



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

**DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO  
MUNICIPAL Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA  
LOS RISCOS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO PINULA, JALAPA**

**Dorian Renato Cabrera Meléndez**

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, enero de 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO  
MUNICIPAL Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS  
RISCOS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO PINULA, JALAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**DORIAN RENATO CABRERA MELÉNDEZ**  
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ENERO DE 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
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 EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS RISCOS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO PINULA, JALAPA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha febrero de 2009.



Dorian Renato Cabrera Meléndez





Guatemala, 07 de febrero de 2011  
Ref.EPS.DOC.184.02.11

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 **Dorian Renato Cabrera Meléndez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200113569**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS RISCOS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO PINULA, JALAPA"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo  
JMC/ra





Guatemala,  
Ref.EPS.D.85.02.11

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

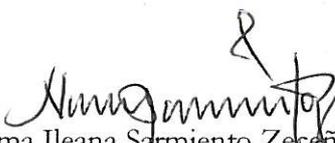
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS RISCOS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO PINULA, JALAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Dorian Renato Cabrera Meléndez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra







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



Guatemala,  
23 de septiembre de 2011

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 **DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS RISCOS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO PINULA, JALAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Dorian Renato Cabrera Meléndez, quien contó con la asesoría de la 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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
TRANSPORTES  
USAC

  
Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila  
Coordinador del Área de Topografía y Transportes

/bbdeb.





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



Guatemala,  
9 de noviembre de 2011

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 **DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS RISCOS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO PINULA, JALAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Dorian Renato Cabrera Meléndez, quien contó con la asesoría de la 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





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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Dorian Renato Cabrera Meléndez, titulado DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS RISCOS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO PINULA, JALAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, enero 2012

/bbdeb.





DTG. 033.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE EDIFICACIÓN DE DOS NIVELES PARA MERCADO MUNICIPAL Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA LOS RISCOS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO PINULA, JALAPA**, presentado por el estudiante universitario **Dorian Renato Cabrera Meléndez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Murphy Dympto Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, 24 de enero de 2012

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Quien con su amor me ha permitido lograr alcanzar mis sueños y metas. Quien hoy me da la dicha de sumar una alegría más en mi vida.
- Mis padres** Pilares firmes en quienes fundamento lo que soy, por formarme pacientemente y estar conmigo en todo momento.
- Mis abuelos** Víctor Manuel Cabrera Folgar, Eva Haydee de Cabrera, Francisco Javier Meléndez Arana, Marta Albertina de Meléndez (q.e.p.d.), padres ejemplares, gracias por impregnar en mi vida su calidad humana.
- Mis hermanos** Yasmin Silié, Víctor Guillermo y Boris Iván, que logren alcanzar todas sus metas.
- Mis tíos** Con gran aprecio y cariño, ya que cada uno es parte importante en mi vida.
- Mis primos** A todos ustedes gracias por su aprecio, y por el cariño que siempre me han manifestado.
- Mis amigos** Por compartir momentos inolvidables, forjando nuestra vida hacia el éxito.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Gracias por permitirme la vida y dejarme compartir este momento con mis seres queridos.
- Mis padres** Boris Rolando Cabrera Sandoval, Irma Violeta Meléndez Marroquín, con mucho amor y admiración por el esfuerzo, además del apoyo incondicional que siempre me brindaron para la obtención de este triunfo.
- Mi abuela** Eva Haydee de Cabrera, por su paciencia y cariño que tuvo hacia mi persona, y todo el apoyo incondicional que siempre me brinda.
- Mis tíos** Oswaldo Sandoval y su esposa Evelyn de Sandoval, y Yolanda de Donado, por el aprecio y apoyo que siempre me han manifestado.
- Mis padrinos** Luis Antonio Cabrera Folgar y su esposa Elsa de Cabrera, por el aprecio y apoyo incondicional que siempre me brindaron.
- Mi asesor-supervisor** Ing. Juan Merck Cos, por compartir desinteresadamente sus conocimientos, necesarios para la elaboración de este trabajo de graduación.

**Los ingenieros**

Jaime Batem y Vera Marroquín, por su  
colaboración incondicional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XV
GLOSARIO .....	XVII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS .....	XXIII
INTRODUCCIÓN .....	XXV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía de San Pedro Pinula, Jalapa .....	1
1.1.1. Contexto departamental.....	1
1.1.2. Identificación del municipio.....	1
1.1.3. Localización geográfica .....	2
1.1.4. Colindancias .....	2
1.1.5. Climatología .....	4
1.1.6. Antecedente histórico .....	4
1.1.7. Vías de acceso .....	6
1.1.8. Poblado.....	6
1.1.9. Religión .....	7
1.1.10. Costumbres y tradiciones .....	7
1.1.11. Aspectos económicos .....	8
1.1.11.1. Agricultura.....	8
1.1.11.2. Pecuaria .....	8
1.1.11.3. Artesanía.....	8
1.1.11.4. Comercialización.....	8
1.1.12. Educación .....	9

1.1.13.	Salud, seguridad y otros servicios .....	10
1.1.14.	Organización municipal.....	12
1.1.15.	Organización comunitaria .....	12
1.2.	Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infra-estructura del municipio de San Pedro Pinula, Jalapa .....	12
1.2.1.	Descripción de las necesidades .....	12
1.2.2.	Priorización de las necesidades .....	14
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	15
2.1.	Diseño de edificación de dos niveles para mercado municipal .....	15
2.1.1.	Descripción del proyecto.....	15
2.1.2.	Estudio de suelos .....	15
2.1.3.	Diseño estructural.....	17
2.1.3.1.	Diseño Arquitectónico.....	17
2.1.3.1.1.	Requerimiento de áreas .....	17
2.1.3.1.2.	Distribución de espacios.....	17
2.1.3.1.3.	Alturas y cotas .....	17
2.1.4.	Análisis estructural .....	21
2.1.4.1.	Pre-dimensionamiento estructural .....	21
2.1.4.2.	Cargas aplicadas a los marcos dúctiles.....	24
2.1.4.2.1.	Cargas verticales en marcos dúctiles .....	24
2.1.4.2.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles .....	27
2.1.4.3.	Análisis numérico de marcos dúctiles con kani.....	40
2.1.4.3.1.	Momentos últimos (envolvente de momentos).....	72
2.1.4.3.2.	Diagrama de corte últimos en marcos dúctiles .....	82

2.1.5.	Diseño estructural.....	92
2.1.5.1.	Losas.....	92
2.1.5.1.1.	Losa nivel 1 .....	92
2.1.5.1.2.	Losa nivel 2 .....	110
2.1.5.2.	Juntas de dilatación .....	110
2.1.5.3.	Diseño de vigas .....	111
2.1.5.4.	Columnas.....	118
2.1.5.5.	Cimientos.....	129
2.1.5.6.	Diseño de escalera .....	143
2.1.6.	Instalaciones .....	145
2.1.6.1.	Instalaciones eléctricas .....	145
2.1.6.2.	Instalaciones hidráulicas.....	148
2.1.6.2.1.	Agua potable.....	148
2.1.6.2.2.	Drenaje sanitario.....	158
2.1.6.2.3.	Drenaje pluvial .....	163
2.1.7.	Planos constructivos .....	166
2.1.8.	Presupuesto.....	167
2.2.	Diseño mejoramiento de carretera hacia la aldea los Riscos .....	169
2.2.1.	Descripción del proyecto.....	169
2.2.2.	Criterios de diseño.....	169
2.2.3.	Preliminar de campo.....	171
2.2.3.1.	Selección de ruta .....	171
2.2.4.	Levantamiento topográfico.....	171
2.2.4.1.	Planimetría.....	171
2.2.4.2.	Altimetría.....	172
2.2.4.3.	Sección transversales.....	172
2.2.4.4.	Calculo topográfico y dibujo preliminar .....	172
2.2.5.	Estudio de suelos .....	177
2.2.5.1.	Análisis de la calidad de balasto.....	177

2.2.6.	Diseño geométrico.....	182
2.2.6.1.	Diseño de localización.....	182
2.2.6.2.	Diseño de curvas horizontales .....	182
2.2.6.2.1.	Ejemplo de cálculo .....	185
2.2.6.3.	Diseño de curvas verticales .....	187
2.2.6.3.1.	Ejemplo de cálculo .....	189
2.2.7.	Movimiento de tierras.....	190
2.2.7.1.	Calculo de áreas de secciones transversales .....	191
2.2.7.2.	Calculo de volúmenes de movimiento de tierra ...	193
2.2.7.3.	Curva de balance .....	196
2.2.8.	Drenajes.....	197
2.2.8.1.	Cunetas naturales.....	198
2.2.8.2.	Contra-cunetas .....	199
2.2.8.3.	Drenajes transversales .....	199
2.2.8.3.1.	Ejemplo de cálculo .....	200
2.2.9.	Carpeta de rodadura.....	203
2.2.10.	Elaboración de planos.....	205
2.2.11.	Presupuesto.....	205
2.2.12.	Estudio de impacto ambiental .....	219
CONCLUSIONES .....		223
RECOMENDACIONES .....		225
BIBLIOGRAFÍA.....		227
APÉNDICES.....		229
ANEXOS.....		253

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Mapa de localización geográfica del municipio de San Pedro Pinula, Jalapa .....	2
2.	Colindancias del municipio de San Pedro Pinula, Jalapa.....	3
3.	Planta típica, edificación de mercado municipal.....	18
4.	Detalles de cotas de los edificios 1.....	18
5.	Detalles de cotas de los edificios 2.....	19
6.	Detalles de cotas de los edificios 3.....	20
7.	Detalles de cotas de los edificios 4.....	20
8.	Distribución de columnas y representación de áreas tributarias, del edificio 1.....	22
9.	Cargas aplicadas al marco sentido X, del edificio 1 .....	36
10.	Cargas aplicadas al marco sentido Y, del edificio 1 .....	37
11.	Cargas aplicadas al marco sentido X, del edificio 2 .....	37
12.	Cargas aplicadas al marco sentido Y, del edificio 2 .....	38
13.	Cargas aplicadas al marco sentido X, del edificio 3 .....	38
14.	Cargas aplicadas al marco sentido Y, del edificio 3 .....	39
15.	Cargas aplicadas al marco sentido X, del edificio 4 .....	39
16.	Cargas aplicadas al marco sentido Y, del edificio 4 .....	40
17.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje X, edificio 1.....	47
18.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje X, edificio 1.....	47
19.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje X, edificio 1.....	48

20.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje X, edificio 1 .....	49
21.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje X, edificio 1 .....	52
22.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje X, edificio 1 .....	53
23.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje Y, edificio 1 .....	53
24.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje Y, edificio 1 .....	54
25.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje Y, edificio 1 .....	54
26.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje Y, edificio 1 .....	55
27.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje Y, edificio 1 .....	55
28.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje Y, edificio 1 .....	56
29.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje X, edificio 1 .....	56
30.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje X, edificio 2.....	57
31.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje X, edificio 2.....	57
32.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje X, edificio 2.....	58
33.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje X, edificio 2.....	58

34.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje X, edificio 2.....	59
35.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje Y, edificio 2.....	59
36.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje Y, edificio 2.....	59
37.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje Y, edificio 2.....	60
38.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje Y, edificio 2.....	60
39.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje Y, edificio 2.....	60
40.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje Y, edificio 2.....	61
41.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje X, edificio 3.....	61
42.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje X, edificio 3.....	62
43.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje X, edificio 3.....	62
44.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje X, edificio 3.....	63
45.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje X, edificio 3.....	63
46.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje X, edificio 3.....	64
47.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje Y, edificio 3.....	64

48.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje Y, edificio 3.....	65
49.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje Y, edificio 3.....	65
50.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje Y, edificio 3.....	66
51.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje Y, edificio 3.....	66
52.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje Y, edificio 3.....	67
53.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje X, edificio 4.....	67
54.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje X, edificio 4.....	68
55.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje X, edificio 4.....	68
56.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje X, edificio 4.....	69
57.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje X, edificio 4.....	69
58.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje X, edificio 4.....	70
59.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje Y, edificio 4.....	70
60.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje Y, edificio 4.....	71
61.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje Y, edificio 4.....	71

62.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje Y, edificio 4.....	71
63.	Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje Y, edificio 4.....	72
64.	Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje Y, edificio 4.....	72
65.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje X, edificio 1.....	75
66.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje X, edificio 1.....	76
67.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje Y, edificio 1.....	76
68.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje Y, edificio 1.....	77
69.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje X, edificio 2.....	77
70.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje X, edificio 2.....	78
71.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje Y, edificio 2.....	78
72.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje Y, edificio 2.....	78
73.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje X, edificio 3.....	79
74.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje X, edificio 3.....	79
75.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje Y, edificio 3.....	80

76.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje Y, edificio 3.....	80
77.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje X, edificio 4.....	81
78.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje X, edificio 4.....	81
79.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje Y, edificio 4.....	82
80.	Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje Y, edificio 4.....	82
81.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para vigas, marco eje X, edificio 1 .....	85
82.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para columnas, marco eje X, edificio 1 .....	85
83.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para vigas, marco eje Y, edificio 1 .....	86
84.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para columnas, marco eje Y, edificio 1 .....	86
85.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para vigas, marco eje X, edificio 2 .....	87
86.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para columnas, marco eje X, edificio 2 .....	87
87.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para vigas, marco eje Y, edificio 2 .....	88
88.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para columnas, marco eje Y, edificio 2 .....	88
89.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para vigas, marco eje X, edificio 3 .....	88
90.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para columnas, marco eje X, edificio 3 .....	89
91.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para vigas, marco eje Y, edificio 3 .....	89
92.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para columnas, marco eje Y, edificio 3 .....	90
93.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para vigas, marco eje X, edificio 4 .....	90
94.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para columnas, marco eje X, edificio 4 .....	91
95.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para vigas, marco eje Y, edificio 4 .....	91
96.	Diagrama de cortes últimos (Kg.) para columnas, marco eje Y, edificio 4 .....	91
97.	Planta típica distribución de losas nivel 1 .....	92
98.	Losa 1, 4, 14, 42, 45, 46, 49, 50, 53 .....	94
99.	Losa 2, 3, 15, 16, 43, 44, 47, 48, 51, 52 .....	95

100.	Losa 5, 8, 18, 22, 26, 30, 34, 54, 57, 58, 61, 62, 65, 66, 69.....	96
101.	Losa 6, 7, 19, 20, 23, 24, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 55, 56, 59, 60, 63, 64 67, 68.....	96
102.	Losa 6, 7, 19, 20, 23, 24, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 55, 56, 59, 60, 63, 64 67,68.....	97
103.	Balance de momentos entre Losas 1 y 5, 4 y 8, 14 y 18, 50 y 54, 53 y 57.....	98
104.	Balance de momentos entre losas 2 y 6, 3 y 7, 15 y 19, 16 y 20, 51 y 55, 52 y 56.....	99
105.	Balance de momentos entre losas 2 y 6, 3 y 7, 15 y 19, 16 y 20, 51 y 55, 52 y 56.....	100
106.	Balance de momentos entre losas 5 y 9, 8 y 12, 34 y 38, 66 y 12, 69 y 73.....	100
107.	Balance de momentos entre losas 6 y 10, 7 y 11, 35 y 39, 36 y 40, 67 y 71 68 y 72.....	101
108.	Balance de momentos entre losas 1 y 2, 3y 4, 6 y 5, 34 y 35, 42 y 43 44 y 45, 46 y 47, 48 y 49.....	102
109.	Momentos balanceados (Kg-m) en la losa de entrepiso, Edificio 1.....	103
110.	Momentos balanceados (Kg-m) en la losa de entrepiso, Edificio 2.....	104
111.	Momentos balanceados (Kg-m) en la losa de entrepiso, Edificio 4.....	105
112.	Momentos balanceados (Kg-m) en la losa de entrepiso, Edificio 3.....	106
113.	Diagrama de momentos (Kg-m) y cortes (Kg) eje Y, edificio 1, primer nivel.	112
114.	Diagrama de corte en viga.....	116
115.	Detalle armado de viga.....	117
116.	Diagramas de interacción para columna tipo C-1 .....	125
117.	Detalle de columna tipo C-1 .....	128
118.	Detalle de columna tipo C-2 .....	128
119.	Detalle de columna tipo C-3 .....	129
120.	Corte simple .....	132
121.	Corte Punzonante .....	133
122.	Detalle de zapata tipo Z-2 .....	135

123.	Dimensiones zapata excéntrica .....	137
124.	Esfuerzos en el terreno .....	138
125.	Análisis de zapata excéntrica .....	139
126.	Detalle de zapata tipo Z-7 .....	142
127.	Curvas a nivel.....	177
128.	Elementos de una curva horizontal .....	184
129.	Tipos de curva vertical .....	188
130.	Ejemplo de cálculo de secciones transversales por el método analítico .....	192
131.	Representación geométrica para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras .....	194
132.	Distancia de paso para corte y relleno.....	195
133.	Detalle de drenaje transversales .....	203
134.	Sección típica balasto .....	204

## TABLAS

I.	Enfermedades transmisibles .....	10
II.	Enfermedades no transmisibles .....	11
III.	Calculo del centro de rigidez eje X .....	33
IV.	Calculo del centro de rigidez eje Y .....	34
V.	Fuerza por marco, por torsión 2do nivel .....	35
VI.	Fuerza por marco, por torsión 1er nivel .....	36
VII.	Área de acero para cada momento mayor al $M_{Asmin}$ .....	109
VIII.	Diámetro mínimo de los sub-ramales.....	149
IX.	Equivalencias de gastos en tuberías de agua, tomando como la unidad de ½" de diámetro, para las mismas condiciones de pérdida de presión y para Las condiciones de pérdida de presión y para una presión dada .....	150
X.	Calculo de diámetro de tubería de agua potable .....	151

XI.	Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios .....	155
XII.	Gasto probable para la aplicación del método de hunter (l/s).....	157
XIII.	Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga.....	159
XIV.	Cálculo del diámetro de las derivaciones simples para drenaje .....	160
XV.	Caudales base de los aparatos sanitarios .....	160
XVI.	Dimensiones para circuitos horizontales de ventilación .....	162
XVII.	Dimensiones y longitudes para circuitos verticales de ventilación.....	162
XVIII.	Coefficiente de rugosidad n para las formula de manning en tuberías...	165
XIX.	Presupuesto mercado municipal.....	167
XX.	Libreta de planimetría .....	173
XXI.	Libreta de altimetría .....	175
XXII.	Clasificación general del suelo.....	179
XXIII.	Resumen de resultados .....	182
XXIV.	Valores “K”, según velocidad de diseño.....	189
XXV.	Tabla de relaciones para dibujo de taludes .....	191
XXVI.	Tabla de coeficientes de C que depende del contorno y del retorno.....	201
XXVII.	Presupuesto mejoramiento de carretera .....	206
XXVIII.	Integración de precios unitarios replanteo y levantamiento topográfico .....	207
XXIX.	Integración de precios unitarios movilización y desmovilización .....	208
XXX.	Integración de precios unitarios limpieza, chapeo y destronque.....	209
XXXI.	Integración de precios unitarios excavación no clasificada .....	210
XXXII.	Integración de precios unitarios excavación no clasificada desperdicio .....	211
XXXIII.	Integración de precios unitarios excavación estructural cajas y cabezales .....	212

XXXIV.	Integración de precios unitarios excavación estructural para alcantarillas.....	213
XXXV.	Integración de precios unitarios reacondicionamiento de sub-rasante..	214
XXXVI.	Integración de precios unitarios capa de balasto .....	215
XXXVII.	Integración de precios unitarios acarreo de balasto .....	216
XXXVIII.	Integración de precios unitarios alcantarillas tubos de concreto.....	217
XXXIX.	Integración de precios unitarios cajas y cabezales de mampostería de piedra .....	218

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>H</b>	Altura
<b>Y</b>	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
<b>Q</b>	Caudal de diseño
<b>Kp</b>	Coefficiente de empuje pasivo
<b>N</b>	Coefficiente de rugosidad de Manning
<b>D</b>	Diámetro de la tubería a sección llena
<b>Dist.</b>	Distancia
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>E</b>	Empuje
<b>Est</b>	Estación
<b>FHM</b>	Factor de hora máxima (adimensional)
<b>Pv</b>	Fuerza del viento
<b>Gpm</b>	Galones por minuto
<b>km<sup>2</sup></b>	Kilómetro cuadrado
<b>lts./hab./día</b>	Litros por habitante por día
<b>l/s</b>	Litros por segundo
<b>ld</b>	Longitud de desarrollo
<b>ld</b>	Longitud de desarrollo concreto ciclópeo
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>m<sup>3</sup>/seg</b>	Metro cúbico por segundo
<b>m/s</b>	Metro por segundo
<b>Msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar

<b>mm</b>	Milímetros
<b>s%</b>	Pendiente en porcentaje
<b>P.O.</b>	Punto observado
<b>R</b>	Radio hidráulico
<b>a/A</b>	Relación de áreas
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>d/D</b>	Relación de tirantes
<b>v/V</b>	Relación de velocidades
<b>V</b>	Velocidad del flujo a sección llena

## GLOSARIO

<b>ACI</b>	<i>Siglas de American Concrete Institute.</i>
<b>Alcantarillado</b>	Sistema que se utiliza para conducir aguas residuales o pluviales.
<b>Altimetría</b>	Procedimientos utilizados para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos distintos de un terreno.
<b>Área tributaria</b>	Área de carga que afecta a un elemento estructural.
<b>ASTM</b>	American Society for Testing and Materials.
<b>Axial</b>	Relativo al eje, que forma un eje.
<b>Balasto</b>	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el fin de protegerla y para que sirva de carpeta de rodadura.
<b>Bombeo</b>	Pendiente dada a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje, para evitar la acumulación del agua sobre la superficie del rodamiento.

<b>Carga muerta</b>	Peso propio de la estructura y de todas las demás cargas inmóviles constantes en magnitud, y asignadas permanentemente a la misma.
<b>Carga viva</b>	Carga que varía durante el emplazamiento de la estructura.
<b>Carpeta de rodadura</b>	Área designada a la circulación de los vehículos.
<b>Corte basal</b>	En cálculo estructural, es la fuerza total lateral que se aplica a una edificación, para simular sobre un modelo matemático, los efectos del mismo en la estructura.
<b>Cuneta</b>	Zanja lateral, generalmente paralela al eje de la carretera o camino.
<b>Demografía</b>	Pes la ciencia que tiene como objetivo el estudio de las poblaciones humanas y que trata de su dimensión, estructura, evolución y características generales, considerandos desde un punto de vista cuantitativo.
<b>Estribo</b>	Refuerzo transversal que absorbe los esfuerzos de corte en un elemento estructural.
<b>Infiltración</b>	Es la penetración del agua en el suelo.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>Iteración</b>	Es permitir una serie de funciones hasta obtener un dato certero.

<b>IVA</b>	Impuesto de valor agregado.
<b>Losa</b>	Entrepiso o terraza.
<b>Mampostería</b>	Sistema tradicional que consiste en la construcción de muros, mediante la colocación manual de los elementos como ladrillos, bloques de cemento prefabricado, piedras, etc.
<b>Pendiente</b>	Relación entre el desnivel y la distancia horizontal que hay entre dos puntos.
<b>Rasante</b>	El trazo vertical que determina el nivel superior, sobre la línea central, que se proyecta construir a lo largo de una carretera.
<b>Rigidez</b>	Es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.
<b>SEAOC</b>	<i>Structural Engineers Association of California</i> (Asociación de Ingenieros Estructurales de California).
<b>Sección típica</b>	Es la representación gráfica transversal y acotada, que muestra las partes componentes de una carretera.
<b>Simetría</b>	De iguales características o rasgos geométricos.

**Velocidad de diseño**

Es la velocidad máxima en la que un vehículo puede transitar con seguridad, en una carretera trazada con determinadas características.

## **RESUMEN**

El municipio de San Pedro Pinula, es el más grande del departamento de Jalapa y presenta grandes necesidades, tanto de servicios básicos como de infraestructura; es por eso que a través del presente trabajo de graduación, se contribuye con la elaboración de propuestas reales, que permitan a los habitantes del municipio desarrollarse y alcanzar un mejor nivel de vida.

En la actualidad, la implementación de vías de acceso o mercados modernos, dentro de una sociedad, representan el desarrollo del país tanto a nivel socio - económico, cultural, educativo, como también para el bienestar de sus habitantes; este es el caso de San Pedro Pinula, que tiene un gran crecimiento poblacional y la mucha afluencia de compradores y vendedores del lugar ha incidido en que la edificación existente (mercado municipal) no sea suficiente, provocando inseguridad e incomodidad entre la población.

Respecto de las vías de acceso, el camino hacia la aldea Los Riscos se encuentra en malas condiciones, a tal grado que en época de invierno es intransitable. Por eso surge la necesidad de replantear una solución a los problemas, de lo cual se presenta una solución factible, tanto económica como técnica.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar la edificación de dos niveles para mercado municipal en la cabecera municipal y mejoramiento de la carretera hacia la aldea Los Riscos, municipio de San Pedro Pinula, Jalapa.

### **Específicos**

1. Realizar una investigación monográfica y diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la cabecera municipal de San Pedro Pinula, departamento de Jalapa.
2. Capacitar al personal de campo de la Oficina Municipal de Planificación de la Municipalidad de San Pedro Pinula, sobre aspectos de mantenimiento de las instalaciones del mercado municipal.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, en la cabecera municipal y en la aldea Los Riscos pertenecientes al municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa.

La primera sección contiene la fase de investigación donde se describe el aspecto monográfico del municipio en general, así como un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las comunidades respectivas, realizando una priorización.

La segunda sección contiene la fase de servicio técnico profesional, en la que se describen las características de los proyectos. En el diseño de la edificación de dos niveles para mercado municipal se utilizaron códigos internacionales que regulan el diseño de las estructuras de concreto reforzado. En cuanto al mejoramiento de la carretera hacia la aldea Los Riscos se presenta el método de cálculo para la realización del diseño de carretera.

Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo con los planos y presupuestos respectivos.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del municipio de San Pedro Pinula, Jalapa**

### **1.1.1. Contexto departamental**

El departamento de Jalapa está integrado por 7 municipios. La topografía del departamento por lo general es quebrada. Está surcado por numerosos accidentes como: montañas, cerros, colinas, mesetas, valles, llanuras, etc. Entre estos accidentes se tienen: ríos, riachuelos, quebradas, y zanjones. Está situado al Oriente del país, y limita al Norte con el departamento del Progreso y Zacapa; al Este, con el departamento de Chiquimula; al Sur con el departamento de Jutiapa y Santa Rosa, y al Oeste, con el departamento de Guatemala.

### **1.1.2. Identificación del municipio**

Está a 20 kilómetros de la cabecera departamental, y 118 kilómetros de la ciudad capital, vía Sanarate.

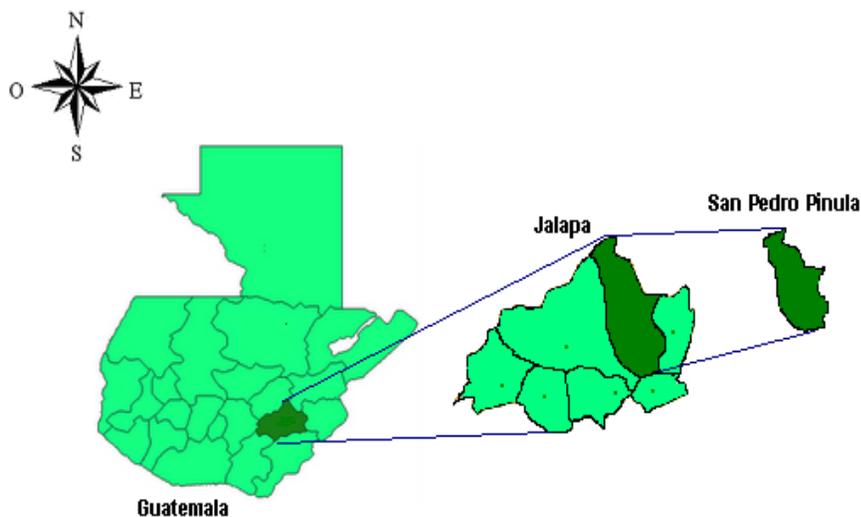
Su economía se basa en los cultivos de maíz, frijol y arroz, y, en menor escala, caña de azúcar, café y maní. También hay ganadería, industria de productos lácteos, explotación de bosques y elaboración de artesanías.

Cuenta con varios atractivos naturales, tales como el río San Pedro, Jalapa, y el balneario Los Chorros, formado por la quebrada del mismo nombre. Entre sus artesanías se destacan: la cerámica tipo alfarería, jarcia, objetos de madera, metales, cerería, cuero y palma, con la que elaboran escobas, trenzas y sombreros.

### 1.1.3. Localización geográfica

San Pedro Pinula es uno de los siete municipios del departamento de Jalapa; está situado geográficamente entre las montañas de El Tobón y La Cumbre, sobre el Valle de Santo Domingo, a una altura de 1097 metros sobre el nivel del mar, a una longitud de (W) 89°50'47" y latitud de (N) 14°39'44".

Figura 1. Localización geográfica del municipio de San Pedro Pinula, Jalapa



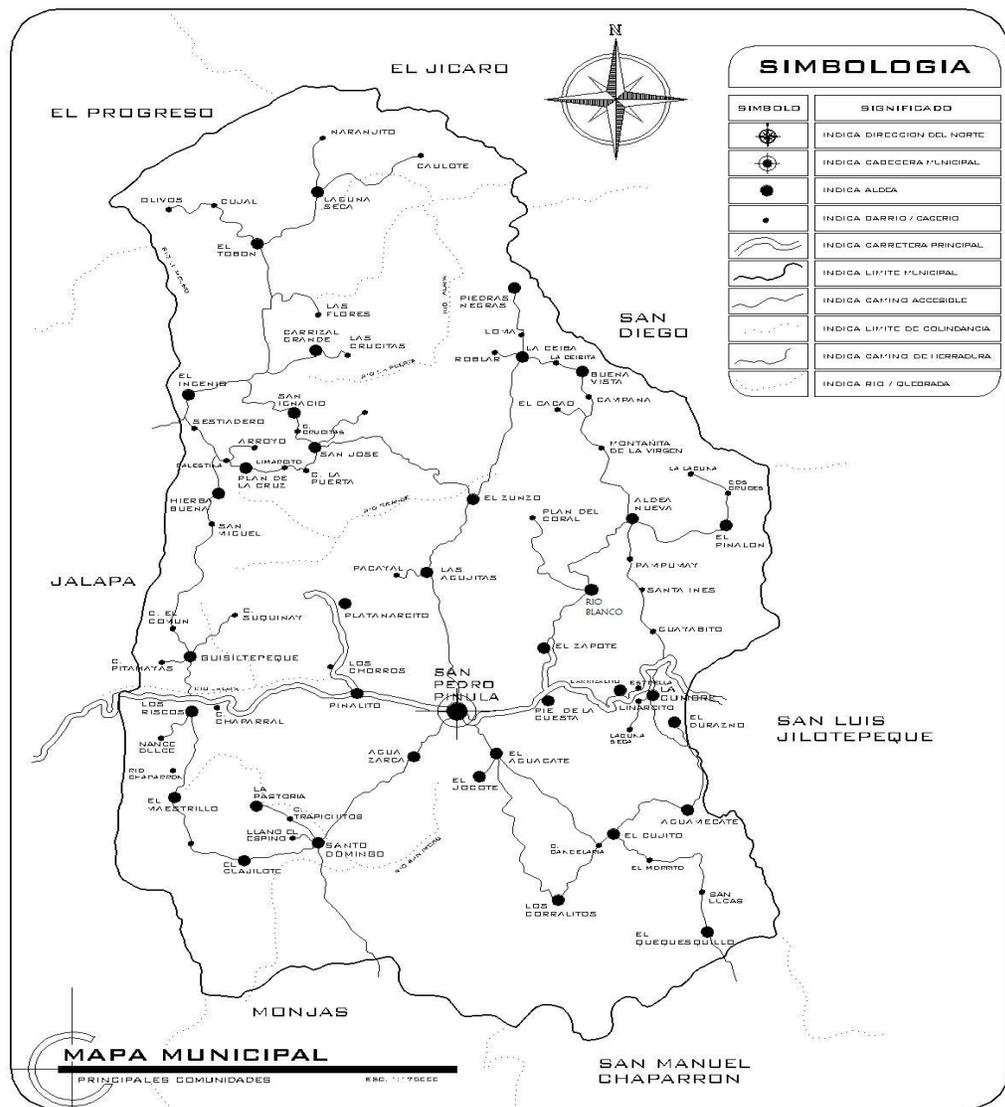
Fuente: elaboración propia.

### 1.1.4. Colindancias

El municipio de San Pedro Pinula, departamento de Jalapa, Está ubicado al oriente de la cabecera departamental; actualmente pertenece a la región IV, Sur Oriente (Decreto-86, Ley de Regionalización); limita al Norte, con los municipios de El Júcaro (El Progreso Guastatoya) y San Diego (Zacapa); al Sur con los municipios de Monjas y San Manuel Chaparrón (Jalapa); al Oriente, con el municipio de San Luís Jilotepeque y

al occidente, con el municipio de Jalapa; tiene una extensión territorial aproximada de 376 kilómetros cuadrados y la cabecera municipal, 59 kilómetros cuadrados.

Figura 2. Colindancias del departamento de San Pedro Pinula, Jalapa



Fuente: oficina municipal de planificación O.M.P. San Pedro Pinula Jalapa.

### **1.1.5. Climatología**

Según la temperatura de todo el municipio, se distingue variedad de climas: templado en la meseta central y frío en la parte montañosa, debido a la altura, el viento y la vegetación, que en conjunto determinan el medio ambiente, que por lo general suele ser agradable.

### **1.1.6. Antecedente histórico**

La voz Pinula, proviene del pokomán *pinol*, que significa harina o pinole y *Ha* o *Ja*, agua o tierra; juntas significan agua de pinole o tierra de pinole.

Como otra descripción del municipio, puede apreciarse que el significado del nombre y escudo, el nombre de San Pedro se debe a Pedro, conocido también como Simón Pedro, contemporáneo de Jesús, de oficio pescador, quien fue el seleccionado por Jesús de Nazaret como el primer Papa.

Su imagen, adoptada en San Pedro Pinula como su Santo patrono, llega a este lugar entre los años de 1690 y 1700; fue esculpida por encargos de una cofradía, la cual costeó su precio en la ciudad de Chiquimulilla.

Otro significado del nombre Pinula es que siendo este lugar rico en pino, se dice que el nombre Pinula se deriva de la palabra pino. Sin embargo, Pinula viene del náhuatl y se forma de las voces: *pinul* o *pinol*, que significa harina de maíz tostado y la apócope del atl., que quiere decir agua, o sea que la palabra Pinula significa pinol o harina de maíz tostado.

El municipio de San Pedro Pinula, fue fundado durante la época colonial en el último tercio del Siglo XVIII, se menciona como perteneciente a la parroquia XALAPA

a veinte kilómetros de la cabecera, por Decreto del 27 de agosto de 1836 y para la administración de justicia la Asamblea adscribió a San Pedro Pinula al Circuito de Jalapa, al dividirse el departamento de Mita en dos circuitos, por Decreto del 22 de febrero de 1848 pasó al distrito de Jalapa. San Pedro Pinula también es mencionado como municipio nuevo del departamento de Jalapa, al crearse el mismo, según decreto de Jalapa número 107 del 24 de noviembre de 1873.

En 1700 el pueblo de San Pedro Pinula se componía de 3000 habitantes, todos indígenas de habla poqomán, de los cuales, según Fuentes y Guzmán, 450 eran tributarios. De dicha población, unos 600 vivían en las montañas y el resto en el sector urbano. En ese entonces las casas estaban situadas todas alrededor del actual parque, quienes se comunicaban entre sí, por cortos y curvos callejones. Donde se encuentre actualmente el Templo Parroquial había una humilde galera alrededor de la cual sepultaban a los muertos. En esa época (1768), se construía ya, al poniente del templo, la casa del ayuntamiento.

Los habitantes vivían pobres, a pesar de ser los originales dueños de la tierra, la cual utilizaban para sus cultivos tradicionales, que eran las especies a tributar: maíz, frijón, cacao, miel, etc., aunque después se introdujeron otros productos impuestos por los españoles; las mujeres se dedicaban a la fabricación de cántaros, comales y ollas, y como tales productos no tenían mercado y ellos no podían pagar sus tributos, se vieron obligados a huir del área urbana a las montañas aledañas, siendo así como el municipio se dividió en aldeas y caseríos.

### **1.1.7. Vías de acceso**

A San Pedro Pinula, desde Guatemala, se puede acceder por dos vías: CA-14: 55 kilómetros hasta Sanarate, El Progreso, luego el desvío hacia Jalapa (43 Km.); de la cabecera departamental hacia el municipio hay 18 kilómetros aproximadamente, para un total de 116 kilómetros. Esta es la ruta más corta de acceso.

La otra ruta es vía Jutiapa, hasta San Luís Jilotepeque, por carretera asfaltada desde este municipio en camino de terracería, para un total de 200 kilómetros.

Otra ruta es vía Jutiapa, pasando por las aldeas San Juan del municipio de Monjas Jalapa y Santo Domingo, hasta llegar al centro de este municipio; siendo aproximadamente 18 kilómetros de terracería. Otro acceso es vía San Diego Zacapa.

El municipio de San Pedro Pinula cuenta con carretera asfaltada desde la cabecera municipal hacia el departamento de Jalapa, así como al municipio de San Luís Jilotepeque (Jalapa); también existe carretera hacia el municipio San Diego (Zacapa), transitable en todo tiempo. Los demás accesos en las distintas comunidades del municipio de San Pedro Pinula consisten en caminos de terracería transitables en toda época.

### **1.1.8. Poblado**

La población del municipio de San Pedro Pinula, está conformada por indígenas y ladinos, haciendo un total aproximado de 58 078 habitantes de ambos sexos, radicados en su mayoría en el área rural. La tasa de natalidad en el municipio se aproxima al 3,4 % y la mortalidad al 80 %. (Según censo de población y vivienda por INE, 2005). Generalmente la población cuenta con un tipo de asentamiento, concentrado en el área urbana y disperso en el área rural.

### **1.1.9. Religión**

La mayoría de la población pertenece a la religión católica y asiste a la iglesia del parque central del municipio. Casi todas las aldeas cuentan con templo u oratorio, que son como pequeñas iglesias católicas; también existen iglesias evangélicas protestantes en diferentes comunidades, en las cuales se reúnen algunos pobladores.

### **1.1.10. Costumbres y tradiciones**

La población guarda algunas tradiciones y costumbres de sus ancestros, tales como leyendas, creencias, música, instrumentos de trabajo, medicina casera, refranes, etc. En la cabecera municipal existe aún una cofradía, la cual ha perdido su liderazgo y cuota de poder, quedando relegada únicamente a celebraciones de festividades religiosas, entre las que se cuentan: la del Patrono San Pedro, en el mes de junio y la celebración de la fiesta titular del 1 al 5 de febrero, en la cual celebran la purificación de la Virgen de Candelaria; otra fiesta de tradición indígena es la conmemoración de los Santos Difuntos o el Canshul.

Dentro del folklore autóctono del municipio se destaca el baile de los Moros, la Quema del Torito encohetado, Carreras de cintas a caballo y El Palo encebado. El sistema de matrimonios y los trajes son diferentes para cada comunidad indígena, además se conservan aún raíces del idioma poqomán. Otra fiesta relevante es la celebración de San Lucas Apóstol, patrono de los ganaderos entre el 15 al 18 de octubre.

### **1.1.11. Aspectos económicos**

#### **1.1.11.1. Agricultura**

La producción agrícola es básicamente de autoconsumo, ya que no cuenta con recursos técnicos ni financieros y cuyo rendimiento es realmente bajo. Los productos más importantes son: maíz, frijol, y en menor escala: café, maní, frutas y verduras.

#### **1.1.11.2. Pecuaria**

En lo que a aspectos pecuarios se refiere, se da un ingreso prominente que proviene del ganado lechero y de destace; esto les permite mantener un ingreso durante todo el año, pero con leve baja en el verano. En cuanto a aves, se tiene conocimiento que sólo trabajan con animales de postura; estos proporcionan ingreso, pero en menor cantidad.

#### **1.1.11.3. Artesanía**

La producción artesanal en el municipio es muy baja; ya que la misma ha ido desapareciendo por el encarecimiento de las materias primas. También se trabaja la cerámica, la jarcia y objetos de madera.

#### **1.1.11.4. Comercialización**

En las diferentes comunidades se ve un desarrollo prominente en cuanto a comercio se refiere, la mayoría cuenta con tiendas, barberías, farmacias, panaderías, entre otros. Cabe mencionar que algunas comunidades como Santo Domingo y Agua Zarca cuentan con una comercialización sobresaliente en negocios como: ferreterías, comedores, salones de belleza, farmacias, carpinterías, cremería y venta de productos

agrícolas. En las tiendas de diversas comunidades se puede obtener los productos de la canasta básica, que incluye pan, granos básicos, verduras, frutas, productos para la elaboración de alimentos y en menor escala, medicinas comunes.

### **1.1.12. Educación**

La educación del municipio es dirigida por el Ministerio de Educación a través de tres coordinadores técnicos administrativos que tienen a su cargo la orientación, supervisión y planificación educativa que en el municipio que se desarrolla. La cobertura escolar varía de acuerdo con el nivel educativo, alcanzando mayor atención el nivel primario.

El nivel preprimaria cubre poca población, lo mismo ocurre con la educación básica, la cual únicamente atiende un reducido número de estudiantes, generalmente del área urbana y lugares semiurbanos; se cuenta con cobertura en el nivel diversificado, pues a la fecha funciona un centro educativo de diversificado, con la carrera de magisterio.

Actualmente dentro del municipio, funcionan escuelas de preprimaria anexas a las escuelas primarias, Programas de Educación Inicial (PAIN), escuelas oficiales de educación primaria, Escuelas del programa de autogestión comunitaria PRONADE, un Instituto de Educación Básica por Cooperativa, 4 institutos oficiales de tele secundaria, el Instituto Guatemalteco de Educación Radiofónica (CONALFA), 3 Academias de Mecanografía, dos Academias de Computación y un Instituto Intercultural de Magisterio.

### 1.1.13. Salud, seguridad y otros servicios

#### ➤ Salud

En la salud física hace falta letrinas, pues no se han instalado por escasez de recursos económicos; no hay agua potable, y hace falta transporte para el traslado de los enfermos.

En San Pedro Pinula existe un centro de salud que está situado en la cabecera municipal; en algunas comunidades se cuenta con salones de convergencia que son de poco uso, por lo tanto muchas comunidades carecen de servicios de salud; se mostrará en las tablas la lista de enfermedades más comunes a nivel municipal, según datos tomados del registro del Centro de Salud San Pedro Pinula, Jalapa.

Tabla I. **Enfermedades transmisibles**

<b>Grado de importancia</b>	<b>Enfermedades transmisibles</b>
1	Infecciones vías respiratorias (Superiores).
2	Resfriado común
3	Rinofaringitis aguda
4	Parasitismo intestinal
5	Síndrome diarreico agudo

Fuente: centro de salud San Pedro Pinula, Jalapa.

Estas son las principales causas de enfermedades transmisibles, encontrando un mayor índice de frecuencia en el sector femenino.

Tabla II. **Enfermedades no transmisibles**

<b>Grado de importancia</b>	<b>Enfermedades no transmisibles</b>
1	Enfermedad péptica
2	Anemia
3	Desnutrición proteica acalórica
4	Neuralgia
5	Cefalea de etiología

Fuente: centro de Salud San Pedro Pinula, Jalapa.

Las enfermedades o muertes se presentan más en la mujer, debido a que la desinformación es notable este género, en todo el municipio de San Pedro Pinula.

➤ Seguridad

El municipio de San Pedro Pinula cuenta con una subestación de Policía Nacional Civil; esta institución presta servicio ayudando a la seguridad y vigilancia, pues cuenta con una patrulla en regular estado, la cual les sirve para llevar a cabo las diligencias asignadas.

En coordinación con el Juzgado de Paz, la PNC colabora efectuando citaciones y llevando a los miembros del juzgado a realizar diligencias, tanto locales como en las diferentes aldeas; asimismo hace labor social, por ejemplo, en varias ocasiones, son requeridos sus servicios para llevar enfermos al hospital nacional de la cabecera departamental de Jalapa. Dicha subestación está situada al lado norte de la población.

#### **1.1.14. Organización municipal**

El Consejo Municipal, quien ejerce el gobierno municipal, es presidido por el alcalde; para su funcionamiento está conformado por autoridades que avalan la infraestructura, educación, salud y seguridad del municipio. Está integrado de la siguiente manera: alcalde municipal, concejales, secretaría municipal, oficina de planificación, tesorería y la empresa eléctrica que está a cargo del cobro de la luz.

#### **1.1.15. Organización comunitaria**

El municipio cuenta con organizaciones conformadas por vecinos del lugar, entre los cuales se pueden mencionar los COCODES, integrados por un mínimo de 9 y un máximo de 11 personas, de la siguiente forma: un Coordinador, Secretario, Tesorero, y Vocales, quienes velan por el ornato y bienestar de cada aldea del municipio; además existen 650 alcaldes auxiliares, que sirven de enlace y comunicación entre las poblaciones y el Consejo Municipal; todos estos son electos por los pobladores, realizan su trabajo ad honórem durante el tiempo que la comunidad determine y para elegir a un sustituto lo hacen en forma directa. Existe un representante titular por cada aldea y caserío

### **1.2. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Pedro Pinula, Jalapa**

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

San Pedro Pinula, se ha desarrollado en distintos aspectos, tales como el área de salud, educación, obras de infraestructura (vivienda, introducción de agua potable, drenaje sanitario, reconstrucción de calles, etc.), reforestación de bosques, entre otros.

Las necesidades más urgentes en el municipio son:

- **Construcción del mercado municipal**  
El mercado municipal actualmente está construido con columnas de piedra bola, y techo de lamina con algunos muros de ladrillo, el edificio está muy deteriorado, y es muy pequeño para la mucha afluencia de compradores y vendedores del lugar, provocando que los vendedores se ubiquen en calles aledañas, lo que causa problemas de tránsito vehicular y locomoción de las personas.
  
- **Mejoramiento de carreteras hacia distintas comunidades**  
Las vías de acceso son de terracería y en mal estado debido a que no reciben ningún tipo de mantenimiento; el no contar con un camino adecuado para el paso de vehículos ha sometido a estas comunidades al subdesarrollo especialmente en la época lluviosa, durante la cual se corren muchos riesgos, al no poder trasladar enfermos, productos, insumos, artículos de primera necesidad entre otras cosas, de la comunidad a San Pedro Pinula o viceversa.
  
- **Construcción de escuelas de un nivel**  
Hay aldeas y caseríos donde están muy distantes y no hay escuelas para la superación de los niños y dejan de estudiar y se dedican al trabajo
  
- **Línea de conducción de agua potable**  
Muchas aldeas y caseríos no cuentan con servicio de agua potable y padecen de enfermedades gastrointestinales, que muchas de ellas pueden llevar a la muerte.
  
- **Implementación de aulas en centros educativos**  
En algunas escuelas del municipio y aldeas, la cantidad de estudiantes que se inscriben en los centros educativos superan la cantidad máxima de estudiantes por

aula, y por eso actualmente algunos niños reciben clases en los patios o aulas echas de lamina.

➤ Salones comunales

En algunas aldeas de la población no posee un lugar público para realizar actividades sociales, por lo cual estas se realizan en la escuela primaria, ocasionado deterioro a la misma.

➤ Sistema de alcantarillados

La población descarga las aguas negras a las calles, esto produce mal olor y enfermedades.

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

De acuerdo a los criterios que determinaron las autoridades municipales y COCODES se reeligió la priorización de las necesidades de la forma siguiente:

- Construcción del mercado municipal
- Mejoramiento de carreteras hacia distintas comunidades
- Construcción de escuelas de un nivel
- Línea de conducción de agua potable
- Implementación de aulas en centros educativos
- Salones comunales
- Sistema de alcantarillados

## 2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

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

#### 2.1.1. Descripción del proyecto

El diseño de la edificación del mercado municipal, es de suma importancia; el mismo deberá brindar comodidad, orden y seguridad a la población de la cabecera municipal. La estructura cubrirá un área aproximada de 2756 m<sup>2</sup> y será de dos niveles; se ha elegido un sistema estructural de marcos dúctiles de concreto reforzado, con losas planas de concreto armado.

#### 2.1.2. Estudio de suelos

Para determinar del valor soporte del suelo se aplicó el método del Dr. Kart Terzaghi. Para este cálculo se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie<sup>3</sup>, a una profundidad de 2,10 m. Al realizar el ensayo de compresión triaxial, se obtuvieron los siguientes resultados ver (APÉNDICE 1):

➤ Desplante	D = 1,5 m
➤ Base	B = 1,00 m
➤ Peso específico del suelo	$\gamma_s = 1,9 \text{ Ton/m}^3$
➤ Ángulo de fricción interna	$\theta = 15,94^\circ$
➤ Cohesión	$C_u = 3,7 \text{ Ton/m}^2$
➤ Factor de seguridad	$f_c = 3,00$
➤ Tipo de suelo	Arcilla limosa con presencia de grava color café

Cambiar a radianes:

$$\begin{aligned}\theta_{\text{rad}} &= (\theta * \pi) / 180 \\ &= (15.94 * \pi) / 180 \\ &= 0,2782\end{aligned}$$

Factor de flujo de carga:

$$Nq = \frac{e^{\left(\frac{3}{2} * \pi - \theta_{\text{rad}}\right) \tan \theta}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\theta}{2}\right)} = 4,85 \text{ Ton/m}^2$$

Factor de carga última:

$$\begin{aligned}Nc &= \cot \theta * (Nq - 1) \\ &= 13,48 \text{ Ton/m}^2\end{aligned}$$

Factor de flujo de Y:

$$\begin{aligned}N\gamma &= 2 * (Nq + 1) * \tan \theta \\ &= 2,19\end{aligned}$$

Valor soporte último:

$$q_o = 0.4 * \gamma_{\text{suelo}} * B * N\gamma + 1.3C Nc + \gamma_{\text{suelo}} * D * Nq$$

Valor soporte neto último:

$$\begin{aligned}q_{on} &= q_o - \gamma_{\text{suelo}} * D \\ &= 74,46 \text{ Ton/m}^2\end{aligned}$$

Capacidad soporte de diseño usando  $f_c = 3,00$

$$q_d = \frac{q_{on}}{f_c} = 24,82 \text{ Ton/m}^2$$

Para el diseño de la cimentación del edificio, se aplicará un valor soporte del suelo de  $25 \text{ Ton/m}^2$ .

### **2.1.3. Diseño estructural**

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

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

Para el requerimiento de áreas se tomó en cuenta las necesidades de proveedores y acreedores de artículos del mercado municipal; entre las áreas que se consideraron están: carnicería, venta de verduras, abarroterías, almacenes, comedores, servicios sanitarios, lavandería y basurero general.

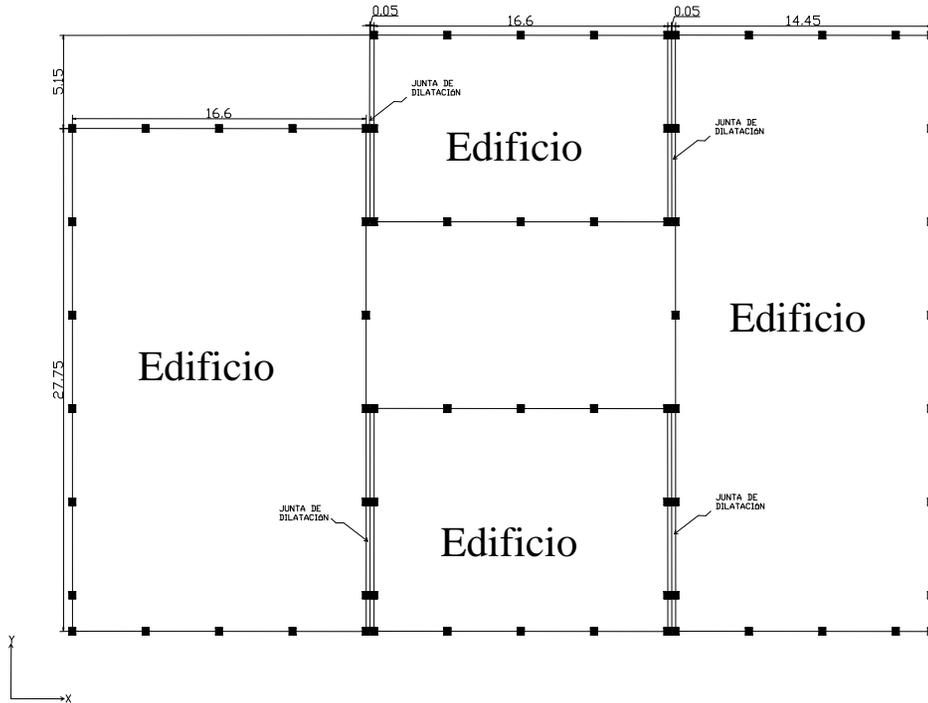
##### **2.1.3.1.2. Distribución de espacios**

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

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

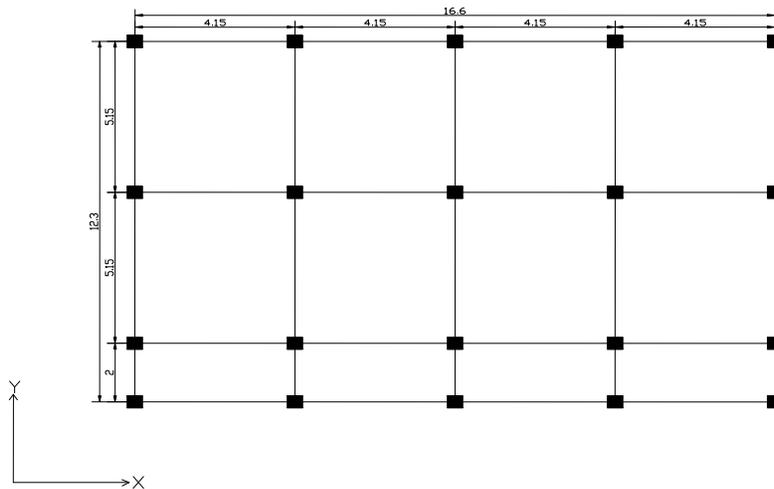
El edificio consta de dos niveles con cuatro módulos independientes, la altura entre ejes de piso a losa es de 3,30 m.; en todos los módulos de la edificación del mercado municipal (ver figura 1), las cotas de columna a columna serán de 5,15 m., en el eje Y, y de 4,15 m en el eje X; sólo el pasillo tendrá 2 m. de ancho de columna a columna, (ver figura 2.a, 2.b, 2.c, 2.d).

Figura 3. **Planta típica, edificación de mercado municipal**



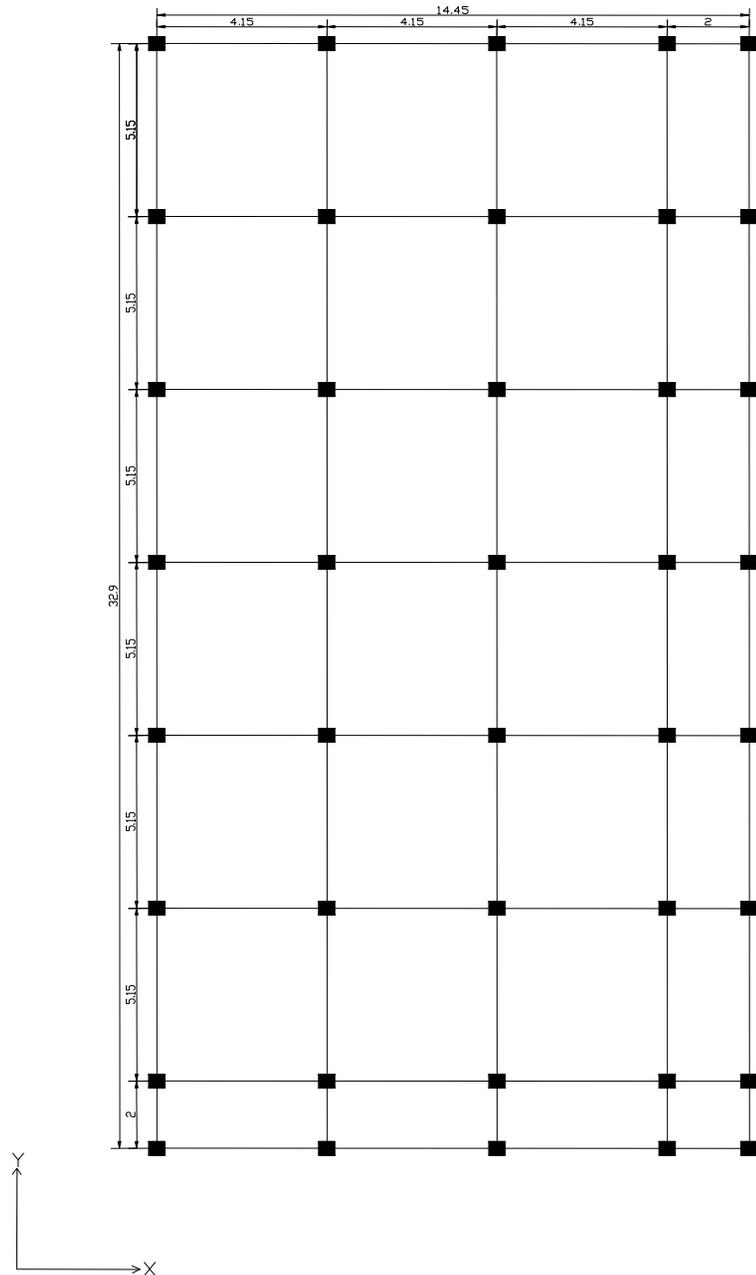
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Detalles de cotas del edificio 1, del mercado municipal**



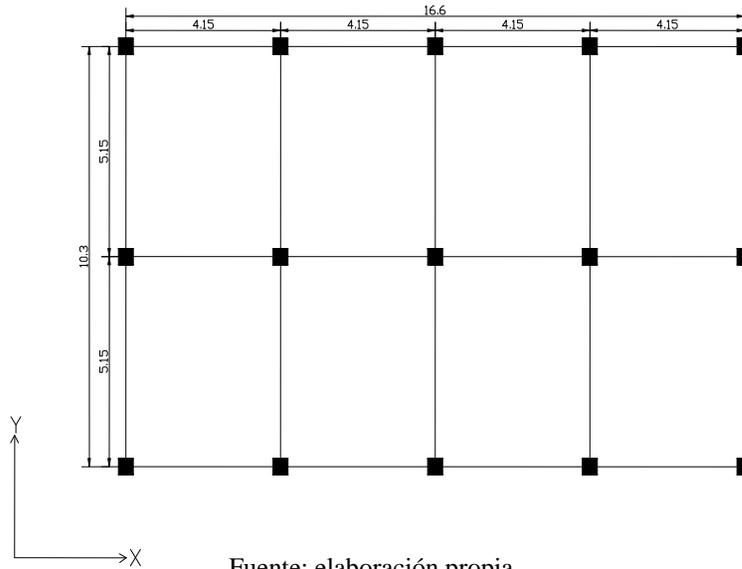
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Detalles de cotas del edificio 2, del mercado municipal



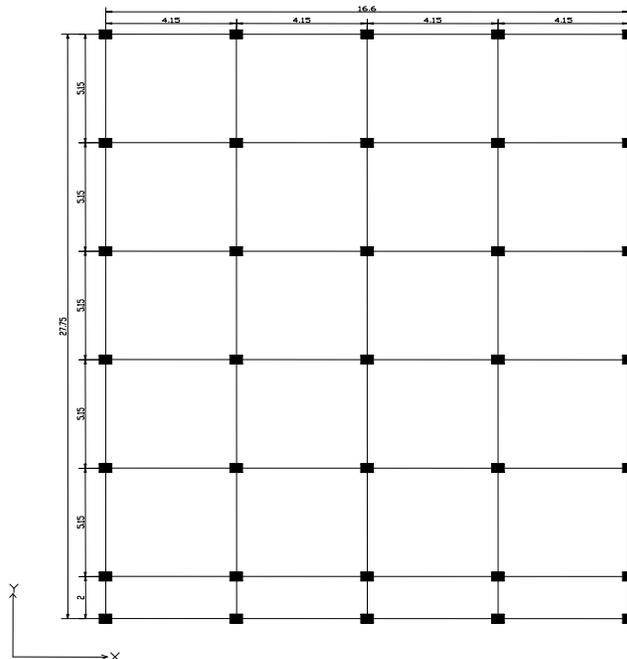
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Detalles de cotas del edificio 3, del mercado municipal**



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Detalles de cotas del edificio 4, del mercado municipal**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.4. Análisis estructural**

Por medio del análisis estructural, se busca determinar las fuerzas que actúan en una estructura, y las deformaciones provocadas por estas. Por tal razón, es necesario determinar los momentos actuantes en cada uno de los marcos de la estructura y así tomar las consideraciones necesarias para el diseño.

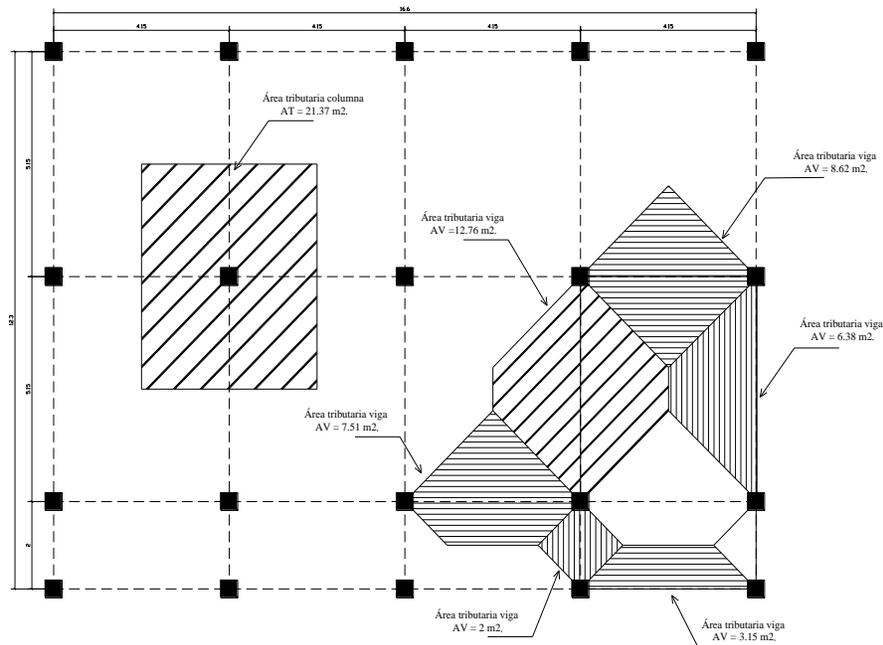
En este proyecto se realizó el análisis estructural por medio del software ETABS, cuyos resultados fueron comparados con un método numérico, en este caso el método de Kani.

##### **2.1.4.1. Predimensionamiento estructural**

El predimensionamiento de los elementos estructurales consiste en dar a los mismos, las dimensiones que se cree que aportarán a la funcionalidad del edificio y soportarán los esfuerzos y cargas a los cuales serán sometidos; es un punto de partida para tomar consideraciones a lo largo del análisis y diseño estructural, pues estas dimensiones pueden sufrir variaciones cuando así se considere necesario, ya sea con objetivos visuales o propiamente de trabajo.

El código ACI 318-99 propone reglas para determinar las dimensiones mínimas de los elementos estructurales que permiten una rigidez adecuada, sin provocar grandes deflexiones.

Figura 8. **Distribución de columnas y representación de áreas tributarias, del edificio 1**



Fuente: elaboración propia.

### A. Columnas

El método que se utiliza para predimensionar columnas, calcula la sección y se basa en la carga aplicada a esta. En este caso en particular se desea guardar simetría en las dimensiones de las mismas; por tal razón se toma la columna crítica, o sea la que soporta mayor carga. La sección resultante se aplica a todas las demás;

Fórmula:

$$\text{Donde: } P = 0.8 * \left( 0.225 * f'_c * A_g + f_y * A_s \right)$$

$$P = \text{PesoEsp} * At * 2Niv$$

$$P = 21,37 \text{ m}^2 * 2400 \text{ kg/m}^3 * 2Niv$$

$$P = 102\,576 \text{ Kg/m}$$

De acuerdo con ACI 2005-10.9.1, el área de acero longitudinal para elementos sometidos a compresión no debe ser menor que  $0,01 A_g$  ni mayor que  $0,08 A_g$ .

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

Con  $A_s = 1\%A_g$ ,  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ , se tiene:

$$102\,576 \text{ kg} = 0,8 * (0,225 * 210 \text{ kg/cm}^2 * A_g + 2810 \text{ kg/cm}^2 * 0,02 * A_g)$$

$$102\,576 \text{ kg} = 82,76 \text{ kg/cm}^2 * A_g$$

$$A_g = 1239,44 \text{ cm}^2.$$

Se propone una columna de sección cuadrada de  $1600 \text{ cm}^2$ , con dimensiones:  
 $b = 40 \text{ cm}$  y  $h = 40 \text{ cm}$ .

## B. Vigas

La viga se define con base en la longitud efectiva; un criterio es asignar el 8% de la luz libre y la base igual al 50% del peralte. El código ACI 318 en el capítulo 9 tabla 9,5(a), establece diferentes situaciones para predimensionar;

$$T_{\text{viga}} = \text{Luz libre} * 0,08 \quad \text{o} \quad T_{\text{viga}} = L/18,5$$

$$T_{\text{viga}} = 5 * 0,08 = 0,4 \text{ m} \quad (\text{por ser el mayor y por seguridad, usar } 0,5 \text{ m})$$

$$T_{\text{viga}} = 5/18,5 = 0,27 \text{ m}$$

$$\text{Base de viga } 50\% \text{ } d = 0,30 \text{ m}.$$

$$\text{Sección de viga} = 0,30 * 0,40 \text{ m}$$

## C. Losas

Para el diseño de losas es necesario saber si estas necesitarán refuerzo en una sola dirección o en las dos; esto se determina por medio de su relación de lados:

$m = (\text{lado menor} / \text{lado mayor}) < 0,5$ ; refuerzo en una dirección  
 $m = (\text{lado menor} / \text{lado mayor}) \geq 0,5$ ; refuerzo en dos direcciones  
 $m = 4,15 / 5,15$   
 $m = 0,81$ , por lo tanto necesita refuerzo en dos direcciones.

Para losas armadas en dos direcciones, el Código ACI 2005 tabla 9,5 (b) recomienda un espesor (t) de la siguiente forma:

$t = \text{perímetro} / 180$   
 $t = (2 * 4,15 \text{ m} + 2 * 5,15 \text{ m}) / 180$   
 $t = 0,103 \text{ m}$ ; se usará un peralte de 0,12 m.

D. Predimensionamiento de zapata:

Los cimientos se dimensionarán en la sección de diseño de cimientos.

#### **2.1.4.2. Cargas aplicadas a marcos dúctiles**

Las cargas que una estructura soporta son producidas por ella misma, por los objetos que están en ella e incluso por las personas ocupantes; de acuerdo con el tipo y dirección de las cargas estas se dividen en: horizontales y verticales.

##### **2.1.4.2.1. Cargas verticales**

De acuerdo con el tipo de carga se dividen en: cargas muertas y cargas vivas.

Cargas muertas: son las cargas que producen los elementos estructurales, así como los diversos materiales que se utilizan en la construcción de la estructura.

Para un edificio, las cargas muertas lo componen los pesos de las losas, vigas, columnas, muros, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulica, eléctricas), acabados y otros permanentes en la estructura.

Para este edificio se utilizarán:

- Concreto = 2400 Kg/m<sup>3</sup>
- Muros = 210 Kg/m<sup>2</sup>
- Acabados = 80 Kg/m<sup>3</sup>
- Vidrio = 25 Kg/m<sup>3</sup>
- Piso = 140 Kg/m<sup>2</sup>

Cargas vivas: son cargas que se producen de acuerdo a la utilidad que tenga la estructura, ya que la componen los objetos temporales o móviles dentro del edificio, como personas, mobiliario, equipo y otros.

La norma AGIES y otros códigos, regulan los valores de la carga viva, para los diferentes tipos de estructura y la función que estos tengan.

Para este edificio se utilizarán:

- Azotea de concreto = 200 Kg/m<sup>2</sup>
- Vestíbulo = 500 Kg/m<sup>2</sup>
- Bodega = 600 Kg/m<sup>2</sup>

Fuente: normas AGIES NR-2: 2000, Pág. 28.

CM = Wlosa + Wvigas + Wmuros + Wacabados

CV = (área de carga tributaria en viga)(carga viva) / longitud viga

Cargas aplicadas sobre el marco 8 del eje Y, Edificio 1

## Nivel dos (Azotea)

### Losa 1

$$\begin{aligned} W_{\text{losa}} &= (\text{área de carga tributaria})(t \text{ losa} * \text{peso concreto}) / \text{longitud viga} \\ &= (12,76)(0,12*2400)/5,15 = 713,57 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{vigas}} &= (\text{sección viga})(\text{peso concreto}) \\ &= 0,40*0,3*2400 = 288 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$CM = 713,57 + 288 = 1001,57 \text{ Kg/m}$$

$$CV = W_{\text{azotea}} = 12,5 * 200 / 5,15 = 485,43 \text{ Kg/m}$$

### Losa 2

$$W_{\text{losa}} = (2)(0,12*2400)/5,15 = 111,84 \text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{vigas}} = 0,40*0,3*2400 = 288 \text{ Kg/m}$$

$$CM = 111,84 + 288 = 399,84 \text{ Kg/m}$$

$$CV = W_{\text{azotea}} = 2 * 100 / 2 = 100 \text{ Kg/m}$$

## Nivel uno

### Losa 1

$$\begin{aligned} W_{\text{losa}} &= (\text{área de carga tributaria})(t \text{ losa} * \text{peso concreto}) / \text{longitud viga} \\ &= (12,76)(0,12*2400)/5,15 = 713,57 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{vigas}} &= (\text{sección viga})(\text{peso concreto}) \\ &= 0,40*0,3*2400 = 288 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{muro}} &= (\text{longitud muro})(\text{altura muros})(\text{peso muros})(\text{No. de muros}) \\ &= (1,76)(0,12*2400)/5,15 = 713,57 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{acabados}} &= (\text{área de carga tributaria})( \text{peso de acabados}) / \text{longitud viga} \\ &= (12,76*80)/5,15 = 198,21 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{vidrio}} &= (\text{área de carga tributaria})( \text{peso de vidrio}) / \text{longitud viga} \\ &= (12,76*25)/5,15 = 61,94 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$W_{\text{piso}} = (\text{área de carga tributaria})(\text{peso de piso}) / \text{longitud viga}$

$$= (12,76 \cdot 140) / 5,15 = 346,87 \text{ Kg/m}$$

$$CM = 713,57 + 288 + 772,5 + 198,21 + 61,94 + 346,87 = 2381,09 \text{ Kg/m}$$

$$CV = 12,76 \cdot 600 / 5,15 = 1486,6 \text{ Kg/m}$$

Losa 2

$$W_{\text{losa}} = 111,84 \text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{vigas}} = 288 \text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{piso}} = 140 \text{ Kg/m}$$

$$CM = 288 + 111,84 + 140 = 539,84 \text{ Kg/m}$$

$$CV = 2 \cdot 500 / 2 = 500 \text{ Kg/m.}$$

#### **2.1.4.2.2. Cargas horizontales**

Las cargas horizontales son aquellas que actúan en forma perpendicular a la línea de acción de la gravedad, estas pueden ser producidas por viento, sismo o impacto y son cargas puramente dinámicas. Debido a que Guatemala es considerada una zona sísmica y, siendo esta la fuerza horizontal más crítica (ver ANEXO 1), sólo se realiza el análisis de este tipo para fuerzas horizontales, para tal caso se utiliza el método de la Asociación de Ingenieros Estructurales de California, SEAOC, que permite calcular la fuerza de corte en la base de una estructura, de la siguiente forma:

Corte basal (V): es la fuerza sísmica que el suelo produce a una estructura en la base de la misma, el corte basal está dado por la fórmula.

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

V = corte basal

Z = coeficiente que depende de la zona sísmica donde se encuentra el edificio

I = coeficiente que depende de la importancia del edificio después de ocurrido el evento

C = coeficiente dependiente de la característica dinámica (período de vibración) de la estructura

K = factor que refleja el tipo de la estructura (ductilidad)

S = factor que depende del tipo de suelo donde se cimienta la estructura

W = peso propio de la estructura + 25% de cargas vivas.

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

$$C = C_x = \frac{1}{15 * \sqrt{T}}, \text{ donde } C \leq 0,12$$

Donde:

$$T = \text{Periodo natural de vibración} = (0,05 * H) / \sqrt{B}$$

H = Altura total del edificio

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

Z = 1 (en este caso, zona 4, sísmica central)

I = 1,40 (varía entre 1,25–1,4, en este caso por aglomeración de gente)

$$T = \frac{0,05 * H}{\sqrt{B}}$$

$$T_x = \frac{0,05 * 7}{\sqrt{17,00}} = 0,0847;$$

$$T_y = \frac{0,05 * 7}{\sqrt{12,70}} = 0,098;$$

$$C_x = \frac{1}{15 * \sqrt{T}}, \text{ donde } C \leq 0,12$$

$$C_x = \frac{1}{15 * \sqrt{0,0847}} = 0,23$$

$$C_y = \frac{1}{15 * \sqrt{0,098}} = 0,213$$

K = 0,67 (Coeficiente que depende del tipo de estructura seleccionado, en este caso marcos dúctiles)

S = cuando el factor se desconoce se utiliza 1,50

$$\text{CHEQUEO: } C * S \leq 0,14$$

$$C_x * S = 0,23 * 1,5 = 0,315$$

$$C_y * S = 0,213 * 1,5 = 0,345$$

Como no cumple, en ambos casos tomar  $C * S = 0,14$

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

$$W = CM + 25\% CV$$

$$W = W_{\text{nivel 1}} + W_{\text{nivel 2}}$$

$$W_{\text{nivel}} = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{columnas}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{acabados}} + 0,25 \text{ carga viva}$$

Peso del nivel 2:

$$\text{Losa} = (\text{área total})(\text{tlosa})(\text{Peso concreto})$$

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

$$\text{Columnas} = (\text{sección columna})(\text{altura columnas})(\text{peso concreto})(\text{No. de columnas})$$

$$\text{Muros} = (\text{longitud de muro})(\text{altura de muro})(\text{peso de muros})(\text{No. de muros})$$

$$\text{Vidrio} = (\text{longitud de vidrio})(\text{altura de vidrio})(\text{peso de vidrio})(\text{No. de vidrios})$$

$$\text{Acabados} = (\text{área total})(\text{peso acabados})$$

Peso del nivel 2:

$$\text{Losa} = 217,52 \text{ m}^2 * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 62\ 644,32 \text{ Kg.}$$

$$\text{Vigas} = (5,15 * 10 + 4,15 * 12 + 2 * 5) (0,4 * 0,3) (2400) = 32\ 054,4 \text{ Kg.}$$

$$\text{Columnas} = (0,4 * 0,4) (3) (2400) (20) = 23\ 040 \text{ Kg.}$$

$$\text{CM} = 117\ 738,72 \text{ Kg.}$$

$$\text{CV} = \text{Wazotea} * \text{Área total} = 100 * 217,52 = 21\ 751,5 \text{ Kg.}$$

Peso del nivel 1:

$$\text{Losa} = 217,52 * 0,12 * 2400 = 62\ 644,32 \text{ Kg.}$$

$$\text{Vigas} = 5,15 * 10 + 4,15 * 12 + 2 * 5) (0,4 * 0,3) (2400) = 32\ 054,4 \text{ Kg.}$$

$$\text{Columnas} = (0,4 * 0,4) (4) (2400) (20) = 30\ 720 \text{ Kg.}$$

$$\text{Muros} = 5 * 4 * 150 * 13 = 39\ 000 \text{ Kg.}$$

$$\text{Vidrio} = 4 * 4 * 25 * 5 = 2000 \text{ Kg.}$$

$$\text{Acabados} = 217,51 * 80 = 17\ 400 \text{ Kg.}$$

$$\text{CM} = 183\ 818,72$$

$$\text{CV} = \text{Wbodega} * \text{Área total} = 500 * 217,52 = 75,000 \text{ Kg.}$$

$$\text{W} = 117\ 738,72 + 183\ 818,72 + 0,25 (21\ 751,5 + 75\ 000)$$

$$\text{W} = 318\ 780,56$$

Sustituir datos:

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

$$\text{V} = 1 * 1,4 * 0,14 * 0,67 * 318\ 780,56 = 62\ 793,39 \text{ Kg.}$$

Fuerzas por nivel (Fni):

Para determinar las fuerzas que actúan en cada uno de los niveles se usa:

$$F_{ni} = \frac{\left( -F_t \right) * \left( V_i * H_i \right)}{\sum W_i H_i};$$

Donde:

Fni = Fuerza por nivel

V = Corte basal

Wi = Peso de cada nivel

Hi = Altura medida desde la cimentación al nivel considerado

Ft = Fuerza de techo

Si:  $T < 0,25$ , entonces  $F_t = 0$

Si:  $T > 0,25$ , entonces  $F_t = 0,07 * T * V$

$$\sum W_i H_i = \text{Nivel 2} + \text{Nivel 1}$$

Nivel =  $W_{\text{Nivel}} * \text{altura medida desde la cimentación}$

$$\text{Nivel 2} = 123\ 176,59 * 7,25 = 893\ 030,28$$

$$\text{Nivel 1} = 195\ 603,97 * 4,25 = 831\ 316,87$$

$$\sum W_i H_i = 1\ 724\ 347,15$$

Respecto de X, Y  $F_t = 0$

$$F_{n2} = \frac{(62\ 793,39 - 0)(893\ 030,28)}{172\ 4347,15} = 32\ 520\ \text{Kg.}$$

$$F_{n1} = \frac{(62\ 793,39 - 0)(831\ 316,87)}{172\ 4347,15} = 30\ 273,03\ \text{Kg.}$$

Fuerzas por marco (Fm):

Las fuerzas por nivel deben distribuirse entre los marcos que componen el mismo, estas se calculan de la siguiente manera:

Eje X:

El edificio es simétrico para los marcos del eje Y, por lo que las fuerzas se reparten proporcionalmente al número de marcos:

Cálculo de rigidez:

$$K = \frac{1}{\frac{P * h^3}{3 * E * I} + \frac{1,2 * P * h}{A * G}}$$

Donde:

$K$  = rigidez de la columna

$P$  = carga asumida = 10 000 Kg

$h$  = altura de las columnas

$E$  = módulo de elasticidad del concreto:  $15100 \sqrt{f'c}$

$I$  = inercia del elemento

$A$  = sección transversal de la columna

$G$  = módulo de rigidez = 0,4E

Entonces:

$$K = \frac{1}{\frac{10000 * 325^3}{3 * 15100 \sqrt{210} * 40^4 / 12} + \frac{1,2 * 10000 * 325}{30 * 40 * 0,4 * 15100 \sqrt{210}}} = 0,402$$

Como todas las columnas tienen la misma sección, la rigidez por marco ( $k_m$ ) es:

$$K_m = 0,402 * 5 = 2,01$$

Tabla III. Cálculo del centro de rigidez eje X edificio 1

Marco	Rigidez (Km)	Brazo (L)	K * L
1	2,01	16,6	33,37
2	2,01	12,45	25,02
3	2,01	8,3	16,68
4	2,01	4,15	8,34
5	2,01	0,00	0,00
	10,05		83,406

Fuente: elaboración propia.

Centro de rigidez:

$$CR = \frac{\sum (K * L)}{\sum K} ; CR = \frac{83,406}{10,05} = 8,3$$

Centro de masa:

$$CM = \frac{L}{2} ; CM = \frac{16,6}{2} = 8,3$$

Fuerza del marco por torsión:

El edificio es simétrico para los marcos del eje X, en este caso la fuerza trasnacional =  $(e * F_n)/E_i = F_i'' = 0$

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

$$F_m = F_i' = \frac{(2,01)(32\ 520,36)}{10,05} = 6504,07 \text{ Kg.}$$

$$F_m = F_i' = \frac{(2,01)(30\ 273,03)}{10,05} = 6054,61 \text{ Kg.}$$

Eje Y:

En este caso la estructura no tiene simetría, por lo que las fuerzas deben repartirse proporcionalmente a las rigideces de los marcos:

$$K = \frac{1}{\frac{10000 * 325^3}{3 * 15100 * \sqrt{210} * 40^4 / 12} + \frac{1,2 * 10000 * 325}{30 * 40 * 0,4 * 15100 * \sqrt{210}}} = 0,402$$

Como todas las columnas tienen la misma sección, la rigidez por marco ( $k_m$ ) es:

$$K_m = 0,402 * 4 = 1,608$$

Tabla IV. **Cálculo del centro de rigidez eje Y edificio 1**

Marco	Rigidez (Km)	Brazo (L)	K * L
1	1,608	12,3	19,77
2	1,608	7,15	11,5
3	1,608	2	3,22
4	1,608	0,00	0,00
	6,43		34,48

Fuente: elaboración propia.

Centro de rigidez:

$$CR = \frac{\sum(K * L)}{\sum K}; \quad CR = \frac{34,483}{6,43} = 5,36$$

Centro de masa:

$$CM = \frac{L}{2}; \quad CM = \frac{12,5}{2} = 6,15; \text{ para el eje Y}$$

Excentricidad:  $e = CM - CR$

$$e_{\min} = 5\% \text{ lado perpendicular a la fuerza de piso} = 0,05 * 12,3 = 0,615$$

$$e = |6,15 - 5,36| = 0,79,$$

Para el cálculo se debe usar la excentricidad mayor.

Fuerza del marco por torsión:

$$Fm = Fi' \pm Fi''$$

$$Fi' = \text{fuerza rotacional} = (Km * Fn) / \sum Ki$$

$$Fi'' = \text{fuerza traslacional} = (e * Fn) / Ei$$

$$Ei = \sum (Km * di)^2 / (Km * di)$$

Donde:

$Km$  = rigidez del marco

$\sum Ki$  = rigidez total del nivel

$di$  = distancia del centro de rigidez CR al marco considerado

$Fn$  = fuerza del nivel

$Ei$  = relación entre rigideces y brazo de cada marco

$e$  = excentricidad

Tabla V. Fuerza del marco por torsión 2do nivel.

Marco	Km	di	Km * di	(Km * di) <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm
1	1,61	6,94	11,15	124,32	21,17	8130,09	1213,56	9343,65
2	1,61	1,79	2,88	8,28	82,02	8130,09	313,23	8443,32
3	1,61	-3,36	-5,40	29,18	-43,70	8130,09	-587,89	7542,20
4	1,61	-5,36	-8,62	74,3	-27,39	8130,09	-938,04	7192,05
	6,43			236,09				

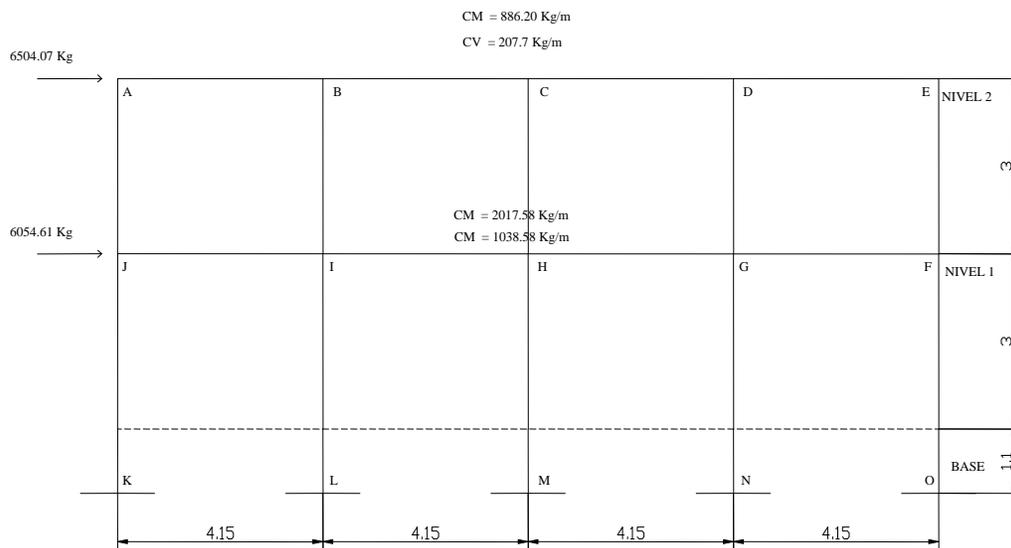
Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Fuerza del marco por torsión 1er nivel.

