



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

**DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL PARA SAN FRANCISCO LA UNIÓN Y DEL TRAMO
CARRETERO DE LA ALDEA XEAJ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN A LA
ALDEA CAJOLÁ CHIQUITO, MUNICIPIO DE CAJOLÁ, QUETZALTENANGO**

Edwin Eduardo González Gómez

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, febrero de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL PARA SAN FRANCISCO LA UNIÓN Y DEL TRAMO
CARRETERO DE LA ALDEA XEAJ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN A LA
ALDEA CAJOLÁ CHIQUITO, MUNICIPIO DE CAJOLÁ, QUETZALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDWIN EDUARDO GONZÁLEZ GÓMEZ

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL PARA SAN FRANCISCO LA UNIÓN Y DEL TRAMO CARRETERO DE LA ALDEA XEAJ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN A LA ALDEA CAJOLÁ CHIQUITO, MUNICIPIO DE CAJOLÁ, QUETZALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 29 de enero de 2013.



Edwin Eduardo González Gómez



Guatemala, 17 de octubre de 2013
Ref.EPS.DOC.1138.10.13

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Merck Cos.


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Edwin Eduardo González Gómez** con carné No. **200431094**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL PARA SAN FRANCISCO LA UNIÓN Y DEL TRAMO CARRETERO DE LA ALDEA XEAJ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN A LA ALDEA CAJOLÁ CHIQUITO MUNICIPIO DE CAJOLÁ, QUETZALTENANGO,**.

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. Luis Gregorio Alfaro Veliz
Asesor-Supervisor de EPS
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
LGAV/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, 12 de Noviembre de 2013

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

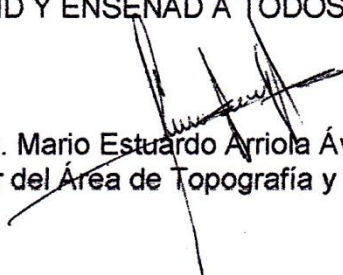
Estimado Ingeniero Montenegro:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación "DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL PARA SAN FRANCISCO LA UNIÓN Y DEL TRAMO CARRETERO DE LA ALDEA XEAJ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN A LA ALDEA CAJOLÁ CHIQUITO MUNICIPIO DE CAJOLÁ, QUETZALTENANGO" desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edwin Eduardo González Gómez con carné 200431094, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
27 de enero de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL PARA SAN FRANCISCO LA UNIÓN Y DEL TRAMO CARRETERO DE LA ALDEA XEAJ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN A LA ALDEA CAJOLÁ CHIQUITO MUNICIPIO DE CAJOLÁ, QUETZALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edwin Eduardo González Gómez, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 03 de febrero de 2014
Ref.EPS.D.42.02.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL PARA SAN FRANCISCO LA UNIÓN Y DEL TRAMO CARRETERO DE LA ALDEA XEAJ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN A LA ALDEA CAJOLÁ CHIQUITO MUNICIPIO DE CAJOLÁ, QUETZALTENANGO,,** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Edwin Eduardo González Gómez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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 Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez
Director Unidad de EPS



SJRS/ra

Universidad de San
Carlos de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de Lingüística

Guatemala, 19 de febrero de 2014
Ling.9/14

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

Señor director:

Por este medio hago de su conocimiento que la Unidad de Lingüística hace una modificación al título del trabajo de graduación del estudiante **Edwin Eduardo González Gómez**, con número de carné: **2004-31094** el cual fue aprobado de acuerdo al protocolo como: **DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL PARA SAN FRANCISCO LA UNIÓN Y DEL TRAMO CARRETERO DE LA ALDEA XEAJ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN A LA ALDEA CAJOLÁ CHIQUITO MUNICIPIO DE CAJOLÁ, QUETZALTENANGO.**

La Unidad modifica el título del trabajo en virtud de que el mismo no está bien redactado y propone la siguiente forma: **DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL PARA SAN FRANCISCO LA UNIÓN Y DEL TRAMO CARRETERO DE LA ALDEA XEAJ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN A LA ALDEA CAJOLÁ CHIQUITO, MUNICIPIO DE CAJOLÁ, QUETZALTENANGO.**



Cc. Archivo



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Edwin Eduardo González Gómez, titulado **DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL PARA SAN FRANCISCO LA UNIÓN Y DEL TRAMO CARRETERO DE LA ALDEA XEAJ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN A LA ALDEA CAJOLÁ CHIQUITO, MUNICIPIO DE CAJOLÁ, QUETZALTENANGO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero 2014

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala

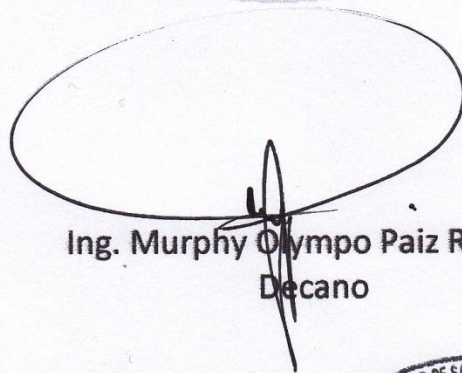


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 078.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL PARA SAN FRANCISCO LA UNIÓN Y DEL TRAMO CARRETERO DE LA ALDEA XEAJ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN A LA ALDEA CAJOLÁ CHIQUITO, MUNICIPIO DE CAJOLÁ, QUETZALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Edwin Eduardo González Gómez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 21 de febrero de 2014



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la oportunidad de conocerlo a una edad clave de mi vida.
- Mis padres** Edwin A. González y Marina Gómez, por la confianza durante todo este tiempo.
- Mis hermanos** Emanuel, Hansen y Luis González, por su apoyo incondicional.
- Mi abuela** Sebastina Maldonado, por su amor y apoyo durante todo este tiempo.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por su misericordia derramada en mi vida cada mañana.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por haberme albergado durante todo el tiempo de mi carrera.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme forjar uno de mis anhelos.
Mis padres	Edwin A. González y Marina Gómez, por su apoyo incondicional y su amor para transmitirme sabiduría en momentos difíciles.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. MONOGRAFÍA.....	1
1.1. Monografía	1
1.1.1. Aspectos generales del municipio	1
1.1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.1.2. Extensión territorial	2
1.1.1.3. Fiesta titular	2
1.1.1.4. Población.....	2
1.1.1.5. Clima	3
1.1.2. Aspectos de infraestructura	3
1.1.2.1. Vías de acceso	3
1.1.2.2. Servicios públicos	4
1.1.2.2.1. Educación.....	4
1.1.2.2.2. Salud	4
1.1.2.2.3. Agua potable	4
1.1.2.2.4. Drenajes	4
1.1.2.2.5. Energía eléctrica.....	5
1.1.3. Aspectos socioeconómicos.....	5
1.1.3.1. Orígenes	5

	1.1.3.2.	Actividad económica	5
1.1.4.		Investigación diagnóstica sobre necesidades básicas y de infraestructura del municipio.....	6
	1.1.4.1.	Descripción de las necesidades	6
	1.1.4.2.	Evaluación y priorización de las necesidades	7
1.1.5.		Organización general	7
	1.1.5.1.	Funcionamiento de la corporación municipal	7
	1.1.5.2.	Organización comunitaria e instituciones.....	8
1.2.		Estudio sobre mercados.....	9
	1.2.1.	Descripción de mercado municipal.....	9
	1.2.2.	Reglas para la planificación de un mercado municipal	11
	1.2.3.	Factores generales para diseñar	11
	1.2.4.	Recomendaciones para un mercado y el equipamiento.....	12
	1.2.5.	Áreas mínimas a considerar	12
	1.2.6.	Situación actual del mercado	13
1.3.		Estudio sobre las condiciones actuales de drenajes y agua entubada	14
	1.3.1.	Generalidades	14
	1.3.2.	Tipos de sistemas	15
	1.3.3.	Topografía y selección de ruta	15
	1.3.4.	Diseño	15
2.		DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL.....	17
	2.1.	Diseño del edificio de mercado	17

2.1.1.	Levantamiento topográfico	17
2.1.2.	Diseño arquitectónico	18
2.1.3.	Estudio de suelos	18
2.1.3.1.	Ensayo triaxial	18
2.1.4.	Análisis y diseño estructural	22
2.1.4.1.	Dimensionamiento estructural	22
2.1.4.1.1.	Predimensionamiento de viga	22
2.1.4.1.2.	Predimensionamiento de columna	24
2.1.4.1.3.	Predimensionamiento de losa	28
2.1.4.2.	Distribución de cargas en vigas	29
2.1.4.3.	Fuerzas de sismo	33
2.1.4.3.1.	Fuerzas por nivel	39
2.1.4.3.2.	Fuerzas por marco	40
2.1.4.4.	Análisis estructural.....	50
2.1.4.4.1.	Análisis de marcos utilizando el método numérico de Kaní	50
2.1.4.4.2.	Análisis de marcos utilizando el software ETABS.....	78
2.1.4.4.3.	Momentos últimos por envolvente de momentos y cortes	79
2.1.4.4.4.	Diagramas finales de momentos y cortes.....	80

2.1.4.5.	Diseño estructural	84
2.1.4.5.1.	Diseño de viga	84
2.1.4.5.2.	Diseño de columna	90
2.1.4.5.3.	Diseño de losa	102
2.1.4.5.4.	Diseño de zapatas	115
2.1.4.5.5.	Diseño del muro de contención.....	129
2.1.4.5.6.	Diseño de gradas	132
2.1.4.6.	Análisis y diseño de instalaciones	135
2.1.4.6.1.	Instalaciones hidráulicas	135
2.1.4.6.2.	Instalaciones sanitarias.....	139
2.1.4.6.3.	Instalaciones eléctricas	142
2.1.4.6.4.	Instalaciones especiales	145
2.1.4.6.5.	Presupuesto	146
2.1.4.6.6.	Cronograma de ejecución	149
2.1.4.6.7.	Evaluación de Impacto Ambiental	150
3.	DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO DE LA ALDEA XEAJ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN A LA ALDEA CAJOLÁ CHQUITO, MUNICIPIO DE CAJOLÁ, QUETZALTENANGO.....	153
3.1.	Descripción del proyecto	153
3.2.	Levantamiento topográfico preliminar	153
3.3.	Estudio de suelos	154

3.3.1.	Granulometría.....	154
3.3.2.	Límites de Atterberg	155
3.3.3.	CBR	157
3.3.4.	Peso unitario suelto	158
3.3.5.	Proctor	158
3.4.	Cálculo topográfico.....	159
3.4.1.	Cálculo de niveles.....	159
3.4.2.	Cálculo de línea central	160
3.4.3.	Cálculo de secciones transversales.....	160
3.5.	Diseño de carretera	162
3.5.1.	Diseño de línea de localización	162
3.5.2.	Diseño de alineamiento horizontal.....	163
3.5.3.	Diseño de alineamiento vertical	169
3.5.4.	Sobre ancho en las curvas	175
3.6.	Movimiento de tierras	176
3.6.1.	Dibujo de secciones transversales	177
3.6.2.	Diseño de subrasante.....	177
3.6.3.	Tipo de carpeta rodadura	178
3.6.4.	Dibujo de secciones típicas	178
3.6.5.	Cálculo de volúmenes	180
	3.6.5.1. Curva de balance.....	184
	3.6.5.2. Diagrama de masas.....	185
3.7.	Drenajes	188
3.7.1.	Ubicación de drenajes	188
3.7.2.	Cálculo de áreas de descarga, método racional	188
3.7.3.	Diseño de alcantarilla transversal	192
3.7.4.	Diseño de cuneta.....	194
3.8.	Elaboración de planos	195

3.9.	Presupuesto	196
3.9.1.	Integración de precios unitarios.....	196
3.10.	Cronograma de ejecución física y financiera.....	197
3.11.	Evaluación de Impacto Ambiental	198
CONCLUSIONES.....		201
RECOMENDACIONES		203
BIBLIOGRAFÍA.....		205
APÉNDICES.....		207
ANEXOS.....		217

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de Quetzaltenango	2
2.	Dimensión de viga.....	24
3.	Área tributaria para columna	25
4.	Sección de columna.....	28
5.	Centro de masa, centro de rigidez	48
6.	Distribución de fuerza por nivel, marco 4	49
7.	Distribución de fuerza por nivel, marco D.....	49
8.	Momentos producidos por carga muerta en vigas, marco 4.....	72
9.	Momentos producidos por carga muerta en columnas,..... marco 4	72 72
10.	Momentos producidos por carga viva en vigas, marco 4	73
11.	Momentos producidos por carga viva en columnas, marco 4	73
12.	Momentos producidos por fuerza sísmica en vigas, marco 4.....	74
13.	Momentos producidos por fuerza sísmica en columnas, marco 4.....	74
14.	Momentos producidos por carga muerta en vigas, marco D.....	75
15.	Momentos producidos por carga muerta en columnas,..... marco D.....	75 75
16.	Momentos producidos por carga viva en vigas, marco D.....	76
17.	Momentos producidos por carga viva en columnas, marco D.....	76
18.	Momentos producidos por fuerza sísmica en vigas, marco D	77
19.	Momentos producidos por fuerza sísmica en columnas, marco D	77
20.	Envolvente de momentos, vigas, marco 4.....	80
21.	Envolvente de momentos, columnas, marco 4.....	81

22.	Envolvente de momentos, vigas, marco D.....	81
23.	Envolvente de momentos, columnas, marco D.....	82
24.	Diagrama de corte en vigas, marco 4	82
25.	Diagrama de corte en columnas, marco 4	83
26.	Diagrama de corte en vigas, marco D.....	83
27.	Diagrama de corte en columnas, marco D.....	84
28.	Sección de viga.....	88
29.	Sección longitudinal de viga	90
30.	Diagrama de interacción columna sótano	97
31.	Diagrama de interacción columna primer y segundo nivel.....	97
32.	Detalle de columna	102
33.	Planta de losas, primer nivel.....	103
34.	Diagrama de momentos balanceados de primer nivel	109
35.	Corte simple en zapata	118
36.	Corte punzonante en zapata.....	119
37.	Detalle de zapata concéntrica.....	122
38.	Diagrama de corte zapata combinada	125
39.	Detalle de zapata combinada	128
40.	Sección de muro	129
41.	Detalle de armado de gradas.....	135
42.	Método analítico.....	161
43.	Curva de transición	164
44.	Elementos de curva horizontal.....	165
45.	Componentes de curva vertical.....	170
46.	Sección típica en tangente.....	179
47.	Sección típica en curva	180
48.	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra	181
49.	Sección transversal con áreas de corte y relleno.....	182
50.	Sección transversal con áreas de relleno	182

51.	Diagrama de distancia de paso	183
52.	Diagrama de distancia de paso cálculo analítico	183
53.	Diagrama de masas	187
54.	Cuenca drenaje critico.....	189
55.	Sección de drenaje transversal llena al 90 %.....	193
56.	Determinación de tirante crítico.....	195

TABLAS

I.	Área húmeda	12
II.	Área semihúmeda	13
III.	Área seca	13
IV.	Valor soporte permisible, según el tipo de suelo	21
V.	Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas código ACI-318 08.....	23
VI.	Cargas vivas mínimas, uniformemente distribuidas	30
VII.	Fuerzas por nivel.....	40
VIII.	Rigideces por marco, segundo nivel.....	42
IX.	Rigideces por marco, primer nivel	43
X.	Rigideces por marco, sótano	43
XI.	Fuerzas actuantes por torsión por marco, segundo nivel	46
XII.	Fuerzas actuantes por torsión por marco, primer nivel.....	46
XIII.	Fuerzas actuantes por torsión por marco, sótano	47
XIV.	Cálculo de momentos en losas.....	106
XV.	Momento actuante en el muro	131
XVI.	Unidades de gasto Hunter.....	137
XVII.	Gastos probables método de Hunter (lts/s)	138
XVIII.	Unidades de descarga y diámetro en derivaciones	141
XIX.	Diámetro de derivaciones en colector	142

XX.	Presupuesto general para el proyecto	146
XXI.	Cronograma de ejecución	149
XXII.	Matriz de Loepold, modificada en la fase de construcción	150
XXIII.	Matriz de Loepold, modificada en la fase de operación	151
XXIV.	Clasificación típica para el uso de diferentes materiales.....	158
XXV.	Relación para dibujo de taludes	162
XXVI.	Resumen diseño geométrico.....	168
XXVII.	Valores de k según tipo de curva	170
XXVIII.	Resumen de curvas verticales	172
XXIX.	Coeficientes de escorrentía (C).....	190
XXX.	Tiempo de concentración	191
XXXI.	Presupuesto general para el proyecto	196
XXXII.	Cronograma de ejecución física y financiera.....	197
XXXIII.	Matriz de Loepold, modificada en la fase de construcción	198
XXXIV.	Matriz de Loepold, modificada en la fase de operación	199

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada
h	Altura
Δ	Ángulo de deflexión de la tangente
A	Área
As	Área de acero
As máx	Área de acero máxima
As mín	Área de acero mínima
Az	Azimut
CM	Carga muerta
CU	Carga última
W	Carga uniformemente distribuida
CV	Carga viva
Q	Caudal
O	Centro de la curva circular
Cu	Cohesión
Cm	Cuerda máxima
Df	Desplante
\emptyset	Diámetro
E	External
t	Espesor de un elemento
Fs	Factor de seguridad
Fa	Fuerza activa
Ff	Fuerza de fricción

G	Grado de curvatura
I	Inercia
A.C.I.	Instituto Americano del Concreto
Kg	Kilógramo
Kg/m²	Kilógramo por metro cuadrado
Kg/m³	Kilógramo por metro cúbico
Km	Kilómetro
PSI	Libras por pulgada cuadrada
L.L.	Límite líquido
L	Longitud
M	Momento
Mr	Momento resultante
MR	Módulo de ruptura
M	Ordenada media
S	Pendiente del terreno
Yc	Peso específico del concreto
Ys	Peso específico del suelo
%	Porcentaje
PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
R	Radio
fy	Resistencia del acero a tensión
f'c	Resistencia del concreto a compresión
ST	Sub tangente
TPDA	Tránsito promedio diario anual
Vs	Valor soporte del suelo
Π	3,1415926

GLOSARIO

Acarreo	Es el transporte de materiales no clasificados de préstamo o desperdicio a una distancia que excede de 1 kilómetro, menos la distancia de acarreo libre.
Acarreo libre	Comprende el transporte de cualquiera de los materiales no clasificados a una distancia límite de 500 metros.
Accesorios	Elemento secundario en la instalación de tuberías tales como codos, niples, coplas, tees.
ACI	American Concrete Institute (Instituto Americano del concreto).
Altimetría	Parte de la topografía que mide la altura en una extensión territorial.
Ángulo	Es la menor o mayor abertura que toman entre si dos líneas o dos planos que se cortan.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde 0 a 360 grados.

Balasto	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, con el objeto de protegerla, para que sirva de superficie de rodadura.
Carga muerta	Carga que permanece constante a través del tiempo.
Carga última	Es la suma de carga viva, más la carga muerta afectadas por factores de seguridad.
Carga viva	Carga no permanente en la estructura.
Caudal	Cantidad de agua en un tiempo determinado, expresado en m ³ /l ó l/s.
Concreto armado	Elemento homogéneo obtenido de la mezcla de cemento, arena, grava y agua, combinado con acero.
Concreto ciclópeo	Material de construcción obtenido de la mezcla de cemento, arena, grava y agua. El material pétreo es muy grueso.
Cuerda máxima	Es la distancia en la línea recta desde el principio de curva (PC) al punto de tangente (PT).
Deflexión	Desplazamiento vertical que sufre un miembro estructural sometido a flexión.

Derecho de vía	Es el derecho que tiene el estado de Guatemala o las municipalidades, sobre la faja de terreno.
Excentricidad	Distancia del punto de aplicación de una fuerza al baricentro de la sección sobre el cual actúa.
External	Es la distancia mínima que existe entre el punto de intersección (PI) y la curva.
Longitud de curva	Es la distancia desde el Pc al PT, medida a lo largo de la curva, según la definición, por arco de 20 metros.
Momento	Magnitud resultante del producto del valor de una fuerza por su distancia a un punto de referencia.
Ordenada media	Es la distancia radial entre el punto medio de la cuerda principal y el punto medio de la curva.
Punzonamiento	Efecto producido por una fuerza que insiste sobre una superficie pequeña, obligando a esta a penetrar en el interior del elemento o pieza a que pertenece.
Rasante	Es la línea que se obtiene al proyectar sobre el plano vertical, el desarrollo de la corona en la parte superior de la carretera.
Sección típica	Es la gráfica transversal y acotada, que muestra las partes componentes de una carretera.

RESUMEN

Este trabajo muestra, en el capítulo uno, las instituciones y fuentes que se utilizaron para esta investigación, así como los aspectos generales del municipio de San Francisco La Unión y una parte de la socioeconomía, vías de acceso principales, turismo y también, se podrá ver parte de la organización general en lo referente a la municipalidad y organizaciones comunitarias.

En el capítulo dos se hace referencia al servicio técnico profesional, en el cual se incluye el diseño del edificio del mercado, tanto estructural como arquitectónico. En este mismo capítulo se hace referencia a los diversos aspectos y criterios que se deben de tomar en cuenta para un análisis estructural.

En el capítulo tres se muestra el diseño geométrico del tramo carretero que viene a beneficiar a los municipios de San Francisco La Unión y Cajolá Chiquito, ambos pertenecientes al departamento de Quetzaltenango.

OBJETIVOS

General

Diseñar el mercado municipal y el tramo carretero para contribuir al mejoramiento del desarrollo, salud y bienestar de los habitantes del municipio de San Francisco La Unión, del departamento de Quetzaltenango.

Específicos

1. Realizar una investigación de tipo monográfico y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos de infraestructura del municipio de San Francisco La Unión, Quetzaltenango.
2. Diseñar y planificar el Edificio del Mercado del Municipio de San Francisco La Unión, Quetzaltenango.
3. Capacitar a la población del centro urbano de San Francisco La Unión para el mantenimiento de las instalaciones del mercado, así como el del tramo carretero.

INTRODUCCIÓN

Las necesidades en las comunidades del país son cada vez mayores ya que por el incremento de la población están obligadas a mejorar su infraestructura, logrando así mejorar el nivel de vida de los habitantes.

Tal es el caso de la cabecera municipal de San Francisco La Unión, y el municipio de Cajolá, que en la actualidad no cuentan con la infraestructura adecuada promoviendo el desarrollo e intercambio de una mejor manera.

Luego de realizar un diagnóstico de la situación actual, se determinaron proyectos para que a solicitud de vecinos y autoridades del lugar autoricen el diseño y planificación del proyecto denominado: Diseño del mercado municipal para San Francisco La Unión y del tramo carretero de la Aldea Xeaj, municipio de San Francisco La Unión a la aldea Cajolá Chiquito, Quetzaltenango.

El estudio corresponde básicamente en tomar en cuenta los aspectos que intervienen directa o indirectamente en el proceso de planificación, ejecución y uso de los mismos. Para ello en el parte inicial del presente trabajo se describen las características físicas, geográficas y socioeconómicas del municipio de San Francisco La Unión.

1. MONOGRAFÍA

1.1. Monografía

En la monografía del municipio de San Francisco La Unión, Quetzaltenango, Guatemala se describirán los datos relevantes de la ubicación y actividades comerciales que se desarrollan en dicho municipio.

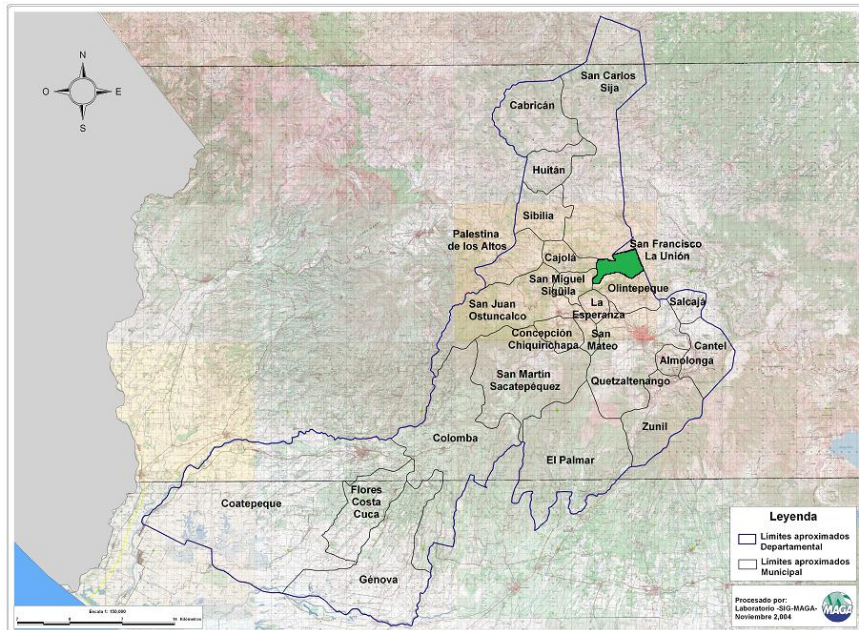
1.1.1. Aspectos generales del municipio

1.1.1.1. Ubicación y localización

Con base a los datos del diccionario Geográfico Nacional (1999) el municipio de San Francisco La Unión se encuentra situado en la parte norte del departamento de Quetzaltenango, en la Región VI o Región Sur-Occidental.

Limita al norte con el municipio de San Carlos Sija, (Quetzaltenango) y San Francisco el Alto (Totonicapán); al sur con los municipios de Olinstepeque y la Esperanza; al este con el municipio de San Andrés Xecul (Totonicapán); al oeste con el municipio de San Mateo y Cajolá. El municipio de San Francisco la Unión se encuentra a una distancia de 16 kilómetros de la cabecera departamental de Quetzaltenango y a 217 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala se encuentra en las coordenadas geográficas, latitud norte 91° 32' 35" y longitud oeste 14° 55' 28".

Figura 1. **Mapa de Quetzaltenango**



Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA).

1.1.1.2. Extensión territorial

El municipio de San Francisco La Unión cuenta con una extensión territorial de 32 kilómetros cuadrados.

1.1.1.3. Fiesta titular

La fiesta titular del municipio se celebra del 2 al 4 de octubre.

1.1.1.4. Población

Según datos del censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística (2002) y las proyecciones para el 2010, la población del municipio de San

Francisco La Unión asciende a un total de 7 596 habitantes, de ellos 44,45 % son hombres y 55,55 % mujeres; el 99,82 % de la población pertenece a la comunidad lingüística k'iche, del pueblo maya, el 0,18 % a la población mestiza. Al mismo tiempo se registra que el idioma materno del 87,82 % de la población es el k'iche y el 12,18 % es el castellano.

1.1.1.5. Clima

El clima que prevalece en San Francisco La Unión es frío, principalmente en los meses de noviembre a abril de cada año, se marcan dos épocas (lluvia y seca). Los registros por parte del INSIVUMEH reportan que la temperatura oscila entre; mínima -2 a 0 grados centígrados y máxima de 21 a 27 grados centígrados y una media de 13 a 15 grados centígrados, la cual varía de acuerdo a la época del año. La precipitación anual es de 1 500 a 2 500 milímetros, humedad relativa de 75 % y evapotranspiración media de 4.4.

1.1.2. Aspectos de infraestructura

Son las vías de acceso, tipología de las viviendas y servicios públicos.

1.1.2.1. Vías de acceso

Como vía de acceso principal al municipio de San Francisco La Unión podemos mencionar la ruta departamental 16, que se encuentra sobre la RN-9 (Ruta Nacional, 9) que se deriva de la ruta CA-1. Los ingresos secundarios al municipio se dan del lado norte colindando con el municipio de San Carlos Sija, y por el lado oeste con el municipio de Cajolá.

1.1.2.2. Servicios públicos

Entre los servicios públicos en el municipio podemos mencionar: el transporte público, servicio de teléfono, servicio de agua potable, academias de computación y mecanografía, escuelas de preprimaria, primaria entre otros que se describen a continuación:

1.1.2.2.1. Educación

En el municipio actualmente existen cuatro escuelas de preprimaria, cuatro escuelas de párvulos 6 escuelas primarias, 2 institutos de educación básica, y una academia de mecanografía.

1.1.2.2.2. Salud

El municipio cuenta con un centro de salud tipo B, ubicado en el centro de la comunidad donde las personas son atendidas por personal capacitado.

1.1.2.2.3. Agua potable

En la actualidad el 90 % de la población cuenta con servicio de agua potable, brindado por la municipalidad el cual es irregular a falta de mantenimiento en la línea de conducción y la red de distribución.

1.1.2.2.4. Drenajes

El 98,80 % de la población no cuenta con sistemas de disposición de excretas y aguas servidas. De acuerdo al servicio de drenajes la mayoría de

comunidades carece de este tipo de este servicio y no se cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales.

1.1.2.2.5. Energía eléctrica

El 7,10 % de las viviendas no cuentan con energía eléctrica

1.1.3. Aspectos socioeconómicos

Entre otros, se tiene el origen de la comunidad y actividad económica

1.1.3.1. Orígenes

El municipio de San Francisco La Unión pertenece al departamento de Quetzaltenango y fue creado por acuerdo gubernativo del 7 de febrero de 1880 conforme a datos que proporcionó la municipalidad, el título del municipio está registrado el 2 de junio de 1880, elevándose como municipio del departamento de Quetzaltenango, el 19 de mayo de 1880.

1.1.3.2. Actividad económica

La población en edad productiva oscila entre 15 – 64 años de edad, de la cantidad de personas que trabajan, se contempla que un 40 % se dedican a la agricultura, un 52 % al comercio, un 1 % a las artesanías un 2 % a servicios profesionales, un 5 % a otras actividades económicas. Entre los productos agrícolas se puede mencionar el maíz, granos básicos ganado, textiles, etc.

1.1.4. Investigación diagnóstica sobre necesidades básicas y de infraestructura del municipio

El sondeo general para la investigación sobre necesidades básicas y de infraestructura para el municipio se muestra a continuación.

1.1.4.1. Descripción de las necesidades

Entre las necesidades básicas y de infraestructura para San Francisco La Unión se encuentran las siguientes:

- Mercado municipal: en la actualidad el municipio de San Francisco La Unión no cuenta con una infraestructura adecuada como punto de comercio, que cumpla con los requisitos mínimos para brindar un servicio eficiente cómodo y seguro.
- Tramo carretero: la arteria vial que comunica a los municipios de San Francisco La Unión y Cajolá se encuentra en mal estado. La vía de acceso es intransitable inseguro y deficiente, provocando un mayor gasto para los pobladores al tener acceso a servicios fuera del municipio
- Sistema de drenaje: no cuenta con un sistema de recolección de aguas residuales, debido a la falta de interés y priorización de las anteriores autoridades municipales, y la problemática actual es la falta de un predio para la ubicación de una planta de tratamiento de aguas residuales.

- Cobertura del 100 % del servicio de agua potable: actualmente no cuenta con un sistema adecuado, eficiente y capaz de satisfacer las necesidades de toda la comunidad, hacen uso de fuentes inadecuadas con las consecuencias del caso.

1.1.4.2. Evaluación y priorización de las necesidades

De acuerdo al criterio que las autoridades municipales de San Francisco la Unión y los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) expusieron como priorización las necesidades de la forma siguiente:

- Mercado municipal
- Tramo carretero
- Sistema de drenaje
- Cobertura del 100 % del servicio de agua potable

1.1.5. Organización general

A continuación se hace mención de la estructura de la administración municipal como de las organizaciones e instituciones que influyen directa o indirectamente en el municipio.

1.1.5.1. Funcionamiento de la corporación municipal

Las sesiones ordinarias de la corporación municipal se realizan semanalmente los días lunes, y la asistencia a al misma es del 100 %. La corporación está conformada de la siguiente manera:

Alcalde municipal	Síndico municipal primero
Síndico municipal segundo	Síndico municipal suplente
Concejal municipal primero	Concejal municipal segundo
Concejal municipal tercero	Concejal municipal cuarto
Concejal municipal suplente	Secretaria municipal

Las comisiones de la corporación municipal que funcionan son las siguientes:

Finanzas, hacienda y bienes municipales
 Educación y recreación
 Protección al medio ambiente
 Desarrollo rural-urbano, etc.

La Dirección Municipal de Planificación está a cargo de un ingeniero civil graduado.

1.1.5.2. Organización comunitaria e instituciones

El municipio de San Francisco La Unión se encuentra enmarcado dentro del régimen legal del departamento, por ello encontramos dentro de organización interna a comités promejoramiento como una forma de organización de las comunidades rurales y urbanas del municipio. El objetivo principal consiste en la gestión de recursos, generalmente financieros o de materiales para la ejecución de proyectos de infraestructura, ante instituciones gubernamentales y organizaciones no gubernamentales (ONG´S).

La situación prevaleciente en este aspecto en San Francisco La Unión es que los 5 cantones y la aldea, cuentan con este tipo de comité así también

alcaldes auxiliares que ejercen control comunitario permanente. En la actualidad están conformados los comités de las comunidades en Consejos Comunales de Desarrollo (COCODES), y a través de ellos conforman el comité Municipal de Desarrollo (COMUDE).

Entre las instituciones y organizaciones que han contribuido a realizar las obras bajo el plan tripartito de cooperación y otras que han trabajado en el municipio se mencionan: La Municipalidad, Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE), Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, DICOR, Correos y telégrafos, Coordinadora Nacional para la Reducción de desastres (CONRED), Coordinación Nacional para la Alfabetización (CONALFA), Tribunal Supremo Electoral (TSE), Ministerio de ambiente y Recursos naturales (MARN), Ministerio de agricultura alimentación y ganadería (MAGA).

1.2. Estudio sobre mercados

A continuación se muestran factores importantes a tomar en cuenta para el diseño y planificación de un proyecto de esta índole como lo es un mercado.

1.2.1. Descripción de mercado municipal

En realidad no existe un modelo específico y la razón es que su función no solo es comercial sino sociocultural, cada región adopta esquemas variados dependiendo en gran medida de las necesidades y costumbres del lugar. Hay numerosas formas, las cuales podríamos reducir en dos claros conceptos: el primero sería la subdivisión del área disponible en varias zonas, las cuales presentan distintas características según el uso para el cual fueron diseñadas. Las zonas consideradas en este punto son las siguientes:

- Zona de administración, servicios, carga, descarga y control de productos:

Esta será el cerebro y corazón del mercado ya que será por medio de esta que se llevará un control general del mismo y se tomarán decisiones en cuanto al funcionamiento, retención y eliminación de productos que no llenen los requisitos mínimos de higiene, así como la recaudación en concepto de uso de los servicios sanitarios, el mantenimiento y velar porque se conserve en buen estado todas las instalaciones del mercado.

- Zona de comedores y refresquería: comprende carnicerías, marranerías, pescaderías y pollerías, deben contar con un buen local que llene medidas de salubridad.
- Zona de tiendas: estas son de uso general tanto para usuarios del mercado como para el pueblo en general.
- Zona de verduras, granos y comestibles en general: cubierta con puestos fijos que funcionan todos los días así como de piso de plaza cuando sea necesario.

Otra parte importante es la circulación, siendo lineal y en un sentido, para impedir repetir tramos o vías encontradas produciendo aglomeraciones y remolinos de personas impidiendo la buena circulación.

1.2.2. Reglas para la planificación de un mercado municipal

Municipalidad: debe contar con terreno municipal. Estudio económico y demanda para determinar las necesidades de la población, verificar accesos al predio.

Proyecto: el mercado físicamente depende directamente del lugar donde se vaya a construir, se establece un programa de necesidades abarcando el área húmeda, semihúmeda, área seca, basurero, administración servicios sanitarios, área de carga y descarga de productos, parqueo, iluminación pasillos etc.

1.2.3. Factores generales para diseñar

Para el buen funcionamiento se debe considerar la calidad de los materiales, equipo, capital y mano de obra; en la organización se debe determinar cada una de las actividades necesarias para alcanzar los objetivos.

Entre los aspectos funcionales a tomar en cuenta en el diseño se tomarán los siguientes:

- Ubicación
- Población
- Clima
- Tipo de suelo
- Entorno
- Materiales
- Topografía
- Vialidad

1.2.4. Recomendaciones para un mercado y el equipamiento

Su construcción se condiciona por diferentes factores como el clima, factor económico, factor sociocultural, etc., y cada uno de estos identifica a cada comunidad. El equipamiento debe mejorar el servicio a través de instalaciones adecuadas, respetando la identidad de la comunidad.

Piso de plaza cubierto: funciona todos los días comercializando productos de consumo diario como: granos, verduras carnes, frutas, especias, etc.

1.2.5. Áreas mínimas a considerar

El Instituto de Fomento Municipal (INFOM) considera algunas áreas mínimas a tomar en cuenta en proyectos las cuales se muestran a continuación:

Tabla I. **Área húmeda**

Descripción	Área mínima
Carnicerías, marranerías, pollerías, pescaderías y cholojerías.	2,50 x 3,00 metros 3,00 x 3,50 metros

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Área semihúmeda**

Descripción	Área mínima
Piso de plaza (cubierto o descubierto): verduras, frutas, etc.	1,50 x 2,00 metros
Cocinas y comedores	4,00 x 5,00 metros
Licuarios, refrescos y refacciones	3,00 x 3,00 metros

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Área seca**

Descripción	Área Mínima
Tiendas, abarroterías, ropa, zapatos, tela, plásticos, etc.	3,00 x 3,00 metros 3,00 x 4,00 metros

Fuente: elaboración propia.

Los pasillos de caminamientos deben tener un ancho mínimo de 1,50 m, el mercado debe estar ventilado.

1.2.6. Situación actual del mercado

Actualmente el municipio de San Francisco La Unión cuenta con un edificio para realizar las actividades comerciales de la comunidad en forma centralizada, pero este no llena los requisitos mínimos de seguridad, salubridad y comodidad. Con el pasar de los años, la infraestructura ha venido deteriorándose y según los registros se tiene que el mercado municipal actual, tiene aproximadamente 41 años pues data de 1972, en la actualidad existen

problemas de ventilación e iluminación. Este problema afecta mayormente al área de comedores, por otro lado el mercado no cuenta con un techo mínimo para cubrir las inclemencias del tiempo, ya que es de lámina y se encuentra muy deteriorada.

Los vendedores ambulantes, que llegan los días de plaza, saturan las calles aledañas al mercado, provocando un congestionamiento vehicular. Dentro del estudio de campo se detectó el mercado formal que lo compone las ventas y locales dentro del mercado. El mercado informal son ventas ambulantes que se colocan en las afueras del mercado. Este afecta al mercado formal ya que vende los mismos productos y provoca que las personas no ingresen a las instalaciones del mercado. Los servicios básicos que ofrece el mercado como agua potable y drenaje en la actualidad son obsoletos.

1.3. Estudio sobre las condiciones actuales de drenajes y agua entubada

Luego de realizar un sondeo general de la situación actual del mercado se presentan los siguientes resultados.

1.3.1. Generalidades

El sistema de drenaje dentro del mercado no es funcional ya que en el momento no se le dio mantenimiento. El diseño que se propone contempla dotar de un mejor servicio a los locales que lo requieran.

1.3.2. Tipos de sistemas

El sistema que recauda las aguas residuales se encuentra en una situación deplorable, pues fue diseñado para desembocar a un pozo de absorción ya que la comunidad no cuenta con un sistema de drenaje. Se propone diseñar un sistema de drenaje combinado, para un período de veinte años.

El sistema de agua entubada dentro del mercado se diseñará con un sistema domiciliar pudiendo abastecer así a los locales que lo requieran.

1.3.3. Topografía y selección de ruta

Se realizará una topografía para calcular el polígono y curvas de nivel y así poder chequear pendientes seleccionando la ruta más idónea para el sistema de drenaje y agua entubada.

1.3.4. Diseño

Tendrá como base principal las curvas de nivel, ya que debe chequear las pendientes en relación al colector principal que conduce las aguas recaudadas en toda la línea que llega al pozo de absorción y fosa séptica existente.

2. DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL

2.1. Diseño del edificio de mercado

Para el diseño de una edificación destinada para mercado municipal se contemplan muchos aspectos que afectan directa o indirectamente al mismo, por lo que en este diseño se detallan cada uno de los procesos que se llevaron a cabo para lograr un diseño, cómodo, funcional, eficaz, y seguro entre otros.

2.1.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se llevó a cabo para determinar el área disponible con que cuenta el municipio de San Francisco La Unión para la ubicación del proyecto. El método empleado para llevar a cabo el levantamiento topográfico fue el de conservación del azimut, trabajando así con un polígono auxiliar cerrado debido a la dificultad de visualización de los puntos que conforman el polígono.

Debido a la ubicación del terreno fue necesario trabajar con las dos acciones principales de la topografía, las cuales son: altimetría y planimetría. En la realización del proyecto se utilizó con equipo un teodolito marca SOUTH ET-05 T69757, dos plomadas, una cinta métrica con longitud de 50 metros, un estadal de acero de 4 metros.

2.1.2. Diseño arquitectónico

Se realizó para satisfacer las necesidades de los usuarios como también el de los locatarios, este con el fin de darle la forma adecuada, y distribuir los diferentes ambientes que componen el edificio garantizando la funcionalidad del proyecto, tomando en cuenta la iluminación y ventilación.

2.1.3. Estudio de suelos

Uno de los procesos más importantes de la planificación de un proyecto es el de un estudio de suelo en donde se debe conocer el medio físico donde la estructura se sustentará, al mismo tiempo para conocer datos técnicos como el valor soporte del suelo, el peso específico del mismo, tipo de suelo, entre otros.

2.1.3.1. Ensayo triaxial

Consiste en obtener una muestra inalterada de un pie cúbico del suelo en el que se pretende cimentar para determinar el valor soporte, cohesión y ángulo de fricción interna.

El valor soporte de un suelo es la capacidad del suelo para soportar una carga sin que produzca fallas dentro de su masa. El cálculo del valor soporte se realizó con la ecuación de carga última de cimentaciones cuadradas, de los cual se obtuvieron los resultados siguientes (ver anexos):

Descripción del suelo:	Limo arenoso color café
Ángulo de fricción interna:	$\emptyset = 12,13^\circ$
Cohesión:	$C_u = 4,59 \text{ Ton/m}^2$
Base de la zapata:	$B = 3.00 \text{ m}$

Desplante: $D_f = 2.00 \text{ m}$
 Peso específico del suelo: $\gamma_s = 1.60 \text{ Ton/m}^3$

Determinación valor soporte

En función de los resultados obtenidos del ensayo triaxial, se procede a determinar el valor soporte por medio de la ecuación de Meyerhof.

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Donde:

C' = cohesión

q = esfuerzo efectivo al nivel de desplante de la cimentación

γ = peso específico del suelo

B = ancho de la cimentación

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$ = factores de forma

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$ = factores de profundidad

$F_{qi}, F_{\gamma i}, F_{ci}$ = factores de inclinación

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga

F_s = factor de seguridad = 3

Factores de forma

$$F_{cs} = 1 + 0,2 * (B/L) * \tan^2(45 + \phi/2) = 1,31$$

$$F_{qs} = F_{\gamma s} = 1 + 0,1 * (B /L) * \tan^2(45 + \phi/2) = 1,15$$

Factores de inclinación

$$F_{ci} = F_{qi} = (1 - \beta^0/90)^2 = 1$$

$$F_{\gamma i} = (1 - \beta^0/\emptyset)^2 = 1$$

Factores de profundidad

$$F_{cd} = 1 + 0,2 * (D_f/B) * \tan(45 + \emptyset/2) = 1,17$$

$$F_{qd} = F_{\gamma d} = 1 + 0,1 * (D_f/B) * \tan(45 + \emptyset/2) = 1,08$$

Factores de capacidad de carga

$$N_q = e^{\pi * \tan \emptyset} (1 + \sin \emptyset) / (1 - \sin \emptyset) = 3,01$$

$$N_c = (N_q - 1)(\cot \emptyset) = 9,35$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) * \tan(1,4\emptyset) = 0,61$$

Sustituyendo valores en la ecuación

$$q = D_f * \gamma = 3,2$$

$$q_u = (4,59)(9,35)(1,31)(1,17)(1) + 3,2(3,01)(1,15)(1,08)(1) \\ + 0,5(1,6)(3,00)(0,61)(1,15)(1,08)(1)$$

$$q_u = 79,55 \text{ ton/m}^2 \text{ (esfuerzo limite)}$$

Esfuerzo admisible o de diseño

$$q_a = q_d / F_s$$

$$q_a = \frac{79,55 \text{ ton/m}^2}{3} = 26,52 \text{ ton/m}^2$$

De acuerdo con la tabla IV, el valor soporte se puede considerar dentro de los parámetros normales para este tipo de suelo, por lo que para efectos de diseño se tomó el valor calculado de 26 ton/m².

Tabla IV. **Valor soporte permisible, según el tipo de suelo**

Valor soporte sugeridos para diferentes tipos de suelos		
Material del suelo	Ton/m ²	Observaciones
Roca sana no intemperizada	645	Hay estructura de grietas
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22 – 86	
Suelos gravillosos	107	Compactados, buena granulometría
Suelos gravillosos	64	Flojos, mala granulometría
Suelos gravillosos	43	Flojos, con mucha arena
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: CABRERA, Jadenón. Guía teórica para el curso de cimentaciones 1. p. 44.

2.1.4. Análisis y diseño estructural

Sirve para definir dimensiones y características detalladas de una estructura, entendiéndose como tal a la parte de una construcción que tiene como función absorber los esfuerzos que se presenten durante las distintas etapas de su existencia.

El análisis estructural y el diseño estructural tienen una relación intrínseca. Para poder diseñar un elemento estructural será preciso realizar un análisis de los esfuerzos a los cuales se verá sometido. Dicho análisis proveerá las magnitudes de estos, lo cual es información de primer orden para realizar el diseño del elemento que habrá de soportar dichos esfuerzos.

Para este proyecto se proponen marcos rígidos con losa tradicional utilizando un análisis por el método de Kani y comprobado con el software ETABS 9.

2.1.4.1. Dimensionamiento estructural

El dimensionamiento se realiza tomando criterios y normas, para determinar la mejor sección o dimensión de los elementos estructurales.

2.1.4.1.1. Predimensionamiento de viga

Una viga es un elemento estructural diseñado para resistir deformaciones por corte, flexión y torsión para el predimensionamiento se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

El predimensionamiento de la viga se puede realizar con base al criterio, de que por cada metro lineal de luz libre, aumentar ocho centímetros de peralte y la base equivale a la mitad del peralte.

El método ACI 318-08, en la sección 9.5.2.1, tabla 9.5 (a), muestra diferentes situaciones para el predimensionar. Para este caso se considera una viga continua en un extremo.

Tabla V. **Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas código ACI-318 08**

	Espesor mínimo (h)			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En Voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones y otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$l/16$	$l/18.5$	$l/21$	$l/8$

Fuente: ACI-318 08.

Longitud de viga crítica = 7,10 m

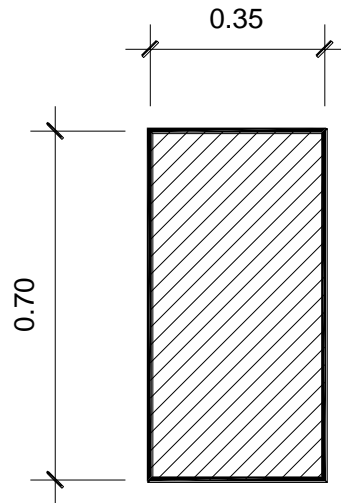
$$h_{\text{viga}} = 8\% * \text{longitud de viga}$$

$$h_{\text{viga}} = 0,08 * 7,10\text{m} = 0,57 \text{ m}$$

$$h_{\text{viga}} = \frac{L}{18,5} = \frac{7,10\text{m}}{18,5} = 0,38 \text{ m}$$

Se propone una sección de $h = 0.70 \text{ m}$ y $b = 0.35 \text{ m}$, debido a que en el predimensionamiento no se toman en cuenta los efectos de sismo.

Figura 2. **Dimensión de viga**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

2.1.4.1.2. Predimensionamiento de columna

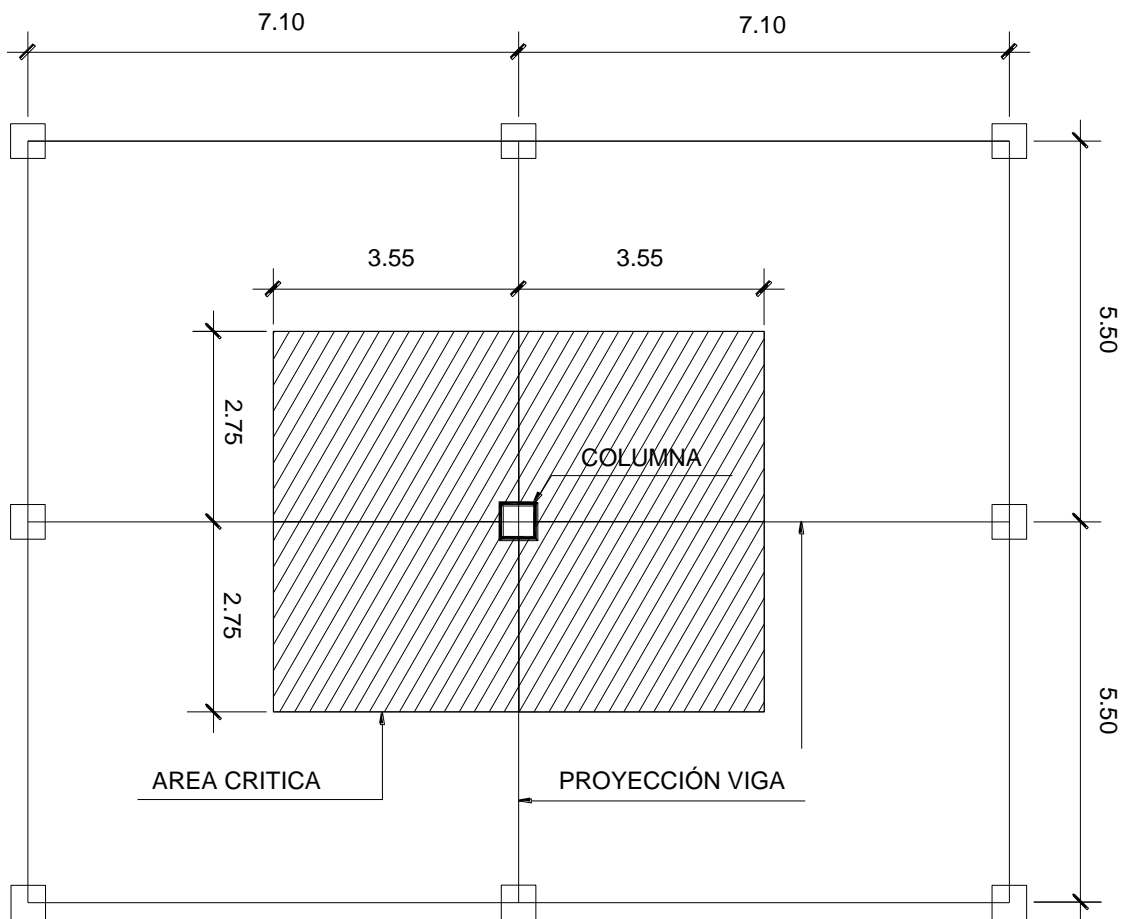
El método que se utilizará para predimensionar las columnas se basa en el cálculo de la carga axial aplicada de la columna crítica, y de esta se determina el área bruta de la sección, por medio de la ecuación (10-2) del código ACI 318-08, sección 10.3.6.2. Obteniendo este valor se puede proponer la dimensión de la sección. Para este proyecto, las dimensiones de la sección de la columna crítica se utilizarán en todas las columnas, para guardar simetría y evitar diferencias de rigidez de un marco a otro y de un nivel a otro.

$$\phi P_{n(max)} = 0,80\phi[0,85 * f'c(A_g - A_{st}) + f_y * A_{st}]$$

Cumpliendo con lo establecido en el código ACI 318-08, sección 21.6.3.1, que dice que el área de refuerzo longitudinal, A_{st} , no debe ser menor que $0.01 A_g$, ni mayor que $0.06 A_g$.

$$1\% A_g \leq A_{st} \leq 6\% A_g$$

Figura 3. Área tributaria para columna



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Datos:

$$\text{Área tributaria} = 39,05 \text{ m}^2$$

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

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

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

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

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

$$\text{Longitud de vigas} = 5,50\text{m} + 7,10\text{m} = 12,60\text{m}$$

$$\text{Sección de vigas} = 0,35\text{m} \times 0,70\text{m}$$

Según ACI 318-08, apéndice C, sección c.2.1, para la resistencia requerida o carga última los factores de mayoración son 1,4CM y 1,7CV; donde CM= carga muerta y CV= carga viva

$$C_u = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}$$

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{muro}} + W_{\text{sc}}$$

$$W_{\text{losa}} = \gamma_c * t$$

$$W_{\text{viga}} = b * h * \gamma_c * \text{longitud} / A_t$$

$$W_{\text{muro}} = w_{\text{muro}} * h_{\text{muro}} * \text{long}_{\text{muro}} / A_t$$

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

$$W_{\text{losa}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,15\text{m} = 360 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{viga}} = (0,35\text{m} * 0,70\text{m} * 2400\text{kg/m}^3 * 12,60\text{m}) / 39,05\text{m}^2 = 139,40 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{muro}} = 210\text{kg/m}^2 * 3,00\text{m} * 9,50\text{m} / 39,05\text{m}^2 = 153,25 \text{ kg/m}^2 =$$

$$CM = 360 \text{ kg/m}^2 + 139,40 \text{ kg/m}^2 + 153,25\text{kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2 = 752,65 \text{ kg/m}^2$$

$$C_u = 1,4(752,65 \text{ kg/m}^2) + 1,7(500 \text{ kg/m}^2) = 1\,903,71 \text{ kg/m}^2$$

$$P_u = C_u * A_t * \# \text{ niveles}$$

$$P_u = 1\,903,71 \text{ kg/m}^2 * 39,05 \text{ m}^2 * 3 \text{ niveles} = 223\,019,63 \text{ kg}$$

Igualando $\phi P_{n(\max)} = P_u$

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

$$\phi P_{n(\max)} = 0,80\phi [0,85 * f'_c(A_g - A_{st}) + f_y * A_{st}]$$

Donde:

$$A_s = \rho * A_g$$

$$A_g = \frac{P_u}{0,8 * (0,85 * f'_c * (1 - \rho) + f_y * \rho)}$$

Donde:

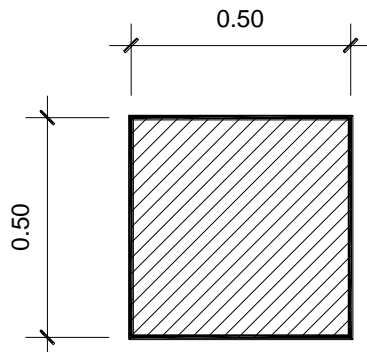
$$\rho = \text{cuantía de acero} = 1\%$$

$$A_g = \frac{223\,019,63 \text{ kg}}{0,8 * (0,85 * 280 \text{ kg/cm}^2 * (1 - 0,01) + 4\,200 \text{ kg/cm}^2 * 0,01)}$$

$$A_g = 1\,004,15 \text{ cm}^2$$

Se propone utilizar una sección de 50 cm x 50 cm = 2 500 cm², mayor al área requerida, debido a que en el predimensionamiento no se toma en cuenta el efecto del sismo.

Figura 4. **Sección de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

2.1.4.1.3. Predimensionamiento de losa

Las losas son elementos bidimensionales, en la que una es pequeña comparada con las dimensiones básicas. Las cargas que actúan sobre las losas son esencialmente perpendiculares al plano principal de las mismas, por lo que su comportamiento está dominado por la flexión.

Las losas se utilizan para proporcionar superficies planas. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal.

Trabajabilidad de la losa

a = lado corto de la losa

b = lado largo de la losa

$m = a / b$

si $m < 0,5$, la losa trabaja en un sentido,

si $m > 0,5$, la losa trabaja en dos sentidos

El espesor de losa está dado por la siguiente relación:

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180} = \frac{2(7,10\text{m}) + 2(5,50\text{m})}{180} = 0,14\text{m}$$

Para este proyecto se contempla un espesor de losa $t = 0,15\text{m}$

2.1.4.2. Distribución de cargas en vigas

Las diferentes cargas que se aplican a los marcos se clasifican según su dirección: verticales o gravitacionales y horizontales; que pueden ser provocadas por distintos factores.

- Cargas verticales o gravitacionales

Estas cargas se dividen en carga viva y carga muerta.

- Cargas vivas

Son todas las cargas predestinadas a un servicio de utilidad, el cual puede ser de ocupación o mantenimiento. Estas pueden ser total o parcialmente en su sitio, y pueden cambiar de ubicación, la magnitud y distribución son inciertas en un momento dado, y sus máximas intensidades a lo largo de la vida de la estructura no se conocen con precisión.

La tabla VI muestra los valores de carga viva para diferentes clasificaciones de ocupación, según las normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la república de Guatemala AGIES.

Tabla VI. **Cargas vivas mínimas, uniformemente distribuidas**

Tipo de ocupación o uso	Wv (kg/m ²)
Escaleras públicas	500
Vestíbulos públicos	500
Plazas a nivel de la calle	500
Salones sin asiento fijo	500
Escenarios y circulaciones	500
Garajes para vehículos de carga (2,000 Kg)	500
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación	500
Almacenes Minoristas	500
Almacenes Mayoristas	600
Azoteas de concreto sin acceso	200

Fuente: Normas AGIES NSE 2-10. Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección p. 6 y 7.

Para la distribución de carga sobre la viga se analiza por el método de área tributaria, el cual consiste en trazar una línea a 45° teniendo como referencia el centro de columna o la intersección de dos vigas, viniendo a formar dos figuras conocidas a quienes se les calcula el área por medio de las siguientes fórmulas:

$$\text{Área de triángulo} = A = \frac{1}{2} * b * h$$

$$\text{Área de trapecio} = A = \frac{1}{2} * (b + B) * h$$

El área tributaria para la viga más crítica es de 23,95 m², por lo que procedemos a calcular la carga muerta de la losa:

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{muro}} + W_{\text{sc}}$$

$$W_{\text{losa}} = \gamma_c * t * A_t / \text{long viga}$$

$$W_{\text{viga}} = \gamma_c * A_{\text{viga}}$$

$$W_{\text{muro}} = W_{\text{muro}} * h_{\text{muro}} * \text{long}_{\text{muro}} / \text{long viga}$$

$$\text{Sobre carga} = W_{\text{sobrecarga}} * A_t / \text{long viga}$$

$$CV = CV * A_t / \text{long viga.}$$

Donde:

γ_c = peso del concreto

W_m = peso del muro

W_{sc} = Peso de sobrecarga

t = Espesor de losa

A_t = Área tributaria

longviga = Longitud de la viga a ejes.

Datos a utilizar:

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

$$W_m = 210 \text{ kg/m}^3$$

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

$$t = 0,15 \text{ m}$$

$$A_t = 23,95 \text{ m}^2$$

$$\text{longviga} = 7,10 \text{ m}$$

$$h_{\text{muro}} = 3,00 \text{ m}$$

$$\text{Área}_{\text{viga}} = 0,245 \text{ m}^2$$

$$\text{longitud de muro} = 6,60 \text{ m}$$

$$\text{Losa} = \frac{2400 \text{ kg/m}^3 * 0,15\text{m} * 23,95\text{m}^2}{7,10\text{m}} = 1\,214,37 \text{ kg/m}$$

$$\text{Viga} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,245\text{m}^2 = 588,00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Muro} = \frac{210 \text{ kg/m}^2 * 3,00\text{m} * 6,60\text{m}}{7,10\text{m}} = 585,63 \text{ kg/m}$$

$$\text{SC} = \frac{100 \text{ kg/m}^2 * 23,95\text{m}^2}{7,10\text{m}} = 337,32 \text{ kg/m}$$

$$\text{CM} = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{muro}} + W_{\text{sc}}$$

$$\begin{aligned} \text{CM}_{\text{s-1n}} &= 1\,214,37\text{kg/m} + 588,00\text{kg/m} + 3\,150 \text{ kg/m} + 337,32\text{kg/m} \\ &= 5\,289,69\text{kg/m} \end{aligned}$$

$$\text{CM}_{\text{azotea}} = 1\,214,37\text{kg/m} + 588,00\text{kg/m} + 337,32\text{kg/m} = 2\,139,69\text{kg/m}$$

$$\text{CV}_{\text{sotano-primer nivel}} = 500 \text{ kg/m}^2 * 23,95 \text{ m}^2 / 7,10\text{m} = 1\,686.62 \text{ kg/m}$$

$$\text{CV}_{\text{azotea}} = 200\text{kg/m}^2 * 23,95 \text{ m}^2 / 7,10\text{m} = 674,65 \text{ kg/m}$$

La carga viva y carga muerta para el nivel de sótano y primer nivel es igual, a diferencia de la carga viva del segundo nivel que varía por ser azotea.

$$\text{CV sótano y primer nivel} = 1\,686,62 \text{ kg/m}$$

$$\text{CV segundo nivel} = 674,65 \text{ kg/m}$$

$$\text{CM sótano y Primer nivel} = 5\,289,69 \text{ kg/m}$$

$$\text{CM segundo nivel} = 2\,139,69 \text{ kg/m}$$

Para la carga viva del tercer nivel, se utilizará una carga viva mínima para techos inaccesibles de 200 kg/m², según AGIES.

2.1.4.3. Fuerzas de sismo

Son aquellas que actúan perpendicularmente a la línea de acción de la gravedad. Son producidos por el efecto de sismo, viento o impacto, por lo cual son puramente dinámicas (a diferencia de las verticales que son estáticas).

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

Para eso se calcula el peso total de la estructura de la siguiente manera:

$$W_{\text{losa}} = \text{área total} * t_{\text{losa}} * \gamma_c$$

$$W_{\text{viga}} = \text{long viga} * \text{sección viga} * \gamma_c * \text{No}_{\text{vigas}}$$

$$W_{\text{columna}} = \text{secc. col} * h_{\text{col}} * \gamma_c * \text{No}_{\text{columna}}$$

$$W_{\text{muros}} = \text{long muro} * h_{\text{muro}} * \text{peso muro}$$

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

$$0,25 * CV = W_{CV} * \text{área total}$$

Segundo nivel:

$$W_{\text{losa}} = 657,27\text{m}^2 * 0,15\text{m} * 2\,400\text{ kg/m}^3 = 236\,617,20\text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 265,5\text{m} * 0,35\text{m} * 0,70\text{m} * 2\,400\text{kg/m}^3 = 156\,114,00\text{ kg}$$

$$W_{\text{columna}} = 0,50\text{ m} * 0,50\text{ m} * 3,20\text{m} * 2\,400\text{kg/m}^3 * 28\text{ columnas} = 53\,760,00\text{kg}$$

$$W_{\text{muros altos}} = 98,00\text{m} * 2,60\text{m} * 210 \text{ kg/m}^2 = 53\,508,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros bajos}} = 120,85\text{m} * 0,85\text{m} * 210 \text{ kg/m}^2 = 21\,571,73 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 657,27\text{m}^2 * 80,00 \text{ kg/m}^2 = 52\,581,60 \text{ kg}$$

$$0,25 * CV = 500 \text{ kg/m}^2 * 657,27 \text{ m}^2 = 328,635 \text{ kg}$$

Primer nivel:

$$W_{\text{losa}} = 657,27\text{m}^2 * 0,15\text{m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 236\,617,20 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 265,5\text{m} * 0,35\text{m} * 0,70\text{m} * 2\,400\text{kg/m}^3 = 156\,114,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columna}} = 0,50 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 3,20\text{m} * 2\,400\text{kg/m}^3 * 28 \text{ columnas} = 53\,760,00\text{kg}$$

$$W_{\text{muros altos}} = 83,35\text{m} * 1,05\text{m} * 210 \text{ kg/m}^2 = 18\,378,68 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros bajos}} = 290,00 \text{ m} * 0,85\text{m} * 210 \text{ kg/m}^2 = 51\,765,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 657,27\text{m}^2 * 80,00 \text{ kg/m}^2 = 52\,581,60 \text{ kg}$$

$$0,25 * CV = 500 \text{ kg/m}^2 * 657,27 \text{ m}^2 = 328\,635,00 \text{ kg}$$

Sótano:

$$W_{\text{losa}} = 657,27\text{m}^2 * 0,15\text{m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 236\,617,20 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 265,5\text{m} * 0,35\text{m} * 0,70\text{m} * 2\,400\text{kg/m}^3 = 156\,114,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columna}} = 0,50 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 5,20\text{m} * 2\,400\text{kg/m}^3 * 28 \text{ columnas} = 87\,360,00\text{kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 73,00\text{m} * 5,20\text{m} * 210 \text{ kg/m}^2 = 79\,716,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = 657,27\text{m}^2 * 80,00 \text{ kg/m}^2 = 52\,581,60 \text{ kg}$$

$$0,25 * CV = 200 \text{ kg/m}^2 * 657,27 \text{ m}^2 = 131\,454,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = W_{\text{segundo nivel}} + W_{\text{primer nivel}} + W_{\text{sótano}}$$

$$W_{\text{total}} = 656\,311,28 \text{ kg} + 651\,375,23\text{kg} + 645\,252,30\text{kg}$$

$$= 1\,952\,938,80\text{kg} \sim 1\,952,94 \text{ ton}$$

Para el diseño del mercado municipal de San Francisco La Unión se utilizará el código nacional AGIES. Para determinar las cargas horizontales se procede a calcular el corte basal, calculándolo de la siguiente manera:

Clasificación de obra: enlistada en la categoría ocupacional III, según AGIES NSE 1-10 pág. 7, como obra importante por ser un mercado.

Según el mapa de zonificación sísmica AGIES NSE 2-10 pág. 14, de la república de Guatemala, el municipio de San Francisco La Unión se encuentra en la zona sísmica 4.

Según AGIES NSE 2-10 sección 4.3.2.2 se debe diseñar como un sismo severo por ser una obra importante, el sismo severo tiene una probabilidad de excedencia de 5 % en 50 años.

De acuerdo con el mapa de zonificación sísmica se determinan los parámetros S_{cr} y S_{1r} , que son respectivamente la ordenada espectral de período corto y la ordenada espectral con período de 1 segundo del sismo extremo:

$$S_{cr} = 1,50 \text{ g}$$

$$S_{1r} = 0,55 \text{ g}$$

Las ordenadas espectrales deberán ser modificadas de acuerdo a las condiciones de la superficie, según el perfil de suelo donde se encuentre como la ecuación (4-1a) y (4-22a) AGIES NSE 2-10 pág.13:

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a$$

$$S_{1s} = S_{1r} * F_v * N_v$$

El coeficiente de sitio F_a se determina de la tabla 4-2 AGIES NSE 2-10, pág. 15 que para el caso de estudio es igual a 1.

El coeficiente de sitio F_v se determina de la tabla 4-3 AGIES NSE 2-10, pág. 15, que para el caso de estudio es igual a 1,5.

El factor de proximidad N_a , se determina en la tabla 4-6 AGIES NSE 2-10, pág. 24 el cual es de 1, al igual que N_v por estar alejado de la falla a más de 10 km.

$$S_{cs} = 1,5 * 1 * 1 = 1,5$$

$$S_{1s} = 0,55 * 1,5 * 1 = 0,83$$

Período de transición $T_s = S_{1s}/S_{cs}$ (ecuación 4-3 AGIES NSE 2-10 secc. 4.3.3.4. pág 15).

$$T_s = \frac{0,83}{1,50} = 0,55 \text{ seg}$$

El factor de escala K_d , para el caso del mercado por ser evaluado como un sismo severo es de $k_d=0,80$, sección 4.3.4.1.

El espectro calibrado al nivel de diseño requerido dado por la sección 4.3.4.2 será el siguiente:

$$S_{cd} = K_d * S_{cs} = 0,80 * 1,5 = 1,2$$

$$S_{1d} = K_d * S_{1s} = 0,80 * 0,83 = 0,66$$

De la Norma AGIES NSE 3-10, sección 2.1.1, se tiene la ecuación para el corte basal, la cual se muestra a continuación:

$$V_b = C_s * W_s$$

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R}$$

Donde:

V_b = corte basal

C_s = coeficiente sísmico al límite de cedencia

W_s = peso de la edificación

$S_a(T)$ = demanda de diseño para una estructura con período T

R = factor de reducción para este caso es 8, (tabla 1-1, NSE 3-10, pág. 11)

Período de vibración:

El período de vibración de la estructura según AGIES NSE 3-10, sección 2.1.4.1, permite considerar el empírico, que será utilizado en el diseño y es el siguiente:

$$T_a = K_t * (h_n)^x$$

Donde:

$K_t = 0,049$, $x = 0,75$ para el sistema estructural E1

h_n = altura de la edificación

$$T_a = 0,049 * (9,60)^{0,75} = 0,27 \text{ seg}$$

Ordenadas espectrales:

La Norma AGIES NSE 2-10 permite en su sección 2.1.6 los períodos de diseño podrán ser directamente los empíricos encontrados anteriormente T_a .

$$\text{Si: } T < T_s$$

$$0,27 < 0,55$$

Por lo tanto:

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R} = \frac{1,2}{8} = 0,15$$

La norma permite realizar correcciones al espectro, en su sección 2.1.2.1. NSE 3-10, que especifica los valores mínimos de C_s , a continuación se hace el análisis:

$$C_s > 0,044 * S_{cd} = 0,044 * 1,2 = 0,0528 \quad \text{chequea}$$

$$C_s > 0,50 * \frac{S_{1r}}{R} = 0,50 * \frac{0,55}{8} = 0,0344 \quad \text{chequea}$$

Debido a que $S_{cr} = 1,5$ no hay necesidad de reducir el espectro según la norma NSE 3-10, sección 2.1.3

El corte basal sería entonces:

$$V_b = C_s * W_s = 0,15 * (1\,952,94 \text{ ton}) = 292,94 \text{ ton}$$

Por cuestiones de espacio no se describe el análisis de corte basal realizados por UBC 97 y SEAOC, únicamente se compara con el resultado obtenido por AGIES 2010.

$$Vb_{AGIES} = 292,94 \text{ ton}$$

$$Vb_{UBC 97} = 206,80 \text{ ton}$$

$$Vb_{SEAOOC} = 256,45 \text{ ton}$$

Luego de la comparación de resultados obtenidos por distintos métodos, se contempla trabajar con los resultados obtenidos por AGIES 2010, debido a que está destinado para la república de Guatemala y la ubicación del proyecto se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico.

2.1.4.3.1. Fuerzas por nivel

Distribución de fuerza lateral por nivel según AGIES NSE 3-10, sección 2.2, pág. 27, que indica que la sumatoria de fuerzas por nivel será igual al corte basal, expresado de la siguiente manera:

$$F_x = \frac{(Vb * W_x * h_x^k)}{\sum(W_i h_i^k)}$$

Donde:

F_x = fuerza por nivel

Vb = corte basal

W_x = peso por nivel

H_x = altura de nivel

K = para periodos menores a 0,5 seg, se considera = 1

Tabla VII. **Fuerzas por nivel**

NIVEL	Wi	Hi	Wi * Hi	Fn (kg)	V (kg)	Fn (ton)	V (ton)
2	656 311,28	9,6	6 300 588,24	147 253,11	147 2531,09	147,25	147,253
1	651 375,23	6,4	4 168 801,44	97 430,42	244 683,53	97,43	244,684
sótano	645 252,3	3,2	2 064 807,36	48 257,29	292 940,82	48,26	292,941
	1 952 938,8		12 534 197,04				

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.3.2. **Fuerzas por marco**

A partir de las fuerzas por nivel, se calculan las fuerzas por marco, la división de la fuerza de piso Fn es proporcional a la rigidez de los marcos.

Cálculo del centro de masa (CM)

$$X = \frac{\sum(A_i * d)}{\sum(A_i)}; Y = \frac{\sum(A_i * d)}{\sum(A_i)}$$

Donde:

X, Y = coordenada

Ai = área de la figura

d = brazo

X =

$$= \frac{10,65 * (7,10m * 3,35m) + 7,10 * (9,60m * 14,20m) + 10,65 * (21,30m * 22,00m)}{(7,10m * 3,35m) + (9,60m * 14,20m) + (21,30m * 22,00m)}$$

$$X = 9,88 \text{ m}$$

$$Y = \frac{33,28 * (7,10\text{m} * 3,35\text{m}) + 26,80 * (9,60\text{m} * 14,20\text{m}) + 11,00 * (21,30\text{m} * 22,00\text{m})}{(7,10\text{m} * 3,35\text{m}) + (9,60\text{m} * 14,20\text{m}) + (21,30\text{m} + 22,00\text{m})}$$

$$Y = 15,27 \text{ m}$$

Para este caso se calcula la rigidez de los marcos por medio de la fórmula de Wilbur que se describe a continuación:

$$R_i = \frac{48 E}{h_i * \left(\frac{4 * h_i}{\sum K_{ci}} + \frac{h_f + h_s}{\sum K_{vf}} + \frac{h_i + h_s}{\sum K_{vi}} \right)}$$

Donde:

R_i = rigidez del marco

E = módulo de elasticidad del concreto

h_i = altura del nivel propio en que se calcula (cm)

h_f = altura del nivel inferior al que se calcula (cm)

h_s = altura de nivel superior al que se calcula (cm)

K_{ci} = inercia de columna * número de columnas / longitud de columna del nivel en que se calcula

K_{vf} = inercia de viga * número de vigas / longitud de viga del nivel inferior al que se calcula

K_{vi} = inercia de viga * número de vigas / longitud de viga del nivel en que se calcula.

La rigidez se calcula para cada marco en cada sentido, a manera de ejemplo se calcula para el marco 4 en el sentido x, nivel 2:

$$R_i = \frac{48 E}{h_i * \left(\frac{4 * h_i}{\sum K_{ci}} + \frac{h_f + h_s}{\sum K_{vf}} + \frac{h_i + h_s}{\sum K_{vi}} \right)}$$

$$h_i = 320,00 \text{ cm}$$

$$h_f = 320,00 \text{ cm}$$

$$h_s = 0,00 \text{ cm}$$

$$I_{\text{viga}} = (35\text{cm}) * (70\text{cm})^3 / 12 = 1\,000\,416,67\text{cm}^4$$

$$I_{\text{columna}} = (50\text{cm}) * (50\text{cm})^3 / 12 = 520\,833,33\text{cm}^4$$

$$\sum K_{ci} = 520\,833,33\text{cm}^4 * 4 / 320\text{cm} = 6\,510,42 \text{ cm}^3$$

$$\sum K_{vf} = 1\,000\,416,67 \text{ cm}^4 * 3 / 710\text{cm} = 4\,227,11\text{cm}^3$$

$$\sum K_{vi} = 1\,000\,416,67 \text{ cm}^4 * 3 / 710\text{cm} = 4\,227,11\text{cm}^3$$

$$R_i = \frac{48 \text{ E}}{320 * \left(\frac{4*320}{6\,510,42} + \frac{320+0,00}{4\,227,11} + \frac{320+0,00}{4\,227,11} \right)} = 0,4310\text{E}$$

A continuación se muestra una tabla con el resumen de cálculo de rigideces por marco para cada nivel:

Tabla VIII. Rigideces por marco, segundo nivel

Sentido Y							
MARCO	$\sum K_{ci}$	$\sum K_{vf}$	$\sum K_{vi}$	h_f	h_i	h_s	Rigidez
A	11 393,23	11 747,41	11 747,41	320	320	0	0,8991
B	13 020,83	14 733,73	14 733,73	320	320	0	1,058
C	13 020,83	14 733,73	14 733,73	320	320	0	1,058
D	8 138,02	7 275,76	7 275,76	320	320	0	0,6116

Sentido X							
MARCO	$\sum K_{ci}$	$\sum K_{vf}$	$\sum K_{vi}$	h_f	h_i	h_s	Rigidez
1	6 510,42	4 227,11	4 227,11	320	320	0	0,431
2	6 510,42	4 227,11	4 227,11	320	320	0	0,431
3	6 510,42	4 227,11	4 227,11	320	320	0	0,431
4	6 510,42	4 227,11	4 227,11	320	320	0	0,431
5	6 510,42	4 227,11	4 227,11	320	320	0	0,431
6	4 882,81	2 818,08	2 818,08	320	320	0	0,306
7	4 882,81	2 818,08	2 818,08	320	320	0	0,306
8	3 255,21	1 409,04	1 409,04	320	320	0	0,177

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Rigideces por marco, primer nivel

Sentido Y							
MARCO	$\sum K_{ci}$	$\sum K_{vf}$	$\sum K_{vi}$	hf	hi	hs	Rigidez
A	11 393,23	11 747,41	11 747,41	520	320	320	0,6294
B	13 020,83	14 733,73	14 733,73	520	320	320	0,7547
C	13 020,83	14 733,73	14 733,73	520	320	320	0,7547
D	8 138,02	7 275,76	7 275,76	520	320	320	0,4159

Sentido X							
MARCO	$\sum K_{ci}$	$\sum K_{vf}$	$\sum K_{vi}$	hf	hi	hs	Rigidez
1	6 510,42	4 227,11	4 227,11	520	320	320	0,2744
2	6 510,42	4 227,11	4 227,11	520	320	320	0,2744
3	6 510,42	4 227,11	4 227,11	520	320	320	0,2744
4	6 510,42	4 227,11	4 227,11	520	320	320	0,2744
5	6 510,42	4 227,11	4 227,11	520	320	320	0,2744
6	4 882,81	2 818,08	2 818,08	520	320	320	0,1905
7	4 882,81	2 818,08	2 818,08	520	320	320	0,1905
8	3 255,21	1 409,04	1 409,04	520	320	320	0,1039

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Rigideces por marco, sótano

Sentido Y							
MARCO	$\sum K_{ci}$	$\sum K_{vf}$	$\sum K_{vi}$	hf	hi	hs	Rigidez
A	11 393,23	11 747,41	11 747,41	0	520	320	0,3281
B	13 020,83	14 733,73	14 733,73	0	520	320	0,3871
C	13 020,83	14 733,73	14 733,73	0	520	320	0,3871
D	8 138,02	7 275,76	7 275,76	0	520	320	0,2224

Sentido X							
MARCO	$\sum K_{ci}$	$\sum K_{vf}$	$\sum K_{vi}$	hf	hi	hs	Rigidez
1	6 510,42	4 227,11	4 227,11	0	520	320	0,1554
2	6 510,42	4 227,11	4 227,11	0	520	320	0,1554
3	6 510,42	4 227,11	4 227,11	0	520	320	0,1554
4	6 510,42	4 227,11	4 227,11	0	520	320	0,1554
5	6 510,42	4 227,11	4 227,11	0	520	320	0,1554
6	4 882,81	2 818,08	2 818,08	0	520	320	0,1102
7	4 882,81	2 818,08	2 818,08	0	520	320	0,1102
8	3 255,21	1 409,04	1 409,04	0	520	320	0,0631

Fuente: elaboración propia.

En base a los resultados obtenidos anteriormente se procede a calcular el centro de rigidez y el corte actuante por efecto de torsión en cada uno de los marcos, de la siguiente manera:

La referencia que se tomó fue la intersección de los ejes A-1, para colocar las coordenadas (0, 0) del sistema.

R_i = rigidez

y_i = distancia acumulada entre marcos

V_i = cortante del nivel

V_d = cortante directo

Y_t = coordenada centro de torsión

Y_{it} = distancia al centro de torsión

Y = coordenada centro de masa

ec = coordenada de excentricidad real

$e_{dx,dy}$ = excentricidad de diseño (será el mayor en valor absoluto)

e_{min} = excentricidad mínima

b = dimensión del edificio medida perpendicularmente a la dirección considerada

M_{tx} = momento torsionante

V_t = cortante actuante

$$V_d = \frac{V_{ib} * R_i}{\sum R_i}$$

$$Y_t = \frac{\sum (R_i * y_i)}{\sum R_i}$$

$$Y_{it} = Y_i - Y_t$$

$$ec = Y_t - Y$$

$$e_{dx} = 1,5 * ec + 0,1 * b$$

$$e_{dy} = ec - 0,1 * b$$

$$e_{min} = 5\% * b$$

$$M_{tx} = V_x * |e_{di}|$$

$$V_{ix} = \left[\frac{(R_i * Y_{it})}{(\sum(R_i * X_{it}^2) + \sum(R_i * Y_{it}^2))} \right] * M_{tx}$$

$$V_t = V_d + V_{ix}$$

Entonces:

$$V_d = \frac{147\,253,10 * 0,4310}{2,945} = 21\,549,33$$

$$Y_t = \frac{47,4142}{2,9453} = 16,099$$

$$Y_{it} = 16,50 - 16,099 = 0,4017$$

$$ec = 16,098 - 15,269 = 0,8297$$

$$e_{dx} = 1,5 * 0,8297 + 0,1 * 34,95 = |4,74|$$

$$e_{dy} = 0,8297 - 0,1 * 34,95 = |-2,665|$$

$$e_{min} = 5\% * 34,95 = 1,75m$$

$$M_{tx} = 147\,253,10 * \frac{|4,74|}{1000} = 697,92ton$$

$$V_{ix} = \left[\frac{0,1731}{195,44 + 350,37} \right] * 697,92ton * 1000 = 221,3835$$

$$V_t = 21\,549,33 + 221,38 = 21770,71/1000 = 21,77 \text{ ton}$$

21,77 toneladas actúan horizontalmente en el marco 4, en el segundo nivel.

