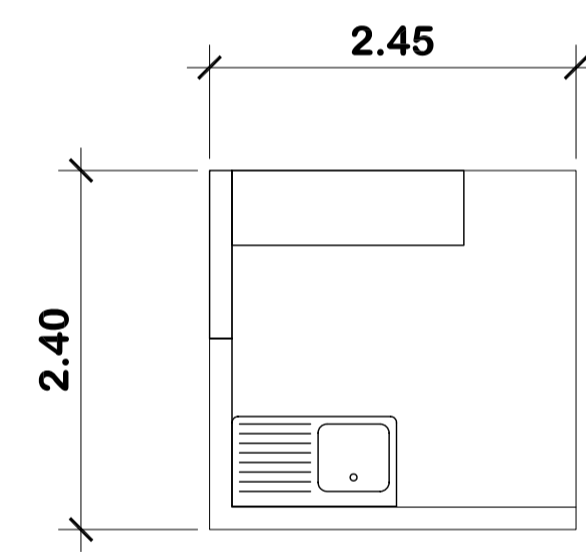
**SECCION LONGITUDINAL A-A'**  
 INGENIERIA ESCALA 1:100



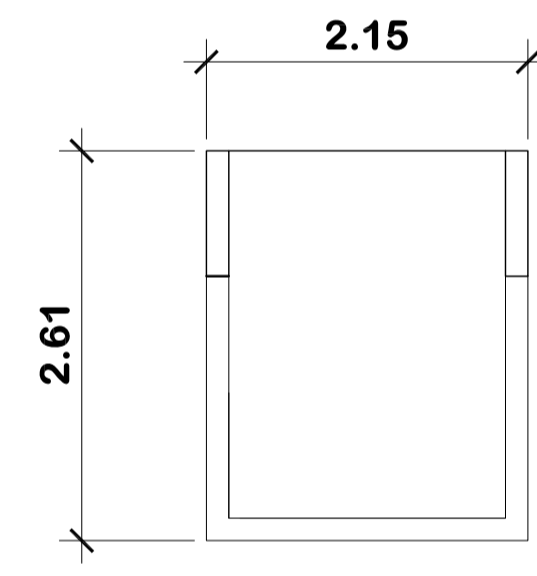
**SECCION TRANSVERSAL B-B'**  
 INGENIERIA ESCALA 1:100



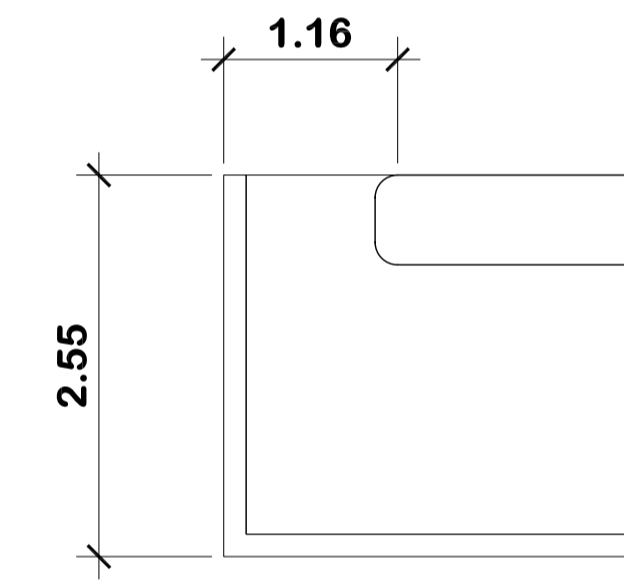
**PLANTA-COMEDOR**  
 ESCALA 1:50



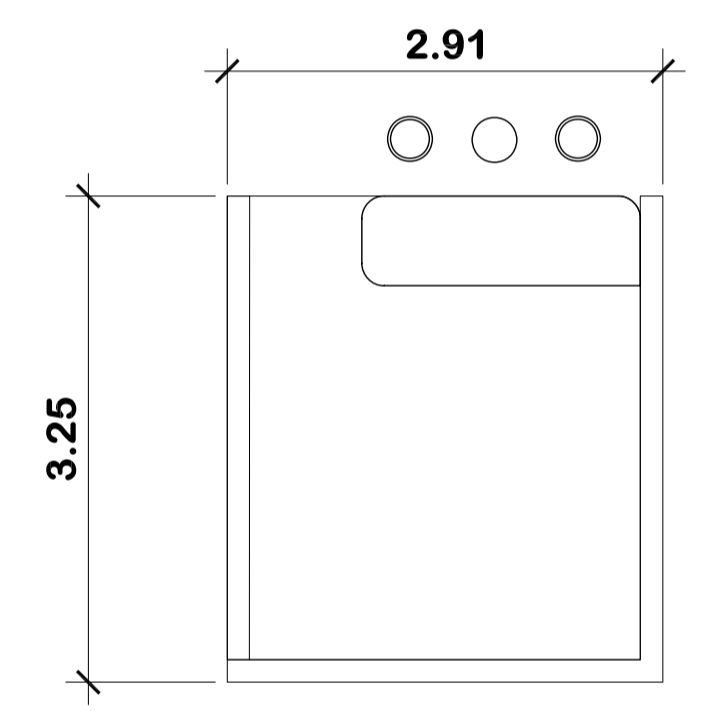
**PLANTA-POLLERIA**  
 ESCALA 1:50



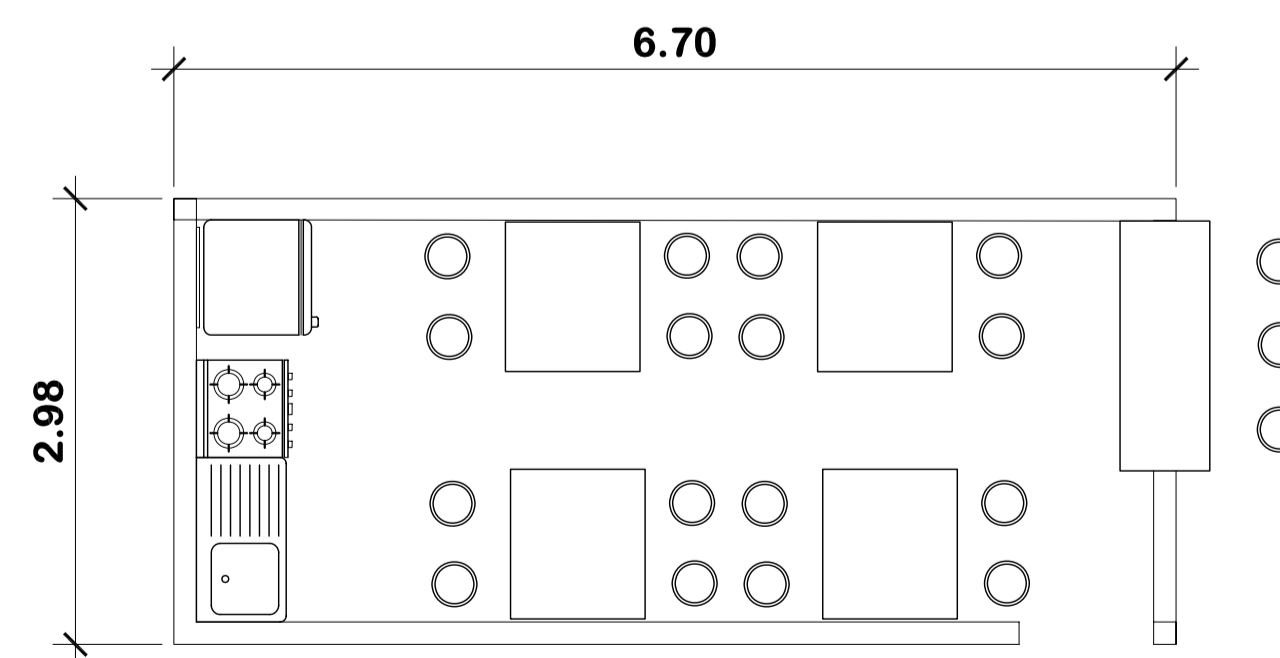
**PLANTA-VERDULERIA**  
 ESCALA 1:50



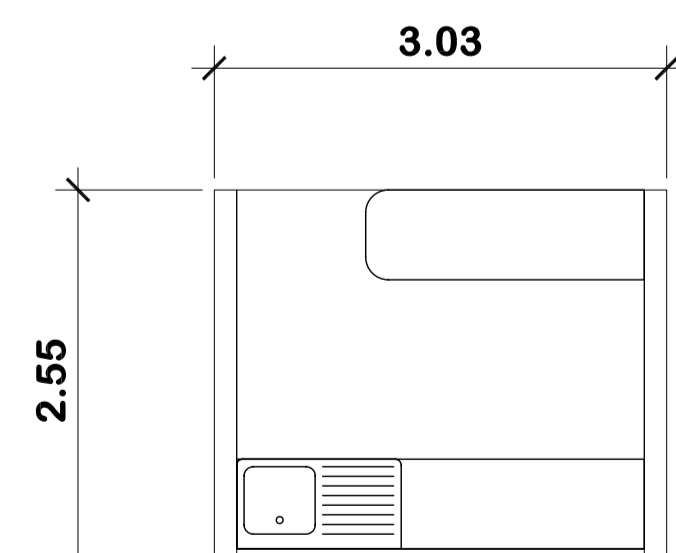
**PLANTA-MISCELANEA**  
 ESCALA 1:50



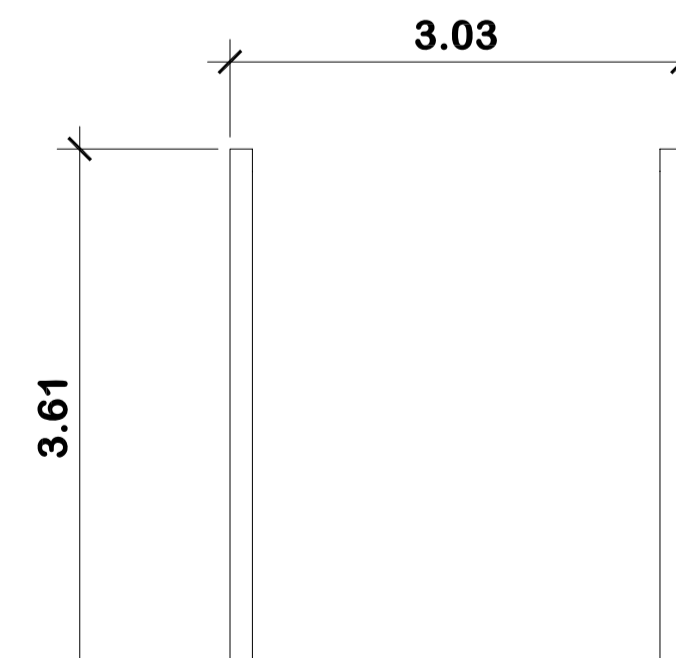
**PLANTA-REFACCIONES**  
 ESCALA 1:50



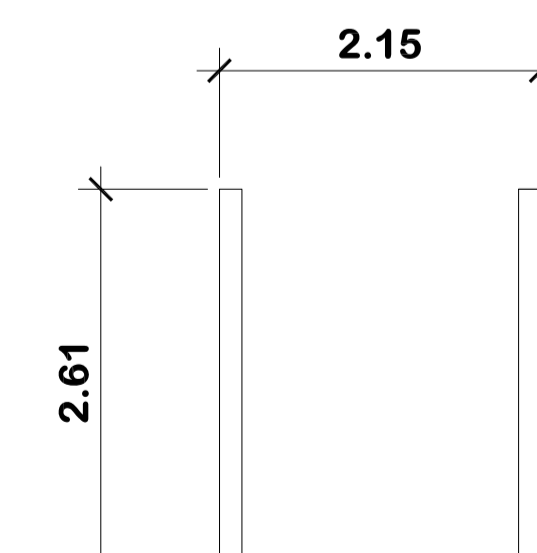
**PLANTA-COMEDOR-2**  
 ESCALA 1:50



**PLANTA-CARNICERIA**  
 ESCALA 1:50



**PLANTA-LOCAL-COMERCIAL**  
 ESCALA 1:50



**PLANTA-LOCAL-COMERCIAL**  
 ESCALA 1:50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA  
 PROYECTO: **DISENO MERCADO DE DOS NIVELES, LA UNION, ZACAPA**

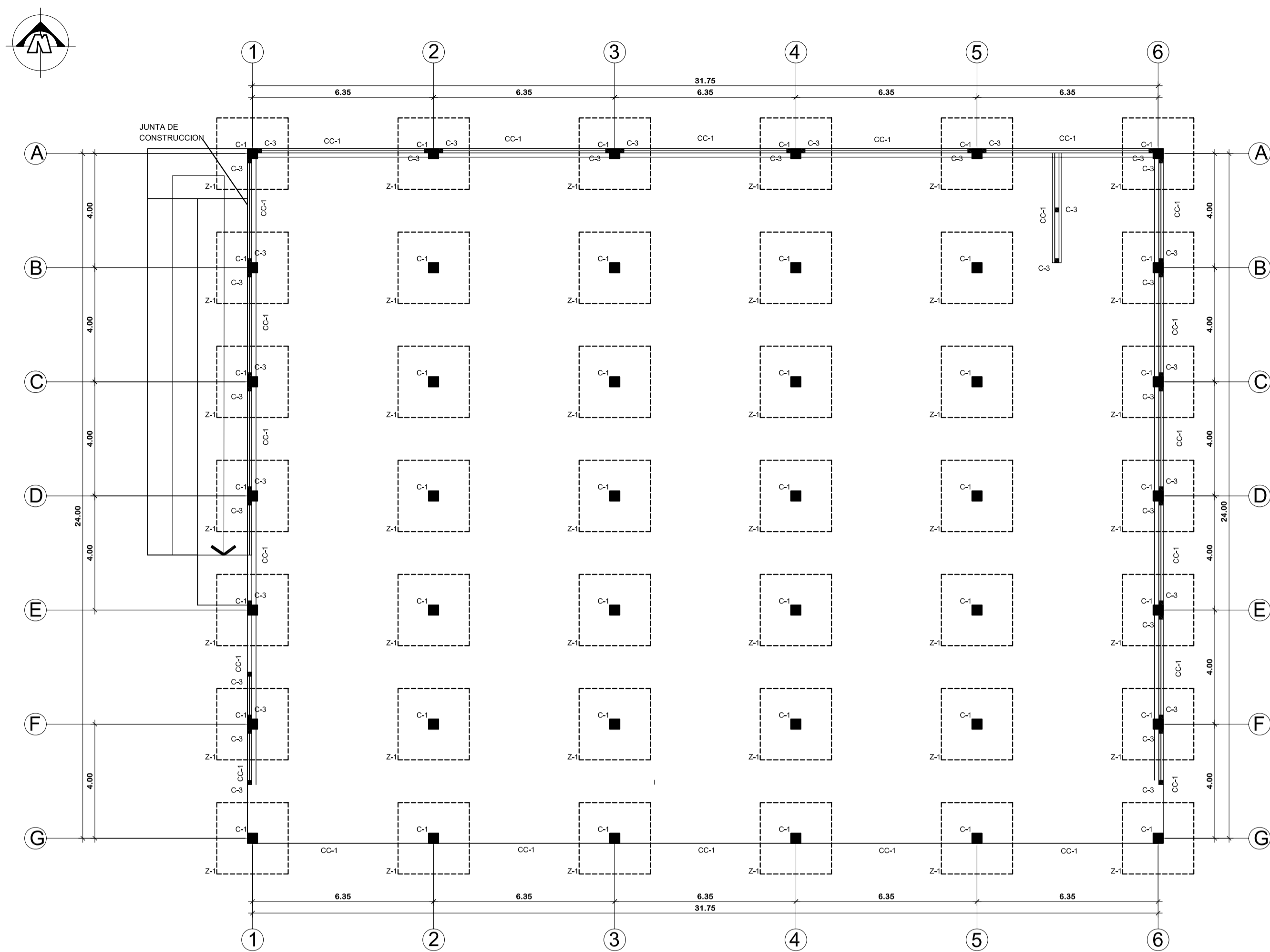
CONTENIDO: **SECCIONES DE PLANTA AMUEBLADA  
 DETALLES DE LOCALES**

ESTUDIANTE: **SELVIN GIRON PEREZ** CARNET: **2004-12947**

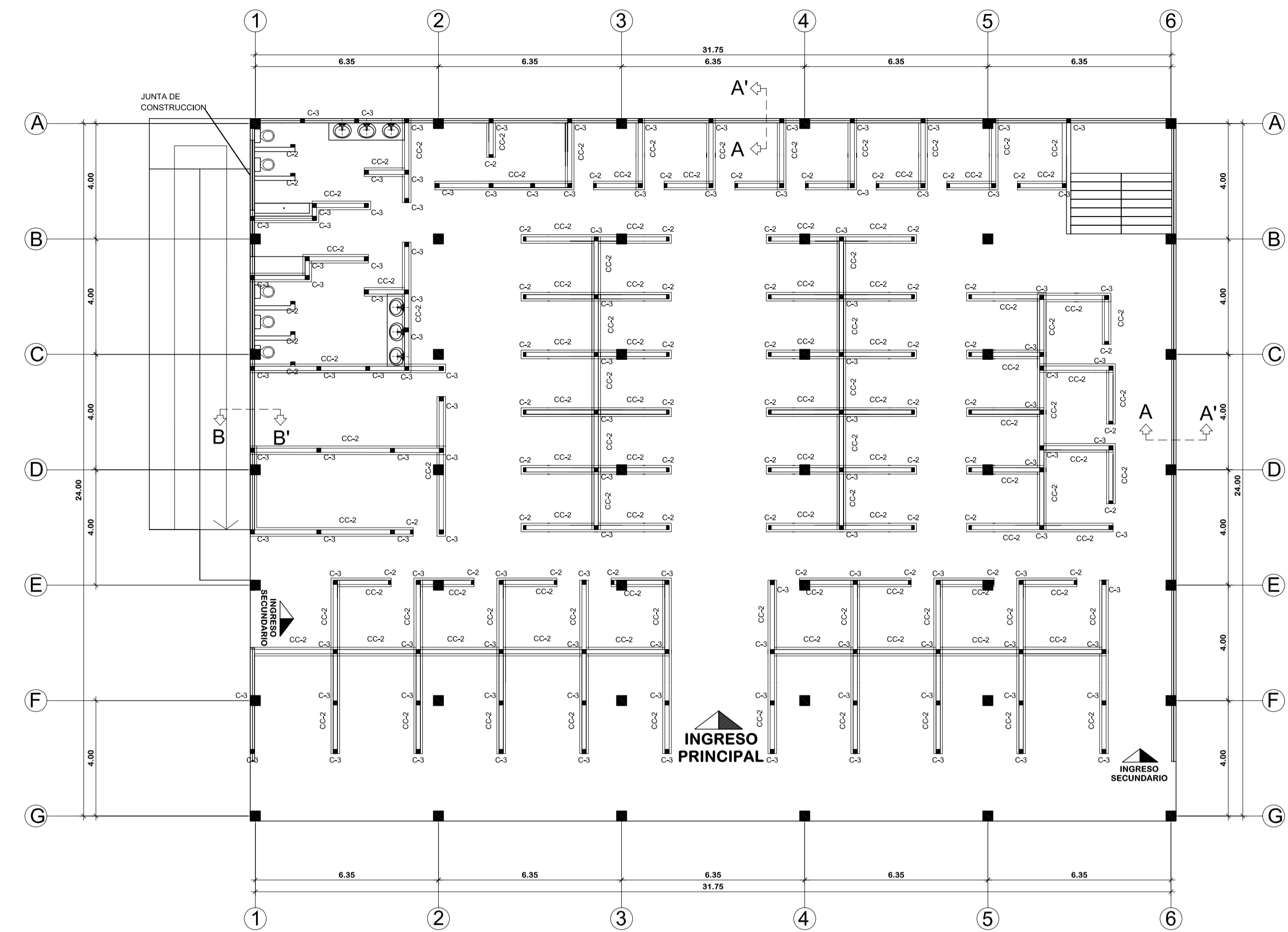
DISEÑO: **SELVIN GIRON**  
 CALCULO: **SELVIN GIRON**  
 DIBUJO: **SELVIN GIRON**  
 ESCALA: **INDICADA**  
 FECHA: **SEP. 2010**