Marco	Km	di	Km * di	(Km * di) <sup>2</sup>	Ei	Fi'	Fi''	Fm
1	1,61	6,94	11,15	124,32	21,17	7568,25	1129,69	8697,94
2	1,61	1,79	2,88	8,28	82,02	7568,25	291,58	7859,83
3	1,61	-3,36	-5,40	29,18	-43,70	7568,25	-547,27	7020,98
4	1,61	-5,36	-8,62	74,3	-27,39	7568,25	-873,22	6695,03
	6,43			236,09				

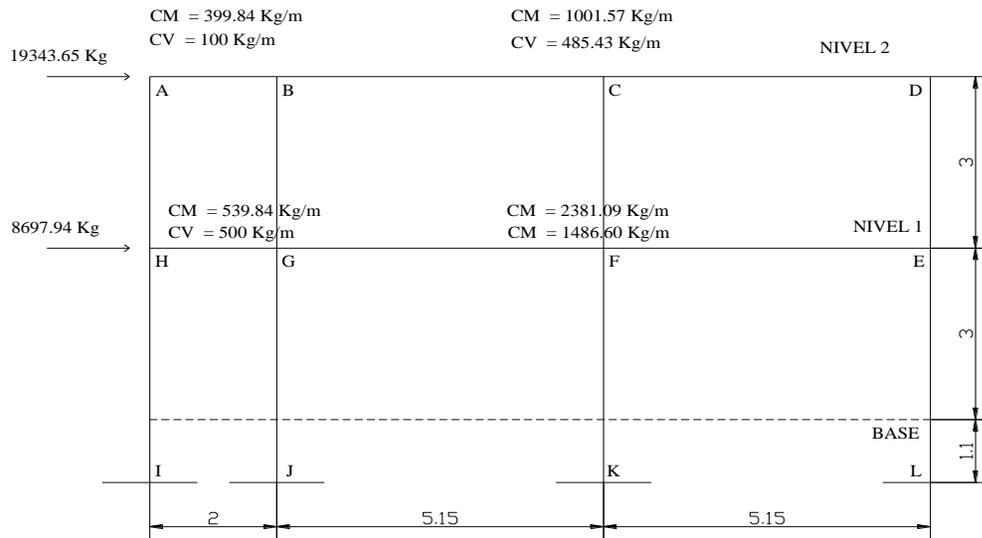
Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Cargas aplicadas al marco sentido X, del edificio 1



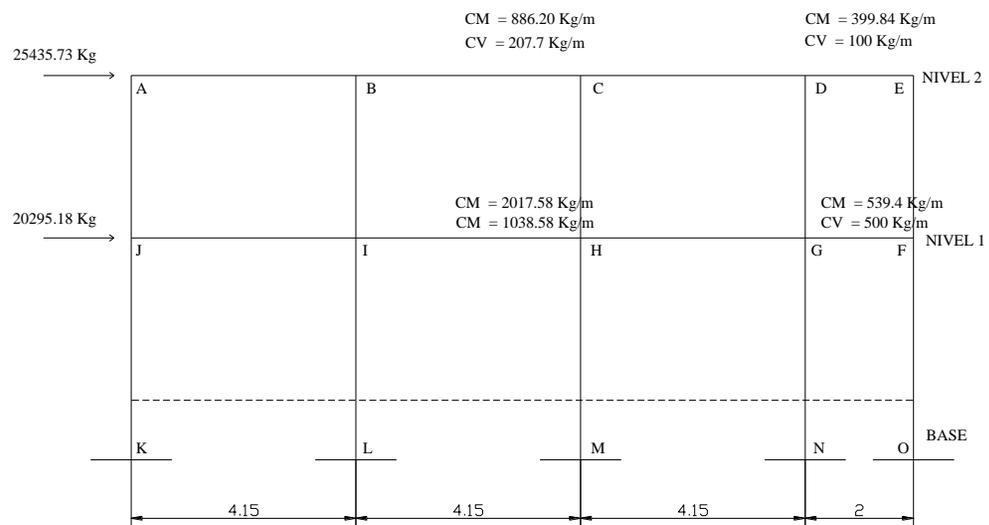
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Cargas aplicadas al marco sentido Y, del edificio 1



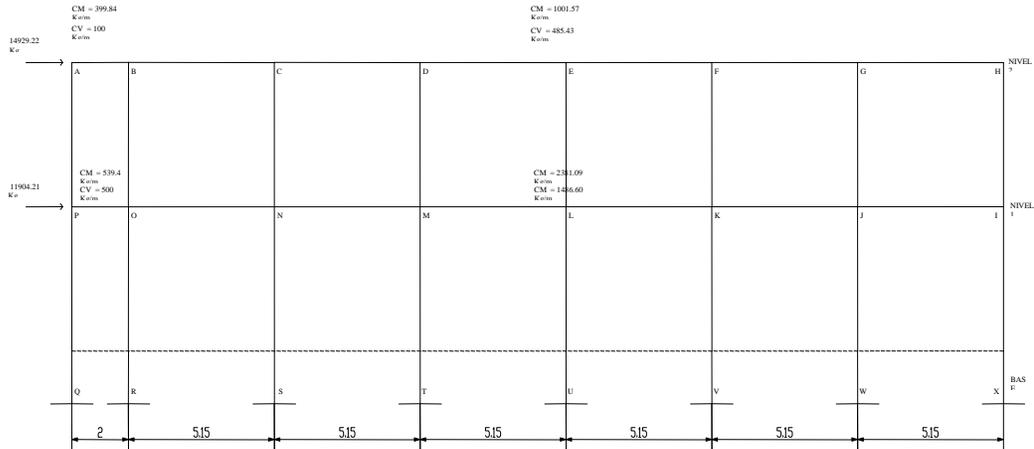
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Cargas aplicadas al marco sentido X, del edificio 2



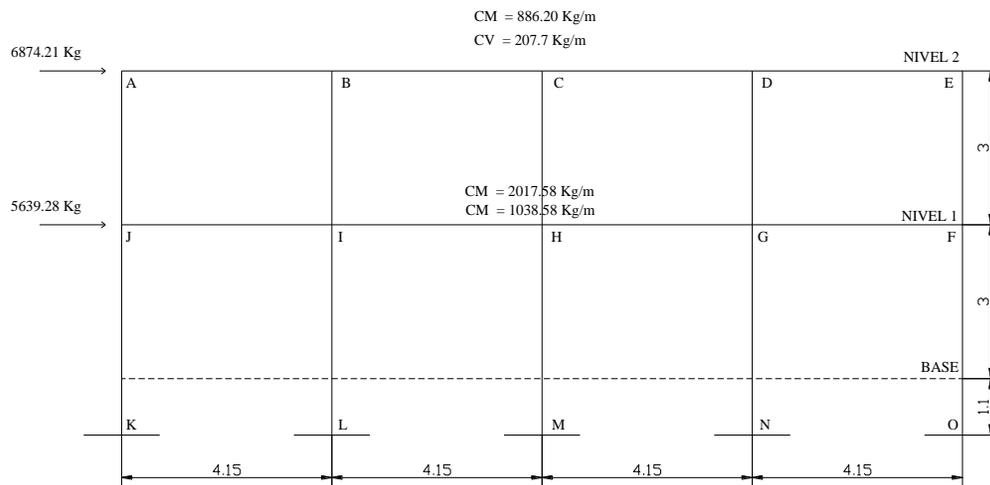
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Cargas aplicadas al marco sentido Y, del edificio 2



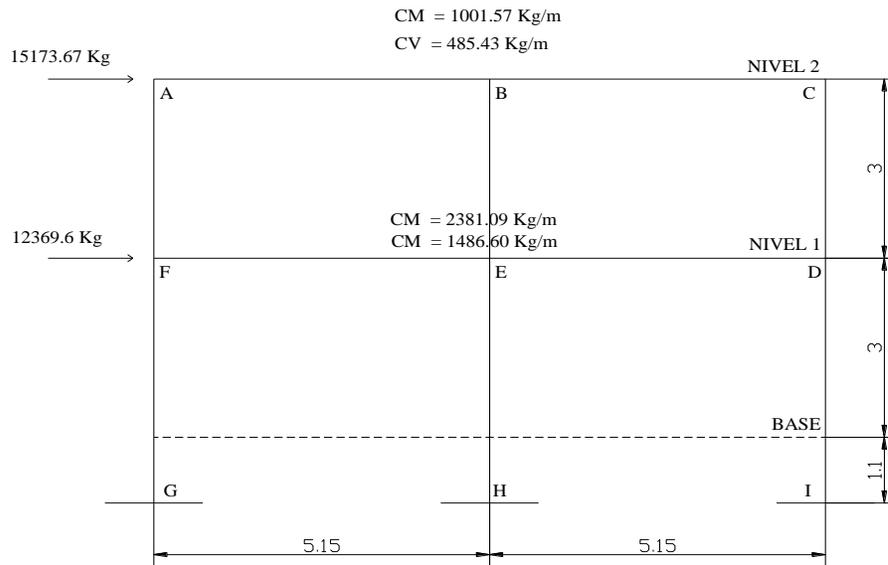
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Cargas aplicadas al marco sentido X, del edificio 3



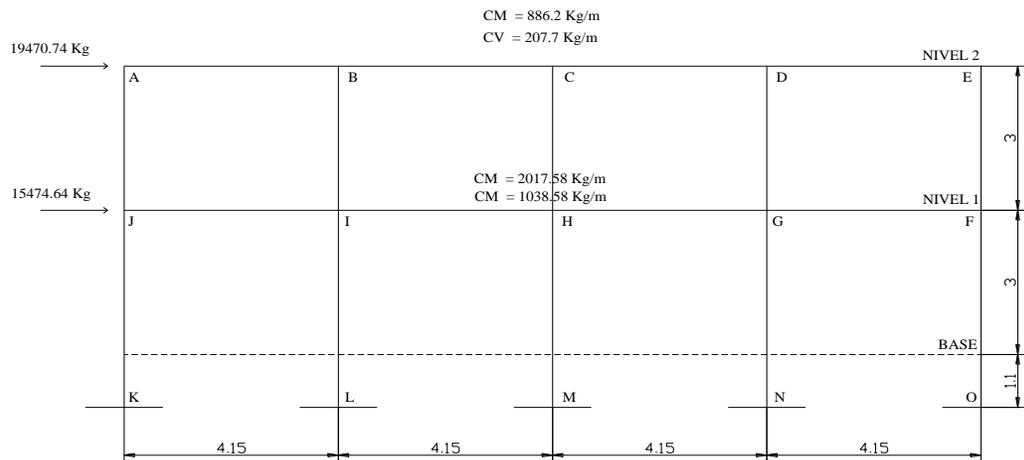
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Cargas aplicadas al marco sentido Y, del edificio 3



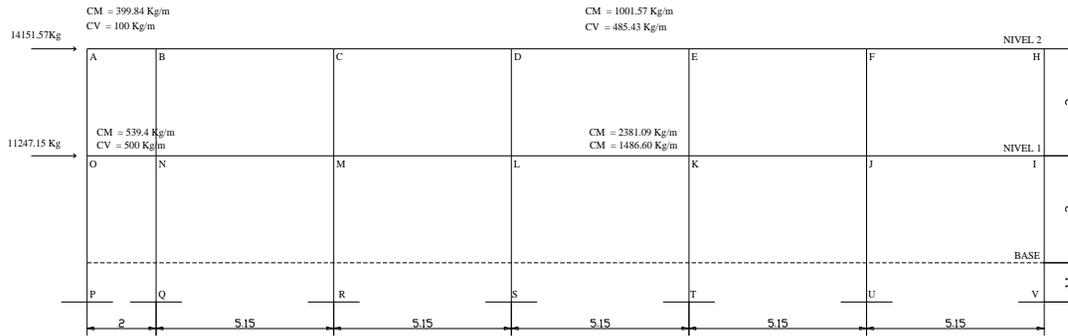
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Cargas aplicadas al marco sentido X, del edificio 4



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Cargas aplicadas al marco sentido X, del edificio 4



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.4.3. Análisis numérico de marcos dúctiles con Kani

Se realizó el análisis estructural con un método numérico, en este caso se tomaron los resultados obtenidos con el método numérico de Kani, y se comprobó con un software ETABS y la diferencia dio entre 5% y 8% de los resultados entre ETABS y Kani.

Análisis del edificio 1 eje X, para carga muerta  
Cálculo de rigideces de elementos (columnas y vigas).

$$K = \frac{I}{L} \quad I = \left(\frac{1}{12}\right) * b * h^3$$

$$I_{col} = \left(\frac{1}{12}\right) * 40 * 40^3 = 213333 ,33$$

$$I_{viga} = \left(\frac{1}{12}\right) * 30 * 45^3 = 227812 ,5$$

### Inercia relativa

Se toma el menor y se divide dentro de las inercias

$$I_{col} = \frac{213333,33}{213333,33} = 1$$

$$I_{viga} = \frac{227812,5}{213333,33} = 1,1$$

### Rigideces

$$K_{col} = \frac{1}{3} = 0,33$$

$$K_{viga} = \frac{1,1}{4,15} = 0,27$$

Cálculo de momentos fijos o empotramiento para carga muerta

$$M_f = \pm \frac{WL^2}{12}$$

$$M_{AB} = \frac{886,2 * 4,15^2}{12} = \pm 1271,88$$

$$M_{JI} = \frac{2017,58 * 4,15^2}{12} = \pm 2894,81$$

Factor de corrimiento

$$v_k = \frac{-3}{2} \frac{0,27}{1,35} = -0,38$$

Factores de Giro

$$M = \frac{-1/2 \sum K_{elementos}}{\sum K_{elementos}}$$

Nodo A

$$\left. \begin{aligned} M_{AB} &= \frac{-0.5 * 0.27}{0.60} = -0.22 \\ M_{AJ} &= \frac{-0.5 * 0.33}{0.60} = -0.28 \end{aligned} \right\} -0,5$$

Nodo B

$$\left. \begin{aligned} M_{BA} &= \frac{-0.5 * 0.27}{0.87} = -0.16 \\ M_{BC} &= \frac{-0.5 * 0.27}{0.87} = -0.16 \\ M_{BI} &= \frac{-0.5 * 0.33}{0.87} = -0.18 \end{aligned} \right\} -0,5$$

Nodo J

$$\left. \begin{aligned} M_{JI} &= \frac{-0.5 * 0.27}{0.93} = -0.14 \\ M_{JA} &= \frac{-0.5 * 0.33}{0.93} = -0.18 \\ M_{JK} &= \frac{-0.5 * 0.33}{0.93} = -0.18 \end{aligned} \right\} -0,5$$

Nodo I

$$\left. \begin{aligned} M_{HI} &= \frac{-0.5 * 0.27}{1.2} = -0.11 \\ M_{IJ} &= \frac{-0.5 * 0.27}{1.2} = -0.11 \\ M_{IB} &= \frac{-0.5 * 0.33}{1.2} = -0.14 \\ M_{IJ} &= \frac{-0.5 * 0.33}{1.2} = -0.14 \end{aligned} \right\} -0,5$$

Cálculo de iteraciones por el método de Kani

1er Ciclo

A → B → C → D

Nodo A

$$\text{Viga}_{AB} = -1271,88 * -0,22 = 279,81$$

$$\text{Columna}_{AJ} = -1271,88 * -0,28 = 356,13$$

Nodo B

$$\text{Viga}_{ABC} = 0 + 279,81 = 279,81 * -0,16 = -44,77$$

$$\text{Columna}_{BI} = 0 + 279,81 = 279,81 * -0,18 = -50,37$$

Nodo C

$$\text{Viga}_{BCD} = 0 - 44,77 = -44,77 * -0,16 = 7,16$$

$$\text{Columnna}_{\text{CH}} = 0 - 50,37 = - 50,37 * -0,18 = 9,07$$

Nodo D

$$\text{Viga}_{\text{CDE}} = 0 + 7,16 = 7,16 * -0,16 = -1,14$$

$$\text{Columnna}_{\text{DG}} = 0 + 9,07 = 9,07 * -0,18 = -1,63$$

Nodo E

$$\text{Viga}_{\text{ED}} = 1271,88 - 1,14 = 1270,74 * -0,22 = - 279,56$$

$$\text{Columnna}_{\text{EF}} = 1271,88 - 1,14 = 1270,74 * -0,28 = - 355,81$$

Nodo F

$$\text{Viga}_{\text{FG}} = 2894,81 - 355,81 = 2539 * -0,14 = - 355,46$$

$$\text{Columnna}_{\text{FO}} = 2894,81 - 355,81 = 2539 * -0,18 = - 457,02$$

Nodo G

$$\text{Viga}_{\text{GH}} = 0 - 1,63 - 355,46 = -357,09 * -0,11 = 39,28$$

$$\text{Columnna}_{\text{DGN}} = 0 - 1,63 - 355,46 = -357,09 * -0,14 = 49,99$$

Nodo H

$$\text{Viga}_{\text{IHG}} = 9,07 + 0 + 39,28 = 48,35 * -0,11 = - 5,32$$

$$\text{Columnna}_{\text{CHM}} = 9,07 + 0 + 39,28 = 48,35 * -0,14 = - 6,77$$

Nodo I

$$\text{Viga}_{\text{JHI}} = -50,37 + 0 - 5,32 = - 55,69 * -0,11 = 6,13$$

$$\text{Columnna}_{\text{BIL}} = -50,37 + 0 - 5,32 = - 55,69 * -0,14 = 7,80$$

Nodo J

$$\text{Viga}_{\text{JI}} = 279,81 - 2894,81 + 6,31 = - 2608,69 * -0,14 = 365,22$$

$$\text{Columnna}_{\text{AJK}} = 279,81 - 2894,81 + 6,31 = - 2608,69 * -0,18 = 469,56$$

Se empieza nuevamente otro ciclo, y se hace lo mismo hasta que los nodos lleguen a iterar, después se calculan los momentos de carga muerta con las siguientes fórmulas:

Momentos finales para carga muerta

$$M_{IK} = M_{fijo} + 2M_{IK} + M_{KI}$$

Donde:

I = punto en el que estamos

K = punto al que observamos

M = momento de empotramiento

Momentos finales negativos para vigas, segundo nivel

$$M_{AB} = -1271,88 + 421,52 - 31,25 = -881,61$$

$$M_{BA} = 1271,88 - 51,04 + 207,89 = 1428,73$$

$$M_{BC} = -1271,88 - 51,04 + 0 = -1322,92$$

$$M_{CB} = 1271,88 + 0 - 25,52 = 1246,36$$

$$M_{CD} = -1271,88 - 0 - 25,52 = -1246,36$$

$$M_{DC} = 1271,88 + 51,04 + 0 = 1322,92$$

$$M_{DE} = -1271,88 - 51,04 - 207,89 = -1428,73$$

$$M_{BC} = 1271,88 - 415,79 + 25,52 = 881,61$$

Momentos positivos para vigas

$$M_{+} = \left( \frac{CM * L^2}{8} \right) - \left( \frac{M_{IK} + M_{KI}}{2} \right)$$

$$M_{AB} = \left( \frac{886,2 * 4,15^2}{8} \right) - \left( \frac{881,61 + 1428,73}{2} \right) = 752,65$$

$$M_{BC} = \left( \frac{886,2 * 4,15^2}{8} \right) - \left( \frac{1322,92 + 1246,36}{2} \right) = 623,18$$

$$M_{CD} = \left( \frac{886,2 * 4,15^2}{8} \right) - \left( \frac{1246,36 + 1322,61}{2} \right) = 623,18$$

$$M_{DE} = \left( \frac{886,2 * 4,15^2}{8} \right) - \left( \frac{1428,73 + 881,61}{2} \right) = 752,65$$

Para el primer nivel es el mismo procedimiento.

Momentos finales para columnas

$$M_{IK} = 2M_{IK} + M_{KI}$$

$$M_{AJ} = 415,79 + 465,82 = 881,61$$

$$M_{JA} = 931,65 + 207,89 = 1139,54$$

$$M_{BI} = -52,59 + 53,23 = -105,82$$

$$M_{IB} = -106,46 + 26,29 = -132,75$$

$$M_{CH} = 0 + 0 = 0$$

$$M_{HC} = 0 + 0 = 0$$

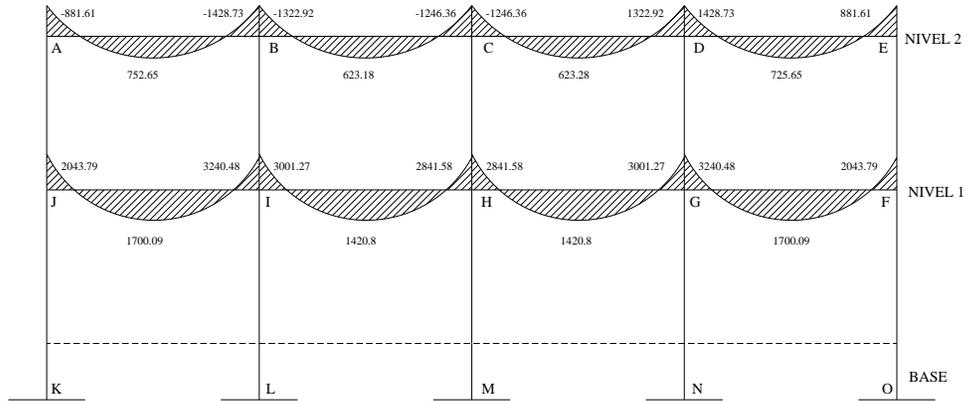
$$M_{DG} = 52,59 + 53,23 = 105,82$$

$$M_{GD} = 106,46 + 26,29 = 132,75$$

$$M_{EF} = 931,65 + 207,89 = -881,61$$

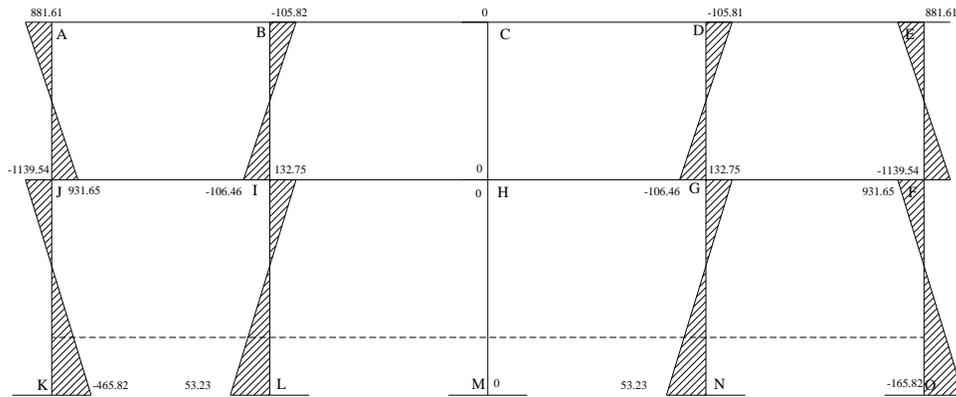
$$M_{FE} = 415,79 + 465,82 = -1139,54$$

Figura 17. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje X, edificio 1**



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje X, edificio 1**



Fuente: elaboración propia.

## Análisis del edificio 1 eje X para carga viva

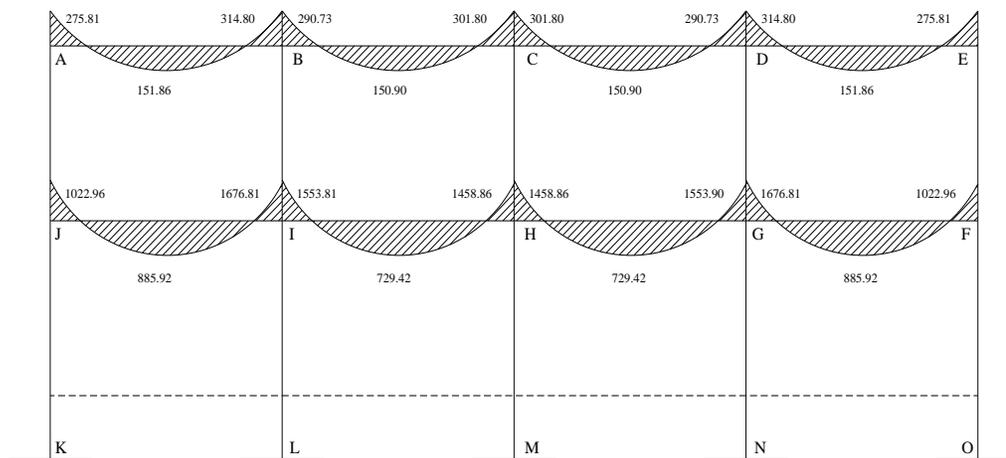
Para los momentos últimos de la carga viva se realiza el mismo procedimiento tomando en cuenta el cálculo de momentos fijos o empotramiento para carga viva.

$$M_f = \pm \frac{WL^2}{12}$$

$$M_{AB} = \frac{207,7 * 4,15^2}{12} = \pm 298,09$$

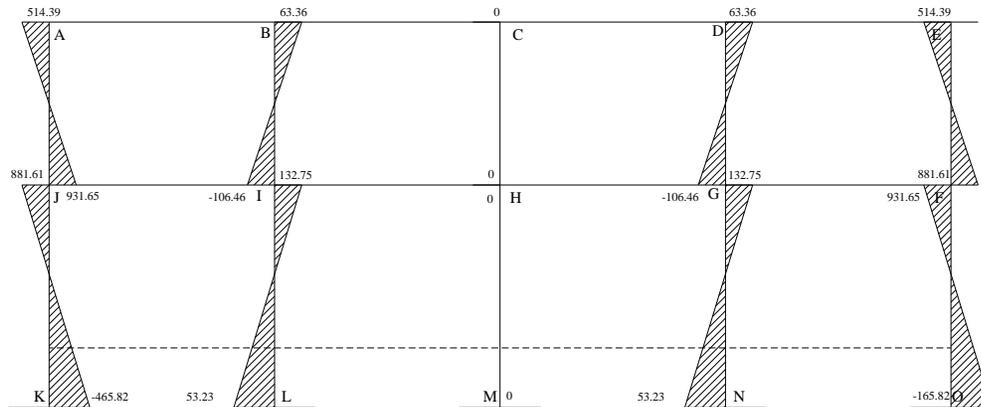
$$M_{JI} = \frac{1038,58 * 4,15^2}{12} = \pm 1490,58$$

Figura 19. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje X, edificio 1**



Fuente: elaboración propia.

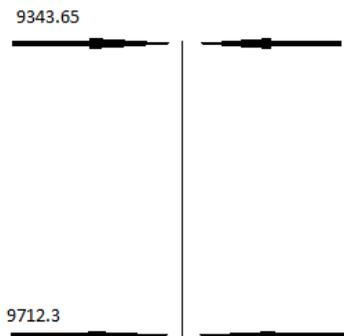
Figura 20. Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje X, edificio 1



Fuente: elaboración propia.

Análisis del edificio 1 eje X para carga sísmica

Fuerza sísmica



Factor de corrimiento  $F = -0,38$

Fuerza cortante en el piso  $Q_N = \sum H$

$$Q_{N2V2} = 9343,65$$

$$Q_{N1V1} = 8697,94 + 9343,65 = 18041,59$$

$$M_N = \frac{Q_{N1V1} * H}{3}$$

Desplazamiento de columnas

$$M_{N2} = \frac{Q_{N2} * 3}{3} = 9343,65$$

$$M_{N1} = \frac{(8041,59 * 4,25)}{3} = 25558,92$$

Desplazamiento de columnas\*factor de corrimiento

$$M_{P2V2} = M_{N2} * F$$

$$M_{P2V2} = 9343,65 * -0,38 = -1951,22$$

$$M_{P1V1} = 25558,92 * -0,38 = -5134,08$$

Cálculo por iteraciones

Nodo A

$$\text{Viga}_{AB} = -1951,22 * -0,22 = 429,27$$

$$\text{Columna}_{AJ} = -1951,22 * -0,28 = 546,34$$

Nodo B

$$\text{Viga}_{ABC} = -1951,22 + 429,27 = -1521,95 * -0,16 = 243,51$$

$$\text{Columna}_{BI} = -1951,22 + 429,27 = -1521,95 * -0,18 = 273,95$$

Nodo C

$$\text{Viga}_{BCD} = -1951,22 + 243,51 = -1707,71 * -0,16 = 273,23$$

$$\text{Columna}_{CH} = -1951,22 + 243,51 = -1707,71 * -0,18 = 307,39$$

Nodo D

$$\text{Viga}_{CDE} = -1951,22 + 273,23 = -1677,99 * -0,16 = 268,48$$

$$\text{Columna}_{DG} = -1951,22 + 273,23 = -1677,99 * -0,18 = 302,04$$

Nodo E

$$\text{Viga}_{ED} = -1951,22 + 268,48 = -1682,74 * -0,22 = 370,20$$

$$\text{Columna}_{EF} = -1951,22 + 302,04 = -1682,74 * -0,28 = 471,17$$

Nodo F

$$\text{Viga}_{FG} = -1951,22 - 5134,08 + 471,17 = -6614,13 * -0,14 = 925,98$$

$$\text{Columna}_{FO} = -1951,22 - 5134,08 + 471,17 = -6614,13 * -0,18 = 1190,54$$

Nodo G

$$\text{Viga}_{GH} = -1951,22 - 5134,08 + 302,04 + 925,98 = -5857,28 * -0,11 = 644,30$$

$$\text{Columna}_{DGN} = -1951,22 - 5134,08 + 302,04 + 925,98 = -5857,28 * -0,14 = 820,02$$

Nodo H

$$\text{Viga}_{HG} = -1951,22 - 5134,08 + 307,39 + 644,30 = -6133,61 * -0,11 = 674,70$$

$$\text{Columna}_{CHM} = -1951,22 - 5134,08 + 307,39 + 644,30 = -6133,61 * -0,14 = 858,71$$

Nodo I

$$\text{Viga}_{II} = -1951,22 - 5134,08 + 273,95 + 674,70 = -6136,65 * -0,11 = 675,03$$

$$\text{Columna}_{BIL} = -1951,22 - 5134,08 + 273,95 + 674,70 = -6136,65 * -0,14 = 685,9$$

Nodo J

$$\text{Viga}_{IJ} = -1951,22 - 5134,08 + 429,27 + 675,03 = -5981 * -0,14 = -837,34 \text{ Columna}_{AJK}$$

$$= -1951,22 - 5134,08 + 429,27 + 675,03 = -5981 * -0,18 = -1076,58$$

Después del primer ciclo se encuentra el nuevo desplazamiento de columna

$$M_{PV} = \left( \sum M_{IK} + M_{N2} \right) * F$$

$$M_{P2V2} = \left( \begin{array}{l} 546,34 + 273,95 + 307,39 + 302,39 + 471,17 + 1190,54 \\ + 820,02 + 858,71 + 685,91 + 1076,58 + 9343,65 \end{array} \right) * 0,38 = 6033,13$$

$$M_{P1V1} = \left( 190,54 + 820,02 + 858,71 + 685,91 + 1076,58 + 25558,92 \right) * 0,38 = 11472,46$$

Se empieza nuevamente otro ciclo, y se hace lo mismo hasta que los nodos lleguen a iterar; después se calculan los momentos de carga sísmica con las siguientes fórmulas:

Momentos finales para carga muerta

$$M_{IK} = 2M_{IK} + M_{KI}$$

Donde:

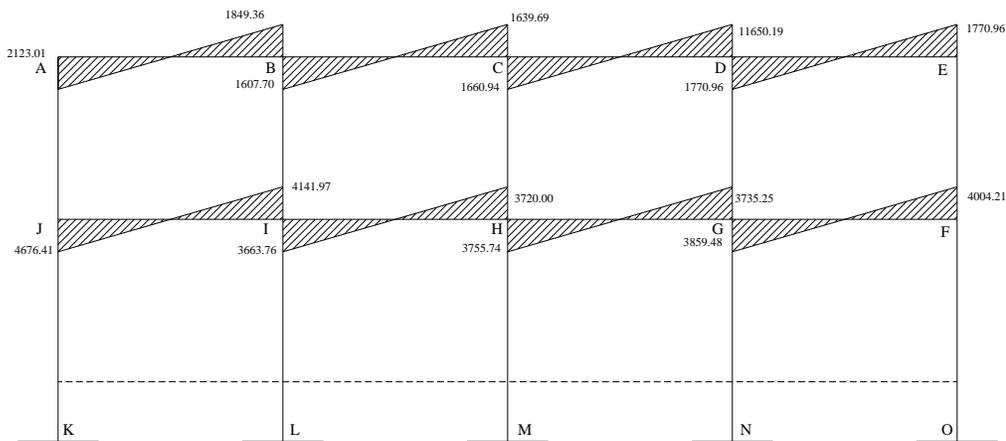
I = punto en el que se está

K = punto al que se observa

M = momento de empotramiento

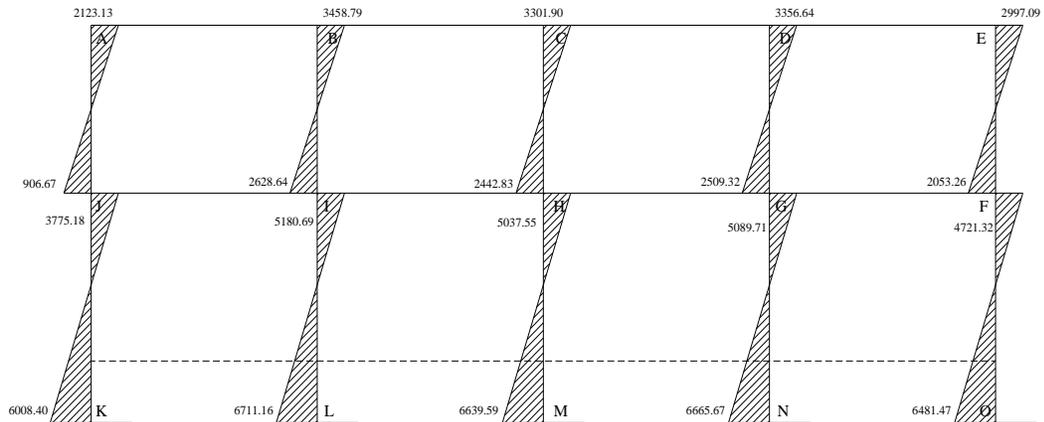
Momentos finales de carga sísmica para vigas y columnas, segundo nivel y primer nivel: Es el mismo procedimiento anterior sólo que no se toma en cuenta el momento fijo o de empotramiento.

Figura 21. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje X, edificio 1**



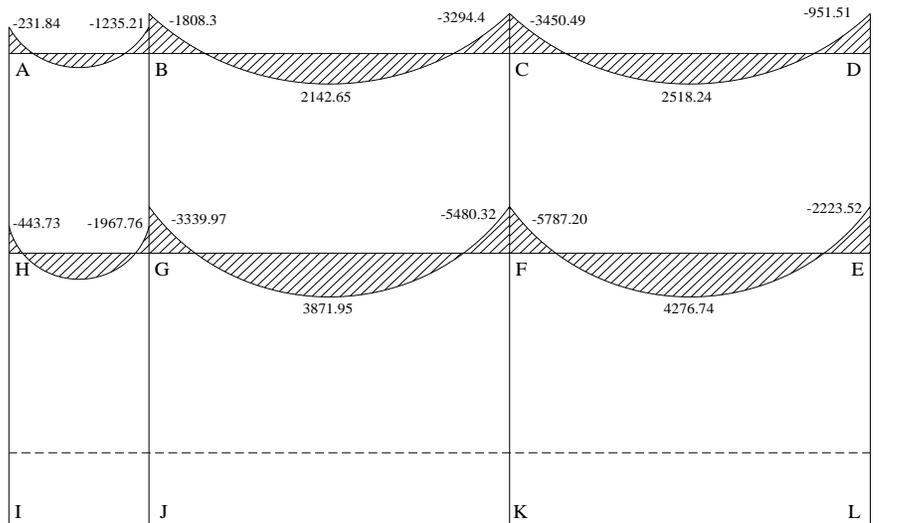
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje X, edificio 1**



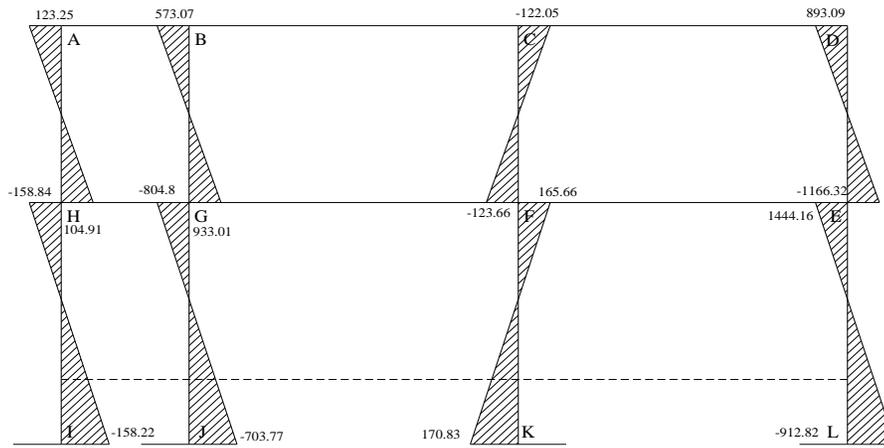
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje Y, edificio 1**



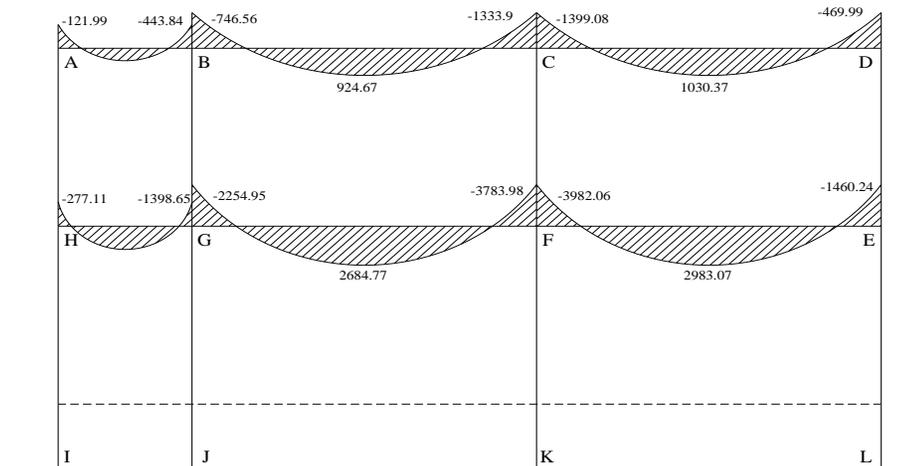
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje Y, edificio 1**



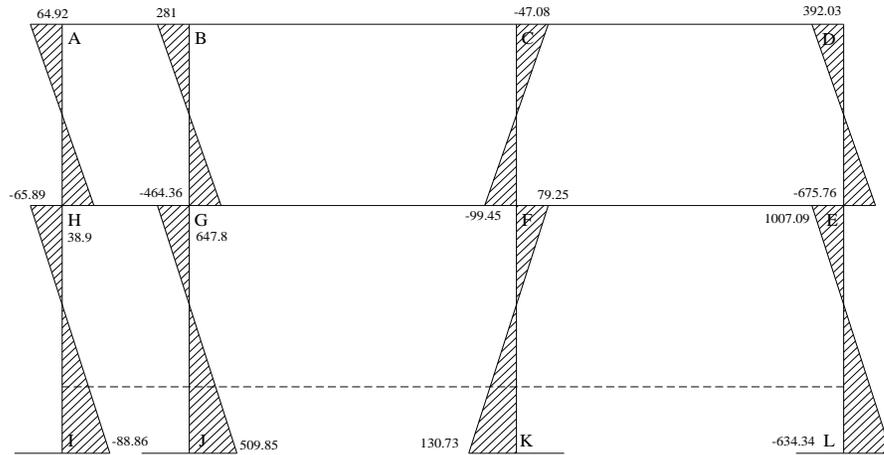
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje Y, edificio 1**



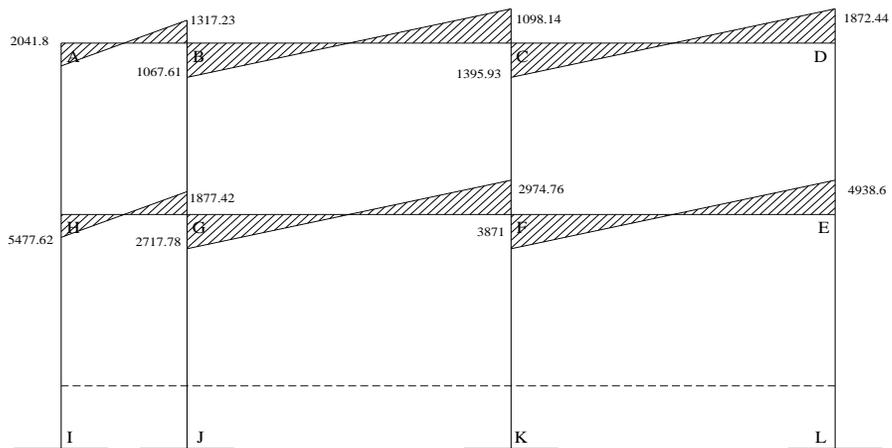
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje Y, edificio 1**



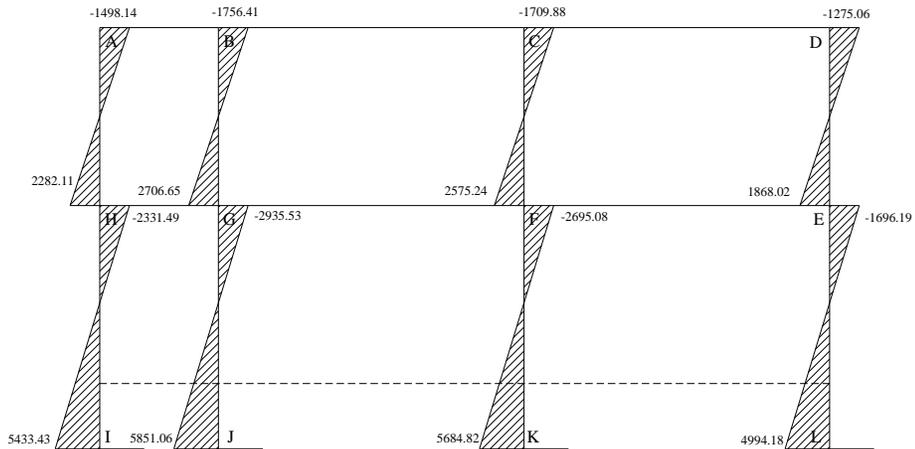
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje Y, edificio 1**



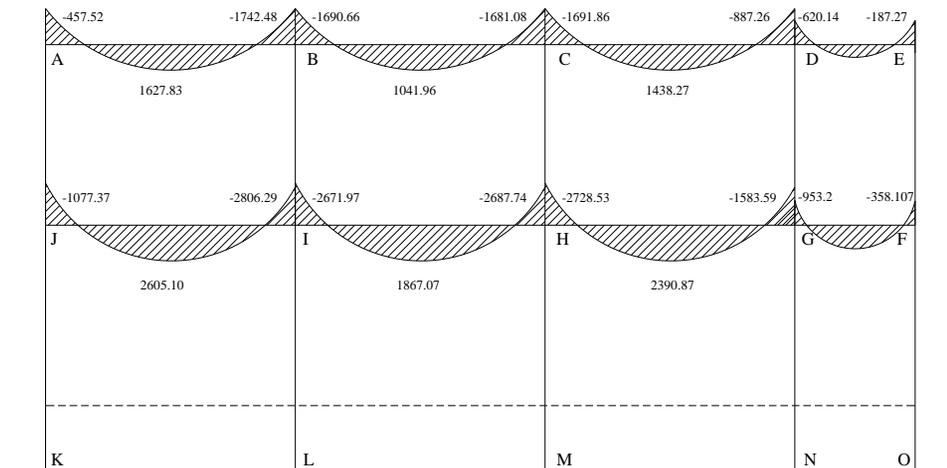
Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje Y, edificio 1**



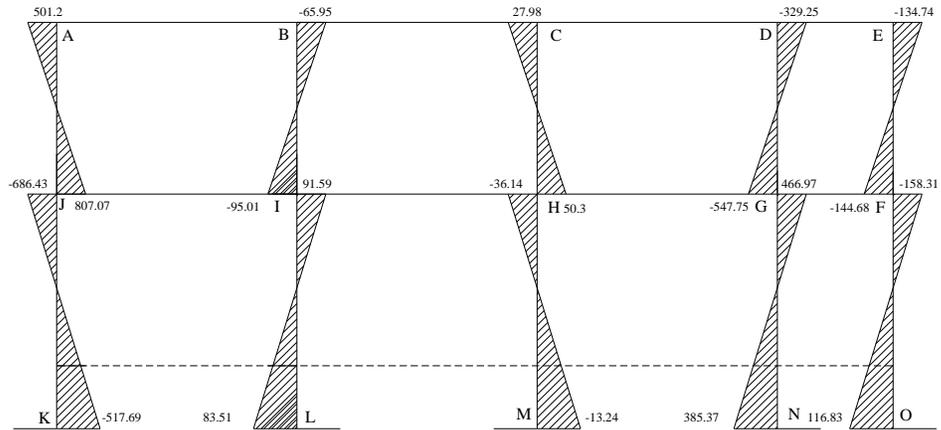
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje X, edificio 2**



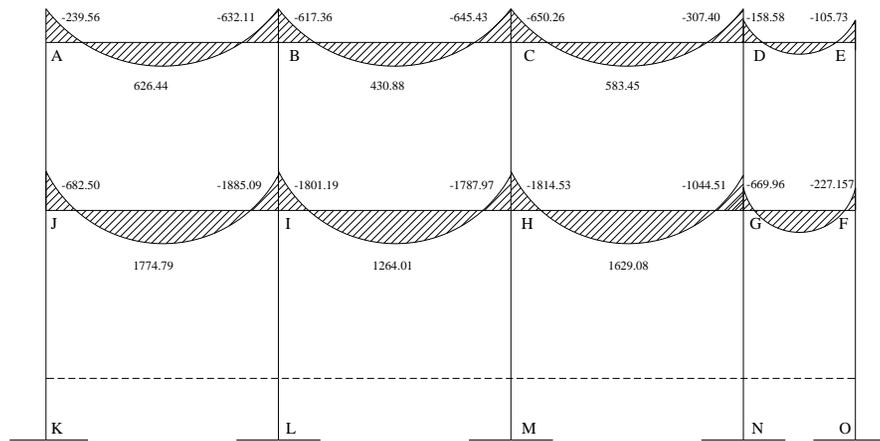
Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje X, edificio 2**



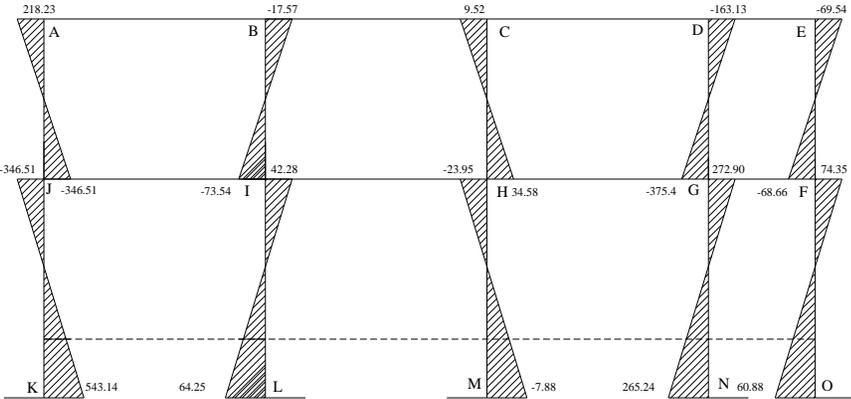
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje X, edificio 2**



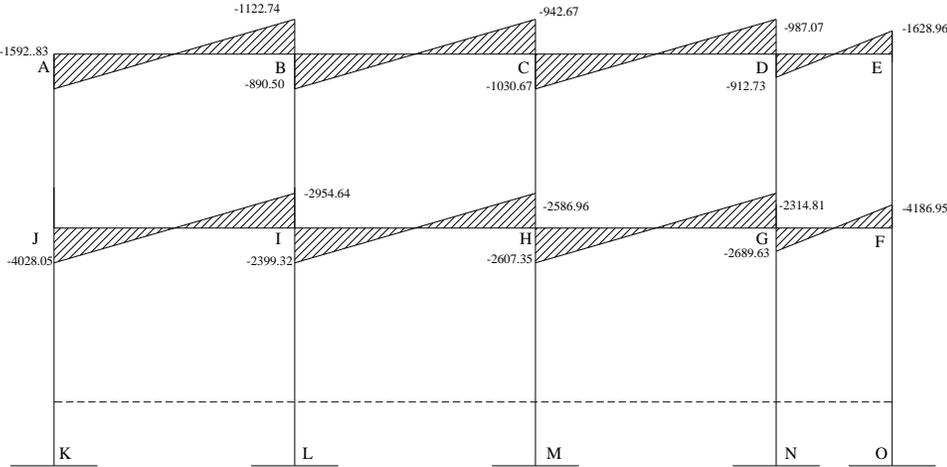
Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje X, edificio 2



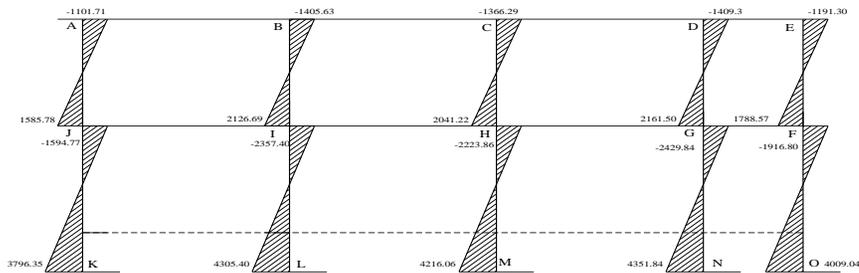
Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje X, edificio 2



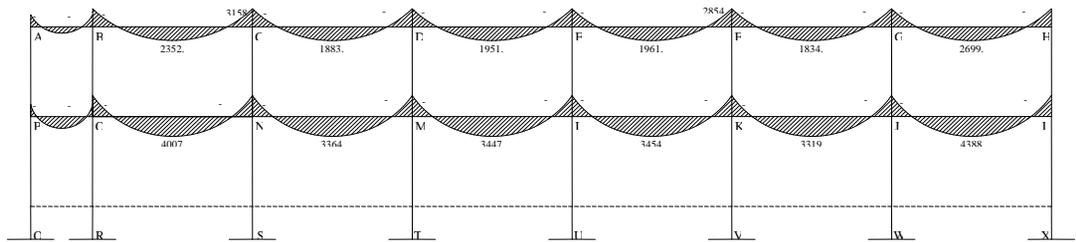
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje X, edificio 2**



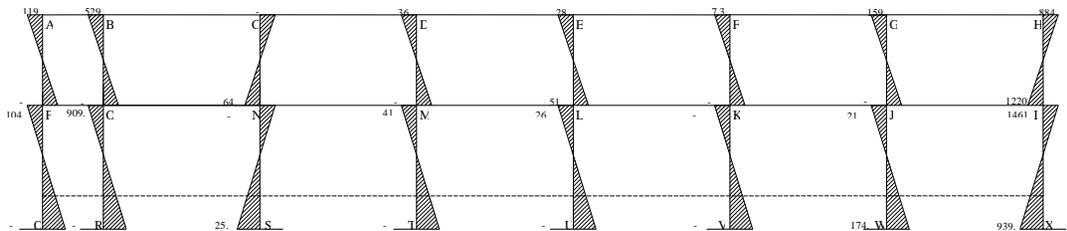
Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje Y, edificio 2**



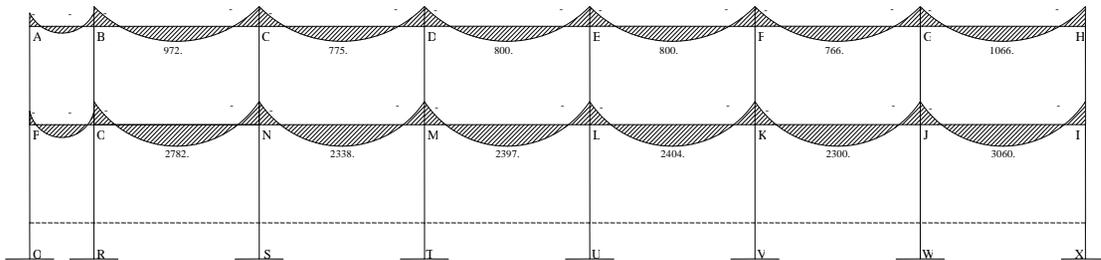
Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje Y, edificio 2**



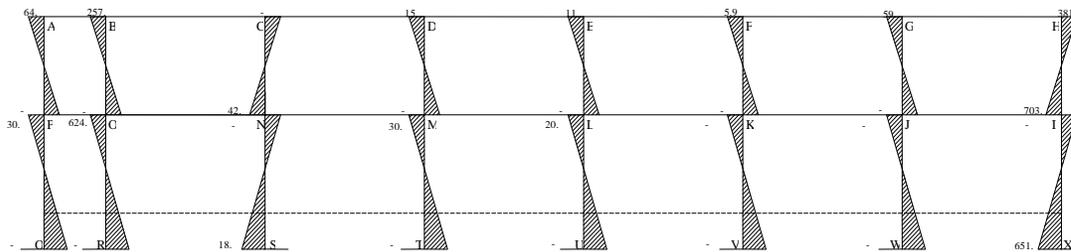
Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje Y, edificio 2**



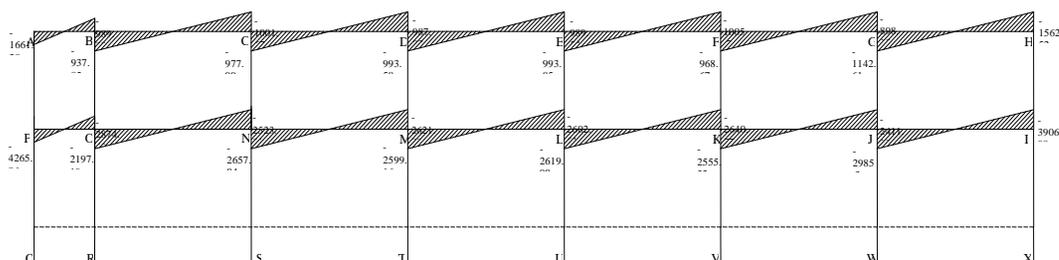
Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje Y, edificio 2**



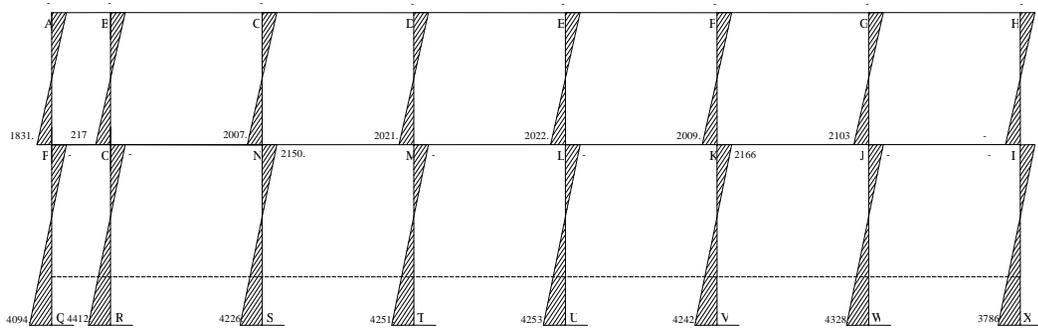
Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje Y, edificio 2**



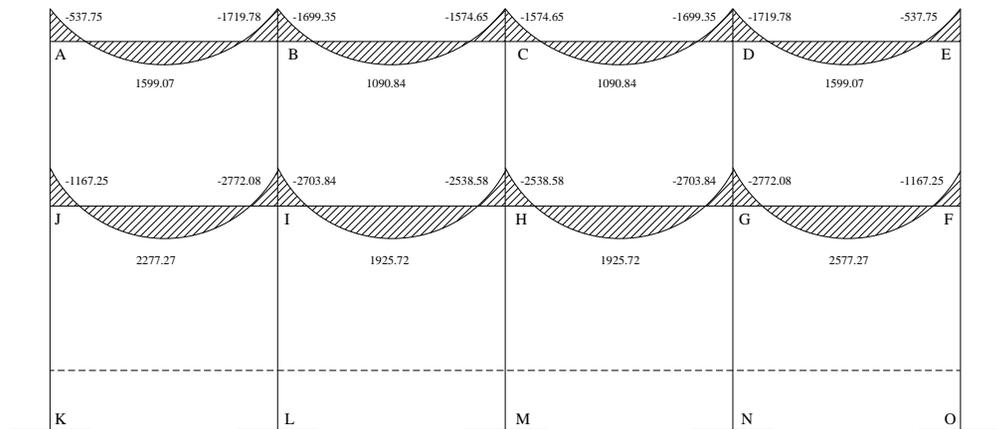
Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje Y, edificio 2**



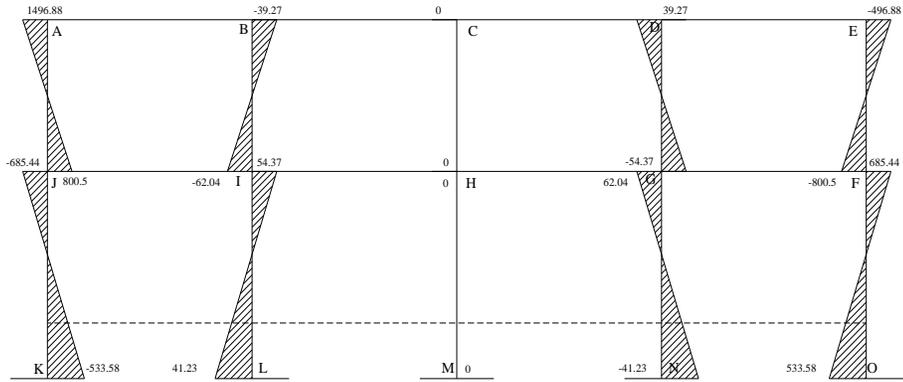
Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje X, edificio 3**



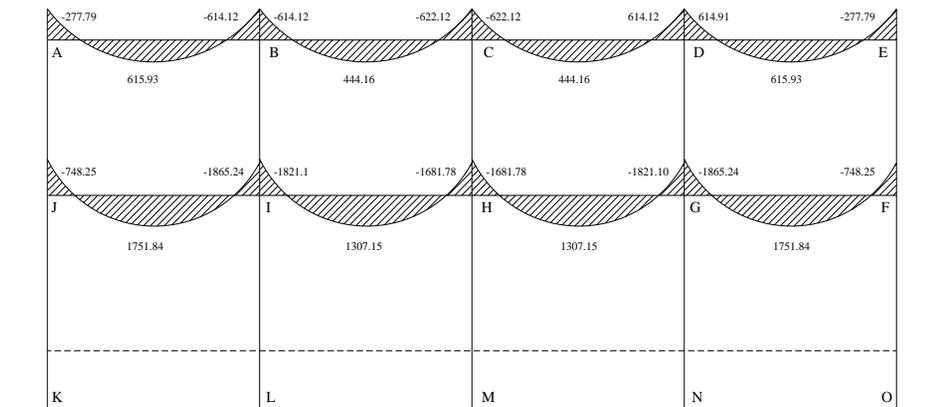
Fuente: elaboración propia.

Figura 42. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje X, edificio 3**



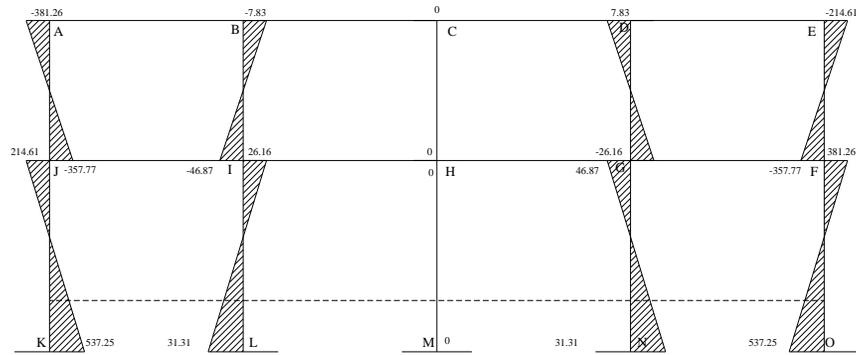
Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje X, edificio 3**



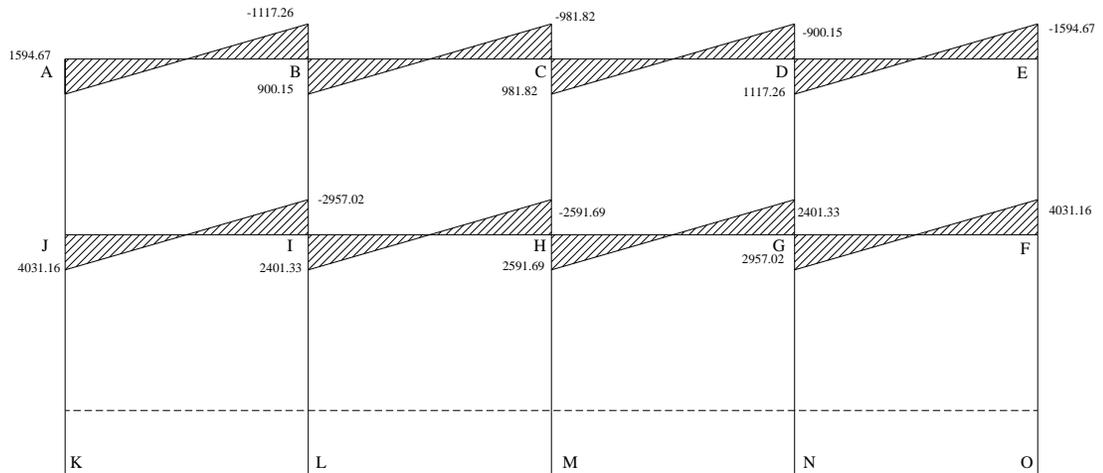
Fuente: elaboración propia.

Figura 44. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje X, edificio 3**



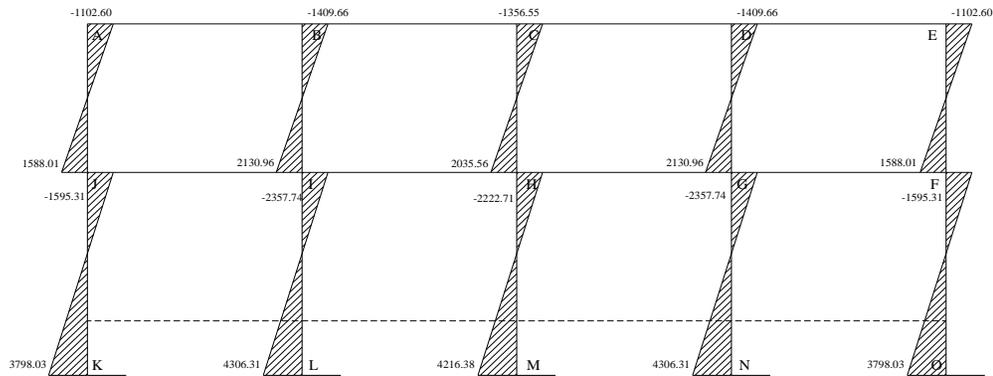
Fuente: elaboración propia.

Figura 45. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje X, edificio 3**



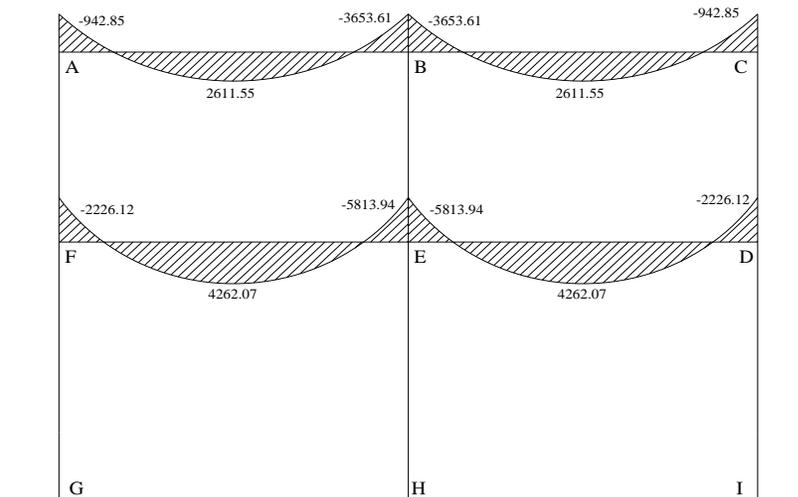
Fuente: elaboración propia.

Figura 46. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje X, edificio 3**



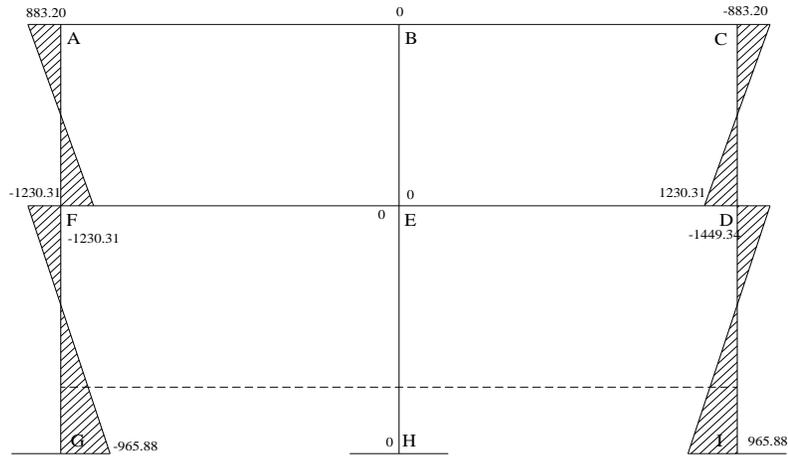
Fuente: elaboración propia.

Figura 47. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje Y, edificio 3**



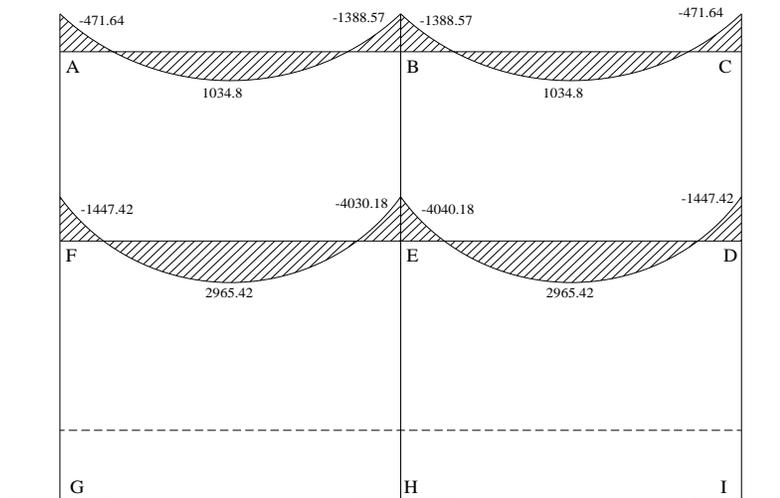
Fuente: elaboración propia.

Figura 48. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje Y, edificio 3**



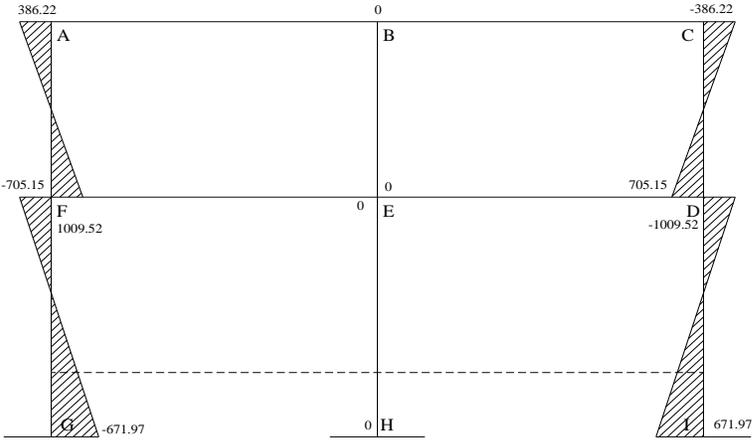
Fuente: elaboración propia.

Figura 49. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje Y, edificio 3**



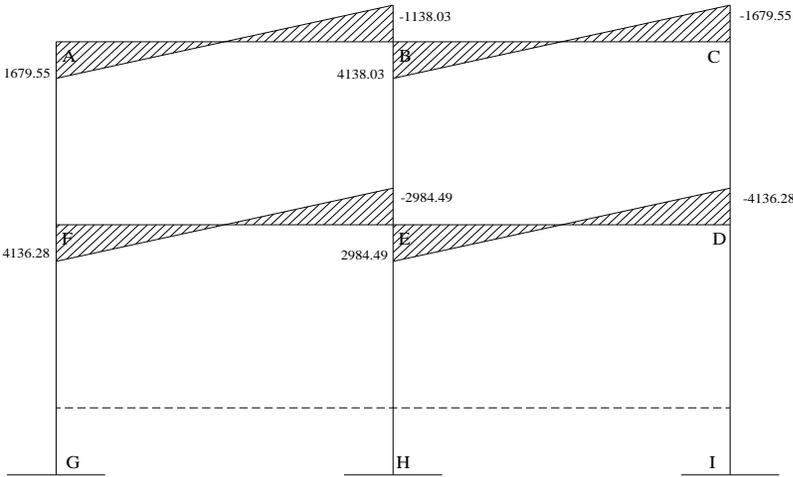
Fuente: elaboración propia.

Figura 50. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje Y, edificio 3**



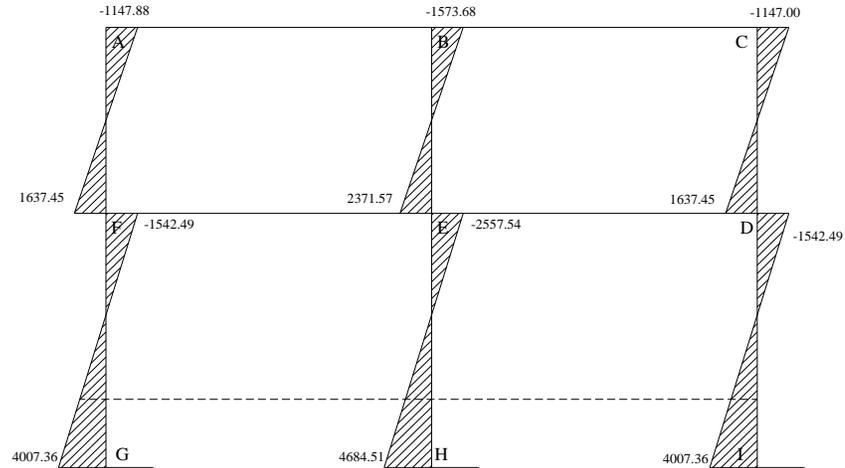
Fuente: elaboración propia.

Figura 51. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje Y, edificio 3**



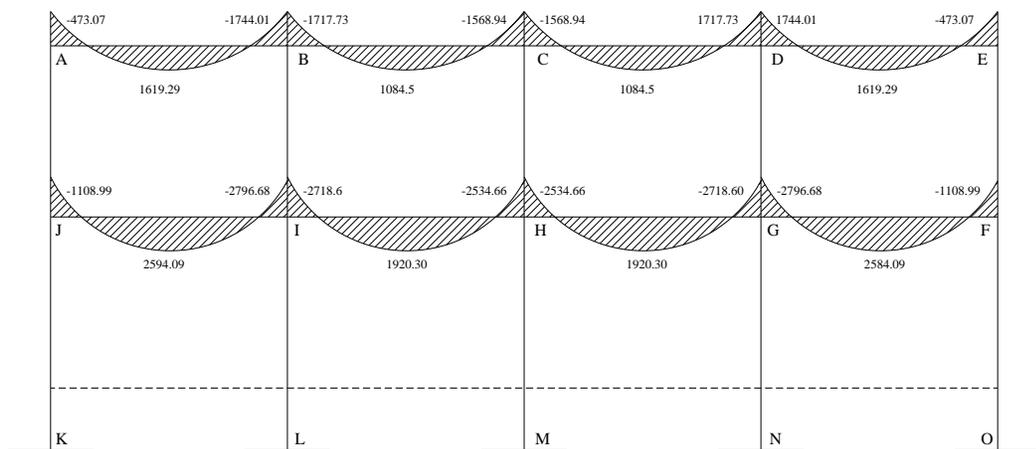
Fuente: elaboración propia.

Figura 52. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje Y, edificio 3**



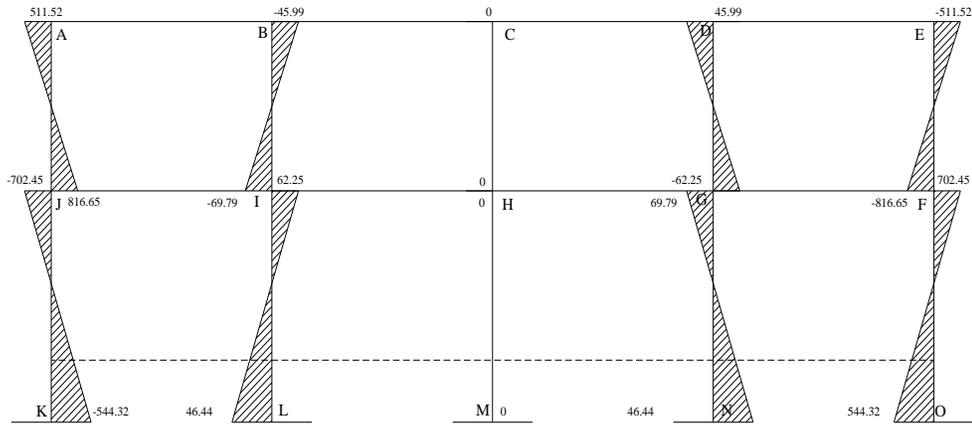
Fuente: elaboración propia.

Figura 53. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje X, edificio 4**



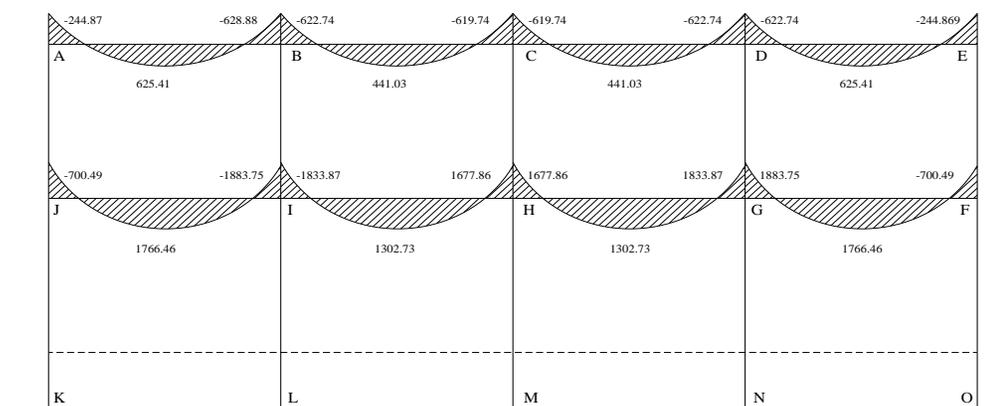
Fuente: elaboración propia.

Figura 54. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje X, edificio 4**



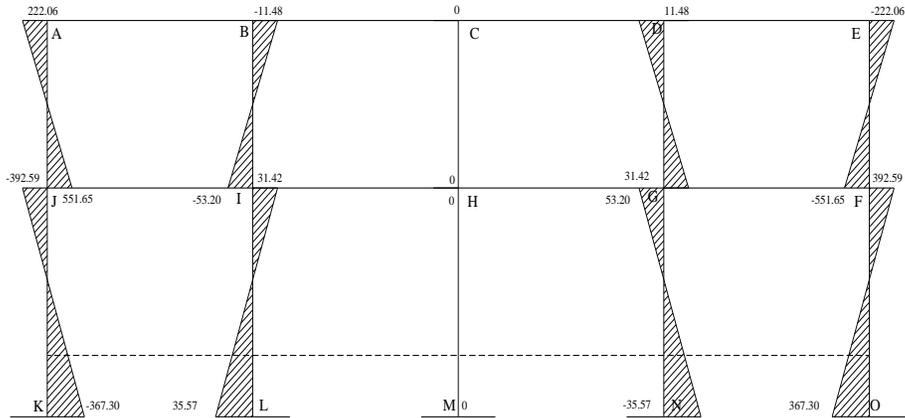
Fuente: elaboración propia.

Figura 55. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje X, edificio 4**



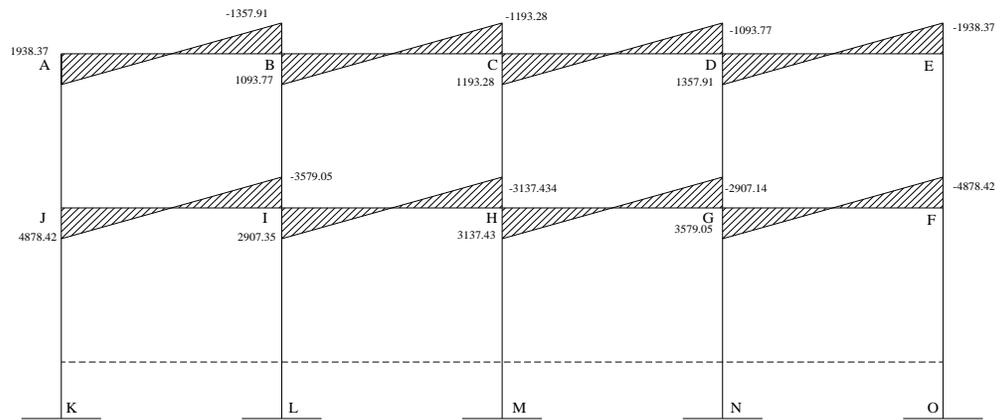
Fuente: elaboración propia.

Figura 56. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje X, edificio 4**



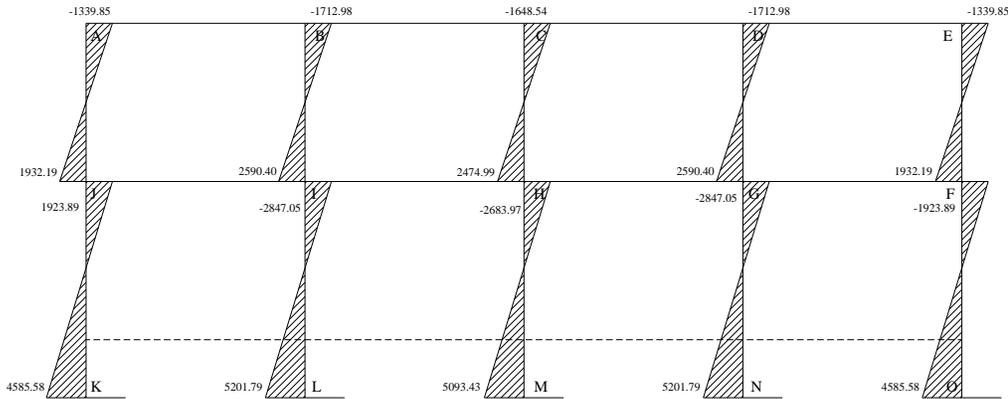
Fuente: elaboración propia.

Figura 57. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje X, edificio 4**



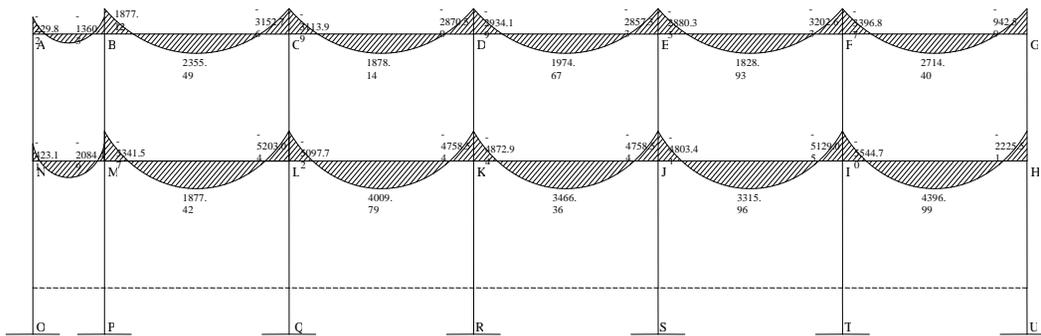
Fuente: elaboración propia.

Figura 58. Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje X, edificio 4



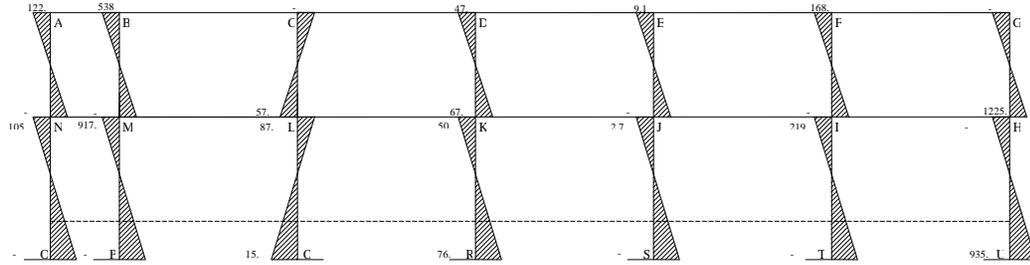
Fuente: elaboración propia.

Figura 59. Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga muerta, marco eje Y, edificio 4



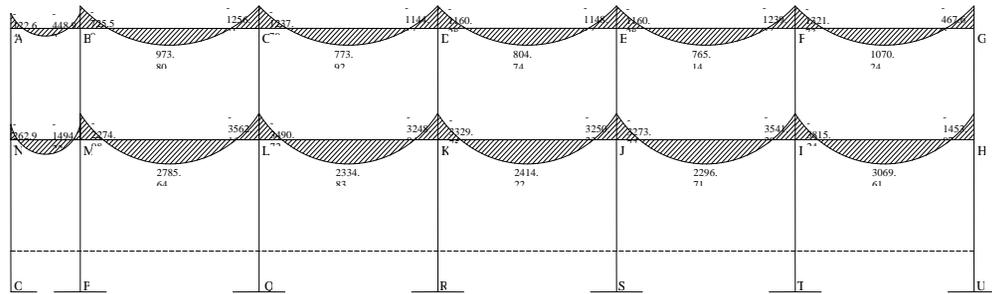
Fuente: elaboración propia.

Figura 60. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga muerta, marco eje Y, edificio 4**



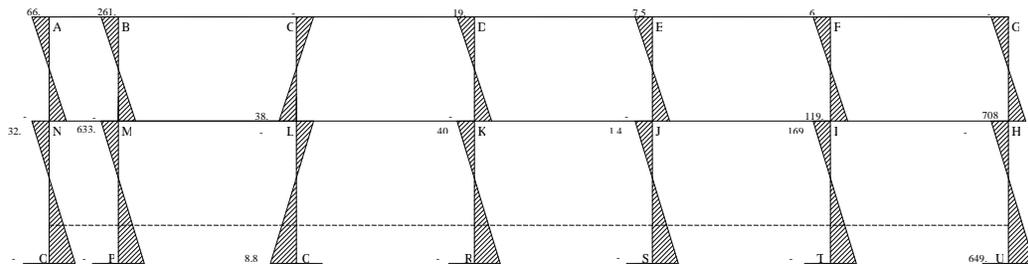
Fuente: elaboración propia.

Figura 61. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga viva, marco eje Y, edificio 4**



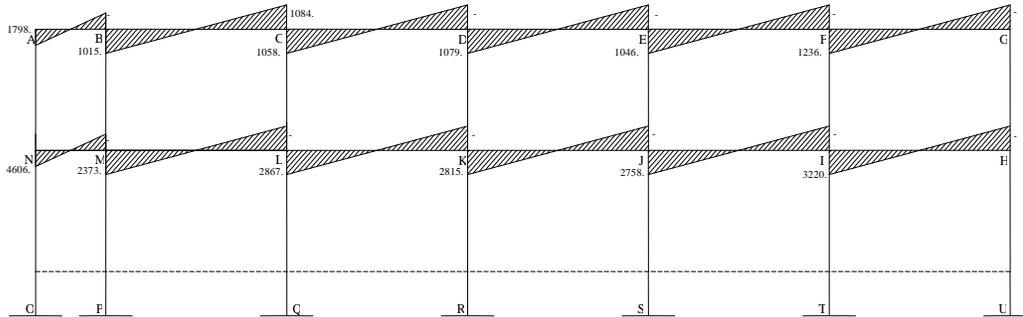
Fuente: elaboración propia.

Figura 62. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga viva, marco eje Y, edificio 4**



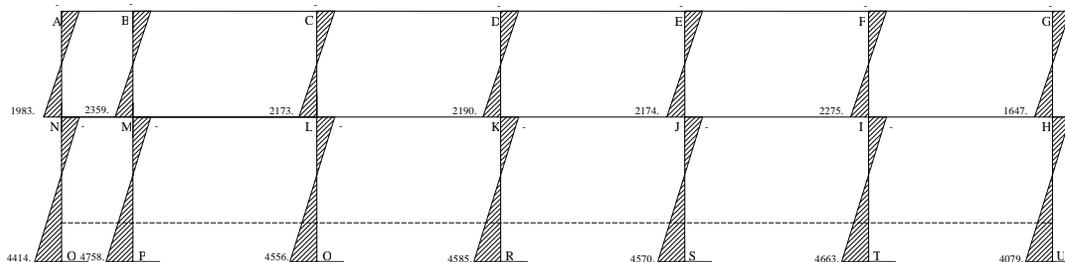
Fuente: elaboración propia.

Figura 63. **Diagrama de momentos (Kg-m) para vigas carga sísmica, marco eje Y, edificio 4**



Fuente: elaboración propia.

Figura 64. **Diagrama de momentos (Kg-m) para columnas carga sísmica, marco eje Y, edificio 4**



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.4.3.1. Momentos últimos (envolvente de momentos)

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir al superponer los efectos de carga muerta, carga viva y carga de sismo, tanto en vigas como en columnas. Las diferentes combinaciones para la envolvente de momentos que recomienda ACI son:

- Para los momentos últimos negativos en vigas:

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

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

- a) Para los momentos últimos positivos en vigas:

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

- Para los momentos últimos en columnas:

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

$$M_c = 0,75( 1,4M_{CM} + 1,7M_{CV} - 1,87M_S )$$

Para los momentos últimos negativos en vigas: (Kg-m)

Edificio 1 eje Y

Segundo nivel:

$$M_{AB(-)} = 0,75 * ((1,4*231,84) + (1,7*121,99) + (1,87*2041,81)) = 3268,92$$

$$M_{BA(-)} = 0,75 * ((1,4*1235,21) + (1,7*443,84) + (1,87*1317,23)) = 3736,18$$

$$M_{BC(-)} = 0,75 * ((1,4*1808,30) + (1,7*746,56) + (1,87*1067,61)) = 4389,46$$

$$M_{CB(-)} = 0,75 * ((1,4*3294,40) + (1,7*1333,90) + (1,87*1098,14)) = 6774,71$$

$$M_{CD(-)} = 0,75 * ((1,4*3450,49) + (1,7*1399,08) + (1,87*1395,93)) = 7442,98$$

$$M_{DC(-)} = 0,75 * ((1,4*951,51) + (1,7*469,99) + (1,87*1872,44)) = 4249,18$$

Primer Nivel:

$$M_{HG(-)} = 0,75 * ((1,4*443,73) + (1,7*277,11) + (1,87*5477,62)) = 8515,31$$

$$M_{GH(-)} = 0,75 * ((1,4*1967,76) + (1,7*1398,65) + (1,87*3815,25)) = 9267,52$$

$$M_{GF(-)} = 0,75 * ((1,4*3339,97) + (1,7*2254,95) + (1,87*2717,78)) = 10303,32$$

$$M_{FG(-)} = 0,75 * ((1,4*5480,32) + (1,7*3783,98) + (1,87*2974,76)) = 14934,01$$

$$M_{FE(-)} = 0,75 * ((1,4*5787,26) + (1,7*3982,06) + (1,87*3871,00)) = 16775,49$$

$$M_{EF(-)} = 0,75 * ((1,4*2223,52) + (1,7*1460,24) + (1,87*4938,60)) = 11194,33$$

Para los momentos últimos positivos en vigas: (Kg-m)

$$M_{\curvearrowright} = 1,4M_{CM} + 1,7M_{CV}$$

Segundo Nivel:

$$M_{AB(+)} = (1,4 * 0) + (1,7 * 0) = 0$$

$$M_{BC(+)} = (1,4 * 2142,65) + (1,7 * 924,67) = 4639,31$$

$$M_{CD(+)} = (1,4 * 2518,24) + (1,7 * 1030,37) = 5353,87$$

Primer Nivel:

$$M_{HG(+)} = (1,4 * 0) + (1,7 * 0) = 0$$

$$M_{GF(+)} = (1,4 * 3871,95) + (1,7 * 2684,77) = 10157,80$$

$$M_{FE(+)} = (1,4 * 4276,74) + (1,7 * 2983,07) = 11250,58$$

Momentos últimos en columnas:

$$M_{col} = 0,75(1,4M_{CM} + 1,7M_{CV} + 1,87M_s)$$

Segundo Nivel:

$$M_{BG} = 0,75 * (1,4*573,07 + 1,7*281,00 + 1,87*1709,88) = 3372,94$$

$$M_{GB} = 0,75 * (1,4*804,80 + 1,7*464,36 + 1,87*2706,65) = 5256,63$$

$$M_{CF} = 0,75 * (1,4*122,05 + 1,7*47,08 + 1,87*1709,65) = 2588,97$$

$$M_{FC} = 0,75 * (1,4*165,66 + 1,7*79,25 + 1,87*2575,06) = 3890,98$$

$$M_{DE} = 0,75 * (1,4*893,09 + 1,7*392,03 + 1,87*1275,06) = 3247,25$$

$$M_{ED} = 0,75 * (1,4*1166,32 + 1,7*675,76 + 1,87*1868,02) = 4740,22$$

Segundo Nivel:

$$M_{BC} = 0,75 * (1,4*104,91 + 1,7*38,90 + 1,87*2331,49) = 3431,91$$

$$M_{CB} = 0,75 * (1,4*158,22 + 1,7*88,86 + 1,87*5433,43) = 7904,33$$

$$M_{ED} = 0,75 * (1,4* 933,01 + 1,7*647,80 + 1,87*2935,53) = 5953,98$$

$$M_{DE} = 0,75 * (1,4* 730,77 + 1,7*509,85 + 1,87*5851,06) = 9648,08$$

$$M_{HI} = 0,75 * (1,4* 123,16 + 1,7*99,45 + 1,87*2695,08) = 4040,62$$

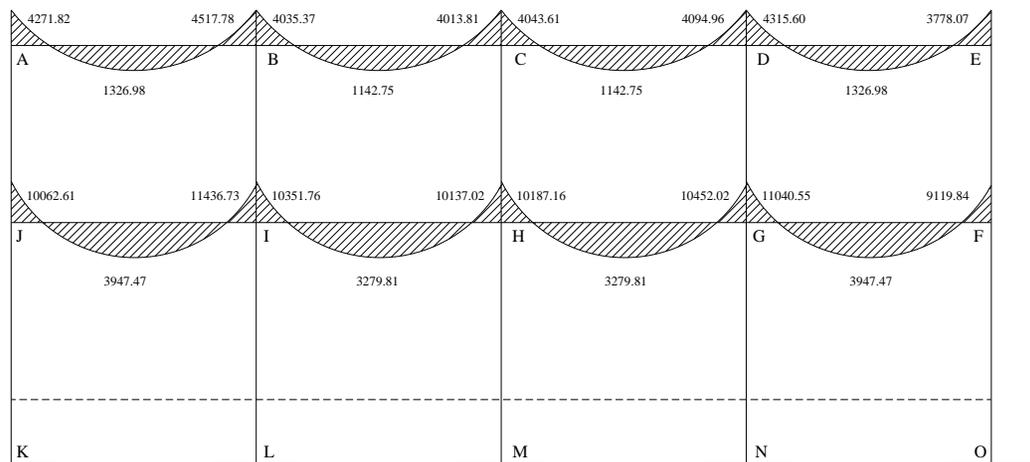
$$M_{IH} = 0,75 * (1,4*170,83 + 1,7*130,73 + 1,87*5695,82) = 8325,20$$

$$M_{KJ} = 0,75 * (1,4*1444,16 + 1,7*1007,09 + 1,87*1696,19) = 5227,91$$

$$M_{JK} = 0,75 * (1,4* 912,82 + 1,7*634,34 + 1,87*4994,18) = 8802,22$$

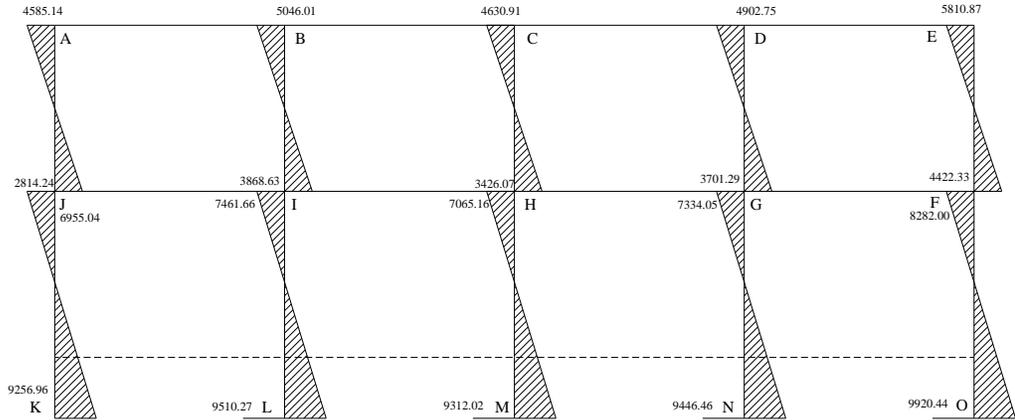
Para el eje X y para los demás edificios, se aplica el mismo procedimiento.