Las tablas a continuación muestran las fuerzas actuantes por marco, así como por nivel y por sentido, así como los valores necesarios para el cálculo de los mismos:

Tabla XI. Fuerzas actuantes por torsión por marco, segundo nivel

Sentido Y										
MARCO	Ri	xi	Ri * xi	Vy	Vd	Xit	Ri *Xit	Ri *(Xit) ²	Viy	Vt (Ton)
A	0,899	0,000	0,000	147 253,10	36 501,196	-9,806	-8,817	86,456	-5 243,547	31,258
B	1,058	7,10	7,514	147 253,10	42 961,258	-2,706	-2,863	7,748	-1 702,993	41,258
C	1,058	14,20	15,027	147 253,10	42 961,258	4,394	4,650	20,434	2 765,576	45,727
D	0,612	21,30	13,028	147 253,10	24 829,397	11,494	7,030	80,805	4 180,964	29,010
	3,627		35,569					195,442		147,253

Momento torsionante Mty(ton) = **324,609**

Coordenada centro de torsión Xt = 9,801
 Coordenada excentricidad real ec = -0,074

edis, mayor valor absoluto entre edx = 1,5*ec + 0,1*b = 2,018
 edy = ec - 0,1*b = -2,204

Sentido X										
MARCO	Ri	yi	Ri * yi	Vx	Vd	Yit	Ri *Yit	Ri *(Yit) ²	Vix	Vt (Ton)
1	0,431	0,000	0,000	147 253,109	21 549,33	-16,098	-6,939	111,701	-8 872,333	12,677
2	0,431	5,500	2,371	147 253,109	21 549,33	-10,598	-4,568	48,414	-5 841,094	15,708
3	0,431	11,000	4,741	147 253,109	21 549,33	-5,098	-2,197	11,203	-2 809,855	18,739
4	0,431	16,500	7,112	147 253,109	21 549,33	0,402	0,173	0,070	221,383	21,771
5	0,431	22,00	9,482	147 253,109	21 549,33	5,902	2,544	15,012	3 252,622	24,802
6	0,307	25,55	7,833	147 253,109	15 328,41	9,452	2,898	27,389	3 705,358	19,034
7	0,307	31,60	9,688	147 253,109	15 328,41	15,502	4,753	73,675	6 077,148	21,406
8	0,177	34,95	6,186	147 253,109	8 849,63	18,852	3,337	62,906	4 266,771	13,116
	2,945		47,414					350,37		147,253

Momento torsionante Mtx(ton) = **697,916**

Coordenada centro de torsión Yt = 16,098
 Coordenada excentricidad real ec = 0,8297

edis, mayor valor absoluto entre edx = 1,5*ec + 0,1*b = 4,740
 edy = ec - 0,1*b = -2,665

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Fuerzas actuantes por torsión por marco, primer nivel

Sentido Y										
MARCO	Ri	xi	Ri * xi	Vy	Vd	Xit	Ri *Xit	Ri *(Xit) ²	Viy	Vt (Ton)
A	0,629	0,000	0,000	97 430,422	24 003,451	-9,760	-6,143	59,951	-3 805,746	20,197
B	0,754	7,10	5,358	97 430,422	28 783,378	-2,660	-2,007	5,339	-1 243,726	27,539
C	0,754	14,20	10,716	97 430,422	28 783,378	4,440	3,351	14,878	2 076,152	30,859
D	0,415	21,30	8,857	97 430,422	15 860,213	11,540	4,799	55,381	2 973,320	18,833
	2,555		24,932					135,550		97,430

Momento torsionante Mty(ton) = **219,257**

Coordenada centro de torsión Xt = 9,759
 Coordenada excentricidad real ec = -0,120

edis, mayor valor absoluto entre edx = 1,5*ec + 0,1*b = 1,949
 edy = ec - 0,1*b = -2,250

Sentido X										
MARCO	Ri	yi	Ri * yi	Vx	Vd	Yit	Ri *Yit	Ri *(Yit) ²	Vix	Vt(Ton)
1	0,274	0,00	0,000	97 430,422	14 396,69	-15,947	-4,375	69,771	-5 435,721	8,961
2	0,274	5,50	1,509	97 430,422	14 396,69	-10,447	-2,866	29,943	-3 560,984	10,835
3	0,274	11,00	3,017	97 430,422	14 396,69	-4,947	-1,357	6,714	-1 686,247	12,710
4	0,274	16,50	4,526	97 430,422	14 396,69	0,553	0,151	0,083	188,490	14,585
5	0,274	22,00	6,035	97 430,422	14 396,69	6,053	1,660	10,052	2 063,227	16,459
6	0,190	25,55	4,867	97 430,422	9 997,25	9,603	1,829	17,569	2 273,011	12,270
7	0,190	31,60	6,020	97 430,422	9 997,25	15,653	2,982	46,680	3 705,036	13,702
8	0,103	34,95	3,631	97 430,422	5 452,48	19,003	1,975	37,522	2 453,189	7,905
	1,856		29,609					218,337		97,430

Momento torsionante Mtx(ton) = **439,667**

Coordenada centro de torsión Yt = 15,947
 Coordenada excentricidad real ec = 0,678

edis, mayor valor absoluto entre edx = 1,5*ec + 0,1*b = 4,513
 edy = ec - 0,1*b = -2,817

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Fuerzas actuantes por torsión por marco, sótano

Sentido Y										
MARCO	Ri	xi	Ri * xi	Vy	Vd	Xit	Ri *Xit	Ri *(Xit) ²	Viy	Vt (Ton)
A	0,328	0,00	0,000	48 257,29	11 953,59	-9,800	-3,216	31,514	-1 739,104	10,214
B	0,387	7,10	2,748	48 257,29	14 100,69	-2,700	-1,045	2,822	-565,213	13,535
C	0,387	14,20	5,496	48 257,29	14 100,69	4,400	1,703	7,494	921,056	15,021
D	0,222	21,30	4,737	48 257,29	8 102,33	11,500	2,558	29,414	1 383,261	9,485
	1,324		12,982					71,244		48,257

Coordenada centro de torsión $X_t = 9,800$
 Coordenada exentricidad real $e_c = -0,080$

Momento torsionante $M_{ty}(\text{ton}) = 106,65$
 edis, mayor valor absoluto entre $ed_x = 1,5 * e_c + 0,1 * b = 2,010$
 $ed_y = e_c - 0,1 * b = -2,210$

Sentido X										
MARCO	Ri	yi	Ri * yi	Vx	Vd	Yit	Ri *Yit	Ri *(Yit) ²	Vix	Vt (Ton)
1	0,155	0,000	0,000	48 257,29	7 071,432	-16,078	-2,499	40,175	-2 878,910	4,192
2	0,155	5,50	0,855	48 257,29	7 071,432	-1,057	-1,644	17,390	-1 894,059	5,177
3	0,155	11,00	1,710	48 257,29	7 071,432	-5,077	-0,789	4,007	-909,209	6,162
4	0,155	16,50	2,565	48 257,29	7 071,432	0,422	0,066	0,028	75,642	7,147
5	0,155	22,00	3,419	48 257,29	7 071,432	5,922	0,920	5,452	1 060,493	8,132
6	0,110	25,55	2,816	48 257,29	5 013,981	9,472	1,044	9,888	1 202,664	6,217
7	0,110	31,60	3,482	48 257,29	5 013,981	15,522	1,711	26,553	1 970,801	6,985
8	0,063	34,95	2,206	48 257,29	2 872,164	18,872	1,191	22,484	1 372,579	4,245
	1,060		17,053					125,977		48,257

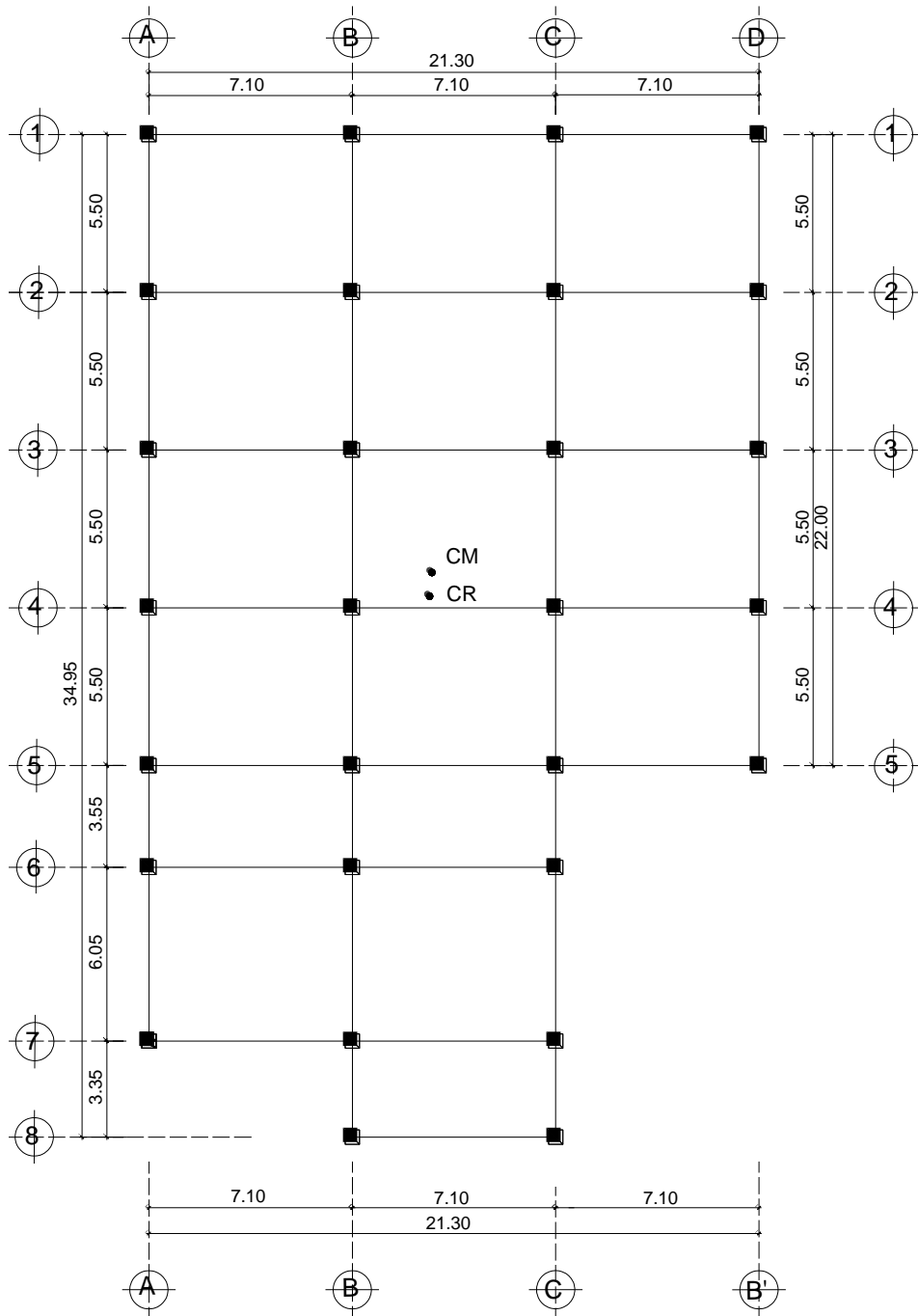
Coordenada centro de torsión $Y_t = 16,077$
 Coordenada exentricidad real $e_c = 0,809$

Momento torsionante $M_{tx}(\text{ton}) = 227,217$
 edis, mayor valor absoluto entre $ed_x = 1,5 * e_c + 0,1 * b = 4,708$
 $ed_y = e_c - 0,1 * b = -2,686$

Fuente: elaboración propia.

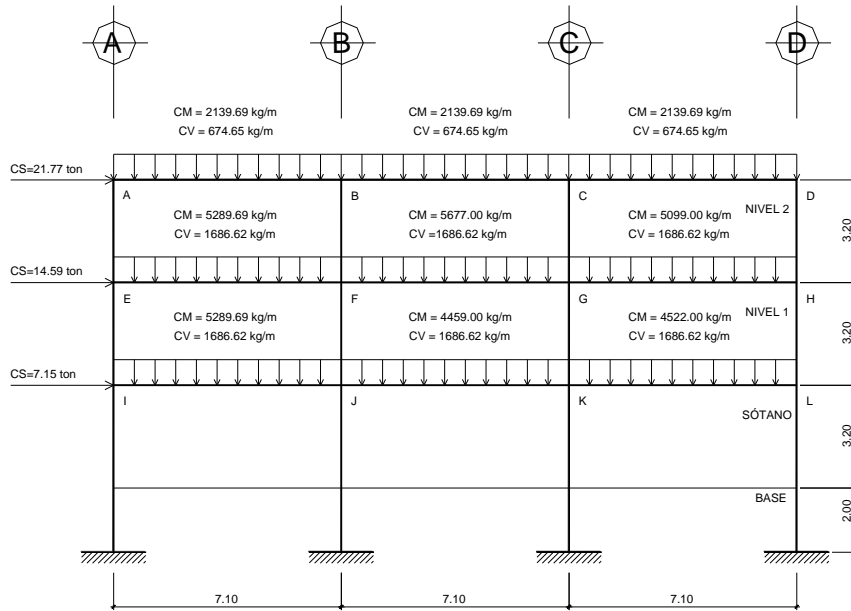
A manera de ejemplo se muestra la figura representado el centro de torsión y el centro de masa para el segundo nivel del módulo A.

Figura 5. Centro de masa, centro de rigidez



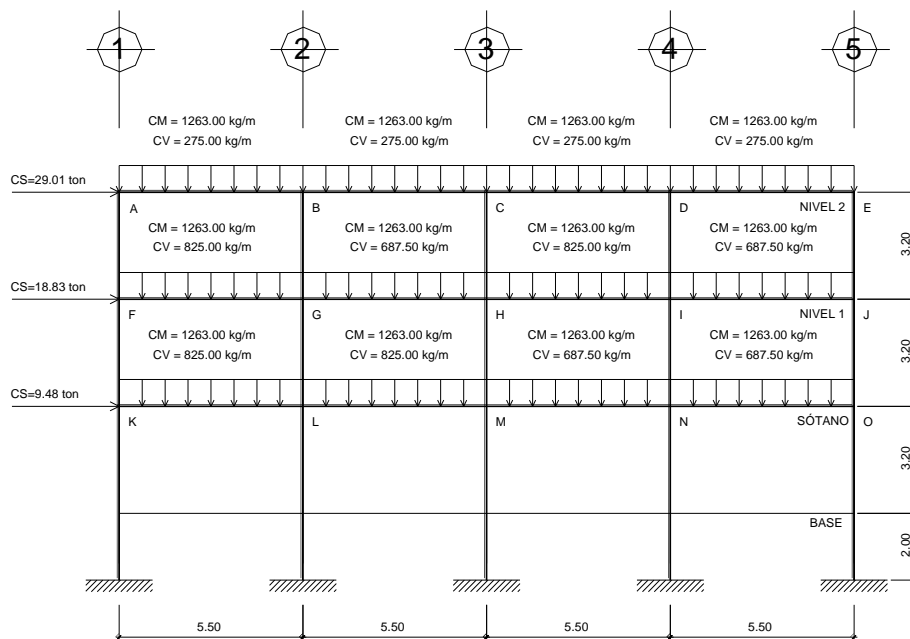
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 6. **Distribución de fuerza por nivel, marco 4**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 7. **Distribución de fuerza por nivel, marco D**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

2.1.4.4. Análisis estructural

Definido el tipo de sección que se utilizará en el análisis y diseño se procede a la determinación de las cargas que actúan sobre la estructura; estas producen esfuerzos de corte, flexión, torsión etc.

En este caso se consideran únicamente las cargas verticales producidas por los entrepisos que se suponen uniformemente distribuidas sobre vigas, y las fuerzas horizontales de sismo.

Ya establecidos los modelos matemáticos, con sus cargas respectivas, se realiza un análisis estructural el cual debe considerar los efectos máximos producidos por las cargas que soporta la estructura, se sugiere que se haga un análisis para cada tipo de carga (carga muerta, carga viva, carga por sismo), luego utilizar la envolvente de momentos para calcular los efectos máximos que se producen en la estructura.

2.1.4.4.1. Análisis de marcos utilizando el método numérico de Kani

La presente descripción del método de Kani es aplicable únicamente en miembros de sección constante; no incluye casos cuando existen columnas de diferentes alturas en un mismo piso, o cuando hay articulaciones en los apoyos de las columnas.

Cálculo de momentos fijos (MF_{ik}); utilizada cuando existen cargas verticales.

Cálculo de momentos de sujeción (M_s); empleada cuando hay cargas verticales

$$M_s = \sum M F_{ik}$$

Determinación de fuerzas de sujeción (H) se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$H = FM \text{ NIVEL}_n$ (fuerza por marco del nivel n , tomada del análisis sísmico)

Cálculo de la fuerza cortante en el piso (Q_n); destinada cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \sum H$$

Cálculo de momentos de piso (M_n); utilizada cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$M_n = ((Q_n * h_n)/3); h_n = \text{altura del piso } n$$

Cálculo de rigideces de los elementos (k_{ik})

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

I = inercia del elemento

L = longitud del elemento

Cálculo de factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik})

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

Cálculo de factores de corrimiento (v_{ik}); empleada cuando hay ladeo causado por asimetría en la estructura o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$v_{ik} = -3/2 \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{in}} \right)$$

Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik}); las influencias de giro se utilizan de acuerdo al efecto de ladeo.

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

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

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

$$M''_{ik} = v_{ik}(\sum(M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{ladeo por asimetría}$$

$$M''_{ik} = v_{ik}(M_n + \sum(M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{ladeo por fuerza horizontal}$$

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

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

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

Ejemplo:

Se describe el método de Kani para la carga muerta en el marco 4, sentido x.

Cálculo de momentos fijos $MF_{ik}; = MF = \pm wl^2/12$

$$MF_{AB} = MF_{BC} = MF_{CD} = MF_{IJ} = -(1\,984,00 \text{ kg/m} \cdot 7,10\text{m}^2)/12 \\ = -8\,321,85 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{BA} = MF_{CB} = MF_{DC} = MF_{JI} = 8\,321,85 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{EF} = -21\,554,47 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{FE} = 21\,554,48 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{FG} = -23\,848,13 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{CD} = 23\,848,13 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{GH} = -21\,420,05 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{HG} = 21\,420,05 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{JK} = -18\,731,52 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{KJ} = 18\,731,52 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{KL} = -18\,996,17 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MF_{LK} = 18\,996,17 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cálculo de momentos de sujeción $M_s = MF_{ik}$

$$\text{Nudo A} = MF_{AB} = -8\,321,85 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo B} = MF_{BA} = MF_{BC} = -8\,321,85 \text{ kg} \cdot \text{m} + 8\,321,85 \text{ kg} \cdot \text{m} = 0,00 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo C} = MF_{CB} = MF_{CD} = -8\,321,85 \text{ kg} \cdot \text{m} + 8\,321,85 \text{ kg} \cdot \text{m} = 0,00 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo D} = MF_{DC} = 8\,321,85 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo E} = MF_{EF} = -21\,554,48 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo F} = MF_{FE} = MF_{FG} = 21\,554,47 \text{ kg} \cdot \text{m} - 23\,848,13 \text{ kg} \cdot \text{m} = -2\,293,66 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo G} = \text{MF}_{\text{GF}} = \text{MF}_{\text{GH}} = 23\,848,13 \text{ kg} \cdot \text{m} - 21\,420,05 \text{ kg} \cdot \text{m} = 2\,428,08 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo H} = \text{MF}_{\text{HG}} = 21\,420,05 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo I} = \text{MF}_{\text{IJ}} = -8\,321,85 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo J} = \text{MF}_{\text{JI}} = \text{MF}_{\text{JK}} = 8\,321,85 \text{ kg} \cdot \text{m} - 18\,731,50 \text{ kg} \cdot \text{m} = -10\,409,65 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo K} = \text{MF}_{\text{KJ}} = \text{MF}_{\text{KL}} = 18\,731,52 \text{ kg} \cdot \text{m} - 18\,996,17 \text{ kg} \cdot \text{m} = -264,65 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{Nudo L} = \text{MF}_{\text{LK}} = 18\,996,17 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cálculo de rigideces de los elementos (Kik)

Inercia de elementos rectangulares $I = bh^3/12$

$$I_{\text{viga}} = (0,35) * (0,70)^3/12 = 0,01000417$$

$$I_{\text{columna}} = (0,50) * (0,50)^3/12 = 0,00520833$$

Rigidez $K = I/L$

$K =$ rigidez del elemento

$L =$ longitud del elemento

$I =$ inercia del elemento

$$\text{Rigidez}_{\text{vigas}} = 0,01000417/7,10 = 0,00140904$$

$$\text{Rigidez}_{\text{col.1er y 2do nivel}} = 0,00520833/3,20 = 0,0016276$$

$$\text{Rigidez}_{\text{sótano}} = 0,00520833/5,20 = 0,0010016$$

Cálculo de factores de corrimiento (vik)

Nivel 1 y 2

$$vik_{\text{nivel 1,2}} = -3/2 \left(\frac{K_{\text{columnas}}}{\sum K_{\text{columnas}}} \right) = -3/2 \left(\frac{0,0016276}{4 * 0,0016276} \right) = -0,375$$

Sótano

$$v_{ik_{nive1,2}} = -3/2 \left(\frac{K_{columnas}}{\sum K_{columnas}} \right) = -3/2 \left(\frac{0,0010016}{4 * 0,0010016} \right) = -0,375$$

Cálculo de factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik})

En vigas:

$$\begin{aligned} \mu_{AB} = \mu_{DC} &= -\frac{1}{2} * \left(\frac{0,00140904}{0,00140904 + 0,0016276} \right) = -0,2320 \\ \mu_{BA} = \mu_{BC} = \mu_{CB} = \mu_{CD} &= -\frac{1}{2} * \left(\frac{0,00140904}{0,00140904 + 0,0016276 + 0,00140904} \right) \\ &= -0,1585 \end{aligned}$$

$$\mu_{EF} = \mu_{HG} = -0,1510$$

$$\mu_{FE} = \mu_{FG} = \mu_{GF} = \mu_{GH} = -0,1160$$

$$\mu_{IJ} = \mu_{LK} = -0,1745$$

$$\mu_{JI} = \mu_{JK} = \mu_{KJ} = \mu_{KL} = -0,1293$$

En columnas:

$$\mu_{AE} = \mu_{DH} = -\frac{1}{2} * \left(\frac{0,0016276}{0,0016276 + 0,00140904} \right) = -0,2680$$

$$\mu_{BF} = \mu_{CG} = -\frac{1}{2} * \left(\frac{0,0016276}{0,0016276 + 0,00140904 + 0,00140904} \right) = -0,1831$$

$$\mu_{EA} = \mu_{EI} = -0,1745$$

$$\mu_{FB} = \mu_{FJ} = \mu_{GC} = \mu_{GK} = -0,1340$$

$$\mu_{IE} = \mu_{LH} = -0,2015$$

$$\mu_{JF} = \mu_{KG} = -0,1494$$

$$\mu_{IM} = \mu_{LP} = -0,1240$$

$$\mu_{JN} = \mu_{KO} = -0,0919$$

$$\mu_{MI} = \mu_{NJ} = \mu_{OK} = \mu_{PL} = 0,00$$

Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik}), primera iteración

Nudo A

$$M_{AB} = \mu_{AB} * (M_{SA} + (M'_{EA} + M'_{BA}))$$

$$M_{AB} = -0,2320 * (0 + (-8\ 321,85 + 0,00)) = 1\ 930,6692$$

$$M_{AE} = 2\ 230,2558$$

Nudo B

$$M_{BA} = \mu_{BA} * (M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{FB} + M'_{CB}))$$

$$M_{BA} = -0,1585 * (0,00 + (1\ 930,6692 + 0 + 0)) = -306,0111$$

$$M_{BF} = -353,5055$$

$$M_{BC} = -306,0111$$

Nudo C

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

$$M_{CB} = -0,1585 * (0,00 + (-306,0111 + 0 + 0)) = 48,5028$$

$$M_{CG} = 56,0306$$

$$M_{CD} = 48,5028$$

Nudo D

$$M_{DC} = \mu_{DC} * (M_{SD} + (M'_{HD} + M'_{CD})) = -0,2320 * (8\ 321,8508 + (48,5028 + 0))$$

$$M_{DC} = -1\ 941,9220$$

$$M_{DH} = -2\ 243,2548$$

Nudo H

$$M_{HD} = \mu_{HD} * (M_{SH} + (M'_{DH} + M'_{LH} + M'_{GH}))$$

$$M_{HD} = -0,1745 * (21\,420,0192 + (-2\,243,2548 + 0 + 0)) = -3\,346,3454$$

$$M_{HL} = -3\,346,3454$$

$$M_{HG} = -2\,896,5989$$

Nudo G

$$M_{GC} = \mu_{GC} * (MS_G + (M'_{CG} + M'_{HG} + M'_{KG} + M'_{FG}))$$

$$M_{GC} = -0,1340 * (2\,428,0817 + (56,0306 - 2\,896,5989 + 0 + 0)) = 55,2732$$

$$M_{GH} = 47,8484$$

$$M_{GK} = 55,2732$$

$$M_{GF} = 47,8484$$

Nudo F

$$M_{FB} = \mu_{FB} * (MS_F + (M'_{BF} + M'_{GF} + M'_{JF} + M'_{EF}))$$

$$M_{FB} = -0,1340 * (-2\,293,6550 + (-353,5055 + 47,8484 + 0)) = 348,3078$$

$$M_{FG} = 301,5202$$

$$M_{FJ} = 348,5183$$

$$M_{FE} = 301,5202$$

Nudo E

$$M_{EA} = \mu_{EA} * (MS_E + (M'_{AE} + M'_{FE} + M'_{IE}))$$

$$M_{EA} = -0,1745 * (-21\,554,4758 + (2\,230,2558 + 301,5202 + 0)) = 3\,319,4611$$

$$M_{EF} = 2\,872,2477$$

$$M_{EI} = 3\,319,4611$$

Nudo I

$$M_{IE} = \mu_{IE} * (MS_I + (M'_{EI} + M'_{JI} + M'_{MI}))$$

$$M_{IE} = -0,2015 * (-8\,321,8508 + (3\,319,4611 + 0 + 0)) = 1\,007,9815$$

$$M_{IJ} = 872,9170$$

$$M_{IM} = 620,2963$$

Nudo J

$$M_{JF} = \mu_{JF} * (M_{S_J} + (M'_{FJ} + M'_{KJ} + M'_{NJ} + M'_{IJ}))$$

$$M_{JF} = -0,1494 * (-10\,409,6650 + (348,5183 + 0 + 0 + 872,9170))$$

$$M_{JF} = 1\,372,7215$$

$$M_{JK} = 1\,188,0381$$

$$M_{JN} = 844,3983$$

$$M_{JI} = 1\,188,0381$$

Nudo K

$$M_{KG} = \mu_{KG} * (M_{S_K} + (M'_{GK} + M'_{LK} + M'_{OK} + M'_{JK}))$$

$$M_{KG} = -0,1494 * (-264,6525 + (55,2732 + 0 + 0 + 1\,188,0381)) = -146,2116$$

$$M_{KL} = -126,5406$$

$$M_{KO} = -89,9387$$

$$M_{KJ} = -126,5406$$

Nudo L

$$M_{LH} = \mu_{LH} * (M_{S_L} + (M'_{HL} + M'_{PL} + M'_{KL}))$$

$$M_{LH} = -0,2015 * (18\,996,1683 + (-3\,346,3454 + 0 - 126,5406))$$

$$M_{LH} = -3\,127,9413$$

$$M_{LP} = -1\,924,8870$$

$$M_{LK} = -2\,708,8127$$

Al terminar el primer ciclo se procede a realizar la segunda iteración en base a los resultados obtenidos en la primera.

Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M''_{ik}), segunda iteración

Nudo A

$$M_{AB} = \mu_{AB} * (Ms_A + (M'_{EA} + M'_{BA}))$$

$$M_{AB} = -0,2320 * (-8\,321,85 + 3\,319,4611 - 306,0111) = 1\,231,5488$$

$$M_{AE} = 1\,422,6512$$

Nudo B

$$M_{BA} = \mu_{BA} * (Ms_B + (M'_{AB} + M'_{FB} + M'_{CB}))$$

$$M_{BA} = -0,1585 * (0,00 + (1\,231,5488 + 348,3078 + 48,5028)) = -258,0950$$

$$M_{BF} = -298,1526$$

$$M_{BC} = -258,0950$$

Nudo C

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

$$M_{CB} = -0,1585 * (0,00 + (-258,0950 + 55,2732 - 1\,941,9220)) = 339,9419$$

$$M_{CG} = 392,7026$$

$$M_{CD} = 339,9419$$

Nudo D

$$M_{DC} = \mu_{DC} * (Ms_D + (M'_{HD} + M'_{CD}))$$

$$M_{DC} = -0,2320 * (8\,321,8508 + (-3\,346,3454 + 339,9419)) = -1\,233,1838$$

$$M_{DH} = -1\,424,5399$$

Nudo H

$$M_{HD} = \mu_{HD} * (Ms_H + (M'_{DH} + M'_{LH} + M'_{GH}))$$

$$M_{HD} = -0,1745 * (21\,420,0192 + (-1\,424,5399 - 3\,127,9413 + 47,8484)) =$$

$$M_{HD} = -2\,951,7349$$

$$M_{HL} = -2\,951,7349$$

$$M_{HG} = -2\,554,2233$$

Nudo G

$$M_{GC} = \mu_{GC} * (Ms_G + (M'_{CG} + M'_{HG} + M'_{KG} + M'_{FG}))$$

$$M_{GC} = -0,1340 * (2\,428,0817 + (392,7026 - 2\,554,223 - 146,211 + 301,5202))$$

$$M_{GC} = -56,5305$$

$$M_{GH} = -48,9368$$

$$M_{GK} = -56,5305$$

$$M_{GF} = -48,9368$$

Nudo F

$$M_{FB} = \mu_{FB} * (Ms_F + (M'_{BF} + M'_{GF} + M'_{JF} + M'_{EF}))$$

$$M_{FB} = -0,134 * (-2\,293,655 + (-298,1526 - 48,936 + 1\,372,721 + 2\,872,247))$$

$$M_{FB} = -214,9661$$

$$M_{FG} = -186,0900$$

$$M_{FJ} = -214,9661$$

$$M_{FE} = -186,0900$$

Nudo E

$$M_{EA} = \mu_{EA} * (Ms_E + (M'_{AE} + M'_{FE} + M'_{IE}))$$

$$M_{EA} = -0,1745 * (-21\,554,4758 + (1\,422,6512 - 186,0900 + 1\,007,9815))$$

$$M_{EA} = 3\,369,5833$$

$$M_{EF} = 2\,915,7998$$

$$M_{EI} = 3\,369,5833$$

Nudo I

$$M_{IE} = \mu_{IE} * (Ms_I + (M'_{EI} + M'_{JI} + M'_{MI}))$$

$$M_{IE} = -0,2015 * (-8\,321,8508 + (3\,369,5833 + 1\,188,0381 + 0)) = 758,4922$$

$$M_{IJ} = 656,8580$$

$$M_{IM} = 466,7644$$

Nudo J

$$M_{JF} = \mu_{JF} * (M_{Sj} + (M'_{Fj} + M'_{Kj} + M'_{Nj} + M'_{Ij}))$$

$$M_{JF} = -0,1494 * (-10\ 409,6650 + (-214,9661 - 126,5406 + 0 + 656,8580))$$

$$M_{JF} = 1\ 508,0909$$

$$M_{JK} = 1\ 305,1951$$

$$M_{JN} = 927,6677$$

$$M_{JI} = 1\ 305,1951$$

Nudo K

$$M_{KG} = \mu_{KG} * (M_{S_K} + (M'_{GK} + M'_{LK} + M'_{OK} + M'_{JK}))$$

$$M_{KG} = -0,1494 * (-264,6525 + (-56,5305 - 2\ 708,8127 + 0 + 1\ 305,1951))$$

$$M_{KG} = 257,6852$$

$$M_{KL} = 223,0167$$

$$M_{KO} = 158,5091$$

$$M_{KJ} = 223,0167$$

Nudo L

$$M_{LH} = \mu_{LH} * (M_{S_L} + (M'_{HL} + M'_{PL} + M'_{KL}))$$

$$M_{LH} = -0,2015 * (18\ 996,1683 + (-2\ 951,7349 + 0 + 223,0167))$$

$$M_{LH} = -3\ 277,8912$$

$$M_{LP} = -2\ 017,1638$$

$$M_{LK} = -2\ 838,6700$$

Nota: para este ejemplo se necesitaron 11 iteraciones, las cuales, no se describen todas por cuestiones de espacio.

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

En vigas:

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

$$M_{AB} = -8\,321,8508 + 2 * (1\,176,7244) + (-184,7828) = -6\,153,1849 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

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

$$M_{BA} = 8\,321,8508 + 2 * (-184,7828) + (1\,176,7244) = 9\,129,0096 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

En columnas:

$$M_{AE} = MF_{AE} + 2M'_{AE} + M'_{EA}$$

$$M_{AE} = 0 + 2 * (1\,359,2551) + (3\,434,6747) = 6\,153,1849 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{EA} = MF_{EA} + 2M'_{EA} + M'_{AE}$$

$$M_{EA} = 0 + 2 * (3\,434,6747) + (1\,359,2551) = 8\,228,6045 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Ejemplo:

Se describe el método de Kani para la carga viva en el marco 4, sentido x.

El procedimiento de análisis para carga viva es igual que para carga muerta, por esa razón, este inciso no se detalla, y se limita a mostrar los resultados en la figura 8.

Ejemplo:

Se describe el método de Kani para la carga sísmica en el marco 4, sentido x.

Determinación de fuerzas de sujeción

$$\text{Nivel 2} = 21\,770,71 \text{ kg}$$

$$h_2 = 3,20 \text{ m}$$

$$\text{Nivel 1} = 14\,585,17 \text{ kg} \quad h_1 = 3,20\text{m}$$

$$\text{Sótano} = 7\,147,07 \text{ kg} \quad h_s = 5,20\text{m}$$

Determinación de la fuerza cortante en el piso (Q_n):

$$Q_{\text{nivel } 2} = 21\,770,71 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{nivel } 1} = 21\,770,71 \text{ kg} + 14\,585,17 \text{ kg} = 36\,355,88 \text{ kg}$$

$$\text{Sótano} = 36\,355,88 \text{ kg} + 7\,147,07 \text{ kg} = 43\,502,95 \text{ kg}$$

Cálculo de momento de piso (M_n):

$$M_2 = \frac{Q_{n2} * H_{n2}}{3} = \frac{21\,770,71 \text{ kg} * 3,20\text{m}}{3} = 23\,222,09 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_1 = \frac{Q_{n1} * H_{n1}}{3} = \frac{36\,355,88 \text{ kg} * 3,20\text{m}}{3} = 38\,779,60 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{sótano}} = \frac{Q_{n2} * H_{n2}}{3} = \frac{43\,502,95 \text{ kg} * 5,20\text{m}}{3} = 75\,405,11 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Las rigideces, los factores de giro y los factores de corrimiento que se calcularon en el análisis de carga muerta, son los mismos que se utilizan en los análisis de carga viva y fuerza sísmica.

Cálculo de iteraciones, influencias de desplazamiento (M''_{ik}), primera iteración:

Nivel 2

$$M''_{\text{niv}2} = V_{\text{niv}2} * (M_{\text{niv}2} + (M'_{AE} + M'_{EA} + M'_{BF} + M'_{FB} + M'_{CG} + M'_{GC} + M'_{DH} + M'_{HD}))$$

$$M''_{\text{niv}2} = -0,375 * (23\,222,09 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0))$$

$$= -8\,708,28 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Nivel 1

$$M''_{\text{niv 1}} = V_{\text{niv 1}} * (M_{\text{niv 1}} + (M'_{EI} + M'_{IE} + M'_{FJ} + M'_{JF} + M'_{GK} + M'_{KG} + M'_{HL} + M'_{LH}))$$

$$M''_{\text{nivel1}} = -0,375 * (38\ 779,60 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0))$$

$$M''_{\text{nivel1}} = -14\ 542,35 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Sótano

$$M''_{\text{sót.}} = V_{\text{sót.}} * (M_{\text{sót.}} + (M'_{IM} + M'_{MI} + M'_{JN} + M'_{NJ} + M'_{KO} + M'_{OK} + M'_{LP} + M'_{PL}))$$

$$M''_{\text{sót.}} = -0,375 * (75\ 405,11 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0))$$

$$M''_{\text{sót.}} = -28\ 276,92 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cálculo de iteraciones, influencia de giro (M'_{ik}), primera iteración

Nudo A

$$M_{AB} = \mu_{AB} * (M_{SA} + (M'_{EA} + M'_{BA} + M''_{\text{nivel 2}}))$$

$$M_{AB} = -0,2320 * (0 + 0 + 0 - 8\ 708,28) = 2\ 020,3209$$

$$M_{AE} = 2\ 333,8190$$

Nudo B

$$M_{BA} = \mu_{BA} * (M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{FB} + M'_{CB} + M''_{\text{nivel 2}}))$$

$$M_{BA} = -0,1585 * (0 + (2\ 020,3209 + 0 + 0 - 8\ 708,28)) = 1\ 060,0415$$

$$M_{BF} = 1\ 224,5653$$

$$M_{BC} = 1\ 060,0415$$

Nudo C

$$M_{CB} = \mu_{CB} * (M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{GC} + M'_{DC} + M''_{nivel\ 2}))$$

$$M_{CB} = -0,1585 * (0 + (1\ 060,0415 + 0 + 0 - 8\ 708,28)) = 1\ 212,2458$$

$$M_{CG} = 1\ 400,3924$$

$$M_{CD} = 1\ 212,2458$$

Nudo D

$$M_{DC} = \mu_{DC} * (M_{SD} + (M'_{HD} + M'_{CD} + M''_{nivel\ 2}))$$

$$M_{DC} = -0,2320 * (0 + (0 + 1\ 212,2458 - 8\ 708,28)) = 1739,0799$$

$$M_{DH} = 2\ 008,9371$$

Nudo H

$$M_{HD} = \mu_{HD} * (M_{SH} + (M'_{DH} + M'_{LH} + M'_{GH} + M''_{nivel\ 2} + M''_{nivel\ 1}))$$

$$M_{HD} = -0,1745 * (0 + (2\ 008,9371 + 0 + 0 - 8\ 708,28 - 14\ 542,35))$$

$$M_{HD} = 3\ 706,6754$$

$$M_{HL} = 3\ 706,6754$$

$$M_{HG} = 3\ 207,4956$$

Nudo G

$$M_{GC} = \mu_{GC} * (M_{SG} + (M'_{CG} + M'_{HG} + M'_{KG} + M'_{FG} + M''_{nivel\ 2} + M''_{nivel\ 1}))$$

$$M_{GC} = -0,134 * (0 + (1\ 400,3924 + 3\ 207,4956 + 0 + 0 - 8\ 708,28 - 14\ 542,35))$$

$$M_{GC} = 2\ 498,1274$$

$$M_{GH} = 2\ 162,5581$$

$$M_{GK} = 2\ 498,1274$$

$$M_{GF} = 2\ 162,5581$$

Nudo F

$$M_{FB} = \mu_{FB} * (M_{SF} + (M'_{BF} + M'_{GF} + M'_{JF} + M'_{EF} + M''_{nivel\ 2} + M''_{nivel\ 1}))$$

$$M_{FB} = -0,134 * (0 + (1\ 224,5653 + 2\ 162,5581 + 0 + 0 - 8\ 708,28 - 14\ 542,35))$$

$$M_{FB} = 2\ 661,7099$$

$$M_{FG} = 2\ 304,1667$$

$$M_{FJ} = 2\ 661,7099$$

$$M_{FE} = 2\ 304,1667$$

Nudo E

$$M_{EA} = \mu_{EA} * (Ms_E + (M'_{AE} + M'_{FE} + M'_{IE} + M''_{nivel\ 2} + M''_{nivel\ 1}))$$

$$M_{EA} = -0,1745 * (0 + (2\ 333,8190 + 2\ 304,1667 + 0 - 8\ 708,28 - 14\ 542,35))$$

$$M_{EA} = 3\ 247,9064$$

$$M_{EF} = 2\ 810,5092$$

$$M_{EI} = 3\ 247,9064$$

Nudo I

$$M_{IE} = \mu_{IE} * (Ms_I + (M'_{EI} + M'_{JI} + M'_{MI} + M''_{nivel\ 1} + M''_{sótano}))$$

$$M_{IE} = -0,2015 * (0 + (3\ 247,9064 + 0 + 0 - 14\ 542,35 - 28\ 276,92))$$

$$M_{IE} = 7\ 973,6298$$

$$M_{IJ} = 6\ 905,2029$$

$$M_{IM} = 4\ 906,8490$$

Nudo J

$$M_{JF} = \mu_{JF} * (Ms_J + (M'_{FJ} + M'_{KJ} + M'_{NJ} + M'_{IJ} + M''_{nivel\ 1} + M''_{sótano}))$$

$$M_{JF} = -0,149 * (0 + (2\ 661,709 + 0 + 0 + 6\ 905,2029 - 14\ 542,35 - 28\ 276,92))$$

$$M_{JF} = 4\ 967,9022$$

$$M_{JK} = 4\ 299,5297$$

$$M_{JN} = 3\ 055,8916$$

$$M_{JI} = 4\ 299,5297$$

Nudo K

$$M_{KG} = \mu_{KG} * (Ms_K + (M'_{GK} + M'_{LK} + M'_{OK} + M'_{JK} + M''_{nivel\ 1} + M''_{sótano}))$$

$$M_{KG} = -0,149 * (0 + (2\ 498,127 + 0 + 0 + 4\ 299,529 - 14\ 542,35 - 28\ 276,92))$$

$$M_{KG} = 5\ 381,6289$$

$$M_{KL} = 4\ 657,5945$$

$$M_{KO} = 3\ 310,3862$$

$$M_{KJ} = 4\ 657,5945$$

Nudo L

$$M_{LH} = \mu_{LH} * (Ms_L + (M'_{HL} + M'_{PL} + M'_{KL} + M''_{nivel\ 1} + M''_{sótano}))$$

$$M_{LH} = -0,2015 * (0 + (3\ 706,6754 + 0 + 4\ 657,5945 - 14\ 542,35 - 28\ 276,92))$$

$$M_{LH} = 6\ 942,6825$$

$$M_{LP} = 4272,4200$$

$$M_{LK} = 6\ 012,3975$$

Cálculo de iteraciones, influencias de desplazamiento (M''_{ik}), segunda iteración:

Nivel 2

$$M''_{niv2} = V_{niv\ 2} * (M_{niv\ 2} + (M'_{AE} + M'_{EA} + M'_{BF} + M'_{FB} + M'_{CG} + M'_{GC} + M'_{DH} + M'_{HD}))$$

$$M''_{niv2} = -0,375 * (23\ 222,09 + (2\ 333,8190 + 3\ 247,9064 + 1\ 224,5653 + 2\ 661,7099 + 1\ 400,3924 + 2\ 498,1274 + 2\ 008,9371 + 3\ 706,6754))$$

$$M''_{niv2} = -15\ 864,0835\ \text{kg} \cdot \text{m}$$

Nivel 1

$$M''_{\text{niv 1}} = V_{\text{niv 1}} * (M_{\text{niv 1}} + (M'_{EI} + M'_{IE} + M'_{FJ} + M'_{JF} + M'_{GK} + M'_{KG} + M'_{HL} \\ + M'_{LH}))$$

$$M''_{\text{nivel 1}} = -0,375 * (38\,779,60 + (3\,247,9064 + 7\,973,6298 + 2\,661,7099 + \\ 2\,661,7099 + 4\,967,9022 + 2\,498,1274 + 5\,381,6289 + 3\,706,6754 \\ + 6\,942,6825))$$

$$M''_{\text{nivel 1}} = -28\,559,9484 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Sótano

$$M''_{\text{sót.}} = V_{\text{sót.}} * (M_{\text{sót.}} + (M'_{IM} + M'_{MI} + M'_{JN} + M'_{NJ} + M'_{KO} + M'_{OK} + M'_{LP} \\ + M'_{PL}))$$

$$M''_{\text{sót.}} = -0,375 * (75\,405,11 + (4\,906,8490 + 0 + 3\,055,8916 + 0 + 3\,310,3862 \\ 4272,4200 + 0)) = -34106,4963 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cálculo de iteraciones, influencia de giro (M'_{ik}), segunda iteración

Nudo A

$$M_{AB} = \mu_{AB} * (M_{SA} + (M'_{EA} + M'_{BA} + M''_{\text{nivel 2}}))$$

$$M_{AB} = -0,2320 * (0 + (3\,247,9064 + 1\,060,0415 - 15\,864,0835)) = 2\,681,0234$$

$$M_{AE} = 3\,097,0443$$

Nudo B

$$M_{BA} = \mu_{BA} * (M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{FB} + M'_{CB} + M''_{\text{nivel 2}}))$$

$$M_{BA} = -0,1585 * (0 + (2\,681,0234 + 2\,661,7099 + 1\,212,2458 - 15\,864,0835))$$

$$M_{BA} = 1\,475,4596$$

$$M_{BF} = 1\,704,4584$$

$$M_{BC} = 1\,475,4596$$

Nudo C

$$M_{CB} = \mu_{CB} * (M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{GC} + M'_{DC} + M''_{nivel\ 2}))$$

$$M_{CB} = -0,1585 * (0 + (1\ 475,4596 + 2\ 498,1274 + 1739,0799 - 15\ 864,0835))$$

$$M_{CB} = 1\ 608,9995$$

$$M_{CG} = 1\ 858,7243$$

$$M_{CD} = 1\ 608,9995$$

Nudo D

$$M_{DC} = \mu_{DC} * (M_{SD} + (M'_{HD} + M'_{CD} + M''_{nivel\ 2}))$$

$$M_{DC} = -0,2320 * (0 + (3\ 706,6754 + 1\ 608,9995 - 15\ 864,0835)) = 2\ 447,2308$$

$$M_{DH} = 2\ 826,9735$$

Nudo H

$$M_{HD} = \mu_{HD} * (M_{SH} + (M'_{DH} + M'_{LH} + M'_{GH} + M''_{nivel\ 2} + M''_{nivel\ 1}))$$

$$M_{HD} = -0,1745 * (0 + (2\ 826,9735 + 6\ 942,6825 + 2\ 162,5581 - 15\ 864,0835 - 28\ 559,9484))$$

$$M_{HD} = 5\ 669,8222$$

$$M_{HL} = 5\ 669,8222$$

$$M_{HG} = 4\ 906,2645$$

Nudo G

$$M_{GC} = \mu_{GC} * (M_{SG} + (M'_{CG} + M'_{HG} + M'_{KG} + M'_{FG} + M''_{nivel\ 2} + M''_{nivel\ 1}))$$

$$M_{GC} = -0,1340 * (0 + (1\ 858,7243 + 4\ 906,2645 + 5\ 381,6289 + 2\ 304,1667 - 15\ 864,0835 - 28\ 559,9484)) = 4\ 016,4151$$

$$M_{GH} = 3\ 476,8967$$

$$M_{GK} = 4\ 016,4151$$

$$M_{GF} = 3\ 476,8967$$

Nudo F

$$M_{FB} = \mu_{FB} * (MS_F + (M'_{BF} + M'_{GF} + M'_{JF} + M'_{EF} + M''_{nivel\ 2} + M''_{nivel\ 1}))$$

$$M_{FB} = -0,1340 * (0 + (1\ 704,4584 + 3\ 476,8967 + 4\ 967,9022 + 2\ 810,5092 - 2\ 810,5092 - 15\ 864,0835 - 28\ 559,9484)) = 4\ 216,2115$$

$$M_{FG} = 3\ 649,8548$$

$$M_{FJ} = 4\ 216,2115$$

$$M_{FE} = 3\ 649,8548$$

Nudo E

$$M_{EA} = \mu_{EA} * (MS_E + (M'_{AE} + M'_{FE} + M'_{IE} + M''_{nivel\ 2} + M''_{nivel\ 1}))$$

$$M_{EA} = -0,1745 * (0 + (3\ 097,0443 + 3\ 649,8548 + 7\ 973,6298 - 15\ 864,083 - 28\ 559,9484)) = 5\ 183,2613$$

$$M_{EF} = 4\ 485,2289$$

$$M_{EI} = 5\ 183,2613$$

Nudo I

$$M_{IE} = \mu_{IE} * (MS_I + (M'_{EI} + M'_{JI} + M'_{MI} + M''_{nivel\ 1} + M''_{sótano}))$$

$$M_{IE} = -0,2015 * (0 + (5\ 183,2613 + 4\ 299,529 + 0 - 28\ 559,948 - 34106,496))$$

$$M_{IE} = 10\ 716,5062$$

$$M_{IJ} = 9\ 280,5475$$

$$M_{IM} = 6\ 594,7730$$

Nudo J

$$M_{JF} = \mu_{JF} * (MS_J + (M'_{FJ} + M'_{KJ} + M'_{NJ} + M'_{IJ} + M''_{nivel\ 1} + M''_{sótano}))$$

$$M_{JF} = -0,1494 * (0 + (4\ 216,2115 + 4\ 657,5945 + 0 + 9\ 280,5475 - 28\ 559,9484 - 34106,4963)) = 6\ 650,1064$$

$$M_{JK} = 5\ 755,4133$$

$$M_{JN} = 4\ 090,6611$$

$$M_{JI} = 5\,755,4133$$

Nudo K

$$M_{KG} = \mu_{KG} * (M_{SK} + (M'_{GK} + M'_{LK} + M'_{OK} + M'_{JK} + M''_{nivel\ 1} + M''_{sótano}))$$

$$M_{KG} = -0,1494 * (0 + (4\,016,4151 + 6\,012,3975 + 0 + 5\,755,4133 - 28\,559,9484 - 34\,106,4963)) = 7\,004,2035$$

$$M_{KL} = 6\,061,8708$$

$$M_{KO} = 4\,308,4759$$

$$M_{KJ} = 6\,061,8708$$

Nudo L

$$M_{LH} = \mu_{LH} * (M_{SL} + (M'_{HL} + M'_{PL} + M'_{KL} + M''_{nivel\ 1} + M''_{sótano}))$$

$$M_{LH} = -0,2015 * (0 + (5\,669,8222 + 0 + 6\,061,8708 - 28\,559,9484 - 34\,106,4963)) = 10\,263,3525$$

$$M_{LP} = 6\,315,9092$$

$$M_{LK} = 8\,888,1142$$

Previamente se realizó el cálculo de momentos positivos en cada viga y se muestran igualmente en las figuras.

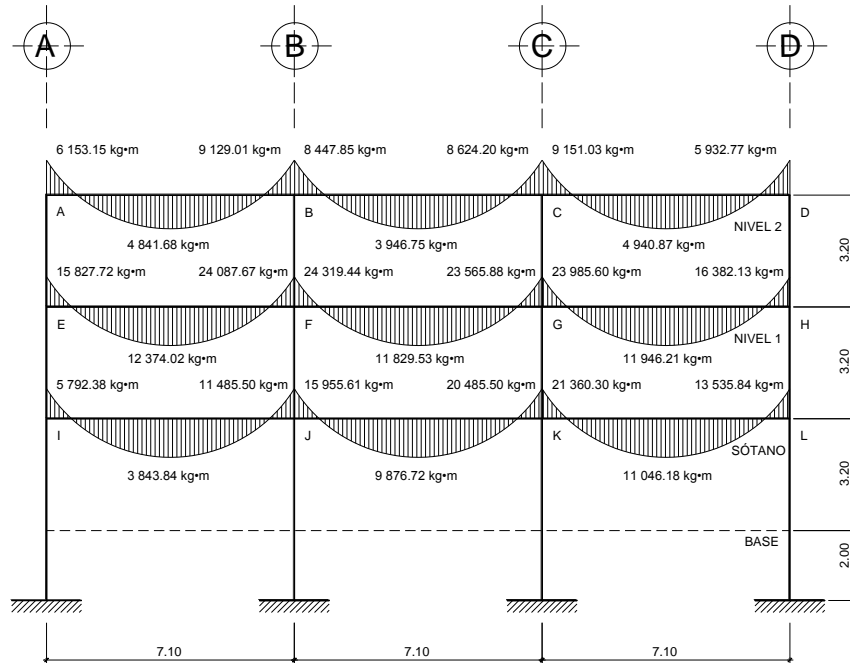
El cálculo de momento positivo en vigas se realiza con la siguiente fórmula:

$$M(+)=\frac{w * l^2}{8} - \left(\frac{M_1 + M_2}{2}\right)$$

$$M_+ = \frac{1\,981\text{kg/m} * (7,10\text{m})^2}{8} - \left(\frac{6\,153,1849\text{ kg} \cdot \text{m} + 9\,129,0096\text{ kg} \cdot \text{m}}{2}\right)$$

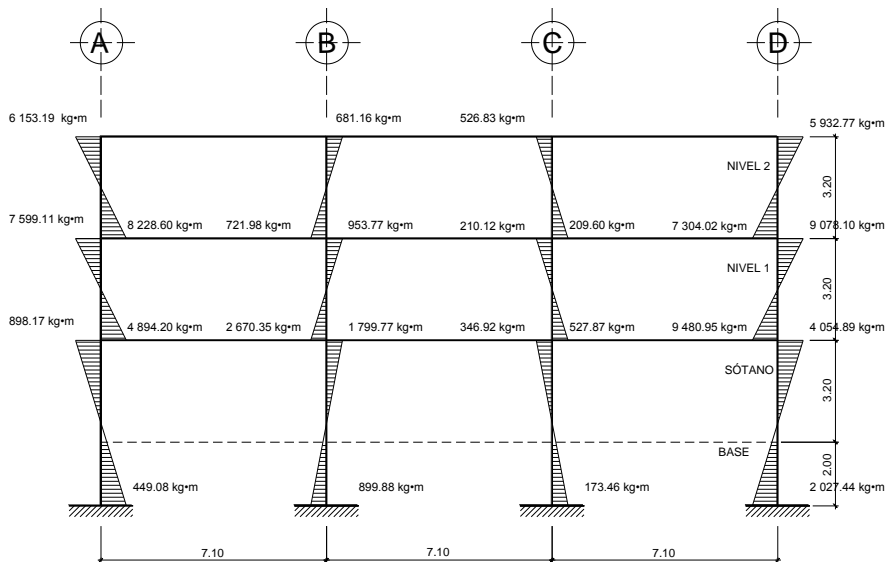
$$= 4\,841.68\text{kg} \cdot \text{m}$$

Figura 8. **Momentos producidos por carga muerta en vigas, marco 4**



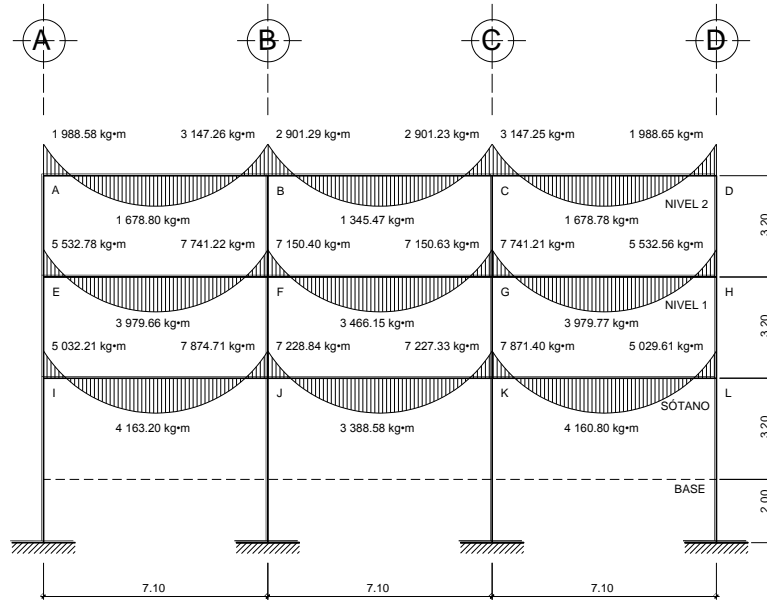
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 9. **Momentos producidos por carga muerta en columnas, marco 4**



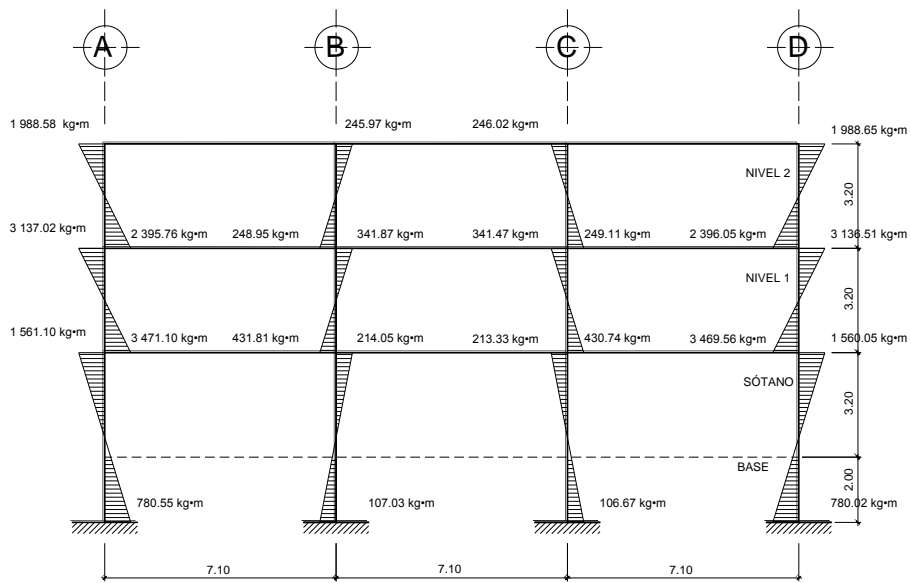
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 10. **Momentos producidos por carga viva en vigas, marco 4**



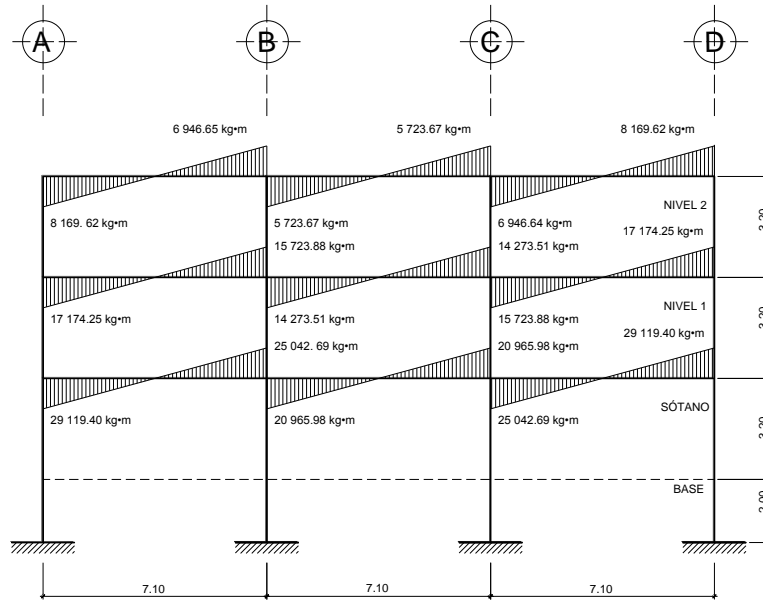
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 11. **Momentos producidos por carga viva en columnas, marco 4**



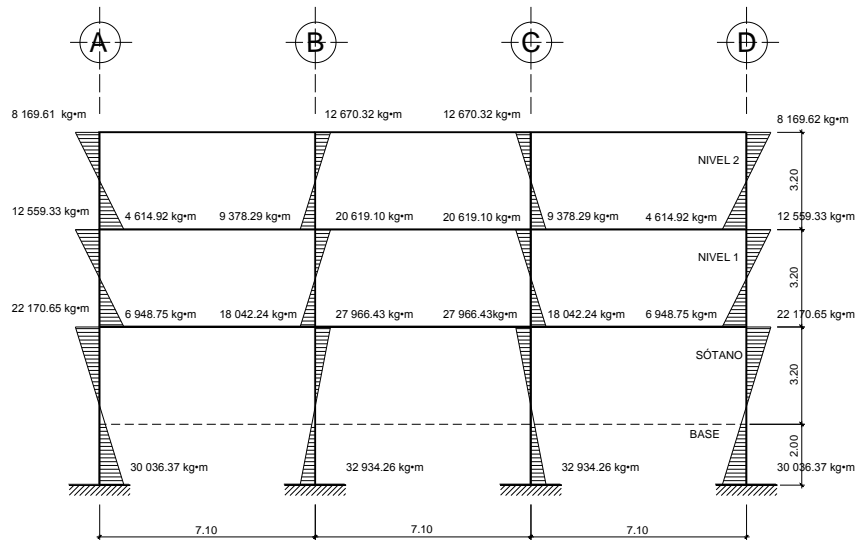
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 12. **Momentos producidos por fuerza sísmica en vigas, marco 4**



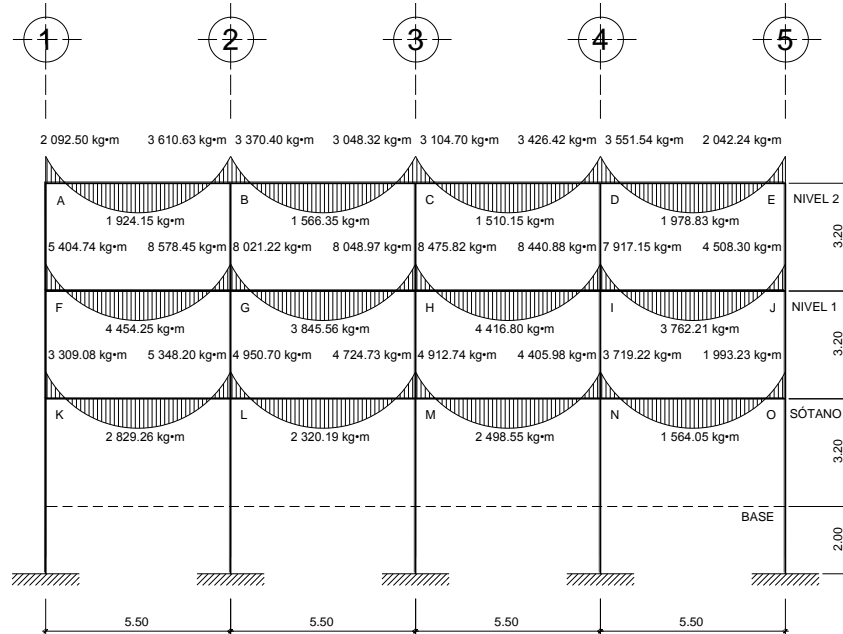
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 13. **Momentos producidos por fuerza sísmica en columnas, marco 4**



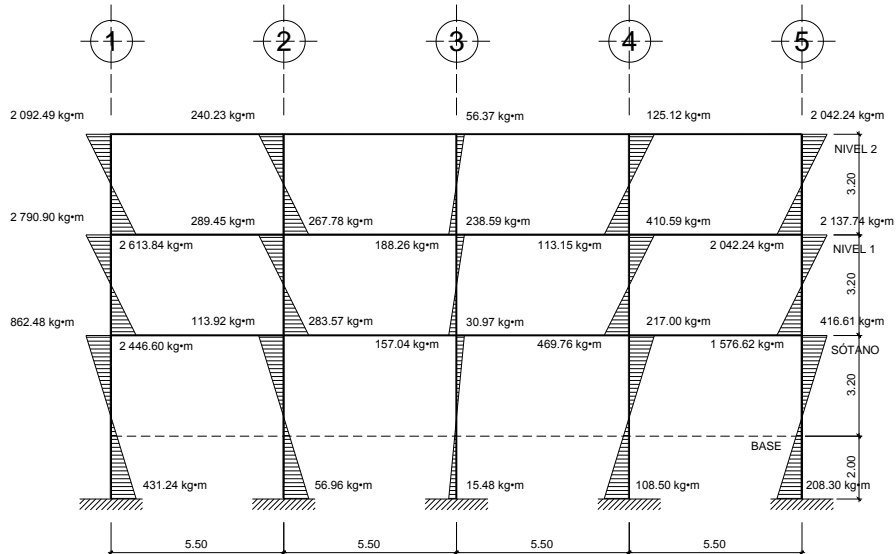
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 14. **Momentos producidos por carga muerta en vigas, marco D**



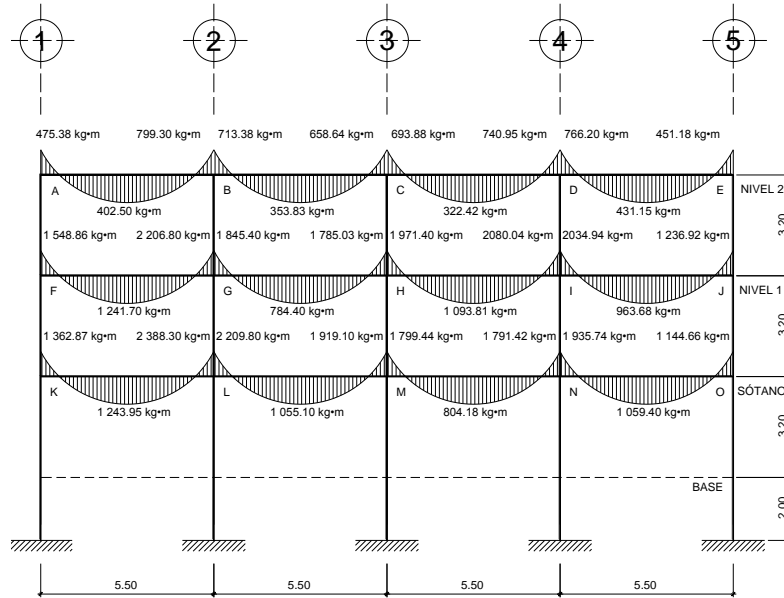
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 15. **Momentos producidos por carga muerta en columnas, marco D**



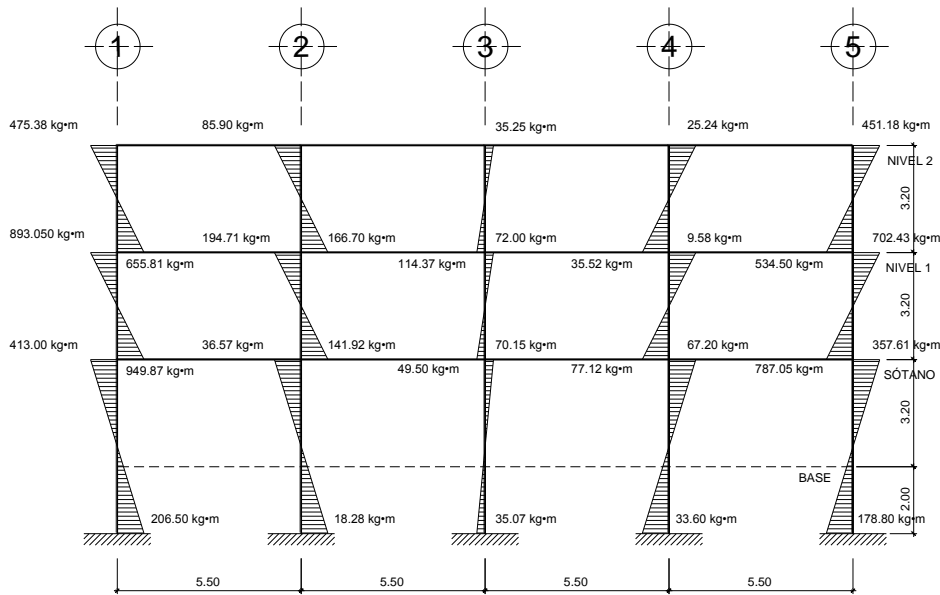
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 16. Momentos producidos por carga viva en vigas, marco D



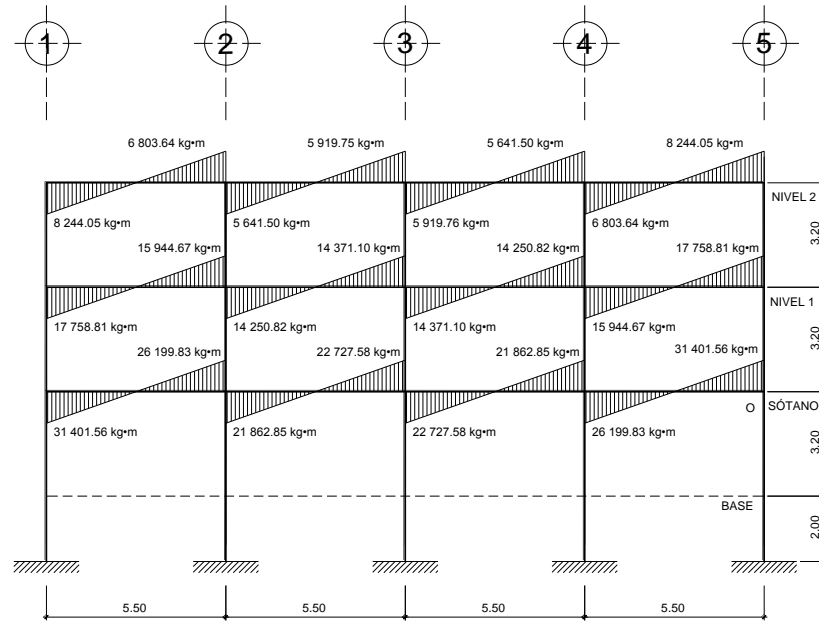
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 17. Momentos producidos por carga viva en columnas, marco D



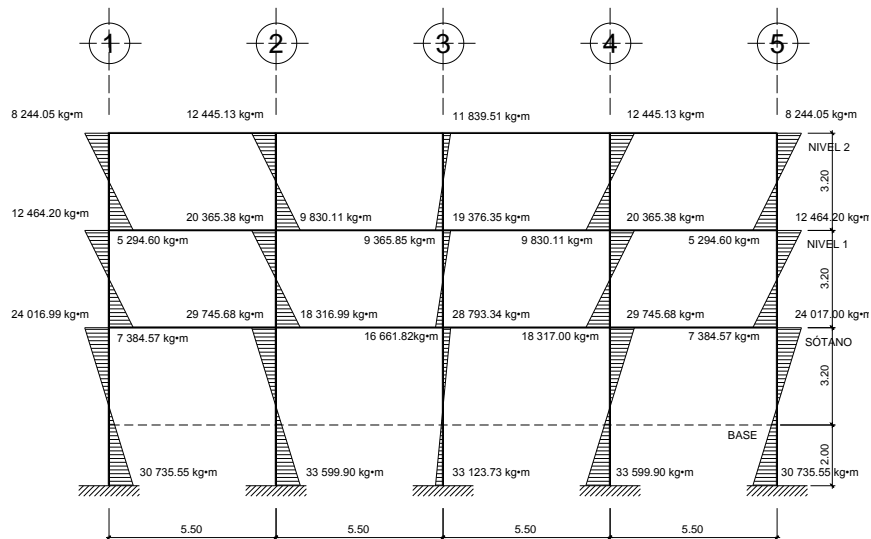
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 18. **Momentos producidos por fuerza sísmica en vigas, marco D**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 19. **Momentos producidos por fuerza sísmica en columnas, marco D**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

2.1.4.4.2. Análisis de marcos utilizando el software ETABS

ETABS 9 es un programa integrado que permite la creación de modelos, modificables, ejecución de análisis, optimización del diseño y la revisión de los resultados dentro de un solo interfaz. ETABS 9 es un programa de análisis elástico lineal y de segundo orden de estructuras, por medio del método de elementos finitos, que incluye un posprocesador gráfico para la presentación de resultados.

Se supone que el comportamiento mecánico de cada parte o elemento en los que se subdivide, queda definido por un número finito de parámetros (grados de libertad) asociados a los puntos, que en dicho momento se une al resto de los elementos de su entorno (nodos).

Para definir el comportamiento en el interior de cada elemento todo queda perfectamente descrito a partir de lo que sucede en los nudos a través de una adecuada función de interpolación. Antes de efectuar el análisis estructural, el programa permite ingresar las diferentes combinaciones que establece el reglamento de construcción de concreto reforzado para determinar la carga de diseño crítica.

Para realizar el cálculo se tomaron en cuenta las fuerzas verticales, cargas vivas y muertas, que se supone actúan uniformemente distribuidas sobre las vigas, y las fuerzas horizontales producidas por sismo. A manera de comprobación se realizó la estructura con el método de análisis aproximado Kaní, los resultados de ambos métodos variaron en un margen del 2 % al 6 % por lo que para efectos de diseño, se tomaron los resultados del método de Kaní.

2.1.4.4.3. Momentos últimos por envolvente de momentos y cortes

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos que ocurren al superponer los efectos de las cargas muerta, viva, y sismo.

Las combinaciones que se usan son las del Código ACI 318-08, sección 9.2.1., donde proporciona los factores de carga para las combinaciones específicas. Y toma en consideración la probabilidad de ocurrencia simultánea al asignar los factores, aunque solo incluyen las más probables generalmente. Por ello el diseñador no debe suponer que estén cubiertos todos los casos; debe estudiar bien el proyecto.

Las combinaciones de carga son:

$$C_1 = 1,2 * CM + 1,6 * CV$$

Y considerando los efectos de sismo (actuando tanto en una dirección como en la contraria):

$$C_2 = 1,2 * CM + CV + 1,4 * CS$$

$$C_3 = 1,2 * CM + CV - 1,4 * CS$$

$$C_4 = 0,9 * CM + 1,4 * CS$$

$$C_5 = 0,9 * CM - 1,4 * CS$$

Donde:

CM = carga muerta

CV = carga viva

CS = carga de sismo

2.1.4.4. Diagramas finales de momentos y cortes

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

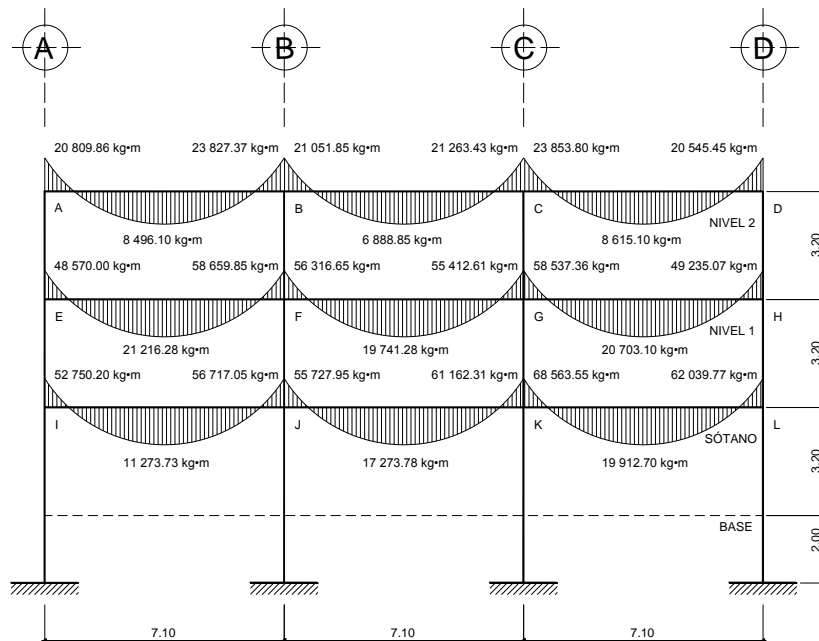
Corte en viga

$$V_v = \frac{1,2 * (W_{cm} * L)}{2} + \frac{(W_{cv} * L)}{2} + \frac{1,4 * \sum Ms}{L}$$

Corte en columnas:

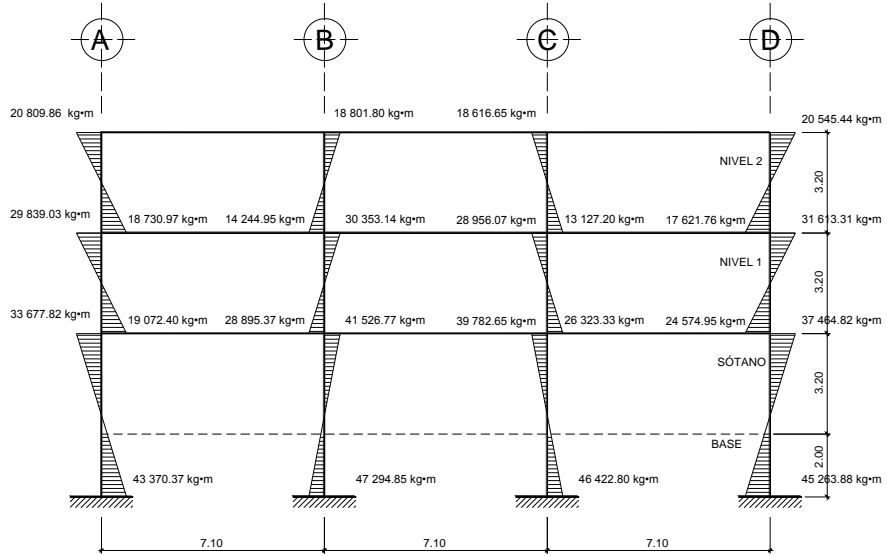
$$V_c = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

Figura 20. **Envolvente de momentos, vigas, marco 4**



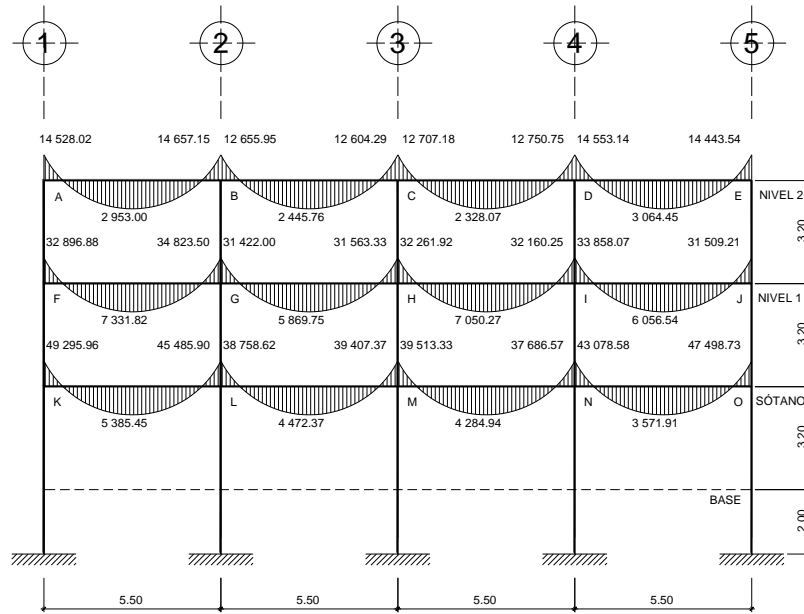
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 21. **Envolvente de momentos, columnas, marco 4**



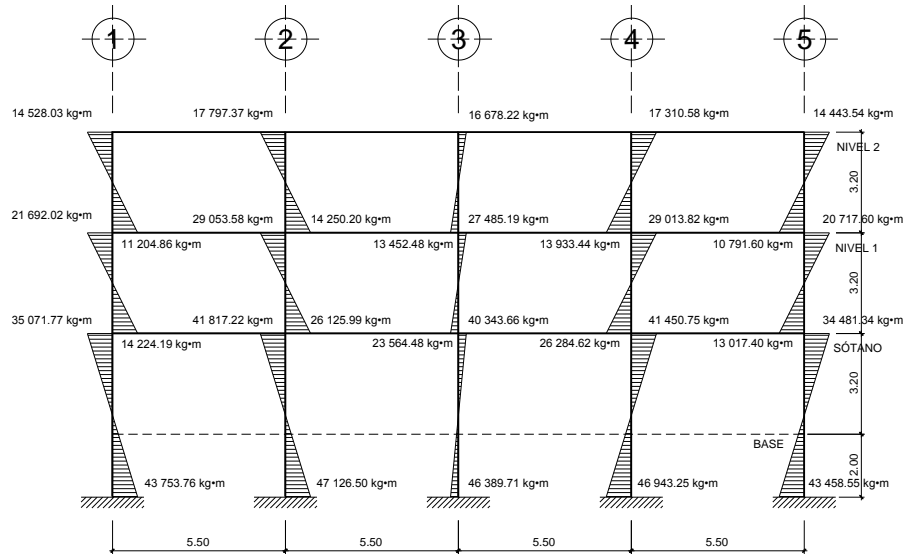
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 22. **Envolvente de momentos, vigas, marco D**



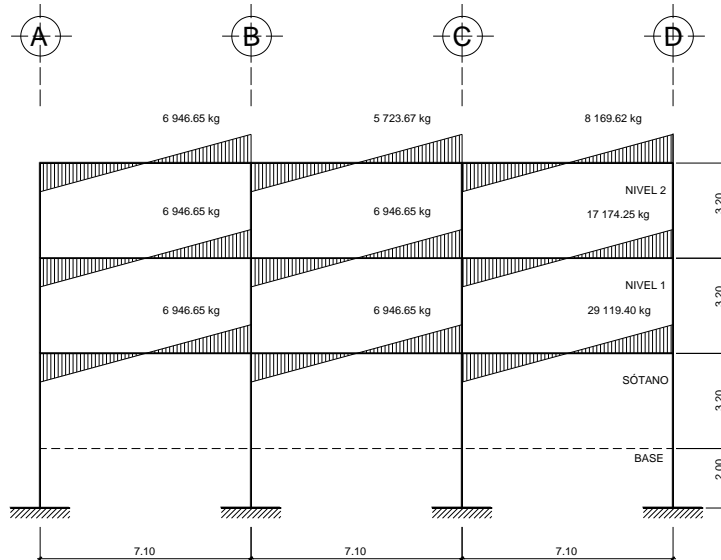
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 23. **Envolvente de momentos, columnas, marco D**



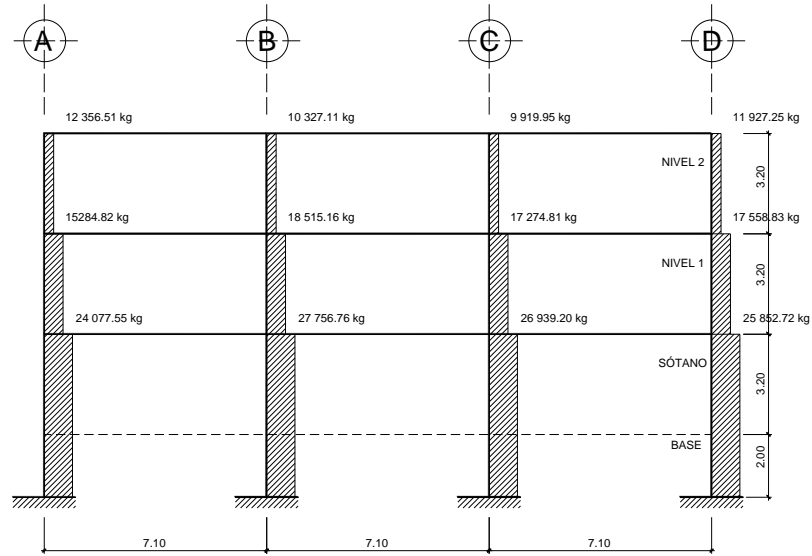
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 24. **Diagrama de corte en vigas, marco 4**



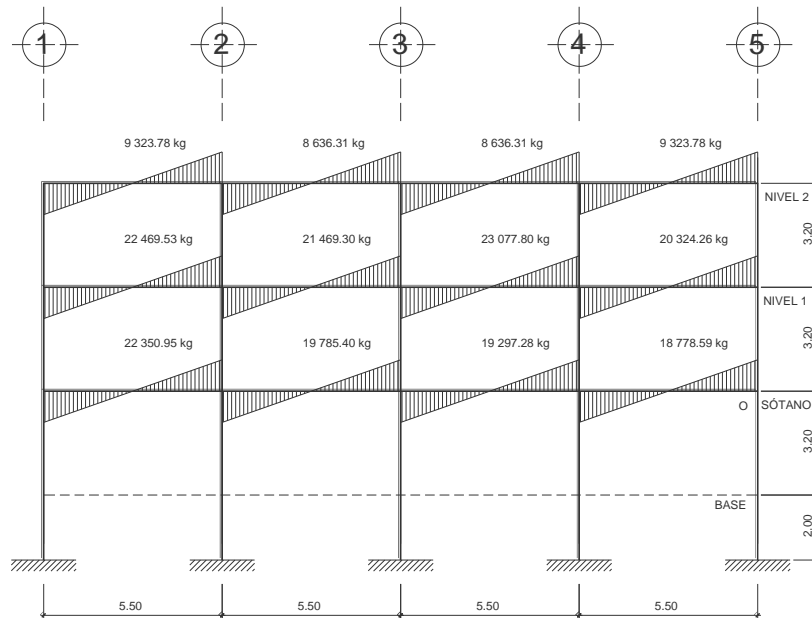
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 25. Diagrama de corte en columnas, marco 4



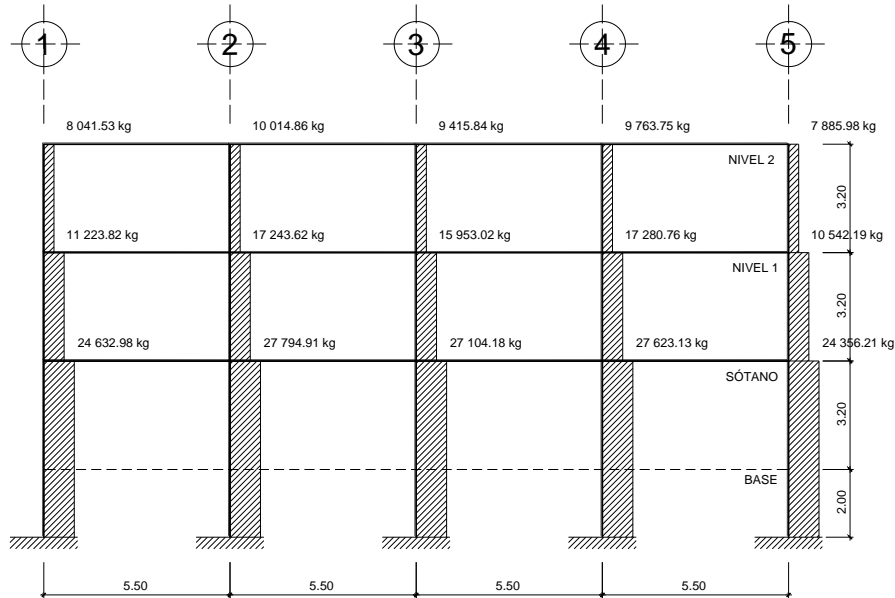
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 26. Diagrama de corte en vigas, marco D



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Figura 27. Diagrama de corte en columnas, marco D



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

2.1.4.5. Diseño estructural

Es la etapa en la cual se utilizan los resultados del análisis estructural, para ejecutar el refuerzo de los elementos estructural (vigas, columnas, losas y cimentación).

