



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

**DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA MERCADO Y SALÓN DE
USOS MÚLTIPLES, ALDEA TÁNIL Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE
LA CARRETERA QUE CONDUCE DE ALDEA EL CARRIZAL AL
KILÓMETRO 7, ESQUIPULAS PALO GORDO, SAN MARCOS**

Josías Estuardo Orozco Tul

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, octubre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA MERCADO Y SALÓN DE
USOS MÚLTIPLES, ALDEA TÁNIL Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE
LA CARRETERA QUE CONDUCE DE ALDEA EL CARRIZAL AL
KILÓMETRO 7, ESQUIPULAS PALO GORDO, SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÍAS ESTUARDO OROZCO TUL

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA MERCADO Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, ALDEA TÁNIL Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA QUE CONDUCE DE ALDEA EL CARRIZAL AL KILÓMETRO 7, ESQUIPULAS PALO GORDO, SAN MARCOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha de 28 de noviembre 2013.


Josías Estuardo Orozco Tul

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 27 de abril de 2016
REF.EPS.DOC.285.04.16

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) del estudiante universitario **Iosías Estuardo Orozco Tul** con carné N.º. **200619419**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA MERCADO Y SALÓN DE TISOS MÚLTIPLES, ALDEA TÁNIL Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA QUE CONDUCE DE ALDEA EL CARRIZAL AL KILÓMETRO 7, ESQUIPULAS PALO GORDO, SAN MARCOS.**

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 Véliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
LGAV/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.
Teléfono directo: 2442-3509



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,
30 de mayo de 2016

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 EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA MERCADO Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, ALDEA TÁNIL Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA QUE CONDUCE DE ALDEA EL CARRIZAL AL KILÓMETRO 7, ESQUIPULAS PALO GORDO, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil **Josías Estuardo Orozco Tul**, con Carnet No. 200619419 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

mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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

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



Guatemala,
24 de agosto de 2016

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

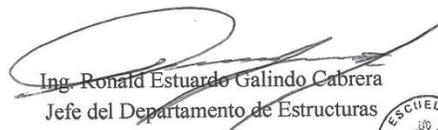
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA MERCADO Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, ALDEA TÁNIL Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA QUE CONDUCE DE ALDEA CARRIZAL AL KILÓMETRO 7, ESQUIPULAS PALO GORDO, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Josías Estuardo Orozco Tul, con Carnet No. 200619419, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Grerorio 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 INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 06 de septiembre de 2016
Ref.EPS.D.375.09.16

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

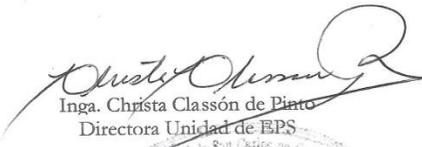
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA MERCADO Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, ALDEA TÁNIL Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA QUE CONDUCE DE ALDEA EL CARRIZAL AL KILÓMETRO 7, ESQUIPULAS PALO GORDO, SAN MARCOS**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Josías Estuardo Orozco Tul, carné 200619419**, 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 Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra



Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.
Teléfono directo: 2442-3509



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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Josías Estuardo Orozco Tul, titulado **DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA MERCADO Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, ALDEA TÁNIL Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA QUE CONDUCE DE ALDEA EL CARRIZAL AL KILÓMETRO 7, ESQUIPULAS PALO GORDO, SAN MARCOS** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, octubre 2016.

/mcrm
Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala

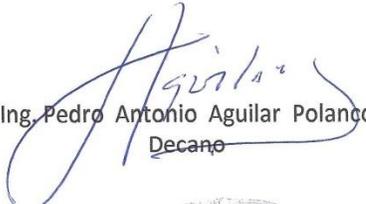


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 522 .2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA MERCADO Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, ALDEA TÁNIL Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA QUE CONDUCE DE ALDEA EL CARRIZAL AL KILÓMETRO 7, ESQUIPULAS PALO GORDO, SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario: **Josías Estuardo Orozco Tul**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2016

/gdech



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESÚMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de las aldeas Tánil y El Carrizal, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos, Guatemala	1
1.2. Ubicación y localización.....	2
1.3. Colindancias	2
1.4. Topografía	3
1.5. Clima	4
1.6. Tipo de vivienda	5
1.7. Población y demografía	6
1.8. Características de infraestructura	8
1.8.1. Vías de acceso	8
1.8.2. Servicios públicos	8
1.8.3. Educación	9
1.8.4. Salud	10
1.8.5. Agua potable.....	14
1.8.6. Drenajes	14
1.8.7. Energía eléctrica	15
1.9. Características socioeconómicas	15

1.9.1.	Origen de la comunidad	16
1.9.2.	Actividad económica	17
1.9.3.	Idioma y religión	17
1.10.	Diagnóstico sobre necesidades en servicios básicos e infraestructura de las Aldeas Tánil y El Carrizal, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos, Guatemala.....	18
1.11.	Descripción de necesidades	19
1.12.	Evaluación y priorización de necesidades.....	20
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	21
2.1.	Diseño y planificación de mercado y salón de usos múltiples de aldea Tánil municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos	21
2.1.1.	Terreno disponible.....	23
2.1.2.	Análisis de suelos.....	24
2.1.2.1.	Ensayo triaxial	24
2.1.3.	Diseño arquitectónico	26
2.1.3.1.	Requerimiento de áreas	26
2.1.3.2.	Ubicación del edificio en el terreno....	27
2.1.3.3.	Distribución de ambientes	28
2.1.3.4.	Altura del edificio	30
2.1.3.5.	Selección del sistema estructural a usar	30
2.1.4.	Análisis estructural	31
2.1.4.1.	Predimensionamiento estructural	31
2.1.4.2.	Modelos matemáticos de marcos	40
2.1.4.3.	Cargas de diseño	41

	2.1.4.3.1.	Cargas horizontales y verticales aplicadas a los marcos rígidos	41
	2.1.4.4.	Análisis de los marcos rígidos, utilizando un software computacional Etabs	73
	2.1.4.5.	Comparación de resultados entre paquete computacional Etabs y método numérico.....	78
	2.1.4.6.	Momentos últimos por envolvente de momentos.....	87
	2.1.4.7.	Diagrama de momentos y cortes	88
2.1.5.		Diseño estructural.....	90
	2.1.5.1.	Losas	90
	2.1.5.2.	Diseño de cubierta con techo curvo (Curvotek).....	124
	2.1.5.3.	Vigas.....	137
	2.1.5.4.	Columnas	146
	2.1.5.5.	Elementos de mampostería.....	163
	2.1.5.6.	Cimientos.....	168
2.1.6.		Instalaciones.....	175
	2.1.6.1.	Agua potable	176
	2.1.6.2.	Drenajes	177
	2.1.6.3.	Electricidad	178
2.1.7.		Planos constructivos.....	181
2.1.8.		Presupuesto.....	181
	2.1.8.1.	Materiales	182
	2.1.8.2.	Mano de Obra.....	182
	2.1.8.3.	Costo total del proyecto	182

	2.1.8.4.	Costo por metro cuadrado.....	191
	2.1.9.	Evaluación de impacto ambiental.....	193
3.		FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL (PARTE 2).....	195
3.1.		Diseño de ampliación y mejoramiento de la carretera que conduce de aldea El Carrizal al kilómetro 7, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos	195
3.2.		Levantamiento topográfico de preliminar	195
	3.2.1.	Planimetría	195
	3.2.2.	Altimetría	196
	3.2.3.	Secciones transversales.....	197
3.3.		Diseño geométrico	197
	3.3.1.	Alineamiento horizontal	198
		3.3.1.1. Diseño de localización.....	198
		3.3.1.2. Elementos curva horizontal	199
		3.3.1.3. Curvas de transición.....	203
		3.3.1.4. Peralte.....	205
		3.3.1.5. Sobreancho	206
	3.3.2.	Alineamiento vertical	216
		3.3.2.1. Pendientes y subrasante.....	216
		3.3.2.2. Curvas verticales y correcciones.....	219
3.4.		Movimiento de tierras.....	225
	3.4.1.	Cálculo de áreas secciones transversales	226
	3.4.2.	Calculo de volúmenes	227
	3.4.3.	Balance y diagrama de masas	229
3.5.		Capa de rodadura	230
	3.5.1.	Ensayos de Laboratorio	231
		3.5.1.1. Subrasante	231

	3.5.1.1.1.	Límites de Atterberg	231
	3.5.1.1.2.	Granulometría	232
	3.5.1.1.3.	Compactación	232
	3.5.1.1.4.	CBR.....	233
	3.5.1.2.	Balasto.....	234
	3.5.1.2.1.	Límites de Atterberg	235
	3.5.1.2.2.	Compactación	235
	3.5.1.2.3.	CBR.....	236
	3.5.1.2.4.	Granulometría	236
3.6.	Drenajes		237
3.6.1.	Intensidad de lluvia		237
3.6.2.	Cuenca		238
3.6.3.	Caudales		239
3.6.4.	Cálculo.....		240
3.6.5.	Drenaje longitudinal		241
	3.6.5.1. Cunetas		241
3.6.6.	Drenaje transversal.....		243
3.6.7.	Bombeo de la superficie		245
3.7.	Presupuestos.....		246
	3.7.1. Precios unitarios		246
	3.7.2. Resumen presupuesto.....		247
3.8.	Evaluación ambiental inicial.....		249
CONCLUSIONES			251
RECOMENDACIONES			253
BIBLIOGRAFÍA.....			255
APÉNDICES			257

ANEXOS..... 281

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Planta típica de primer y segundo nivel.....	22
2.	Localización del terreno disponible	23
3.	Plantas amuebladas típicas de primer y segundo nivel.....	29
4.	Sección de losa nervada	32
5.	Planta típica modulada que cubrirán los nervios.....	34
6.	Predimensionamiento de nervio para ambos sentidos (los cuales se utilizaran en la losa).....	35
7.	Diseño propuesto de viga.....	36
8.	Planta del edificio primer nivel.....	38
9.	Elevación marco típico, en el eje X, marcos A y D.....	40
10.	Elevación marco típico, en el eje Y, marco 2 y 14.....	41
11.	Secciones de elementos estructurales.....	47
12.	Vista en planta de primer nivel con vigas a analizar	47
13.	Detalle de relación flecha luz y cargas de diseño	48
14.	Carga viva y muerta uniformemente distribuida, marco D.....	55
15.	Carga viva y muerta uniformemente distribuida, marco 2	55
16.	Ordenadas Scr y S1s y zona de interés o índice de sismicidad lo	61
17.	Distribución de fuerza por niveles, ejes numéricos	65
18.	Distribución de fuerza por niveles, ejes alfabéticos.....	65
19.	Modelo matemático marco eje 2	72
20.	Modelo matemático marco eje D.....	73
21.	Paquete computacional Etabs v9.7.3	74
22.	Momentos por carga muerta en Ton-m, marco D	75

23.	Momentos por carga viva en Ton-m, marco D	75
24.	Momentos por carga de sismo en Ton-m, marco D	76
25.	Momentos por carga muerta en Ton-m, marco 2.....	76
26.	Momentos por carga viva en Ton-m, marco 2	77
27.	Momentos por carga de sismo en Ton-m, marco 2.....	77
28.	Modelo matemático marco eje D	78
29.	Envolvente de momentos en vigas y columnas en Ton-m, marco D ...	87
30.	Envolvente de momentos en vigas y columnas en Ton-m, marco2.....	88
31.	Cortes en vigas y columnas en Ton-m, marco D	89
32.	Cortes en vigas y columnas en Ton-m, marco 2.....	89
33.	Planta típica de distribución de losas.....	91
34.	Predimensionamiento de nervio para ambos.....	92
35.	Planta típica de distribución de losas.....	93
36.	Dimensiones de nervio para ambos.....	95
37.	Planta típica de momentos balanceados en losas	101
38.	Sección final de macizado	111
39.	Sección final de loseta	113
40.	Planta de losa mostrando distancia de cortante crítico.....	114
41.	Planta de losa mostrando distancia de cortante crítico.....	116
42.	Planta de ábaco y sus dimensiones en losas	121
43.	Relación flecha/luz.....	125
44.	Elevación de techo, relación flecha/luz	126
45.	Detalle de viga-canal y anclaje de techo propuestos.....	127
46.	Detalle de viga-canal propuesta por diseñador.....	128
47.	Envolvente de momentos viga entre ejes 2 y 5 del marco D segundo nivel.....	129
48.	Refuerzo por temperatura en viga canal.....	132
49.	Viga canal y anclaje en ejes A y D del segundo nivel	136
50.	Viga en ejes 2 y 14 del segundo nivel.....	137

51.	Envolvente de momentos viga entre ejes 2 y 5 del marco D primer nivel.....	138
52.	Elevación típica de armado de vigas en primer nivel	145
53.	Sección típica de armado de vigas en primer nivel	146
54.	Representación de columna y momentos actuantes.....	151
55.	Detalles finales de columna	162
56.	Detalles finales de muro.....	167
57.	Corte simple en zapata	171
58.	Corte punzonante en zapata	172
59.	Detalles finales de zapata	175
60.	Elementos de curva horizontal	202
61.	Curvas de transición.....	205
62.	Peralte.....	206
63.	Sobreancho.....	207
64.	Tipos de curvas verticales.....	219
65.	Curva vertical	223
66.	Cálculo de áreas de secciones transversales	226
67.	Representación geométrica para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras I.....	228
68.	Representación geométrica para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras II.....	229
69.	Atlas hidrológico, intensidad de lluvia.....	238
70.	Atlas hidrológico, mapa de cuencas y ríos	239

TABLAS

I.	Registro de enfermedades aldea Tánil.....	11
II.	Registro de enfermedades aldea El Carrizal.....	13
III.	Cargas vivas mínimas distribuidas uniformemente	44

IV.	Estimación de cargas vivas	45
V.	Estimación de cargas muertas.....	46
VI.	Reacciones correspondientes a la acción de cargas, debidas a techo curvo de aluminio-zinc	48
VII.	Integración de cargas	49
VIII.	Peso de la estructura	57
IX.	Cálculo de corte basal	59
X.	Cálculo de corte basal según Agies 2010.....	62
XI.	Cálculo de distribución de fuerza por nivel	64
XII.	Rigideces	69
XIII.	Cálculo de distribución de fuerza de nivel a marcos.....	71
XIV.	Cálculo de inercia de los elementos	79
XV.	Momentos de empotramiento	80
XVI.	Fuerzas de fijación.....	81
XVII.	Momentos de piso.....	81
XVIII.	Rigideces	82
XIX.	Factor de corrimiento	82
XX.	Momento de giro.....	83
XXI.	Comparación entre Etabs v9 y método de Kani.....	85
XXII.	Cálculo de momentos de losas.....	99
XXIII.	Refuerzo de los nervios de losas.....	107
XXIV.	Reacciones correspondientes a la acción de cargas debidas a techo curvo de aluminio-zinc	125
XXV.	Refuerzo de las vigas	142
XXVI.	Refuerzo mínimo para muros de mampostería.....	164
XXVII.	Separación máxima de refuerzos interbloque para paredes de mampostería.....	165
XXVIII.	Diámetros mínimos de tubería por accesorio sanitario	177
XXIX.	Área máxima a drenar con tubería para drenaje pluvial	178

XXX.	Colocación de tomacorrientes.....	180
XXXI.	Presupuesto de mercado y salón de usos múltiples	182
XXXII.	Cronograma de ejecución	192
XXXIII.	Elementos de curvas horizontales	210
XXXIV.	Valores de K para curvas cóncavas y convexas	222
XXXV.	Elementos de curvas verticales.....	225
XXXVI.	Relaciones para dibujo de taludes	227
XXXVII.	Límites de Atterberg.....	235
XXXVIII.	Datos C.B.R	237
XXXIX.	Coeficientes de escorrentía usados en carreteras	240
XL.	Resumen de presupuesto – Diseño de ampliación y mejoramiento de carretera que conduce de aldea El Carrizal al kilómetro 7, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos	247
XLI.	Cronograma de ejecución física y financiera.....	248