Figura 65. **Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje X, edificio 1**



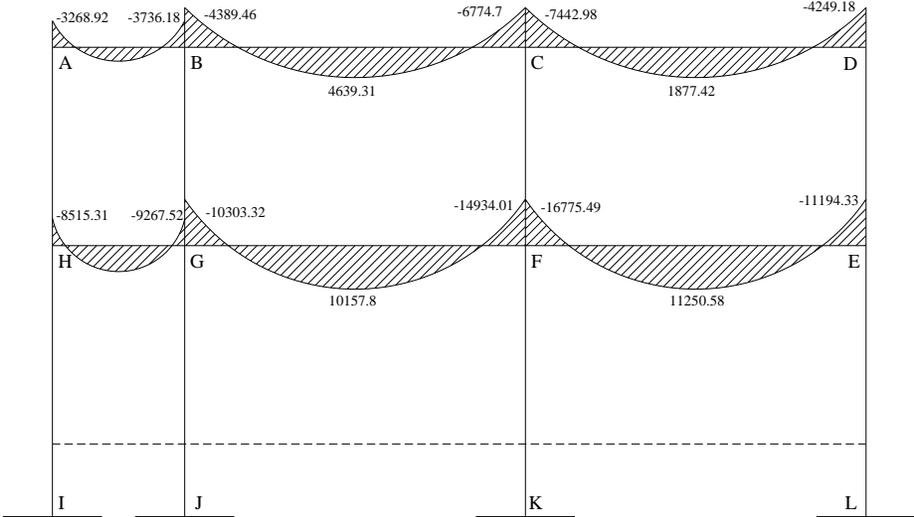
Fuente: elaboración propia.

Figura 66. Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje X, edificio 1



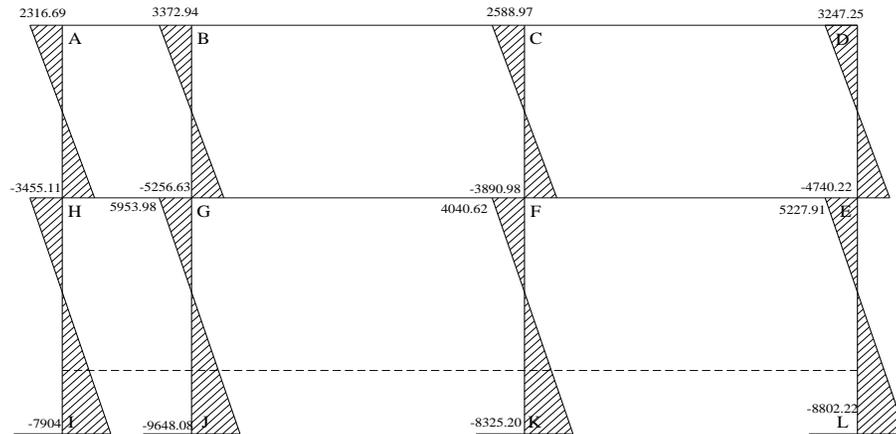
Fuente: elaboración propia.

Figura 67. Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje Y, edificio 1



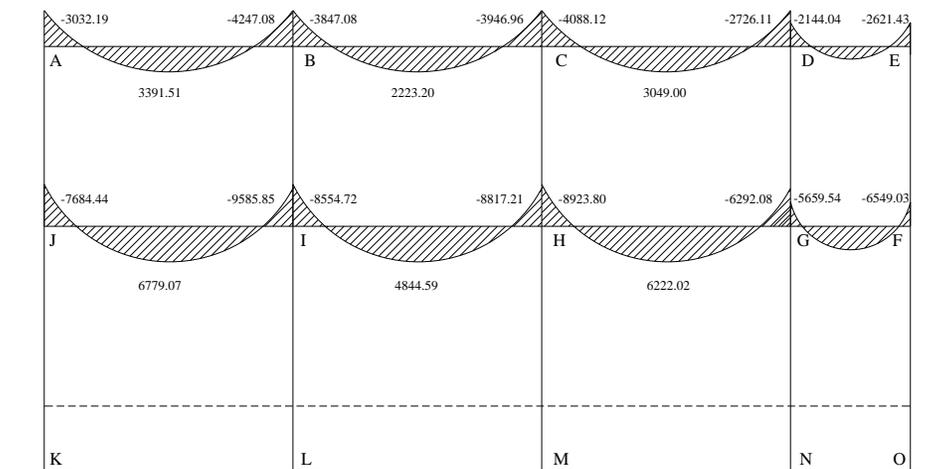
Fuente: elaboración propia.

Figura 68. **Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje Y, edificio 1**



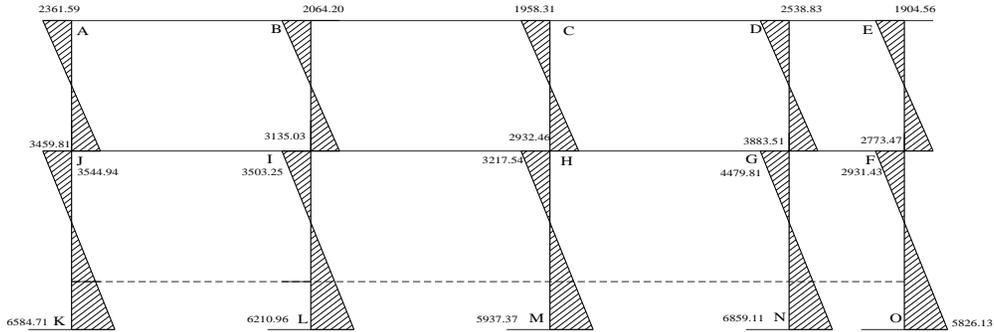
Fuente: elaboración propia.

Figura 69. **Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje X, edificio 2**



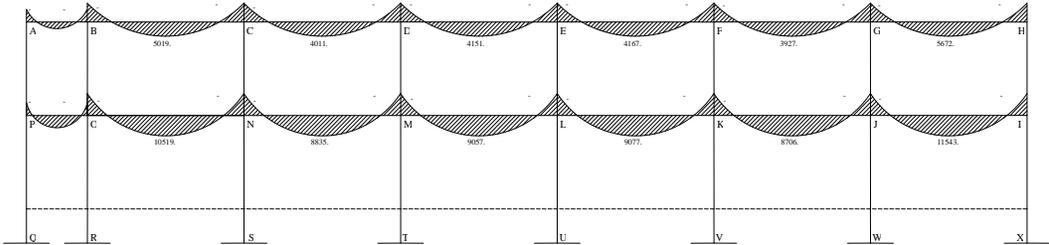
Fuente: elaboración propia.

Figura 70. Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje X, edificio 2



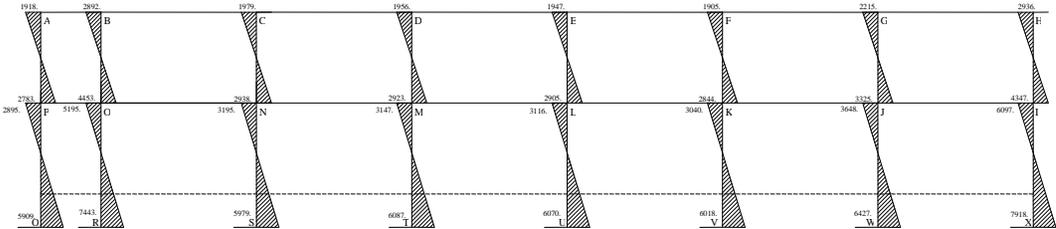
Fuente: elaboración propia.

Figura 71. Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje Y, edificio 2



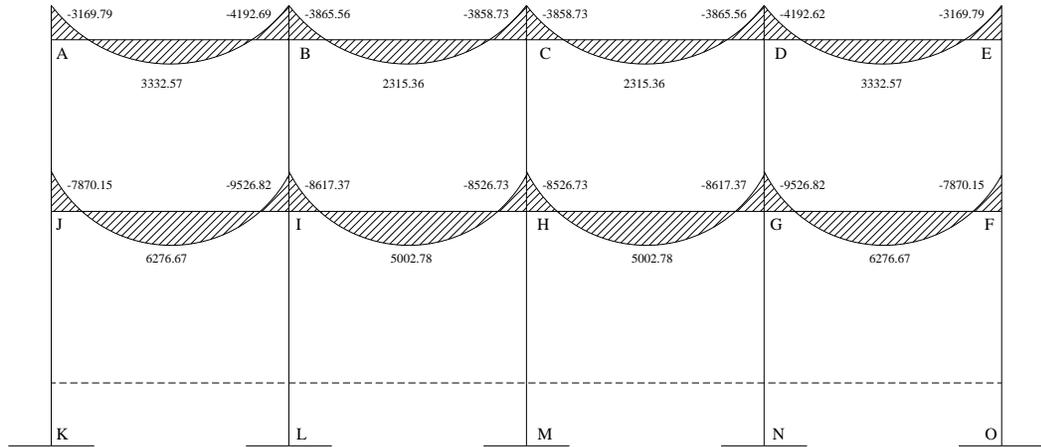
Fuente: elaboración propia.

Figura 72. Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje Y, edificio 2



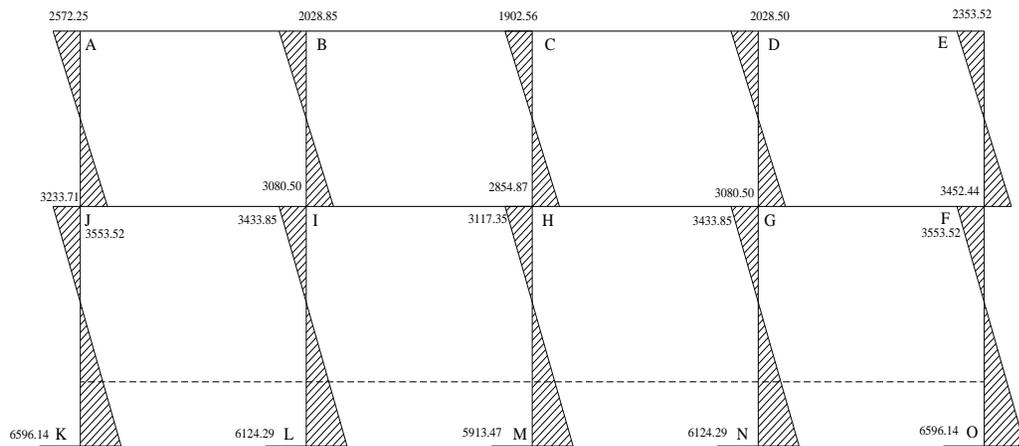
Fuente: elaboración propia.

Figura 73. Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje X, edificio 3



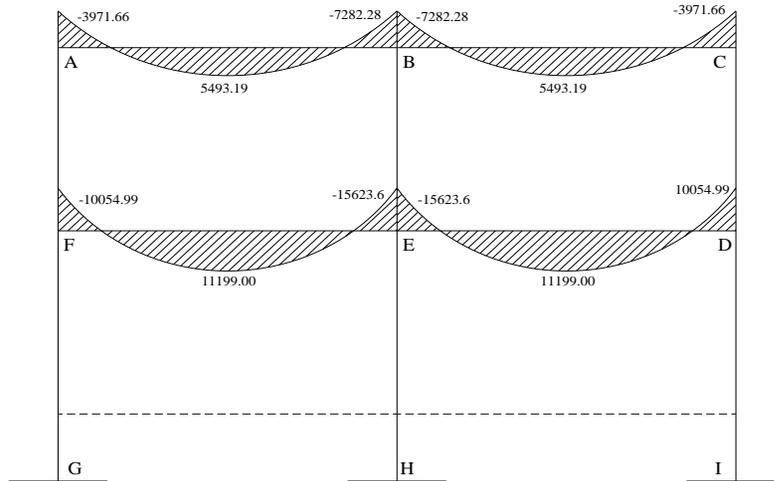
Fuente: elaboración propia.

Figura 74. Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje X, edificio 3



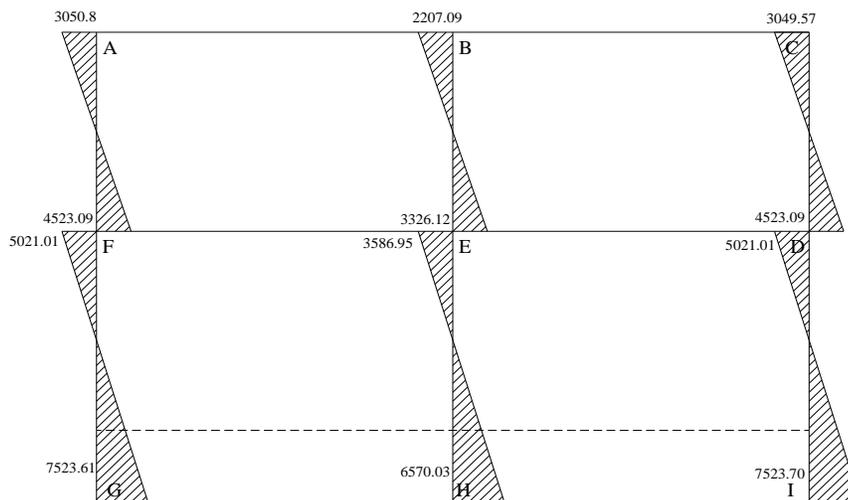
Fuente: elaboración propia.

Figura 75. **Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje Y, edificio 3**



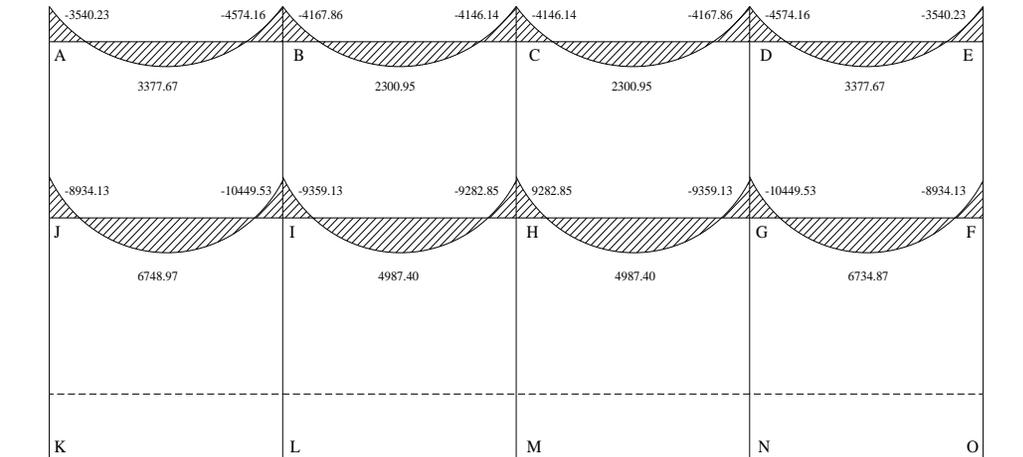
Fuente: elaboración propia.

Figura 76. **Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje Y, edificio 3**



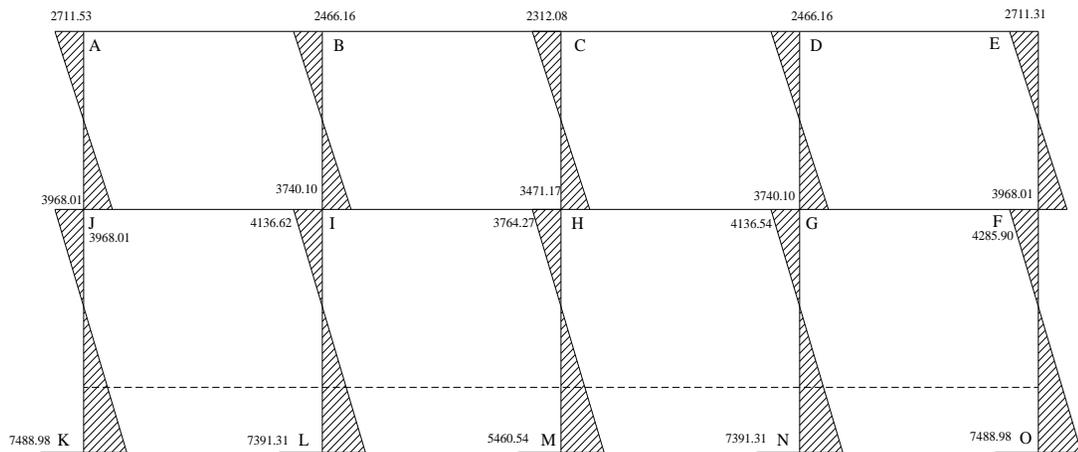
Fuente: elaboración propia.

Figura 77. **Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje X, edificio 4**



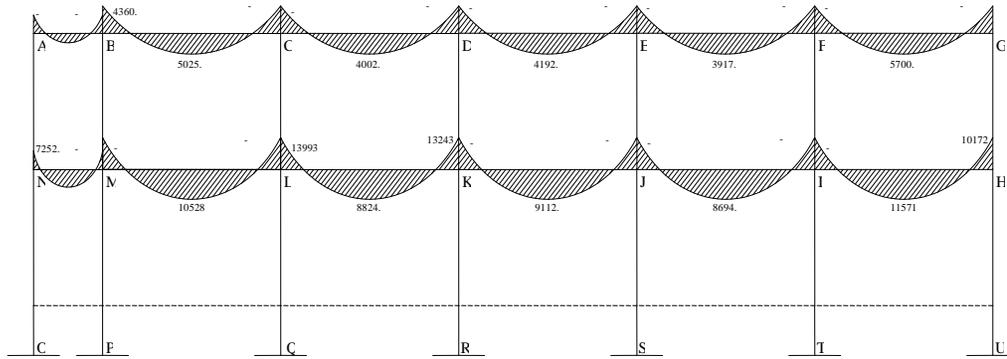
Fuente: elaboración propia.

Figura 78. **Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje X, edificio 4**



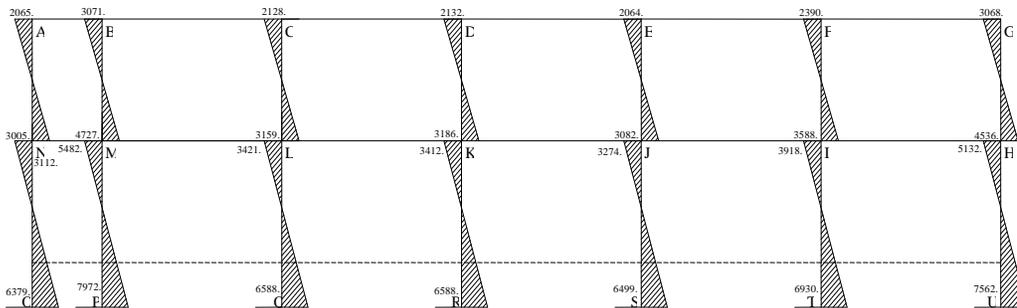
Fuente: elaboración propia.

Figura 79. **Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para vigas, marco eje Y, edificio 4**



Fuente: elaboración propia.

Figura 80. **Diagrama de momentos últimos (Kg-m) para columnas, marco eje Y, edificio 4**



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.4.3.2. Diagrama de cortes últimos en marcos dúctiles

Los esfuerzos cortantes en los elementos estructurales de los marcos se obtienen de las siguientes ecuaciones:

➤ Corte en vigas:

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

➤ Corte en columnas:

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

Cortes en vigas de eje Y:

Segundo Nivel:

$$V_{AB} = 0,75 * \left( \frac{1,4 * 399,84 * 2}{2} + \frac{1,7 * 200 * 2}{2} + \frac{1,87 * (2041,81 + 1317,23)}{2} \right)$$

$$= 2909,60$$

$$V_{BC} = 0,75 * \left( \frac{1,4 * 1001,57 * 5,15}{2} + \frac{1,7 * 485,43 * 5,15}{2} + \frac{1,87 * (1067,61 + 1098,14)}{5,15} \right)$$

$$= 4957,74$$

$$V_{CD} = 0,75 * \left( \frac{1,4 * 1001,57 * 5,15}{2} + \frac{1,7 * 485,43 * 5,15}{2} + \frac{1,87 * (1395,93 + 1872,44)}{5,15} \right)$$

$$= 5258,01$$

Primer Nivel:

$$V_{HG} = 0,75 * \left( \frac{1,4 * 539,84 * 2}{2} + \frac{1,7 * 500 * 2}{2} + \frac{1,87 * (5477,62 + 3815,25)}{2} \right)$$

$$= 7743,76$$

$$V_{GF} = 0,75 * \left( \frac{1,4 * 2381,09 * 5,15}{2} + \frac{1,7 * 1486,6 * 5,15}{2} + \frac{1,87 * (2717,78 + 2974,76)}{5,15} \right)$$

$$= 13\ 058,35$$

$$V_{FE} = 0,75 * \left( \frac{1,4 * 2381,09 * 5,15}{2} + \frac{1,7 * 1486,6 * 5,15}{2} + \frac{1,87 * (3871,00 + 4938,60)}{5,15} \right)$$

$$= 13\,907,22$$

Cortes últimos en columnas: (Kg.)

Cortes en columnas eje Y:

Segundo Nivel:

$$V_{AH} = \frac{2316,69 + 4355,11}{3,00} = 1923,93$$

$$V_{BG} = \frac{3372,94 + 5256,63}{3,00} = 2876,52$$

$$V_{CF} = \frac{2588,97 + 3890,98}{3,00} = 2159,98$$

$$V_{DE} = \frac{3247,25 + 4740,22}{3,00} = 2662,49$$

Primer Nivel:

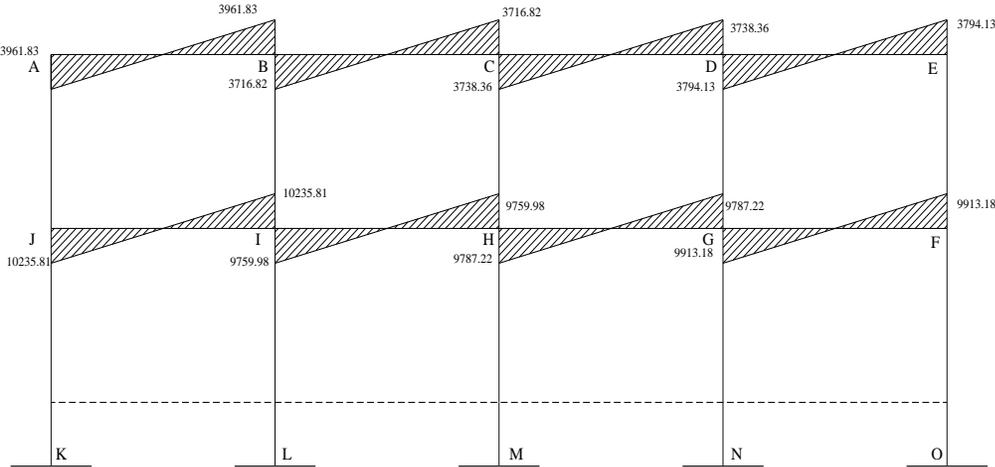
$$V_{BC} = \frac{2204,62 + 2878,20}{3,10} = 1639,62$$

$$V_{ED} = \frac{3138,44 + 3452,23}{3,10} = 2126,02$$

$$V_{HI} = \frac{3418,68 + 3673,34}{3,10} = 2287,75$$

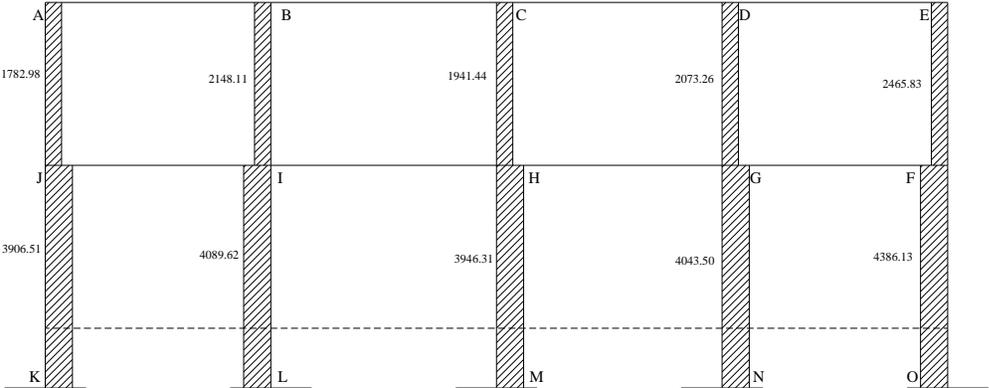
$$V_{KJ} = \frac{2357,37 + 2950,70}{3,10} = 1712,28$$

Figura 81. Diagrama de cortes últimos (Kg) para vigas, marco eje X, edificio 1



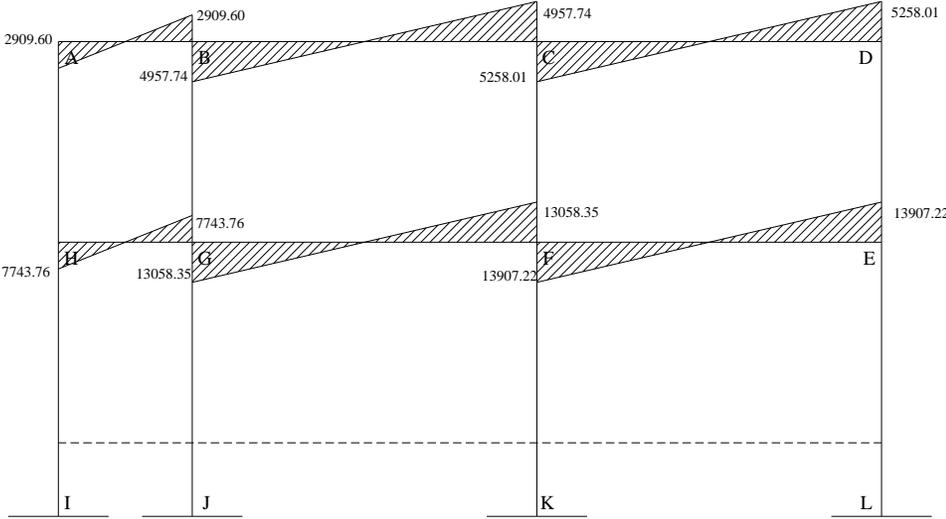
Fuente: elaboración propia.

Figura 82. Diagrama de cortes últimos (Kg) para columnas, marco eje X, edificio 1



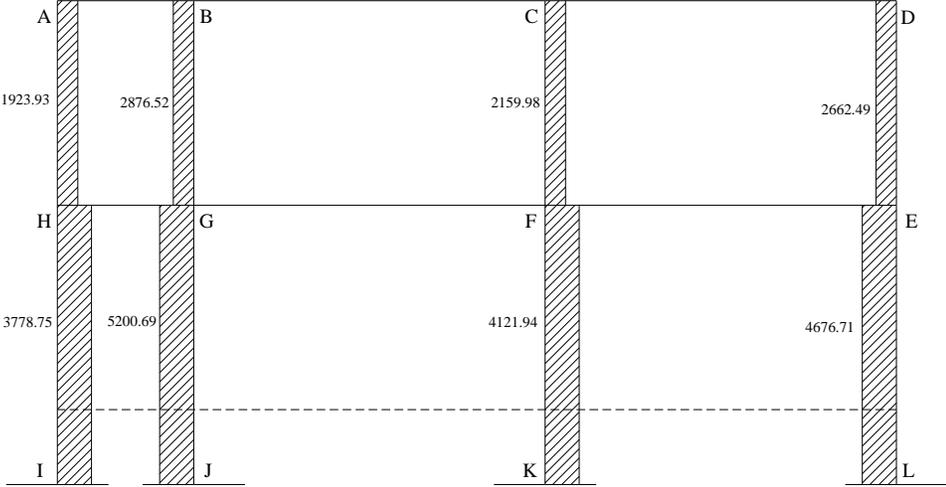
Fuente: elaboración propia.

Figura 83. Diagrama de cortes últimos (Kg) para vigas, marco eje Y, edificio 1



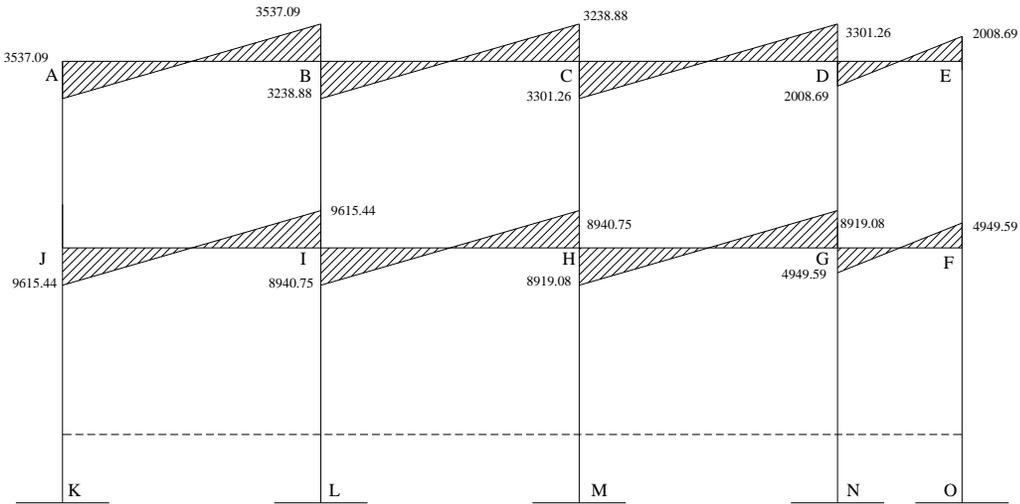
Fuente: elaboración propia.

Figura 84. Diagrama de cortes últimos (Kg) para columnas, marco eje Y, edificio 1



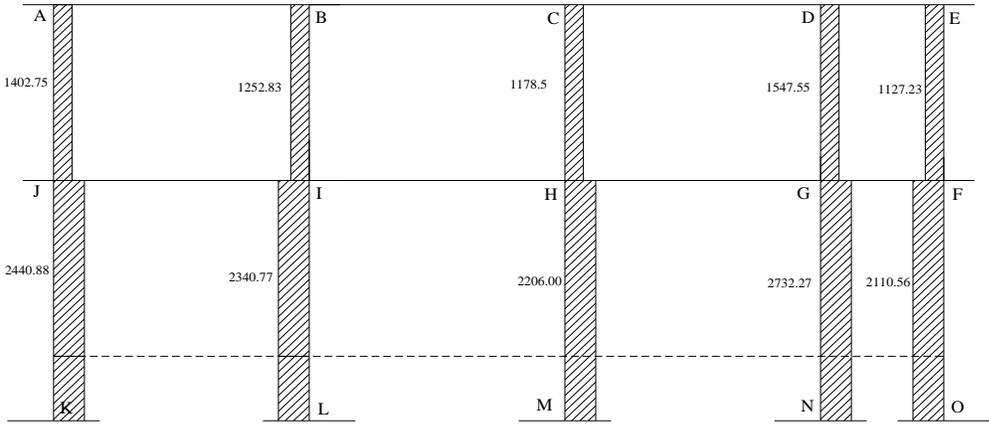
Fuente: elaboración propia.

Figura 85. Diagrama de cortes últimos (Kg) para vigas, marco eje X, edificio 2



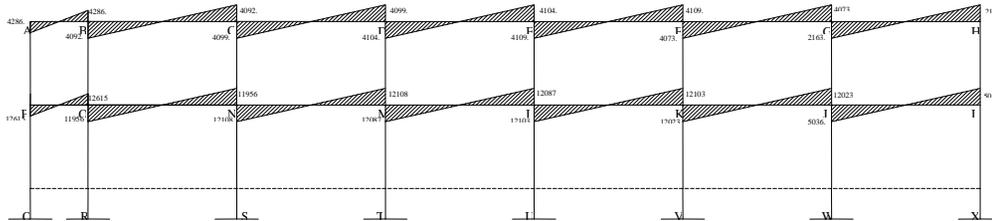
Fuente: elaboración propia.

Figura 86. Diagrama de cortes últimos (Kg) para columnas, marco eje X, edificio 2



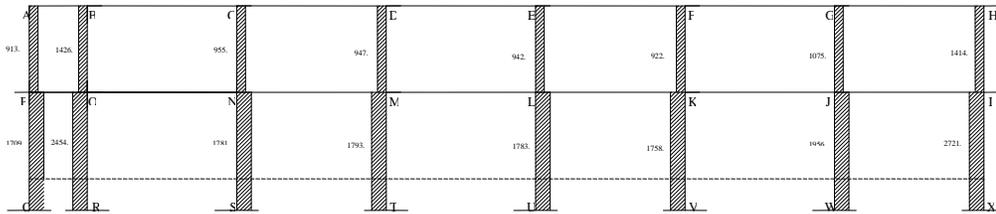
Fuente: elaboración propia.

Figura 87. **Diagrama de cortes últimos (Kg) para vigas, marco eje Y, edificio 2**



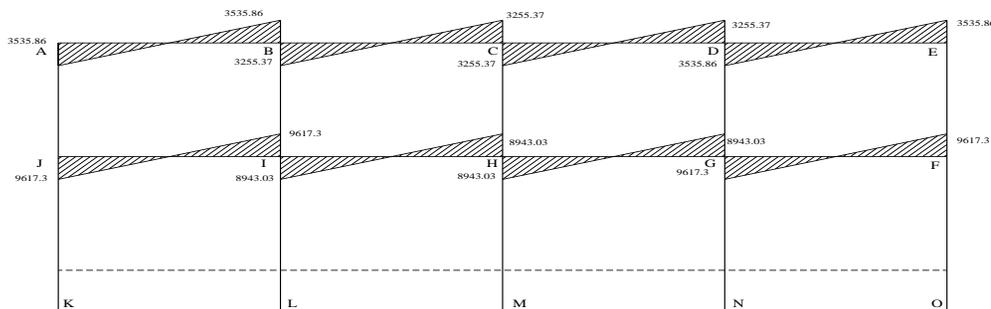
Fuente: elaboración propia.

Figura 88. **Diagrama de cortes últimos (Kg) para columnas, marco eje Y, edificio 2**



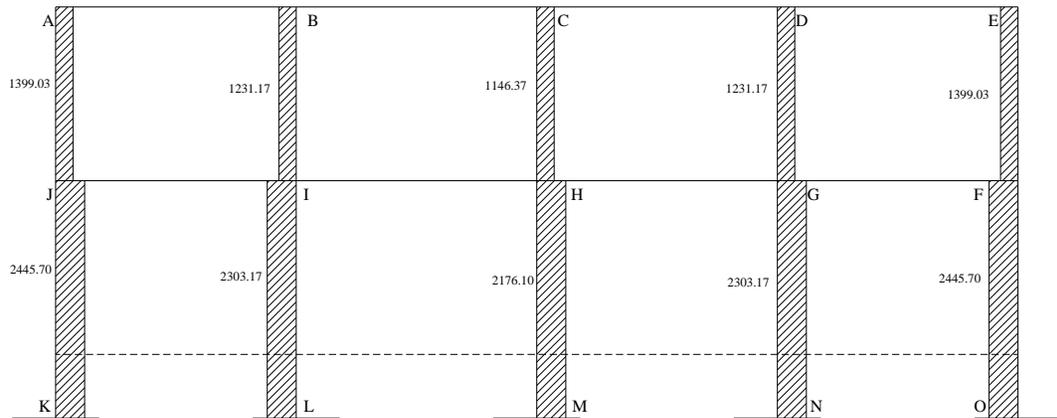
Fuente: elaboración propia.

Figura 89. **Diagrama de cortes últimos (Kg) para vigas, marco eje X, edificio 3**



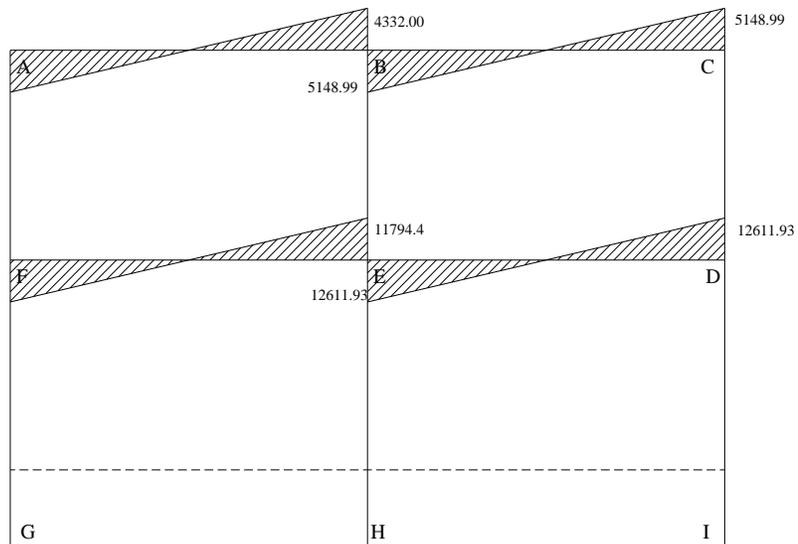
Fuente: elaboración propia.

Figura 90. **Diagrama de cortes últimos (Kg) para columnas, marco eje X, edificio 3**



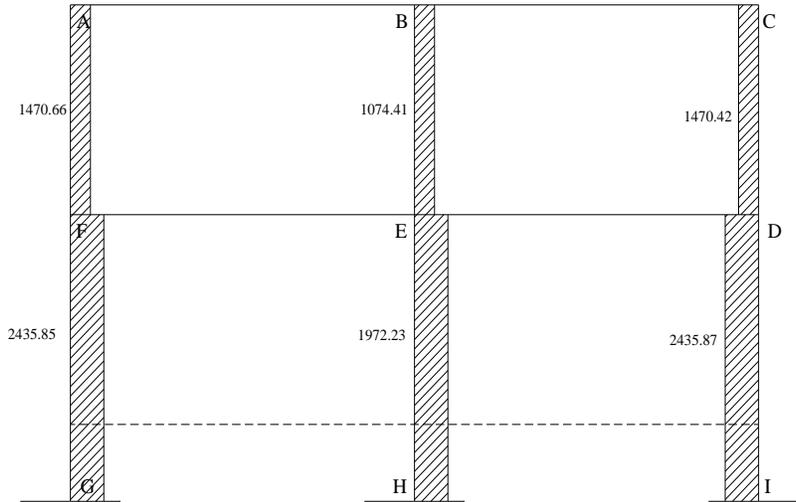
Fuente: elaboración propia.

Figura 91. **Diagrama de cortes últimos (Kg) para vigas, marco eje Y, edificio 3**



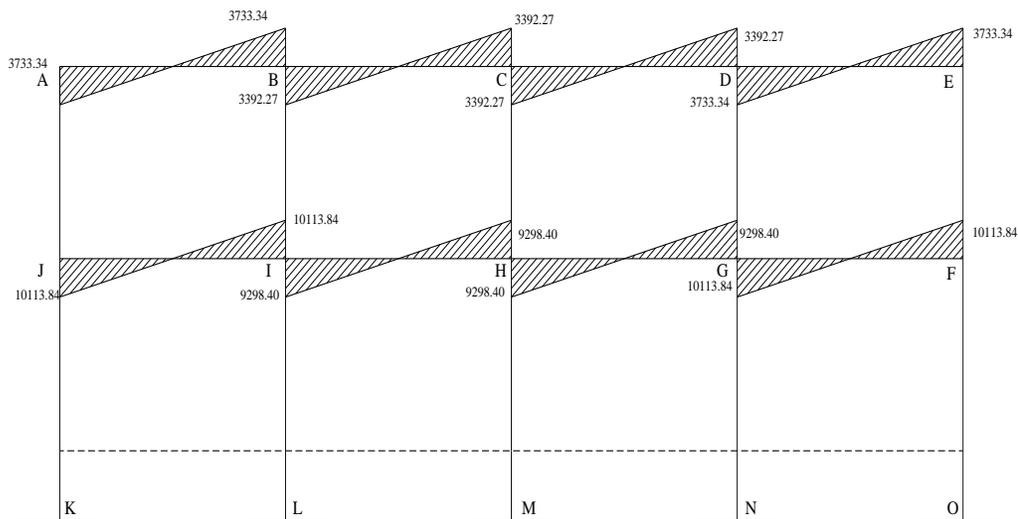
Fuente: elaboración propia.

Figura 92. **Diagrama de cortes últimos (Kg) para columnas, marco eje Y, edificio 3**



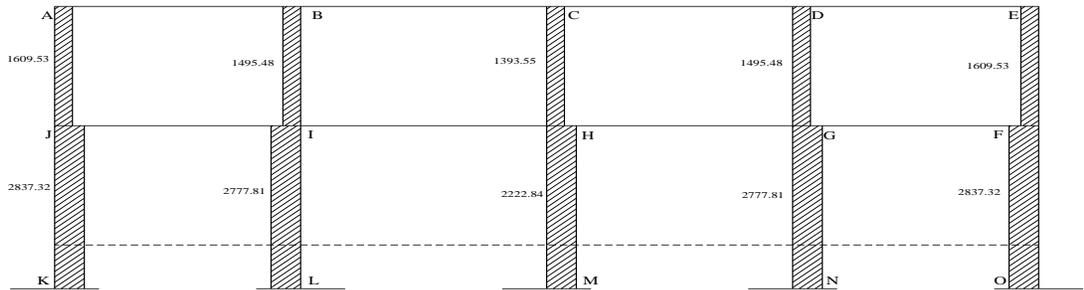
Fuente: elaboración propia.

Figura 93. **Diagrama de cortes últimos (Kg) para vigas, marco eje X, edificio 4**



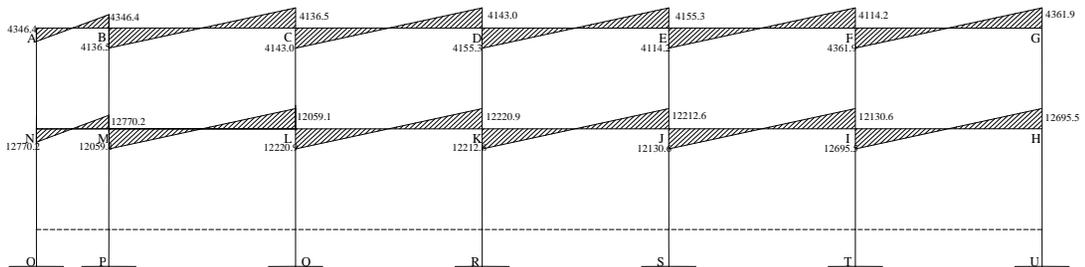
Fuente: elaboración propia.

Figura 94. Diagrama de cortes últimos (Kg) para columnas, marco eje X, edificio 4



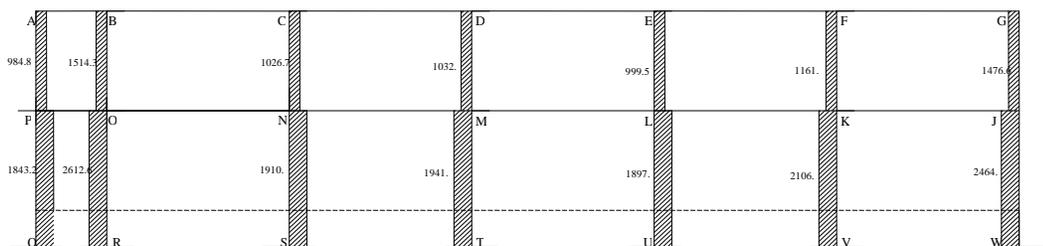
Fuente: elaboración propia.

Figura 95. Diagrama de cortes últimos (Kg) para vigas, marco eje Y, edificio 4



Fuente: elaboración propia.

Figura 96. Diagrama de cortes últimos (Kg) para columnas, marco eje Y, edificio 4



Fuente: elaboración propia.

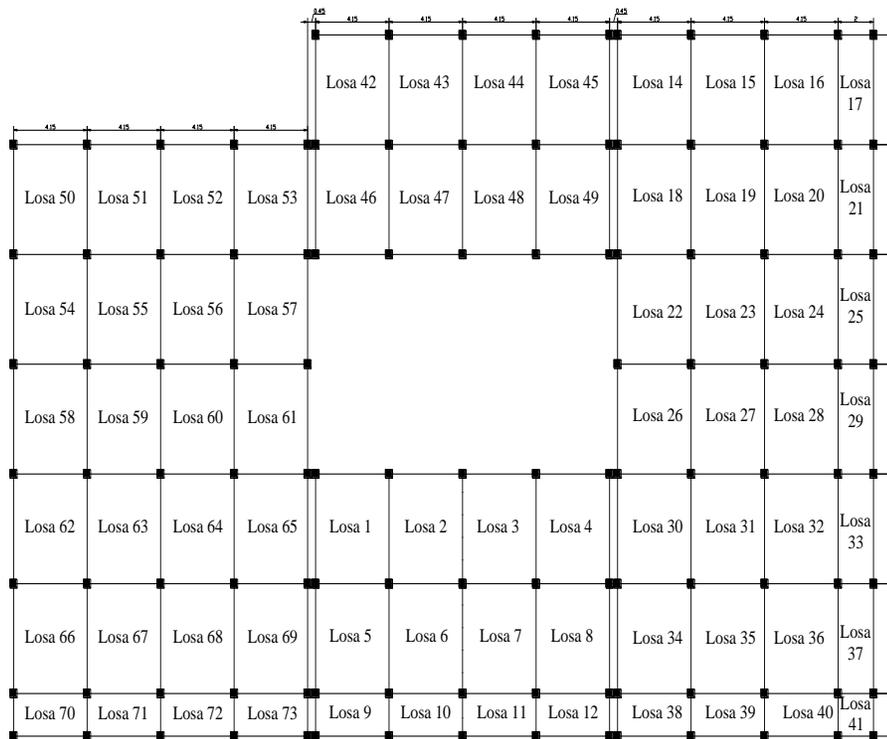
## 2.1.5. Diseño estructural

### 2.1.5.1. Losas

Las losas son elementos horizontales, que sirven para proporcionar superficies planas de circulación útiles. Por lo regular van apoyadas a las vigas y se funden monolíticamente con estas. Para el diseño se utilizó el método 3 del código ACI, (ver anexo 2, 3,4).

#### 2.1.5.1.1. Losa nivel 1

Figura 97. Planta típica distribución de losas nivel 1



Fuente: elaboración propia.

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

Relación a/b:

a = Lado corto de losa

b = Lado largo de losa

$m = a/b = 4,15 / 5,15 = 0,80 > 0,5$  trabaja en dos sentidos

Espesor de losa:

Por su espesor, puede dividirse en cascarones ( $t < 0,09$ ), planas ( $0,09 \leq t \leq 0,12$ ) y nervuradas ( $t \leq 0,12$ ).

$t = P/180 = 20/180 = 0,11$

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

Carga última ò carga de diseño:

$$\begin{aligned} CU &= 1,4CM + 1,7CV \\ &= 1,4 ((2400 * 0,12) + 100) + 1,7 (600) \\ &= 1563,20 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja unitaria de 1,00 mt de ancho:

$$CUu = (1563,20 \text{ Kg/m}^2) * (1,00 \text{ m}) = 1563,20 \text{ Kg/m.}$$

Momentos actuantes:

Momentos negativos:

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

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

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

Donde:

a = Dimensión del lado corto considerado de la losa.

b = Dimensión del lado largo considerado de la losa.

C = Coeficiente de tablas ACI

Momentos positivos:

$$M_{a+} = C_{a+} * C_{Vu} * a^2 + C_{a+} * C_{Mu} * a^2$$

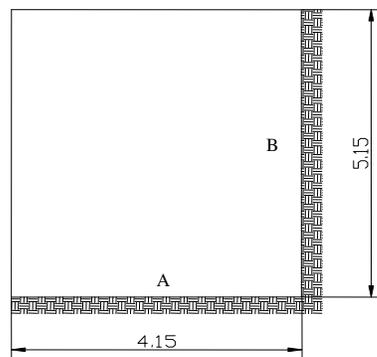
$$M_{b+} = C_{b+} * C_{Vu} * b^2 + C_{b+} * C_{Mu} * b^2$$

Donde:

$$C_{Vu} = 1,7 C_V$$

$$C_{Mu} = 1,4 C_M$$

Figura 98. Losa 1, 4, 14, 42, 45, 46, 49, 50, 53



Fuente: elaboración propia.

$$m = 4,15/5,15 = 0,805 \rightarrow \text{caso 4.}$$

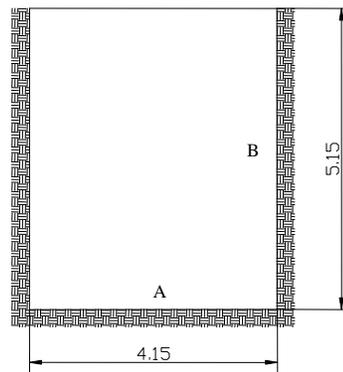
$$M_{a(-)} = 0,071 * 1563,20 \text{Kg/m}^2 * (4,15\text{m})^2 = 1911,47 \text{Kg-m}$$

$$M_{b(-)} = 0,029 * 1563,20 \text{Kg/m}^2 * (5,15\text{m})^2 = 1202,34 \text{Kg-m}$$

$$M_{a(+)} = (0,048 * 1020 * 4,15^2) + (0,039 * 543,2 * 4,15^2) = 1202,02 \text{ Kg-m}$$

$$M_{b(+)} = (0,020 * 1020 * 5,15^2) + (0,016 * 543,2 * 5,15^2) = 771,56 \text{ Kg-m}$$

Figura 99. Losa 2, 3, 15, 16, 43, 44, 47, 48, 51, 52



Fuente: elaboración propia.

$$m = 4,15/5,15 = 0,805 \rightarrow \text{caso 9.}$$

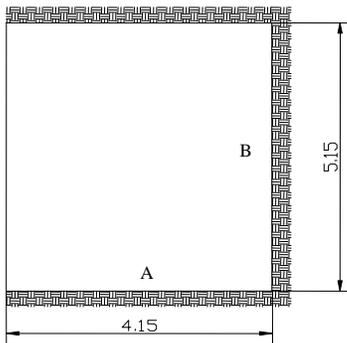
$$M_{a(-)} = 0,075 * 1563,20 \text{ Kg/m}^2 * (4,15 \text{ m})^2 = 2019,16 \text{ Kg-m}$$

$$M_{b(-)} = 0,017 * 1563,20 \text{ Kg/m}^2 * (5,15 \text{ m})^2 = 704,82 \text{ Kg-m}$$

$$M_{a(+)} = (0,042 * 1020 * 4,15^2) + (0,029 * 543,2 * 4,15^2) = 1009,11 \text{ Kg-m}$$

$$M_{b(+)} = (0,017 * 1020 * 5,15^2) + (0,010 * 543,2 * 5,15^2) = 603,97 \text{ Kg-m}$$

Figura 100. Losa 5, 8, 18, 22, 26, 30, 34, 54, 57, 58, 61, 62, 65, 66, 69



Fuente: elaboración propia.

$$m = 4.15/5.15 = 0.80 \rightarrow \text{caso 8.}$$

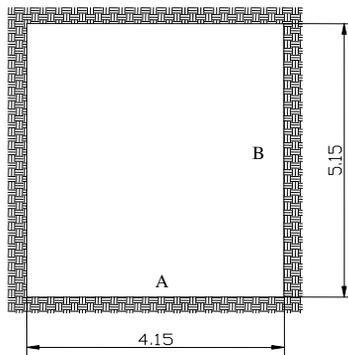
$$M_{a(-)} = 0,055 * 1563,20 \text{Kg/m}^2 * (4,15\text{m})^2 = 1480,72 \text{ Kg-m}$$

$$M_{b(-)} = 0,041 * 1563,20 \text{Kg/m}^2 * (5,15\text{m})^2 = 1699,86 \text{ Kg-m}$$

$$M_{a(+)} = (0,044 * 1020 * 4,15^2) + (0,032 * 543,2 * 4,15^2) = 1072,30 \text{ Kg-m}$$

$$M_{b(+)} = (0,019 * 1020 * 5,15^2) + (0,015 * 543,2 * 5,15^2) = 730,10 \text{ Kg-m}$$

Figura 101. Losa 6, 7, 19, 20, 23, 24, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 55, 56, 59, 60, 63, 64, 67, 68



Fuente: elaboración propia.

$$m = 4,15/5,15 = 0,80 \rightarrow \text{caso 2.}$$

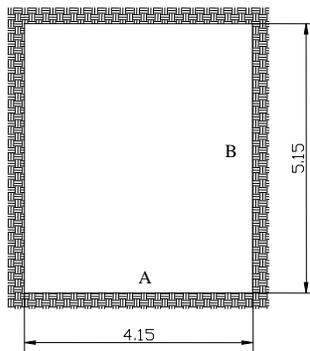
$$M_{a(-)} = 0,065 * 1563,20 \text{Kg/m}^2 * (4,15\text{m})^2 = 1480,72 \text{ Kg-m}$$

$$M_{b(-)} = 0,027 * 1563,20 \text{Kg/m}^2 * (5,15\text{m})^2 = 1699,86 \text{ Kg-m}$$

$$M_{a(+)} = (0,041 * 1020 * 4,15^2) + (0,026 * 543,2 * 4,15^2) = 963,48 \text{ Kg-m}$$

$$M_{b(+)} = (0,017 * 1020 * 5,15^2) + (0,011 * 543,2 * 5,15^2) = 618,37 \text{ Kg-m}$$

Figura 102. Losa 6, 7, 19, 20, 23, 24, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 55, 56, 59, 60, 63, 64, 67, 68



Fuente: elaboración propia.

$$m = 4,15/5,15 = 0,80 \rightarrow \text{caso 2.}$$

$$M_{a(-)} = 0,065 * 1563,20 \text{Kg/m}^2 * (4,15\text{m})^2 = 1480,72 \text{ Kg-m}$$

$$M_{b(-)} = 0,027 * 1563,20 \text{Kg/m}^2 * (5,15\text{m})^2 = 1699,86 \text{ Kg-m}$$

$$M_{a(+)} = (0,041 * 1020 * 4,15^2) + (0,026 * 543,2 * 4,15^2) = 963,48 \text{ Kg-m}$$

$$M_{b(+)} = (0,017 * 1020 * 5,15^2) + (0,011 * 543,2 * 5,15^2) = 618,37 \text{ Kg-m}$$

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

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

Balance de momentos entre losas 1 y 2:

$$K_1 = 1 / L_1$$

$$K_2 = 1 / L_2$$

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

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

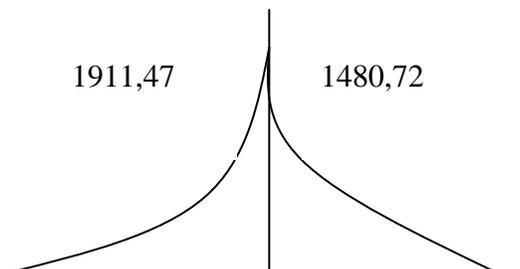
Donde:

L= longitud de losa considerada

$$M_{B1} = M_{mayor} - ((M_{mayor} - M_{menor}) * D_1) = 524,91 \text{ Kg-m}$$

$$M_{B2} = M_{menor} + ((M_{mayor} - M_{menor}) * D_2) = 524,91 \text{ Kg-m}$$

Figura 103. **Balance de momentos entre Losas 1 y 5, 4 y 8, 14 y 18, 50 y 54, 53 y 57**



Fuente: elaboración propia.

$$0,8 * 1911,47 = 1529,17 > 1480,72$$

Balance por rigideces

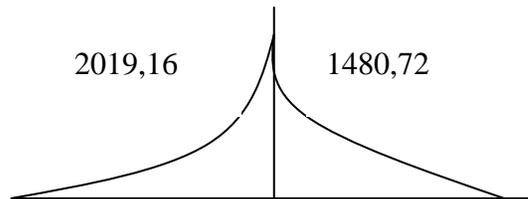
$$K_1 = K_2 = \frac{1}{L} = \frac{1}{5,15} = 0,194$$

$$D_1 = D_2 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} = \frac{0,194}{0,194 + 0,194} = 0,50$$

$$M_{B1} = 1911,47 - ((1911,47 - 1480,72) * 0,5) = 1696,09 \text{ Kg-m}$$

$$M_{B2} = 1480,72 + ((1911,47 - 1480,72) * 0,5) = 1696,09 \text{ Kg-m}$$

Figura 104. **Balance de momentos entre losas 2 y 6, 3 y 7, 15 y 19, 16 y 20, 51 y 55, 52 y 56**



Fuente: elaboración propia.

$$0,8 * 2019,16 = 1615,33 > 1480,72$$

Balance por rigideces

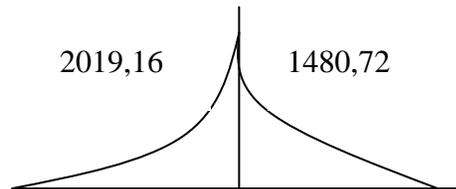
$$K_1 = K_2 = \frac{1}{L} = \frac{1}{5,15} = 0,194$$

$$D_1 = D_2 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} = \frac{0,194}{0,194 + 0,194} = 0,50$$

$$M_{B1} = 2019,16 - ((2019,16 - 1480,72) * 0,5) = 1749,94 \text{ Kg-m}$$

$$M_{B2} = 1480,72 + ((2019,16 - 1480,72) * 0,5) = 1749,94 \text{ Kg-m}$$

Figura 105. **Balance de momentos entre losas 2 y 6, 3 y 7, 15 y 19, 16 y 20, 51 y 55, 52 y 56**



Fuente: elaboración propia.

$$0,8 * 2019,16 = 1615,33 > 1480,72$$

Balance por rigideces

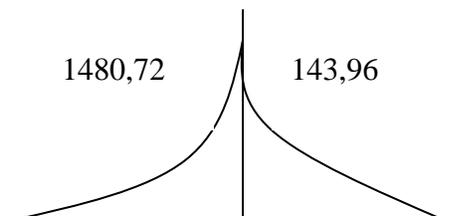
$$K_1 = K_2 = \frac{1}{L} = \frac{1}{5,15} = 0,194$$

$$D_1 = D_2 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} = \frac{0,194}{0,194 + 0,194} = 0,50$$

$$M_{B1} = 2019,16 - ((2019,16 - 1480,72) * 0,5) = 1749,94 \text{ Kg-m}$$

$$M_{B2} = 1480,72 + ((2019,16 - 1480,72) * 0,5) = 1749,94 \text{ Kg-m}$$

Figura 106. **Balance de momentos entre losas 5 y 9, 8 y 12, 34 y 38, 66 y 12, 69 y 73**



Fuente: elaboración propia.

$$0,8 * 1480,72 = 1184,58 > 143,96$$

Balance por rigideces

$$K_1 = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$K_2 = \frac{1}{5,15} = 0,194$$

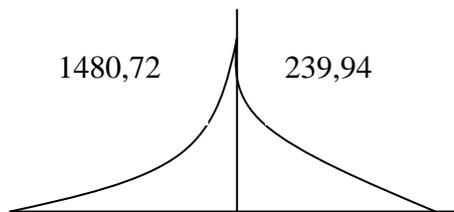
$$D_1 = \frac{0,5}{0,5 + 0,194} = 0,72$$

$$D_2 = \frac{0,194}{0,5 + 0,194} = 0,28$$

$$M_{B1} = 1480,72 - ((1480,72 - 143,96) * 0,28) = 1106,42 \text{ Kg-m}$$

$$M_{B2} = 143,96 + ((1480,72 - 143,96) * 0,72) = 1106,42 \text{ Kg-m}$$

Figura 107. **Balance de momentos entre losas 6 y 10, 7 y 11, 35 y 39, 36 y 40, 67 y 71, 68 y 72**



Fuente: elaboración propia.

$$0,8 * 1480,72 = 1184,58 > 239,94$$

Balance por rigideces

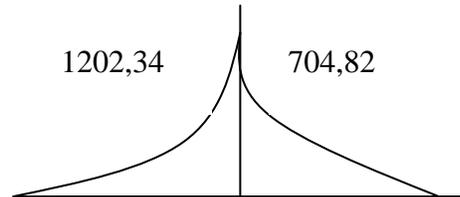
$$K_1 = 0,5 \quad K_2 = 0,194$$

$$D_1 = 0,72 \quad D_2 = 0,28$$

$$M_{B1} = 1480,72 - ((1480,72 - 293,94) * 0,28) = 1133,30 \text{ Kg-m}$$

$$M_{B2} = 293,94 + ((1480,72 - 293,94) * 0,72) = 1133,30 \text{ Kg-m}$$

Figura 108. **Balance de momentos entre losas 1 y 2, 3y 4, 6 y 5, 34 y 35, 42 y 43, 44 y 45, 46 y 47, 48 y 49**



Fuente: elaboración propia.

$$0,8 * 1202,34 = 961,87 > 704,82$$

Balance por rigideces

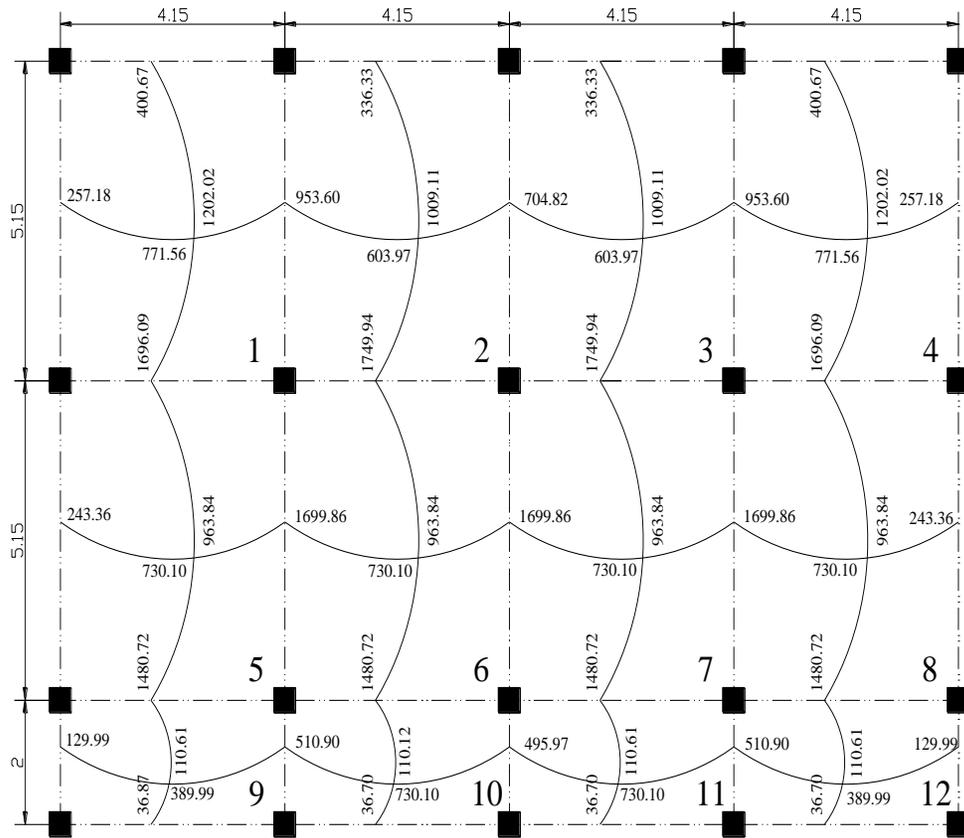
$$D_1 = D_2 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} = \frac{0,24}{0,24 + 0,24} = 0,50$$

$$K_1 = K_2 = \frac{1}{L} = \frac{1}{4,15} = 0,24$$

$$M_{B1} = 1202,34 - ((1202,34 - 704,82) * 0,5) = 953,60 \text{ Kg-m}$$

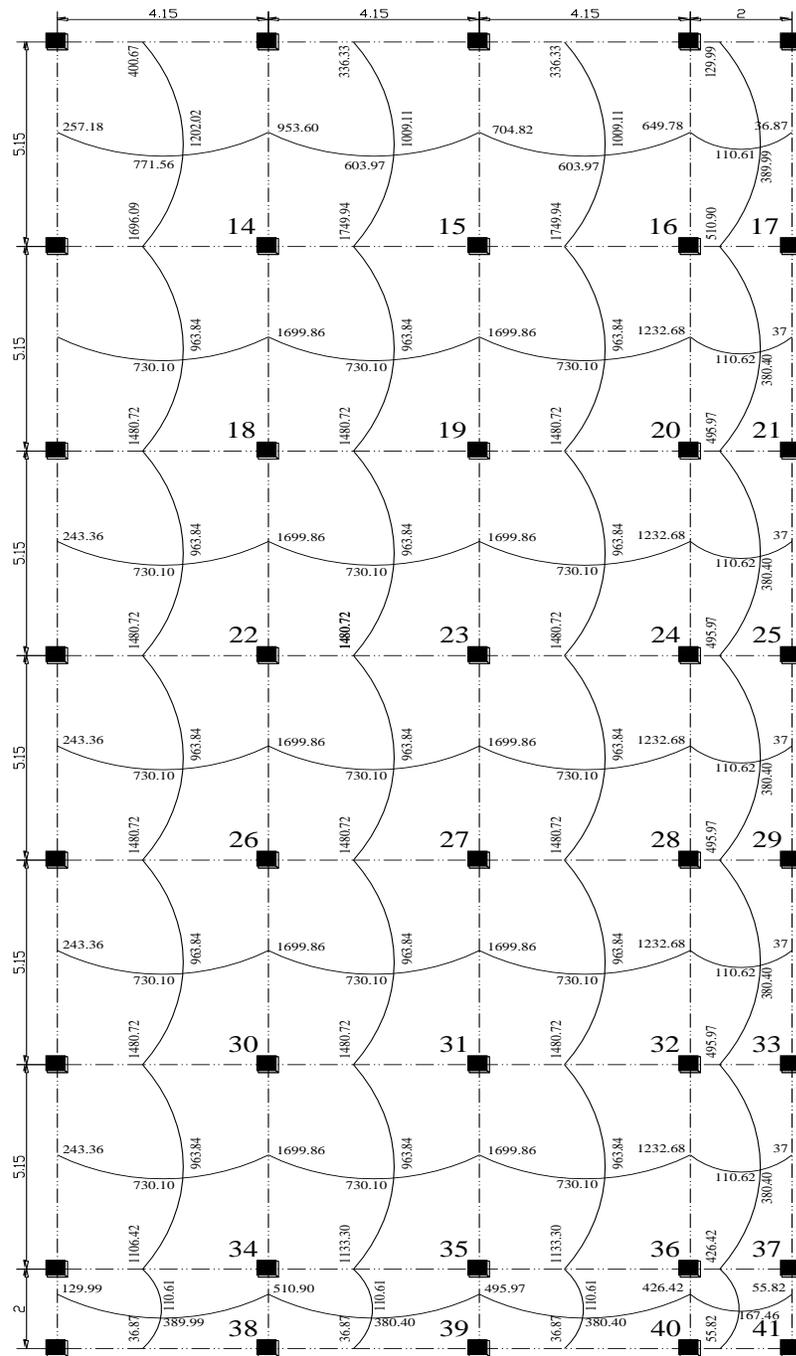
$$M_{B2} = 704,82 + ((1202,34 - 704,82) * 0,5) = 953,60 \text{ Kg-m}$$

Figura 109. Momentos balanceados (Kg-m) en losa de entrepiso, Edificio 1



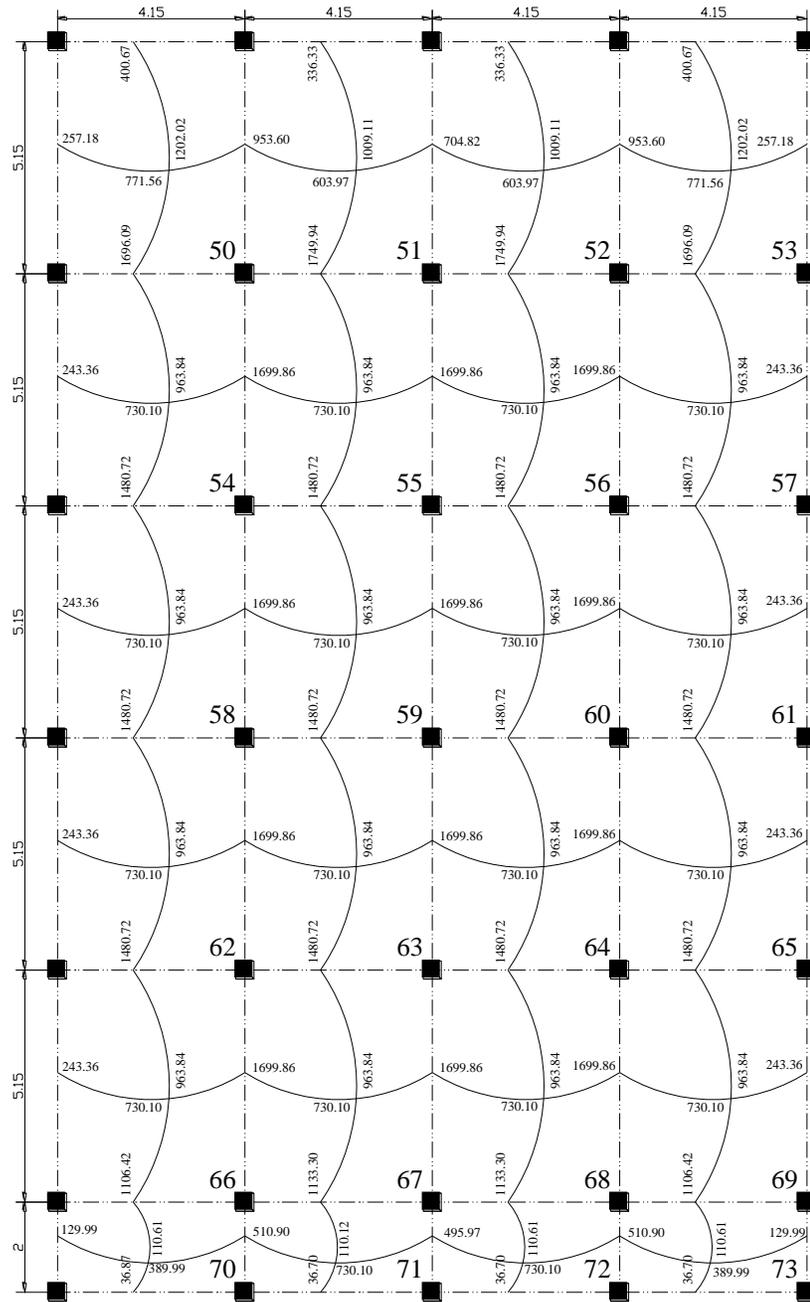
Fuente: elaboración propia.

Figura 110. Momentos balanceados (Kg-m) en losa de entrepiso, Edificio 2



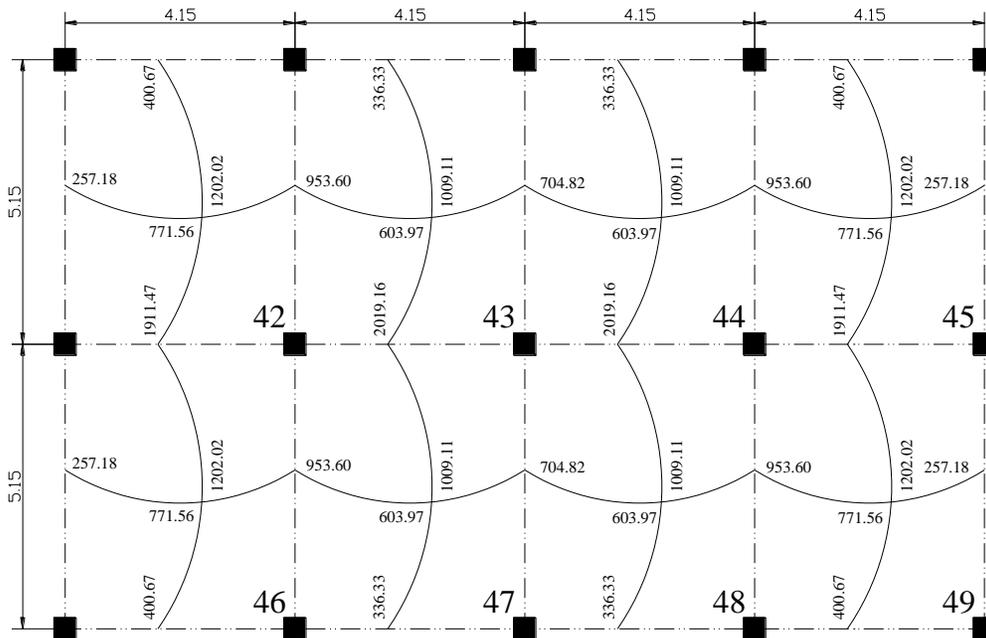
Fuente: elaboración propia.

Figura 111. Momentos balanceados (Kg-m) en losa de entrepiso, Edificio 4



Fuente: elaboración propia.

Figura 112. Momentos balanceados (Kg-m) en losa de entrepiso, Edificio 3



Fuente: elaboración propia.

Diseño del acero de refuerzo:

Cálculo de peralte efectivo:

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

$$d = 12 - 2 - (0,95/2) = 9,5 \text{ cm.}$$

Calcular el acero mínimo de la losa:

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

Donde:

b = ancho unitario = 100 cm.

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

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

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

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

$$S = 71 / 4,77 = 14,88 \text{ cm.} \approx 14 \text{ cm.}$$

Calcular  $A_s$  para 100 S a colocar:

$$A_s \text{-----} 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ -----} 14 \text{ cm}$$

$$A_s = 71/14 = 5,07 \text{ cm}^2$$

Calcular el momento que resiste el  $A_s$  a colocar:

$$M_{A_s \text{ min}} = \phi \left[ A_s * f_y \left( d - \frac{A_s f_y}{1,7 * f'_c b} \right) \right]$$

Donde:

$$\phi = \text{Flexión} = 0,90$$

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

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

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

$$M_{A_s \text{ min}} = 0,90 \left[ 5,07 * 2810 \left( 9,5 - \frac{5,07 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right] = 1166,92 \text{ Kg} - m$$

Calcular el área de acero para cada momento mayor al  $A_s$ :

$$A_s = \left[ bd - \sqrt{bd^2 - \frac{Mu}{0,003825 f'_c}} \right] * \frac{0,85 f'_c}{f_y}$$

Donde:

Mu = Momento último (Kg-m)

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

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

b = 100 cm.

d = 9,5 cm.

$A_s = \text{cm}^2$

En todos los momentos menores a este valor se usará el refuerzo mínimo; para los momentos que excedan este valor, debe calcularse el área de acero y el espaciamiento requeridos.

$$A_s = \left[ \left( 100 * 9,5 \right) - \sqrt{\left( 100 * 9,5 \right)^2 - \frac{1699,86 \left( 100 \right)}{0,003825 \left( 10 \right)}} \right] * \frac{0,85 \left( 10 \right)}{2810}$$

$$A_s = 7,5474 \text{ cm}^2$$

Usando varillas No. 3, con  $A_s = 0,71 \text{ cm}^2$ .

El espaciamiento para las varillas se calcula así:

$$7,53 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \rightarrow S = 9,4 \text{ cms}$$

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

Momento Kg-m	Área de acero		Espaciamiento (M)
	Requerido	Usar	
426,42	1,801	5,14	0,14
1133,3	4,9175	5,14	0,14
1106,42	4,79	5,14	0,14
1480,72	6,514	6,514	0,108
1699,86	7,5474	7,55	0,094
1749,94	7,786	7,79	0,0911
1232,68	5,36	5,36	0,1322

Fuente: elaboración propia.

Chequeo por corte:

Las losas están sometidas a esfuerzos de corte, por lo que debe comprobarse si el espesor resiste este esfuerzo.

$$V_{\text{máximo actuante}} < V_{\text{resistente}}$$

$$V_{\text{max act}} = \frac{CU * L}{2};$$

Donde:

CUu = Carga última unitaria

L = Lado corto de la losa que se está analizando

$$V_{\text{max act}} = \frac{1563 * 5,15}{2} = 4025,24Kg$$

Corte máximo resistente:

$$V_{res} = 45 * t * \sqrt{f'c} = 45 * 12 * \sqrt{210} = 7825,34 \text{Kg}$$

Corte máximo resistente > Corte máximo actuante

$$VR > V_{max}$$

$$7825,34 \text{ Kg.} > 4025,24 \text{ Kg.} \quad \text{OK.}$$

#### **2.1.5.1.2. Losa nivel 2**

Para el diseño de losa del nivel 2, se aplico el procedimiento que se utilizo para diseñar la losa del nivel 1, por lo tanto únicamente se muestran los resultados obtenidos, (ver plano de armado de losa nivel 2 en apéndice 10).

#### **2.1.5.2. Juntas de dilatación**

El Código Internacional de Construcción (IBC, por sus siglas en inglés), mediante referencia al ASCE/SEI 7 Cargas de Diseño Mínimas para Edificios y Otras Estructuras, Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles/Instituto de Ingeniería Estructural (ASCE/SEI, por sus siglas en inglés), recomienda el uso de las juntas de separación sísmica para las categorías de diseño sísmico D, E y F. El requisito, hallado en la sección 13.5.6.2.2.d, especifica que un material sujeto a diferencias de temperaturas experimenta variaciones de volumen y que estos deben ser compatibles con su resistencia, pues si no se producen rajaduras.

Cuando se trata de la construcción de edificios con los materiales corrientes, deben colocarse juntas de dilatación para evitar rajaduras, siempre que las dimensiones o las formas del edificio lo exijan.

La colocación de las juntas depende de los edificios principalmente de sus dimensiones, del tipo de construcción y de los materiales empleados. Las juntas deben colocarse no solamente en un edificio de grandes dimensiones y de gran masa sino también en edificios en los que se encuentren reunidos secciones de diferentes formas, alturas, cargas o necesidades constructivas y que deben construirse contiguamente.

El tipo de fundición o la diferencia de carga o resistencia del terreno exigen muchas veces la construcción de juntas que aíslan las diversas partes del edificio. Por otra parte, las condiciones climáticas o especiales de una construcción pueden también ser causa determinante en la ubicación de las juntas.

En general, pueden darse las siguientes reglas fundamentales para la construcción de las juntas.

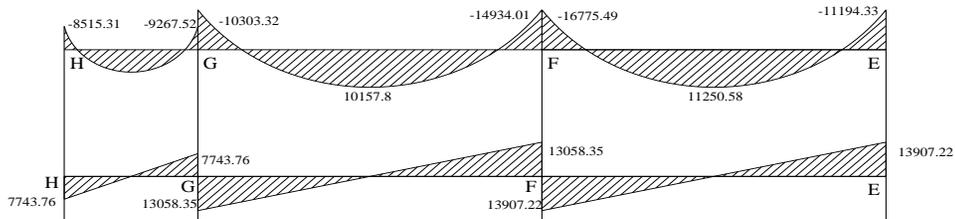
Para las áreas de cielo raso de más de  $232 \text{ m}^2$  ( $2500 \text{ pies}^2$ ), deberá proveerse una junta de separación sísmica o una partición de plena altura que divida el cielo raso en áreas no mayores de  $232 \text{ m}^2$  ( $2500 \text{ pies}^2$ ). Para edificios de hasta 4 plantas, en zona no sísmica, la junta puede tener 3cm; bajo otras condiciones se debe calcular.

### **2.1.5.3. Diseño de vigas**

Las vigas son elementos estructurales horizontales, que reciben la carga de la losa y la transmiten a las columnas, están sometidas a esfuerzos de tensión, compresión y corte.

Como ejemplo se diseñará la viga con los momentos críticos; las dimensiones de la viga son de 30 cm por 60 cm.

Figura 113. Diagrama de momentos (Kg-m) y cortes (Kg) eje Y, edificio 1, primer nivel



Fuente: elaboración propia.

Como ejemplo se diseñará la viga con los momentos y cortes últimos, del tramo F-E, las dimensiones de la viga son de 30 cm por 60 cm.

Calcular peralte efectivo:

$$d = h - \text{recubrimiento}$$

$$d = 60 \text{ cm} - 5 \text{ cm}$$

$$d = 55 \text{ cm}$$

Chequeando:

$$0,25 < b/d < 0,60$$

$$0,25 < 30/55 < 0,60$$

$$0,25 < 0,55 < 0,60 \quad \text{OK.}$$

Área de acero mínimo:

$$A_{S_{\min}} = \rho_{\min} b d = \frac{14,1}{2810} \cdot 30 \cdot 55 = 8,28 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo:

$$A_{s_{\max}} = 0,50 \rho_{bal} b d$$

$$\rho_{bal} = \phi \left[ \frac{\beta * f'_c}{f_y} \frac{6090}{f_y + 6090} \right] = 0,85 \left[ \frac{0,85 * 210}{2810} \frac{6090}{2810 + 6090} \right] = 0,0369$$

$$A_{s_{\max}} = 0,50 \rho_{bal} b d = 0,5 (0,036947) (30) (55) = 30,47 \text{ cm}^2$$

Cálculo del  $A_s$  par los momentos actuantes.

$$A_{s(-)B} = \left( b * d - \sqrt{b^2 * d^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'_c}} \right) * \frac{0,85 * f'_c}{f_y}$$

Donde:

Mu = Momento último (Kg-m)

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

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

b = 25 cm.

d = 44,80 cm

$A_s = \text{cm}^2$

Si:

$A_s < A_{s_{\min}}$ ; entonces colocar  $A_{s_{\min}}$

$A_s > A_{s_{\max}}$ ; aumentar peralte o diseñar viga doblemente reforzada

$A_s < A_{s_{\max}}$ ; es viga simplemente reforzada

$$M_{(-)} = 16775,49 \text{ Kg.m}$$

$$A_s = \left[ 30 * 55 - \sqrt{30^2 * 55^2 - \frac{16775,49 (30)}{0,003825 (210)}} \right] * \frac{0,85 (210)}{2810} = 12,85 \text{ cm}^2$$

$$M_{(+)} = 11250,58 \text{ Kg.m}$$

$$A_s = \left[ \phi 0 * 55 - \sqrt{\phi 0 * 55^2 - \frac{11250,58 \phi 0}{0,003825 \phi 10}} \right] * \frac{0,85 \phi 10}{2810} = 8,43 \text{ cm}^2$$

$$M_{(-)} = 11194,33 \text{ Kg.m}$$

$$A_s = \left[ \phi 0 * 55 - \sqrt{\phi 0 * 55^2 - \frac{11194,33 \phi 0}{0,003825 \phi 10}} \right] * \frac{0,85 \phi 10}{2810} = 8,38 \text{ cm}^2$$

Según el Código ACI 318, los requerimientos para el armado de la cama superior e inferior se definen de la siguiente manera:

Cama superior al centro: colocar 2 varillas corridas como mínimo, con el mayor de los siguientes valores.

- a)  $A_{s \min} = 8,28 \text{ cm}^2$
- b)  $33\% A_{s(-)} = 0,33 * 12,85 = 4,3 \text{ cm}^2$

Se debe optar por el valor mayor =  $8,28 \text{ cm}^2$ , Colocar 3 No. 6 (corridos)

$A_s$  que se utilizará es =  $8,55$

Cama inferior en apoyos: colocar 2 varillas corridas como mínimo, con el mayor de los siguientes valores.

- a)  $A_{s \min} = 8,28 \text{ cm}^2$
- b)  $50\% A_{s(-)} = 0,50 * 12,85 = 6,43 \text{ cm}^2$
- c)  $50\% A_{s(+)} = 0,50 * 8,43 = 4,22 \text{ cm}^2$

Se debe optar por el valor mayor =  $8,28 \text{ cms}^2$ , Colocar 3 No. 6 (corridos)  $A_s$  que se utilizará es =  $8,55$

La diferencia entre el  $A_s$  calculado y el  $A_s$  corrido se colocara como bastones, para completar el  $A_s$  calculado.

$A_s (-) = 12,85 - 8,55 = 4,3 \text{ cm}^2$ ; utilizar 2 No.6 con  $A_s = 5,7 \text{ cm}^2$

$A_s (+) = 8,43 \text{ cm}^2$ ; el refuerzo del  $A_s$  corrido cubre el  $A_s$  requerido

$A_s (-) = 8,38 \text{ cm}^2$ ; el refuerzo del  $A_s$  corrido cubre el  $A_s$  requerido

Refuerzo a corte:

El objetivo del refuerzo a corte o acero transversal (estribos), es asegurar que el elemento estructural será capaz de resistir los esfuerzos cortantes a los que estará sometido, además de contribuir a que el refuerzo longitudinal permanezca en la posición correcta y confinar el concreto.

Corte que resiste el concreto ( $V_r$ )

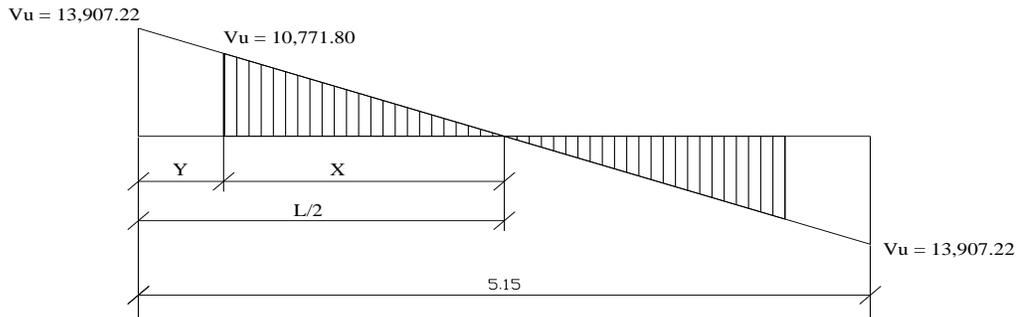
$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 30 * 55 = 10771,80 \text{ Kg}$$

$V_u$  = corte último, según análisis estructural. =  $13\ 907,22 \text{ Kg}$ .

$V_r < V_u$ ;  $\rightarrow$  diseñar estribos por corte, usando las siguientes expresiones:

Figura 114. Diagrama de corte en viga



Fuente: elaboración propia.

$$\frac{x}{10771,80} = \frac{2,575}{13907,22} \quad x = 1,98m \quad y = 2,58m - 1,98m = 0.6m$$

La distancia a confinar es de 0,60 m.

$$\gamma_u = \frac{V_u}{b * d} \quad S = \frac{2 * A_v * f_y}{\gamma_u * b}$$

$$\gamma_u = \frac{13907,22}{30 * 55} = 8,43Kg / cm^2$$

$$S = \frac{2 * 0,71 * 2810}{8,43 * 30} = 15,77cm$$

$$S_{max} = d/2 = 55/2 = 27,5 cm$$

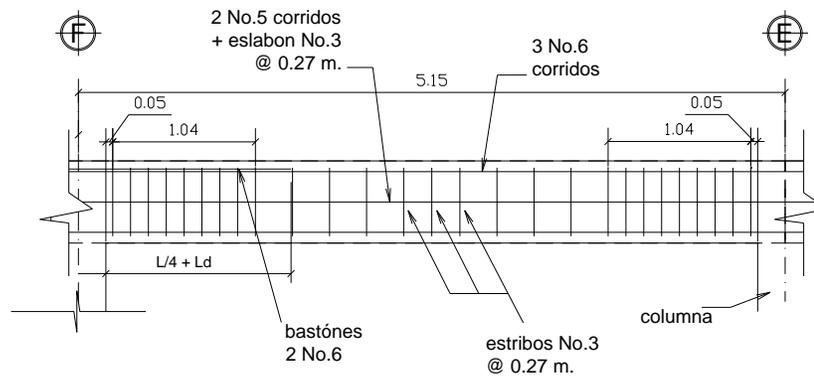
ACI determina que deben colocarse estribos en una longitud igual a 2d, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión.

Deben seguirse las siguientes recomendaciones:

- El primer estribo debe estar situado a no más de 5 centímetros de la cara del elemento de apoyo.
- El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder de:
  - a.  $d/4 = 55/4 = 13,75 \text{ cm.} \approx 13 \text{ cm.}$
  - b. 8 veces el  $\phi$  de la varilla menor longitudinal =  $8 * 1,9 \approx 15 \text{ cm.}$
  - c. 24 veces el  $\phi$  varilla de estribo =  $24 * 0,95 \approx 22 \text{ cm.}$
  - d. 30 cm.

La separación de los estribos en la zona de confinamiento será = 13 cm. con hierro No 3 y de 27 cm., en zona no confinada.

Figura 115. **Detalle armado de viga**



Fuente: elaboración propia.

Para el resto del armado de las vigas, se sigue el procedimiento descrito anteriormente, los resultados pueden observarse dentro de los planos constructivos, (Ver Apéndice 10).

#### 2.1.5.4. Columnas

Las columnas son elementos estructurales que trabajan principalmente a compresión, se encargan de recibir toda la carga actuante de losas, vigas y acabados, su refuerzo principal son las barras longitudinales, colocadas en sentido paralelo a la aplicación de la carga.

Para este caso, se realizó el diseño de la columna crítica del segundo nivel, el área tributaria se muestra en la *figura 3*; los momentos flexionantes y el corte actuante críticos se tomaron del análisis estructural, los datos de refuerzo se aplican a las columnas restantes del mismo nivel.

Diseño de columna del segundo nivel:

Datos:

Sección de columna =	0,40m x 0,40m
Momento máximo en X =	5810,87 Kg-m
Momento máximo en Y =	5256,63 Kg-m
Corte actuante máximo =	1635,08 Kg
Longitud =	3,00 mt.

Solución:

Área tributaria: = 21,37 m<sup>2</sup>

Carga última (CU):

$$CU = 1,4 * CM + 1,7CV = 1,4*388 + 1,7*200 = 883,20 \text{ Kg/m}^2$$

Factor de carga última:

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{883,20 \text{ Kg/m}^2}{388 \text{ Kg/m}^2 + 200 \text{ Kg/m}^2} = 1,5$$

Peso de vigas (Pv):

$$Pv = \rho * h * \gamma_{conc} * L \quad ; \quad L = \text{longitud de vigas unidas a la columna}$$
$$= (0,30 * 0,55 * 2400 * 12,3) = 3985,20 \text{ Kg/m}$$

Carga axial última:

$$PU = A_{trib} * CU + Pv * FCU = 21,37 * 883,20 + 3985,20 * 1,5 = 24 851,78 \text{ Kg.}$$

Cálculo de esbeltez:

Una columna se considera esbelta cuando su relación B/L es muy grande; para clasificar una columna de acuerdo con su esbeltez se debe tomar en cuenta:

- Cortas; si  $E < 21$
- Intermedias;  $21 < E < 100$ , y
- Largas; si  $E > 100$

Si la columna es corta, su diseño se realiza con los momentos resultantes del análisis estructural, si son intermedias se magnifican sus momentos y si son largas, no se construyen.

Cálculo de esbeltez:

$$E = \frac{K * Lu}{\sigma}$$

Donde:

K = factor de longitud efectiva

Lu = longitud de la columna

$\sigma = 0,30 * \text{lado menor de la columna} \rightarrow$  esto para columnas rectangulares.