Vo.Bo. \_\_\_\_\_ HOJA  
 2  
 12

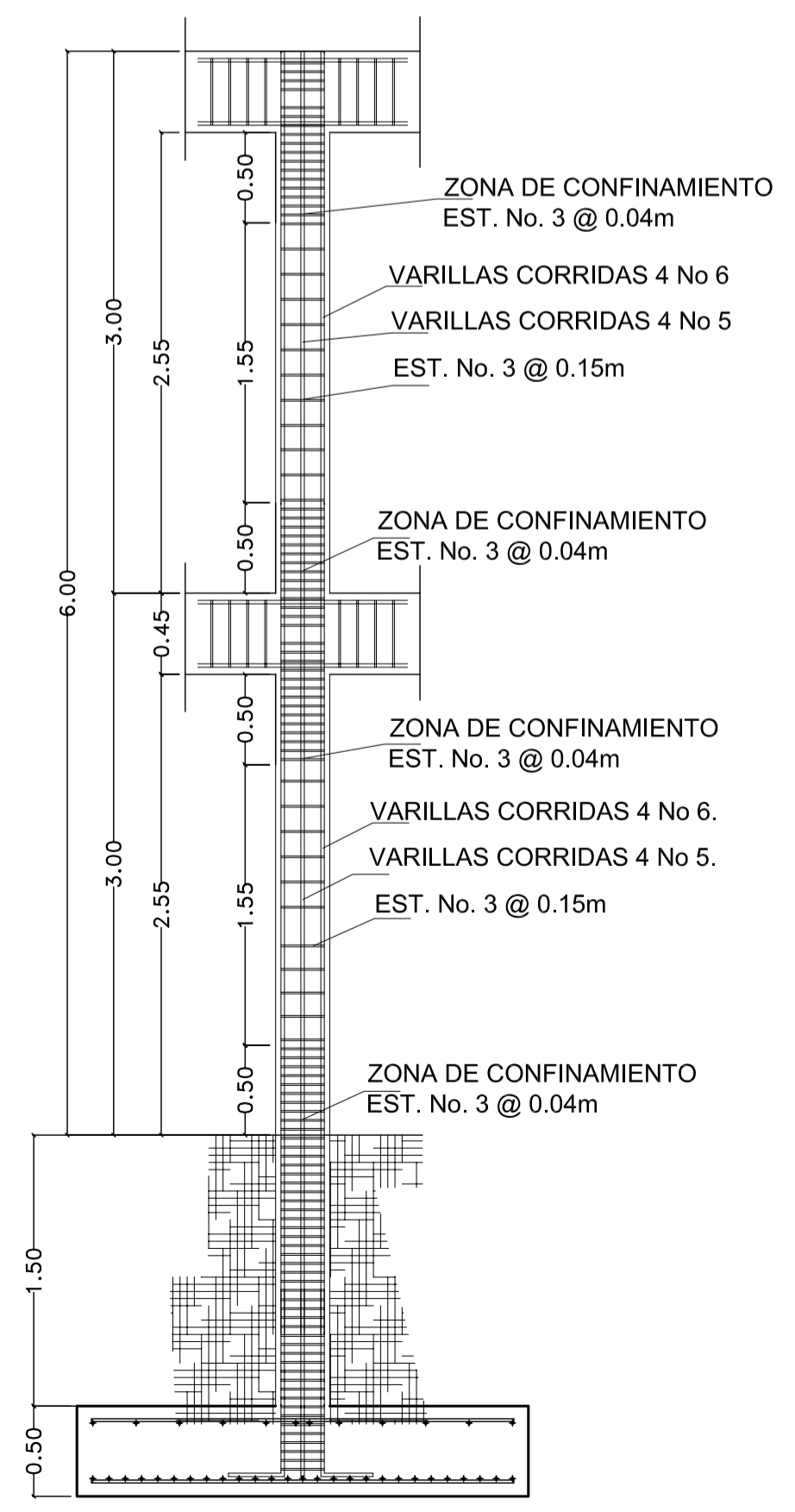
ING. JUAN MERCK COS ASESOR EPS SELVIN GIRON PEREZ E P S



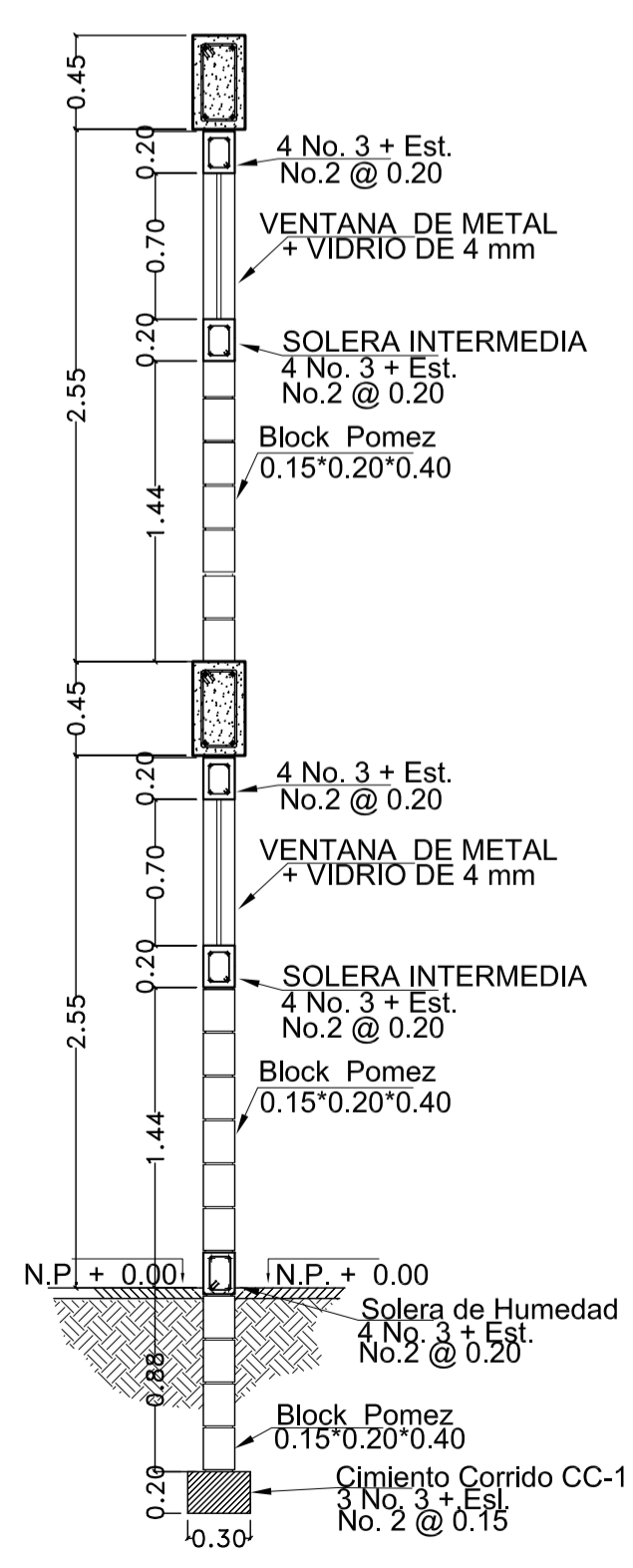
PLANTA DE CIMENTACION Y DISTRIBUCION DE COLUMNAS NIVEL-1 ESCALA 1:125



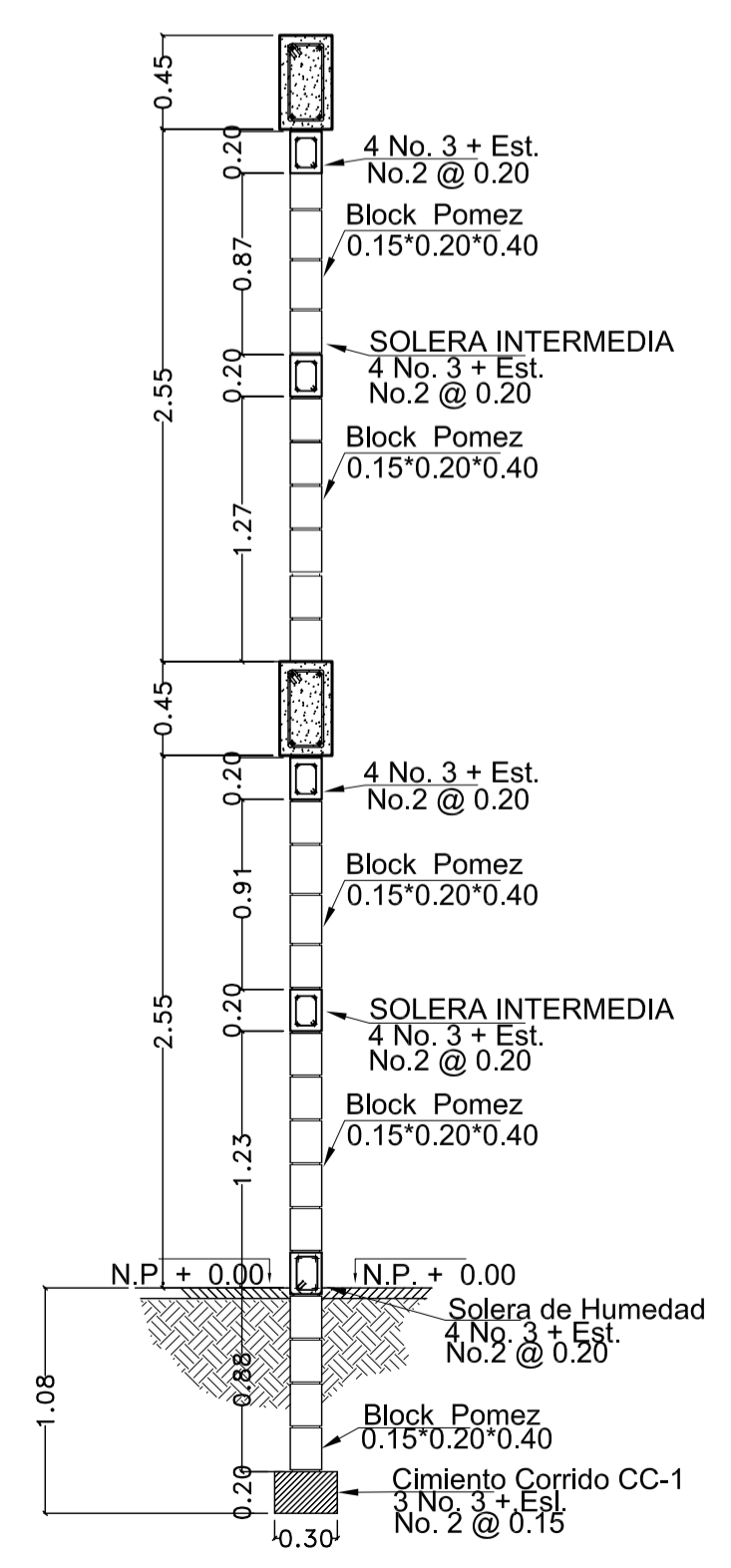
PLANTA DE CIMENTACION DE MUROS Y COLUMNAS NIVEL-1 ESCALA 1:125



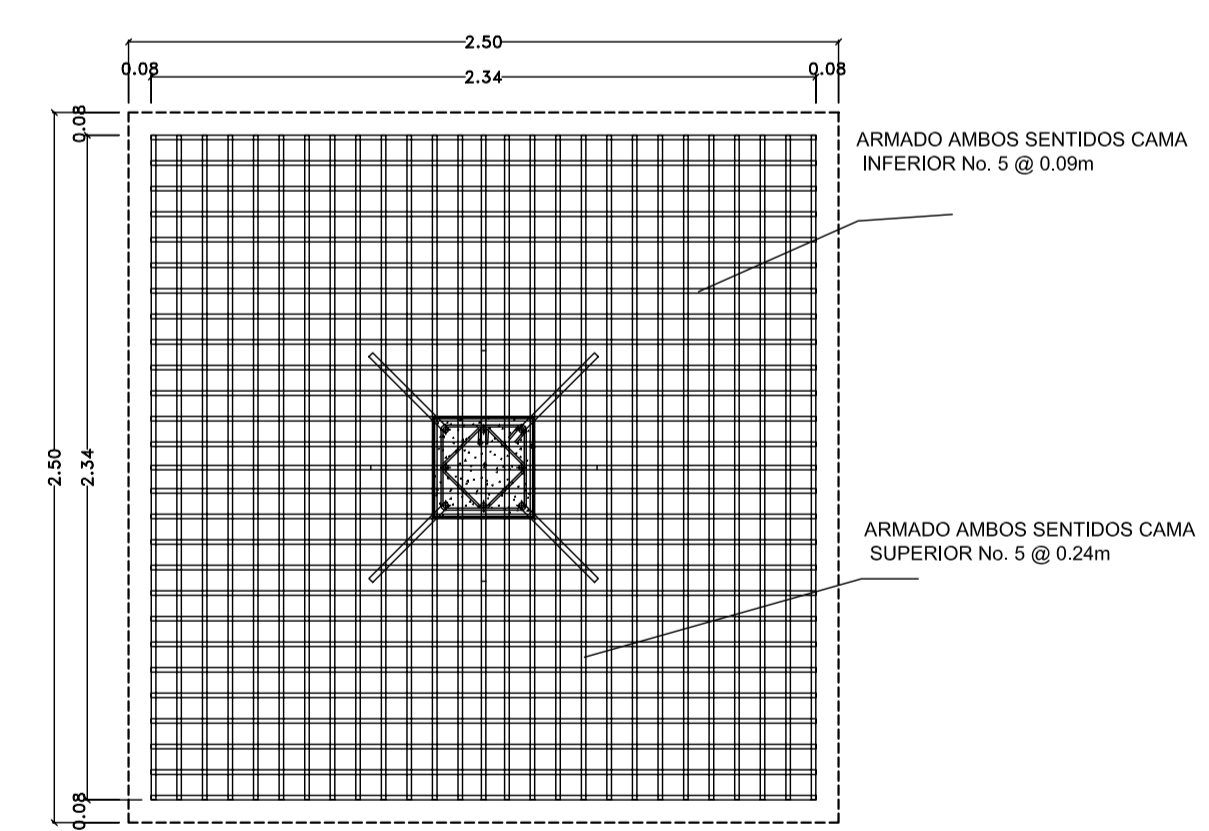
DETALLE COLUMNA



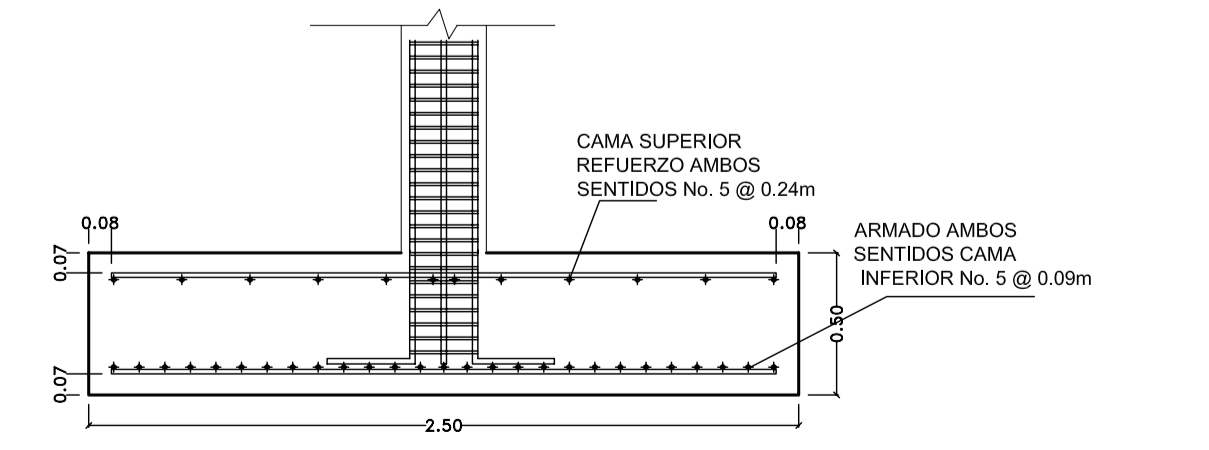
CORTE MURO A-A'



CORTE MURO B-B'



PLANTA ZAPATA Z-1



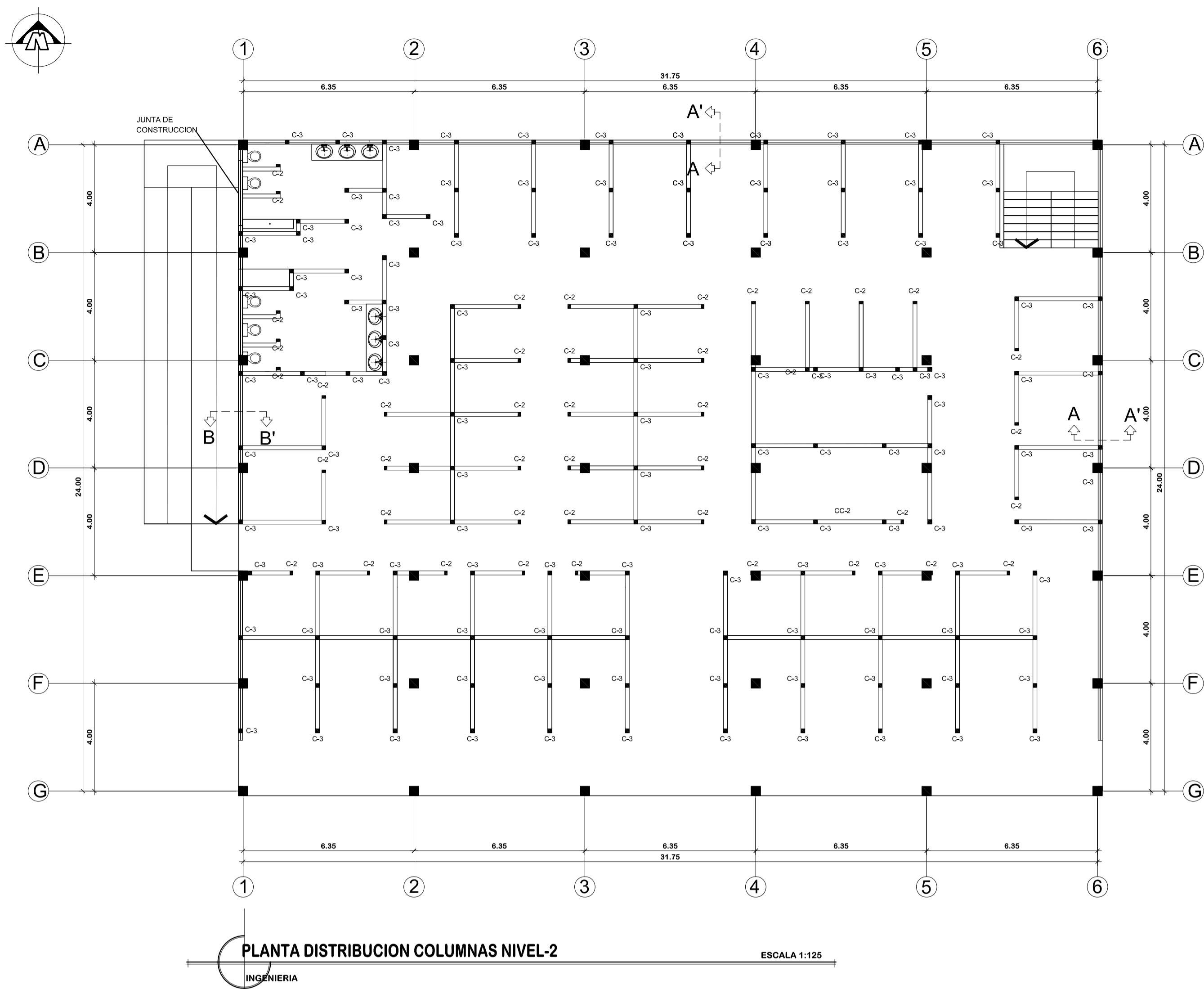
SECCION ZAPATA Z-1

**ESPECIFICACIONES**

$f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$  ó 4000 PSI.  
 $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$  ó 40,000 PSI.  
 BLOQUE DE POMEZ  $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$ .  
 Agregado grueso = 1/2".  
 Valor soporte del suelo (Triaxial) = 21.48 Ton/m<sup>2</sup>.  
 GANCHOS STANDAR a 135°.  
 El doblaje para cualquier gancho normal será de 4 veces el diametro de la varilla, no menor de 6.5 cm ni mayor de 10 cm.  
 TRASLAPES MINIMOS  
 No. 3 = 0.45 m.  
 No. 4 = 0.60 m.  
 No. 5 = 0.70 m.  
 No. 6 = 0.85 m.  
 El recubrimiento sobre acero será de:  
 Lateral 0.03 m. para columnas  
 Inferior de 0.075 m. para cimentaciones.  
 NOTA: Previo a la construccion realizar un ensayo dinamico (SPT)

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA		
PROYECTO: <b>DISENO MERCADO DE DOS NIVELES, LA UNION, ZACAPA</b>		
CONTENIDO: <b>PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS MAS DETALLES</b>		
ESTUDIANTE: <b>SELVIN GIRON PEREZ</b>	CARNET: <b>2004-12947</b>	
Vo.Bo.		HOJA
		<b>3</b>
ING. JUAN MERCK COS ASESOR EPS	SELVIN GIRON PEREZ EPS	<b>12</b>