2.1.4.5.1. Diseño de viga

Las vigas son elementos estructurales que trabajan a flexo compresión y fuerzas cortantes. Los datos necesarios para realizar el diseño se toman de la envolvente de momentos en las vigas. A manera de ejemplo se diseña la viga del primer nivel entre los ejes B-C del marco 4.

Datos:

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

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

$$b = 35,00 \text{ cm}$$

$$d = 66,00 \text{ cm}$$

$$\text{rec.} = 4,00 \text{ cm}$$

$$L = 7,10 \text{ m}$$

$$M_{(-)1} = 55\,727,955 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{(+)} = 17\,273,78 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{(-)2} = 61\,162,31 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$V_U = 33\,244,83 \text{ kg}$$

Límites de acero: inicialmente se revisa el acero mínimo de la sección, según ACI 318-08 sección 21.5.2.1, y de igual forma se calcula el valor del área de acero máximo en la sección (β_1 es 0,85 en todos los casos que se utilice un $f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$)

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

$$A_{S_{\max}} = 0,5 * \rho_{\text{bal}} * b * d$$

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{0,85 * \beta_1 * 6\,120 * f'_c}{f_y * (f_y + 6\,120)} = 0,5 * \frac{0,85 * 0,85 * 6\,120 * 280}{4\,200 * (4\,200 + 6\,120)} = 0,014281976$$

Entonces:

$$A_{S_{\min}} = \frac{14,1}{4\,200 \text{ kg/cm}^2} * 35 \text{ cm} * 66 \text{ cm} = 7,76 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{\max}} = 0,014281976 * 35 * 66 = 32,99 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal

Para $M_{(-)1} = 55\,727,955 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$As = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 * \left(\frac{f'c}{fy} \right)$$

$$As_{(-)1} = \left[35 * 66 - \sqrt{(35 * 66)^2 - \frac{55\,727,955 * 35}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\,200} \right) = 24,66 \text{cm}^2$$

Para $M_{(+)} = 17\,273,78 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$As_{(+)} = \left[35 * 66 - \sqrt{(35 * 66)^2 - \frac{17\,273,78 * 35}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\,200} \right) = 7,12 \text{cm}^2$$

Para $M_{(-)2} = 61\,162,31 \text{ kg} \cdot \text{m}$

$$As_{(-)2} = \left[35 * 66 - \sqrt{(35 * 66)^2 - \frac{61\,162,31 * 35}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\,200} \right) = 27,38 \text{cm}^2$$

Verificación con límites de acero: Según los resultados obtenidos se observa que el área de acero requerida para los $M_{(-)1}$ y $M_{(-)2}$ se encuentran dentro de los límites de acero calculados, a diferencia del área de acero requerida por $M_{(+)}$ que es menor al acero mínimo, por lo que se armará con el mínimo.

Para el armado de vigas es necesario tomar en cuenta los requisitos sísmicos según el código ACI 318 cap. 21

- Cama superior

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

$$As_{\text{mín}} = 7,76 \text{ cm}^2$$

$$33\% As_{(-)\text{mayor}} = 0,33 * 27,38\text{cm}^2 = 9,04\text{cm}^2$$

Armado propuesto 2 varillas corridas No. 9 = 12,83 cm²

Para cubrir los momentos negativos en vigas, se completa el As requerido colocando bastones.

$M_{(-)1} = 55\,727,95 \text{ kg} \cdot \text{m} \rightarrow 2 \text{ varillas corridas No. 9} + 3 \text{ bastones No. 8 (ver detalle)}$

$M_{(-)2} = 61\,162,31 \text{ kg} \cdot \text{m} \rightarrow 2 \text{ varillas corridas No. 9} + 3 \text{ bastones No. 8 (ver detalle)}$

- Cama inferior

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

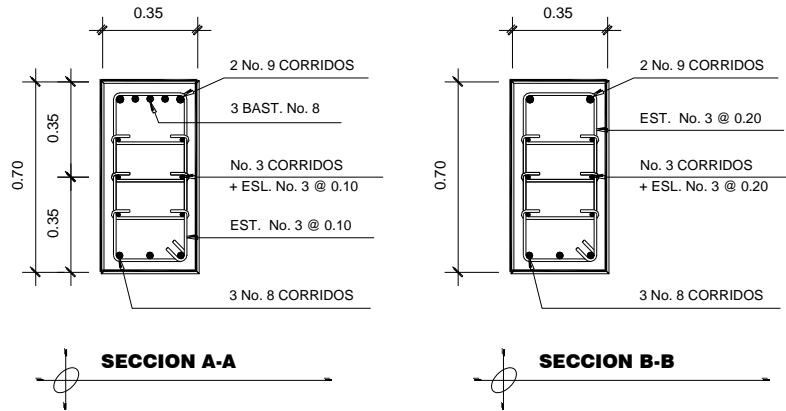
$$As_{\text{mín}} = 7,76 \text{ cm}^2$$

$$50\% As_{(-)\text{mayor}} = 0,50 * 27,38\text{cm}^2 = 13,69 \text{ cm}^2$$

$$50\% As_{(+)} = 0,50 * 7,12 \text{ cm}^2 = 3,56 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto 3 varillas corridas No. 8 = 15,20 cm²

Figura 28. Sección de viga



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Cálculo de refuerzo transversal: para esto es necesario diseñar las vigas para contra restar los esfuerzos de corte de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 V_{resistente} &= 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d \\
 &= 0,85 * 0,53 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} * 35\text{cm} * 66\text{cm} \\
 V_{resistente} &= 17\ 413,49 \text{ kg} \\
 V_{actuante} &= 33\ 244,83 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$V_{resistente} < V_{actuante}$, por lo que se diseñan los estribos por corte con varilla No 3:

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

$$S = \frac{2 * 0,71\text{cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2 * 66\text{cm}}{33\ 244,83 \text{ kg}} = 11,85 \text{ cm}$$

Según ACI 318-08 sección. 21.3.4.3 la separación máxima es:

$$S_{\text{máx}} = \frac{d}{2} = \frac{66\text{cm}}{2} = 33\text{cm}$$

Longitud a confinar encontrada por una relación de triángulos semejantes involucrando los cortantes, actuante y resistente:

$$\frac{V_{\text{act}}}{L/2} = \frac{V_{\text{res}}}{x}$$

$$\frac{33\,244,83\text{ kg}}{7,10\text{m}/2} = \frac{17\,413,49\text{ kg}}{x}; x = 1,85\text{m}$$

$$x' = \frac{7,10\text{m}}{2} - 1,85\text{ m} = 1,69\text{m}$$

Según ACI 318 -08, sección 21.3.4.2. 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 a flexión.

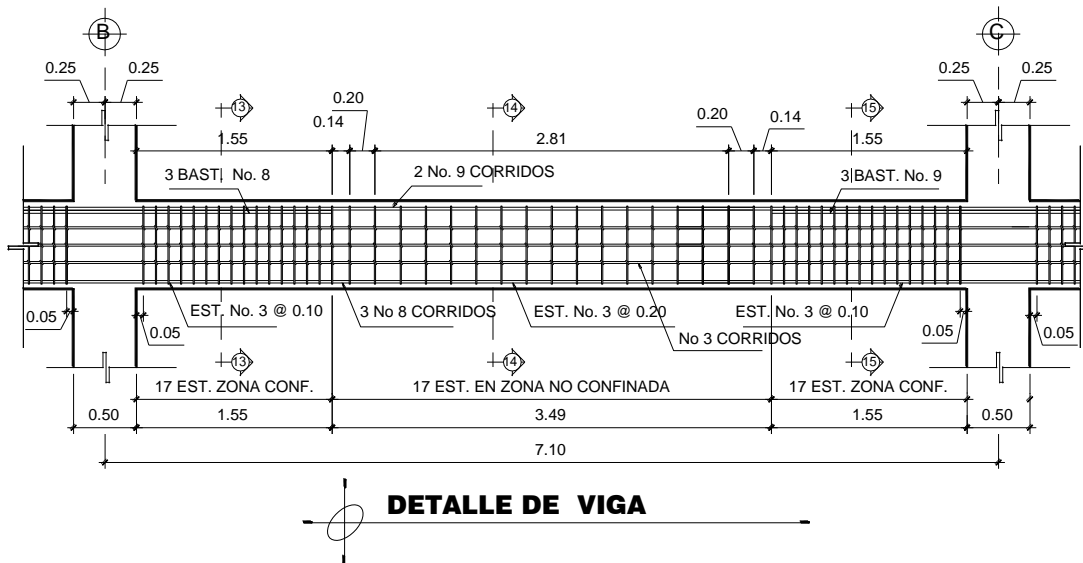
- El primer estribo debe de estar situado a no más de 5 cm, de la cara del elemento de apoyo.
- El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder de:

$$\begin{aligned} d/4 &= & 66\text{cm}/4 &= 16,5\text{ cm} \\ 8 \text{ } \emptyset \text{ var long.} &= & 8*(2,86\text{cm}) &= 22,86\text{ cm} \\ 24 \text{ } \emptyset \text{ var. Transversal} &= & 24*(0,95) &= 22,86\text{ cm} \\ & & & 300\text{ mm} \end{aligned}$$

Separación de estribos en zona confinada: 10 cm y en zona no confinada, de 20 cm.

Para una integridad estructural según ACI 318-08 sección 7.13.1 y 7.10.5.3 se colocaron varillas corridas No. 3 unidas con eslabones No. 3, como refuerzo por temperatura.

Figura 29. **Sección longitudinal de viga**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

2.1.4.5.2. **Diseño de columna**

Son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. La carga axial es el resultado de todas las cargas últimas verticales aplicadas a la columna, la que se determina por el área tributaria. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural.

Se diseña para cada nivel las columnas críticas, es decir, las que están sometidas a mayores esfuerzos. Los resultados se aplican a todas las columnas del nivel respectivo. Como ejemplo se desarrolla el cálculo para la columna crítica del primer nivel.

Datos:

$$\begin{array}{ll}
 f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2 & M_{y1} = 55\,727,955 \text{ kg} \cdot \text{m} \\
 f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 & M_{x1} = 17\,273,78 \text{ kg} \cdot \text{m} \\
 A_{\text{tributaria}} = 39,05 \text{ m}^2 & M_{y2} = 61\,162,31 \text{ kg} \cdot \text{m} \\
 t = 0,15 \text{ m} & M_{x2} = 61\,162,31 \text{ kg} \cdot \text{m} \\
 \text{rec.} = 3,50 \text{ cm} & Vu_y = 61\,162,31 \text{ kg} \cdot \text{m} \\
 \text{Secc}_{\text{col.}} = 0,50 \text{ m} * 0,50 \text{ m} & Vu_x = 33\,244,83 \text{ kg} \\
 \text{Secc}_{\text{viga.}} = 0,35 \text{ m} * 0,70 \text{ m} & \\
 h_{\text{col}} = 3,20 \text{ m} & \\
 \text{long}_{\text{viga}} = 12,60 \text{ m} &
 \end{array}$$

Carga axial: $CU = 1,4CM + 1,7CV$

$$\begin{aligned}
 CU &= 1,4(W_{\text{losa}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{piso}} + W_{\text{muros}}) + 1,7(CV) \\
 CU_2 &= 1,4(2\,400 \text{ kg/m}^3(0,15 \text{ m}) + 80 \text{ kg/m}^2) + 1,7(500 \text{ kg/m}^2) \\
 CU_2 &= 956 \text{ kg/m}^2 \\
 CU_1 &= 1,4(2\,400 \text{ kg/m}^3(0,15 \text{ m}) + 80 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2 + 210 \text{ kg/m}^2) \\
 &\quad + 1,7(500 \text{ kg/m}^2) \\
 CU_1 &= 1\,900 \text{ kg/m}^2 \\
 CU_s &= 1,4(2\,400 \text{ kg/m}^3(0,15 \text{ m}) + 80 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2 + 210 \text{ kg/m}^2) \\
 &\quad + 1,7(200 \text{ kg/m}^2) \\
 CU_s &= 1\,900 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$CU = 1\,900 \text{ kg/m}^2 + 1\,900 \text{ kg/m}^2 + 956 \text{ kg/m}^2 = 4\,756,00 \text{ kg/m}^2$$

Factor de carga última

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{4\,756 \text{ kg/m}^2}{1\,940 \text{ kg/m}^2 + 1\,200 \text{ kg/m}^2} = 1,52$$

Carga axial:

$$Pu = (At * Cu) + (PPvigas * FCU)$$

$$Pu = (39,05 \text{ m}^2 * 4\,756 \text{ kg/m}^2) + (22\,226,4 \text{ kg} * 1,52) = 219\,505,93 \text{ kg}$$

Clasificación de columna según su esbeltez, el objetivo de esta clasificación es ubicarla en un rango para determinar su comportamiento bajo las cargas a las que se verá sometida y diseñarlas en base a eso.

Columnas cortas: $E < 22$; diseñarlas con los datos originales del diseño estructural

Columnas intermedias: $22 < E < 100$; diseñarlas magnificando los momentos actuantes.

Columnas largas $E > 100$; se recomienda no construir las

Cálculo de coeficiente que mida el grado de empotramiento en las columnas (Ψ)

$$(\Psi) = \frac{\sum K_{col}}{\sum K_{viga}}$$

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

$$I_{col.} = \frac{0,50 * 0,50^3}{12} = 0,005208333 \text{ m}^4$$

$$I_{\text{viga}} = \frac{0,35 * 0,70^3}{12} = 0,010004166\text{m}^4$$

Rigidez $K = \frac{I}{L}$;

$$K_{\text{columna sótano}} = \frac{0,005208333}{5.20} = 0,001001602$$

$$K_{\text{columna nivel 1 y 2}} = \frac{0,005208333}{3.20} = 0,0016270$$

$$K_{\text{viga}} = \frac{0,010004166}{7,10} = 0,001409038$$

Coeficientes de empotramiento para columnas de sótano

$$(\Psi)_a(\text{extremo superior}) = \frac{0,001001601923}{2 * 0,001409038} = 0,355420818$$

$$(\Psi)_b(\text{extremo inferior}) = 0$$

$$(\Psi) \text{ promedio} = 0,177710409$$

Coeficientes de empotramiento para columnas de nivel 1 y 2

$$(\Psi)_a(\text{extremo superior e inferior}) = \frac{0,00162704167}{2 * 0,001409038} = 0,577359045$$

$$(\Psi) \text{ promedio} = 0,577359045$$

Cálculo de factor de longitud efectiva K:

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

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

Para este proyecto $\Psi_{prom} < 2$

$$K(\text{sótano}) = \frac{20 - 0,177710409}{20} * \sqrt{1 + 0,177710409} = 1,076$$

$$K(\text{nivel 1 y 2}) = \frac{20 - 0,577359045}{20} * \sqrt{1 + 0,577359045} = 1,220$$

Cálculo de esbeltez:

$$E = \frac{K * Lu}{\sigma}; \text{ donde: } \sigma = 0,3 * \text{lado ACI 318 - 08 secc. 10.10.1.2}$$

$$\sigma = 0,3 * 0,50 = 0,15$$

$$E(\text{sótano}) = \frac{1,076 * 2,50}{0,15} = 17,93$$

$$E(\text{nivel 1 y 2}) = \frac{1,220 * 2,50}{0,15} = 20,33$$

Según los resultados obtenidos las columnas se clasifican como columnas cortas, por lo que se pueden diseñar con los resultados de los momentos finales obtenidos anteriormente, según ACI 318-08 sección 10.10.1, por otro lado es necesario verificar la capacidad de carga de la columna.

Factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta_d(\text{sótano y 1er nivel}) = \frac{C_{Mu}}{C_U} = \frac{1\ 050\text{kg/m}^2}{1\ 900\text{kg/m}^2} = 0,553$$

$$\beta_d(2do\ nivel) = \frac{CM_u}{CU} = \frac{616\text{ kg/m}^2}{956\text{ kg/m}^2} = 0,644$$

Cálculo del EI total del material (ecuación 10-15 ACI 318-08 secc. 10.10.6.1):

$$EI = \frac{0,4 * E_c * I_g}{1 + \beta_d}; \text{ donde } E_c = 15\ 100 * \sqrt{f'_c}$$

$$EI(\text{sótano y 1er nivel}) = \frac{0,4 * 15\ 100 * \sqrt{280\text{ kg/cm}^2} * (50^4/12)}{1 + 0,553}$$

$$= 3\ 389,55\ \text{ton} \cdot \text{m}^2$$

$$EI(2do\ nivel) = \frac{0,4 * 15\ 100 * \sqrt{280\text{ kg/cm}^2} * (50^4/12)}{1 + 0,644} = 3\ 201,94\ \text{ton} \cdot \text{m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de Euler (Pcr):

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(k * l_u)^2}$$

$$P_{cr}(\text{sótano}) = \frac{\pi^2 * 3\ 389,55\ \text{ton} \cdot \text{m}^2}{(1,076 * 2,5\text{m})^2} = 4\ 623,14$$

$$P_{cr}(\text{primer nivel}) = \frac{\pi^2 * 3\ 389,55\ \text{ton} \cdot \text{m}^2}{(1,220 * 2,5\text{m})^2} = 3\ 596,19$$

$$P_{cr}(\text{segundo nivel}) = \frac{\pi^2 * 3\ 201,94\ \text{ton} \cdot \text{m}^2}{(1,220 * 2,5\text{m})^2} = 3\ 597,14$$

El acero longitudinal se calcula por el método de Bressler. Este método es una aproximación al perfil de la superficie de la falla, el método consiste en aproximar el valor $1/P'u$ a través de un punto del plano, determinado por tres valores: carga axial pura ($P'o$), carga de falla para una excentricidad e_x ($P'ux$) y carga de falla por una excentricidad e_y ($P'uy$).

Los límites de acero según ACI 318-08 sección 21.6.3.1, para el área de acero en una columna son:

$$1\% Ag < As < 6\% Ag, \text{ en zona sísmica.}$$

$$As \text{ mín} = 0,01 * 50 * 50 = 25 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ max} = 0,06 * 50 * 50 = 150 \text{ cm}^2$$

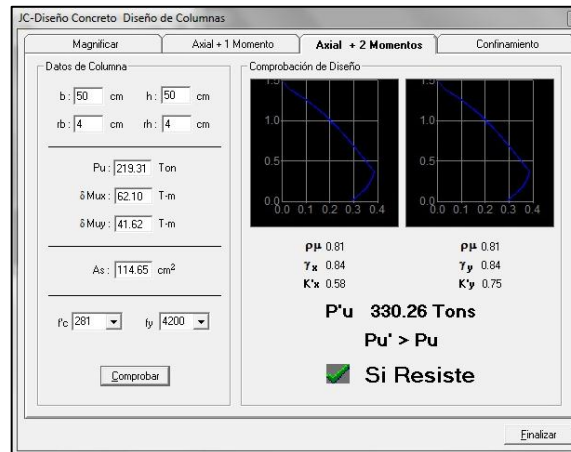
Con base a los límites de acero se propone un armado:

Sótano: 8 No. 10 + 8 No. 9 equivalente a 114,64 cm² (4,58%)

Primer y segundo nivel 16 No. 8 equivalente a 81,12 cm² (3,50%)

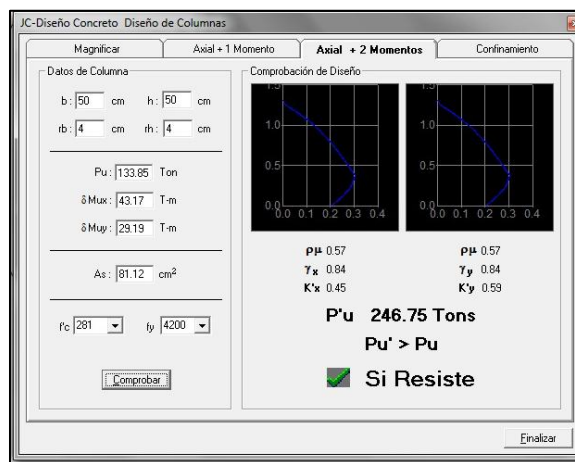
Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas, los cuales fueron calculados con el software JC Diseño Concreto de JC Corado.

Figura 30. Diagrama de interacción columna sótano



Fuente: elaborado propia, con programa JC Diseño Concreto.

Figura 31. Diagrama de interacción columna primer y segundo nivel



Fuente: elaborado propia, con programa JC Diseño Concreto.

Valores de la gráfica = $\gamma_x = \gamma_y = 0,84$

Valores de la curva: $K'_x = 0,58, K'_y = 0,75$

Carga resistente de la columna a una excentricidad e:

$$P'_{ux} (\text{sótano}) = K_x * f'_c * b * h = 0,58 * 280\text{kg/cm}^2 * 50\text{cm} * 50\text{cm} = 406\ 000\text{kg}$$

$$P'_{uy} (\text{sótano}) = K_y * f'_c * b * h = 0,75 * 280\text{kg/cm}^2 * 50\text{cm} * 50\text{cm} = 525\ 000\text{kg}$$

$$\begin{aligned} P'_{ux} (1\text{r y } 2\text{do nivel}) &= K_x * f'_c * b * h = 0,45 * 280\text{kg/cm}^2 * 50\text{cm} * 50\text{cm} \\ &= 315\ 000\text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P'_{uy} (1\text{r y } 2\text{do nivel}) &= K_y * f'_c * b * h = 0,59 * 280\text{kg/cm}^2 * 50\text{cm} * 50\text{cm} \\ &= 413\ 000\text{kg} \end{aligned}$$

Carga axial resistente de la columna (Ec. 8.4b Diseño de Estructuras de Concreto Arthur Nilson, sección 8.1):

$$P'_o = \phi * (0,85 * f'_c * (A_g - A_s) + A_s * f_y)$$

$$\begin{aligned} P'_o (\text{sótano}) &= 0,70 * (0,85 * 280\text{kg/cm}^2 * (2500\text{cm}^2 - 114,65\text{cm}^2) + 114,65\text{cm}^2 \\ &\quad * 4\ 200\text{kg/cm}^2) = 734\ 470,31\ \text{kg} \sim 734,47\ \text{ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P'_o (1\text{r y } 2\text{do nivel}) &= 0,70 * (0,85 * 280\text{kg/cm}^2 * (2500\text{cm}^2 - 114,65\text{cm}^2) + 114,65\text{cm}^2 \\ &\quad * 4\ 200\text{kg/cm}^2) = 641\ 478,21\ \text{kg} \sim 641,47\ \text{ton} \end{aligned}$$

Carga resistente de la columna (Ec. 8.20 Diseño de Estructuras de Concreto Arthur Nilson, sección 8.13):

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{ux}} + \frac{1}{P'_{uy}} - \frac{1}{P'_o}}$$

$$P'_u (\text{sótano}) = \frac{1}{\frac{1}{406\ 000\text{kg}} + \frac{1}{525\ 000\text{kg}} - \frac{1}{734\ 470,31\ \text{kg}}} = 332\ 635,83\ \text{kg}$$

$$P'u (1r y 2do nivel) = \frac{1}{\frac{1}{315\,000\text{kg}} + \frac{1}{413\,000\text{kg}} - \frac{1}{641\,478,21\text{kg}}} = 247\,708,00\text{ kg}$$

Se verifica la condición:

$$P'u = \frac{Pu}{0,7}$$

$$P'u(\text{sótano}) = \frac{219\,311,45\text{ kg}}{0,7} = 313\,302,07\text{ kg}$$

$$P'u(1r\text{ nivel}) = \frac{133\,855,07\text{ kg}}{0,7} = 191\,222,53\text{ kg}$$

$$P'u(2do\text{ nivel}) = \frac{48\,398,7\text{ kg}}{0,7} = 69\,141,00\text{ kg}$$

En los tres casos cumple $P'u > Pu/0,7$; entonces el armado de la columna propuesto es adecuado. Caso contrario, sería necesario aumentar el acero por debajo del $A_s \text{ max}$, en caso de requerir mayor esfuerzo que el permitido por el $A_s \text{ max}$, será necesario aumentar la sección propuesta.

Además de diseñar las columnas para resistir flexo compresión es necesario dotarles de ductilidad con la meta de que absorban parte de la energía del sismo. Esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos.

Se ha determinado que si las columna se confina la capacidad de carga es mucho mayor y mejora notablemente la ductilidad de las mismas.

Refuerzo transversal:

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

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} * 50\text{cm} * 46\text{cm} = 17\,338,10 \text{ kg}$$

Para los valores de cortante V_x y V_y se tomó el mayor.

$$V_u(\text{sótano}) = 36\,204,25$$

$$V_u(1\text{r nivel}) = 25\,821,34$$

$$V_u(2\text{do nivel}) = 15\,105,18$$

Para el segundo nivel el $V_r > V_u$, se pueden usar estribos a $d/2$ (ACI 318-08 sección 11.4.5.1), para los otros niveles $V_r < V_u$, por lo que se diseñará el esfuerzo a corte.

La separación de estribos según ACI 318-08 secc. 21.3.5.2, secc. 7.10.5.2 se calcula entre la menor de las siguientes opciones:

- 8 veces el \emptyset barra longitudinal confinada de menor diámetro
 $= 8 * 2,54 = 20,32\text{cm}$
- 24 veces el \emptyset barra del estribo cerrado de confinamiento
 $= 24 * 0,95 = 22,86\text{cm}$
- La mitad de la menor dimensión de la sección transversal de la columna =
 $50/2 = 25\text{cm}$
- 300 mm
- 16 \emptyset barra longitudinal = $16 * \text{No}10 = 50,80\text{cm}$
- 48 \emptyset barra transversal = $48 * \text{No} 3 = 45,72 \text{ cm}$

La longitud a confinar no debe ser menor que la mayor entre:

- $L/6=2,50/6=0,42\text{cm}$
- La mayor dimensión de la sección transversal de la columna= 50cm
- 450 mm

Para este proyecto se tomará una longitud de confinamiento de 0,50 cm en ambos extremos (ver detalle)

Espaciamiento de estribos en zona confinada

Relación volumétrica

$$\rho_s = 0,45 * \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] * \left[\frac{0,85 * f'_c}{f_y} \right]; \text{ Chequer que } \rho_s \geq 0,12 * \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\rho_s = 0,45 * \left[\left(\frac{50\text{cm} * 50\text{cm}}{43\text{cm} * 43\text{cm}} \right) - 1 \right] * \left[\frac{0,85 * 280\text{kg/cm}^2}{4 200 \text{ kg/cm}^2} \right] = 0,009$$

$$\text{Chequer que } \rho_s \geq 0,12 * \frac{280 \text{ kg/cm}^2}{4 200\text{kg/cm}^2} = 0,008, \text{ si chequea}$$

Espaciamiento en zona confinada

$$S1 = \frac{4 * A_v}{\rho_s * L_n} = \frac{4 * 0,71}{0,009 * 50} = 6,31\text{cm}$$

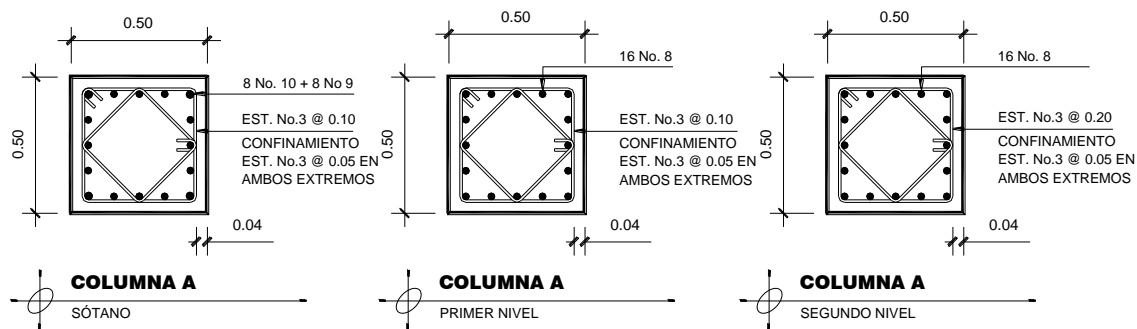
Por tener varillas en las caras de la columna se colocarán estribos rotados a 45°, según ACI 318-08 sección 7.10.5.3, por tener doble estribo en zona confinada, el espaciamiento será de 5 cm (ver detalle)

Los armados quedan de la siguiente manera:

Sótano: 8 No. 10 + 8 No. 9 + est. No 3 @ 0,15 y est. No. 3 @ 0,05 en zona confinada

1er y 2do nivel: 16 No. 8 + est. No 3 @ 0,10 y est. No. 3 @ 0,05 en zona confinada.

Figura 32. Detalle de columna

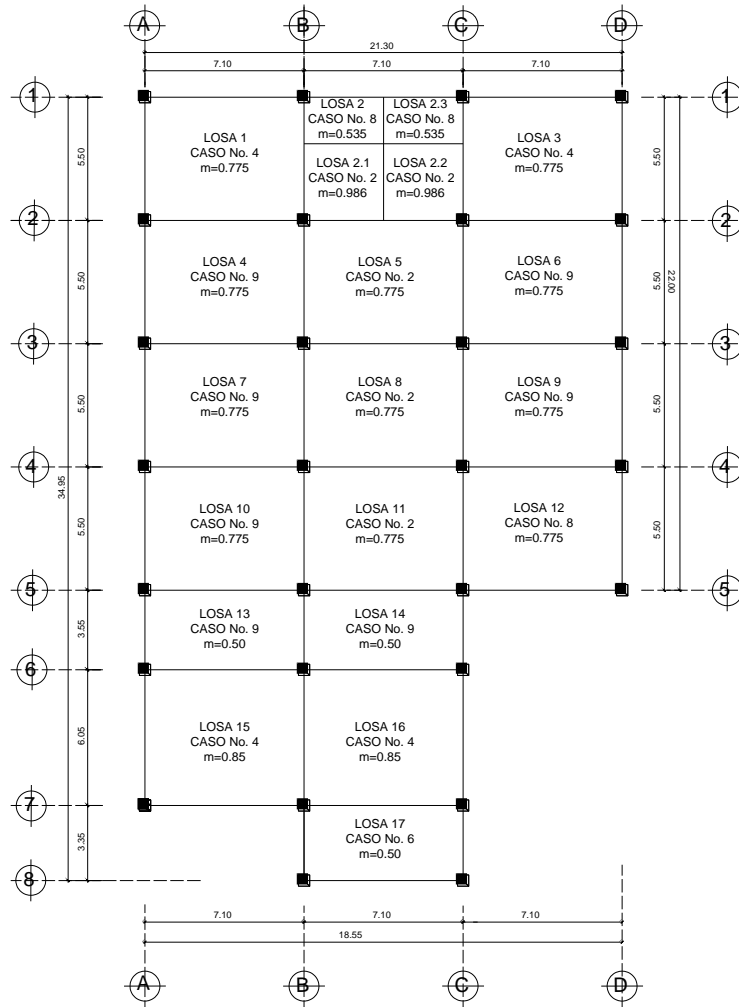


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

2.1.4.5.3. Diseño de losa

Para el diseño de las losas se aplicó el método 3 del ACI, este método fue descrito en el Código ACI de 1963 por lo que se utilizará en el diseño bajo el uso continuo de la disposición del Código ACI 318-08 Cap. 13, sección 13.5.1. El diseño de losa que se presenta será el mismo para el sótano y primer nivel.

Figura 33. Planta de losas, primer nivel



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Integración de cargas:

Losa 1-3 y 12

$$CVU = 1,7 * (CV)$$

$$CMU = 1,4 * (t * Yc + SC)$$

$$CUT = CMU + CVU$$

Donde:

CVU = Carga viva última

CMU = Carga muerta última

CUT = Carga última total

t = Peralte de losa

γ_c = Peso específico del concreto

SC= sobrecarga

$$CVU = 1,7 * (500,00\text{kg/m}^2) = 850,00\text{kg/m}^2$$

$$CMU = 1,4 * (0,15 \text{ m} * 2 400,00 \text{ kg/m}^2 + 350,00\text{kg/m}^2) = 924,00\text{kg/m}^2$$

$$\text{Carga última total (CUT)} = \Sigma = 1 774,00\text{kg/m}^2$$

Para el cálculo de momentos:

$$M_a^- = C_a^- * (CUT)(a)^2$$

$$M_a^+ = C_a^+ * (CMU)(a)^2 + C_a^+ * (CVU)(a)^2$$

$$M_b^- = C_b^- * (CUT)(b)^2$$

$$M_b^+ = C_b^+ * (CMU)(b)^2 + C_b^+ * (CVU)(b)^2$$

Donde:

a = Lado corto de losa

b= Lado largo de losa

$C_a^{+/-}$ $C_b^{+/-}$ = factores dados por la relación a/b

M_a^- y M_b^- = momentos negativos de losa

M_a^+ y M_b^+ = momentos positivos de losa

En losas sin continuidad el momento negativo será igual a:

$$Ma^- = \frac{1}{3} * Ma^+$$

$$Mb^- = \frac{1}{3} * Mb^+$$

Losa 4, 6, 7, 9, 10

Momentos negativos

$$Ma^- = Ca^- * (CUT)(a)^2$$

$$Ma^- = (0,067) * (1\,774,00\text{kg/m})(5,50\text{m})^2 = 3\,596,97 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$Mb^- = Cb^- * (CUT)(b)^2$$

$$Mb^- = (0,0155) * (1\,774,00 \text{ kg/m})(7,10\text{m})^2 = 1\,384,23 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Momentos positivos

$$Ma^+ = Ca^+ * (CMU)(a)^2 + Ca^+ * (CVU)(a)^2$$

$$Ma^+ = (0,03) * (924,00 \text{ kg/m})(5,50\text{m})^2 + (0,044) * (850,00\text{kg/m})(5,50\text{m})^2 \\ = 1\,969,88 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$Mb^+ = Cb^+ * (CMU)(b)^2 + Cb^+ * (CVU)(b)^2$$

$$Mb^+ = (0,0085) * (924,00 \text{ kg/m})(7,10\text{m})^2 + (0,015) * (850,00 \text{ kg/m})(7,10\text{m})^2 \\ = 1\,038,65 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Momentos negativos en lado de losa sin continuidad

$$Ma^- = \frac{1}{3} * Ma^+ = \frac{1}{3} * (1\,969,88 \text{ kg} \cdot \text{m}) = 656,63 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$Mb^- = \frac{1}{3} * Mb^+ = \frac{1}{3} * (1\,038,65 \text{ kg} \cdot \text{m}) = 346,22 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Este procedimiento se aplicó al resto de losas. Ver tabla de resultados.

Tabla XIV. **Cálculo de momentos en losas**

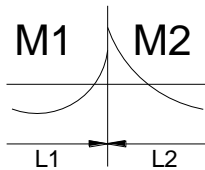
CÁLCULO DE MOMENTOS EN LOSAS																					
Losa	Lado		Coef. Momento (-)				Coef. Momento (+)CV				Coef. Momento (+) CM				Lado de losa sin continuidad						
	a	b	m = a/b	Caso	Ca (-)	Cb (-)	Ca (+)	Cb (+)	Ca (+)	Cb (+)	Ca (+)	Cb (+)	CVU	CMU	CUT	Ma (-)	Ma (+)	Mb (-)	Mb (+)	Ma (-)	Mb (-)
1	5,50	7,10	0,775	4	0,074	0,026	0,0500	0,0180	0,0410	0,0145	0,0180	0,0410	850,00	924,00	1,774,00	3,771,45	2,433,13	2,366,68	1,444,48	811,04	481,49
2-2.3	1,90	3,55	0,535	8	0,086	0,013	0,0718	0,0064	0,0532	0,0047	0,0064	0,0532	850,00	924,00	1,774,00	551,93	397,64	286,55	123,43	NA	41,14
2.1	3,55	3,60	0,986	2	0,046	0,044	0,0278	0,0264	0,0186	0,0174	0,0186	0,0174	850,00	924,00	1,774,00	1,037,11	514,23	1,009,05	500,21	NA	NA
2.2	3,55	3,60	0,986	2	0,046	0,044	0,0278	0,0264	0,0186	0,0174	0,0186	0,0174	850,00	924,00	1,774,00	1,037,11	514,23	1,009,05	500,21	NA	NA
3	5,50	7,10	0,775	4	0,074	0,026	0,0500	0,0180	0,0410	0,0145	0,0180	0,0410	850,00	924,00	1,774,00	3,756,45	2,433,13	2,366,68	1,444,48	811,04	481,49
4	5,50	7,10	0,775	9	0,077	0,015	0,0440	0,0150	0,0300	0,0085	0,0150	0,0300	850,00	924,00	1,774,00	3,596,97	1,969,88	1,384,23	1,036,46	657,00	NA
5	5,50	7,10	0,775	2	0,067	0,024	0,0430	0,0155	0,0270	0,0099	0,0155	0,0270	850,00	924,00	1,774,00	3,596,97	1,861,43	2,187,82	1,128,38	NA	NA
6	5,50	7,10	0,775	9	0,077	0,015	0,0440	0,0150	0,0300	0,0085	0,0150	0,0300	850,00	924,00	1,774,00	3,596,97	1,971,00	1,384,23	1,036,46	657,00	NA
7	5,50	7,10	0,775	9	0,077	0,015	0,0440	0,0150	0,0300	0,0085	0,0150	0,0300	850,00	924,00	1,774,00	3,596,97	1,971,00	1,384,23	1,036,46	657,00	NA
8	5,50	7,10	0,775	2	0,067	0,024	0,0430	0,0155	0,0270	0,0010	0,0155	0,0270	850,00	924,00	1,774,00	3,596,97	1,861,43	2,187,82	1,128,38	NA	NA
9	5,50	7,10	0,775	9	0,077	0,015	0,0440	0,0150	0,0300	0,0085	0,0150	0,0300	850,00	924,00	1,774,00	3,596,97	1,971,00	1,384,23	1,036,46	657,00	NA
10	5,50	7,10	0,775	9	0,077	0,015	0,0440	0,0150	0,0300	0,0085	0,0150	0,0300	850,00	924,00	1,774,00	3,771,43	1,971,00	1,384,23	1,036,46	657,00	NA
11	5,50	7,10	0,775	2	0,067	0,024	0,0430	0,0155	0,0270	0,0010	0,0155	0,0270	850,00	924,00	1,774,00	3,596,97	1,861,43	2,187,82	1,128,38	NA	NA
12	5,50	7,10	0,775	4	0,074	0,026	0,0500	0,0180	0,0410	0,0145	0,0180	0,0410	850,00	924,00	1,774,00	3,946,16	2,433,13	2,366,68	1,444,48	811,04	481,49
13	3,55	7,10	0,500	9	0,088	0,003	0,0670	0,0040	0,0380	0,0020	0,0040	0,0380	850,00	924,00	1,774,00	1,967,40	1,160,21	268,28	264,55	386,74	NA
14	3,55	7,10	0,500	9	0,088	0,003	0,0670	0,0040	0,0380	0,0020	0,0040	0,0380	850,00	924,00	1,774,00	1,967,40	1,160,21	268,28	264,55	386,74	NA
15	6,05	7,10	0,852	4	0,066	0,034	0,0430	0,0230	0,0360	0,0190	0,0230	0,0360	850,00	924,00	1,774,00	3,285,34	2,555,37	3,040,53	1,870,51	851,79	623,50
16	6,05	7,10	0,852	9	0,072	0,021	0,0390	0,0200	0,0280	0,0130	0,0200	0,0280	850,00	924,00	1,774,00	3,285,34	2,160,35	1,877,97	1,462,49	720,12	NA
17	3,35	7,10	0,500	6	0,097	0,097	0,0780	0,0050	0,0610	0,0030	0,0050	0,0610	850,00	924,00	1,774,00	1,931,15	1,376,6	1,324,56	353,98	458,87	117,99

* NA = No aplica, porque no existe continuidad

Fuente elaboración propia.

Balance de momentos

Si el momento negativo en un lado de un apoyo es menor que el del otro lado, la diferencia se distribuye en proporción a la rigidez; esto se hace para determinar el valor del momento balanceado (MB), para el cual el código ACI recomienda el procedimiento siguiente.



$M_2 > M_1$

- Si $M_1 > 0,8 * M_2$; entonces, $MB = (M_1 + M_2) / 2$
- Si $M_1 < 0,8 * M_2$; se distribuye proporcional a la rigidez de las losas:

$$K_1 = 1/L_1 \quad K_2 = 1/L_2$$

Donde:

K_1, K_2 = rigideces de losas a y b

L_1, L_2 = longitudes de losas

D_1, D_2 = factores de distribución de losas 1 y 2

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2}; \quad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$

Para realizar la distribución se efectúa el cálculo siguiente:

$$MB = M_1 + (M_2 - M_1) * D_1$$

$$MB = M_2 + (M_2 - M_1) * D_2$$

MB = Momento balanceado

Balance de momentos en losa 1-2,1- 2.1, 2.2-3, 2.3-3

$$M_1 = 1\,048,87 \text{ kg} \cdot \text{m} \quad 0,80 * (4\,101,87 \text{ kg} \cdot \text{m}) = 3\,281,50 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = 4\,101,87 \text{ kg} \cdot \text{m} \quad M_1 < 0,8 * M_2$$

se distribuye proporcional a la rigidez

$$K_1 = K_2 = \frac{1}{5,50\text{m}} = 0,1818$$

$$D_1 = D_2 = \frac{0,1818}{0,1818 + 0,1818} = 0,5$$

$$MB = 1\,048,87 \text{ kg} \cdot \text{m} + (4\,101,87\text{kg} \cdot \text{m} - 1\,048,87\text{kg} \cdot \text{m}) * 0,5 = 2\,575,37 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$MB = 4\,101,87 \text{ kg} \cdot \text{m} - (4\,101,87\text{kg} \cdot \text{m} - 1\,048,87\text{kg} \cdot \text{m}) * 0,5 = 2\,575,37 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

El momento balanceado entre losa 1-2,1- 2.1, 2.2-3, 2.3-3 es de 2 575,37 kg·m

Balance de momentos en losa 4-5, 5-6, 7-8, 8-9, 10-11

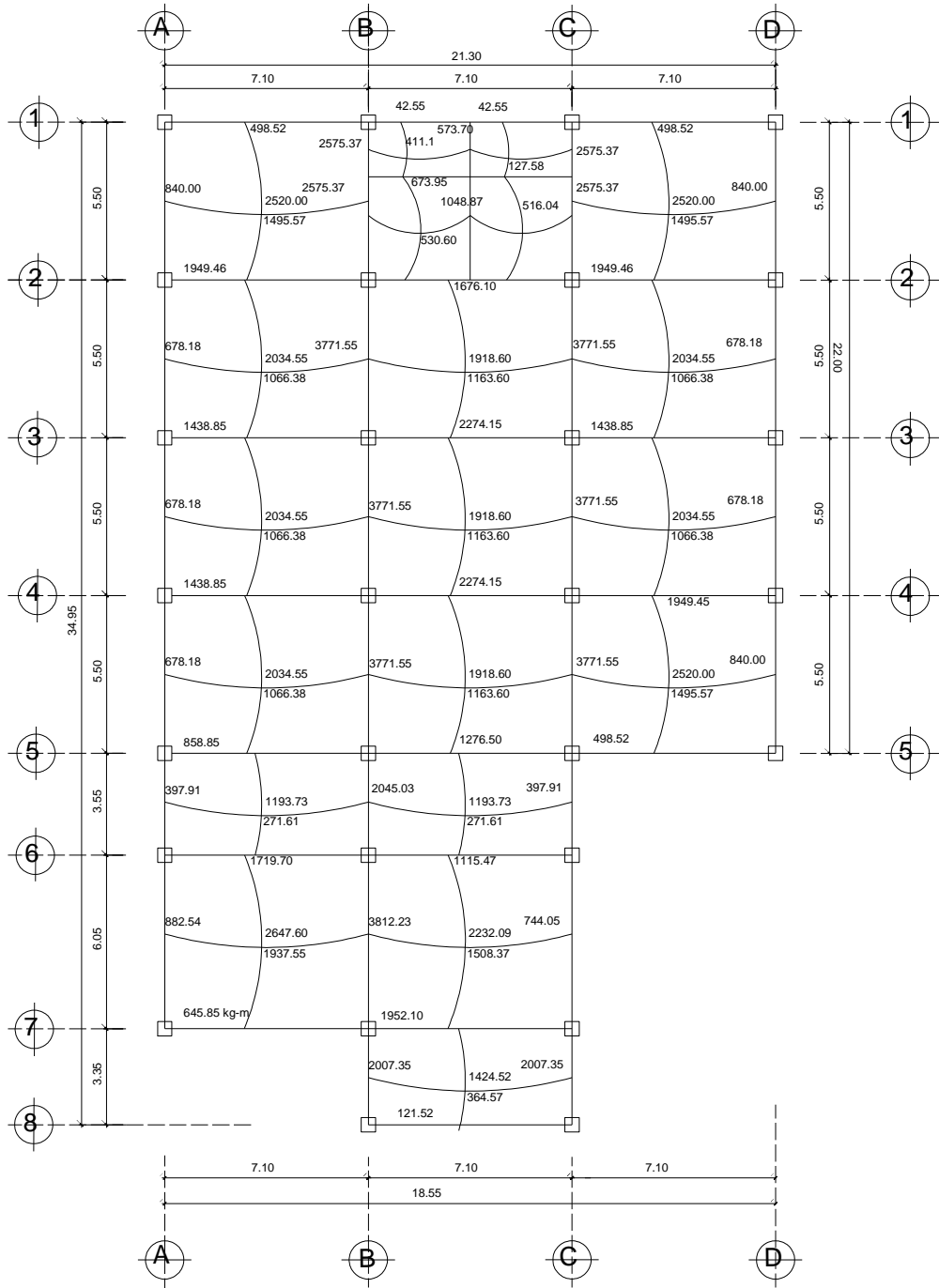
$$M_1 = 3\,738,90 \text{ kg} \cdot \text{m} \quad 0,80 * (4\,268,42 \text{ kg} \cdot \text{m}) = 3\,414,75 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = 4\,268,42 \text{ kg} \cdot \text{m} \quad M_1 > 0,8 * M_2$$

$$MB = \frac{(3\,738,90 \text{ kg} \cdot \text{m} + 4\,268,45\text{kg} \cdot \text{m})}{2} = 4\,003,68 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Este procedimiento se aplicó a todas las losas de la estructura. La figura a continuación, muestra los momentos balanceados de las losas del primer nivel.

Figura 34. Diagrama de momentos balanceados de primer nivel



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Diseño de armado de losa

Para el diseño de armado de la losa se define el área de acero mínimo y el momento que resiste, luego se calcula el acero de refuerzo para los momentos mayores al que resiste el acero mínimo. Basado en el código ACI 318-08.

Datos:

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 3\ 000 \text{ PSI}$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 60\ 000 \text{ PSI}$$

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

$$t = 0,15 \text{ cm (peralte de losa)}$$

d = peralte efectivo

$$d = t - \text{rec mínimo} - \varnothing/2$$

$$d = 15\text{cm} - 2\text{cm} - 0,95/2 \text{ cm} = 12,53 \text{ cm}$$

Acero mínimo:

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

$$\rho_{\text{min}} = \frac{14,1}{f_y}$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14,1}{4\ 200 \text{ kg/cm}^2} * 100\text{cm} * 12,53\text{cm} = 4,21 \text{ cm}^2$$

Acero máximo:

$$A_{s \text{ máx}} = 0,5 * \rho_{\text{bal}} * b * d$$

Debido a que el pbal se calculó en el diseño de vigas anteriormente descrito, acá se resumen los resultados obtenidos.

$$A_{S_{\text{máx}}} = 0,014281976 * 100 * 12,53 = 17,90 \text{ cm}^2$$

Según ACI 318-08, sección 7.7.1, inciso C, el recubrimiento mínimo es igual a 20 mm.

Espaciamiento S, para A_s min con varilla No. 3, con $A_s = 0,71 \text{ cm}^2$

$$4,21 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \quad \text{donde: } S = 16,86 \text{ cm; se propone } S=15 \text{ cm}$$

La separación entre varillas es aceptable debido a que es menor a lo establecido según ACI 318-08, sección 7.6.5 que dice:

$$S_{\text{max}} = 3 * t$$

$$S_{\text{max}} = 3 * (15 \text{ cm}) = 45 \text{ cm}$$

Momento que resiste el A_s mín. = $4,21 \text{ cm}^2$

$$M_{AS \text{ min}} = \phi \left[A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.7 * f'_c * b} \right) \right]$$

Donde:

$$\phi = \text{flexión} = 0,9$$

b = franja unitaria

$$M_{AS\min} = 0,90 * \left[4,21\text{cm}^2 * 4\,200\text{kg/cm}^2 * \left(12,37\text{cm} - \frac{4,21\text{cm}^2 * 4\,200\text{kg/cm}^2}{1,7 * 280\text{kg/cm}^2 * 100\text{cm}} \right) \right]$$

$$M_{AS\min} = 1\,909,42\text{ kg} \cdot \text{m}$$

A continuación se calcula el área de acero y el espaciamiento para momentos mayores al resistente por el acero mínimo.

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

$$A_s = \left[100 * 12,53 - \sqrt{(100 * 12,53)^2 - \frac{3\,771,55 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\,200} \right)$$

$$A_s = 8,47\text{ cm}^2$$

Separación para $A_{s\min}$ con varilla No. 3

$$8,47\text{ cm}^2 \text{ ----- } 100\text{ cm}$$

$$0,71\text{ cm}^2 \text{ ----- } S \quad \text{donde: } S = 8,38\text{ cm}$$

Debido a que el espaciamiento con varilla No. 3 para los momentos mayores al resistente es pequeño, se propone calcular con varilla No. 4 con $A_s = 1,27\text{ cm}^2$, logrando así un mejor espaciamiento.

d = peralte efectivo

$$d = t - \text{rec mínimo} - \varnothing/2$$

$$d = 15\text{cm} - 2\text{cm} - 1,27/2\text{ cm} = 12,37\text{ cm}$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14,1}{4 \cdot 200 \text{kg/cm}^2} * 100 * 12,37 = 4,15 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ máx}} = 0,014281976 * 100 * 12,37 = 17,67 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento S, para $A_{s \text{ min}}$ con varilla No. 4, con $A_s = 1,27 \text{ cm}^2$

$$4,15 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \quad \text{donde: } S = 30,60 \text{ cm; se propone } S=30,00 \text{ cm}$$

Momento que resiste el $A_{s \text{ mín}}$.

$$M_{AS \text{ min}} = \emptyset \left[A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.7 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{AS \text{ min}} =$$

$$= 0,90 * \left[4,15 \text{ cm}^2 * 4 \cdot 200 \text{ kg/cm}^2 * \left(12,37 \text{ cm} - \frac{4,15 \text{ cm}^2 * 4 \cdot 200 \text{ kg/cm}^2}{1.7 * 280 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}} \right) \right]$$

$$M_{AS \text{ min}} = 1 \, 883,04 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Para los momentos menores a $M_{AS \text{ min}}$, se armarán con A_s mínimo y $S = 15 \text{ cm}$, para momentos mayores se armarán según indique el cálculo.

El resumen de los cálculos de A_s y espaciamiento necesario, para los momentos mayores al que cubre el $A_{s \text{ mín}}$ se presenta a continuación.

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

$$A_s = \left[100 * 12,37 - \sqrt{(100 * 12,37)^2 - \frac{3\,771,55 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\,200} \right)$$

$$A_s = 8,59 \text{ cm}^2$$

Separación para A_{smin} con varilla No. 4

8,59 cm² ----- 100 cm

1,27 cm² ----- S donde: S = 14,80cm

Por lo tanto el espaciamiento será: S= 15,00 cm

Revisión por corte

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

Cortante máximo actuante:

$$V_{act\ max} = \frac{C_u * L}{2} = \frac{(1\,844,00 \text{ kg/m}) * (5,50\text{m})}{2} = 5\,071,00 \text{ kg}$$

Donde:

C_u = carga última total para una franja unitaria

L = lado corto

Corte máximo resistente:

$$V_{\text{res max}} = \phi \sqrt{f'c} * b * d = 0,85 * \sqrt{280\text{kg/cm}^2} * 100\text{cm} * 12,37\text{cm} = 17\,594,12 \text{ kg}$$

Según los resultados obtenidos, el corte resistente (V_{res}) es mayor que el corte actuante (V_{act}), por lo que el espesor del losa es adecuado.

Losa segundo nivel

El procedimiento de diseño para el segundo nivel (azotea) es similar al mostrado anteriormente, debido a que los momentos actuantes son menores al momento resistente por el acero mínimo, se armó con varilla No 4 @ 0,20m.

2.1.4.5.4. Diseño de zapatas

Son elementos estructurales que reciben las cargas propias y las exteriores transmitiéndolo al suelo. El tipo de cimentación depende, principalmente del tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y su costo.

Zapata concéntrica

En este caso se diseñan zapatas concéntricas de forma cuadrada. Los datos para el diseño son el valor soporte del suelo y los momentos obtenidos en el análisis estructural.

Datos:

$$\begin{aligned}f_y &= 4\,200 \text{ kg/cm}^2 & M_y &= 41,62 \text{ ton} \cdot \text{m} \\f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 & M_x &= 54,92 \text{ ton} \cdot \text{m} \\V_s &= 26,00 \text{ ton/m}^2 & P_u &= 219,31 \text{ ton} \\\gamma_{\text{suelo}} &= 1,60 \text{ ton/m}^3 & F_{cu} &= 1,52 \\\gamma_{\text{concreto}} &= 2,40 \text{ ton/m}^3 & D_f &= 2,00 \text{ m} \\rec. &= 7,50 \text{ cm (ACI 318 – 08 secc. 7.7.1)} \\Secc_{col.} &= 0,50 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}\end{aligned}$$

Cargas de trabajo:

$$P_t = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{219,31 \text{ ton}}{1,52} = 144,28 \text{ ton}$$

$$M_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{41,62 \text{ ton}}{1,52} = 27,38 \text{ ton} \cdot \text{m} \quad M_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{54,92 \text{ ton}}{1,52} = 36,13 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1,5 * P_t}{V_s} = \frac{1,5 * 144,28}{26,00} = 8,32 \text{ m}^2$$

Se propone usar dimensiones aproximadas de 3,50 m x 3,50 m = 12,25 m²
> 8,32 m²

Comprobación de dimensión de zapatas

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_{ty} * y}{I_x} \pm \frac{M_{tx} * x}{I_y}; \text{ donde: } q_{\text{máx}} < V_s \text{ y } q_{\text{mín}} > 0$$

$$P_{cg} = P_t + P_{columna} + P_{suelo} + P_{cimiento}$$

$$P_{cg} = 144,28 \text{ ton} + (0,50 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 2,4 \text{ ton/m}^3 * 10,88 \text{ m}) + (1,60 \text{ ton/m}^3 * 1,28 \text{ m} * (3,50 \text{ m} * 3,50 \text{ m} - 0,50 \text{ m} * 0,50 \text{ m})) + (2,4 \text{ ton/m}^3 * 0,72 \text{ m} * 3,50 \text{ m} * 3,50 \text{ m})$$

$$P_{cg} = 196,56 \text{ ton}$$

Inercia I_x , I_y :

$$I_x = I_y = b * h^3 / 12 = 3,50 \text{ m} * (3,50 \text{ m})^3 / 12 = 12,51 \text{ m}^4$$

$$q = \frac{196,56 \text{ ton}}{12,25 \text{ m}^2} \pm \frac{27,38 \text{ ton} \cdot \text{m} * 1,75 \text{ m}}{12,51 \text{ m}^4} \pm \frac{36,13 \text{ ton} \cdot \text{m} * 1,75 \text{ m}}{12,51 \text{ m}^4}$$

$$q_{\text{máx}} = 24,93 \text{ ton/m}^2; \text{ Cumple } q_{\text{máx}} < V_s$$

$$q_{\text{mín}} = 7,16 \text{ ton/m}^2; \text{ Cumple } q_{\text{mín}} > 0$$

Cumple, por lo que las dimensiones de la zapata son correctas.

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

Presión última:

$$q = q_{\text{máx}} * F_{cu} = 24,93 \text{ ton/m}^2 * 1,52 = 37,89 \text{ ton/m}^2$$

Peralte efectivo.

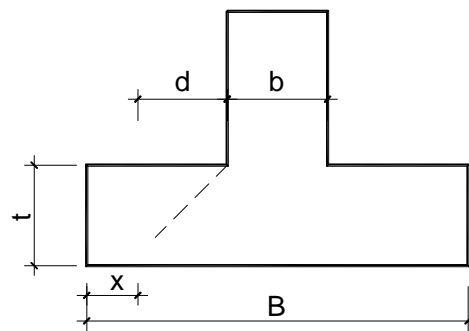
$$t = \text{asumido} = 0,72 \text{ m}$$

$$d = t - \text{rec} - \emptyset \text{ varilla}/2 = 72\text{cm} - 7,5\text{cm} - 2,54\text{cm}/2 = 63,23\text{cm}$$

Análisis por corte simple:

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

Figura 35. **Corte simple en zapata**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

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

$$x = 3,50\text{m}/2 - 0,50\text{m}/2 - 0,63 = 0,87\text{m}$$

Corte actuante:

$$V_{\text{act}} = \text{Area} * q_u = (3,50\text{m} * 0,87\text{m}) * 37,89 \text{ ton}/\text{m}^2 = 115,38 \text{ ton}$$

Corte resistente:

$$V_{\text{res}} = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * B * d$$

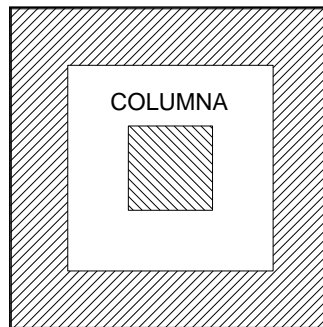
$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280\text{kg/cm}^2 * 350\text{cm} * 63,23\text{cm}/1000} = 166,83 \text{ ton}$$

$V_{act} < V_{res}$, si cumple; el peralte propuesto resiste al corte simple

Corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata, debido a los esfuerzos de corte producidos en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla está a una distancia $d/2$ del perímetro de la columna.

Figura 36. **Corte punzonante en zapata**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Corte actuante por punzonamiento

$$d + \text{sección de columna} = (0,63\text{m} + 0,50\text{m}) * 100 = 113 \text{ cm}$$

$$V_{act \text{ pun}} = \text{Área} * q_u = (3,50\text{m} * 3,50\text{m} - 1,13\text{m} * 1,13\text{m}) * 37,89 \text{ ton/m}^2$$

$$V_{act \text{ pun}} = \text{Área} * q_u = 415,77 \text{ ton}$$

Corte resistente a punzonamiento

$$V_r \text{ pun} = \phi * 1,06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

$$b_o = 4 * (63,23\text{cm} + 50\text{cm}) = 452,92\text{cm}$$

$$V_r \text{ pun} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{280\text{kg/cm}^2} * 452,92\text{cm} * 63,23\text{cm}/1000 = 431,77 \text{ ton}$$

$V_{act} < V_r \text{ pun}$ cumple, el peralte propuesto resiste el corte punzonante.

Diseño del refuerzo:

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

Momento último:

$$M_u = \frac{W_u * L^2}{2}$$

$$M_u = \frac{37,89 \text{ ton/m} * (1,50\text{m})^2}{2} = 42,63 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

L = distancia del rostro de la columna al final de la zapata.

Área de acero

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

$$As = \left[150 * 63,23 - \sqrt{(150 * 63,23)^2 - \frac{42\,630,30 * 150}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\,200} \right)$$

$$As = 18,14\text{cm}^2$$

$$As \text{ mín} = \frac{14,1}{fy} * b * d$$

$$As \text{ mín} = \frac{14,1}{4\,200 \text{ kg/cm}^2} * 150\text{cm} * 63,23\text{cm} = 31,84\text{cm}^2$$

Se utilizará el acero mínimo.

Espaciamiento S, para As min con varilla No. 8, con As = 5,07cm²

$$31,84 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 150\text{cm}$$

$$5,07 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \quad \text{donde: } S = 23,89 \text{ cm}$$

Se armará con varilla No. 8 @ 0,20m en ambos sentidos.

Acero por temperatura (Ast):

$$Ast = 0,002 * b * t = 0,002 * 100\text{cm} * 72\text{cm} = 14,40\text{cm}^2$$

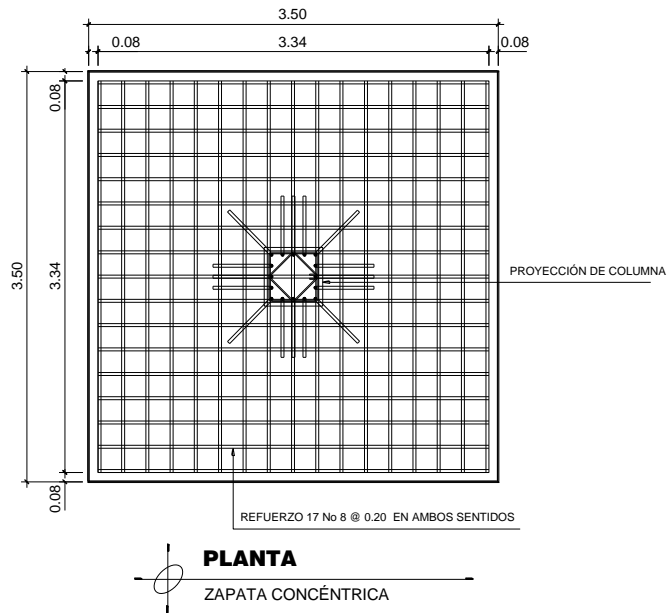
Espaciamiento S, para As min con varilla No. 6, con As = 2,85 cm²

$$14,40 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100\text{cm}$$

$$2,85 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \quad \text{donde: } S = 19,80 \text{ cm}$$

Se armará con varilla No. 6 @ 0,20m en ambos sentidos.

Figura 37. Detalle de zapata concéntrica



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Zapata combinada

Se entiende por zapatas combinadas la que cimienta dos soportes o columnas.

Datos:

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

$$M_y = 42,14 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

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

$$M_x = 62,10 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$V_s = 26,00 \text{ ton/m}^2$$

$$P_u = 164,48 \text{ ton}$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,60 \text{ ton/m}^3$$

$$F_{cu} = 1,52$$

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

$$D_f = 2,00 \text{ m}$$

$$\text{rec.} = 7,50 \text{ cm (ACI 318 - 08 secc. 7.7.1)}$$

$$\text{Secc}_{\text{col.}} = 0,50\text{m} \cdot 0,50\text{m}$$

Cargas de trabajo:

$$Pt = \frac{Pu}{Fcu} = \frac{164,48 \text{ ton}}{1,52} = 108,21 \text{ ton}$$

$$Mty = \frac{My}{Fcu} = \frac{42,14 \text{ ton}}{1,52} = 27,72 \text{ ton} \cdot \text{m} \quad Mtx = \frac{Mx}{Fcu} = \frac{62,10 \text{ ton}}{1,52} = 40,85 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$Az = \frac{1,5 * Pt * \text{No col.}}{Vs} = \frac{1,5 * 108,21 * 2}{26,00} = 12,48 \text{ m}^2$$

Estimación de ancho

$$\text{Ancho} = \frac{P_1 + P_2}{Vs * L} = \frac{108,21 \text{ ton} * 2}{26 \text{ ton/m}^2 * 5,20\text{m}} = 1,60 \text{ m}$$

Se propone usar dimensiones aproximadas de 3,50 m x 5,20 m=18,20 m²
> 12,48 m².

Comprobación de dimensión de zapatas

$$q = \frac{Pcg}{Az} \pm \frac{Mty * y}{Ix} \pm \frac{Mtx * x}{Iy}; \text{ donde: } q_{\text{máx}} < Vs \text{ y } q_{\text{mín}} > 0$$

$$Pcg = Pt + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P_{cg} = 108,21 \text{ ton} * 2 + 2 * (0,50\text{m} * 0,50\text{m} * 2,4 \text{ ton/m}^3 * 10,88\text{m}) + (1,60 \text{ ton/m}^3 * 1,50\text{m}(3,50\text{m} * 5,20\text{m} - 2 * (0,50\text{m} * 0,50\text{m}))) + (2,4 \text{ ton/m}^3 * 0,50\text{m} * 3,50\text{m} * 5,20\text{m})$$

$$P_{cg} = 294,56 \text{ ton}$$

Inercia I_x , I_y :

$$I_x = b * h^3/12 = 5,20\text{m} * (3,50\text{m})^3/12 = 18,58\text{m}^4$$

$$I_y = b * h^3/12 = 3,50\text{m} * (5,20\text{m})^3/12 = 41,01\text{m}^4$$

$$q = \frac{294,56 \text{ ton}}{18,20 \text{ m}^2} \pm \frac{27,38 \text{ ton} \cdot \text{m} * 1,75\text{m}}{18,58 \text{ m}^4} \pm \frac{40,85 \text{ ton} \cdot \text{m} * 2,60\text{m}}{41,01 \text{ m}^4}$$

$$q_{\text{máx}} = 21,35 \text{ ton/m}^2; \text{ Cumple } q_{\text{máx}} < V_s$$

$$q_{\text{mín}} = 11,01 \text{ ton/m}^2; \text{ Cumple } q_{\text{mín}} > 0$$

Cumple, por lo que las dimensiones de la zapata son correctas.

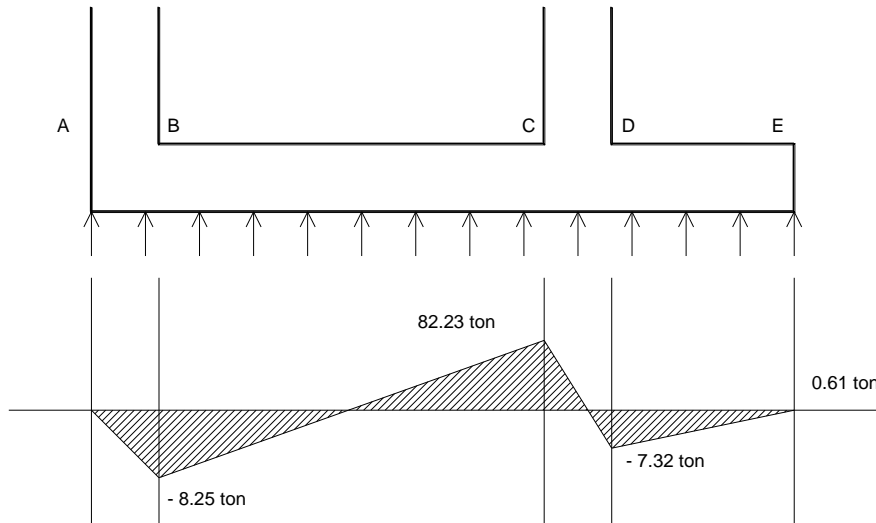
Presión última:

$$q = q_{\text{máx}} * F_{cu} = 21,35 * 1,52 = 32,45 \text{ ton/m}^2$$

Carga distribuida sobre zapata

$$W = q * \text{ancho zapata} = 32,45 \text{ ton/m}^2 * 3,50\text{m} = 113,58 \text{ ton/m}$$

Figura 38. Diagrama de corte zapata combinada



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Determinación de cortes en zapata:

$$V_A = 0$$

$$V_B = 0,50\text{m} * (31,75 \text{ ton/m}) - 24,13 \text{ ton} = -8,25 \text{ ton}$$

$$V_C = 3,35\text{m} * (31,75 \text{ ton/m}) - 24,13 \text{ ton} = 82,23 \text{ ton}$$

$$V_D = 3,85\text{m} * (31,75 \text{ ton/m}) - 24,13 \text{ ton} - 105,43 \text{ ton} = -7,32 \text{ ton}$$

$$V_E = 4,10\text{m} * (31,75 \text{ ton/m}) - 24,13 \text{ ton} - 105,43 \text{ ton} = 0,61 \text{ ton}$$

Chequeo por corte flexionante

Para el chequeo por corte flexionante se analiza independiente para cada columna debido a que son situaciones diferentes en las que se presenta cada una.

Para la columna A:

Chequeo por flexionamiento

$$t = \text{asumido} = 0.50\text{m}$$

$$d = t - \text{rec} - \emptyset \text{ varilla}/2 = 50\text{cm} - 7,5\text{cm} - 2,54\text{cm}/2 = 41,23\text{cm}$$

$$b_o = 2 * (a + d/2) = 2 * (50 \text{ cm} + 41,23 \text{ cm}/2) = 141,23 \text{ cm}$$

$$V_u = 82,23 \text{ ton} - (0,50\text{m} * 113,58 \text{ ton/m}) = 25,44 \text{ ton}$$

$$d_{\text{req}} = \frac{V_u}{0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b_o} = \frac{25,44 \text{ ton} * 1000}{0,85 * 0,53 * \sqrt{280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 141,23 \text{ cm}}$$

$$d_{\text{req}} = 23,90 \text{ cm}$$

Chequeo por punzonamiento:

$$V_{\text{res}} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} * 141,23 \text{ cm} * 41,23\text{cm}/1000 = 87,79 \text{ ton}$$

$$V_{\text{act}} = 105,44, \text{ ton} - (0,64\text{m}^2)(32,45 \text{ ton/m}^2) = 84,67 \text{ ton}$$

Para la columna B:

$$b_o = 2 * (a + d/2) + (a + d) = b_o = 2 * (a + d/2) + (a + d)$$

$$b_o = 2 * (50 \text{ cm} + 41,23 \text{ cm}/2) + (50 \text{ cm} + 41,23 \text{ cm}) = 232,46 \text{ cm}$$

$$V_u = 82,23 \text{ ton} - (0,50\text{m} * 113,58 \text{ ton/m}) = 25,44 \text{ ton}$$

$$d_{\text{req}} = \frac{V_u}{0,85 * 1,06 * \sqrt{f'_c} * b_o} = \frac{25,44 \text{ ton} * 1000}{0,85 * 1,06 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} * 232,46\text{cm}} = 7,25 \text{ cm}$$

Chequeo por punzonamiento:

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} * 232,46 \text{ cm} * 41,23 \text{ cm} / 1000 = 144,50 \text{ ton}$$

$$V_{act} = 105,44, \text{ ton} - (0,64 \text{ m}^2)(32,45 \text{ ton/m}^2) = 84,67 \text{ ton}$$

El peralte propuesto es de 50 cm, siendo correcto pues cumple para el chequeo por punzonamiento y flexionamiento.

Armado de zapata combinada

$$M_y = 42,14 \text{ ton} \cdot \text{m}; \quad M_x = 62,10 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Área de acero

$$A_s \text{ mín} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_s \text{ mín} = \frac{14,1}{4\,200 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 42 \text{ cm} = 14,1 \text{ cm}^2$$

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

$$A_s = \left[350 * 42 - \sqrt{(350 * 42)^2 - \frac{62\,104,85 * 350}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\,200} \right) = 40,10 \text{ cm}^2$$

Se propone armar con 16 No 8 en sentido largo @ 0,22m y 21 No 8 en sentido corto @ 0,25m.

Acero por temperatura (Ast):

$$A_{st} = 0,002 * b * t = 0,002 * 520\text{cm} * 50\text{cm} = 52,00\text{cm}^2$$

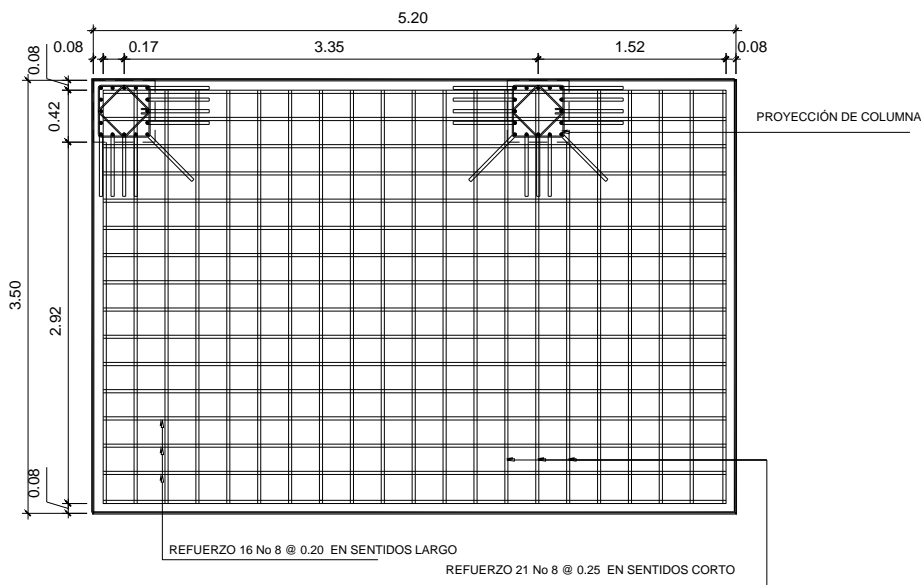
Espaciamiento S, para A_s min con varilla No. 6, con $A_s = 2,85\text{ cm}^2$

$$52,00\text{ cm}^2 \text{ ----- } 520\text{ cm}$$

$$2,85\text{ cm}^2 \text{ ----- } S \quad \text{donde: } S = 28,5\text{ cm}$$

Se armará con varilla No. 6 @ 0,20m en ambos sentidos.

Figura 39. **Detalle de zapata combinada**



PLANTA
ZAPATA COMBINADA

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Debido a que el escenario en que se encuentran las columnas de la zapata combinada es semejante al de una zapata excéntrica y de esquina, únicamente se muestran los detalles en anexos.

2.1.4.5.5. Diseño del muro de contención

Datos:

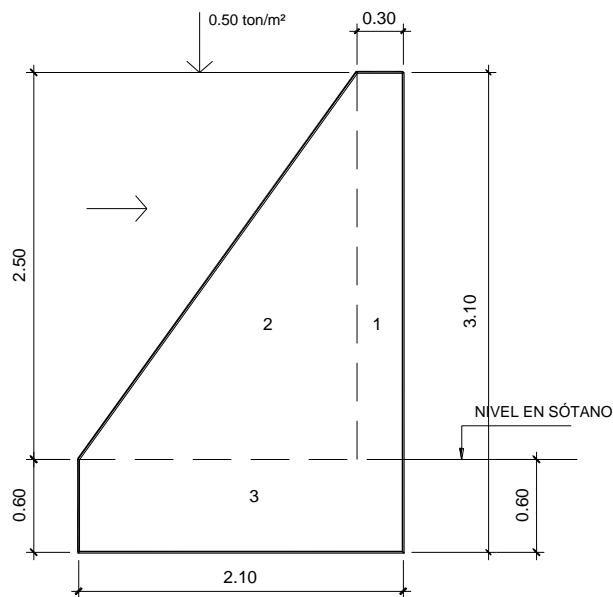
$$V_s = 26,00 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,60 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma_{\text{concreto ciclope}} = 2,70 \text{ ton/m}^3$$

$$\mu = 0,90$$

Figura 40. Sección de muro



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

$$\text{base} = 0,50h - 0,60 h$$

$$\text{base} = 0,50 * 3,10\text{m} = 1,55\text{m}; \text{ se propone } b = 2,10\text{m}$$

Coefficientes de empuje activo y pasivo

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} = \frac{1 - \text{sen}(12,13)}{1 + \text{sen}(12,13)} = 0,65; K_p = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi} = \frac{1 + \text{sen}(12,13)}{1 - \text{sen}(12,13)} = 1,53$$

Cálculo de presiones horizontales a una profundidad h del muro.

$$\overline{P_{py}} = K_p * \gamma_s * h = 1,53 * 1,60 * 0,60 = 1,47 \text{ ton/m}^2$$

$$\overline{P_{ay}} = K_a * \gamma_s * H = 0,65 * 1,60 * 3,10 = 3,22 \text{ ton/m}^2$$

$$\overline{P_{aq}} = K_a * q = 0,65 * 0,50 = 0,33 \text{ ton/m}^2$$

Cálculo de cargas totales

$$P_{py} = 1/2 * \overline{P_{py}} * h = 1/2 * 1,47 * 0,60 = 0,44 \text{ ton/m}$$

$$P_{ay} = 1/2 * \overline{P_{ay}} * H = 1/2 * 3,22 * 3,10 = 5,00 \text{ ton/m}$$

$$P_{aq} = \overline{P_{aq}} * H = 0,33 * 3,10 = 1,01 \text{ ton/m}$$

Momentos al pie del muro

$$M_{py} = P_{py} * h/3 = 0,44 * 0,60/3 = 0,09 \text{ ton} \cdot \text{m/m}$$

$$M_{ay} = P_{ay} * H/3 = 5,00 * 3,10/3 = 5,16 \text{ ton} \cdot \text{m/m}$$

$$M_{aq} = P_{aq} * H/2 = 1,01 * 3,10/2 = 1,56 \text{ ton} \cdot \text{m/m}$$

Tabla XV. **Momento actuante en el muro**

No Figura	área (m ²)	γs (ton/m ³)	W (ton)	Brazo (m)	M (ton-m)
1	0,75	2,70	2,02	1,95	3,95
2	2,25	2,70	6,07	1,2	7,29
3	1,26	2,70	3,40	1,05	3,57
			Σ =		Σ =
			11,50		14,81

Fuente: elaboración propia.

Chequeo de estabilidad contra volteo

$$F_{sv} = \frac{\sum M_{res}}{\sum M_{act}} = \frac{M_{py} + \sum M}{M_{ay} + M_{aq}} = \frac{0,09 + 14,81}{5,16 + 1,56} = 2,22 > 1,5; \text{ok}$$

Chequeo de estabilidad contra deslizamiento

$$F_{sd} = \frac{\sum F_{res}}{\sum F_{act}} = \frac{P_{py} + M_w}{P_{ay} + P_{aq}} = \frac{0,44 + 0,90 * 11,50}{5,00 + 1,01} = 1,80 > 1,5; \text{ok}$$

Chequeo de presiones máximas bajo la base del muro

$$a = \frac{\sum M_o}{W} = \frac{M_{py} + M_w - M_{ay} - M_{aq}}{W} = \frac{(0,09 + 14,81 - 5,16 - 1,56) \text{ton} \cdot \text{m/m}}{11,50 \text{ ton/m}}$$

$$a = 0,71 \text{m}$$

$$\text{excentricidad} = b/2 - a = 2,10/2 - 0,71 = 0,34$$

Presiones en el terreno serán:

$$q = \frac{W}{A} \pm \frac{W * ex}{S_x}; \text{ donde: } q_{\text{máx}} < V_s \text{ y } q_{\text{mín}} > 0$$

$$S_x = 1/6 * \text{base}^2 * \text{franja unitaria}$$

$$S_x = 1/6 * (2,10\text{m})^2 * 1\text{m} = 0,74\text{m}^3$$

$$q_{\text{máx}} = \frac{11,50}{2,10 * 1} + \frac{11,50 * 0,34}{0,74} = 10,76 \text{ ton/m}^2 < 26 \text{ ton/m}^2; \text{ ok}$$

$$q_{\text{mín}} = \frac{11,50}{2,10 * 1} - \frac{11,50 * 0,34}{0,74} = 0,19 \text{ ton/m}^2 > 0; \text{ ok}$$

El resultado se encuentra del rango permitido por lo que las dimensiones del muro son correctas.

2.1.4.5.6. Diseño de gradas

Una escalera debe ser cómoda y segura dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de la huella y contrahuella y si C = huella y H=contrahuella deben cumplir los siguientes criterios.

Datos:

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

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

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

$$t = 0,12 \text{ m}$$

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

$$\text{area disponible} = 0,50\text{m} * 0,50\text{m}$$

Integración de cargas

$$\text{Peso propio de escalera} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * (0,12 + 0,18/2) = 504 \text{ kg/m}^2$$

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

$$\text{Total} = 604 \text{ kg/m}^2$$

$$C_u = 1,4CM + 1,7CV = 1,4 * (604 \text{ kg/m}^2) + 1,7 * (500 \text{ kg/m}^2) = 1\,695,60 \text{ kg/m}^2$$

Distribución de carga y momento

$$d = \sqrt{(2,40\text{m})^2 + (1,60\text{m})^2} = 2,88 \text{ m}$$

$$M_{(+)} = \frac{C_u * d^2}{9} = \frac{1\,695,60 \text{ kg/m}^2 * (2,88\text{m})^2}{9} = 1\,562,66 \text{ kg}$$

$$M_{(-)} = \frac{C_u * d^2}{12} = \frac{1\,695,60 \text{ kg/m}^2 * (2,88\text{m})^2}{12} = 1\,172,00 \text{ kg}$$

$$A_s \text{ mín} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{4\,200 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 9,5 \text{ cm} = 3,19 \text{ cm}^2$$

Área de acero requerida por los momentos

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

$$A_{s(+)} = \left[100 * 9,5 - \sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{1\,562,66 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\,200} \right) = 4,54 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(-)} = \left[100 * 9,5 - \sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{1\ 172,00 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\ 200} \right) = 3,37 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento S, para varilla No. 3, con $A_s = 0,71 \text{ cm}^2$

4,54 cm^2 ----- 100 cm

0,71 cm^2 ----- S donde: S = 15,64 cm

Se armará con varilla No. 3 @ 0,15 m

Acero por temperatura (A_{st}):

$$A_{st} = 0,002 * b * t = 0,002 * 100 \text{ cm} * 12 \text{ cm} = 2,40 \text{ cm}^2$$

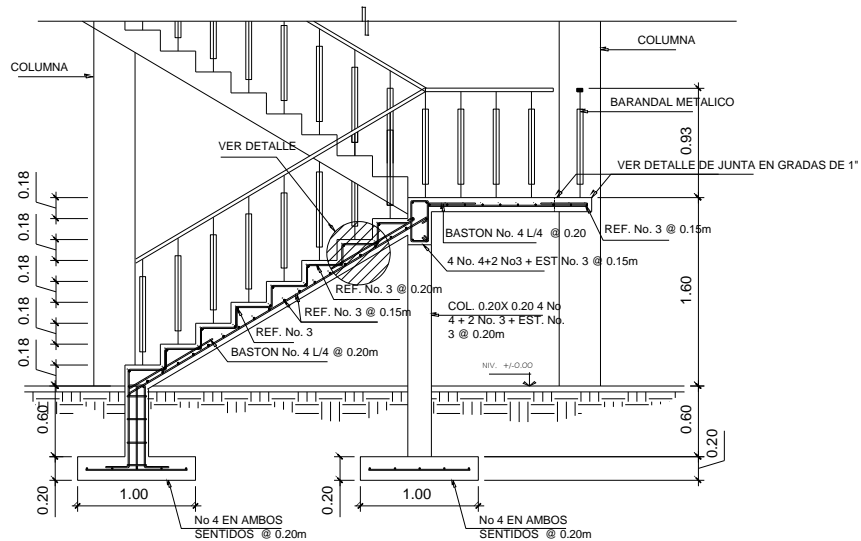
Espaciamiento S, con varilla No. 3, con $A_s = 0,71 \text{ cm}^2$

2,40 cm^2 ----- 100 cm

0,71 cm^2 ----- S donde: S = 29,58 cm

Se armará con varilla No. 3 @ 0,15 m

Figura 41. Detalle de armado de gradas



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

2.1.4.6. Análisis y diseño de instalaciones

Las instalaciones en los edificios pueden ser variables de acuerdo al tipo de ocupación.

Para este proyecto se subdividen en instalaciones hidráulica, drenajes y electricidad (que se subdivide en fuerza eléctrica e iluminación).

2.1.4.6.1. Instalaciones hidráulicas

Las instalaciones hidráulicas del edificio municipal se diseñaron procurando mantener la presión de agua dentro del circuito. El tipo de material para la tubería es de Policloruro de Vinilo (PVC).

La tubería Policloruro de Vinilo (PVC) es un material para instalaciones hidráulicas por las ventajas que ofrece sobre otros materiales. En las ventajas a mencionar esta el costo, manejo (por ser un material liviano), resistencia (presiones altas) y resistencia a la corrosión.

Para el diseño de las instalaciones hidráulicas, se tomo el método de Hunter.

Método Hunter: asigna a cada aparato sanitario un número de unidades de gasto determinado experimentalmente.