En estructuras de concreto reforzado, las columnas se encuentran restringidas parcialmente por los sistemas de piso, sin que existan articulaciones o empotramientos perfectos. El grado de restricción depende de la relación entre las rigideces de las columnas y el sistema de piso, la cual puede definirse de la siguiente forma:

$$\psi = \frac{\sum K_{columnas}}{\sum K_{vigas}}$$

Para el eje X:

$$K_{COLUMNA} = \frac{I}{L_{COLUMNA}} = \frac{(1/12) * (40^4)}{3,00} = 0,0007111$$

$$K_{VIGA} = \frac{I}{L_{VIGA}} = \frac{(1/12) * (30 * 45^3)}{5,15} = 0,000442$$

$$\psi_a = \frac{0,0007111}{(0,000442 + 0,000442)} = 0,8$$

$$\psi_{prom} = \frac{0,8 + 0}{2} = 0,40$$

Factor de longitud efectiva ( $K$ )

$$K = \frac{20 - \psi_{prom}}{20} * \sqrt{1 + \psi_{prom}}$$

$$K = \frac{20 - 0,40}{20} * \sqrt{1 + 0,40} = 1,16$$

Esbeltez ( $E$ )

$$E = \frac{1,16 * 3,00}{0,30 * 0,40} = 49,75$$

El valor de esbeltez se encuentra dentro del rango de 21 a 100, la columna se cataloga como intermedia, por lo cual es necesario magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos

➤ Factor de flujo plástico ( $\beta_d$ )

$$\beta_d = \frac{CM_{ULTIMA}}{CU},$$

$$\beta_d = \frac{543,20}{883,20} = 0,615$$

➤  $EI$  del material

$$EI = \frac{(Ec * I) / 2,50}{1 + \beta_d}$$

Donde:  $Ec = 15100 * \sqrt{210} = 218819,80 \text{ Kg} / \text{cm}^2$

$$I_g = \frac{b * h^3}{12} = \frac{40^4}{12} = 213333,33 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$EI = \frac{(218819,80 * 213333,33) / 2,50}{1 + 0,615} = 1,153 \times 10^{10} \text{ kg} - \text{cm}^2 \approx 1153,00 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

➤ Carga crítica de pandeo de Euler

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * L)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 1153}{(1,16 * 3,00)^2} = 939,69 \text{ Ton}$$

- Magnificador de momentos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{Pu}{\phi P_{cr}}}$$

$$\delta_x = \frac{1}{1 - \left( \frac{24.851}{0.70 * 939.69} \right)} = 1.04$$

- Momentos de diseño

Para el sentido X, está dado por:

$$MD_x = \delta * MU$$

$$MD_x = 1,04 * 5810,87 = 6043,30 \text{ Kg} - m$$

Para el sentido Y

$$MD_y = \delta * MU$$

$$MD_y = 1,04 * 5256,63 = 5466,89 \text{ Kg} - m$$

Cálculo del acero longitudinal:

El diseño del acero longitudinal de la columna se realiza por medio de la fórmula de Bresler, desarrollada para calcular los valores máximos de la carga de compresión que actúa a excentricidades  $e_x$  y  $e_y$ , en secciones con refuerzo simétrico; la expresión utilizada es:

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{P'x} + \frac{1}{P'y} - \frac{1}{P'o} \quad \text{Donde:}$$

$P'u$  = Resistencia nominal a carga axial para una excentricidad dada a lo largo de ambos ejes.

$P'x$  = Resistencia nominal a carga axial para una excentricidad dada a lo largo del eje X.

$P'y$  = Resistencia nominal a carga axial para una excentricidad dada a lo largo del eje Y.

$P'o$  = Resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad cero.

Si  $P'u > P_u$ ; el armado propuesto es correcto, de lo contrario se debe reconsiderar el área de acero y realizar de nuevo los cálculos.

Según ACI05, numeral 10.9.1, el área de acero longitudinal para elementos sometidos a compresión debe estar dentro del siguiente rango:

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

$$A_{s \min} = 0,01*(40\text{cm}*40\text{cm}) = 16,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \max} = 0,08*(40\text{cm}*40\text{cm}) = 128 \text{ cm}^2$$

Para empezar se propone un porcentaje que esté dentro del rango anterior; para este caso 1,2 %  $A_g$

$$A_s = 0,012*(40\text{cm}*40\text{cm}) = 19,138 \text{ cm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{para esta área de acero, se proponen 4 varillas No. 6 + 4No. 5} \approx 19,3$$

Este método usa los diagramas de interacción para columnas, los cuales requieren de los siguientes datos para su uso.

Valor de la gráfica:

$$\gamma = \frac{h - 2d}{h}$$

$$\gamma = \frac{40 - (2*5)}{40} = 0,75$$

Valor de la curva:

$$\rho_u = \frac{A_s * f_y}{0,85 * f'_c * A_g}$$

$$\rho_u = \frac{19,32 * 2810}{0,85 * 210 * 1600} = 0,19$$

Excentricidades:

$$e_x = \frac{MD_x}{PU} = \frac{6043,3}{24851,78} = 0,24$$

$$e_y = \frac{MD_y}{PU} = \frac{5466,89}{24851,78} = 0,22$$

Valor de las diagonales:

$$e_x / h_x = \frac{0,24}{0,4} = 0,6$$

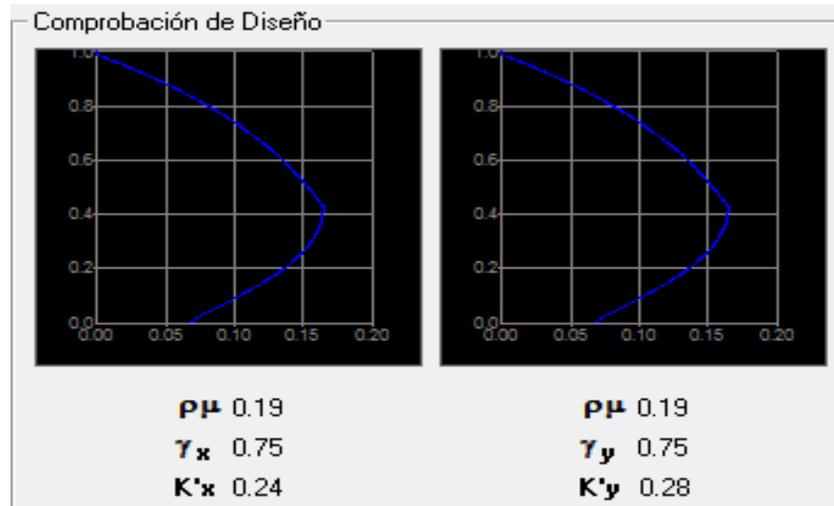
$$e_y / h_y = \frac{0,22}{0,4} = 0,55$$

Con los datos obtenidos, en el diagrama de interacción se buscan los valores de los coeficientes  $K_x$  y  $K_y$  (Ver anexo 5).

$$K_x = 0,24$$

$$K_y = 0,28$$

Figura 116. Diagramas de interacción para columna tipo C-1



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

$$P'x = Kx * f'c * b * h = 0,16 * 210 * 40 * 40 = 80640,00 \text{ Kg}$$

$$P'y = Ky * f'c * b * h = 0,34 * 210 * 40 * 40 = 94080,00 \text{ Kg}$$

$$P'o = \phi \cdot 0,85 * f'c (Ag - As) + As * fy$$

$$P'o = 0,70 \cdot 0,85 * 210 (1600 - 19,32) + 19,32 * 2810 = 235508,40 \text{ Kg}$$

Calculando  $P'u$ :

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{80640} + \frac{1}{94080} - \frac{1}{235508,40} = 53239,63 \text{ Kg}$$

$$Pu' > \frac{Pu}{0,7}$$

$$53239,63 > \frac{24851}{0,7} = 35501,43$$

$P'u > Pu$ ; por lo tanto  $A_s$  propuesto es correcto.

Refuerzo de corte:

El refuerzo de corte consistirá en estribos perpendiculares a la dirección de la carga axial, los cuales sirven para contrarrestar los esfuerzos de corte actuantes; tomando en cuenta que en una zona sísmica debe asegurarse la ductilidad del elemento, por lo que se considera una longitud de confinamiento de estribos en los extremos de la columna, el procedimiento es el siguiente:

➤ Corte resistente:

$$V_r = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 40 * 35 = 9319,71 \text{ Kg}$$

$$V_{act} = 1635,08 \text{ Kg}$$

$V_r > V_{act}$ ; si se soporta el esfuerzo de corte, colocar refuerzo mínimo a espaciamiento máximo =  $d/2 < 30 \text{ cms}$ .

➤ Espaciamiento en zona no confinada:

$$S = d/2 = 35/2 = 17,5 \text{ cms} \rightarrow \text{estribos No.4 @ } 17 \text{ cms}$$

➤ Refuerzo por confinamiento:

Según ACI, la longitud de confinamiento es la mayor de las siguientes tres opciones:

- $L / 6 = 3,00 / 6 = 0,50 \text{ m}$
- Lado mayor =  $0,40 \text{ m}$
- $0,50 \text{ m}$

Se toma el dato mayor, longitud de confinamiento = 50 cms, en ambos extremos de la columna.

➤ Espaciamiento de estribos en zona confinada:

Relación volumétrica:

$$\rho_s = 0,45 * \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left( \frac{0,85 * f'_c}{f_y} \right)$$

Donde:  $A_{ch}$  = Área chica =  $d_x * d_y = 34 * 34 = 1156 \text{ cm}^2$

$$\rho_s = 0,45 * \left( \frac{1600}{1156} - 1 \right) \left( \frac{0,85 * 210}{2810} \right) = 0,01097$$

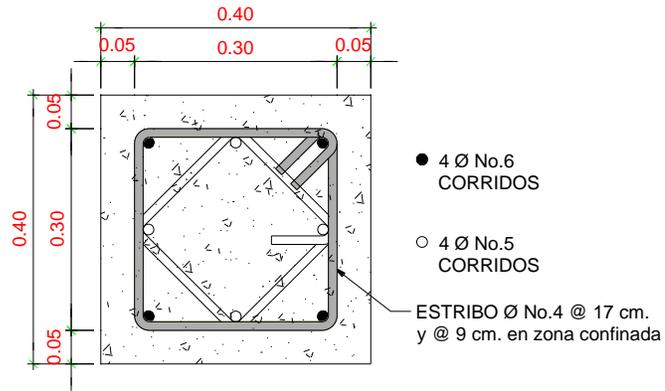
$$S = \frac{2 * A_v}{\rho_s * L_e} = \frac{2 * 1,27}{0,01097 * 24} = 9,64 \text{ cm}$$

Espaciamiento en zona de confinamiento = 9,00 cm, con estribos No.4 para tener refuerzo en las caras de la columna, se rotaran los estribos a 45° para confinamiento.

El detalle del armado de la columna se muestra con mayor claridad en la figura 116.

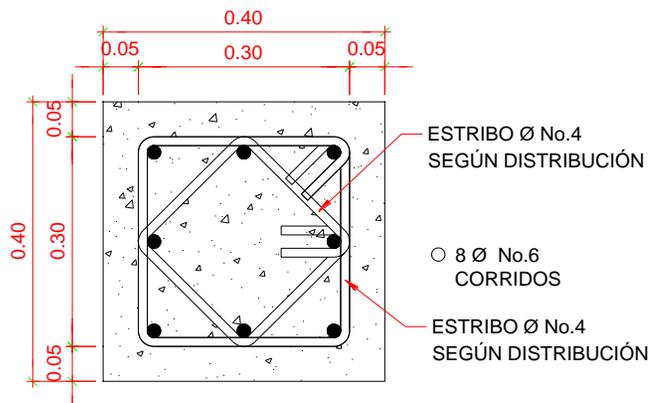
Para las columnas del segundo nivel y los demás edificios, se aplicó el mismo procedimiento.

Figura 117. **Detalle de columna Tipo C-1**



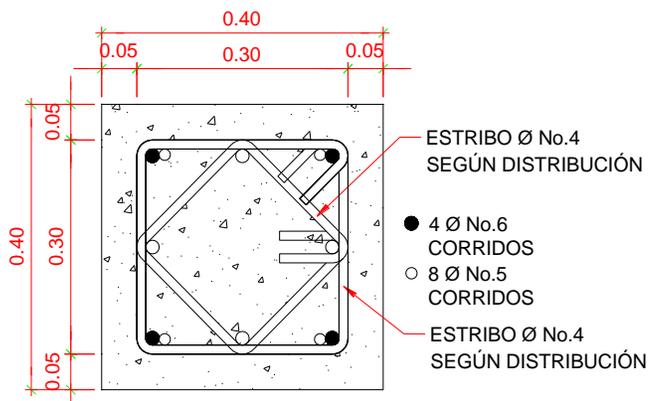
Fuente: elaboración propia.

Figura 118. **Detalle de columna Tipo C-2**



Fuente: elaboración propia.

Figura 119. Detalle de columna Tipo C-3



Fuente: elaboración propia.

Las columnas C-1 son para el segundo nivel de todos los edificios, la columna C-2 son para el primer nivel de los edificios 2, 3, 4 y la columna C-3 son para el primer nivel del edificio 1, (ver detalle en APÉNDICE 10).

### 2.1.5.5. Cimientos

Los cimientos de una estructura se diseñan con la finalidad de recibir la carga actuante de las columnas y transmitirla al suelo; este debe ser lo suficientemente resistente para asegurar la estabilidad de las estructuras que sobre él descansen.

#### Diseño de zapata concéntrica

Se consideró una sección cuadrada para simplificar el armado y construcción; los datos para diseño son: valor soporte del suelo y los momentos según el análisis estructural.

Datos:

$$\begin{aligned} P_u &= 49573,30 \text{ Kg} & f'_c &= 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ M_{dx} &= 9920,44 \text{ Kg-m} & F_y &= 2810 \text{ Kg/cm}^2 \\ M_{dy} &= 9648,08 \text{ Kg-m} & \text{Recubrimiento} &= 8,00 \text{ cms} \\ \text{Valor soporte del suelo} &= 25 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

Factor de carga última:

$$FCU = \frac{1,4CM + 1,7CV}{CM + CV} = 1,5$$

Cargas de trabajo:

$$P_t = \frac{P_u}{FCU} = \frac{49,57 \text{ Ton}}{1,51} = 32,83 \text{ Ton}$$

$$M_{t_y} = \frac{M_y}{FCU} = \frac{9,648}{1,51} = 6,389 \text{ Ton-m}$$

Área de la zapata:

$$A_z = \frac{1,5 * P_t}{V_s} = \frac{1,5 * 32,83 \text{ Ton}}{25 \text{ Ton/m}^2} = 1,96 \text{ m}^2$$

Propuesta de dimensiones para la zapata, a = 2,00 m y b = 2,00 m con área de 4m<sup>2</sup>.

Presión sobre el suelo:

$$q' = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y}$$

Se debe de tomar en cuenta que “ $q$ ” no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte ( $V_s$ ), se tiene:

$$S_x = S_y = \frac{b * h^2}{6} = \frac{2 * 2^2}{6} = 1,33$$

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

$$P = 32,78 + (0,40 * 0,40 * 7,5 * 2,4) + (4 * 1,5 * 1,9) + (4 * 0,40 * 2,4)$$

$$P = 46,12 \text{ Ton}$$

$$q' = \frac{46,12 \text{ Ton}}{4,00 \text{ m}^2} \pm \frac{6,5698 \text{ Ton} - m}{1,33 \text{ m}^3} \pm \frac{6,389 \text{ Ton} - m}{1,33 \text{ m}^3}$$

$$q_{max} = 21,71 \text{ Ton/m}^2 \rightarrow \text{menor que el valor soporte del suelo}$$

$$q_{min} = 2,231 \text{ Ton/m}^2 \rightarrow \text{mayor que 0; no existe tensión del suelo}$$

La presión del suelo en un punto cualquiera de la zapata, es distinta a la presión en otro punto distinto de la misma, sin embargo para efectos de diseño se determina una presión constante, la cual puede ser un valor promedio, pero si se quiere tomar un criterio conservador, se realiza el diseño con la presión máxima, esta debe estar afectada por el factor de carga última:

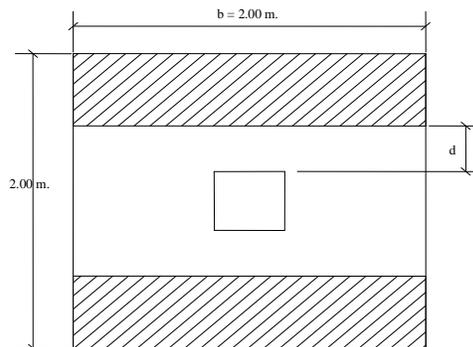
Presión última de diseño:

$$q_{dis} = q_{max} * FCU = 21,71 \text{ Ton / m}^2 * 1,51 = 32,78 \text{ Ton / m}^2$$

➤ Chequeo por corte simple:

Ocurre a una distancia “d” del borde de la columna, por tal razón debe chequearse en ese punto si el peralte resiste el esfuerzo cortante, suponiendo un armado con varillas No.6 se tiene:

Figura 120. Corte simple



Fuente: elaboración propia.

$d = \text{peralte asumido} - \text{recubrimiento} - \varnothing/2$

$$d = 40 - 8,00 - 1,90/2 = 31,05 \text{ cm.}$$

Corte actuante:

$$V_{act} = q_{dis} * \left( \frac{B_{zap} - B_{col}}{2} - d \right) * H_{zap}$$

$$V_{act} = 32,78 * \left( \frac{2,00 - 0,40}{2} - 0,31 \right) * 2,00 = 32,13 \text{ ton}$$

Corte resistente:

$$V_{res} = \varphi * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

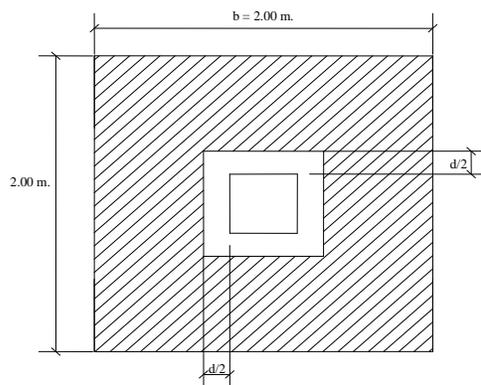
$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 200 * 31,00 = 40472 \text{ Kg} \approx 40,47 \text{ Ton}$$

$V_{res} > V_{act}$ , peralte resiste corte simple

➤ Chequeo por corte punzonante:

La fuerza que la columna ejerce sobre la zapata es una acción que tiende a perforarla, por lo que debe chequearse el corte punzonante, este actúa a una distancia  $d/2$  del borde de la columna.

Figura 121. **Corte punzonante**



Fuente: elaboración propia.

$$b_o = 2(a + d) + 2(b + d)$$

$$b_o = 2(40 + 31,00) + 2(40 + 31,00)$$

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

Corte actuante:

$$V_{act} = A_{ashururada} * q_{diseño}$$

$$V_{act} = (2 * 2) - (0,40 + 0,31)^2 * 32,78$$

$$V_{act} = 114,6 \text{ Ton}$$

Corte resistente:

$$V_{res} = \phi * 1,06 * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * 284,00 * 31,00 = 114,94 \text{ Kg} \approx 114,94 \text{ Ton}$$

$V_{res} > V_{act}$ , peralte resiste corte punzonante

➤ Diseño del refuerzo por flexión:

El tramo de la zapata donde se debe reforzar por flexión, se analiza como una losa en voladizo.

Momento a flexión

$$M_u = \frac{W * L^2}{2} = \frac{32,78 * (2 - 0,4/2)^2}{2} = 10,49 \text{ Ton} - m$$

Cálculo del área de acero:

$$A_s = \left( 100 * 31,00 - \sqrt{(100 * 31,00)^2 - \frac{10490,24 * 100}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2810}$$

$$A_s = 10,45 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d = \frac{14,1 * 100 * 31,00}{2810} = 15,55 \text{ cm}^2$$

Como el acero mínimo es mayor que el acero requerido, se utiliza el refuerzo mínimo, con una separación entre varillas igual a:

$$S = \frac{A_v * 100}{A_s} = \frac{2,85 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{15,55 \text{ cm}^2} = 18,32 \text{ cm} \rightarrow 18 \text{ cm}.$$

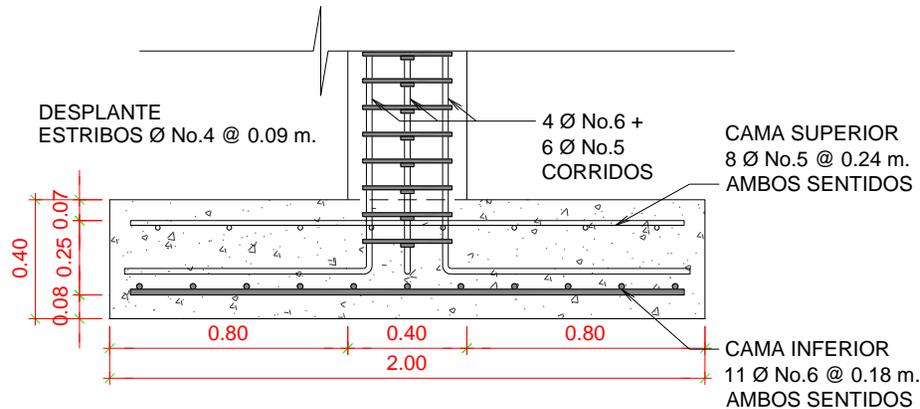
Refuerzo de las zapatas con varillas No.6 @ 18 cms, en ambos sentidos

Refuerzo por temperatura:

Para cama superior, colocar  $A_{STemp} = 0,002bt = 0,002 * 200 * 40 = 16 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{A_v b}{A_{STemp}} = \frac{1,97 * 200}{16} = 24,62 \text{ cm} . \text{ Se utilizará No5 @ 0,24m cama superior}$$

Figura 122. Detalle de zapata tipo Z-2



Fuente: elaboración propia.

Para las zapatas de los demás edificios, se aplicó el mismo procedimiento, (Ver detalle en Apéndice 10).

➤ Zapata excéntrica

Las zapatas Z-7, Z-8, Z-5 son zapatas de colindancia y se deben diseñar para contrarrestar el momento de volteo que se produce debido a que las cargas que recaen sobre ella, no lo hacen sobre su centro de masa; estas zapatas se clasifican en medianeras y de esquina.

La solución que se plantea para este proyecto, es una zapata de base cuadrada con un diamante sobre ella. A continuación se presenta el cálculo del diamante:

Datos:

$P_u=41683,5$	$\gamma \text{ concreto}=2,4 \text{ ton/m}^3$
$M_{ux}=9,257 \text{ ton-m}$	$f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$
$M_{uy}=8,802 \text{ ton-m}$	$f_y=2810 \text{ kg/cm}^2$
$F.C.U.= 1,54$	

Diseño del diamante

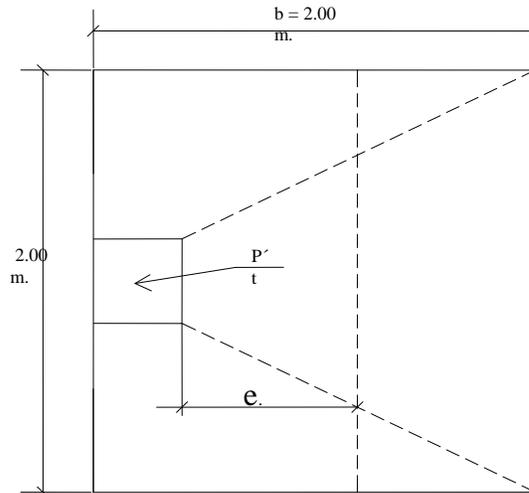
$$P't= 41,683*1,05= 43,767 \text{ ton.}$$

Por la excentricidad de la carga que provoca flexión, se toma inicialmente, un valor soporte menor que la real. Se usará el valor de 12 Ton/m<sup>2</sup>; por lo que el área será:

$$A_z = \frac{43,767}{12} = 3,647 \text{ m}^2$$

Las dimensiones de la zapata serán: 2,00 m X 2,00 m = 4m<sup>2</sup> > 3,647 m<sup>2</sup>

Figura 123. Dimensiones zapata excéntrica



Fuente: elaboración propia.

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

$$e = \frac{2 - 0,4}{2} = 0,8$$

Si se aplican dos fuerzas iguales a  $P't$ , en sentido contrario, en el centro de gravedad de la base, ellas, combinadas con  $P't$  de la columna, provocan los esfuerzos siguientes en el terreno. Ver figura 111.

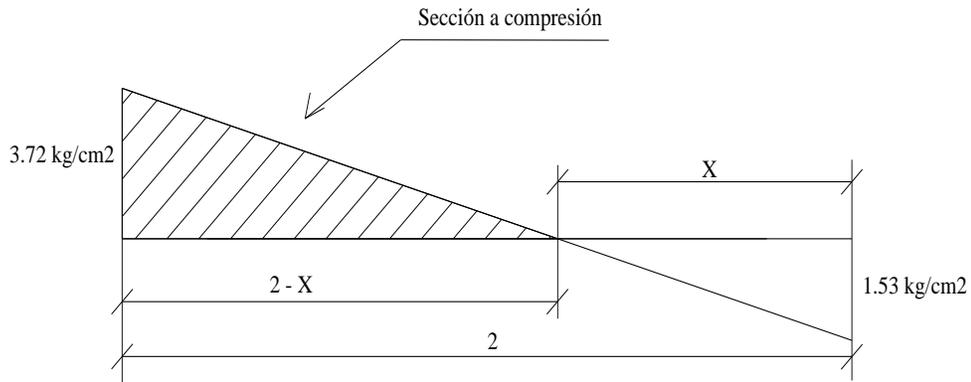
Compresión máxima

$$\sigma_c = \frac{pt}{A} \left( 1 + \frac{6 * e}{L} \right) = \frac{437671,1}{200^2} \left( 1 + \frac{6 * 8}{200} \right) = 3,72$$

Tensión máxima

$$\sigma_t = \frac{pt}{A} \left( 1 - \frac{6 * e}{L} \right) = \frac{437671,1}{200^2} \left( 1 - \frac{6 * 8}{200} \right) = 1,53$$

Figura 124. **Esfuerzos en el terreno**



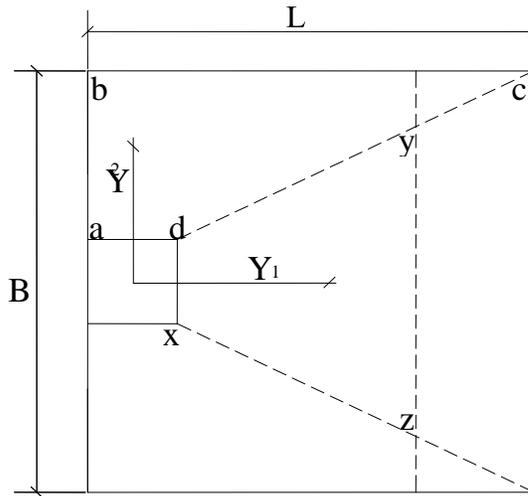
Fuente: elaboración propia.

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

$$\frac{3,72}{2-x} = \frac{1,53}{x} = 0,58$$

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

Figura 125. Análisis de zapata excéntrica



Fuente: elaboración propia.

Esfuerzo en el eje neutro:

$$\sigma_{eje} = \frac{\sigma_c * \left(\frac{L}{2} - x\right)}{L - x} = \frac{3,72 \left(\frac{2}{2} - 0,58\right)}{2 - 0,58} = 1,1 \text{ kg/cm}^2$$

Altura del diamante:

Se asume una inclinación de 30°

$$h = \tan 30^\circ * 0,60$$

$$h = \tan 30^\circ * 0,60 = 0,346 \text{ m}$$

Fuerza resultante en el trapecio xdyz:

$$P_1 = \sigma_{ejeneutro} \left[ \frac{xd + yz}{2} \right]$$

$$P_1 = 1,1 * \left[ \frac{40 + 200 - 58}{2} \right] * 60 = 8008 \text{ kg}$$

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

$$Y_1 = \left( \frac{h}{3} \right) \left[ \frac{2 * yz + xd}{yz + xd} \right]$$

$$Y_1 = \left( \frac{80}{3} \right) \left[ \frac{2 * 142 + 40}{142 + 40} \right] = 47,47$$

Momento M<sub>1</sub> respecto del centro de la columna:

$$M_1 = P_1 * y_1$$

$$M_1 = 8008 * 0,475 = 3,804 \text{ kg-m}$$

En la dirección del lado B, hay que considerar la compresión entre el parámetro exterior y la línea neutra:

$$\sigma = \frac{3,72}{2} = 1,86 \text{ kg/cm}^2$$

Este esfuerzo se reparte en el área adcb:

$$A = ad \left[ \frac{B - dx}{2} \right] + \left[ \frac{200 - dx}{4} + \frac{200 - yz}{4} \right] * h$$

$$A = 40 \left[ \frac{200 - 40}{2} \right] + \left[ \frac{200 - 40}{4} + \frac{200 - 142}{4} \right] * 80 = 7560 \text{ cm}^2$$

La resultante P<sub>2</sub> se aplica sobre el centro de gravedad de la superficie abcd:

$$P_2 = \sigma * A$$

$$P_2 = 1,86 * 7560 = 14061,6 \text{ kg}$$

$$Y_2 = \left( \frac{ab}{3} \right) \left[ \frac{2 * B + ad}{B + ad} \right]$$

$$Y_2 = \left( \frac{80}{3} \right) \left[ \frac{2 * 200 + 40}{200 + 40} \right] = 49,5$$

El momento M<sub>2</sub> provocado por la fuerza será:

$$M_2 = P_2 * y_2$$

$$M_2 = 14\,061,6 * 0,495 = 6960,49 \text{ kg-m}$$

Para el cálculo del refuerzo se toma el momento mayor, en este caso es M<sub>2</sub> = 66 960,49 kg-m d = 40-8-1,90/2 = 31,05 cm.

$$A_s = \left( b * d \sqrt{\rho * d} - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'c} \right) \left( \frac{0,85 * f'c}{f_y} \right)$$

$$A_s = \left( 100 * 31,05 - \sqrt{100 * 31,05} - \frac{6960,4 * 100}{0,003825 * 210} \right) \left( \frac{0,85 * 210}{2810} \right) = 9,07 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = \frac{144,4 * 100 * 31,00}{2810} = 15,55 \text{ cm}^2$$

Como el acero mínimo es mayor que el acero requerido, se utilizara el refuerzo mínimo, con una separación entre varillas igual a:

Refuerzo por temperatura:

Colocar As por temperatura  $A_{st} = 0,002 \cdot b \cdot t$

$$A_{st} = 0,002 \cdot 200 \cdot 80 = 32$$

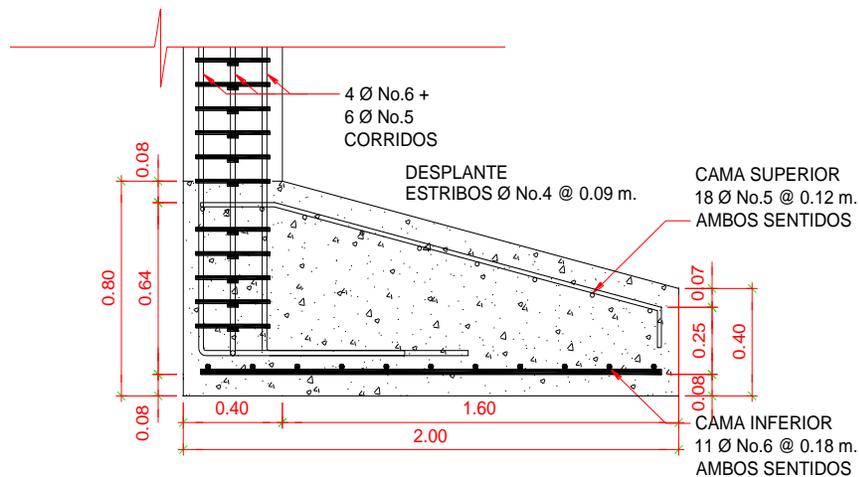
$$32 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 200 \text{ cm}$$

$$1,97 \text{ cm} \text{ ----- } S$$

$$S = 12 \text{ cm}$$

El armado se hará con varillas No 5 @ 0,12m.

Figura 126. Detalle de zapata tipo Z-7



Fuente: elaboración propia.

Ver detalle en (apéndice 10).

### 2.1.5.6. Diseño de escalera

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.

$$\text{Altura de escalón} = 3,38\text{m} / 16 \text{ escalones} = 0,211 \text{ metros} = 21,1\text{cm}$$

#### ➤ Integración de cargas

Peso propio de escalera	= 2400(0,12+0,21/2)	= 540 kg/m <sup>2</sup>
Acabados		= 100 kg/m <sup>2</sup>
Total carga muerta		= 640 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva		= 500 kg/m <sup>2</sup>

$$\text{Carga última} = 1,4\text{CM} + 1,7\text{CV} = 1,4(640) + 1,7(500) = 1746 \text{ kg/m}^2$$

Se considera la losa en una dirección, se analiza una franja con ancho unitario de 1 metro. La carga última es CU = 1746 kg/m. Para un tramo de escalones con longitud de 2 metros.

$$M_{(+)} = \frac{Wl^2}{9} = \frac{1746 \text{ (kg/m)} \cdot 2^2}{9} = 776 \text{ Kg.m} \qquad M_{(-)} = \frac{Wl^2}{14} = \frac{1746 \text{ (kg/m)} \cdot 2^2}{14} = 499 \text{ Kg.m}$$

$$A_{SMax} = 0,50 \rho_{bal} bd = 0,50 \cdot 0,03695 \cdot 1000 \cdot 9 = 16,63 \text{ cm}^2$$

$$A_{SMin} = \frac{14,1 * bd}{f_y} = \frac{14,1 \cdot 1000 \cdot 9}{2810} = 4,52 \text{ cm}^2$$

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

$$M_{(+)} = 776 \text{ Kg.m}$$

$$A_s = \left[ 100 * 9 - \sqrt{100 * 9^2 - \frac{776 * 100}{0,003825 * 10}} \right] * \frac{0,85 * 10}{2810} = 3,52 \text{ cm}^2$$

$$M_{(-)} = 499 \text{ Kg.m}$$

$$A_s = \left[ 100 * 9 - \sqrt{100 * 9^2 - \frac{499 * 100}{0,003825 * 10}} \right] * \frac{0,85 * 10}{2810} = 2,24 \text{ cm}^2$$

Utilizando el área de acero mínimo  $A_s = 4,52 \text{ cm}^2$ , con varillas No 3 el espaciamiento resulta:

$$S = \frac{0,71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{4,52 \text{ cm}^2} = 15 \text{ cm}, \text{ se utilizará No 3 @ } 0,15 \text{ m.}$$

➤ Refuerzo transversal

$$\text{Acero por temperatura } A_{STemp} = 0,002bt = 0,002 * 100 * 17,5 = 3,50 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{0,71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{3,50 \text{ cm}^2} = 20 \text{ cm}, \text{ se utilizará No 3 @ } 0,20 \text{ m.}$$

## **2.1.6. Instalaciones**

### **2.1.6.1. Instalaciones eléctricas**

Con base en el manual de Normas para acometidas de servicio eléctrico de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), en la sección V: apartamentos, edificios, centros comerciales y construcciones similares, Normas y códigos para instalación comercial:

➤ **Acometida**

Conjunto de conductores, componentes y materiales utilizados para transmitir la electricidad desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica. La instalación de la acometida consta de los siguientes elementos básicos:

Poste de distribución

Poste de acometida

Cables de acometida

Contador o medidor

Caja socket para contador

Medios de protección

Tableros de distribución

De acuerdo con lo anterior, se colocara un contador y un tablero principal con tierra física.

Para conexión de electrodos a tierra se debe colocar una varilla de cobre de una longitud mínima de 2.5 metros y ½” de diámetro.

➤ Circuitos

Según la norma, los circuitos de iluminación y tomacorrientes se protegerán con un flipón de 20 a 25 amperios por cada 10 unidades como máximo, basándose principalmente en lo que determinen los cálculos.

Se considero el método del total de potencia que son los watt o Kilowatt que suman todas las lámparas, tomacorrientes y el resto de conexiones eléctricas y, así lograr la iluminación adecuada en cada área específica.

En el primer nivel la instalación eléctrica cuenta con 12 circuitos de iluminación (con un total de 43 lámparas tipo plafonera y 72 lámparas 2\*40) y 6 circuitos de fuerza (con un total de 41 tomacorrientes). El segundo nivel tendrá 12 circuitos de iluminación (con un total de 64 lámparas tipo plafonera y 43 lámparas 2\*40) y 6 circuitos de fuerza (con un total de 43 tomacorrientes).

Primer nivel:

43 bombillas de 125 watt + 72 lámparas de 160 watt = 17495 watt

41 tomacorrientes de 300 watt cada uno = 12300 watt

Sumatoria = 29795 watt

Con base en lo especificado por la norma y teniendo una potencia de 29 795 watt, se colocaran 18 circuitos, 12 para iluminación y 6 para fuerza para el primer nivel.

Segundo nivel:

64 bombillas de 125 watt + 43 lámparas de 160 watt = 14 880 watt

43 tomacorrientes de 300 watt cada uno = 12 900 wSumatoria = 27 780 watt

Con base en lo especificado por la norma y teniendo una potencia de 27 780 watt, se colocaran 18 circuitos, 12 para iluminación y 6 para fuerza para el segundo nivel.

➤ Conductores

El calibre de los conductores será de acuerdo estrictamente al cálculo respectivo, pero en ningún momento podrá ser menor de 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de la iluminación, se debe determinar la corriente de los circuitos para cada nivel:

(1 circuito) 160 watt\*10 lámparas = 1600 watt

$$I_{\text{iluminado}} = \frac{P}{V} = \frac{1600\text{watt}}{120} = 13,33A$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada bombilla es de 5,00 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 v con un 5% de caída de voltaje es 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de la iluminación, se debe determinar la corriente de los circuitos para nivel, tomando en cuenta el uso simultaneo de los tomacorrientes.

(1 circuito) 300 watt \* 8 tomacorrientes = 2400 watt

$$I_{\text{fuerza}} = \frac{P}{V} = \frac{2400\text{watt}}{120} = 20A$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada tomacorriente es de 5 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 V con un 2% de caída de voltaje es 12 AWG, TW.

Debido a que la corriente es de 13,33 A para iluminación y de 20 A para fuerza, se colocara un flipón de 20 A por cada circuito de iluminación y 25 A por cada circuito de fuerza, dando como resultado el uso de dos tableros de distribución uno para el primer nivel y otro en el segundo nivel con 12 flipón de 20 A y 6 flipón de 25 A en cada tablero.

➤ Tubería y ductos

Se utilizara tubería PVC eléctrico  $\phi \frac{3}{4}$ ", las uniones deberán ser completamente impermeables.

Dependiendo del calibre y el número de conductores que pasan por el tubo, así será el diámetro requerido.

Se presentan plantas esquematizadas (ver Apéndice 10), mostrando la distribución del sistema eléctrico así como la planilla de simbología utilizada para el mismo.

## **2.1.6.2. Instalaciones hidráulicas**

### **2.1.6.2.1. Agua potable**

➤ Dos niveles:

- Primer nivel: carnicerías, patios, pilas y baños sanitarios.

- Segundo: comedores, administración, guarderías, locales comerciales y baños sanitarios.

Por tratarse de un edificio ubicado en un área urbana y siendo un mercado muy concurrido se estimará una dotación de 25 litros por habitante cada día (lt/hab/día).

Se estimarán un promedio de 3500 personas por día.

➤ **Calculo de sub-ramales**

Los sub-ramales son pequeñas longitudes de tubería que conectan los ramales a los aparatos sanitarios ver tabla VIII.

**Tabla VIII. Diámetro mínimo de los sub-ramales**

Diámetro del sub-ramal en pulgadas	
Tipo de aparato sanitario	Diámetro mínimo
Lavatorio	½
Bidet	½
Chorros de Patio	½
Ducha	½
Lavadero de Ropa	½
Inodoro con Tanque	½
Inodoro con Válvula	1 ¼
Urinario con Tanque	½
Urinario con Válvula	1

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 54.

Utilizando la tabla VII y dependiendo del aparato sanitario, se le asigna un diámetro en pulgadas a cada sub-ramal, en este caso se asignaron de la siguiente manera:

Lavamanos ½”

Inodoro con tanque ½”

Lavadero de cocina ½”

Lavadero de ropa ½”

Chorros para patio ½”

Urinario con tanque ½”

➤ Cálculo de ramales

Los ramales son tuberías derivadas del alimentador y que abastecen agua a punto de consumo aislado, un baño o grupo de aparatos sanitarios.

**Tabla IX. Equivalencias de gastos en tuberías de agua, tomando como unidad la tubería de ½” de diámetro, para las mismas condiciones de pérdida de presión y para una presión dada**

Diámetro del tubo en pulgadas	Número de tubos de ½” con la misma capacidad
½	1
¾	2,9
1	6,2
1 ¼	10,9
1 ½	17,4
2	37,8
2 ½	65,5

Continuación de la tabla IX.

3	110,5
4	189
6	527
8	1250
10	2090

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 58.

Utilizando la tabla IX, se le asigna un número (equivalencia) a cada sub-ramal en función de su diámetro obtenido anteriormente quedando de la siguiente manera:

- $\frac{1}{2}'' = 1$
- $\frac{3}{4}'' = 2,9$
- $1'' = 6,2$

Luego, empezando desde el punto más alejado con respecto al alimentador principal, se analiza ramal por ramal y en función de los números anteriores, se calcula el diámetro por medio de la tabla X, quedando de la siguiente manera:

Tabla X. **Calculo de diámetro de tubería de agua potable**

Tramo	Equivalencia	Diámetro	Tramo	Equivalencia	Diámetro
221-220	2,9	3/4"	120-221	1	1/2"
220-218	2,9	3/4"	118-119	1	1/2"
218-219	1	1/2"	116-117	1	1/2"
218-216	2,9	3/4"	114-115	1	1/2"
216-217	1	1/2"	112-113	1	1/2"

Continuación de la tabla X.

216-214	2,9	3/4"	110-111	1	1/2"
214-215	1	1/2"	108-107	1	1/2"
212-213	1	1/2"	106-107	1	1/2"
212-211	2,9	3/4"	104-105	1	1/2"
211-210	2,9	3/4"	102-103	1	1/2"
220-221	2,9	3/4"	100-101	1	1/2"
220-221	2,9	3/4"	98-99	1	1/2"
209-208	2,9	3/4"	96-97	1	1/2"
206-207	1	1/2"	95-94	2,9	3/4"
204-206	1	1/2"	94-93	2,9	3/4"
207-204	2,9	3/4"	93-92	2,9	3/4"
204-201	2,9	3/4"	92-91	2,9	3/4"
203-202	1	1/2"	89 -90	1	1/2"
201-200	2,9	3/4"	87-88	1	1/2"
209-200	2,9	3/4"	86-85	1	1/2"
200-199	2,9	3/4"	83-84	1	1/2"
199-198	2,9	3/4"	82-68	2,9	3/4"
198-197	2,9	3/4"	82-81	1	1/2"
195-196	1	1/2"	80-79	1	1/2"
193-194	1	1/2"	77-76	1	1/2"
191-192	1	1/2"	76-75	2,9	3/4"
189-190	1	1/2"	75-73	2,9	3/4"
188-187	1	1/2"	73-74	1	1/2"
185-186	1	1/2"	71-72	1	1/2"
183-184	1	1/2"	69-70	1	1/2"
180-181	1	1/2"	66-67	1	1/2"
178-179	1	1/2"	64-65	1	1/2"

Continuación de la tabla X.

176-177	1	1/2"	63-62	1	1/2"
175-188	2,9	3/4"	61-62	1	1/2"
173-175	2,9	3/4"	59-60	1	1/2"
173-174	1	1/2"	59-54	2,9	3/4"
171-172	1	1/2"	54-53	2,9	3/4"
169-170	1	1/2"	51-52	1	1/2"
164-163	1	1/2"	49-50	1	1/2"
164-165	2,9	3/4"	47-48	1	1/2"
166-165	1	1/2"	45-46	1	1/2"
168-167	1	1/2"	41-40	1	1/2"
162-163	2,9	3/4"	39-38	1	1/2"
161-162	2,9	3/4"	37-36	2,9	3/4"
161-181	2,9	3/4"	36-35	2,9	3/4"
160-159	2,9	3/4"	35-76	2,9	3/4"
159-158	2,9	3/4"	34-32	2,9	3/4"
158-157	1	1/2"	32-31	2,9	3/4"
156-158	2,9	3/4"	29-30	1	1/2"
156-155	1	1/2"	27-28	1	1/2"
148-122	2,9	3/4"	25-26	1	1/2"
145-146	1	1/2"	23-24	1	1/2"
143-144	1	1/2"	21-22	1	1/2"
141-142	1	1/2"	19-20	1	1/2"
139-140	1	1/2"	17-18	1	1/2"
137-138	1	1/2"	15-16	1	1/2"
137-136	2,9	3/4"	13-14	1	1/2"
136-135	2,9	3/4"	13-oct	2,9	3/4"
133-134	1	1/2"	10-nov	1	1/2"

Continuación de la tabla X.

131-132	1	1/2"	08-sep	1	1/2"
129-130	1	1/2"	06-jul	1	1/2"
127-128	1	1/2"	04-may	1	1/2"
125-126	1	1/2"	04-mar	2,9	3/4"
124-123	2,9	3/4"	03-feb	2,9	3/4"
123-122	2,9	3/4"	feb-33	2,9	3/4"
122-120	1	1/2"	02-ene	2,9	3/4"
			1-Acometida	2,9	3/4"

Fuente: elaboración propia.

Se concluye el tipo de tubería estará conformado por un circuito general con tubería de 3/4" de diámetro, para el abasto de artefactos con tubería de 1/2", todos estos llevarán contra llave cromada y las válvulas o llaves deberán ser como mínimo de 125 PSI; la tubería de PVC, deberá ajustarse a la norma ASTM D-22-41-00.

Calculo de línea principal.

De acuerdo a la tabla XI, se le asigna un número de unidades de gasto o unidades Hunter (UH) a cada uno de los artefactos sanitarios en función de su tipo, quedando de la siguiente manera:

Tabla XI. **Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto
Tina		1,5
Lavarropa		2
lavamanos		1
Ducha		1,5
Inodoro	Con tanque	3
Inodoro	Con válvula semiautomática	6
Lavadero	Cocina	2
Lavadero	Repostero	2
chorro	Para patio	1
Lavadero	Para carnes	2
Urinario	Con tanque	3
Urinario	Con válvula semiautomática	5
Medio Baño	Con válvula semiautomática	0,75
Medio Baño	Con tanque	0,75

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 48.

De esta manera la cantidad de UH por nivel será de:

Segundo nivel

6 lavaderos de cocina * 2 UH.....	12 UH
2 lavaderos de repostería * 2 UH.....	4 UH
10 lavamanos * 1 UH.....	10 UH
10 Inodoros con tanque * 2 UH.....	20 UH
4 Urinarios con tanque * 3 UH.....	12 UH
Total.....	58 UH

Primer nivel

37 lavaderos de carnes * 2 UH.....	74 UH
5 lavaderos de repostería * 2 UH.....	10 UH
6 lavamanos * 1 UH.....	6 UH
7 inodoros con tanque * 2 UH.....	14 UH
4 urinarios con tanque * 3 UH.....	12 UH
3 chorros de patio * 1 UH.....	3 UH
Total.....	116 UH

El número de UH totales será:

$$58 \text{ UH} + 116 \text{ UH} = 174 \text{ UH}$$

Tabla XII. Gasto probable para la aplicación del método de hunter (l/s).

No. de	Gasto		No. de	Gasto	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
3	0,12	_---	42	0,95	1,78
4	0,16	_---	44	1	1,82
5	0,23	0,91	46	1,03	1,84
6	0,25	0,94	48	1,09	1,92
7	0,28	0,97	50	1,13	1,97
8	0,29	1	55	1,19	2,04
9	0,32	1,03	60	1,25	2,11
10	0,34	1,06	65	1,31	2,17
12	0,38	1,12	70	1,36	2,23
14	0,42	1,17	75	1,41	2,29
16	0,46	1,22	80	1,45	2,35
18	0,5	1,27	85	1,5	2,4
20	0,54	1,33	90	1,56	2,45
22	0,58	1,37	95	1,62	2,5
24	0,61	1,42	100	1,67	2,55
26	0,67	1,45	110	1,75	2,6
28	0,71	1,51	120	1,83	2,72
30	0,75	1,55	130	1,91	2,8
32	0,79	1,59	140	1,98	2,85
34	0,82	1,63	150	2,06	2,95
36	0,85	1,67	160	2,14	3,04
38	0,88	1,7	170	2,22	3,12

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 48.

Con el número total de UH y utilizando la tabla XII, se tiene un gasto probable de 2,24 l/s.

Estimado una velocidad de 1 m/s, una altura de niveles de 2,90 mts. Y tubería de PVC se calcula el diámetro para cada nivel mediante la fórmula siguiente:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * hf}}$$

El diámetro a usar para la línea de distribución que alimenta los diferentes niveles será 1”.

#### **2.1.6.2.2. Drenaje sanitario**

La evacuación de aguas se realiza por medio de un conjunto de tuberías que deberán llenar las condiciones siguientes:

- Evacuar rápidamente las aguas, alejándola de los aparatos sanitarios.
- Impedir el paso del aire, olores y organismos patógenos de las tuberías al interior de los edificios o viviendas.
- Las tuberías deben ser de materiales durables e instalados de manera que no se provoquen alteraciones con los movimientos de los edificios.
- Los materiales de las tuberías deben resistir la acción corrosiva de las aguas que transportan.

## Calculo de las derivaciones simples

Utilizando la tabla XIV, se le asigna un número de unidades mueble (UM) y un diámetro de tubería a cada aparato sanitario, dependiendo la clase de instalación, en este caso es una instalación de primera clase, quedando de la siguiente manera:

**Tabla XIII. Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga**

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y derivación		
	Clase			Clase		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
Lavabo	1	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Tina	3	4	4	1 ¼	2	2
Bidet	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Regadera	2	3	3	1 ¼	2	2
Urinario	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Urinario vertical	---	4	4	---	2	2
Fregadero	3	---	---	1 ¼	---	---
Lavadero	3	3	---	1 ¼	1 ¼	---
Vertedero	---	8	8	4	4	---
Bebedero	1	1	1	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Lavaplatos	2	---	---	1 ¼	---	---

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 48.

Tabla XIV. **Cálculo del diámetro de las derivaciones simples para drenaje**

Tipo de mueble o aparato	Número de unidades mueble (um)	Diámetro (plg)
Lavamanos	1	2"
Inodoro con tanque	4	3"
Lavadero de cocina	3	2"
Lavadero para carnes	3	2"
Drenaje de piso	5	4"
Urinario con tanque	2	2"

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 105.

Tabla XV. **Caudales base de los aparatos sanitarios.**

Designación de los aparatos	Caudal base l/seg.
Lavamanos	0,75
lavadero	0,75
Ducha	0,5
Bañera	1,5
Urinario	1
Inodoro no sifónico	1,5
Inodoro sifónico	2

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 73.

## Cálculo de las derivaciones y colector o columnas

Se calcula el número de UM por cada aparato sanitario, con la tabla XIV, y de acuerdo a la tabla XV se estima un caudal por aparato y por nivel de la siguiente forma:

### Primer nivel

37 lavaderos de carnes * 3 UM.....	111 UM	0,75	27,75
5 lavaderos de repostería * 3 UM.....	15 UM	0,75	11,25
6 lavamanos * 1 UM.....	6 UM	0,75	4,25
7 inodoros con tanque * 4 UM.....	28 UM	1,50	10,50
4 urinarios con tanque * 2 UM.....	8 UM	1,00	4,00
3 chorros de patio * 1 UM.....	3 UM	0,75	2,25
Total.....	243 UM		60 lts/s. por aparato

### Segundo nivel

6 lavaderos de carnes * 3 UM.....	18 UM	0,75	4,50
2 lavaderos de repostería * 3 UM.....	9 UM	0,75	1,50
10 lavamanos * 1 UM.....	10 UM	0,75	10,25
10 inodoros con tanque * 4 UM.....	40 UM	1,50	10,50
4 urinarios con tanque * 2 UM.....	8 UM	1,00	4,00
Total.....	85 UM		30,75 lts/s. por aparato

**Tabla XVI. Dimensiones para circuitos horizontales de ventilación**

Diámetro de desague (plg)	Máximo No. De unidades	Diámetro del circuito de ventilación				
		1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
		Máxima longitud horizontal en pies				
1 1/2	10	20				
2	12	15	40			
2	20	10	30			
3	10	----	20	40	100	
3	30	----	----	40	100	
3	60	----	----	16	80	
4	100	----	7	20	52	200
4	200	----	6	18	50	180
4	500	----	14	14	36	140

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 68.

**Tabla XVII. Dimensiones y longitudes para circuitos verticales de ventilación**

Diámetro de desagüe (plg)	Máximo No. De unidades	Diámetro de ventiladores requeridos							
		1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	7"
		Máxima longitud del ventilador en pies							
1 1/4	2	3							
1 1/2	8	5	15						
1 1/2	10	3	10						
2	12	3	75	20					
2	20	2	50	15					
2 1/2	42		30	10	20	60			
3	10		30	10	20	60			

Continuación de la tabla XVII.

3	30			60	20	50			
3	6			50	80	40			
4	100			35	10	26	100		
4	200			30	90	25	900		
4	500			20	70	300	900		
5	200				35	80	350	100	
5	500				30	70	300	900	
5	1100				20	50	200	700	
6	350				25	50	200	400	130
6	620				15	30	125	300	110
6	960					24	100	250	100
6	1900					20	70	200	700

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 69.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se utilizará tubería de PVC con diámetros de Ø2” en los lavamanos, Ø3” en los sanitarios, Ø4” en las cajas de unión de caudales y de registro, y Ø5” en la conexión hacia el colector municipal. Toda la instalación de drenaje deberá quedar a una profundidad mínima de 0,40 m por debajo de la instalación de agua potable, con una capa de material selecto de 0,10 m de espesor las pendientes mínimas tienen que tener una pendiente mínima de 2% y una máxima de 6%.

### 2.1.6.2.3. Drenaje pluvial

Se dispondrán de diez bajadas de agua pluvial para drenar el techo del edificio y el diámetro de cada una de ellas se calcula de la siguiente manera:

Como el edificio está ubicado en San Pedro Pinula, Jalapa, se utilizo para el cálculo de la Intensidad de lluvia la fórmula para la zona atlántica para una frecuencia de 20 años, con un tiempo de concentración de  $t = 5$  minutos, datos tomados de la tesis **Guía para las Instalaciones Sanitarias en Edificios** Pág. 91:

$$I = \frac{4604.5}{t + 24.2}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia promedio en la zona drenada en mm/hora

t = tiempo de concentración en minutos

Obtenemos una intensidad de  $I = 157,69$

El área a drenar por cada bajada será de 122,415 m<sup>2</sup> o 0,0122 hectáreas, que es la decima parte del área total de la loza, encontrando el caudal con la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C.I.A.}{360}$$

Donde:

Q= Caudal en m<sup>3</sup>/seg.

C = Relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área.

I= Intensidad de lluvia en mm./hora

A = Área a drenar en hectáreas.

El valor de C puede estimarse:

- Para superficies impermeables de techos = 0,75 a 0,95
- Para pavimentos de asfalto = 0,85 a 0,90
- Para jardines, parques o prados = 0,05 a 0,25

Obteniendo un caudal de  $Q = 0,005076 \text{ m}^3/\text{seg.} = 5,076 \text{ lt/seg}$

Luego, se calcula el diámetro de la tubería, por medio de la fórmula de Manning, de la siguiente manera:

$$D = \left( \frac{691000 * Q * n}{s^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Donde:

$D_{cm.}$  = Diámetro interior del tubo, en cms.

Q = Caudal requerido en  $\text{m}^3 / \text{seg.}$

n = Coeficiente de rugosidad ( ver tabla )

S = Pendiente

Tabla XVIII. Coeficiente de rugosidad n para las formula de Manning en tuberías

Material	n
PVC y Polietileno de alta densidad	0,009
Asbesto Cemento	0,01
Hierro fundido nuevo	0,013
Hierro fundido usado	0,017
Concreto liso	0,012
Concreto rugoso	0,016
Mampostería con mortero de cemento	0,02
Acero soldado con revestimiento interior a base de epoxy	0,011
Acero galvanizado nuevo o usado	0,014

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 79.

Como se utilizará tubería de PVC, se estima un coeficiente de rugosidad  $n = 0.009$ .  
Se estimará una pendiente de 0.5%, quedando:

$$D = \left( \frac{691000 * 0,005076 * 0,009}{0,005^{1/2}} \right)^{3/8} = 9,84cm = 4''$$

Se recomienda utilizar tubería de PVC de 4" de diámetro.

### **2.1.7. Planos constructivos**

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

- Planta amueblada
- Elevaciones y secciones
- Planta de cotas
- Planta de acabados
- Planta de cimentación y detalles estructurales
- Planta de vigas
- Planta de losas
- Detalles de muros y gradas
- Planta de drenaje sanitario y planta de instalación de agua potable
- Planta de iluminación
- Planta de fuerza

### 2.1.8. Presupuesto

En el presupuesto del Mercado Municipal se especifican los renglones que se deben realizar para llevar a cabo el proyecto; los precios de los materiales usados son valores cotizados en la cabecera departamental; los salarios de mano de obra tanto calificada como no calificada son los utilizados por la municipalidad.

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios, aplicando un 30% de costos indirectos, que representa los gastos administrativos, fianzas, supervisión y utilidad.

Tabla XIV. **Presupuesto**

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	P/U	PRECIO TOTAL
1	DEMOLICIÓN, TRAZO Y NIVELACIÓN	M2	2438	Q142,62	Q347 698,17
2	<b>ZAPATAS</b>				
2.1	ZAPATA TIPO 1	UNIDAD	47	Q6271,15	Q294 744,13
2.2	ZAPATA TIPO 2	UNIDAD	9	Q6605,18	Q59 446,66
2.3	ZAPATA TIPO 3	UNIDAD	9	Q6209,23	Q55 883,10
2.4	ZAPATA TIPO 4	UNIDAD	18	Q1943,45	Q34 982,13
2.5	ZAPATA TIPO 5	UNIDAD	11	Q6338,47	Q69 723,13
2.6	ZAPATA TIPO 6	UNIDAD	4	Q2187,19	Q8748,77
2.7	ZAPATA TIPO 7	UNIDAD	6	Q6746,24	Q40 477,41
2.8	ZAPATA TIPO 8	UNIDAD	4	Q6228,83	Q24 915,30
3	<b>CIMIENTO CORRIDO</b>	ML	998	Q218,45	Q218 008,88
4	<b>PARQUEO</b>	M2	865	Q498,54	Q431 232,87
5	<b>ACERAS Y FUNDICIÓN DE PISO DE</b>	M3	310	Q1918,72	Q594 802,59
6	<b>COLUMNAS</b>				
6.1	COLUMNA TIPO C-1	ML	468	Q913,72	Q427,622,57
6.2	COLUMNA TIPO C-2	ML	473	Q1,019.04	Q482,003.89

Continuación de la tabla XIX.

6.3	COLUMNA TIPO C-3	ML	105	Q1135,36	Q119 212,65
6.4	COLUMNAS DE MURO	ML	1918	Q16412	Q314 782,21
7	<b>SOLERAS</b>				
7.1	SOLERA HIDRÓFUGA	ML	1376	Q139,46	Q191 895,62
7.2	SOLERA INTERMEDIA	ML	2171	Q84,06	Q182 485,05
7.3	SOLERA CORONA	ML	795	Q145,77	Q115 884,19
8	<b>MURO DE BLOCK</b>	M2	2243	Q183,34	Q411 242,00
9	<b>VIGAS</b>				
9.1	VIGA TIPO V-1	ML	332	Q870,86	Q289 124,81
9.2	VIGA TIPO V-2	ML	361	Q900,54	Q325 095,71
9.3	VIGA TIPO V-3	ML	26	Q961,68	Q25 003,70
9.4	VIGA TIPO V-4	ML	332	Q924,05	Q306 785,26
9.5	VIGA TIPO V-5	ML	78	Q963,97	Q75 189,50
9.6	VIGA TIPO V-6	ML	26	Q951,29	Q24 733,42
9.7	VIGA TIPO V-7	ML	46	Q894,26	Q41 135,98
9.8	VIGA TIPO V-8	ML	46	Q1070,73	Q49 253,72
9.9	VIGA TIPO V-9	ML	52	Q908,68	Q47 251,19
9.1	VIGA TIPO V-10	ML	181	Q919,11	Q166 358,32
9.11	VIGA TIPO V-11	ML	26	Q1082,73	Q28 150,97
9.12	VIGA TIPO V-12	ML	26	Q1082,73	Q28 150,97
10	<b>LOSA</b>	M2	3131	Q576,74	Q1 805 766,00
11	<b>ACABADOS</b>				
11.1	REPELLO	M2	8860	Q16,03	Q142 047,20
11.2	BLANQUEADO	M2	8860	Q5,53	Q49 010,52
11.3	PINTURA	M2	8860	Q6,46	Q57 208,32
11.4	COLOCACIÓN DE PISO	M2	3373	Q181,12	Q610 919,14
11.5	COLOCACIÓN DE AZULEJO	M2	102	Q165,38	Q16 869,06
11.6	COLOCACION DE TEJA	M2	308	Q366,64	Q112 924,13
11.7	OTROS	GLOBAL	1	Q58 733,95	Q58 733,95
12	<b>PUERTAS Y VENTANERIA</b>				
12.1	PUERTAS	GLOBAL	1	Q454 876,86	Q454 876,86

Continuación de la tabla XIX.

12.2	VENTANAS	GLOBAL	1	Q188 058,78	Q188 058,78
13	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>	GLOBAL	1	Q9844,91	Q9844,91
13.1	CIRCUITO ILUMINACIÓN	GLOBAL	1	Q216 279,17	Q216 279,17
13.2	CIRCUITO FUERZA	GLOBAL	1	Q72 221,10	Q72 221,10
14	<b>MÓDULO DE GRADAS</b>				
14.1	GRADAS	GLOBAL	1	Q68 622,60	Q68 622,60
14.2	RAMPA	GLOBAL	1	Q58 612,46	Q58 612,46
15	<b>INSTALACIONES HIDRÁULICAS</b>	GLOBAL	1	Q20 028,83	Q20 028,83
16	<b>INSTALACIÓN DE DRENAJES</b>	GLOBAL	1	Q135 250,52	Q135 250,52
				<b>TOTAL</b>	<b>Q9 909 298,42</b>

Fuente: elaboración propia.

## 2.2. Diseño mejoramiento de carretera hacia la aldea Los Riscos

### 2.2.1. Descripción del proyecto

EL proyecto consiste en el diseño del mejoramiento de carretera que mide aproximadamente 2,3 kilómetros, es una carretera con típica tipo F, en la que se ha de proponer una capa de rodadura de balasto de espesor de quince centímetros, con cunetas naturales y construcción de transversales.

### 2.2.2. Criterios de diseño

A continuación se enumeran las normas de la Dirección General de Caminos para una carretera tipo “F”, por ser el tipo de carretera que se va a diseñar ver anexo 6.

Tipo de terreno	Montañoso
Tránsito promedio (t.p.d.)	de 10 a 100
Velocidad de diseño	20 Km./Hora
Ancho de calzada	5,5 metros

Ancho de terracería

a. Corte	9,5 metros
b. Relleno	8,5 metros

Derecho de vía	15 metros
Radio mínimo de curvas horizontales	18 metros

Distancia de visibilidad de parada

a. Mínima	20 metros
b. Recomendada	25 metros

Distancia de visibilidad de paso

a. Mínima	50 metros
b. Recomendada	100 metros

Pendiente de circulación máxima	14%
Pendiente mínima de drenaje	2%

### **2.2.3. Preliminar de campo**

Consistió en la obtención de información de campo para realizar el diseño en gabinete, es una serie de procesos de la cual depende en gran parte el tipo de diseño que se realice, ya que en esta se efectúa la selección de ruta y el levantamiento topográfico.

#### **2.2.3.1. Selección de ruta**

Este proceso se realizó tomando como base un camino de herradura existente, por tener como limitante los derechos de paso por algunos terrenos. Para el trazo se tomó en cuenta la topografía del terreno, los derechos de paso, la pendiente máxima, que para este caso, es el 14%, cuidando de realizar el menor movimiento de tierra posible, porque la carretera pasará por terrenos cultivados.

### **2.2.4. Levantamiento topográfico**

#### **2.2.4.1. Planimetría**

El levantamiento topográfico planimétrico, se realizó como una poligonal abierta, utilizando el método conservación de azimut de simple deflexión, entre estación y estación se dejaron marcas de trompos en la línea central y estacas a un lado de las mismas, en las cuales se marcó el kilometraje. Para el replanteo de la línea central, se dejaron referencias con estacas y pintura. Para la realización de los trabajos de planimetría y señalización en campo se utilizó el equipo siguiente:

- Teodolito Sokia modelo Dt-6
- Trípode
- Brújula
- Plomadas

- Cinta métrica
- Trompos
- Estacas

#### **2.2.4.2. Altimetría**

La nivelación del eje central se llevó a cabo por medio de una nivelación compuesta, en la cual se asumió una cota inicial de cien. Para la realización de los trabajos de altimetría se utilizó el equipo siguiente:

- Nivel de precisión marca Sokia
- Trípode
- Estadía

#### **2.2.4.3. Secciones transversales**

Se realizó a lo largo de la carretera, en cada punto de nivelación, con el fin de definir las curvas de nivel en el derecho de vía; las alturas se midieron con nivel de mano, en cada cambio de pendiente, definiendo así la topografía del lugar.

La información para este caso, se obtuvo dentro de una franja de 10 metros, a cada lado de la línea central.

#### **2.2.4.4. Cálculo topográfico y dibujo de preliminar**

Cálculo planimétrico

Para el cálculo se utilizó el método Pensilvania usando una hoja de cálculo de Excel, dando como resultado las coordenadas totales de la línea central preliminar. Con

los datos obtenidos se procedió a dibujar la línea central de la carretera en el programa Civilcad.

Tabla XX. Libreta de planimetría

LIBRETA DE CÁLCULO TOPOGRÁFICO							
PUNTOS DE REFERENCIA PLANIMÉTRICA							
ALDEA LOS RISCOS							
ESTACIÓN		AZIMUT			DISTANCIA	X	Y
E.	P.O.	GRA	MIN	SEG			
	E-0	0	0	0		0	0
E-0	R0.A	112	18	0	4,6	4,256	-1,7455
	R0.B	287	43	0	3,6	-3,4293	1,0955
	E-1	185	39	30	115,5	-11,3878	-114,9372
E-1	R1.A	94	17	0	2,5	-8,8948	-115,124
	R1.B	274	17	0	2,5	-13,8809	-114,7505
	E-2	183	55	0	115	-19,243	-229,6686
E-2	R2.A	92	30	0	2,5	-16,7454	-229,7777
	R2.B	272	30	0	2,5	-21,7406	-229,5596
	E-3	180	12	45	38,4	-19,3854	-268,0684
E-3	R3.A	81	3	0	2,4	-17,0146	-267,695
	R3.B	254	12	0	2,4	-21,6947	-268,7219
	E-4	182	3	5	59,6	-21,5188	-327,6302
E-4	R4.A	98	29	0	2,5	-19,0462	-327,999
	R4.B	278	29	0	2,5	-23,9915	-327,2614
	E-5	192	52	10	38,6	-30,1162	-365,2606
E5	R5.A	90	2	0	2,5	-27,6162	-365,262
	R5.B	270	2	0	2,5	-32,6162	-365,2591
	E-6	182	55	20	103,4	-35,3876	-468,5261
E-6	R6.A	99	22	0	2,5	-32,9209	-468,933
	R6.B	279	22	0	2,5	-37,8543	-468,1192
	E-7	194	36	0	20,5	-40,555	-488,3641

Continuación de la tabla XX.

E-7	R7.A	84	52	0	4	-36,571	-488,0062
	R7.B	204	34	0	6,6	-43,299	-494,3667
	R7.C	275	49	0	3,6	-44,1365	-487,9993
	E-8	240	29	0	59,2	-92,0716	-517,5306
E-8	R8.A	144	35	0	2,5	-90,6228	-519,568
	R8.B	324	35	0	2,5	-93,5204	-515,4932
	E-9	232	5	25	30	-115,741	-535,9632
E-9	R9.A	132	0	0	2,5	-113,8831	-537,636
	R9.B	312	0	0	2,5	-117,5988	-534,2903
	E-10	215	28	10	23,9	-129,6094	-555,4279
E-10	R10.A	197	2	0	2	-130,1953	-557,3402
	R10.B	349	43	0	3	-130,1449	-552,4761
	E-11	266	45	30	108,9	-238,3351	-561,586
E-11	R11.A	170	8	0	2,5	-237,9068	-564,049
	R11.B	350	8	0	2,5	-238,7635	-559,1229
	E-12	254	48	0	60,6	-296,8151	-577,4746
E-12	R12.A	344	48	0	2,5	-297,4706	-575,0621
	R12.B	164	48	0	2,5	-296,1597	-579,8872

Fuente: elaboración propia.

### Cálculo altimétrico

Para el cálculo de las cotas, se partió de un valor asumido, en este caso fue de cien, luego aplicando las fórmulas para el cálculo de altura de instrumento y cota de nivelación, se obtuvieron los datos necesarios para representar gráficamente el perfil.

Las fórmulas utilizadas son:  $\text{Altura del instrumento} = \text{vista atrás} + \text{cota inicial}$

$\text{Cota de nivelación} = \text{Altura del instrumento} - \text{punto de vuelta}$

Tabla XXI. Libreta de altimetría

<b>LIBRETA DE CÁLCULO TOPOGRÁFICO</b>					
<b>ALTIMETRÍA</b>					
<b>ALDEA LOS RISCOS</b>					
<b>ESTACIÓN</b>	<b>Vista atrás</b>	<b>Altura del instrumento</b>	<b>Vista intermedia</b>	<b>PV</b>	<b>Cota de nivelación</b>
E-0	1,2				100
0+025		101,2	0,89		100,31
0+050		101,2	1,84		99,36
0+075		101,2	2,57		98,63
0+100		101,2	2,75		98,45
E-1+115		101,2	2,87		98,33
0+125		101,2	3,06		98,14
0+150		101,2	3,22		97,98
0+175-PV	1,38	98,93		3,65	97,55
0+200		98,93	1,93		97
0+225		98,93	2,47		96,46
E-2+230		98,93	2,51		96,42
E-3+275		98,93	3,48		95,45
0+325		98,93	1,94		96,99
E-4+330		98,93	1,72		97,21
E-5+370	3,51	101,9		0,54	98,39
0+375		101,9	3,51		98,5
0+400		101,9	2,88		99,02
0+425		101,9	2,29		99,61
0+450		101,9	1,36		100,54
E-6+470	1,41	103,08		0,23	101,67
E-7+490		103,08	1,09		101,99
0+500		103,08	1,49		101,59
0+525		103,08	2,07		101,01
E-8+550		103,08	1,88		101,2

Continuación de la tabla XXI.

E-9+580	3,85	105,61		1,32	101,76
E-10+600		105,61	3,95		101,66
0+625		105,61	3,13		102,48
0+650		105,61	2,43		103,18
0+675		105,61	1,82		103,79
0+700		105,61	0,63		104,98
E-11+710	3,95	109,46		0,1	105,51
0+750		109,46	1,95		107,51
E-12+770	3,74	113,02		0,18	109,28
0+800		113,02	2,28		110,74
E-13+815		113,02	1,27		111,75
E-14+835	3,68	116,42		0,28	112,74
0+850		116,42	2,63		113,79
E-15+880	3,82	119,76		0,48	115,94
0+900		119,76	2,36		117,4
0+925	3,95	123,23		0,33	119,43
E-16+950	2,85	125,63		0,45	122,78
0+975	1,45	126,75		0,33	125,3

Fuente: elaboración propia.

### Cálculo de secciones transversales

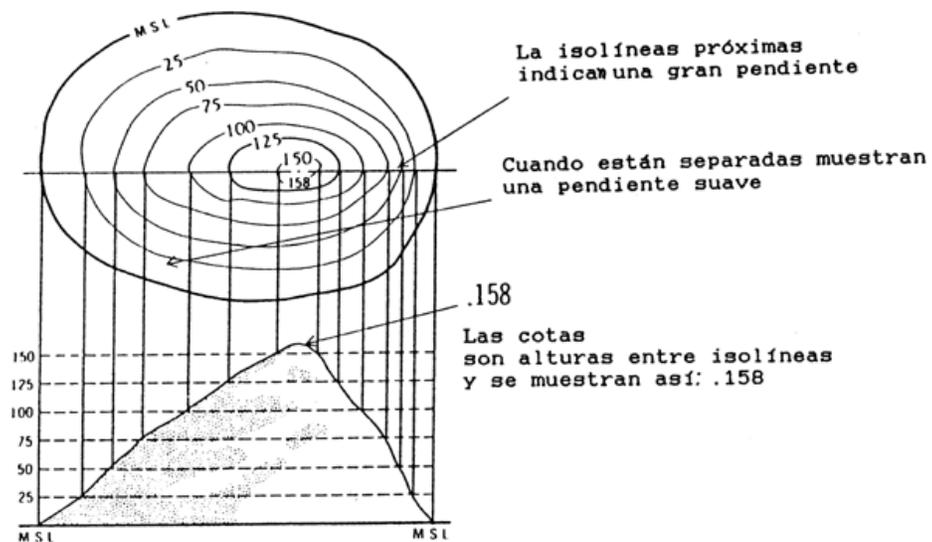
El cálculo de las cotas de secciones transversales, requiere que se conozcan las cotas del eje central, pues a estas se les suman o restan los datos de la libreta de campo.

### Curvas a nivel

Para el dibujo de las curvas de nivel se utilizó el programa Civil 3D, este interpola la información de cada coordenada, tejiendo una red con los puntos ingresados a partir de los datos obtenidos de las secciones transversales y del eje central. Se procede a

ubicar, en el dibujo en planta, cada punto de las secciones, a partir del punto que le corresponda el caminamiento en la línea central. Las curvas de nivel del levantamiento sirven para determinar las pendientes del terreno.

Figura 127. **Curvas a nivel**



Fuente: Department of Energy, Mines and Resources, Canadá, n.d.

## 2.2.5. Estudio de suelos

### 2.2.5.1. Análisis de la calidad de balasto

El estudio del suelo, mediante su exploración es un prerrequisito indispensable de toda obra de ingeniería, especialmente de carreteras.

Para garantizar el diseño del mejoramiento de la carretera que conduce hacia la aldea los Riscos, se realizó un estudio de suelos en las muestras tomadas de la subrasante. Los ensayos que se realizaron son:

Ensayo de compactación  
Ensayo de Razón Soporte California (CBR)  
Ensayo de Límites de Atterberg  
Granulometría.

Ensayo de compactación (Proctor)

Es necesario mencionar que la prueba Proctor, se creó para determinar la relación entre la humedad óptima con que un suelo puede alcanzar su máxima densidad posible, es decir, su máxima compactación, ya que la escasez de agua en un suelo o la abundancia de la misma, ocasiona que el suelo no pueda ser compactado al máximo.

Un suelo debe compactarse, porque mejora su capacidad de soporte cargas, disminuye la absorción del agua y reduce la sedimentación, por lo que es necesario encontrar una relación entre el contenido apropiado de agua que se va a usar, en un volumen determinado de suelo, a la máxima densidad que el suelo compactado puede alcanzar; todo esto se hace en laboratorio.

Para realizar el ensayo se utilizó una porción de suelo que pasó el tamiz No. 4. Realizando el ensayo de suelos de Proctor, se obtuvieron datos del contenido de humedad y del peso unitario seco. Trazando una curva que relaciona estos dos valores, se puede establecer por medio del punto más alto de la parábola, la humedad óptima del suelo, La curva de compactación se asemeja, generalmente, a una parábola, que cada suelo posee y es característica del material y distinta de otros suelos ver apéndice 2.

En la compactación Proctor T-180 el resultado de la densidad máxima fue 137.8 lb/pie<sup>3</sup> con una cantidad de humedad de 5.7%

Ensayo de razón soporte california (CBR)

El ensayo de CBR mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas.

El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte. Sin embargo, por las condiciones de humedad y densidad, es evidente que este número no es constante para un suelo dado, sino que se aplica sólo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo.

El valor final del CBR, se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos, principalmente con fines de utilización de bases y subrasante, bajo pavimentos de carreteras o aeropistas; el % C.B.R. se tomo de la grafica de Estudios de suelos, de ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) tomando un 95% de compactación nos da un 90% de C.B.R ver apéndice 3.

**Tabla XXII. Clasificación general del suelo**

Número de CBR	Clasificación general	Usos
0 - 3	Muy pobre	Subrasante
3- 7	Pobre a regular	Subrasante
7- 20	Regular	Subbase
20- 50	Bueno	Subbase, base
50 o más	excelente	Base

Fuente: WILEY & SONS, Jhon. Principios de diseño de pavimentos, 1959, Capítulo 14 y 15.

Finalmente el CBR, es el factor que determina el diseño de espesores de capas de pavimento. Usualmente el valor CBR, se convierte en módulo de valor soporte de suelo. El procedimiento para el CBR deberá realizarse como lo indica la norma AASHTO T-193.

Los valores CBR de los ensayos realizados se presentan en la tabla de resultados. Mediante estos se pudo establecer la clasificación del suelo, según la tabla anterior descrita, como un material excelente, que se puede utilizar como base.

#### Ensayo de límites de Atterberg

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. El nombre de estos es debido al científico sueco Albert Mauritz Atterberg. (1846-1916).

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir 4 estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico, y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.

#### Límite Líquido

Es el contenido de agua de una pasta arcillosa por encima del cual pasa del estado plástico al estado líquido.

Límite líquido: es 28%

#### Índice de plasticidad

El índice plástico o de plasticidad se obtiene como la diferencia del límite líquido y el límite plástico el índice de plasticidad es de 6,7%.

#### Bien

Clasificación genérica de los Suelos por el Sistema Unificado de Casagrande

GW= grava bien graduada, grava arenosa.

GP= gravas mal graduadas o discontinuas, grava arenosa.

GM= gravas limosas o limo-arenosas.

GC= gravas arcillosas o arcillo-arenosas.

SW= arenas bien graduadas, arenas gravosas.

SP= arenas uniformes o con graduación discontinua, arenas gravosas.

SM= arenas limosas, arenas limosas-gravosas.

SC= arenas arcillosas, arenas arcillosas-gravosas.

ML= limos, arenas muy finas, arenas finas limosas o arcillosas. Limos micáceos.

CL= arcillas de baja plasticidad, arcillas arenosas o limosas.

OL= limos orgánicos y arcillas de baja plasticidad.

MH= limos micáceos, limos de diatomeas. cenizas volcánicas.

CH= arcillas muy plásticas, arcillas arenosas.

OH= limos orgánicos, arcillas de alta plasticidad.

Pt= turba, turbas arenosas, turbas arcillosas.

La clasificación del material: ML

Granulometría

El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso sirve para discernir sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad, en porcentaje, de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo ver apéndice 5.

% de Grava = 62,2

% de Arena = 28,35

% de Finos = 9,45

Tabla XXIII. **Resumen de resultados**

Análisis	Resultado
Descripción del suelo	Fragmentos de roca con arenal limosa Color café
Compactación Proctor T -180	2208 Kg/m <sup>3</sup>
% de humedad óptima	5,7
% de CBR T- 193	90
% Límite líquido	28% < 35%
% de índice de plasticidad	5% < 6,7 < 11%

Fuente: elaboración propia.

## 2.2.6. Diseño geométrico

### 2.2.6.1. Diseño de localización

Consiste en diseñar la línea final, conocida como línea de localización, la cual será la definitiva para el proyecto, se realizará con toda la información que se recabe en campo según el levantamiento topográfico.

Para este proyecto, no se encontraron inconvenientes u obstáculos que ameritaran cambios en la línea preliminar, por lo que esta coincidió con la línea de localización final.

### 2.2.6.2. Diseño de curvas horizontales

Se llama curva circular horizontal, al arco de circunferencia del alineamiento horizontal, que une dos tangentes consecutivas, en caminos vecinales de cualquier tipo;

se usaran únicamente curvas circulares simples, sin curvas de transición en los extremos de estas tangentes.

Para calcular los elementos de curva, es necesario tener las distancias de los puntos de intersección (PI) de localización, los deltas calculados ( $\Delta$ ) y el grado de curvatura (G) que será colocado por el diseñador.

En Guatemala, se define un grado de curvatura, como el ángulo central, subtendido por un arco de 20 metros. De esta definición se obtienen las fórmulas de los diferentes elementos de curva circular.

Grado de curvatura: es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20 metros de longitud.

$$G/360 = 20/(211R) = G = (20*360)/(211R) = 1145,9156/R$$

Longitud de curva: es la longitud de arco, comprendida entre el PC y PT, cuyo ángulo central es la deflexión ( $\Delta$ ).

$$L_c = (20*\Delta)/G$$

Subtangente: es la distancia entre el PC y PI o entre el PI y PT.

$$St = R*\tan(\Delta/2)$$

Cuerda máxima: es la distancia en la línea recta desde el PC al PT.

$$CM = 2R*\text{Sen}(\Delta/2)$$

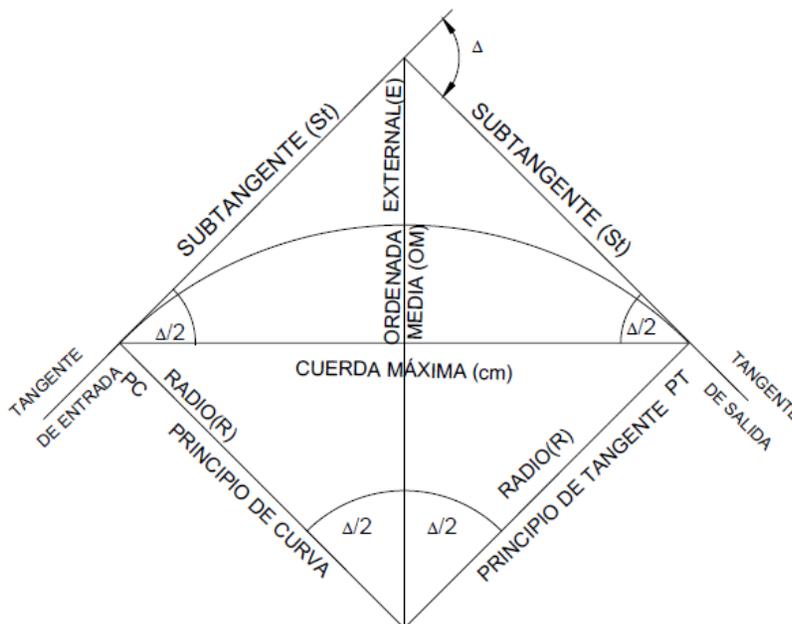
Eternal: es la distancia desde el PI al punto medio de la curva.

$$E = R * (1 - \text{Cos}(\Delta/2)) / \text{Cos}(\Delta/2)$$

Ordenada media: es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

$$OM = R * (1 - \text{Cos}(\Delta/2))$$

Figura 128. **Elementos de una curva horizontal**



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.6.2.1. Ejemplo de cálculo

Datos de la curva horizontal:

Curva numero 1 tramo A

Caminamiento = 0+115,4995

$\Delta = 1^{\circ}44'30''$  (se obtiene al restar el azimut de salida menos el de entrada)

$G = 2^{\circ}43'42''$  (se obtiene en función de  $\Delta$ )

$R = 1145,9156/G$

$$R = 1145,9156 / (2^{\circ}43'42'') = 420 \text{ m}$$

$Lc = (20*\Delta)/G$

$$Lc = 20(1^{\circ}44'30'') / (2^{\circ}43'42'') = 12,7 \text{ m}$$

$St = R*\text{Tan} (\Delta/2)$

$$St = 420*\text{Tan} ( (1^{\circ}44'30'')/2 ) = 6,335 \text{ m}$$

$CM = 2R*\text{Sen}(\Delta/2)$

$$CM = 2*420*\text{Sen} ( (1^{\circ}44'30'')/2 ) = 12,67 \text{ m}$$

$E = R* (1 - \text{Cos}(\Delta/2)) / \text{Cos}(\Delta/2)$

$$E = 420*(1 - \text{Cos}(1^{\circ}44'30'')/2) / (\text{Cos}(1^{\circ}44'30'')/2) = 0,04778 \text{ m}$$

$OM = R*(1 - \text{Cos} (\Delta/2))$

$$OM = 81,85*(1 - \text{Cos}(1^{\circ}44'30'')/2) = 0,04777$$

Para el cálculo de los estacionamientos de la línea de localización, se utilizan los datos de sub tangente y longitud de curva, para obtener el PC, se restan la sub-tangente del punto de intersección, luego para obtener el principio de tangencia se suma la longitud de curva y así sucesivamente,

Para el ejemplo anterior se tiene:

Curva # 1	Curva # 2
$\Delta = 1^\circ 44' 30''$	$\Delta = 1^\circ 44' 30''$
$G = 2^\circ 43' 42''$	$G = 2^\circ 43' 42''$
$R = 420$	$R = 300$
$L_c = 12,767$	$L_c = 15,909$
$St = 6,335$	$St = 7,956$

Solución:

Para la primera curva

$$PC_1 = PI_1 - St_1$$

$$PC_1 = (0+115,45) - 6,335 = 0+109,116$$

$$PT_1 = PC_1 + Lc_1$$

$$PT_1 = (0+109,116) + 12,767 = 0+121,883$$

Para la segunda curva

$$Tg = (PI_2 - PI_1) - (St_1 - St_2)$$

$$Tg = (0+230,4 - 0+115,45) - (6,335 + 7,956) = 100,66 \text{ mts.}$$

$$PC_2 = PT_1 - Tg$$

$$PC_2 = (0+121,883) + (100,66) = 0+222,543$$

$$PT_2 = PC_2 + Lc_2$$

$$PT = (0+222,543) + 15,909 = 0+238,452$$

Resumen de cálculo de todas las curvas horizontales ver apéndice 6.

### **2.2.6.3. Diseño de curvas verticales**

Las curvas verticales tienen como finalidad, suavizar los cambios en el alineamiento vertical, ya que a través de su longitud, se efectúa un paso gradual, de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida; proporcionando características para un drenaje adecuado y confortabilidad para su tránsito.

Una curva vertical puede ser cóncava o convexa, simétrica o asimétrica; al momento de diseñar se deben considerar las longitudes mínimas permisibles de curvas, con el objeto de evitar traslape de las mismas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores.

Para el diseño deben considerarse las longitudes mínimas permisibles de las curvas, con el fin de evitar traslape entre las mismas y permitir mejor visibilidad al conductor. Para el cálculo de las curvas se debe tener en cuenta lo siguiente:

La longitud mínima de curvas verticales se calcula de la siguiente manera:

$$LCV = K * A$$

Donde:

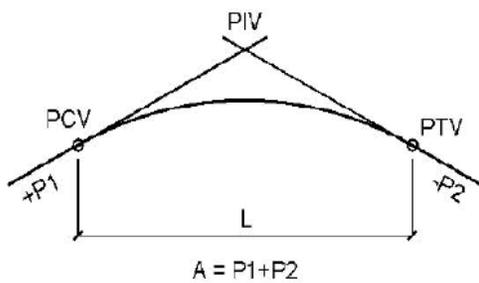
LCV = Longitud mínima de curva vertical (m)

K = Constante que depende de la velocidad de diseño

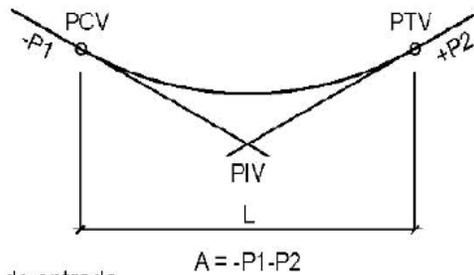
A = Diferencia algebraica entre las pendientes de las tangentes (%)

Figura 129. **Tipos de curva vertical**

CURVA VERTICAL CONVEXA O EN CRESTA



CURVA VERTICAL CÓNCAVA O EN COLUMPIO



P1 = Pendiente de entrada  
P2 = Pendiente de salida  
L = Longitud de curva  
A = Diferencia de pendientes

$$K = \frac{L}{A}$$

Fuente: elaboración propia.

La longitud mínima de las curvas verticales en ningún caso deberá ser menor a lo indicado en la tabla siguiente.

Tabla XXIV. Valores “K”, según velocidad de diseño

<b>Velocidad KPH</b>	<b>Cóncava K</b>	<b>Convexa K</b>
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: PAIZ MORALES, Byron René. Guía de cálculo para carreteras. p. 62.

### 2.2.6.3.1. Ejemplo de cálculo

Datos de la curva vertical # 6

Velocidad de diseño = 20 KPH, curva cóncava

K = 2, según tabla XII

Pendiente de entrada = -6%

Pendiente de salida = 11%

Diferencia algebraica entre pendientes (A):

$$A = (11) - (-6) = 17\%$$

Longitud mínima de curva vertical:

$$LCV = 2 * 17 = 34 \text{ m}$$

Como la longitud mínima es 34 usaremos L.C.V.= 54,00 m

Ordenada máxima:

$$O_m = LCV * (A/800)$$

$$O_m = 54 * (17/800) = 1,475 \text{ m}$$

Calculo de cotas

$$PIV = 1+090$$

$$PCV = PIV - (L/2) = 1+090 - 27 = 1+063$$

$$PTV = PIV + (L/2) = 1+090 + 27 = 1+117$$

$$ELEV PIV = 119,250$$

$$ELEV PCV = PIV - (\text{pendiente } 1) * (L/2) = 119,250 - (-0,06) * 27 = 120,870$$

$$ELEV PTV = PIV + (\text{pendiente } 2) * (L/2) = 119,250 + (0,11) * 27 = 122,220$$

Resumen de cálculo de todas las curvas verticales ver apéndice 7.