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A distancia de; a cada
As	Área de acero
As_{max}	Área de acero máxima
As_{min}	Área de acero mínima
As_{tem}	Área de acero por temperatura
At	Área tributaria
Av	Área de la varilla
Vs	Capacidad soporte del suelo
CU	Carga última
Cm	Centímetro
Fy	Esfuerzo de fluencia para el acero
S_{max}	Espaciamiento máximo de estribos
e	Excentricidad
Fcu	Factor de carga última
Φ	Factor de reducción de esfuerzos
S	Fuerza del sismo
I	Inercia
Kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
Kg/m	Kilogramo por metro
Kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
Km	Kilómetro
Es	Módulo de elasticidad del acero
M	Momento

MB	Momento balanceado
MCM	Momento de carga muerta
MI	Momento de impacto
M(-)	Momento negativo
MCV	Momento por carga viva
M(+)	Momento positivo
Mu	Momento último
S%	Pendiente en porcentaje
W	Peso
P	Porcentaje de acero
ρ_{max}	Porcentaje de acero máximo
ρ_{min}	Porcentaje de acero mínimo
PC	Principio de tangente vertical
PCV	Principio de tangentes horizontales
PI	Punto de intersección
PIV	Punto de intersección de subtangente vertical
Rec	Recubrimiento
M	Relación entre lado corto y lado largo en losas
PT	Resistencia de corte del concreto
PTV	Resistencia especificada a la compresión del concreto
f'c	Resistencia última del concreto
Δ	Tensión de fluencia
Ton/m²	Tonelada por metro cuadrado

GLOSARIO

AASHTO	American Association of Highways and Transportation Officials.
ACI 318-08	Instituto Americano del Concreto.
Agies	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
Ancho de calzada	Es la distancia transversal al eje de la carretera destinada a la circulación de vehículos.
Bombeo	Pendiente dada a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje para evitar la acumulación del agua sobre la superficie de rodamiento.
Carril	Superficie de rodamiento que tiene el ancho suficiente para permitir la circulación de una hilera de vehículos.
Compactación del suelo	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y en consecuencia su capacidad para soporte de cargas.

Curva circular simple	Es el arco de curva circular de radio constante que une a dos tangentes.
Envolvente de momentos	Diagrama de momentos donde se colocan los momentos producidos en la estructura por las combinaciones de cargas.
Esfuerzo	Magnitud de una fuerza por unidad de área.
Especificaciones	Normas que rigen el diseño geométrico de las carreteras, las cuales son una función del tipo de carretera requerido para llenar la finalidad previamente establecida.
Expansión volumétrica	Aumento de volumen que se produce en un material al excavarlo, y se expresa como un porcentaje del volumen original.
Grado máximo de curvatura	De acuerdo con el tipo de carretera se fija un grado máximo de curva a usarse, que llene las condiciones de seguridad para el tránsito a la velocidad de diseño.
Longitud de desarrollo	Es la mínima medida de una varilla anclada al concreto, para evitar que falle por adherencia.
Mortero	Mezcla con cemento, cal, arena y agua, usado para unir las unidades de mampostería entre sí y formar uniones de cabecero y en estrato.

Pendiente máxima	La mayor pendiente que se permite en un proyecto y queda determinada por el volumen, la composición del tránsito y la topografía del terreno.
Pendiente mínima	Es la pendiente que se fija para permitir el drenaje.
Pin	Una varilla de refuerzo en la cavidad de la mampostería.
Rasante	Perfil del eje longitudinal de la carretera en la superficie de rodadura.
Sección típica	Es la representación gráfica transversal y acotada que muestra las partes de una carretera.
Sobreancho	Longitud adicional que se añade a la sección transversal del camino en una curva horizontal.
Superficie de rodadura	Área destinada a la circulación de vehículos, o bien la capa sobre la cual se aplican directamente las cargas de tránsito.
Talud	Inclinación de un terreno que pertenece a la sección típica, que delimita los volúmenes de corte o terraplén; y está contenido entre la cuneta y el terreno original.

TPDA

Siglas que determinan el tráfico promedio diario anual, el cual es de suma importancia en el diseño geométrico de una carretera.

**Unidad de
mampostería**

Ladrillo, *block* de concreto o ladrillo hueco que es usado en la construcción de mampostería.

RESUMEN

Por medio del ejercicio profesional supervisado la universidad de San Carlos de Guatemala busca colaborar por medio de apoyo profesional a los habitantes de los municipios del país teniendo como intermediarios a las municipalidades, con el propósito de resolver los problemas de infraestructura que se tienen en las comunidades del país y con la intención de que las infraestructuras que se planean construir en los municipios cuenten con un diseño profesional, responsable, eficiente y con miras a evitar gastos a las municipalidades que de otra manera reduciría los activos de las municipalidades y así puedan estos ser utilizados en otros proyectos de infraestructura.

El presente trabajo de graduación presenta aspectos generales de las comunidades así como los proyectos priorizados tanto por el profesional bajo supervisión como por los pobladores de las aldeas y autoridades de la comunidad y que fueron autorizados por el ingeniero supervisor, los diseños que se hicieron para ayudar a las aldeas Tánil y El Carrizal, ambas del municipio de Esquipulas Palo Gordo del departamento de San Marcos, son los siguientes: En Aldea Tánil la necesidad que se priorizó es el proyecto, diseño del edificio de dos niveles para mercado y salón de usos múltiples, y en Aldea El Carrizal la necesidad que se priorizo es la que lleva el proyecto ampliación y mejoramiento de la carretera que conduce de aldea el carrizal al kilómetro 7.

OBJETIVOS

General

Diseñar la carretera de aldea El Carrizal cumpliendo con normas y requerimientos de la dirección general de caminos, y el edificio mercado y salón de aldea Tánil, realizando un diseño sismo resistente basado en normas Agies y ACI.

Específicos

1. Apoyar a la Municipalidad con el ahorro de diseño de proyectos así como entregar diseños que sean eficientes, resistentes, económicos y durables.
2. Elaborar planos, presupuestos y cronogramas de ejecución de los proyectos.
3. Elevar el nivel profesional de planificación de la municipalidad.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala la inversión en infraestructura a pesar de ser una de las que más se invierte el PIB del país con el listado geográfico de obras no es suficiente para atender las necesidades de la población las cuales se acrecentan año con año, desde el déficit en vivienda hasta la falta de carreteras en buen estado, entre muchos otros, vemos como un país como Guatemala sumido en la pobreza y considerado como país en vías de desarrollo carece en la mayoría de ciudades de servicios básicos y tomando en cuenta que en las áreas rurales o lugares alejados de los centros urbanos se agrava en gran medida las carencias y aumenta las necesidades en infraestructura es que la Universidad de San Carlos de Guatemala por medio del Ejercicio Profesional Supervisado E.P.S. con el cual se pretende ayudar a las comunidades a desarrollarse y solucionar problemas que evitan la mejora de calidad de vida.

El presente proyecto busca beneficiar a las aldeas Tánil y El Carrizal ambas del municipio de Esquipulas Palo Gordo realizando un diagnóstico de ambas comunidades de manera que se pueda conocer los servicios con los que se cuenta y tener una visión de las necesidades de los pobladores de dichas comunidades. El trabajo contiene el diseño, cálculos, planos, presupuesto y cronogramas de operación y ejecución de los proyectos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de las aldeas Tánil y El Carrizal, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos, Guatemala

Aldea Tánil del municipio de Esquipulas Palo Gordo, se localiza en el occidente de Guatemala en el departamento de San Marcos. El origen del nombre de la comunidad, proviene de un cerro que se encuentra ubicado al sur, que antiguamente le llamaban cerrito Chinchitánil, (que suena como tambor).

Anteriormente la Aldea llegaba al río Ixcush, ahora su límite es el cementerio de la comunidad, alrededor del año 1 921 se construyó la primera escuela, en 1 967 se hizo la instalación del agua entubada, la cual proviene del cerro Ixtagel, la instalación se hizo con el apoyo de UNEPAR y para tener derecho al consumo de agua pagaban de 25 a 35 centavos al mes.

Aldea El Carrizal del municipio de Esquipulas Palo Gordo, se localiza en el occidente de Guatemala en el departamento de San Marcos. En 1 909 y 1 910 el nombre original de esta aldea era San Francisco Miramar, pero con el transcurso del tiempo le cambiaron el nombre, porque en la parte del oeste se encontraba mucho carrizo y por eso actualmente se llama aldea el Carrizal.

En el año 1950 con ayuda de los pocos habitantes se hizo una escuela de *block* y teja con lo que respecta a la carretera, se mandó a pedir apoyo a la cabecera municipal para la construcción de la misma.

1.2. Ubicación y localización

Aldea Tanil del Municipio de Esquipulas Palo Gordo, se encuentra localizada al sur este de la cabecera municipal a una distancia de 3,00 kilómetros, tiene una altura aproximada de 2 555 MSNM. Su latitud norte es de 14°55'44,92", y su *longitud* oeste es de 91° 49' 10,13", el código de referencia como lugar poblado según el Instituto Geográfico Nacional (IGN) es el 1227008.

La aldea se encuentra localizada a una distancia con relación a la ciudad capital de 261,00 kilómetros y una distancia desde la cabecera departamental de 10 kilómetros.

La aldea El Carrizal de Esquipulas Palo Gordo, se encuentra ubicada al Este de la Cabecera Municipal, se ubica a una altura aproximada de 1 698 msnm. Su latitud O es 91°52'32,37" y su longitud N 14° 54' 32,82"; (NAD 27 MEX. 84). Código de referencia según el Instituto Nacional de Estadística IGN es el 1227003.

- Distancia de la comunidad al municipio 37 kilómetros
- Distancia de la comunidad a la capital 294 kilómetros
- Extensión territorial 2 kilómetros cuadrados

1.3. Colindancias

Aldea Tánil de acuerdo a su ubicación geográfica presenta las siguientes colindancias.

- Al norte: con caserío Jerusalén.
- Al sur: con caserío primavera.
- Al este: con caserío Tierra Blanca, todos de aldea Tánil.
- Al oeste: con aldea Villa Hermosa, todos del municipio de Esquipulas Palo Gordo, del departamento de San Marcos.

La aldea El Carrizal de acuerdo a su ubicación geográfica presenta las siguientes colindancias.

- Al norte: con finca Noche Buena de Esquipulas Palo Gordo.
- Al sur: con finca Armenia del municipio de San Rafael Pie de Cuesta.
- Al oeste: con finca Armenia y caserío Peña Flor del municipio de San Rafael Pie de Cuesta.
- Al este: aldea Pojopón y Finca Armenia del municipio de San Rafael Pie de Cuesta.

1.4. Topografía

La topografía de aldea Tánil es muy accidentada debido a que se encuentra ubicado en uno de los costados del cerro de Ixtagel, por lo cual es montañosa con partes semi planas en donde se encuentran la mayoría de viviendas.

Los suelos de la comunidad, están formados de la siguiente manera: 50% de tierra negra cultivable, 45 % de suelo arcilloso y el 5% de suelo arenoso. De acuerdo a la problemática encontrada en la comunidad se hace necesaria la implementación de programas para el manejo adecuado de los recursos naturales (suelo, bosque, agua) o buscar fuentes secundarias de ingresos para

la población, ya que el área no es apta para la producción agrícola por ser con vocación forestal.

Actualmente según la herramienta de recolección de información de campo generando un corte longitudinal imaginario el terreno de la comunidad se encuentra distribuida de la siguiente manera.

En la parte alta se localiza la zona más densa de árboles, las condiciones topográficas del terreno presentan porcentajes de pendiente del 35 % al 55 %, la tipo de suelo que se encuentra es tierra negra y capas de broza.

En la parte media alta se localiza un área boscosa con diversidad de flora, la topografía de la zona presenta porcentajes de pendiente del 35 % al 50 %, el tipo de suelo que se encuentra en esta zona es barro y capas de broza.

En la zona media baja y baja se localizan la mayor parte de casas y pequeñas áreas boscosas las condiciones topográficas son las más planas relativamente que se encuentran en la comunidad aunque que no son las adecuadas, presentando porcentajes de pendiente del 30 % al 50 %, en esta parte se encuentran capas de barro y de tierra negra como capas de broza.

1.5. Clima

En la aldea Tánil el clima en la mayor parte de todo el año es frío, ya sea por la época de verano cuando se tienen antecedentes sobre la caída de hielo y hay vientos con dirección norte muy fuertes, o por la época de invierno en donde hace mucho frío por la precipitación de agua de lluvia y vientos que esta acarrea.

Generalmente el clima es frío y cuenta con temperaturas muy bajas que oscilan entre 5° C mínimo, y 20° C máximo, con extremos de -4° C en los meses de diciembre y enero.

En la aldea El Carrizal, el clima en la mayor parte de todo el año es frío, ya sea por la época de verano cuando se tienen antecedentes sobre la caída de hielo y hay vientos con dirección norte muy fuertes, ó por la época de invierno en donde hace mucho frío por la precipitación de agua de lluvia y vientos que esta acarrea.

El clima es frío y cuenta con temperaturas muy bajas que oscilan entre 5° C mínimo, y 20° C máximo, con extremos de -4° C en los meses de diciembre y enero. (Fuente: MAGA).

1.6. Tipo de vivienda

Para el 2002 en la aldea Tánil según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) se registra un total de 187 locales habitacionales de tipo unifamiliar, pero únicamente el 83,42 % se encuentran habitadas.

Las viviendas se encuentran construidas de acuerdo a las condiciones económicas de cada familia, los materiales con las que son construidos las viviendas son: paredes de *block*, techo de lámina y torta de concreto; el número de ambientes es determinado por las necesidades habitacionales y los recursos económicos de cada familia y que generalmente presentan cocina, sala y dos o más dormitorios.

Según el INE para el 2002 se manejaba un promedio de 1,67 cuartos (dormitorios) por local habitacional; existiendo un promedio de 4,3 personas por

dormitorio; por lo que se percibe que las familias atraviesan problemas para habitar, ya que no se cuenta con el número de dormitorios necesarios que proporcionen las comodidades adecuadas.

En la aldea El Carrizal en la aldea existen 325 habitantes según el censo del año 2 002. Los pobladores están dispersos en 180 cuerdas en donde han construido sus viviendas.

De las 325 personas que viven en los locales habitacionales, existen 59 jefes (as) de familia y 40 compañeros (as), esposos (as).

En esta comunidad se cuenta con 59 casas dirigidas por los jefes (as) por lo que se asume que es igual al número de viviendas habitadas. No se tiene información de las casas no habitadas o en proceso de construcción. Para junio de 2 007 existían 59 casas habitadas y construidas con block y techo de lámina; estas poseen los servicios necesarios: agua, luz, letrinas.

1.7. Población y demografía

Los habitantes Aldea Tánil, del municipio de Esquipulas Palo Gordo, son personas descendientes de pobladores del altiplano y de la costa sur-occidental del Departamento de San Marcos.