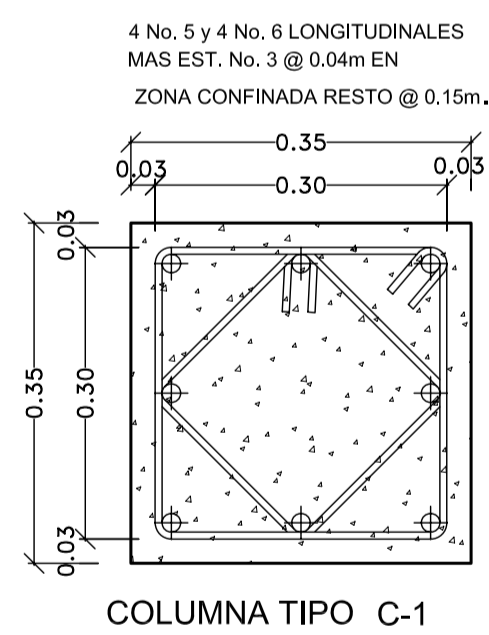




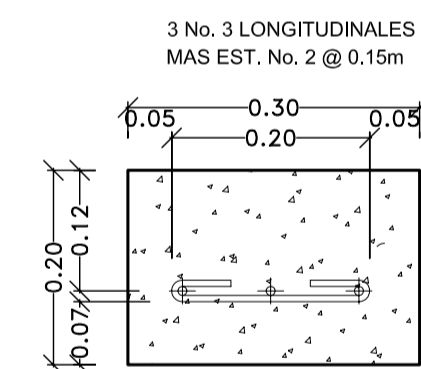
PLANTA DISTRIBUCION COLUMNAS NIVEL-2

ESCALA 1:125

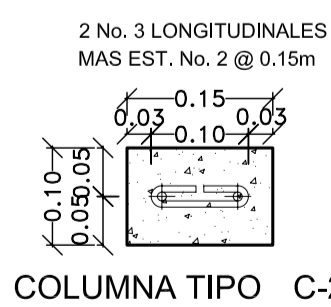
INGENIERIA



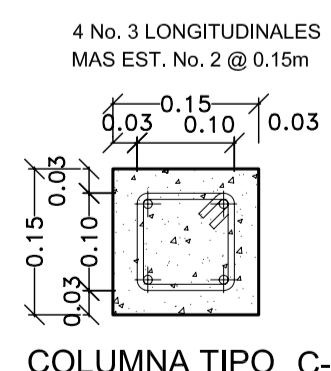
COLUMNA TIPO C-1



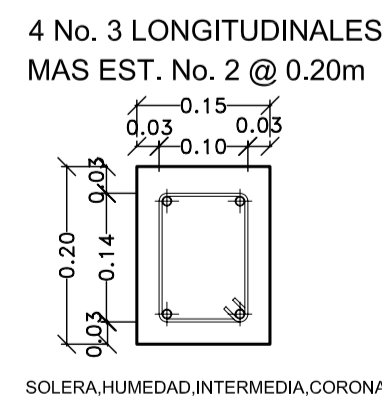
CIMIENTO CORRIDO CC-1 Y CC-2



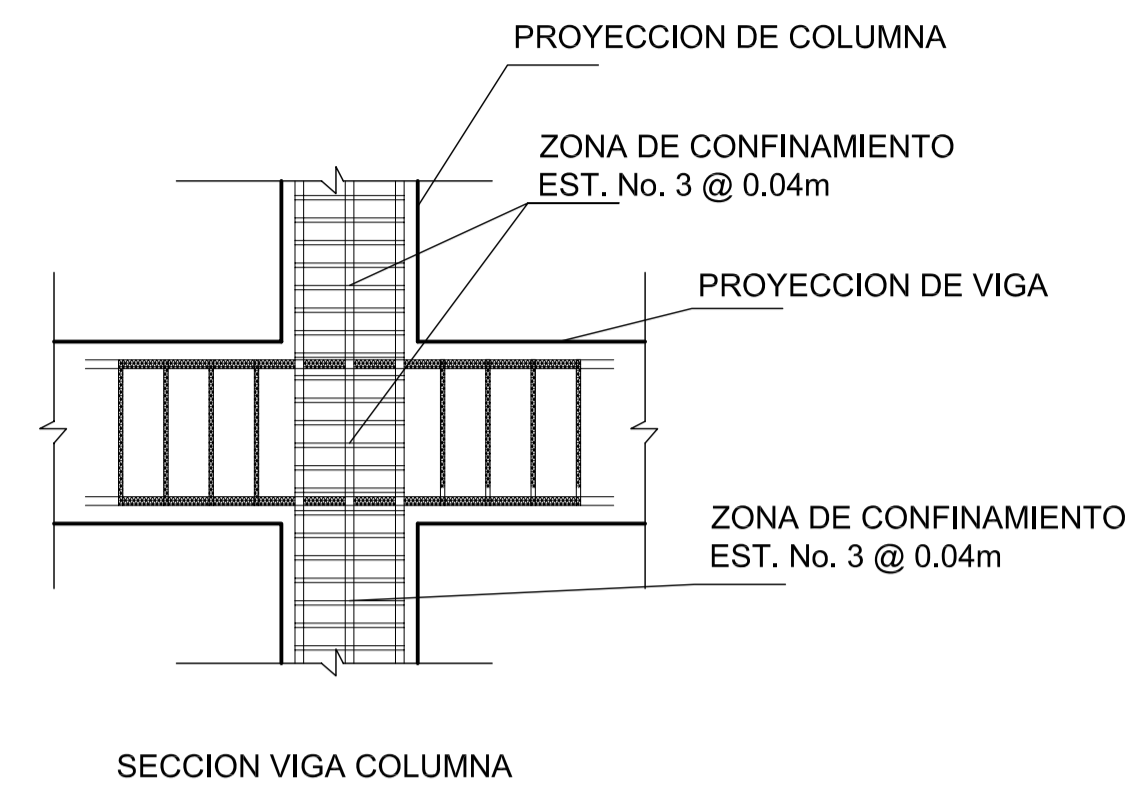
COLUMNA TIPO C-2



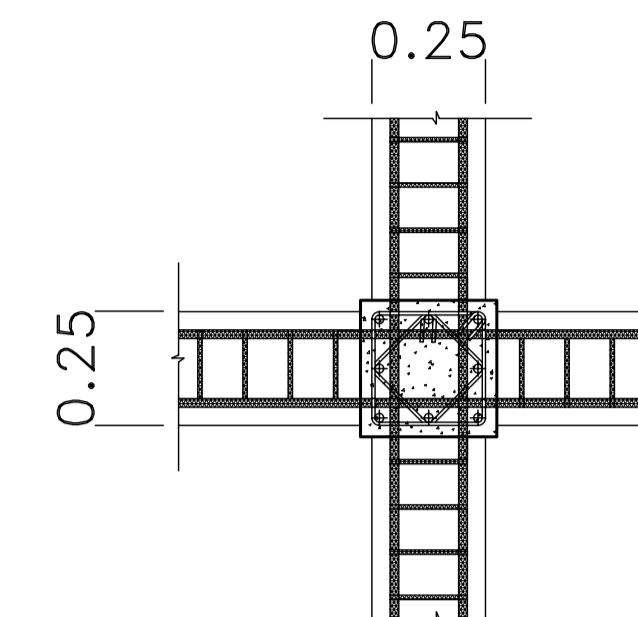
COLUMNA TIPO C-3



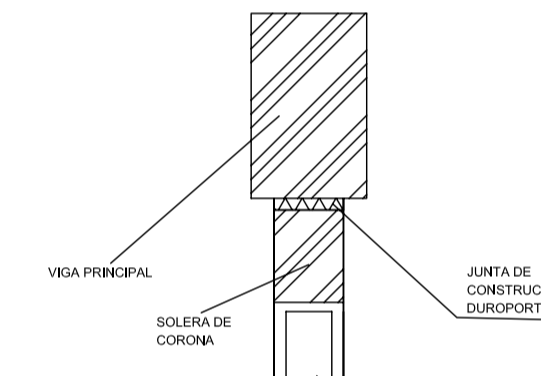
SOLERA HUMEDAD INTERMEDIA CORONA



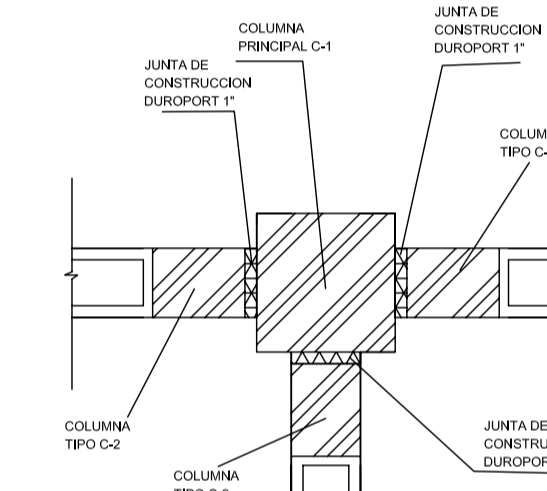
SECCION VIGA COLUMNA



PLANTA VIGA COLUMNA



DETALLE JUNTA MURO-VIGA



DETALLE JUNTA MURO-COLUMNA

### ESPECIFICACIONES

$f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$  ó 4000 PSI.  
 $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$  ó 40,000 PSI.  
 BLOCK DE POMEZ  $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$ .  
 Agregado grueso = 1/2".  
 Valor soporte del suelo (Triaxial) = 21.48 Ton/m<sup>2</sup>.  
 GANCHOS STANDAR a 135°.  
 El doblez para cualquier gancho normal será de 4 veces el diametro de la varilla, no menor de 6.5 cm ni mayor de 10 cm.  
 TRASLAPES MINIMOS  
 No. 3 = 0.45 m.  
 No. 4 = 0.60 m.  
 No. 5 = 0.70 m.  
 No. 6 = 0.85 m.  
 El recubrimiento sobre acero será de:  
 Lateral 0.03 m. para columnas  
 Inferior de 0.075 m. para cimentaciones.  
 NOTA: Previo a la construccion realizar un ensayo dinamico (SPT)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA  
 PROYECTO: **DISEÑO MERCADO DE DOS NIVELES, LA UNION, ZACAPA**

CONTENIDO: **PLANTA COLUMNAS NIVEL 2  
 MAS DETALLES**

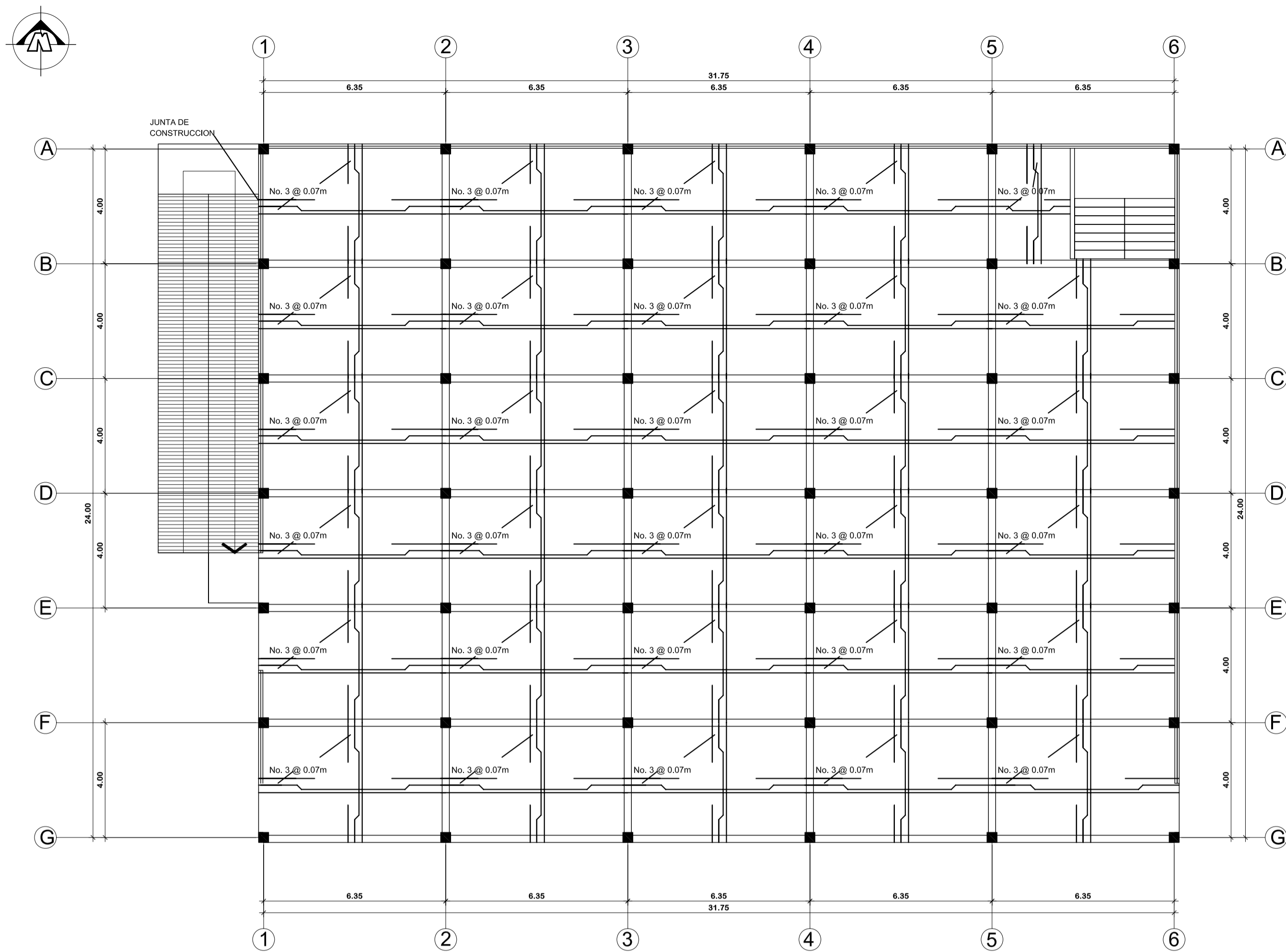
ESTUDIANTE: **SELVIN GIRON PEREZ** CARNET: **2004-12947**

Vo.Bo. HOJA

ING. JUAN MERCK COS  
 ASESOR EPS

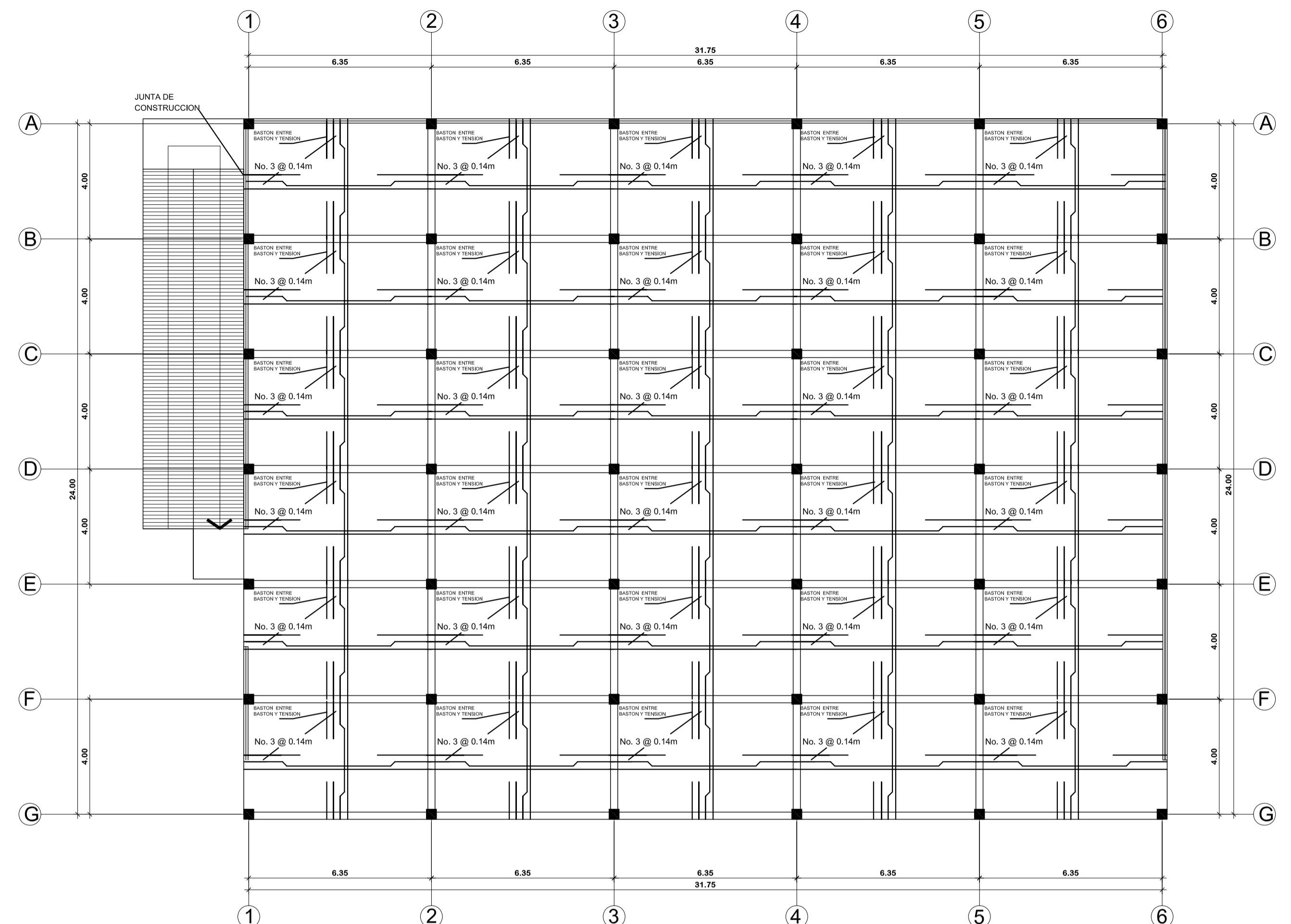
SELVIN GIRON PEREZ  
 EPS

DISEÑO: SELVIN GIRON  
 CALCULO: SELVIN GIRON  
 DIBUJO: SELVIN GIRON  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: SEP. 2010