### **2.2.7. Movimiento de tierras**

El movimiento de tierras es la utilización o disposición de los materiales extraídos en los cortes, en la cantidad que puedan ser reutilizables, por ejemplo en la construcción de terraplenes, conformación de terracería, entre otros. Se debe tomar en cuenta que el movimiento de tierras se encuentra directamente enlazado con el diseño de la subrasante, por lo tanto deberá ser factible desde el punto de vista económico, dependiendo de los requerimientos que el tipo de camino fije.

### 2.2.7.1. Cálculo de áreas de secciones transversales

Las áreas de las secciones transversales pueden medirse de dos formas: gráfica y analítica.

La forma gráfica mide las áreas, por medio de un planímetro graduado, sobre las secciones transversales dibujadas en papel milimetrado. El procedimiento consiste en marcar las áreas para delinearlas con el planímetro, partiendo de un punto y llegando a ese mismo, en dirección de las agujas del reloj; esto dará un área en metros cuadrados.

La forma analítica, requiere que las secciones transversales se ploteen en papel milimetrado, determinando las coordenadas para cada punto, referidas a la línea central de la misma y luego por el método de los determinantes se encuentra el área de manera exacta.

Otro factor que se debe tomar en cuenta para el cálculo de secciones transversales es la inclinación del talud de la carretera, que está en función de las propiedades de los materiales. Sin embargo, cuando no se tienen mayores datos y para fines de cálculo de volúmenes de movimiento de tierras, es recomendable usar la siguiente tabla:

Tabla XXV. **Tabla de relaciones para dibujo de taludes**

Material	Altura	Inclinación VH
Corte		
Duro	Cualquiera	04:01
Semiduro	Cualquiera	4:1

Continuación de la tabla XXV.

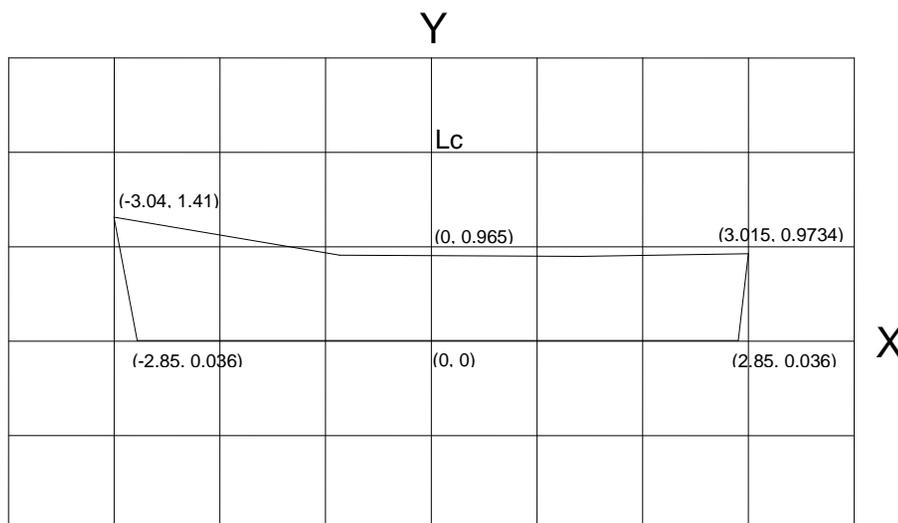
Semisuave y suave	0 a 3 metros	1:1
	0 a 7 metros	2:1
	más de 7 metros	3:1
Relleno		
Todo Material	0 a 3 metros	1:2
	mas de 3 metros	2:3

Fuente: Manual de caminos rurales con impacto mínimo

H = Horizontal

V = Vertical

Figura 130. **Ejemplo de cálculo de secciones transversales por el método analítico**



Fuente: elaboración propia.

X	Y
-3,040	1,410
0	0,965
3,015	0,973
2,850	-0,036
0	0
-2,850	-0,036
-3,040	1,410

$$\text{SUMA XY} = -7,06064 \quad \text{SUMA XY} = 5,79316$$

$$\text{AREA} = \left| \frac{\text{SUMAXY} - \text{SUMAXY}}{2} \right| = \frac{(-7,06064) - (5,79316)}{2} = 6,4269 \text{ m}^2$$

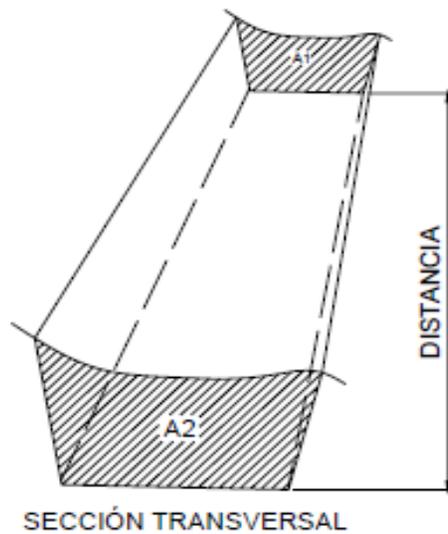
### 2.2.7.2. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras

Cuando se han determinado las áreas de las secciones transversales, se procede al cálculo de volúmenes de tierra. Para ello, es necesario suponer el camino en una serie de prismoides, tanto en corte como en relleno.

Entre dos estaciones, el volumen es el de un prisma irregular, el área de sus bases es la medida en cada una de las estaciones y la altura del prisma es igual a la diferencia de las estaciones; esto sucede cuando en las estaciones consideradas sólo existe corte o solo relleno.

La forma más rápida de calcular el volumen, es con base al producto de la semisuma de las áreas externas, por la distancia entre estaciones.

Figura 131. **Representación geométrica para el cálculo de volúmenes de corte o relleno**



Fuente: elaboración propia.

El volumen de un prismaoide está dado por la fórmula

$$V = ((A_1 + A_2) * D) / 2$$

Donde:

$A_1$  = área superior de la estación

$A_2$  = área inferior de la estación

D = distancia entre estaciones.

Ejemplo sección (0+475, 0+500)

$$A_1 (0+475) = 7,6777$$

$$A_2 (0+500) = 4,0217$$

$$V = ((7,6777 + 4,0217) * 25) / 2$$

$$V = 146,242$$

Cuando en la sección transversal existan áreas de corte y relleno deberán calcularse las distancias de paso, que son los puntos donde el área de la sección entre estaciones cambia de corte a relleno o viceversa.

Para determinar la distancia de paso se efectúa una relación de triángulos con la distancia entre estaciones, los cortes y los rellenos.

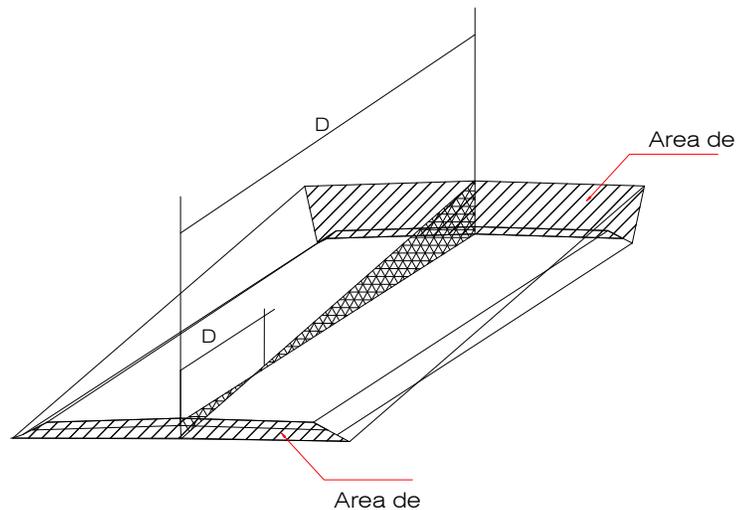
$$\frac{A_c + A_r}{D} = \frac{A_r}{D_1} \quad D_1 = \frac{A_r * D}{A_c + A_r}$$

Donde:

$A_c$  = Área de corte,  $A_r$  = Área de relleno

$D$  = distancia total, y  $D_1$  = Distancia de paso

Figura 132. **Distancia de paso para corte y relleno**



Fuente: elaboración propia.

Ejemplo sección (0+925, 0+950)

$$A_1 (0+925) = \text{Relleno} = 1,5426$$

$$A_2 (0+950) = \text{Corte} = 7,5020$$

$$D_1 = \frac{1,5426 * 25}{7,5020 + 1,5426} = 4,26387$$

Cuando una de las aéreas sea igual a cero, como es el caso de los puntos en que cambia de corte a relleno o viceversa, se promediara con el área restante, o sea que, esta se dividirá en entre dos; el resultado se multiplica por la distancia de paso.

Para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras se utilizo el programa de Civilcad. El resultado se presenta en cuadro de resumen en el apéndice 9.

### **2.2.7.3. Curva de balance**

Para poder explicar lo que es el coeficiente de contracción e hinchamiento, es necesario hacer notar que cualquier material (sea de corte o préstamo) empleado, experimenta un cambio de Volumen cuando pasa del estado natural al relleno, lo cual hace necesario conocer la magnitud del cambio, para poder determinar con mayor exactitud los volúmenes del material a mover.

Este coeficiente varía según diversos factores tales como: la clase de suelo, la humedad contenida; las formas de excavación, el transporte usado y el tipo de compactación.

En la Dirección General de Caminos se acostumbra usar el ajuste en los volúmenes de corte. Se utilizan coeficientes de contracción expresados en porcentaje (%C) que oscilan entre 30% y 40%.

Para el cálculo de balance está dado por la fórmula

$$B_i = B_a + C - \frac{R}{Factor}$$

Donde:

$B_i$  = Balance

$B_a$  = Balance anterior

C = Volumen de Corte

R = Volumen de Relleno

Factor = (1 - %C), %C = 30%

Ejemplo sección (0+000)

C = 110,5161

R = 1,4996

Factor = 0,70

$B_a$  = 1000

$$B_i = 1000 + 110,5161 - \frac{1,4996}{0,70} = 1108,374$$

Resumen de cálculo de Balance ver apéndice 8, y para las gráficas de curva de masas ver apéndice 9

### **2.2.8. Drenajes**

Un drenaje es colocado en una carretera para evitar su deterioro, los factores climatológicos y de suelos influyen directamente en el diseño del mismo. Los estudios de campo deben tomar en cuenta los conocimientos que la gente de la zona puede

aportar para conocer tanto las crecidas máximas, como la época de estiaje de los cuerpos de agua, que atraviesen el tramo carretero.

Entre los objetivos que tienen los drenajes en una carretera se mencionan:

- Conducir el agua fuera de la superficie de la carretera sin hacer daño a la misma y a su estructura.
- Disminuir o reducir al mínimo la velocidad del agua y la distancia que el agua tiene que recorrer.
- Conducir el agua subterránea que se encuentre, cuando sea necesario.

Los drenajes en una carretera son transversales y longitudinales.

Drenaje longitudinal: este tipo de drenaje se refiere a las obras de captación y defensa, tales como cunetas naturales y contracunetas.

#### **2.2.8.1. Cunetas naturales**

Son zanjas de sección triangular o trapezoidal, destinadas a recoger y encausar hacia afuera del corte, el agua que escurre de la superficie del camino por bombeo, así como la que escurre por los taludes de los cortes; estas son construidas paralelamente al eje del camino y se alojan a partir de la corona, el tipo de cuneta natural que se diseño es una tipo triangular que se deberá conformar un espacio de 50 cm de cada lado de la carretera con una altura de 30 cm.

### **2.2.8.2. Contracunetas**

Son canales destinados a evitar que el agua llegue a los taludes y cause deslizamientos o derrumbes en los cortes de la carretera, dañando la superficie de rodadura. La contracuneta deberá colocarse a una distancia no menor de dos metros de la orilla, en este proyecto hay taludes de 3 metros de altura por lo cual hubo necesidad de colocar contracunetas.

### **2.2.8.3. Drenajes transversales**

Son tuberías que se colocan para aliviar el agua que viene de las cunetas o de arroyos. Se encuentran a lo largo de la carretera, son necesarias en tramos de corte y sirven para conducir agua al otro lado de la carretera. Se componen de las siguientes partes: caja recolectora de caudal, que recibe el agua proveniente de la ladera de la carretera para trasladarla a la tubería; muro cabezal de salida, protege la tubería y el relleno de la carretera para que no se erosione y si la pendiente del terreno en corte es muy fuerte, se colocan, adicionalmente, disipadores de energía al final de la tubería que servirán para que el agua que desfoga no erosione el suelo y provoque hundimientos.

En los planos se encuentran las secciones típicas de los drenajes transversales que se van a utilizar. Para el cálculo del caudal con el que se diseñan los drenajes transversales se utilizó el método racional, donde se asume que el caudal máximo, para un punto dado, se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía superficial durante un periodo de precipitación máxima. Para lograr esto, la tormenta máxima (de diseño) debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana, para llegar hasta el punto considerado (tiempo de concentración).

### 2.2.8.3.1. Ejemplo de cálculo

El método racional está representado por la fórmula:

$$Q = C \cdot I \cdot A / 360$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

A = Área drenada de la cuenca en hectáreas

I = Intensidad de lluvia (mm/hr)

C = Coeficiente de escorrentía

Para la intensidad de lluvia, se consulta con la información que el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) tenga para la región en estudio y está dada por las fórmulas:

$$I = a / (t + b)$$

$$t = (0,886 * L^3 / H)^{0,385} * 60$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia (mm/hr)

a y b = Datos proporcionados por el INSIVUMEH

t = Tiempo de concentración en minutos

L = Longitud del cauce principal en kilómetros

H = Diferencia de elevaciones entre los puntos extremos del cauce principal en metros.

El caudal se determina por la fórmula de Manning

$$V = (1/n) * R^{(2/3)} * S^{(1/2)}$$

$$Q = V * A$$

$$Q = (1/n) * R^{(2/3)} * S^{(1/2)} * A$$

$$A = \pi * \text{Ø}^2 / 4 \text{ (tubería circular)}$$

$$R = \text{Ø} / 4 \text{ (tubería circular a sección llena)}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)

R = Radio

Tabla XXVI. **Tabla de Coeficiente de C que depende del contorno y del retorno**

Valor de "C"	DESCRIPCION
1	Para terrenos montañosos con suelos de roca y pendientes pronunciadas
0,65	Para terrenos quebrados con pendientes moderadas
0,5	Para cunetas irregulares muy largas
0,33	para terrenos agrícolas ondulados en los que el largo de la cuenca es 3 a 4 veces el ancho
0,22	Para terrenos llanos sensiblemente horizontales, no afectados por inundaciones fuertes

Fuente: Manual para construcción de caminos rurales, capítulo 4. p. 4-30.

Ejemplo de cálculo:

Datos:

A = área a drenar 0,656 hectáreas.

L = longitud del cauce 1,10 Km.

H = diferencia de elevaciones 24,84 metros

P = pendiente 0,2

C = coeficiente de escorrentía para terrenos quebrados con pendientes moderadas (0,65).

n = 0,015. Tubería de concreto

Tiempo de concentración en minutos

$$t = (0,886 * L^3/H)^{0,385} * 60$$

$$t = (0,886 * 1,1^3/24.84)^{0,385} * 60 = 18,56 \text{ min}$$

Los valores de A y B son proporcionados por el INSIVUMEH según cuadro 2 hoja 6, de parámetros A; B y n de las ecuaciones obtenidas de los análisis tomados de las estaciones climatológicas, en la cual se utilizó la estación climatológica de Potrero Carrillo ya que está más cerca de San Pedro Pinula, Jalapa, con un periodo de retorno de 30 años.

$$I = a / (t + b) = 1005 / (18,56 + 4) = 44,55 \text{ mm/hora}$$

Calculando el caudal

$$Q = C * I * A / 360 = (0,65 * 44,55 * 0,656) / 360 = 0,0528 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Calculando el diámetro de la tubería necesaria para desfogar el caudal

$$D = \left[ \frac{Q * 4^{5/3} * n}{s^{1/2} * \pi} \right]^{3/8} = \left[ \frac{0,0528 * 4^{5/3} * 0,015}{0,2^{1/2} * \pi} \right]^{3/8} = 0,005681$$

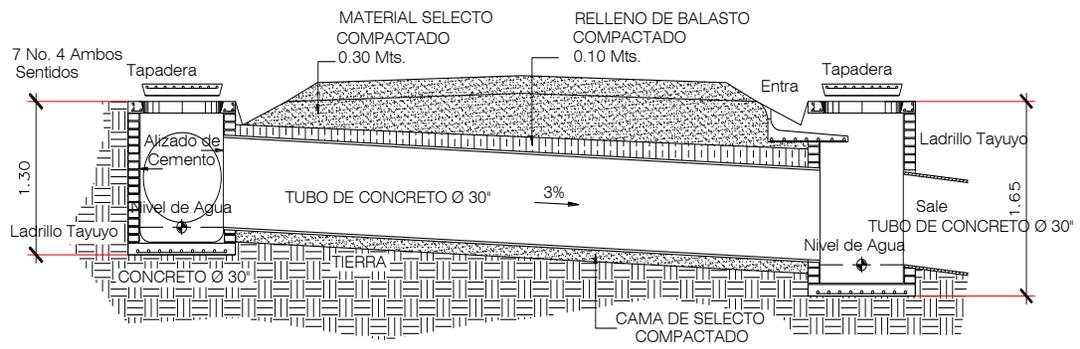
$$D = 0,0057 \text{ m} = 1''$$

$$A = \pi D^2 / 4 = \pi (0,0057)^2 / 4 = 0,00002518 \text{ m}^2$$

La Dirección General de Caminos recomienda utilizar un diámetro mínimo de 30'' para efectos de mantenimiento.

El área necesaria para drenar la cuenca es de 0,00002518 m<sup>2</sup>; se utilizará tubería de 30 pulgadas que tiene un área de desfogue de 0,48 m<sup>2</sup>.

Figura 133. **Detalle de drenaje transversal**



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.9. **Carpeta de rodadura**

La carpeta de rodadura se coloca después de haber conformado la subrasante, con el propósito de protegerla y que sirva de superficie de rodadura para ayudar a prolongar la vida útil de la carretera. Ayuda a evitar la acción de desgaste de la carretera, por el tránsito de vehículos, animales de carga y la acción erosiva del agua durante época lluviosa. Dentro de las características que debe reunir la carpeta de rodadura están: ser de calidad uniforme y estar libre de materia orgánica o materiales extraños que puedan ser perjudiciales; ser estable, relativamente impermeable entre otras. Dichas características se encuentran en el balasto.

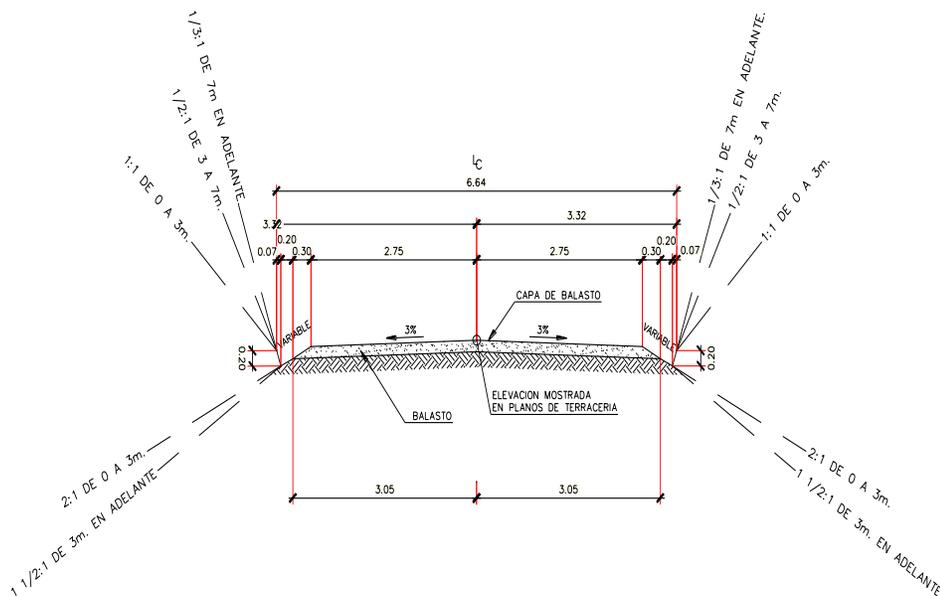
Al existir una su-rasante y se coloque la capa de balasto, el balasto debe ser de calidad uniforme, estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1450 kg/m<sup>3</sup> (90 lb/pie<sup>3</sup>) determinado por el método AASHTO T 19, el tamaño del agregado grueso del balasto, no debe exceder de 2/3 del espesor de la capa y en ningún caso ser

mayor de 1000 milímetros, el que sea mayor, debe ser separado ya sea por tamizado en el banco de material.

La porción del balasto retenida en el tamiz 475mm. (No.4) debe estar comprendido entre el 60% y el 40% en peso y debe tener un porcentaje de abrasión no mayor de 60. Determinado por el método AASTHO T 96, la porción que pase por el tamiz 0,425 mm (No.40) debe tener un líquido no mayor de 356 mm. Determinado por método AASHTO T 89 y un índice de plasticidad entre 5 y 11, determinado por el tamiz 0,075 mm. (#200), no debe exceder de 15% en peso, determinado por el método AASHTO T11.

Debe estar conformada y escarificada, de acuerdo con las líneas, pendientes y secciones típicas. El espesor total de la capa de balasto, no debe ser menor de 10 cm ni mayor de 25 cm; deben compactarse como mínimo al 90% de la densidad máxima. Para la carretera hacia la aldea Los Riscos, la capa de balasto tendrá un espesor de 15 cm.

Figura 134. Sección típica balasto



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.10. Elaboración de planos**

Para este proyecto se realizaron los planos siguientes:

- Plano planta perfil general
- Planos de planta perfil
- Plano de secciones transversales
- Plano de drenajes y sección típica

### **2.2.11. Presupuesto**

Se elaboró con base en precios unitarios, con el propósito de facilitar la contratación del proyecto. La base para los salarios de mano de obra se elaboró tomando los que la municipalidad asigna para estos casos; para el precio de los materiales, maquinaria y equipo se cotizaron los que se tienen en la cabecera departamental. El porcentaje de costos indirectos aplicado es del 30%.

Tabla XXVII. Presupuesto mejoramiento de carretera

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR	TOTAL
<b>150</b>	<b>REQUERIMIENTO DEL PROYECTO</b>					Q 56 302,20
152	Replanteo y levantamiento Topográfico	KM	2,3	Q 1105,30	Q 2542,20	
151	Movilización y Desmovilización de Maquinaria	GLOBAL	1	Q 53 760,00	Q 53 760,00	
<b>200</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					Q 360 054,66
202.03	Limpia, Chapeo y Destronque	GLOBAL	1	Q 3105,39	Q 3105,39	
203.04(a)	Excavación no Clasificada	M3	2292,01	Q 39,82	Q 91 276,90	
203.04(b)	Excavación no Clasificada Desperdicio	M3	8422,45	Q 29,60	Q 249 310,75	
202.05	Excavación Estructural para Cajas y Cabezales	M3	63,00	Q 79,13	Q 4985,19	
205.06	Excavación Estructural para Alcantarillas	M3	139,44	Q 81,59	Q 11 376,43	
	<b>CAPA DE RODADURA</b>					Q 343 985,72
301	Reacondicionamiento de Sub-rasante	M2	15 272,00	Q 6,28	Q 95 876,82	
209	Capa de Balasto	M3	2290,80	Q 82,90	Q 189 901,40	
208	Acarreo	M3	2290,80	Q 25,41	Q 58 207,50	
<b>600</b>	<b>ESTRUCTURAS DE DRENAJE MENOR</b>					Q 76 732,82
601	Alcantarillas de tubos de concreto	ML	49,00	Q 763,11	Q 37 392,50	
607.08	Cajas y Cabezales de Mampostería de Piedra	M3	18,00	Q 2185,57	Q 39 340,32	
<b>TOTAL</b>						<b>Q 837 075,39</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Integración de precios unitarios replanteo y levantamiento topográfico**

REPLANTEO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO					
<b>A</b>	<b>MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>		<b>CANTIDAD KM</b>	<b>2.3</b>	
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	KM	2,3	Q 1700,00	Q 3910,00
2	CLAVO 2"	Lb	4	Q 7,50	Q 30,00
3	CAL HIDRATADA	bolsa	2	Q 36,00	Q 72,00
4	PLOMADA	UNIDAD	1	Q 75,00	Q 75,00
5	ESTACAS DE MADERA	UNIDAD	50	Q 3,00	Q 150,00
	NOTA: Los costos del levantamiento topográfico				
	incluyen equipo y mano de obra (topógrafo y cadenero)				
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 4237,00</b>
				<b>A. MATERIALES Y MAQUINARIA</b>	<b>Q 4237,00</b>
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>Q 4237,00</b>
<b>C</b>	<b>COSTO DIRECTO + INDIRECTO</b>				
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>				<b>Costo total</b>
1	SUPERVISION TECNICA = 0,07*(Gastos directos)				Q 296,59
2	ADMINISTRACION = 0,07*(Gastos directos)				Q 296,59
3	UTILIDADES = 0,12*(Gastos directos)				Q 508,44
4	IMPUESTO = 0,04*(Gastos directos)				Q 169,48
	<b>COSTO TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q 1271,10</b>
				<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>	<b>Q 2542,20</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Integración de precios unitarios movilización y desmovilización de maquinaria**

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA					
A	MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO	CANTIDAD		GLOBAL	
N.o	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COST. UNIT	COSTO TOTAL
1	TRACTOR D6	KM	224	Q 40,00	Q 8960,00
2	MOTONIVELADORA (PATROL)	KM	224	Q 40,00	Q 8960,00
3	CARGADOR (RETROEXCAVADORA)	KM	224	Q 40,00	Q 8960,00
4	CAMIONES DE VOLTEO	KM	224	Q 40,00	Q 8960,00
5	VIBROCOMPACTADOR	KM	224	Q 40,00	Q 8960,00
6	CAMIÓN REGADOR (PIPA DE AGUA)	KM	224	Q 40,00	Q 8960,00
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 53760,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Integración de precios unitarios limpieza, chapeo y destronque

LIMPIEZA, CHAPEO Y DESTRONQUE						
A	MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO	CANTIDAD			GLOBAL	
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	
1	PALAS	UNIDAD	3	Q 50,00	Q	150,00
2	AZADONES	UNIDAD	3	Q 50,00	Q	150,00
3	HACHAS	UNIDAD	2	Q 50,00	Q	100,00
4	MACHETES	UNIDAD	3	Q 40,00	Q	120,00
5	BARRETAS	UNIDAD	2	Q 100,00	Q	200,00
6	CARRETAS	UNIDAD	2	Q 275,00	Q	550,00
7	CAL HIDRATADA	bolsa	2	Q 36,00	Q	72,00
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>1342,00</b>
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>				<b>Costo total</b>	
1	MANO DE OBRA CALIFICADA				Q	536,80
2	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				Q	161,04
	Prestaciones = 0,50*(M.O.calificada + M.O. no calificada)				Q	348,92
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>1046,76</b>
				A. MATERIALES Y MAQUINARIA	Q	1342,00
				B. MANO DE OBRA	Q	1046,76
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>Q</b>	<b>2388,76</b>
<b>C</b>	<b>COSTO DIRECTO + INDIRECTO</b>					
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>				<b>Costo total</b>	
1	SUPERVISION TECNICA = 0,07*(Gastos directos)				Q	167,21
2	ADMINISTRACION = 0,07*(Gastos directos)				Q	167,21
3	UTILIDADES = 0,12*(Gastos directos)				Q	286,65
4	IMPUESTO = 0,04*(Gastos directos)				Q	95,55
				<b>COSTO TOTAL INDIRECTO</b>	<b>Q</b>	<b>716,63</b>
				<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>	<b>Q</b>	<b>3105,39</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. Integración de precios unitarios excavación no clasificada

EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA					
<b>A</b>	<b>MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>		<b>CANTIDAD M3</b>	<b>2292,01</b>	
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	TRACTOR D6	HORA	94	Q 520,00	Q 48 880,00
2	VIBROCOMPACTADOR	HORA	48	Q 346,00	Q 16 608,00
	NOTA: Todos los costos de maquinaria incluyen,				
	combustible y lubricantes				
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 65 488,00</b>
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	PERSONAL DE APOYO	DÍA	42	Q 75,00	Q 3150,00
	Prestaciones = 0.50*(Mano de Obra)				Q 1575,00
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 4725,00</b>
				A. MATERIALES Y MAQUINARIA	Q 65 488,00
				B. MANO DE OBRA	Q 4725,00
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>Q 70213,00</b>
<b>C</b>	<b>COSTO DIRECTO + INDIRECTO</b>				
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>				<b>Costo total</b>
1	SUPERVISION TECNICA = 0,07*(Gastos directos)				Q 4914,91
2	ADMINISTRACION = 0,07*(Gastos directos)				Q 4914,91
3	UTILIDADES = 0,12*(Gastos directos)				Q 8425,56
4	IMPUESTO = 0,04*(Gastos directos)				Q 2808,52
	<b>COSTO TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q 21 063,90</b>
				<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>	<b>Q 91 276,90</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Integración de precios unitarios excavación no clasificada desperdicio

EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DESPERDICIO					
<b>A</b>	<b>MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>		<b>CANTIDAD M3</b>	<b>8422,45</b>	
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	TRACTOR D6	HORA	337	Q 520,00	Q 175 240,00
	NOTA: Todos los costos de maquinaria incluyen, combustible y lubricantes				
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 175 240,00</b>
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	PERSONAL DE APOYO	DÍA	147	Q 75,00	Q 11 025,00
	Prestaciones = 0,50*(Mano de Obra)				Q 5512,50
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 16 537,50</b>
				A. MATERIALES Y MAQUINARIA	Q 175 240,00
				B. MANO DE OBRA	Q 16 537,50
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>Q 191 777,50</b>
<b>C</b>	<b>COSTO DIRECTO + INDIECTO</b>				
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>				<b>Costo total</b>
1	SUPERVISION TECNICA = 0,07*(Gastos directos)				Q 13 424,43
2	ADMINISTRACION = 0,07*(Gastos directos)				Q 13 424,43
3	UTILIDADES = 0,12*(Gastos directos)				Q 23 013,30
4	IMPUESTO = 0,04*(Gastos directos)				Q 7671,10
	<b>COSTO TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q 57 533,25</b>
				<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>	<b>Q 249 310,75</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. Integración de precios unitarios excavación estructural cajas y cabezales

EXCAVACION ESTRUCTURAL CAJAS Y CABEZALES					
<b>A</b>	<b>MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>		<b>CANTIDAD M3</b>	<b>63,00</b>	
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	CARGADOR (RETROEXCAVADORA)	HORA	7	Q 520,00	Q 3640,00
	NOTA: Todos los costos de maquinaria incluyen, combustible y lubricantes				
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 3640,00</b>
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	MANO DE OBRA CALIFICADA	HORA	8,65	Q 15,00	Q 129,84
	Prestaciones = 0,50*(Mano de Obra)				Q 64,92
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 194,76</b>
				A. MATERIALES Y MAQUINARIA	Q 3640,00
				B. MANO DE OBRA	Q 194,76
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>Q 3834,76</b>
<b>C</b>	<b>COSTO DIRECTO + INDIRECTO</b>				
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>				<b>Costo total</b>
1	SUPERVISION TECNICA = 0,07*(Gastos directos)				Q 268,43
2	ADMINISTRACION = 0,07*(Gastos directos)				Q 268,43
3	UTILIDADES = 0,12*(Gastos directos)				Q 460,17
4	IMPUESTO = 0,04*(Gastos directos)				Q 153,39
	<b>COSTO TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q 1150,43</b>
				<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>	<b>Q 4985,19</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. Integración de precios unitarios excavación estructural para alcantarillas

EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA ALCANTARILLAS					
<b>A</b>	<b>MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD M3</b>	<b>139,44</b>		
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	CARGADOR (RETROEXCAVADORA)	HORA	16	Q 520,00	Q 8320,00
	NOTA: Todos los costos de maquinaria incluyen,				
	combustible y lubricantes				
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 8320,00</b>
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	MANO DE OBRA CALIFICADA	HORA	19,16	Q 15,00	Q 287,40
	Prestaciones = 0,50*(Mano de Obra)				Q 143,70
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 431,10</b>
					A. MATERIALES Y MAQUINARIA
					Q 8320,00
					B. MANO DE OBRA
					Q 431,10
					<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>
					<b>Q 8751,10</b>
<b>C</b>	<b>COSTO DIRECTO + INDIRECTO</b>				
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>				<b>Costo total</b>
1	SUPERVISION TECNICA = 0,07*(Gastos directos)				Q 612,58
2	ADMINISTRACION = 0,07*(Gastos directos)				Q 612,58
3	UTILIDADES = 0,12*(Gastos directos)				Q 1050,13
4	IMPUESTO = 0,04*(Gastos directos)				Q 350,04
				<b>COSTO TOTAL INDIRECTO</b>	<b>Q 2625,33</b>
				<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>	<b>Q 11 376,43</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Integración de precios unitarios reacondicionamiento de sub-rasante

REACONDICIONAMIENTO DE SUB-RASANTE					
<b>A</b>	<b>MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD M2</b>	<b>15 272,00</b>		
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	MOTONIVELADORA (PATROL)	HORA	119,52	Q 570,00	Q 68 126,40
	NOTA: Todos los costos de maquinaria incluyen, combustible y lubricantes				
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 68 126,40</b>
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	PERSONAL DE APOYO	DIA	50	Q 75,00	Q 3750,00
	Prestaciones = 0,50*(Mano de Obra)				Q 1875,00
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 5625,00</b>
A. MATERIALES Y MAQUINARIA					Q 68 126,40
B. MANO DE OBRA					Q 5625,00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q 73 751,40</b>
<b>C</b>	<b>COSTO DIRECTO + INDIRECTO</b>				
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>				<b>Costo total</b>
1	SUPERVISION TECNICA = 0,07*(Gastos directos)				Q 5162,60
2	ADMINISTRACION = 0,07*(Gastos directos)				Q 5162,60
3	UTILIDADES = 0,12*(Gastos directos)				Q 8850,17
4	IMPUESTO = 0,04*(Gastos directos)				Q 2950,06
	<b>COSTO TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q 22 125,42</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q 95 876,82</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. Integración de precios unitarios capa de balasto

CAPA DE BALASTO						
<b>A</b>	<b>MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>		<b>CANTIDAD M3</b>		<b>2290,80</b>	
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	
1	TRACTOR D6	HORA	93	Q 520,00	Q 48 360,00	
2	CARGADOR (RETROEXCAVADORA)	HORA	38	Q 346,00	Q 13 148,00	
3	MOTONIVELADORA	HORA	64	Q 570,00	Q 36 480,00	
4	VIBROCOMPACTADOR	HORA	32	Q 570,00	Q 18 240,00	
5	CAMION REGADOR (PIPA AGUA)	DIA	8	Q 1200,00	Q 9600,00	
	NOTA: Todos los costos de maquinaria incluyen, combustible y lubricantes					
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 125 828,00</b>	
<b>B</b>	<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST. UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	
1	PERSONAL DE APOYO	DIA	180	Q 75,00	Q 13 500,00	
	Prestaciones = 0,50*(Mano de Obra)				Q 6750,00	
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 20 250,00</b>	
					A. MATERIALES Y MAQUINARIA	Q 125 828,00
					B. MANO DE OBRA	Q 20 250,00
					<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>Q 146 078,00</b>
<b>C</b>	<b>COSTO DIRECTO + INDIECTO</b>					
<b>N.o</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>					<b>Costo total</b>
1	SUPERVISION TECNICA = 0,07*(Gastos directos)					Q 10 225,46
2	ADMINISTRACION = 0,07*(Gastos directos)					Q 10 225,46
3	UTILIDADES = 0,12*(Gastos directos)					Q 17 529,36
4	IMPUESTO = 0,04*(Gastos directos)					Q 5 843,12
<b>COSTO TOTAL INDIRECTO</b>					<b>Q 43 823,40</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q 189 901,40</b>	

Fuente: elaboración propia.





Tabla XXXIX. Integración de precios unitarios cajas y cabezales de mampostería de piedra

CAJAS Y CABEZALES DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA							
A	MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO		CANTIDAD M3		18.00		
N.o	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COST. UNIT	COSTO TOTAL		
1	CEMENTO	SACOS	162	Q 68,00	Q 11 016,00		
2	ARENA	M3	11	Q 110,00	Q 1210,00		
3	PIEDRA BOLA	M3	13	Q 200,00	Q 2600,00		
4	TABLA 1"*1"*10'	UNIDAD	35	Q 60,00	Q 2100,00		
5	CLAVO 2"	LBS	10	Q 7,50	Q 75,00		
	NOTA: Todos los costos de maquinaria incluyen, combustible y lubricantes						
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 17 001,00</b>		
B	MANO DE OBRA						
N.o	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COST. UNIT	COSTO TOTAL		
1	PERSONAL DE APOYO				Q 6800,40		
2	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				Q 2040,12		
	Prestaciones = 0,50*(Mano de Obra)				Q 4420,26		
				<b>SUB TOTAL</b>	<b>Q 13 260,78</b>		
					A. MATERIALES Y MAQUINARIA	Q 17 001,00	
					B. MANO DE OBRA	Q 13 260,78	
					<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>Q 30 261,78</b>	
C	COSTO DIRECTO + INDIRECTO						
N.o	DESCRIPCIÓN					Costo total	
1	SUPERVISION TECNICA = 0,07*(Gastos directos)					Q 2118,32	
2	ADMINISTRACION = 0,07*(Gastos directos)					Q 2118,32	
3	UTILIDADES = 0,12*(Gastos directos)					Q 3631,41	
4	IMPUESTO = 0,04*(Gastos directos)					Q 1210,47	
	<b>COSTO TOTAL INDIRECTO</b>					<b>Q 9078,53</b>	
		<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>			<b>Q 39 340,31</b>		

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.12. Estudio de impacto ambiental**

Impacto ambiental: es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

Evaluación de impacto ambiental (EIA): instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrollada. Los resultados deberán ser presentados a los tomadores de decisión para su consideración.

Una evaluación de impacto ambiental es hacer un diagnóstico del área en donde se realizará o realizó la construcción de un proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactada directamente por la obra.

La importancia de una evaluación de impacto ambiental radica en permitir analizar cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área impactada y el efecto o impacto para cada uno de los factores ambientales. El estudio de impacto ambiental da a conocer o identificar los impactos al ambiente producidos por la obra.

Durante la etapa de construcción u operación de la obra es importante conocer que el proyecto ocasionará varios impactos negativos de carácter transitorio sobre los componentes aire, suelo, agua, biota (hábitat, flora y fauna), paisaje, etc.

- a) Información general

Localización del proyecto: todos los componentes del proyecto se ubican en la cabecera municipal de San Pedro Pinula, Jalapa.

Descripción del proyecto: el proyecto consiste en construcción de edificación de dos niveles para mercado municipal.

Características generales del proyecto:

Área del proyecto: 2573,32 m<sup>2</sup>.

Periodo de diseño: 21 años

Beneficiarios actuales: 12 000 familias

Costo del proyecto: Q 9 909 298,42

Tiempo aproximado de ejecución: 1 año

Área y situación legal del terreno: el área de influencia del proyecto es de aproximadamente 2573,30 m<sup>2</sup>; no presenta problemas legales en la zona de la construcción del mercado ya que la municipalidad tiene el título del terreno.

Los trabajos necesarios para la preparación del terreno son: la demolición y desmonte, el manejo y disposición final de los desechos sólidos provenientes de la demolición del edificio, desmonte excavación y compactación o consolidación del terreno.

Sustancias o materiales que serán utilizados: cemento, hierro, arena, piedra, grava, madera y tubería de PVC.

b) Impacto ambiental y medidas de mitigación

Residuos y/o contaminantes que serán generados: Impacto: dentro de los residuos generados se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas

residuales, desechos sólidos y otros. Mitigación: la maquinaria y equipo utilizados deben tener filtros para reducir la emanación de contaminantes; durante el transporte de materiales, los mismos deben cubrirse con lona para evitar la dispersión de partículas de suelo a lo largo del trayecto de acarreo, esto evitará malestar a los pobladores que se encuentran alrededor de la construcción.

Emisiones a la atmósfera: Impacto: el componente atmosférico se verá impactado por actividades como el acarreo de material; durante la realización de esta actividad se generan partículas de polvo, los cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores. Mitigación: se recomienda que en los campamentos se instalen letrinas o en su defecto fosas sépticas, mismas que deberán ser ubicadas lejos de los causes o fuentes de agua, evitando que tengan contacto con la capa freática, estas deberán ser en número proporcional de 1 servicio por cada 10 personas.

Descarga de aguas residuales: Impacto: el manejo inadecuado de excretas, provenientes de los campamentos y de otras áreas de trabajo puede generar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua. Mitigación: es conveniente que para el tratamiento de los lubricantes se construya una fosa de captación para este tipo de residuos en el área de campamento, estos posteriormente deberán ser recolectados y depositados en toneles de metal para trasportarlos a áreas de reciclaje.

Desechos sólidos: Impacto: dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen los residuos del material de excavación, construcción y operación del sistema; además se tendrán desechos producto de los trabajadores, entre otros. Mitigación: en lo que respecta al material de excavación, el mismo se utilizará para cubrir la zanja, por lo que no habrá mucho problema al respecto. En lo que respecta a los repuestos, neumáticos entre otros, estos desechos deberán ser recolectados en el campamento y llevarlos a sitios donde puede ser reciclado

o utilizados para alguna labor industrial, pero no deberá ser ubicados a lo largo del tramo en construcción, ni en vertederos clandestinos y municipales.

Ruidos y/o vibraciones: Impacto: los impactos ambientales por ruido se dan principalmente por la utilización de herramienta y equipo durante la fase de preparación del sitio y durante la fase de construcción del sistema. El ruido puede resultar perjudicial para la fauna, trabajadores y pobladores de las comunidades aledañas al proyecto. Mitigación: la maquinaria, herramienta y equipo a utilizar debe encontrarse en adecuadas condiciones de funcionamiento para minimizar las emisiones sonoras, además deberá de equiparse a todo el personal de campo con el equipo de protección especial. Además se recomienda desarrollar los trabajos únicamente en jornada diurna, se considera que este impacto es de duración temporal ya que el mismo se presenta durante el tiempo de ejecución de la obra.

Contaminación visual: Impacto: una mala selección del sitio donde se instale el campamento o donde se deposite el material de desperdicio, puede ocasionar alteraciones al paisaje, además se tendrá actividades propias del proyecto como la remoción de la cobertura vegetal por donde pasará la tubería. Mitigación: el área de campamento deberá ubicarse de preferencia en sitios donde no se afecten las cuencas visuales, o bien donde se tengan cortinas vegetales para favorecer el impacto visual. Además al finalizar las labores en el área del proyecto, se deberá adecuar el sitio a las condiciones originales, con actividades de reforestación con especies arbóreas nativas.

## CONCLUSIONES

1. Según el diagnóstico de necesidades se realizaron los proyectos: edificación de dos niveles para mercado municipal y mejoramiento de carretera hacia la aldea Los Riscos, municipio de San Pedro Pínula, departamento de Jalapa, contribuyendo de esta manera al desarrollo del municipio.
2. Para el desarrollo del análisis estructural de marcos dúctiles, se efectuó la comparación entre el método numérico de Kani y un método de análisis por computadora denominado ETABS, entre los cuales se puede observar la similitud de resultados; pero para el proyecto se utilizaron los resultados de ETABS, los que resultan ser una herramienta más práctica y confiable, necesaria para la vida moderna.
3. Con el mejoramiento de la carretera hacia la aldea Los Riscos se ha de beneficiar a más de cien familias, ya que la carretera constituirá el acceso a nuevas alternativas de comercio con las comunidades aledañas.
4. Se utilizó una sección típica tipo F, ya que fue la que más se adaptó a las condiciones geométricas del lugar, es decir, permite pendientes gobernadoras del 14% y máximas de 18%, así un radio mínimo de 18m. y una velocidad promedio de 20 kilómetros por hora.



## RECOMENDACIONES

1. Contar con supervisión técnica adecuada en la ejecución de cada uno de los proyectos, para garantizar la calidad de la obra y cumplir con los requerimientos de diseño aplicados.
2. Previo a la ejecución de los proyectos, se debe considerar una actualización de precios de materiales y mano de obra, ya que para la elaboración del presupuesto fueron tomados precios actuales.
3. Implementar como parte práctica del curso al cual corresponda, el uso de programas de computadora para el análisis y diseño estructural, de esta manera introducir al estudiante a cambios tecnológicos actuales.
4. Incentivar al estudiante previo a su cierre de pensum, sobre la importancia de desarrollar el Ejercicio Profesional Supervisado; de esta manera se tendrá la oportunidad de proponer soluciones a problemas reales en el desarrollo del mismo.
5. Implementar en el E.P.S. fechas establecidas de entrega de proyecto, para que el Epesista termine su trabajo de graduación lo más pronto posible, y no se desvíe de sus objetivos como profesional.



## BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Reglamento para concreto estructural y comentario. ACI 318SR-05. 6ª ed. México D.F.: Farmington, 2005. 485 p.*
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la república de Guatemala. AGIES NR-1, NR-2, NR-3. Guatemala: AGIES, 2001. 110 p.*
3. CABRERA SEIS, Jedenon Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994. 178 p.*
4. CASTILLO ORDOÑEZ, Douglas Ardufo. *Diseño de la carretera hacia el caserío Cecilar Chiquito, y puente vehicular colgante, aldea el Trapichillo, municipio la libertad, departamento de Huehuetenango. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 160 p.*
5. Dirección General de Caminos. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes. Libro Azul 2001. Guatemala: Cámara Guatemalteca de la Construcción, 2001. 724p.*

6. GUAS GUDIEL, María Alejandra. *Diseño de edificación de dos niveles para mercado municipal y graderío en gimnasio polideportivo, de la cabecera municipal de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 178 p.*
  
7. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto. 12<sup>a</sup> ed. Colombia: McGraw-Hill, 1999. 722 p. ISBN: 95860953X.*
  
8. RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 129 p.*

## **APÉNDICE**



# APÉNDICE 1

## Estudio de suelos, ensayo de compresión triaxial



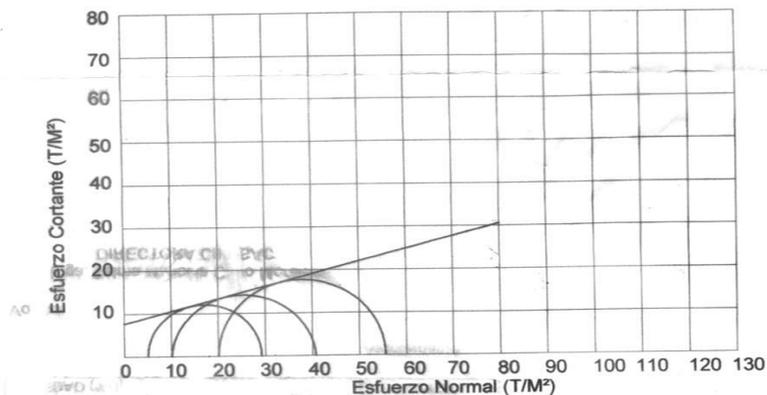
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 003310

### ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 177 S.S. O.T.No.: 24,645  
 INTERESADO: Dorian Renato Cabrera Meléndez  
 PROYECTO: Trabajo de Graduación - EPS  
 UBICACIÓN: Mercado Municipal en San Pedro Pinula, Jalapa  
 pozo: 1 Profundidad: 1.50 m Muestra: 1  
 Fecha: 27 de marzo de 2009



#### PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA :  $\phi = 15.94^\circ$  COHESIÓN :  $C_u = 7.70 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arcilla limosa con presencia de grava color café  
 DIMENSIÓN 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> )	24.15	30.68	35.52
PRESION INTERSTICIAL u(T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	5.0	8.0
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1.48	1.48	1.48
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1.90	1.90	1.90
HUMEDAD (%H)	28.9	28.9	28.9

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Médrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



## APÉNDICE 2

### Estudio de suelos, ENSAYO DE COMPACTACIÓN



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 21090

INFORME No. 248 S.S.

O.T. No.: 27,276

Interesado: Dorian Renato Cabrera Melendez

Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

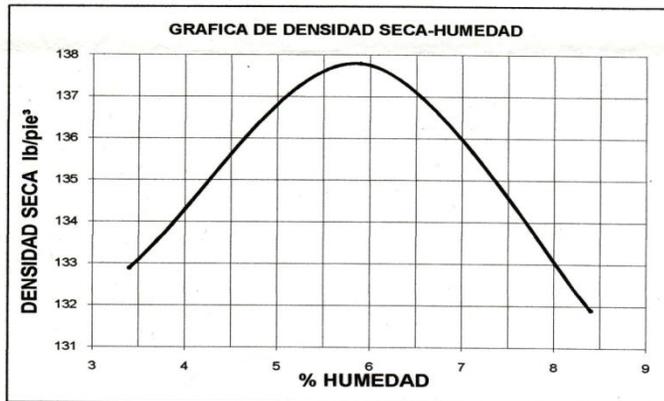
Proctor Estándar: ( ) Norma:

Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180

Proyecto: EPS-Diseño de Carretera hacia Aldea Los Riscos.

Ubicación: San Pedro Pinula, Jalapa.

Fecha: 19 de julio de 2010



Muestra No.: 1

Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limosa color café

Densidad seca máxima  $\gamma_d$ : 2,208 Kg/m<sup>3</sup> 137.8 lb/ft<sup>3</sup>

Humedad óptima Hop.: 5.7 %

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



### APÉNDICE 3

### Estudio de suelos, ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)



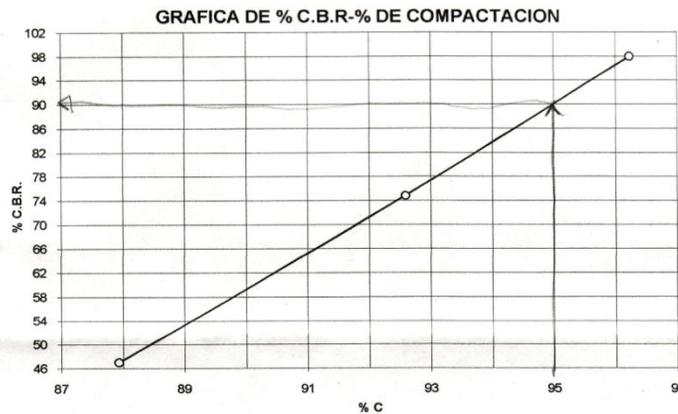
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 21091

INFORME No.: 249 S.S. O.T. No.: 27,276  
 Interesado: Dorian Renato Cabrera Melendez  
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193  
 Proyecto: EPS-Diseño de Carretera hacia Aldea Los Riscos.  
 Ubicación: San Pedro Pinula, Jalapa.  
 Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limosa color café  
 Fecha: 19 de julio de 2010

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	$\gamma_{d1}$ b/piel <sup>3</sup>			
1	10	5.50	121.2	87.9	1.96	47.0
2	30	5.50	127.6	92.6	2.07	74.8
3	65	5.50	132.6	96.2	2.28	98.0



Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



*Omar E. Medrano Mendez*  
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



## APÉNDICE 4

### Estudio de suelos, ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**Nº 21093**

---

INFORME No. 251 S. S.      O.T.: 27.276

Interesado: Dorian Renato Cabrera Melendez  
Proyecto: EPS-Diseño de Carretera hacia Aldea Los Riscos.  
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: San Pedro Pinula, Jalapa.  
FECHA: 19 de julio de 2010

**RESULTADOS:**

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	28.0	6.7	ML	Fragmentos de roca con arena limosa color café

(\*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.



Inga. Telma Maricela Cano  
DIRECTORA CII/USAC





Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



---

FACULTAD DE INGENIERIA —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>

## APÉNDICE 5

### Estudio de suelos, Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**Nº 21092**

---

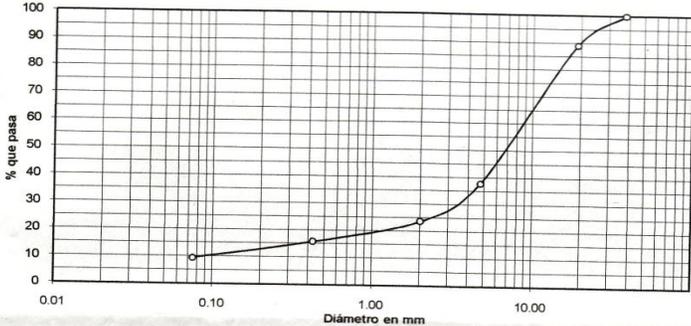
**INFORME No. 250 S.S. O.T. No. 27,276**

Interesado: Dorian Renato Cabrera Melendez  
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.  
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11  
 Proyecto: EPS-Diseño de Carretera hacia Aldea Los Riscos.

Ubicación: San Pedro Pinula, Jalapa.  
 Fecha: 19 de julio de 2010

Análisis con Tamices:			% de Grava: 62.20
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa	% de Arena: 28.35
1 1/2"	38.10	100.00	% de finos: 9.45
3/4"	19	88.98	
4	4.75	37.80	
10	2	23.62	
40	0.425	15.75	
200	0.075	9.45	



Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limosa color café  
 Clasificación: S.C.U.: GW-GM P.R.A.: A-1-a  
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Vo. Bo.

*Telma Matucela Cano Morales*

Inga. Telma Matucela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



Atentamente,

*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>

## APÉNDICE 6

### Cuadros de resumen de cálculos de Curvas Horizontales.

TRAMO A	
Est - 1	0 + 115,4995
Δ	1° 44' 30"
G	2° 43' 42"
R	420
Lc	12,767
St	6,335
CM	12,67
E	0,04778
OM	0,04777

TRAMO A	
Est - 2	0 + 230,495
Δ	3° 02' 18"
G	3° 49' 11"
R	300
Lc	15,909
St	7,956
CM	15,9068
E	0,10548
OM	0,105446

TRAMO A	
Est - 4	0 + 327,195
Δ	12° 42' 26"
G	11° 27' 33"
R	100
Lc	22,18
St	11,135
CM	22,133
E	0,618
OM	0,614

TRAMO A	
Est - 5	0 + 367,104
Δ	10° 43' 11"
G	14° 19' 26"
R	80
Lc	14,97
St	7,51
CM	14,95
E	0,3513
OM	0,3498

TRAMO A	
Est - 7	0 + 488,082
Δ	58° 42' 54"
G	47° 44' 47"
R	24
Lc	24,59
St	13,5
CM	23,53
E	3,53
OM	3,08

TRAMO A	
Est - 8	0 + 550,179
Δ	9° 29' 25"
G	14° 19' 26"
R	80
Lc	13,25
St	6,64
CM	13,24
E	0,275
OM	0,274

TRAMO A	
Est - 9	0 + 580,8985
Δ	17° 59' 13"
G	28° 38' 52"
R	40
Lc	12,56
St	3,32
CM	6,62
E	0,1375
OM	0,1371

TRAMO A	
Est - 10	0 + 115,4995
Δ	52° 43' 00"
G	45° 50' 12"
R	25
Lc	23
St	12,39
CM	22,2
E	2,9
OM	2,6

TRAMO A	
Est - 11	0 + 711,4965
Δ	12° 01' 23"
G	9° 32' 58"
R	120
Lc	25,18
St	12,64
CM	25,13
E	0,6635
OM	0,6599

TRAMO A	
Est - 13	0 + 812,8915
Δ	6° 53' 25"
G	9° 32' 58"
R	120
Lc	14,43
St	7,22
CM	14,42
E	0,2173
OM	0,2169

TRAMO A	
Est - 14	0 + 836,7525
Δ	47° 14' 00"
G	45° 50' 12"
R	25
Lc	20,61
St	10,93
CM	20,03
E	2,2852
OM	2,0938

TRAMO A	
Est - 15	0 + 882,96
Δ	17° 28' 28"
G	19° 05' 55"
R	60
Lc	18,3
St	9,22
CM	18,23
E	0,7044
OM	0,6963

TRAMO A	
Est - 16	0 + 952,455
Δ	49° 57' 14"
G	45° 50' 12"
R	25
Lc	21,8
St	11,65
CM	21,11
E	2,5793
OM	2,3381

TRAMO A	
Est - 17	1 + 016,899
Δ	23° 25' 47"
G	32° 44' 26"
R	35
Lc	14,31
St	7,26
CM	14,21
E	0,7446
OM	0,729

TRAMO A	
Est - 19	1 + 087,065
Δ	21° 16' 40"
G	28° 38' 52"
R	40
Lc	14,85
St	7,51
CM	14,77
E	0,6996
OM	0,6875

TRAMO A	
Est - 20	1 + 151,939
Δ	15° 35' 48"
G	19° 05' 55"
R	60
Lc	16,33
St	8,22
CM	16,28
E	0,5601
OM	0,5549

TRAMO B	
Est - 7	0 + 491,288
Δ	17° 12' 08"
G	38° 11' 50"
R	30
Lc	9
St	4,54
CM	8,97
E	0,3412
OM	0,3374

TRAMO B	
Est - 8B	0 + 539,6605
Δ	7° 41' 11"
G	9° 32' 58"
R	120
Lc	16,1
St	8,06
CM	16,09
E	0,2705
OM	0,2699

TRAMO B	
Est - 9B	0 + 581,5985
Δ	15° 55' 46"
G	19° 05' 55"
R	60
Lc	16,68
St	8,39
CM	16,63
E	0,5844
OM	0,5788

TRAMO B	
Est - 10B	0 + 616,809
Δ	6° 16' 27"
G	9° 32' 58"
R	120
Lc	13,14
St	6,58
CM	13,13
E	0,1801
OM	0,1798

TRAMO B	
Est - 11B	0 + 659,7785
Δ	11° 58' 35"
G	14° 19' 26"
R	80
Lc	16,72
St	8,39
CM	16,69
E	0,4389
OM	0,4365

TRAMO B	
Est - 13B	0 + 740,2865
Δ	63° 01' 49"
G	45° 50' 12"
R	25
Lc	27,5
St	15,33
CM	26,14
E	4,3254
OM	3,6874

TRAMO B	
Est - 14B	0 + 792,5
Δ	23° 19' 18"
G	22° 55' 06"
R	50
Lc	20,35
St	10,32
CM	20,21
E	1,3552
OM	1,3194

TRAMO B	
Est - 15B	0 + 829,8725
Δ	30° 27' 55"
G	38° 11' 50"
R	30
Lc	15,95
St	8,17
CM	15,76
E	1,0924
OM	1,054

TRAMO B	
Est - 16B	0 + 858,3805
Δ	35° 03' 43"
G	38° 11' 50"
R	30
Lc	18,36
St	9,48
CM	18,07
E	1,4612
OM	1,3934

TRAMO B	
Est - 17B	0 + 889,382
Δ	15° 55' 07"
G	19° 05' 55"
R	60
Lc	16,67
St	8,39
CM	16,62
E	0,5836
OM	0,578

TRAMO B	
Est - 18B	0 + 932,7715
Δ	37° 14' 14"
G	32° 44' 26"
R	35
Lc	22,75
St	11,79
CM	22,35
E	1,9329
OM	1,8317

TRAMO B	
Est - 19B	0 + 969,9765
Δ	40° 46' 29"
G	45° 50' 12"
R	25
Lc	17,79
St	9,29
CM	17,42
E	1,6707
OM	1,566

TRAMO B	
Est - 20B	0 + 994,26
Δ	37° 03' 15"
G	45° 50' 12"
R	25
Lc	16,17
St	8,38
CM	15,89
E	1,3665
OM	1,2957

TRAMO B	
Est - 21B	1 + 013,994
Δ	10° 53' 22"
G	19° 05' 55"
R	60
Lc	11,4
St	5,72
CM	11,39
E	0,2719
OM	0,2707

TRAMO B	
Est - 22B	1 + 041,4815
Δ	8° 23' 45"
G	14° 19' 26"
R	80
Lc	11,72
St	5,87
CM	11,71
E	0,2152
OM	0,2146

TRAMO C	
Est - 9B	0 + 585,771
Δ	47° 18' 23"
G	37° 48' 23"
R	30,31
Lc	25,03
St	13,28
CM	24,32
E	2,77799
OM	2,5463

TRAMO C	
Est - 10C	0 + 617,3225
Δ	8° 25' 33"
G	9° 32' 57"
R	120
Lc	17,65
St	8,84
CM	17,63
E	0,3251
OM	0,3242

TRAMO C	
Est - 12C	0 + 701,115
Δ	11° 41' 34"
G	14° 19' 26"
R	80
Lc	16,33
St	8,19
CM	16,3
E	0,4183
OM	0,4161

TRAMO C	
Est - 14C	0 + 778,3135
Δ	8° 51' 34"
G	11° 27' 33"
R	100
Lc	15,46
St	7,75
CM	15,45
E	0,2996
OM	0,2987

TRAMO C	
Est - 15C	0 + 806,307
Δ	13° 16' 45"
G	19° 05' 55"
R	60
Lc	13,91
St	6,98
CM	13,87
E	0,4051
OM	0,4024

TRAMO C	
Est - 16C	0 + 865,5405
Δ	123° 18' 52"
G	63° 39' 43"
R	18
Lc	38,74
St	33,37
CM	31,68
E	19,9151
OM	9,4546

TRAMO C	
Est - 17C	0 + 893,1905
Δ	26° 05' 04"
G	57° 17' 45"
R	20
Lc	9,11
St	4,63
CM	9,03
E	0,53
OM	0,52

TRAMO C	
Est - 18C	0 + 946,54
Δ	51° 47' 13"
G	28° 38' 52"
R	40
Lc	36,15
St	19,42
CM	34,94
E	4,4638
OM	4,0157

TRAMO C	
Est - 19C	1 + 008,6555
Δ	25° 52' 58"
G	19° 05' 55"
R	60
Lc	27,1
St	13,79
CM	26,87
E	1,5637
OM	1,524

TRAMO C	
Est - 21C	1 + 075,4625
Δ	85° 24' 47"
G	57° 17' 45"
R	20
Lc	29,81
St	18,46
CM	27,13
E	7,22
OM	5,3

## APÉNDICE 7

### Cuadros de resumen de cálculos de Curvas Verticales.

Curva Vertical # 1	
TRAMO A	
PIV	0+270
ELEV PIV	95,41
A	4,44
K	9,0909
LCV	40
OM	0,222

Curva Vertical # 2	
TRAMO A	
PIV	0+490
ELEV PIV	101,35
A	2,2
K	46,3636
LCV	102
OM	0,2805

Curva Vertical # 3	
TRAMO A	
PIV	0+610
ELEV PIV	101,95
A	3,5
K	5,7143
LCV	20
OM	0,0875

Curva Vertical # 4	
TRAMO A	
PIV	0+810
ELEV PIV	109,95
A	4,5
K	6,667
LCV	30
OM	0,16875

Curva Vertical # 5	
TRAMO A	
PIV	0+990
ELEV PIV	125,25
A	-14,5
K	4,1379
LCV	60
OM	-1,0875

Curva Vertical # 6	
TRAMO A	
PIV	1+090
ELEV PIV	119,25
A	17
K	3,1765
LCV	54
OM	1,1475

Curva Vertical # 7	
TRAMO B	
PIV	0+500
ELEV PIV	100,93
A	3,5
K	3,0588
LCV	26
OM	0,11375

Curva Vertical # 8	
TRAMO B	
PIV	0+590
ELEV PIV	109,03
A	-11,5
K	3,4783
LCV	40
OM	-0,575

Curva Vertical # 9	
TRAMO B	
PIV	0+680
ELEV PIV	106,78
A	6
K	5
LCV	30
OM	0,225

Curva Vertical # 10	
TRAMO B	
PIV	0+740
ELEV PIV	108,88
A	8,5
K	4,9
LCV	30
OM	0,31875

Curva Vertical # 11	
TRAMO B	
PIV	0+830
ELEV PIV	104,38
A	10,2
K	4,902
LCV	50
OM	0,6375

Curva Vertical # 12	
TRAMO C	
PIV	0+760
ELEV PIV	124,294
A	4,5
K	6
LCV	27
OM	0,151875

Curva Vertical # 13	
TRAMO C	
PIV	0+943,369
ELEV PIV	148,887
A	-25
K	1,2
LCV	30
OM	-0,9395

## APÉNDICE 8

**Cuadros de resumen de áreas, volúmenes y balance de movimiento de tierra.**

TRAMO A						
ESTACION	AREAS		VOLUMENES		Coeficiente	BALANCE
	METROS CUADRADOS		METROS CUBICOS			
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO		
0+000	1,0907	0,12	110,5161	1,4996	0,7	1108,374
0+025	7,7506	0	130,4924	0	0,7	1238,866
0+050	2,6888	0	42,2796	0,0283	0,7	1281,105
0+075	0,6935	0,0023	37,7592	0,0238	0,7	1318,831
0+100	2,3272	0	78,0286	0	0,7	1396,859
0+125	3,9126	0	333,087	0	0,7	1729,946
0+200	4,9697	0	109,027	0	0,7	1838,973
0+225	3,7524	0	70,8475	0	0,7	1909,821
0+250	1,9104	0	26,7822	5,2277	0,7	1929,135
0+275	0,2322	0,4182	10,7988	9,1783	0,7	1926,822
0+300	0,6317	0,316	31,5597	3,9505	0,7	1952,738
0+325	1,8931	0	49,1994	0	0,7	2001,937
0+350	2,0487	0	60,6563	0	0,7	2062,594
0+375	2,7794	0	57,3337	0	0,7	2119,927
0+400	1,8073	0	45,6687	0	0,7	2165,596
0+425	1,8462	0	65,6895	0	0,7	2231,285
0+450	3,409	0	138,5827	0	0,7	2369,868
0+475	7,6777	0	147,885	0	0,7	2541,231
0+500	4,0217	0	50,8087	19,1318	0,7	2541,231
0+525	0,043	1,5305	0,5371	43,6298	0,7	2479,439

Continuación del tramo A

0+550	0	1,9598	14,5348	24,4979	0,7	2458,977
0+575	1,1628	0	16,5037	5,2123	0,7	2468,035
0+600	0,1575	0,417	22,5269	5,1416	0,7	2483,217
0+625	1,5513	0	19,5672	11,2446	0,7	2486,72
0+650	0,014	0,8996	0,1754	61,0285	0,7	2399,712
0+675	0	3,9827	0	81,682	0,7	2283,023
0+700	0	2,5518	1,17	47,8216	0,7	2215,877
0+725	0,0925	1,2778	23,8794	15,9719	0,7	2216,939
0+750	1,8179	0	120,9501	0	0,7	2337,889
0+800	9,396	0	210,6545	0	0,7	276,22
0+825	7,4584	0	149,2562	0	0,7	2913,476
0+850	4,4715	0	82,9532	0	0,7	2996,429
0+875	2,1647	0	28,6193	1,2036	0,7	3023,329
0+900	0,1001	0,0993	1,2512	20,5233	0,7	2995,261
0+925	0	1,5426	93,7756	19,2833	0,7	3061,49
0+950	7,502	0	249,4318	0	0,7	3310,9213
0+975	12,4413	0	230,7798	0	0,7	3541,701
1+000	6,0211	0	135,2564	0	0,7	3676,958
1+025	4,7921	0	95,331	0	0,7	3772,289
1+50	2,8344	0	35,4298	77,3759	0,7	3697,181
1+75	0	6,1901	52,7217	77,3595	0,7	3639,3895
1+100	4,2125	0	53,7543	1,4686	0,7	3691,046
1+125	0,879	0,1175	36,3456	1,4686	0,7	3725,293
1+150	2,8198	0	171,2674	0	0,7	3896,561
1+175	10,8816	0	120,9966	0	0,7	4017,557

Fuente: elaboración propia.

TRAMO B						
ESTACION	AREAS		VOLUMENES		coeficiente	BALANCE
	METROS CUADRADOS		METROS CUBICOS			
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO		
0+475	7,7495	0	225,8293	0	0,7	1225,8293
0+500	10,301	0	128,7626	0	0,7	1354,592
0+525	0	0	0	0	0,7	1354,592
0+550	0	0	0	0	0,7	1354,592
0+575	0	0	0	24,6303	0,7	1319,406
0+600	0	1,9889	12,2635	24,9765	0,7	1295,989
0+625	0,9811	0	12,2637	0	0,7	1308,252
0+650	0	0	0	0	0,7	1308,252
0+675	0	0	43,4511	0	0,7	1351,703
0+700	3,4761	0	43,7114	3,6275	0,7	1390,233
0+725	0,0208	0,2902	13,6577	3,6508	0,7	1398,675
0+750	1,1084	0	13,8545	22,7684	0,7	1380,003
0+775	0	1,8215	3,3367	22,8367	0,7	1350,716
0+800	0,2674	0,0065	51,6873	0,0807	0,7	1402,288
0+825	3,8676	0	132,6668	0	0,7	1534,955
0+850	6,7151	0	156,4043	0	0,7	1691,359
0+875	5,8065	0	88,8685	0	0,7	1780,228
0+900	1,2969	0	16,2107	24,9753	0,7	1760,759
0+925	0	1,998	0	84,2663	0,7	1640,379
0+950	0	4,7269	90,5674	59,073	0,7	1646,556
0+975	7,2558	0	223,2497	0	0,7	1869,806
1+000	10,6415	0	224,605	0	0,7	2094,411

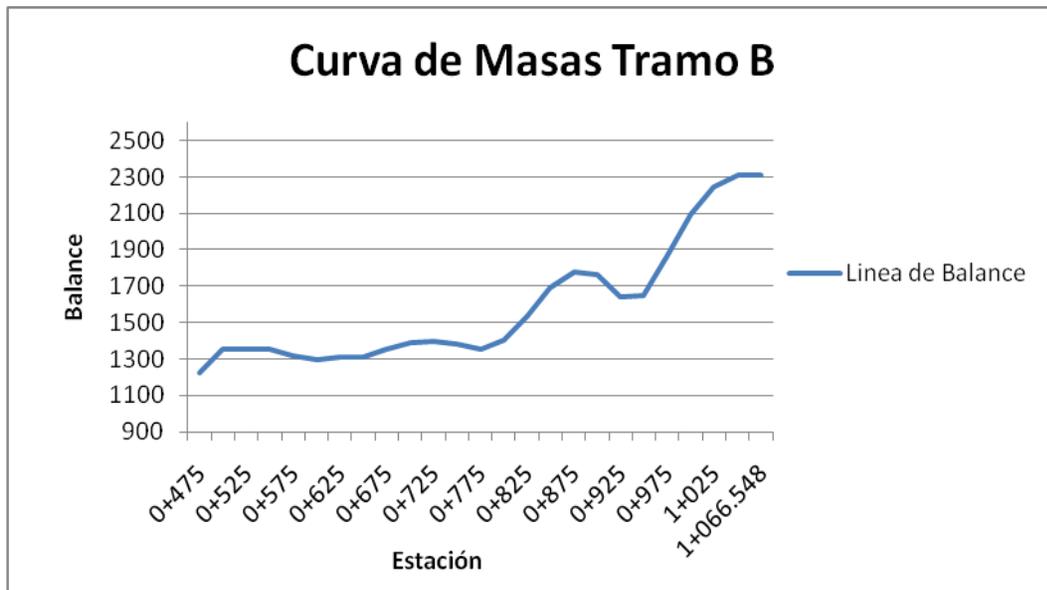
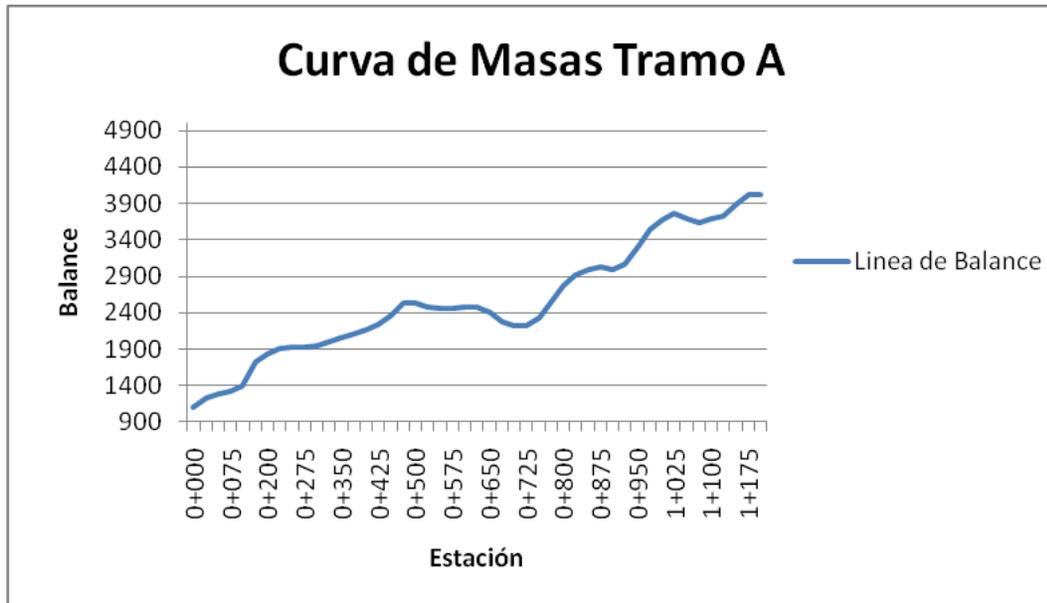
Fuente: elaboración propia.

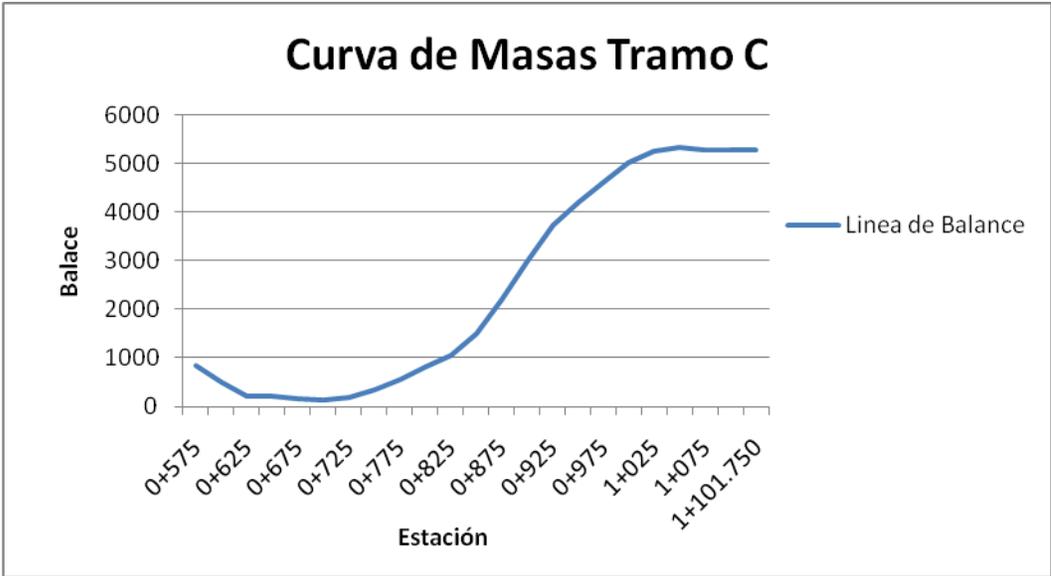
TRAMO C						
ESTACION	AREAS METROS CUADRADOS		VOLUMENES METROS CUBICOS		coeficiente	BALANCE
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO		
0+575	2,836	0	35,449	140,3279	0,7	834,981
0+600	0	11,1943	0	242,4848	0,7	488,574
0+625	0	8,2137	0	192,8204	0,7	213,116
0+650	0	0	0	0	0,7	213,116
0+675	0	7,2119	0	46,3893	0,7	146,846
0+700	0	2,7384	5,2101	12,1595	0,7	134,685
0+725	0,4168	0,9728	41,3459	0	0,7	176,031
0+750	2,8909	0	159,9897	0	0,7	336,021
0+775	9,9083	0	214,7881	0	0,7	550,809
0+800	7,2747	0	253,1314	0	0,7	803,94
0+825	12,9409	0	242,0967	0	0,7	1046,037
0+850	6,4269	0	439,3931	0	0,7	1485,43
0+875	28,7027	0	715,3547	0	0,7	2200,785
0+900	28,5257	0	803,9361	0	0,7	3004,721
0+925	35,7892	0	717,7785	0	0,7	3722,499
0+950	21,6603	0	481,7153	0	0,7	4204,214
0+975	16,8889	0	416,4432	0	0,7	4620,658
1+000	16,4265	0	393,4415	0	0,7	5014,099
1+025	15,0496	0	253,674	0	0,7	5267,773
1+050	5,2444	0	65,5866	0	0,7	5333,36
1+075	0	0	0	38,3322	0,7	5278,599
1+100	0	3,0612	0	2,6785	0,7	5274,773

Fuente: elaboración propia.

## APÉNDICE 9

### Gráficas de Curva de Masas



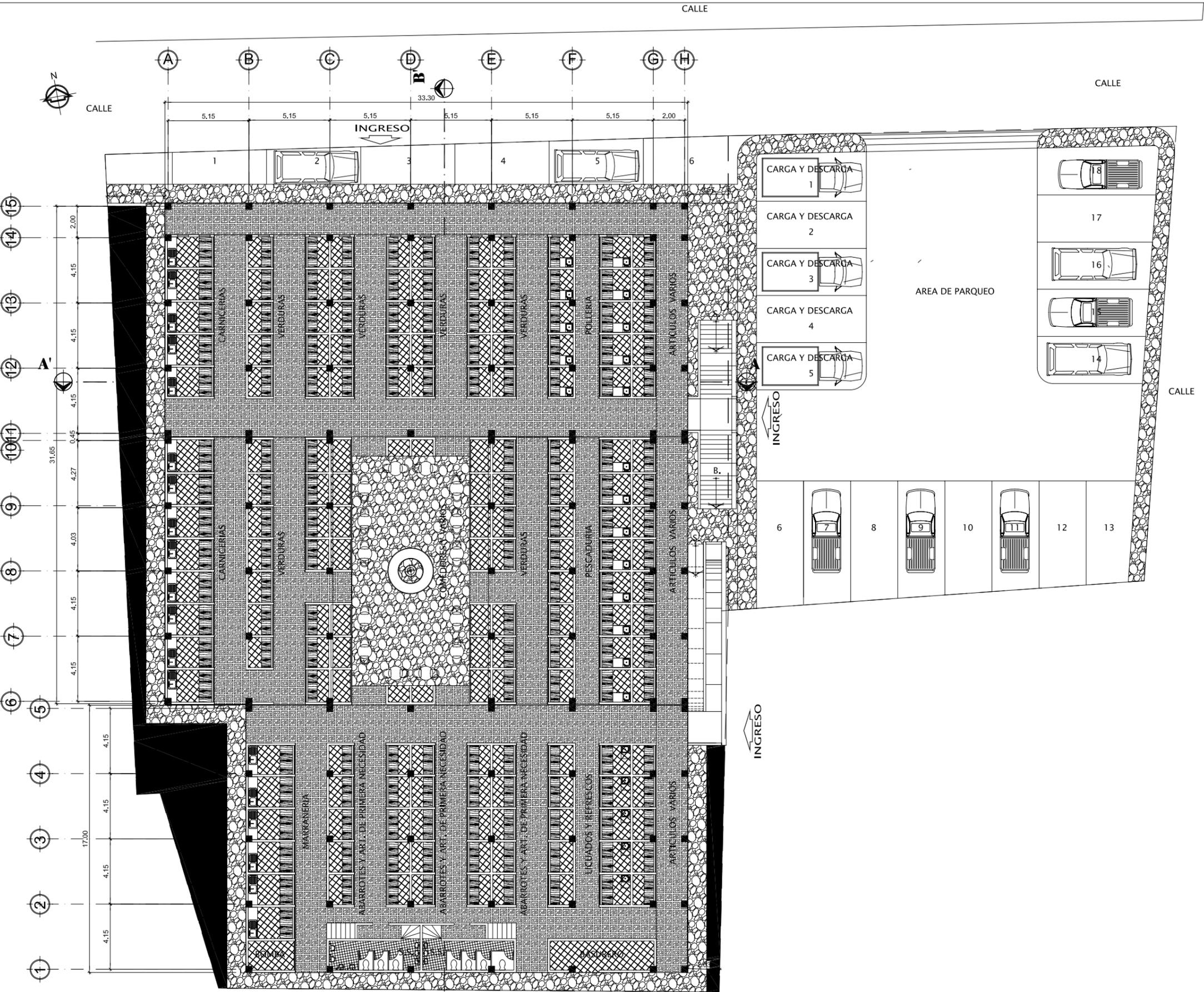


## **APÉNDICE 10**

- Planos constructivos – edificio para mercado municipal.
- Planos constructivos – mejoramiento de carretera.

(La escala indicada en los planos originales es para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos, no corresponden a la escala indicada. Se han tenido que modificar reduciéndolos para poder incorporarlos en el presente trabajo de graduación.)