De manera general la población se identifica dentro de uno de los grupos étnicos más importantes en Guatemala como lo es la agrupación Ladina; sus rasgos físicos a nivel general son: tez morena, cabello negro y baja estatura, lo que establece una mezcla de características físico-sociales y culturales de Guatemala y España; en muy poca escala utilizan traje tradicional, son amas de casa, comerciantes campesinos y algunos profesionales.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), aldea Tanil, del Municipio de Esquipulas Palo Gordo, el grupo de habitantes más significativo clasificados por rango de edades es la población infantil dentro de las edades de 5 a 9 años que representaban el 17,52% y el menos significativo es la población adulta dentro de las edades de 50 a 59 años, por lo que se percibe que la población es relativamente joven.

Aldea Tánil ocupa el quinto lugar de los centros mayor poblados del municipio de Esquipulas Palo Gordo.

Los habitantes de la aldea El Carrizal de Esquipulas Palo Gordo, son personas descendientes de pobladores del altiplano y de la costa sur-occidente del departamento de San Marcos, en pocos casos utilizan traje tradicional; son amas de casa, comerciantes y agricultores.

La tez, cabello, altura y talla de las personas presentan características de descendencia española y ladina, estas se consideran las mismas que predominan en toda la región costera del departamento de San Marcos.

La población total de aldea El Carrizal es de 325 habitantes, de ellos 163 son hombre y 162 son mujeres; de 0 a 19 años existe 188 personas de ambos sexos y 137 personas en edades de 20 años en adelante también de ambos sexos, esto demuestra que la población en su mayoría es de edad joven. Toda la población se considera rural, es necesario considerar que si existe un crecimiento de población de edad menor de 20 años, es de vital importancia enfocar el apoyo y acciones que puedan beneficiar el desarrollo de este sector.

1.8. Características de infraestructura

Las características de infraestructura de las comunidades se detallan en los siguientes subtítulos.

1.8.1. Vías de acceso

Existen diferentes caminos de terracería los cuales son vías de acceso hacia aldea Tánil, en su mayoría están en mal estado excepto el camino principal el cual tiene tramos empedrados, llegando a la Aldea la calle principal se encuentra adoquinada, los accesos por los cuales se puede llegar a Aldea Tánil son los que se comunican con: Cantón Primavera, Sacuchum, Tierra Blanca, Caserío Jerusalén y Aldea Villa Hermosa.

Aldea El Carrizal tiene una única vía de comunicación con su cabecera municipal, esto debido a lo accidentado del terreno y las montañas al noreste de la aldea, por lo cual la única vía de acceso a la aldea es la ruta No. 1 la cual de la cabecera municipal conduce al municipio de San Rafael Pie De La Cuesta, a continuación sigue un tramo carretero del municipio de San Rafael Pie De La Cuesta hacia Finca Armenia el cual se encuentra empedrado y tiene tramos con carrileras de adoquín las cuales se encuentran en malas condiciones, de finca armenia hacia Aldea El Carrizal se tiene una carretera de terracería en muy malas condiciones y es este tramo carretero el cual será rediseñado para su ampliación y mejoramiento.

1.8.2. Servicios públicos

Los servicios públicos existentes en aldea Tánil consisten en la Escuela Oficial Rural Mixta Kirsten Waltern, que atiende los niveles de educación

preprimaria, primaria y básico, de manera general cuenta con un edificio en un estado regular, ya que se ha visto afectado por el deterioro, el Instituto de Educación Básica por Cooperativa de Aldea Tánil y la Auxiliatura que es la autoridad encargada de velar por la seguridad de los comunitarios y su representante en la municipalidad.

En la aldea El Carrizal los servicios públicos consisten en la Escuela Oficial Rural Mixta El Carrizal que cubre los grados párvulos y primarios, y la auxiliatura que es la autoridad encargada de velar por la seguridad de los comunitarios y su representante en la municipalidad.

1.8.3. Educación

En aldea Tánil Para el 2002, 86 de cada 100 habitantes eran alfabetos, habiendo obtenido diferentes niveles académicos, el porcentaje más significativo para el nivel educativo de la población es para aquellas personas que habían cursado y se encontraban cursando el nivel primario representando el 91,61 % de la población.

El nivel académico menos significativo es el nivel superior o universitario que representa únicamente el 0,90 %, lo que se establece que el nivel educativo de la población es muy bajo.

Lo que anteriormente se describe es el efecto de varios factores, siendo los más importantes: la precaria condición económica, la falta de infraestructura como vías de comunicación adecuadas o servicios educativos de nivel superior, la falta de personal educativo y la necesidad que tiene los jóvenes tienen para aportar económicamente al sustento de sus hogares por lo cual se ven en la necesidad de trabajar a una edad temprana y no continuar con sus estudios.

La población total rural estudiantil en la aldea El Carrizal es 262 personas, se clasifican 201 alfabetos, que actualmente realizan sus estudios entre los diferentes niveles de Pre- primario a nivel básicos. De ellos 108 son hombre y 93 mujeres son alfabetos, existen 61 personas que no están cursando estudios y se puede decir que existe analfabetismo en el sector, estos entre las edades de 07 y más edad según el Censo 2002, ya que existen 61 analfabetos en el sector.

1.8.4. Salud

En aldea Tánil se registran enfermedades de forma constante en niños y en adultos, esto debido a que en las familias no se inculca una adecuada higiene, con regularidad se presentan complicaciones durante el embarazo como partos prematuros y preclamsia debido a que no se tiene cuidado prenatal ni nutricional durante la gestación tanto para la madre como para el feto en desarrollo, es importante mencionar que un programa adecuado sobre salud preventiva podría mitigaría la llegada de enfermedades y evitaría que las condiciones de las inevitables se agraven, sin embargo debido a los limitados recursos de los cuales el estado provee al único puesto de salud en el municipio se hace una tarea difícil sino imposible el lograr controlar de forma adecuada las enfermedades, teniendo los habitantes la necesidad de viajar a hospitales o centros de salud en la cabecera departamental o simplemente auto medicarse e incluso hacer utilidad de remedios caseros, las enfermedades que se registran en la aldea se muestran en la tabla siguiente según edad, género y época del año:

Tabla I. **Registro de enfermedades aldea Tánil**

REGISTROS DE ENFERMEDADES DE LA COMUNIDAD HERRAMIENTA CALENDARIO ANUAL.					
ENFERMEDAD QUE MAS AFECTAN EN LA COMUNIDAD		FECHA O EPOCA	A QUIEN AFECTA		
			NIÑOS Y NIÑAS MENORES DE 12 AÑOS	ADULTOS HOMBRES	ADULTOS MUJERES
1	Resfriado común.	Enero a Julio	x	x	x
2	IRAS Infecciones Respiratorias Agudas.	Todo el año	x	x	x
3	Gastrointestinales.	Enero a Julio, Agosto	x	x	x
4	Infección urinaria.	Enero a Julio	--	x	x
5	Gastritis.	Enero a Julio	--	x	x
6	Parasitismo (lombrices).	Enero a Mayo	--	--	x
7	Paperas.	Todo el año	x	--	--
9	Virales.	Enero a Julio	x	--	--
10	Infecciones Urinarias.	Enero a Julio	--	--	--
11	Diabetes.	Todo el año	--	x	x
12	Traumatismos.	Todo el año	x	x	x
13	Parálisis.	Todo el año	--	x	--

Continuación de la tabla I.

REGISTROS DE ENFERMEDADES DE LA COMUNIDAD HERRAMIENTA CALENDARIO ANUAL.					
ENFERMEDAD QUE MAS AFECTAN EN LA COMUNIDAD		FECHA O EPOCA	A QUIEN AFECTA		
			NIÑOS Y NIÑAS MENORES DE 12 AÑOS	ADULTOS HOMBRES	ADULTOS MUJERES
14	Presión Alta.	Todo el año	--	x	x
15	Cáncer en la Matriz y mamas.	Todo el año	--	--	x
16	Otros. Hereditarias.	Todo el año	x	x	x

Fuente: puesto de salud del municipio de Esquipulas Palo Gordo.

En aldea El Carrizal se registran enfermedades de forma constante en niños y en adultos, esto debido a que en las familias no se inculca una adecuada higiene ni se promueve la salud preventiva, debido a la distancia a la que se encuentra la comunidad de la cabecera departamental se dificulta el acceso a los servicios de salud por lo cual las enfermedades se desarrollan sin cuidados médicos constantes, con regularidad los pobladores acuden a remedios caseros para contrarrestar enfermedades y a fármacos en casos severos, sin embargo cuando es necesario acudir a un centro asistencial tienen como primera opción el puesto de salud del municipio de San Rafael Pie De La Cuesta, ya que es el más cercano, la información sobre asistencia medica es luego trasladada al puesto de salud de Esquipulas Palo Gordo de manera que se tenga un registro por municipio.

Se registran casos de complicaciones en embarazos como preclamsia y pulsaciones cardiacas aceleradas en neonatos, presentándose en ocasiones la necesidad de realizar cesáreas, las complicaciones se presentan debido a la falta de atención prenatal y a la falta de cuidado nutricional durante la gestación. A continuación se muestra una tabla sobre las enfermedades que afectan a los pobladores:

Tabla II. **Registro de enfermedades aldea El Carrizal**

REGISTROS DE ENFERMEDADES DE ALDEA EL CARRIZAL					
HERRAMIENTA CALENDARIO ANUAL.					
ENFERMEDAD QUE MAS AFECTAN EN LA COMUNIDAD		FECHA O EPOCA	A QUIEN AFECTA		
			NIÑOS Y NIÑAS MENORES DE 12 AÑOS	ADULTOS HOMBRES	ADULTOS MUJERES
1	Gastritis.	Enero a Julio	x	x	
2	IRAS Infecciones Respiratorias Agudas Infecciones Pulmonares	Enero a Julio	x	x	x
3	Dolor de cabeza.	Enero a Julio	x	x	-
4	Artritis.	Enero a Julio		x	-
5	Reumatismo.	Enero a Julio	x	-	-
6	Dolor de oídos.	Enero a Julio	x	-	-
7	Diarreas.		-	-	x
8	Dolores musculares.		-	-	x

Fuente: puesto de salud Esquipulas Palo Gordo.

1.8.5. Agua potable

Desde hace 48 años en la aldea Tánil se hizo la instalación del agua entubada, la cual se conduce desde cerro Ixtagel con el apoyo de UNEPAR, desde ese entonces los comunitarios cuentan con agua potable, han tenido que hacer algunas mejoras así como reparaciones a la red de distribución, así como ampliaciones pero la tubería y red central se han mantenido funcionales y con un caudal que suple la necesidad de la comunidad.

La comunidad de El Carrizal no tiene conflictos por el uso del recurso hídrico , ya que por ser un servicio comunal, no se tiene datos exactos de conflictos y de la papelería de posesión de los mismos.

El uso que le dan al agua es principalmente para consumo humano en actividades como: lavar ropa, para bañarse y para la preparación de alimentos.

Este recurso ha sido evaluado para verificar que no se encuentre contaminado, afortunadamente se cuenta con el cuidado del comité de agua quien es el que vela por el buen funcionamiento, la no contaminación y el buen uso del agua este tiene a cargo el sistema por dos años y son grupos de vecinos que realizan las reparaciones necesarias cuando están de turno.

1.8.6. Drenajes

Aldea Tánil cuenta con servicio de drenaje solamente en el área central de la aldea, que es también en donde se ha colocado adoquín en las calles, sin embargo no cuentan con planta de tratamiento para sanear las aguas antes de verterla en ríos que pasan cercanos a la comunidad o barrancos, en la mayoría de viviendas de la comunidad solo se cuenta con letrinas de pozo ciego.

Aldea El Carrizal no cuenta con ningún tipo de drenajes que transporten el agua servida o agua negra por lo que la descarga de agua proveniente de pilas y duchas en su mayoría se transporta a flor de tierra, la mayoría de las viviendas cuentan con letrina con algunas excepciones en las cuales se han colocado inodoros a los cuales se les coloca tubería por algunos metros hasta llevarla a cisternas rudimentarias o simplemente transportarla a lugares alejados de la vivienda como terrenos o barrancos.

1.8.7. Energía eléctrica

Desde hace 32 años se realizó la introducción de la energía eléctrica a aldea Tánil, hasta el momento todas las viviendas cuentan con el servicio el cual se presta de forma continua sin interrupciones más que en algunas ocasiones para adiciones a la red o reparaciones y mantenimiento, se cuenta con alumbrado público únicamente en el centro de la comunidad.

Aldea El Carrizal cuenta con energía eléctrica continua y sin interrupciones en todas las viviendas y edificios públicos, en la comunidad no se cuenta con alumbrado público debido a la poca necesidad del mismo, ya que por lo general al anochecer las actividades de los pobladores se limitan al interior de sus viviendas.

1.9. Características socioeconómicas

Estas características se describen en los siguientes subtítulos

1.9.1. Origen de la comunidad

El origen del nombre de la comunidad Tánil, proviene de un cerro que se encuentra ubicado al sur, que antiguamente le llamaban cerrito Chinchitánil, (que suena como tambor).

Los primeros habitantes fueron 8 familias de apellidos López de León, las casas eran de techo de pajón y las paredes enlodadas con bajareque, el 23 de Octubre de 1 910 se destruyeron algunas viviendas porque cayó arena 8 días, los habitantes se unían para descargar las viviendas, evitando que se cayeran y cuando limpiaban.

Anteriormente la aldea llegaba al río Ixcush, ahora su límite es el cementerio de la comunidad, aproximadamente en 1 921 construyeron la primer escuela, el primer maestro fue el profesor Rafael Arreaga, después el profesor Josefino López de León, quienes impartían clases sólo a tercero primaria.

En 1909 y 1910 según Don Lionzo López, el nombre original de la aldea El Carrizal era San Francisco Miramar, pero con el transcurso del tiempo le cambiaron el nombre, porque en la parte del oeste se encontraba mucho carrizo y por eso actualmente se llama Aldea el Carrizal

Antiguamente le llamaban La Piedrota, dentro de los primeros habitantes podemos mencionar a Pascual Hernández, después Patricio López, Leonzo López. Hace 31 años aproximadamente se vino la gente de la Finca Armenia a vivir al Carrizal porque había trabajo en el anexo África donde cosechaban cardamomo ganando Q1,25 por jornal.

1.9.2. Actividad económica

Para efectos de estadísticas de la categoría que ocupa cada persona trabajadora dentro de las diferentes actividades productivas que se realizan en la aldea Tánil es importante mencionar que: El 7 % de la población económicamente activa es dueño y patrono de determinada ocupación, la categoría más significativa es la de los empleados privados que representan el 60,84% del total de la población económicamente activa; las personas que trabajan por cuenta propia representan únicamente el 19,58 %.

Los pobladores se dedican a diferentes actividades económicas como producción agrícola, (comercialización de los productos agrícolas), albañiles y algunas personas que laboran profesionalmente en diferentes actividades, aunque no son tan significativas para la economía local.

Para la aldea El Carrizal en relación a las estadísticas de la categoría que ocupa cada persona trabajadora dentro de determinada actividad se establece: El 9,68% de la población económicamente activa es dueño y patrono de determinada ocupación, mientras un 27,58 % trabajan por cuenta propia, el 59,48 lo hacen como empleados privados y únicamente el 3,26 % lo hacen como empleados públicos.

La población se dedica a diferentes actividades económicas como producción agrícola, albañiles, productores de leña y madera principalmente.

1.9.3. Idioma y religión

Para la aldea Tánil el idioma español es el que predomina en la región en un 100 %, determinado por factores como la herencia étnica hacia las

generaciones actuales, que han ido perdiendo los niveles culturales por el modernismo que se ha ido insertando en la población como el idioma español y otros factores que le han cambiado el panorama lingüístico y cultural a la comunidad.

La religión que en su mayoría se profesa es el catolicismo con un pequeño porcentaje de evangélicos, en la comunidad existen iglesias de ambas religiones.