Para estimar la máxima demanda de agua de un edificio o sección de él, debe tenerse en cuenta el tipo de servicio que presentarán los aparatos, si es público o privado.

Los valores para determinar la demanda máxima se obtienen de la tabla a continuación:

Tabla XVI. **Unidades de gasto Hunter**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fria	Agua caliente
Tina		4	3	3
Lavadero de ropa		8	4,5	4,5
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	
Inodoro	Con valvula semiautomatica	8	8	
Lavadero	Cocina hotel, restaurante	4	3	3
Lavadero	Reposteria	3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	
Bebedero	Multiple	1	1	
Lavatorio	Corriente	2	1,5	1,5
Lavatorio	Multiple	2	1,5	1,5
Botadero		3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	
Urinario	Con valvula semiautomatica	5	5	

Fuente: RODRIGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 157.

Aplicando la tabla anterior se obtiene la demanda para los diferentes aparatos sanitarios dentro del edificio municipal.

6 Inodoros 5 U.H. = 30 U.H.
 2 Urinarios 3 U.H. = 6 U.H.
 21 Lavamanos 2 U.H. = 42 U.H.
 Total = 78 U.H. ~ 80 U.H.

Tabla XVII. **Gastos probables método de Hunter (lts/s)**

Gasto Probable		
No, de unidades	Tanque	Valvula
150	2,06	2,95
160	2,14	3,04
170	2,22	3,12
180	2,29	3,20

Fuente: RODRIGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 157.

De la tabla anterior se obtiene el gasto probable para los aparatos sanitarios que es de 2,06 lts/s.

Aplicando el factor de corrección de 0,60

$$DMP = 2,06 \text{ lts/s} * 0,60 = 1,24 \text{ lts/s} \sim 1,24 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Diámetro de la tubería a utilizar:

$$Q = A * V$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

La velocidad promedio de la red municipal para el edificio municipal es de 5 m/s

$$A = \frac{1,24 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{5 \text{ m/s}} = 2,48 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \sim 0,38 \text{ plg}^2$$

Se propone utilizar tubería de Ø 3/4" con área de 0,44 plg², y para los abastos por medio de tubería PVC Ø 1/2".

2.1.4.6.2. Instalaciones sanitarias

Drenaje pluvial

Para el cálculo de diámetros de tubería para el drenaje pluvial se realiza por medio del método racional. Al tener un techo de concreto, se asume una relación entre escorrentía y cantidad de lluvia en el área C de 0,9, con un tiempo de concentración t de 5 minutos y una frecuencia de ocurrencia de 20 años, se calcula:

$$I = \frac{1\ 323,50}{t + 3,48} = \frac{1\ 323,50}{5 + 3,48} = 156,07 \text{ mm/hora}$$

El área de influencia máxima en las bajadas de agua pluvial es de 657,27 m² ~ 0,066 Hectáreas.

$$Q = \frac{CIA}{360} = \frac{0,90 * 156,07 * 0,066}{360} = 0,02575 \text{ m}^3/\text{s} = 25,75 \text{ lts/s}$$

El cálculo del diámetro de la tubería se realiza por medio de la fórmula de Manning con una tubería PVC, con un coeficiente de rugosidad de n = 0,009. Se estima una pendiente del 1 %.

$$D = \left(\frac{691\ 000 * Q * n}{S^{0,5}} \right)^{3/8} = \left(\frac{691\ 000 * 0,02575 * 0,009}{0,01^{0,5}} \right)^{3/8} = 15,91 \text{ cm} \sim 6,26 \text{ plg}$$

Se propone utilizar tubería Ø 6" para las bajadas de agua pluvial.

Drenaje sanitario

Las instalaciones sanitarias son una parte importante, porque en ellas se transportará todas las aguas negras provenientes de los aparatos sanitarios. Para el diseño se determinaron los diámetros necesarios para las descargas y pendientes necesarias para el traslado de las mismas.

Se utilizó tubería para drenajes de PVC, por las ventajas que ofrece en instalaciones, manejo, resistencia y durabilidad.

Para el cálculo o dimensionamiento de las instalaciones de drenajes es necesario definir un concepto que se conoce como unidad de descarga. Esta unidad de descarga constituye la referencia para estimar las descargas de todos los demás muebles, accesorios o aparatos sanitarios.

Según el uso las instalaciones sanitarias pueden clasificarse en:

- 1ra clase: de uso privado utilizado en vivienda, cuartos de baño privado, hoteles, de uso para un familia o una persona.
- 2da clase: de uso semipúblico utilizado en oficinas, fábricas etc., donde el uso es solamente por las personas del edificio ocupado.
- 3ra clase: de uso público, donde no existe limitante de número de personas a usarlo.

Tabla XVIII. **Unidades de descarga y diámetro en derivaciones**

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo		
	Clase			Clase		
	1ra.	2da.	3ra.	1ra.	2da.	3ra.
Lavado	1	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Urinario	2	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4

Fuente: RODRIGUEZ SOZA, Luis Carlos, Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 157.

La clasificación de este proyecto es de segunda clase debido a que la mayor parte de los servicios sanitarios serán utilizados por el personal del mismo.

Unidades de descarga total:

6 Inodoros 5 U. = 30 U.

2 Urinarios 2 U. = 4 U.

21 Lavamanos 2 U. = 42 U.

Total = 76 U. ~ 80 U.

Para determinar el diámetro de tubería a utilizar se compara con los valores recomendados por la cantidad de descarga y pendiente que tendrá la tubería.

Tabla XIX. **Diámetro de derivaciones en colector**

Derivacion de colector		Numero maximo de unidades de descarga			
mm	plg	Derivacion horizontal S = 0	Pendiente		
			1/100	2/200	3/100
75	3	20	24	27	36
100	4	68	84	96	114
125	5	144	180	234	280

Fuente: RODRIGUEZ SOZA, Luis Carlos. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 157.

Con los valores obtenidos y comparándolos con la tabla de gastos probables de Hunter se propone utilizar tubería Ø 4" con pendiente de 2 % para los drenajes sanitarios.

2.1.4.6.3. Instalaciones eléctricas

Iluminación y fuerza

Con base en manual de normas para acometidas de servicio eléctrico de la Empresa Eléctrica de Guatemala S. A. (EEGSA), en su sección 5; apartamentos, edificios, centros comerciales y construcciones similares, normas y códigos para instalación comercial.

Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son los siguientes:

Iluminación uniforme

Iluminación óptima

Ausencia de brillos deslumbrantes
Condiciones de contraste adecuadas
Colores correctos
Ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos

Para este proyecto se colocará un tablero de contadores con su respectiva tierra física y cada local con su respectivo tablero monofásico de 4 polos, los dos niveles superiores contarán con 1 tablero de distribución monofásico de 24 polos.

Para el diseño eléctrico de iluminación se utilizó el método del índice del local, el cual se basa en clasificar los ambientes de acuerdo a factores de reflexión en techo y muros, para ello se inicia determinado la cantidad de luces (cantidad que se refiere a iluminación) que se requiere en cada ambiente.

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

Ubicación/Tarea	Valor típico recomendado de iluminación
	Mantenida (lux)
Oficinas generales	500
Puesto de trabajo informatizados	500
Áreas de montaje en fábrica	
Trabajo de poca precisión	300
Trabajo medio	500
Trabajo de precisión	750

Trabajo de alta precisión	
Montaje de instrumentos	1 000
Montaje/reparaciones de joyería	1 500
Quirófanos de hospital	50 000

Las instalaciones eléctricas del proyecto se diseñaron en base a parámetros de luminosidad necesaria para oficina. La cantidad de unidades por circuito no sobrepasando los 10 para el tipo de carga de fuerza y de 12 unidades para el tipo de carga iluminación.

Para determinar el tipo de calibre de cables y flipones por circuito se realizó el cálculo para la fórmula de potencia.

$$P = I * V$$

Tipo de iluminación=	Flourecente y directa
Factor de mantenimiento o de pérdida =	0,70
Coeficiente de uso (Cu)=	0,60

A manera de ejemplo se calcula la cantidad de lámparas para el sótano:

Cantidad de lúmenes por lámpara = 3 000 lúmenes

Área a iluminar = 39,05 m²

Lúmenes necesarios = (Cant. luces*área a iluminar)/(fact. mantenimiento + coef. uso)

Lúmenes necesarios = (400 luces*39,05 m²)/(0,70*0,60) = 37 190,48 lúmenes

Número de lámparas = (37 190,48 lúmenes) /(3 000 lúmenes) =12,00 lámparas

Se proponen 4 lámparas de 3 x 40 watts tipo industrial en cada área de parqueo.

$$3 \text{ tubos x } 40 \text{ watts} = 120 \text{ watts} / 120 \text{ volt.} = 1,00 \text{ ampers}$$

Debido a que la cantidad de carga máxima en iluminación es de 12 unidades el resultado de amperaje es correcto ya que el circuito cuenta con 12 lámparas los cuales acumulan 12 amperios para un circuito con flipón de capacidad de 20 ampers.

Tubería y ductos

Se utilizara tubería PVC eléctrico Ø 3/4", las uniones deberán ser completamente impermeables, las líneas principales serán conducidas por un canal metálico (ver detalle en planos).

2.1.4.6.4. Instalaciones especiales

Luces de emergencia:

El sistema de luces de emergencia es un sistema de alumbrado diseñado para proporcionar la iluminación necesaria y esencial para la evacuación de un edificio de forma segura en el caso de un fallo en el sistema de suministro eléctrico.

Contra incendios:

El sistema contra incendios para el edificio se dispone con el fin de protegerlo contra la acción del fuego, generalmente, con ellas se trata de conseguir, salvar vidas, minimizar las pérdidas económicas producidas por el

fuego. Conseguir que las actividades del edificio puedan reanudarse en el plano de tiempo más corto posible, entre otras.

2.1.4.6.5. Presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios, el precio de los materiales se obtuvo mediante cotizaciones en centros de distribución de la región.

Tabla XX. Presupuesto general para el proyecto

Nombre del Proyecto:

DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL

Localización del Proyecto:

SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUETZALTENANGO

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Sub-total
1.00 TRABAJOS PRELIMINARES					
1.01	Cerco perimetral de madera y lámina	88.00	m	Q 445.63	Q 39,215.68
1.02	Limpia y chapeo	880.00	m ²	Q 10.19	Q 8,967.36
1.03	Trazo y estaqueado	425.00	m	Q 6.63	Q 2,816.21
1.04	Demolición de estructuras existentes	500.00	m ²	Q 45.97	Q 22,986.88
1.05	Demolición de pared de mampostería	946.00	m ²	Q 37.00	Q 35,002.88
1.06	Acarreo de material sobrante	745.00	m ³	Q 49.92	Q 37,188.80
1.07	Rótulo de identificación del proyecto	1.00	unidad	Q 10,345.92	Q 10,345.92
TOTAL DE RENGLÓN					Q 156,523.73
2.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2.01	Replanteo y trazo topográfico	880.00	m ²	Q 6.95	Q 6,120.16
2.02	Excavación no clasificada	1300.00	m ³	Q 57.08	Q 74,206.04
2.03	Relleno estructural	900.00	m ³	Q 89.30	Q 80,371.74
2.04	Corte de cajuela	800.00	m ²	Q 212.49	Q 169,988.80
2.05	Extracción de material	768.00	m ³	Q 36.96	Q 28,388.80
2.06	Base compactada para plataforma (selecto 95% proctor modificado)	210.00	m ³	Q 186.41	Q 39,147.10
TOTAL DE RENGLÓN					Q 398,222.65
3.00 CIMENTACIÓN					
3.01	Zapata concéntrica	9.00	unidad	Q 26,585.48	Q 239,269.35
3.02	Zapata combinada	2.00	unidad	Q 40,512.91	Q 81,025.83
3.03	Zapata excéntrica	12.00	unidad	Q 26,033.21	Q 312,398.53
3.04	Zapata de esquina	4.00	unidad	Q 50,199.10	Q 200,796.39
3.05	Losa de cimentación módulo B	1.00	unidad	Q 93,250.75	Q 93,250.75
3.06	Losa de cimentación módulo C	1.00	unidad	Q 90,252.07	Q 90,252.07
3.07	Cimiento corrido CC 0.30*0.20*m	76.00	m	Q 13,188.61	Q 1,002,334.03
TOTAL DE RENGLÓN					Q 2,019,326.96

Continuación de la tabla XX.

4.00 MAMPOSTERIA

4.01	Solera hidrófuga	76,00	m	Q	300,07	Q	22 804,97
4.02	Solera de amarre en todos los niveles	376,00	m	Q	300,05	Q	112 817,85
4.03	Levantado de muro	1 325,00	m ²	Q	282,01	Q	373 661,38
4.04	Solera de remate	60,00	m	Q	258,71	Q	15 522,51
4.05	Muro de concreto ciclópeo	195,50	m ³	Q	1 323,11	Q	258 668,82
TOTAL DE RENGLÓN							Q 783 475,52

5.00 COLUMNAS

5.01	Columna C-A Ref. 0.50 m x 0.50m	305,20	m	Q	3 370,41	Q	1 028 647,80
5.02	Columna C-B Ref. 0.35m x 0.35m	78,20	m	Q	1 009,53	Q	88 031,32
5.03	Columna C-C Ref. 0.20m x 0.20m	753,00	m	Q	382,53	Q	288 044,32
5.04	Columna C-D Ref. 0.10m x 0.20m	43,00	m	Q	277,95	Q	11 951,97
5.05	Columna C-E Ref. 0.15m x 0.15 m	97,00	m	Q	317,14	Q	30 762,88
5.06	Columna C-F Ref. 0.10m x 0.15m	45,00	m	Q	268,65	Q	12 089,52
5.07	Columna C-G Ref 0.10m x 0.10m	20,00	m	Q	237,22	Q	4 744,45
TOTAL DE RENGLÓN							Q 1 464 272,26

6.00 VIGAS

6.01	Viga V-1, A V-6 Y V-44.2 Ref. 0.35m x 0.70m	390,50	m	Q	1 591,56	Q	621 502,48
6.02	viga V-7 A V-12 Ref. 0.35 x 0.70 m	383,50	m	Q	2 140,81	Q	820 999,22
6.03	Viga V-13, V-14, V-15 Ref. 0.35m x 0.70 m	64,00	m	Q	1 451,45	Q	92 892,85
6.04	Viga V-16, V-17, V-18, V-19 Ref. 0.35mx0.70m	175,00	m	Q	1 303,82	Q	228 169,07
6.05	Viga V-20, Ref. 0.35mx0.70m	25,00	m	Q	1 514,11	Q	37 852,66
6.06	Viga V-48, a V-51, V-55, a V-58 Ref 0.25x0.50m	125,00	m	Q	797,04	Q	99 629,80
6.07	Viga V-21 a V-44, Ref. 0.35m x 0.70m	770,00	m	Q	1 479,84	Q	1 139 474,63
6.08	Viga V-45 a V-47, V-52, 52.1,52.2, 53 Ref.0.25*0.50	75,00	m	Q	1 260,61	Q	94 545,55
TOTAL DE RENGLÓN							Q 3 135 066,26

7.00 LOSAS

7.01	Losa sótano	730,00	m ²	Q	1 157,94	Q	845 298,97
7.02	Losa primer nivel	730,00	m ²	Q	1 098,47	Q	801 883,83
7.03	Losa segundo nivel	730,00	m ²	Q	941,83	Q	687 538,25
TOTAL DE RENGLÓN							Q 2 334 721,05

8.00 ACABADOS

8.01	Fundición piso de concreto de 0.15m	730,00	m ²	Q	406,80	Q	296 962,93
8.02	Piso de gratino	1 350,00	m ²	Q	529,56	Q	714 904,09
8.03	Cernido fino cementico + pintura	200,00	m ²	Q	520,83	Q	104 165,60
8.04	Cernido vertical+pintura sobre muros	1 135,00	m ²	Q	262,53	Q	297 974,73
TOTAL DE RENGLÓN							Q 1 414 007,35

Continuación de la tabla XX.

9.00 PUERTAS

9.01	Puerta P-1	1.00	unidad	Q 6,240.00	Q 6,240.00
9.02	Puerta P-2	1.00	unidad	Q 4,480.00	Q 4,480.00
9.03	Puerta P-3	2.00	unidad	Q 12,000.00	Q 24,000.00
9.04	Puerta P-4	4.00	unidad	Q 7,200.00	Q 28,800.00
9.05	Puerta P-5	6.00	unidad	Q 6,560.00	Q 39,360.00
9.06	Puerta P-6	2.00	unidad	Q 6,560.00	Q 13,120.00
9.07	Puerta P-7	2.00	unidad	Q 6,560.00	Q 13,120.00
9.08	Puerta P-8	13.00	unidad	Q 6,880.00	Q 89,440.00
9.09	Puerta P-9	1.00	unidad	Q 4,480.00	Q 4,480.00
9.10	Puerta P-10	2.00	unidad	Q 4,800.00	Q 9,600.00
9.11	Puerta P-11	2.00	unidad	Q 2,720.00	Q 5,440.00
9.12	Puerta P-12	6.00	unidad	Q 2,240.00	Q 13,440.00
9.13	Puerta P-13	1.00	unidad	Q 960.00	Q 960.00
TOTAL DE RENGLÓN					Q 252,480.00

10.00 VENTANAS

10.01	Ventana V-1	2.00	unidad	Q 2,880.00	Q 5,760.00
10.02	Ventana V-2	1.00	unidad	Q 1,280.00	Q 1,280.00
10.03	Ventana V-3	5.00	unidad	Q 2,560.00	Q 12,800.00
10.04	Ventana V-4	19.00	unidad	Q 2,560.00	Q 48,640.00
10.05	Ventana V-5	2.00	unidad	Q 1,040.00	Q 2,080.00
10.06	Ventana V-6	30.00	unidad	Q 1,440.00	Q 43,200.00
TOTAL DE RENGLÓN					Q 113,760.00

11.00 INSTALACIÓN AGUA POTABLE

11.01	Instalación agua potable	1	global	Q 16,098.20	Q 16,098.20
TOTAL DE RENGLÓN					Q 16,098.20

12.00 INSTALACIÓN SISTEMA DE DRENAJE

12.01	Instalación sistema de drenaje	1	global	Q 77,603.47	Q 77,603.47
TOTAL DE RENGLÓN					Q 77,603.47

13.00 INSTALACIÓN SISTEMA ELÉCTRICO

13.01	Instalación sistema eléctrico	1	global	Q 314,370.72	Q 314,370.72
TOTAL DE RENGLÓN					Q 314,370.72

14.00 ARTEFACTOS SANITARIOS

14.01	Inodoro	6.00	unidad	Q 1,533.23	Q 9,199.36
14.02	Lavamanos	6.00	unidad	Q 1,554.60	Q 9,327.60
14.03	Urinal	1.70	m	Q 577.52	Q 981.78
14.04	Lavatrastos	15.00	unidad	Q 2,914.60	Q 43,719.00
TOTAL DE RENGLÓN					Q 63,227.74

COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q12,543,155.89
---------------------------------	--	--	--	--	-----------------------

EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO ES DE DOCE MILLONES QUINIENTOS CUARENTA Y TRES MIL CIENTO CINCUENTA Y CINCO CON 89/100 QUETZALES.

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.6.6. Cronograma de ejecución

Se contemplan ocho meses para la ejecución del proyecto.

Tabla XXI. Cronograma de ejecución

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																					
Proyecto:		Diseño de mercado Municipal																			
Ubicación:		San Francisco La Unión, Departamento de Quetzaltenango																			
No.	ACTIVIDAD	MES																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
1	TRABAJOS PRELIMINARES	■	■	■																	
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS		■	■	■																
3	CIMENTACIÓN			■	■	■	■	■													
4	MAMPOSTERIA				■	■	■	■	■	■											
5	COLUMNAS					■	■	■	■	■											
6	VIGAS						■	■	■	■	■										
7	LOSAS							■	■	■	■	■									
8	ACABADOS										■	■	■	■	■						
9	PUERTAS											■	■								
10	VENTANAS												■	■							
11	INSTALACIÓN AGUA POTABLE													■	■						
12	INSTALACIÓN SISTEMA DE DRENAJE														■	■					
13	INSTALACIÓN SISTEMA ELÉCTRICO															■	■				
14	ARTEFACTOS SANITARIOS																■	■			
15	LIMPIEZA Y ENTREGA																	■	■		

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.6.7. Evaluación de Impacto Ambiental







A continuación se muestra la matriz de Loepold, modificada según las fases en la que se encuentre el proyecto.

Tabla XXII. **Matriz de Loepold, modificada en la fase de construcción**

		Recursos minerales	Suelos aprovechables	Materiales explotables	Geosférico	Calidad del agua	Variaciones del caudal	Patrón de drenaje	Calidad del agua	Variación del caudal	Interacción con la superficie	Uso potencial del suelo	Calidad del agua	Erosionabilidad	Asentamiento y compactación	Sismicidad	Calidad del aire	Niveles de ruido	Apariencia del aire	Campos electromagnéticos	Clima	Olor	Elementos de composición	Patrones de tránsito vehicular	Contraste arquitectónico	Árboles	Arbustos	Hierba	Barreras vegetales	Insectos	Animales terrestres	Aves	Fauna acuática	Salud	Seguridad	Nivel de vida	Servicios	Recreación				
Limpieza																																										
	Instalaciones																																									
Relleno + compactación																																										
Armado y colocación de obra gris																																										
Mampostería																																										
Cimentación																																										
Acarreo de material sobrante																																										
Movimiento de tierras																																										
Demolición de estructura existente																																										
CATEGORIA	Inapreciable																																									
	No significativo																																									
Moderado																																										
Significativo negativo																																										
Significativo positivo																																										
No aplica																																										
	Tierra																																									
	Subterráneas																																									
	Superficial																																									
	Suelo																																									
	Atmósfera																																									
	Flora																																									
	Fauna																																									
	Socioeconómico																																									
	Medio físico																																									
	Medio Natural																																									
	Medio Biótico																																									
	Medio humano																																									

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Matriz de Loepold, modificada en la fase de operación**

		CATEGORIA										
			Inapreciable									
			No significativo									
			Moderado									
			Significativo negativo									
			Significativo positivo									
			No aplica									
					Circulación vehicular	Circulación peatonal	Concentración de personas en días de plaza	Limpieza periódica del sistema sanitario	Limpieza periódica del sistema pluvial	Limpieza en basurero	Mantenimiento a toda la infraestructura	
Medio Natural	Medio físico	Tierra	1 Recursos minerales									
			2 Suelos aprovechables									
			3 Materiales explotables									
			4 Geoesférico									
		Aguas	Subterráneas	5 Calidad del agua								
				6 Variaciones del caudal								
			7 Patrón de drenaje									
		Superficial	8 Calidad del agua									
			9 Variación del caudal									
			10 Interacción con la superficie									
	Suelo	11 Uso potencial del suelo										
		12 Calidad del agua										
		13 Erosionabilidad										
		14 Asentamiento y compactación										
		15 Sismicidad										
	Atmósfera	16 Calidad del aire										
		17 Niveles de ruido										
		18 Apariencia del aire										
		19 Campos electromagnéticos										
		20 Clima										
		21 Olor										
		22 Elementos de composición										
		23 Patrones de tránsito vehicular										
		24 Contraste arquitectónico										
Medio Biótico	Flora	25 Árboles										
		26 Arbustos										
		27 Hierba										
		28 Barreras vegetales										
	Fauna	29 Insectos										
		30 Animales terrestres										
		31 Aves										
		32 Fauna acuática										
Medio humano	Socioeconómico	33 Salud										
		34 Seguridad										
		35 Nivel de vida										
		36 Servicios										
		37 Recreación										

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO DE LA ALDEA XEAJ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LA UNIÓN A LA ALDEA CAJOLÁ CHIQUITO, MUNICIPIO DE CAJOLÁ, QUETZALTENANGO

3.1. Descripción del proyecto

El proyecto tiene como finalidad la ampliación y mejoramiento del tramo carretero que conduce de la aldea Xej, del municipio de San Francisco La Unión, a la aldea Cajolá Chiquito municipio de Cajolá, Quetzaltenango; con una longitud proyectada de 3 526,03 metros. La carpeta de rodadura será de balasto y un ancho promedio de 6,00 metros, así mismo se diseñan cunetas naturales como también drenajes transversales. La carretera se clasifica como un típica F y se diseña bajo los criterios establecidos por la Dirección General de Caminos.

3.2. Levantamiento topográfico preliminar

El levantamiento topográfico para el diseño de infraestructuras es un elemento básico para el diseño de carreteras, ya que proporciona los elementos necesarios a cerca de la superficie en el cual se llevará a cabo el diseño geométrico de la carretera, las secciones trasversales y de la ruta preliminar.

Para el levantamiento topográfico se utilizó el método de poligonal abierta, formada por ángulos orientados a un mismo norte, mejor conocido como conservación del azimut; y por medio del cual se obtuvo la planimetría y altimetría del lugar.

3.3. Estudio de suelos

Las pruebas de laboratorio realizadas sirvieron para determinar las condiciones y calidad del material.

3.3.1. Granulometría

Se llama clasificación granulométrica o granulometría, a la medición y separación en porcentaje a los distintos tamaños de las partículas del suelo, con fines de análisis, tanto del origen como de sus propiedades mecánicas.

El método más conocido y sencillo para determinar la granulometría es el método de tamices y consiste en hacer pasar el suelo por una serie de mallas o tamices de distintos tamaños y actúan como filtros de los granos del suelo.

Para la realización se necesita una serie de tamices con diferentes diámetros que se pueden ensamblar en columna, agregando el material (suelo) en la parte superior, donde se encuentra el tamiz de mayor diámetro, la columna de tamices se somete a vibración y movimientos rotatorios continuos e intensos.

Luego de algunos minutos, se quitan los tamices y se desarma la columna formada por los mismos para luego proceder a medir los pesos del material retenido en cada uno de ellos, la sumatoria debe corresponder al peso total del material que inicialmente se colocó en la columna de tamices (conservación de la masa).

Todos los análisis granulométricos deberán ser hechos por humedad según descrito en la AASHTO T-27 YT-11.

3.3.2. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg conocidos también como límites de consistencia, se utilizan para obtener y caracterizar el comportamiento de los suelos finos. El resultado obtenido se basa en cuatro estados según el porcentaje de humedad que contiene, el primer estado es el sólido y sucede cuando el suelo no tiene ningún porcentaje de humedad, es decir, está seco; el siguiente estado es el semisólido, luego se encuentra el estado plástico y por último el estado líquido, en su efecto se realizan los estudios para el límite líquido y el límite plástico.

Límite líquido

El límite líquido de un suelo fino es un parámetro que se considera como límite entre el estado plástico y el estado líquido, se determina mediante el porcentaje de humedad que existe en relación al peso de una muestra del suelo que cambia del estado líquido al estado plástico.

El método utilizado para determinar esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento que consiste en hacer una mezcla de agua y suelo para ser moldeada. Se utiliza la cuchara de Casagrande y depositando el suelo húmedo en el interior se procede a golpear consecutivamente contra la base de la máquina haciendo girar la manivela, hasta que la zanja que previamente se ha recortado, se cierra en una longitud de 12 mm (1/2").

El número de golpes necesarios para cerrar la zanja abierta con el procedimiento anteriormente descrito, normalmente es 25, la humedad del suelo (razón peso de agua/peso de suelo seco) corresponde al límite líquido.

Límite plástico

Esta propiedad se mide en laboratorio por medio de un procedimiento sencillo; básicamente se trata de medir el contenido de humedad del suelo fino hasta donde ya no es posible moldear un cilindro de suelo de un diámetro de 3 mm, aproximadamente, para esto se hace una mezcla de agua y suelo, donde se procede a moldear entre los dedo o entre el dedo índice y una superficie lisa como lo es el vidrio, hasta conseguir un cilindro de más o menos 3 mm de diámetro.

Cuando ya se tiene este diámetro se amasa el cilindro, y se vuelve a moldear hasta lograr nuevamente un cilindro de 3 mm. Este procedimiento se hace consecutivamente hasta que ya no sea posible moldear un cilindro con las mismas dimensiones; la humedad contenida en estas últimas condiciones corresponde al límite plástico; se recomienda realizar este procedimiento por lo menos 3 veces para disminuir los errores de medición.

Índice de plasticidad

El índice de plasticidad se define como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico; este parámetro se relaciona con la facilidad de manejo del suelo relacionado a la cantidad y el tipo de arcilla que contenga.

El índice de plasticidad se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$I.P.=LL - LP$$

Donde:

I.P = índice de plasticidad

L.L.= límite líquido

L.P.= límite plástico

Si:

I.P= 0 suelo no plástico

I.P.=0 – 7 suelo de baja plasticidad

I.P.=7 – 14 suelo medianamente plástico

3.3.3. CBR

El valor soporte de California, cuyas siglas son CBR, viene de California Bearing Ratio; es una prueba empírica realizada para determinar el valor soporte en la subbase y subrasante de las carreteras.

Dado que es una medida comparativa de la resistencia al corte del suelo en condiciones de compactación y humedad; se expresa como un porcentaje en esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en un suelo bien compactado, en relación al esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón a la misma profundidad en una muestra estándar de piedra triturada. El valor soporte del material debe tener un CBR, AASHTO T-193, mínimo de 30, efectuado sobre muestra saturada a 95 % de compactación, AASHTO T-180, o bien un valor AASHTO T-190 mayor de 50.

Tabla XXIV. **Clasificación típica para el uso de diferentes materiales**

No. CBR	Clasificación General	Usos
0-3	Muy pobre	Sub rasante
3 -7	Pobre a regular	Sub rasante
7 - 20	Regular	Sub-base
20 - 50	Bueno	Base, Sub-base
> 50	Excelente	Base

Fuente: BOWLES, Joseph, E. Manual de laboratorio de suelos de ingeniería civil. p. 191.

3.3.4. Peso unitario suelto

Es aquel en el que se establece la relación peso/volumen dejando caer libremente desde cierta altura el agregado (5 centímetros aproximados) en un recipiente de volumen conocido y estable. Este dato es importante ya que permite convertir pesos en volúmenes y viceversa. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1 450 kilogramos metro cúbico según Normas AASHTO T-19, de acuerdo a nuestro resultado de laboratorio tenemos un valor de 1 551 kilogramos sobre metro cúbico, por lo que sí se puede utilizar para balasto.

3.3.5. Proctor

El ensayo utilizado para la muestra fue el Proctor Modificado bajo los parámetros de la AASHTO T-180, de la prueba podemos mencionar que se creó para determinar la relación entre la humedad óptima con que el suelo puede alcanzar la máxima densidad posible, es decir, la máxima compactación, ya que la escasez de agua en un suelo y la abundancia de la misma, ocasiona que el suelo no pueda ser compactado al máximo. Un suelo debe compactarse

para mejorar la capacidad de carga, disminuir la absorción de agua y reducir la sedimentación. Es necesario encontrar una relación entre el contenido de agua a usar en un volumen determinado de suelo y la máxima densidad que el suelo compactado puede alcanzar, todo esto se hace en laboratorio antes de iniciar el trabajo de campo.

3.4. Cálculo topográfico

Consiste en procesar en gabinete, los datos del levantamiento preliminar, estos trabajos se detallan a continuación.

3.4.1. Cálculo de niveles

El trabajo de nivelación consistió en obtener información altimétrica de la línea central, en la que se colocaron estaciones. La nivelación se obtiene con base al perfil natural del terreno, para poder determinar un nivel se determinó un banco de marca que nos sirvió de referencia, este es un punto del entorno que no sea fácil de mover, es decir un punto inamovible y fácil de localizar. Teniendo ya nuestro banco de marca se le establece un nivel, luego lo visamos con el instrumento y tomando lectura con el estadal y la altura de nuestro instrumento procedimos a restarle a la altura del instrumento lo que visamos en el estadal y de esa manera se obtuvo la cota del primer punto, para los siguientes puntos en los que fue necesario mover el instrumento ubicamos una estación, y repitiendo el procedimiento anteriormente descrito ubicamos los demás puntos,

Luego se ingresaron los datos a una computadora e importaron los datos al software Autodesk Land, para crear la superficie y nuestras curvas de nivel.

3.4.2. Cálculo de línea central

Con la información de la línea preliminar obtenida del levantamiento topográfico se procedió al diseño de la línea de localización, alineando y eliminando curvas innecesarias de la línea preliminar, con el fin de obtener una carretera de acuerdo con las características geométricas de una carretera en estado final, para lo cual se la carretera se clasificó como un típica F y se diseñó bajo los criterios establecidos por la Dirección General de Caminos, con una velocidad de diseño de 20 kilómetros por hora y radios mínimo de 18 metros.

3.4.3. Cálculo de secciones transversales

Las secciones transversales se realizaron a cada 20 metros en campo, consistiendo en radiar 30 metros a cada lado de línea preliminar, con lo cual obtenemos las secciones típicas en las que se determinan las áreas por los siguientes métodos.

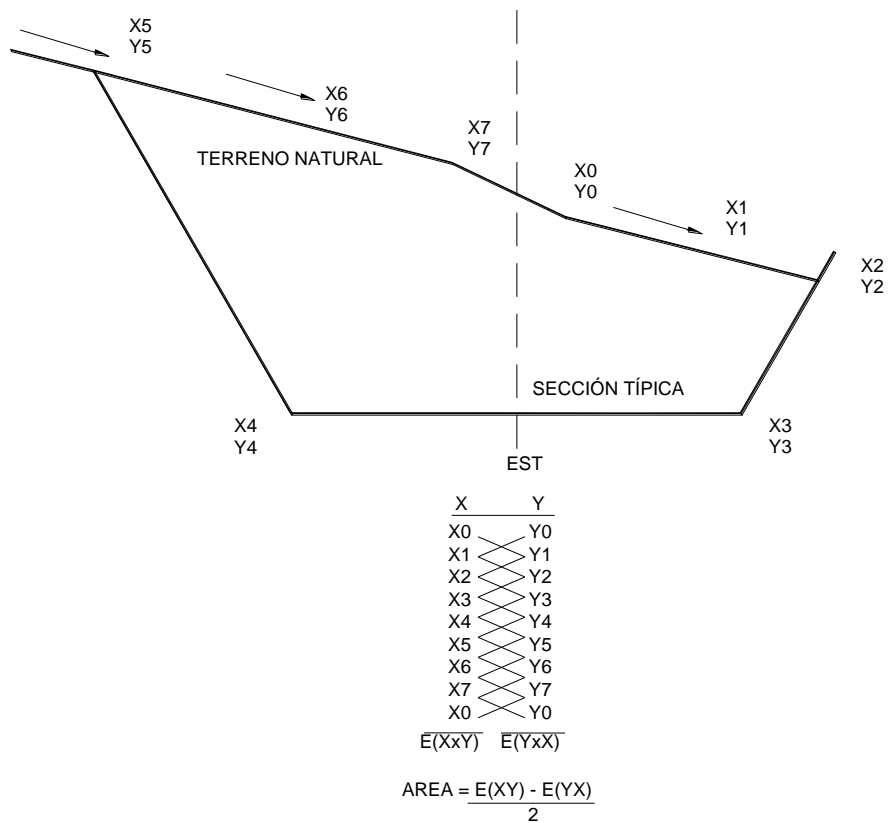
Método gráfico

Completando el dibujo de las secciones típicas se procede a la medición de las áreas que está limitada por los contornos de las secciones típicas y las secciones transversales del nivel inferior de la capa vegetal. Las áreas de corte y relleno que existan deben cuantificarse haciendo uso de un planímetro polar graduado a la escala de la sección.

Método analítico

Para el método analítico se tienen las secciones transversales en papel milimetrado, para lo cual podemos determinar coordenadas para los puntos que determinan el área referida a la línea central y luego, por el método de los determinantes encontrar el área.

Figura 42. **Método analítico**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Los taludes recomendados para el trazo de la sección típica bien sea en corte o en relleno, se muestran a continuación:

Tabla XXV. **Relación para dibujo de taludes**

Corte		Relleno	
Altura	H - V	Altura	H - V
0-3	1-1	0-3	2-1
3-7	1-2	> 3	3-2
> 7	1-3		

Fuente: PÉREZ, Augusto. Metodología de actividades para el diseño de carreteras. p. 62.

3.5. **Diseño de carretera**

La finalidad del diseño de la carretera es establecer una configuración geométrica tridimensional, con el propósito de que la vía sea funcional, segura, cómoda estética, económica y compatible con el medio ambiente.

3.5.1. **Diseño de línea de localización**

Consiste en diseñar la línea final o línea de localización en planta, la cual será la definitiva para el proyecto que se trate. Deberá contener todos los datos necesarios para que la cuadrilla de topografía proceda a marcar en el campo la ruta seleccionada, tanto planimétricamente como altimétricamente. Es necesario recalcar que un buen diseño, disminuye el costo del proyecto y además se tiene un menor tiempo de construcción, una mayor comodidad para los usuarios de la carretera y disminuye el riesgo de accidentes.

Entre los aspectos técnicos para el diseño de la carretera, podemos mencionar los siguientes.

- Transitable en toda la época del año

- La pendiente máxima en un tramo no mayor de 200 metros deber ser como máximo 14 %.
- La pendiente máxima del diseño de la carretera es de 11,70 %
- La velocidad promedio de diseño será de 20 kilómetros por hora
- El transporte promedio diario es menor a 100 vehículos
- Bombeo transversal 3 %
- Drenajes transversales con cajas y cabezales de concreto ciclópeo y tubería de concreto sin refuerzo.

3.5.2. Diseño de alineamiento horizontal

Consiste en proceder en gabinete todos los datos proporcionados por la brigada o cuadrilla de topografía encargada del levantamiento preliminar para posteriormente, proceder al diseño. El alineamiento de una carretera es la proyección del eje de la carretera sobre un plano y los elementos que la integran son: tangentes, curvas circulares y curvas de transición.

Tangente

Es la posición sobre un plano horizontal de la recta que une dos curvas; la longitud es la distancia que una el final de curva anterior y el principio de la siguiente.

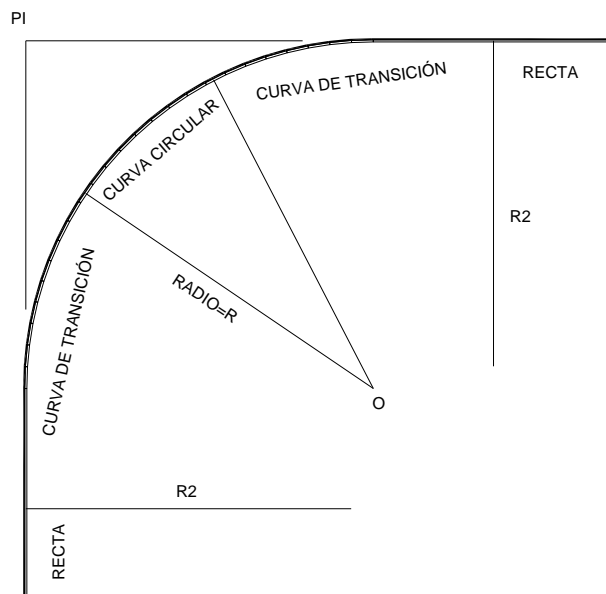
Curvas circulares

Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas. Pueden ser simples o compuestas.

Curvas de transición

Se utiliza para proporcionar un cambio gradual de dirección al pasar un vehículo de un tramo en tangente a un tramo de curva circular. En el sentido del caminamiento, las curvas simples pueden ser tanto hacia la izquierda o hacia la derecha.

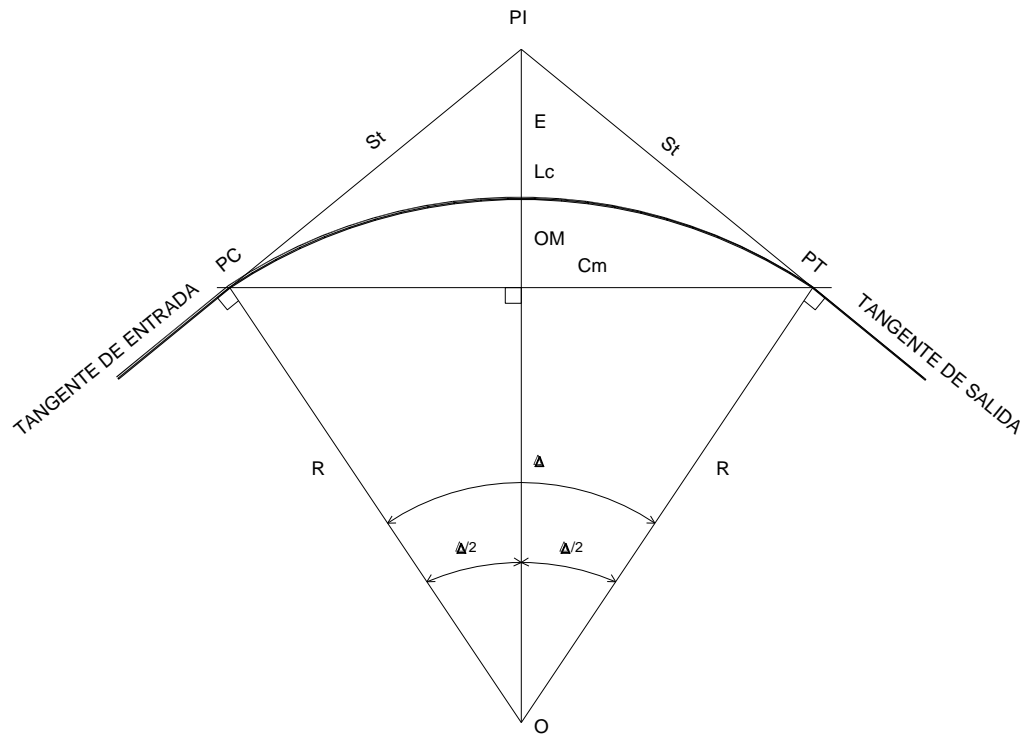
Figura 43. **Curva de transición**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Las características de las curvas circulares simples se muestran a continuación:

Figura 44. Elementos de curva horizontal



- PI Punto de intersección de las tangentes o vértices de la curva
- PC Principio de curva: punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva
- PT Principio de tangente: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.
- O Centro de la curva circular.
- Δ Ángulo de deflexión de las tangentes: ángulo de deflexión principal. Es igual al ángulo central subtendido por el arco PC PT.
- R Radio de la curva circular simple
- St Subtangente: distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT
- Lc Longitud de curva circular: distancia desde el PC al PT a lo largo del arco circular, o de un polígono de cuerdas.
- Cm Cuerda larga: distancia en línea recta desde el PC al PT
- E Externa: distancia desde el PI al punto medio de la curva A
- OM Ordenada media: distancia desde el punto medio de la curva A al punto medio de la cuerda larga B.

Fuente: CÁRDENAS GRISALES, James. Diseño Geométrico de Carreteras, p. 417.

Grado de curvatura

Es el ángulo que subtiende un arco de 20 metros, se le representa con la letra G.

$$G = \frac{1\,145,9156}{R}$$

Radio de curvatura

Es el radio de la curva circular. Se simboliza con R y se obtiene de la expresión anterior.

$$R = \frac{1\,145,9156}{G}$$

Ángulo central

Es el ángulo que subtiende la curva circular. Se simboliza como Δ . En las curvas circulares simples es igual a la deflexión o cambio de dirección que se da entre las tangentes.

Longitud de curva

Es la distancia del PC al PT, medida a lo largo de la curva, según la definición por arco de 20 metros se representa con LC

$$LC = \frac{2\pi * R * \Delta}{360} ; \quad LC = \frac{20 * \Delta}{G}$$

Subtangente

Es la distancia entre PI y el PC, es medida desde la prolongación de las tangentes. Se representa como ST

$$St = R * \text{tang}\left(\frac{\Delta}{2}\right) =$$

External

Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con la letra E.

$$E = \frac{R * (1 - \cos(\Delta/2))}{\cos(\Delta/2)}$$

Ordenada media

Es la distancia radial entre el punto medio de la cuerda principal y el punto medio de la curva. Se simboliza OM.

$$OM = R * \left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right)$$

Cuerda máxima

Es la distancia en la línea recta desde el PC al PT. Se representa por CM.

$$C_{\text{máx}} = 2 * R * (\text{sen}(\Delta/2)) =$$

Tabla XXVI. Resumen diseño geométrico

No. Curva	Radio	Grado de Curvatura G	Deflexión Δ	Long, Curva	External	Ordenada máxima	Cuerda Maxima	Ls	e%	Sa
1	70	16,37	70,70	86,38	15,82	12,91	81,00	25,00	5,50	1,30
2	60	19,10	23,00	24,09	1,23	1,20	23,92	29,00	6,40	1,40
3	100	11,46	28,97	50,56	3,28	3,18	50,02	17,00	3,80	1,00
4	100	11,46	43,19	75,38	7,55	7,02	73,61	17,00	3,80	1,00
5	60	19,10	43,00	45,03	4,49	4,17	43,98	29,00	6,40	1,40
6	80	14,32	48,08	67,13	7,60	6,94	65,18	22,00	4,80	1,20
7	100	11,46	32,70	57,07	4,21	4,04	56,30	17,00	3,80	1,00
8	30	38,20	60,40	31,63	4,71	4,07	30,18	44,00	9,80	2,40
9	30	38,20	89,75	46,99	12,33	8,74	42,33	44,00	9,80	2,40
10	60	19,10	14,15	14,82	0,46	0,46	14,78	29,00	6,40	1,40
11	30	38,20	62,90	32,93	5,17	4,41	31,31	44,00	9,80	2,40
12	40	28,65	13,65	9,53	0,29	0,28	9,51	28,00	8,50	1,90
13	40	28,65	14,11	9,85	0,31	0,30	9,83	28,00	8,50	1,90
14	30	38,20	25,80	13,51	0,78	0,76	13,40	44,00	9,80	2,40
15	30	38,20	25,55	13,38	0,76	0,74	13,27	44,00	9,80	2,40
16	100	11,46	42,24	73,72	7,20	6,72	72,06	17,00	3,80	1,00
17	80	14,32	16,50	23,04	0,84	0,83	22,96	22,00	4,80	1,20
18	30	38,20	118,15	61,86	28,38	14,58	51,47	44,00	9,80	2,40
19	80	14,32	22,13	30,90	1,52	1,49	30,71	22,00	4,80	1,20
20	80	14,32	13,80	19,27	0,58	0,58	19,22	22,00	4,80	1,20
21	60	19,10	52,30	54,77	6,84	6,14	52,89	29,00	6,40	1,40
22	40	28,65	37,91	26,47	2,29	2,17	25,99	28,00	8,50	1,90
23	80	14,32	29,23	40,81	2,68	2,59	40,37	22,00	4,80	1,20
24	80	14,32	6,94	9,69	0,15	0,15	9,68	22,00	4,80	1,20
25	30	38,20	66,77	34,96	5,93	4,95	33,01	44,00	9,80	2,40
26	30	38,20	9,53	4,99	0,10	0,10	4,98	44,00	9,80	2,40
27	60	19,10	51,58	54,01	6,64	5,98	52,21	29,00	6,40	1,40
28	30	38,20	82,50	43,20	9,90	7,44	39,56	44,00	9,80	2,40
29	60	19,10	66,20	69,32	11,62	9,74	65,53	29,00	6,40	1,40
30	80	14,32	12,80	17,87	0,50	0,50	17,84	22,00	4,80	1,20
31	80	14,32	71,75	100,18	18,73	15,18	93,76	22,00	4,80	1,20
32	60	19,10	48,57	50,86	5,82	5,31	49,35	29,00	6,40	1,40
33	40	28,65	35,26	24,62	1,97	1,88	24,23	28,00	8,50	1,90
34	60	19,10	37,30	39,06	3,33	3,15	38,37	29,00	6,40	1,40
35	30	38,20	88,35	46,26	11,83	8,48	41,81	44,00	9,80	2,40
36	100	11,46	25,77	44,98	2,58	2,52	44,6	17,00	3,80	1,00
37	80	14,32	14,45	20,18	0,64	0,64	20,12	17,00	3,80	1,00
38	40	28,65	46,60	32,53	3,55	3,26	31,64	28,00	8,50	1,90

Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Diseño de alineamiento vertical

La finalidad de estas curvas es suavizar los cambios en el movimiento vertical, puesto que a través de su longitud se efectúa un paseo graduado de la pendiente de entrada a la pendiente de salida; proporcionando de esta forma una operación más segura y confiable, además de una agradable apariencia y características para drenaje adecuado. Las curvas pueden ser circulares, parabólicas simples o parabólicas cúbicas etc.

La más utilizada por la Dirección General de Caminos es la parabólica simple simétrica debido a la facilidad del cálculo y a la gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación. Las especificaciones de la DGC, tienen tabulados valores para las longitudes mínimas de curvas para distancias de visibilidad de parada, en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño. Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas. Según la forma se le conocen como curvas de columpio o en cresta respectivamente.

Al momento de diseñar se deben considerar las longitudes mínimas de curvas con el objetivo de evitar el traslape de las mismas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores. Estas curvas pueden ser calculadas de la siguiente manera.

$$L = K * A; \quad \text{Visibilidad de parada}$$

Donde:

L= longitud mínima de la curva vertical

K= constante que depende de la velocidad de diseño

A= diferencia algebraica de pendientes.

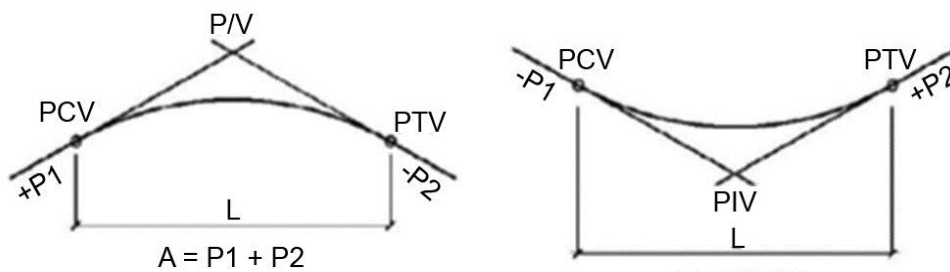
Tabla XXVII. **Valores de k según tipo de curva**

VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	COEFICIENTE ANGULAR kv	
	CURVAS VERTICALES CONVEXAS	CURVAS VERTICALES CONCAVAS
10	1	0
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, Byron, Guía de cálculo para carretera, p. 62.

Figura 45. **Componentes 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: CASANOVA M., Leonardo. Elementos de Geometría. p. 165.

Existen además cuatro criterios para el alineamiento de curvas verticales los cuales son:

- Criterio de apariencia

Para curvas verticales con visibilidad completa, cóncavas, sirve para evita al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

$$K = \frac{LCV}{\Delta} \geq 30, \quad \Delta = P_s - P_e$$

Donde:

P_s = pendiente de salida

P_e = pendiente de entrada

- Criterio de comodidad

Para curvas verticales cóncavas en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo, al cambiar de dirección, se suma al peso del vehículo.

$$K = \frac{LCV}{\Delta} \geq \frac{V^2}{395}$$

- Criterio de drenaje

Para curvas verticales convexas y cóncavas, alojadas en corte, se utiliza para que la pendiente en cualquier punto de la curva sea adecuada para que el agua pueda escurrir fácilmente.

$$K = \frac{LCV}{\Delta} \leq 43$$

- Criterio de seguridad

Que es la visibilidad de parada, la longitud de curva deber permitir que a lo largo de ella la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada. Se aplica a curvas cóncavas y convexas.

$$LCV = K * A$$

Tabla XXVIII. **Resumen de curvas verticales**

Datos de curva (1)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (m)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-8,838	1,008	0+127,733	9989,0014	80,00	20,00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = -9,845%				Tipo de curva: En columpio	
	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
	PCV	0+087,733	9992,536	9992,536	
		0+107,733	9990,769	9991,015	
		0+127,733	9989,001	9989,986	
		0+147,733	9989,203	9989,449	
	PTV	0+167,733	9989,404	9989,404	

Datos de curva (2)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (m)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
1,008	-3,934	0+275,471	9990,4901	60,00	20,00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = 4,942%				Tipo de curva: En cresta	
	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
	PCV	0+245,471	9990,188	9990,188	
		0+265,471	9990,389	9990,225	
		0+285,471	9990,097	9989,932	
	PTV	0+305,471	9989,310	9989,310	

Continuación de la tabla XXVIII.

Datos de curva (3)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (m)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-3,934	-6,424	0+668,711	9975,0183	60,00	20,00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = 2,490%				Tipo de curva: En cresta	
Descripción		Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
PCV		0+638,711	9976,199	9976,199	
		0+658,711	9975,412	9975,329	
		0+678,711	9974,376	9974,293	
PTV		0+698,711	9973,091	9973,091	

Datos de curva (4)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (m)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-6,424	-6,251	1+222,216	9939,4589	60,00	20,00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = -0,174%				Tipo de curva: En columpio	
Descripción		Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
PCV		1+192,216	9941,386	9941,386	
		1+212,216	9940,101	9940,107	
		1+232,216	9938,834	9938,840	
PTV		1+252,216	9937,584	9937,584	

Datos de curva (5)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (m)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-6,251	-11,671	1+418,627	9927,1819	20,00	20,00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = 5,420%				Tipo de curva: En cresta	
Descripción		Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
PCV		1+408,627	9927,807	9927,807	
PTV		1+428,627	9926,015	9926,015	

Continuación de la tabla XXVIII.

Datos de curva (6)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (m)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-11,671	-9,035	1+716,180	9892,4540	100,00	20,00
Diferencia algebraica de pendientes (A) =			-2,636%	Tipo de curva: En columpio	
	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
	<i>PCV</i>	1+666,180	9898,290	9898,290	
		1+686,180	9895,955	9896,008	
		1+706,180	9893,621	9893,832	
		1+726,180	9891,550	9891,761	
		1+746,180	9889,743	9889,796	
	<i>PTV</i>	1+766,180	9887,936	9887,936	

Datos de curva (7)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (m)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-9,035	-6,701	2+096,823	9858,0614	100,00	20,00
Diferencia algebraica de pendientes (A) =			-2,335%	Tipo de curva: En columpio	
	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
	<i>PCV</i>	2+046,823	9862,579	9862,579	
		2+066,823	9860,772	9860,819	
		2+086,823	9858,965	9859,152	
		2+106,823	9857,391	9857,578	
		2+126,823	9856,051	9856,098	
	<i>PTV</i>	2+146,823	9854,711	9854,711	

Datos de curva (8)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (m)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-6,701	-5,985	2+556,624	9827,2508	60,00	20,00
Diferencia algebraica de pendientes (A) =			-0,715%	Tipo de curva: En columpio	
	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
	<i>PCV</i>	2+526,624	9829,261	9829,261	
		2+546,624	9827,921	9827,945	
		2+566,624	9826,652	9826,676	
	<i>PTV</i>	2+586,624	9825,455	9825,455	

Continuación de la tabla XXVIII.

Datos de curva (9)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (m)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-5,985	-8,467	2+843,566	9810,0759	100,00	20,00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = 2,482%				Tipo de curva: En cresta	
	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
	PCV	2+793,566	9813,069	9813,069	
		2+813,566	9811,872	9811,822	
		2+833,566	9810,674	9810,476	
		2+853,566	9809,229	9809,031	
		2+873,566	9807,536	9807,486	
	PTV	2+893,566	9805,842	9805,842	

Datos de curva (10)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (m)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-8,467	-0,098	3+026,595	9794,5785	80,00	20,00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = -8,369%				Tipo de curva: En columpio	
	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
	PCV	2+986,595	9797,965	9797,965	
		3+006,595	9796,272	9796,481	
		3+026,595	9794,579	9795,415	
		3+046,595	9794,559	9794,768	
	PTV	3+066,595	9794,539	9794,539	

Fuente: elaboración propia.

3.5.4. Sobre ancho en las curvas

Cuando un vehículo circula por una curva horizontal ocupa un ancho de calzada mayor que en recta. Esto es debido a que por la rigidez y dimensiones del vehículo, las ruedas traseras siguen una trayectoria distinta a la de las ruedas delanteras, ocasionando dificultad a los conductores para mantener el vehículo en el eje del carril de circulación correspondiente.

En estas circunstancias y con el propósito de que las condiciones de operación de los vehículos en las curvas sean similares a las de la recta, la calzada en las curvas debe ensancharse. Este aumento del ancho se denomina Sobreancho S de la curva

El sobreancho para un solo carril viene dado por:

$$S = R - \sqrt{R^2 - L^2}$$

Donde:

S= sobreancho

R= radio de la curva

L=longitud de la curva

Para el caso de una vía de dos carriles dos sentidos, se tiene:

$$S = 2 * (R - \sqrt{R^2 - L^2})$$

Con el fin de disponer de un alineamiento continuo en los bordes de la calzada, el peralte debe desarrollarse gradualmente a la entrada y salida de las curvas.

3.6. Movimiento de tierras

El movimiento de tierras es la utilización o disposición de lo extraído en los cortes en la cantidad que pueden ser reutilizables, por ejemplo en la construcción de terraplenes; además se incluyen los materiales de préstamo que sean aptos para la conformación compactación y el terminado del trabajo de terracería.

Se debe tomar en cuenta, que el movimiento de tierras se encuentra enlazado directamente con el diseño de subrasante de la carretera, incidiendo así, en el costo de la misma. Por lo tanto, el movimiento de tierras deberá ser el más factible, ya que desde el punto de vista económico, dependiendo de los requerimientos que el tipo de camino fijo.

3.6.1. Dibujo de secciones transversales

Es la representación gráfica de los datos obtenidos del levantamiento topográfico, describe la sección transversal natural; esta puede plotearse en papel natural, en hoja milimétrica o en un hoja digital. De ello, como se tiene establecida la sección típica, se determinan las áreas de corte o relleno, las cuales para este proyecto fueron calculadas utilizando el software Autodesk Land, las cuales se muestran en el apéndice.

3.6.2. Diseño de subrasante

La subrasante es una sucesión de líneas rectas que se conforman las pendientes unidas mediante curvas verticales, intentando compensar los cortes con los terraplenes. Las pendientes se proyectan al décimo, con excepción de aquellas en las que se fije anticipadamente una cota a un punto de intersección PI determinado.

Las pendientes ascendentes se marcan positivas y las descendentes con el signo inverso, teniendo en cuenta para la magnitud las especificaciones de pendiente, evitando el exceso de deflexiones verticales que desmerita la seguridad y comodidad del camino o el exagerado uso de tangentes que resultaría no muy económico. Las condiciones topográficas, geotécnicas, hidráulicas y el costo de las terracerías definen el proyecto de la subrasante.

3.6.3. Tipo de carpeta rodadura

El balasto debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto no menor de 1 450 kilogramos sobre metro cúbico, determinado por el método AASHTO de T 19, lo cual para este proyecto cumple pues según los resultados de laboratorio se tiene que el peso unitario es de 1 551 kilogramo sobre metro cubico. El tamaño máximo del agregado grueso de balasto, no debe exceder $2/3$ del espesor de la capa y en ningún caso ser mayor de 10 centímetros.

Es un material selecto o rocoso que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y que sirva como superficie de rodadura. En esta actividad pueden estar comprendidos los trabajos de conformación, compactación y afinamiento de la superficie de rodadura.

Se compactará la capa de balasto según sea el avance del tendido. El espesor de balasto no debe ser menor a 0,10 metros ni mayor a 0,25 metros según las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes, del ministerio de Infraestructura y Vivienda, Gobierno de Guatemala.

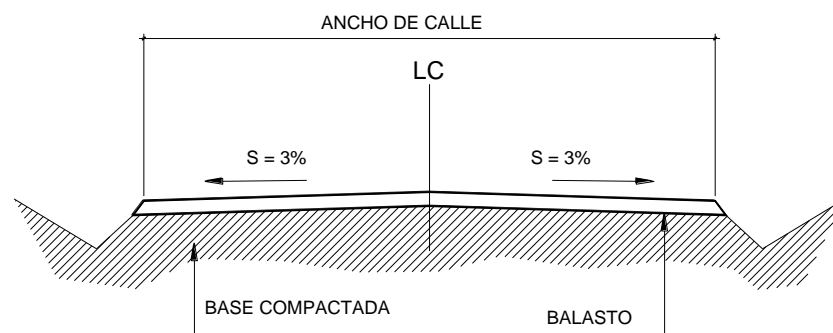
3.6.4. Dibujo de secciones típicas

El primer paso para el dibujo es consultar al proyectista sobre el tipo de carretera que se va construir.

Sección típica en tangente: plotear la diferencia entre la subrasante y el nivel, arriba o debajo de la sección transversal, según sea el caso. A partir de

este punto se debe trazar la sección típica, la inclinación de la típica será de 3 por ciento (bombeo normal) a ambos lados. En algunos casos se utiliza un bombeo diferente, por ejemplo: en carreteras de pavimento de concreto de cemento Portland, se recomienda usar un porcentaje del 2 por ciento.

Figura 46. **Sección típica en tangente**



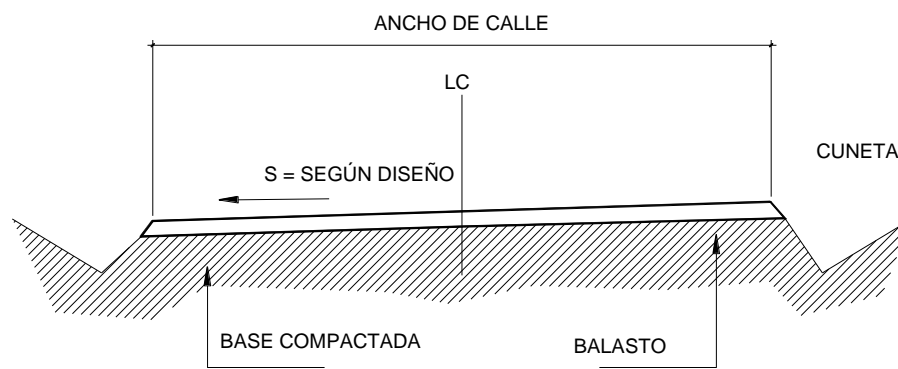
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Sección típica en curva: se plotea como se menciona con el valor del corrimiento de la curva. El peralte indica la inclinación de la sección típica; cuando el peralte es menor que del 3 por ciento y la curva es hacia la izquierda, el lado izquierdo de la sección típica permanece con el 3 por ciento y el lado derecho de la sección se peralta con el porcentaje en esa estación para el lado hacia dónde va la curva.

El sobre ancho se le suma al ancho de la sección del lado hacia donde va la curva, si el ancho de la típica se midió a partir de la línea central, debe restarse el corrimiento del lado opuesto a la curva. Cuando la curva va hacia la derecha, el procedimiento es el mismo solo que inversa.

En caso que el peralte sea mayor del 3 por ciento, se indica toda la sección típica hacia el lado donde va la curva, de acuerdo con el porcentaje calculado en cada estación; el procedimiento para corrimiento y sobre ancho es el mismo que se aplica para curvas con peralte menor al 3 por ciento.

Figura 47. **Sección típica en curva**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

3.6.5. Cálculo de volúmenes

Una vez han determinado las áreas de la secciones de construcción se procede al cálculo de los volúmenes de tierra. Para ello, es necesario suponer que el camino está formado por una serie de prismoides, tanto en corte como en relleno. Entre dos estaciones, el volumen es el de un prisma irregular, el área de las bases es la medida en cada una de las estaciones y la altura del prisma es igual a la diferencia de estaciones; sucede esto cuando en las estaciones consideradas, existe sólo corte o solo relleno. La forma más rápida para calcular el volumen es en base al producto de la semisuma de las áreas extremas, por la distancia entre estaciones.

Fórmula par cálculo de volúmenes:

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} * d$$

Donde:

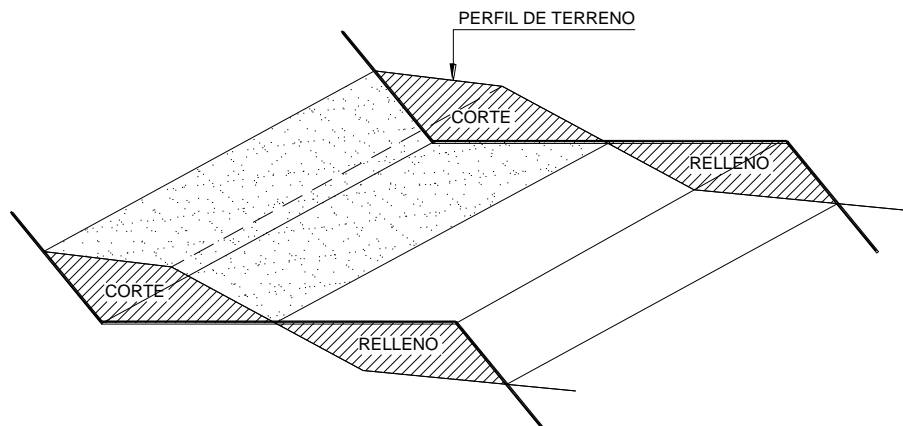
V = volumen de tierra

A1= área de sección 1

A2= área de sección 2

d = distancia entre estaciones

Figura 48. **Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra**

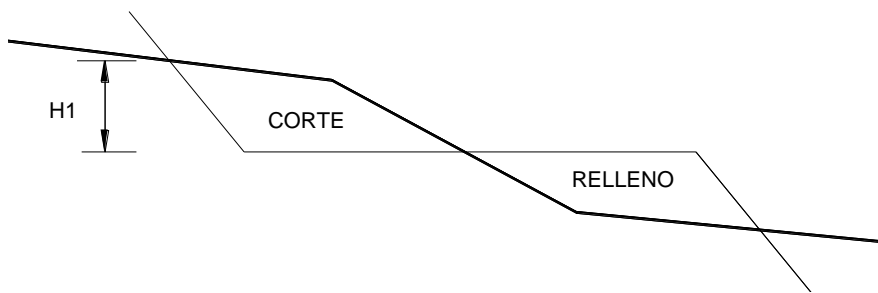


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Cuando en una sección transversal existe área de corte y en la próxima área de relleno o a la inversa es necesario antes calcular los volúmenes, determinar las distancias de paso. La distancia de paso es la distancia comprendida entre la primera sección transversal y el punto donde teóricamente el área cambia de corte o relleno o viceversa.

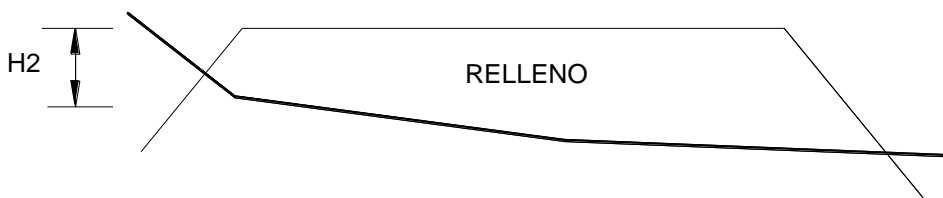
Los casos de distancia de paso se pueden presentar: principio de corte, final de relleno; final de corte y principio de relleno o viceversa. La distancia de paso se puede determinar de dos formas gráficas y analíticas, la forma más práctica es gráficamente sobre papel milimetrado.

Figura 49. **Sección transversal con áreas de corte y relleno**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

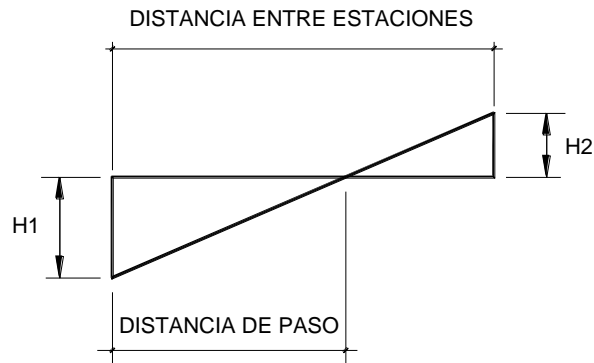
Figura 50. **Sección transversal con áreas de relleno**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Se mide H1 y H2 con ayuda de dos escuadras se forma el siguiente diagrama, para leer gráficamente la distancia de paso.

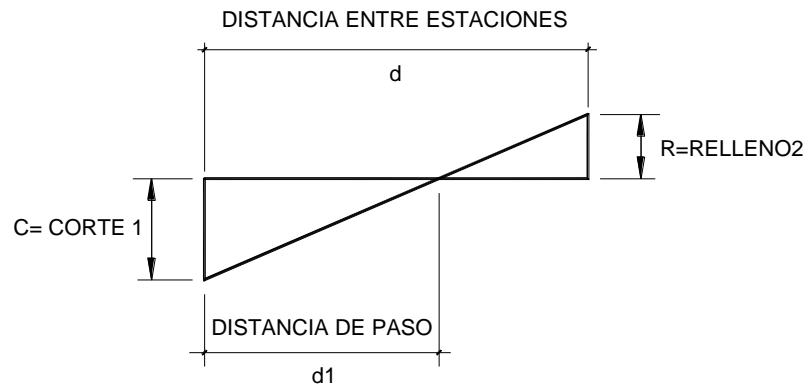
Figura 51. Diagrama de distancia de paso



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

Para calcular la distancia de paso analíticamente se cambia H1 por corte 1 y H2 por relleno 2 y se efectúa una relación de triángulos.

Figura 52. Diagrama de distancia de paso cálculo analítico



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

$$\frac{C + R}{d} = \frac{C}{d_1}; \quad d_1 = \frac{C * d}{C + R}$$

La distancia de paso debe anotarse debajo del área que correspondan encerrándolas en un pequeño círculo. Es evidente que combinadas las distancias de paso deben ser igual a la distancias entre las dos estaciones.

El cálculo de volúmenes en los casos exista distancia de paso estará dado por el producto de la mitad del área por la distancia de paso. Las columnas de volúmenes en las hojas de movimiento de tierra tienen las líneas de forma que quedan entre las que corresponden a la estación, lo que facilita la anotación del volumen. La forma de calcular los volúmenes es correcta para tramos rectos pero no cumple para los que están en curva, sin embargo, dadas las cantidades de metros cúbicos de tierra que se trabajan resulta insignificante.

3.6.5.1. Curva de balance

El balance de masas es uno de los criterios que se tienen que utilizar, pues con éste, se busca en un tramo de 1 000 metros, balancear los cortes con los rellenos para no tener material de préstamo, es recomendable que el corte quede pendiente arriba de los rellenos, con el fin de facilitar el transporte del material.

Para este proyecto los cortes sobrepasan los rellenos, pasando este material a desecharse, buscando botadores apropiados para la descarga dentro del perímetro de trabajo para no incrementar los costos.

La curva de balance se utiliza en regiones semiplanos donde el material de corte se utiliza en los rellenos de la carretera. En regiones montañosas, generalmente el corte sobrepasa el relleno, en estos proyectos el material se bota lateralmente a lo largo de la carretera en casos muy particulares (corte en trinchera) el material se evacua más adelante o atrás dependiendo de la

pendiente, buscando descargar el material hacia abajo para facilitar el corte y el traslado.

3.6.5.2. Diagrama de masas

Los volúmenes de material producto de corte se emplean para la formación de los terraplenes, mediante la transportación del material hacia zonas de terraplén.

En función de la cantidad y calidad de este material de corte y de los requerimientos de volúmenes de terraplén se presentan tramos del camino en que el volumen de corte supera la necesidad de material para terraplén por lo que se desperdicia parte de este volumen. El caso contrario se presenta cuando el volumen de corte no alcanza a cubrir el requerimiento de terraplén, por lo que hay que recurrir a material de préstamo.

Para determinar todos estos movimientos de terracerías y obtener el costo mínimo, se cuenta con el diagrama de masas. Este diagrama es el resultado de unir todos los puntos dados por la ordenada de la curva de masa como se describe a continuación:

Ordenadas de curva de masa

La ordenada de curva de masa en una estación determinada, es la suma algebraica de los volúmenes de terraplén y de corte, considerados los volúmenes desde un origen hasta esa estación, es decir por sumatoria acumulativa; se establece que los volúmenes de corte son positivos y los de terraplén negativos.

Estas ordenadas servirán para dibujar el diagrama de masas en un sistema de coordenadas rectangulares.

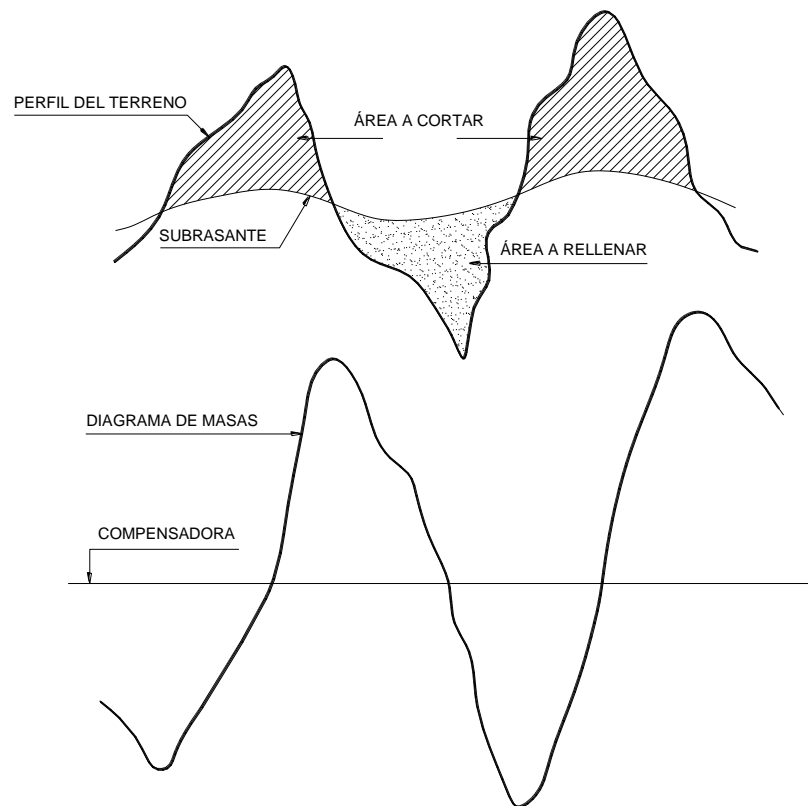
Principales propiedades del diagrama de masas:

- El diagrama es ascendente cuando predominan los volúmenes de corte sobre los de terraplén y descendente en caso contrario.
- Cuando después de un tramo ascendente o descendente que es donde abundan los volúmenes de terraplén o corte a los puntos máximos de la gráfica se les llama máximos o mínimos.
- La diferencia entre las ordenadas de la curva masa, en dos puntos cualesquiera expresa un volumen que es igual a la suma algebraica de todos los volúmenes de corte positivos, con todos los volúmenes de terraplén negativos comprendidos en el tramo limitando por esos dos puntos.
- Si en un diagrama de masas se dibuja una línea horizontal en tal forma que lo corte en dos puntos consecutivos, estos tendrán la misma ordenada y por consecuencia, en el tramo comprendido entre ellos serán iguales los volúmenes de corte y los volúmenes de terraplén, o sea estos dos puntos son los extremos de un tramo compensado. Esta línea se llama compensadora, la distancia entre los dos puntos se llama abertura del diagrama y es la distancia máxima de acarreo al llevar el material del corte al terraplén.
- Cuando en un tramo compensado el contorno cerrado que origina el diagrama de masas y la compensadora queda arriba de ésta, el sentido

del acarreo es hacia adelante; contrariamente, cuando el contorno cerrado queda debajo de la compensadora, el sentido del movimiento es hacia atrás.

- Las áreas de los contornos cerrados comprendidos entre el diagrama y la compensadora, representan los acarreos. Así, se tiene un contorno cerrado formado por el diagrama de masas y por una compensadora, bastará con determinar el área de él, para que, considerando las escalas respectivas, se encuentre el valor de acarreo total.

Figura 53. **Diagrama de masas**



Fuente: elaboración propia.

3.7. Drenajes

El drenaje tiene la finalidad de desalojar el agua que inevitablemente llega a las alcantarillas y evita que se estanque en la corona de la carretera. Toda el agua que caiga en exceso a la carretera tiene dos orígenes: pluvial o de corrientes superficiales, ríos o quebradas.

El agua de escorrentía superficial por lo general se encuentra con la carretera en sentido casi perpendicular al trazo, por lo que se utiliza para esto, drenaje transversal, según el caudal que se presente. El agua pluvial debe de encauzarse hacia las orillas de la carretera con una pendiente adecuada a las cunetas en sentido transversal. A esta se le llama bombeo normal y generalmente es de 3 por ciento. La pendiente longitudinal mínima para la subrasante es del 0,5 por ciento.

3.7.1. Ubicación de drenajes

Los drenajes están en función de lo que se establezca en el campo con la cuadrilla de topografía, las quebradas o riachuelos que se determinen serán la ubicación de los drenajes transversales.

3.7.2. Cálculo de áreas de descarga, método racional

En el método racional, asume que el caudal máximo para un punto dado, se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con la escorrentía superficial durante un período de precipitación máxima.

Para lograr esto, la precipitación máxima (caudal de diseño) debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de

agua que se precipitó en el punto más lejano, para llegar hasta el punto considerado (tiempo de concentración).

Figura 54. **Cuenca drenaje critico**



Fuente: Google Earth. Consulta: 28 de octubre de 2013.

El método racional está representado por la fórmula a continuación:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal de diseño en metros cúbicos por segundo

A = área drenada de la cuenca en hectáreas

I = intensidad de lluvia en milímetros por hora

C = coeficiente de escorrentía

Tabla XXIX. **Coefficientes de escorrentía (C)**

COEFICIENTES DE ESCORRENTIA	Mínimo	Máximo
Centro de la ciudad	0,70	0,95
Fuera del centro de la ciudad	0,50	0,70
Parques, cementerios	0,10	0,25
Áreas no urbanizadas	0,10	0,30
Asfalto	0,70	0,95
Concreto	0,80	0,85
Adoquín	0,80	0,85
Suelo arenoso	0,15	0,20
Suelo duro	0,25	0,30
Bosques	0,20	0,25

Fuente: constantes coeficientes de escorrentía del INSIVUMEH.

Para la intensidad de lluvia se consulta con el Instituto de Sismología Vulcanología, Metrología e Hidrología (INSIVUMEH) para la región en estudio, la cual está dada por las fórmulas siguientes:

$$t = \left(0,886 * \frac{L^3}{H} \right)^{0,385} * 60$$

$$I = \frac{a}{t + b} =$$

Donde:

a y b = constantes proporcionadas 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 (m)

Tabla XXX. **Tiempo de concentración**

	2 años	5 años	10 años	20 años
Ciudad de Guatemala	2838/t+18	3706/t+22	4204/t+23	4604/t+24
Bananera Izabal	5771.5/t+48.98	7103.95/t+53.80	7961.65/t+56.63	8667.77/t+58.43
Labor Ovalle, Quetzaltenango	977.7/t+3.80	1128.5/t+3.24	1323.5/t+3.48	-----
El Pito Chicolá, Suchitepequez	11033.6/t+101.10	11618.7/t+92.19	13455.2/t+104.14	-----
La Fragua, Zacapa	3700.5/t+50.69	3990.5/t+41.75	4049.0/t+37.14	-----

Fuente: datos proporcionados por INSIVUMEH.

Datos:

Área a drenar: 4,0 Ha

Longitud de cauce: 0,50 km

Pendiente: 1,5 % (promedio)

Coefficiente de escorrentía: 0,72

Elevación entre cauce: 31.00 m

Factor de rugosidad: 0,013

Los valores de escorrentía se tomaron de la tabla de valores de escorrentía de Schwab et al. 1 981, se consideró el área del proyecto como tierra cultivable en área montañosa con textura de suelo arcilla y limo por lo que el coeficiente de escorrentía adecuado para el área es de 0,72

$$t = \left(0,886 * \frac{L^3}{H} \right)^{0,385} * 60 = \left(0,886 * \frac{0,50^3}{31} \right)^{0,385} * 60 = 6,85 \text{ min}$$

$$I = \frac{a}{t + b} = \frac{1\ 323,5}{6,85 + 3,48} = 128,12$$

El caudal se determina por la fórmula de Manning

$$V = (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q = V * A$$

$$Q = (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2} * A$$

Donde:

Q = Caudal

S= Pendiente

n = coeficiente de rugosidad

V= velocidad en metros por segundo

R = radio hidráulico

3.7.3. Diseño de alcantarilla transversal

Para el diseño de alcantarilla transversal aplicamos los criterios mencionados anteriormente.

Área (A) = 4 Ha.

Coeficiente de escorrentía (C) = 0,72

Intensidad de lluvia (I) = 128,12 mm/ H

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$Q = \frac{0,72 * 128,12 * 4}{360} = 1,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

Condiciones de diseño:

$$s = 3 \%$$

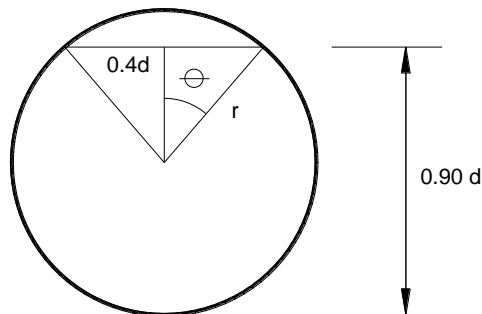
lleno al 90 %

$$d = ?$$

Radio hidráulico

$$R = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro mojado}}$$

Figura 55. **Sección de drenaje transversal llena al 90 %**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2012.

$$\text{Área del círculo} = \pi/4 * d^2$$

$$\text{Área del sector circular} = 0,161 * d^2$$

$$\text{Área del triángulo} = 0,12 * d^2$$

$$R = \frac{0,74 * d^2}{2,82 * d} = 0,26 d$$

Aplicando fórmula de Manning

$$Q = (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2} * A; \text{ donde } n = 0,015$$

Sustituyendo y simplificando:

$$Q = 3,4266 * d^{8/3}$$

$$d = \left(\frac{Q}{3,4266} \right)^{3/8}$$

Sustituyendo para el valor encontrado:

$$d = \left(\frac{1,02}{3,4266} \right)^{3/8} = 0,63 \text{ m} = d = 24,8''$$

se propone utilizar tubería transversal con un diámetro de 36''.

3.7.4. Diseño de cuneta

Las cunetas son los canales situados a ambos lados de la línea central de la carretera, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños, el diseño se basa en los principios de los canales abiertos.

Para un flujo uniforme se utiliza la fórmula de Manning, como se describió anteriormente, pudiendo proponer un diámetro de 36'', de donde partimos para encontrar el tirante de nuestro canal.

Para este proyecto se trabajó con el software Hcanales v. 3.0 para determinar el tirante crítico.

Datos:


$Q = 0,20 \text{ m}^3/\text{s}$

Talud: 1:2

Figura 56. Determinación de tirante crítico

Lugar:	<input type="text" value="San Francisco la Unión"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Tramo carretero"/>
Tramo:	<input type="text"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="suelo natural"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.20"/> m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="2"/>



Resultados:			
Tirante crítico (y):	<input type="text" value="0.2897"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.2954"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1678"/> m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1295"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.1587"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.1918"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.0000"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3621"/> m·Kg/Kg

Fuente: Hcanales v. 3.0.

Como resultado se obtuvo un tirante crítico de $y = 0,289\text{m} \sim 0,30 \text{ m}$

3.8. Elaboración de planos

Los planos finales que se realizaron contienen todos los detalles de la planta y el perfil del terreno. En la planta se colocaron todos los datos necesarios de las curvas horizontales, las longitudes de tangentes el kilometraje

de cada principio de tangente y principio de curva; en el perfil se especifican los diferentes niveles de cada punto, cambio de pendientes y datos de las curvas verticales.

3.9. Presupuesto

A continuación se presenta el resumen del presupuesto, en donde los precios unitarios fueron tomados los de la región.

Tabla XXXI. **Presupuesto general para el proyecto**

Nombre del Proyecto:

Ampliación y mejoramiento del tramo carretero

Localización del Proyecto:

San Francisco La Unión a Cajolá, Quetzaltenango.