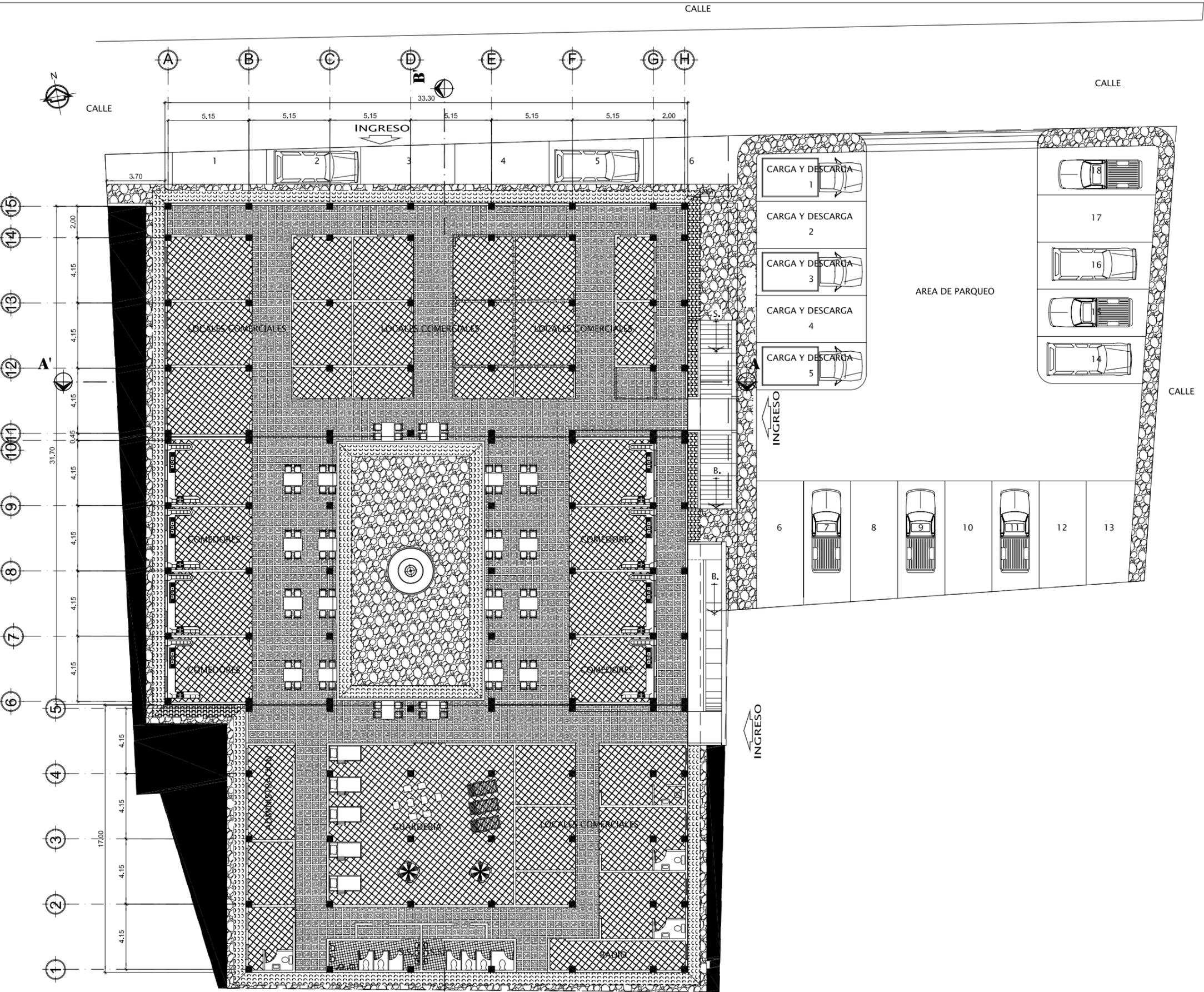


**PLANTA AMUEBLADA 1ER. NIVEL**

ESCALA: 1/125



 <b>USAC</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b> CONTIENE: <b>PLANO AMUEBLADO</b> UBICACION: <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>	
DIBUJO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ <small>CARNE: 2001 13569</small>	REVISO: ING. JUAN MERCK <small>ASESOR DE E.P.S.</small> JUNIO 2010 <small>FECHA</small>
CALCULO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ <small>CARNE: 2001 13569</small>	Vo.Bo.: ING. JUAN MERCK <small>ASESOR DE E.P.S.</small> JUNIO 2010 <small>FECHA</small>
APROBO: <small>FECHA</small>	ESCALA: INDICADA HOJA No. <b>1A / 12</b>

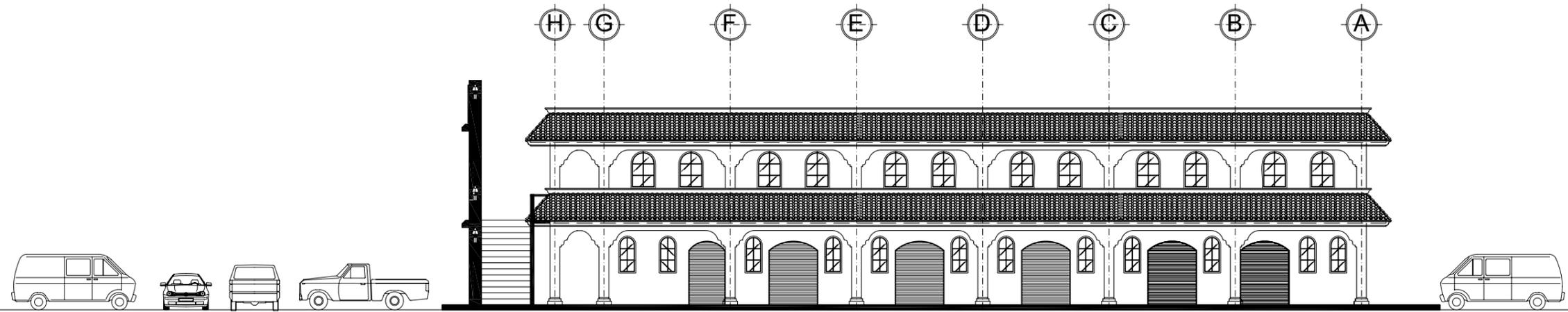


**PLANTA AMUEBLADA 2do. NIVEL**

ESCALA: 1/125

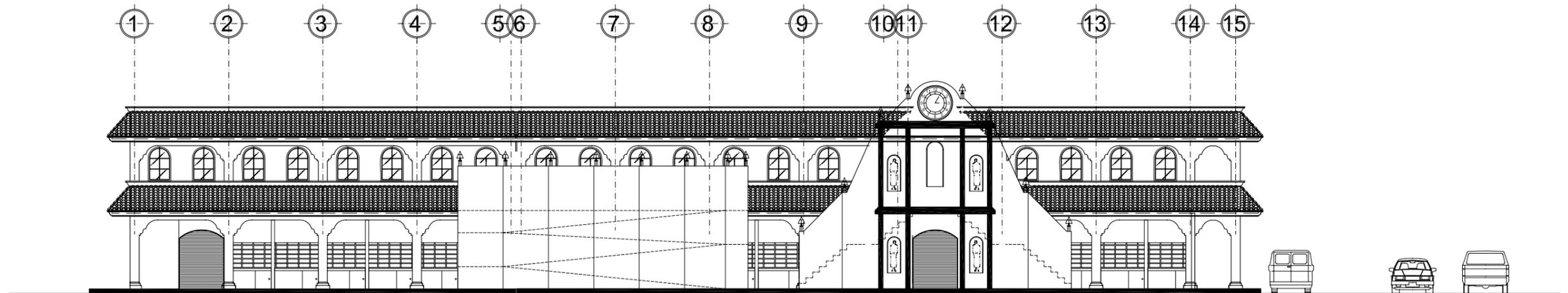


		<b>USAC</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
		<b>PROYECTO:</b> MERCADO MUNICIPAL <b>CONTIENE:</b> PLANO AMUEBLADO <b>UBICACION:</b> SAN PEDRO PINULA, JALAPA	
<b>DIBUJO:</b> DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ <small>CARNE: 2001 13569</small>	<b>REVISO:</b> ING. JUAN MERCK <small>ASESOR DE E.P.S.</small>	JUNIO 2010 <small>FECHA</small>	
<b>CALCULO:</b> DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ <small>CARNE: 2001 13569</small>	Vo.Bo.: ING. JUAN MERCK <small>ASESOR DE E.P.S.</small>	JUNIO 2010 <small>FECHA</small>	
<b>APROBO:</b> <small>FECHA</small>	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>HOJA No.</b> <b>1B / 12</b>	



**VISTA FRONTAL (A)**

ESCALA: 1/100

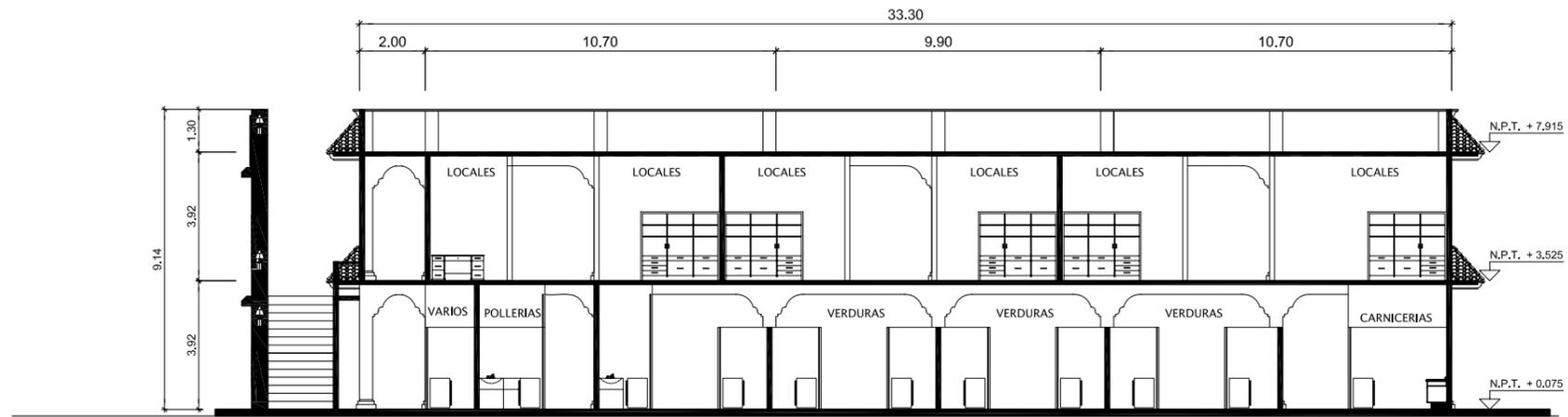


**VISTA IATERAL (B)**

ESCALA: 1/100

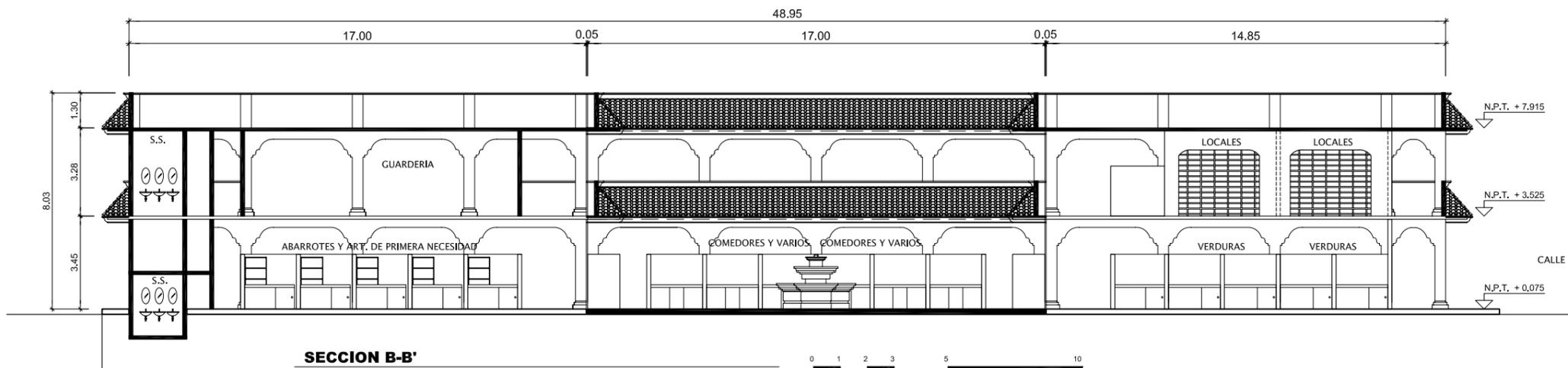


	<b>USAC</b>	
	FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO:	<b>MERCADO MUNICIPAL</b>	
CONTIENE:	<b>PLANO VISTAS</b>	
UBICACION:	<b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>	
DIBUJO:	REVISO:	JUNIO 2010 FECHA
<u>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ</u> CARNÉ: 2001 13569	ING. JUAN MERCK ASESOR DE E.P.S.	
CALCULO:	Vo.Bo.:	JUNIO 2010 FECHA
<u>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ</u> CARNÉ: 2001 13569	ING. JUAN MERCK ASESOR DE E.P.S.	
APROBO:	ESCALA:	HOJA No.
	INDICADA	<b>2A / 12</b>



**SECCION A-A'**

ESCALA: 1/100

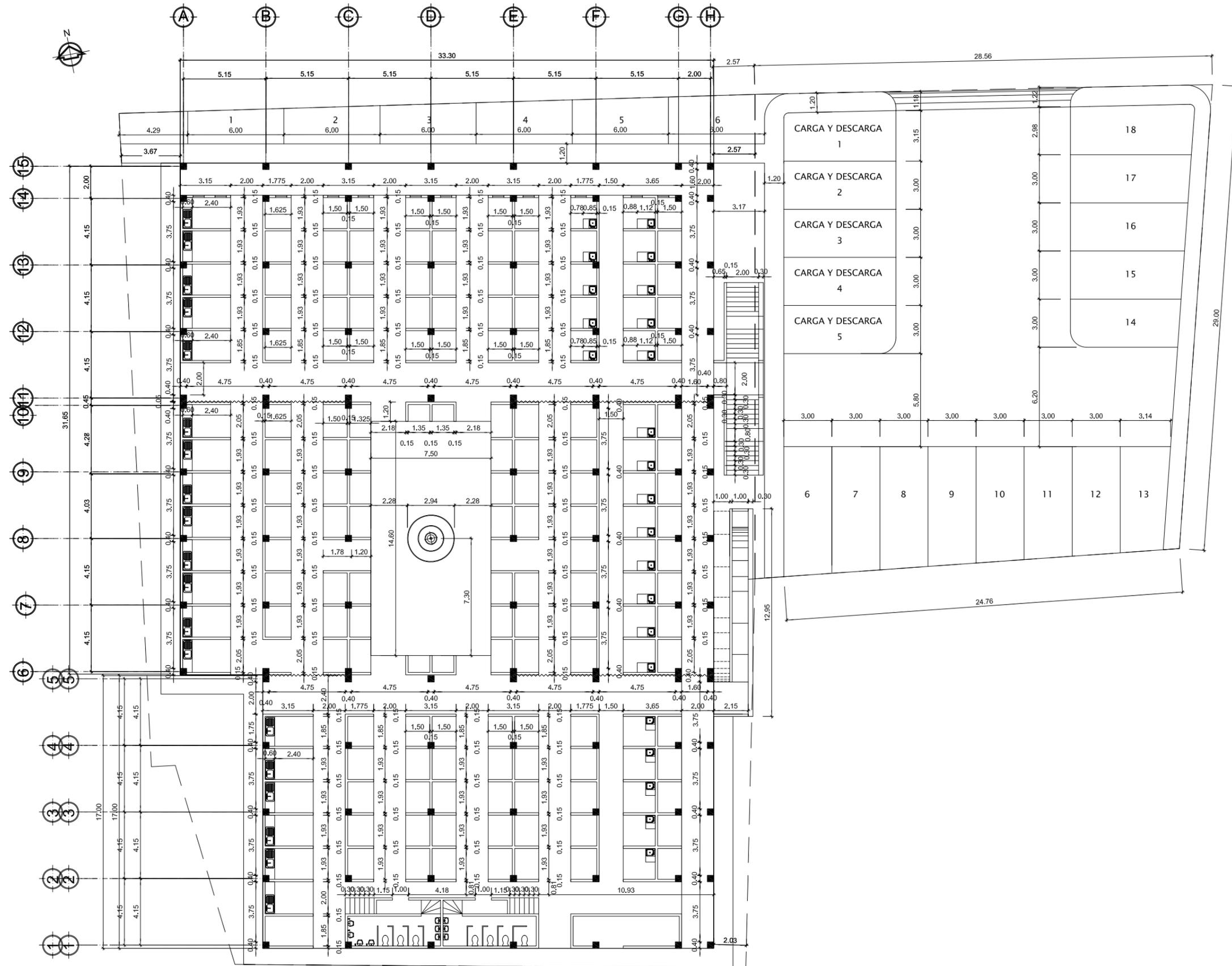


**SECCION B-B'**

ESCALA: 1/100



	<b>USAC</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
	<b>PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL</b> <b>CONTIENE: PLANO DE SECCIONES</b> <b>UBICACION: SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>	
<b>DIBUJO:</b> DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ <small>CARNE: 2001 13569</small>	<b>REVISO:</b> ING. JUAN MERCK <small>ASESOR DE E.P.S.</small>	JUNIO 2010 <small>FECHA</small>
<b>CALCULO:</b> DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ <small>CARNE: 2001 13569</small>	<b>Vo.Bo.:</b> ING. JUAN MERCK <small>ASESOR DE E.P.S.</small>	JUNIO 2010 <small>FECHA</small>
<b>APROBO:</b> <small>FECHA</small>	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>HOJA No.</b> <b>2B / 12</b>



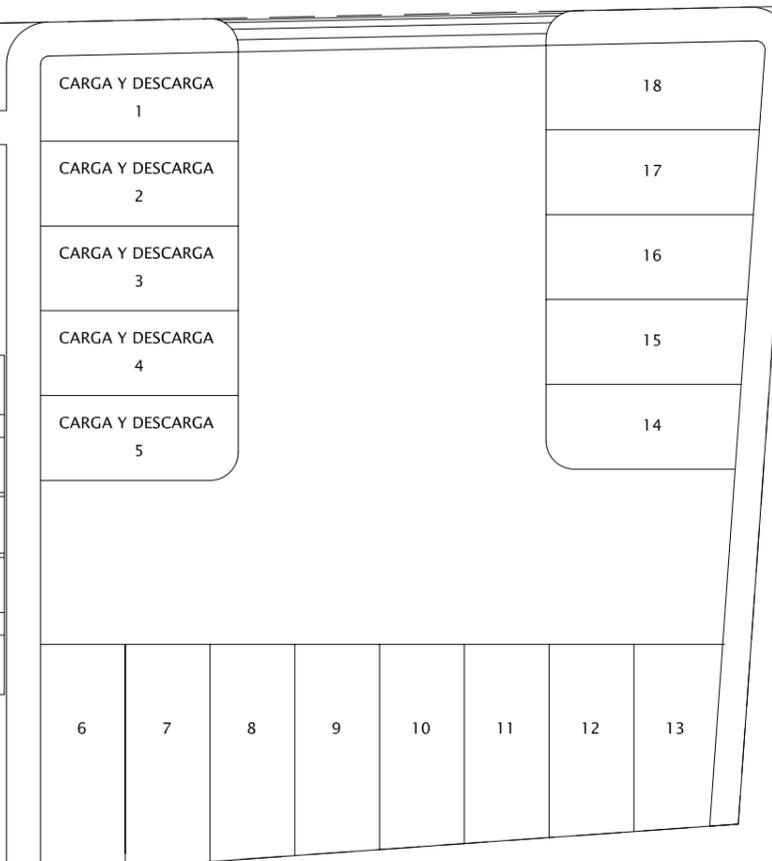
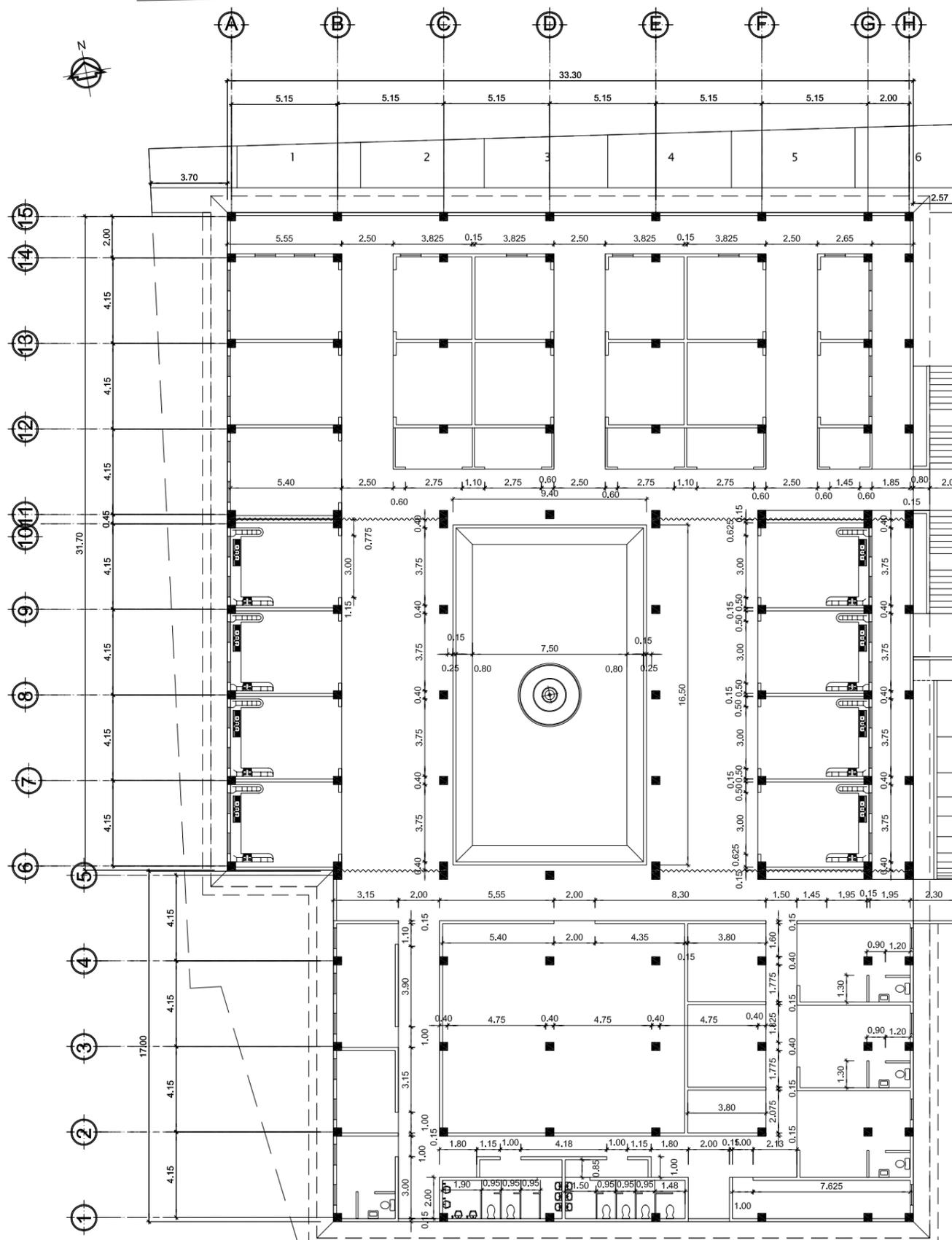
**PLANTA ACOTADA 1ER. NIVEL**

ESCALA: 1/125

NOTA:  
 INDICA JUNTA DE DILATACION



		<b>USAC</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
		<b>MERCADO MUNICIPAL</b> <b>PLANO ACOTADO</b> <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>	
PROYECTO:	MERCADO MUNICIPAL		
CONTIENE:	PLANO ACOTADO		
UBICACION:	SAN PEDRO PINULA, JALAPA		
DIBUJO:	DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNÉ: 2001 13569	REVISO:	ING. JUAN MERCK ASESOR DE E.P.S. JUNIO 2010 FECHA
CALCULO:	DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNÉ: 2001 13569	Vo.Bo.:	ING. JUAN MERCK ASESOR DE E.P.S. JUNIO 2010 FECHA
APROBO:	FECHA	ESCALA:	INDICADA
			HOJA No. <b>3A / 12</b>

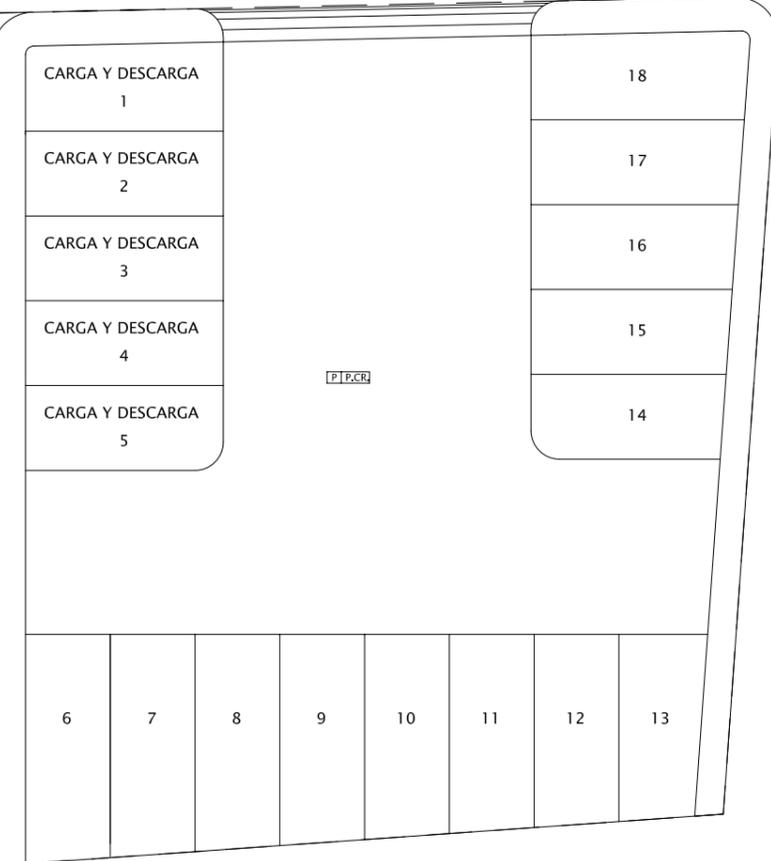
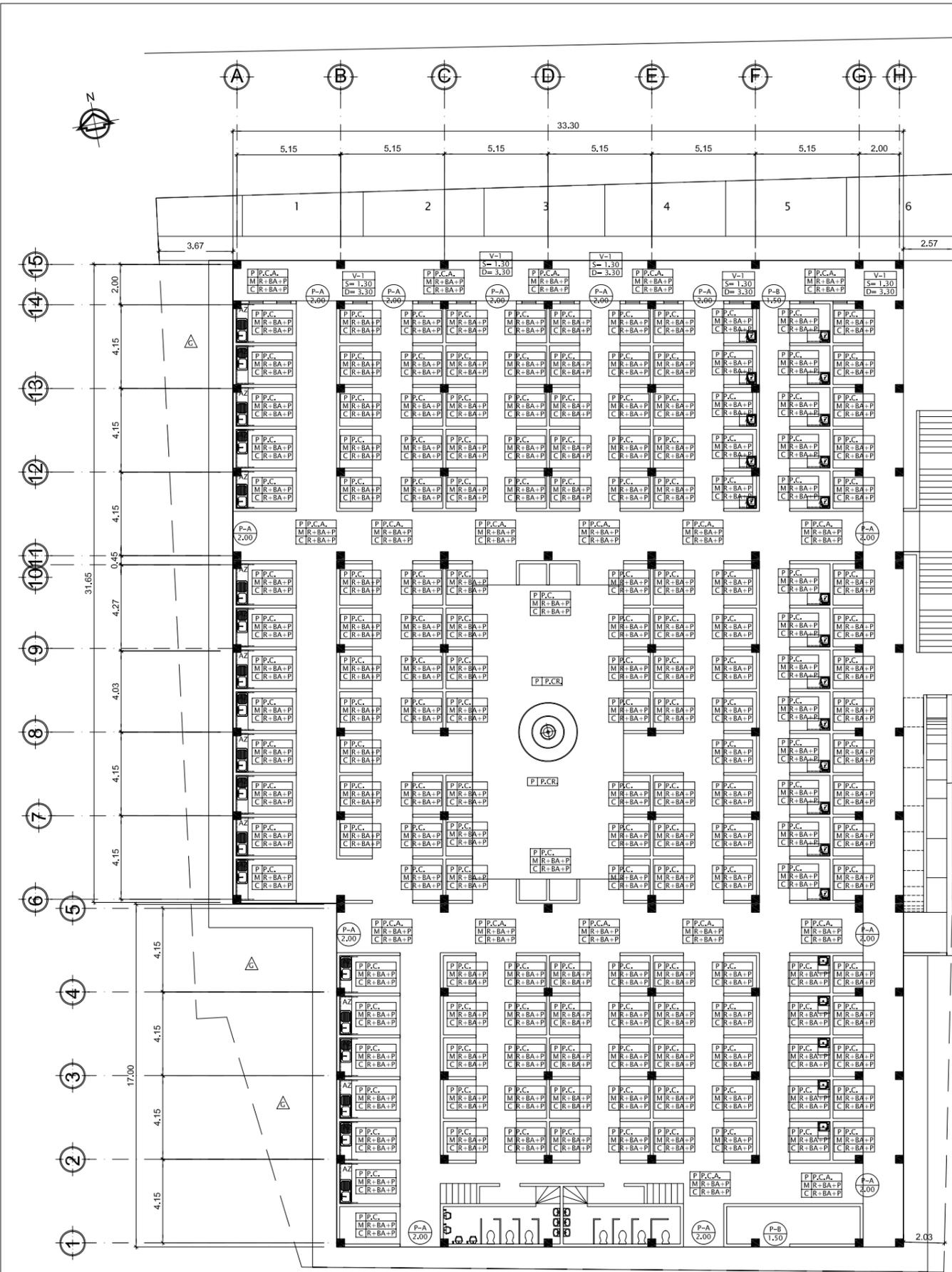


NOTA:  
 INDICA JUNTA DE DILATACION

**PLANTA ACOTADA 2do. NIVEL**  
 ESCALA: 1/125

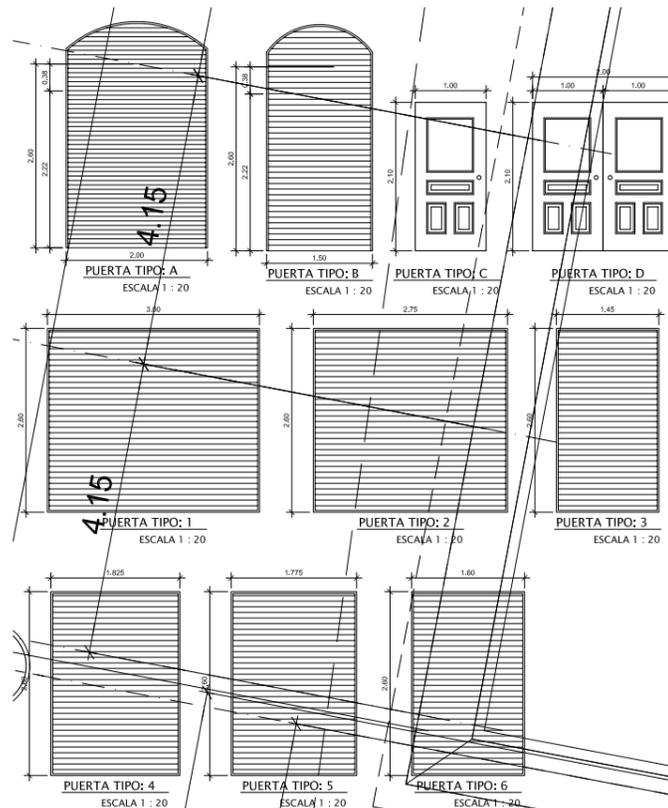
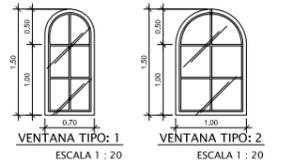
	<b>USAC</b>	
	FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: CONTIENE: UBICACION:	<b>MERCADO MUNICIPAL</b> <b>PLANO ACOTADO</b> <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>	
DIBUJO:	REVISO:	JUNIO 2010
DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ C.A.R.N.E: 2001 13569	ING. JUAN MERCK ASESOR DE E.P.S.	FECHA
CALCULO:	Vo.Bo.:	JUNIO 2010
DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ C.A.R.N.E: 2001 13569	ING. JUAN MERCK ASESOR DE E.P.S.	FECHA
APROBO:	ESCALA:	HOJA No.
FECHA	INDICADA	<b>3B / 12</b>





**SIMBOLOGIA**

PC	PISO CERAMICO
PCA	PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE
R-BA+P	REPELLO + BLANQUEADO + PINTURA
P.C.R	PISO DE CONCRETO
G	GRAMA
AZ	AZULEJO



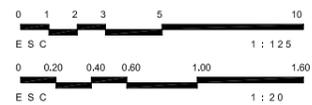
**PLANILLA DE VENTANAS**

TIPO DE VENTANA	SILLAR	DINTEL	ANCHO	ALTURA	AREA	UNIDADES	UBICACION	MATERIALES	OBS
V-1	1.30	2.30	0.70	2.00	1.35	12	---	MADERA Y VIDRIO	
V-2	1.30	2.30	1.00	2.00	1.89	43	---	MADERA Y VIDRIO	

**PLANILLA DE PUERTAS**

TIPO DE PUERTA	ANCHO	DINTEL	AREA	UNIDADES	UBICACION	MATERIALES	OBS
P-A	2.00	2.60	4.16	13		METAL, CON CHAPA YALE	
P-B	1.50	2.60	4.44			METAL, CON CHAPA YALE	
P-C	1.00	2.10	2.10	4		MADERA DE CEDRO, CON CHAPA KWIKSET	
P-D	2.00	2.10	4.20	1		MADERA DE CEDRO CON CHAPA KWIKSET	
P-1	3.00	2.60	7.80	25		METAL, CON CHAPA YALE	
P-2	2.75	2.60	7.15	4		METAL, CON CHAPA YALE	
P-3	1.45	2.60	3.77	1		METAL, CON CHAPA YALE	
P-4	1.825	2.60	4.75	2		METAL, CON CHAPA YALE	
P-5	1.775	2.60	4.62	2		METAL, CON CHAPA YALE	
P-6	1.60	2.60	4.16	2		METAL, CON CHAPA YALE	

**PLANTA DE ACABADOS 1ER. NIVEL**  
ESCALA: 1/125



**USAC**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE E.P.S.

PROYECTO: **MERCADO MUNICIPAL PLANO DE ACABADOS**  
CONTIENE: **SAN PEDRO PINULA, JALAPA**  
UBICACION:

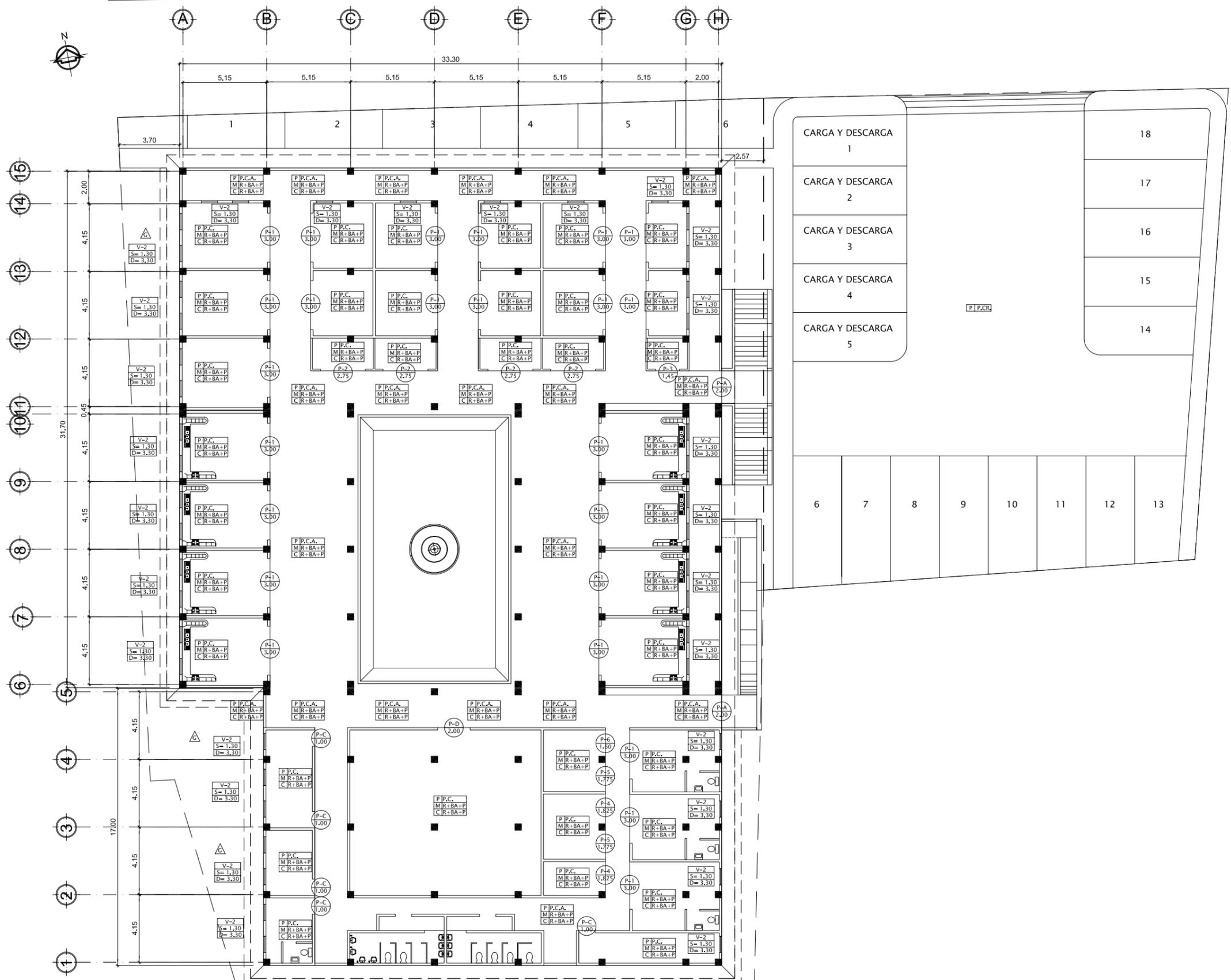
DIBUJO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ JUNIO 2010  
CARNÉ: 2001 13569 FECHA

REVISO: ING. JUAN MERCK JUNIO 2010  
ASESOR DE E.P.S. FECHA

CALCULO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ JUNIO 2010  
CARNÉ: 2001 13569 FECHA

Vo.Bo.: ING. JUAN MERCK JUNIO 2010  
ASESOR DE E.P.S. FECHA

APROBO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ ESCALA: **HOJA No.**  
CARNÉ: 2001 13569 FECHA INDICADA **4A / 12**

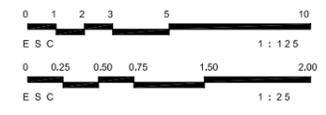
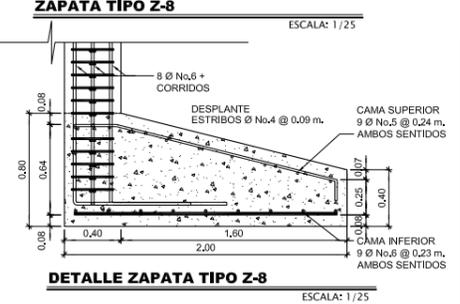
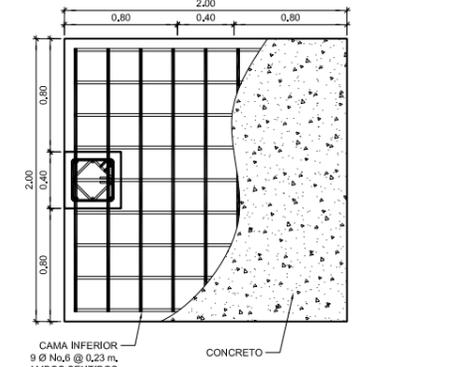
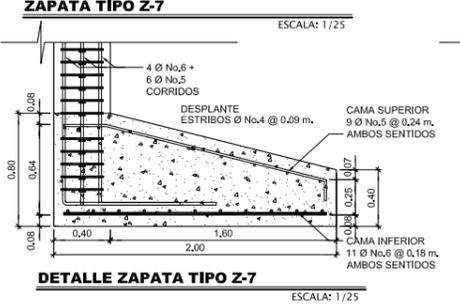
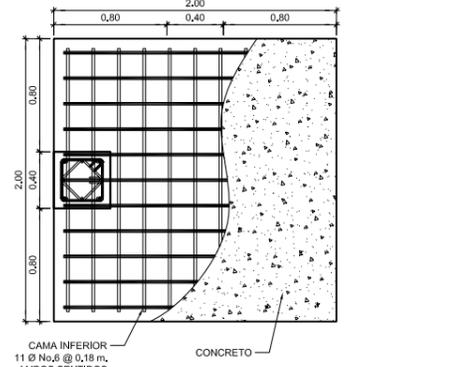
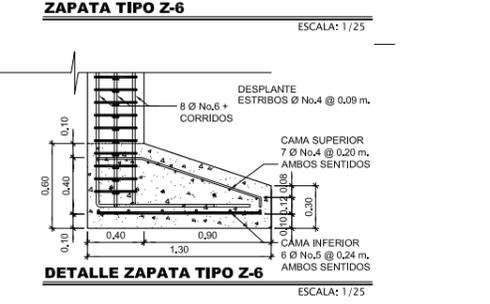
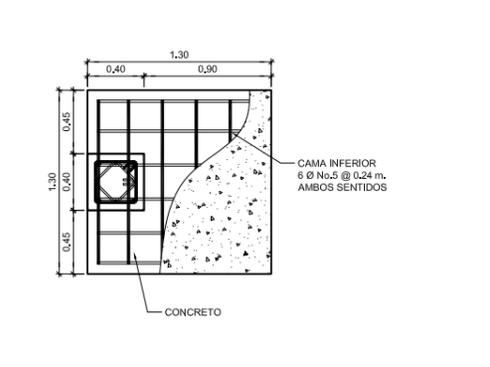
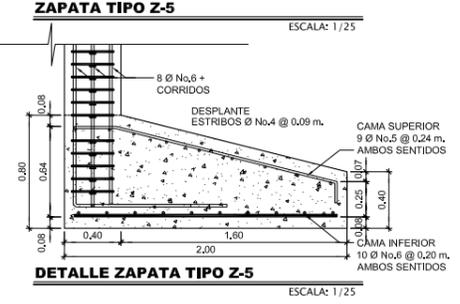
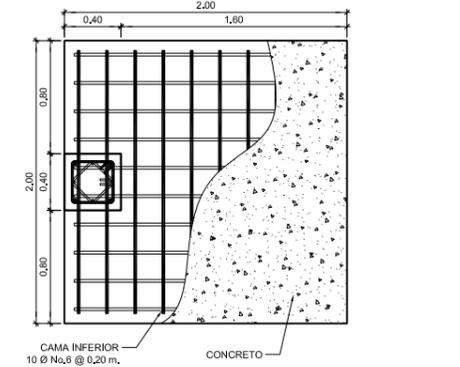
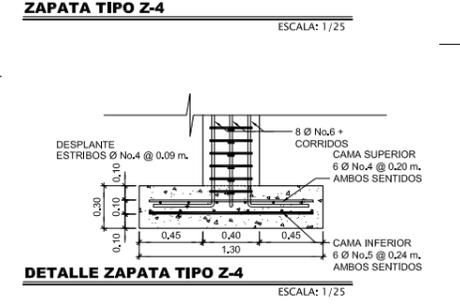
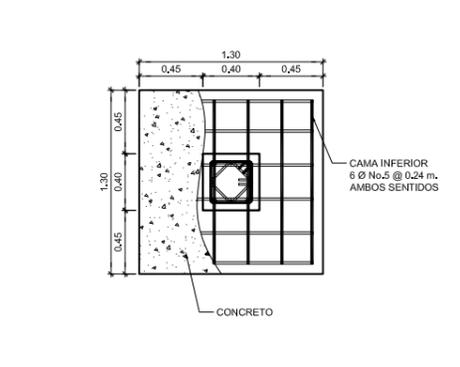
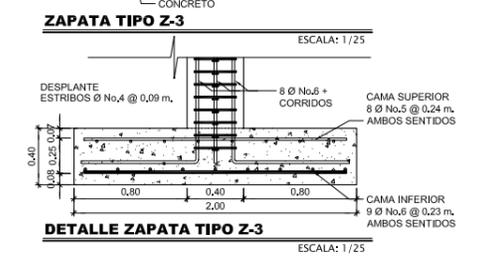
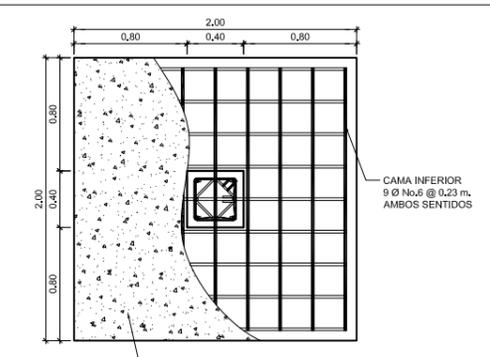
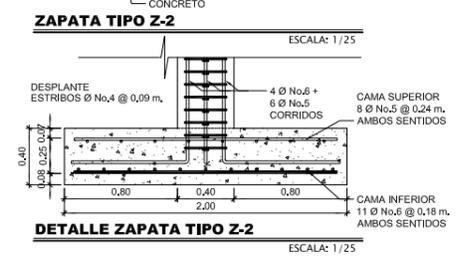
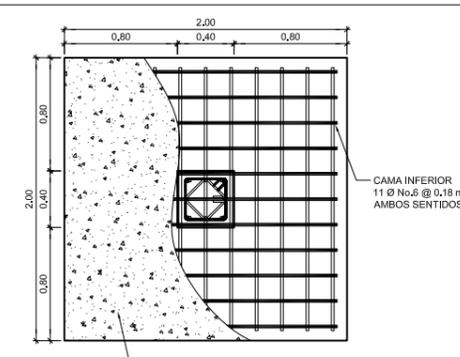
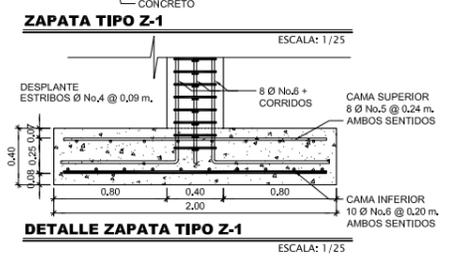
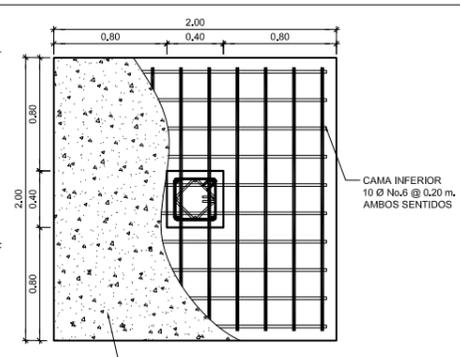
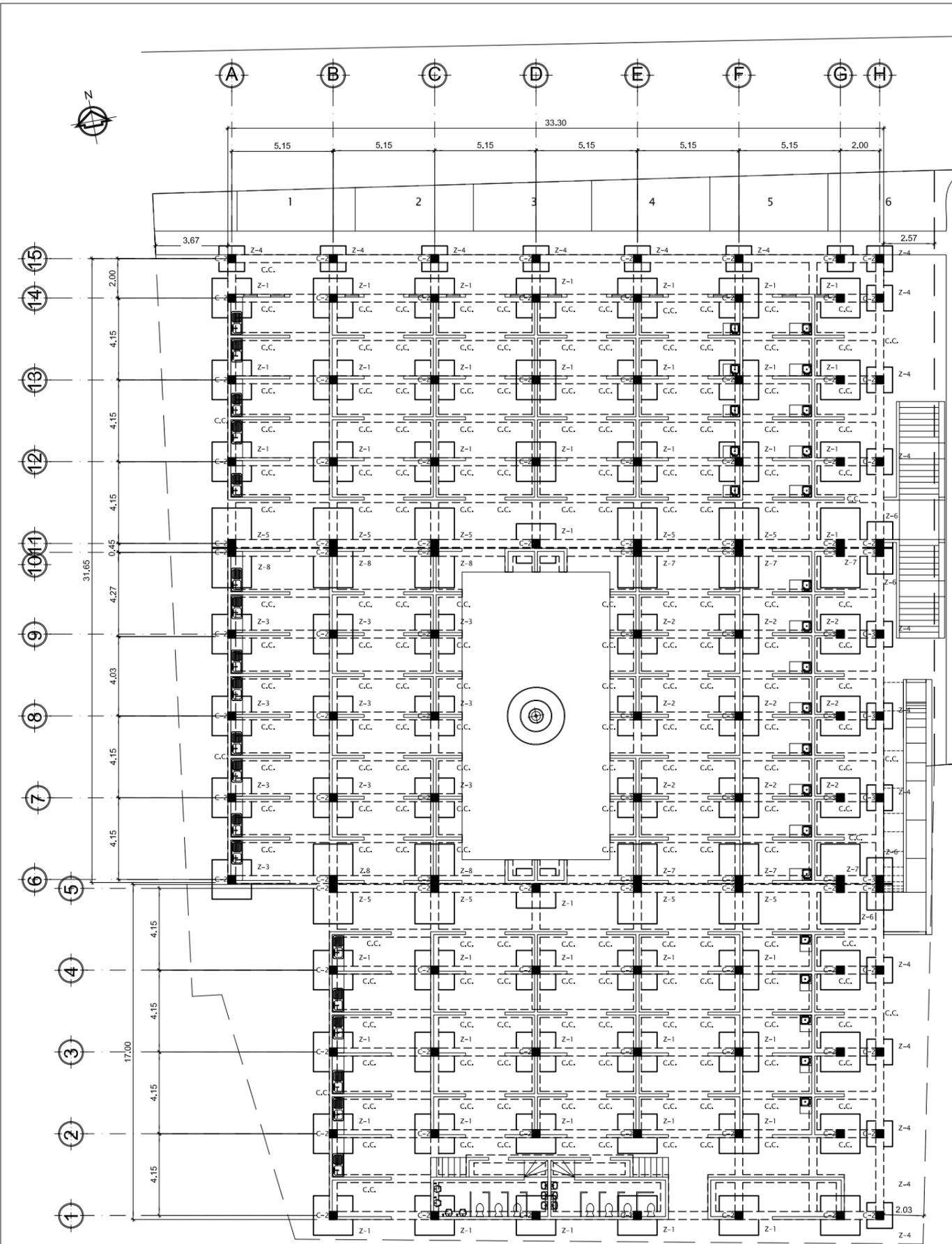


- NOTAS**
- El corredor exterior tendrá una pendiente de 1% hacia la calle
  - El corredor interior tendrá 1% hacia el centro de la plaza en el interior
  - La proyección del voladizo será de 0.80mts en alma tendrá teja a una altura de 1.20mts, que servirá como baranda para los exteriores; las tejas se pintarán con barniz caoba.
  - Todas las paredes serán repelidas con cemento y blanqueadas, la pintura de las paredes internas serán de amarillo colonial.
  - La rampa tendrá un piso antideslizante de forma rallado resina con una pendiente del 8%.
  - Para la parte de jardines tendrán grama con plantas de tipo adecuado a la región y al clima.
  - La fuente de la plazuela será mandara hacer con artesanos de prestigio, la fuente tiene que ser de tipo colonial.
  - Las columnas exteriores serán también repelidas, blanqueadas y de color blanco luna.
  - El piso de los locales será distinto al de los pasillos, el diseño y el color será a criterio del contratista o supervisor.
  - Todos los negocios de ventas de carnes llevarán un mostrador de concreto de 1.35mts de altura, el de abarotes y verduras serán a criterio del contratista o supervisor por ser ellos o no.
  - El piso exterior exterior será un diseño a criterio del contratista o supervisor de obra.
  - Todas las locales que utilicen área de lavabo se colocará Azulejo color crema alrededor para protección de la pared.
  - En los lavabos sanitarios se colocará azulejo a 2.00mts, de alto en los tres lados
  - El piso del servicio sanitario será de un piso antideslizante.
  - La fachada de la iglesia será texturizada con empastado y cemento, tendrá un color blanco.
  - Las lamparas serán a criterio del contratista o supervisor de obra.
  - Las ventanas exteriores serán de hierro, las interiores serán a criterio del contratista o supervisor de obra, el diseño lo tendrán que rectificar con el dibujo y aceptar la mas correcta.
  - Todos los negocios de ventas de carnes y las puertas de acceso llevarán persianas para su seguridad.
  - El pavimento será de concreto con las especificaciones mostradas en el plano de 0.15mts, de espesor con 0.20mts, se deberá.
  - El parqueo tendrá solo un acceso, habrá parqueo en la orilla del mercado al lado norte.

**PLANTA DE ACABADOS 2do. NIVEL**  
 ESCALA: 1/125

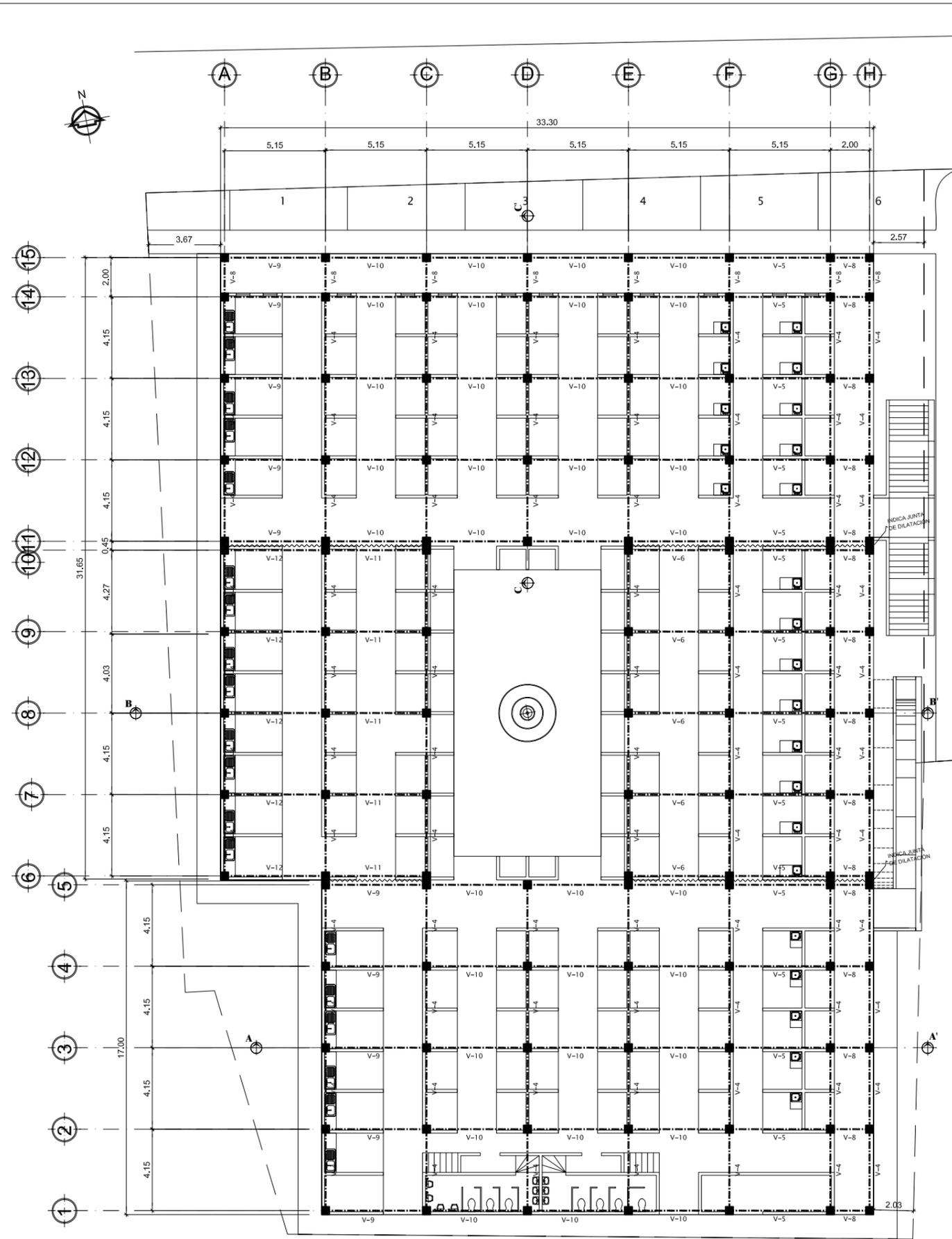
		<b>USAC</b>	
		<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b>		REVISO: ING. JUAN MERCK ASesor DE E.P.S. JUNIO 2010 FECHA	
CONTIENE: <b>PLANO DE ACABADOS</b>		Vo.Bo.: ING. JUAN MERCK ASesor DE E.P.S. JUNIO 2010 NOVIEMBRE 2008	
UBICACION: <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>		APROBO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNÉ: 2001 13569	
DIBUJO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNÉ: 2001 13569		ESCALA: INDICADA	
CALCULO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNÉ: 2001 13569		HOJA No. <b>4B / 12</b>	





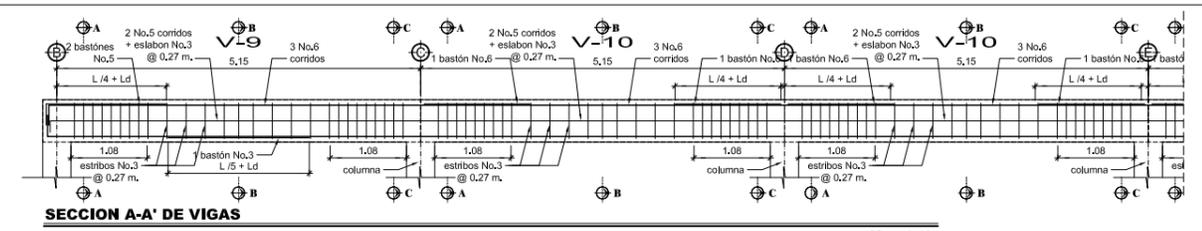
		<b>USAC</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
		PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b> CONTIENE: <b>PLANO DE CIMENTACIÓN</b> UBICACION: <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>	
DIBUJO:	DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNÉ: 2001 13569	REVISO:	ING. JUAN MERCK ASESOR DE E.P.S.
CALCULO:	DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNÉ: 2001 13569	Vo.Bo.:	ING. JUAN MERCK ASESOR DE E.P.S.
APROBO:		ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	JUNIO 2010
		FECHA:	JUNIO 2010
		HOJA No.:	5A / 12





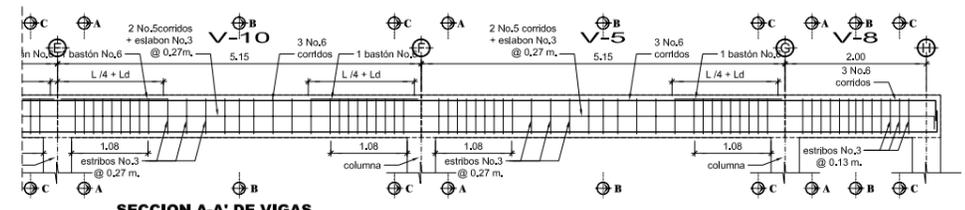
**PLANTA DE VIGAS 1ER. NIVEL**

ESCALA: 1/125



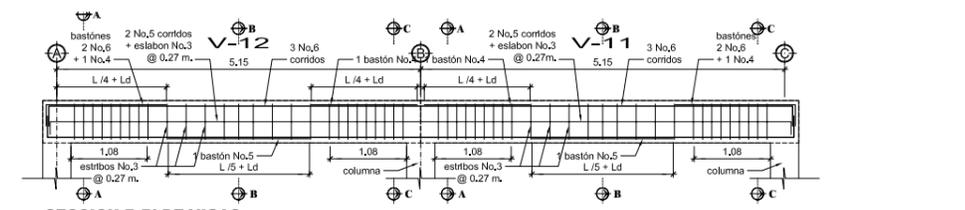
**SECCION A-A' DE VIGAS**

ESCALA: 1/50



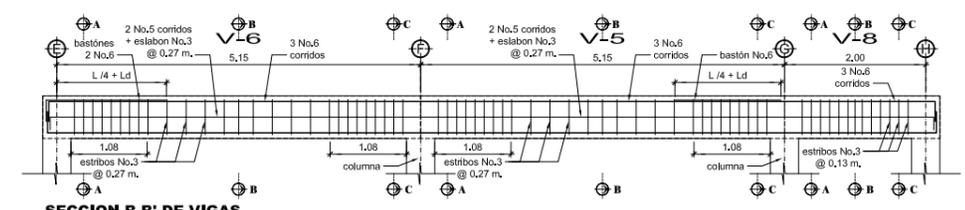
**SECCION A-A' DE VIGAS**

ESCALA: 1/50



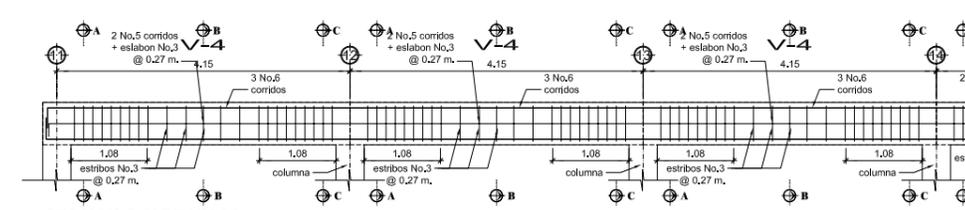
**SECCION B-B' DE VIGAS**

ESCALA: 1/50



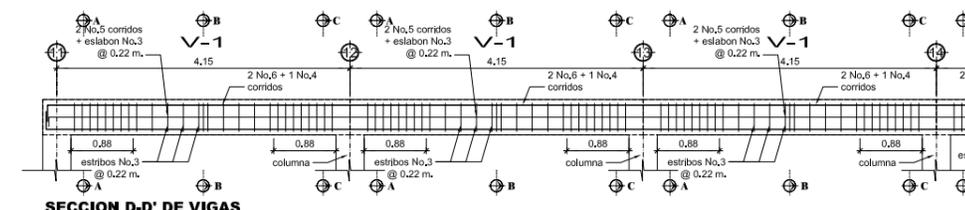
**SECCION B-B' DE VIGAS**

ESCALA: 1/50



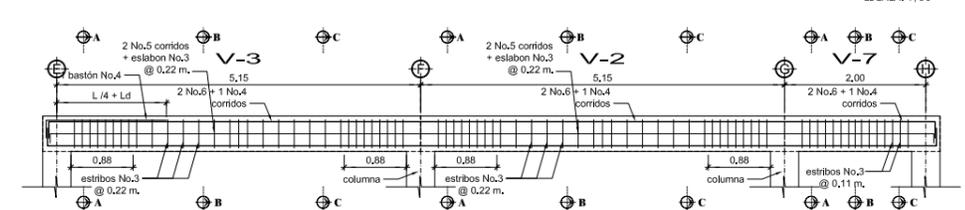
**SECCION C-C' DE VIGAS**

ESCALA: 1/50



**SECCION D-D' DE VIGAS**

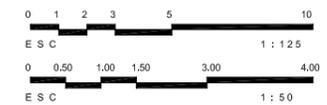
ESCALA: 1/50



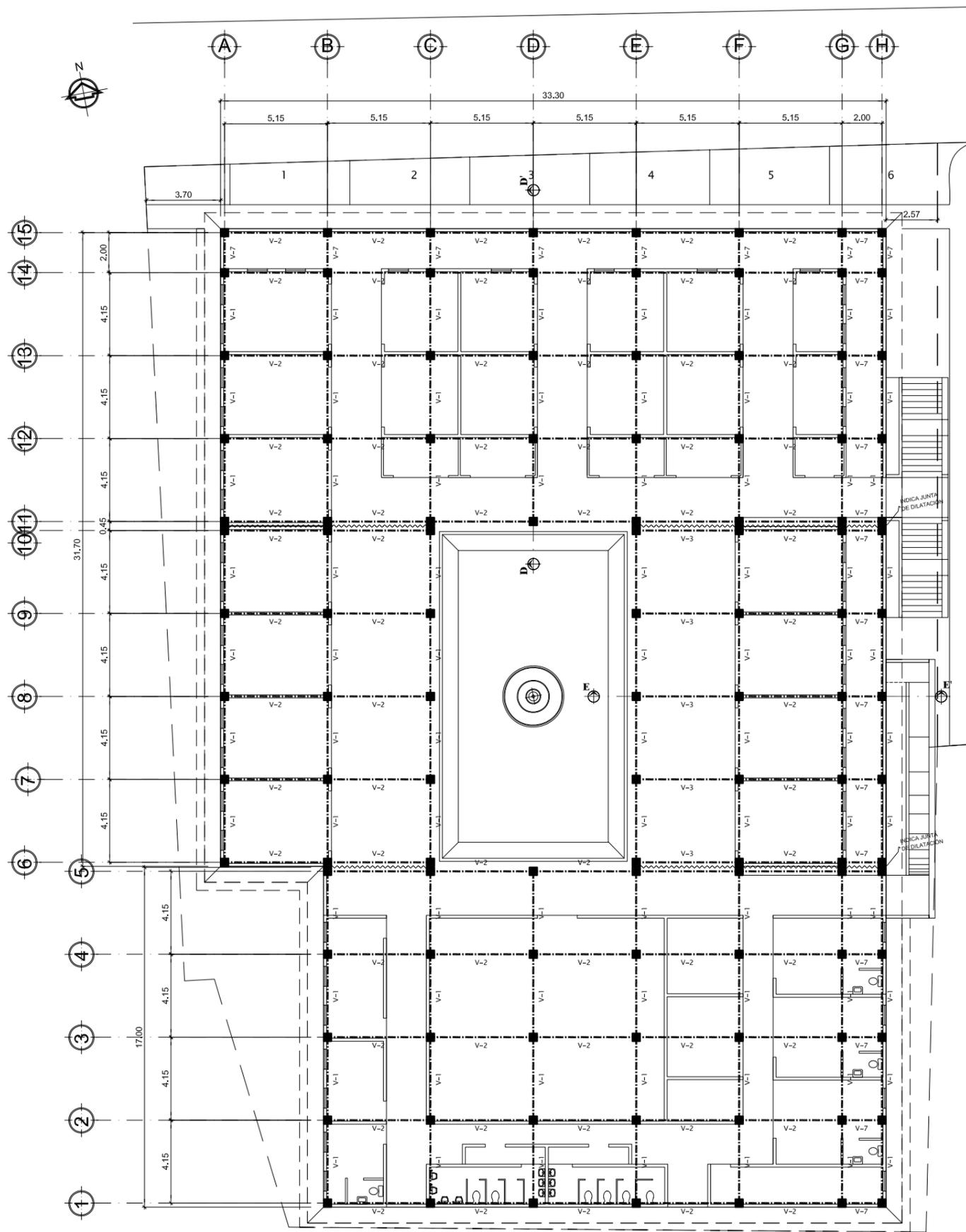
**SECCION E-E' DE VIGAS**

ESCALA: 1/50

**NOTA:**  
INDICIA JUNTA DE DILATACION

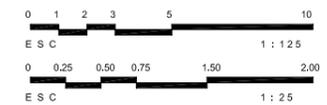
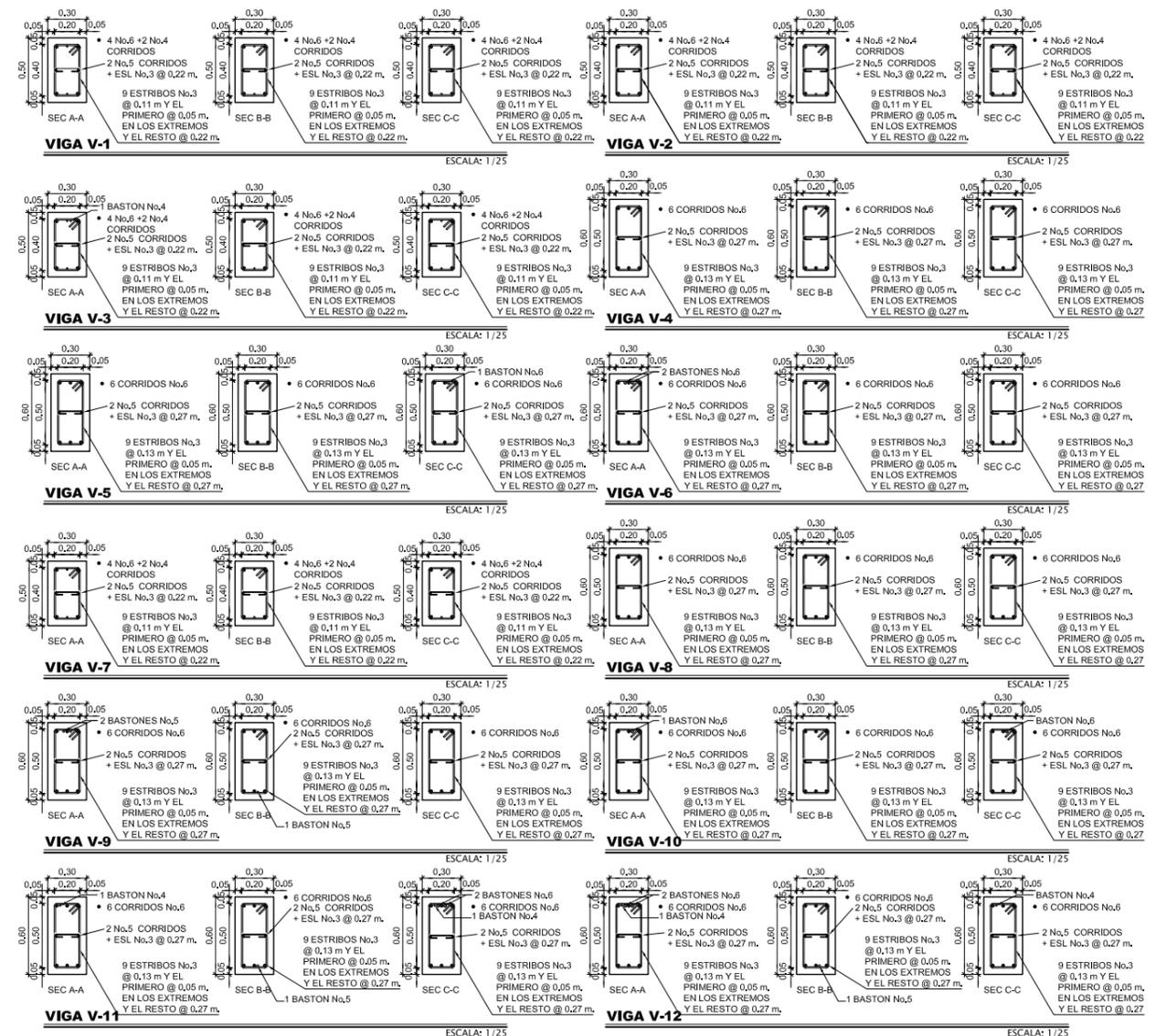


		<b>USAC</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
		<b>MERCADO MUNICIPAL</b> <b>PLANO DE VIGAS</b> <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>	
PROYECTO: CONTIENE: UBICACION:	REVISO: _____ JUNIO 2010 INE. JUAN MERCK ASesor DE E.P.S. FECHA		
DIBUJO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNE: 2001 13569	Vo.Bo.: _____ JUNIO 2010 INE. JUAN MERCK ASesor DE E.P.S. FECHA		
CALCULO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNE: 2001 13569	ESCALA: INDICADA		
APROBO: _____	HOJA No. <b>6A / 12</b>		



**PLANTA DE VIGAS 2do. NIVEL**

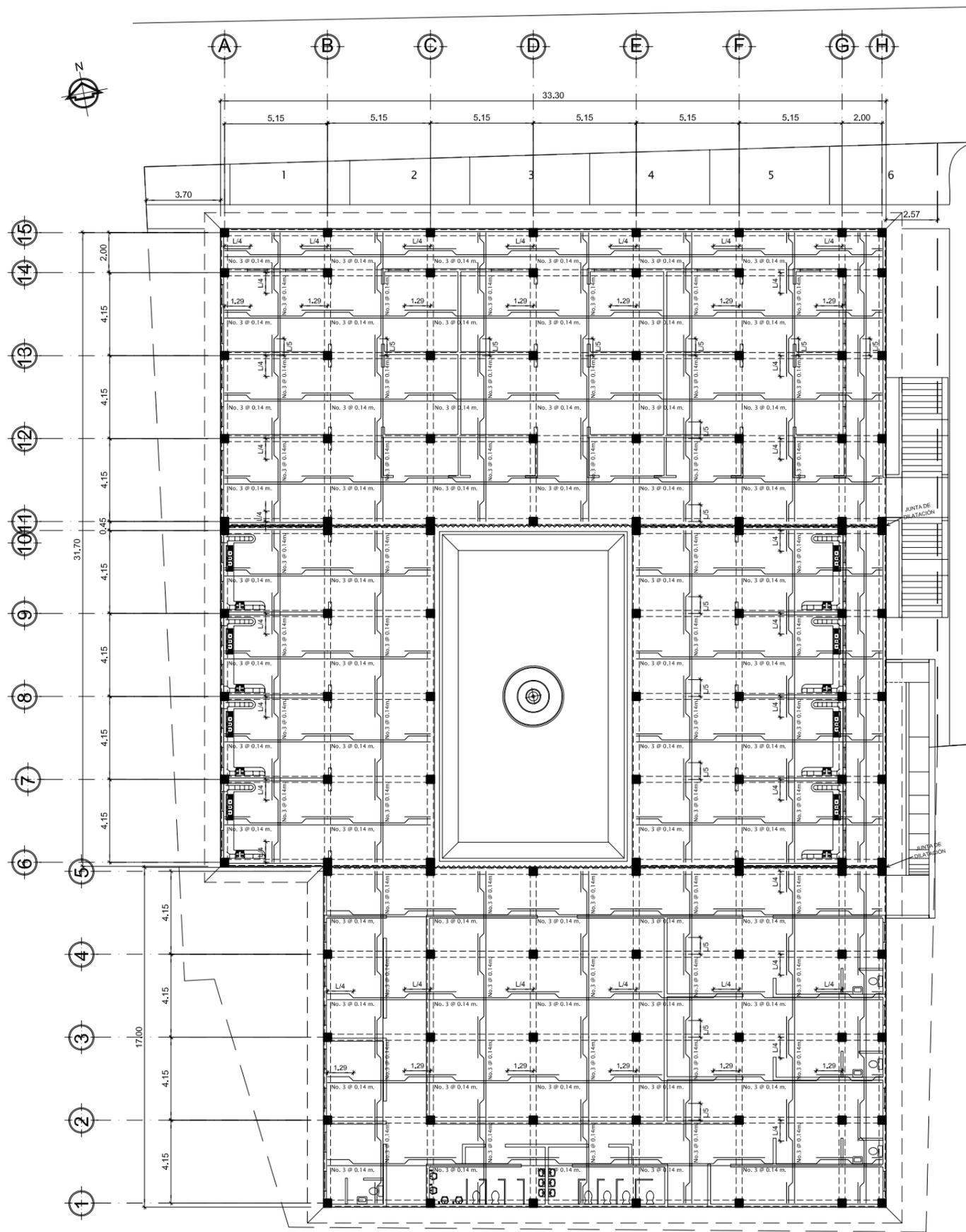
ESCALA: 1/125



**NOTA:**  
 INDICA JUNTA DE DILATACION

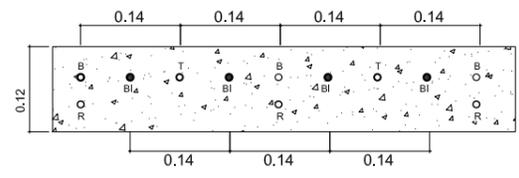
		<b>USAC</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
		<b>PROYECTO:</b> <b>MERCADO MUNICIPAL</b> <b>PLANO DE VIGAS</b> <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>	
<b>DIBUJO:</b> DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ <small>CARNE: 2001 13569</small>	<b>REVISO:</b> ING. JUAN MERCK <small>ASESOR DE E.P.S.</small>	JUNIO 2010 <small>FECHA</small>	
<b>CALCULO:</b> DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ <small>CARNE: 2001 13569</small>	Vo.Bo.: ING. JUAN MERCK <small>ASESOR DE E.P.S.</small>	JUNIO 2010 <small>FECHA</small>	
<b>APROBO:</b>	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>HOJA No.</b> <b>6B / 12</b>	





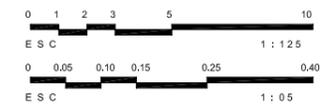
**PLANTA DE LOSAS 2do. NIVEL**

ESCALA: 1/125

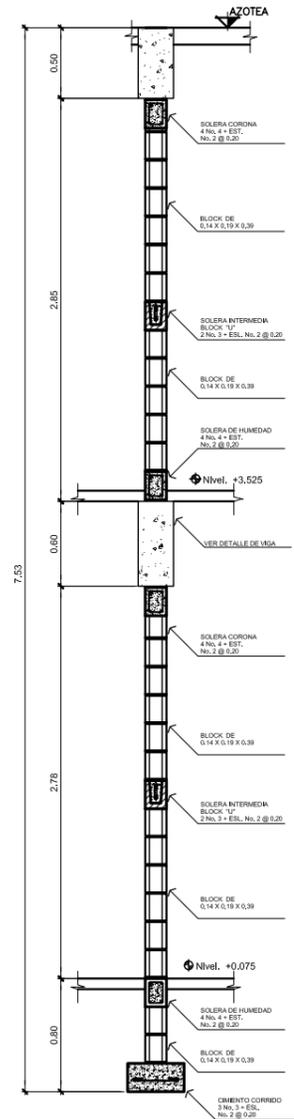


**SECCIÓN TÍPICA DE LOSA**

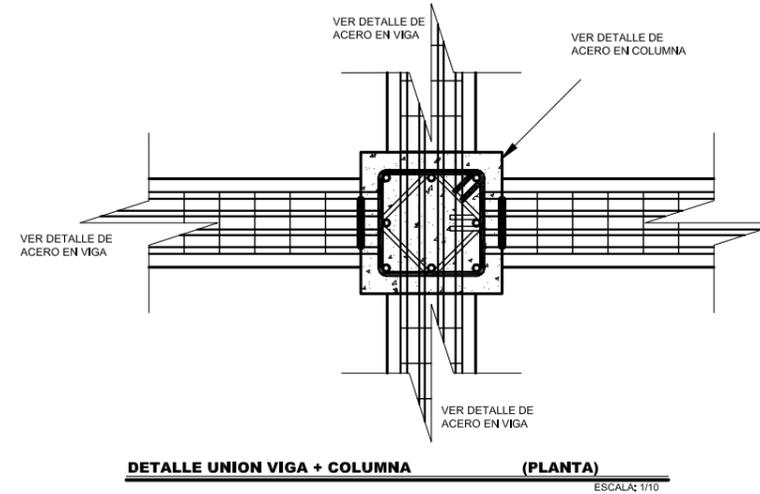
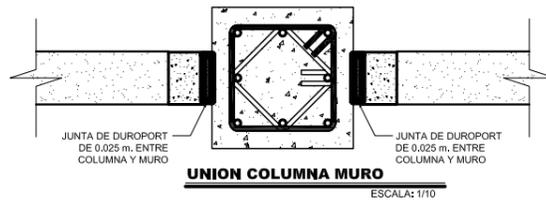
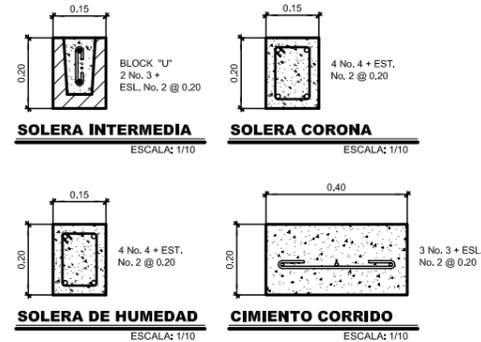
ESCALA: 1/10



		<b>USAC</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
		<b>MERCADO MUNICIPAL</b> <b>PLANO DE LOSAS</b> <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>	
PROYECTO: CONTIENE: UBICACION:	MERCADO MUNICIPAL PLANO DE LOSAS SAN PEDRO PINULA, JALAPA		
DIBUJO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNE: 2001 13569	REVISO: ING. JUAN MERCK ASESOR DE E.P.S.	JUNIO 2010 FECHA	
CALCULO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNE: 2001 13569	Vo.Bo.: ING. JUAN MERCK ASESOR DE E.P.S.	JUNIO 2010 FECHA	
APROBO: _____ FECHA	ESCALA: INDICADA	HOJA No. <b>7B / 12</b>	

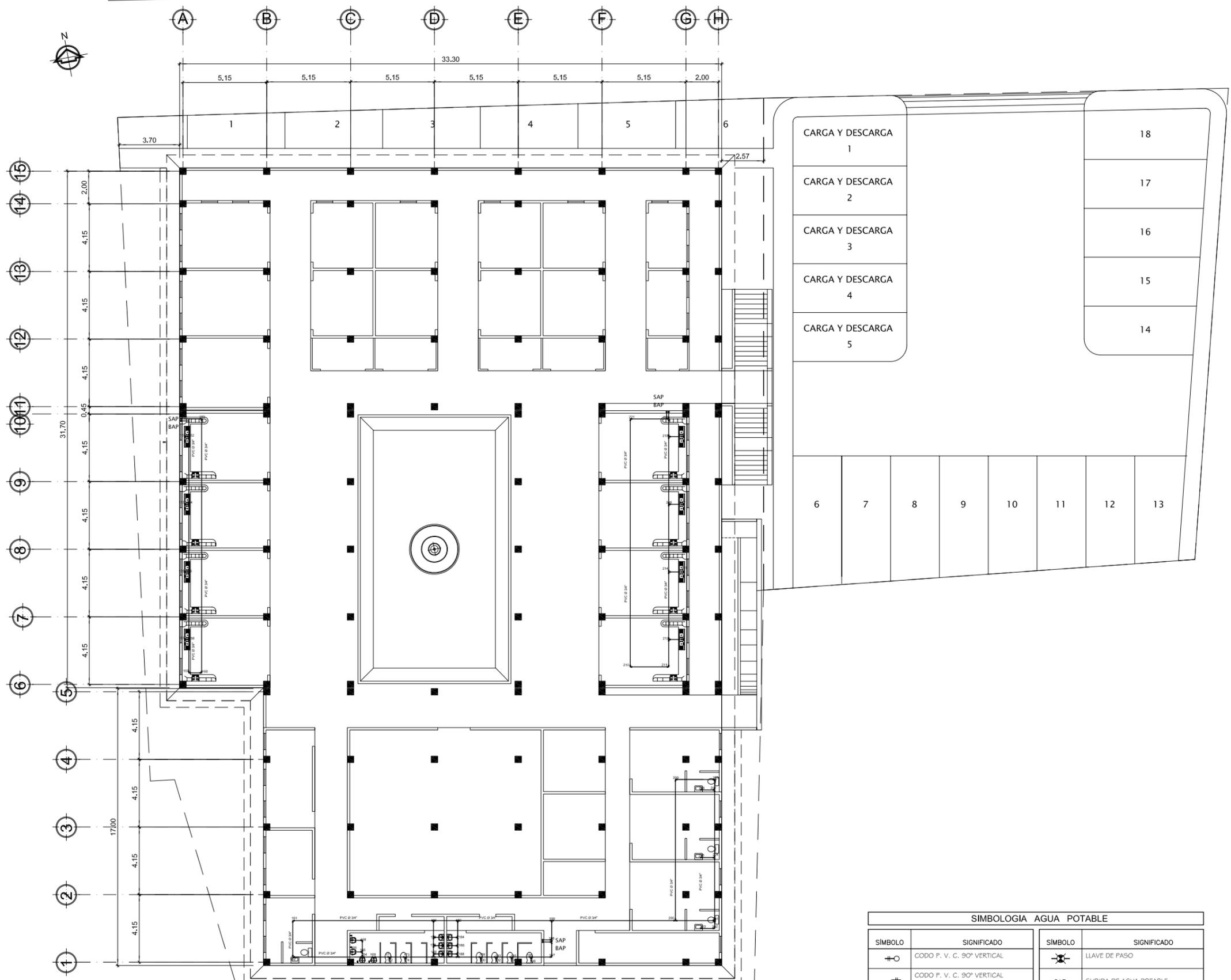


**DETALLE TIPICO DE MURO**  
ESCALA: 1/25

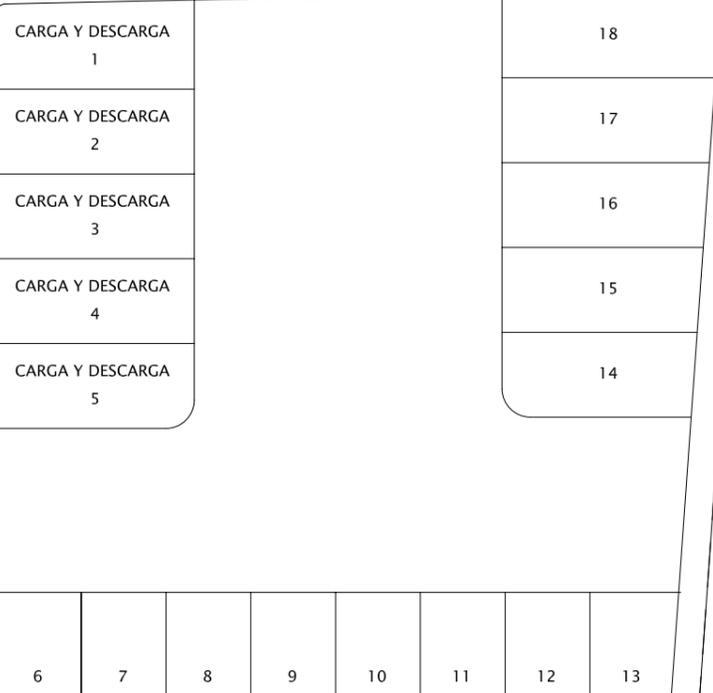


	<b>USAC</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
	PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b> CONTIENE: <b>PLANO DE DETALLES</b> UBICACION: <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>	
DIBUJO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ <small>CARNE: 2001 13569</small>	REVISO: ING. JUAN MERC <small>ASESOR DE E.P.S.</small>	JUNIO 2010 <small>FECHA</small>
CALCULO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ <small>CARNE: 2001 13569</small>	Vc.Bo.: ING. JUAN MERC <small>ASESOR DE E.P.S.</small>	JUNIO 2010 <small>FECHA</small>
APROBO: <small>FECHA</small>	ESCALA: INDICADA	HOJA No. <b>8</b> / <b>12</b>





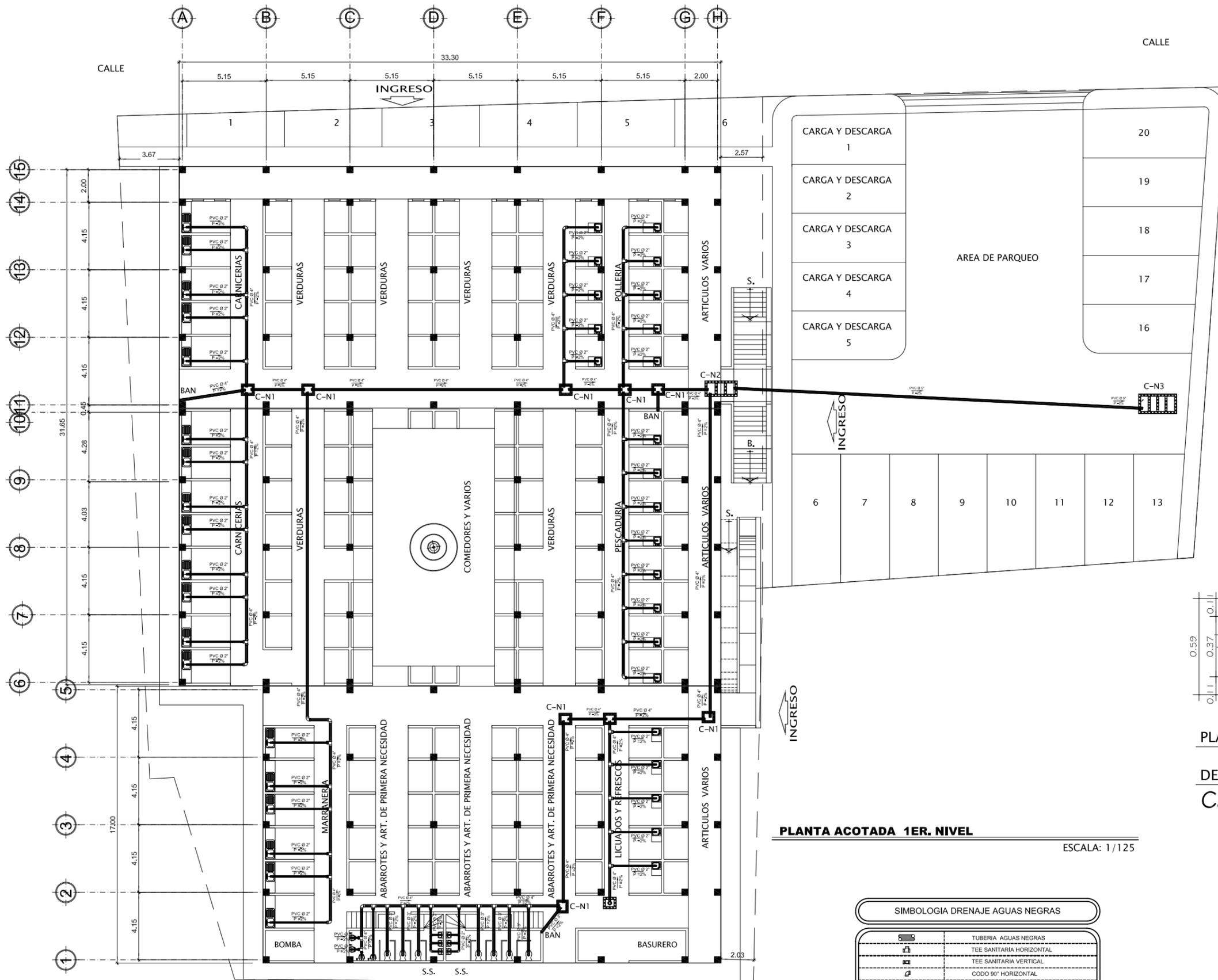
**PLANTA DE AGUA POTABLE 2do. NIVEL**  
 ESCALA: 1/125



SIMBOLOGIA AGUA POTABLE			
SIMBOLO	SIGNIFICADO	SIMBOLO	SIGNIFICADO
	CODO P. V. C. 90° VERTICAL		LLAVE DE PASO
	CODO P. V. C. 90° VERTICAL	SAP	SUBIDA DE AGUA POTABLE
	TEE P. V. C. 90° HORIZONTAL	BAP	BAJADA DE AGUA POTABLE
	LLAVE DE CHEQUE		

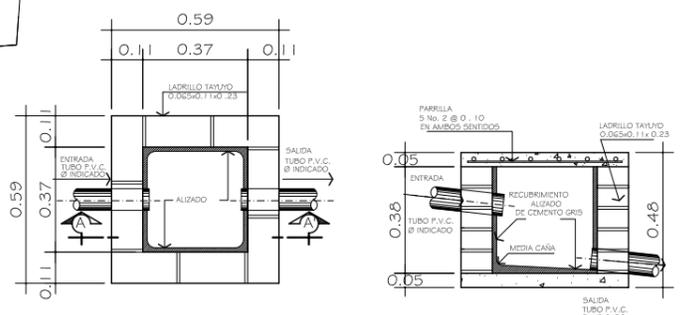


	<b>USAC</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
	PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b> CONTIENE: <b>PLANO DE AGUA POTABLE</b> UBICACION: <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>	
DIBUJO:	<u>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ</u> C.A.R.N.E.: 2001 13569	REVISO:
CALCULO:	<u>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ</u> C.A.R.N.E.: 2001 13569	ING. JUAN MERCK ASESOR DE E.P.S.
APROBO:		ING. JUAN MERCK
		FECHA: JUNIO 2010
		FECHA: JUNIO 2010
		FECHA: JUNIO 2010
	ESCALA: INDICADA	HOJA No. <b>9B / 12</b>



**PLANTA ACOTADA 1ER. NIVEL**  
 ESCALA: 1/125

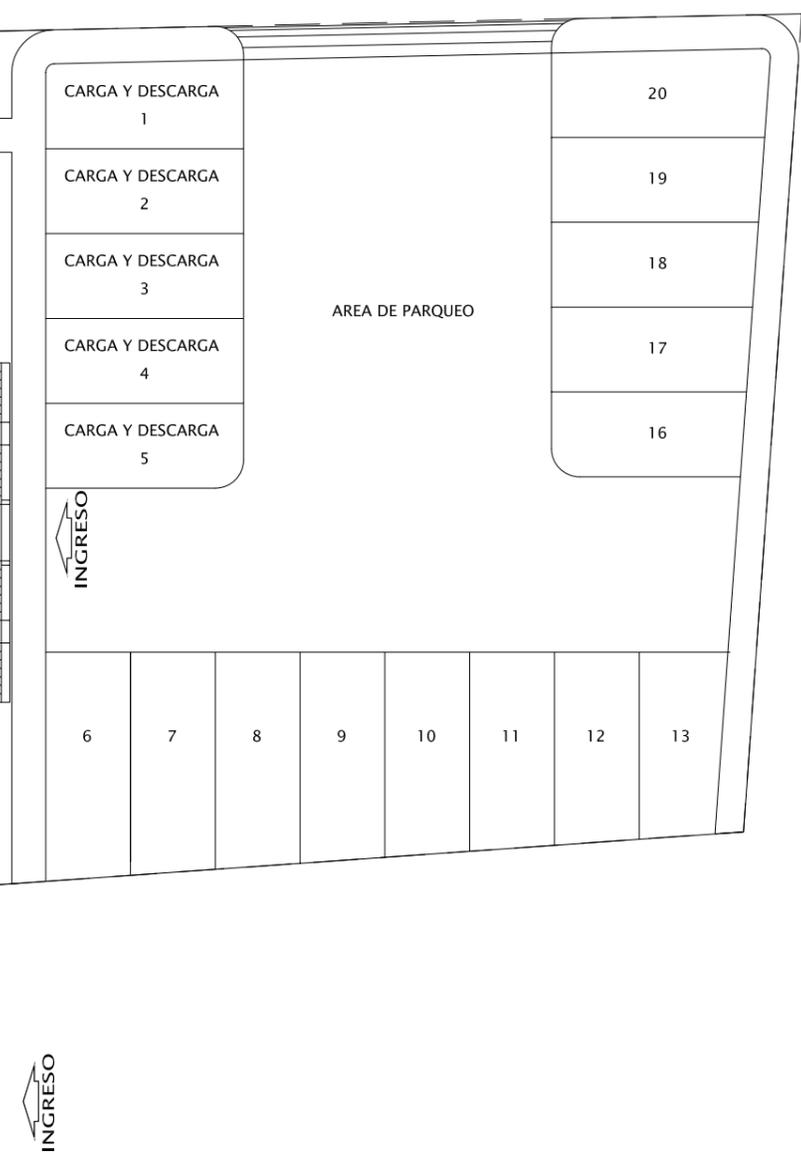
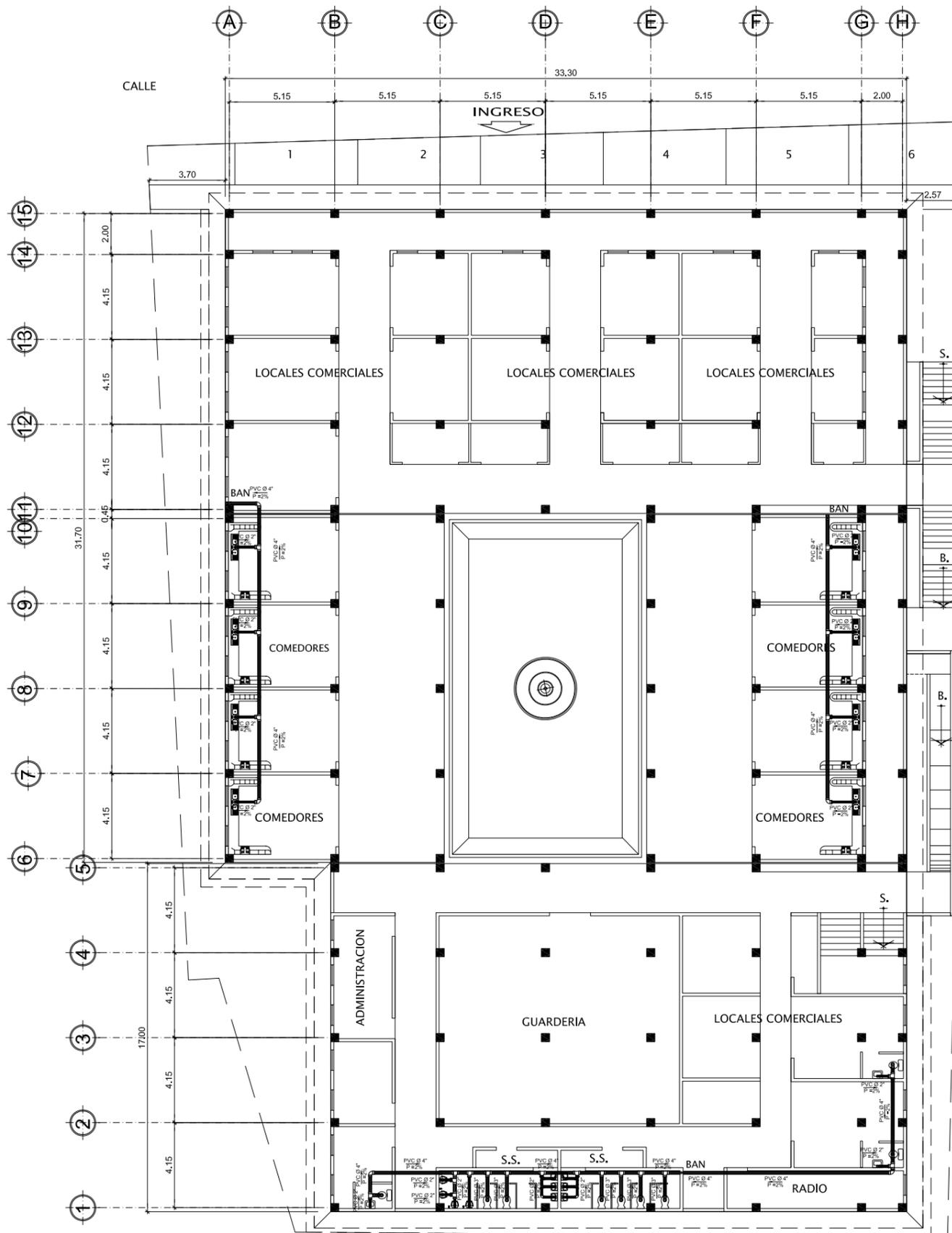
SIMBOLOGIA DRENAJE AGUAS NEGRAS	
	TUBERIA AGUAS NEGRAS
	TEE SANITARIA HORIZONTAL
	TEE SANITARIA VERTICAL
	CODO 90° HORIZONTAL
	CODO 90° VERTICAL
	REDUCIDOR
	SIFÓN
	BAN
	BAJA AGUAS NEGRAS