Con relación a la aldea El Carrizal el idioma español es el que predomina en la región en un 100 por ciento; determinado por factores como la herencia étnica hacia las generaciones actuales. Se han ido perdiendo los niveles formativos por el modernismo que se ha ido insertando en la población y con ello incluido el idioma español y otros factores que le han cambiado el panorama lingüístico y cultural a la comunidad.

La religión que en su mayoría se profesa es el catolicismo con un pequeño porcentaje de evangélicos, en la comunidad existen iglesias de ambas religiones.

1.10. Diagnóstico sobre necesidades en servicios básicos e infraestructura de las aldeas Tánil y El Carrizal, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos, Guatemala.

La aldea Tánil tiene necesidades que van desde lo más esencial como drenajes apropiados para la comunidad, alcantarillado, lugares aptos para el desarrollo del comercio y reuniones en la comunidad, puestos de salud, hasta servicios como el de recolección de basura, servicio de teléfono, servicio de alumbrado público. Para solventar las necesidades de los pobladores serían

necesarios: una red de drenajes y por lo tanto planta de tratamiento, vertederos de basura, colocación de postes, puestos de salud, así como carreteras aptas para transitar.

Aldea El Carrizal tiene necesidades que van desde lo más esencial como un sistema de drenajes que logre sacar las aguas servidas de la comunidad y terminar con el uso de letrinas, alcantarillado, planta de tratamiento de aguas negras, puestos de salud, lugares de reunión para comercio y reuniones sociales, servicio de alumbrado público, recolección de basura, para los culés serían necesarios vertederos de basura, puestos de salud, colocación de postes, servicio de cable, y vías de comunicación que sean seguras y que cumplan con las garantías mínimas para transitar.

1.11. Descripción de necesidades

Las necesidades de los pobladores de aldea Tánil son el resultado de la falta de interés de las autoridades y la falta de preparación e iniciativa de los pobladores de manera que estos tengan los recursos para hacer frente a sus necesidades, desde la falta de saneamiento que puede repercutir en proliferación de enfermedades, la falta de alumbrado público lo cual repercute en inseguridad y una parálisis de actividades nocturnas, hasta la falta de un lugar de reuniones sociales en el cual puedan los dirigentes comunales transmitir sus ideas a la comunidad y llegar a acuerdos en beneficio de la comunidad o realizar actividades socioculturales, de igual manera un lugar de comercio que impulse la economía en la aldea y el municipio, para lo cual sería también necesario contar con vías de comunicación adecuadas.

Las necesidades de los pobladores de aldea El Carrizal se describen principalmente en la falta de comunicación que tienen los pobladores con las

autoridades municipales, así como la poca inversión municipal que se realiza en la aldea, ya que además de estar alejados de la cabecera municipal también se ven limitados por la dificultad de transitar por carretera, vemos que esto ha hecho que el desarrollo se vea limitado, ya que no se cuenta con incentivos para comerciar los productos agrícolas, y por lo tanto repercute en el estatus económico de las familias, los cuales se ven obligados a vivir de un jornal o de los que cosechan de manera que las familias no pueden aspirar a una mejor calidad de vida y en muchos casos se ven forzados a emigrar.

1.12. Evaluación y priorización de necesidades

Según las necesidades conocidas de los pobladores de aldea Tánil vemos que es necesario priorizar la construcción de un edificio el cual pueda suplir la necesidad de un lugar que impulse la economía de los pobladores, así como un lugar en el cual se puedan reunir los pobladores para lograr consensos y acuerdos que permitan que la población en general pueda mejorar su calidad de vida.

En aldea El Carrizal las necesidades son muchas, sin embargo es necesario priorizar el mejoramiento de la carretera que los comunica con el centro urbano más cercano, de manera que se pueda impulsar por medio de esto una mejora en la calidad de vida de los pobladores, ya que con esto se reduciría el tiempo de recorrido, incentivando el transporte de productos agrícolas y acercando a la población ha servicios de salud, educación y seguridad, logrando también con esto que vehículos de tracción simple puedan llegar a la comunidad, ya que en la actualidad únicamente los vehículos de doble tracción pueden transitar por esta carretera con seguridad, sobre todo en época de invierno, debido al mal estado de la carretera.

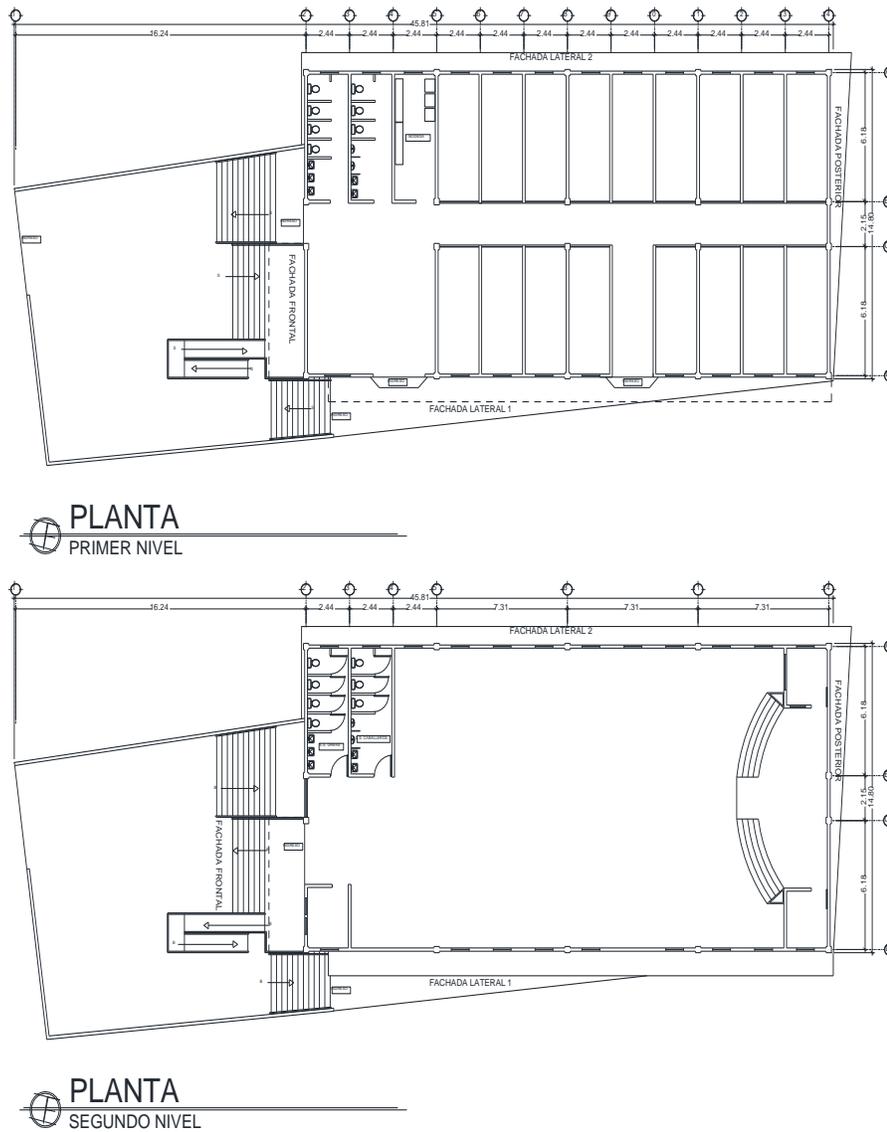
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño y planificación de mercado y salón de usos múltiples de aldea Tánil municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos

El proyecto se desarrollara así en primer nivel consistirá del mercado comunal en el cual se podrá realizar todo tipo de actividad comercial, segundo nivel consistirá en un salón de usos múltiples en el cual se podrá realizar todo tipo de actividades socioculturales. Para el diseño y planificación de la edificación se cuenta con un terreno con las dimensiones que aparecen en el plano topográfico que se muestra en el apéndice del presente trabajo, el terreno cuenta con un área de 715,96 m² ubicado a un costado de la iglesia católica y de la auxiliatura, y frente a la escuela de la aldea, el edificio tendrá servicios generales y básicos debido a que el mercado como el salón serán dedicados a la población en general, la opción en sistemas estructurales y constructivos preferenciales para este diseño serán: marcos dúctiles resistentes a momento de concreto reforzado y muros de mampostería armada no sometidos a carga axial, losa tipo nervada en dos sentidos, este tipo de losa es elegido por razones de diseño de manera que se pueda cubrir grandes luces con una losa que funcione como un solo diafragma, que sea económica y ligera, por solicitud de miembros de la auxiliatura y de la municipalidad se decidió utilizar una cubierta auto soportable curva de aluminio y zinc (techo curvotek), se colocaran acabados de la mejor calidad, contará con los servicios de agua potable, drenajes sanitarios y pluviales e instalaciones eléctricas.

El diseño del salón municipal estará basado en el código ACI 318-08, normas Agies y para distribución de áreas y ambientes el manual de NEUFERT.

Figura 1. **Planta típica de primer y segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.1. Terreno disponible

El terreno con el que se cuenta es un área ubicada a un costado de la iglesia católica y la auxiliatura y frente a la escuela, la parte frontal del terreno está ocupada por el antiguo salón de usos múltiples de la comunidad y que está próximo a ser demolido, el terreno en la parte trasera se encuentra en un estado óptimo para la construcción de un proyecto de este tipo debido a que sus dimensiones y topografía se adecuan a las necesidades.

Figura 2. Localización del terreno disponible



Fuente: Municipalidad de Tánil.

2.1.2. Análisis de suelos

Los estudios realizados para el respectivo análisis se detallan en los siguientes subtítulos.

2.1.2.1. Ensayo triaxial

El valor soporte del suelo, también llamado capacidad de carga o apoyo de los cimientos es una característica de cada sistema de suelo-cimentación, y no solo una cualidad intrínseca del suelo. Los distintos tipos de suelo difieren en capacidad de carga, pero también ocurre que en un suelo específico dicha capacidad varía con el tipo, forma, tamaño y profundidad del elemento de cimentación que aplica la presión.

La resistencia de los suelos a la deformación depende, sobre todo, de su resistencia a la fuerza cortante. Esta resistencia a la fuerza cortante equivale a su vez, a la suma de dos componentes fricción y cohesión.

Para poder apreciar las características del suelo donde se construirá la edificación, como también para conocer el valor soporte del suelo, se realizó el ensayo de compresión triaxial, mediante el método propuesto por el Dr. Terzaghi.

La teoría de Terzaghi es uno de los primeros esfuerzos por adoptar a la mecánica de suelos. Terzaghi propuso el mecanismo de falla para un cimiento poco profundo de longitud infinita normal al plano del papel, después de todo el análisis que el doctor Terzaghi realizó, llegó a la siguiente ecuación.

$$q_d = 1.3 * C * N_c + Y_s * D_z * N_q + 0.4 * Y_s * B * N_\gamma$$

El ensayo de compresión triaxial no consolidado y no drenado se realizó a una muestra inalterada de suelo de 1 pie cúbico de volumen. Los resultados del ensayo de laboratorio para la muestra de suelo extraída en el lugar destinado para la construcción del proyecto indican que el ángulo de fricción interna es de $\phi = 24,32^\circ$ y la cohesión es de $C_u = 0,71 \text{ ton/ m}^2$, dicho informe se muestra en el anexo 1 del presente documento. El cálculo del valor soporte del suelo es el siguiente:

Datos:

Ángulo de fricción interna = $\phi = 24,32^\circ$

Cohesión del suelo = $C_u = 0,71 \text{ Ton/m}^2$

Factor de capacidad de carga debido a la cohesión = N_c

Peso específico del suelo = $\gamma_s = 1,93 \text{ Ton/m}^3$

Desplante del cimiento = $D_z = 1,5 \text{ m}$

Factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga = N_q

Base de la zapata = $B = 2 \text{ m}$

Factor de capacidad de carga debido al peso del suelo = N_γ

$$\phi_{\text{rad}} = \frac{\pi * \phi}{180} = \frac{\pi * 24,32}{180} = 0,37 \text{ rad}$$

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - \phi_{\text{rad}}\right) * \tan \phi}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)} = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - 0,37\right) * \tan 24,32}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{24,32}{2}\right)} = 12,10$$

$$N_c = \text{Cot} \phi * (N_q - 1) = \text{Cot}(24,32) * (12,10 - 1) = 24,56$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi = 2(12,10 + 1) \tan(24,32) = 11,84$$

Entonces:

$$q_d = 1,3 * 0,71 * 24,56 + 1,93 * 1,5 * 12,10 + 0,4 * 1,93 * 2 * 11,8 = 75,97 \text{ Ton/m}^2$$

El valor soporte del suelo queda determinado por medio de la expresión matemática formulada por Terzaghi.

Donde: F_s = Factor de seguridad el cual depende de la importancia de la estructura, ya que la estructura albergara a grandes cantidades de personas por lo tanto utilizamos $F_s = 2,5$

$$V_s = \frac{q_d}{F_s} = \frac{75,97}{2,5} = 30,39 \text{ Ton/m}^2$$

Por seguridad se adoptara 30 Ton/m²

2.1.3. Diseño arquitectónico

Los requerimientos se detallan en los siguientes parrafos

2.1.3.1. Requerimiento de áreas

Entre los ambientes requeridos para el mercado y salón, se construirán los siguientes:

- Locales comerciales: serán de uso exclusivo del arrendatario del local y se le dará el uso comercial para el cual el así lo haya solicitado a la autoridad administradora correspondiente.

- Área social en mercado: estará ubicada a un costado de los locales comerciales y será de uso público, pudiendo darle uso como comedor o área de espera o cualquier otra que se crea conveniente por los usuarios.
- Baños: los cuales estarán ubicados tanto en primera como en segunda planta, los cuales serán de uso público.
- Bodega: se utilizara para almacenamiento de utensilios de limpieza, estará ubicado bajo las gradas de ingreso al salón.
- Taquilla: estará destinada para la venta de boletos y el monitoreo tanto interno como externo de la edificación.
- Área social: el área social está calculada para el acomodamiento de 350 personas sentadas, ocupando cada una un área promedio de 0,80 m² con espacio de circulación y mobiliario de 1,20 m².
- Escenario: será el espacio destinado para la realización de actividades artísticas y de otra índole.
- Cuarto de sonido: será el espacio utilizado para colocar el equipo de sonido e iluminación en el escenario.
- Vestidor: será el espacio destinado para que quienes tengan participación en el escenario puedan hacer cambio de vestuario.

2.1.3.2. Ubicación del edificio en el terreno

El edificio estará orientado de occidente a oriente debido a las condiciones topográficas, el nivel de la primera planta comenzara 2,00 metros bajo el nivel 0,00 para aprovechar mejor la topografía del terreno, la cual en la parte del frente está a nivel 0,00 y la parte posterior baja hasta los 2 metros aproximadamente.