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Sub-total
1	TRAZO Y REPLANTEO	3.53	km	Q 8,041.62	Q 28,354.74
2	LIMPIEZA, CHAPEO Y DESTRONQUE	0.71	Ha	Q 132,110.63	Q 93,164.41
3	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	9472.44	m ³	Q 89.43	Q 847,120.64
4	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE DESPERDICIO	7819.19	m ³	Q 63.57	Q 497,028.68
5	REACONDICIONAMIENTO Y NIVELACIÓN DE LA SUBRASANTE	21156.00	m ²	Q 19.77	Q 418,230.34
6	REACONDICIONAMIENTO CAPA DE RODADURA BALASTO	1950.00	m ³	Q 446.48	Q 870,630.34
7	DRENAJE TRANSVERSAL				
7.1	CONCRETO CICLÓPEO	18.72	m ³	Q 2,726.58	Q 51,041.66
7.2	EXCAVACIÓN DRENAJE TRANSVERSAL	93.60	m ³	Q 282.10	Q 26,404.23
7.3	TUBERÍA CORRUGADA Ø 36"	72.00	m	Q 639.31	Q 46,030.48
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 2,878,005.53

EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO ES DE DOS MILLONES OCHOCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL CINCO CON 53/100 QUETZALES.

Fuente: elaboración propia.

3.9.1. Integración de precios unitarios

La integración de precios unitarios se presenta en los apéndices, en los cuales se detallan cada uno de los renglones utilizados.

3.10. Cronograma de ejecución física y financiera

A continuación se muestra el cronograma de ejecución en el cual se puede analizar el porcentaje de cada renglón como el costo que representa el mismo.

Tabla XXXII. Cronograma de ejecución física y financiera

No		RENGLONES DE TRABAJO	CRONOGRAMA FISICO FINANCIERO										TOTALES POR RENGLÓN	TOTALES POR RENGLÓN	TOTALES POR RENGLÓN
			MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5				
			Quin. 1	Quin. 2	Quin. 1	Quin. 2	Quin. 1	Quin. 2	Quin. 1	Quin. 2	Quin. 1	Quin. 2			
1		TRAZO Y REPLANTEO	■											Q. 28,354.74	1%
2		LIMPIEZA, CHAPEO Y DESTRONQUE		■										Q. 93,164.41	3%
3		EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA			■									Q. 847,120.64	29%
4		EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE DESPERDICIO				■								Q. 497,028.68	17%
5		REACONDICIONAMIENTO Y NIVELACIÓN DE LA SUBRASANTE					■							Q. 418,230.34	15%
6		REACONDICIONAMIENTO CAPA DE RODADURA BALASTO						■						Q. 870,630.34	30%
7		DRENAJE TRANSVERSAL													
7.1		CONCRETO CICLÓPEO												Q. 51,041.66	2%
7.2		EXCAVACIÓN DRENAJE TRANSVERSAL												Q. 26,404.23	1%
7.3		TUBERÍA CORRUGADA Ø 36"												Q. 46,030.48	1.60%
		Porcentaje mensual	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%			
		Porcentaje mensual acumulado	20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%			
		Inversión mensual	Q. 575,601.11	Q. 575,601.11	Q. 575,601.11	Q. 575,601.11	Q. 575,601.11	Q. 575,601.11	Q. 575,601.11	Q. 575,601.11	Q. 575,601.11	Q. 575,601.11			
		Inversión mensual acumulada	Q. 575,601.11	Q. 1,151,202.21	Q. 1,726,803.32	Q. 2,302,404.42	Q. 2,878,005.53	Q. 2,878,005.53	Q. 2,878,005.53	Q. 2,878,005.53	Q. 2,878,005.53	Q. 2,878,005.53			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Matriz de Loepold, modificada en la fase de operación**

			CATEGORIA						
			Circulación vehicular	Circulación peatonal	Limpieza periódica de cunetas	Limpieza periódica de drenaje transversal	Trituración de agrado grueso (balasto) como carpeta de rodadura		
Medio Natural	Medio físico	Tierra	1 Recursos minerales						
			2 Suelos aprovechables	Significativo positivo	Moderado	No significativo	No significativo	Significativo positivo	
			3 Materiales explotables						
			4 Geoesférico						
		Aguas	Subterráneas	5 Calidad del agua			Moderado	Moderado	
				6 Variaciones del caudal					
				7 Patrón de drenaje					
		Superficial	8 Calidad del agua	Significativo positivo	Inapreciable	Significativo positivo	Significativo positivo	Significativo positivo	
			9 Variación del caudal	Moderado	Inapreciable	Moderado	Moderado	Moderado	
			10 Interacción con la superficie	No significativo	No significativo	Moderado	Moderado	Moderado	
		Suelo	11 Uso potencial del suelo						
			12 Calidad del agua	No significativo	No significativo	Moderado	Moderado	Moderado	
			13 Erosionabilidad	Moderado	Inapreciable	Moderado	Moderado	Moderado	
			14 Asentamiento y compactación						
			15 Sismicidad						
	Atmósfera	16 Calidad del aire	Moderado	Inapreciable	Moderado	Moderado	Moderado		
		17 Niveles de ruido	Moderado	Moderado			Moderado		
		18 Apariencia del aire	No significativo	No significativo					
		19 Campos electromagnéticos							
		20 Clima							
		21 Olor	No significativo	No significativo	No significativo	Moderado	No significativo		
		22 Elementos de composición							
		23 Patrones de tránsito vehicular	No significativo						
		24 Contraste arquitectónico							
	Medio Biótico	Flora	25 Árboles	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	
			26 Arbustos	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	
			27 Hierba	No significativo	No significativo	No significativo	No significativo	No significativo	
			28 Barreras vegetales						
		Fauna	29 Insectos	No significativo				No significativo	
			30 Animales terrestres						
			31 Aves						
			32 Fauna acuática						
	Medio humano	Socioeconómico	33 Salud	Inapreciable	Inapreciable	Moderado	Moderado	Moderado	
			34 Seguridad	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado		
			35 Nivel de vida	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable			
			36 Servicios	Inapreciable	Inapreciable	No significativo	No significativo		
			37 Recreación						

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El municipio de San Francisco La Unión presenta problemas en cuanto a disposición de locales para uso comercial, dándose el caso de que las ventas se ubican en las calles, esto provoca dificultad de tránsito. Por lo que el edificio de dos niveles más sótano para locales comerciales y parqueo, propuesto disminuirá, esta problemática, ubicando las ventas en un lugar específico.
2. La carretera que sirve como arteria y que conecta a los municipios de San Francisco La Unión y Cajolá Chiquito, actualmente esta en mal estado, esto provoca en los pobladores de dichas aldeas, el no poderse trasladar a los lugares de trabajo; por lo que la carretera con Balasto, propuesto disminuirá esta problemática ayudando a los pobladores de dichas comunidades al crecimiento socioeconómico.
3. La sostenibilidad de cualquier proyecto de infraestructura es fundamental ya que a través de esta, tanto la durabilidad como el buen uso garantiza el buen funcionamiento, por tal razón la capacitación que se impartió a los miembros del COCODE del municipio de San Francisco La Unión.

RECOMENDACIONES

1. A la Municipalidad de San Francisco La Unión, Quetzaltenango, al edificio de mercado municipal se le debe dar el uso para el cual fue diseñado para no alterar las características y condiciones de diseño.
2. Garantizar la supervisión técnica, a través de un profesional de la ingeniería civil al momento de ejecutar los proyectos, para que se obtenga la calidad de la obra y se cumplan las especificaciones técnicas contenidas en planos.
3. Impartir programas de capacitación hacia los pobladores del municipio de San Francisco La Unión, acerca del uso y mantenimiento de la carretera, para garantizar su buen funcionamiento y vida útil.
4. No permitir que se introduzcan modificaciones a los planos de los proyectos, para no afectar el diseño de los mismos.
5. Actualizar los presupuestos de los proyectos de la edificación y carretera previa a la construcción, ya que estos están sujetos a cambios por variación en los precios de los materiales.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete: ACI 318-2008*. California: ACI, 2008. 518 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 75 p.
3. DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 4a ed. México: Internacional Thompson, 2001. 880 p.
4. Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. Dirección General de Caminos. *Libro Azul*. Guatemala: CIV, 2001. 725 p.
5. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.
6. Secretaria de Integración Económica Centroamericana. *Manual centroamericano de normas ambientales para el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras*. Guatemala: SIECA; USAID 2002. 99 p.

APÉNDICES

Apéndice 1

Integración de costos unitarios

DETALLE DE INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto: Ampliación y mejoramiento del tramo carretero				Fecha:	
Ubicación: San Francisco La Unión a Cajolá, Quetzaltenango.				Octubre 2013	
REGLÓN:	1.00	Nombre renglón			
CANTIDAD:	3.53	TRAZO Y REPLANTEO			
UNIDAD	km	OBSERVACIONES			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
MATERIALES:					
Trompos de madera	600.00	unidad	Q 2.50	Q	1,500.00
Clavos de lámina	300.00	lbs	Q 6.00	Q	1,800.00
Rotulo de identificación del proyecto	1.00	global	Q 5,000.00	Q	5,000.00
TOTAL MATERIALES:					Q 8,300.00
MANO DE OBRA:					
Cuadrilla de topografía (topógrafo + cadenero)	7.05	día	Q 600.00	Q	4,231.20
				Q	-
				Q	-
				Q	-
Ayudante				Q	-
Prestaciones (M O DIRECTA+ M O INDIRECTA)		%	66	Q	2,792.59
TOTAL MANO DE OBRA:					Q 7,023.79
MAQUINARIA Y EQUIPO:					
Alquiler de equipo topográfico	7.05	día	Q 600.00	Q	4,231.20
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO:					Q 4,231.20
COSTO TOTAL DIRECTO: (T MAT + T MO+ T MAQ)					Q 19,554.99
IMPREVISTOS:					
	3%			Q	586.65
ADMINISTRACIÓN:	9%			Q	1,759.95
UTILIDAD	11%			Q	2,151.05
IMPUESTOS	17%			Q	3,324.35
FIANZAS	5%			Q	977.75
COSTO TOTAL INDIRECTO:					Q 8,799.75
PRECIO TOTAL DEL REGLON					Q 28,354.74
PRECIO UNITARIO:					Q 8,041.62

Continuación apéndice 1

DETALLE DE INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto: Ampliación y mejoramiento del tramo carretero				Fecha:	
Ubicación: San Francisco La Unión a Cajolá, Quetzaltenango.				Octubre 2013	
REGLÓN:	2.00	Nombre renglón			
CANTIDAD:	0.71	LIMPIEZA, CHAPEO Y DESTRONQUE			
UNIDAD	Ha	OBSERVACIONES			
DESCRIPCIÓN					
CANTIDAD					
UNIDAD					
COSTO UNITARIO					
COSTO DIRECTO					
MATERIALES:					
Machete curvo	5.00	unidad	Q 50.00	Q 250.00	
Azadón	5.00	unidad	Q 110.00	Q 550.00	
TOTAL MATERIALES:					
				Q 800.00	
MANO DE OBRA:					
Limpieza y chapeo de terreno	0.71	Ha	Q 10,000.00	Q 7,052.00	
Ayudante	30	día	Q 25.00	Q 750.00	
Prestaciones (M O DIRECTA+ M O INDIRECTA)		%	66	Q 5,149.32	
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 12,951.32	
MAQUINARIA Y EQUIPO:					
Traslado de tractor de oruga al proyecto	1	viaje	Q 2,500.00	Q 2,500.00	
Tractor de oruga D4N	80	hora	Q 600.00	Q 48,000.00	
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO:				Q 50,500.00	
COSTO TOTAL DIRECTO: (T MAT + T MO+ T MAQ)				Q 64,251.32	
IMPREVISTOS:	3%			Q 1,927.54	
ADMINISTRACIÓN:	9%			Q 5,782.62	
UTILIDAD	11%			Q 7,067.65	
IMPUESTOS	17%			Q 10,922.72	
FIANZAS	5%			Q 3,212.57	
COSTO TOTAL INDIRECTO:				Q 28,913.09	
PRECIO TOTAL DEL REGLON				Q 93,164.41	
PRECIO UNITARIO:				Q 132,110.63	

Continuación apéndice 1

DETALLE DE INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS						
Proyecto:	Ampliación y mejoramiento del tramo carretero				Fecha:	
Ubicación:	San Francisco La Unión a Cajolá, Quetzaltenango.				Octubre 2013	
REGLÓN:	3.00	Nombre renglón				
CANTIDAD:	9472.44	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA				
UNIDAD	m ³	OBSERVACIONES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO		
MATERIALES:						
TOTAL MATERIALES:					Q	-
MANO DE OBRA:						
Corte de terreno	473.622	m ³	Q 2.00	Q	947.24	
Terraplen	473.622	m ³	Q 2.00	Q	947.24	
Operador de compactadora	150.00	hora	Q 50.00	Q	7,500.00	
Operador de camión	150.00	hora	Q 50.00	Q	7,500.00	
Ayudante	33.79	dias	Q 70.00	Q	2,365.23	
Prestaciones (M O DIRECTA+ M O INDIRECTA)		%	66	Q	12,711.41	
TOTAL MANO DE OBRA:					Q	31,971.13
MAQUINARIA Y EQUIPO:						
Motoniveladora	225.00	hora	Q 550.00	Q	123,750.00	
Compactadora, vibrador de rodo liso	125.00	hora	Q 450.00	Q	56,250.00	
Camión de volteo 12m ³	525.00	viaje	Q 450.00	Q	236,250.00	
Cargador frontal	120	hora	Q 500.00	Q	60,000.00	
Tractor de oruga D4N	80	hora	Q 600.00	Q	48,000.00	
Pipa 3000 galones	20.00	viaje	Q 1,300.00	Q	26,000.00	
Traslado de motoniveladora al proyecto	1.00	viaje	Q 2,000.00	Q	2,000.00	
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO:					Q	552,250.00
COSTO TOTAL DIRECTO: (T MAT + T MO+ T MAQ)					Q	584,221.13
IMPREVISTOS:	3%			Q	17,526.63	
ADMINISTRACIÓN:	9%			Q	52,579.90	
UTILIDAD	11%			Q	64,264.32	
IMPUESTOS	17%			Q	99,317.59	
FIANZAS	5%			Q	29,211.06	
COSTO TOTAL INDIRECTO:					Q	262,899.51
PRECIO TOTAL DEL RENGLON					Q	847,120.64
PRECIO UNITARIO:					Q	89.43

Continuación apéndice 1

DETALLE DE INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto:	Ampliación y mejoramiento del tramo carretero				Fecha:
Ubicación:	San Francisco La Unión a Cajolá, Quetzaltenango.				Octubre 2013
REGLÓN:	4.00	Nombre renglón			
CANTIDAD:	7819.19	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE DESPERDICIO			
UNIDAD	m ³	OBSERVACIONES			
DESCRIPCIÓN					
MATERIALES:					
TOTAL MATERIALES:					Q -
MANO DE OBRA:					
Operador de tractor oruga D4N	150.00	hora	Q	50.00	Q 7,500.00
caporal	20.00	hora	Q	50.00	Q 1,000.00
Operador de camión	150.00	hora	Q	50.00	Q 7,500.00
Ayudante	32.00	días	Q	70.00	Q 2,240.00
Prestaciones (M O DIRECTA+ M O INDIRECTA)		%		66	Q 12,038.40
TOTAL MANO DE OBRA:					Q 30,278.40
MAQUINARIA Y EQUIPO:					
Camión de volteo 12m ³	450.00	viaje	Q	450.00	Q 202,500.00
Cargador frontal	120	hora	Q	500.00	Q 60,000.00
Tractor de oruga D4N	80	hora	Q	600.00	Q 48,000.00
Traslado de tractor	1.00	viaje	Q	2,000.00	Q 2,000.00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO:					Q 312,500.00
COSTO TOTAL DIRECTO: (T MAT + T MO+ T MAQ)					Q 342,778.40
IMPREVISTOS:	3%				Q 10,283.35
ADMINISTRACIÓN:	9%				Q 30,850.06
UTILIDAD	11%				Q 37,705.62
IMPUESTOS	17%				Q 58,272.33
FIANZAS	5%				Q 17,138.92
COSTO TOTAL INDIRECTO:					Q 154,250.28
PRECIO TOTAL DEL RENGLON					Q 497,028.68
PRECIO UNITARIO:					Q 63.57

Continuación apéndice 1

DETALLE DE INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS						
Proyecto:	Ampliación y mejoramiento del tramo carretero				Fecha:	Octubre 2013
Ubicación:	San Francisco La Unión a Cajolá, Quetzaltenango.					
REGLÓN:	5.00	Nombre renglón				
CANTIDAD:	21156	REACONDICIONAMIENTO Y NIVELACIÓN DE LA SUBRASANTE				
UNIDAD:	m ²	OBSERVACIONES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO		
MATERIALES:						
TOTAL MATERIALES:					Q	-
MANO DE OBRA:						
Operador de compactadora	120.00	hora	Q 70.00	Q	8,400.00	
Operador de camion de volteo	120.00	hora	Q 70.00	Q	8,400.00	
caporal	20.00	hora	Q 50.00	Q	1,000.00	
Ayudante	35.60	días	Q 70.00	Q	2,492.00	
Prestaciones (M O DIRECTA+ M O INDIRECTA)		%	66	Q	13,392.72	
TOTAL MANO DE OBRA:					Q	33,684.72
MAQUINARIA Y EQUIPO:						
Motoniveladora	225.00	hora	Q 600.00	Q	135,000.00	
Compactadora, vibrador de rodo liso	125.00	hora	Q 550.00	Q	68,750.00	
Camión de volteo 12m ³	25.00	viaje	Q 800.00	Q	20,000.00	
Pipa 3000 galones	20.00	viaje	Q 1,300.00	Q	26,000.00	
Traslado de motoniveladora al proyecto	1.00	viaje	Q 2,500.00	Q	2,500.00	
Traslado de regadera al proyecto	1.00	viaje	Q 2,500.00	Q	2,500.00	
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO:					Q	254,750.00
COSTO TOTAL DIRECTO: (T MAT + T MO+ T MAQ)					Q	288,434.72
IMPREVISTOS:	3%			Q	8,653.04	
ADMINISTRACIÓN:	9%			Q	25,959.12	
UTILIDAD	11%			Q	31,727.82	
IMPUESTOS	17%			Q	49,033.90	
FIANZAS	5%			Q	14,421.74	
COSTO TOTAL INDIRECTO:					Q	129,795.62
PRECIO TOTAL DEL REGLON					Q	418,230.34
PRECIO UNITARIO:					Q	19.77

Continuación apéndice 1

DETALLE DE INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto: Ampliación y mejoramiento del tramo carretero				Fecha:	
Ubicación: San Francisco La Unión a Cajolá, Quetzaltenango.				Octubre 2013	
REGLÓN:	6.00	Nombre renglón			
CANTIDAD:	1950	RECONDICIONAMIENTO CAPA DE RODADURA BALASTO			
UNIDAD	m ³	OBSERVACIONES			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
MATERIALES:					
Material homogenizado balasto	1950.00	m ³	Q 160.00	Q 312,000.00	
TOTAL MATERIALES:				Q 312,000.00	
MANO DE OBRA:					
Operador de compactadora	120.00	hora	Q 70.00	Q 8,400.00	
Operador de camion de volteo	120.00	hora	Q 70.00	Q 8,400.00	
caporal	20.00	hora	Q 50.00	Q 1,000.00	
Ayudante	35.60	días	Q 70.00	Q 2,492.00	
Prestaciones (M O DIRECTA+ M O INDIRECTA)		%	66	Q 13,392.72	
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 33,684.72	
MAQUINARIA Y EQUIPO:					
Motoniveladora	225.00	hora	Q 600.00	Q 135,000.00	
Compactadora, vibrador de rodo liso	125.00	hora	Q 550.00	Q 68,750.00	
Camión de volteo 12m ³	25.00	viaje	Q 800.00	Q 20,000.00	
Pipa 3000 galones	20.00	viaje	Q 1,300.00	Q 26,000.00	
Traslado de motoniveladora al proyecto	1.00	viaje	Q 2,500.00	Q 2,500.00	
Traslado de regadera al proyecto	1.00	viaje	Q 2,500.00	Q 2,500.00	
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO:				Q 254,750.00	
COSTO TOTAL DIRECTO: (T MAT + T MO+ T MAQ)				Q 600,434.72	
IMPREVISTOS:	3%			Q 18,013.04	
ADMINISTRACIÓN:	9%			Q 54,039.12	
UTILIDAD	11%			Q 66,047.82	
IMPUESTOS	17%			Q 102,073.90	
FIANZAS	5%			Q 30,021.74	
COSTO TOTAL INDIRECTO:				Q 270,195.62	
PRECIO TOTAL DEL REGLON				Q 870,630.34	
PRECIO UNITARIO:				Q 446.48	

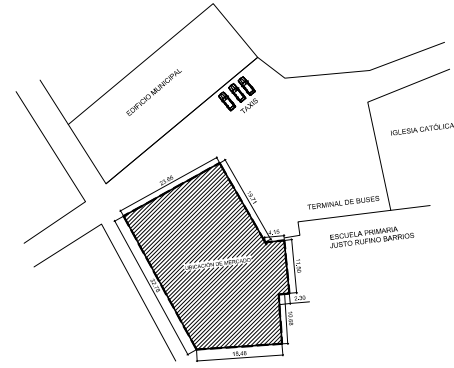
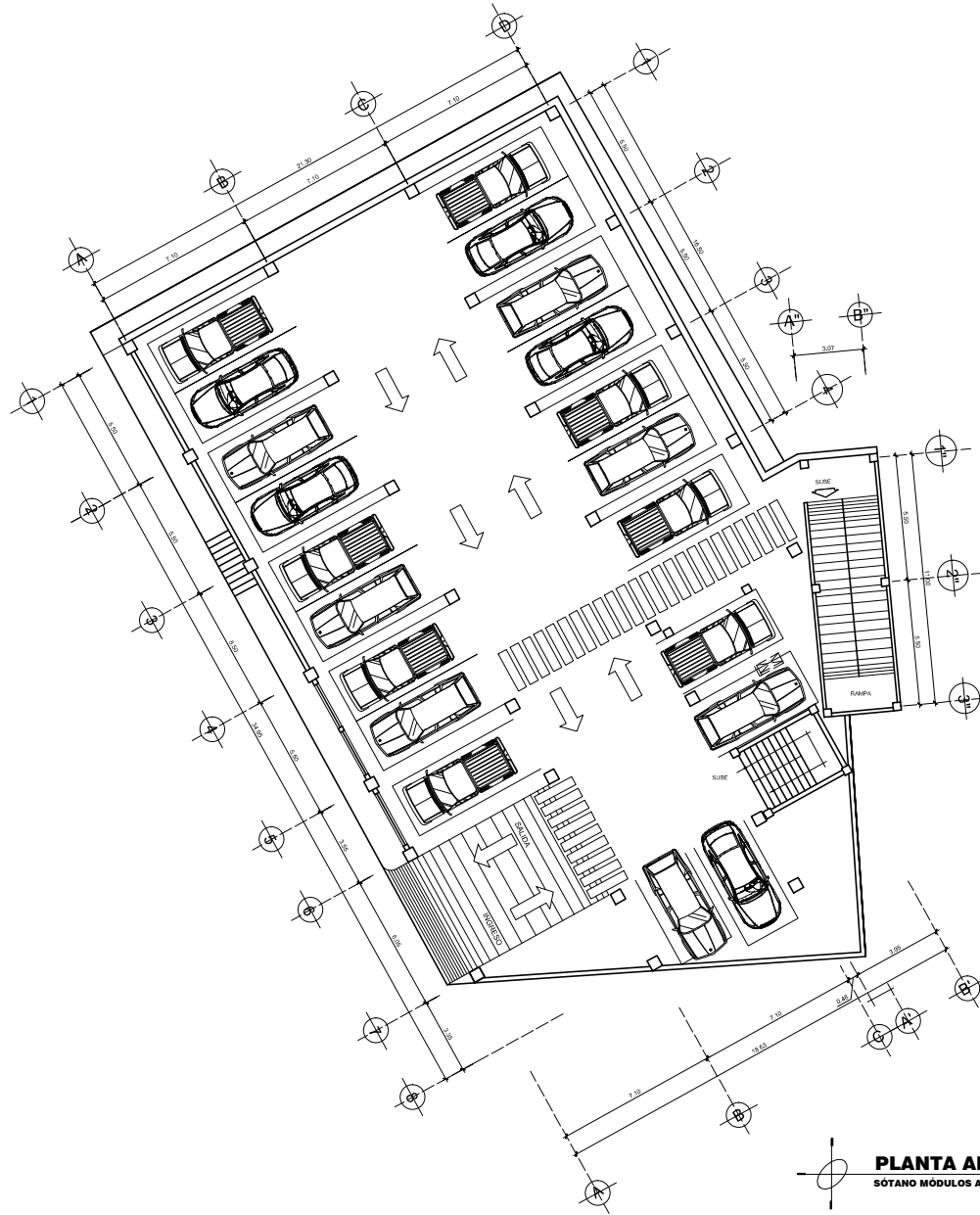
Continuación apéndice 1

DETALLE DE INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
Proyecto:	Ampliación y mejoramiento del tramo carretero				Fecha:
Ubicación:	San Francisco La Unión a Cajolá, Quetzaltenango.				Octubre 2013
REGLÓN:	7.1	Nombre renglón			
CANTIDAD:	18.72	CONCRETO CICLÓPEO			
UNIDAD	m³	OBSERVACIONES			
DESCRIPCIÓN					
MATERIALES:					
Concreto 4000	18.72	m³			
Cemento gris	176.90	sacos	Q	75.00	Q 13,267.80
Arena de río	13.38	m³	Q	150.00	Q 2,007.72
Piedrín 3/8"	15.44	m³	Q	225.00	Q 3,474.90
Piedra bola	12.97	m³	Q	175.00	Q 2,270.27
Alambre de amarre	11.23	lbs	Q	6.00	Q 67.39
Clavo de 3"	7.11	lbs	Q	6.00	Q 42.68
Tabla de 9' (3usos)	99.84	pt	Q	60.00	Q 5,990.40
TOTAL MATERIALES:					Q 27,121.16
MANO DE OBRA:					
Formaleta	72.00	m	Q	10.00	Q 720.00
Armado y colocación	72.00	m	Q	15.00	Q 1,080.00
Fundición	72.00	m	Q	20.00	Q 1,440.00
Desencofrado	72.00	m	Q	10.00	Q 720.00
Ayudante	7.92	días	Q	70.00	Q 554.40
Prestaciones (M O DIRECTA+ M O INDIRECTA)		%		66	Q 2,979.50
TOTAL MANO DE OBRA:					Q 7,493.90
MAQUINARIA Y EQUIPO:					
Vibrador de concreto	1.58	día	Q	150.00	Q 237.60
Mezcladora de concreto	1.58	día	Q	220.00	Q 348.48
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO:					Q 586.08
COSTO TOTAL DIRECTO: (T MAT + T MO+ T MAQ)					Q 35,201.15
IMPREVISTOS:	3%				Q 1,056.03
ADMINISTRACIÓN:	9%				Q 3,168.10
UTILIDAD	11%				Q 3,872.13
IMPUESTOS	17%				Q 5,984.19
FIANZAS	5%				Q 1,760.06
COSTO TOTAL INDIRECTO:					Q 15,840.52
PRECIO TOTAL DEL REGLON					Q 51,041.66
PRECIO UNITARIO:					Q 2,726.58

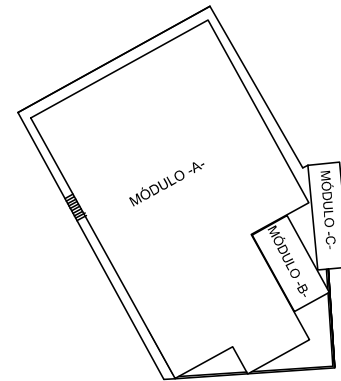
Continuación apéndice 1

DETALLE DE INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS						
Proyecto:	Ampliación y mejoramiento del tramo carretero				Fecha:	
Ubicación:	San Francisco La Unión a Cajolá, Quetzaltenango.				Octubre 2013	
RENLÓN:	7.3	Nombre renglón				
CANTIDAD:	72.00	TUBERÍA CORRUGADA Ø 36"				
UNIDAD	m	OBSERVACIONES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO		
MATERIALES:						
Tubo de lámina corrugado 36"	72.00	m	Q 435.00	Q	31,320.00	
Accesorios varios instalación	72.00	unidad	Q 3.00	Q	216.00	
TOTAL MATERIALES:				Q	31,536.00	
MANO DE OBRA:						
Ayudante	1.80	días	Q 70.00	Q	126.00	
Prestaciones (M O DIRECTA+ M O INDIRECTA)		%	66	Q	83.16	
TOTAL MANO DE OBRA:				Q	209.16	
MAQUINARIA Y EQUIPO:						
				Q	-	
				Q	-	
				Q	-	
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO:				Q	-	
COSTO TOTAL DIRECTO: (T MAT + T MO+ T MAQ)				Q	31,745.16	
IMPREVISTOS:	3%			Q	952.35	
ADMINISTRACIÓN:	9%			Q	2,857.06	
UTILIDAD	11%			Q	3,491.97	
IMPUESTOS	17%			Q	5,396.68	
FIANZAS	5%			Q	1,587.26	
COSTO TOTAL INDIRECTO:				Q	14,285.32	
PRECIO TOTAL DEL RENGLON				Q	46,030.48	
PRECIO UNITARIO:				Q	639.31	

Fuente: elaboración propia



PLANTA DE CONJUNTO
ESC: 1/250



UBICACIÓN DE MÓDULOS
ESC: 1/250



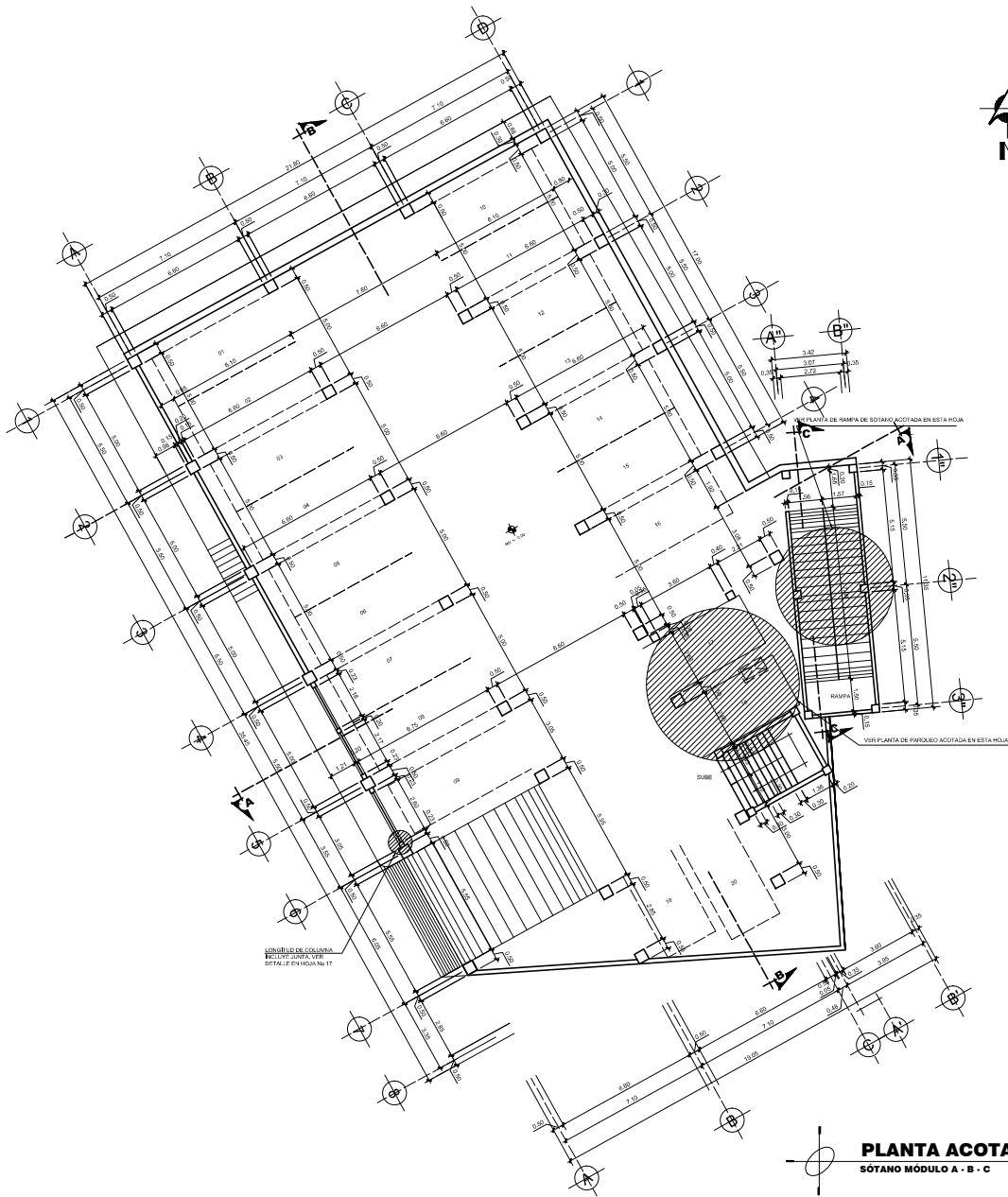
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUETZALTENANGO

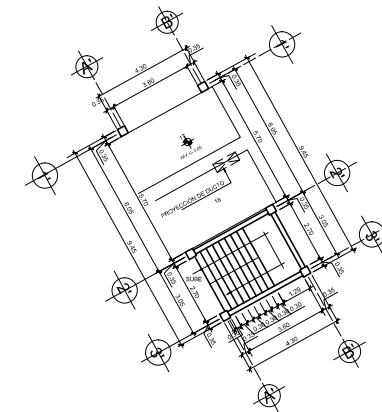
DISEÑO:
EQUIPO DONALD
CALCULO:
EQUIPO DONALD
DISEÑO:
EQUIPO DONALD
ESCALA:
METRO
FECHA:
OCT - 2013

CONTENIDO:
PLANTA AMUEBLADA + PLANTA DE CONJUNTO

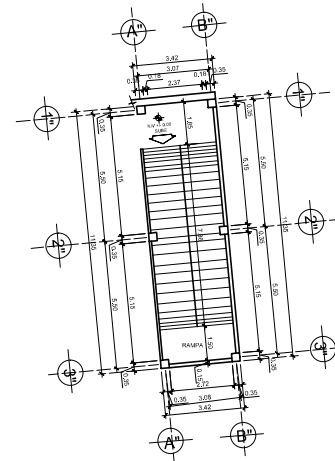
No. HOJA	01
VALOR	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VIELA ASESOR
	36



PLANTA ACOTADA
SÓTANO MÓDULO A - B - C



PLANTA ACOTADA DE PARQUEO
SÓTANO MÓDULO B



PLANTA ACOTADA DE RAMPA
SÓTANO MÓDULO C



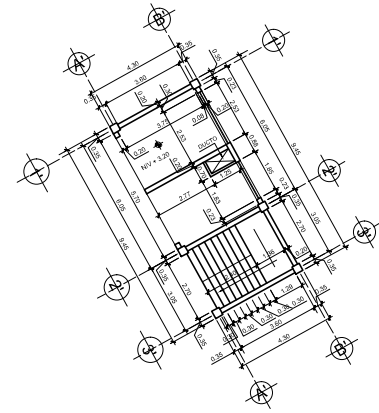
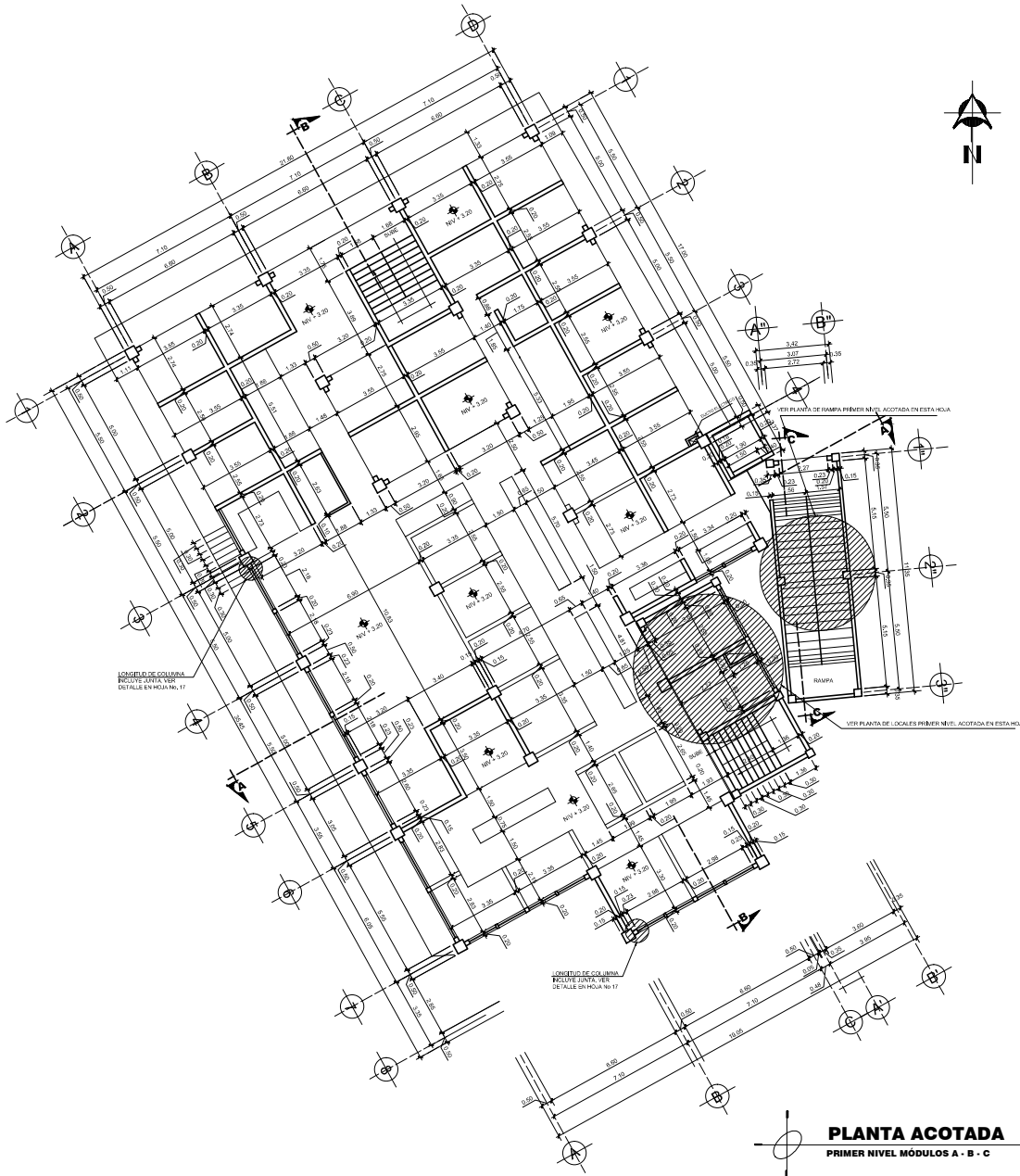
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

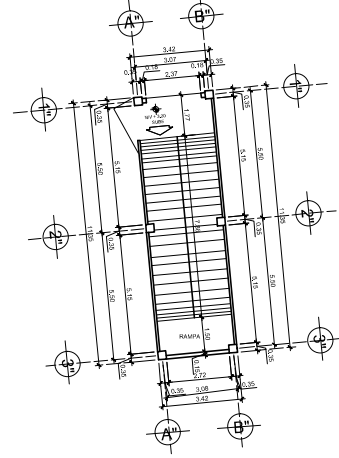
DISEÑO: EQUIPO DONALDO
CALCULO: EQUIPO DONALDO
DIBUJO: EQUIPO DONALDO
ESCALA:
FECHA: OCT - 2013

CONTENIDO: PLANTA ACOTADA
No. HOJA: 04
36
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELAZQUEZ
ASESOR

ESC: 1/100



PLANTA ACOTADA DE LOCALES
PRIMER NIVEL MÓDULO B
ESC: 1/100



PLANTA ACOTADA DE RAMPA
PRIMER NIVEL MÓDULO C
ESC: 1/100

PLANTA ACOTADA
PRIMER NIVEL MÓDULOS A - B - C
ESC: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

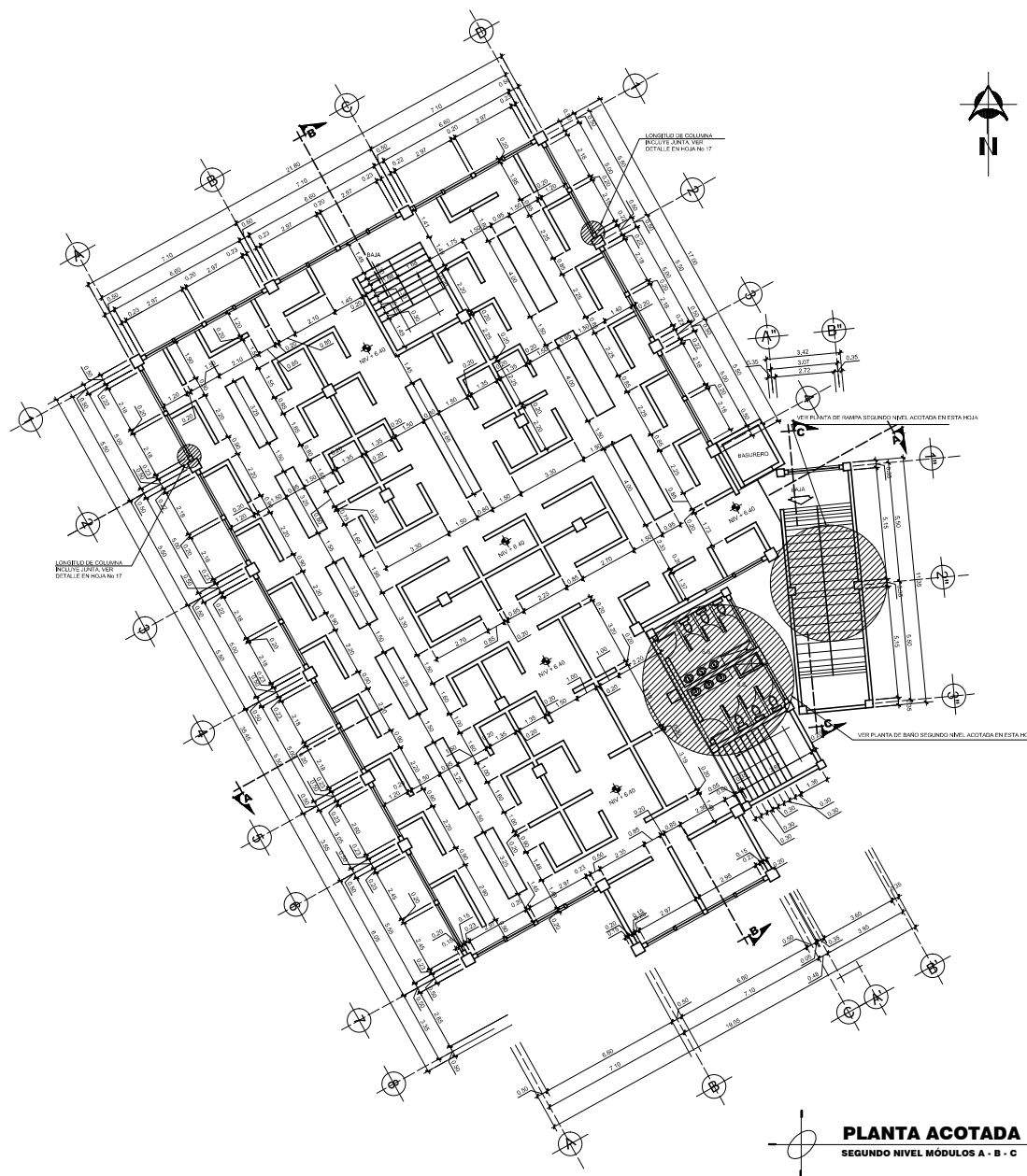
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

DISEÑO:
CALCULO:
DIBUJO:
REVISADO:
ESCALA:
FECHA:
OCT - 2013

CONTENIDO: PLANTA ACOTADA

No. HOJA: 05
36

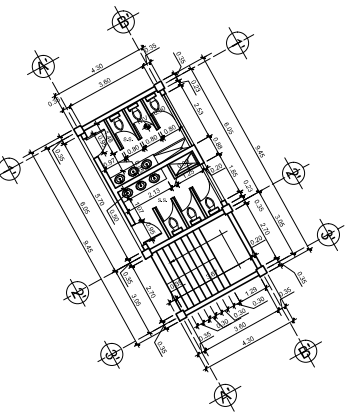
ING. LUIS GREGORIO ALVARO VIELA
INGENIERO



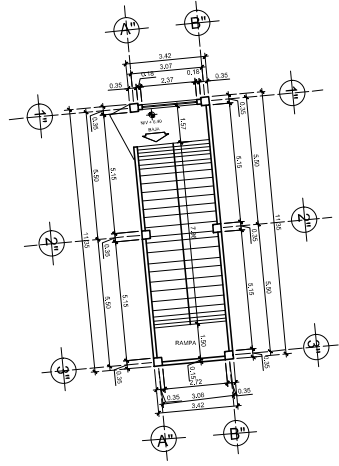
CORTEJO DE COLUMNAS
FICHA TÉCNICA VER
DETALLE EN HOJA N° 17

CORTEJO DE COLUMNAS
FICHA TÉCNICA VER
DETALLE EN HOJA N° 17

PLANTA ACOTADA
SEGUNDO NIVEL MÓDULOS A - B - C



PLANTA ACOTADA DE BAÑO
SEGUNDO NIVEL MÓDULO B



PLANTA ACOTADA DE RAMPA
SEGUNDO NIVEL MÓDULO C



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

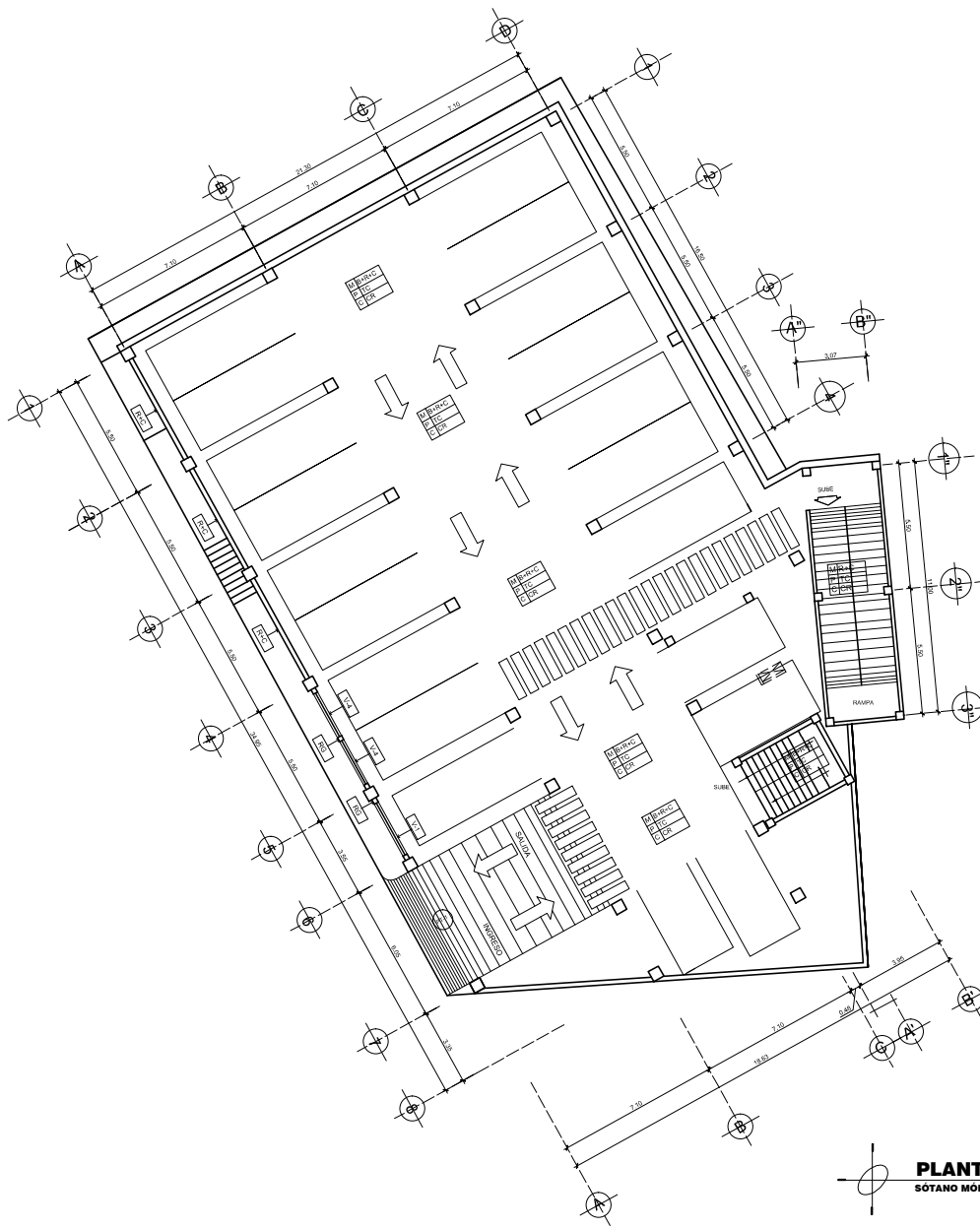
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

ELABORADO:
CALCULO:
DISEÑO:
REVISADO:
ESCALA:
FECHA:
OCT - 2013

CONTENIDO: PLANTA ACOTADA

No. HOJA: 06
36

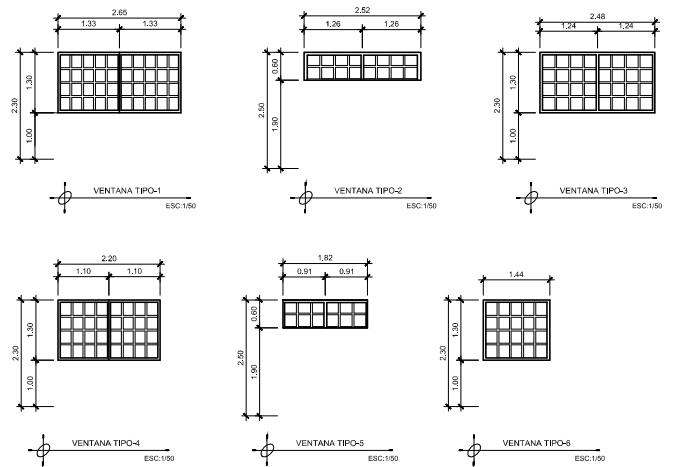
ING. LUIS GREGORIO ALVARO VILLO
INGENIERO



PLANTA DE ACABADOS

SÓTANO MÓDULOS A - B - C

ESC: 1/100



DETALLE DE VENTANAS

SIMBOLOGÍA DE ACABADOS

MURO	PISO	CIELO
V-T	VENTANA TIPO	FUERTA TIPO
R+C	REPELLO + CERNIDO	BC
BC	BLOCK CIBADO	RG
RG	REPELLO GRANCEADO	CR
CR	CIELO REMOLINEADO	G
G	PISO DE GRANITO	TC
TC	TORTA DE CEMENTO	AT
AT	PISO ANTI DESLIZANTE	

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	ANCHO	SILLAR	BIHEL	ALZADA	CANTI
V-1	2.25	1.00	1.30	1	2
V-2	2.52	1.90	2.30	5.60	1
V-3	2.48	1.00	2.30	1.30	5
V-4	2.20	1.00	2.30	1.30	10
V-5	1.82	1.90	2.30	5.60	2
V-6	1.44	1.00	2.30	1.30	30

NOTA:
 TODAS LAS VIGAS Y COLUMNAS RESALTAJAS VAN ALZADAS. EL PISO DE CIEBA Y FLECHAS SERAN INDICADAS CON PINTURA. VER DETALLE DE REPELLO GRANCEADO EN FACHADAS.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

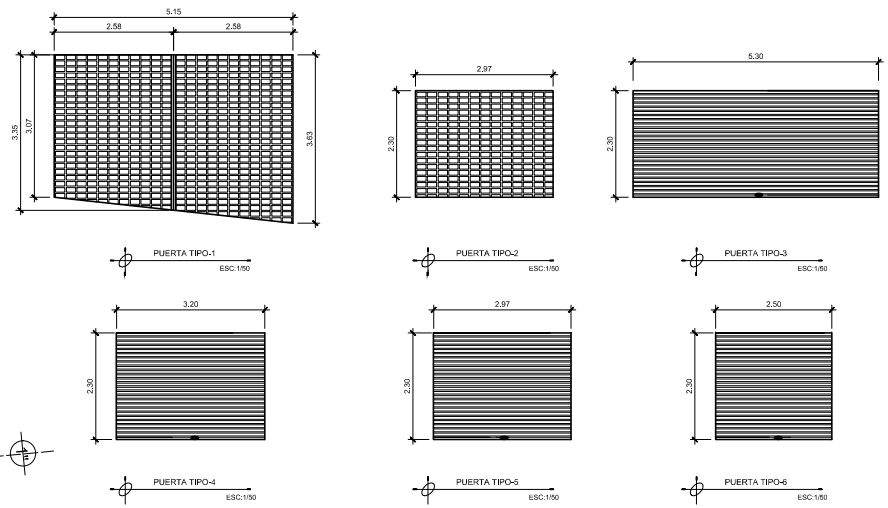
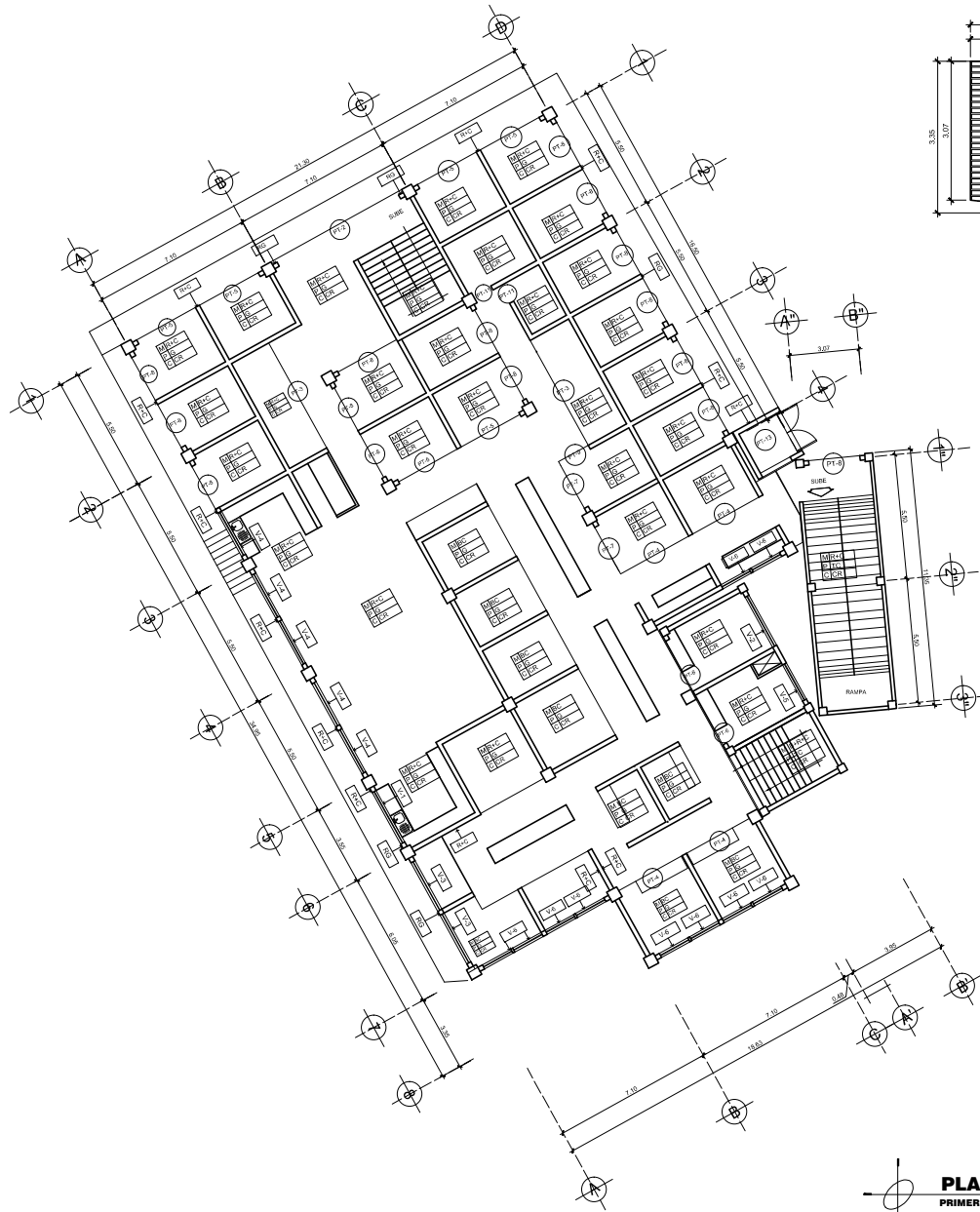
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
 UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

GOBERNADOR: EDUARDO DONZALDO
 CALCULO: EDUARDO DONZALDO
 DISEÑO: EDUARDO DONZALDO
 ESCALA: 1/100
 FECHA: OCT - 2013

CONTENIDO: ACABADOS

No. HOJA: 07
 de 36

ING. LUIS GESSORO ALPHO VELLO GESSOR



DETALLE DE PUERTAS

SIMBOLOGIA DE ACABADOS

M	MURO
P	PISO
C	CELO
V-T	VENTANA TIPO
P-T	PUERTA TIPO
R+C	REPELLO + CERRNDO
BC	BLOCK DISADO
RG	REPELLO GRANCEADO
CR	CELO REMOLINEADO
G	PISO DE GRANITO
TC	TORTA DE CEMENTO
AT	PISO ANTI DESLIZANTE

NOTA:
 TODAS LAS VIGAS Y COLUMNAS
 RECALZADAS VAN ALZAGADAS
 EL PISO TORTA DE CEMENTO VA
 REMOLINEADO
 VER DETALLE DE REPELLO
 GRANCEADO EN FACHADAS

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	DINTEL	CANT.	ANCHO
P-1	3.07 - 3.63	1	5.15
P-2	2.30	1	2.97
P-3	2.30	2	5.30
P-4	2.30	4	3.20
P-5	2.30	6	2.97
P-6	2.30	2	2.50
P-7	2.30	2	2.34
P-8	2.30	13	2.16
P-9	2.30	1	1.48
P-10	2.10	2	1.08
P-11	2.10	2	0.90
P-12	2.00	6	0.80
P-13	2.00	1	2.07

PLANTA DE ACABADOS

PRIMER NIVEL MÓDULOS A - B - C

ESC: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

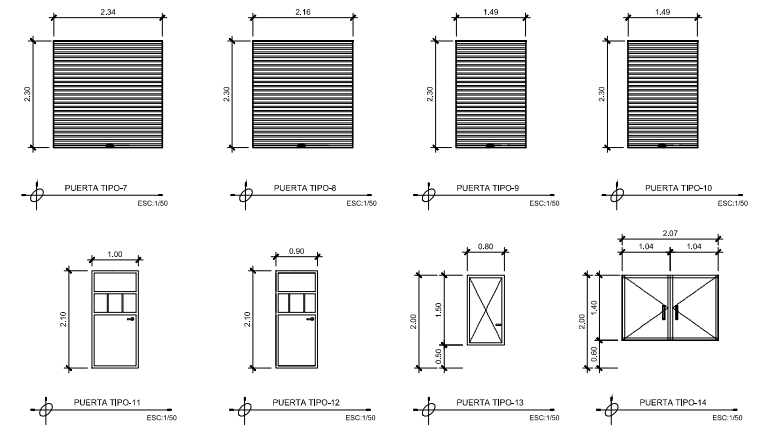
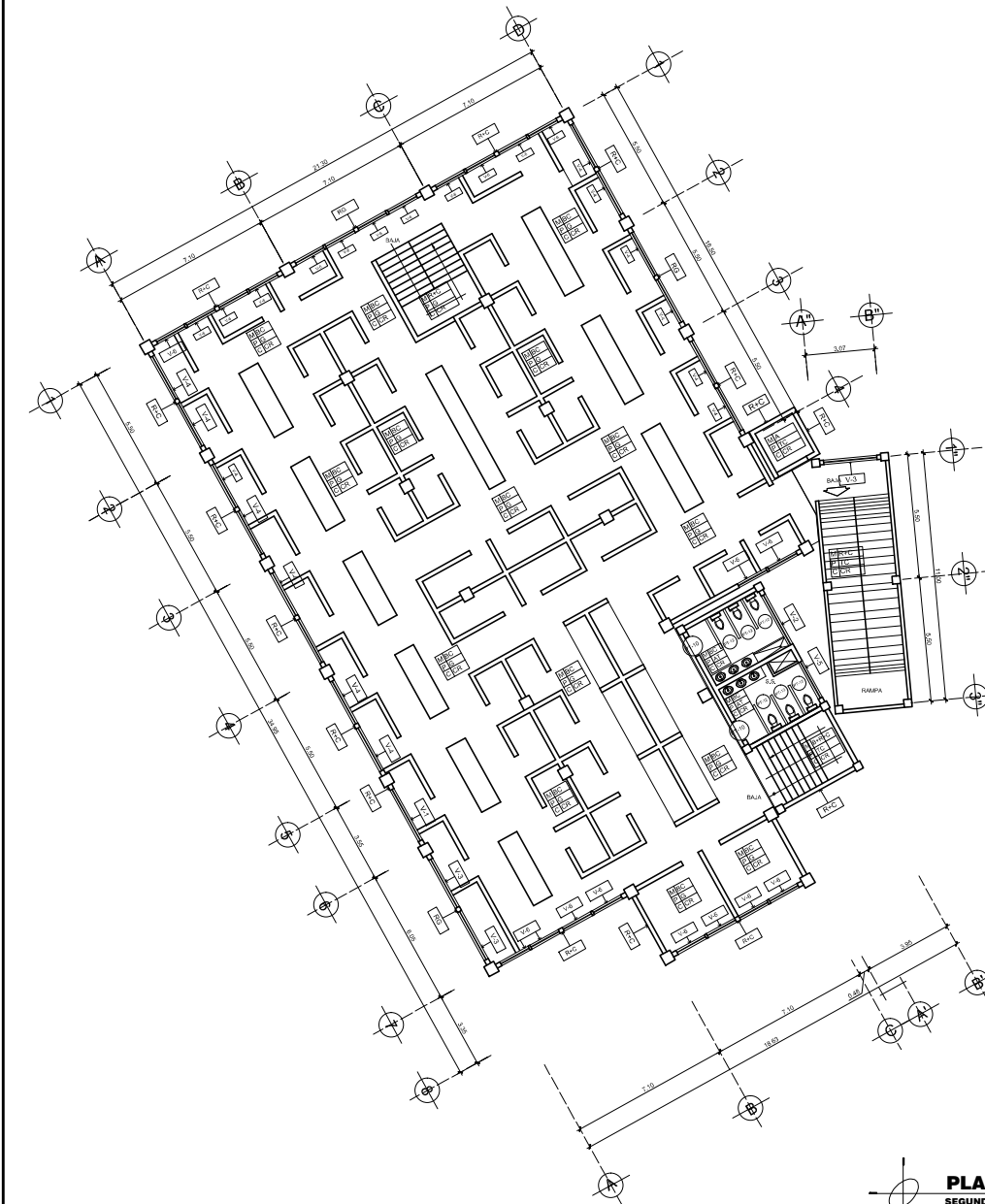
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
 UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

DISEÑO:
 EQUIPO DISEÑO
 CALCULO:
 EQUIPO DISEÑO
 DIBUJO:
 EQUIPO DISEÑO
 ESCALA:
 REVISADO:
 FECHA:
 OCT - 2013

CONTENIDO: ACABADOS

No. HOJA: 08
 TOTAL: 36

ING. LUIS GESSORO ALFARO VELLO
 ASESOR



DETALLE DE PUERTAS

SIMBOLOGIA DE ACABADOS

M	MURO
P	PISO
C	CIELO
V-T	VENTANA TIPO
P-T	PUERTA TIPO
R+C	REPELLO + CERNIDO
BC	BLOCK CIGADO
RG	REPELLO GRANCEADO
CR	CIELO REMOLINEADO
G	PISO DE GRANITO
TC	TORTA DE CEMENTO
AT	PISO ANTI DESLIZANTE

NOTA:

TODAS LAS VIDA Y COLUMNAS RESULTAN VAN ALZADAS AL PISO TORTA DE CEMENTO VA REMOLINEADO. VER DETALLE DE REPELLO GRANCEADO EN FACHADAS

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	DINTEL	CANT.	ANCHO
P-1	3.07 - 3.63	1	5.15
P-2	2.30	1	2.97
P-3	2.30	2	5.30
P-4	2.30	4	3.20
P-5	2.30	6	2.97
P-6	2.30	2	3.50
P-7	2.96	2	2.94
P-8	2.30	13	2.16
P-9	2.30	1	1.49
P-10	2.10	2	1.00
P-11	2.10	2	0.90
P-12	2.00	6	0.80
P-13	2.00	1	2.07

PLANTA DE ACABADOS

SEGUNDO NIVEL MÓDULOS A - B - C ESC: 1/100



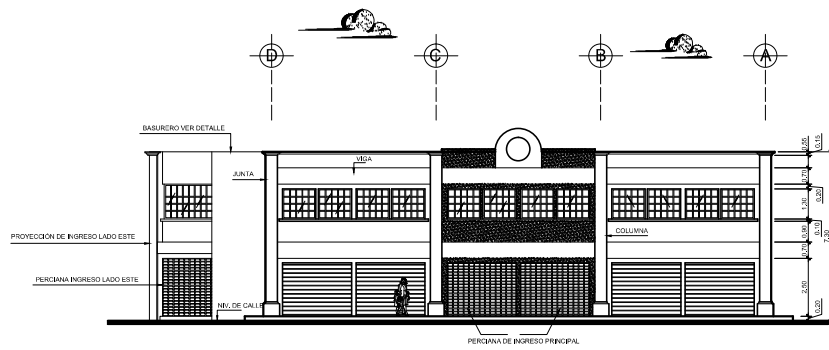
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

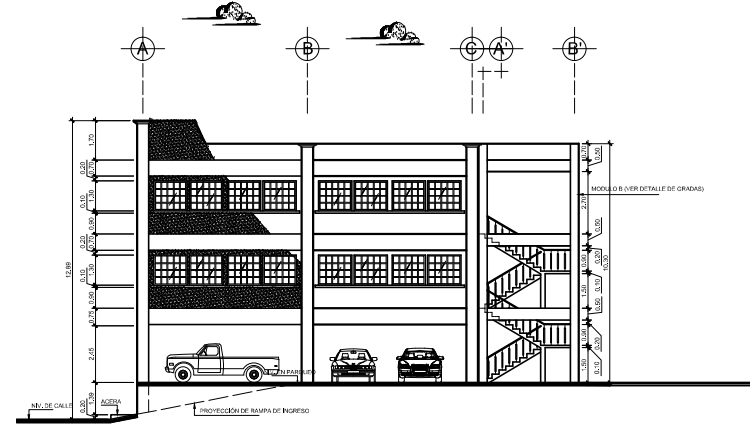
DISEÑO: EDUARDO ZONALES
CALCULO: EDUARDO ZONALES
DIBUJO: EDUARDO ZONALES
ESCALA:
FECHA: OCT - 2013

CONTENIDO: ACABADOS

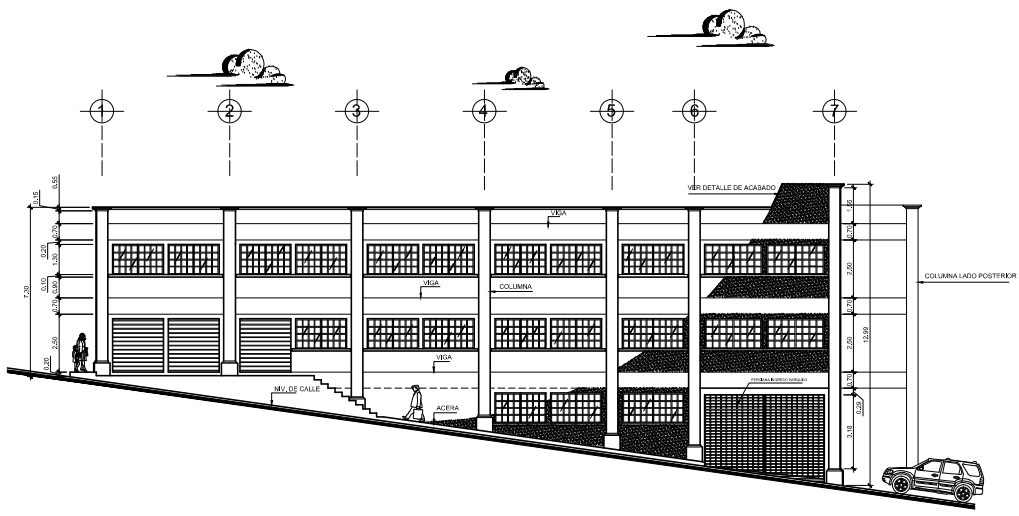
No. HOJA: 09
36



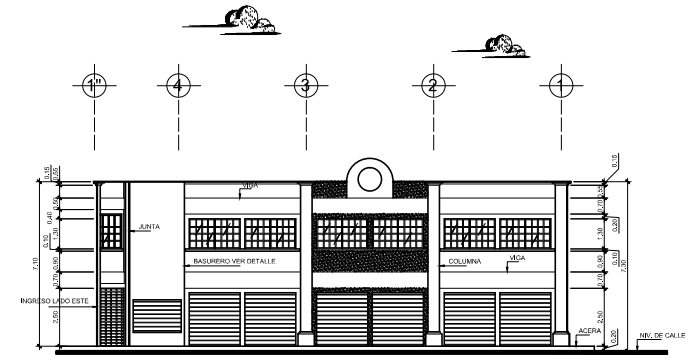
FACHADA FRONTAL
ESC: 1/100



FACHADA POSTERIOR
ESC: 1/100



FACHADA LATERAL DERECHA
ESC: 1/100



FACHADA LATERAL IZQUIERDA
ESC: 1/100

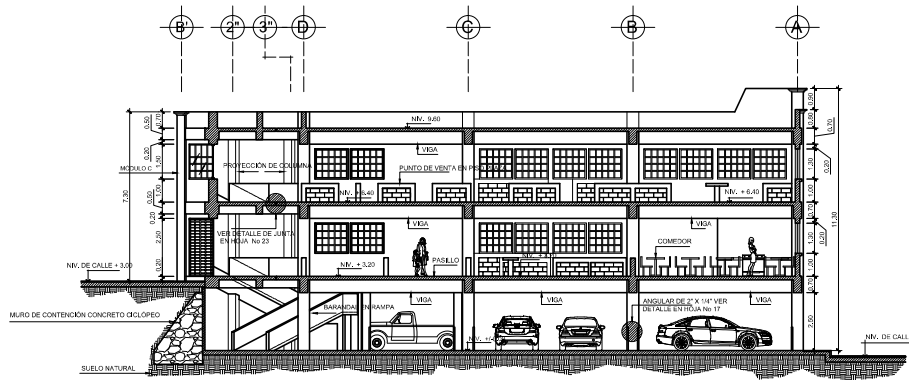


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

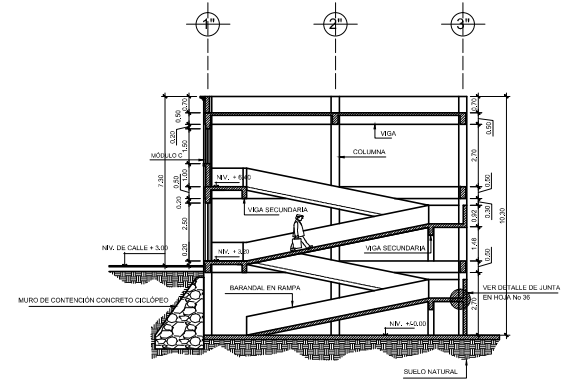
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

DISEÑO: EQUIPO DISEÑO 11 CALCULO: EQUIPO DISEÑO 11 DIBUJO: EQUIPO DISEÑO 11 ESCALA: REDUCIDA FECHA: OCT - 2013	CONTENIDO: FACHADAS	No. HOJA 10 36
---	------------------------	----------------------

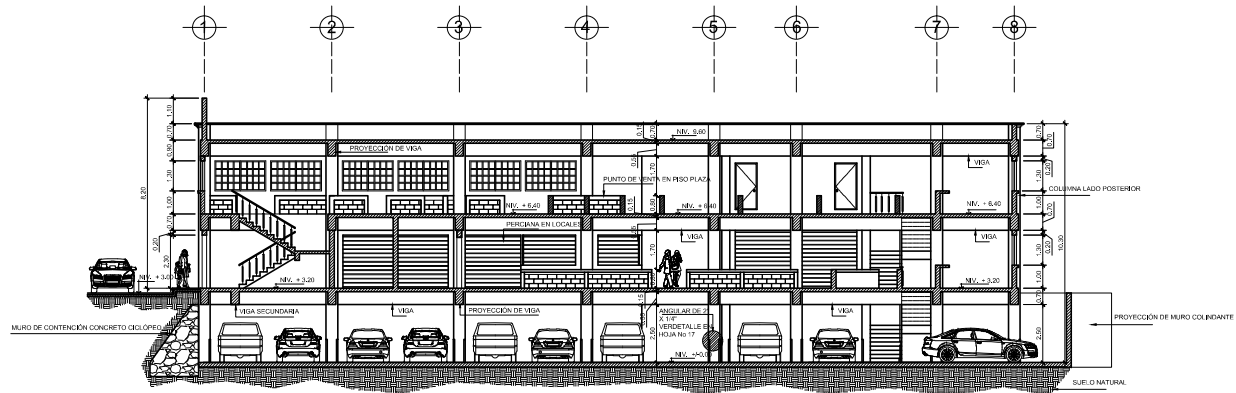
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VIELA
ASESOR



SECCIÓN A-A
ESC: 1/100



SECCIÓN C-C
ESC: 1/100



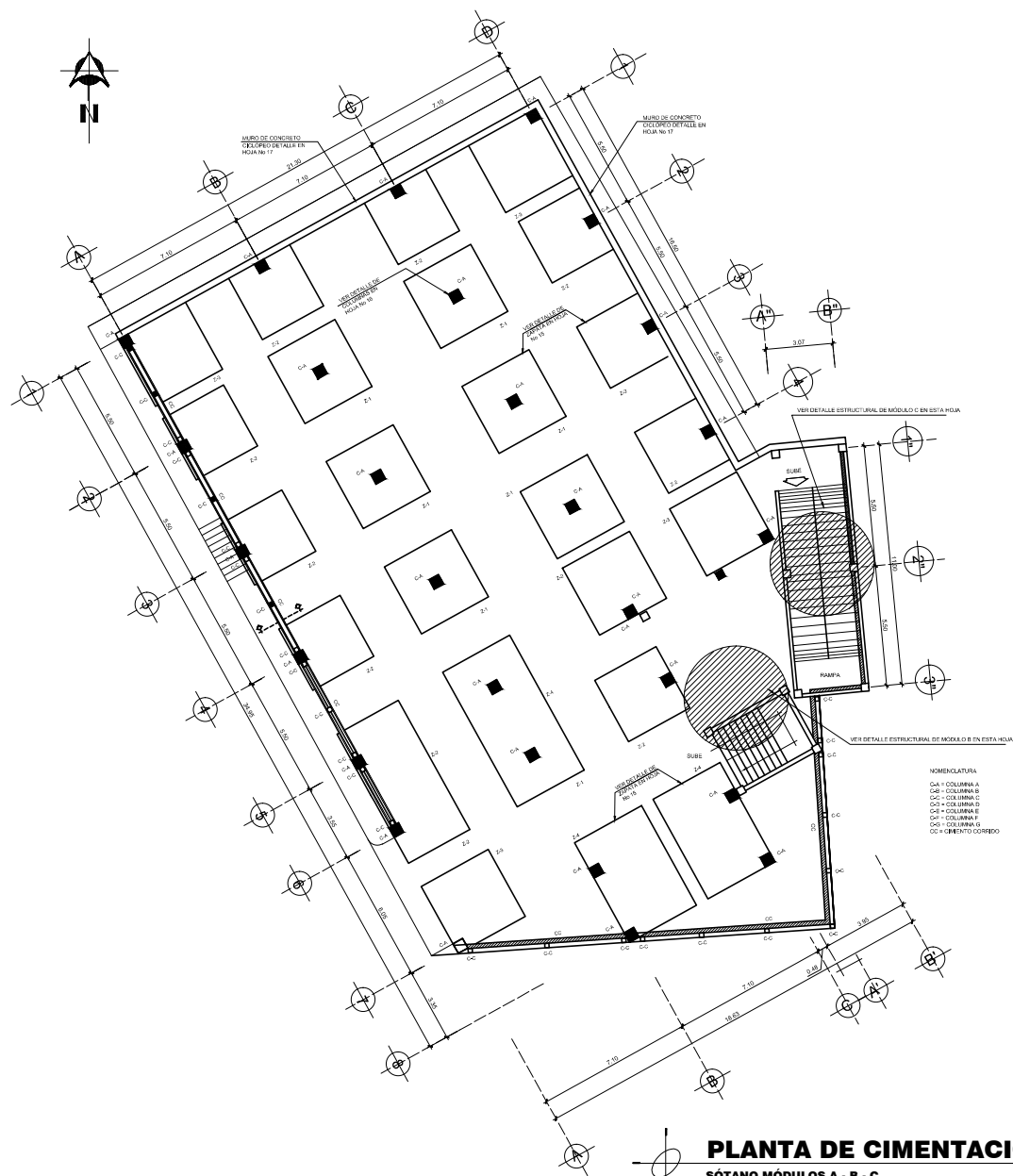
SECCIÓN B-B
ESC: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

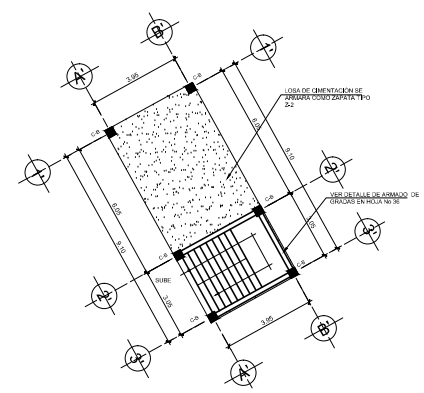
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUETZALTENANGO

DISEÑO: CALCULO: DIBUJO: ESCALA: FECHA:	CONTENIDO: SECCIONES	No. HOJA 11
FECHA: OCT - 2013	VALOR: ING. LUIS GREGORIO ALVARO VIELA 68808	36



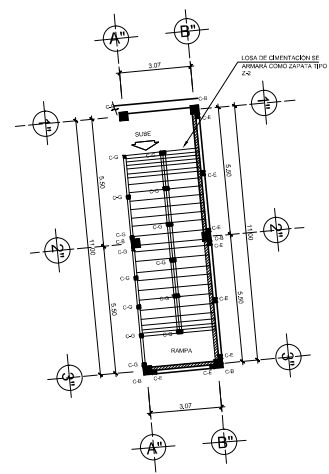
PLANTA DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS
SÓTANO MÓDULOS A - B - C

ESC: 1/100



PLANTA DE CIMENTACIÓN
SÓTANO MÓDULO B

ESC: 1/100



PLANTA DE CIMENTACIÓN
SÓTANO MÓDULO C

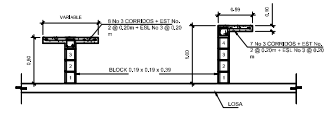
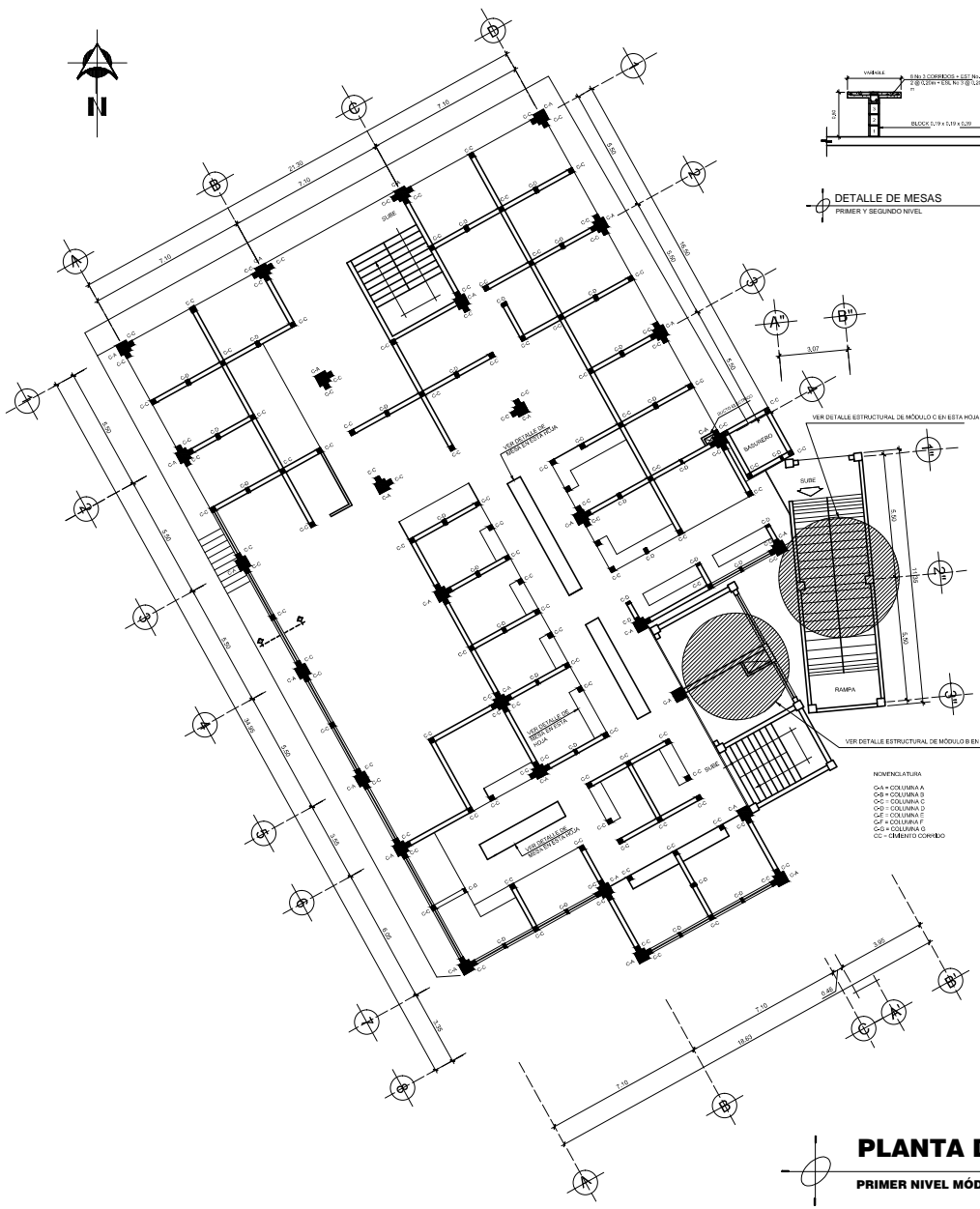
ESC: 1/100



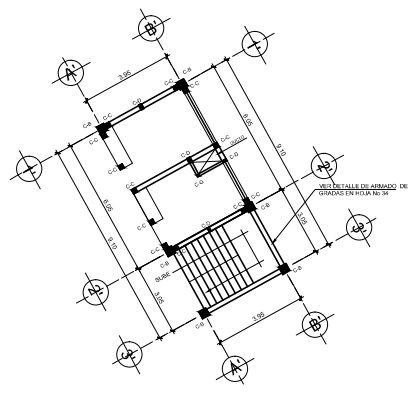
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUETZALTENANGO

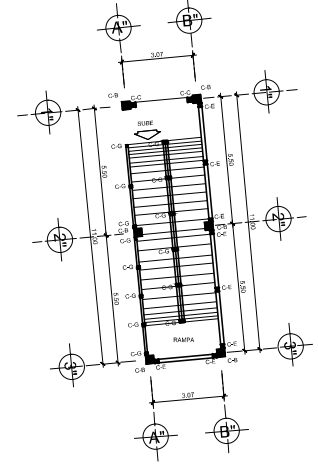
DISEÑO: EQUIPO DISEÑO 11	CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIÓN	No. HOJA 12 / 36
CALCULO: EQUIPO DISEÑO 11	Valia:	
DIBUJO: EQUIPO DISEÑO 11	Ing. Luis Guerrero Alvaro Vela ASesor	
ESCALA: 1:1		
REVISIÓN: 01		
FECHA: OCT - 2013		



DETALLE DE MESAS
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL
ESC: 1/40



PLANTA DE COLUMNAS
PRIMER NIVEL MÓDULO B
ESC: 1/100



PLANTA DE COLUMNAS
PRIMER NIVEL MÓDULO C
ESC: 1/100

PLANTA DE COLUMNAS
PRIMER NIVEL MÓDULOS A - B - C
ESC: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

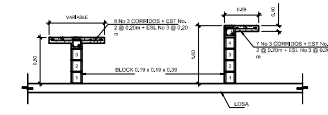
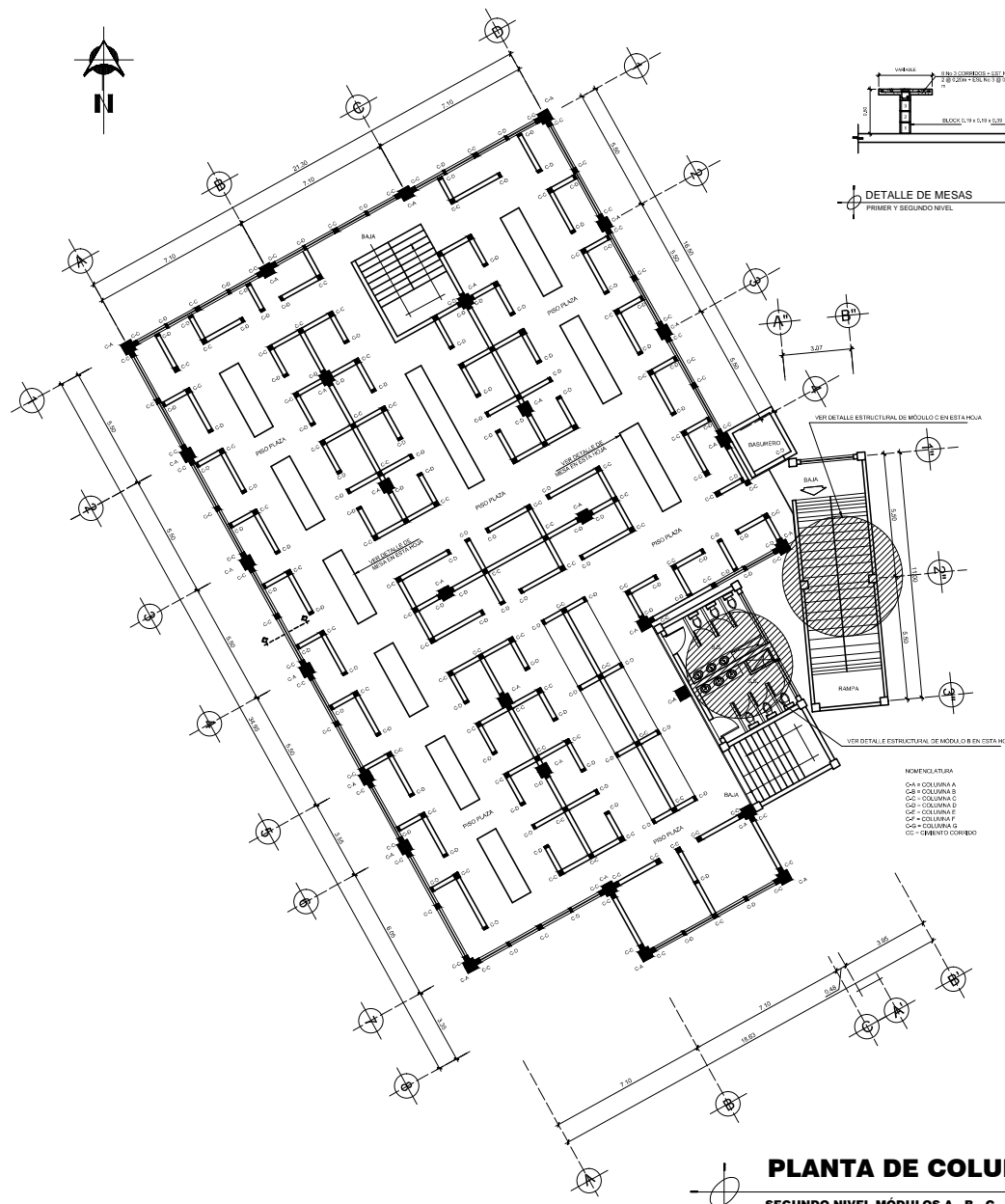
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUETZALTENANGO

DISEÑO:
CALCULO:
DIBUJO:
REVISADO:
ESCALA:
FECHA:

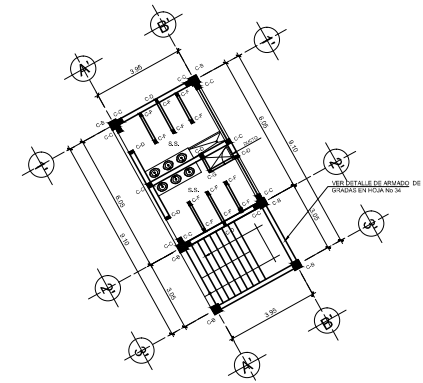
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIÓN

Nº. HOJA: 13
VALOR: 36

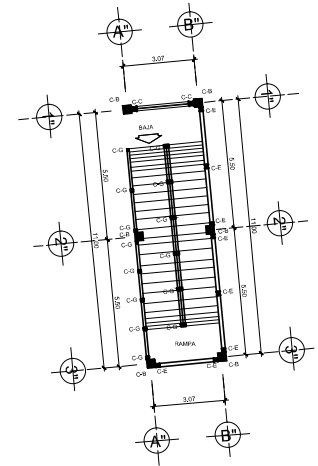
ING. LUIS GERARDO ALVARO VIELO
ABSOR



DETALLE DE MESAS
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL
ESC: 1/40



PLANTA DE COLUMNAS
SEGUNDO NIVEL MÓDULO B
ESC: 1/100



PLANTA DE COLUMNAS
SEGUNDO NIVEL MÓDULO C
ESC: 1/100

- NOVENCLATURA
- CA = COLUMNA A
 - CB = COLUMNA B
 - CC = COLUMNA C
 - CD = COLUMNA D
 - CE = COLUMNA E
 - CF = COLUMNA F
 - CG = COLUMNA G
 - CC = CREMOTO CONCRETO

PLANTA DE COLUMNAS

SEGUNDO NIVEL MÓDULOS A - B - C
ESC: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

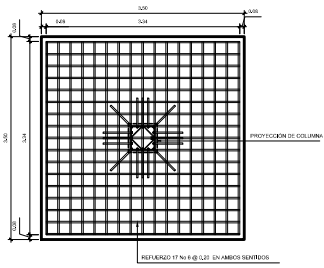
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

ELABORADO:
CALCULO:
DISEÑO:
REVISADO:
ESCALA:
FECHA:
OCT - 2013

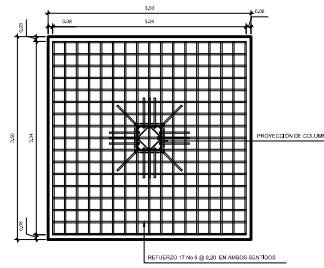
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACION

No. HOJA
14
36

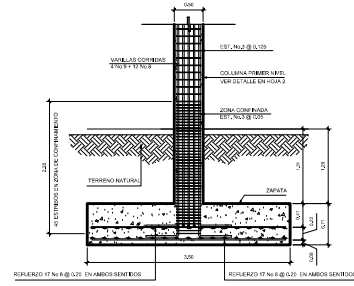
Valia: ING. LUIS GREGORIO ALVARO VIELO
INGENIERO



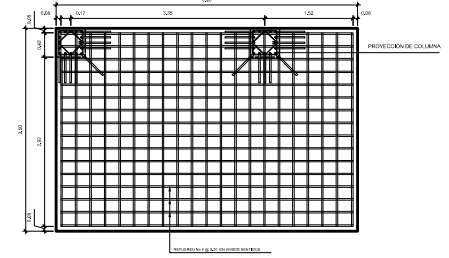
PLANTA DE ZAPATA Z-1
ZAPATA CONCÉNTRICA - PARRILLA SUPERIOR
ESC: 1/40



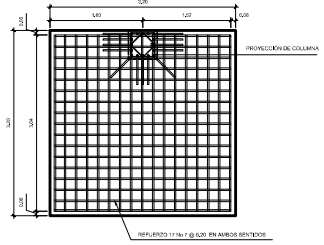
PLANTA DE ZAPATA Z-1
ZAPATA CONCÉNTRICA - PARRILLA INFERIOR
ESC: 1/40



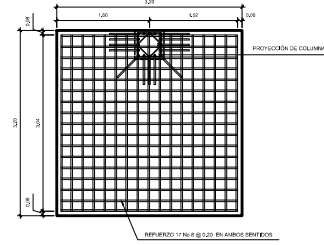
DETALLE ARMADO DE ZAPATA Z-1
ZAPATA CONCÉNTRICA
ESC: 1/40



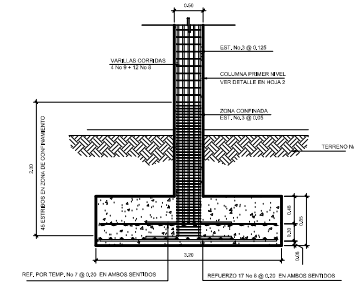
PLANTA DE ZAPATA Z-4
ZAPATA COMBINADA - PARRILLA SUPERIOR
ESC: 1/40



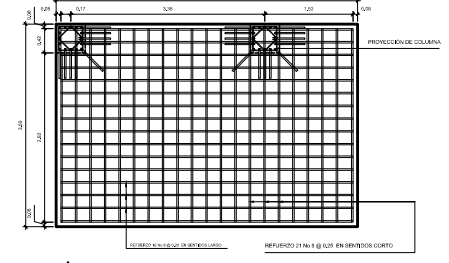
PLANTA DE ZAPATA Z-2
ZAPATA EXCÉNTRICA - PARRILLA SUPERIOR
ESC: 1/40



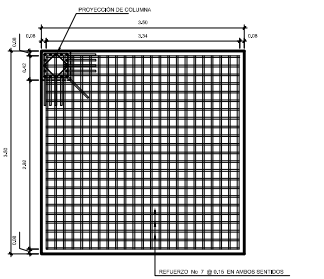
DETALLE DE ZAPATA Z-2
ZAPATA EXCÉNTRICA - PARRILLA INFERIOR
ESC: 1/40



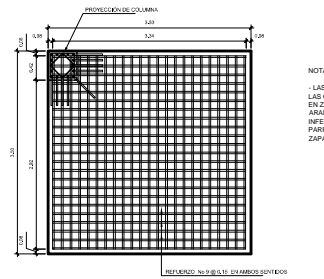
DETALLE ARMADO DE ZAPATA Z-2
ZAPATA EXCÉNTRICA
ESC: 1/40



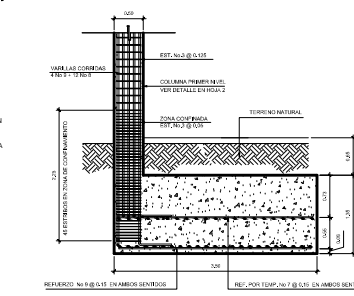
PLANTA DE ZAPATA Z-4
ZAPATA COMBINADA - PARRILLA INFERIOR
ESC: 1/40



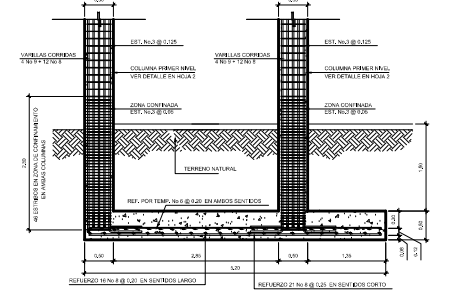
PLANTA DE ZAPATA Z-3
ZAPATA DE ESQUINA - PARRILLA SUPERIOR
ESC: 1/40



PLANTA DE ZAPATA Z-3
ZAPATA DE ESQUINA - PARRILLA INFERIOR
ESC: 1/40



DETALLE ARMADO DE ZAPATA Z-3
ZAPATA DE ESQUINA
ESC: 1/40



DETALLE DE ARMADO ZAPATA Z-4
ZAPATA COMBINADA
ESC: 1/40

NOTA:
- LAS VARILLAS DE ESQUINA EN LAS COLUMNAS QUE MUERAN EN ZAPATAS QUEDARÁN ARMADAS SOBRE LA PARRILLA INFERIOR, RESTO EN LA PARRILLA SUPERIOR DE ZAPATAS

DETALLES DE ZAPATAS

ESC: INDICADA

LONGITUD DE DESARROLLO Y TRASLAPES SEGÚN Ø Y VARILLAS		LONG. DE TRASLAPES (L _T)		DISTANCIA ENTRE TRASLAPES (E _T)	
N° VARILLAS	USANDO 90° Y 180°	USANDO 90°	USANDO 180°	USANDO 90°	USANDO 180°
3	0.20 m	0.35 m	0.40 m	0.75 m	0.75 m
4	0.25 m	0.40 m	0.40 m	0.75 m	0.75 m
5	0.30 m	0.50 m	0.40 m	0.75 m	0.75 m
6	0.40 m	0.60 m	0.50 m	0.75 m	0.75 m
7	0.45 m	0.75 m	0.75 m	0.75 m	0.75 m
8	0.50 m	0.90 m	0.90 m	0.75 m	0.75 m
9	0.55 m	0.90 m	1.10 m	0.85 m	0.85 m



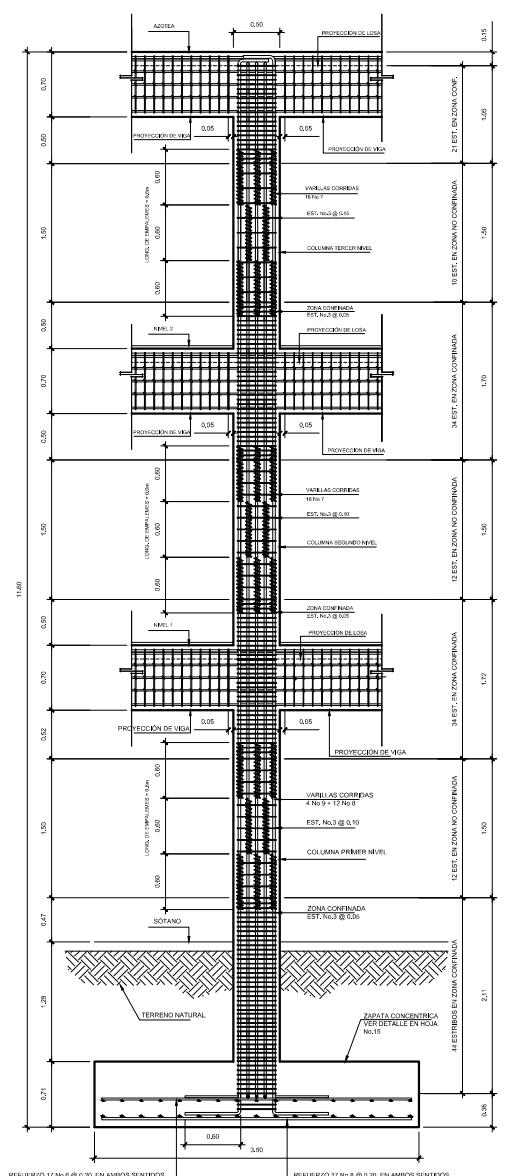
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUETZALTENANGO

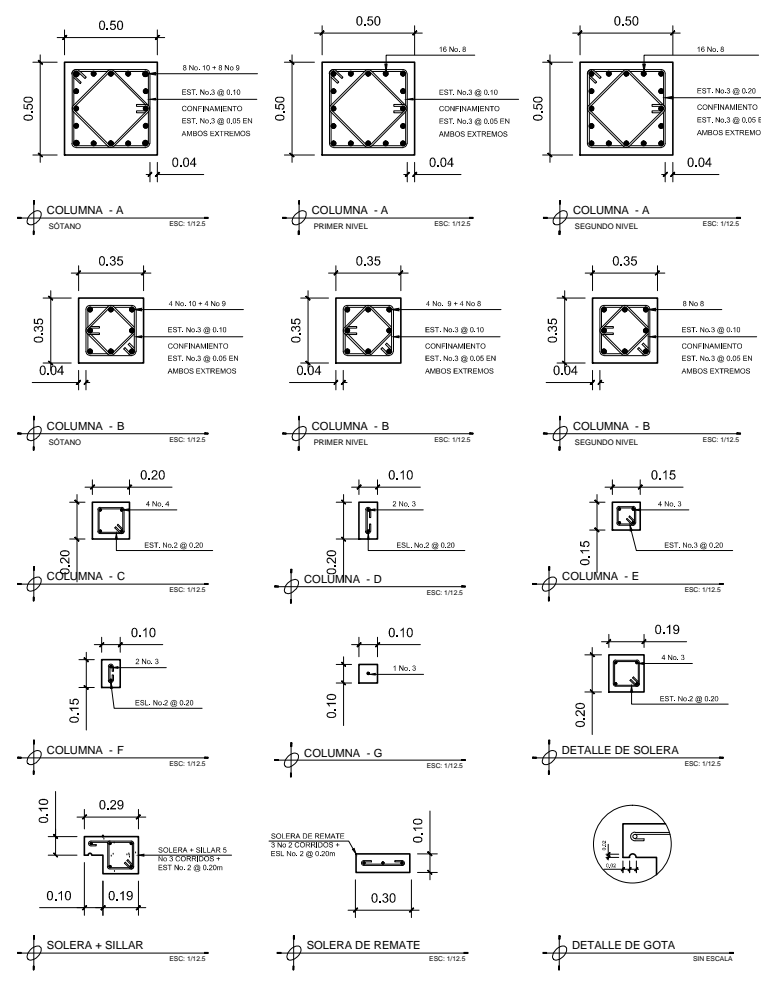
CONTENIDO: DETALLE DE COLUMNAS Y CIMENTOS

Elaborado por: [Nombre]
Dibujado por: [Nombre]
Escala: [Escala]
Fecha: OCT - 2013

Nº HOJA: 15
36



DETALLE DE ARAMADO EN COLUMNA
COLUMNA TIPO - A
ESC: 1/25



DETALLE DE COLUMNAS + SOLERAS
ESC: 1/12.5

ESPECIFICACIONES

- PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE UTILIZARA
- RESISTENCIA DEL CONCRETO DE 4000 PSI ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$)
 - ACERO CORRUGADO GRADO 60 (4200 kg/cm²)
 - RECURBIMIENTO MÍNIMO SEGUN ACI 318 -08 SECC. 7.7.1
 - LOSAS, MUROS VIGIETAS: 40mm
 - CONCRETO COLOCADO CONTRA EL SUELO 75mm
 - LA COLOCACION DE ESTRIBOS SERA DE MANERA QUE LOS GANCHOS QUEDEN ORIENTADOS ENTRE SI (ROTADOS)
 - PRIMER ESTRIBO A 0.05m SEGUN ACI 318-08 SECC. 21.3.4.2
 - ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS SEGUN ACI 318 -08 SECC. 7.6.3
 - ± 1.5 db. ± 1.4 db.
 - ESPACIAMIENTO ENTRE VARILLAS LONG. IGUAL O MENOR A 150 mm ACI 318 -08 SECC. 7.10.5.
 - NO SE HACEPTAN TRASLAPES EN ZONA DE CONFINAMIENTO SEGUN ACI 318 -08 CAP. 12

- PARAMETROS DE DISEÑO
- C.V. = 500 kg/m² (ENTREPISO)
 - C.V. = 200 kg/m² (AZOTEA)
 - SOBRECARGA = 100 kg/m²
 - $\gamma = 4.200 \text{ kg/cm}^3$ (GRADO 60)
 - $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4,000 PSI)
 - $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$
 - $\gamma_s = 0.8$ (norma 2)

NOTA:

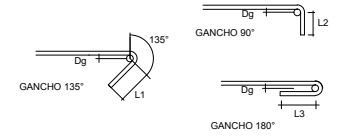
- COLUMNA ULTIMA DEL EJJE A SE ARMARA CON 8 No 10 Y 8 No 11
- LA SECCION TIPICA PARA LA COLUMNA TIPO B SERA LA MISMA COMO SE INDICA PARA LA COLUMNA TIPO A
- COLUMNA TIPO C. PARA COLUMNAS EN MUROS MEDIOS SE ARMARA CON No. 3

LONGITUD DE DESARROLLO Y TRASLAPES SEGUN O VARILLAS

No. VARILLAS	L1 GANCHOS 90° Y 135°	LONG. DE DESARROLLO (L2)	LONG. DE TRASLAPES (L3)	DISTANCIA ENTRE TRASLAPES (DT)
3	0.20 m	0.35 m	0.40 m	0.75 m
4	0.25 m	0.40 m	0.40 m	0.75 m
5	0.30 m	0.50 m	0.40 m	0.75 m
6	0.40 m	0.60 m	0.55 m	0.75 m
7	0.45 m	0.75 m	0.75 m	0.75 m
8	0.50 m	0.80 m	0.90 m	0.75 m
9	0.55 m	0.90 m	1.10 m	0.85 m

GANCHO DE REFUERZO

No	Dg	L1	L2	L3
3	0.06	0.10	0.15	0.10
4	0.08	0.15	0.20	0.10
5	0.10	0.16	0.20	0.10
6	0.12	---	0.25	0.10
7	0.14	---	0.30	0.10
8	0.16	---	0.35	0.10
9	0.18	---	0.40	0.10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

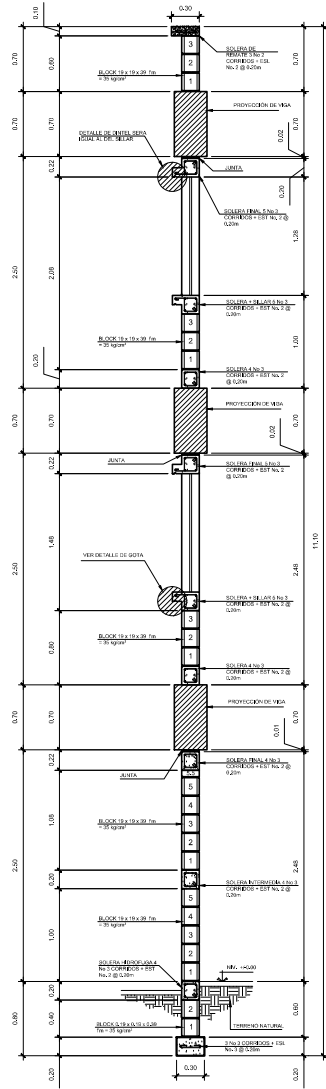
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

ELABORADO: []
CALCULO: []
DISEÑO: []
REVISADO: []
ESCALA: []
FECHA: OCT. 2013

CONTENIDO: DETALLES DE COLUMNAS Y SOLERAS

No. HOJA: 16
36

Valia: ING. LUIS GONZALEZ ALVARO VILLORESOR



SECCIÓN TÍPICA DE MURO
SECCIÓN Y - Y
ESC: 1/25

No. VARILLAS	LD GANCHOS 90° Y 180°	LONG. DE DESARROLLO (LD)	LONG. DE TRASLAPE (LT)	DISTANCIA ENTRE TRASLAPE (DT)
3	0,20 m	0,35 m	0,40 m	0,75 m
4	0,25 m	0,40 m	0,40 m	0,75 m
5	0,30 m	0,50 m	0,40 m	0,75 m
6	0,40 m	0,60 m	0,55 m	0,75 m
7	0,45 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m
8	0,50 m	0,80 m	0,80 m	0,75 m
9	0,55 m	0,90 m	1,10 m	0,85 m

ESPECIFICACIONES

- PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE UTILIZARÁ
- RESISTENCIA DEL CONCRETO DE 4000 PSI ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$)
 - ACERO CORRUGADO GRADO 60 (4200 kg/cm^2)
 - RECUBRIMIENTO MÍNIMO SEGUN ACI 318 -08 SECC. 7.7.1
 - LOSAS, MUROS VIGUETAS ----- 40mm
 - CONCRETO COLOCADO CONTRA EL SUELO ----- 75mm
 - LA COLOCACION DE ESTRIBOS SERA DE MANERA QUE LOS GANCHOS QUEDEN OPUESTOS ENTRE SI (ROTADOS)
 - PRIMER ESTRIBO A 0.05m SEGUN ACI 318-08 SECC. 21.3.4.2
 - ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS SEGUN ACI 318 -08 SECC. 7.6.3
 - ESPACIAMIENTO ENTRE VARILLAS LONG. = 1.33 T.M
 - NO SE HACEPTAN TRASLAPES EN ZONA DE CONFINAMIENTO SEGUN ACI 318 - 08 CAP. 12

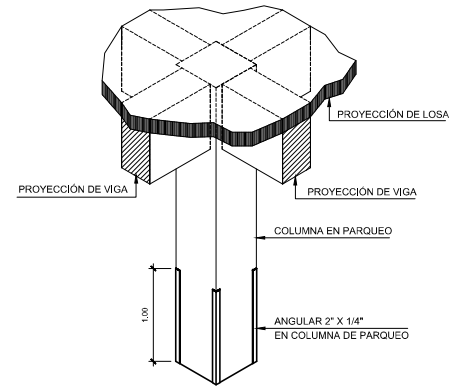
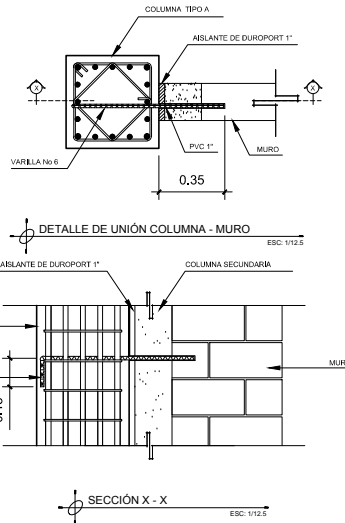
- PARAMETROS DE DISEÑO:
- C.V. = 500 kg/m^2 (ENTREPISO)
 - C.V. = 200 kg/m^2 (AZOTEA)
 - SOBRECARGA = 100 kg/m^2
 - $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ (GRADO 60)
 - $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4,000 PSI)
 - $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$
 - $V_s = 28 \text{ Ton/m}^2$

NOTA:

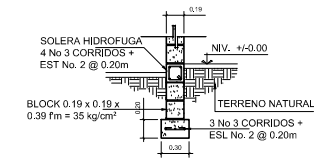
- COLUMNA ULTIMA DEL EJE A SE ARMARA CON 6 No 10 Y 6 No 11

- LA SECCIÓN TÍPICA PARA LA COLUMNA TIPO B SERA LA MISMA COMO SE INDICA PARA LA COLUMNA TIPO A

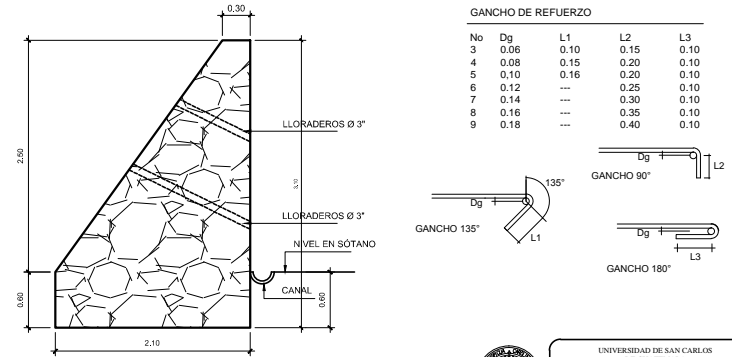
- COLUMNA TIPO C, PARA COLUMNAS EN MUROS MEDIOS SE ARMARA CON No. 3



DETALLE DE PROTECCIÓN EN COLUMNAS
SÓTANO MÓDULOS A - B
ESC: 1/25



DETALLE DE CIMENTO CORRIDO
ESC: 1/12.5



No	Dg	L1	L2	L3
3	0.06	0.10	0.15	0.10
4	0.08	0.15	0.20	0.10
5	0.10	0.16	0.20	0.10
6	0.12	---	0.25	0.10
7	0.14	---	0.30	0.10
8	0.16	---	0.35	0.10
9	0.18	---	0.40	0.10

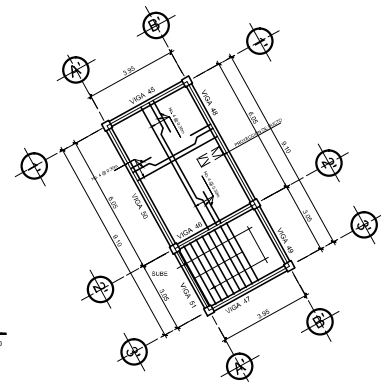
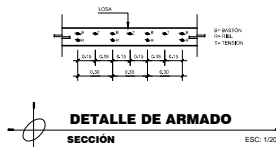
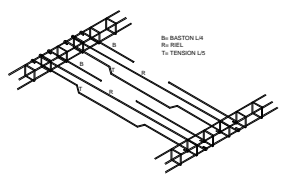
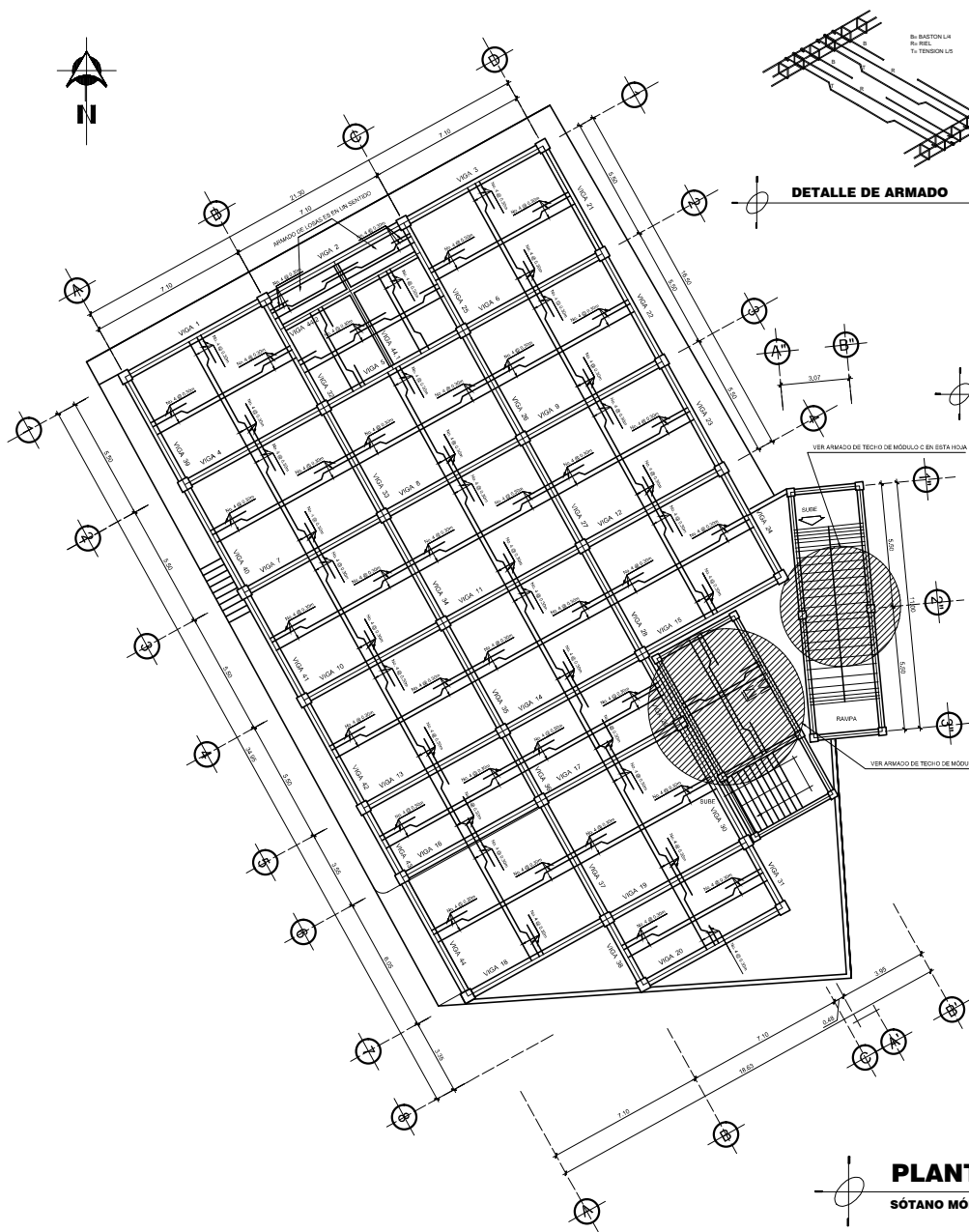


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

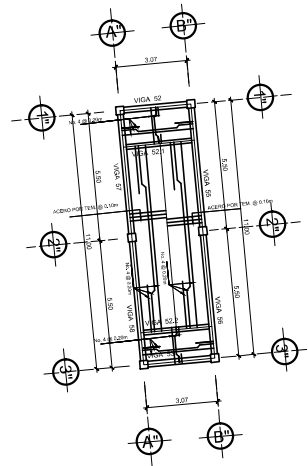
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

CONTENIDO: DETALLES DE MURO Y COLUMNAS

FECHA: OCT - 2013
No. HOJA: 17
36



PLANTA DE TECHOS
SÓTANO MÓDULO B
ESC: 1/100



PLANTA DE TECHOS
SÓTANO MÓDULO C
ESC: 1/100

PLANTA DE TECHOS
SÓTANO MÓDULOS A - B - C
ESC: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

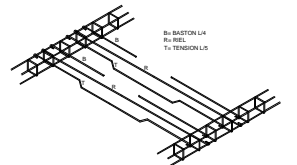
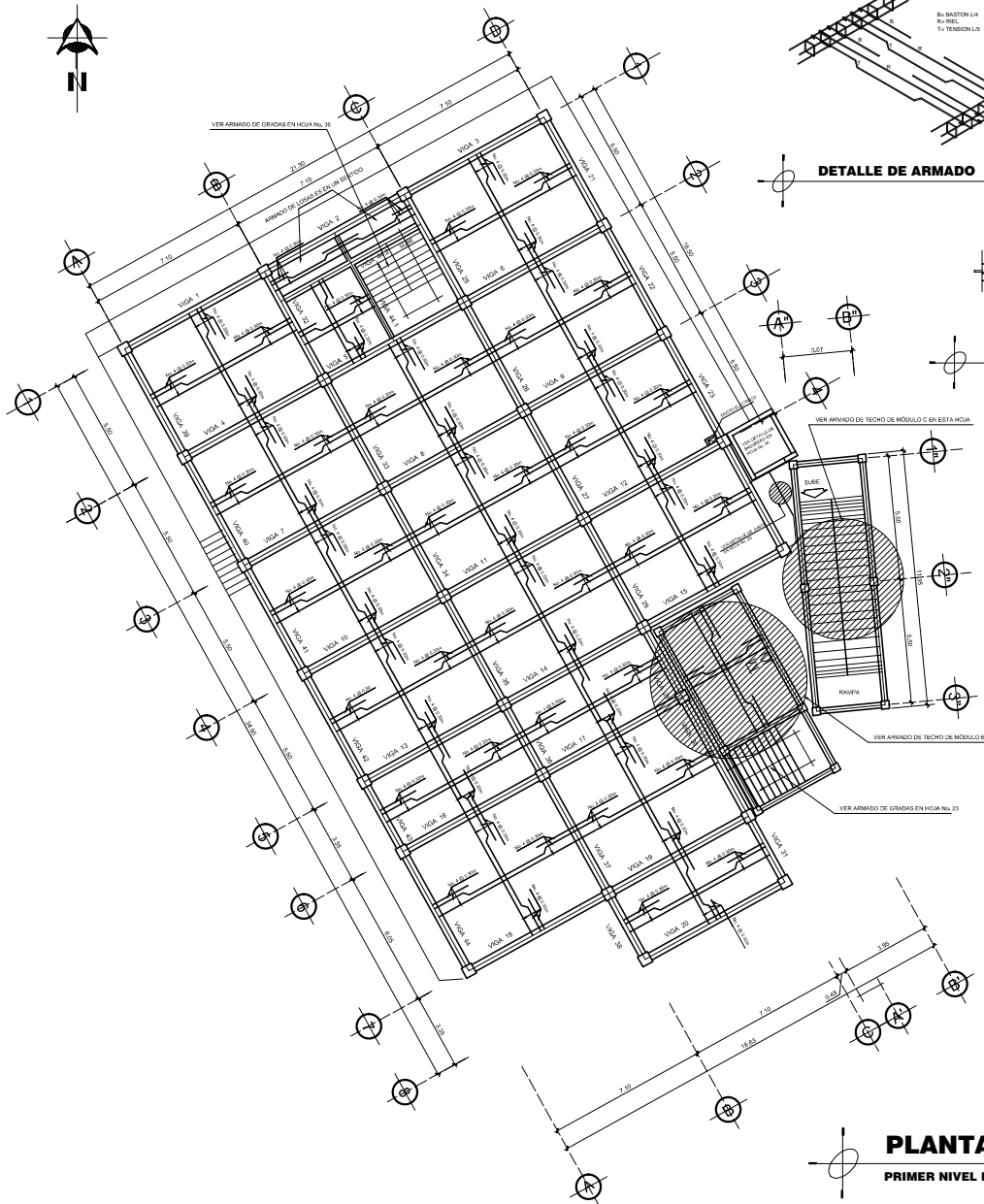
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUETZALTENANGO

ELABORADO:
CALCULO:
DISEÑO:
REVISADO:
ESCALA:
FECHA:
OCT - 2013

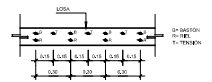
CONTENIDO: PLANTA DE TECHOS

No. HOJA: 18
36

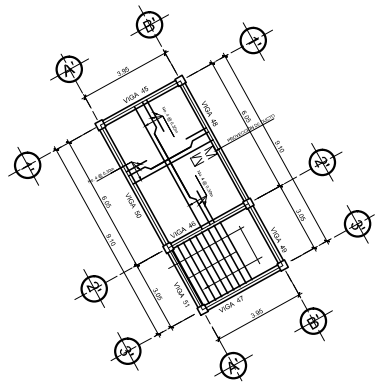
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VIELA
INGENIERO



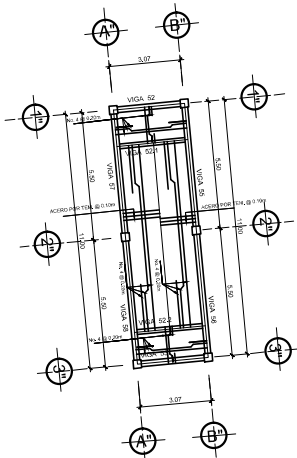
DETALLE DE ARMADO
SIN ESCALA



DETALLE DE ARMADO
SECCIÓN
ESC: 1/20



PLANTA DE TECHOS
PRIMER NIVEL MÓDULO B
ESC: 1/100



PLANTA DE TECHOS
PRIMER NIVEL MÓDULO C
ESC: 1/100

PLANTA DE TECHOS
PRIMER NIVEL MÓDULO A - B - C
ESC: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

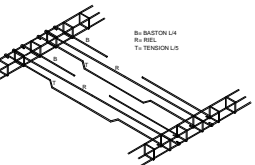
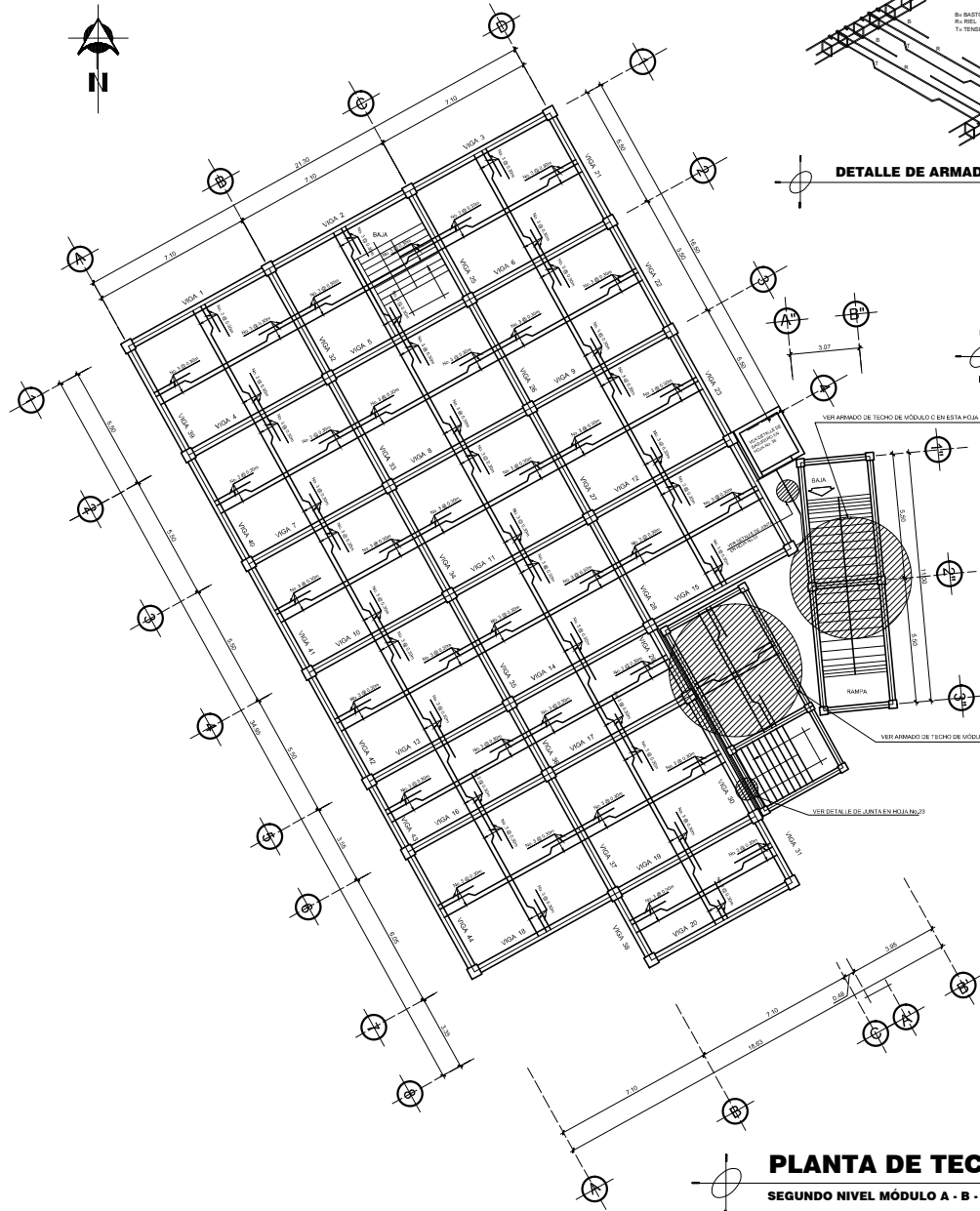
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

DISEÑO: EDUARDO DONALDO
CALCULO: EDUARDO DONALDO
DIBUJO: EDUARDO DONALDO
ESCALA:
REVISADO:
FECHA: OCT. 2013

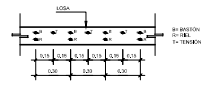
CONTENIDO: PLANTA DE TECHOS

No. HOJA: 19
36

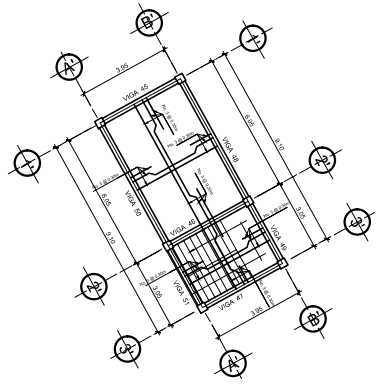
ING. LUIS GESSORO ALFARO VILLO
ABSOR



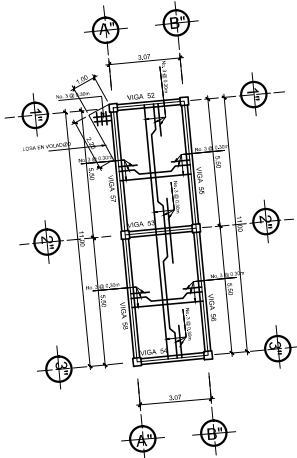
DETALLE DE ARMADO
SIN ESCALA



DETALLE DE ARMADO
SECCIÓN
ESC: 1/20



PLANTA DE TECHOS
SEGUNDO NIVEL MÓDULO B
ESC: 1/100



PLANTA DE TECHOS
SEGUNDO NIVEL MÓDULO C
ESC: 1/100

PLANTA DE TECHOS

SEGUNDO NIVEL MÓDULO A - B - C
ESC: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

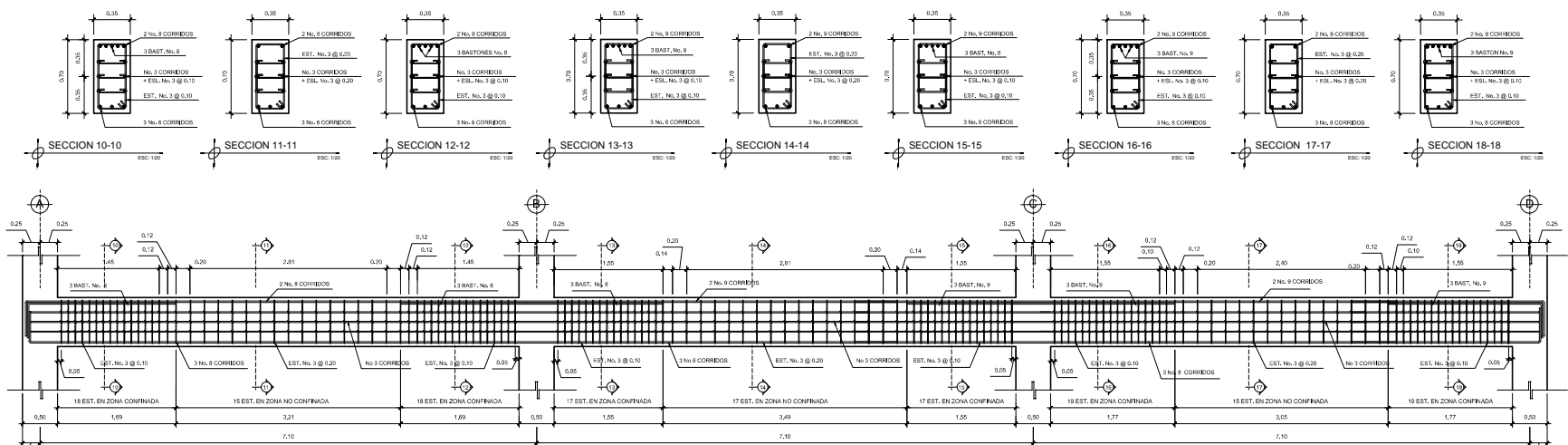
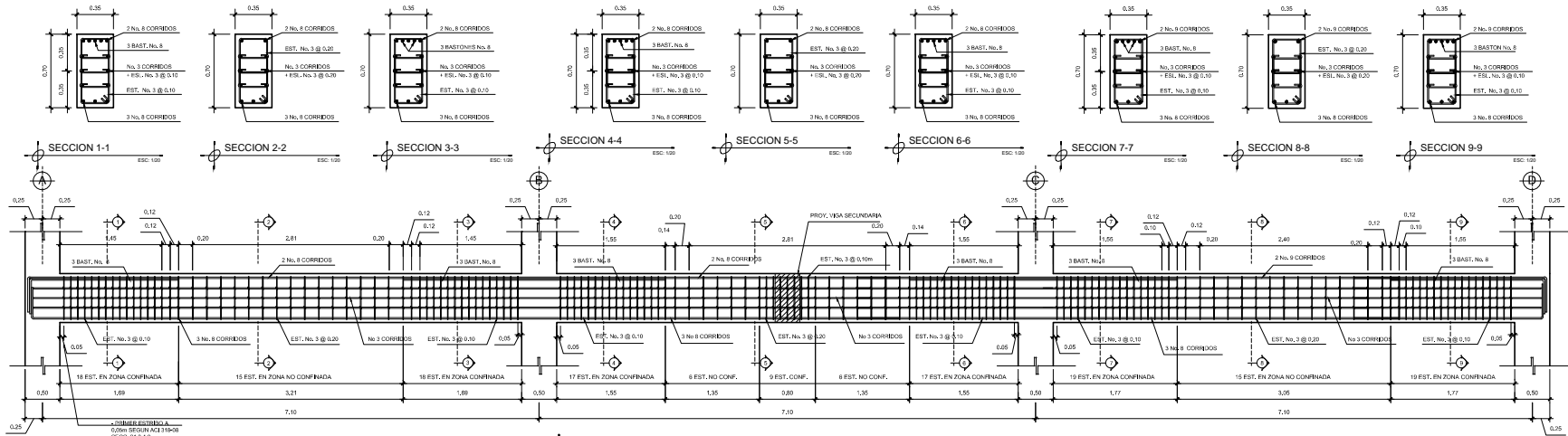
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

DISEÑO:
ELABORADO:
CALCULO:
REVISADO:
ESCALA:
FECHA:
OCT - 2013

CONTENIDO: PLANTA DE TECHOS

Nº. HOJA: 20
VALOR: 36

ING. LUIS GREGORIO ALVARO VELA
ASESOR

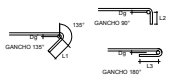


ESPECIFICACIONES

PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE UTILIZARA
 RESISTENCIA DEL CONCRETO DE 4000 PSI (fc = 280 kg/cm²)
 ACERO CORRUGADO GRADO 60 (4200 kg/cm²)
 RECURBIMIENTO MINIMO SEGUN ACI 318-08 SECC. 7.7.1
 LOSAS MUROS VIGUETAS ----- 40mm
 CONCRETO COLOCADO CONTRA EL SUELO ----- 75mm
 LA COLOCACION DE ESTRIOS SERA DE MANERA QUE LOS GANCHOS QUEDEN OPUESTOS ENTRE SI (ROTADOS)
 PRIMER ESTRIBO A USAR SEGUN ACI 318-08 SECC. 21.3.4.2
 ESPACIAMIENTO ENTRE VARILLAS LONG. IGUAL O MENOR A 150 mm ACI 318-08 SECC. 7.10.5
 1 x 5.6. 1 x 4.0. 2 x 3.17 M
 PARAMETROS DE DISEÑO
 C.V. = 200 kg/m² (AZOTEN)
 SOBRECARGA = 100 kg/m²
 fy = 4200 kg/cm² (GRADO 60)
 fc = 280 kg/cm² (4000 PSI)
 fm = 35 kg/cm²
 Va = 26 Ton/m²

GANCHO DE REFUERZO

No	Dg	L1	L2	L3
3	0.06	0.10	0.15	0.10
4	0.06	0.15	0.20	0.10
5	0.10	0.16	0.20	0.10
6	0.12	---	0.25	0.10
7	0.14	---	0.30	0.10
8	0.16	---	0.35	0.10
9	0.18	---	0.40	0.10



LONGITUD DE DESARROLLO Y TRASLAPES SECCION 8 VARILLAS

No VARILLAS	LONGITUD DE DESARROLLO (Ld)	LONGITUD DE TRASLAPES (Ll)	DISTANCIA ENTRE TRASLAPES (Ds)
3	0.20 m	0.35 m	0.40 m
4	0.25 m	0.40 m	0.45 m
5	0.30 m	0.50 m	0.50 m
6	0.40 m	0.60 m	0.55 m
7	0.45 m	0.75 m	0.75 m
8	0.50 m	0.80 m	0.90 m
9	0.55 m	0.90 m	1.10 m



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL

UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

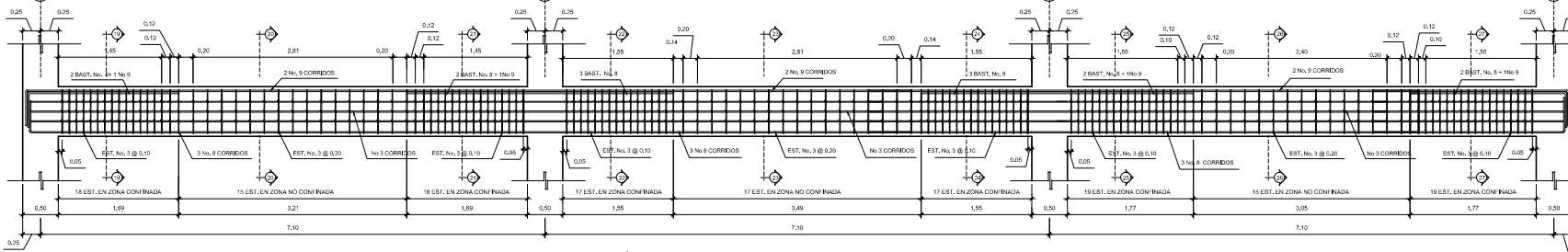
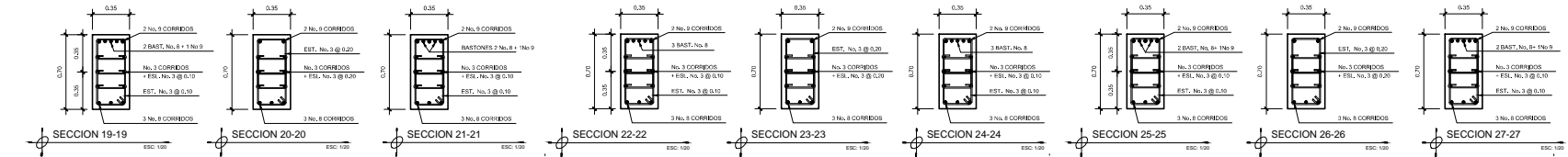
CONTENIDO: DETALLE DE VIGAS

FECHA: 21 OCT. 2013

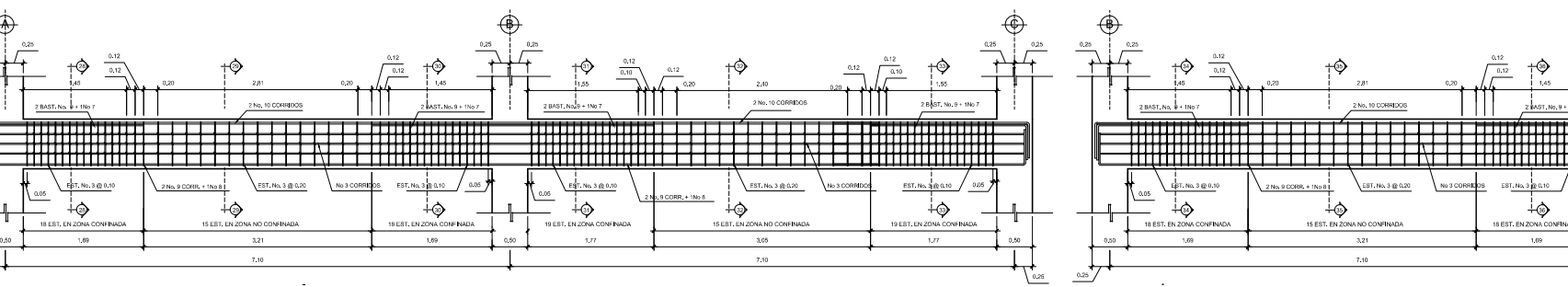
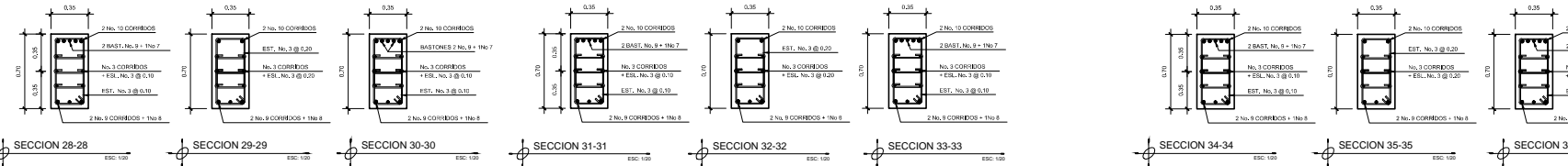
ING. LUIS GREGORIO ALVARO VELA GARCIA

No. HOJA: 21

36



DETALLE DE VIGA V-13, V-14, V-15
MÓDULO A
ESC: 1/30



DETALLE DE VIGA V-16, V-17, V-18, V-19
MÓDULO A
ESC: 1/30

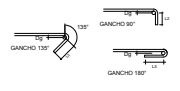
ESPECIFICACIONES

PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE UTILIZARÁ:
 - RESISTENCIA DEL CONCRETO DE 4000 PSI (f'c = 280 kg/cm²)
 - ACERO CORRUGADO GRADO 60 (400 kg/cm²)
 - REFORZAMIENTO MÍNIMO SEGUN ACI 318-08 SECC. 7.11
 - LOCAL MUROS VIGUETAS = 40mm
 - CONCRETO COLADO CONTRA EL SUELO = 75mm
 - LA COLOCACION DE ESTRIBOS SERA DE MANERA QUE LOS GANCHOS QUEDEN OPUESTOS ENTRE SI ROTACIONES
 - PRIMER ESTRIBO A 0.05m SEGUN ACI 318-08 SECC. 21.3.4.2
 - ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS SEGUN ACI 318-08 SECC. 7.8.3
 - 1.5d, 8.4mm, 1.33 1M
 - ESPACIAMIENTO ENTRE VARILLAS LONG. IGUAL O MENOR A 150 mm ACI 318-08 SECC. 7.10.5

PARAMETROS DE DISEÑO
 - C.V. = 500 kg/m² (ENTRERIBSO)
 - C.V. = 200 kg/m² (AZOTEA)
 - SOBRECARGA = 100 kg/m²
 - W = 4.200 kg/m³ (GRADO 60)
 - f'c = 280 kg/cm² (4000 PSI)
 - f'w = 36 kg/cm²
 - V = 26 T/m²

GANCHO DE REFORZADO

No.	Dg	L1	L2	L3
3	0.58	0.10	0.15	0.10
4	0.58	0.15	0.20	0.10
5	0.10	0.16	0.20	0.10
6	0.12	---	0.25	0.10
7	0.14	---	0.30	0.10
8	0.16	---	0.35	0.10
9	0.18	---	0.40	0.10



LONGITUD DE DESARROLLO Y TRASLAPES SECCION DE VARILLAS

LONGITUD DE DESARROLLO	LONG. DE DESARROLLO	LONG. DE TRASLAPES	DISTANCIA ENTRE TRASLAPES
1	1.20 m	0.35 m	0.75 m
2	0.25 m	0.40 m	0.40 m
3	0.35 m	0.50 m	0.40 m
4	0.40 m	0.60 m	0.50 m
5	0.45 m	0.70 m	0.75 m
6	0.50 m	0.80 m	0.75 m
7	0.55 m	0.90 m	0.75 m
8	0.60 m	1.00 m	0.75 m

DETALLE DE VIGA V-20
MÓDULO A
ESC: 1/30



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL

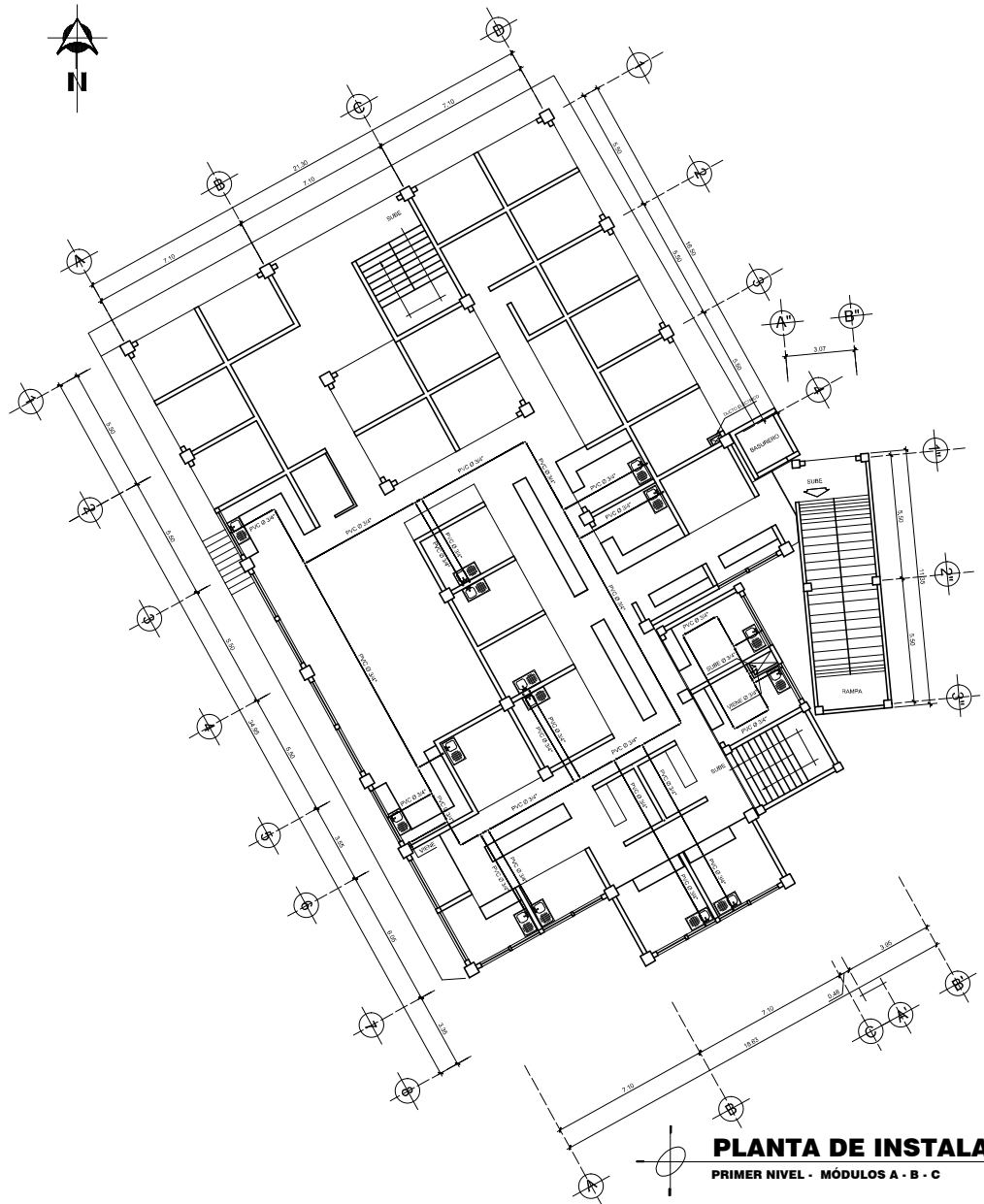
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

CONTENIDO: DETALLE DE VIGAS

NO. HOJA: 22
 TOTAL: 36

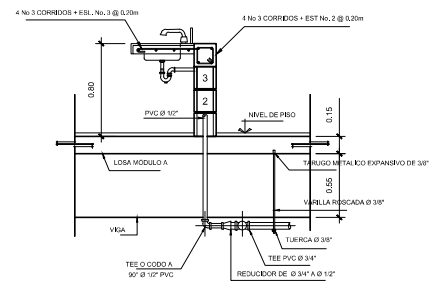
DISEÑO: EDUARDO DONALDO
 CALCULO: EDUARDO DONALDO
 DIBUJO: EDUARDO DONALDO
 ESCALA:
 REVISADO:
 FECHA: OCT. 2013

ING. LUIS GREGORIO ALVARO VELA
 INGENIERO



PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA
PRIMER NIVEL - MÓDULOS A - B - C

ESC: 1/100



DETALLE DE CONEXIÓN

ESC: 1/20

SIMBOLOGÍA DE INSTALACIÓN

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CONTADOR DE AGUA
	LLAVE DE GLOBO
	LLAVE DE COMPUERTA
	LLAVE DE CHEQUE
	CODO A 90° HACIA ARRIBA
	TEE HACIA ARRIBA
	CODO A 90° HORIZONTAL
	TEE HORIZONTAL
	GRIFO h=0.40 m S.N.P. EXCEPTO EN P.I.A.
	TUBERÍA DE AGUA FRÍA PVC Ø 3/4"

ESPECIFICACIONES:

- LAS VALVULAS QUE DEBERIAN SER INSTALADAS DENTRO DE UNA CAJA, SON LLAVE DE PASO, LLAVE DE GLOBO Y EL CONTADOR
- EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN ES DE 3/4" Y EL ABRANTO PARA ARMATEFACTOS ES DE 1/2"
- LAS UNIONES ENTRE TUBERÍA Y ACCESORIOS DE PVC SE HARÁN CON CEMENTO SOLVENTE DE SECADO RÁPIDO, SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE DEL PRODUCTO. EN LAS UNIONES DE ROSCA SE UTILIZARÁ CINTA TEFLÓN.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

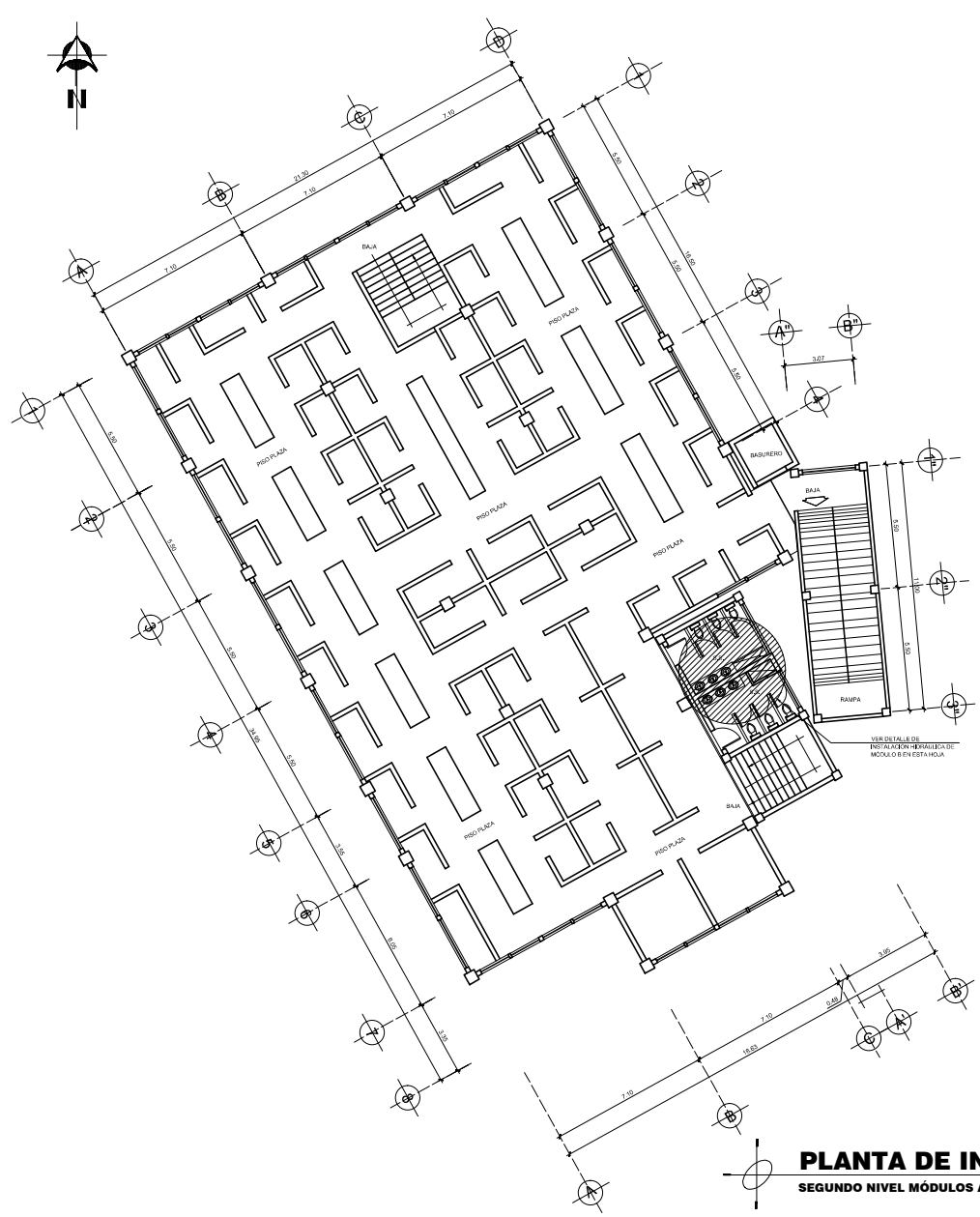
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUEZALTENANGO

ELABORADO:
CALCULO:
DISEÑO:
ESCALA:
FECHA:
OCT. - 2013

CONTENIDO:
PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA

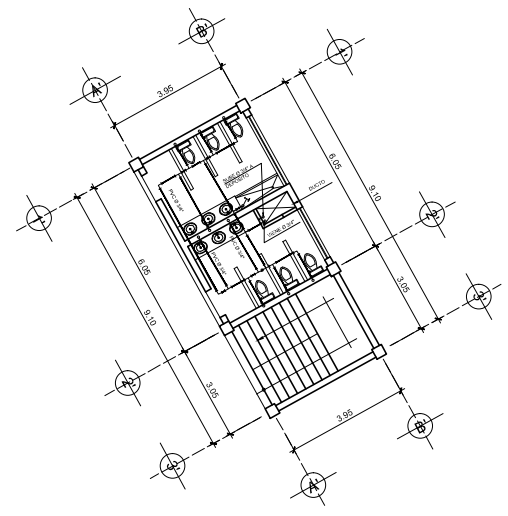
Nº. HOJA
25
36

ING. LUIS GREGORIO ALVARO VELA
INGENIERO



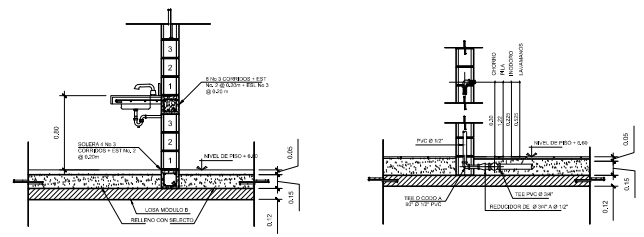
PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA
SEGUNDO NIVEL MÓDULOS A - B - C

ESC: 1/100



PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA
SEGUNDO NIVEL MÓDULO B

ESC: 1/75



DETALLES DE CONEXIÓN
SEGUNDO NIVEL MÓDULO B

ESC: 1/25

SIMBOLOGÍA DE INSTALACIÓN	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	CONTADOR DE AGUA
	LLAVE DE GLOBO
	LLAVE DE COMPUERTA
	LLAVE DE CHEQUE
	CODO A 90° HACIA ARRIBA
	TEE HACIA ARRIBA
	CODO A 90° HORIZONTAL
	TEE HORIZONTAL
	GRIFO 1/40.40.40 S.N.P. EXCEPTO EN FILA
	TUBERIA DE AGUA FRA. PVC D 3/4"

ESPECIFICACIONES:

- LAS VALVULAS QUE DEBERAN SER INSTALADAS DENTRO DE UNA CAJA, SON: LLAVE DE PASO, LLAVE DE GLOBO Y EL CONTADOR.
- EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DEL CIRCUITO PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN, ES DE 3/4" Y EL ABASTO PARA ARETEFACTOS ES DE 1/2"
- LAS UNIONES ENTRE TUBERÍA Y ACCESORIOS DE PVC, SE HARÁN CON CEMENTO SOLVENTE DE SECADO RÁPIDO, SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE DEL PRODUCTO. EN LAS UNIONES DE ROSCA SE UTILIZARÁ CANTA TEFLÓN.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

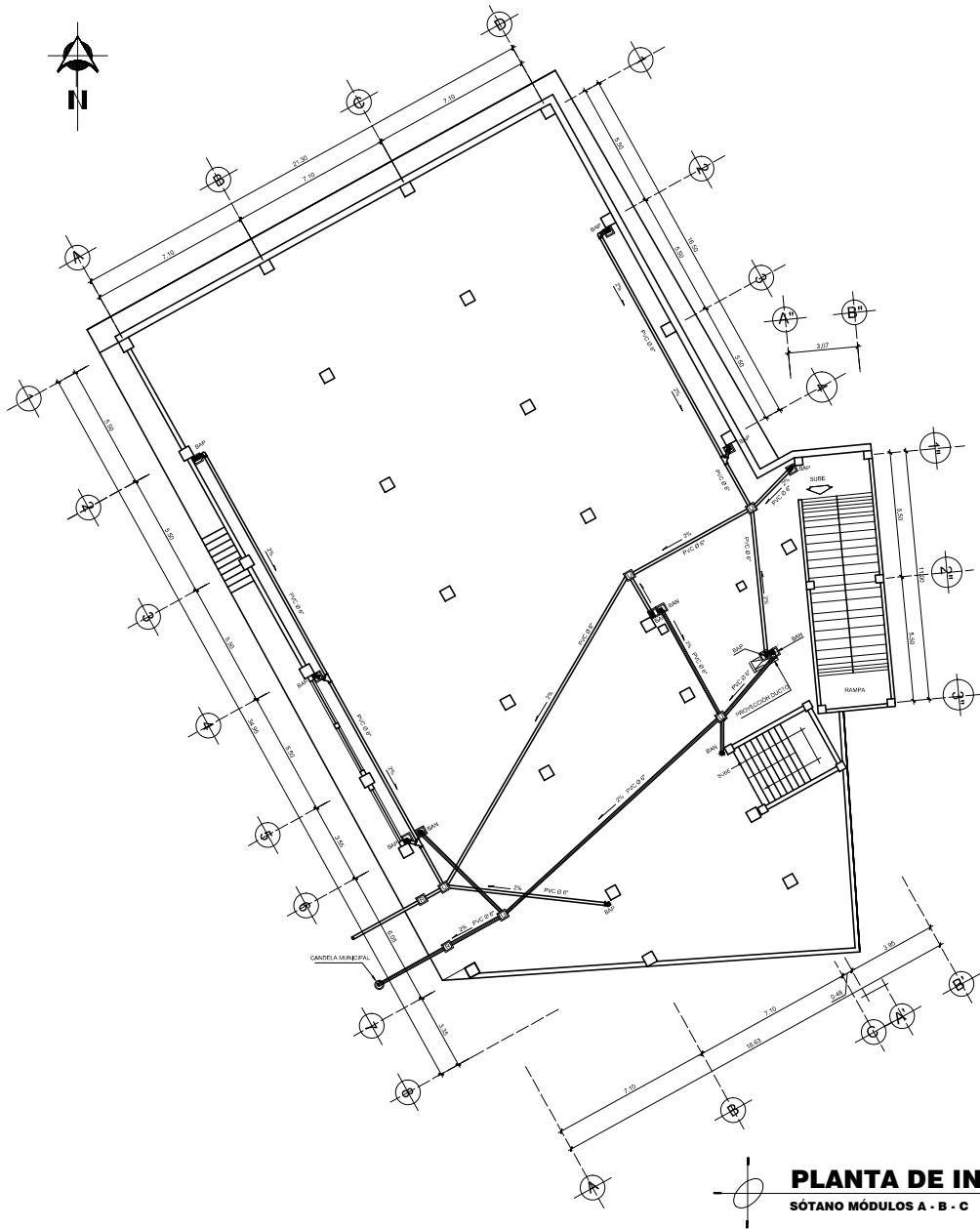
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUEZALTENANGO

ELABORADO: EQUIPO DISEÑO
CALCULO: EQUIPO DISEÑO
DISEÑO: EQUIPO DISEÑO
ESCALA:
FECHA: OCT - 2013

CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA

Nº. HOJA
26
36

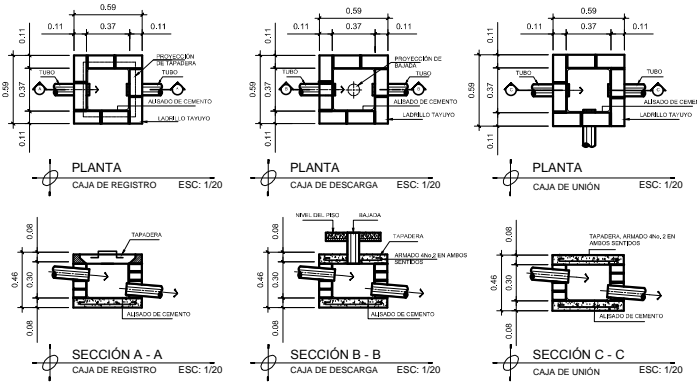
ING. LUIS GESSORO ALFARO VILLO
INGENIERO



PLANTA DE INSTALACIÓN DE DRENAJES

SÓTANO MÓDULOS A - B - C

ESC: 1/100



DETALLE DE CAJAS

ESC: 1/12.5

SIMBOLOGÍA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	BAJADA DE ARTEFACTO
	CODO 90° HACIA ARRIBA PVC
	CODO 90° HORIZONTAL PVC
	TEE HACIA ARRIBA PVC
	TEE HORIZONTAL PVC
	YEE PVC
	REDUCIDOR PVC DE Ø 3" A 2"
	SIFÓN TERMINAL PVC
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	INDICA SIFONTEO DE RESBANTE 2% MÍNIMO
	TUBERÍA DE AGUA PLUVIAL PVC Ø INDICADO
	TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS PVC Ø INDICADO
	CAJA DE UNIÓN
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA DE DESCARGA
	CANDELA

ESPECIFICACIONES:

- PARA RED GENERAL DE DRENAJES (AGUAS SERVIDAS Y PLUVIALES) UTILIZAR TUBERÍA DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC).

- PENDIENTE EN TUBERÍA, AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES = 2%

NOTA:

- LA TUBERÍA NO DEBERÁ ATRAVESAR NINGUN ELEMENTO ESTRUCTURAL (VIDAS Y COLUMNAS)

- LA TUBERÍA QUE SEA VISIBLE DE MANERA VERTICAL DEBERÁ SER FORRADA VER DETALLE.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

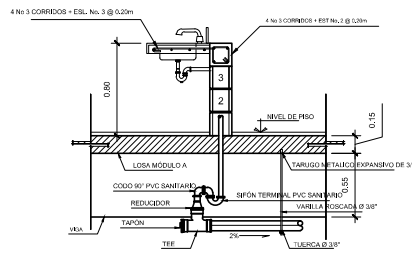
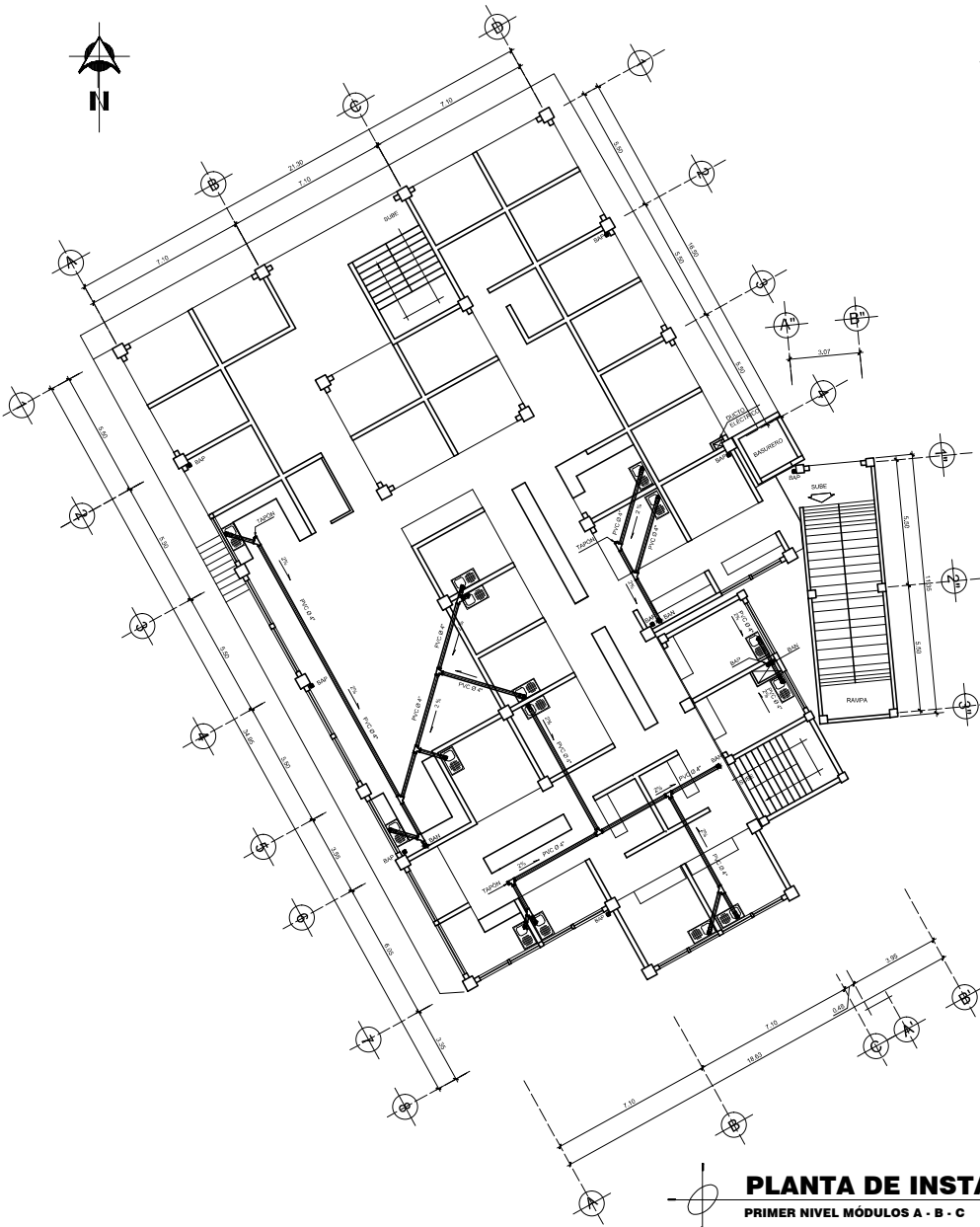
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUETZALTENANGO

ELABORADO: EQUIPO ZONALES
CALCULO: EQUIPO ZONALES
DISEÑO: EQUIPO ZONALES
ESCALA:
FECHA: OCT - 2013

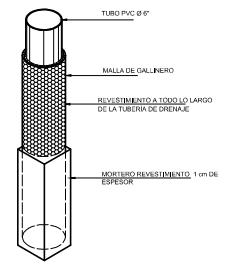
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN DE DRENAJES

No. HOJA: 27
36

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VIELA
ASESOR



DETALLE DE SIFÓN AEREO ESC: 1/10



DETALLE DE REVESTIMIENTO EN TUBERÍA ESCALA

DETALLE DE CONEXIÓN ESCALA INDICADA

SIMBOLOGÍA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
[Symbol]	BAJADA DE ARTEFACTO
[Symbol]	CODO 90° HACIA ARRIBA PVC
[Symbol]	CODO 90° HORIZONTAL PVC
[Symbol]	TEE HACIA ARRIBA PVC
[Symbol]	TEE HORIZONTAL PVC
[Symbol]	VEE PVC
[Symbol]	REDUCTOR PVC DE Ø 3\"/>

ESPECIFICACIONES:

- PARA RED GENERAL DE DRENAJES (AGUAS SERVIDAS Y PLUVIALES) UTILIZAR TUBERÍA DE CLORURO DE POLIVINIL (PVC)
- PENDIENTE EN TUBERÍA AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES = 2%

NOTA:

- LA TUBERÍA NO DEBERÍA ATRAVESAR NINGÚN ELEMENTO ESTRUCTURAL (VIGAS Y COLUMNAS)
- LA TUBERÍA QUE SEA VISIBLE DE MANERA VERTICAL DEBERÁ SER FORRADA VER DETALLE.