**PLANTA**  
**SECCION A-A'**  
 DETALLE  
**Caja Unión**  
 ESC. 1:12.5



		<b>USAC</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b>	
		PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b> CONTIENE: <b>PLANO DE DRENAJES DE AGUAS NEGRAS</b> UBICACION: <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>	
DIBUJO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNE: 2001 13569	REVISO: ING. JUAN MERCK JUNIO 2010 FECHA	CALCULO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNE: 2001 13569	Vo.Bo.: ING. JUAN MERCK JUNIO 2010 FECHA
APROBO: _____ FECHA	ESCALA: INDICADA	HOJA No. <b>10A</b> / 12	



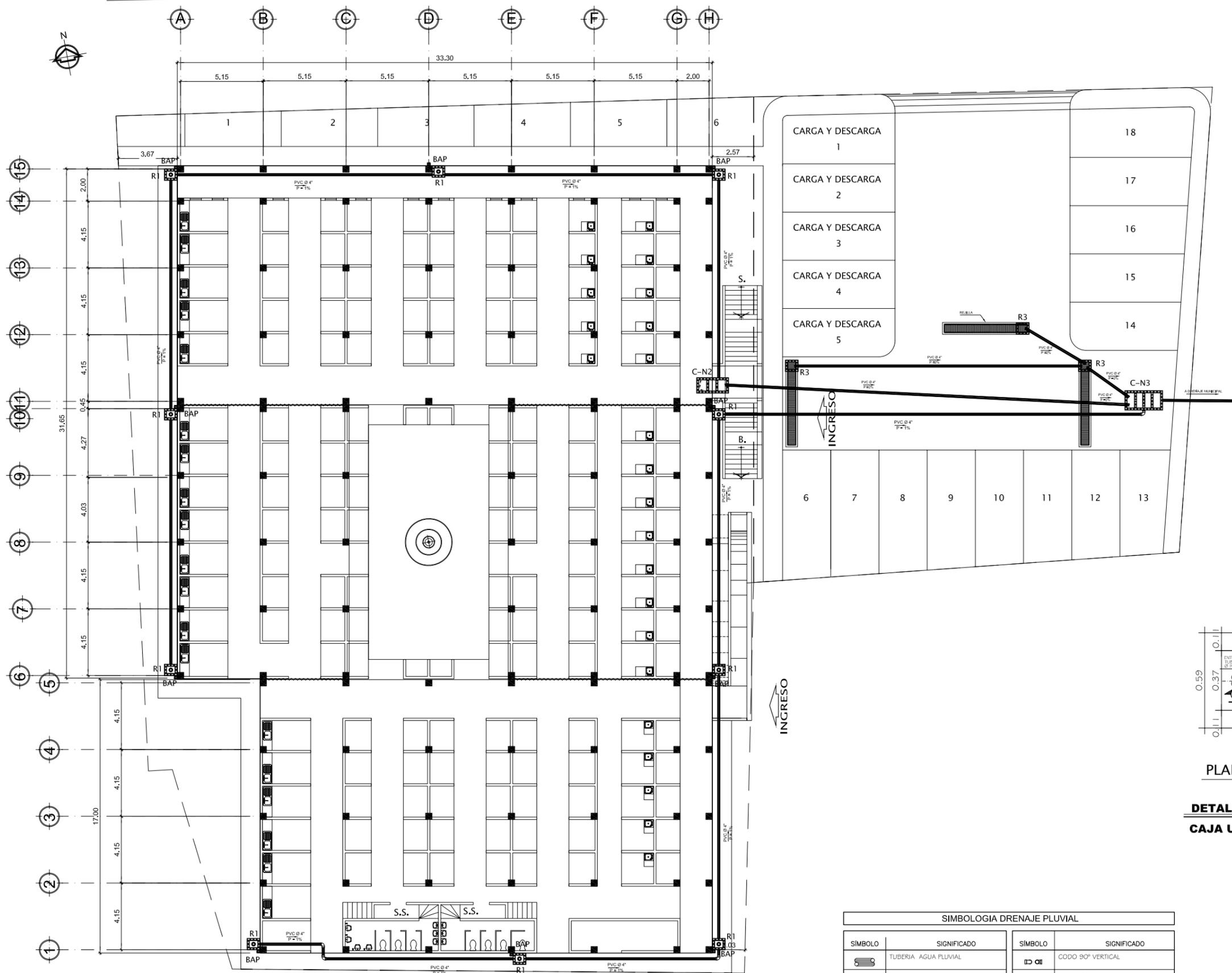
**PLANTA ACOTADA 2do. NIVEL**  
 ESCALA: 1/125



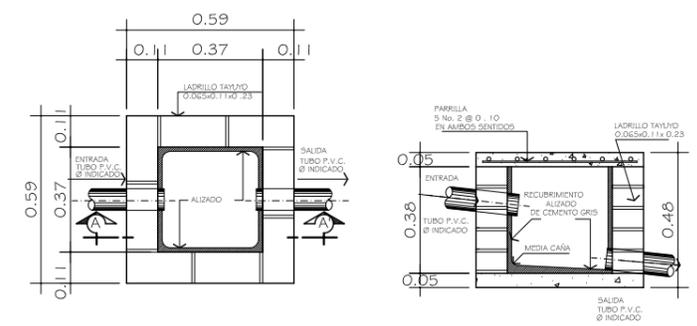
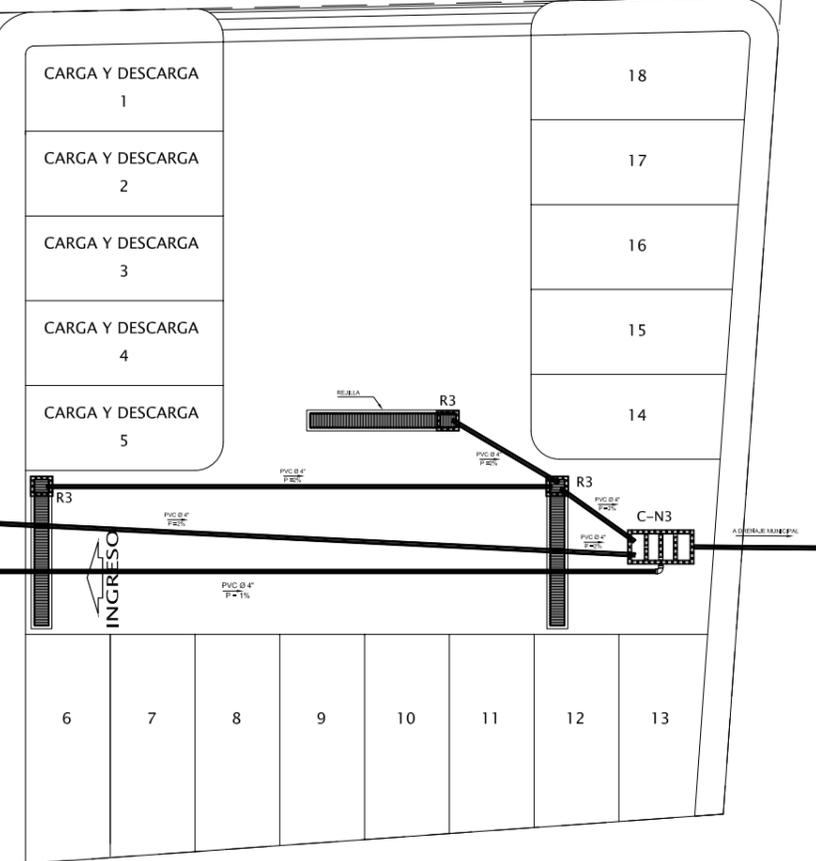
SIMBOLOGIA DRENAJE AGUAS NEGRAS	
	TUBERIA AGUAS NEGRAS
	TEE SANITARIA HORIZONTAL
	TEE SANITARIA VERTICAL
	CODO 90° HORIZONTAL
	CODO 90° VERTICAL
	REDUCIDOR
	SIFÓN
	BAJA AGUAS NEGRAS



<b>USAC</b> FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.	
PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b> CONTIENE: <b>PLANO DE DRENAJES DE AGUAS NEGRAS</b> UBICACION: <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b>	
DIBUJO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNE: 2001 13569	REVISO: ING. JUAN MERCK JUNIO 2010 FECHA
CALCULO: DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ CARNE: 2001 13569	Va.Bo.: ING. JUAN MERCK JUNIO 2010 FECHA
APROBO:	ESCALA: INDICADA <b>10A/12</b>



**PLANTA DE DRENAJE PLUVIAL 1ER. NIVEL**  
 ESCALA: 1/125



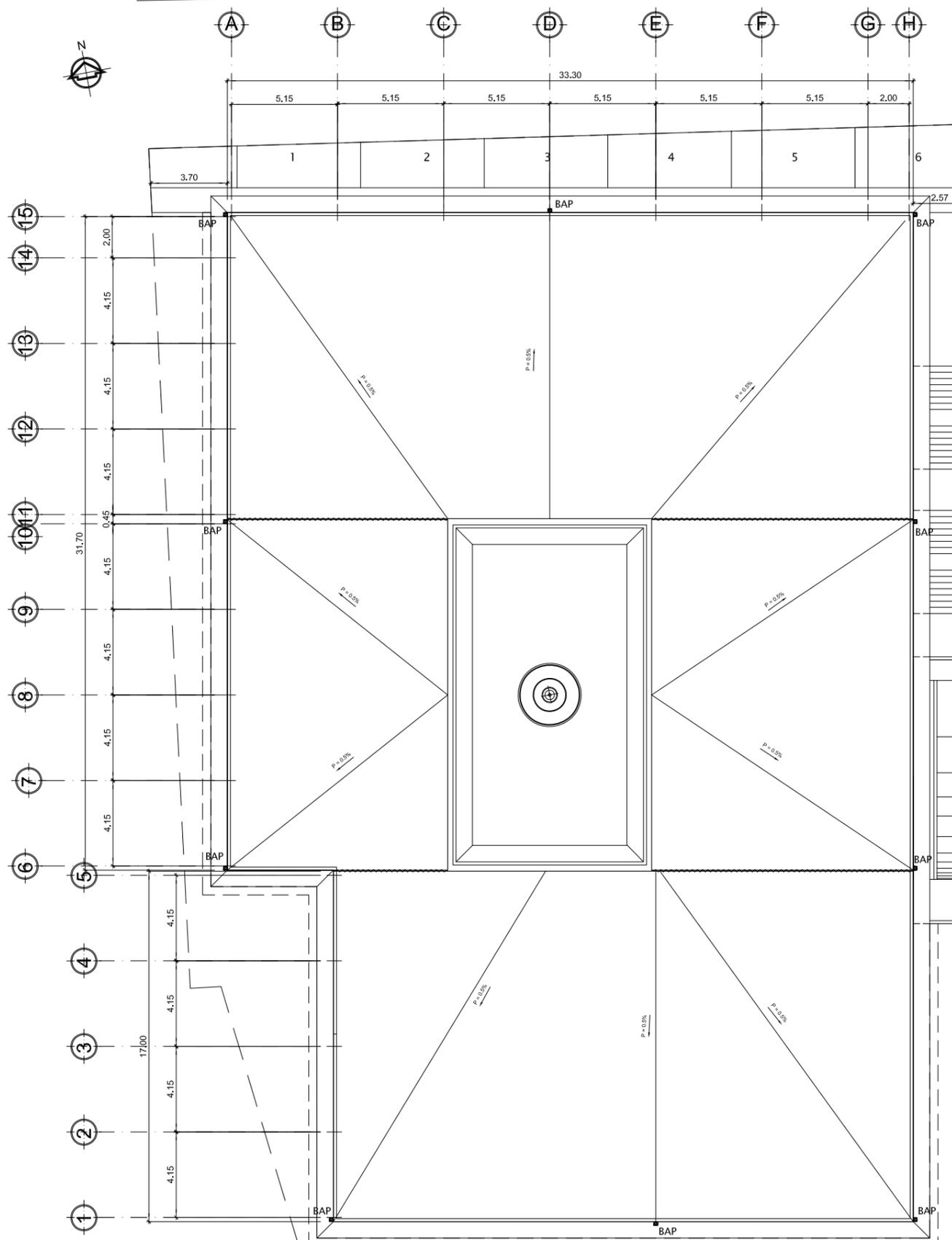
**DETALLE CAJA UNION**  
 ESCALA: 1/12.5