2.1.3.3. Distribución de ambientes

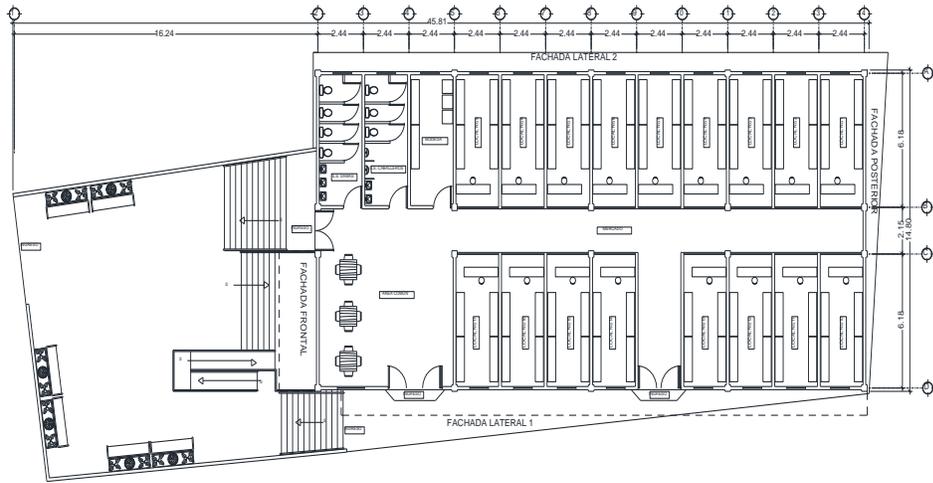
En este proyecto se tomaron en cuenta diversos factores, los cuales los más importantes son: la capacidad de ocupantes que puede tener el salón y la capacidad de comerciantes y compradores que puede tener el mercado, para lo cual es necesario ubicar diversos ambientes e instalaciones propias de un edificio de este tipo.

La distribución de áreas será la siguiente:

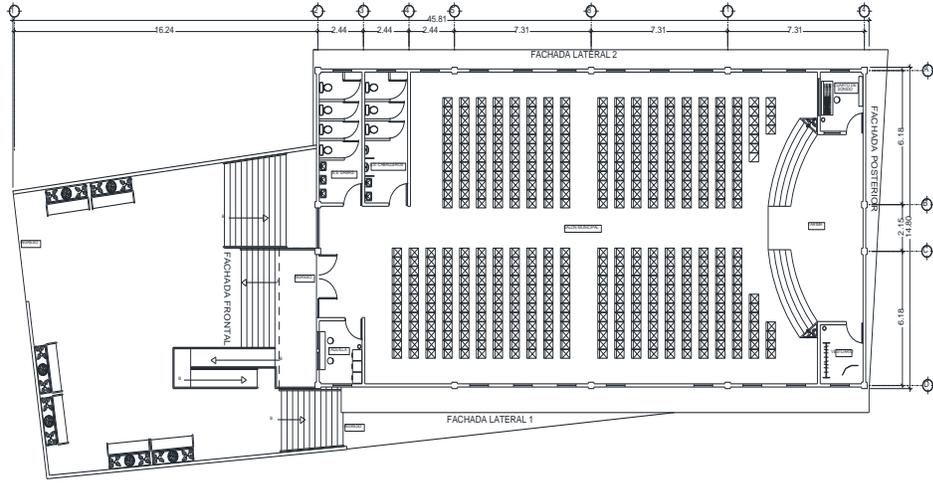
- Locales comerciales: 14,12 m². cada uno, en total 240,04 m²
- Área social en mercado: 45,48 m²
- Baños: 29,18 por nivel, total 58,36 m²
- Bodega: 13,78 m²
- Taquilla: 6,63 m²
- Área social: 322,53 m²
- Escenario: 30,95 m²
- Cuarto de sonido: 6,57 m²
- Vestidor: 6,57 m²

También incluirá área para jardineras, bancas, iluminación y ventilación, ver figura número 3.

Figura 3. Plantas amuebladas típicas de primer y segundo nivel



PLANTA AMUEBLADA
PRIMER NIVEL



PLANTA AMUEBLADA
SEGUNDO NIVEL

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.3.4. Altura del edificio

Para las alturas se consideraron condiciones del clima en la región y el número de usuarios que albergará el edificio, siendo estos 464 ocupantes en el edificio con un espacio por cada uno de 2 metros cuadrados; según el diseño, comprenderá un mercado comunal en la planta baja y un salón en la planta alta, teniendo en cuenta la diversidad de mercaderías que pueden venderse dentro del mercado y el peralte que la losa y vigas tendrán la altura del primer nivel será de 3 m y la altura de la segunda planta será también de tres metros para tener simetría en las alturas, sin embargo en el centro de la segunda planta en donde estará el punto máximo de la cubierta auto soportable se tendrá una altura de 6 m, teniendo una altura total de la edificación de 9 m.

2.1.3.5. Selección del sistema estructural a usar

Para elegir un sistema estructural, no se requiere de operaciones matemáticas, sino de un análisis el cual conlleva muchas consideraciones, las cuales se determinan con objetivos importantes, tales como:

- Cumplir los requisitos de funcionalidad de la edificación
- La estructura debe de soportar las cargas
- Ser una estructura segura y en lo posible económica

Existen sistemas que se desempeñan mejor que otros en las eventualidades sísmicas, por lo que se busca un equilibrio que favorezca todos los aspectos mencionados. Para este proyecto se decidió utilizar el sistema de marcos resistentes a momento, integrado por columnas y vigas que serán quienes soporten toda la carga tanto vertical como horizontal, según Agies se puede definir como un sistema estructural E1, incluirá losa nervada de entrepiso

con nervios en dos dirección es decir una losa reticular, muros de mampostería confinada los cuales no serán muros de carga y una cubierta auto soportable curva de aluminio-zinc.

2.1.4. Análisis estructural

Llamamos análisis estructural a la determinación de las fuerzas y deformaciones que se producen en una estructura, debido a la aplicación de cargas.

2.1.4.1. Predimensionamiento estructural

Esta acción, consiste en estimar secciones preliminares, para lo cual el proyectista puede basarse en la experiencia, en ayudas de diseño, a través de tablas, gráficas, entre otros.

- Losas: lo que se calcula es el peralte (t) de losa. Definiremos el peralte aplicando el método que usa como variable las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene. En este caso se utilizara una serie de losas nervadas que estarán apoyadas en los cuatro lados sobre vigas; se tendrá una constante en las dimensiones de los nervios y de la loseta de compresión, para demostrar la necesidad de este tipo de losa comenzaremos determinando el espesor que debiera de tener si fuese una losa maciza, con la siguiente expresión.

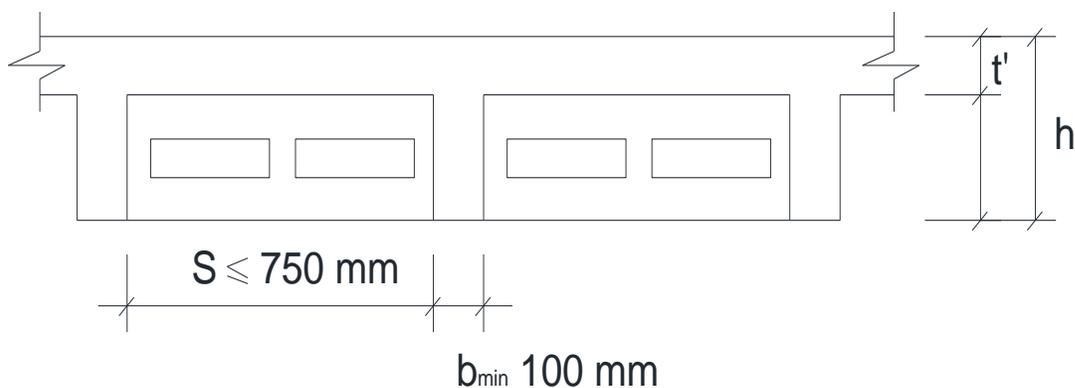
$$t_{\text{losa}} = \frac{\text{perimetro}_{\text{losa}}}{180}$$
$$t_{\text{losa}} = \frac{2(7,01) + 2(5,88)}{180} = 0,143 \approx 0,15m$$

Debido al espesor que deberá de tener nuestra losa se justifica entonces la utilización de una losa nervada la cual se procederá a pre-dimensionar a continuación.

Para el predimensionamiento de la losa nervada utilizaremos los criterios impuestos para viguetas en losas nervadas en el código ACI 318s-08 capítulo 8.13. Los cuales son los siguientes:

- El ancho de los nervios no debe de ser menor de 100 mm.
- La altura de la nervadura no debe de exceder 3,5 veces su ancho mínimo.
- El espaciamiento libre entre las nervaduras no debe exceder de 750 mm.
- El espesor de la losa sobre aligeramientos removibles no debe de ser menor de 50mm o 1/12 de la distancia libre entre nervios.
- La distancia B del ala no debe de exceder $\frac{1}{4}$ de la luz libre.

Figura 4. **Sección de losa nervada**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Prediseño

Para determinar el peralte que la losa debe de tener utilizaremos dos métodos de los cuales del que resulte un mayor peralte será el método que utilizaremos:

- Calcular como losa típica, ya que se cumple con ACI 318s-08 en su capítulo 13, es decir los requisitos para utilizar el método 3 de ACI. Para tal caso utilizaremos la siguiente ecuación.

$$t = \frac{p}{180}$$

Donde:

t = Peralte de losa.

P = Perímetro de la losa.

$$t = \frac{(7,01 * 2) + (5,88 * 2)}{180} = 0,143$$

- Calcular la altura mínima de los nervios como vigas no pre esforzadas o losas reforzadas en una dirección, de manera que calcularemos tanto como si fuesen continuas en un extremo o en ambos, para determinar su peralte utilizaremos las siguientes ecuaciones.

$$t = \frac{L}{28} \text{ y } t = \frac{L}{24}$$

$$t = \frac{7,16}{28} = 0,2557 \text{ m.}$$

$$t = \frac{7,16}{24} = 0,2983 \text{ m}$$

El peralte t de la losa que se utilizara será $t = 0,30 \text{ m}$

Según los cálculos y tomando en cuenta lo dicho en el capítulo 8 de ACI 318s-08 las dimensiones de las nervaduras quedaran de la siguiente manera.

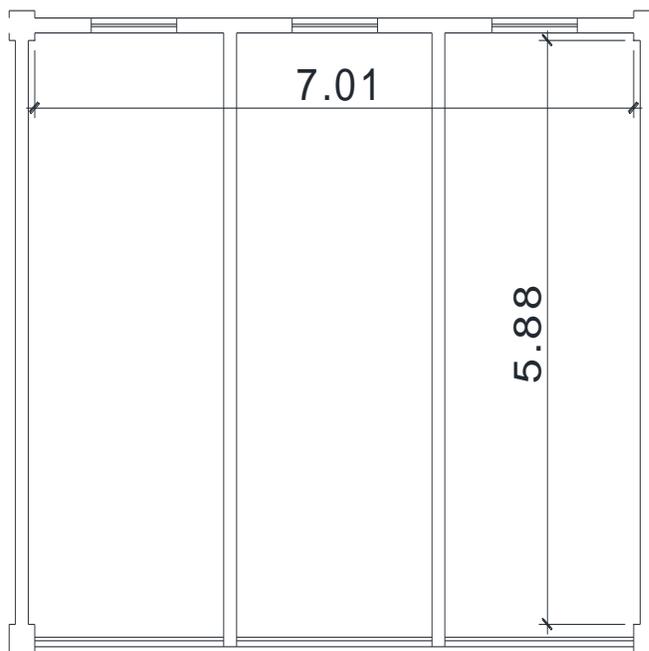
t = peralte de la losa = 0,30 m

t' = Peralte de la loseta = 0,05 m

b = ancho del patín o del nervio = 0,10 m

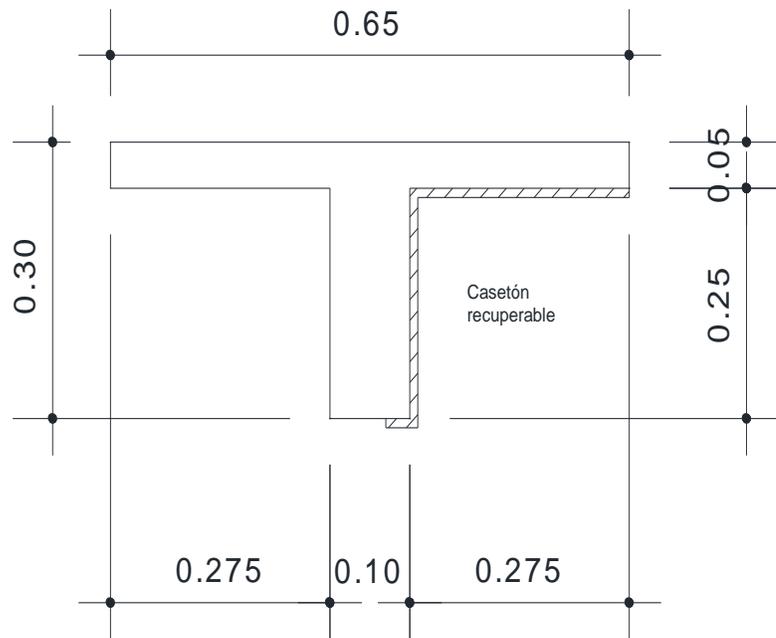
B = ancho total del ala = 0,65 m

Figura 5. **Planta típica que cubrirán los nervios**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 6. **Predimensionamiento de nervio para ambos sentidos (los cuales se utilizarán en la losa)**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

El cálculo del nervio será el utilizado en ambos sentidos de la losa con el fin de tener simetría en diseño y en arquitectura.

- Vigas: el método utilizado para el pre-dimensionamiento de vigas, determina su peralte (h), el cual depende de la luz que cubran las mismas. La base (b) de la viga queda a criterio del diseñador sin embargo se recomienda que se determine por el criterio de $b = h/2$ de manera que tenga simetría y la relación base altura genere confianza en el observador.

El pre-dimensionamiento se realiza para la viga crítica, es decir la de mayor longitud y la que recibirá mayor carga, quedando las demás con igual sección por simetría. Se tomará el criterio de 8% de la luz libre según ACI 318s-2008.

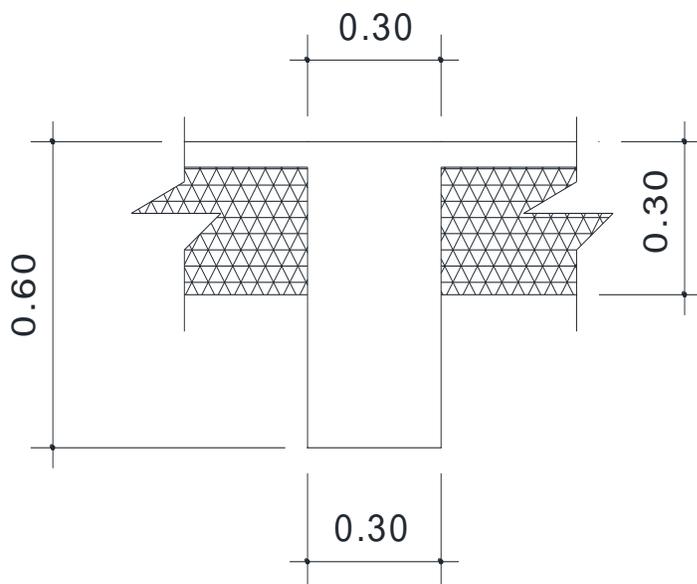
$$h = \frac{8cm}{ml_{claro}} = \frac{8cm}{ml} * 7,31ml = 0,58m \approx 0,60m \quad (\text{Utilizaremos } 0,60 \text{ m de peralte})$$

Para determinar la base de la viga se utilizara el criterio de $\frac{1}{2}$ de h:

$$b = \frac{60cm}{2} = 30 \text{ cm} \quad (\text{se utilizó } 0,30 \text{ m de base})$$

Se propone una sección de viga de 60x30 cm, ver figura 7

Figura 7. **Diseño propuesto de viga**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Predimensionamiento de columna para predimensionar una columna básicamente se determina la sección y se basa en la carga aplicada a esta, como lo considera el ACI 318-08, en el capítulo 10. En este caso se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas, por tal razón se toma la columna crítica o sea la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás.