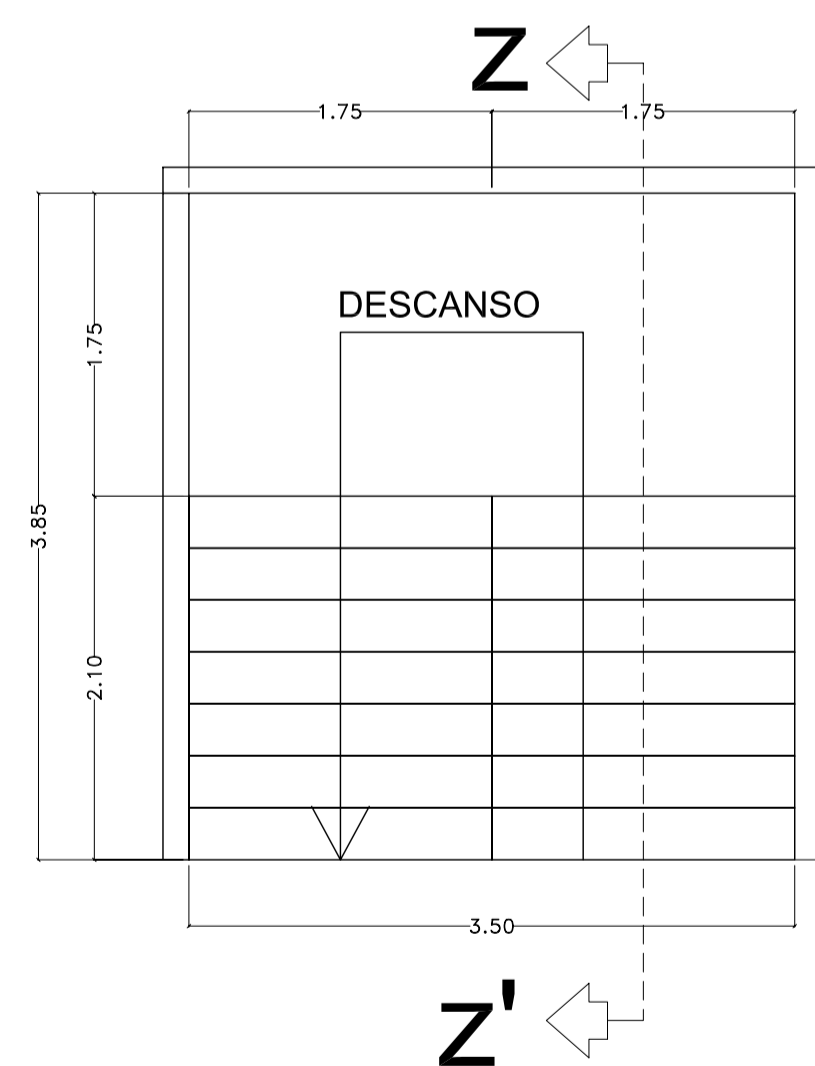
PLANTA LOSA Y VIGAS NIVEL-1

ESCALA 1:125

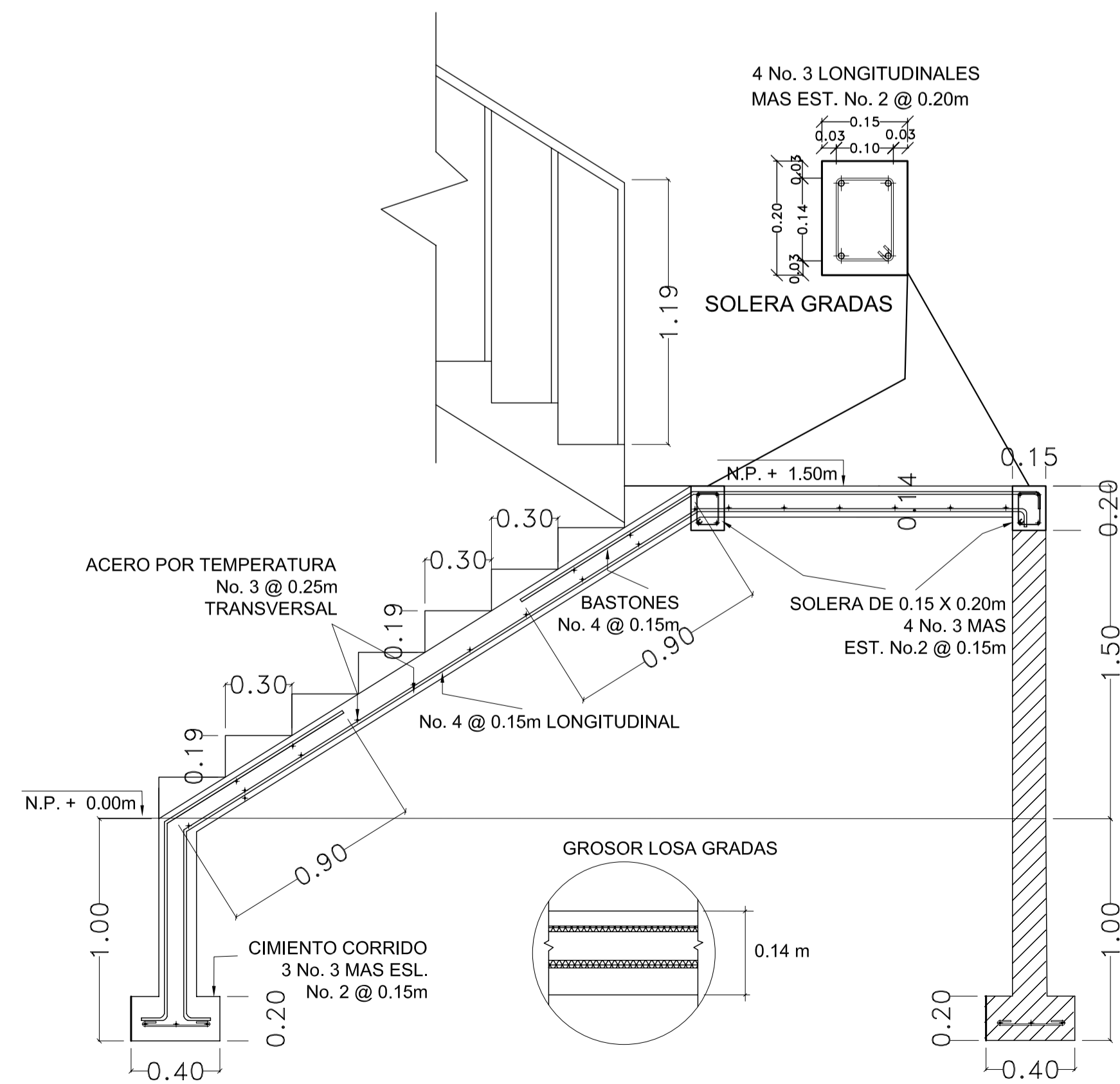


PLANTA LOSA Y VIGAS NIVEL-2

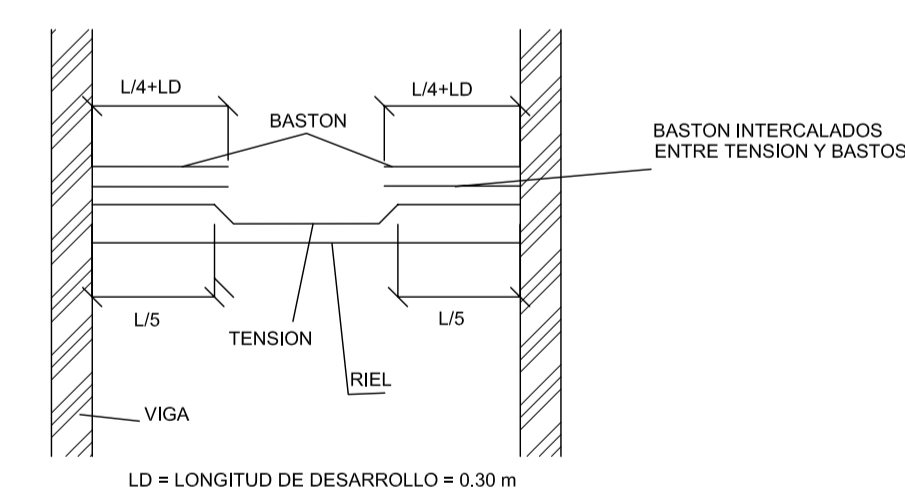
ESCALA 1:125



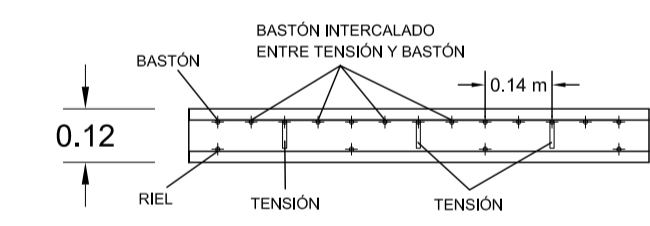
PLANTA GRADAS



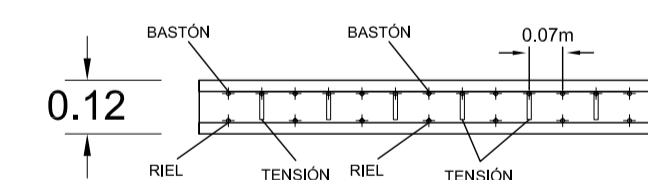
SECCION Z-Z'



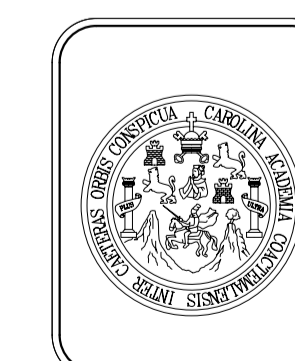
PLANTA



SECCION LOSA NIVEL2



SECCION LOSA NIVEL1



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA  
PROYECTO: **DISENO MERCADO DE DOS NIVELES, LA UNION, ZACAPA**

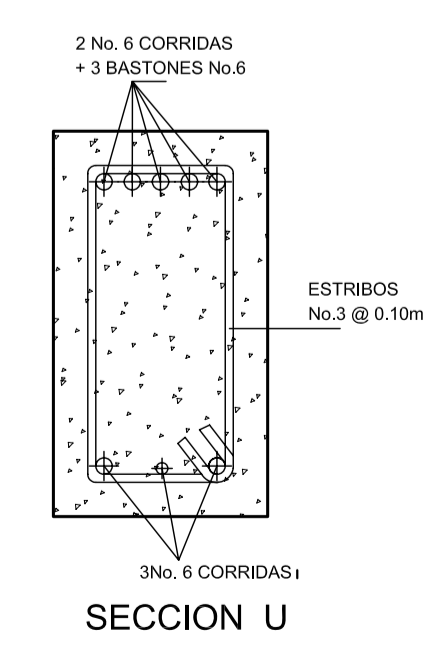
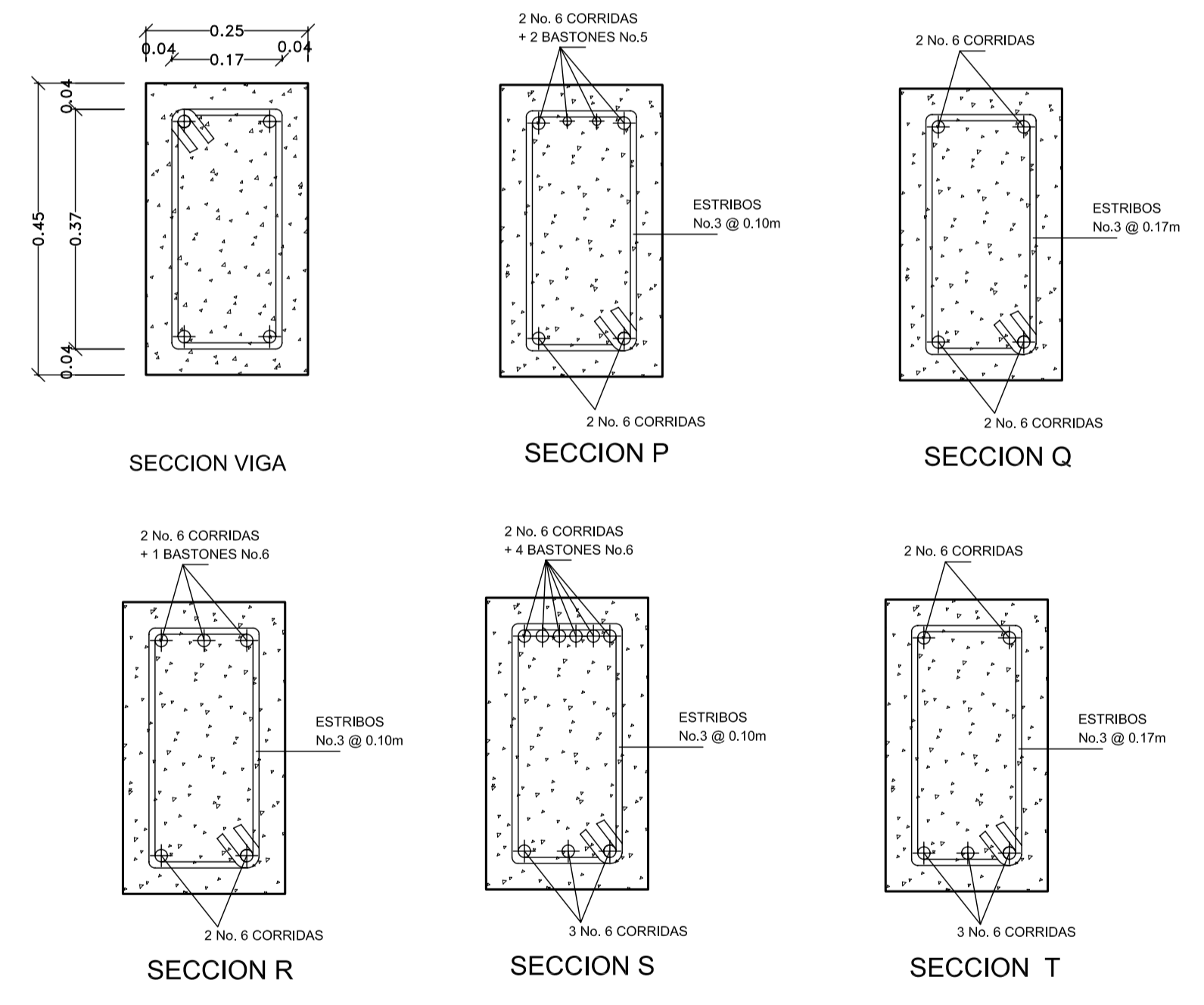
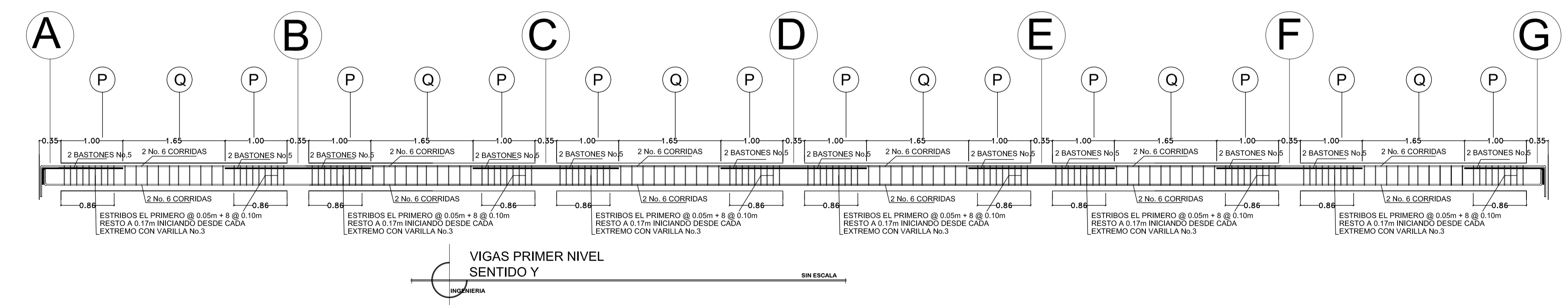
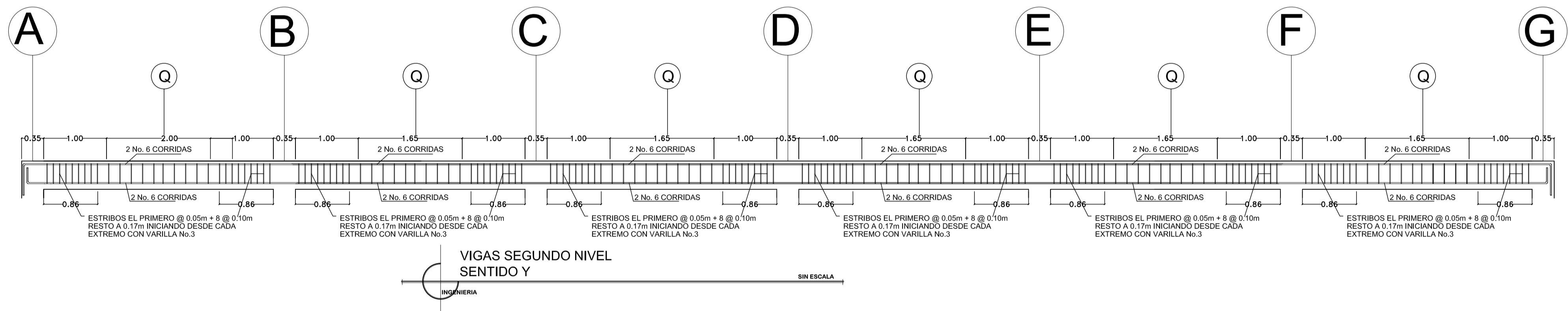
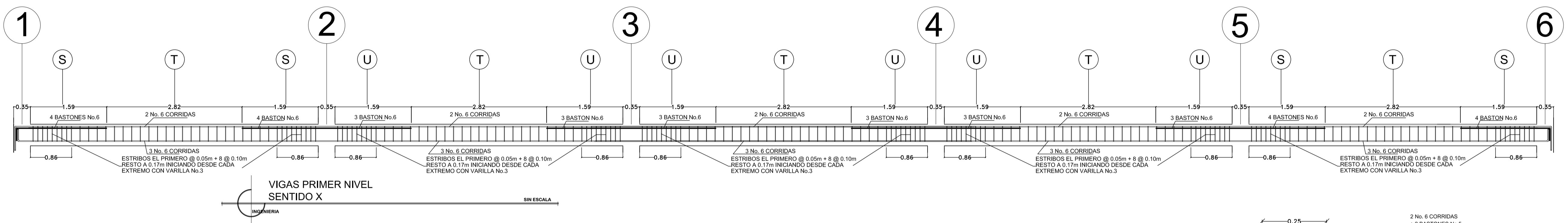
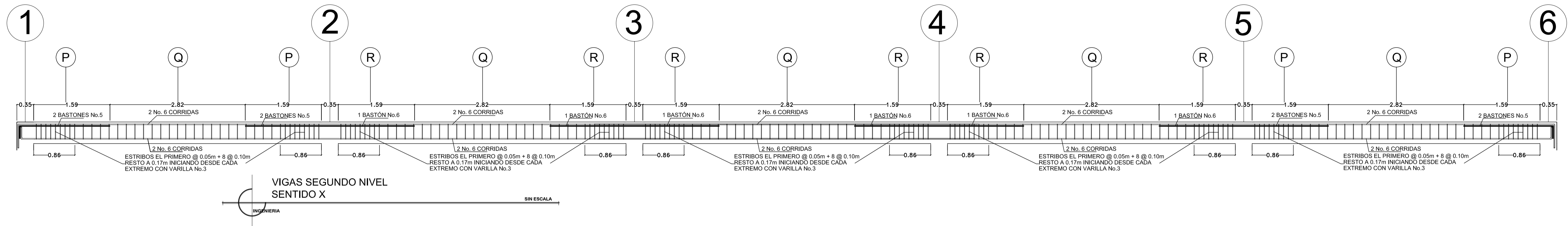
CONTENIDO: **PLANTA LOSA Y VIGAS MAS DETALLES DE GRADAS**