PLANTA DE INSTALACIÓN DE DRENAJES

PRIMER NIVEL MÓDULOS A - B - C

ESC: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

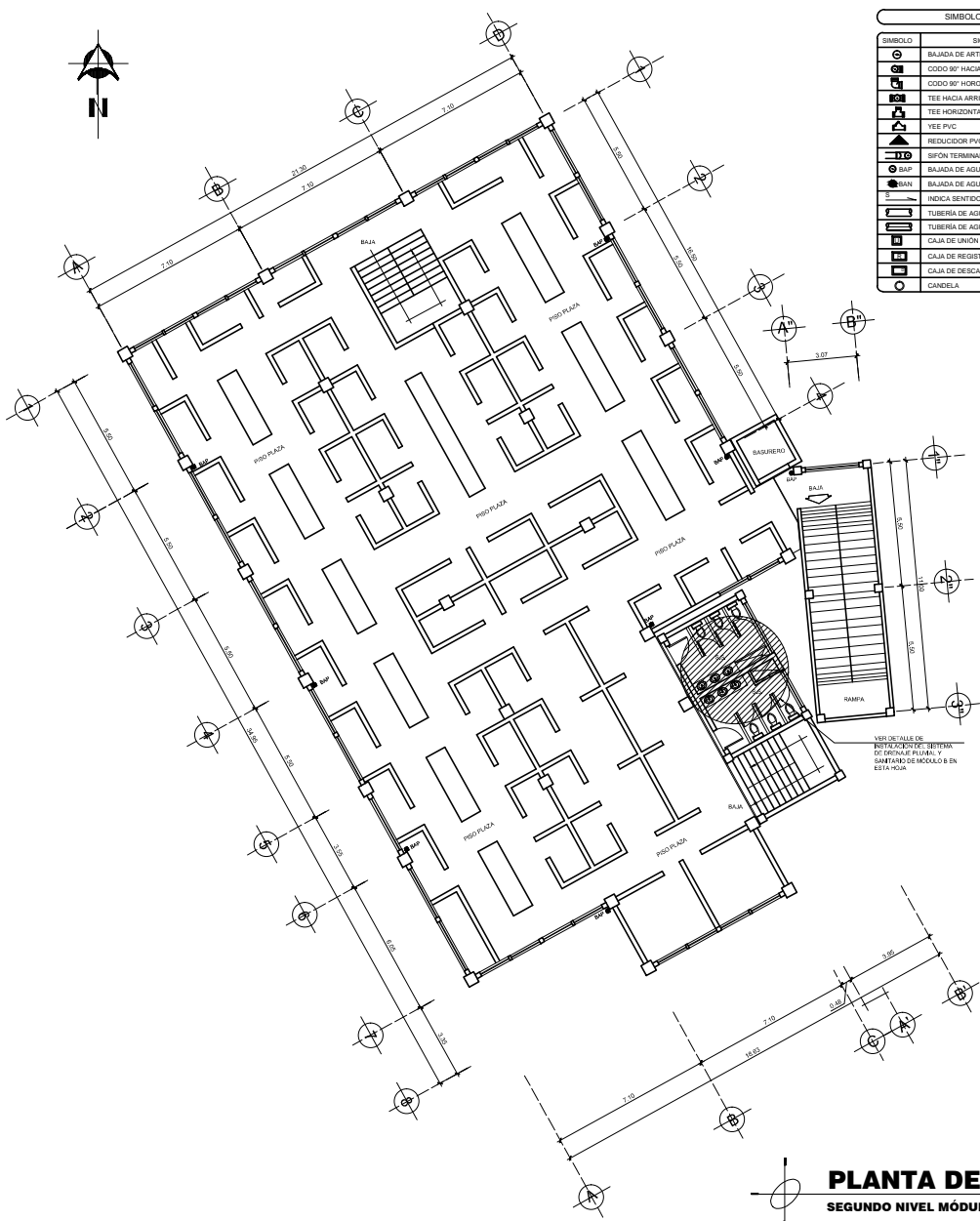
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUETZALTENANGO

DISEÑO: EDUARDO ZANALU
CALCULO: EDUARDO ZANALU
DIBUJO: EDUARDO ZANALU
ESCALA:
FECHA: OCT - 2013

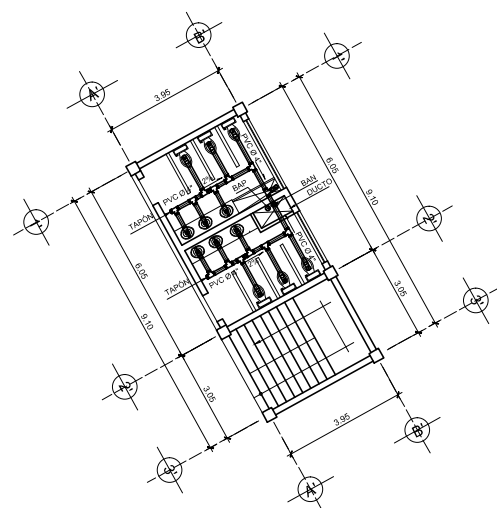
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN DE DRENAJES

Nº. HOJA
28
36

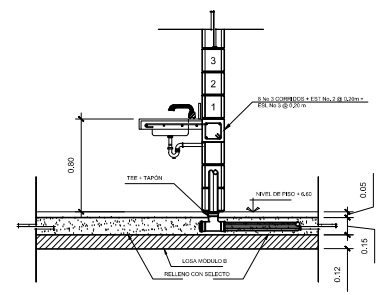
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELA
ASESOR



SIMBOLOGÍA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	BAJADA DE ARTEFACTO
	CODO 90° HACIA ARRIBA PVC
	CODO 90° HORIZONTAL PVC
	TEE HACIA ARRIBA PVC
	TEE HORIZONTAL PVC
	VEE PVC
	REDUCTOR PVC DE Ø 3" A 2"
	SIÓN TERMINAL PVC
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	INDICA SENTIDO DE PENDIENTE 2% MÍNIMO
	TUBERÍA DE AGUA PLUVIAL PVC Ø INDICADO
	TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS PVC Ø INDICADO
	CAJAS DE UNIÓN
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA DE DESCARGA
	CANDELA



PLANTA DE INSTALACIÓN DE DRENAJE
SEGUNDO NIVEL MÓDULO B
ESC: 1/75



DETALLE DE CONEXIÓN
SEGUNDO NIVEL MÓDULO B
ESC: 1/20

ESPECIFICACIONES:

- PARA RED GENERAL DE DRENAJES (AGUAS SERVIDAS Y PLUVIALES) UTILIZAR TUBERÍA DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC).
- PENDIENTE EN TUBERÍA, AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES = 2%

NOTA:

- LA TUBERÍA NO DEBERÁ ATRAVESAR NINGÚN ELEMENTO ESTRUCTURAL (VIGAS Y COLUMNAS)
- LA TUBERÍA QUE SEA VISIBLE DE MANERA VERTICAL DEBERÁ SER FORRADA VER DETALLE.

PLANTA DE INSTALACIÓN DRENAJES
SEGUNDO NIVEL MÓDULOS A - B - C
ESC: 1/100



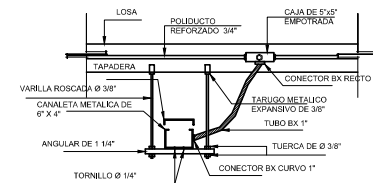
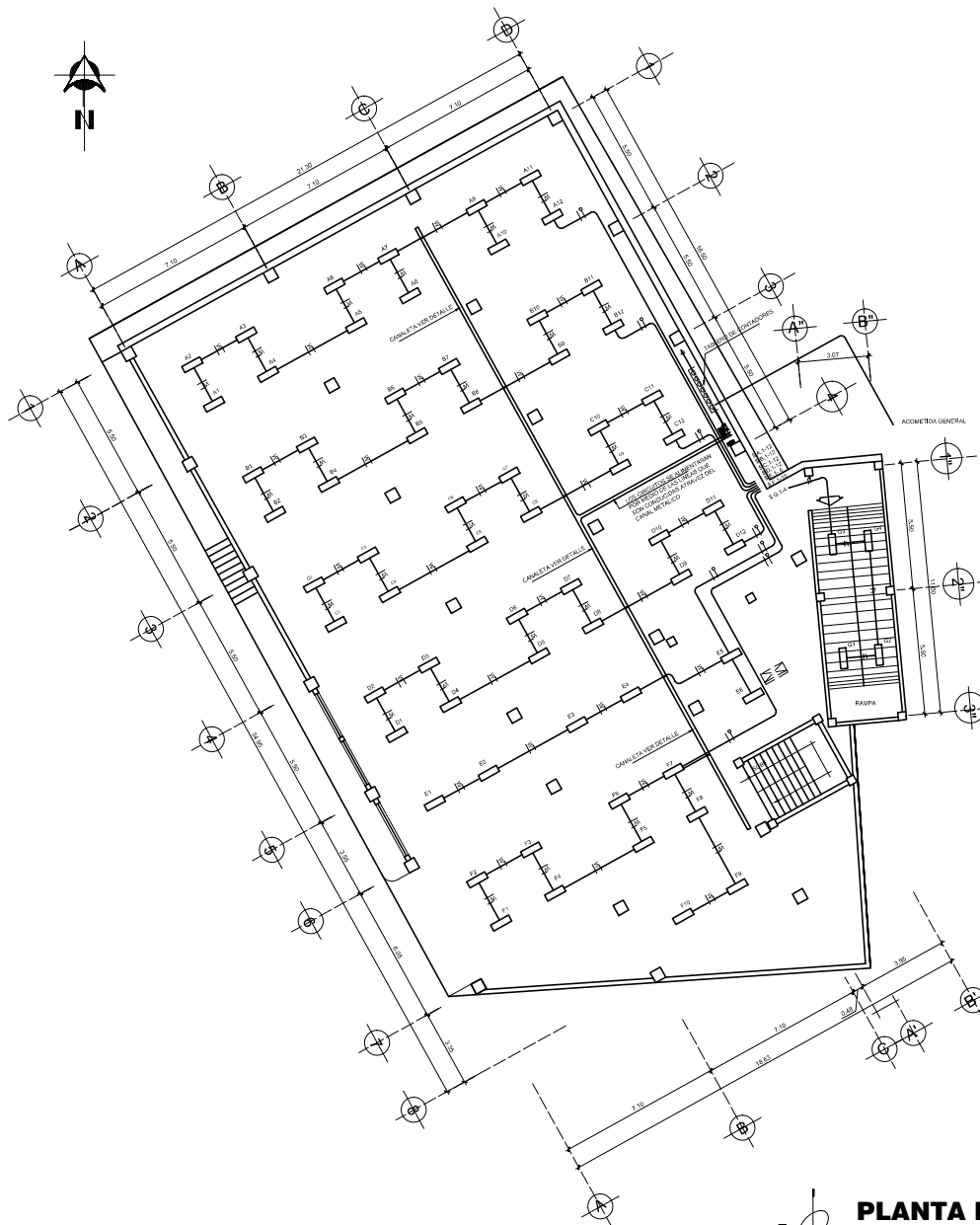
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUETZALTENANGO

GOBIERNO: GUATEMALA
CALCULO: GUATEMALA
DISEÑO: GUATEMALA
ESCALA:
FECHA: OCT - 2013

CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN DE DRENAJES

Nº. HOJA: 29 / 36
VALOR: ING. LUIS GESSOR ALFARO VIELA ASesor



DETALLE DE ACOPLE DE ENTUBADO DE ACOMETIDA
SECCIÓN ESC: 1/12.5

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCION MONOFASICO DE 4 POLOS
	TABLERO DE DISTRIBUCION MONOFASICO DE 24 POLOS
	VARILLA DE COBRE DE SERVICIO A TIERRA + CABLE # 6
	PLAFONERA EN CIELO
	LAMPARA FLORESCENTE DE 36W/9 TIPO INDUSTRIAL
	INTERRUPTOR 1h=1.20 m/ S.N.P
	INTERRUPTOR THREE WAY 1h=1.20 m/ S.N.P S.N.P. EXCEPTO INDICACION
	CONDUCTOR POSITIVO CALIBRE # 12
	CONDUCTOR NEUTRO CALIBRE # 12
	RETORNO CALIBRE # 14
	PODUCTO EN CIELO Ø 3/4" EXCEPTO INDICACION
	CANALETA METALICA DE 6" X 4"

NOTA:
- LA INSTALACION PARA LOS NIVELES DE SOTANO Y SEGUNDO NIVEL, SERA VISIBLE SIENDO ALIMENTADA DE LA LINEA CONDUCTA A TRAVEZ DEL CANAL. (VER DETALLE)
- PARA LA CONEXION DE CONTADOR MONOFASICO DE 24 POLOS SE HARA CON CABLE # 6 PARA SOTANO Y SEGUNDO NIVEL



PLANTA DE ILUMINACIÓN
SÓTANO MÓDULOS A - B - C

ESC: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE CATEMATICA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL

UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACIÓN

GOBIERNO:
ESQUEMO DONALDO
CALCULO:
DISEÑO:
ESQUEMO DONALDO
ESCALA:
REVISADO:
FECHA:
OCT - 2013

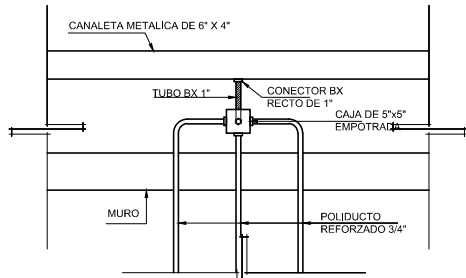
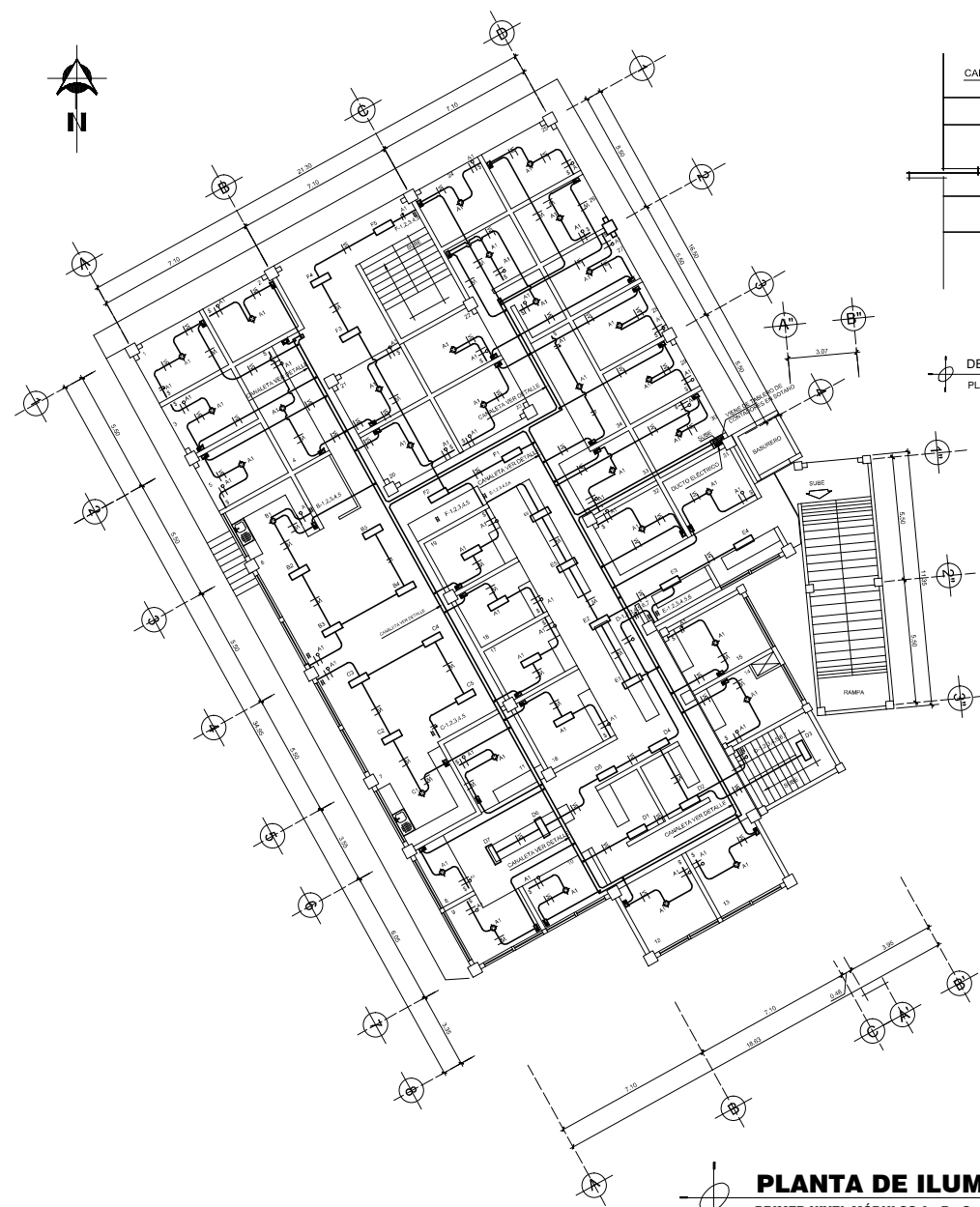
No. HOJA

30

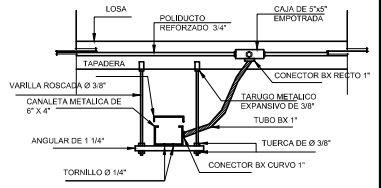
Valia

ING. LUIS GREGORIO ALVARO VELZ
INGENIERO

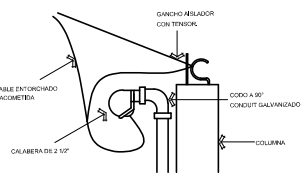
36



DETALLE DE ENTUBADO DE ACOMETIDA
PLANTA ESC: 1:25



DETALLE DE ACOPLE DE ENTUBADO DE ACOMETIDA
SECCION ESC: 1:25



DETALLE DE ENTUBADO DE ACOMETIDA
SECCION

DETALLE DE CONEXIONES
ESCALA INDICADA

No. LOCAL	OCCUPACION	LONG. DE CABLEADO	No. DE CABLE A UTILIZAR
1	ALMACEN	40.00	6
2	ALMACEN	35.00	6
4	CAFETERIA	20.00	6
5	ALMACEN	40.00	6
6	COMIDOR	20.00	6
7	COMIDOR	35.00	6
8	VEREDAS	40.00	6
9	POLICIA	44.00	6
10	POLICIA	40.00	6
11	MARXANERIA	42.00	6
12	CARPINTERIA	25.00	6
13	CARPINTERIA	25.00	6
14	CHEQUERERIA	25.00	6
15	FISCERIA	25.00	6
16	VEREDAS	35.00	6
17	VEREDAS	25.00	6
18	REPARACIONES	25.00	6
19	REPARACIONES	25.00	6
20	ALMACEN	25.00	6
21	PLASTICOS	30.00	6
22	ALMACEN	25.00	6
23	ALMACEN	25.00	6
24	TENDAS	25.00	6
25	ALMACEN	41.00	6
26	TENDAS	34.00	6
27	ALMACEN	25.00	6
28	GRANOS	25.00	6
29	GRANOS	25.00	6
30	PLASTICOS	25.00	6
31	GRANOS	25.00	6
32	LIGANDOS	25.00	6
33	LIGANDOS	18.00	6
34	ZAFERIA	18.00	6
35	ADMINISTRACION	28.00	6

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
[Symbol]	CONTADOR DE ENERGIA
[Symbol]	TABLERO DE DISTRIBUCION MONOFASICO DE 24 POLOS
[Symbol]	TABLERO DE DISTRIBUCION MONOFASICO DE 24 POLOS
[Symbol]	VARRILLA DE COBRE DE 5/8\"/>

NOTA:
- LA INSTALACION PARA LOS NIVELES DE SOTANO Y SEGUNDO NIVEL SERA VISIBLE SIENDO ALIMENTADA DE LA LINEA CONDUCCION A TRAVES DEL CANAL. (VER DETALLE)
- PARA LA CONEXION DE CONTADOR MONOFASICO DE 24 POLOS SE HARÁ CON CABLE # 8 PARA SOTANO Y SEGUNDO NIVEL.

PLANTA DE ILUMINACIÓN
PRIMER NIVEL MÓDULOS A - B - C

ESC: 1/100

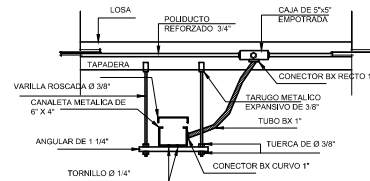
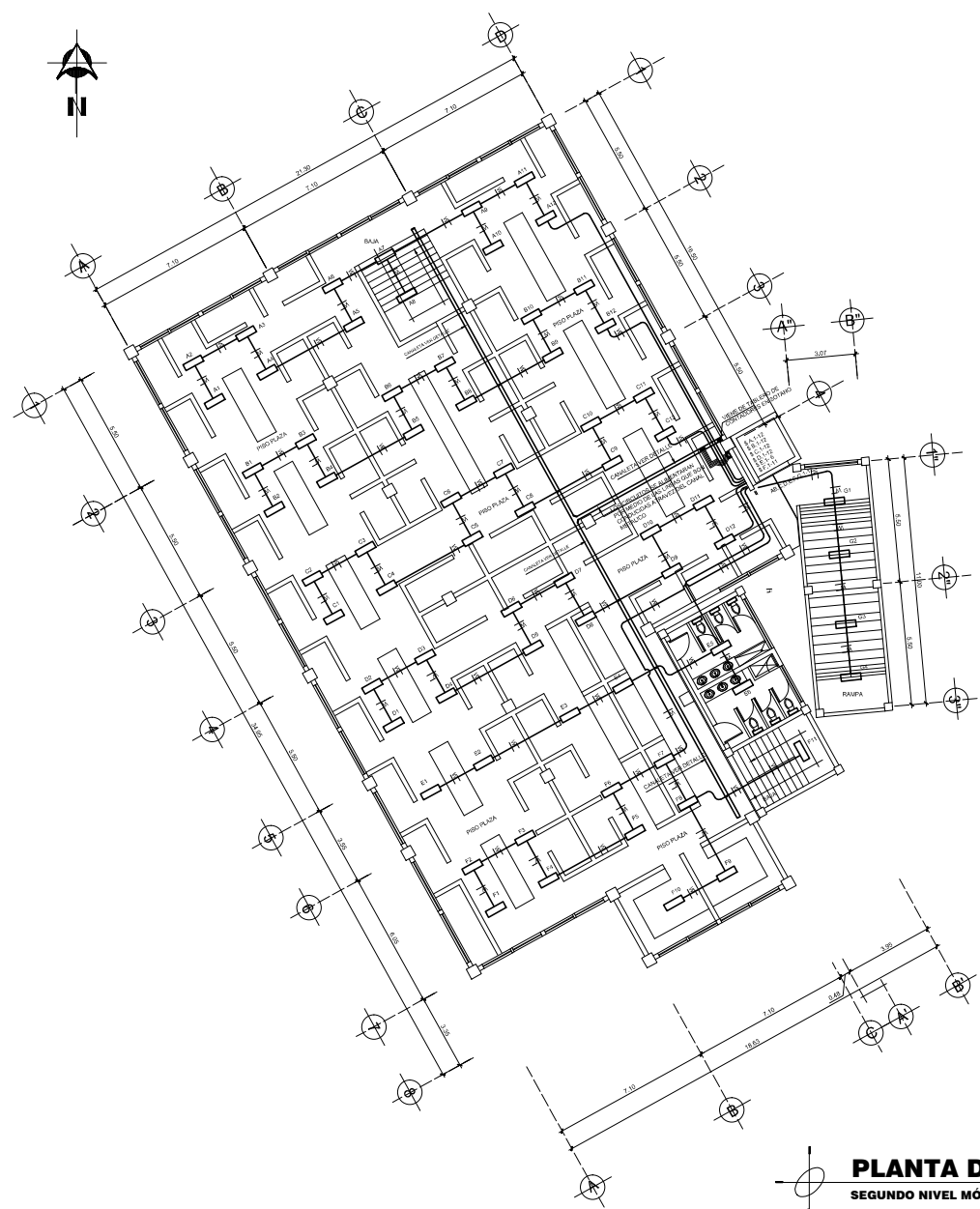


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

ELABORO: [Name]
CALCULO: [Name]
DISEÑO: [Name]
ESCALA: [Scale]
FECHA: OCT - 2013

CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACIÓN
No. HOJA: 31
36



DETALLE DE ACOPE DE ENTUBADO DE ACOMETIDA
SECCION ESC: 1/10

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCION MONOFASICO DE 4 POLOS
	TABLERO DE DISTRIBUCION MONOFASICO DE 24 POLOS
	VARILLA DE COBRE DE 5/16\"/>
	PLAFONERA EN CIELO
	LAMPARA FLOURESCENTE DE 3X4W TIPO INDUSTRIAL
	INTERRUPTOR: In=120 mA S.N.P.
	INTERRUPTOR THREE WAY: In=20 mA S.N.P.
	S.N.P. EXCEPTO INDICACION
	CONDUCTOR POSITIVO CALIBRE # 12
	CONDUCTOR NEUTRO CALIBRE # 12
	RETORNO CALIBRE # 14
	POLIDUCTO EN CIELO Ø 3/4\"/>
	CANALETA METALICA DE 6\"/>

NOTA:
- LA INSTALACION PARA LOS NIVELES DE BOTANO Y SEGUNDO NIVEL SERA VISIBLE SIENDO ALIMENTADA DE LA LINEA CONDUCCIA ATRAVEZ DEL CANAL. (VER DETALLE)
- PARA LA CONEXION DE CONTADOR MONOFASICO DE 24 POLOS SE HARA CON CABLE # 6 PARA BOTANO Y SEGUNDO NIVEL.

PLANTA DE ILUMINACIÓN
SEGUNDO NIVEL MÓDULOS A - B - C
ESC: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

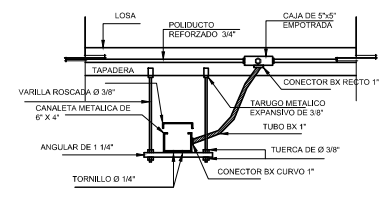
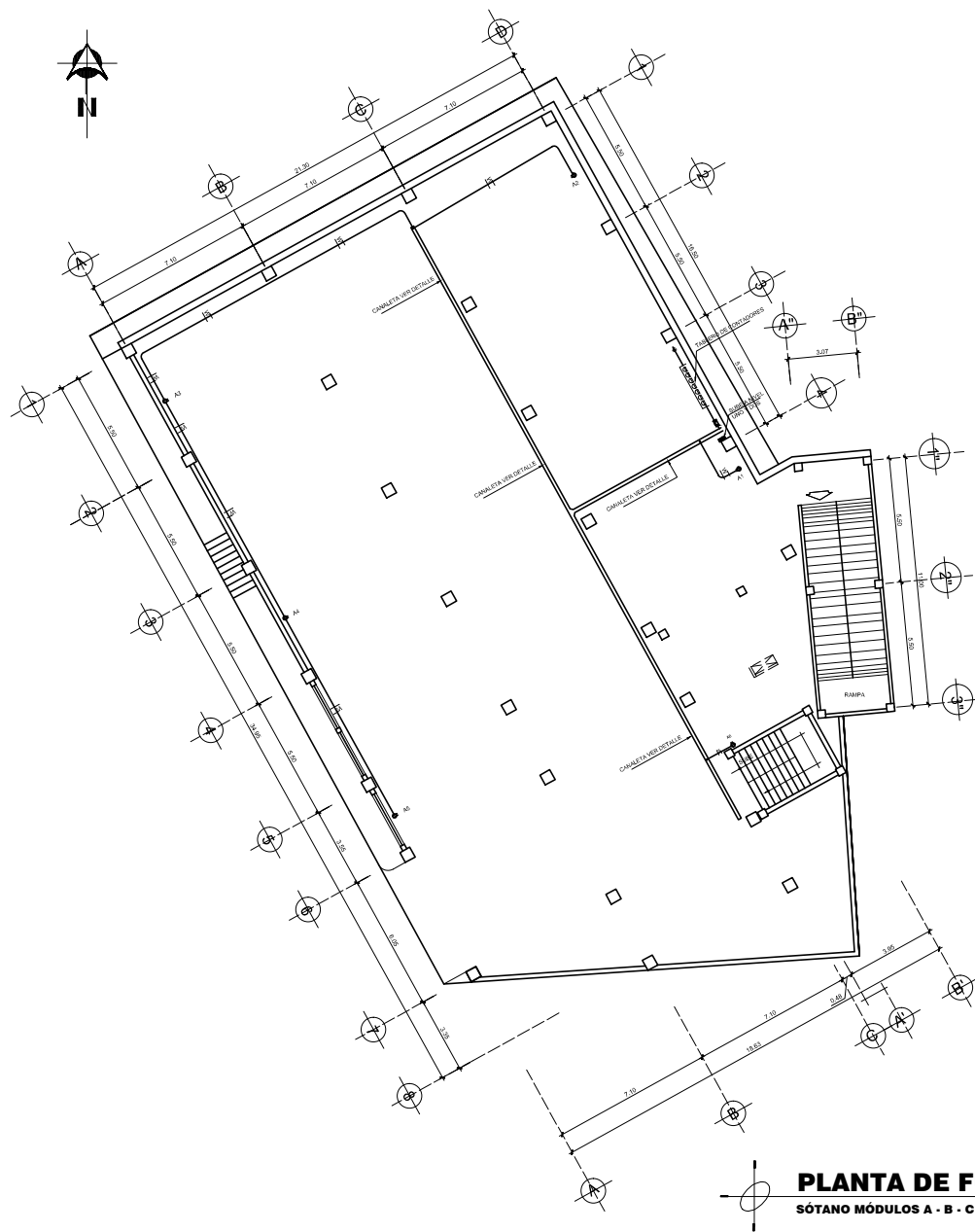
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

ELABORADO POR: EDUARDO GONZALEZ
CALCULO: EDUARDO GONZALEZ
DISEÑO: EDUARDO GONZALEZ
ESCALA:
FECHA: OCT - 2013

CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACION

Nº. HOJA: 32
36

VALOR: ING. LUIS GREGORIO ALVARO VILLO
ASESOR



DETALLE DE ACOPLÉ DE ENTUBADO DE ACOMETIDA
SECCIÓN
ESC. 1/12.5

SIMBOLOGÍA DE ELECTRICIDAD	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CONTADOR DE ENERGÍA
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICO DE 4 POLOS
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICO DE 24 POLOS
	VARILLA DE COBRE DE 6/8\"/>
	PLAFONERA EN CIELO
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 300W TIPO INDUSTRIAL
	INTERRUPTOR THREE WAY 1x1.20 ml. S.N.P.
	S.N.P. EXCEPTO INDICACION
	CONDUCTOR POSITIVO CALIBRE # 12
	CONDUCTOR NEUTRO CALIBRE # 12
	RETORNO CALIBRE # 14
	PODUCTO EN CIELO Ø 3/4\"/>
	CANALETA METÁLICA DE 6\"/>

NOTA:
- LA INSTALACIÓN PARA LOS NIVELES DE SOTANO Y SEGUNDO NIVEL SERÁ VIABLE SIENDO ALIMENTADA DE LA LÍNEA CONDUcida A TRAVÉS DEL CANAL (VER DETALLE)
- PARA LA CONEXIÓN DE CONTADOR MONOFÁSICO DE 24 POLOS SE HARÁ CON CABLE # 6 PARA SOTANO Y SEGUNDO NIVEL.

PLANTA DE FUERZA ELÉCTRICA

SÓTANO MÓDULOS A - B - C

ESC. 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

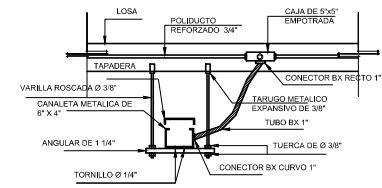
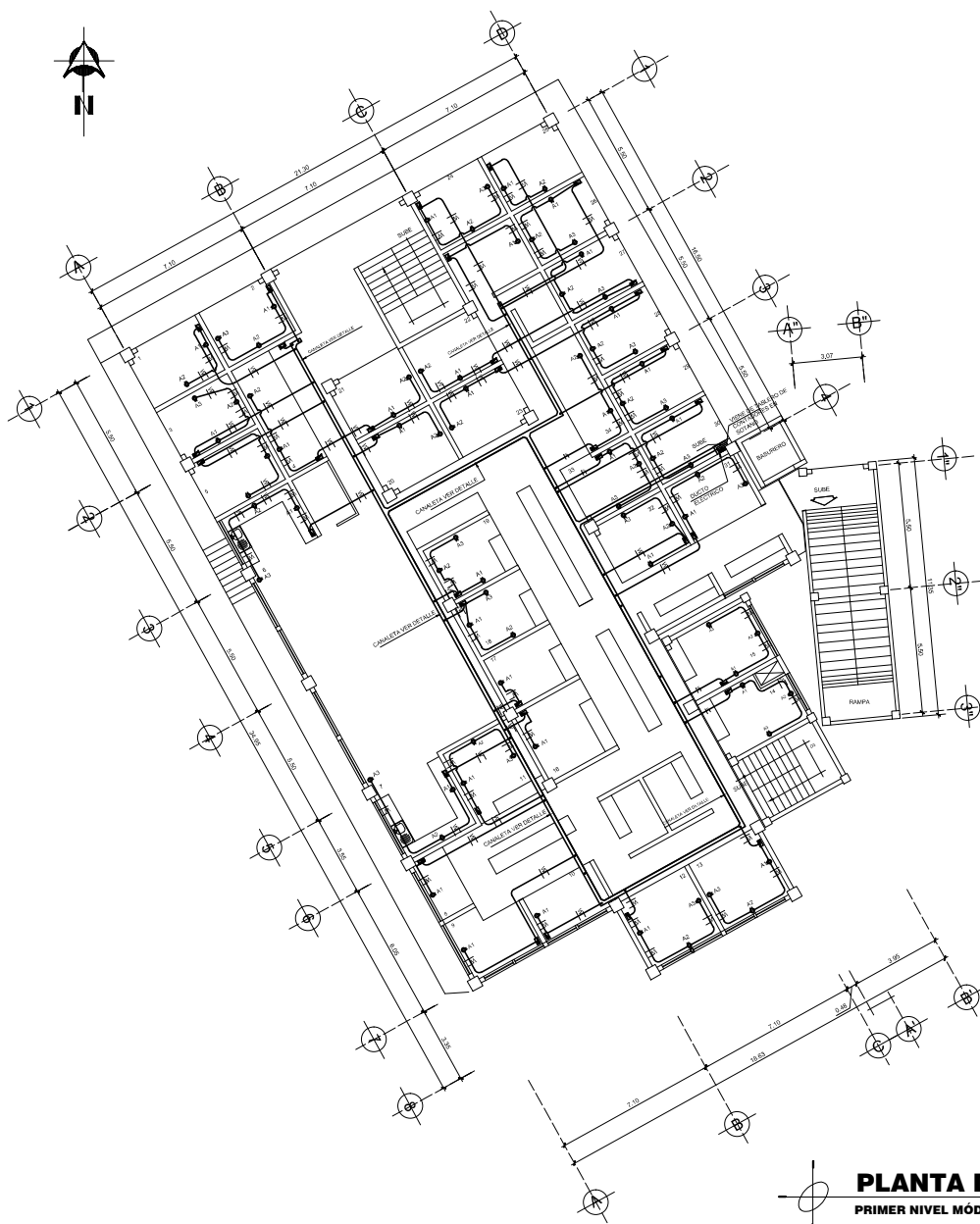
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUEZALTENANGO

ELABORADO POR: EDUARDO GONZÁLEZ
CALCULO: EDUARDO GONZÁLEZ
DISEÑO: EDUARDO GONZÁLEZ
ESCALA: REDUCIDA
FECHA: OCT. 2013

CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA ELÉCTRICA

Nº. HOJA: 33 / 36

VALOR: ING. LUIS GREGORIO ALVARO VELA ASESOR



DETALLE DE ACOPE DE ENTUBADO DE ACOMETIDA
SECCIÓN ESC: 1/32

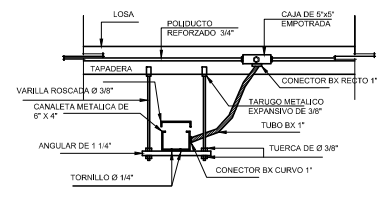
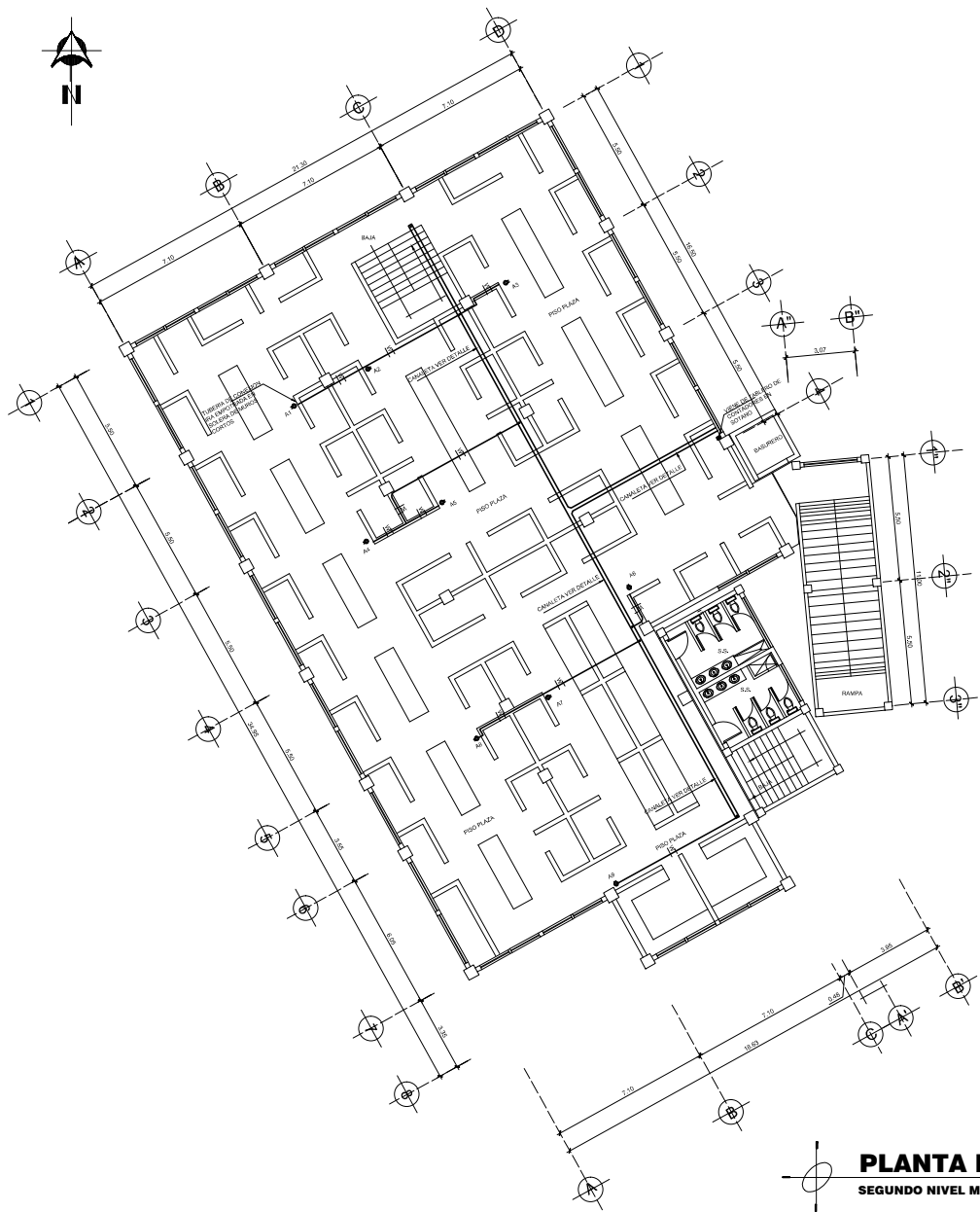
SIMBOLOGÍA DE ELECTRICIDAD	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCION MONOFASICO DE 4 POLOS
	TABLERO DE DISTRIBUCION MONOFASICO DE 16 POLOS
	VARRILLA DE COBRE DE 5/8\"/>
	CONDUCTOR POSITIVO CALIBRE # 12
	CONDUCTOR NEUTRO CALIBRE # 12
	TOMACORRIENTE DOBLE

LONGITUD DE CONEXIÓN DE CONTADOR A TABLERO			
Nº. MÓDULO	OCCUPACION	LONG. DE CABLEADO	Nº. DE CABLES A UTILIZAR
1	ALMACÉN	40.00 m	C
2	ALMACÉN	40.00 m	C
3	ABARRIOTERIA	38.00 m	C
4	ZAFATERIA	31.00 m	C
5	ABARRIOTERIA	40.00 m	C
6	COMEDOR	30.00 m	C
7	COMEDOR	29.00 m	C
8	VERDURAS	46.00 m	C
9	POLETERIA	44.00 m	C
10	POLETERIA	46.00 m	C
11	MARRANERIA	42.00 m	C
12	CARNICERIA	39.00 m	C
13	CARNICERIA	29.00 m	C
14	CHISLERIA	29.00 m	C
15	PESCADERIA	25.00 m	C
16	VERDURAS	32.00 m	C
17	VERDURAS	36.00 m	C
18	REFACCIONES	29.00 m	C
19	REFACCIONES	29.00 m	C
20	ABARRIOTERIA	29.00 m	C
21	PLASTICOS	30.00 m	C
22	ALMACÉN	25.00 m	C
23	ABARRIOTERIA	25.00 m	C
24	TENDIA	32.00 m	C
25	ALMACÉN	41.00 m	C
26	TENDIA	34.00 m	C
27	ABARRIOTERIA	28.00 m	C
28	GRANDIS	28.00 m	C
29	GRANDIS	29.00 m	C
30	PLASTICOS	23.00 m	C
31	GRANDIS	30.00 m	B
32	UGIADOS	20.00 m	C
33	UGIADOS	18.00 m	B
34	ZAFATERIA	18.00 m	B
35	ADMINISTRACIÓN	28.00 m	C

NOTA:
- LA INSTALACION PARA LOS NIVELES DE SOTANO Y SEGUNDO NIVEL SERA SIENDO ALIMENTADA DE LA LINEA CONDUCTORA A TRAVES DEL CANAL. (VER DETALLE)
- PARA LA CONEXION DE CONTADOR MONOFASICO DE 24 POLOS SE HARA CON CABLE # 8 PARA SOTANO Y SEGUNDO NIVEL

PLANTA DE FUERZA ELÉCTRICA
PRIMER NIVEL MÓDULOS A - B - C
ESC: 1/100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA
	PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO	CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA ELÉCTRICA
DISEÑO: EDUARDO ZONALES CALCULO: EDUARDO ZONALES DIBUJO: EDUARDO ZONALES ESCALA: 1:100 FECHA: OCT - 2013	No. HOJA: 34 Total: 36 Ing. Luis Guerrero Alvarado Inge.



DETALLE DE ACOPLE DE ENTUBADO DE ACOMETIDA
SECCIÓN ESC: 1/25

SIMBOLOGIA DE ELECTRICIDAD	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCION MONOFASICO DE 4 POLOS
	TABLERO DE DISTRIBUCION MONOFASICO DE 8 POLOS
	VARILLA DE COBRE DE 5/8\"/>
	CONDUCTOR POSITIVO CALIBRE # 12
	CONDUCTOR NEUTRO CALIBRE # 12
	TOMACORRIENTE DOBLE
	POLEO EN CIELO Ø 3/4\"/>
	CANAleta METALICA DE 6\"/>

NOTA:
- LA INSTALACION PARA LOS NIVELES DE SOTANO Y SEGUNDO NIVEL SERA VISIBLE SIENDO ALIMENTADA DE LA LINEA CONDUCIDA A TRAVES DEL CANAL. (VER DETALLES)
- PARA LA CONEXION DE CONTADOR MONOFASICO DE 24 POLOS SE HARA CON CABLE # 8 PARA SOTANO Y SEGUNDO NIVEL.



PLANTA DE FUERZA ELÉCTRICA
SEGUNDO NIVEL MÓDULOS A - B - C

ESC: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

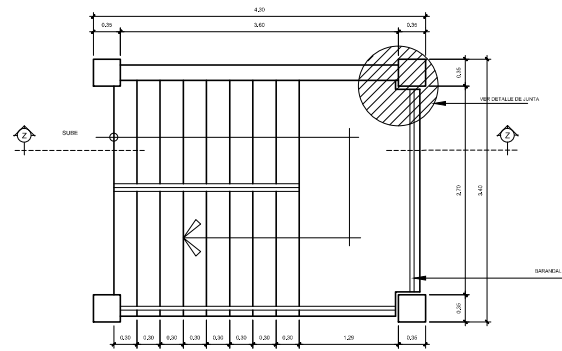
PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

ELABORADO POR: EDUARDO GONZALEZ
CALCULO: EDUARDO GONZALEZ
DISEÑO: EDUARDO GONZALEZ
ESCALA:
FECHA: OCT - 2013

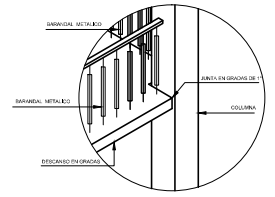
CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA ELÉCTRICA

Nº. HOJA: 35
36

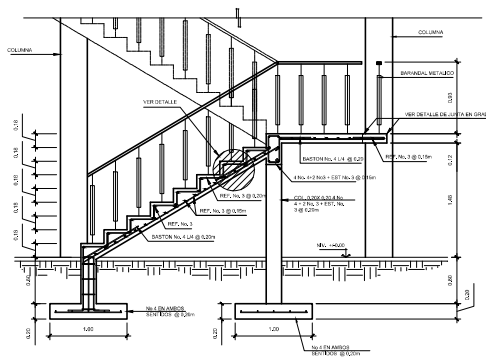
Valia: ING. LUIS GREGORIO ALVARO VELAZQUEZ



PLANTA GRADAS ESC: 1/50



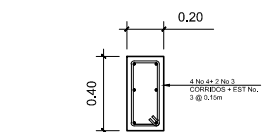
DETALLE DE JUNTA GRADAS ESC: 1/50



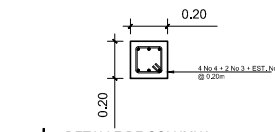
SECCIÓN Z-Z GRADAS ESC: 1/50



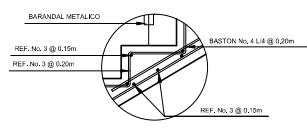
DETALLE DE GRADAS ESC: 1/50



DETALLE DE VIGA GRADAS ESC: 1/50



DETALLE DE COLUMNA GRADAS ESC: 1/50

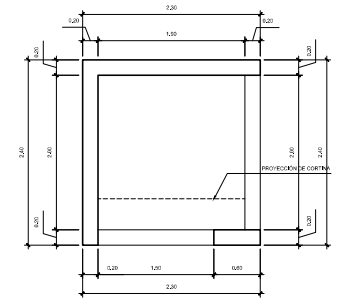


DETALLE DE ARMADO EN GRADA ESC: 1/50

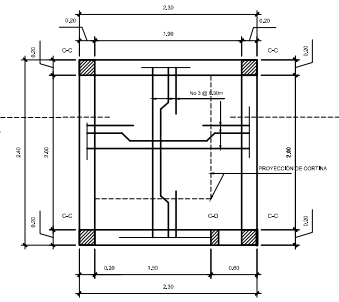
NOTA:
 - EL ARMADO DE GRADAS SERA EL MISMO PARA LAS GRADAS DEL MÓDULO A
 - EL BARRANDAL EN GRADAS SERA METALICO
 - LA MEDIDA DE LA HUELTA SERA DE 0.20m
 - LA MEDIDA DE LA CONTRAHUELTA SERA DE 0.15m

DETALLE DE GRADAS Y BASURERO

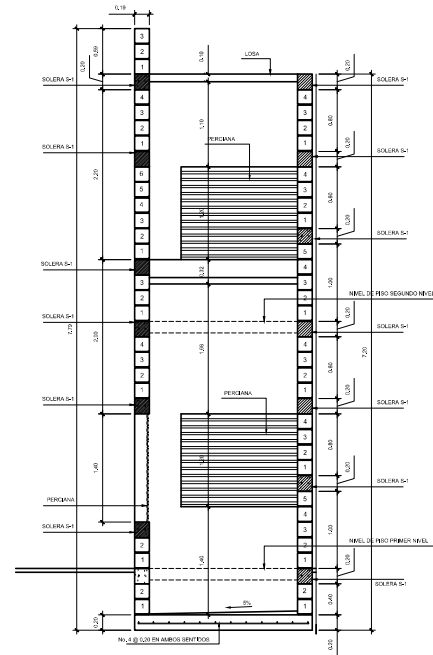
ESC: INDICADA



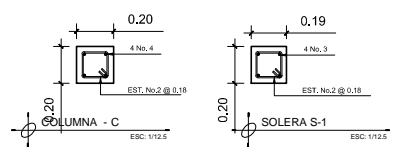
PLANTA BASURERO ESC: 1/50



PLANTA DE TECHO Y COLUMNAS BASURERO ESC: 1/50

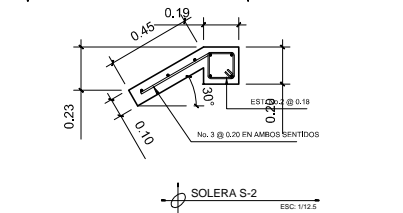


SECCIÓN M-M BASURERO ESC: 1/50



COLUMNA - C ESC: 1/12.5

SOLERA S-1 ESC: 1/12.5



SOLERA S-2 ESC: 1/12.5

ESPECIFICACIONES

PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE UTILIZARA
 - RESISTENCIA DEL CONCRETO DE 4000 PSI (fc = 280 kg/cm²)
 - ACERO CORROSIONADO (GRADO 60) (fy = 4200 kg/cm²)
 - RECURRIMIENTO MINIMO SEGUN ACI 318-08 SECC. 7.7.1
 - LOSAS, MUROS Y COLUMNAS
 - CONCRETO COLOCADO CONTRA EL SUELO (40mm)
 - LA COLOCACION DE ESTRIOS SERA DE MANERA QUE LOS GANCHOS QUEDEN OPUESTOS ENTRE SI (ROTADOS)
 - PRIMER ESTRIOS A 0.20m SEGUN ACI 318-08 SECC. 21.3.4.2
 - ESPACIAMIENTO DE ESTRIOS SEGUN ACI 318-08 SECC. 7.8.3
 - 1.15m - 4.4m - 3.1.3.1.4
 - ESPACIAMIENTO ENTRE VARRILLAS LONG. IGUAL O MENOR A 150 mm ACI 318-08 SECC. 7.10.5

PARAMETROS DE DISEÑO:
 - C.V. = 500 kg/cm² (ENTRERPIEDRO)
 - C.V. = 200 kg/cm² (AZOTEA)
 - SOBRECARGA = 150 kg/m²
 - fy = 4,200 kg/cm² (GRADO 60)
 - fc = 280 kg/cm² (18,000 PSI)
 - f'm = 35 kg/cm²
 - Vs = 26 Ton/m²

DETALLE DE BASURERO

LONGITUD DE DESARROLLO Y TRASLAPES SEGUN Ø VARRILLAS	LONG. DE TRASLAPES (Ø)	LONG. DE TRASLAPES (Ø)	LONG. DE TRASLAPES (Ø)
1 0.20 m	0.35 m	0.40 m	0.75 m
2 0.20 m	0.35 m	0.40 m	0.75 m
3 0.30 m	0.50 m	0.40 m	0.75 m
4 0.40 m	0.50 m	0.50 m	0.75 m
5 0.45 m	0.75 m	0.75 m	0.75 m
6 0.50 m	0.50 m	0.50 m	0.75 m
7 0.55 m	0.50 m	1.10 m	0.55 m

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
		PROYECTO: DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL	
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO		CONTENIDO: DETALLE DE GRADAS Y BASURERO	
ELABORADO POR: [Nombre] DISEÑADO POR: [Nombre] REVISADO POR: [Nombre] ESCALA: [Escala] FECHA: OCT - 2013		No. HOJA: 36 Hoja 36 de 36	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

209.09 BALASTO

DEBE SER DE CALIDAD UNIFORME Y ESTAR EXENTO DE RESIDUOS DE MADERA, RAJAS O CUALQUIER MATERIAL PERJUDICIAL, EXTRAÑO. EL MATERIAL DE BALASTO DEBE TENER UN PESO UNITARIO NO MENOR DE 1.450 kg/m³ (100lb/ft³) DETERMINADO POR EL MÉTODO AASHTO T 19. EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRSUERO DEL BALASTO, NO DEBE EXCEDIR DE 20 DEL ESPESOR DE LA CAPA Y EN NINGÚN CASO DEBE SER MAYOR DE 10 mm. EL QUE SEA MAYOR, DEBE SER SEPARADO YA SEA POR TAMBAZO EN EL BANCO DE MATERIAL SEGÚN LO AUTORIZE EL DELEGADO RESIDENTE.

LA PORCIÓN DEL BALASTO RETENIDA EN EL TAMIZ 4.75 mm (No. 4), DEBE ESTAR COMPROMETIDA ENTRE EL 10% Y EL 41% EN PESO Y DEBE TENER UN PORCENTAJE DE ABRASIÓN NO MAYOR DE 60, DETERMINADO POR EL MÉTODO AASHTO T 96. LA PORCIÓN QUE PASE EL TAMIZ 0.425 mm (No. 40), DEBE TENER UN LÍMITE LÍQUIDO NO MAYOR DE 35, DETERMINADO POR EL MÉTODO AASHTO T 80. LA PORCIÓN QUE PASE EL TAMIZ 0.075 mm (No. 200), NO DEBE EXCEDER EL 15% EN PESO, DETERMINADO POR EL MÉTODO AASHTO T 111.

209.10 COLOCACIÓN DEL BALASTO

EL ESPESOR TOTAL DE LA CAPA DE BALASTO NO DEBE SER MENOR DE 100mm NI MAYOR DE 250mm.

209.05 COMPACTACIÓN

LAS CAPAS DE BALASTO SE DEBEN COMPACTAR COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA DETERMINADA POR EL MÉTODO AASHTO T 180.

205.12 RELENO ESTRUCTURAL PARA ALCANTARILLAS. EN GENERAL, LAS ZANJAS Y LAS EXCAVACIONES SE DEBEN RELLENAR INMEDIATAMENTE DESPUÉS QUE EL MORTERO DE LA JUNTA HAYA ENDURECIDO LO SUFICIENTE PARA NO OCASIONARLE NINGÚN DAÑO Y HASTA UNA ALTURA NO MENOR DE 600 MILÍMETROS SOBRE LA CORONA DE LA ALCANTARILLA O HASTA LA ALTURA DEL TERRENO NATURAL, SEGÚN EL CASO.

EL MATERIAL DE RELLENO QUE SE COLOQUE HASTA EL NIVEL DE LA CORONA DE LA ALCANTARILLA, DEBE CUMPLIR CON LO INDICADO EN 205.03. SI EL MATERIAL RESULTANTE DE LA EXCAVACIÓN CUMPLE CON ESTOS REQUISITOS, EL DELEGADO RESIDENTE PUEDE ORDENAR QUE EL MATERIAL HA UTILIZAR PARA EL RELLENO SEA OBTENIDO DE UNA FUENTE COMPLETAMENTE DISTINTA AL DE LA EXCAVACIÓN EN CUYO CASO SE PAGARÁ DE CONFORMIDAD CON LO INDICADO EN LA SECCIÓN 206.

EL MATERIAL DE RELLENO SE DEBE COMPACTAR EN CAPAS QUE NO EXCEDAN DE 150 MILÍMETROS DE ESPESOR, DEBIENDO SER COLOCADAS SIMULTÁNEAMENTE A AMBOS LADOS DE LA ALCANTARILLA PARA QUE NO SE PRODUZCAN PRESIONES DESIGUALES.

LA COMPACTACIÓN SE PUEDE HACER POR MEDIO DE COMPACTADORAS MECÁNICAS, O DE MANO, APROPIADAS.

NO SE PERMITIRÁ QUE SE OPERE EQUIPO PESADO SOBRE UNA ALCANTARILLA, SINO HASTA QUE HAYA SIDO HECHO CORRECTAMENTE EL RELLENO Y ÉSTA SE HAYA CUBIERTO, A PARTIR DE LA CORONA, CON MATERIAL DE POR LO MENOS 600 MILÍMETROS DE ALTURA.

CUANDO SE USE ARENA DE RÍO COMO MATERIAL DE RELLENO Y EL DELEGADO RESIDENTE AUTORIZE EL USO DE AGUA PARA LA CONSOLIDACIÓN DEL RELLENO, EL CONTRATISTA SERÁ RESPONSABLE DE NO HACER FLUTAR LA ALCANTARILLA.

LA COMPACTACIÓN DEBE LLENAR TODOS LOS REQUISITOS ESPECIFICADOS EN 205.11.

303.01 INSTALACIÓN. LAS ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO DEBEN SER COLOCADAS CONFORME SE INDICA EN LOS PLANOS, EN ESTAS ESPECIFICACIONES GENERALES Y DISPOSICIONES ESPECIALES.

(A) **ALCANTARILLA ANIBLE.** LAS UNIONES TRANSVERSALES DE LAS SECCIONES DE LA PARTE SUPERIOR E INFERIOR DE LA ALCANTARILLA ANIBLE DEBEN SER ALTERNAS, PARA OBTENER EXTREMOS TERMINADOS EN UN PLANO VERTICAL, SE PROVEERÁN MEDIAS SECCIONES POR EL PRINCIPIO Y EL FINAL.

(B) **TUBO CIRCULAR ANIBLE.** LAS ALCANTARILLAS CIRCULARES ANIBLES, DEBEN SER FABRICADOS EN SECCIONES NORMALES SEMICIRCULARES Y PROVISTAS DE PESTAÑAS SALIENTES EN UN BORDE Y DE AGUJEROS PARA LOS PERNOS, EN AMBOS BORDES. LAS SECCIONES DE LA PARTE SUPERIOR Y DEL FONDO, DEBEN SER INTERCAMBIABLES.

(C) **TUBO DE ARCO ANIBLE.** LAS SECCIONES DE LA PARTE SUPERIOR Y DEL FONDO DE LAS ALCANTARILLAS ARBOVEDADAS ANIBLES SON DE DIFERENTE FORMA. LAS SECCIONES DE LA PARTE SUPERIOR DEBEN SER DE FORMA SEMICIRCULAR. LA MITAD DEL FONDO DEBE SER SUBSTANCIALMENTE PLANA Y EL RÍÑÓN DEBE TENER UN RADIO MÍNIMO DE 100 MILÍMETROS. AMBOS BORDES DEBEN ESTAR PROVISTOS DE PESTAÑAS SALIENTES Y DE AGUJEROS PARA LOS PERNOS.

(D) **TUBOS CIRCULARES Y ELÍPTICOS, TUBOS DE ARCO Y ARCOS DE** PLANCHAS ESTRUCTURALES Y ELÍPTICOS, TUBOS DE ARCO Y ARCOS DE PLANCHAS ESTRUCTURALES, DEBEN SER HECHOS DE PLANCHAS ESTRUCTURALES CON LAS CORRUGACIONES NORMALES E. E. J. DE LA SECCIÓN.

LOS AGUJEROS PARA PERNOS EN LOS BORDES DE LAS PLANCHAS QUE FORMARÁN LAS JUNTAS LONGITUDINALES, DEBEN SER HECHOS EN FORMA ALTERNADA (EN ZIGZAG) EN HILERAS A 90 DE SEPARACIÓN UNA DE LA OTRA CON UNA HILERA EN EL VALLE Y LA OTRA EN LA CRESTA DE LA CORRUGACIÓN. LOS AGUJEROS A LO LARGO DE LOS BORDES DE PLANCHAS QUE FORMARÁN LAS JUNTAS TRANSVERSALES, DEBEN ESTAR SEPARADOS A NO MÁS DE 300 MM. LA DISTANCIA DE LOS CENTROS DE LOS AGUJEROS AL BORDE DE LAS PLANCHAS, NO DEBE SER MENOR DE 1/3 DEL DIÁMETRO DEL PERNO. EL DIÁMETRO DE LOS AGUJEROS A LO LARGO DE LAS JUNTAS LONGITUDINALES, DEBE SER 2 MM (1/8") MAYOR QUE EL DIÁMETRO DE LOS PERNOS.

(A) **COLOCACIÓN.** ANTES DE COLOCAR LAS ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO EL DELEGADO RESIDENTE DEBE COMPROBAR QUE LAS ZANJAS HAYAN SIDO EXCAVADAS DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DE LA SECCIÓN 205 Y LOS LECHOS O SUPERFICIES DE CIMENTACIÓN CONFORMADOS Y TERMINADOS COMO SE INDICA EN LOS PLANOS. LA COLOCACIÓN DE LAS ALCANTARILLAS SE DEBE PRINCIPIAR EN EL EXTREMO DE AGUAS ABAJO, CUIDANDO QUE LAS PESTAÑAS EXTERIORES CIRCUMFERENCIALES Y LAS LONGITUDINALES DE LOS COSTADOS SE COLOQUEN FRENTE A LA DIRECCIÓN AGUAS ARRIBA. LAS ALCANTARILLAS CON RECUBRIMIENTO EN EL INVERT, DEBEN SER COLOCADAS CON DICHO RECUBRIMIENTO EN LA PARTE INFERIOR.

(B) **APUNTALAMIENTO.** CUANDO SE PDA APUNTALAMIENTO EN LOS PLANOS, ÉSTE SE DEBE HACER ALARGANDO EL DIÁMETRO VERTICAL EN EL PORCENTAJE QUE INDIQUEN LOS PLANOS Y MANTENIENDO DICHO ALARGAMIENTO CON PUNTALES, TROZOS DE COMPRESIÓN Y AMARRÉS HORIZONTALES. EL APUNTALAMIENTO SE DEBE HACER PROGRESIVAMENTE EN UN EXTREMO DE LA ALCANTARILLA AL OTRO. LOS AMARRÉS Y PUNTALES SE DEBEN USAR EN SUS LUGARES, HASTA QUE EL RELLENO ESTÉ TERMINADO Y CONSOLIDADO A MENOS QUE LOS PLANOS LO INDIQUEN EN OTRA FORMA.

NO SE DEBE HACER APUNTALAMIENTO EN LAS ALCANTARILLAS DE ARCO O EN LOS ARCOS.

(C) **RELLENO.** EL RELLENO SE DEBE HACER COMO SE INDICA EN LA SECCIÓN 205.

(D) **INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS DE PLANCHAS ESTRUCTURALES.** EL CONTRATISTA DEBE SUMINISTRAR UNA COPIA DE LAS INSTRUCCIONES DE MONTAJE ANTES DE HACER EL ENSAMBLAJE. LAS INSTRUCCIONES DEBERÁN INDICAR LA POSICIÓN DE CADA PLANCHA Y EL ORDEN DE MONTAJE.

LAS PLANCHAS ESTRUCTURALES DEBEN SER INSTALADAS DE ACUERDO CON LAS INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE, SE DEBERÁ TENER MUCHO CUIDADO CON EL USO DE LAS BROCAS Y DE LAS BARRAS PARA APALANCAR CON EL OBJETIVO DE EVITAR DAñar LA PLANCHA Y EL REVESTIMIENTO. LAS PLANCHAS DEBERÁN SER ENSAMBLADAS ADECUADAMENTE.

301.03 OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN

(E) **LIMPIEZA.** EL CONTRATISTA DEBE PROCEDER A LIMPIAR LA VEGETACIÓN PEGAJERA EXISTENTE EN TODA LA SUPERFICIE DE LA SUB-RASANTE A REACONDICIONAR.

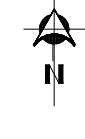
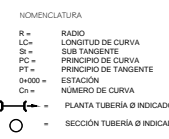
(F) **DELIMITACIÓN DE TRAMOS A REACONDICIONAR.** EL DELEGADO RESIDENTE DEBE DELIMITAR LOS TRAMOS QUE EL CONTRATISTA TIENE QUE REACONDICIONAR, INDICANDO CLARAMENTE POR ESCRITO LAS ESTACIONES INICIAL Y FINAL DE CADA TRAMO.

(G) **REEMPLAZO DE MATERIAL INADECUADO.** CUANDO EN LA SUB-RASANTE APAREZCAN ÁREAS CON MATERIAL INADECUADO, DE CONFORMIDAD CON LA DESTINACIÓN DADA EN 301.01, EL DELEGADO RESIDENTE DEBE DELIMITARLAS Y NOTIFICARLO POR ESCRITO AL CONTRATISTA, QUIEN DEBE PROCEDER A EFECTUAR LA REMOCIÓN DEL MATERIAL INADECUADO DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA SECCIÓN 203.

(H) **ESCARIFICACIÓN, TENDIDO Y CONFORMACIÓN.** EN LAS ÁREAS QUE NECESITEN REACONDICIONAMIENTO, EL CONTRATISTA DEBE PROCEDER A ESCARIFICAR EL SUELO DE SUB-RASANTE HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 200 MILÍMETROS, ELIMINANDO LAS ROCAS MAYORES DE 100 MILÍMETROS, ACONDICIONANDOLAS FUERA DEL LECHO DEL CAMINO; SI NECESSARIO DEBE PROCEDER A AJUSTAR Y CONFORMAR LA SUPERFICIE EFECTUANDO CORTES Y RELLENOS EN UN ESPESOR NO MAYOR DE 200 MILÍMETROS.

(A) **COMPACTACIÓN.** LA SUB-RASANTE REACONDICIONADA DEBE SER COMPACTAR EN SU TOTALIDAD CON UN CONTENIDO DE HUMEDAD DENTRO DE 3 POR CIENTO DE LA HUMEDAD ÓPTIMA, HASTA LOGRAR EL 95 POR CIENTO DE COMPACTACIÓN RESPECTO A LA DENSIDAD MÁXIMA, AASHTO T 180. LA COMPACTACIÓN EN EL CAMPO SE DEBE COMPROBAR DE PREFERENCIA SEGUN AASHTO T 191, CON LA APROBACIÓN ESCRITA DEL INGENIERO, SE PUEDEN USAR OTROS MÉTODOS TÉCNICOS, INCLUYENDO LOS NO DESTRUCTIVOS. PARA EL CASO DE SUB-RASANTES ANCLOSAS CON UN LÍMITE LÍQUIDO SUPERIOR AL 45 POR CIENTO Y UN ÍNDICE PLÁSTICO SUPERIOR AL 15 POR CIENTO, SE REQUIERIRÁ SU COMPACTACIÓN A UNA DENSIDAD DEL 90 POR CIENTO RESPECTO A LA DENSIDAD MÁXIMA, AASHTO T 180 Y CON UN CONTENIDO DE HUMEDAD MAYOR, POR LO MENOS EN UN 3 POR CIENTO, QUE SU CORRESPONDIENTE HUMEDAD ÓPTIMA SIEMPRE QUE NO EXCEDA EN MÁS DE UN 4 POR CIENTO AL VALOR CORRESPONDIENTE A SU LÍMITE PLÁSTICO.

(B) **DEFLEXIÓN.** SE ESTABLECE UNA DEFLEXIÓN MÁXIMA PARA LA CAPA DE SUB-RASANTE REACONDICIONADA DE 3 MILÍMETROS. EL DELEGADO RESIDENTE DEBERÁ ORDENAR LOS VADADORES QUE SEAN NECESARIOS Y SU REEMPLAZO CON MATERIAL DE PRESTAMO DE SUB-BAJE, EN CASO NECESARIO, COMPLEMENTAR ESTOS TRABAJOS CON LA CONSTRUCCIÓN DE SUB-DRENALES ADECUADOS.

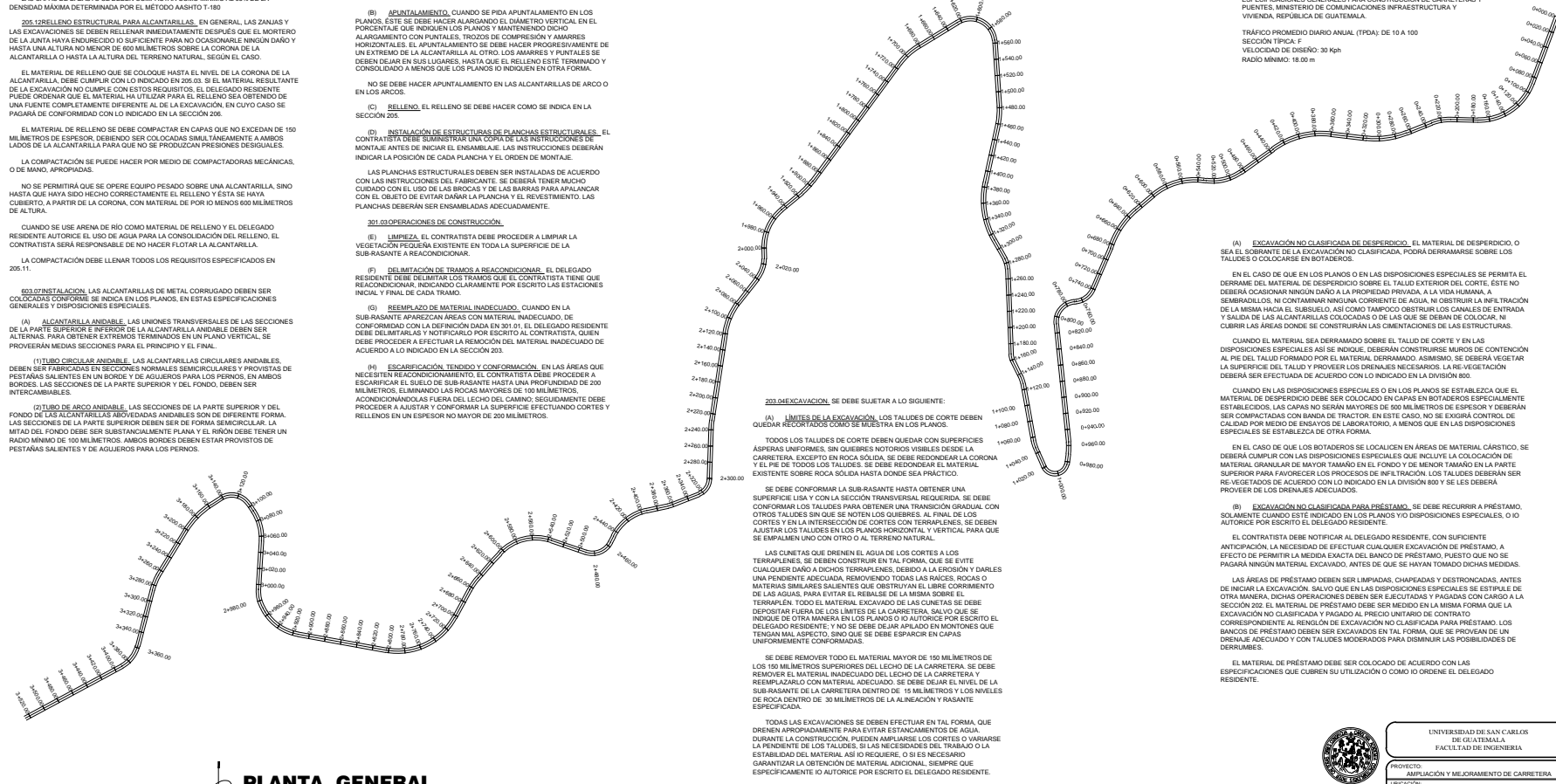


PARÁMETROS DE DISEÑO

REGlamento de Diseño: MANUAL CENTROAMERICANO, NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS CARRETERAS REGIONALES.

ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES, MINISTERIO DE COMUNICACIONES INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA, REPUBLICA DE GUATEMALA.

SECCIÓN TÍPICA F. VELOCIDAD DE DISEÑO: 30 km/h. RADIO ANIBO: 18.00 m.



PLANTA GENERAL

ESC. 1:2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA	
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO	
CONTENIDO: DISEÑO GENERAL CALCULO DISEÑO GEOMÉTRICO DIBUJO DISEÑO GENERAL	No. HOJA 01 11
Valde: FECHA: 05-08-2011 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ	

EL MATERIAL QUE EXCAVE EL CONTRATISTA FUERA DE LA SECCIÓN TÍPICA, SERÁ A SU COSTA.

(B) **EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA.** SIEMPRE QUE SEA FACTIBLE, LOS MATERIALES ADECUADOS QUE SE CORTEN DENTRO DEL PRISMA DE LA CARRETERA, SE DEBEN DEJAR EN LA CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES O RELLENOS, SUB-RASANTES, HOMBROS, AMPLIACION Y ACABADO DE LOS TALLERES DE TERRAPLENES Y PARA TODOS AQUELLOS USOS QUE SE INDICEN.

EN EL CASO DE QUE EN LOS PLANOS O EN LAS DISPOSICIONES ESPECIALES SE PERMITA EL DERRAME DEL MATERIAL DE DESPERDICIO SOBRE EL TALUD EXTERIOR DEL CORTE, ÉSTE NO DEBERÁ OCASIONAR NINGÚN DAÑO A LA PROPIEDAD PRIVADA, A LA VIDA HUMANA, A SEMBRILLOS, NI CONTAMINAR NINGUNA CORRIENTE DE AGUA. SE OBTENDRÁ LA INFILTRACIÓN DE LA MISMA HACIA EL SUBSUELO, ASÍ COMO TAMPOCO OBTENDRÁN LOS CAÑALES DE ENTRADA Y SALIDA DE LAS ALCANTARILLAS COLOCADOS O DE LAS QUE SE DEBAN DE COLOCAR, NI CUBRIR LAS ÁREAS DONDE SE CONSTRUYERAN LAS ORIENTACIONES DE LAS ESTURMAS.

CUANDO EL MATERIAL SEA DERRAMADO SOBRE EL TALUD DE CORTE Y EN LAS DISPOSICIONES ESPECIALES ASÍ SE INDIQUE, DEBERÁN CONSTRUIRSE MUROS DE CONTENCIÓN AL PIE DEL TALUD FORMADO POR EL MATERIAL DERRAMADO. ASIMISMO, SE DEBERÁ VEGETAR LA SUPERFICIE DEL TALUD Y PROVEER LOS DRENALES NECESARIOS. LA REVEGETACIÓN DEBERÁ SER EFECTUADA DE ACUERDO CON LO INDICADO EN LA DIVISION 800.

CUANDO EN LAS DISPOSICIONES ESPECIALES O EN LOS PLANOS SE ESTABLEZCA QUE EL MATERIAL DE DESPERDICIO DEBE SER COLOCADO EN CAPAS EN BOTADEROS ESPECIALMENTE ESTABLECIDOS, LAS CAPAS NO SERÁN MAYORES DE 500 MILÍMETROS DE ESPESOR Y DEBERÁN SER COMPACTADAS CON BANEA DE TAMPÓN. EN ESTE CASO, NO SE EXIGIRÁ CONTROL DE CALIDAD POR MEDIO DE ENSAYOS DE LABORATORIO, A MENOS QUE EN LAS DISPOSICIONES ESPECIALES SE ESTABLEZCA DE OTRA FORMA.

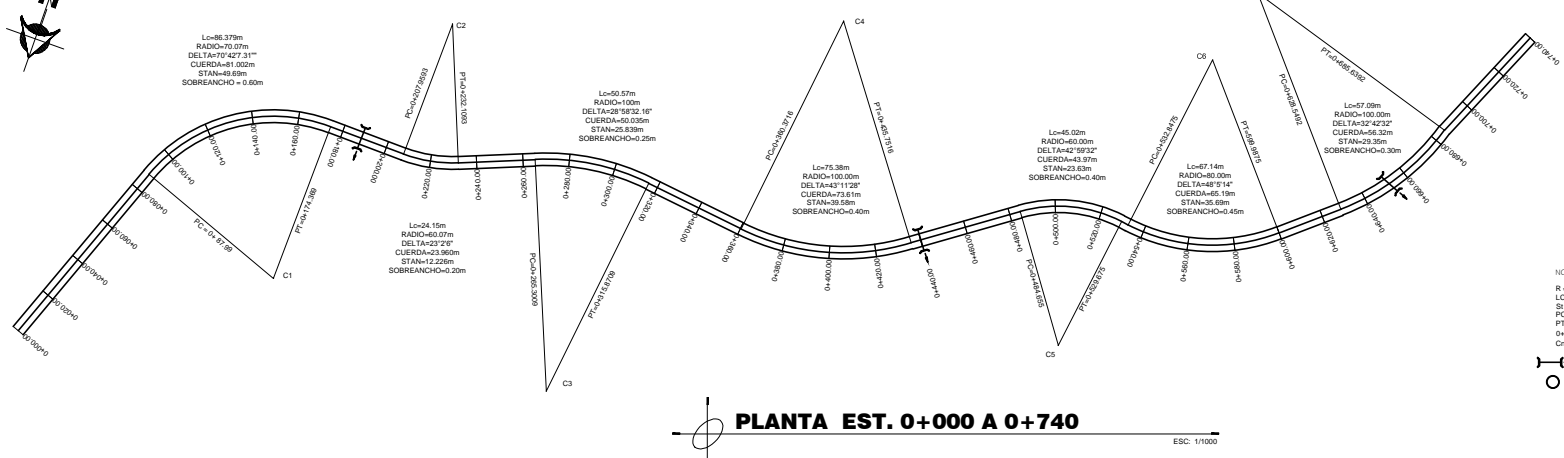
EN EL CASO DE QUE LOS BOTADEROS SE LOCALICEN EN ÁREAS DE MATERIAL CÁRSICO, SE DEBERÁ CUMPLIR CON LAS DISPOSICIONES ESPECIALES QUE INCLUYE LA COLOCACIÓN DE MATERIAL GRANULAR DE MAYOR TAMAÑO EN EL FONDO Y DE MENOR TAMAÑO EN LA PARTE SUPERIOR PARA FAVORECER LOS PROCESOS DE INFILTRACIÓN. LOS TALLDES DEBERÁN SER RE-VEGETADOS DE ACUERDO CON LO INDICADO EN LA DIVISION 800 Y SE LES DEBERÁ PROVEER DE LOS DRENALES ADECUADOS.

(B) **EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA PRESTAMO.** SE DEBE RECURRIR A PRESTAMO, SOLAMENTE CUANDO ESTE INDICADO EN LOS PLANOS O DISPOSICIONES ESPECIALES, O IO AUTORIZADO POR ESCRITO EL DELEGADO RESIDENTE.

EL CONTRATISTA DEBE NOTIFICAR AL DELEGADO RESIDENTE, CON SUFICIENTE ANTICIPACIÓN, LA NECESIDAD DE EFECTUAR CUALQUIER EXCAVACIÓN DE PRESTAMO, A EFECTO DE PERMITIR LA MEDIDA EXACTA DEL BANCO DE PRESTAMO, PUESTO QUE NO SE PAGARÁ NINGÚN MATERIAL EXCAVADO, ANTES DE QUE SE HAYAN TOMADO DICHAS MEDIDAS.

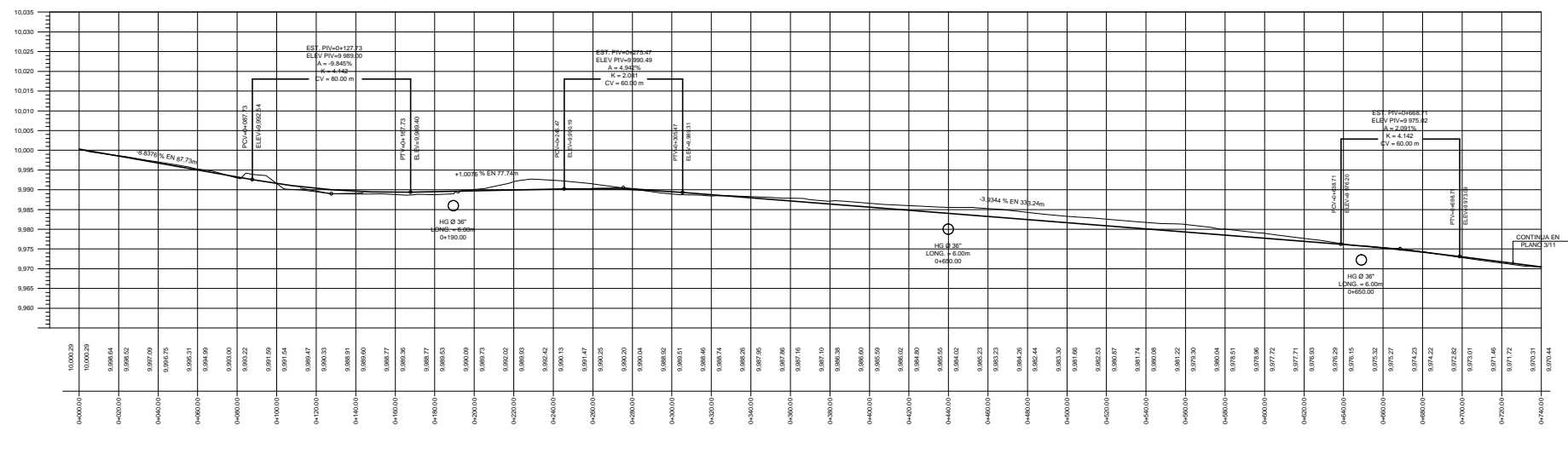
LAS ÁREAS DE PRESTAMO DEBEN SER LIMPIAS, CHAMPADAS Y DESTROZADAS, ANTES DE INICIAR LA EXCAVACIÓN. SALVO QUE EN LAS DISPOSICIONES ESPECIALES SE ESTIPULE DE OTRA MANERA, DICHAS OPERACIONES DEBEN SER EFECTUADAS Y PAGADAS CON CARGO A LA SECCIÓN 202. EL MATERIAL DE PRESTAMO DEBE SER MEDIDO EN LA MISMA FORMA QUE LA EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA Y PAGADO AL PRECIO UNITARIO DE CONTRATO CORRESPONDIENTE AL RENDIMIENTO DE EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA PRESTAMO. LOS MANGOS DE PRESTAMO DEBEN SER EXCAVADOS EN TAL FORMA, QUE SE PROVEAN DE UN DRENAL ADECUADO Y CON TALLDES MODERADOS PARA DISMINUIR LAS POSIBILIDADES DE DERRUMBES.

EL MATERIAL DE PRESTAMO DEBE SER COLOCADO DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES QUE CUBREN SU UTILIZACIÓN O COMO LO ORDENE EL DELEGADO RESIDENTE.