El Ing. J.M. Rubio propone calcular el área gruesa de columnas a través de la relación.

$$A_g = \frac{P_{act}}{0,17 f'c}$$

Donde:

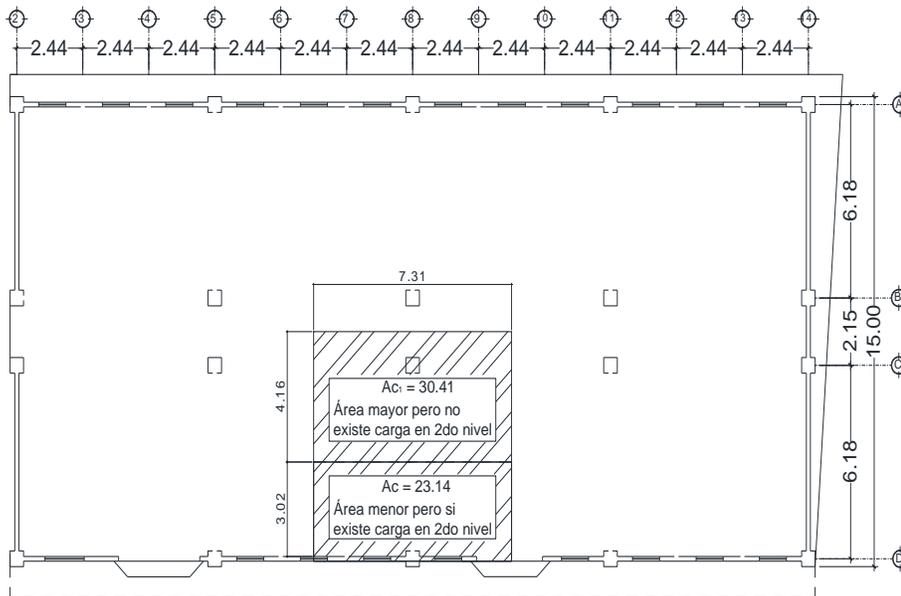
P_{act} = integración de carga axial debida al área tributaria de la columna crítica.

A_g = área bruta de la sección de la columna crítica.

$f'c$ = resistencia máxima a la compresión del concreto.

Se delimita el área tributaria de la columna crítica (A_c), ver figura 8.

Figura 8. **Planta del edificio primer nivel**



Nota: Si bien el área A_c en losa no es el mayor si incluye carga de viga y columna en nivel 2 mientras que A_{c1} no suma carga en segundo nivel.

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$A_c = 7,31 \times 3,02 = 23,14 \text{ m}^2.$$

Integración de cargas.

Carga muerta.

$$\text{Losa} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 0,05\text{m} \times 23,14\text{m}^2 = 2\,776,8 \text{ kg.}$$

$$\text{Nervios} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times (0,25\text{m} \times 0,10\text{m} \times 59,44\text{m}) = 3\,566,4 \text{ kg.}$$

$$\text{Cubierta auto soportable} = 12,88 \text{ kg/m}^2 \times 31,725 \text{ m}^2 = 408,62 \text{ kg.}$$

$$\text{Acabados} = 25 \text{ kg/m}^2 \times 31,725 \text{ m}^2 = 543,13 \text{ kg.}$$

$$\text{Piso} = 120 \text{ kg/m}^2 \times 31,725 \text{ m}^2 = 3\,807 \text{ kg.}$$

Columna nivel 2 = $2\,400\text{ kg/m}^3 \times 0,30\text{m} \times 0,30\text{m} \times 3\text{m} = 648\text{ kg}$.

Vigas nivel 1 y 2 = $(2\,400\text{ kg/m}^3 \times (10,33\text{m} \times 0,60\text{m} \times 0,3\text{m})) \times 2 = 8\,925,12\text{ kg}$.

$P_{\text{act muerta}} = 21\,704,87\text{ kg}$.

Carga viva.

Losa = $23,14\text{ m}^2 \times 500\text{ kg/m}^2 = 11\,570\text{ kg}$.

Cubierta auto soportable = $54,825\text{ m}^2 \times 39,12\text{ kg/m}^2 = 2\,144,75\text{ kg}$.

$P_{\text{act viva}} = 13\,714,75$

Cargas Mayoradas.

$P_u = (1,4 \times 21\,704,87) + (1,7 \times 13\,714,75) = 53\,701,89\text{ kg}$.

Para la determinación del A_g (área gruesa) de la sección de la columna se necesita conocer la resistencia máxima del concreto, por lo que se utilizará una resistencia de $f'_c = 280\text{ kg/cm}^2$, $f_y = 2\,810\text{ Kg/cm}^2$ y un 2% de A_{st} (área de acero), para el cálculo se utilizara la expresión recomendada por ACI 318-08 en su capítulo 10.2 la cual es la siguiente:

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

$$A_g = \frac{53\,701,89}{0,70 * 0,80 * (289,44)} = 331,32\text{ cm}^2$$

Si se utiliza una columna de sección cuadrada, bastará con hallarle la raíz cuadrada al área bruta A_g para determinar el ancho por lado de la columna:

$$\text{Lado columna} = \sqrt{331,32\text{cm}^2} = 18,20\text{ cm}$$

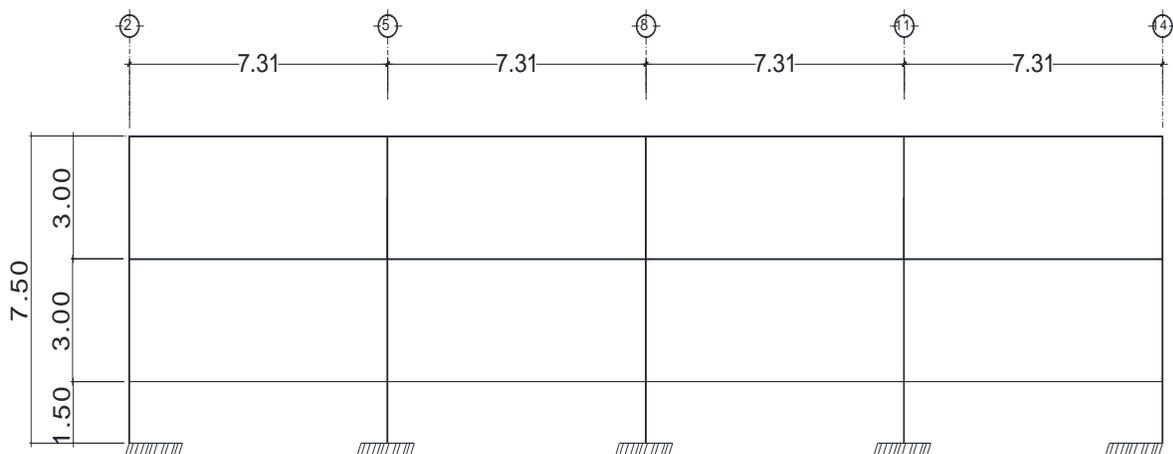
Utilizaremos una columna cuadrada de 0,30m x 0,30 debido a la carga de servicio de la edificación y a la importancia de esta, además de que se ubica en una zona sísmica clase 4 por lo cual debemos de cumplir con los requisitos del capítulo 21 de ACI el cual tiene como restricción que el lado de una columna principal y que soporta más de la carga resultante por la expresión $A_g \cdot f'_c / 10$ no debe de ser inferior a 300 mm.

2.1.4.2. Modelos matemáticos de marcos

El modelo matemático de un marco dúctil, es la gráfica que representa tanto la forma, como las cargas que soporta el marco y que sirve para realizar el análisis estructural. Por su similitud en cargas y la geometría de la edificación, se analizan únicamente los aspectos críticos.

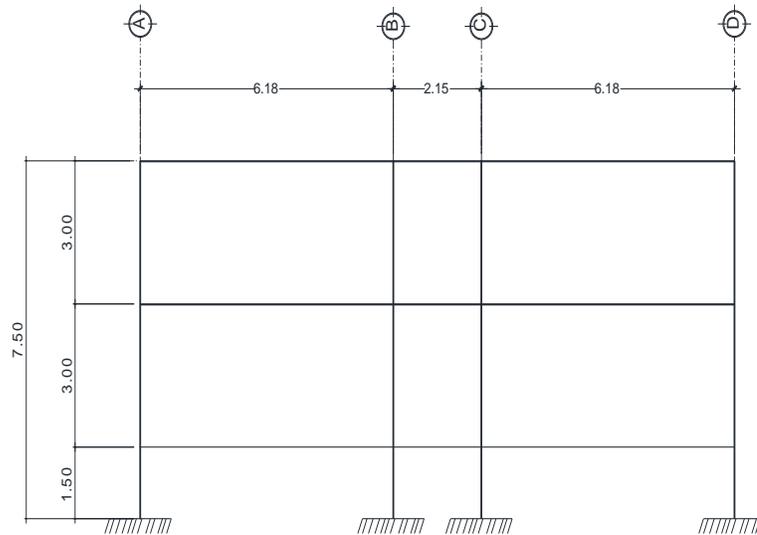
Las figuras a continuación muestran los marcos dúctiles en el eje X y en el eje Y, respectivamente. La integración de cargas muertas y vivas se realizará junto con el modelo matemático a partir de los marcos ya mencionados.

Figura 9. Elevación marco típico, en el eje X, marcos A y D



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 10. **Elevación marco típico, en el eje Y, marco 2 y 14**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.4.3. Cargas de diseño

Llamamos cargas de diseño a todas aquellas cargas bajo las cuales estará sometida nuestra estructura.

2.1.4.3.1. Cargas horizontales y verticales aplicadas a los marcos rígidos

- Cargas verticales

Conocidas también como cargas por gravedad, se dividen en carga viva y carga muerta.

- Cargas vivas (CV)

Son cargas que pueden cambiar en magnitud y posición, entre estas se tienen las que se mueven con su propia fuente de energía que son las móviles y las que pueden ser movidas que son las movibles, otras cargas vivas pueden ser causadas por las operaciones de la construcción, el viento, la lluvia, los sismos, las explosiones y los cambios de temperatura.

La determinación de la carga viva apropiada, para un sistema estructural es complicada, debido a la incertidumbre de la magnitud en sí misma y el lugar sobre el que actúa la carga en cualquier instante dado.

- Cargas de ocupación o uso: son cargas de piso que se aplican a un área dada de una construcción y dependen de su utilización u ocupación, existe una diversidad de cargas de ocupación estandarizadas para diferentes tipos de construcciones y para uso de estas debe consultarse bibliografía más extensa.
- Cargas de impacto: son causadas por las vibraciones de las cargas móviles y por lo general se presentan súbitamente.
- Cargas por temperatura: se presenta cuando varía la temperatura de una estructura o de alguno de sus miembros, el material tendera a expandirse en una forma ocasionando esfuerzos a la estructura.
- Carga por viento: el viento puede actuar en cualquier dirección y debe investigarse cuál es la dirección que

produce efectos desfavorables en la estructura; estas cargas laterales varían en magnitud según la localidad geográfica, la altura sobre el terreno, el tipo de terreno que rodea al edificio, entre otros.

Las presiones de viento se suponen en general uniformemente aplicadas a la superficie de barlovento de los edificios, en Guatemala las velocidades mínimas de diseño para cargas de viento son de 90km/h.

- Cargas por sismo: un sismo ocasiona aceleración en la superficie del terreno y puede provocar daños a las estructuras, de acuerdo a la magnitud con que actúa en un momento dado, las estructuras en Guatemala deben de cumplir con las normas de diseño estructural AGIES según sea la zona sísmica en la que se encuentre, el servicio de la estructura y los demás parámetros que el normativo especifique.

- Otras cargas: entre otras cargas vivas que pueden en algún momento afectar a la estructura están las ocasionadas por la presión de la tierra y las ocasionadas por la presencia de agua.

Para anticipar las diferentes clases de cargas y fuerzas que puedan llegar a actuar en la estructura que se está diseñando, el ingeniero cuenta con la ayuda de los códigos de diseño en donde se especifican, en general, las cargas más usuales para las estructuras, sin embargo, en ocasiones se tiene que acudir al criterio u otros métodos para la determinación de los valores.

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

Tipo de ocupación o uso	Wv (kg/m ²)
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales - encamamiento y habitaciones	200
Hospitales - servicios médicos y laboratorio	350
Hoteles - alas de habitaciones	200
Hoteles - servicio y áreas públicas	500
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
Áreas de salida y/o escape	500
Vestíbulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión	
Con asientos fijos	300
Sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Azoteas de concreto con accesos	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100

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

Aplicar las cargas de diseño a una estructura, es considerar los efectos críticos en sus diferentes combinaciones de las cargas, que pueden afectar a esta, las cargas aplicadas según recomendación del fabricante del techo, deben considerarse de acuerdo al uso y efectos posibles en la estructura y son la carga muerta, la carga viva y la velocidad del viento, aplicándose valores a cada una de ellas, según la tabla II.

Tabla IV. **Estimación de cargas vivas**

No.	Descripción	Peso	Unidad
1	Cubierta auto soportable	39,12	Kg/m ²
2	Losas en general (con acceso)	200	Kg/m ²
3	Escenario y salón (sin asientos fijos)	500	Kg/m ²

Fuente: elaboración propia.

- **Cargas muertas (CM)**

Son todas aquellas cargas derivadas del peso propio de la construcción, generalmente incluyen el peso de la cubierta del techo, la estructura de marcos dúctiles de concreto reforzado, losas, muros de mampostería reforzada, repellos, cernidos en techos y paredes, pisos, obras falsas y todo tipo de instalaciones, entre otros. En la tabla III se muestra el peso de varios materiales utilizados en la construcción del salón municipal.

Tabla V. **Estimación de cargas muertas**

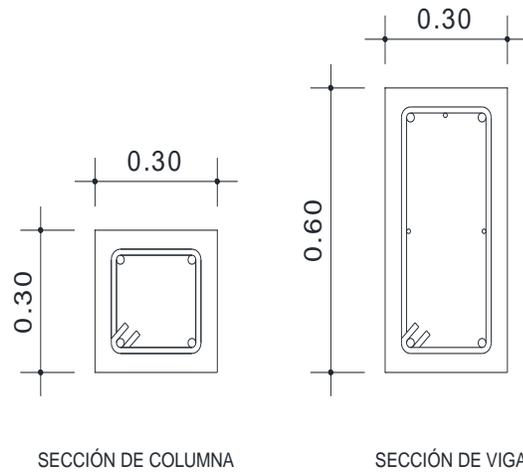
No.	Descripción	Aplicado	Peso	Unidad
1	Cubierta auto soportable		12,88	Kg/m ²
2	Losa reticular	30 cm	281,5	Kg/m ²
3	Repello	2 cm	15	Kg/m ²
4	Cernido	2 cm	15	Kg/m ²
5	Mampostería confinada	15 cm	250	Kg/m ²
6	Mampostería confinada	20 cm	333,33	Kg/m ²
7	Relleno de concreto	volumétrico	1600	Kg/m ²
8	Relleno + piso	2.5 cm	200	Kg/m ²
9	Panel convitec + mortero	10 cm	172	Kg/m ²
10	Peso vidrio templado	5 mm	12,5	Kg/m ²
11	Peso losa vigas T	Variable	1440	Kg/m ²

Fuente: elaboración propia.