ESTUDIANTE: **SELVIN GIRON PEREZ** CARNET: 2004-12947

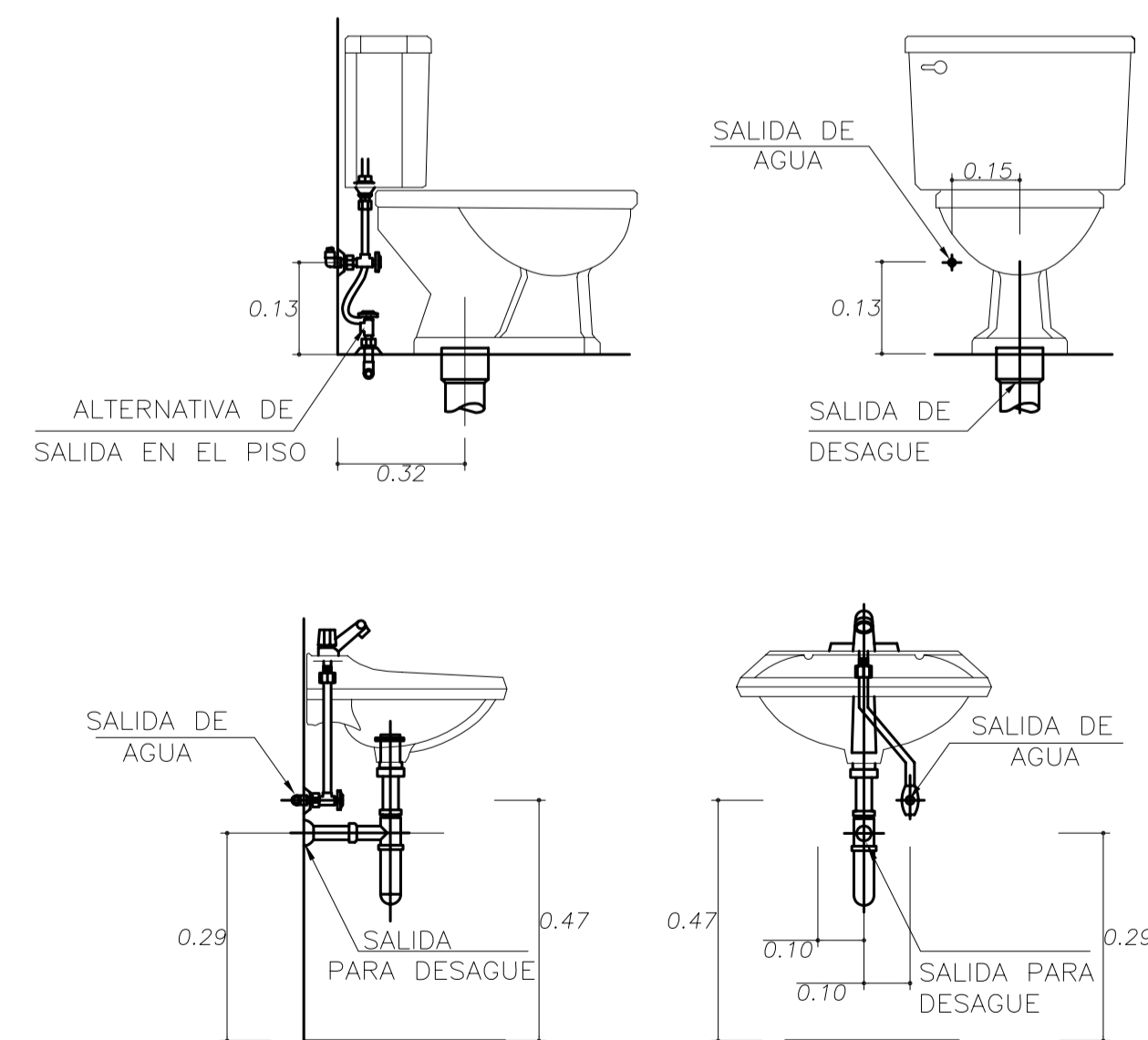
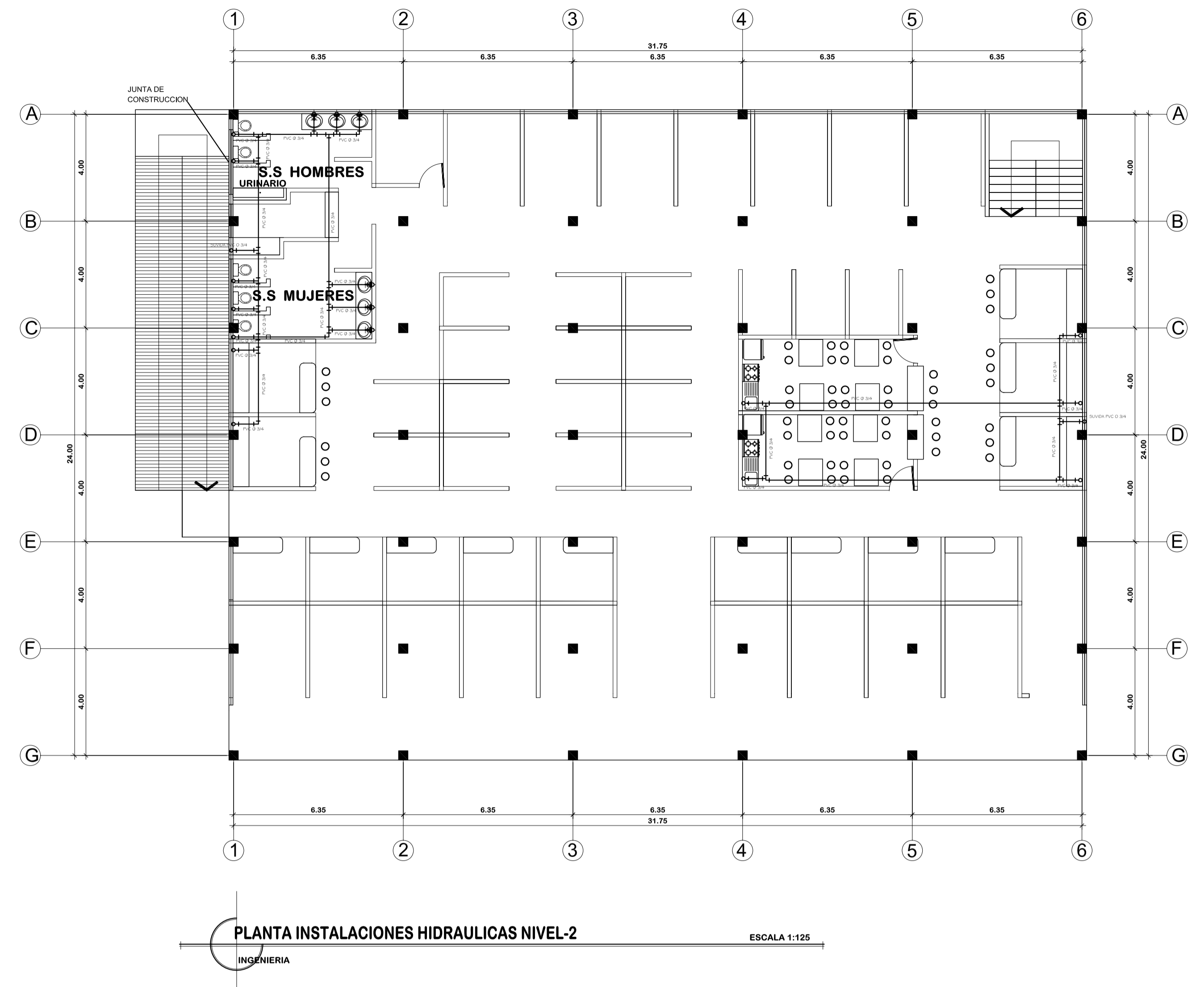
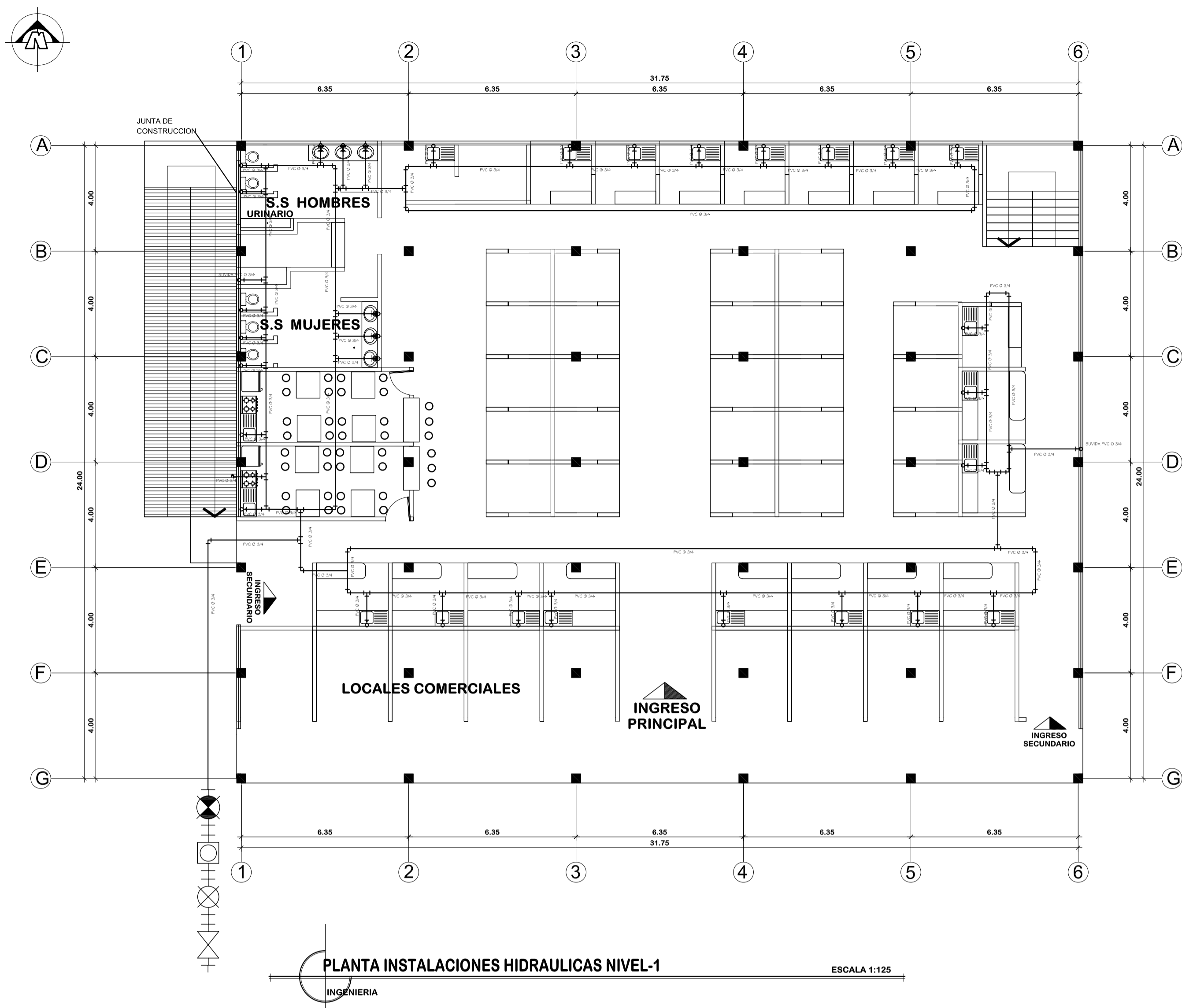
Vo.Bo. \_\_\_\_\_

DISEÑO: SELVIN GIRON  
CALCULO: SELVIN GIRON  
DIBUJO: SELVIN GIRON  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEP. 2010

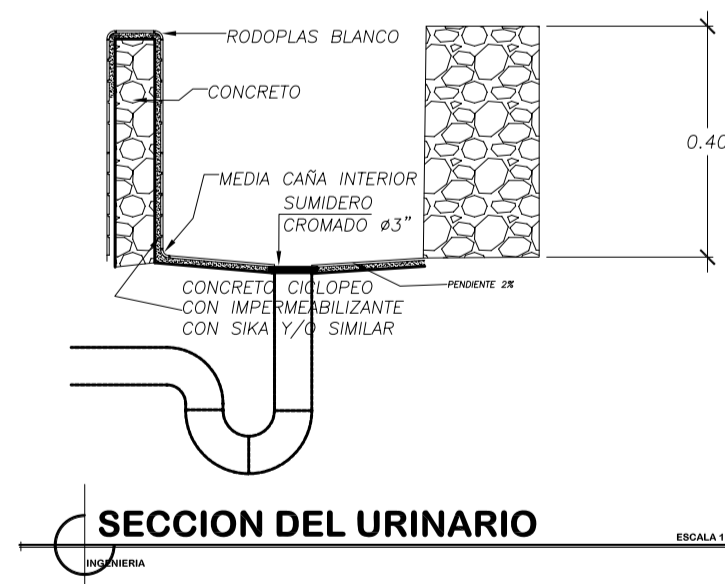
ING. JUAN MERCK COS ASESOR EPS SELVIN GIRON PEREZ EPS



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA	
PROYECTO: <b>DISEÑO MERCADO DE DOS NIVELES, LA UNION, ZACAPA</b>		
CONTENIDO: <b>DETALLE DE VIGAS Y SECCIONES</b>		
ESTUDIANTE: <b>SELVIN GIRON PEREZ</b>	CARNET: <b>2004-12947</b>	HOJA <b>6</b> 12
Vo.Bo.	ING. JUAN MERCK COS ASESOR EPS	
DISEÑO: <b>SELVIN GIRON</b>	FECHA: <b>SEP. 2010</b>	
CALCULO: <b>SELVIN GIRON</b>		
DIBUJO: <b>SELVIN GIRON</b>		
ESCALA: <b>INDICADA</b>		

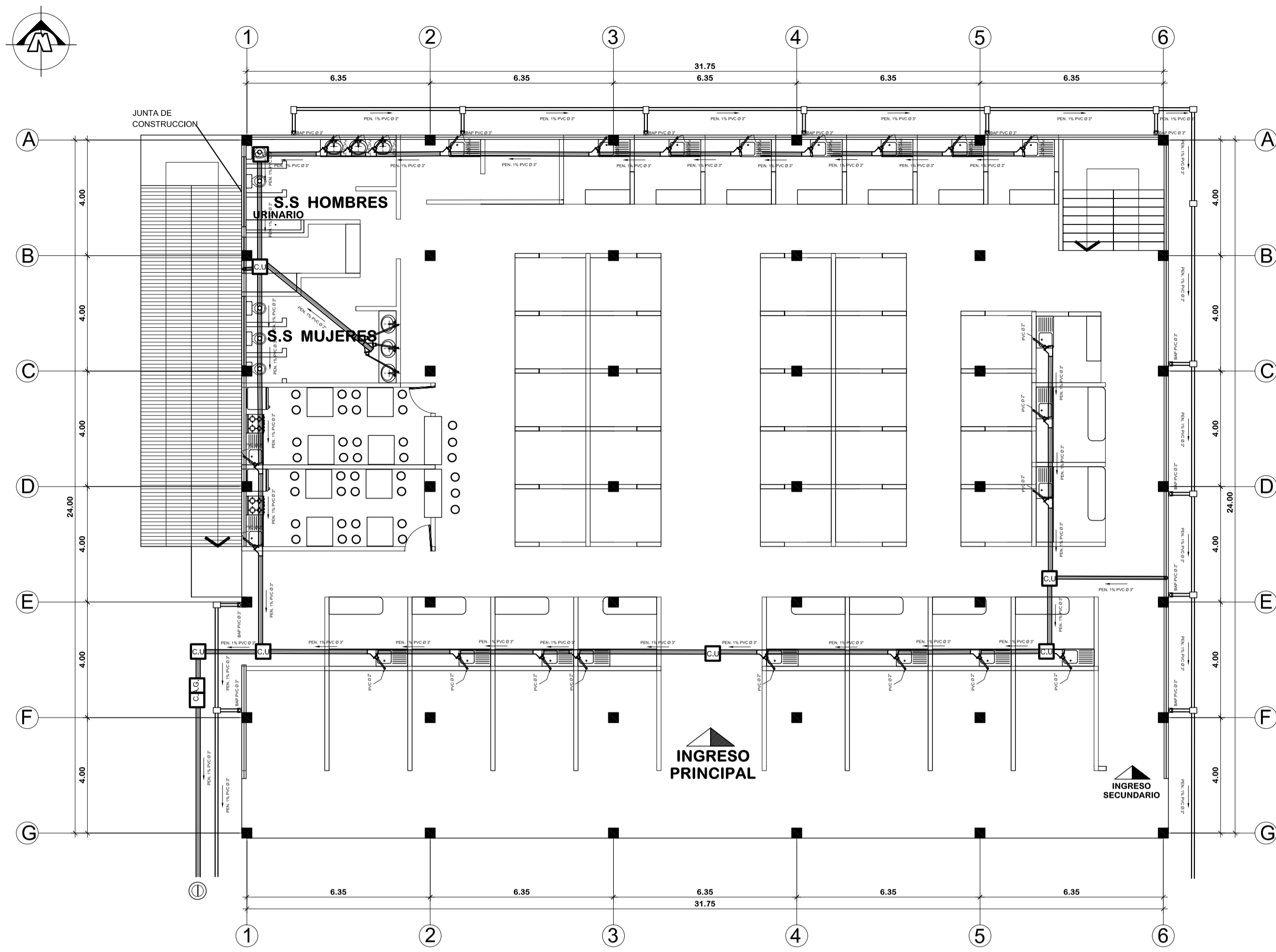


**DETALLE. SALIDAS DE AGUA y DESAGUE EN SANITARIOS**  
 SIN ESCALA  
 INGENIERIA

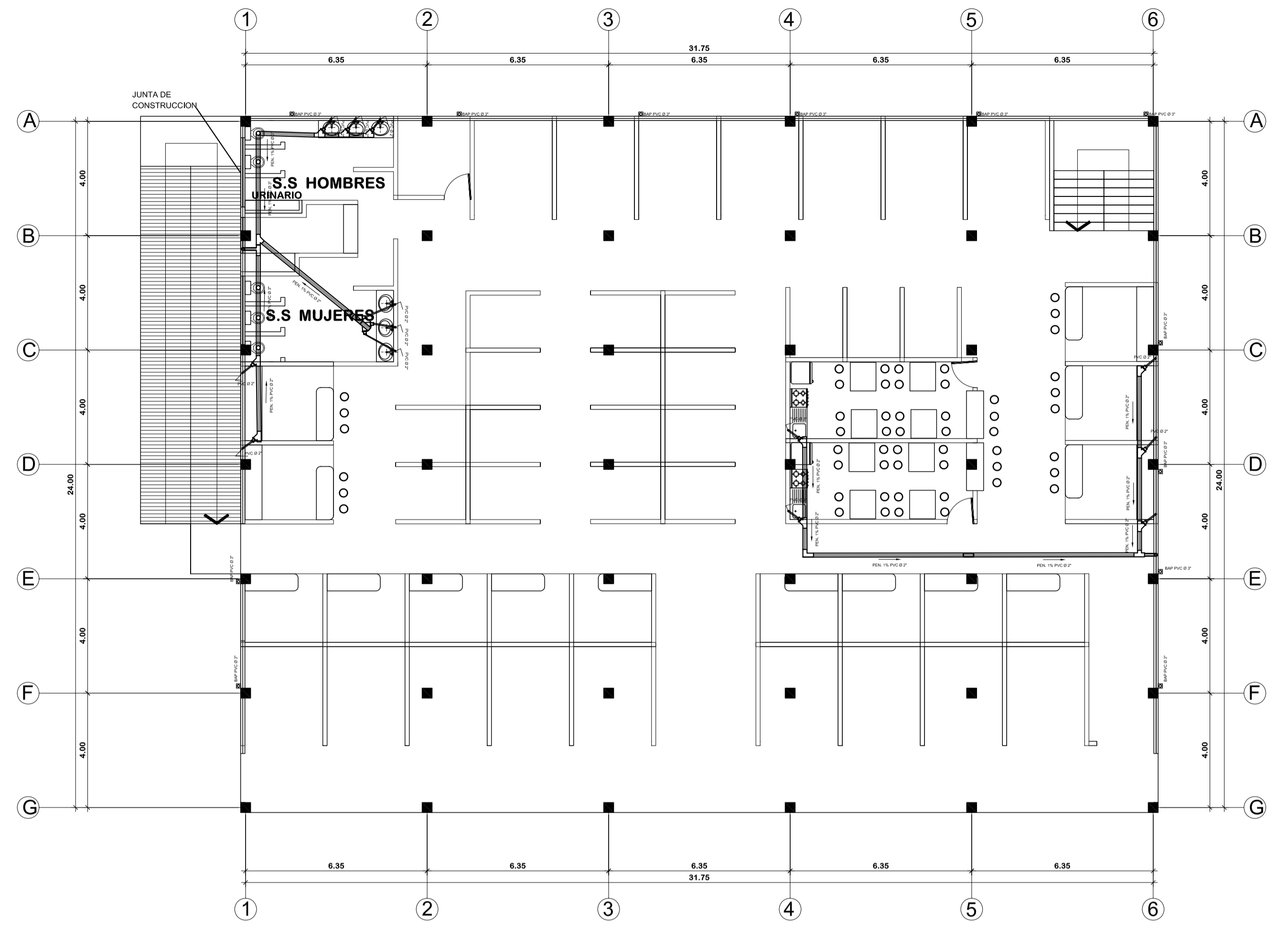


SIMBOLOGIA	
	LLAVE DE COMPUERTA
	CONTADOR
	LLAVE DE PASO
	LLAVE DE CHEQUE
	CODO A 90° VERTICAL
	CODO A 90° HORIZONTAL
	TEE A 90° HORIZONTAL
	TUBO PVC, Ø 3/4"
	GRIFO Ø 3/4"

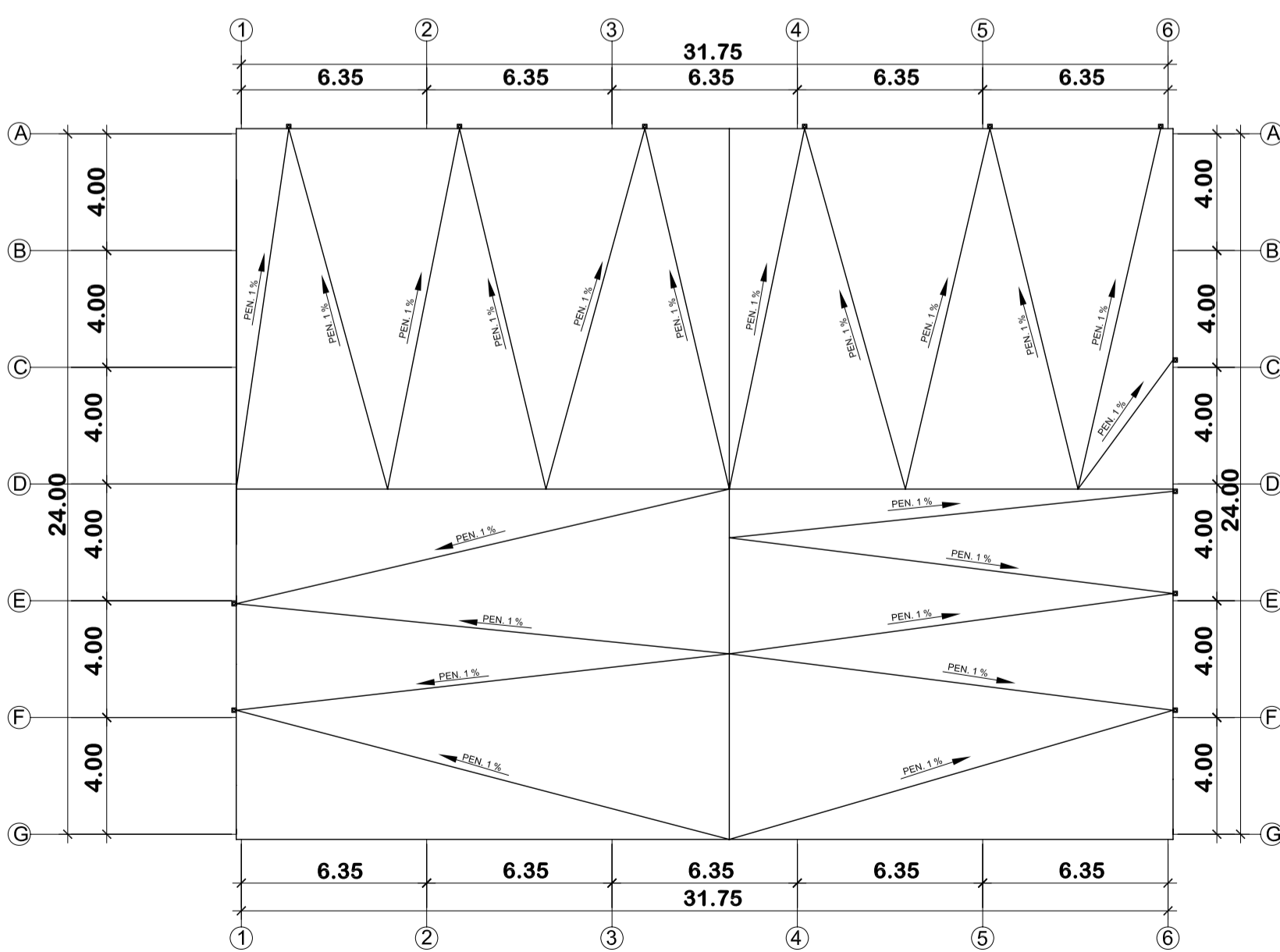
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA	
PROYECTO: <b>DISENO MERCADO DE DOS NIVELES, LA UNION, ZACAPA</b>		
CONTENIDO: <b>PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS MAS DETALLES</b>		
DISEÑO: SELVIN GIRON	ESTUDIANTE: SELVIN GIRON PEREZ	CARNET: 2004-12947
DIBUJO: SELVIN GIRON	Vo.Bo.	HOJA <b>7</b> <b>12</b>
ESCALA: INDICADA	ING. JUAN MERCK COS ASESOR EPS SELVIN GIRON PEREZ EPS	
FECHA: SEP. 2010		