**NOTA:**  
 ~~~~~ INDICA JUNTA DE DILATACION

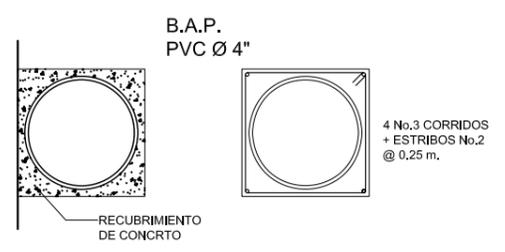
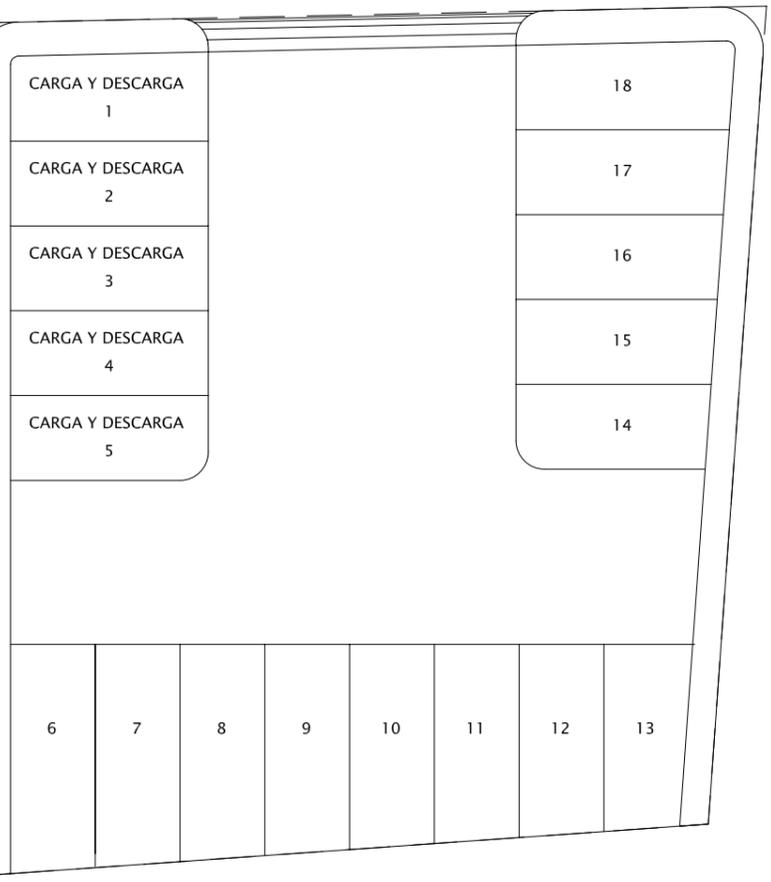
| SIMBOLOGIA DRENAJE PLUVIAL |                             |         |                   |
|----------------------------|-----------------------------|---------|-------------------|
| SÍMBOLO                    | SIGNIFICADO                 | SÍMBOLO | SIGNIFICADO       |
|                            | TUBERIA AGUA PLUVIAL        |         | CODO 90° VERTICAL |
|                            | TEE HORIZONTAL              |         | REDUCIDOR         |
|                            | TEE VERTICAL                |         | CAJA DE REGISTRO  |
|                            | TEE P. V. C. 90° HORIZONTAL |         | BAJA AGUA PLUVIAL |



|                                                                 |                                               |                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                 |                                               | <b>USAC</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERIA</b><br><b>UNIDAD DE E.P.S.</b>                 |  |
|                                                                 |                                               | <b>MERCADO MUNICIPAL</b><br><b>PLANO DE DRENAJES</b><br><b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b> |  |
| DIBUJO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNE: 2001 13569  | REVISO:<br>INC. JUAN MERC<br>ASESOR DE E.P.S. | JUNIO 2010<br>FECHA                                                                     |  |
| CALCULO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNE: 2001 13569 | Vo.Bo.:<br>INC. JUAN MERC<br>ASESOR DE E.P.S. | JUNIO 2010<br>FECHA                                                                     |  |
| APROBO:<br>_____<br>FECHA                                       | ESCALA:<br>INDICADA                           | HOJA No.<br><b>10C/12</b>                                                               |  |



**PLANTA DE DRENAJE PLUVIAL 2do. NIVEL**  
ESCALA: 1/125



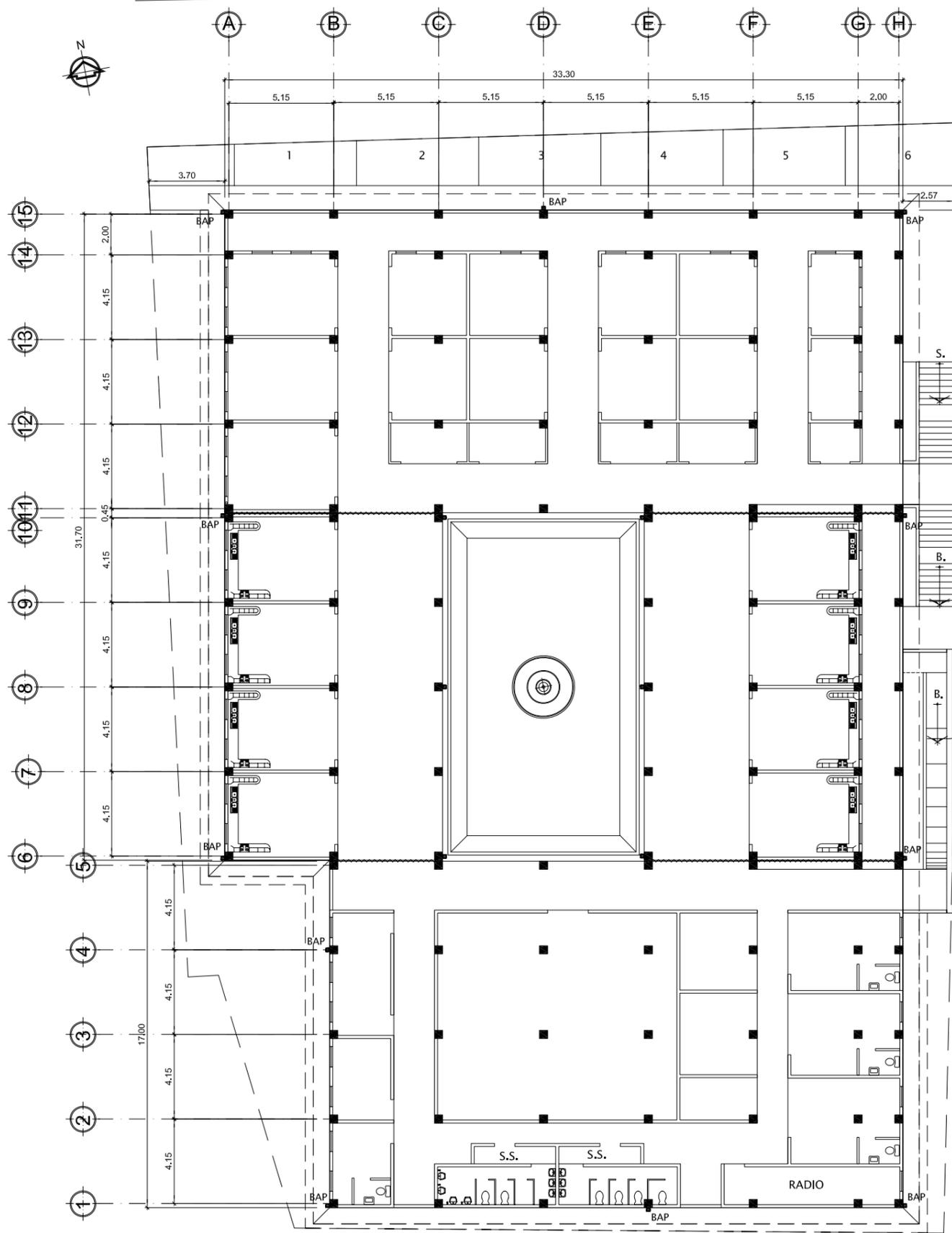
**DETALLE BAJADA DE AGUA PLUVIAL**  
SIN ESCALA

**NOTA:**  
INDICA JUNTA DE DILATACION

| SIMBOLOGIA DRENAJE PLUVIAL |                             |         |                   |
|----------------------------|-----------------------------|---------|-------------------|
| SIMBOLO                    | SIGNIFICADO                 | SIMBOLO | SIGNIFICADO       |
|                            | TUBERIA AGUA PLUVIAL        |         | CODO 90° VERTICAL |
|                            | TEE HORIZONTAL              |         | REDUCIDOR         |
|                            | TEE VERTICAL                |         | CAJA DE REGISTRO  |
|                            | TEE P. V. C. 90° HORIZONTAL |         | BAJA AGUA PLUVIAL |

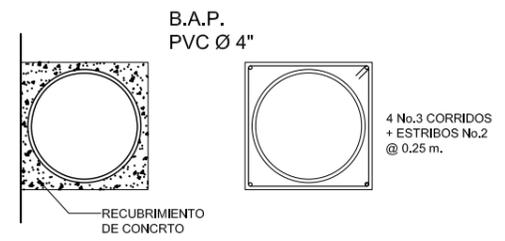
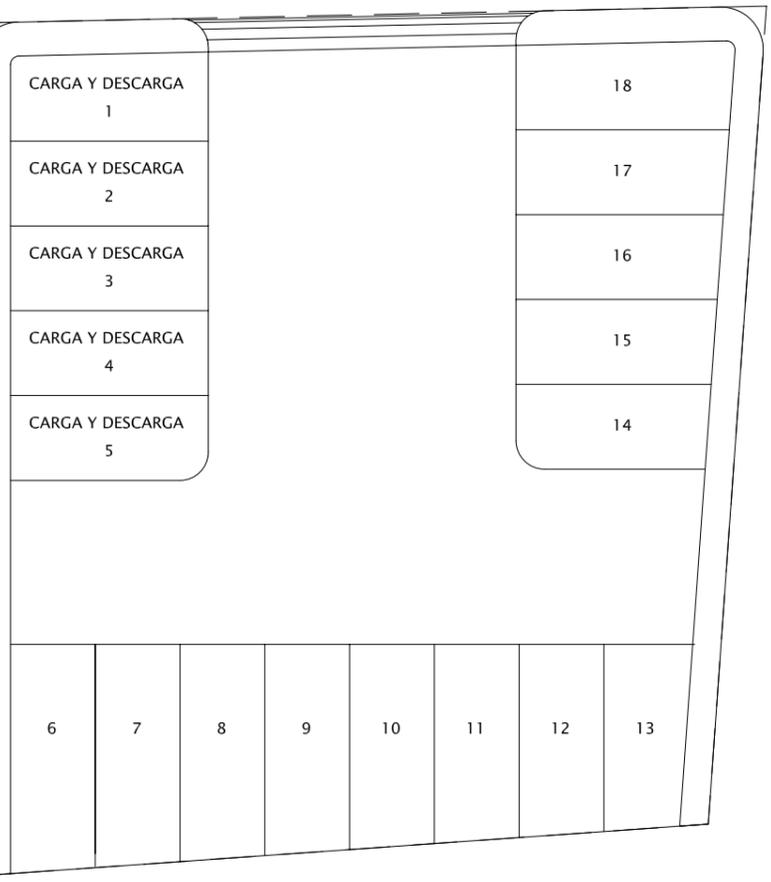


|                                                                 |                                                                                                                                     |                             |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                                 | <b>USAC</b><br>FACULTAD DE INGENIERIA<br>UNIDAD DE E.P.S.                                                                           |                             |
|                                                                 | PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b><br>CONTIENE: <b>PLANO DE DRENAJES AGUA PLUVIAL</b><br>UBICACION: <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b> |                             |
| DIBUJO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNE: 2001 13569  | REVISO:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.                                                                                      | JUNIO 2010<br>FECHA         |
| CALCULO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNE: 2001 13569 | Vo.Bo.:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.                                                                                      | JUNIO 2010<br>FECHA         |
| APROBO:                                                         | ESCALA:<br>INDICADA                                                                                                                 | HOJA No.<br><b>10D / 12</b> |



**PLANTA DE DRENAJES 2do. NIVEL**

ESCALA: 1/125



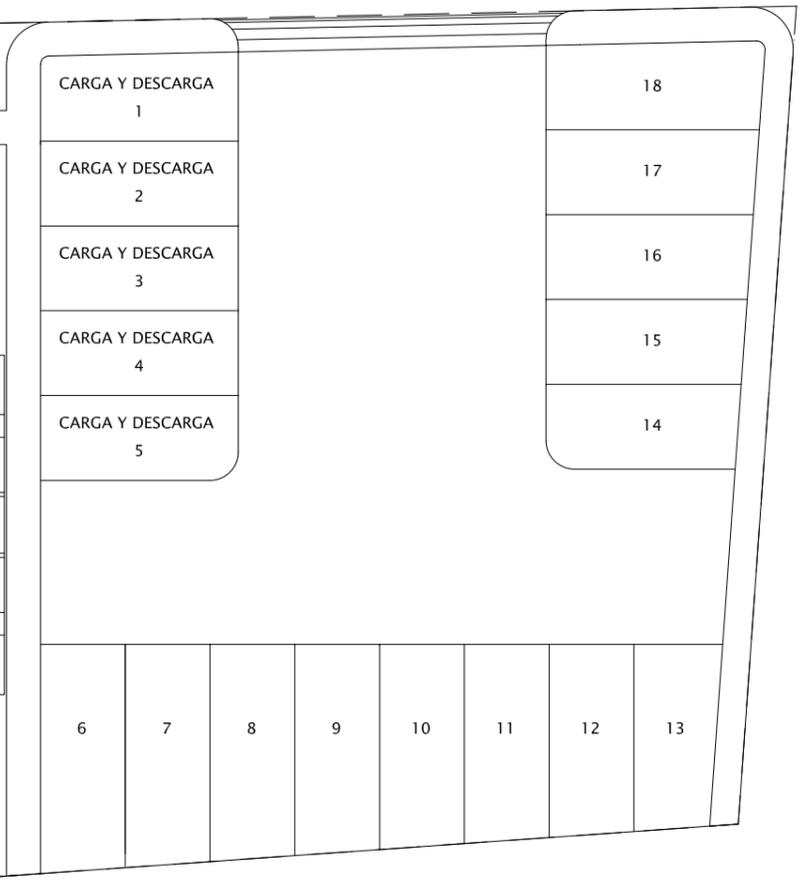
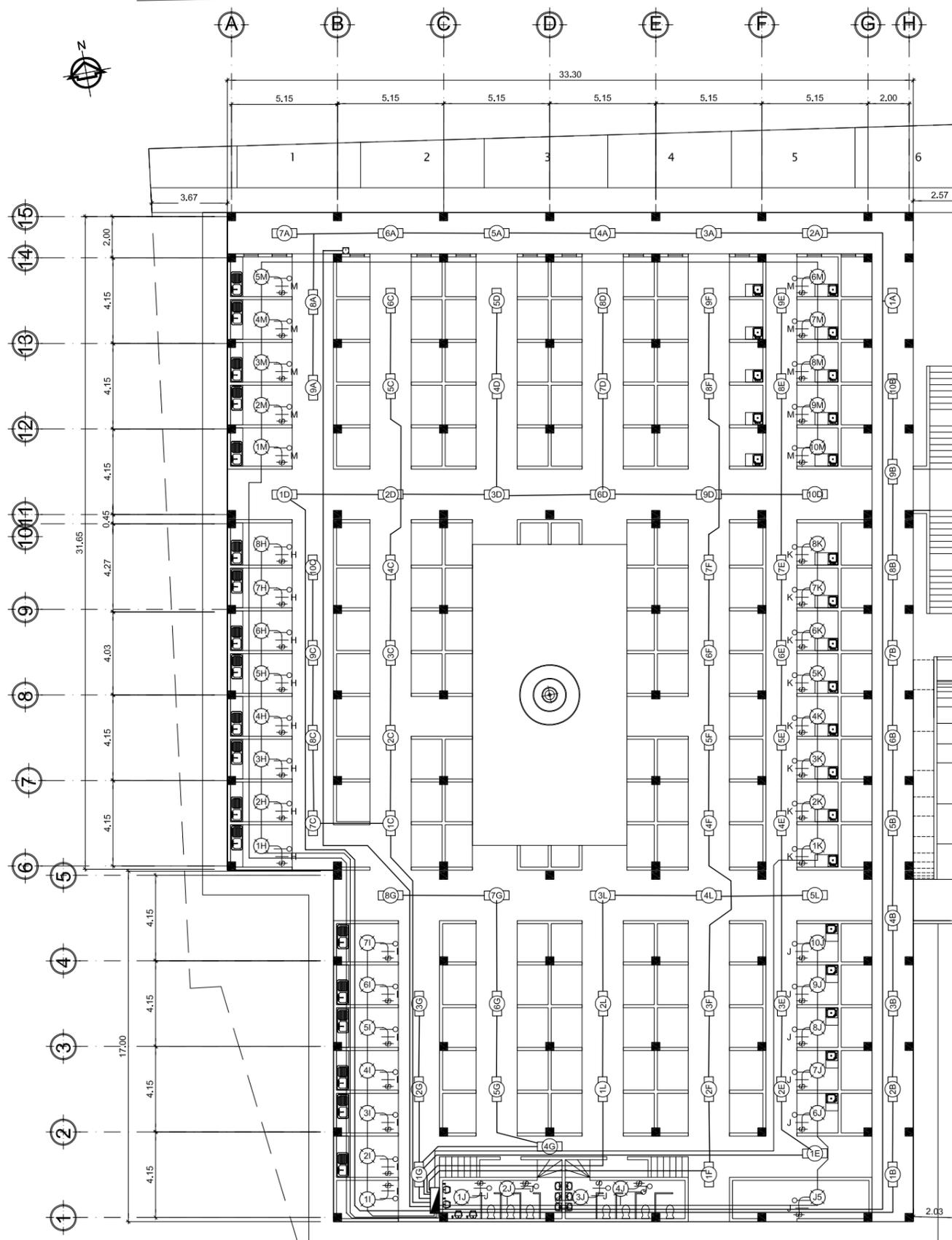
**DETALLE BAJADA DE AGUA PLUVIAL**  
SIN ESCALA

| SIMBOLOGIA DRENAJE PLUVIAL |                             |         |                   |
|----------------------------|-----------------------------|---------|-------------------|
| SIMBOLO                    | SIGNIFICADO                 | SIMBOLO | SIGNIFICADO       |
|                            | TUBERIA AGUA PLUVIAL        |         | CODO 90° VERTICAL |
|                            | TEE HORIZONTAL              |         | REDUCIDOR         |
|                            | TEE VERTICAL                |         | CAJA DE REGISTRO  |
|                            | TEE P. V. C. 90° HORIZONTAL |         | BAJA AGUA PLUVIAL |

**NOTA:**  
INDICA JUNTA DE DILATACION



|            |                                                                                         |                                                                      |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|            | <b>USAC</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERIA</b><br><b>UNIDAD DE E.P.S.</b>                 |                                                                      |
|            | <b>MERCADO MUNICIPAL</b><br><b>PLANO DE DRENAJES</b><br><b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b> |                                                                      |
| PROYECTO:  | MERCADO MUNICIPAL                                                                       |                                                                      |
| CONTIENE:  | PLANO DE DRENAJES                                                                       |                                                                      |
| UBICACION: | SAN PEDRO PINULA, JALAPA                                                                |                                                                      |
| DIBUJO:    | DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>C.A.R.N.E: 2001 13569                                 | REVISO:<br>ING. JUAN MERC<br>ASESOR DE E.P.S.<br>JUNIO 2010<br>FECHA |
| CALCULO:   | DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>C.A.R.N.E: 2001 13569                                 | Vo.Bo.:<br>ING. JUAN MERC<br>ASESOR DE E.P.S.<br>JUNIO 2010<br>FECHA |
| APROBO:    |                                                                                         | ESCALA:<br>INDICADA                                                  |
|            |                                                                                         | HOJA No.<br><b>10D/ 12</b>                                           |

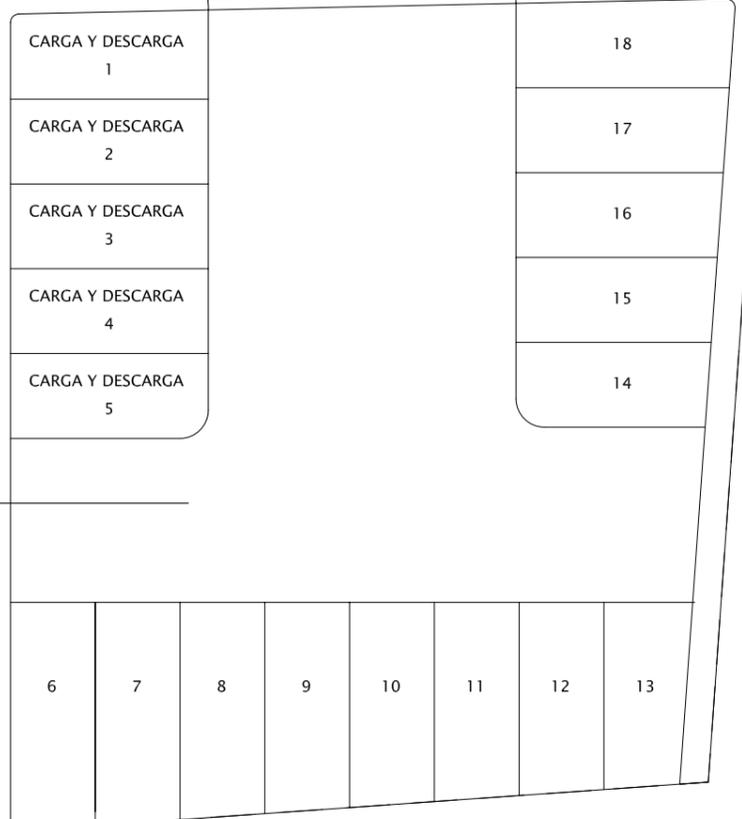
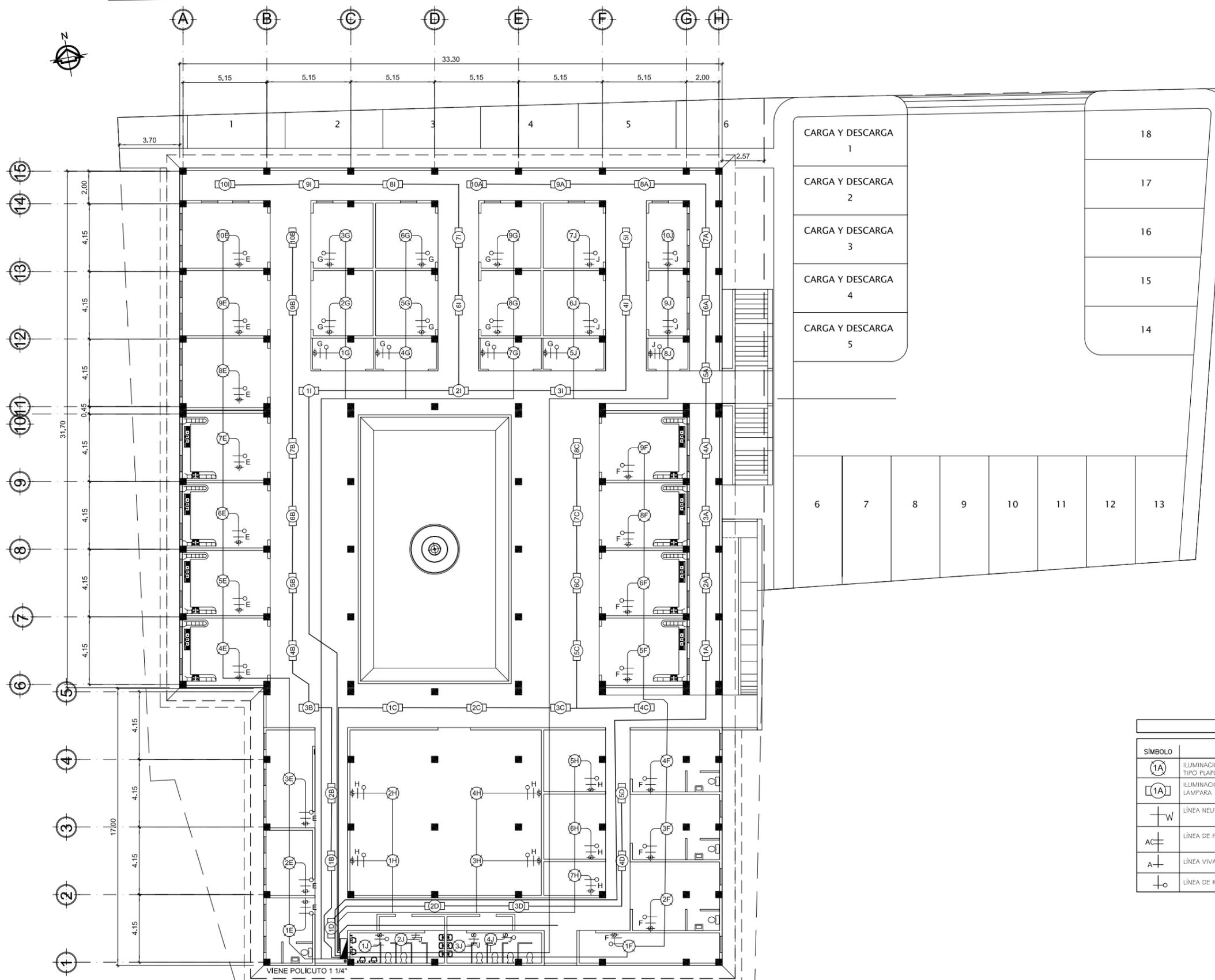


| SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN |                                     |         |                                            |
|---------------------------|-------------------------------------|---------|--------------------------------------------|
| SÍMBOLO                   | SIGNIFICADO                         | SÍMBOLO | SIGNIFICADO                                |
| (1A)                      | ILUMINACIÓN EN CIELO TIPO PLAFONERO | 2       | INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.         |
| [1A]                      | ILUMINACIÓN EN CIELO LAMPARA 2X40   | ■       | TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.    |
| ⊥W                        | LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW         | 1       | CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.                    |
| ⊥                         | LÍNEA DE PUENTE CALIBRE 12 TW       | —       | TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" EMPOTRADO EN LOSA |
| ⊥+                        | LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW            |         |                                            |
| ⊥o                        | LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW      |         |                                            |

**PLANTA DE ILUMINACION 1ER. NIVEL**  
 ESCALA: 1/125



|                                                                 |                                                                                            |                                                   |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                                                 | <b>USAC</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERIA</b><br><b>UNIDAD DE E.P.S.</b>                    |                                                   |
|                                                                 | <b>MERCADO MUNICIPAL</b><br><b>PLANO DE ILUMINACION</b><br><b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b> |                                                   |
| PROYECTO:<br>CONTIENE:<br>UBICACION:                            | JUNIO 2010<br>INE. JUAN MERCK<br>ASesor DE E.P.S.                                          |                                                   |
| DIBUJO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNE: 2001 13569  | REVISO:<br>INE. JUAN MERCK<br>ASesor DE E.P.S.                                             | JUNIO 2010<br>INE. JUAN MERCK<br>ASesor DE E.P.S. |
| CALCULO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNE: 2001 13569 | Vo.Bo.:<br>INE. JUAN MERCK<br>ASesor DE E.P.S.                                             | JUNIO 2010<br>INE. JUAN MERCK<br>ASesor DE E.P.S. |
| APROBO:<br>_____<br>FECHA: _____                                | ESCALA:<br>INDICADA                                                                        | HOJA No.<br><b>11A / 12</b>                       |

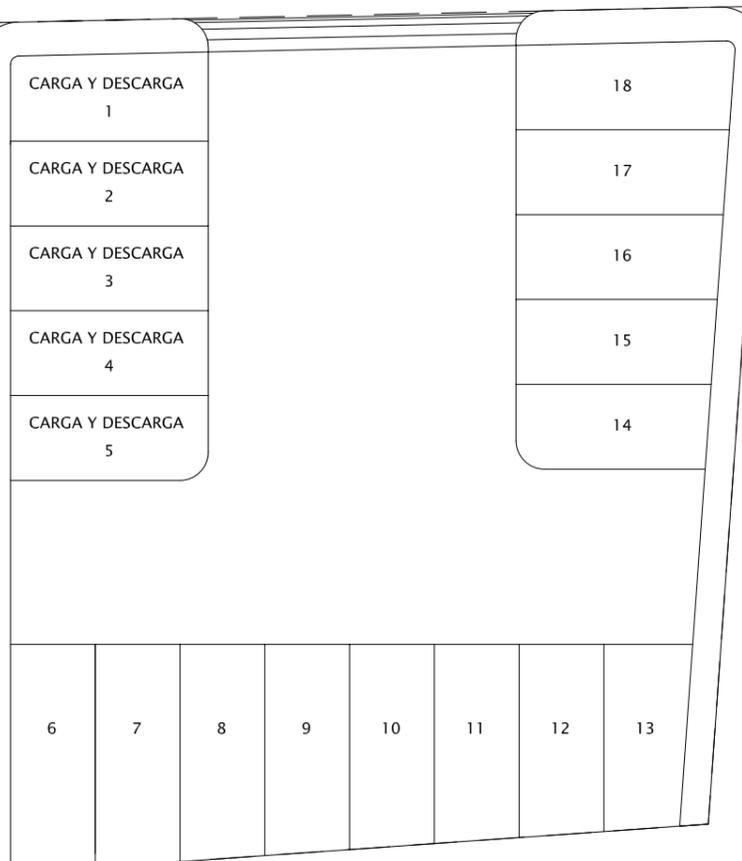
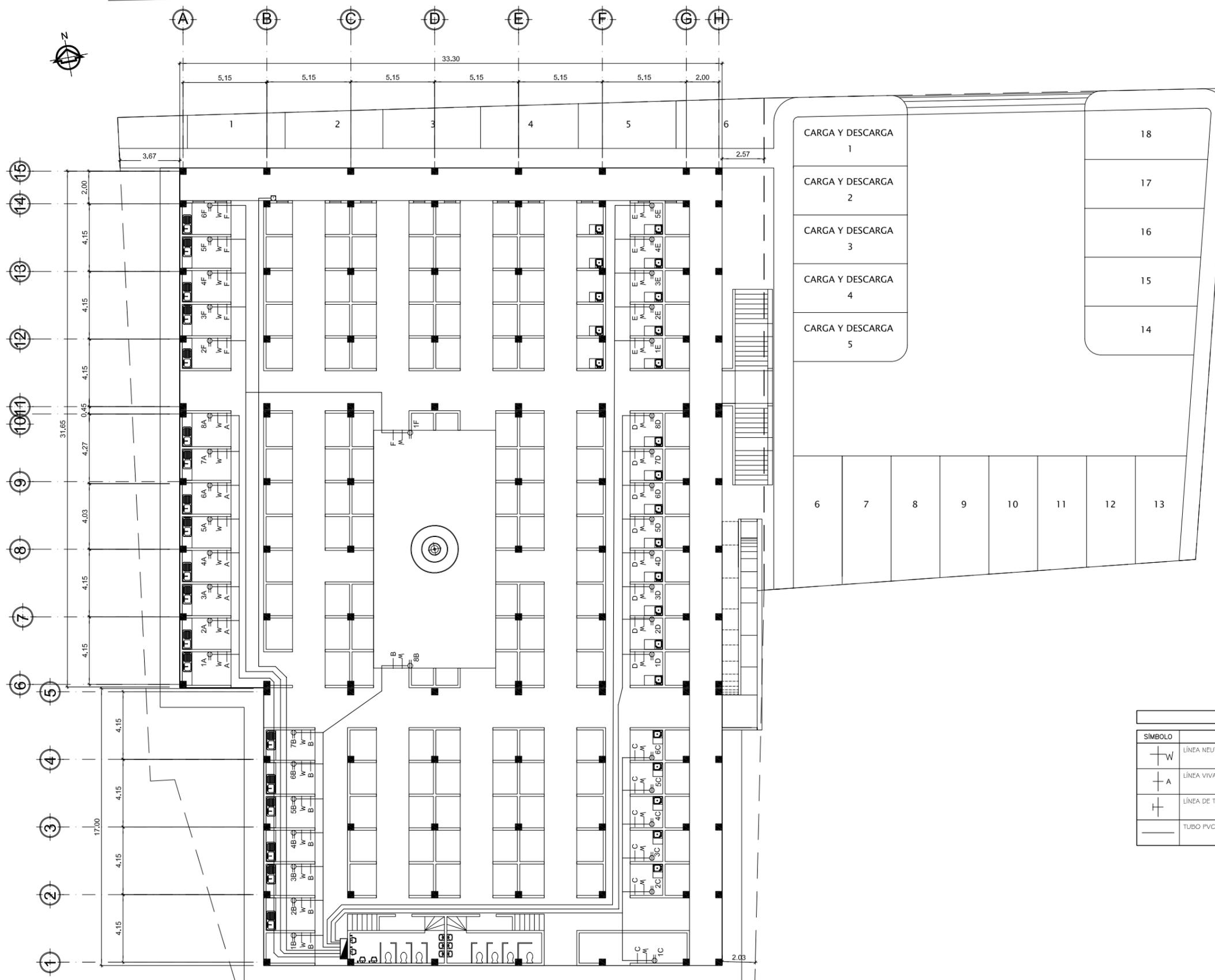


| SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN |                                     |         |                                            |
|---------------------------|-------------------------------------|---------|--------------------------------------------|
| SÍMBOLO                   | SIGNIFICADO                         | SÍMBOLO | SIGNIFICADO                                |
| (1A)                      | ILUMINACIÓN EN CIELO TIPO PLAFONERO | 2       | INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.         |
| (1A)                      | ILUMINACIÓN EN CIELO LAMPARA 2X40   | ■       | TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.   |
| W                         | LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW         | 1       | CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.                    |
| AC                        | LÍNEA DE PUENTE CALIBRE 12 TW       | □       | TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" EMPOTRADO EN LOSA |
| A                         | LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW            |         |                                            |
| o                         | LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW      |         |                                            |

**PLANTA DE ILUMINACION 2do. NIVEL**  
 ESCALA: 1/125



|                                                                 |                                                                                            |                             |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                                 | <b>USAC</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERIA</b><br><b>UNIDAD DE E.P.S.</b>                    |                             |
|                                                                 | <b>MERCADO MUNICIPAL</b><br><b>PLANO DE ILUMINACION</b><br><b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b> |                             |
| PROYECTO:<br>CONTIENE:<br>UBICACION:                            |                                                                                            |                             |
| DIBUJO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569  | REVISO:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.                                             | JUNIO 2010<br>FECHA         |
| CALCULO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569 | Vo.Bo.:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.                                             | JUNIO 2010<br>FECHA         |
| APROBO:                                                         | ESCALA:<br>INDICADA                                                                        | HOJA No.<br><b>11B / 12</b> |

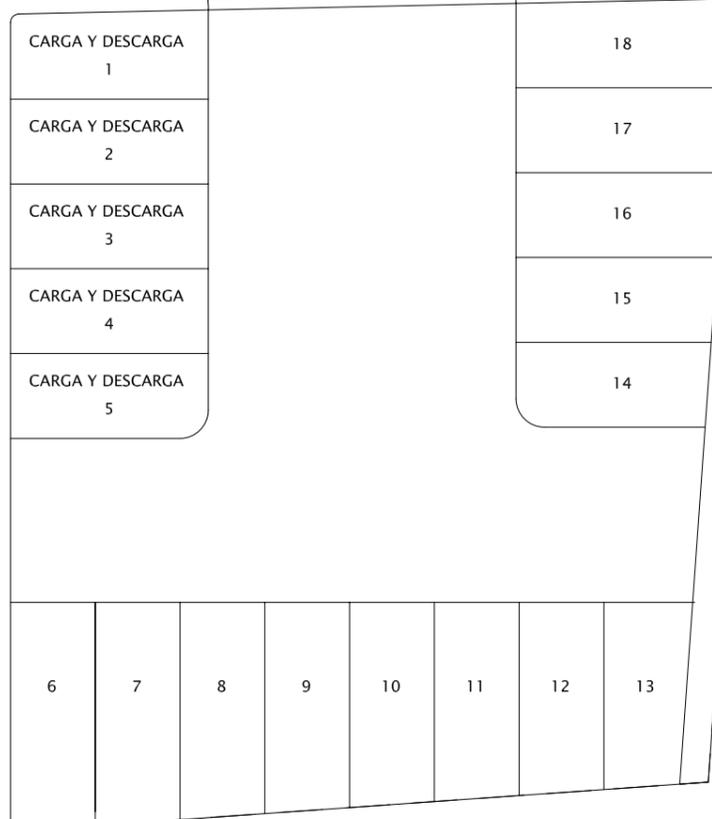
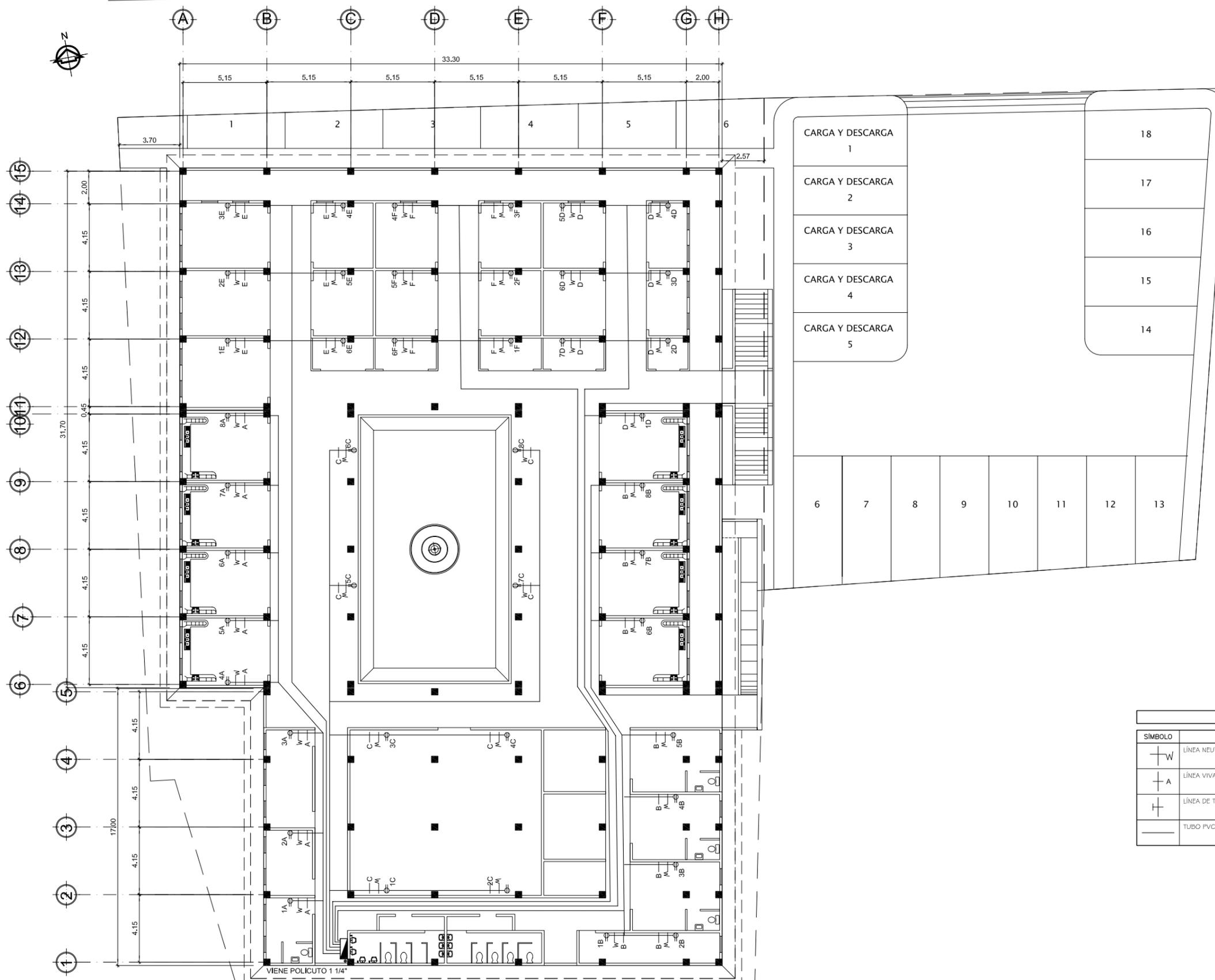


| SIMBOLOGIA DE FUERZA |                                |         |                                               |
|----------------------|--------------------------------|---------|-----------------------------------------------|
| SÍMBOLO              | SIGNIFICADO                    | SÍMBOLO | SIGNIFICADO                                   |
| ⊥ W                  | LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 1/2 TW   | ⊕ 4     | TOMACORRIENTE DOBLE 120 V.<br>H=0.50 S.N.P.T. |
| ⊥ A                  | LÍNEA VIVA CALIBRE 1/2 TW      | ▭       | TABLERO DE DISTRIBUCIÓN<br>H=1.70 S.N.P.T.    |
| ⊥                    | LÍNEA DE TIERRA CALIBRE 1/2 TW | ⊠ 1     | CONTADOR<br>H=2.7 S.N.B.T.                    |
| —                    | TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4"      |         |                                               |

**PLANTA DE FUERZA 1ER. NIVEL**  
ESCALA: 1/125

|                                                                                |                                                                                                                      |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|                                                                                | <b>USAC</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERIA</b><br><b>UNIDAD DE E.P.S.</b>                                              |                                    |
|                                                                                | PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b><br>CONTIENE: <b>PLANO DE FUERZA</b><br>UBICACION: <b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b> |                                    |
| DIBUJO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br><small>CARNE: 2001 13569</small>  | REVISO:<br>ING. JUAN MERCK<br><small>ASESOR DE E.P.S.</small>                                                        | JUNIO 2010<br><small>FECHA</small> |
| CALCULO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br><small>CARNE: 2001 13569</small> | Vo.Bo.:<br>ING. JUAN MERCK<br><small>ASESOR DE E.P.S.</small>                                                        | JUNIO 2010<br><small>FECHA</small> |
| APROBO:<br><small>FECHA</small>                                                | ESCALA:<br>INDICADA                                                                                                  | HOJA No.<br><b>12A / 12</b>        |



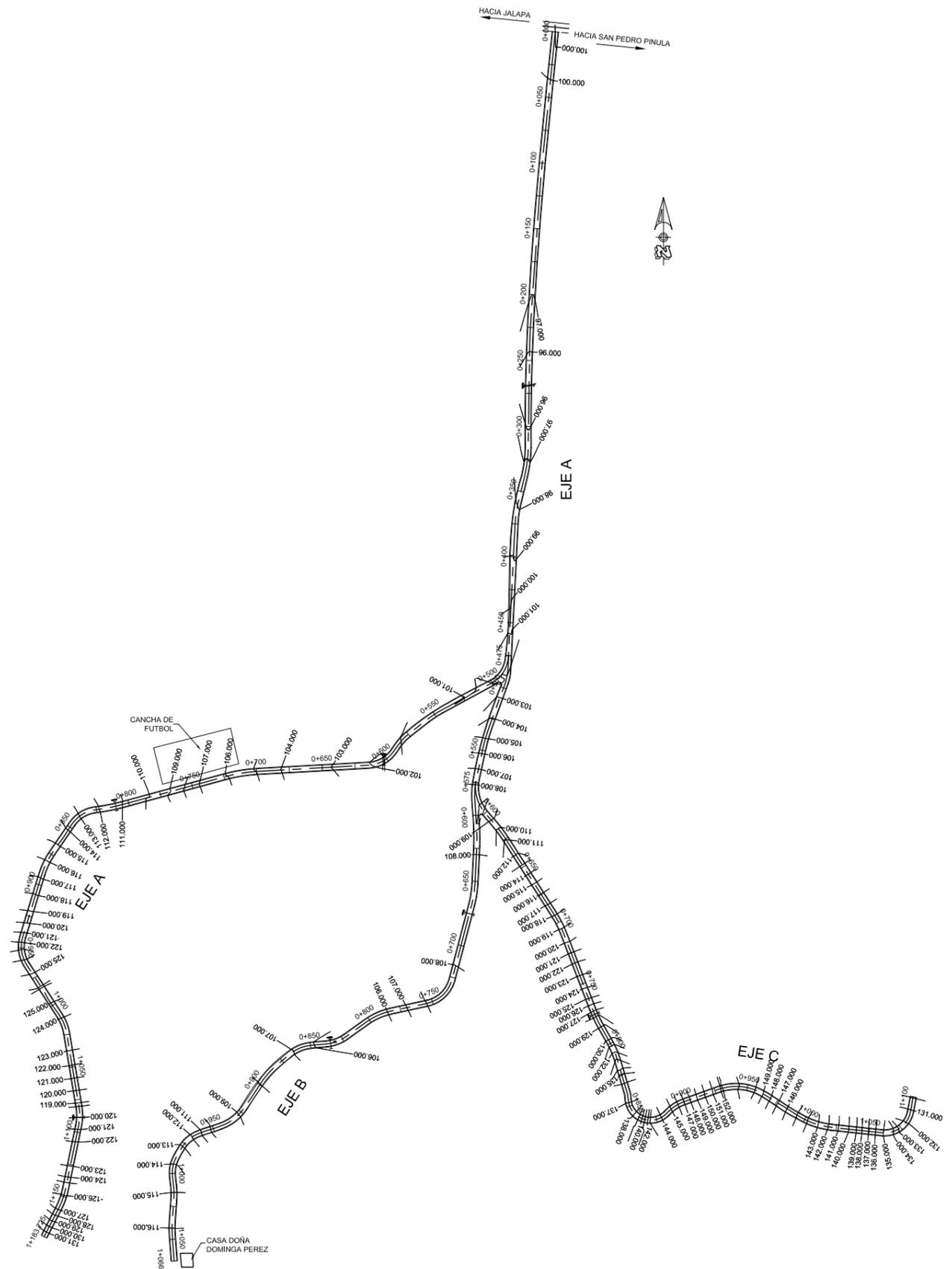


| SIMBOLOGIA DE FUERZA |                               |         |                                               |
|----------------------|-------------------------------|---------|-----------------------------------------------|
| SIMBOLO              | SIGNIFICADO                   | SIMBOLO | SIGNIFICADO                                   |
|                      | LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW   |         | TOMACORRIENTE DOBLE 120 V.<br>H=0.50 S.N.P.T. |
|                      | LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW      |         | TABLERO DE DISTRIBUCIÓN<br>H=1.70 S.N.P.T.    |
|                      | LÍNEA DE TIERRA CALIBRE 12 TW |         | CONTADOR<br>H=2.7 S.N.B.T.                    |
|                      | TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4"     |         |                                               |

**PLANTA DE FUERZA 2do. NIVEL**  
 ESCALA: 1/125



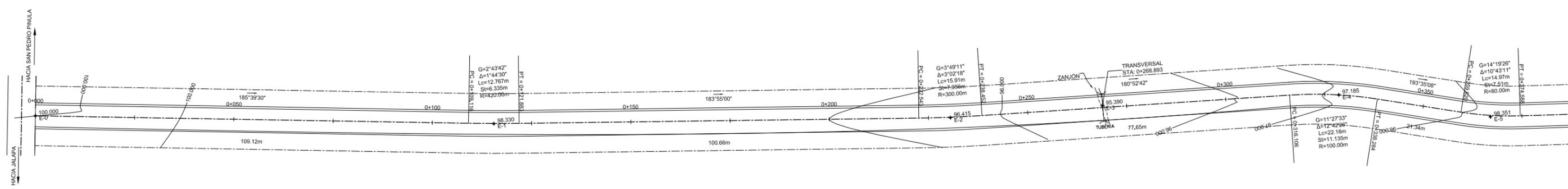
|                                                                 |                                                                                       |                             |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                                 | <b>USAC</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERIA</b><br><b>UNIDAD DE E.P.S.</b>               |                             |
|                                                                 | <b>MERCADO MUNICIPAL</b><br><b>PLANO DE FUERZA</b><br><b>SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b> |                             |
| PROYECTO:<br>CONTIENE:<br>UBICACION:                            |                                                                                       |                             |
| DIBUJO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNE: 2001 13569  | REVISO:<br>INC. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.                                        | JUNIO 2010<br>FECHA         |
| CALCULO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNE: 2001 13569 | Vo.Bo.:<br>INC. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.                                        | JUNIO 2010<br>FECHA         |
| APROBO:                                                         | ESCALA:<br>INDICADA                                                                   | HOJA No.<br><b>12B / 12</b> |



PLANTA GENERAL

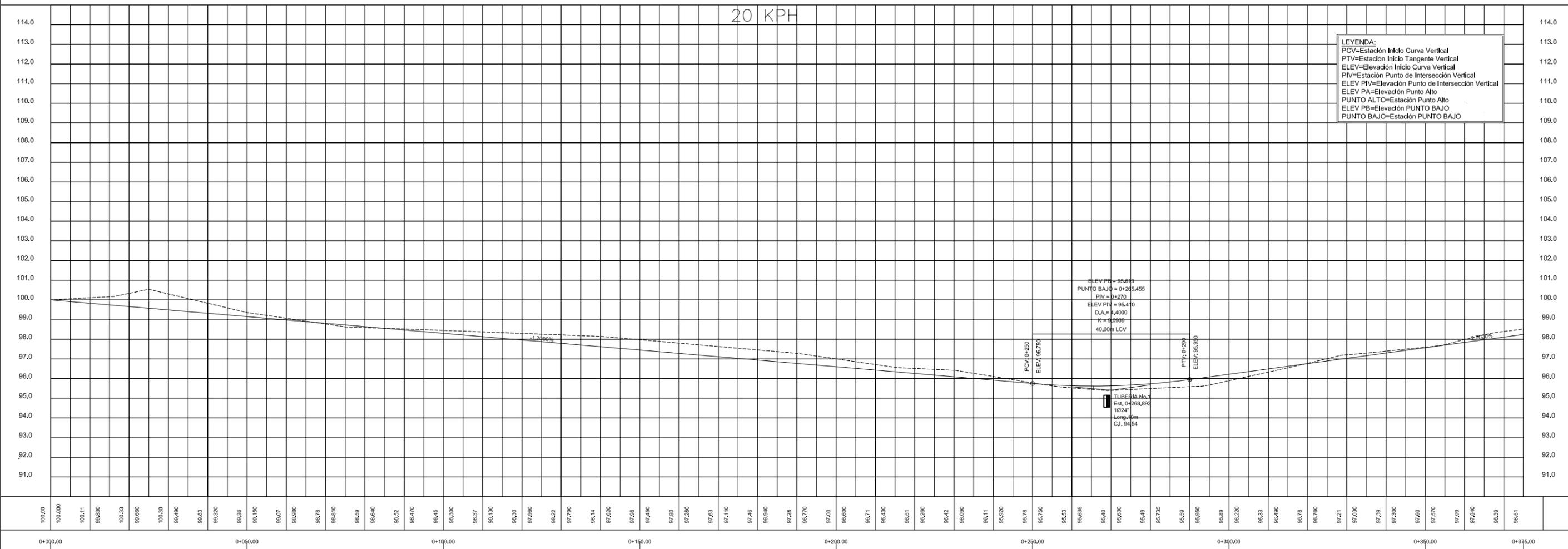
ESCALA: 1 : 2000

|                                                                                       |                                                     |                                                                                                                  |                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|  |                                                     | <b>USAC</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERIA</b><br><b>UNIDAD DE E.P.S.</b>                                          |                                                            |
|                                                                                       |                                                     | <b>PROYECTO: MEJORAMIENTO CARRETERA</b><br><b>CONTIENE: PLANTA GENERAL</b><br><b>UBICACION: ALDEA LOS RISCOS</b> |                                                            |
| DIBUJO:                                                                               | DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569 | REVISO:                                                                                                          | ING. JUAN MERC<br>ASESOR DE E.P.S.<br>AGOSTO 2011<br>FECHA |
| CALCULO:                                                                              | DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569 | Ve.Bo.:                                                                                                          | ING. JUAN MERC<br>ASESOR DE E.P.S.<br>AGOSTO 2011<br>FECHA |
| APROBO:                                                                               |                                                     | ESCALA:                                                                                                          | INDICADA                                                   |
|                                                                                       |                                                     |                                                                                                                  | HOJA No. <b>1</b> / <b>6</b>                               |



**LEYENDA:**  
 G=Grado de Curvatura  
 Δ=Angulo de Deflexion  
 Lc=Longitud de Curva  
 St=Subtangente  
 R=Radio de la Curva

20 KPH



**LEYENDA:**  
 PCV=Estación Inicio Curva Vertical  
 PTV=Estación Inicio Tangente Vertical  
 ELEV=Eleación Inicio Curva Vertical  
 PIV=Estación Punto de Intersección Vertical  
 ELEV PIV=Eleación Punto de Intersección Vertical  
 ELEV PA=Eleación Punto Alto  
 PUNTO ALTO=Estación Punto Alto  
 ELEV PB=Eleación PUNTO BAJO  
 PUNTO BAJO=Estación PUNTO BAJO

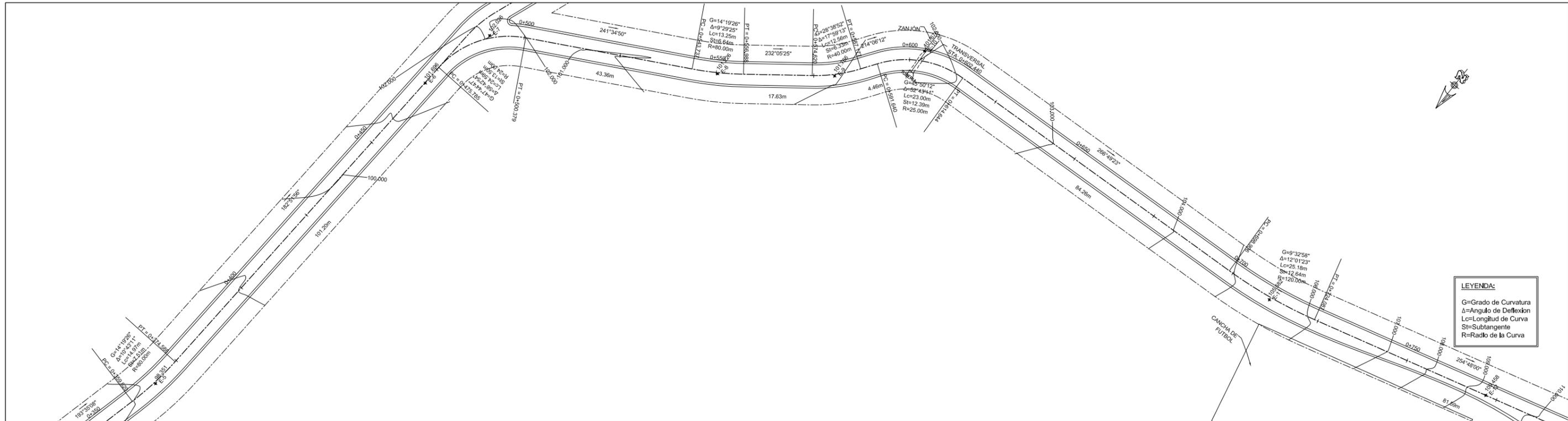
**PLANTA + PERFIL EJE A**

ESCALA HORIZONTAL: 1 : 500  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100

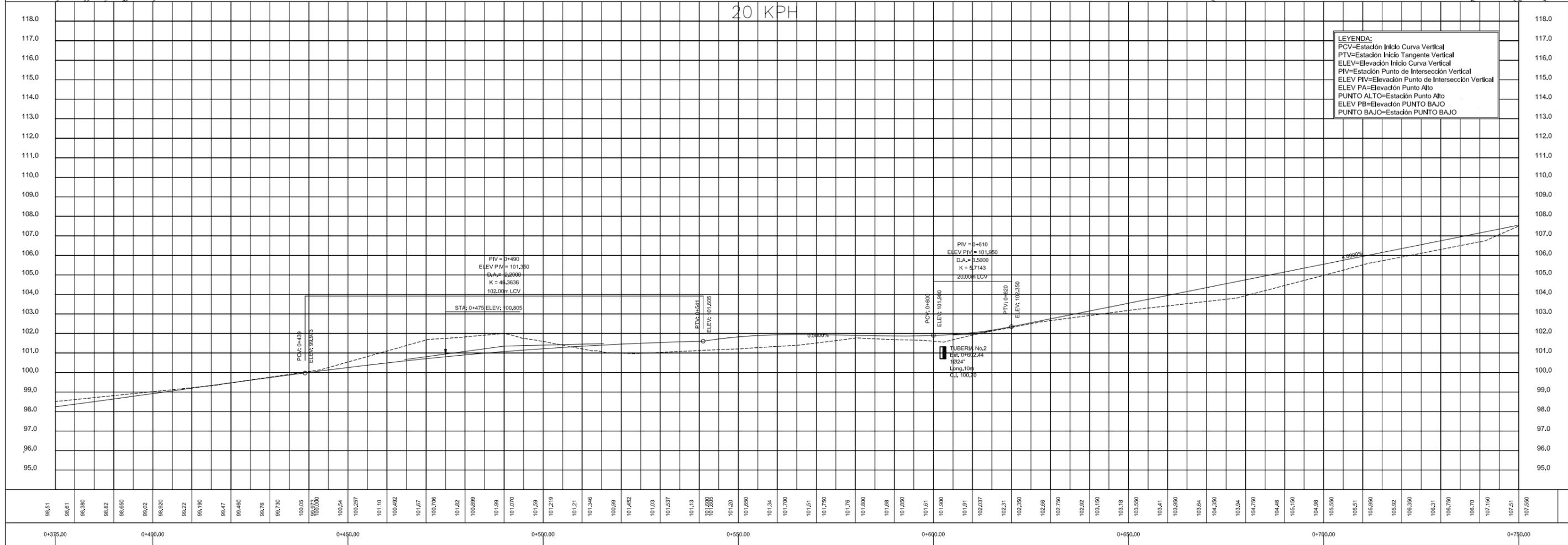


**USAC**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**  
 PROYECTO: **MEJORAMIENTO CARRETERA**  
 CONTIENE: **PLANTA + PERFIL (TRAMO A)**  
 UBICACION: **ALDEA LOS RISCOS**

|                                                                 |                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| DIBUJO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569  | REVISO:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.<br>AGOSTO 2011<br>FECHA |
| CALCULO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569 | Va.Bo.:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.<br>AGOSTO 2011<br>FECHA |
| APROBO:<br>FECHA                                                | ESCALA:<br>INDICADA                                                    |



**LEYENDA:**  
 G=Grado de Curvatura  
 Δ=Angulo de Deflexion  
 Lc=Longitud de Curva  
 St=Subtangente  
 R=Radio de la Curva



**LEYENDA:**  
 PCV=Estación Inicio Curva Vertical  
 PTV=Estación Inicio Tangente Vertical  
 ELEV=Elección Inicio Curva Vertical  
 PIV=Estación Punto de Intersección Vertical  
 ELEV PIV=Elección Punto de Intersección Vertical  
 PUNTO ALTO=Estación Punto Alto  
 ELEV PB=Elección PUNTO BAJO  
 PUNTO BAJO=Estación PUNTO BAJO

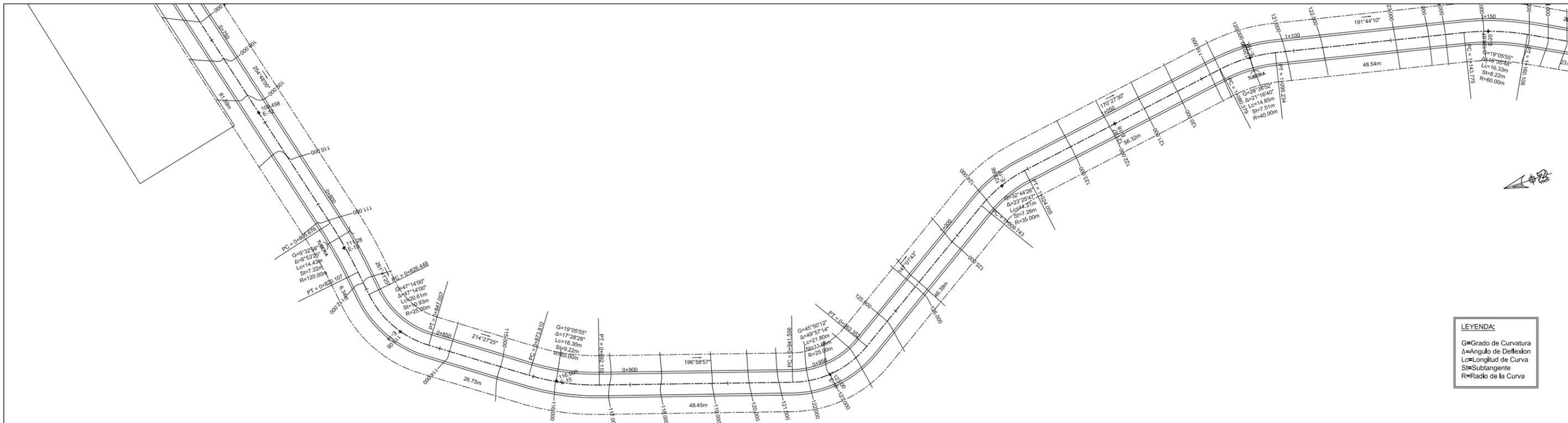
**PLANTA + PERFIL EJE A**

ESCALA HORIZONTAL: 1 : 500  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100

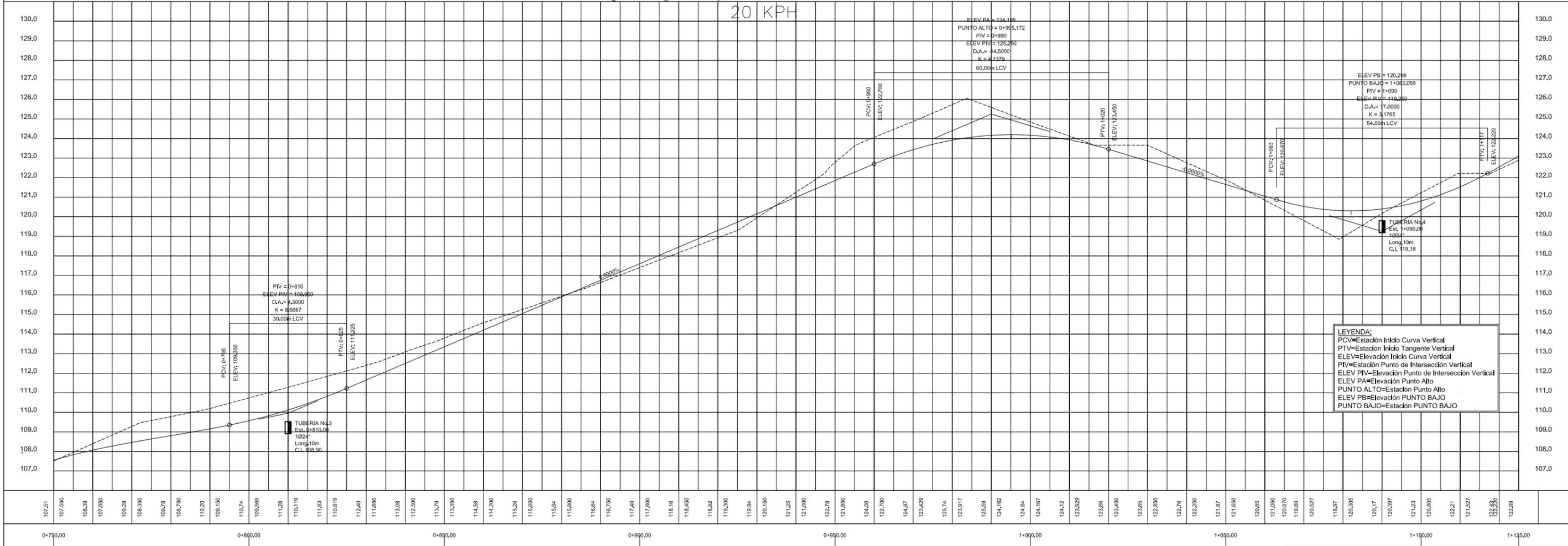


**USAC**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**  
 PROYECTO: MEJORAMIENTO CARRETERA  
 CONTIENE: **PLANTA + PERFIL (TRAMO A)**  
 UBICACION: ALDEA LOS RISCOS

|                                                                 |                                                |                           |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------|
| DIBUJO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569  | REVISO:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S. | AGOSTO 2011<br>FECHA      |
| CALCULO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569 | Vo.Bo:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.  | AGOSTO 2011<br>FECHA      |
| APROBO:<br>FECHA                                                | ESCALA:<br>INDICADA                            | HOJA No.<br><b>2B / 6</b> |



**LEYENDA:**  
 G=Grado de Curvatura  
 Δ=Angulo de Deflexion  
 Lc=Longitud de Curva  
 St=Subtangente  
 R=Radio de la Curva

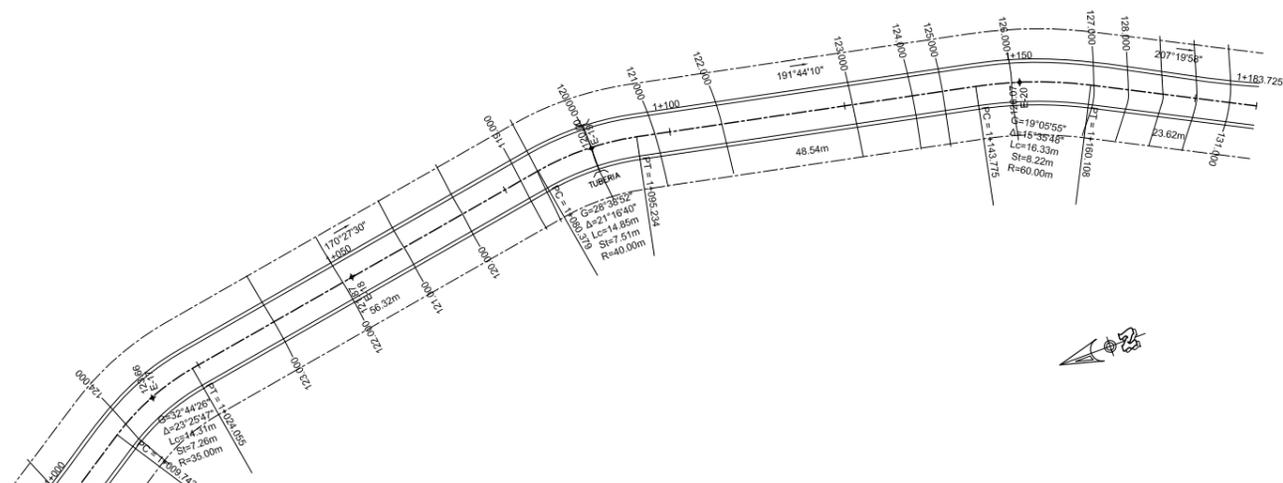


**LEYENDA:**  
 PCV=Estación Inicio Curva Vertical  
 PTV=Estación Inicio Tangente Vertical  
 ELEV=Elección Inicio Curva Vertical  
 ELEV PIV=Elección Punto de Intersección Vertical  
 ELEV PA=Elección Punto Alto  
 PUNTO ALTO=Estación Punto Alto  
 ELEV PBA=Elección PUNTO BAJO  
 PUNTO BAJO=Estación PUNTO BAJO

**PLANTA + PERFIL EJE A**

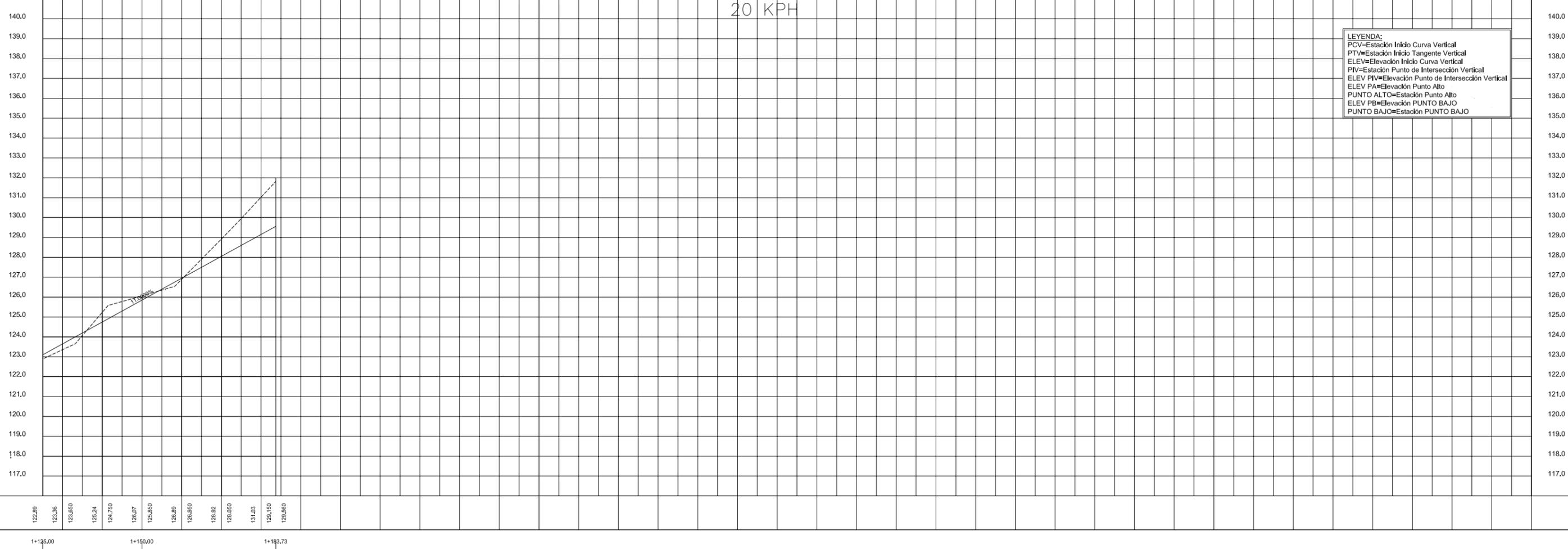
ESCALA HORIZONTAL: 1 : 500  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100

|                                                                                                                                                                          |                                                    |                                                                                                                             |                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|  <p><b>USAC</b><br/> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b><br/> <b>UNIDAD DE E.P.S.</b></p> |                                                    | PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO CARRETERA</b><br>CONTIENE: <b>PLANTA + PERFIL (TRAMO A)</b><br>UBICACION: <b>ALDEA LOS RISCOS</b> |                                                    |
|                                                                                                                                                                          |                                                    | DIBUJO: <b>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ</b><br><small>CARNE: 2001 13569</small>                                           | REVISO: <b>AGOSTO 2011</b><br><small>FECHA</small> |
| CALCULO: <b>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ</b><br><small>CARNE: 2001 13569</small>                                                                                       | Vo.Bo.: <b>AGOSTO 2011</b><br><small>FECHA</small> | APROBO: <b>INDICADA</b>                                                                                                     | ESCALA: <b>HOJA No.</b><br><b>2C / 6</b>           |



**LEYENDA:**  
 G=Grado de Curvatura  
 Δ=Angulo de Deflexion  
 Lc=Longitud de Curva  
 St=Subtangente  
 R=Radio de la Curva

20 KPH



**LEYENDA:**  
 PCV=Estación Inicio Curva Vertical  
 PTV=Estación Inicio Tangente Vertical  
 ELEV=Elección Inicio Curva Vertical  
 PIV=Estación Punto de Intersección Vertical  
 ELEV PIV=Elección Punto de Intersección Vertical  
 ELEV PA=Elección Punto Alto  
 PUNTO ALTO=Estación Punto Alto  
 ELEV PB=Elección PUNTO BAJO  
 PUNTO BAJO=Estación PUNTO BAJO

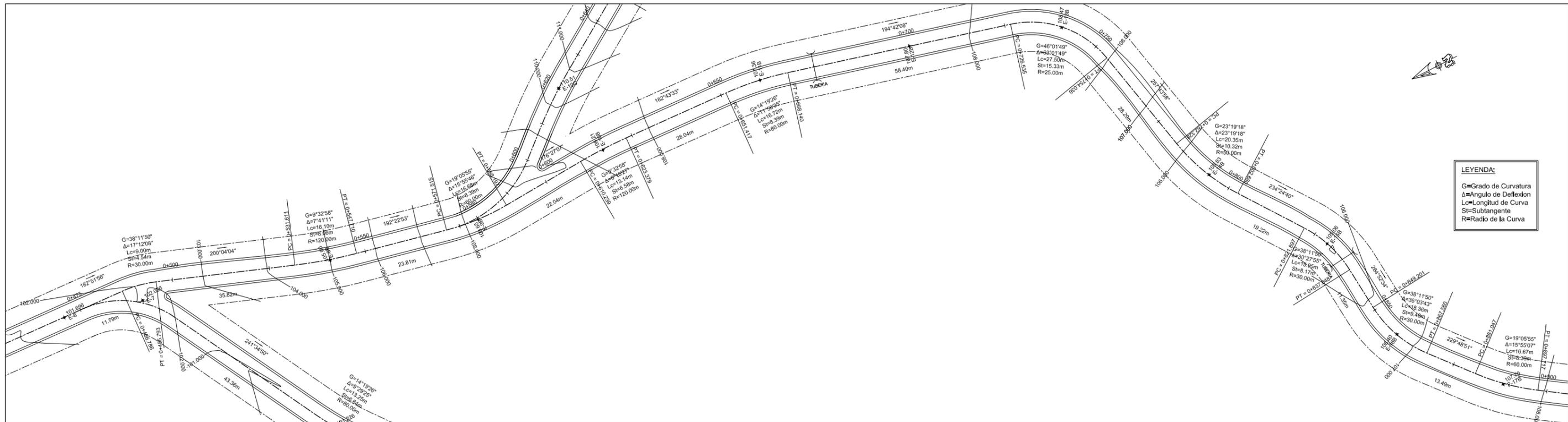
**PLANTA + PERFIL EJE A**

ESCALA HORIZONTAL: 1 : 500  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100

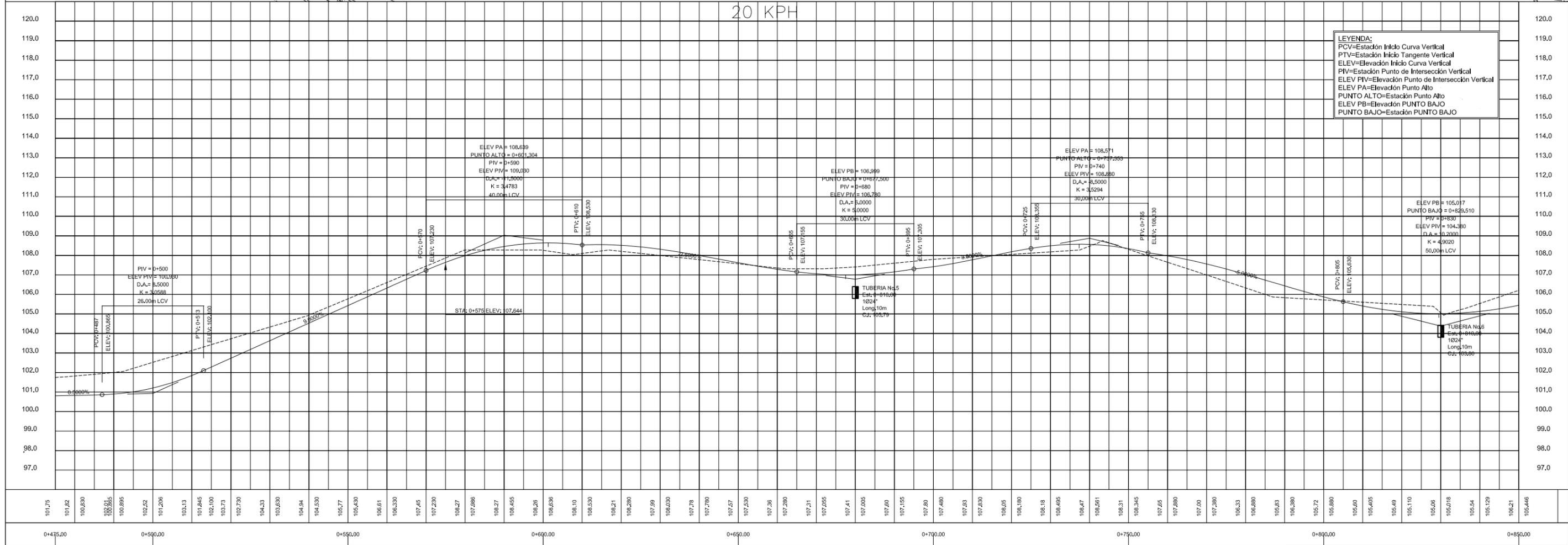


**USAC**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**  
 PROYECTO: **MEJORAMIENTO CARRETERA**  
 CONTIENE: **PLANTA + PERFIL (TRAMO A)**  
 UBICACION: **ALDEA LOS RISCOS**

|                                                                 |                                                |                           |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------|
| DIBUJO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNE: 2001 13569  | REVISO:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S. | AGOSTO 2011<br>FECHA      |
| CALCULO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNE: 2001 13569 | Va.Bo:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.  | AGOSTO 2011<br>FECHA      |
| APROBO:<br>FECHA                                                | ESCALA:<br>INDICADA                            | HOJA No.<br><b>2D / 6</b> |



**LEYENDA:**  
 G=Grado de Curvatura  
 Δ=Angulo de Deflexion  
 Lc=Longitud de Curva  
 St=Subtangente  
 R=Radio de la Curva



**LEYENDA:**  
 PCV=Estación Inicio Curva Vertical  
 PTV=Estación Inicio Tangente Vertical  
 ELEV=Elección Inicio Curva Vertical  
 PIV=Estación Punto de Intersección Vertical  
 ELEV PIV=Elección Punto de Intersección Vertical  
 PUNTO ALTO=Estación Punto Alto  
 ELEV PB=Elección PUNTO BAJO  
 PUNTO BAJO=Estación PUNTO BAJO

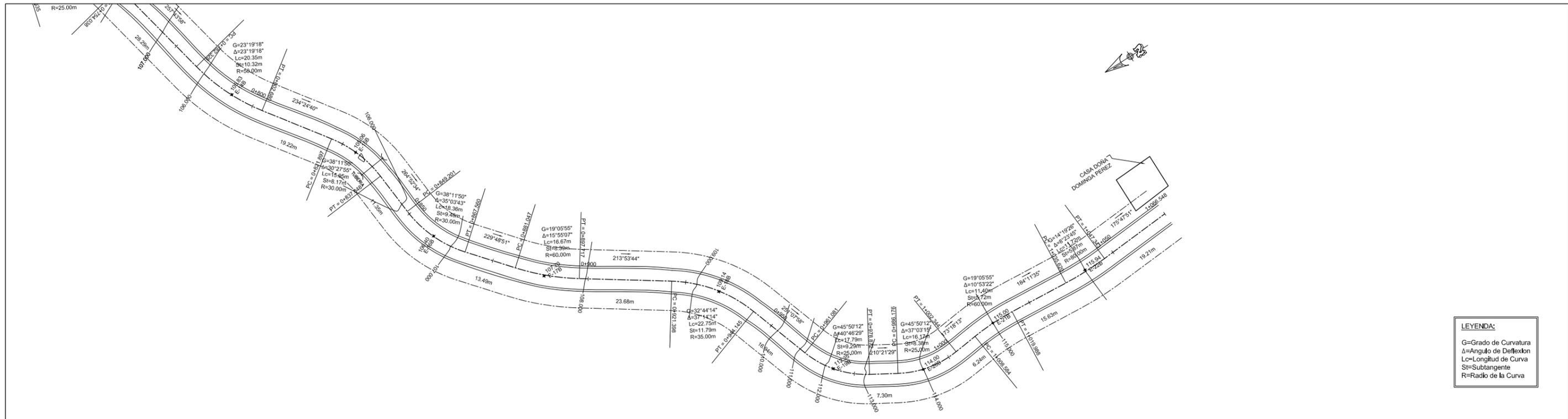
**PLANTA + PERFIL EJE B**

ESCALA HORIZONTAL: 1 : 500  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100

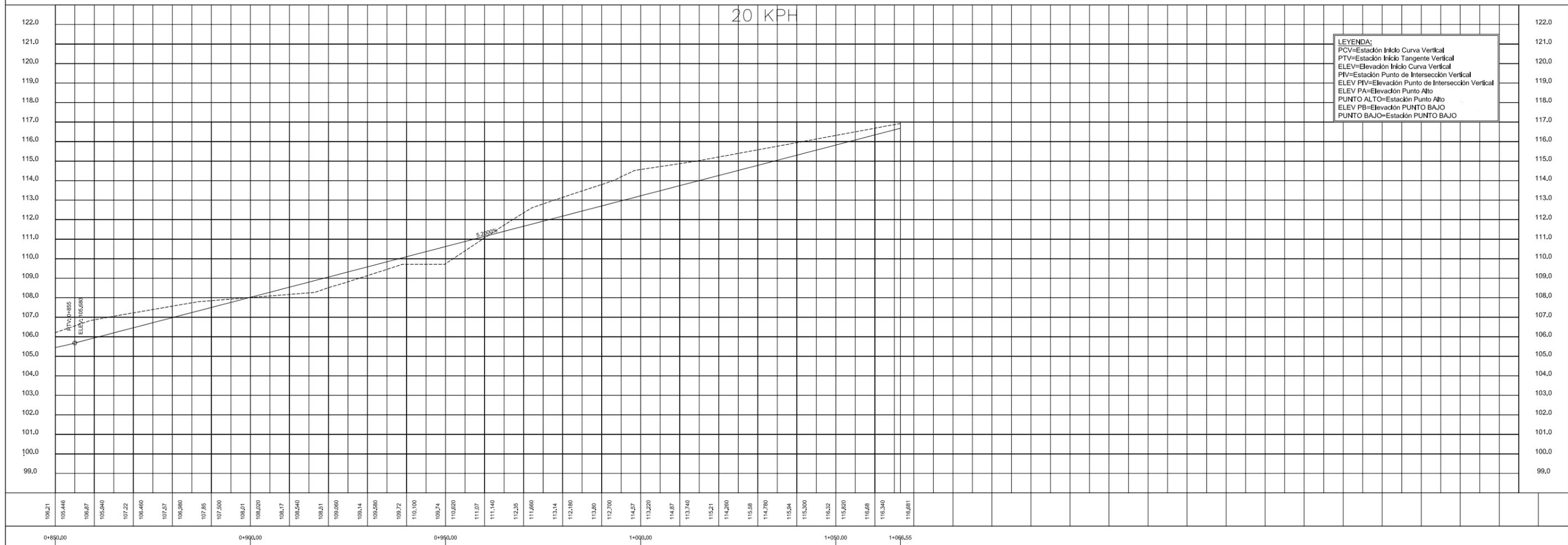


**USAC**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**  
 PROYECTO: **MEJORAMIENTO CARRETERA**  
 CONTIENE: **PLANTA + PERFIL (TRAMO B)**  
 UBICACION: **ALDEA LOS RISCOS**

|                                                                         |                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DIBUJO:</b><br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARRNE: 2001 13569  | <b>REVISO:</b><br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.<br>AGOSTO 2011<br>FECHA |
| <b>CALCULO:</b><br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARRNE: 2001 13569 | <b>Va.Bo.:</b><br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.<br>AGOSTO 2011<br>FECHA |
| <b>APROBO:</b>                                                          | <b>ESCALA:</b><br>INDICADA                                                    |
|                                                                         | <b>HOJA No.</b><br><b>3A / 6</b>                                              |



**LEYENDA:**  
 G=Grado de Curvatura  
 Δ=Angulo de Deflexion  
 Lc=Longitud de Curva  
 St=Subtangente  
 R=Radio de la Curva



**LEYENDA:**  
 PCV=Estación Inicio Curva Vertical  
 PTV=Estación Inicio Tangente Vertical  
 ELEV=Eleación Inicio Curva Vertical  
 PIV=Estación Punto de Intersección Vertical  
 ELEV PIV=Eleación Punto de Intersección Vertical  
 PUNTO ALTO=Estación Punto Alto  
 ELEV PB=Eleación PUNTO BAJO  
 PUNTO BAJO=Estación PUNTO BAJO

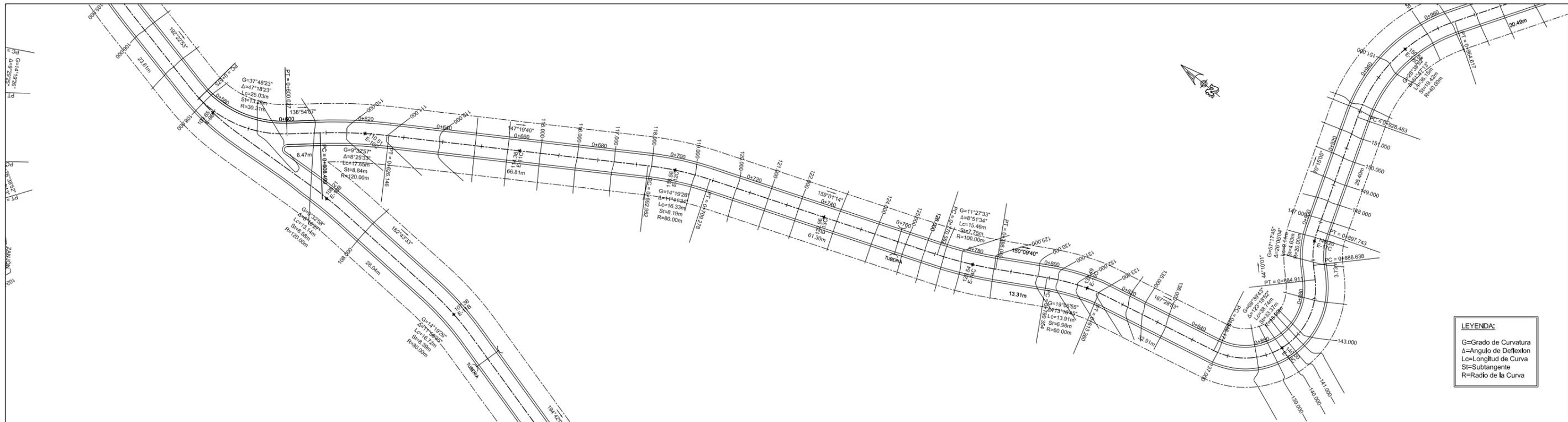
**PLANTA + PERFIL EJE B**

ESCALA HORIZONTAL: 1 : 500  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100

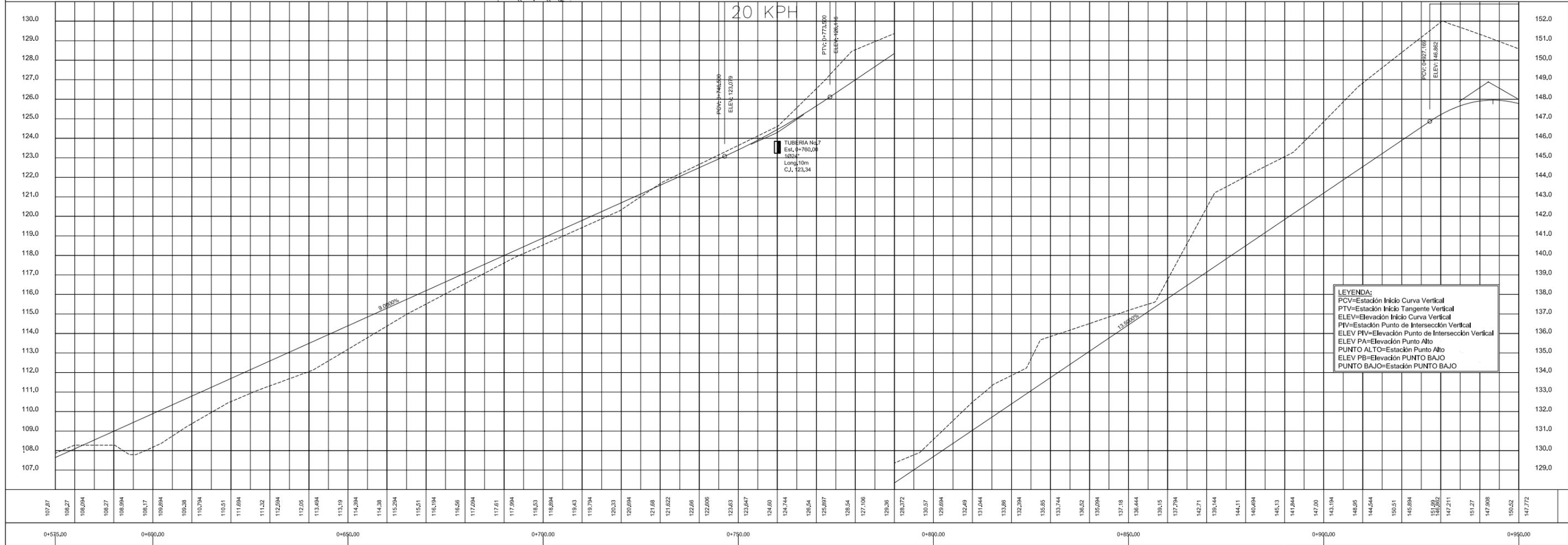


**USAC**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**  
 PROYECTO: **MEJORAMIENTO CARRETERA**  
 CONTIENE: **PLANTA + PERFIL, (TRAMO B)**  
 UBICACION: **ALDEA LOS RISCOS**

|                                                                 |                                                |                           |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------|
| DIBUJO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569  | REVISO:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S. | AGOSTO 2011<br>FECHA      |
| CALCULO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569 | Va.Bo.:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S. | AGOSTO 2011<br>FECHA      |
| APROBO:<br>FECHA                                                | ESCALA:<br>INDICADA                            | HOJA No.<br><b>3B / 6</b> |



**LEYENDA:**  
 G=Grado de Curvatura  
 Δ=Angulo de Deflexion  
 Lc=Longitud de Curva  
 St=Subtangente  
 R=Radio de la Curva



**LEYENDA:**  
 PVI=Estación Inicio Curva Vertical  
 PTV=Estación Inicio Tangente Vertical  
 ELEV=Eleación Inicio Curva Vertical  
 PIV=Estación Punto de Intersección Vertical  
 ELEV PIV=Eleación Punto de Intersección Vertical  
 ELEV PA=Eleación Punto Alto  
 PUNTO ALTO=Estación Punto Alto  
 ELEV PB=Eleación PUNTO BAJO  
 PUNTO BAJO=Estación PUNTO BAJO

**PLANTA + PERFIL EJE C**

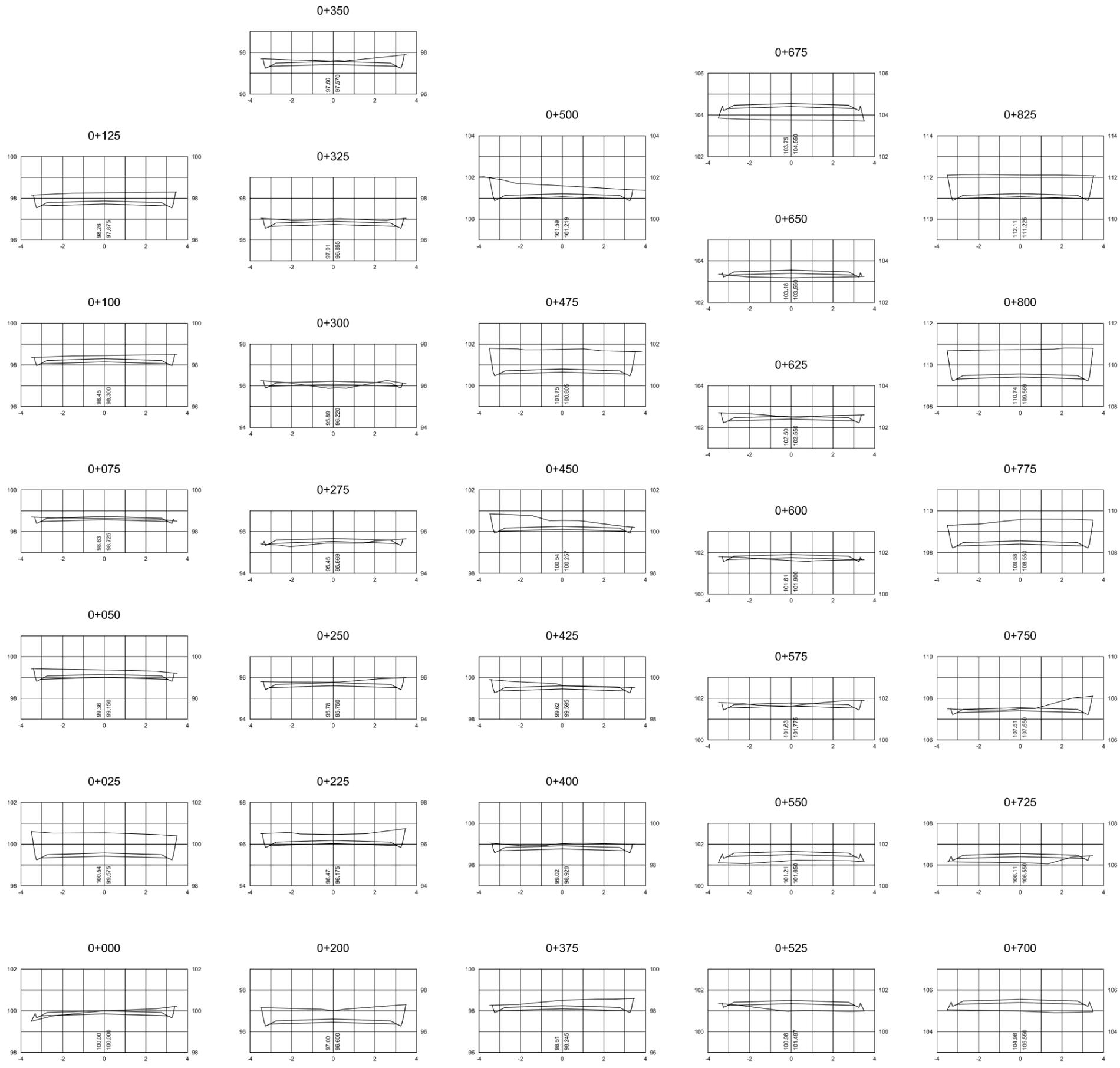
ESCALA HORIZONTAL: 1 : 500  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100



**USAC**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**UNIDAD DE E.P.S.**  
 PROYECTO: **MEJORAMIENTO CARRETERA**  
 CONTIENE: **PLANTA + PERFIL (TRAMO C)**  
 UBICACION: **ALDEA LOS RISCOS**

|                                                                 |                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| DIBUJO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569  | REVISO:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.<br>AGOSTO 2011<br>FECHA |
| CALCULO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569 | Vg.Bo.:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S.<br>AGOSTO 2011<br>FECHA |
| APROBO:<br>FECHA                                                | ESCALA:<br>INDICADA                                                    |

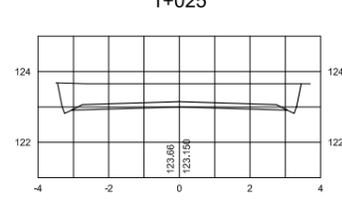
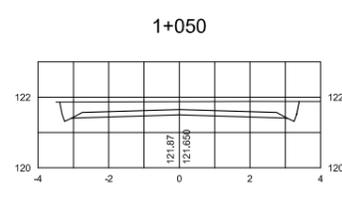
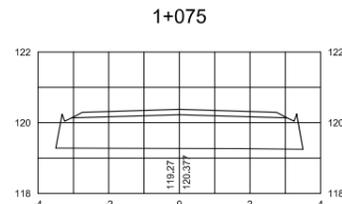
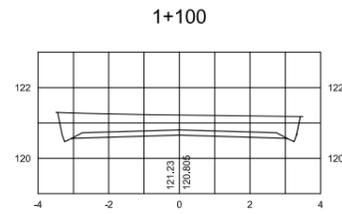
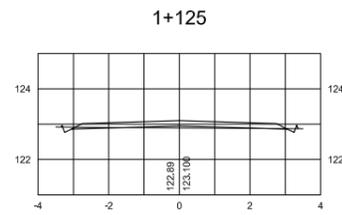
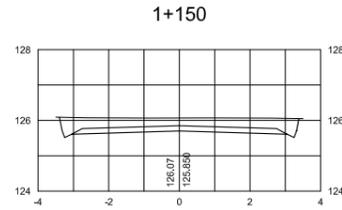
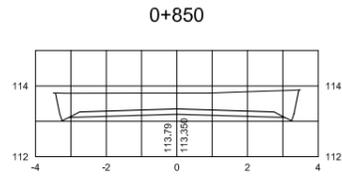
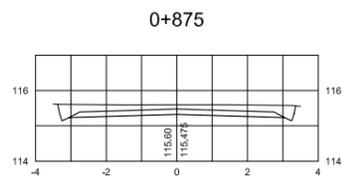
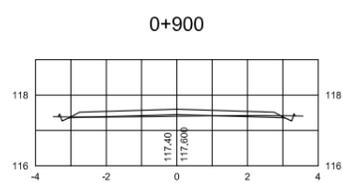
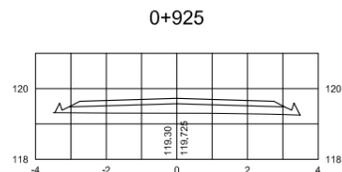
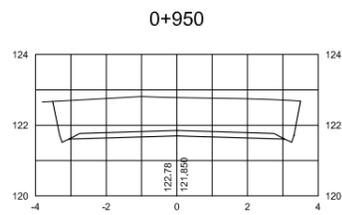
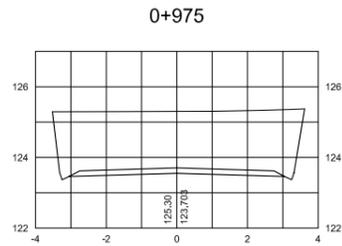
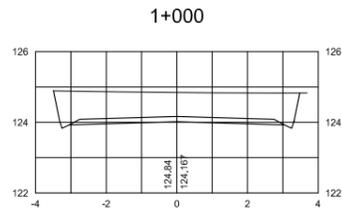




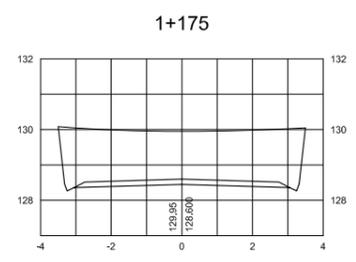
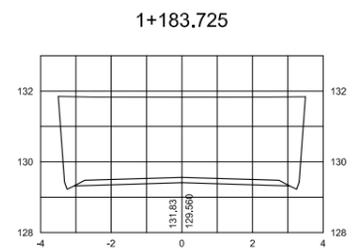
SECCIONES TRASVERSALES EJE A

ESCALA HORIZONTAL: 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100

|                                                                                       |                                                     |                                                                                                                           |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|  |                                                     | <b>USAC</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERIA</b><br><b>UNIDAD DE E.P.S.</b>                                                   |                                     |
|                                                                                       |                                                     | PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO CARRETERA</b><br>CONTIENE: <b>SECCIONES TRANSVERSALES</b><br>UBICACION: <b>ALDEA LOS RISCOS</b> |                                     |
| DIBUJO:                                                                               | DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569 | REVISO:                                                                                                                   | ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S. |
| CALCULO:                                                                              | DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569 | Vo.Bo.:                                                                                                                   | ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S. |
| APROBO:                                                                               |                                                     | ESCALA:                                                                                                                   | INDICADA                            |
|                                                                                       |                                                     |                                                                                                                           | HOJA No. <b>5A</b> / 6              |



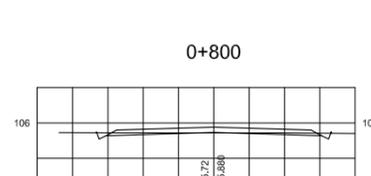
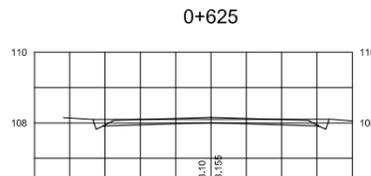
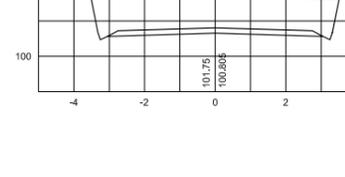
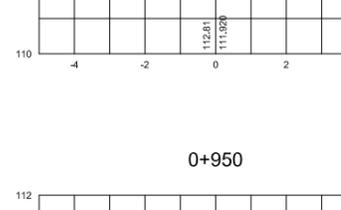
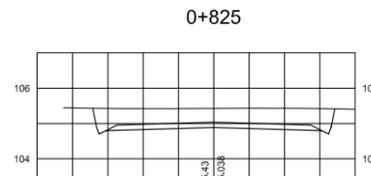
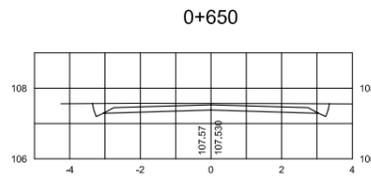
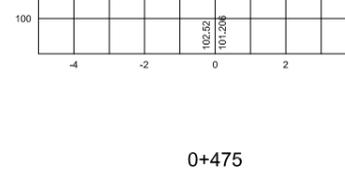
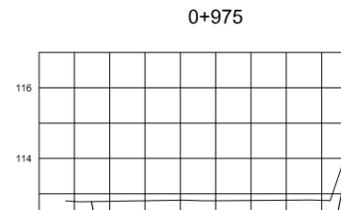
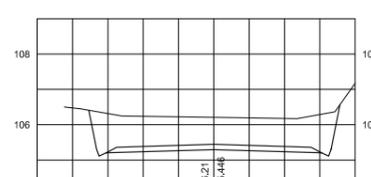
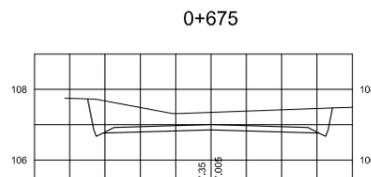
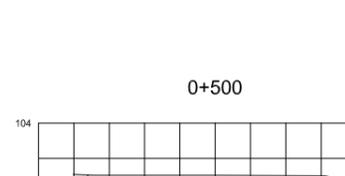
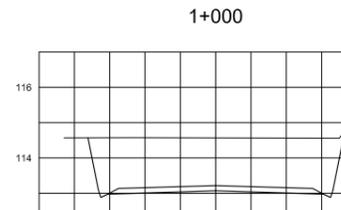
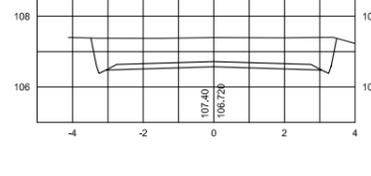
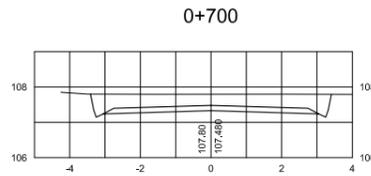
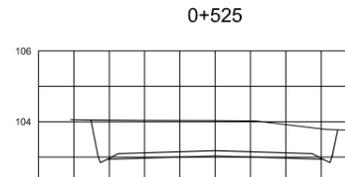
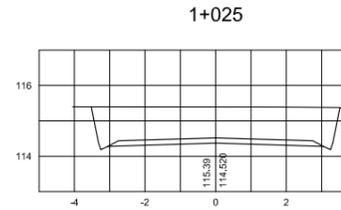
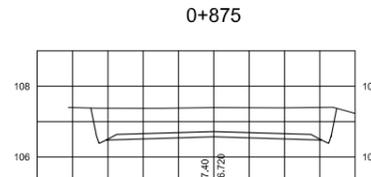
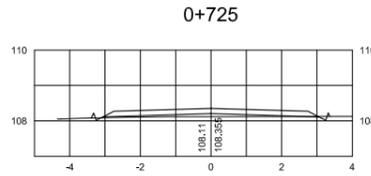
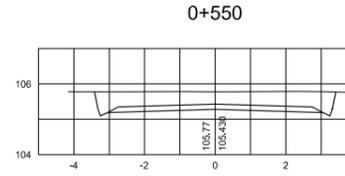
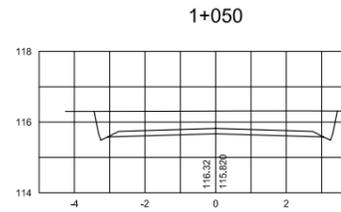
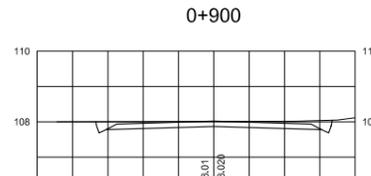
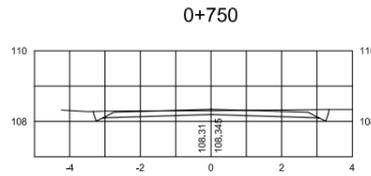
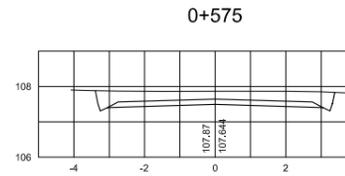
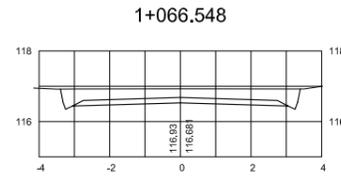
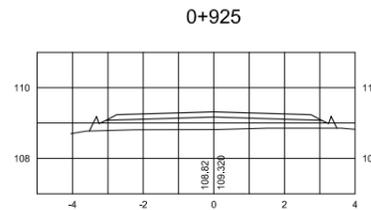
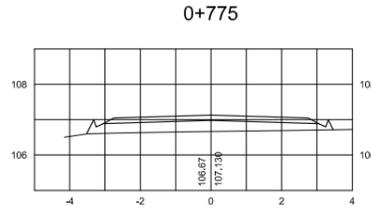
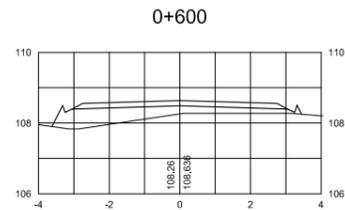
| ESTACION  | AREAS            |         | VOLUMES        |         | VOLUMES ACUMULADOS |          |
|-----------|------------------|---------|----------------|---------|--------------------|----------|
|           | Metros Cuadrados | RELLENO | Metros Cúbicos | RELLENO | Metros Cúbicos     | RELLENO  |
| 0+000     | 1.0907           | 0.1200  |                |         |                    |          |
| 0+025     | 7.7506           | 0.0000  | 110.5161       | 1.4996  | 110.5161           | 1.4996   |
| 0+050     | 2.6888           | 0.0000  | 130.4924       | 0.0000  | 241.0085           | 1.4996   |
| 0+100     | 2.3272           | 0.0000  | 42.2796        | 0.0283  | 283.2881           | 1.5279   |
| 0+075     | 0.6935           | 0.0023  | 78.0286        | 0.0000  | 399.0759           | 1.5562   |
| 0+125     | 3.9126           | 0.0000  | 37.7592        | 0.0283  | 321.0473           | 1.5562   |
| 0+200     | 4.9697           | 0.0000  | 333.0870       | 0.0000  | 732.1630           | 1.5562   |
| 0+225     | 3.7524           | 0.0000  | 109.0270       | 0.0000  | 841.1899           | 1.5562   |
| 0+250     | 1.9104           | 0.0000  | 70.8475        | 0.0000  | 912.0375           | 1.5562   |
| 0+275     | 0.2322           | 0.4182  | 26.7822        | 5.2277  | 938.8197           | 6.7840   |
| 0+300     | 0.6317           | 0.3160  | 10.7988        | 9.1783  | 949.6185           | 15.9622  |
| 0+325     | 1.8931           | 0.0000  | 31.5597        | 3.9505  | 981.1782           | 19.9127  |
| 0+350     | 2.0487           | 0.0000  | 49.1994        | 0.0000  | 1030.3776          | 19.9127  |
| 0+375     | 2.7794           | 0.0000  | 60.6563        | 0.0000  | 1091.0339          | 19.9127  |
| 0+400     | 1.8073           | 0.0000  | 57.3337        | 0.0000  | 1148.3676          | 19.9127  |
| 0+425     | 1.8462           | 0.0000  | 45.6687        | 0.0000  | 1194.0363          | 19.9127  |
| 0+450     | 3.4090           | 0.0000  | 65.6895        | 0.0000  | 1259.7258          | 19.9127  |
| 0+475     | 7.6777           | 0.0000  | 138.5827       | 0.0000  | 1398.3085          | 19.9127  |
| 0+500     | 4.0217           | 0.0000  | 147.8850       | 0.0000  | 1546.1935          | 19.9127  |
| 0+525     | 0.0430           | 1.5305  | 50.8087        | 19.1318 | 1597.0022          | 39.0446  |
| 0+550     | 0.0000           | 1.9598  | 0.5371         | 43.6298 | 1597.5393          | 82.6743  |
| 0+575     | 1.1628           | 0.0000  | 14.5348        | 24.4979 | 1612.0741          | 107.1723 |
| 0+600     | 0.1575           | 0.4170  | 16.5037        | 5.2123  | 1628.5778          | 112.3846 |
| 0+625     | 1.5513           | 0.0000  | 22.5269        | 5.1416  | 1651.1047          | 117.5262 |
| 0+650     | 0.0140           | 0.8996  | 19.5672        | 11.2446 | 1670.6720          | 128.7708 |
| 0+675     | 0.0000           | 3.9827  | 0.1754         | 61.0285 | 1670.8473          | 189.7993 |
| 0+700     | 0.0000           | 2.5518  | 0.0000         | 81.6820 | 1670.8473          | 271.4812 |
| 0+725     | 0.0925           | 1.2778  | 1.1700         | 47.8216 | 1672.0173          | 319.3028 |
| 0+750     | 1.8179           | 0.0000  | 23.8794        | 15.9719 | 1695.8967          | 335.2747 |
| 0+775     | 7.8581           | 0.0000  | 120.9501       | 0.0000  | 1816.8469          | 335.2747 |
| 0+800     | 9.3960           | 0.0000  | 215.6763       | 0.0000  | 2032.5232          | 335.2747 |
| 0+825     | 7.4584           | 0.0000  | 210.6545       | 0.0000  | 2243.1777          | 335.2747 |
| 0+850     | 4.4715           | 0.0000  | 149.2562       | 0.0000  | 2392.4338          | 335.2747 |
| 0+875     | 2.1647           | 0.0000  | 82.9532        | 0.0000  | 2475.3870          | 335.2747 |
| 0+900     | 0.1001           | 0.0993  | 28.6193        | 1.2360  | 2504.0063          | 336.5108 |
| 0+925     | 0.0000           | 1.5426  | 1.2512         | 20.5233 | 2505.2575          | 357.0340 |
| 0+950     | 7.5020           | 0.0000  | 93.7756        | 19.2823 | 2599.0331          | 376.3163 |
| 0+975     | 12.4413          | 0.0000  | 249.4318       | 0.0000  | 2848.4649          | 376.3163 |
| 1+000     | 6.0211           | 0.0000  | 230.7798       | 0.0000  | 3079.2447          | 376.3163 |
| 1+025     | 4.7921           | 0.0000  | 135.2564       | 0.0000  | 3214.5011          | 376.3163 |
| 1+050     | 2.8344           | 0.0000  | 95.3310        | 0.0000  | 3309.8321          | 376.3163 |
| 1+075     | 0.0000           | 6.1901  | 35.4298        | 77.3759 | 3345.2618          | 453.6922 |
| 1+100     | 4.2125           | 0.0000  | 52.7217        | 77.3595 | 3397.9835          | 531.0518 |
| 1+125     | 0.0879           | 0.1175  | 53.7543        | 1.4686  | 3451.7378          | 532.5204 |
| 1+150     | 2.8198           | 0.0000  | 36.3456        | 1.4686  | 3488.0834          | 533.9890 |
| 1+175     | 10.8816          | 0.0000  | 171.2674       | 0.0000  | 3659.3508          | 533.9890 |
| 1+183.725 | 16.8542          | 0.0000  | 120.9966       | 0.0000  | 3780.3475          | 533.9890 |
|           |                  |         | 0.0000         | 0.0000  | 3780.3475          | 533.9890 |



SECCIONES TRASVERSALES EJE A

ESCALA HORIZONTAL: 1 : 100  
ESCALA VERTICAL: 1 : 100

|                                                                                                                                                          |                                                 |                                                                                                                          |                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|  <p><b>USAC</b><br/>FACULTAD DE INGENIERIA<br/>UNIDAD DE E.P.S.</p> |                                                 | PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO CARRETERA</b><br>CONTIENE: <b>SECCIONES TRASVERSALES</b><br>UBICACION: <b>ALDEA LOS RISCOS</b> |                                                 |
|                                                                                                                                                          |                                                 | DIBUJO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br><small>CARNE: 2001 13569</small>                                            | REVISO:<br>ING. JUAN MERCOR<br>ASESOR DE E.P.S. |
| CALCULO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br><small>CARNE: 2001 13569</small>                                                                           | Vo.Bo.:<br>ING. JUAN MERCOR<br>ASESOR DE E.P.S. | AGOSTO 2011<br>FECHA                                                                                                     |                                                 |
| APROBO:<br>_____<br>FECHA: _____                                                                                                                         | ESCALA:<br>INDICADA                             | HOJA No.<br><b>5B / 6</b>                                                                                                |                                                 |

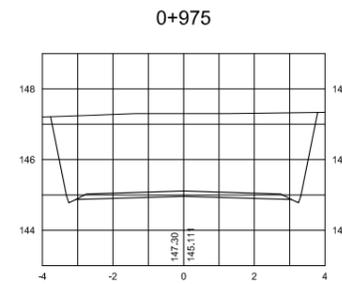
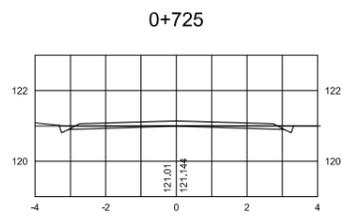
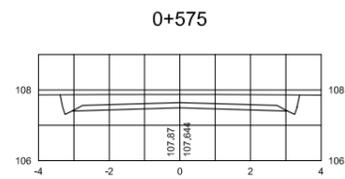
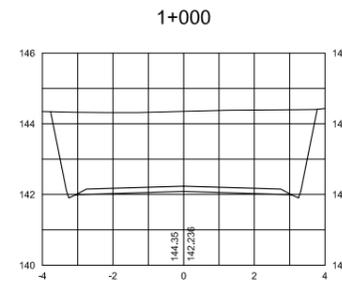
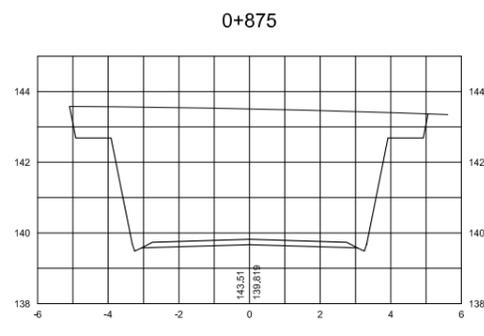
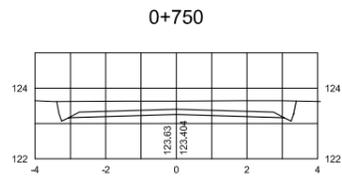
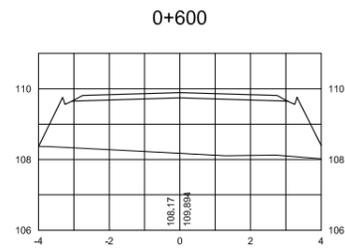
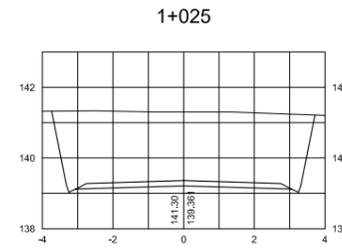
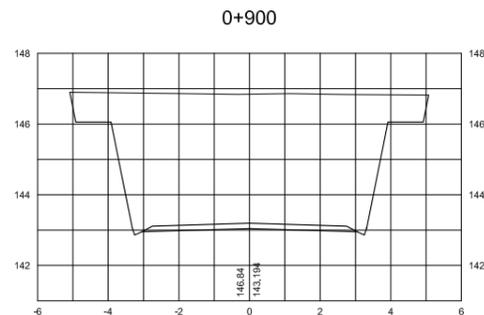
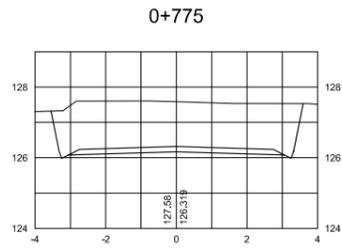
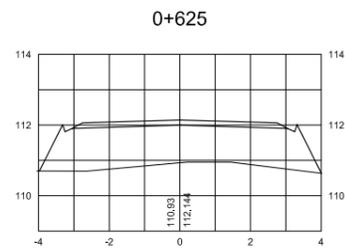
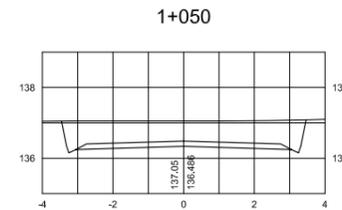
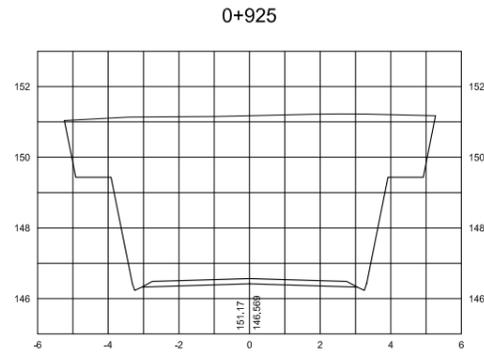
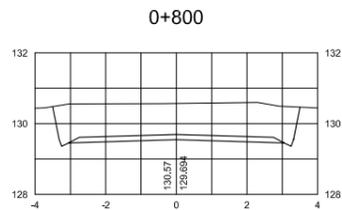
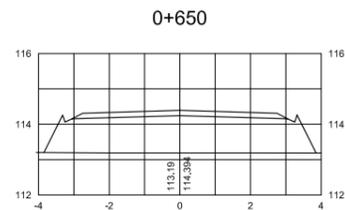
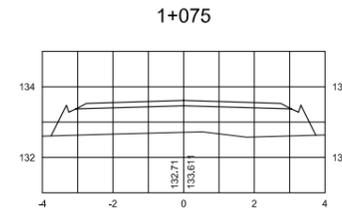
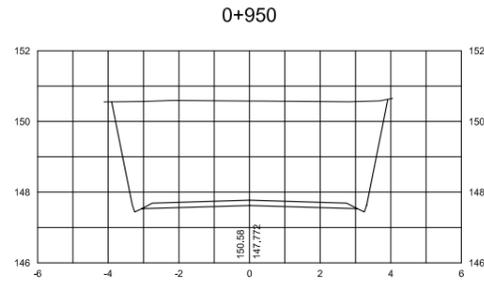
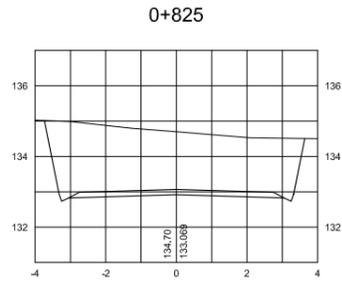
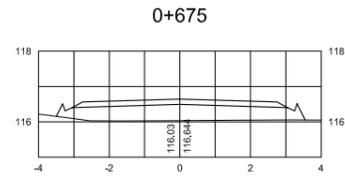
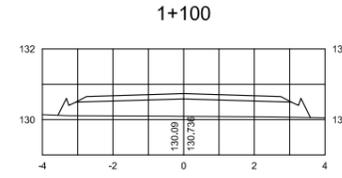
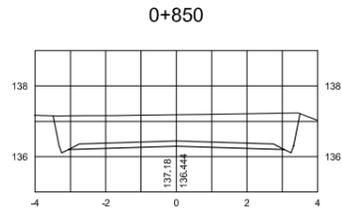
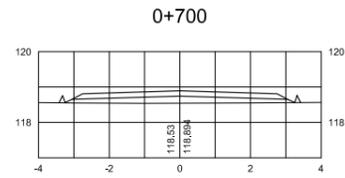


SECCIONES TRASVERSALES EJE B

| ESTACION  | AREAS            |         | VOLUMES        |         | VOLUMES ACUMULADOS |          |
|-----------|------------------|---------|----------------|---------|--------------------|----------|
|           | Metros Cuadrados |         | Metros Cúbicos |         | Metros Cúbicos     |          |
|           | CORTE            | RELLENO | CORTE          | RELLENO | CORTE              | RELLENO  |
| 0+475     | 7.7495           | 0.0000  | 225.8293       | 0.0000  | 225.8293           | 0.0000   |
| 0+500     | 10.3010          | 0.0000  | 128.7626       | 0.0000  | 354.5919           | 0.0000   |
| 0+525     | 0.0000           | 0.0000  | 0.0000         | 0.0000  | 354.5919           | 0.0000   |
| 0+550     | 0.0000           | 0.0000  | 0.0000         | 0.0000  | 354.5919           | 0.0000   |
| 0+575     | 0.0000           | 0.0000  | 0.0000         | 0.0000  | 354.5919           | 0.0000   |
| 0+600     | 0.0000           | 1.9889  | 12.2635        | 24.9765 | 366.8553           | 49.6068  |
| 0+625     | 0.9811           | 0.0000  | 12.2637        | 0.0000  | 379.1190           | 49.6068  |
| 0+650     | 0.0000           | 0.0000  | 0.0000         | 0.0000  | 379.1190           | 49.6068  |
| 0+675     | 0.0000           | 0.0000  | 43.4511        | 0.0000  | 422.5701           | 49.6068  |
| 0+700     | 3.4761           | 0.0000  | 43.7114        | 3.6275  | 466.2815           | 53.2342  |
| 0+725     | 0.0208           | 0.2902  | 13.6577        | 3.6508  | 479.9393           | 56.8851  |
| 0+750     | 1.1084           | 0.0000  | 13.8545        | 22.7684 | 493.7938           | 79.6535  |
| 0+775     | 0.0000           | 1.8215  | 3.3367         | 22.8367 | 497.1305           | 102.4902 |
| 0+800     | 0.2674           | 0.0065  | 51.6873        | 0.0807  | 548.8178           | 102.5709 |
| 0+825     | 3.8676           | 0.0000  | 132.6668       | 0.0000  | 681.4846           | 102.5709 |
| 0+850     | 6.7151           | 0.0000  | 156.4043       | 0.0000  | 837.8889           | 102.5709 |
| 0+875     | 5.8065           | 0.0000  | 88.8685        | 0.0000  | 926.7573           | 102.5709 |
| 0+900     | 1.2969           | 0.0000  | 16.2107        | 24.9753 | 942.9681           | 127.5462 |
| 0+925     | 0.0000           | 1.9980  | 0.0000         | 84.2663 | 942.9681           | 211.8125 |
| 0+950     | 0.0000           | 4.7269  | 90.5674        | 59.0730 | 1033.5355          | 270.8855 |
| 0+975     | 7.2558           | 0.0000  | 223.2497       | 0.0000  | 1256.7852          | 270.8855 |
| 1+000     | 10.6415          | 0.0000  | 224.6050       | 0.0000  | 1481.3902          | 270.8855 |
| 1+025     | 7.3201           | 0.0000  | 149.9617       | 0.0000  | 1631.3519          | 270.8855 |
| 1+050     | 4.6767           | 0.0000  | 63.4230        | 0.0000  | 1694.7749          | 270.8855 |
| 1+066.548 | 2.9884           | 0.0000  | 0.0000         | 0.0000  | 1694.7749          | 270.8855 |

ESCALA HORIZONTAL: 1 : 100  
ESCALA VERTICAL: 1 : 100

|                                                                                                                                                          |                                                |                                                                                                                           |                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|  <p><b>USAC</b><br/>FACULTAD DE INGENIERIA<br/>UNIDAD DE E.P.S.</p> |                                                | PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO CARRETERA</b><br>CONTIENE: <b>SECCIONES TRANSVERSALES</b><br>UBICACION: <b>ALDEA LOS RISCOS</b> |                                                |
|                                                                                                                                                          |                                                | DIBUJO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br><small>CARNE: 2001 13569</small>                                             | REVISO:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S. |
| CALCULO:<br>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br><small>CARNE: 2001 13569</small>                                                                           | Vo.Bo.:<br>ING. JUAN MERCK<br>ASESOR DE E.P.S. | AGOSTO 2011<br><small>FECHA</small>                                                                                       |                                                |
| APROBO:<br><small>FECHA</small>                                                                                                                          | ESCALA:<br>INDICADA                            | HOJA No.<br><b>5C / 6</b>                                                                                                 |                                                |

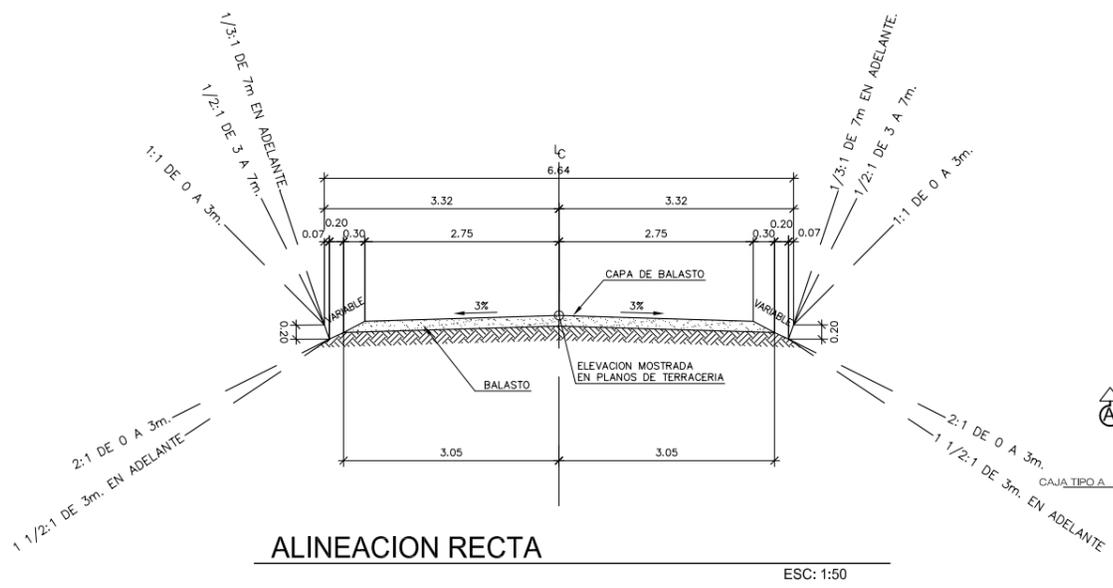


| ESTACION  | AREAS            |         | VOLUMES        |          | VOLUMES ACUMULADOS |          |
|-----------|------------------|---------|----------------|----------|--------------------|----------|
|           | Metros Cuadrados |         | Metros Cúbicos |          | Metros Cúbicos     |          |
|           | CORTE            | RELLENO | CORTE          | RELLENO  | CORTE              | RELLENO  |
| 0+575     | 2.8360           | 0.0000  | 35.4490        | 140.3279 | 35.4490            | 140.3279 |
| 0+600     | 0.0000           | 11.1943 | 0.0000         | 242.4848 | 35.4490            | 382.8127 |
| 0+625     | 0.0000           | 8.2137  | 0.0000         | 192.8204 | 35.4490            | 575.6332 |
| 0+650     | 0.0000           | 7.2119  | 0.0000         | 124.3789 | 35.4490            | 700.0121 |
| 0+675     | 0.0000           | 2.7384  | 0.0000         | 46.3893  | 35.4490            | 746.4014 |
| 0+700     | 0.0000           | 0.9728  | 5.2101         | 12.1595  | 40.6591            | 758.5609 |
| 0+725     | 0.4168           | 0.0000  | 41.3459        | 0.0000   | 82.0050            | 758.5609 |
| 0+750     | 2.8909           | 0.0000  | 159.9897       | 0.0000   | 241.9947           | 758.5609 |
| 0+775     | 9.9083           | 0.0000  | 214.7881       | 0.0000   | 456.7828           | 758.5609 |
| 0+800     | 7.2747           | 0.0000  | 253.1314       | 0.0000   | 709.9141           | 758.5609 |
| 0+825     | 12.9409          | 0.0000  | 242.0967       | 0.0000   | 952.0108           | 758.5609 |
| 0+850     | 6.4269           | 0.0000  | 439.3931       | 0.0000   | 1391.4039          | 758.5609 |
| 0+875     | 28.7027          | 0.0000  | 715.3547       | 0.0000   | 2106.7586          | 758.5609 |
| 0+900     | 28.5257          | 0.0000  | 803.9361       | 0.0000   | 2910.6947          | 758.5609 |
| 0+925     | 35.7892          | 0.0000  | 717.7785       | 0.0000   | 3628.4732          | 758.5609 |
| 0+950     | 21.6603          | 0.0000  | 481.7153       | 0.0000   | 4110.1885          | 758.5609 |
| 0+975     | 16.8889          | 0.0000  | 416.4432       | 0.0000   | 4526.6317          | 758.5609 |
| 1+000     | 16.4265          | 0.0000  | 393.4415       | 0.0000   | 4920.0732          | 758.5609 |
| 1+025     | 15.0496          | 0.0000  | 253.6740       | 0.0000   | 5173.7472          | 758.5609 |
| 1+050     | 5.2444           | 0.0000  | 65.5866        | 0.0000   | 5239.3338          | 758.5609 |
| 1+075     | 0.0000           | 0.0000  | 0.0000         | 38.3322  | 5239.3338          | 796.8931 |
| 1+100     | 0.0000           | 3.0612  | 0.0000         | 2.6785   | 5239.3338          | 799.5716 |
| 1+101.750 | 0.0000           | 0.0000  | 0.0000         | 0.0000   | 5239.3338          | 799.5716 |

SECCIONES TRASVERSALES EJE C

ESCALA HORIZONTAL: 1 : 100  
ESCALA VERTICAL: 1 : 100

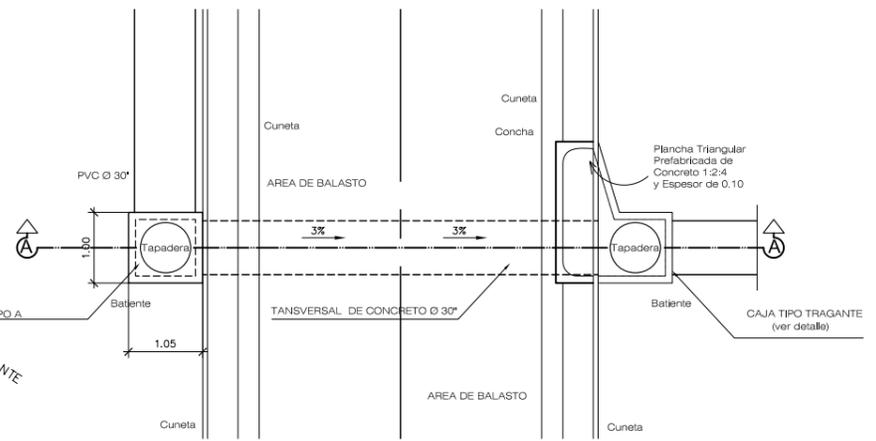
|                                                                                       |                                                                                                                           |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | <b>USAC</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERIA</b><br><b>UNIDAD DE E.P.S.</b>                                                   |               |
|                                                                                       | PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO CARRETERA</b><br>CONTIENE: <b>SECCIONES TRANSVERSALES</b><br>UBICACION: <b>ALDEA LOS RISCOS</b> |               |
| DIBUJO:                                                                               | DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569                                                                       | REVISO:       |
| CALCULO:                                                                              | DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ<br>CARNÉ: 2001 13569                                                                       | AGOSTO 2011   |
| APROBO:                                                                               |                                                                                                                           | FECHA         |
|                                                                                       |                                                                                                                           | AGOSTO 2011   |
|                                                                                       |                                                                                                                           | FECHA         |
|                                                                                       |                                                                                                                           | ESCALA:       |
|                                                                                       |                                                                                                                           | INDICADA      |
|                                                                                       |                                                                                                                           | HOJA No.      |
|                                                                                       |                                                                                                                           | <b>5D / 6</b> |



ALINEACION RECTA

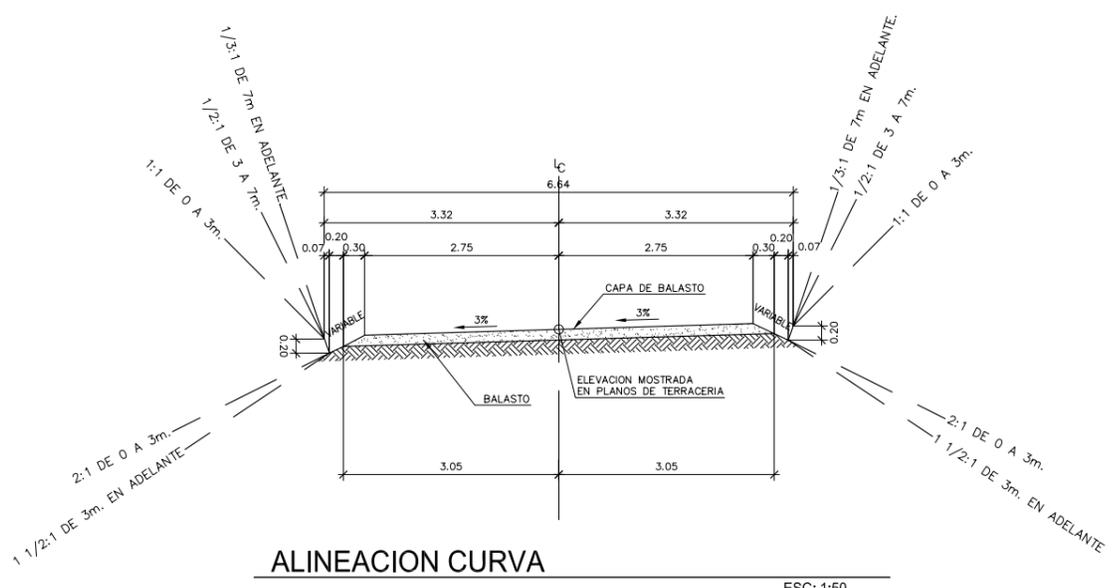
ESC: 1:50

SECCION TIPICA DE TERRACERIA, TIPO F



PLATA DE UBICACION DE TRANSVERSAL

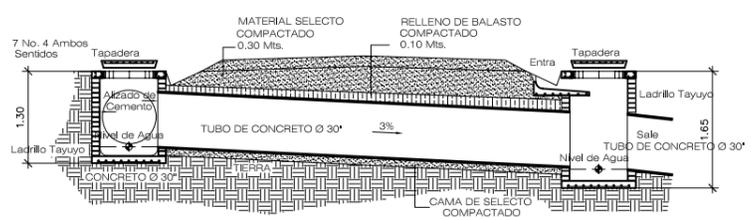
ESC: 1:50



ALINEACION CURVA

ESC: 1:50

SECCION TIPICA DE TERRACERIA, TIPO F



PERFIL DE UBICACION DE TRANSVERSAL

ESC: 1:50

NOTAS:

1. EN LA LINEA CENTRAL DE LOCALIZACION SE HAN USADO CURVAS CIRCULARES SIMPLES, CUYO GRADO DE CURVATURA SE DEFINE COMO EL ANGULO CENTRAL SUBTENDIDO POR UN ARCO DE 20 METROS.-
2. LA LINEA CENTRAL ESPIRALADA SE FORMA APLICANDO CORRIMENTOS A LA LINEA CENTRAL DE LOCALIZACION HACIA EL INTERIOR DE LAS CURVAS CIRCULARES PREVIAMENTE DETERMINADOS EN LOS GRAFICOS CORRESPONDIENTES.- ( VER FIGURA 1 ).-
3. LA SUBRASANTE FUE CALCULADA CONFORME AL ESTACIONAMIENTO DE LA LINEA CENTRAL DE LA LOCALIZACION Y SERA TAMBIEN DE LA LINEA CENTRAL ESPIRALADA.-
4. EL PERALTE MAXIMO (e%) Y LA LONGITUD DE ESPIRAL (Ls) SE OBTENDRAN DE LA TABLA CORRESPONDIENTE SEGUN EL GRADO DE CURVATURA Y LA VELOCIDAD DEL DISEÑO.-
5. EL PERALTE MAXIMO SE REPARTIRA PROPORCIONAL A LA LONGITUD DE ESPIRAL, DEBIENDO SER EL PC o PT DE LA CURVA CIRCULAR, EL PUNTO MEDIO DE DICHA LONGITUD.-
6. EL GIRO NECESARIO PARA PRODUCIR EL PERALTE DEBERA SER HECHO ALREDEDOR DE LA LINEA CENTRAL ESPIRALADA.- ( VER FIGURAS 2 Y 3 ).-
7. LA DISTANCIA PARA DESARROLLAR EL BOMBEO DEL LADO EXTERIOR DE LA CARRETERA, (Db) DE LA FIGURA 2, VARIA CONFORME A LA VELOCIDAD.-
8. EL SOBRESANCHO MAXIMO EN CURVA (So) SE OBTENDRA DE LA TABLA CORRESPONDIENTE, SEGUN EL ANCHO DE PAVIMENTO, GRADO DE CURVATURA Y VELOCIDAD DE DISEÑO.-
9. EL SOBRESANCHO MAXIMO SE REPARTIRA PROPORCIONAL A LA LONGITUD DE ESPIRAL DEBIENDO SER EL (PC) O (PT) DE LA CURVA CIRCULAR EL PUNTO MEDIO DE DICHA LONGITUD.-

|    | 30KPH | 40KPH | 50KPH | 60KPH | 70KPH | 80KPH | 90KPH | 100KPH | 110KPH | 120KPH |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Db | 27    | 30    | 33    | 37    | 40    | 43    | 46    | 50     | 53     | 56     |

|                                                                                                                                                          |                                                                     |                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>USAC</b><br/>FACULTAD DE INGENIERIA<br/>UNIDAD DE E.P.S.</p> |                                                                     | PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO CARRETERA</b><br>CONTIENE: <b>SECCION TIPICA Y DETALLES</b><br>UBICACION: <b>ALDEA LOS RISCOS</b> |
|                                                                                                                                                          |                                                                     | DIBUJO: <u>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ</u><br><small>CARNE: 2001 13569</small>                                           |
| CALCULO: <u>DORIAN RENATO CABRERA MELENDEZ</u><br><small>CARNE: 2001 13569</small>                                                                       | Vo.Bo.: _____<br><small>AGOSTO 2011</small><br><small>FECHA</small> | APROBO: _____<br><small>FECHA</small>                                                                                       |
| ESCALA: <b>INDICADA</b>                                                                                                                                  |                                                                     | HOJA No. <b>6A / 6</b>                                                                                                      |

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### Mapa de zonificación sísmica en Guatemala



### Metodo SEAOC, factor Z para sismos

| RIESGO                               | ZONA | COEFICIENTE<br>Z |
|--------------------------------------|------|------------------|
| Ausencia de Daño Sísmico             | 0    | 0                |
| Daño menor (intensidad de 5 y 6 EMM) | 1    | 0,25             |
| Daño moderado (intensidad 7 EMM)     | 2    | 0,5              |
| Daño mayor (intensidad 8 y mas EMM)  | 3    | 1                |

## ANEXO 2

### Coeficientes para momentos negativos en losas

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l^2$$

donde w = carga muerta más viva uniforme total

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l^2$$

| Relación<br>$m = \frac{l_a}{l_b}$ | Caso 1 | Caso 2 | Caso 3 | Caso 4 | Caso 5 | Caso 6 | Caso 7 | Caso 8 | Caso 9 |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1.00                              |        | 0.045  | 0.076  | 0.050  | 0.075  | 0.071  | 0.071  | 0.033  | 0.061  |
|                                   |        | 0.045  |        | 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  |        | 0.045  |        |        |        | 0.056  | 0.029  |
| 0.90                              |        | 0.055  | 0.070  | 0.060  | 0.080  | 0.079  | 0.062  | 0.043  | 0.068  |
|                                   |        | 0.037  |        | 0.040  |        |        |        | 0.052  | 0.025  |
| 0.85                              |        | 0.060  | 0.065  | 0.066  | 0.082  | 0.083  | 0.057  | 0.049  | 0.072  |
|                                   |        | 0.031  |        | 0.034  |        |        |        | 0.046  | 0.021  |
| 0.80                              |        | 0.065  | 0.061  | 0.071  | 0.083  | 0.086  | 0.051  | 0.055  | 0.075  |
|                                   |        | 0.027  |        | 0.029  |        |        |        | 0.041  | 0.017  |
| 0.75                              |        | 0.069  | 0.056  | 0.076  | 0.085  | 0.088  | 0.044  | 0.061  | 0.078  |
|                                   |        | 0.022  |        | 0.024  |        |        |        | 0.036  | 0.014  |
| 0.70                              |        | 0.074  | 0.050  | 0.081  | 0.086  | 0.091  | 0.038  | 0.068  | 0.081  |
|                                   |        | 0.017  |        | 0.019  |        |        |        | 0.029  | 0.011  |
| 0.65                              |        | 0.077  | 0.043  | 0.085  | 0.087  | 0.093  | 0.031  | 0.074  | 0.083  |
|                                   |        | 0.014  |        | 0.015  |        |        |        | 0.024  | 0.008  |
| 0.60                              |        | 0.081  | 0.035  | 0.089  | 0.088  | 0.095  | 0.024  | 0.080  | 0.085  |
|                                   |        | 0.010  |        | 0.011  |        |        |        | 0.018  | 0.006  |
| 0.55                              |        | 0.084  | 0.028  | 0.092  | 0.089  | 0.096  | 0.019  | 0.085  | 0.086  |
|                                   |        | 0.007  |        | 0.008  |        |        |        | 0.014  | 0.005  |
| 0.50                              |        | 0.086  | 0.022  | 0.094  | 0.090  | 0.097  | 0.014  | 0.089  | 0.088  |
|                                   |        | 0.006  |        | 0.006  |        |        |        | 0.010  | 0.003  |

Fuente: Nilson Arthur. Diseño de estructuras de concreto página 378

### ANEXO 3

#### Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas

$$M_{a,positiva} = C_{a,d} w l^2 \quad \text{donde } w = \text{carga muerta uniforme total}$$

$$M_{b,positiva} = C_{b,d} w l^2$$

| Relación    | Caso 1                   | Caso 2                   | Caso 3                   | Caso 4                   | Caso 5                   | Caso 6                   | Caso 7                   | Caso 8                   | Caso 9                   |
|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| $l_b$       | <input type="checkbox"/> |
| <b>1.00</b> | $C_{a,d}$<br>0.036       | $C_{a,d}$<br>0.018       | $C_{a,d}$<br>0.018       | $C_{a,d}$<br>0.027       | $C_{a,d}$<br>0.027       | $C_{a,d}$<br>0.033       | $C_{a,d}$<br>0.027       | $C_{a,d}$<br>0.020       | $C_{a,d}$<br>0.023       |
|             | $C_{b,d}$<br>0.036       | $C_{b,d}$<br>0.018       | $C_{b,d}$<br>0.027       | $C_{b,d}$<br>0.027       | $C_{b,d}$<br>0.018       | $C_{b,d}$<br>0.027       | $C_{b,d}$<br>0.033       | $C_{b,d}$<br>0.023       | $C_{b,d}$<br>0.020       |
| <b>0.95</b> | $C_{a,d}$<br>0.040       | $C_{a,d}$<br>0.020       | $C_{a,d}$<br>0.021       | $C_{a,d}$<br>0.030       | $C_{a,d}$<br>0.028       | $C_{a,d}$<br>0.036       | $C_{a,d}$<br>0.031       | $C_{a,d}$<br>0.022       | $C_{a,d}$<br>0.024       |
|             | $C_{b,d}$<br>0.033       | $C_{b,d}$<br>0.016       | $C_{b,d}$<br>0.025       | $C_{b,d}$<br>0.024       | $C_{b,d}$<br>0.015       | $C_{b,d}$<br>0.024       | $C_{b,d}$<br>0.031       | $C_{b,d}$<br>0.021       | $C_{b,d}$<br>0.017       |
| <b>0.90</b> | $C_{a,d}$<br>0.045       | $C_{a,d}$<br>0.022       | $C_{a,d}$<br>0.025       | $C_{a,d}$<br>0.033       | $C_{a,d}$<br>0.029       | $C_{a,d}$<br>0.039       | $C_{a,d}$<br>0.035       | $C_{a,d}$<br>0.025       | $C_{a,d}$<br>0.026       |
|             | $C_{b,d}$<br>0.029       | $C_{b,d}$<br>0.014       | $C_{b,d}$<br>0.024       | $C_{b,d}$<br>0.022       | $C_{b,d}$<br>0.013       | $C_{b,d}$<br>0.021       | $C_{b,d}$<br>0.028       | $C_{b,d}$<br>0.019       | $C_{b,d}$<br>0.015       |
| <b>0.85</b> | $C_{a,d}$<br>0.050       | $C_{a,d}$<br>0.024       | $C_{a,d}$<br>0.029       | $C_{a,d}$<br>0.036       | $C_{a,d}$<br>0.031       | $C_{a,d}$<br>0.042       | $C_{a,d}$<br>0.040       | $C_{a,d}$<br>0.029       | $C_{a,d}$<br>0.028       |
|             | $C_{b,d}$<br>0.026       | $C_{b,d}$<br>0.012       | $C_{b,d}$<br>0.022       | $C_{b,d}$<br>0.019       | $C_{b,d}$<br>0.011       | $C_{b,d}$<br>0.017       | $C_{b,d}$<br>0.025       | $C_{b,d}$<br>0.017       | $C_{b,d}$<br>0.013       |
| <b>0.80</b> | $C_{a,d}$<br>0.056       | $C_{a,d}$<br>0.026       | $C_{a,d}$<br>0.034       | $C_{a,d}$<br>0.039       | $C_{a,d}$<br>0.032       | $C_{a,d}$<br>0.045       | $C_{a,d}$<br>0.045       | $C_{a,d}$<br>0.032       | $C_{a,d}$<br>0.029       |
|             | $C_{b,d}$<br>0.023       | $C_{b,d}$<br>0.011       | $C_{b,d}$<br>0.020       | $C_{b,d}$<br>0.016       | $C_{b,d}$<br>0.009       | $C_{b,d}$<br>0.015       | $C_{b,d}$<br>0.022       | $C_{b,d}$<br>0.015       | $C_{b,d}$<br>0.010       |
| <b>0.75</b> | $C_{a,d}$<br>0.061       | $C_{a,d}$<br>0.028       | $C_{a,d}$<br>0.040       | $C_{a,d}$<br>0.043       | $C_{a,d}$<br>0.033       | $C_{a,d}$<br>0.048       | $C_{a,d}$<br>0.051       | $C_{a,d}$<br>0.036       | $C_{a,d}$<br>0.031       |
|             | $C_{b,d}$<br>0.019       | $C_{b,d}$<br>0.009       | $C_{b,d}$<br>0.018       | $C_{b,d}$<br>0.013       | $C_{b,d}$<br>0.007       | $C_{b,d}$<br>0.012       | $C_{b,d}$<br>0.020       | $C_{b,d}$<br>0.013       | $C_{b,d}$<br>0.007       |
| <b>0.70</b> | $C_{a,d}$<br>0.068       | $C_{a,d}$<br>0.030       | $C_{a,d}$<br>0.046       | $C_{a,d}$<br>0.046       | $C_{a,d}$<br>0.035       | $C_{a,d}$<br>0.051       | $C_{a,d}$<br>0.058       | $C_{a,d}$<br>0.040       | $C_{a,d}$<br>0.033       |
|             | $C_{b,d}$<br>0.016       | $C_{b,d}$<br>0.007       | $C_{b,d}$<br>0.016       | $C_{b,d}$<br>0.011       | $C_{b,d}$<br>0.005       | $C_{b,d}$<br>0.009       | $C_{b,d}$<br>0.017       | $C_{b,d}$<br>0.011       | $C_{b,d}$<br>0.006       |
| <b>0.65</b> | $C_{a,d}$<br>0.074       | $C_{a,d}$<br>0.032       | $C_{a,d}$<br>0.054       | $C_{a,d}$<br>0.050       | $C_{a,d}$<br>0.036       | $C_{a,d}$<br>0.054       | $C_{a,d}$<br>0.065       | $C_{a,d}$<br>0.044       | $C_{a,d}$<br>0.034       |
|             | $C_{b,d}$<br>0.013       | $C_{b,d}$<br>0.006       | $C_{b,d}$<br>0.014       | $C_{b,d}$<br>0.009       | $C_{b,d}$<br>0.004       | $C_{b,d}$<br>0.007       | $C_{b,d}$<br>0.014       | $C_{b,d}$<br>0.009       | $C_{b,d}$<br>0.005       |
| <b>0.60</b> | $C_{a,d}$<br>0.081       | $C_{a,d}$<br>0.034       | $C_{a,d}$<br>0.062       | $C_{a,d}$<br>0.053       | $C_{a,d}$<br>0.037       | $C_{a,d}$<br>0.056       | $C_{a,d}$<br>0.073       | $C_{a,d}$<br>0.048       | $C_{a,d}$<br>0.036       |
|             | $C_{b,d}$<br>0.010       | $C_{b,d}$<br>0.004       | $C_{b,d}$<br>0.011       | $C_{b,d}$<br>0.007       | $C_{b,d}$<br>0.003       | $C_{b,d}$<br>0.006       | $C_{b,d}$<br>0.012       | $C_{b,d}$<br>0.007       | $C_{b,d}$<br>0.004       |
| <b>0.55</b> | $C_{a,d}$<br>0.088       | $C_{a,d}$<br>0.035       | $C_{a,d}$<br>0.071       | $C_{a,d}$<br>0.056       | $C_{a,d}$<br>0.038       | $C_{a,d}$<br>0.058       | $C_{a,d}$<br>0.081       | $C_{a,d}$<br>0.052       | $C_{a,d}$<br>0.037       |
|             | $C_{b,d}$<br>0.008       | $C_{b,d}$<br>0.003       | $C_{b,d}$<br>0.009       | $C_{b,d}$<br>0.005       | $C_{b,d}$<br>0.002       | $C_{b,d}$<br>0.004       | $C_{b,d}$<br>0.009       | $C_{b,d}$<br>0.005       | $C_{b,d}$<br>0.003       |
| <b>0.50</b> | $C_{a,d}$<br>0.095       | $C_{a,d}$<br>0.037       | $C_{a,d}$<br>0.080       | $C_{a,d}$<br>0.059       | $C_{a,d}$<br>0.039       | $C_{a,d}$<br>0.061       | $C_{a,d}$<br>0.089       | $C_{a,d}$<br>0.056       | $C_{a,d}$<br>0.038       |
|             | $C_{b,d}$<br>0.006       | $C_{b,d}$<br>0.002       | $C_{b,d}$<br>0.007       | $C_{b,d}$<br>0.004       | $C_{b,d}$<br>0.001       | $C_{b,d}$<br>0.003       | $C_{b,d}$<br>0.007       | $C_{b,d}$<br>0.004       | $C_{b,d}$<br>0.002       |

Fuente: Nilson Arthur. Diseño de estructuras de concreto página 379

## ANEXO 4

### Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas

$$M_{a,poz,i} = C_{a,i} w l_i^2$$

donde w = carga viva uniforme total

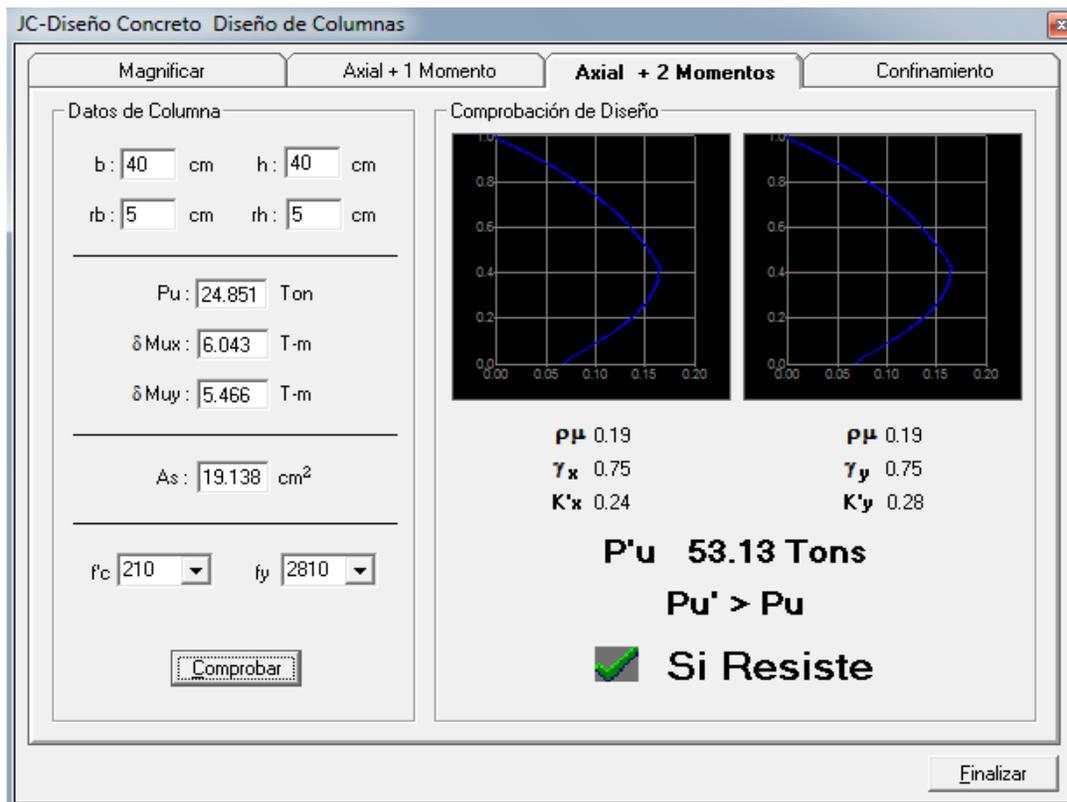
$$M_{b,poz,ii} = C_{b,ii} w l_i^2$$

| Relación<br>$m = \frac{l_a}{l_b}$ | Caso 1                                            | Caso 2                                                | Caso 3                                       | Caso 4                                       | Caso 5                                       | Caso 6                                       | Caso 7                                       | Caso 8                                       | Caso 9                                       |                                              |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                   | <input type="text"/>                              | <input type="text"/>                                  | <input type="text"/>                         | <input type="text"/>                         | <input type="text"/>                         | <input type="text"/>                         | <input type="text"/>                         | <input type="text"/>                         | <input type="text"/>                         |                                              |
| 1.00                              | $\begin{matrix} C_{a,i} \\ C_{b,ii} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.036 \\ 0.036 \end{matrix}$          | $\begin{matrix} 0.027 \\ 0.027 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.027 \\ 0.032 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.032 \\ 0.032 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.032 \\ 0.027 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.035 \\ 0.032 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.032 \\ 0.035 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.028 \\ 0.030 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.030 \\ 0.028 \end{matrix}$ |
| 0.95                              | $\begin{matrix} C_{a,i} \\ C_{b,ii} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.040 \\ \mathbf{0.033} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.030 \\ 0.025 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.031 \\ 0.029 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.035 \\ 0.029 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.034 \\ 0.024 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.038 \\ 0.029 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.036 \\ 0.032 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.031 \\ 0.027 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.032 \\ 0.025 \end{matrix}$ |
| 0.90                              | $\begin{matrix} C_{a,i} \\ C_{b,ii} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.045 \\ 0.029 \end{matrix}$          | $\begin{matrix} 0.034 \\ 0.022 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.035 \\ 0.027 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.039 \\ 0.026 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.037 \\ 0.021 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.042 \\ 0.025 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.040 \\ 0.029 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.035 \\ 0.024 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.036 \\ 0.022 \end{matrix}$ |
| 0.85                              | $\begin{matrix} C_{a,i} \\ C_{b,ii} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.050 \\ 0.026 \end{matrix}$          | $\begin{matrix} 0.037 \\ 0.019 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.040 \\ 0.024 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.043 \\ 0.023 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.041 \\ 0.019 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.046 \\ 0.022 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.045 \\ 0.026 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.040 \\ 0.022 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.039 \\ 0.020 \end{matrix}$ |
| 0.80                              | $\begin{matrix} C_{a,i} \\ C_{b,ii} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.056 \\ 0.023 \end{matrix}$          | $\begin{matrix} 0.041 \\ 0.017 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.045 \\ 0.022 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.048 \\ 0.020 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.044 \\ 0.016 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.051 \\ 0.019 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.051 \\ 0.023 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.044 \\ 0.019 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.042 \\ 0.017 \end{matrix}$ |
| 0.75                              | $\begin{matrix} C_{a,i} \\ C_{b,ii} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.061 \\ 0.019 \end{matrix}$          | $\begin{matrix} 0.045 \\ 0.014 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.051 \\ 0.019 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.052 \\ 0.016 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.047 \\ 0.013 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.055 \\ 0.016 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.056 \\ 0.020 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.049 \\ 0.016 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.046 \\ 0.013 \end{matrix}$ |
| 0.70                              | $\begin{matrix} C_{a,i} \\ C_{b,ii} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.068 \\ 0.016 \end{matrix}$          | $\begin{matrix} 0.049 \\ 0.012 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.057 \\ 0.016 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.057 \\ 0.014 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.051 \\ 0.011 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.060 \\ 0.013 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.063 \\ 0.017 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.054 \\ 0.014 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.050 \\ 0.011 \end{matrix}$ |
| 0.65                              | $\begin{matrix} C_{a,i} \\ C_{b,ii} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.074 \\ 0.013 \end{matrix}$          | $\begin{matrix} 0.053 \\ 0.010 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.064 \\ 0.014 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.062 \\ 0.011 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.055 \\ 0.009 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.064 \\ 0.010 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.070 \\ 0.014 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.059 \\ 0.011 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.054 \\ 0.009 \end{matrix}$ |
| 0.60                              | $\begin{matrix} C_{a,i} \\ C_{b,ii} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.081 \\ 0.010 \end{matrix}$          | $\begin{matrix} 0.058 \\ 0.007 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.071 \\ 0.011 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.067 \\ 0.009 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.059 \\ 0.007 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.068 \\ 0.008 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.077 \\ 0.011 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.065 \\ 0.009 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.059 \\ 0.007 \end{matrix}$ |
| 0.55                              | $\begin{matrix} C_{a,i} \\ C_{b,ii} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.088 \\ 0.008 \end{matrix}$          | $\begin{matrix} 0.062 \\ 0.006 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.080 \\ 0.009 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.072 \\ 0.007 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.063 \\ 0.005 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.073 \\ 0.006 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.085 \\ 0.009 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.070 \\ 0.007 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.063 \\ 0.006 \end{matrix}$ |
| 0.50                              | $\begin{matrix} C_{a,i} \\ C_{b,ii} \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.095 \\ 0.006 \end{matrix}$          | $\begin{matrix} 0.066 \\ 0.004 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.088 \\ 0.007 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.077 \\ 0.005 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.067 \\ 0.004 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.078 \\ 0.005 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.092 \\ 0.007 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.076 \\ 0.005 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0.067 \\ 0.004 \end{matrix}$ |

Fuente: Nilson Arthur, Diseño de estructuras de concreto página 380

## ANEXO 5

### Valor de $K'_x$ y $K'_y$



Fuente: Julio Corado Franco. Programa para el diseño completo de marcos de concreto reforzado, Jc Diseño concreto. Facultad de ingeniería USAC 1998

## ANEXO 6

### Características geométricas para diferentes tipos de carreteras.

#### CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

VALORES LÍMITES RECOMENDADOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA EN ESTADO FINAL

| T.P.D.<br>de | CARRETERA  | VELOCIDAD<br>DE DISEÑO<br>(K.P.H.) | ANCHO<br>CALZADA<br>(Mts.) | ANCHO DE TERRACERIA |                   | DERECHO<br>DE VÍA<br>(Mts.) | RADIO<br>MÍNIMO<br>(Mts.) | PENDIENTE<br>MÁXIMA<br>(Mts.) | DISTANCIA VISIBILIDAD PARADA |                       | DISTANCIA VISIBILIDAD PASO |                       |
|--------------|------------|------------------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
|              |            |                                    |                            | CORTE<br>(Mts.)     | RELLENO<br>(Mts.) |                             |                           |                               | MÍNIMA<br>(Mts.)             | RECOMENDADA<br>(Mts.) | MÍNIMA<br>(Mts.)           | RECOMENDADA<br>(Mts.) |
| 3,000<br>A   | TIPO "A"   |                                    | 2 x 7.20                   | 25                  | 24                | 50                          |                           |                               |                              |                       |                            |                       |
|              | REGIONES   |                                    |                            |                     |                   |                             |                           |                               |                              |                       |                            |                       |
|              | LLANAS     | 100                                |                            |                     |                   |                             | 375                       | 3                             | 160                          | 200                   | 700                        | 750                   |
|              | ONDULADAS  | 80                                 |                            |                     |                   |                             | 225                       | 4                             | 110                          | 150                   | 520                        | 550                   |
| 6112425      | MONTAÑOSAS | 60                                 |                            |                     |                   |                             | 110                       | 5                             | 70                           | 100                   | 350                        | 400                   |
| 1,500<br>A   | TIPO "B"   |                                    | 7.20                       | 13                  | 12                | 25                          |                           |                               |                              |                       |                            |                       |
|              | REGIONES   |                                    |                            |                     |                   |                             |                           |                               |                              |                       |                            |                       |
|              | LLANAS     | 80                                 |                            |                     |                   |                             | 225                       | 6                             | 110                          | 150                   | 520                        | 550                   |
|              | ONDULADAS  | 60                                 |                            |                     |                   |                             | 110                       | 7                             | 70                           | 100                   | 350                        | 400                   |
| 3,000        | MONTAÑOSAS | 40                                 |                            |                     |                   |                             | 47                        | 8                             | 40                           | 50                    | 180                        | 200                   |
| 900<br>A     | TIPO "C"   |                                    | 6.50                       | 12                  | 11                | 25                          |                           |                               |                              |                       |                            |                       |
|              | REGIONES   |                                    |                            |                     |                   |                             |                           |                               |                              |                       |                            |                       |
|              | LLANAS     | 80                                 |                            |                     |                   |                             | 225                       | 6                             | 110                          | 150                   | 520                        | 550                   |
|              | ONDULADAS  | 60                                 |                            |                     |                   |                             | 110                       | 7                             | 70                           | 100                   | 350                        | 400                   |
| 1,500        | MONTAÑOSAS | 40                                 |                            |                     |                   |                             | 47                        | 8                             | 40                           | 50                    | 180                        | 200                   |
| 500<br>A     | TIPO "D"   |                                    | 6.00                       | 11                  | 10                | 25                          |                           |                               |                              |                       |                            |                       |
|              | REGIONES   |                                    |                            |                     |                   |                             |                           |                               |                              |                       |                            |                       |
|              | LLANAS     | 80                                 |                            |                     |                   |                             | 225                       | 6                             | 110                          | 150                   | 520                        | 550                   |
|              | ONDULADAS  | 60                                 |                            |                     |                   |                             | 110                       | 7                             | 70                           | 100                   | 350                        | 400                   |
| 900          | MONTAÑOSAS | 40                                 |                            |                     |                   |                             | 47                        | 8                             | 40                           | 50                    | 180                        | 200                   |
| 100<br>A     | TIPO "E"   |                                    | 5.50                       | 9.50                | 8.50              | 25                          |                           |                               |                              |                       |                            |                       |
|              | REGIONES   |                                    |                            |                     |                   |                             |                           |                               |                              |                       |                            |                       |
|              | LLANAS     | 50                                 |                            |                     |                   |                             | 75                        | 8                             | 55                           | 70                    | 260                        | 300                   |
|              | ONDULADAS  | 40                                 |                            |                     |                   |                             | 47                        | 9                             | 40                           | 50                    | 180                        | 200                   |
| 500          | MONTAÑOSAS | 30                                 |                            |                     |                   |                             | 30                        | 10                            | 30                           | 35                    | 110                        | 150                   |
| 10<br>A      | TIPO "F"   |                                    | 5.50                       | 9.50                | 8.50              | 15                          |                           |                               |                              |                       |                            |                       |
|              | REGIONES   |                                    |                            |                     |                   |                             |                           |                               |                              |                       |                            |                       |
|              | LLANAS     | 40                                 |                            |                     |                   |                             | 47                        | 10                            | 40                           | 50                    | 180                        | 200                   |
|              | ONDULADAS  | 30                                 |                            |                     |                   |                             | 30                        | 12                            | 30                           | 35                    | 110                        | 150                   |
| 100          | MONTAÑOSAS | 20                                 |                            |                     |                   |                             | 18                        | 14                            | 20                           | 25                    | 80                         | 100                   |

**ESTRUCTURAS:**

CARGA: ..... H-15-S-12

ALTURA LIBRE: ..... 4.75 mts

ANCHO RODADURA: ..... 7.90 mts

**ESFUERZOS UNITARIOS:**

Concreto Clase "A": 3,000,000 Libras / Pulgada cuadrada

Aero de Refuerzo: 18,000,000 Libras / Pulgada cuadrada

Aero Estructural: 33,000,000 Libras / Pulgada cuadrada

(\*) Distancia de Visibilidad de Pareda = Longitud mínima de Curva Vertical

**NOTAS:**

- 1.- T.P.D.: Promedio de Tráfico Diario
- 2.- La Sección Típica para Carreteras Tipo "A", incluye una señal de 1.50 mts. de Ancho
- 3.- Las Características de las Estructuras son generales para todos los tipos de Cametas, con excepción de la Típica "A", en donde el ancho es Doble
- 4.- La calidad de la Capa de recubrimiento de la Calzada podrá ser para Carreteras Tipo "A": Hormigón, Concreto Asfáltico (Frio o Caliente) o Tratamiento Superficial Múltiple; para Tipo "B" y "C": Concreto Asfáltico (Frio o Caliente) o Tratamiento Superficial Doble; para Tipo "D": Tratamiento Superficial Doble; para Tipo "E": Tratamiento Superficial Simple y para Tipo "F": Recubrimiento de Materiales Selectos. Los Recubrimientos para las Carreteras, desde el Tipo "A" al "F", dependerán de las características mecánicas del suelo y de las propiedades de los materiales de construcción de la zona.

DEPARTAMENTO TÉCNICO DE INGENIERÍA, D.D.C.

Fuente: Departamento Técnico de Ingeniería Caminos, tabla Geométrica para carretera.