- Integración de cargas

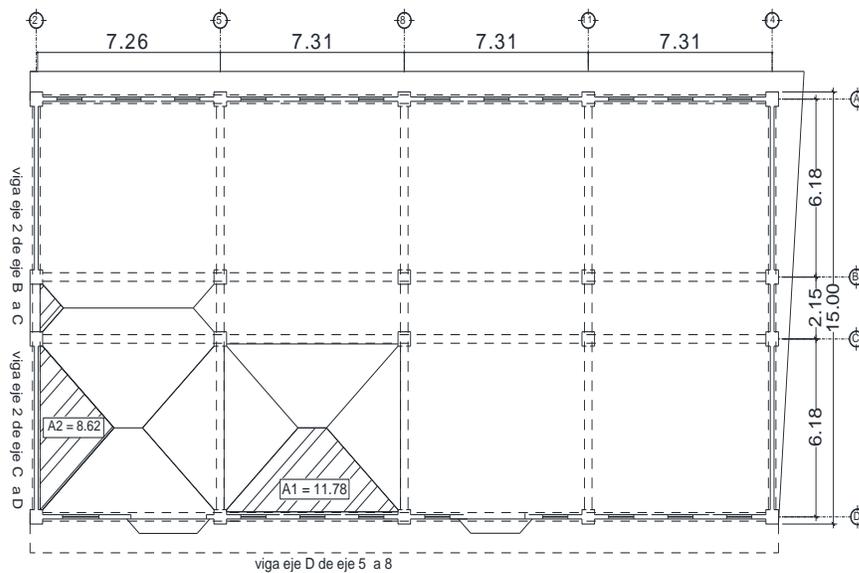
Para la integración de cargas, tanto para vigas, losas, columnas y demás elementos que componen la estructura es necesario conocer las dimensiones del diseño arquitectónico, así como relacionar las secciones de los elementos con sus respectivas cargas; para tal efecto realizaremos la integración a diferentes vigas del edificio.

Figura 11. Secciones de elementos estructurales



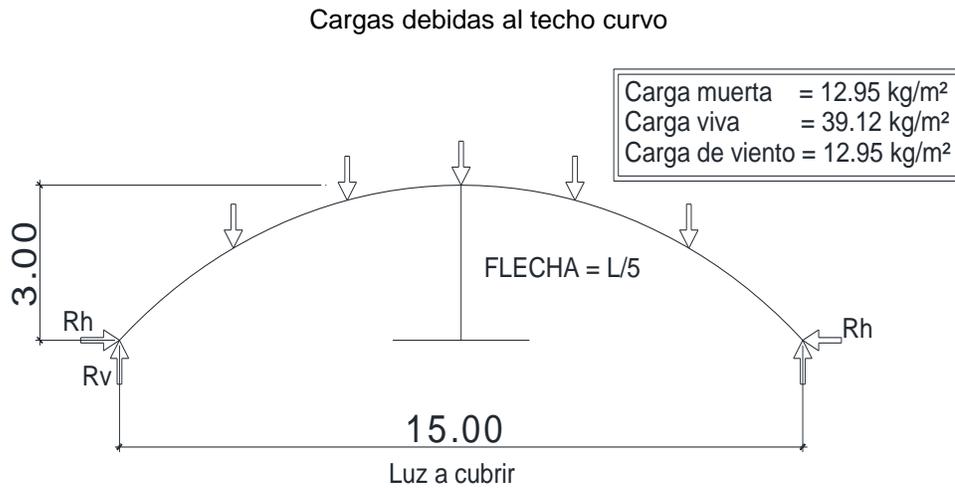
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 12. Vista en planta de primer nivel con vigas a analizar



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 13. **Detalle de relación flecha luz y cargas de diseño**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

A continuación se muestran en la tabla, los valores de las reacciones en Lb/pie y Kg/m respectivamente, producidas por las cargas consideradas por el fabricante.

Tabla VI. **Reacciones correspondientes a la acción de cargas, debidas a techo curvo de aluminio-zinc**

			EXTREMO IZQUIERDO		EXTREMO DERECHO					
			Reacción Vertical	Reacción horizontal	Reacción Vertical	Reacción horizontal				
CARGA MUERTA	2,65	Lb/pie ²	119,72	Lb/pie	141,70	Lb/pie	119,72	Lb/pie	141,70	Lb/pie
	12,96	kg/m ²	178,38	kg/m	211,13	kg/m	178,38	kg/m	211,13	kg/m
CARGA VIVA	8,00	Lb/pie ²	328,10	Lb/pie	400,47	Lb/pie	488,87	Lb/pie	400,47	Lb/pie
	39,12	kg/m ²	488,87	kg/m	596,70	kg/m	728,42	kg/m	596,70	kg/m
CARGA DE VIENTO	10,00	Lb/pie ²	16,41	Lb/pie	115,35	Lb/pie	16,41	Lb/pie	48,70	Lb/pie
	48,90	kg/m ²	24,45	kg/m	171,87	kg/m	24,45	kg/m	72,56	kg/m

Fuente: CURVOTEK S. A. Guatemala;

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Integración de cargas

Primer nivel

- Viga de eje D, entre ejes 5 a 8

Carga muerta

Integración de Cargas								
Primer Nivel								
Viga Eje C de Ejes 5 a 8		L viga =	6,81					
Carga Muerta								
Elemento	Peso material	Unidad	dimensiones (m)			Área o Longitud	unidad	Peso (kg/m)
Viga	2 400	kg/m ³	0,3	0,6	6,81	1,2258	m ³	432
R + Cviga	30	kg/m ²	1,3		6,81	8,853	m ²	39
Muro	270	kg/m ²	variado	por	ventanas	28,86	m ²	1 144,23
Ventanas	12.5	kg/m ²	1,4		3	4,2	m ²	7,71
R+CMuro	30	kg/m ²	variado	por	ventanas	28,86	m ²	127,14
Losa reticular	281,5	kg/m ²	ver	en	figura	11,78	m ²	486,94
R+C losa	30	kg/m ²	suma	de	losas	19,77	m ²	87,09
piso + relleno	200	kg/m ²	ver	en	figura	11,78	m ²	345,96
Total								2 670,07

Carga viva

Integración de Cargas								
Primer Nivel								
Viga Eje D de Ejes 5 a 8		L viga =	6,81					
Carga Viva								
Elemento	Peso Cv	Unidad	dimensiones (m)			Área o Longitud	unidad	Peso (kg/m)
Losa salón	500	kg/m ²	ver	en	figura	11,78	m ²	864,90

Continuación de la tabla VII.

Segundo nivel

- Viga de eje D, entre ejes 11 a 14

Carga muerta

Integración de Cargas								
Segundo Nivel								
Viga Eje D de Ejes 5 a 8		L viga =	6,81					
Carga Muerta								
Elemento	Peso material	Unidad	dimensiones (m)			Área o Longitud	unidad	Peso (kg/m)
Viga	2 400	kg/m ³	0,3	0,6	6,81	1,2258	m ³	432
R + C viga	30	kg/m ²	1,3		6,81	8,853	m ²	39
Techo curvo	12,96	kg/m ²	ver	en	tabla			178,38
Total								649,38

Carga viva

Integración de Cargas								
Segundo Nivel								
Viga Eje D de Ejes 5 a 8		L viga =	6,81					
Carga Viva								
Elemento	Peso material	Unidad	dimensiones (m)			Área o Longitud	unidad	Peso (kg/m)
Techo curvo	39,12	kg/m ²	ver	en	tabla		m ²	728,42

Continuación de la tabla VII.

Primer nivel								
• Viga de eje 2, entre ejes C a D								
Carga muerta								
Integración de Cargas								
Primer Nivel								
Viga Eje 2 de Ejes C a D		L viga =	5,68					
Carga Muerta								
Elemento	Peso material	Unidad	dimensiones (m)			Área o Longitud	unidad	Peso (kg/m)
Viga	2 400	kg/m ³	0,3	0,6	5,68	1,0224	m ³	432
R + C viga	30	kg/m ²	1,3		5,68	7,384	m ²	39
Muro	270	kg/m ²	variado	por	ventanas	19,47	m ²	925,51
Ventanas	12,5	kg/m ²	1,2		1,6	1,92	m ²	4,23
R+C Muro	30	kg/m ²	variado	por	ventanas	38,94	m ²	205,67
Losa reticular	281,5	kg/m ²	ver	en	figura	8,62	m ²	427,21
R+C losa	30	kg/m ²	suma	de	losas	8,62	m ²	45,53
piso + relleno	200	kg/m ²	ver	en	figura	8,62	m ²	303,52
Total								2 382,66
Carga viva								
Integración de Cargas								
Primer Nivel								
Viga Eje 2 de Ejes C a D		L viga =	5,68					
Carga Viva								
Elemento	Peso material	Unidad	dimensiones (m)			Área o Longitud	unidad	Peso (kg/m)
Losa salón	500	kg/m ²	ver	en	figura	8,62	m ²	758,80

Continuación de la tabla VII.

Segundo nivel

- Viga de eje 2, entre ejes C a D

Carga muerta

Integración de Cargas								
Segundo Nivel								
Viga Eje 2 de Ejes C a D			L viga =		5,68			
Carga Muerta								
Elemento	Peso material	Unidad	dimensiones (m)			Área o Longitud	unidad	Peso (kg/m)
Viga	2 400	kg/m ³	0,3	0,6	5,68	1,0224	m ³	432
R + C viga	30	kg/m ²	1,3		5,68	7,384	m ²	39
Muro	270	kg/m ²	ver	en	plano s	12,71	m ²	604,17
Total								1 075,17

Carga viva

Integración de Cargas								
Segundo Nivel								
Viga Eje 2 de Ejes C a D			L viga =		5,68			
Carga Viva								
Elemento	Peso material	Unidad	dimensiones (m)			Área o Longitud	unidad	Peso (kg/m)
viga	200	kg/m ²	0,3		5,68	1,704	m ²	60,00

Continuación de la tabla VII.

Primer nivel

- Viga de eje 2, entre ejes B a C

Carga muerta

Integración de Cargas								
Primer Nivel								
Viga Eje 2 de Ejes B a C		L viga =	1,65					
Carga Muerta								
Elemento	Peso material	Unidad	dimensiones (m)			Área o Longitud	unidad	Peso (kg/m)
Viga	2 400	kg/m ³	0,3	0,6	1,65	0,297	m ³	432
R + C viga	30	kg/m ²	1,3		1,65	2,145	m ²	39
Muro	270	kg/m ²	0,3	por	1,65	0,495	m ²	81,00
Ventanas	12,5	kg/m ²	2,1		1,65	3,465	m ²	26,25
R+C Muro	30	kg/m ²	variado	por	ventanas	0,99	m ²	18,00
Losa reticular	281,5	kg/m ²	ver	en	figura	0,85	m ²	145,02
R+C losa	30	kg/m ²	suma	de	losas	0,85	m ²	15,45
piso + relleno	200	kg/m ²	ver	en	figura	0,85	m ²	103,03
Total								859,75

Carga viva

Integración de Cargas								
Primer Nivel								
Viga Eje 2 de Ejes B a C		L viga =	1,65					
Carga Viva								
Elemento	Peso material	Unidad	dimensiones (m)			Área o Longitud	unidad	Peso (kg/m)
Losa salón	500	kg/m ²	ver	en	figura	0,85	m ²	257,58

Continuación de la tabla VII.

Segundo nivel

- Viga de eje 2, entre ejes B a C

Carga muerta

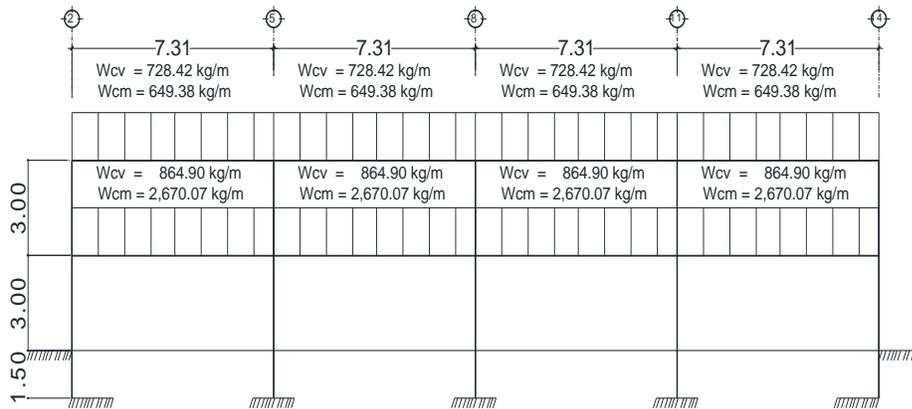
Integración de Cargas								
Segundo Nivel								
Viga Eje 2 de Ejes B a C		L viga =		1,65				
Carga Muerta								
Elemento	Peso material	Unidad	dimensiones (m)			Área o Longitud	unidad	Peso (kg/m)
Viga	2 400	kg/m ³	0,3	0,6	1,65	0,297	m ³	432
R + C viga	30	kg/m ²	1,3		1,65	2,145	m ²	39
Muro	270	kg/m ²	ver	en	plano s	5,23	m ²	855,82
Total								1 326,82

Carga viva

Integración de Cargas								
Segundo Nivel								
Viga Eje 2 de Ejes B a C		L viga =		1,65				
Carga Viva								
Elemento	Peso material	Unidad	dimensiones (m)			Área o Longitud	unidad	Peso (kg/m)
viga	200	kg/m ²	0,3		1,65	0,495	m ²	60,00

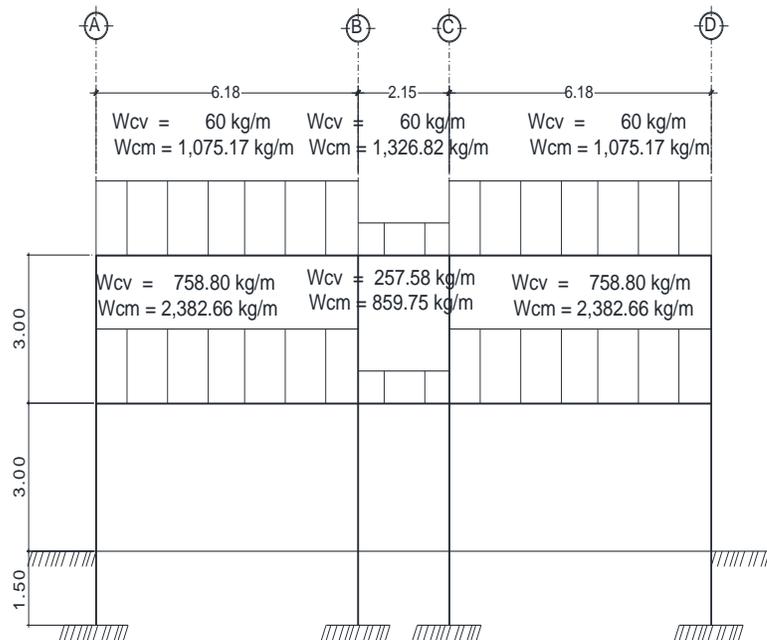
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Carga viva y muerta uniformemente distribuida, marco D**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 15. **Carga viva y muerta uniformemente distribuida, marco 2**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Cargas horizontales

De este tipo de cargas existen dos fuerzas horizontales, viento y sismo, a las que está expuesto un edificio. Generalmente, se considera en el análisis estructural únicamente una de las dos, ya que los fenómenos naturales que las provocan no se presentan simultáneamente.

Guatemala claramente es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. Para encontrar las fuerzas sísmicas en la edificación, se aplicó el método S.E.A.O.C. del reglamento UBC-85, así como el correspondiente UBC-97. Para lo cual, es necesario calcular el peso de la estructura del edificio de la manera siguiente:

- Peso de la estructura

$$W_{\text{primer nivel}} = W_{\text{columnas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{losas}} + W_{\text{mamposteria}} + W_{\text{ventanas}} + 25\%CV$$

$$W_{\text{segundo nivel}} = W_{\text{columnas}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{techo curvo}} + W_{\text{mamposteria}} + W_{\text{ventanas}} + 25\%CV$$

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

El porcentaje de carga viva adoptado se debe a la probabilidad de ocupación del edificio al momento de un sismo, por lo que al referirse a una estructura de carácter social y cultural, solo estará ocupado cuando existan actividades de este tipo o una estructura de carácter comercial la cual solo se ocupara a determinadas horas del día al menos de manera importante.