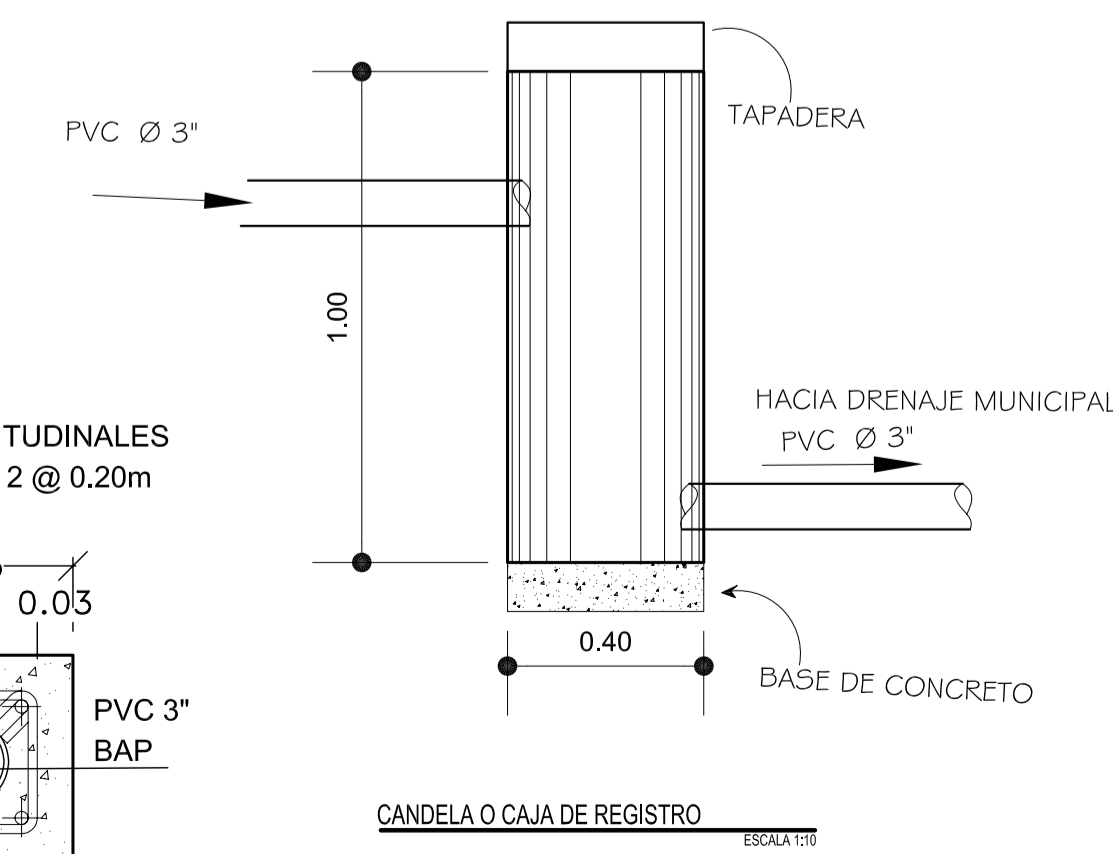
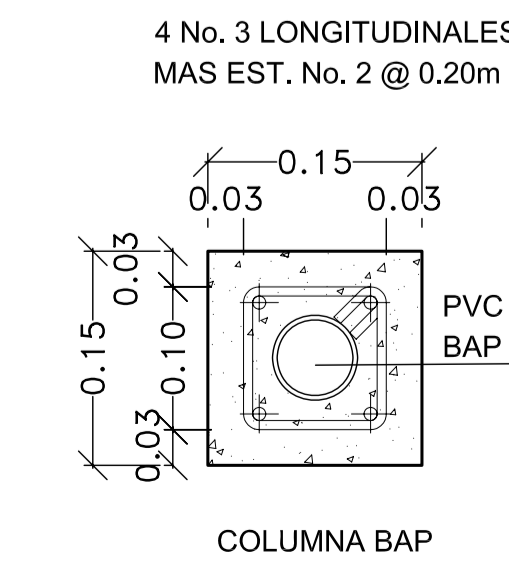
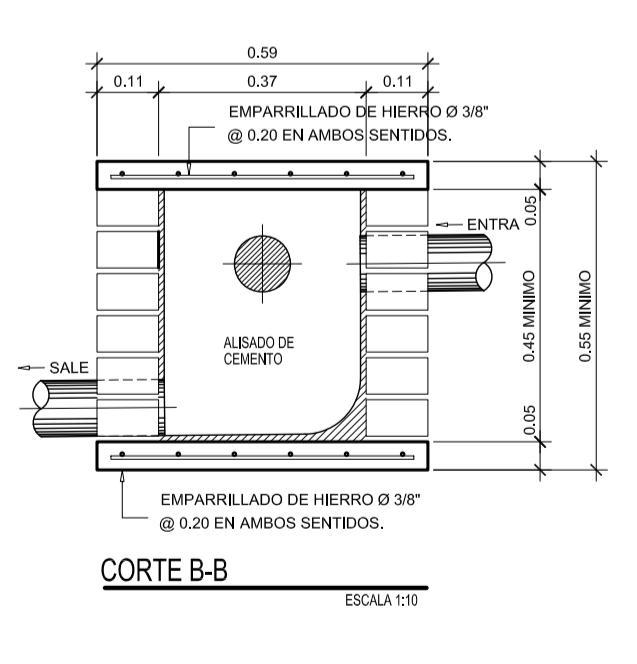
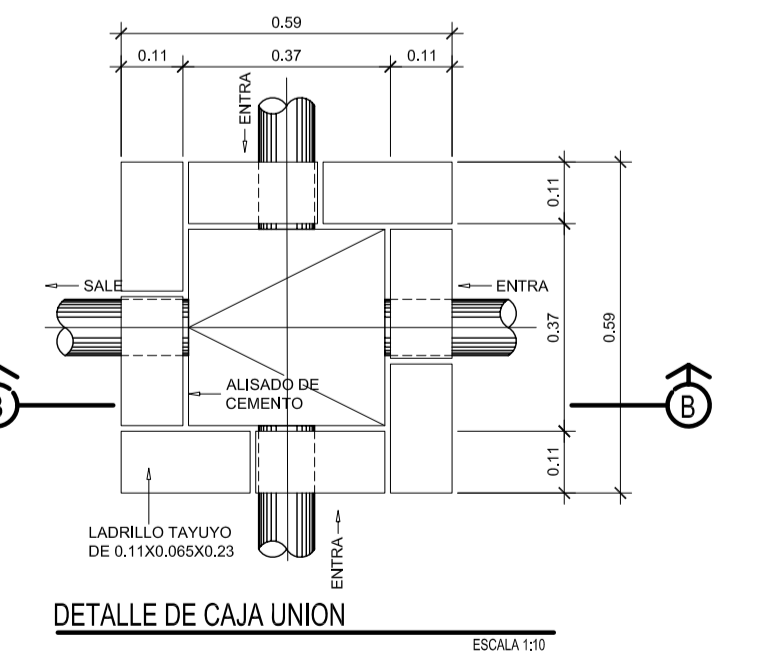
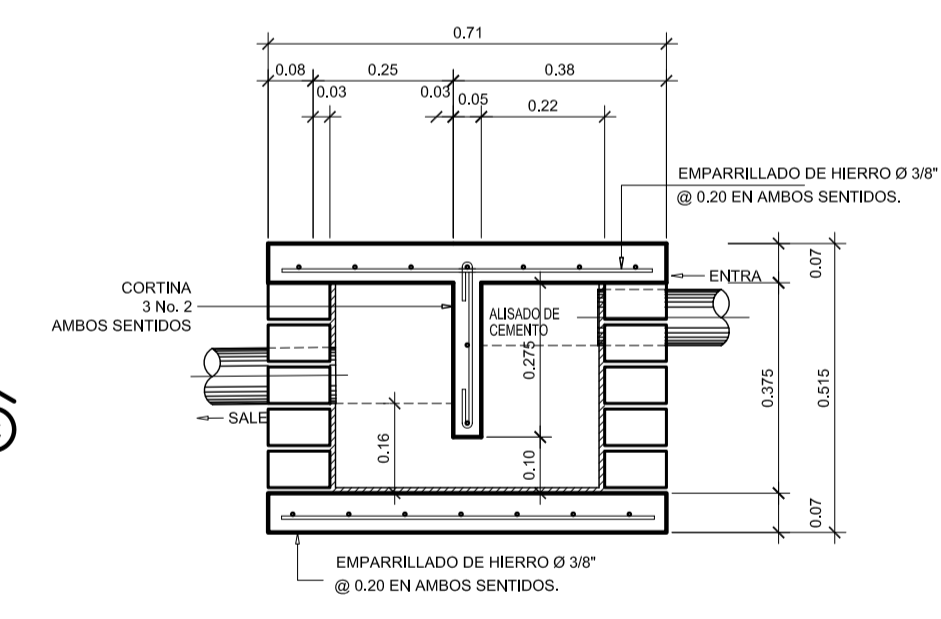
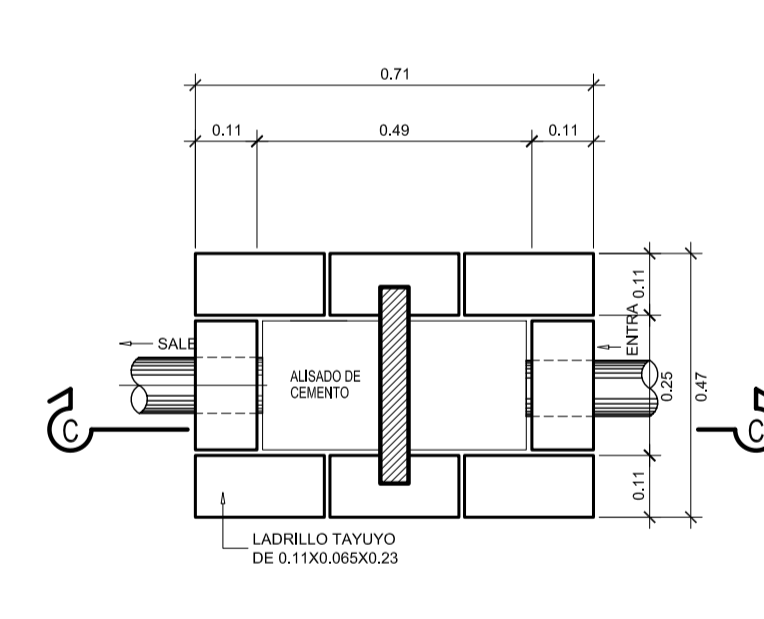
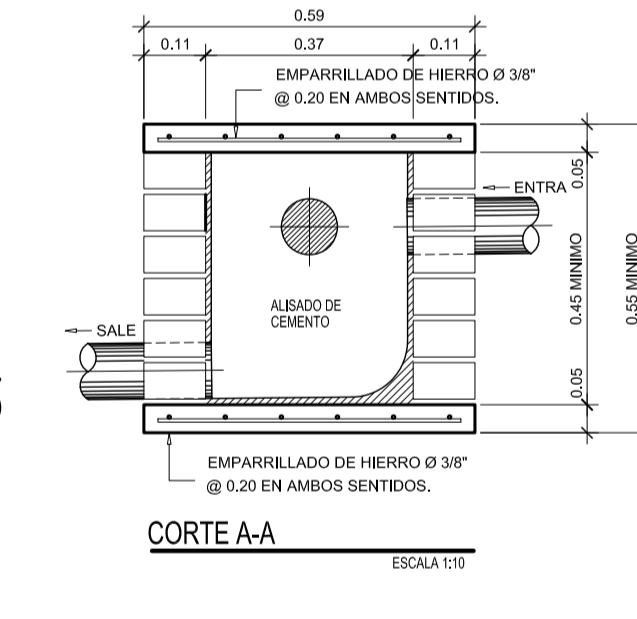
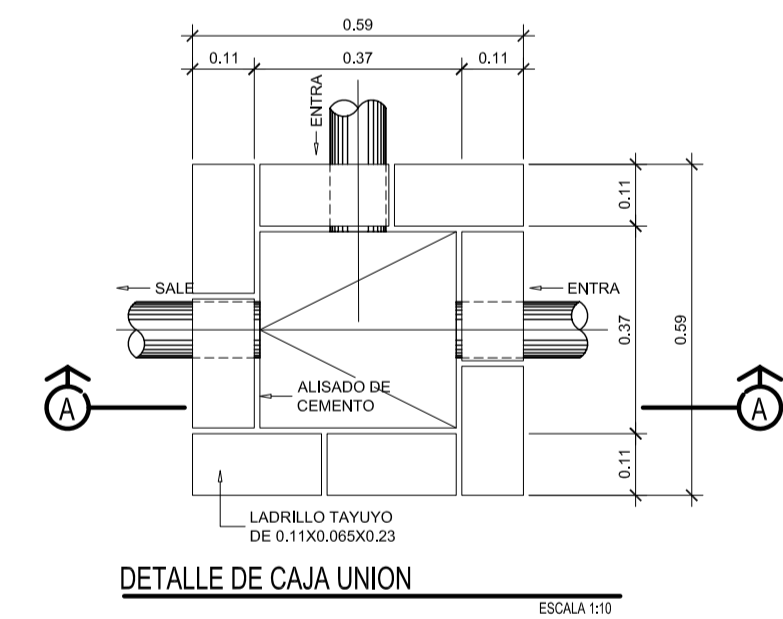
PLANTA DE DRENAJES NIVEL-1  
INGENIERIA ESCALA 1:125



PLANTA DE DRENAJES NIVEL-2  
INGENIERIA ESCALA 1:125



PLANTA DE TECHOS  
INGENIERIA ESCALA 1:200



SIMBOLOGIA	
	CODO A 90° VERTICAL PVC
	PENDIENTE DE TUBERIA (1%)
	SENTIDO DE LA PENDIENTE
	CAJA UNION
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS P.V.C.
	TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES P.V.C.
	REDUCIDOR
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	CANDELA O CAJA DE REGISTRO
	YEE A 45° P.V.C.
	CODO A 90° HORIZONTAL
	TEE A 90° HORIZONTAL
	CAJA ATRAPAGRASA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

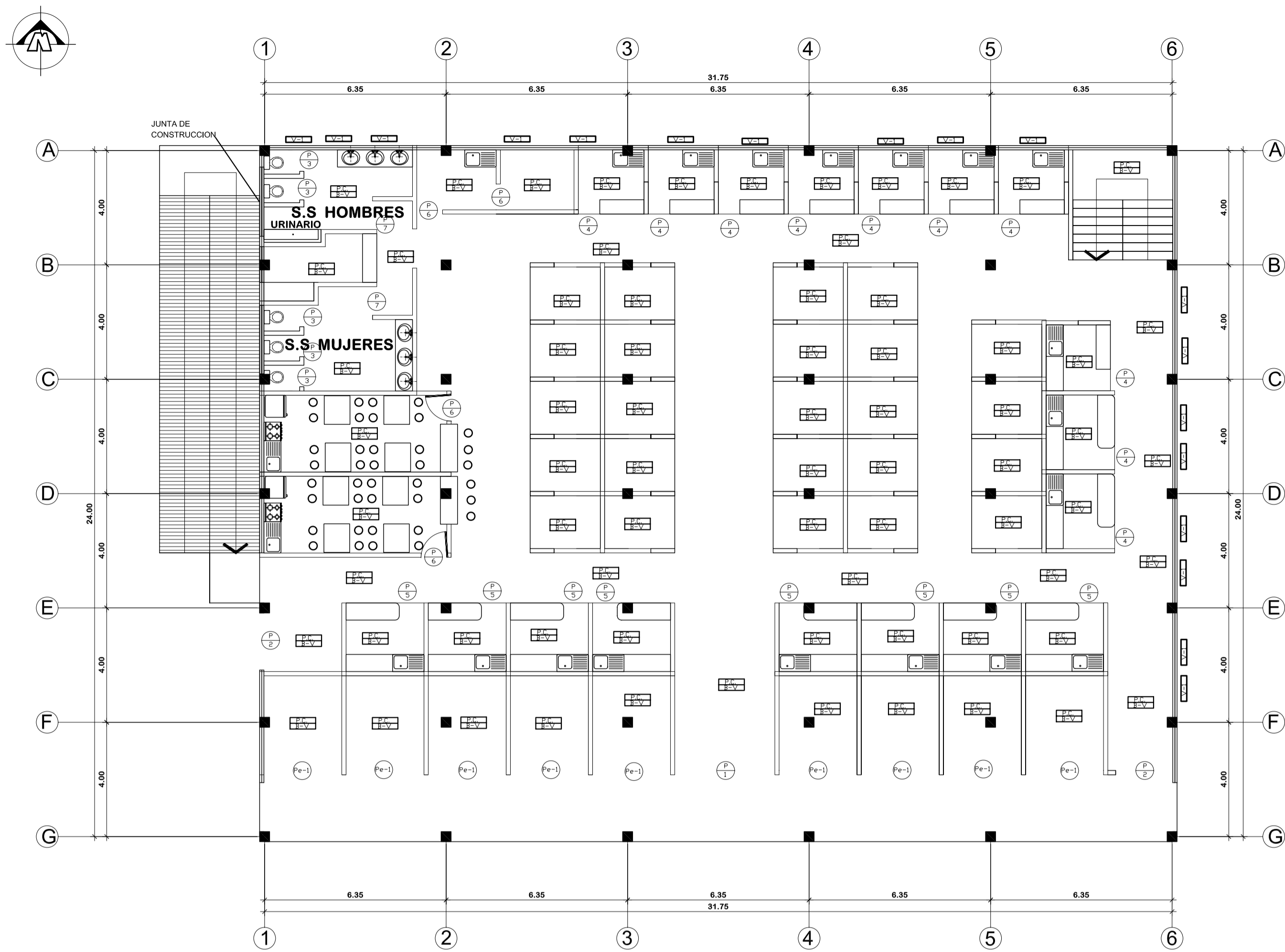
MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA  
PROYECTO: **DISEÑO MERCADO DE DOS NIVELES, LA UNION, ZACAPA**

CONTENIDO: **PLANTA DE DRENAJES MAS DETALLES**

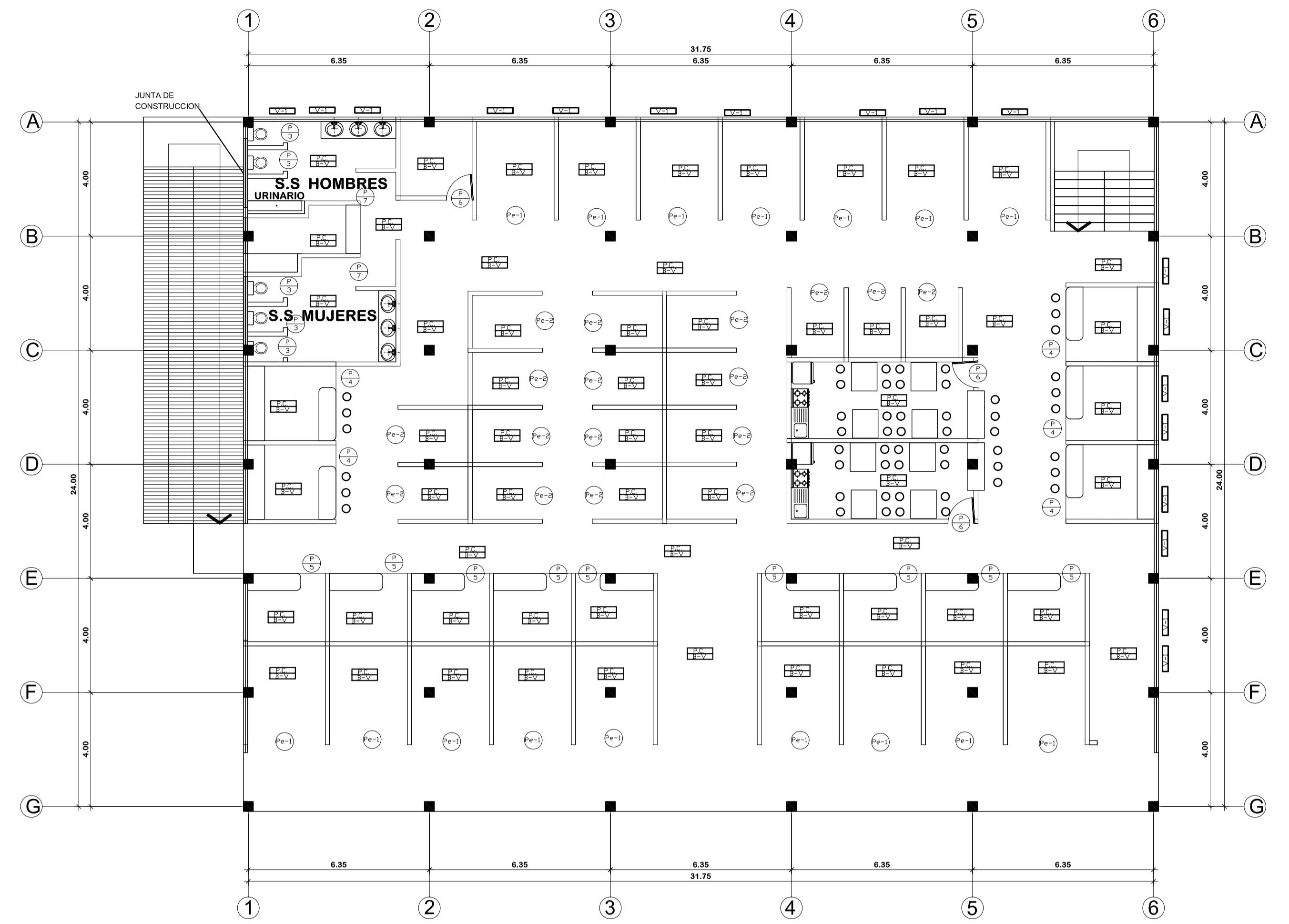
ESTUDIANTE: **SELVIN GIRON PEREZ** CARNET: 2004-12947