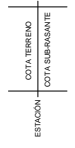


- NOMENCLATURA
- R = RADIO
 - LC = LONGITUD DE CURVA
 - SI = SUB TANGENTE
 - PC = PRINCIPIO DE CURVA
 - PT = PRINCIPIO DE TANGENTE
 - 0+000 = ESTACIÓN
 - Cn = NÚMERO DE CURVA
- PLANTA TUBERÍA Ø INDICADO
 ○ SECCIÓN TUBERÍA Ø INDICADO

PLANTA EST. 0+000 A 0+740
 ESC: 1/1000



- NOMENCLATURA
- K = CONSTANTE VELOCIDAD DE DISEÑO
 - PCV = PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
 - PIV = PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
 - ELEV = LEVACIÓN
 - A = PREFERENCIA DE PENDIENTES
 - CV = LONGITUD DE CURVA VERTICAL
 - EST PIV = STACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
 - ELEV PIV = ELEVACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL



PLANTA - PERFIL EST. 0+000 A 0+740
 ESC: V:1/500
 H:1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

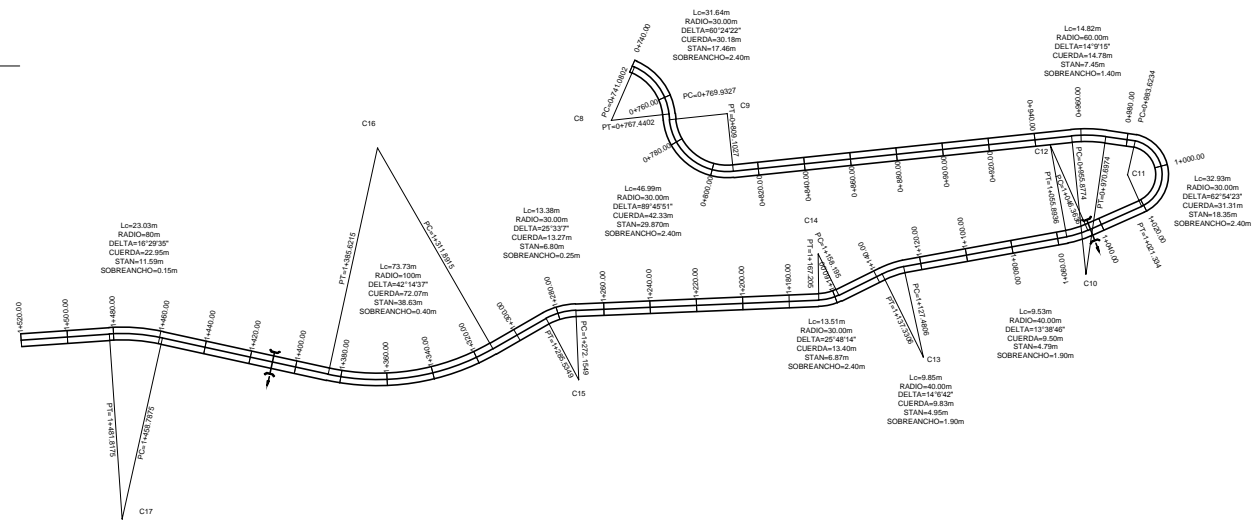
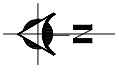
PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
 UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUETZALENANGO

CONTENIDO: PLANTA PERFIL 0+000 A 0+740.00

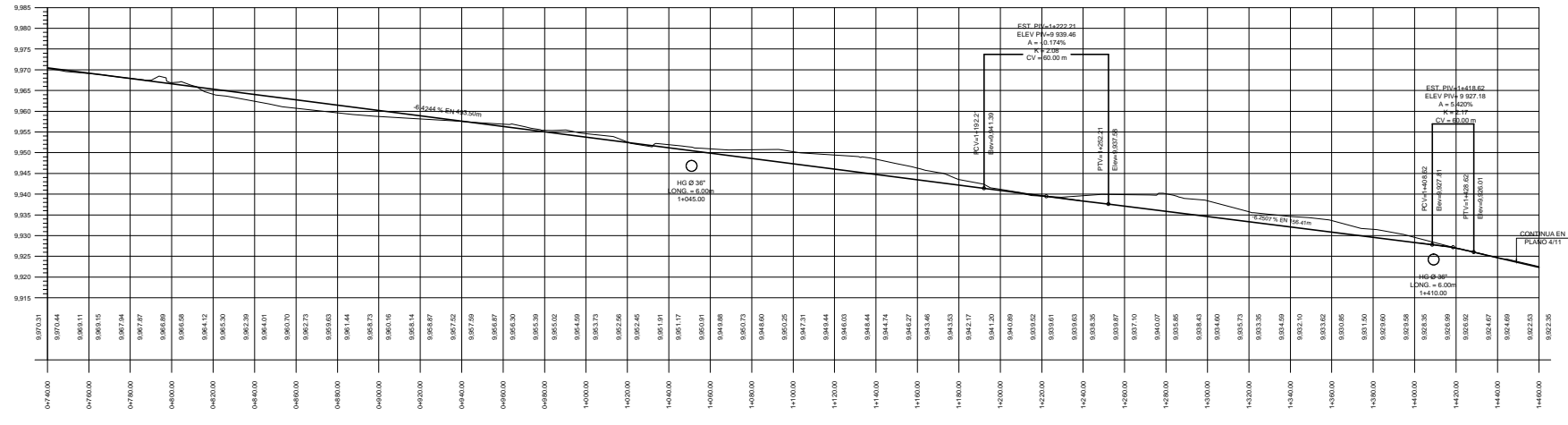
DISEÑO: EDUARDO GONZÁLEZ
 CÁLCULO: EDUARDO GONZÁLEZ
 DIBUJO: EDUARDO GONZÁLEZ
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: OCT. 2015

No. HOJA: 02
 de 11

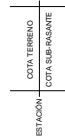
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VILLZ
 08/03/08



NOMENCLATURA
 R = RADIO
 L = LONGITUD DE CURVA
 ST = SUB TANGENTE
 PC = PRINCIPIO DE CURVA
 PT = PRINCIPIO DE TANGENTE
 0+000 = ESTACION
 CV = NÚMERO DE CURVA
 C = PLANTA TUBERÍA Ø INDICADO
 O = SECCIÓN TUBERÍA Ø INDICADO



NOMENCLATURA
 K = CONSTANTE VELOCIDAD DE DISEÑO
 PCV = PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
 PTV = PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
 ELEV = LEVACIÓN
 A = INCLINACIÓN DE PENDIENTES
 CV = LONGITUD DE CURVA VERTICAL
 EST PIV = STACION PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
 ELEV PIV = ELEVACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL



PLANTA - PERFIL EST. 0+740 A 1+460

ESC: 1:1000
 H:1/1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
 UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALENANGO

CONTENIDO: PLANTA PERFIL 0+740.00 A 1+460

DISEÑO: EDUARDO GONZALEZ
 CALCULO: EDUARDO GONZALEZ
 DIBUJO: EDUARDO GONZALEZ
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: OCT. 2012

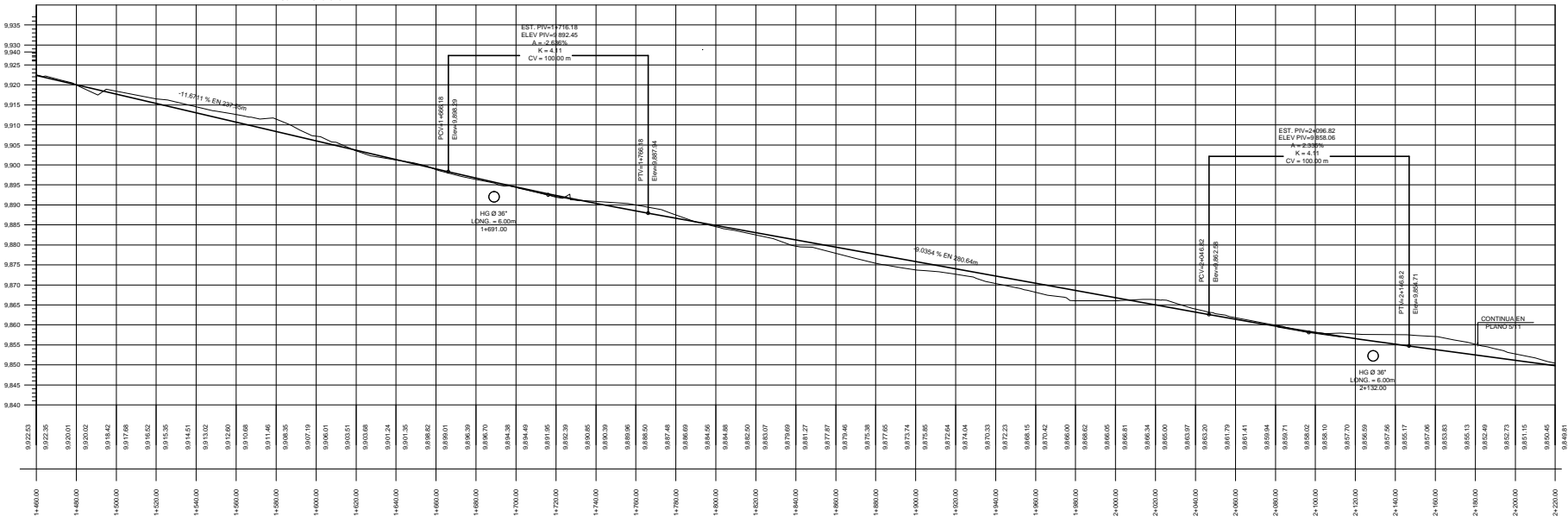
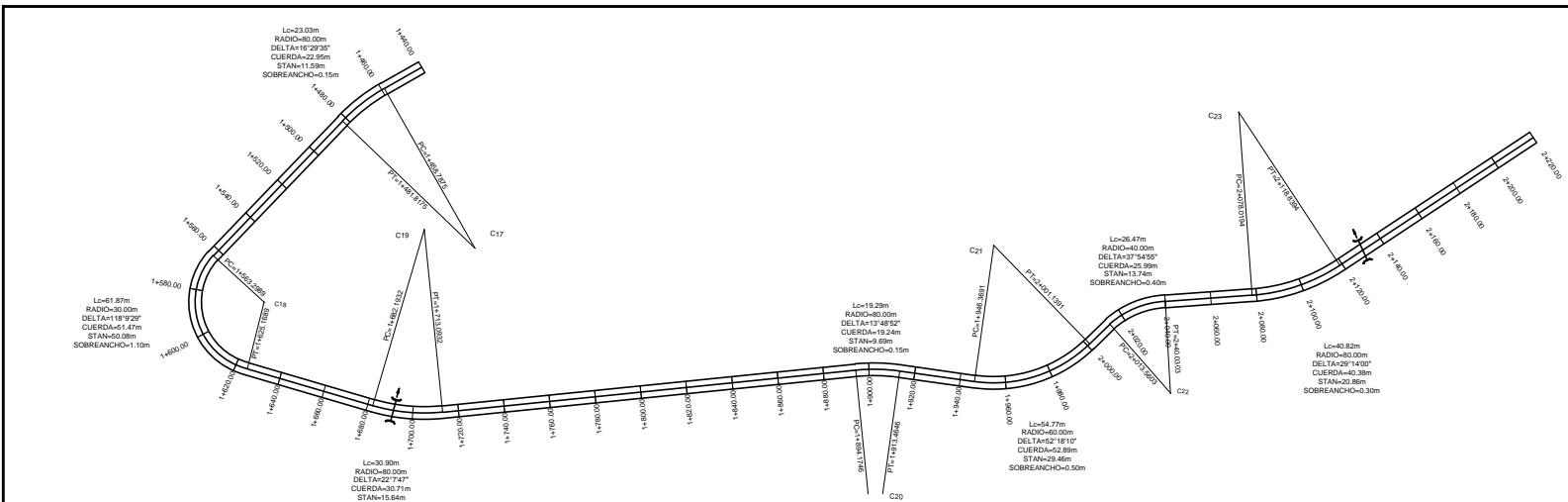
No. HOJA: 03
 11
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Velz
 DISEÑO



NOMENCLATURA

R = RADIO
 L = LONGITUD DE CURVA
 SI = SUB TANGENTE
 PC = PRINCIPIO DE CURVA
 PT = PRINCIPIO DE TANGENTE
 d+000 = ESTACION
 Cn = NÚMERO DE CURVA

⊕ = PLANTA TUBERÍA Ø INDICADO
 ○ = SECCIÓN TUBERÍA Ø INDICADO



NOMENCLATURA

K = CONSTANTE VELOCIDAD DE DISEÑO
 PC = PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
 PTV = PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
 ELEV = LEVACIÓN
 A = IFERENCIA DE PENDIENTES
 CV = LONGITUD DE CURVA VERTICAL
 EST PIV = STACION PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
 ELEV PIV = ELEVACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL

COTA TERRENO
 COTA SUBRASANTE



PLANTA - PERFIL EST. 1+460 A 2+220

ESC. V:1/1000
 H:1/1000



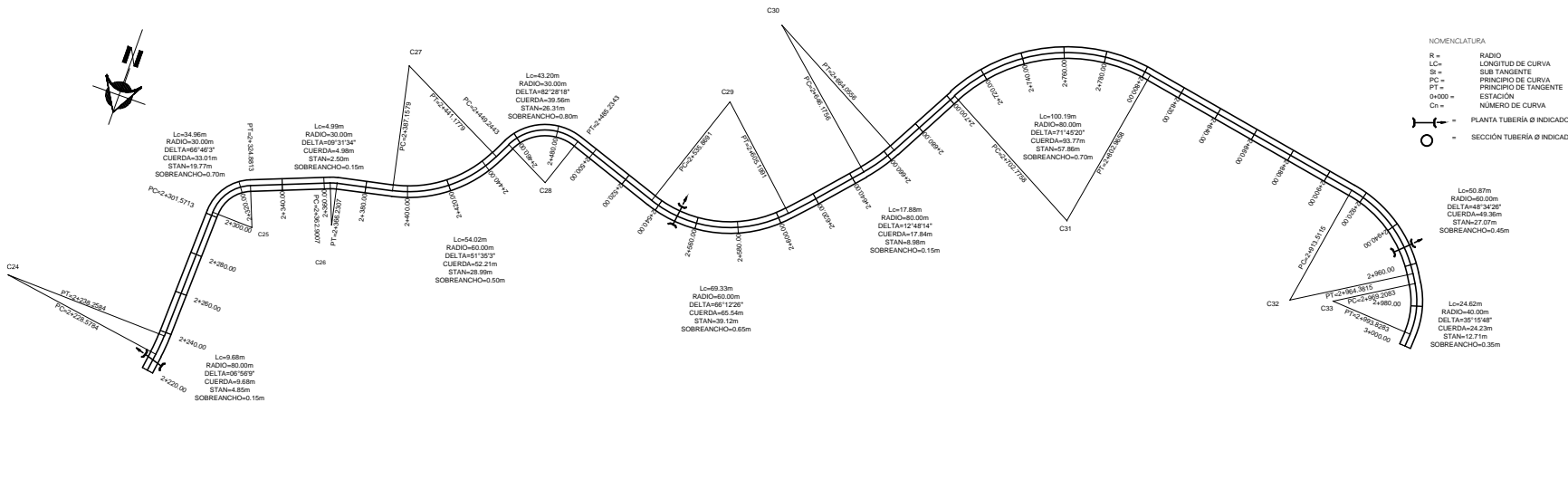
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
 UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUETZALENANGO

CONTENIDO: PLANTA PERFIL 1+460 A 2+220

DESIGNADO: EDUARDO GONZÁLEZ
 CALCULO: EDUARDO GONZÁLEZ
 DISEÑO: EDUARDO GONZÁLEZ
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: OCT. 2015

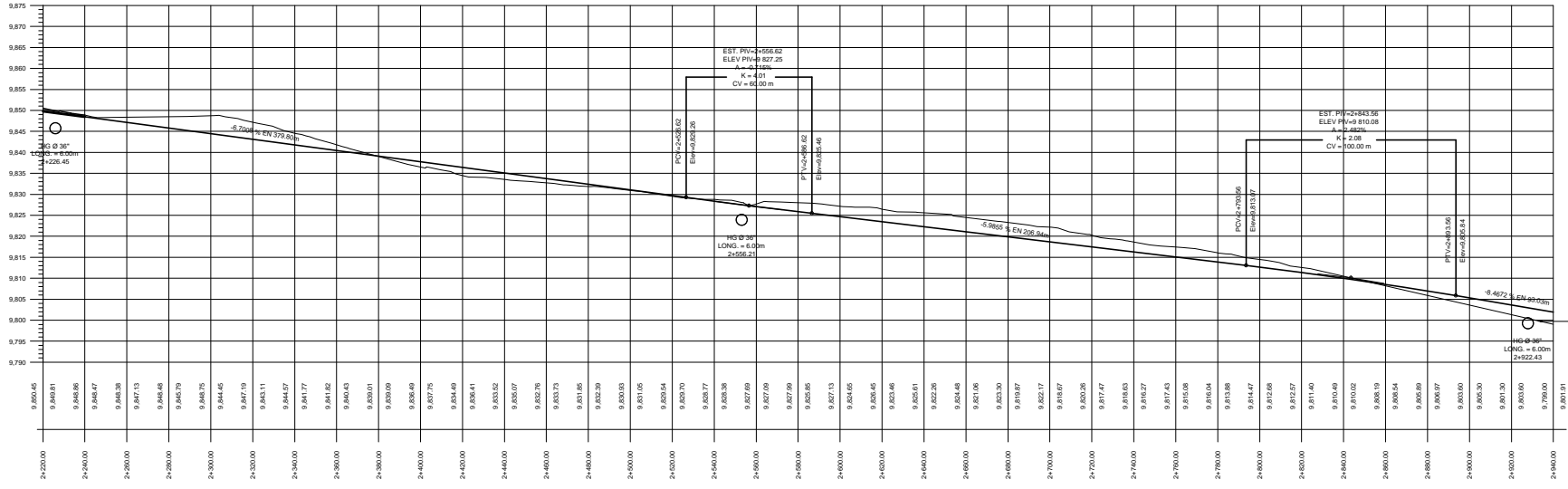
No. HOJA: 04
 TOTAL: 11
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Velz
 CARRERA



NOMENCLATURA

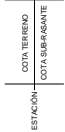
R = RADIO
 Lc = LONGITUD DE CURVA
 S = SUB TANGENTE
 PC = PRINCIPIO DE CURVA
 PT = PRINCIPIO DE TANGENTE
 0+000 = ESTACION
 Cn = NUMERO DE CURVA

PLANTA TUBERIA Ø INDICADO
 ○ = SECCIÓN TUBERIA Ø INDICADO



NOMENCLATURA

K = CONSTANTE VELOCIDAD DE DISEÑO
 PCV = PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
 PTV = PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
 ELEV = LEVACIÓN
 A = REFERENCIA DE PENDIENTES
 CV = LONGITUD DE CURVA VERTICAL
 EST PIV+ = STACION PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
 ELEV PIV+ = ELEVACION PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL

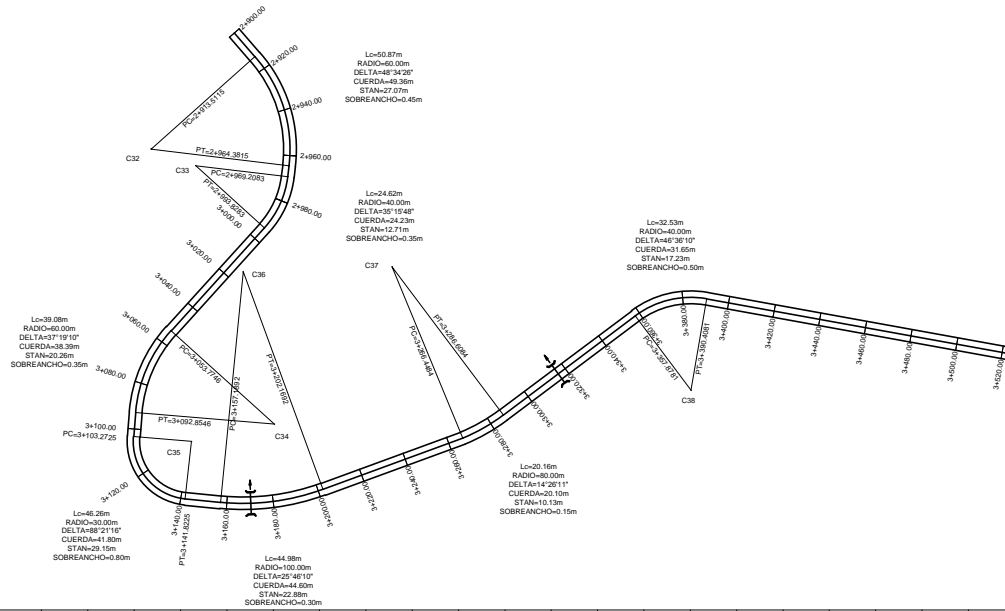


PLANTA - PERFIL EST. 2+220 A 2+940

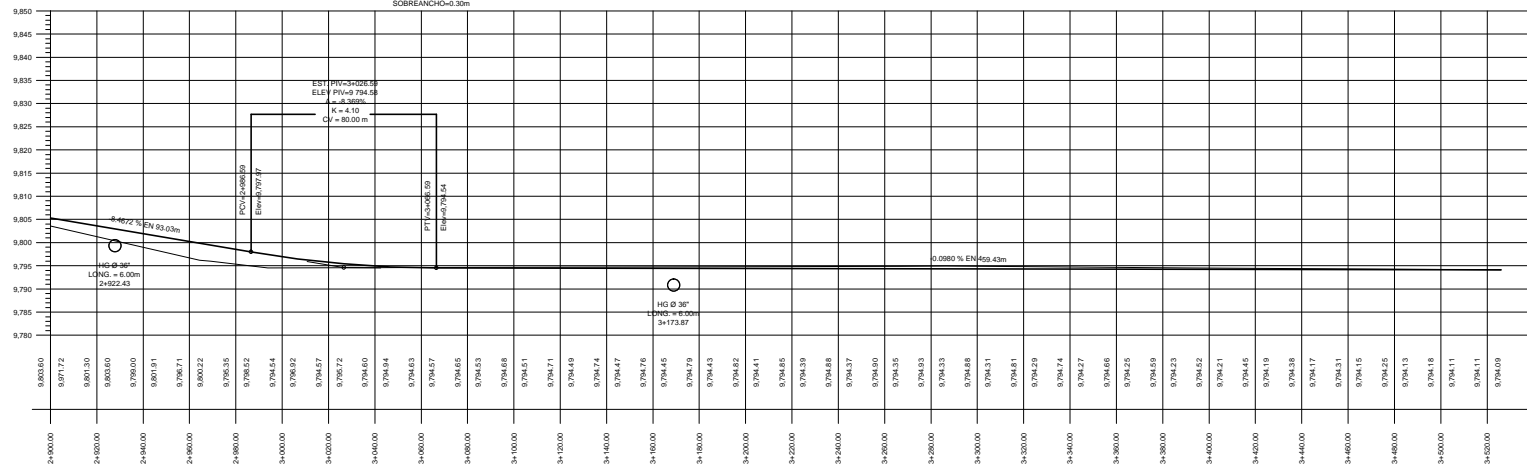
ESC: V:1/500
 H:1/1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	PROYECTO: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO	
DISEÑO: EDUARDO GONZALEZ CALCULO: EDUARDO GONZALEZ DIBUJO: EDUARDO GONZALEZ ESCALA: INDICADA FECHA: OCT. 2012	CONTENIDO: PLANTA PERFIL 2+220 A 2+940	No. HOJA 05 de 11

CONTINUO EN PLANO 011



NOMENCLATURA
 R = RADIO
 L = LONGITUD DE CURVA
 ST = SUB TANGENTE
 PC = PRINCIPIO DE CURVA
 PT = PRINCIPIO DE TANGENTE
 PVI = ESTACION
 Ca = NUMERO DE CURVA
 ○ = PLANTA TUBERIA Ø INDICADO
 ○ = SECCIÓN TUBERIA Ø INDICADO



NOMENCLATURA
 K = CONSTANTE VELOCIDAD DE DISEÑO
 PVI = PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
 RNCPO = PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
 ELEV = ELEVACIÓN
 A = DIFERENCIA DE PENDIENTES
 CV = LONGITUD DE CURVA VERTICAL
 EST PVI = STACION PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
 ELEV PVI = ELEVACIÓN PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL

ESTACION	COTA SUB-RASANTE
----------	------------------



PLANTA - PERFIL EST. 2+900 A 3+540

ESC. V:1:500
H:1:1000



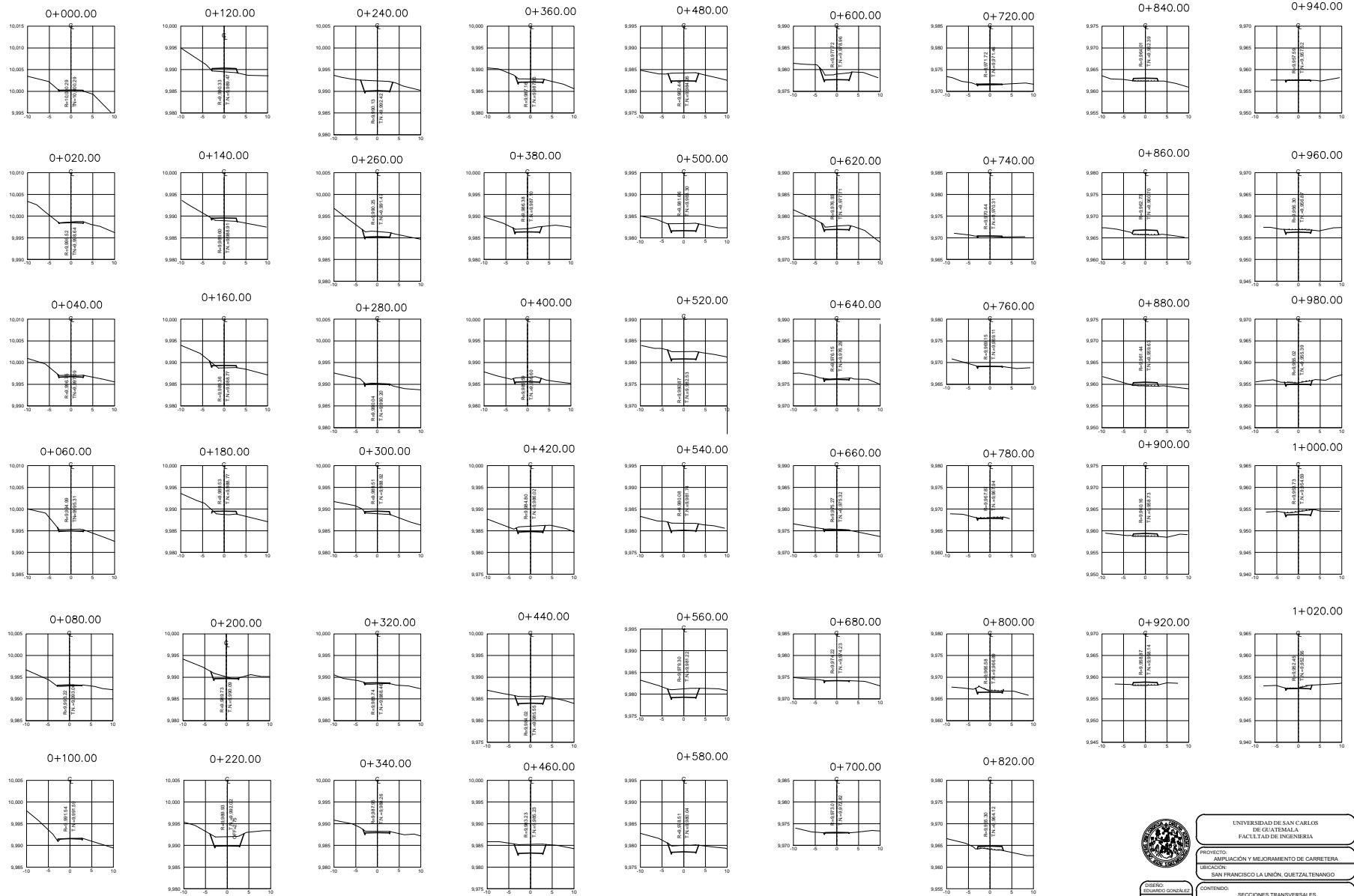
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALENANGO

CONTENIDO: PLANTA PERFIL 2+900 A 3+540

DISEÑO: EDUARDO GONZALEZ
 CALCULO: EDUARDO GONZALEZ
 DIBUJO: EDUARDO GONZALEZ
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: OCT. 2012

No. HOJA: 06
 No. TOTAL: 11
 Ing. Luis Guillermo Alfaro Velz
 INGENIERO



SECCIONES TRANSVERSALES

ESC: 1:400

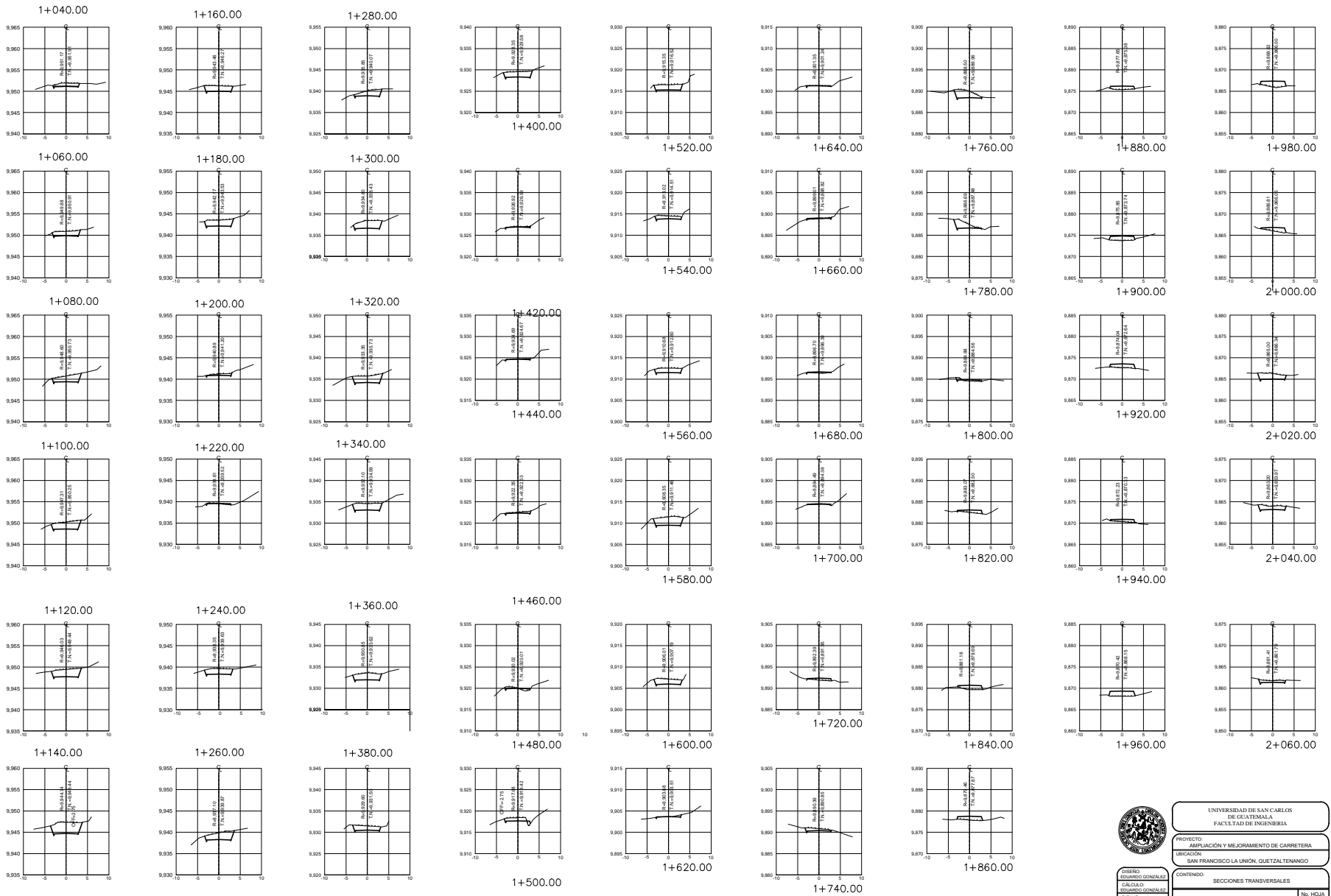


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

DISEÑO: EDUARDO GONZALEZ
CALCULO: EDUARDO GONZALEZ
DEBILLO: EDUARDO GONZALEZ
ESCALA: INDICADA
FECHA: OCT - 2012

CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES
No. HOJA: 07
11
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ
ABSCOR



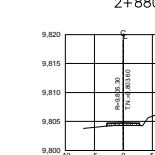
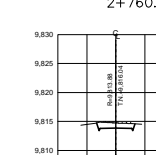
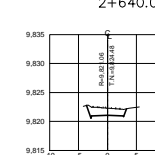
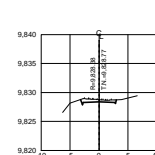
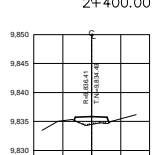
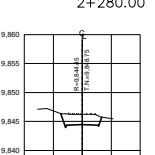
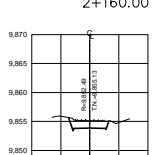
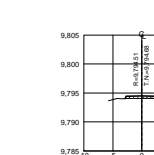
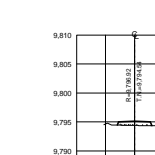
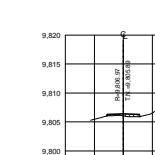
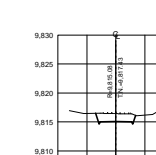
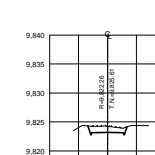
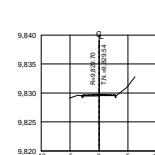
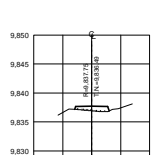
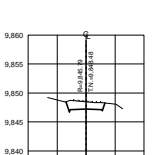
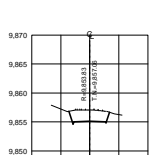
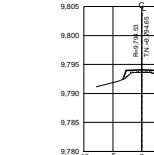
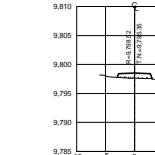
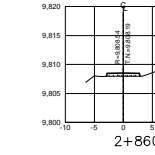
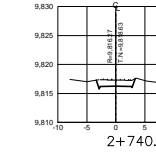
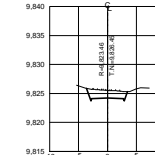
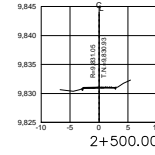
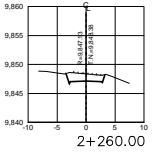
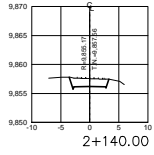
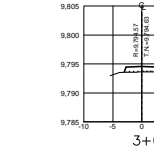
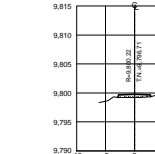
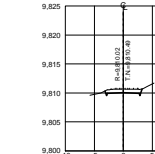
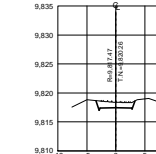
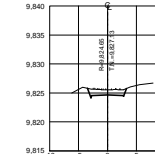
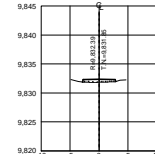
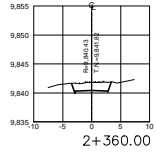
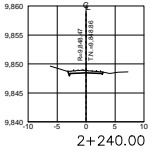
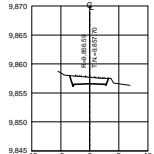
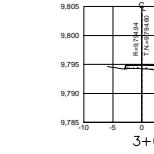
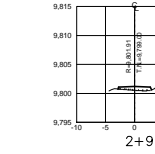
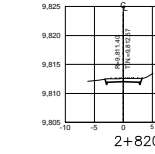
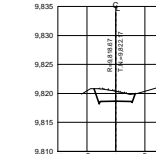
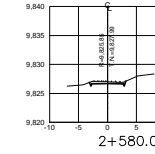
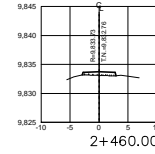
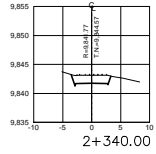
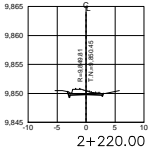
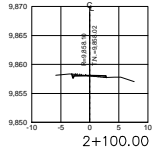
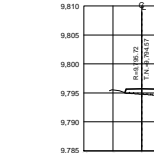
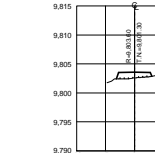
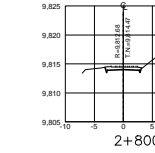
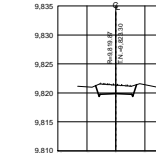
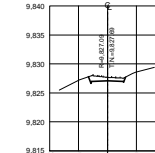
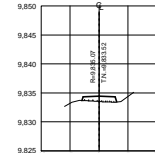
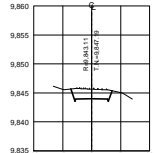
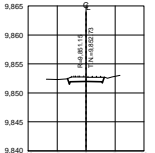
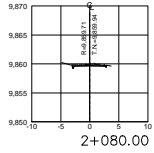
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

PROFESOR: EDUARDO GONZALEZ
CALCULO: EDUARDO GONZALEZ
DISEÑO: EDUARDO GONZALEZ
ESCALA: INDICADA
FECHA: OCT - 2012

CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES
No. HOJA: 08
11

Val. No. Luis Gregorio Alfaro Velz
DISEÑO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA
UBICACION: SAN FRANCISCO LA UNION, QUETZALTENANGO

CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES

Ing. EDUARDO GONZALEZ
CALCULO: EDUARDO GONZALEZ
DIBUJO: EDUARDO GONZALEZ
ESCALA: INDICADA
FECHA: OCT - 2012

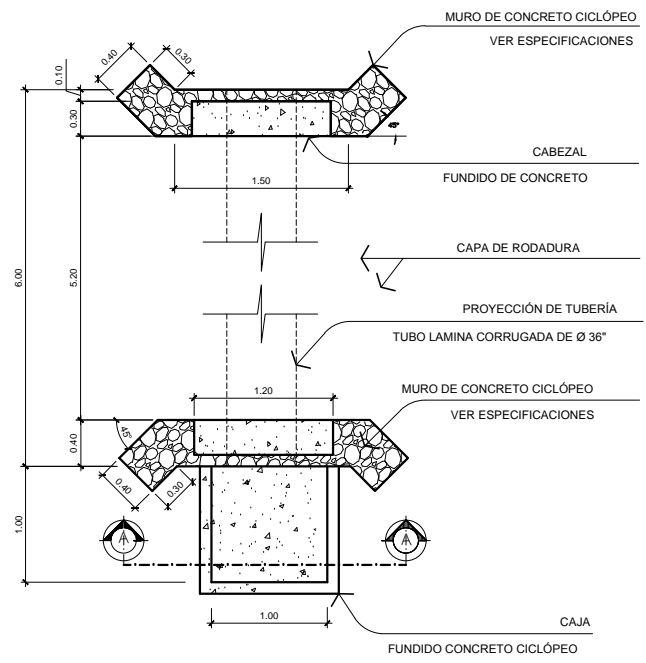
No. HOJA: 09
11

Ing. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ
DISEÑO

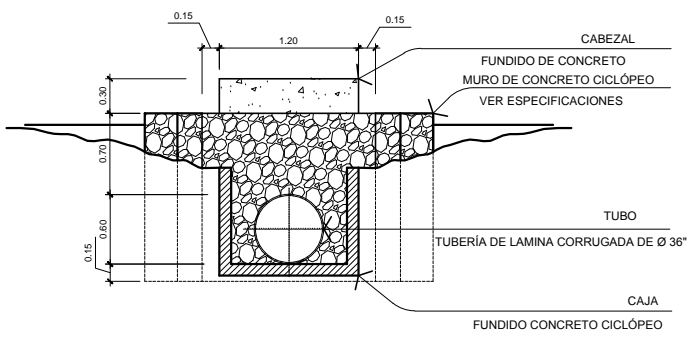
ELEVACION	ESPESOR	VOLUMEN	COMENTARIOS			
CHARRAL	SUBVALENTE	CONCRETO	TERMINALES			
0+000.00	10.000.29	10.000.29	0.00	0.00	0.00	10.000
0+020.00	9.988.64	9.988.52	0.12	11.72	0.05	10.012
0+040.00	9.977.03	9.966.75	0.33	33.27	0.05	10.045
0+060.00	9.965.31	9.944.99	0.31	47.64	0.00	10.093
0+080.00	9.953.00	9.932.22	0.32	24.95	9.62	10.107
0+100.00	9.941.59	9.919.54	0.04	5.05	11.13	10.101
0+120.00	9.929.47	9.900.33	0.85	5.05	45.91	10.080
0+140.00	9.918.51	9.889.00	0.58	0.00	79.12	9.981
0+160.00	9.908.77	9.869.36	0.59	0.00	65.80	9.915
0+180.00	9.908.77	9.889.33	0.76	0.00	68.85	9.846
0+200.00	9.909.09	9.889.73	0.36	30.49	37.77	9.839
0+220.00	9.903.03	9.889.00	2.08	171.24	0.00	10.010
0+240.00	9.902.42	9.900.13	2.28	263.67	0.00	10.304
0+260.00	9.901.47	9.900.25	1.22	232.95	0.00	10.537
0+280.00	9.900.20	9.900.04	0.15	92.10	0.00	10.629
0+300.00	9.988.92	9.988.51	0.59	12.96	29.69	10.103
0+320.00	9.988.45	9.988.74	0.28	0.00	42.43	10.059
0+340.00	9.988.26	9.987.95	0.31	22.88	12.74	10.079
0+360.00	9.987.88	9.987.16	0.73	71.43	0.00	10.050
0+380.00	9.987.15	9.986.38	0.73	105.36	0.00	10.796
0+400.00	9.986.80	9.986.59	1.01	126.30	0.00	10.882
0+420.00	9.986.02	9.984.80	1.21	153.71	0.00	11.036
0+440.00	9.985.55	9.984.02	1.54	190.16	0.00	11.226
0+460.00	9.985.23	9.983.23	2.00	241.47	0.00	11.467
0+480.00	9.984.26	9.982.44	1.82	258.13	0.00	11.728
0+500.00	9.983.30	9.981.66	1.64	233.65	0.00	11.959
0+520.00	9.982.53	9.980.87	1.66	223.24	0.00	12.182
0+540.00	9.981.74	9.980.08	1.66	224.40	0.00	12.407
0+560.00	9.981.22	9.979.30	1.93	242.34	0.00	12.649
0+580.00	9.980.04	9.978.51	1.83	237.37	0.00	12.882
0+600.00	9.978.96	9.977.72	1.24	186.07	0.00	13.088
0+620.00	9.977.71	9.976.93	0.77	136.51	0.00	13.204
0+640.00	9.976.29	9.976.15	0.15	66.18	0.00	13.270
0+660.00	9.975.32	9.975.27	0.06	19.35	0.08	13.290
0+680.00	9.974.23	9.974.22	0.01	8.63	0.08	13.208
0+700.00	9.972.82	9.973.01	0.19	3.10	7.38	13.294
0+720.00	9.971.46	9.971.72	0.26	0.00	19.13	13.275
0+740.00	9.970.31	9.970.44	0.12	0.25	16.56	13.259
0+760.00	9.969.11	9.969.15	0.05	1.12	5.28	13.255
0+780.00	9.967.94	9.967.87	0.07	11.79	0.52	13.286
0+800.00	9.966.83	9.966.59	0.31	46.78	0.00	13.315
0+820.00	9.964.12	9.965.30	1.18	37.87	62.92	13.290
0+840.00	9.962.39	9.964.01	1.63	0.00	150.09	13.130
0+860.00	9.960.70	9.962.73	2.03	0.00	196.46	12.943
0+880.00	9.959.83	9.961.44	1.61	0.00	208.77	12.738
0+900.00	9.958.73	9.960.16	1.43	0.00	173.64	12.863
0+920.00	9.958.14	9.958.87	0.74	0.00	114.22	12.448
0+940.00	9.957.02	9.957.70	0.67	0.21	39.54	12.449
0+960.00	9.956.87	9.956.30	0.56	40.08	1.49	12.408
0+980.00	9.955.39	9.955.02	0.37	73.07	0.00	12.521
1+000.00	9.954.59	9.953.73	0.86	80.99	0.00	12.602
1+020.00	9.953.55	9.952.45	1.11	62.75	0.18	12.654
1+040.00	9.951.91	9.951.17	0.75	61.80	0.18	12.728

ELEVACION	ESPESOR	VOLUMEN	COMENTARIOS			
CHARRAL	SUBVALENTE	CONCRETO	TERMINALES			
1+060.00	9.950.91	9.948.88	1.03	117.87	0.00	12.844
1+080.00	9.950.73	9.948.80	2.14	215.02	0.00	13.059
1+100.00	9.950.25	9.947.31	2.94	340.83	0.00	13.309
1+120.00	9.949.44	9.946.03	3.42	425.29	0.00	13.825
1+140.00	9.948.44	9.944.74	3.70	471.79	0.00	14.296
1+160.00	9.948.27	9.943.46	2.81	431.70	0.00	14.728
1+180.00	9.945.53	9.942.17	1.36	283.11	0.00	15.012
1+200.00	9.941.20	9.940.89	0.31	116.93	0.00	15.129
1+220.00	9.939.52	9.939.81	0.09	24.03	5.25	15.148
1+240.00	9.939.63	9.938.35	1.28	88.17	5.25	15.231
1+260.00	9.939.87	9.937.10	2.78	270.62	0.00	15.501
1+280.00	9.940.07	9.936.85	4.22	461.75	0.00	15.983
1+300.00	9.938.43	9.934.60	3.83	522.31	0.00	16.485
1+320.00	9.936.73	9.933.35	2.38	410.46	0.00	16.806
1+340.00	9.934.50	9.932.15	2.49	333.49	0.00	17.229
1+360.00	9.933.62	9.930.85	2.78	346.15	0.00	17.575
1+380.00	9.931.50	9.929.60	1.90	305.77	0.00	17.881
1+400.00	9.929.58	9.928.35	1.23	212.14	0.00	18.093
1+420.00	9.928.99	9.928.92	0.07	89.88	0.35	18.183
1+440.00	9.924.67	9.924.89	0.02	8.52	1.04	18.190
1+460.00	9.922.63	9.922.35	0.28	16.82	0.69	18.208
1+480.00	9.920.01	9.920.02	0.01	24.31	9.82	18.221
1+500.00	9.918.42	9.917.88	0.74	53.19	14.85	18.259
1+520.00	9.916.52	9.915.35	1.17	125.05	0.00	18.379
1+540.00	9.914.51	9.913.02	1.50	183.32	0.00	18.583
1+560.00	9.912.60	9.910.68	1.92	228.52	0.00	18.791
1+580.00	9.911.48	9.908.35	3.11	332.28	0.00	19.123
1+600.00	9.909.19	9.906.01	1.17	285.14	0.00	19.408
1+620.00	9.905.51	9.903.88	0.17	80.21	3.62	19.485
1+640.00	9.901.24	9.891.35	0.10	0.93	7.24	19.479
1+660.00	9.898.62	9.899.01	0.19	1.83	11.07	19.469
1+680.00	9.896.39	9.896.70	0.31	1.38	19.31	19.451
1+700.00	9.894.38	9.894.49	0.11	0.00	17.24	19.434
1+720.00	9.891.95	9.892.39	0.44	0.00	27.12	19.407
1+740.00	9.890.85	9.890.39	0.46	32.81	21.75	19.418
1+760.00	9.889.96	9.888.50	1.46	121.78	0.00	19.540
1+780.00	9.887.48	9.886.69	0.80	148.49	0.02	19.688
1+800.00	9.884.58	9.884.88	0.32	63.44	13.20	19.739
1+820.00	9.882.50	9.883.07	0.67	3.90	42.20	19.700
1+840.00	9.879.63	9.881.27	1.58	0.00	106.40	19.594
1+860.00	9.877.87	9.879.46	1.59	0.00	161.56	19.432
1+880.00	9.875.38	9.877.65	2.28	0.00	203.64	19.229
1+900.00	9.873.74	9.875.85	2.10	0.00	230.33	19.008
1+920.00	9.872.64	9.874.04	1.40	0.00	184.37	18.813
1+940.00	9.870.33	9.872.23	1.90	0.00	175.28	18.638
1+960.00	9.868.15	9.870.42	2.27	0.00	224.90	18.413
1+980.00	9.866.00	9.868.82	2.81	0.00	287.44	18.156
2+000.00	9.868.05	9.866.81	0.76	0.00	176.51	17.979
2+020.00	9.866.34	9.865.00	1.34	85.08	41.40	18.023
2+040.00	9.863.97	9.863.25	0.78	144.28	0.00	18.107
2+060.00	9.861.79	9.861.41	0.38	91.22	0.00	18.208
2+080.00	9.859.94	9.859.71	0.23	44.21	0.00	18.302
2+100.00	9.858.02	9.858.10	0.08	15.40	5.31	18.313

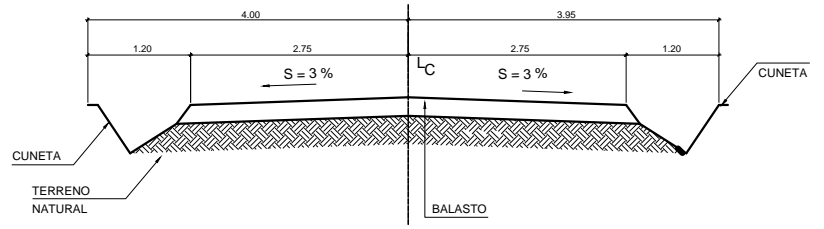
ELEVACION	ESPESOR	VOLUMEN	COMENTARIOS			
CHARRAL	SUBVALENTE	CONCRETO	TERMINALES			
2+120.00	9.857.70	9.856.99	1.11	79.88	5.31	18.387
2+140.00	9.857.56	9.855.17	2.39	236.60	0.00	18.624
2+160.00	9.857.06	9.853.83	3.23	373.26	0.00	18.997
2+180.00	9.855.13	9.852.49	2.65	391.24	0.00	19.388
2+200.00	9.852.73	9.851.15	1.58	284.90	0.00	19.873
2+220.00	9.850.45	9.849.81	0.64	146.50	0.00	19.819
2+240.00	9.848.86	9.848.47	0.39	64.03	0.00	19.883
2+260.00	9.848.38	9.847.13	1.25	109.48	0.00	19.993
2+280.00	9.848.48	9.845.79	2.70	256.76	0.00	20.260
2+300.00	9.848.75	9.844.45	4.30	489.22	0.00	20.728
2+320.00	9.847.19	9.843.11	4.08	559.97	0.00	21.288
2+340.00	9.844.57	9.841.77	2.80	461.38	0.00	21.749
2+360.00	9.841.82	9.840.43	1.39	279.92	0.00	22.029
2+380.00	9.838.01	9.839.09	0.08	83.69	3.77	22.118
2+400.00	9.838.49	9.837.75	1.28	1.89	70.32	22.051
2+420.00	9.838.49	9.836.41	1.92	0.00	162.18	21.888
2+440.00	9.833.52	9.835.07	1.54	0.00	178.04	21.710
2+460.00	9.832.76	9.832.39	0.37	0.00	139.65	21.578
2+480.00	9.831.85	9.832.93	0.53	0.00	76.46	21.501
2+500.00	9.830.93	9.831.05	0.12	0.33	30.42	21.471
2+520.00	9.829.54	9.829.70	0.17	0.33	11.60	21.460
2+540.00	9.828.77	9.828.38	0.39	29.71	7.40	21.462
2+560.00	9.827.99	9.827.99	0.00	74.24	0.00	21.557
2+580.00	9.827.99	9.825.85	2.14	187.15	0.00	21.744
2+600.00	9.827.13	9.824.65	2.48	310.31	0.00	22.054
2+620.00	9.826.45	9.823.46	2.99	388.80	0.00	22.423
2+640.00	9.825.81	9.822.26	3.55	419.46	0.00	22.842
2+660.00	9.824.48	9.821.08	3.41	446.01	0.00	23.288
2+680.00	9.823.30	9.819.87	3.43	456.46	0.00	23.745
2+700.00	9.822.17	9.818.67	3.50	481.04	0.00	24.206
2+720.00	9.820.26	9.817.47	2.78	421.02	0.00	24.627
2+740.00	9.818.63	9.816.27	2.36	347.38	0.00	24.974
2+760.00	9.817.43	9.815.08	2.35	316.49	0.00	25.290
2+780.00	9.816.04	9.813.88	2.16	304.21	0.00	25.595
2+800.00	9.814.47	9.812.68	1.79	287.13	0.00	25.862
2+820.00	9.812.57	9.811.40	1.17	200.67	0.00	26.062
2+840.00	9.810.49	9.810.02	0.46	123.60	0.00	26.186
2+860.00	9.80					



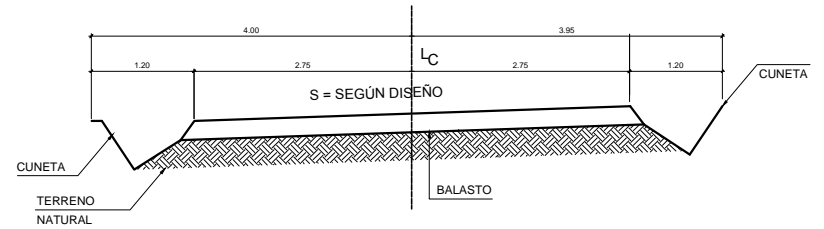
PLANTA DE DRENAJE
ESC: 1/20



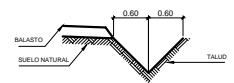
SECCIÓN A-A
ESC: 1/20



SECCIÓN TÍPICA
ESC: 1/10



SECCIÓN TÍPICA EN CURVA
ESC: 1/10



CUNETA TRIANGULAR
ESC: 1/20

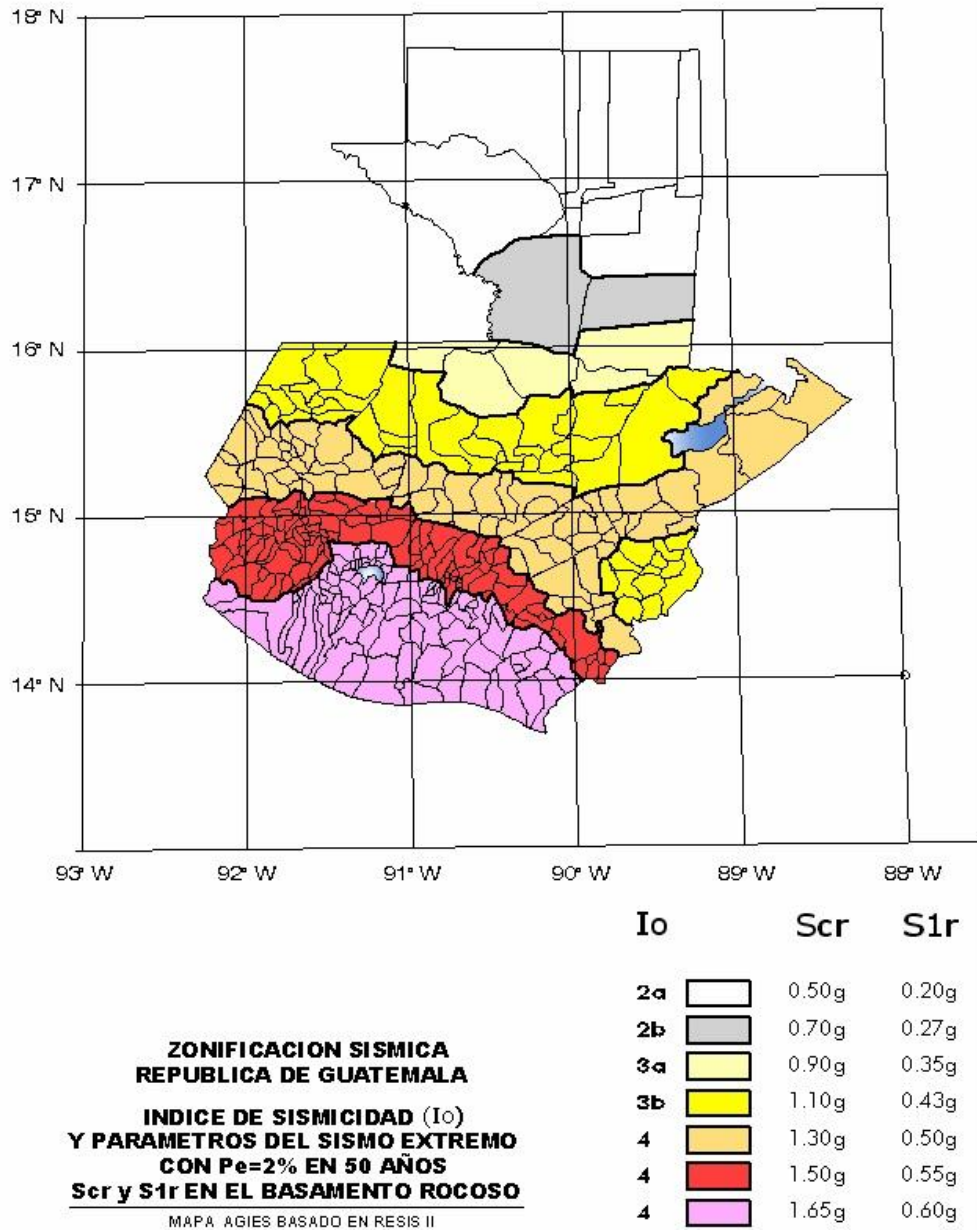
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA UBICACIÓN: SAN FRANCISCO LA UNIÓN, QUETZALTENANGO	
DISEÑO: EDUARDO GONZÁLEZ CÁLCULO: EDUARDO GONZÁLEZ DIBUJO: EDUARDO GONZÁLEZ ESCALA: REDUCIDA FECHA: OCT. 2013	CONTENIDO: SECCIONES TÍPICA + DETALLES	No. HOJA 11 / 11

Val. No. LUIS GREGORIO ALFARO 1012
 INGENIERO

ANEXOS

Anexo 1

Zonificación sísmica para la República de Guatemala



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

Anexo 2

Coefficientes y factores para diseño de sistemas sismo resistentes

	SISTEMA ESTRUCTURAL (sección 1.5)	Sistema Constructivo Véase Secc1.5.8	R	Ω_r	C_d	Límite de altura en metros			
						Nivel de Protección			
						B	C	D	E
E1	SISTEMA DE MARCOS								
E1-A	Marcos tipo A	NSE 7.1	8	3	5.5	SL	SL	SL	SL
	De concreto reforzado	NSE 7.5	8	3	5.5	SL	SL	SL	SL
	De acero estructural								
E1-B	Marcos tipo B	NSE 7.1	5	3	4.5	50	30	12	NP
	De concreto reforzado	NSE 7.5	4.5	3	4	50	30	12	NP
	De acero estructural								
E1-C	Marcos tipo C	NSE 7.1	3	3	3	30	NP	NP	NP
	De concreto reforzado	NSE 7.5	3.5	3	2.5	30	NP	NP	NP
	De acero estructural								
E2	SISTEMA DE CAJON								
	Con muros estructurales								
	De concreto reforzado A	NSE 7.1	5	2.5	5	SL	75	50	30
	De concreto reforzado B	NSE 7-1	4	2.5	4	50	50	30	NP
	De concreto reforzado BD	1.5.8	5	2.5	3	30	30	15	12
	De mampostería reforzada A	NSE 7.4	4	2.5	3	30	30	20	15
	Paneles de Concreto prefabricado	NSE 7.3	4	3	3.5	30	30	15	12
	Con paneles de madera	NSE 7.6	6	3	4	20	20	15	20
E3	SISTEMA GENERAL								
	Con muros estructurales								
	De concreto reforzado A	NSE 7.1	6	2.5	5	SL	75	50	50
	De concreto reforzado B	NSE 7.1	5	2.5	4	SL	50	30	NP
	De mampostería reforzada A	NSE 7.4	5.5	3	3.5	SL	SL	50	50
	Paneles de concreto prefabricado	NSE 7.3	4.5	3	3.5	SL	30	30	20
	Marcos de acero arriostrado								
	Tipo A con riostras excéntricas	NSE 7.5	8	2	4	SL	50	50	30
	Tipo A con riostras concéntricas	NSE 7.5	6	2	5	SL	50	30	20
	Tipo B con riostras concéntricas	NSE 7.5	3.5	2	3.5	30	12	12	NP

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

Coeficiente de sitio Fa

Clase de sitio	Índice de sismicidad				
	2a	2b	3a	3b	4
AB	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
D	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
E	1.7	1.2	1.0	0.9	0.9
F	se requiere evaluación específica -- ver sección 4.4.1				

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

-Coeficiente de sitio Fv

Clase de sitio	Índice de sismicidad				
	2a	2b	3a	3b	4
AB	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5
E	3.2	2.8	2.6	2.4	2.4
F	se requiere evaluación específica -- ver sección 4.4.1				

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

Factor N_a para períodos cortos de vibración

Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica (Nota 1)		
	≤ 2 km	5 km	≥ 10 km
A	1.25	1.12	1.0
B	1.12	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0

Nota 1: tomar la distancia horizontal a la proyección horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 km
 Nota 2: utilizar el factor N_a que mayor haya salido al cotejar todas las fuentes relevantes

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

Factor N_v para períodos largos de vibración

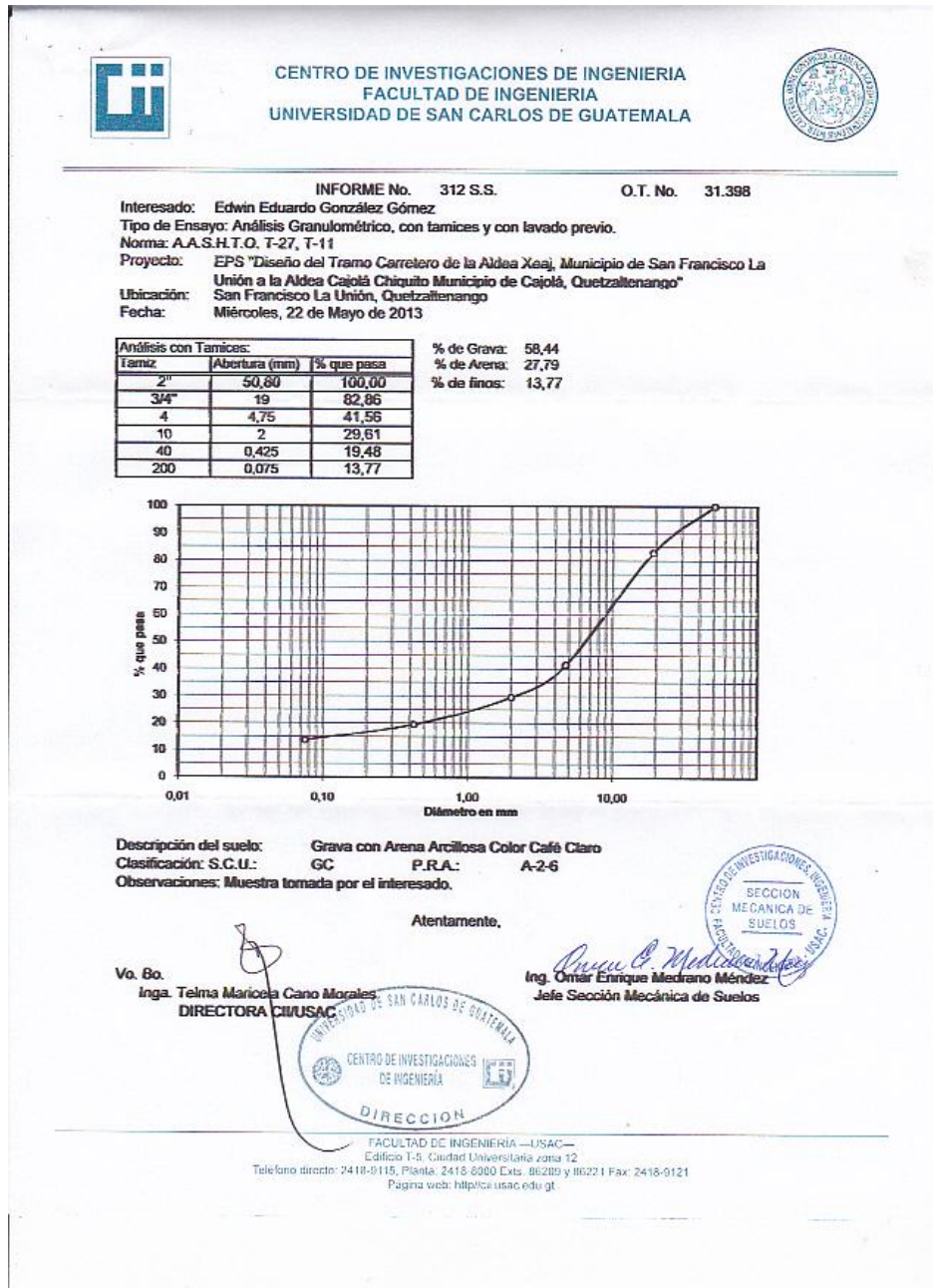
Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica (Nota 1)			
	≤ 2 km	5 km	10 km	≥ 15 km
A	1.4	1.2	1.1	1.0
B	1.2	1.1	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

Nota 1: tomar distancia horizontal a la proyección horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 km
 Nota 2: utilizar el factor N_v que mayor haya salido al cotejar todas las fuentes relevantes

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

Anexo 4



Análisis granulométrico



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII/USAC

Anexo 5

Límites de Atterberg

 **CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA** 

INFORME No. 311 S.S. O.T.: 31.398

Interesado: Edwin Eduardo González Gómez

Proyecto: EPS "Diseño del Tramo Carretero de la Aldea Xeej, Municipio de San Francisco La Unión a la Aldea Cajolá, Quetzaltenango"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: San Francisco la Unión, Quetzaltenango

FECHA: Miércoles, 22 de Mayo de 2013


RESULTADOS:


ENSAYO No.	MUESTRA No.	LL (%)	LP (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	31,4	11,1	CL	Grava con Arena Arcillosa Color Café Claro


(*) CLASIFICACION SEGUN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo. 
Ing. Teima Manziela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC


Ing. Omar Estique Madrazo Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

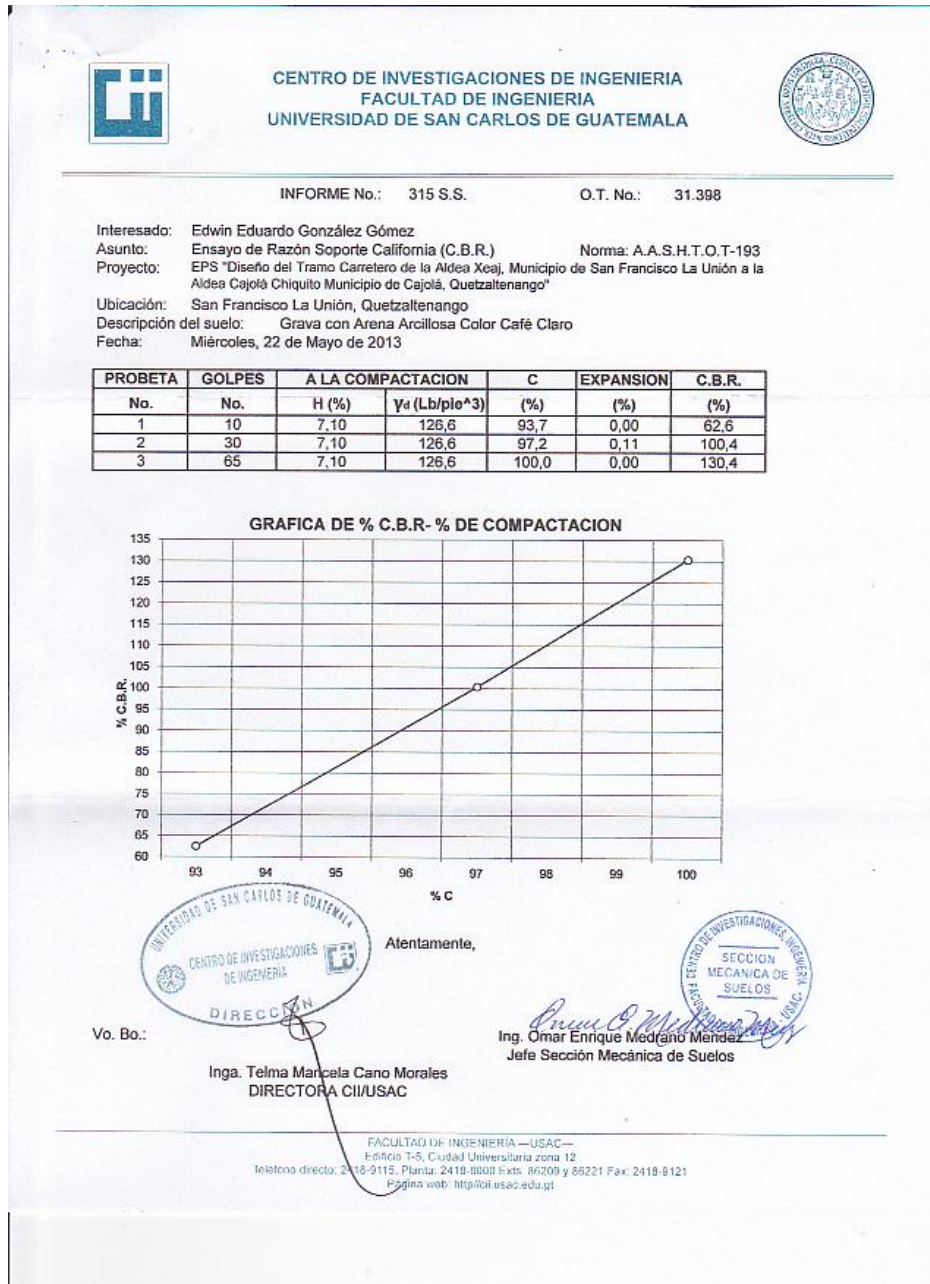


FACULTAD DE INGENIERIA --USAC--
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-6000 Exts. 80209 y 80221 Fax: 2418-0121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII/USAC

Anexo 6



Razón Soporte California (C.B.R.)



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII/USAC

Anexo 7

Peso Unitario Suelto

 **CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA** 

INFORME No.: 313 S. S. O.T.: 31.398

INTERESADO: Edwin Eduardo González Gómez

PROYECTO: EPS "Diseño del Tramo Carretero de la Aldea Xeaj, Municipio de San Francisco La Unión a la Aldea Cajolá Chiquito Municipio de Cajolá, Quetzaltenango"

ASUNTO: ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)

Norma: A.A.S.T.H.O T-19

UBICACIÓN: San Francisco La Unión, Quetzaltenango

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Grava con Arena Arcillosa Color Café Claro


FECHA: Miércoles, 22 de Mayo de 2013


RESULTADO DEL ENSAYO:


P.U.S.= 1.551 kg/m³


OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado

Atentamente,

Vo. Bo. 
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC


Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos


SECCION
MECANICA DE
SUELOS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE INVESTIGACIONES
DE INGENIERIA
DIRECCION

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Calle T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-0119; Plomero: 2418-5000 Exts. 80209 y 80221 Fax: 2418-0121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>


Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII/USAC

Anexo 8

Ensayo de compactación



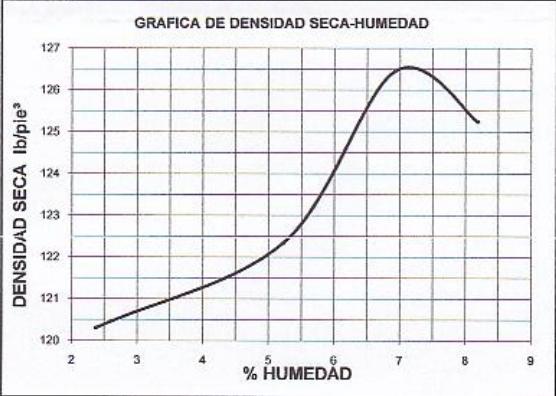
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 314 S.S. O.T. No.: 31.398

Interesado: Edwin Eduardo González Gómez
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: () Norma:
Proyecto: EPS "Diseño del Tramo Carretero de la Aldea Xezaj, Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180
Municipio de San Francisco La Unión a la Aldea
Cajalá Chiquito Municipio de Cajalá,
Ubicación: San Francisco La Unión, Quetzaltenango
Fecha: Miércoles, 22 de Mayo de 2013


GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD




% HUMEDAD	DENSIDAD SECA lb/ft³
2.5	120.5
3.5	121.5
4.5	122.5
5.5	124.5
6.5	126.5
7.1	126.5
8.0	125.5


Descripción del suelo: Grava con Arena Arcillosa Color Café Claro
Densidad seca máxima γ_d : 2.027 Kg/m³ 127 lb/ft³
Humedad óptima Hop.: 7,1 %
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.: 
Inga. Telma Maricela Cano Morales
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 direct: 2418-8175; Planta: 2418-8080 Exts. 86208 y 86221 Fax: 2418-0121
Página web: <http://ciiusac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, CII/USAC

Anexo 9

Coeficientes para momentos negativos en losas

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_a^2$$

donde w = carga muerta más viva uniforme total

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.045 0.045	0.076 0.076	0.050 0.050	0.075 0.075	0.071 0.071	0.071 0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.050 0.041	0.072 0.072	0.055 0.045	0.079 0.079	0.075 0.075	0.067 0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.055 0.037	0.070 0.070	0.060 0.040	0.080 0.080	0.079 0.079	0.062 0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.060 0.031	0.065 0.065	0.066 0.034	0.082 0.082	0.083 0.083	0.057 0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.065 0.027	0.061 0.061	0.071 0.029	0.083 0.083	0.086 0.086	0.051 0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.069 0.022	0.056 0.056	0.076 0.024	0.085 0.085	0.088 0.088	0.044 0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.074 0.017	0.050 0.050	0.081 0.019	0.086 0.086	0.091 0.091	0.038 0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.077 0.014	0.043 0.043	0.085 0.015	0.087 0.087	0.093 0.093	0.031 0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.081 0.010	0.035 0.035	0.089 0.011	0.088 0.088	0.095 0.095	0.024 0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.084 0.007	0.028 0.028	0.092 0.008	0.089 0.089	0.096 0.096	0.019 0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.086 0.006	0.022 0.022	0.094 0.006	0.090 0.090	0.097 0.097	0.014 0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.











Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12ª ed. Colombia: Mc Graw-Hill, 2001. 722 p.

Coeficientes para momentos positivos debido a carga muerta en losas

$$M_{d,poz,dl} = C_{a,dl} w l_b^2$$

donde w = carga muerta uniforme total

$$M_{b,poz,dl} = C_{b,dl} w l_b^2$$

Relación	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9	
l_b										
1.00	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.018	$C_{a,dl}$ 0.018	$C_{a,dl}$ 0.027	$C_{a,dl}$ 0.027	$C_{a,dl}$ 0.033	$C_{a,dl}$ 0.027	$C_{a,dl}$ 0.020	$C_{a,dl}$ 0.023	
	$C_{b,dl}$ 0.036	$C_{b,dl}$ 0.018	$C_{b,dl}$ 0.027	$C_{b,dl}$ 0.027	$C_{b,dl}$ 0.018	$C_{b,dl}$ 0.027	$C_{b,dl}$ 0.033	$C_{b,dl}$ 0.023	$C_{b,dl}$ 0.020	
0.95	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.020	$C_{a,dl}$ 0.021	$C_{a,dl}$ 0.030	$C_{a,dl}$ 0.028	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.031	$C_{a,dl}$ 0.022	$C_{a,dl}$ 0.024	
	$C_{b,dl}$ 0.033	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.025	$C_{b,dl}$ 0.024	$C_{b,dl}$ 0.015	$C_{b,dl}$ 0.024	$C_{b,dl}$ 0.031	$C_{b,dl}$ 0.021	$C_{b,dl}$ 0.017	
0.90	$C_{a,dl}$ 0.045	$C_{a,dl}$ 0.022	$C_{a,dl}$ 0.025	$C_{a,dl}$ 0.033	$C_{a,dl}$ 0.029	$C_{a,dl}$ 0.039	$C_{a,dl}$ 0.035	$C_{a,dl}$ 0.025	$C_{a,dl}$ 0.026	
	$C_{b,dl}$ 0.029	$C_{b,dl}$ 0.014	$C_{b,dl}$ 0.024	$C_{b,dl}$ 0.022	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.021	$C_{b,dl}$ 0.028	$C_{b,dl}$ 0.019	$C_{b,dl}$ 0.015	
0.85	$C_{a,dl}$ 0.050	$C_{a,dl}$ 0.024	$C_{a,dl}$ 0.029	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.031	$C_{a,dl}$ 0.042	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.029	$C_{a,dl}$ 0.028	
	$C_{b,dl}$ 0.026	$C_{b,dl}$ 0.012	$C_{b,dl}$ 0.022	$C_{b,dl}$ 0.019	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.017	$C_{b,dl}$ 0.025	$C_{b,dl}$ 0.017	$C_{b,dl}$ 0.013	
0.80	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.026	$C_{a,dl}$ 0.034	$C_{a,dl}$ 0.039	$C_{a,dl}$ 0.032	$C_{a,dl}$ 0.045	$C_{a,dl}$ 0.045	$C_{a,dl}$ 0.032	$C_{a,dl}$ 0.029	
	$C_{b,dl}$ 0.023	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.020	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.015	$C_{b,dl}$ 0.022	$C_{b,dl}$ 0.015	$C_{b,dl}$ 0.010	
0.75	$C_{a,dl}$ 0.061	$C_{a,dl}$ 0.028	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.043	$C_{a,dl}$ 0.033	$C_{a,dl}$ 0.048	$C_{a,dl}$ 0.051	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.031	
	$C_{b,dl}$ 0.019	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.018	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.012	$C_{b,dl}$ 0.020	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.007	
0.70	$C_{a,dl}$ 0.068	$C_{a,dl}$ 0.030	$C_{a,dl}$ 0.046	$C_{a,dl}$ 0.046	$C_{a,dl}$ 0.035	$C_{a,dl}$ 0.051	$C_{a,dl}$ 0.058	$C_{a,dl}$ 0.040	$C_{a,dl}$ 0.033	
	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.016	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.005	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.017	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.006	
0.65	$C_{a,dl}$ 0.074	$C_{a,dl}$ 0.032	$C_{a,dl}$ 0.054	$C_{a,dl}$ 0.050	$C_{a,dl}$ 0.036	$C_{a,dl}$ 0.054	$C_{a,dl}$ 0.065	$C_{a,dl}$ 0.044	$C_{a,dl}$ 0.034	
	$C_{b,dl}$ 0.013	$C_{b,dl}$ 0.006	$C_{b,dl}$ 0.014	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.014	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.005	
0.60	$C_{a,dl}$ 0.081	$C_{a,dl}$ 0.034	$C_{a,dl}$ 0.062	$C_{a,dl}$ 0.053	$C_{a,dl}$ 0.037	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.073	$C_{a,dl}$ 0.048	$C_{a,dl}$ 0.036	
	$C_{b,dl}$ 0.010	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.011	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.003	$C_{b,dl}$ 0.006	$C_{b,dl}$ 0.012	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.004	
0.55	$C_{a,dl}$ 0.088	$C_{a,dl}$ 0.035	$C_{a,dl}$ 0.071	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.038	$C_{a,dl}$ 0.058	$C_{a,dl}$ 0.081	$C_{a,dl}$ 0.052	$C_{a,dl}$ 0.037	
	$C_{b,dl}$ 0.008	$C_{b,dl}$ 0.003	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.005	$C_{b,dl}$ 0.002	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.009	$C_{b,dl}$ 0.005	$C_{b,dl}$ 0.003	
0.50	$C_{a,dl}$ 0.095	$C_{a,dl}$ 0.037	$C_{a,dl}$ 0.080	$C_{a,dl}$ 0.059	$C_{a,dl}$ 0.039	$C_{a,dl}$ 0.061	$C_{a,dl}$ 0.089	$C_{a,dl}$ 0.056	$C_{a,dl}$ 0.038	
	$C_{b,dl}$ 0.006	$C_{b,dl}$ 0.002	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.001	$C_{b,dl}$ 0.003	$C_{b,dl}$ 0.007	$C_{b,dl}$ 0.004	$C_{b,dl}$ 0.002	

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12ª ed. Colombia: Mc Graw-Hill, 2001. 722 p.

Coeficientes para momentos positivos debido a carga viva en losas

$$M_{a, pos, ll} = C_{a, ll} w l_a^2$$

donde w = carga viva uniforme total

$$M_{b, pos, ll} = C_{b, ll} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.00	$C_{a, ll}$ 0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	$C_{b, ll}$ 0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	$C_{a, ll}$ 0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	$C_{b, ll}$ 0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	$C_{a, ll}$ 0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	$C_{b, ll}$ 0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	$C_{a, ll}$ 0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	$C_{b, ll}$ 0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	$C_{a, ll}$ 0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	$C_{b, ll}$ 0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	$C_{a, ll}$ 0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	$C_{b, ll}$ 0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	$C_{a, ll}$ 0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	$C_{b, ll}$ 0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	$C_{a, ll}$ 0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
	$C_{b, ll}$ 0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	$C_{a, ll}$ 0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	$C_{b, ll}$ 0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	$C_{a, ll}$ 0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	$C_{b, ll}$ 0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	$C_{a, ll}$ 0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	$C_{b, ll}$ 0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo, un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto. 12ª ed.* Colombia: Mc Graw-Hill, 2001. 722 p.

Características geométricas

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

VALORES LÍMITES RECOMENDADOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA EN ESTADO FINAL

T.P.D. DE CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO (K-P.H.)	ANCHO DE CALZADA (MTS.)	ANCHO DE TERRACERÍA (CORTE (MTS.))		DERECHO DE VÍA (MTS.)	RADIO MÍNIMO (MTS.)	PENDIENTE MÁXIMA (MTS.)	DISTANCIA VISIBILIDAD PARA RECOMENDADA (MTS.)		
			RELLENO (MTS.)	RELLENO (MTS.)				MÍNIMA	RECOMENDADA (MTS.)	
3,000 A 5,000	TIPO "A"	2 x 7.20	25	24	50					
	REGIONES LLANAS					375	3	160	200	700
	ONDULADAS					225	4	110	150	520
	MONTAÑOSAS					110	5	70	100	350
1,500 A 3,000	TIPO "B"	7.20	13	12	25					
	REGIONES LLANAS					225	6	110	150	520
	ONDULADAS					110	7	70	100	350
	MONTAÑOSAS					47	8	40	50	180
900 A 1,500	TIPO "C"	6.50	12	11	25					
	REGIONES LLANAS					225	6	110	150	520
	ONDULADAS					110	7	70	100	350
	MONTAÑOSAS					47	8	40	50	180
500 A 900	TIPO "D"	6.00	11	10	25					
	REGIONES LLANAS					225	6	110	150	520
	ONDULADAS					110	7	70	100	350
	MONTAÑOSAS					47	8	40	50	180
100 A 500	TIPO "E"	5.50	9.50	8.50	25					
	REGIONES LLANAS					75	8	55	70	260
	ONDULADAS					47	9	40	50	180
	MONTAÑOSAS					30	10	30	35	110
10 A 100	TIPO "F"	5.50	9.50	8.50	15					
	REGIONES LLANAS					47	10	40	50	180
	ONDULADAS					30	12	30	35	110
	MONTAÑOSAS					16	14	20	25	50

ESTRUCTURAS: NOTAS
 1.- T.P.D. Promedio de Tráfico Diario
 2.- La Sección Típica para Carreteras Tipo "A", incluyen una central de 1.50 mts. De Ancho.
 3.- Las Características de las estructuras son generales para todos los tipos de la carretera, con excepción de la "Típica "A", en donde el ancho es Doble.
 4.- La calidad de la Capa de recubrimiento de la cruzada podrá ser para Carreteras Tipo "A", Hormigón, Concreto Asfáltico (Frio o Caliente) o Tratamiento superficial Multiple; para tipo "B", "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 material Seleccionado para las Carreteras, desde el Tipo "A" al "E", dependerán de las características mecánicas del suelo y de las propiedades de los materiales de construcción de la zona.

ESFUERZOS UNITARIOS
 CONCRETO CALSE "A": 3,000,000 Libras / Pulgadas cuadradas
 ACERO DE ESFUERZO: 18,000,000 Libras / Pulgadas cuadradas
 ACERO ESTRUCTURAL: 33,000,000 Libras / Pulgadas cuadradas

(*) Distancia de Visibilidad de Parada = Longitud mínima de Curva Vertical

Departamento Tecnico de Ingeniería, D.G.C.

Fuente: Dirección general de caminos.