Vo.Bo. **ING. JUAN MERCK COS** ASESOR EPS **SELVIN GIRON PEREZ** EPS

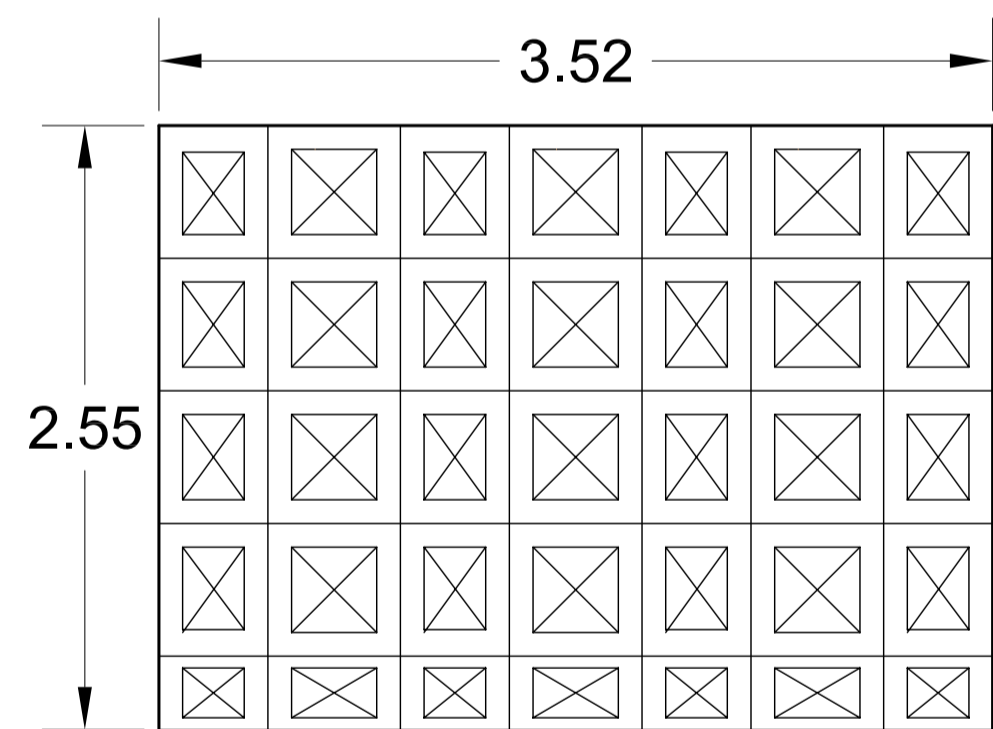
DISEÑO: **SELVIN GIRON**  
CALCULO: **SELVIN GIRON**  
DIBUJO: **SELVIN GIRON**  
ESCALA: **INDICADA**  
FECHA: **SEP. 2010**



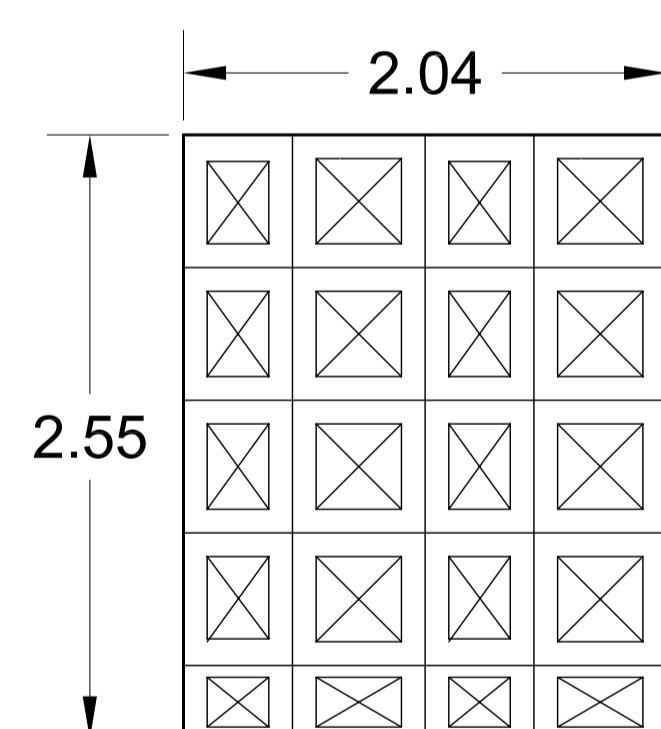
PLANTA ACABADOS NIVEL-1  
INGENIERIA ESCALA 1:125



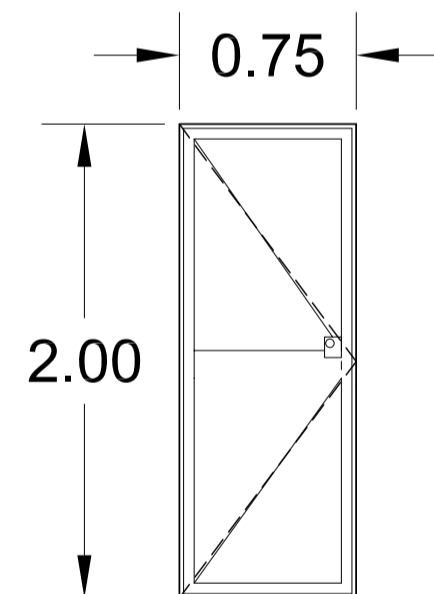
PLANTA DE ACABADOS NIVEL-2  
INGENIERIA ESCALA 1:125



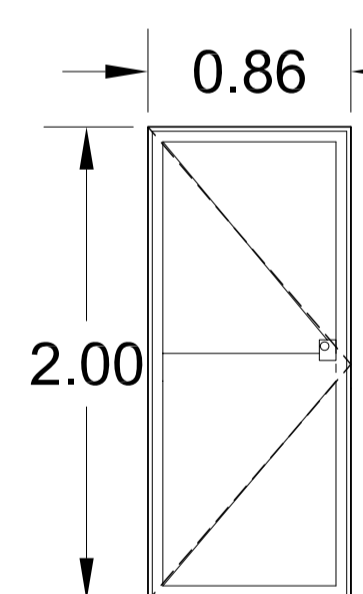
P-1



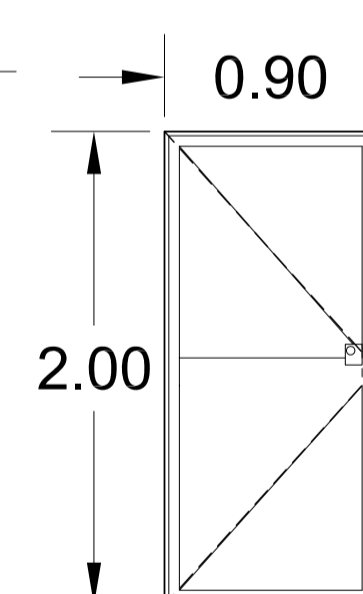
P-2



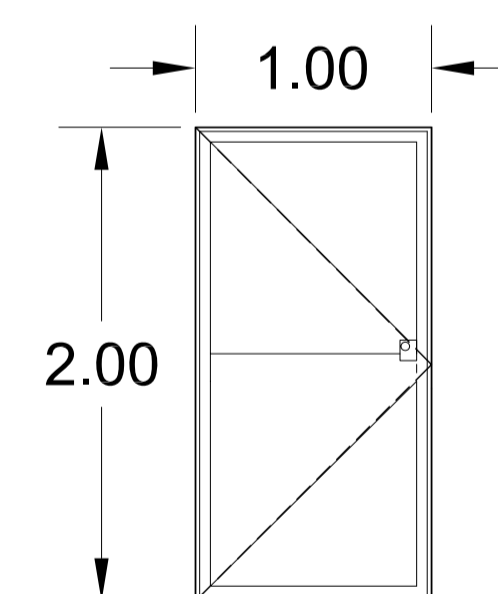
P-4



P-5



P-6



P-7

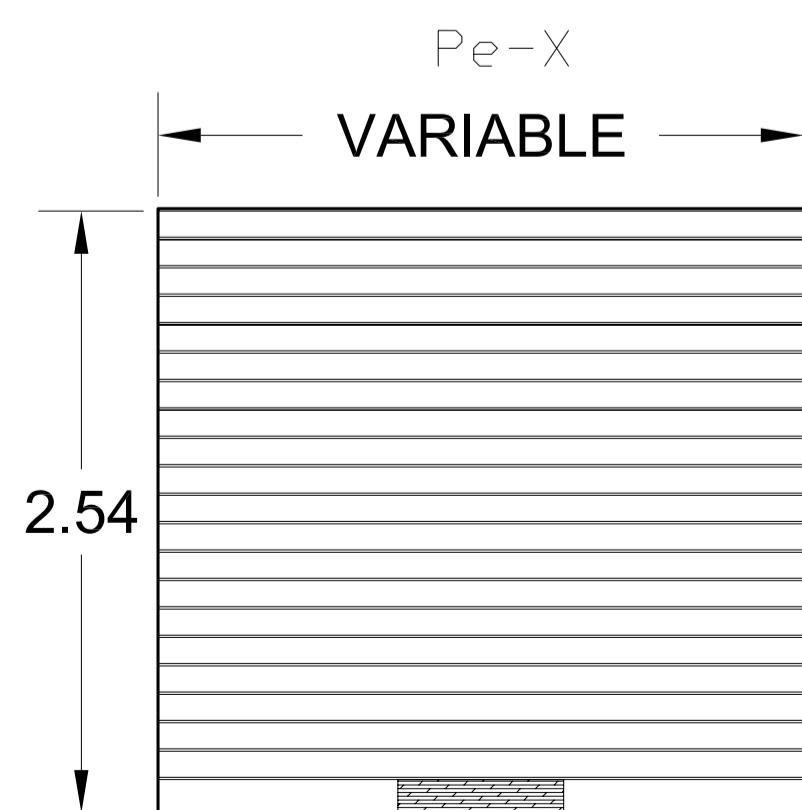
PLANILLA DE VENTANAS				
TIPO	ALTURA SILLAR	ALTURA DINTEL	ANCHO	ALTURA MATERIAL
V-1	1.64 m	2.54 m	1.20	0.70

P.C.	PISO CERAMICO
B-V	BLOCK VISTO CISADO

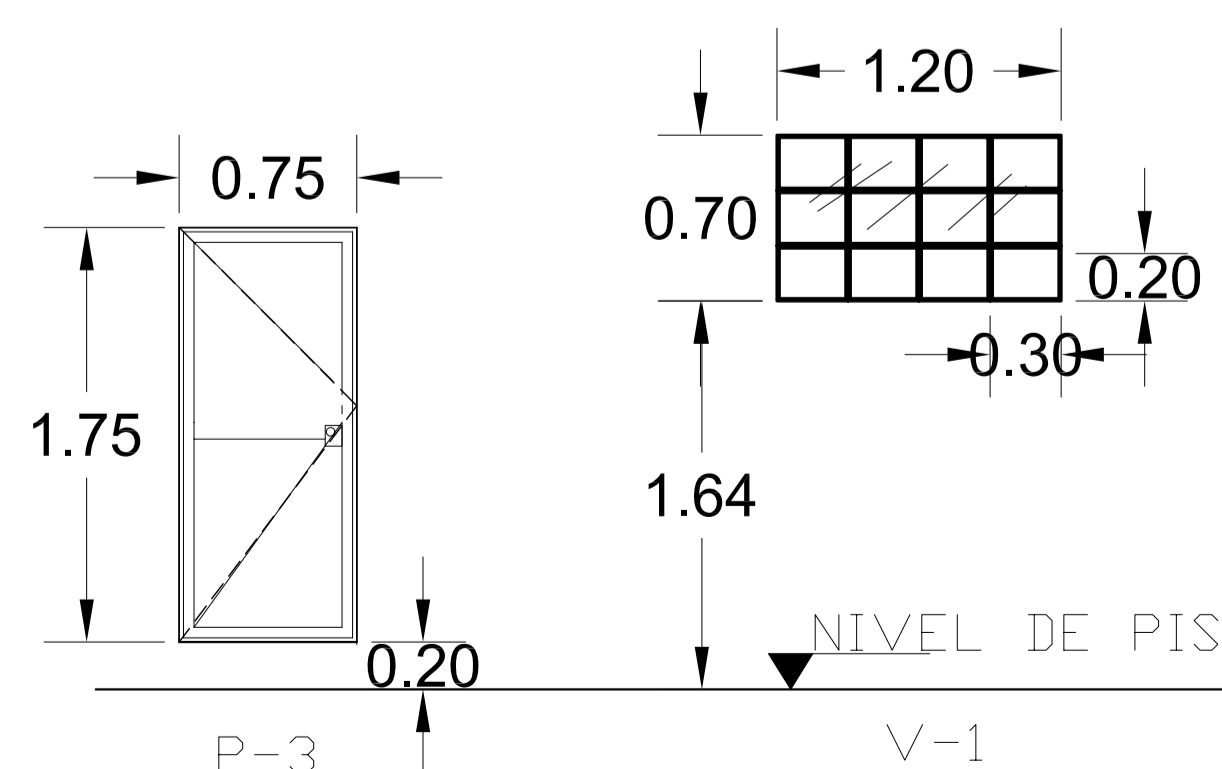
(P) INDICA TIPO DE PUERTA

(V-1) TIPO DE VENTANA

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	DINTEL	ANCHO	MATERIAL	TIPOLOGIA
P-1	2.55 m	3.5	METAL	2 HOJA
P-2	2.55 m	2.04	METAL	1 HOJA
P-3	1.85 m	0.75	METAL	1 HOJA
P-4	2.00 m	0.75	METAL	1 HOJA
P-5	2.00 m	0.86	METAL	1 HOJA
P-6	2.00 m	0.90	METAL	1 HOJA
P-7	2.00 m	1.00	METAL	1 HOJA
Pe-1	2.54 m	2.72	METAL	1 HOJA
Pe-2	2.54 m	1.85	METAL	1 HOJA



Pe-X  
Persiana Metalica



P-3

V-1



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA

PROYECTO: DISEÑO MERCADO DE DOS NIVELES, LA UNION, ZACAPA

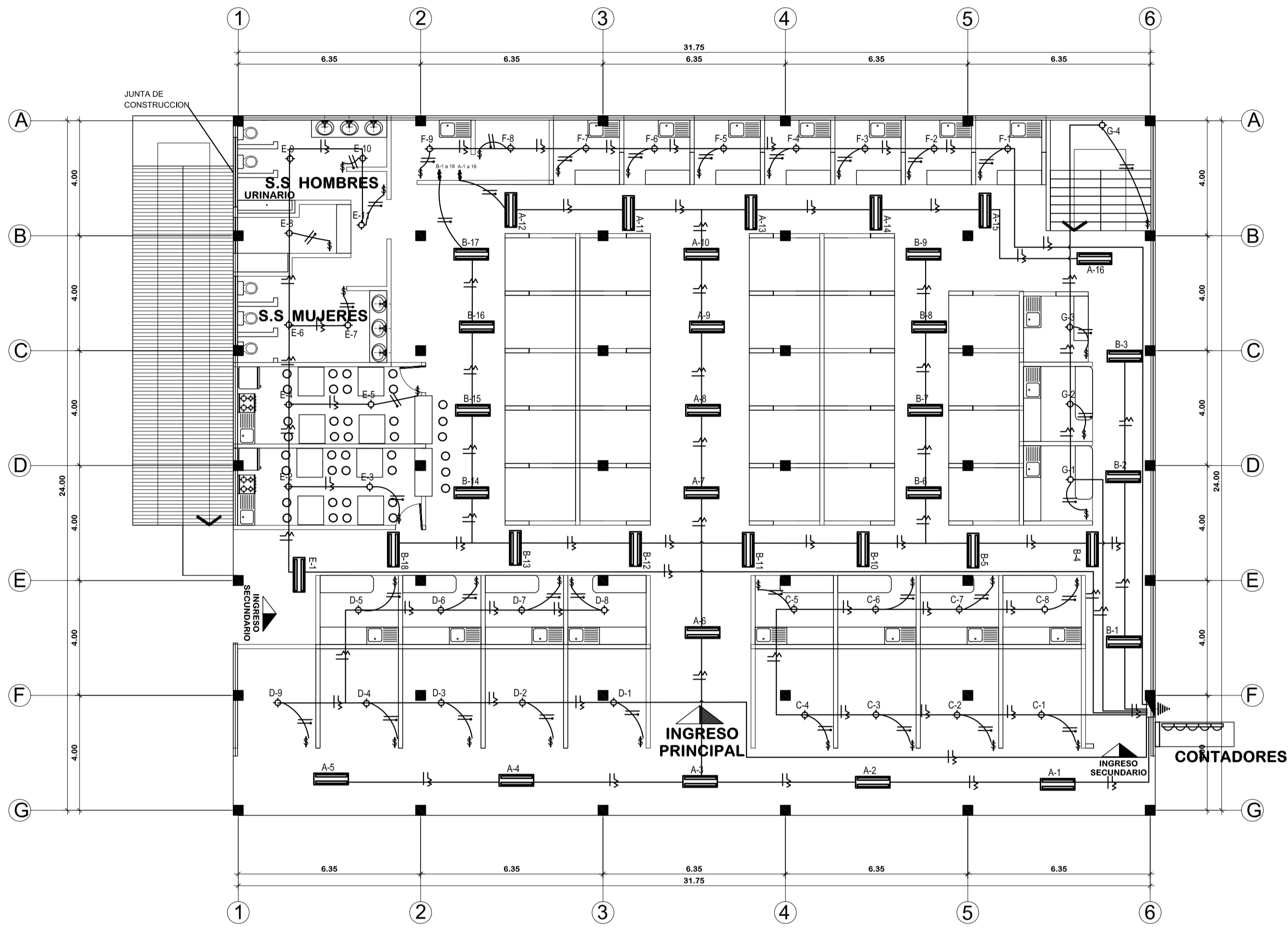
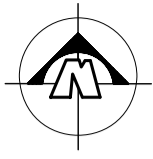
CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS MAS DETALLES

ESTUDIANTE: SELVIN GIRON PEREZ CARNET: 2004-12947

Vo.Bo. HOJA

DISEÑO: SELVIN GIRON  
CALCULO: SELVIN GIRON  
DIBUJO: SELVIN GIRON  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEP. 2010

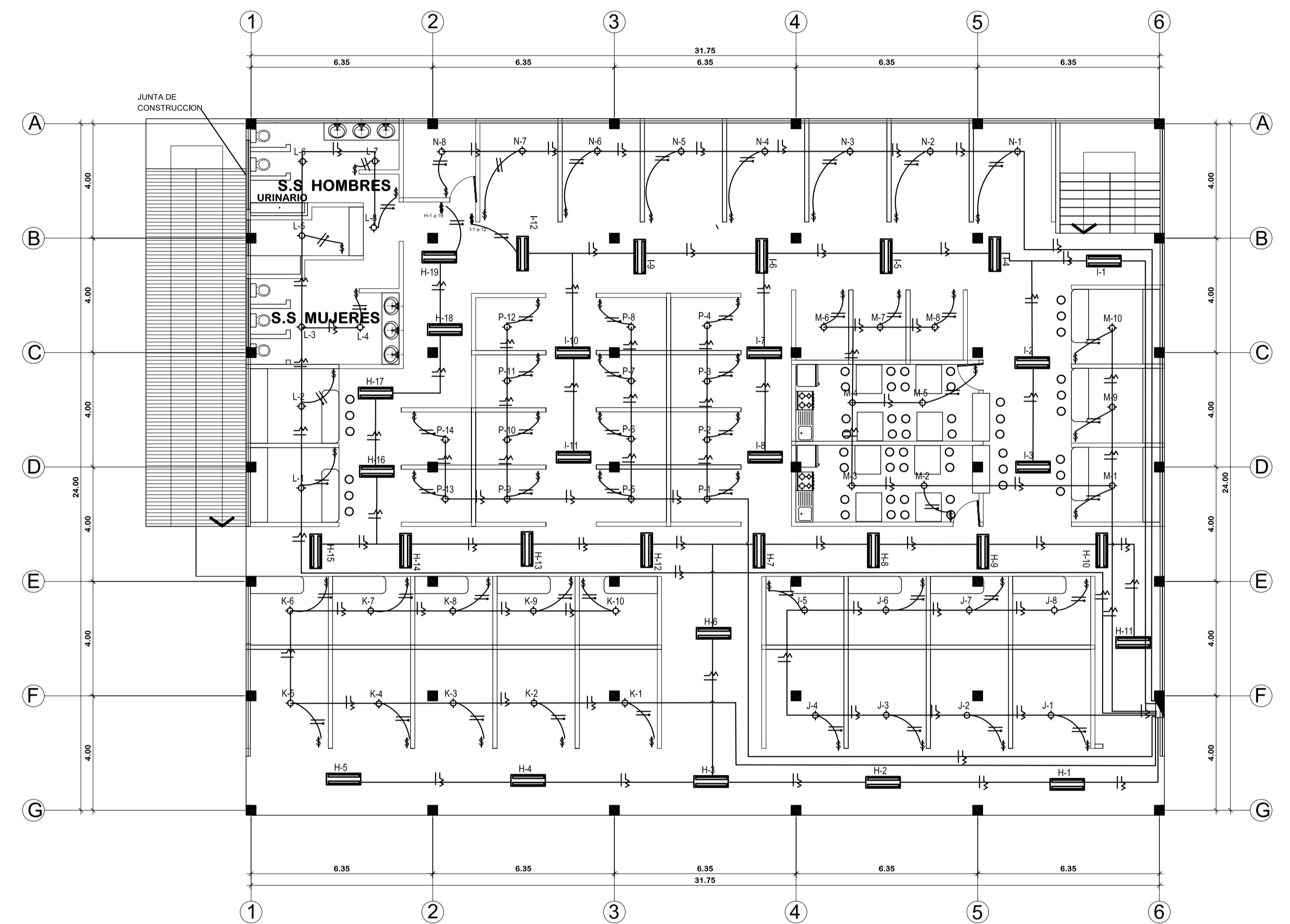
ING. JUAN MERCK COS ASESOR EPS SELVIN GIRON PEREZ EPS



PLANTA ILUMINACION NIVEL-1

ESCALA 1:125

INGENIERIA



PLANTA ILUMINACION NIVEL-2

ESCALA 1:125

INGENIERIA

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD	
SIMBOLOGIA	REFERENCIAS
A, B, C, D, E,.....P	NUMERO DE CIRCUITOS.
—	TUBERIA EN CIELO
—	TUBERIA EN PISO O PARED
⊕	INTERRUPTOR SIMPLE h: 1.50
⊕	INTERRUPTOR DOBLE h: 1.50
⊕	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
⊕	CONTADOR ELECTRICO
⊕	LAMPARA FLOURECENTE EN CIELO
⊕	ALAMBRE RETORNO # 12 AWG
⊕	CONDUCTOR NEUTRO # 12 AWG
⊕	CONDUCTOR POSITIVO # 12 AWG
⊕	TOMACORRIENTES DOBLE 110 V, EN PARED h. 0.40 m EN BARRIOS h. 1.25 m
⊕	LAMPARA AHORRADORA 35 W



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA

PROYECTO: **DISENO MERCADO DE DOS NIVELES, LA UNION, ZACAPA**

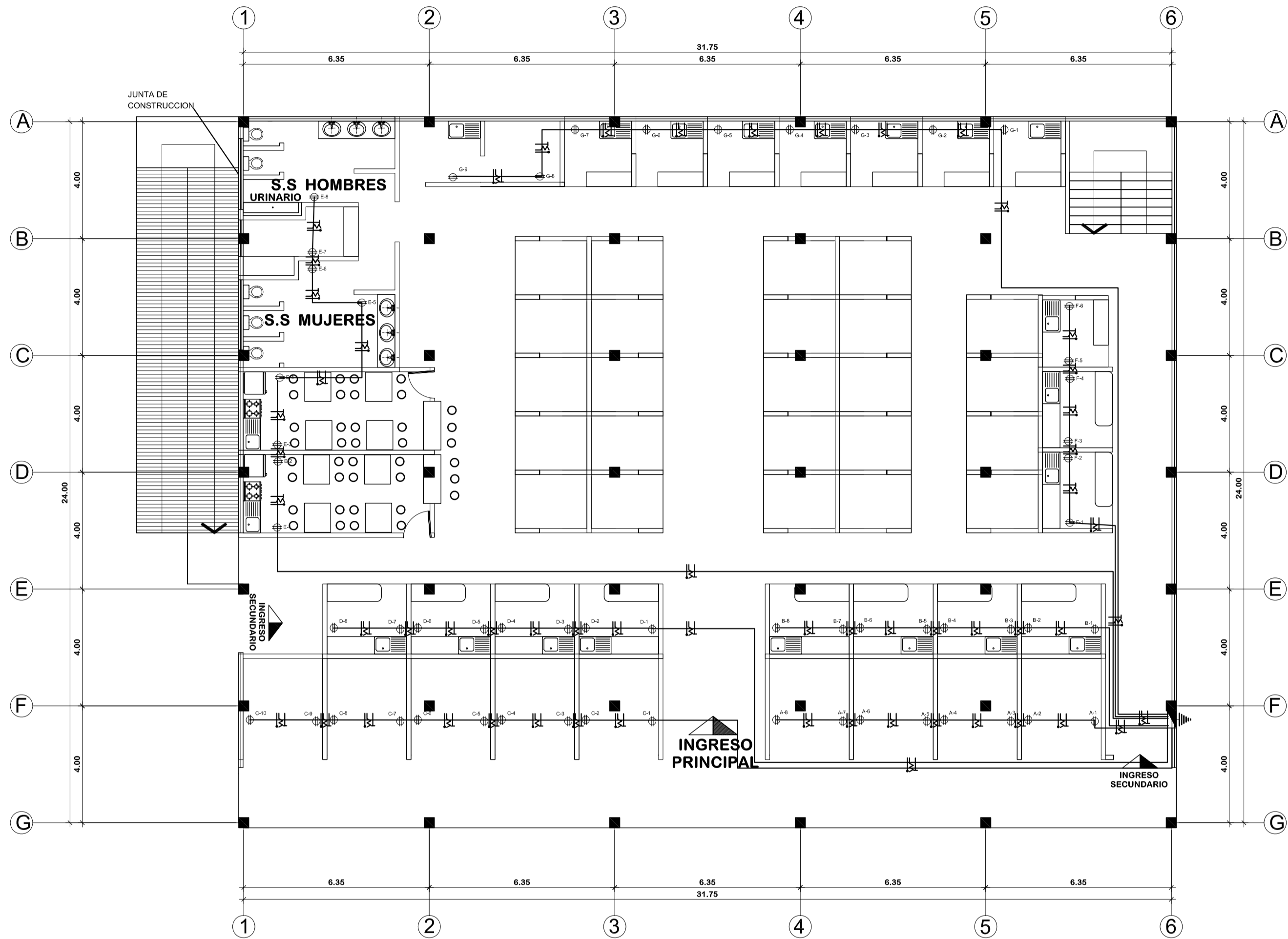
CONTENIDO: **PLANTA DE ILUMINACION**

ESTUDIANTE: **SELVIN GIRON PEREZ** CARNET: **2004-12947**

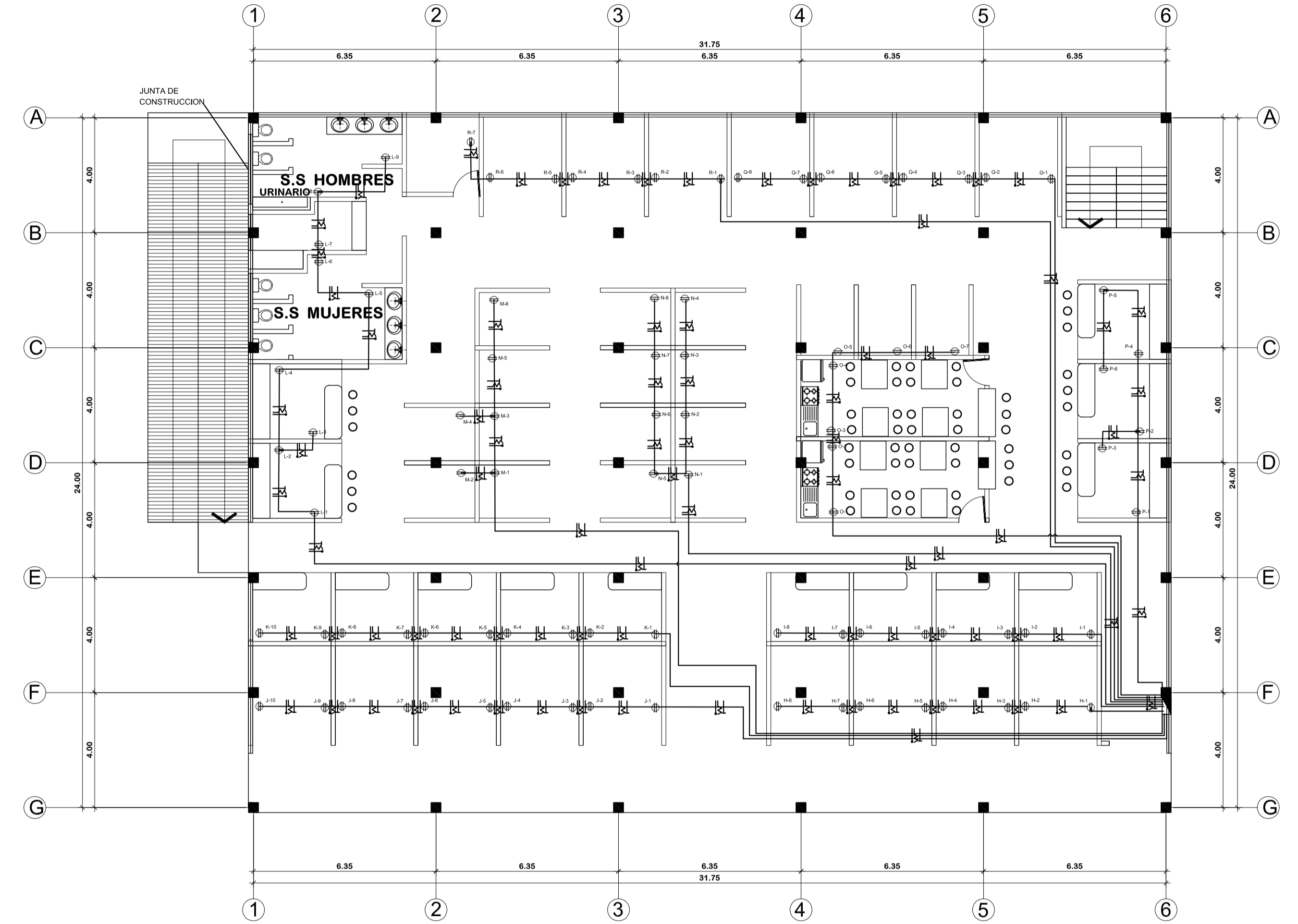
Vo.Bo. \_\_\_\_\_ HOJA

ING. JUAN MERCK COS ASESOR EPS SELVIN GIRON PEREZ EPS

DISENO:  
CALCULO:  
SELVIN GIRON  
DIBUJO:  
SELVIN GIRON  
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
SEP. 2010



**PLANTA FUERZA NIVEL-1**  
INGENIERIA  
ESCALA 1:125



**PLANTA FUERZA NIVEL-2**  
INGENIERIA  
ESCALA 1:125

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD	
SIMBOLOGIA	REFERENCIAS
A, B, C, D, E, .....P	NUMERO DE CIRCUITOS.
---	TUBERIA EN CIELO
---	TUBERIA EN PISO O PARED
⊕	INTERRUPTOR SIMPLE h: 1.50
⊕	INTERRUPTOR DOBLE h: 1.50
⊕	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
⊕	CONTADOR ELECTRICO
⊕	LAMPARA FLOURECENTE EN CIELO
⊕	ALAMBRE RETORNO # 12 AWG
⊕	CONDUCTOR NEUTRO # 12 AWG
⊕	CONDUCTOR POSITIVO # 12 AWG
⊕	TOMACORRIENTES DOBLE 110 v. EN PARED h. 0.40 m EN BARRIS h. 1.25 m
⊕	LAMPARA AHORRADORA 35 W



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA

PROYECTO: **DISENO MERCADO DE DOS NIVELES, LA UNION, ZACAPA**

CONTENIDO: **PLANTA DE FUERZA**

ESTUDIANTE: **SELVIN GIRON PEREZ**      CARNET: **2004-12947**

Vo.Bo. \_\_\_\_\_

DISENO: **SELVIN GIRON**

CALCULO: **SELVIN GIRON**

DIBUJO: **SELVIN GIRON**

ESCALA: **INDICADA**

FECHA: **SEP. 2010**

ING. JUAN MERCK COS  
ASESOR EPS

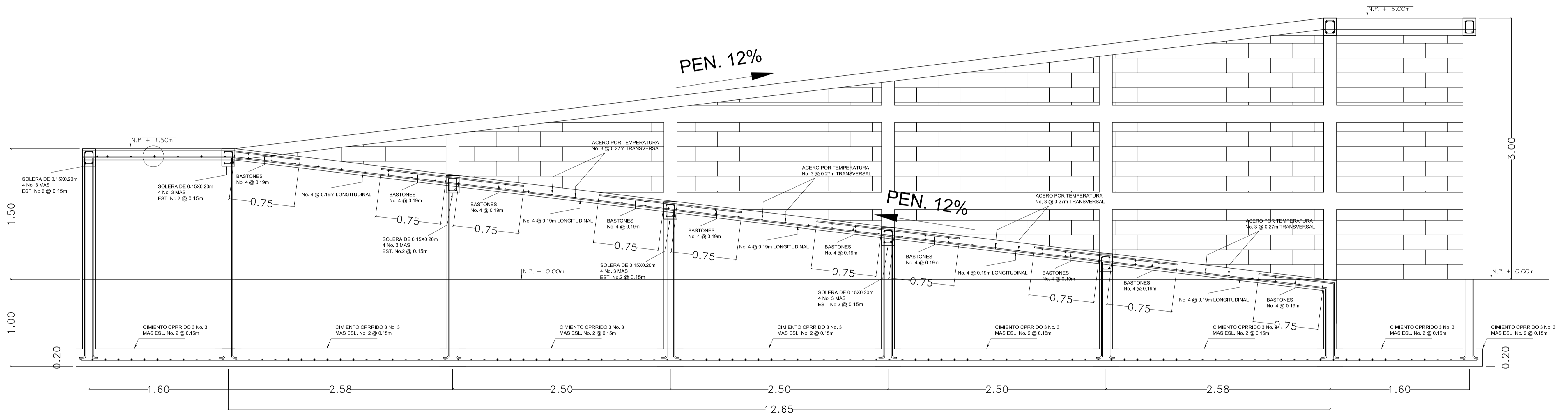
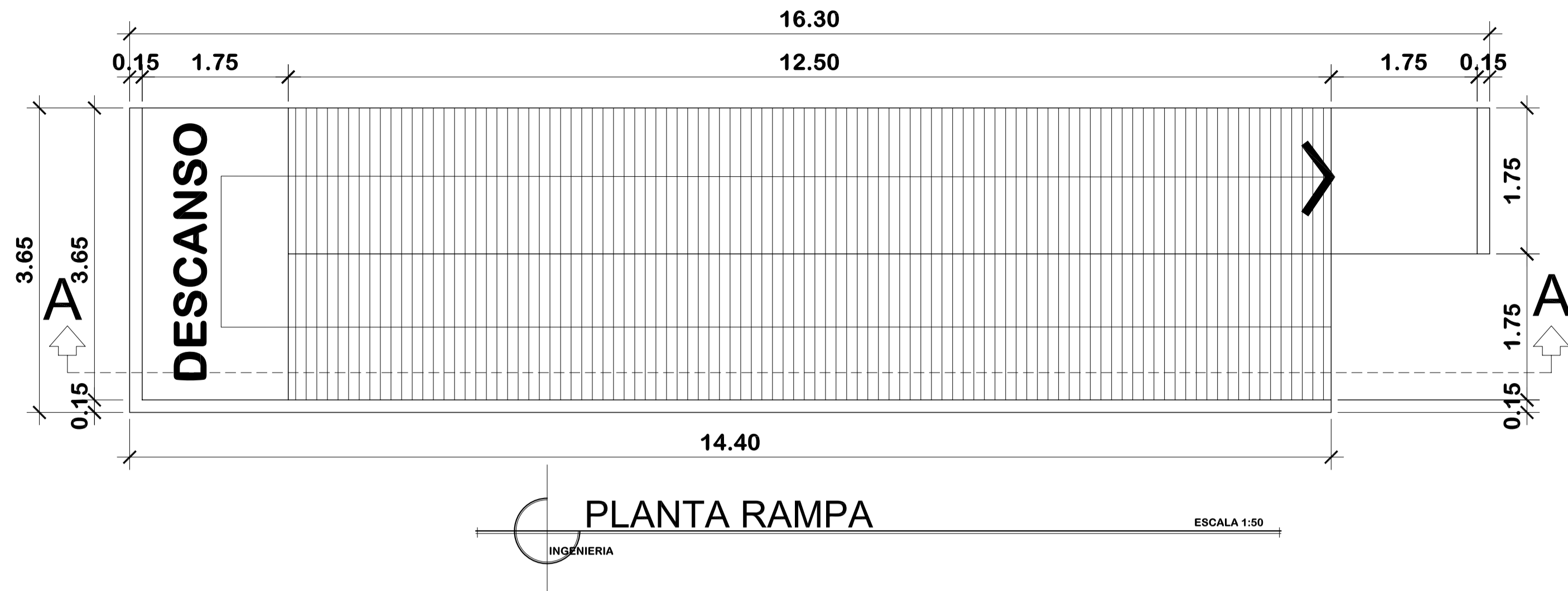
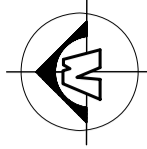
SELVIN GIRON PEREZ  
EPS

HOJA

11

12

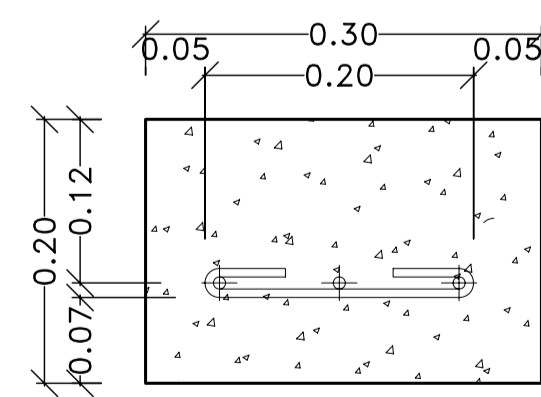




## SECCION A-A'

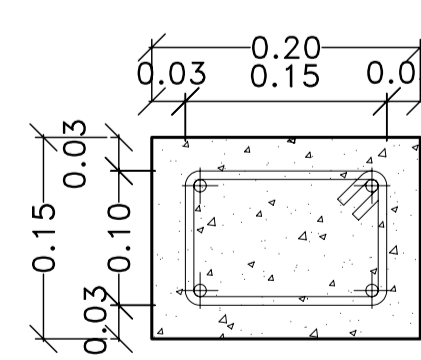
INGENIERIA ESCALA 1:25

3 No. 3 LONGITUDINALES  
MAS EST. No. 2 @ 0.15m



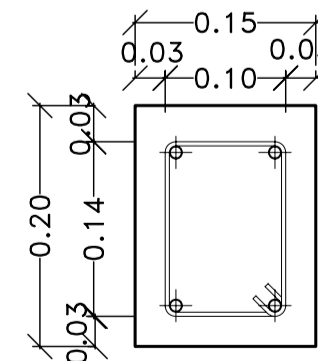
CIMENTO CORRIDO CC-3

4 No. 3 LONGITUDINALES  
MAS EST. No. 2 @ 0.15m



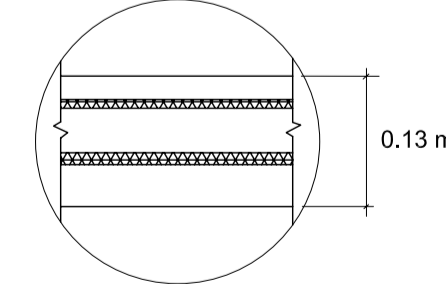
COLUMNA TIPO R-1

4 No. 3 LONGITUDINALES  
MAS EST. No. 2 @ 0.20m



SOLERA

GROSOR LOSA RAMPA



## ESPECIFICACIONES

$f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$  ó 4000 PSI.  
 $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$  ó 40,000 PSI.  
 BLOCK DE POMEZ  $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$ .  
 Agregado grueso = 1/2".  
 Valor soporte del suelo (Triaxial) = 21.48 Ton/m<sup>2</sup>.  
 GANCHOS STANDAR a 135°.  
 El doblez para cualquier gancho normal será de 4 veces el diametro de la varilla, no menor de 6.5 cm ni mayor de 10 cm.  
 TRASLAPES MINIMOS  
 No. 3 = 0.45 m.  
 No. 4 = 0.60 m.  
 No. 5 = 0.70 m.  
 No. 6 = 0.85 m.  
 El recubrimiento sobre acero será de:  
 Lateral 0.03 m. para columnas  
 Inferior de 0.075 m. para cimentaciones.  
 NOTA: Previo a la construccion realizar un ensayo dinamico (SPT)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE LA UNION, ZACAPA

PROYECTO: **DISENO MERCADO DE DOS NIVELES, LA UNION, ZACAPA**

CONTENIDO: **PLANTA DE RAMPA MAS DETALLES Y SECCIONES**

ESTUDIANTE: **SELVIN GIRON PEREZ** CARNET: **2004-12947**

Vo.Bo. HOJA

ING. JUAN MERCK COS ASESOR EPS SELVIN GIRON PEREZ EPS

DISENO:  
SELVIN GIRON  
 CALCULO:  
SELVIN GIRON  
 DIBUJO:  
SELVIN GIRON  
 ESCALA:  
INDICADA  
 FECHA:  
SEP. 2010

12  
12