Tabla VIII. **Peso de la estructura**

Integración de Cargas								
Primer Nivel								
Para determinar Corte basal								
Carga Muerta y Viva								
Elemento	Peso material	Unidad	dimensiones (m)			Área, Long. o vol.	unidad	Peso (kg)
Columna	2 400	kg/m ³	0,3	0,3	120	10,8	m ³	25 920
R+C columnas	30	kg/m ²	2		120	240	m ²	7 200
Viga	2 400	kg/m ³	0,3	0,6	189,61	34,1298	m ³	81 911,52
R + C viga	30	kg/m ²	1,3		189,61	246,493	m ²	7 394,79
Muro	270	kg/m ²	variado	por	ventanas	954,68	m ²	257 763,6
Ventanas	12,5	kg/m ²	1,4		21,45	30,03	m ²	375,375
R+C Muro	30	kg/m ²	variado	por	ventanas	1 909,36	m ²	57 280,8
Losa reticular	281,5	kg/m ²	ver	en	figura	417,43	m ²	117 506,54
R+C losa	30	kg/m ²	suma	de	losas	417,43	m ²	12 522,9
piso + relleno	200	kg/m ²	ver	en	figura	417,43	m ²	83 486
25% C.V.	500	kg/m ²	0,25			417,43	m ²	52 178,75
Peso Primer nivel								703 540,28
Integración de Cargas								
Segundo Nivel								
Para det. Corte basal								
Carga Muerta y Viva								
Elemento	Peso material	Unidad	dimensiones (m)			Área, Long. o vol.	unidad	Peso (kg)
Columna	2 400	kg/m ³	0,3	0,3	30	2,7	m ³	6 480
R+C columnas	30	kg/m ²	2		30	60	m ²	1 800
Viga	2 400	kg/m ³	0,3	0,6	87,44	15,7392	m ³	37 774,08
R + C viga	30	kg/m ²	1,3		87,44	113,672	m ²	3 410,16
Muro	270	kg/m ²	variado	por	ventanas	130,125	m ²	35 133,75
Ventanas	12,5	kg/m ²	1,4		21,45	30,03	m ²	375,375
R+C Muro	30	kg/m ²	variado	por	ventanas	260,25	m ²	7 807,5
Techo curvo	12,96	kg/m ²	ver	en	figura	492,197	m ²	6 378,87
25% C.V.	39,12	kg/m ²	0,25			492,197	m ²	4 813,69
Peso Segundo nivel								103 973,42
Peso Total de la estructura								807 513,70
W total de la estructura en Toneladas								807,51

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del corte basal

Según UBC 1985: corte basal (V): Es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. El corte basal está dado por la fórmula siguiente:

$$V_b = ZIKCSW$$

Donde:

Z = Coeficiente de riesgo sísmico que depende de la zona, que en este caso es zona 4.2, por lo cual nuestro Z = 1

I = Coeficiente que depende de la importancia de la estructura, después de un evento sísmico, en este caso I = 1,25

K = Coeficiente para marco espacial dúctil 100% resistente a carga sísmica, para este caso K = 0,67

C = Coeficiente ligado al periodo de vibración de la estructura, el cual se calculara más adelante

S = Coeficiente que depende del suelo de cimentación, según nuestro tipo de suelo para este caso nuestro S = 1,5

W = Es el peso propio de la estructura + 25%WCV, el 25% ya ha sido calculado y agregado en cálculos anteriores por lo que nuestro W = 807,51 Ton

El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio por tal razón, se necesita evaluar el corte basal en las direcciones X e Y longitudinal y transversal respectivamente, con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

El factor C depende del periodo natural fundamental de vibración de la estructura T. El valor C debe ser menor que 0,12, si este valor da más que 0,12

se debe de usar 0,12. El valor C se determina, en el sentido X y en el sentido Y, de la manera siguiente:

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}} \quad T = \frac{0,096 \times hn}{\sqrt{b}}$$

Donde:

hn = altura total del edificio

b = base del eje que se está analizando

Sí $C \times S > 0,14$, tanto para el eje “x” como el eje “y” usaremos el valor $C \times S = 0,14$.

Tabla IX. **Calculo de corte basal**

CORTE BASAL						
Método UBC 1 985						
Parámetros						
Zona sism. 4.2	Z =	1	Importancia I =	1,25	Coefficiente K =	0,67
Suelo S =	1,5	Peso W =	807,51	hn =	7,5	bx = 29,74
by =	15					
Calculo de factores, periodos y resultado						
Corte Basal						
nombre	símbolo	formula	resultado	unidad	Comprobación	
Periodo de vibración en x	Tx =	$(0,096 \times hn) / (bx)^{(1/2)} =$	0,132	s		
Periodo de vibración en y	Ty =	$(0,096 \times hn) / (by)^{(1/2)} =$	0,186	s		
nombre	símbolo	formula	resultado	unidad	Comprobación	
Factor C en sentido x	Cx =	$1/15((Tx)^{(1/2)}) =$	0,183	adim.	sí Cx > 0,12 ≈ Cx =	0,12
Factor C en sentido y	Cy =	$1/15((Ty)^{(1/2)}) =$	0,155	adim.	sí Cy > 0,12 ≈ Cy =	0,12
Calculo Cx * S	Cx * S =	$(Cx * S) =$	0,180	adim.	sí Cx*S > 0,14 ≈ Cx =	0,14

Continuación de la tabla IX.

Calculo $C_y * s$	$C_y * S =$	$(C_y * S) =$	0,180	adim.	si $C_y * S > 0,14$ $\approx C_y =$	0,14
Corte Basal en x	$V_{bx} =$	$(Z * I * K * C * S * W) =$	94,681	Ton		
Corte Basal en y	$V_{by} =$	$(Z * I * K * C * S * W) =$	94,681	Ton		

Fuente: elaboración propia.

- Según Agies 2010

$$V_b = C_s * W_s$$

Donde:

W_s = es el peso sísmico efectivo de la estructura, el cual incluirá como mínimo el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva.

C_s = es el coeficiente sísmico de diseño, el cual se calcula de la manera siguiente $C_s = (S_a(T))/R$.

$S_a(T)$ = es la demanda sísmica de diseño Para una estructura con periodo T obtenida del espectro de diseño sísmico establecido para el sitio; y calibrado según la probabilidad de ocurrencia requerida, el cual se calcula de la siguiente manera $S_a(T) = S_{cd}$ si $T_a \leq T_s$ o $S_a(T) = S_{1d}/T_a$ si $T_a > T_s$.

R = es el factor de reducción que se obtiene en la sección.

T_a = es el periodo fundamental que se obtiene de la estructura, el cual se calcula de la manera siguiente $T_a = K T^*(h_n)^X$.

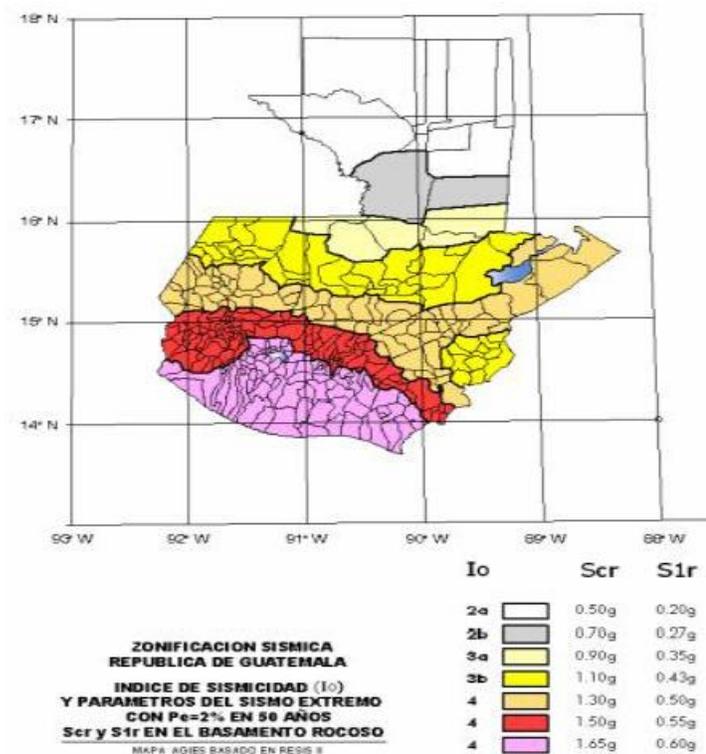
h_n = es la altura total del edificio en m.

$K T$ y X = son factores los cuales toman valor según el tipo de sistema estructural que se está utilizando, ente caso es un sistema estructural E1 por lo tanto $K T = 0,049$ y $X = 0,75$.

S_{cr} = ordenada espectral de periodo corto.

S1r = ordenada espectral con periodo de 1 segundo del sismo extremo considerado en el basamento de roca en el sitio de interés.

Figura 16. Ordenadas Scr y S1s y zona de interés o índice de sismicidad I_o.



Fuente: Insivumeh.

Ts = el periodo de transición que separa los periodos cortos de los largos se calcula de la siguiente manera $T_s = S_{1s}/S_{cs}$.

Los coeficientes de sitio Fa y Fv se obtienen de las tablas 4-2 y 4-3 del código de diseño Agies 2010.

Scd y S1d = son el espectro calibrador al nivel de diseño requerido, se calculan de la siguiente manera, $S_{cd} = K_d * S_{cs}$ y $S_{1d} = K_d * S_{1s}$.

Cs debe verificarse para que cumpla con lo siguiente $C_s \geq 0,044 S_{cd}$ y $C_s \geq 0,5 * S_{1r} / R$

Tabla X. **Cálculo de corte basal según Agies 2010**

Corte Basal									
Método AGIES 2 010									
Parámetros									
Peso Ws =	807,51	Ton	hn=	7,5	m	Sist. E1= KT =	0,049	Sist. E1 = x =	0,75
lo =	4	Scr =	1,5	g	S1r =	0,55	g		
Fa =	0,9	Fv =	2,4	Kd =	0,8	R =	8		
Cálculo de factores, periodos y resultado									
Corte Basal									
nombre	símbolo	formula	resultado	unidad	Comprobación				
Periodo de vibración emp.	Ta	$KT * ((hn)^x)$	0,222	s					
Ajuste por clase de sitio	SCS	$Scr * Fa$	1,350	g					
Ajuste por clase de sitio	S1S	$S1r * Fv$	1,320	g					
Periodo de transición	Ts	$S1s / Scs$	0,978	s					
Espectro calibrado requerido	Scd	$Kd * Scs$	1,080	g					
Espectro calibrado requerido	S1d	$Kd * S1s$	1,056	g					
Ordenadas espectrales	Sa(T)	Scd si $Ta < Ts$			cumple	Sa(T)=Scd			
Coefficiente sísmico diseño.	Cs	$Sa(T) / R$	0,135						
Corte Basal	Vb	$Cs * Ws$	109,01385	Ton	cargar a utilizar				
Comprobación valor Cs min.	Cs	$Cs \geq 0.044 S_{cd}$	0,04752	g	cumple				
Comprobación valor Cs min.	Cs	$Cs \geq 0.5 S_{1r} / R$	0,034375	g	cumple				

Fuente: elaboración propia.

Para efectos de diseño se elige el valor del corte basal

$$V_b = 109,01 [Ton]$$

- Distribución de fuerzas por nivel

La fuerza sísmica va relacionada con la altura y el peso de cada nivel; los niveles superiores soportan mayor fuerza sísmica debido a que la altura desde la base es mayor que la altura de niveles inferiores. Dicha fuerza debe distribuirse a los diversos miembros verticales del sistema sismo resistente para que sean transmitidas a las cimentaciones. En este ejemplo el valor de las fuerzas en el eje X es igual a las del eje Y debido a la simetría del diseño de la edificación.

$$F_x = C_{vx} V_B$$

Donde:

$$C_{vx} = \frac{W_i * W_i^k}{\sum_{i=1}^n (W_i * h_i^k)}$$

F_x = es el cortante de cedencia en el nivel x de la edificación

h_x = es la altura del nivel x sobre la base

$k = 1$ para $T \leq 0,5$ s

$k = 0,75 + 0,5 T_s$ para $0,5 < T \leq 2,5$ s

$k = 2$ para $T > 2,5$ s

V_b = Corte basal (kg. o ton.)

F_{ni} = Fuerza por nivel (kg)

W_i = Peso de cada nivel (kg)

h_i = altura de cada nivel (m)

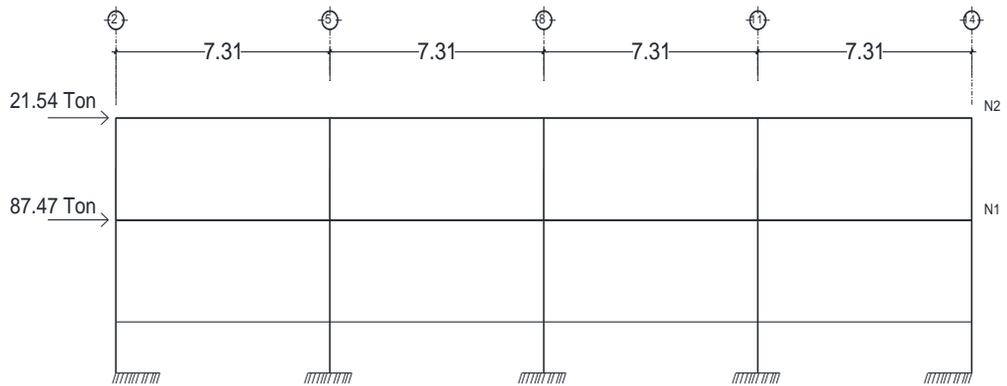
Se utilizará $k = 1$, ya que nuestro periodo es menor de 0,5 segundos.

Tabla XI. **Cálculo de distribución de fuerzas por nivel**

Distribución de fuerza sísmica por nivel								
Método AGIES 2 010								
Parámetros								
W1			h1=			si Ta < 0,5		
=	703 540,28	kg		4,5	m	s K =	1	
W2			h2=			Vb =	109,01	Ton
=	103 973,42	kg		7,5	m			
nombre	símbolo	formula			resultado	unidad	Comprobación o anotación	
Peso por altura nivel 2	$W2 \cdot h2$	$W2 \cdot h2$			779 800,65	kg		
Peso por altura nivel 1	$W1 \cdot h1$	$W1 \cdot h1$			3 165 931,26	kg		
sumatoria de pesos x altura	$\sum Wi \cdot hi$	$(W2 \cdot h2) + (W1 \cdot h1)$			3 945 731,91	kg		
Sumatoria de Peso x altura ^k	$\sum Wi \cdot (hi)^K$	$(W2 \cdot (h2)^K) + (W1 \cdot (h1)^K)$			3 945 731,91	kg		
Cortante directo nivel 1	Cvx1	$(W1 \cdot (h1)^K) / \sum (Wi \cdot (hi)^K)$			0,802	adim.		
Cortante directo nivel 2	Cvx2	$(W2 \cdot (h2)^K) / \sum (Wi \cdot (hi)^K)$			0,198	adim.		
Fuerza nivel 1	F1	$Cvx1 \cdot Vb$			87,47	Ton	En sentido X y Y	
Fuerza nivel 2	F2	$Cvx2 \cdot Vb$			21,54	Ton	En sentido X y Y	

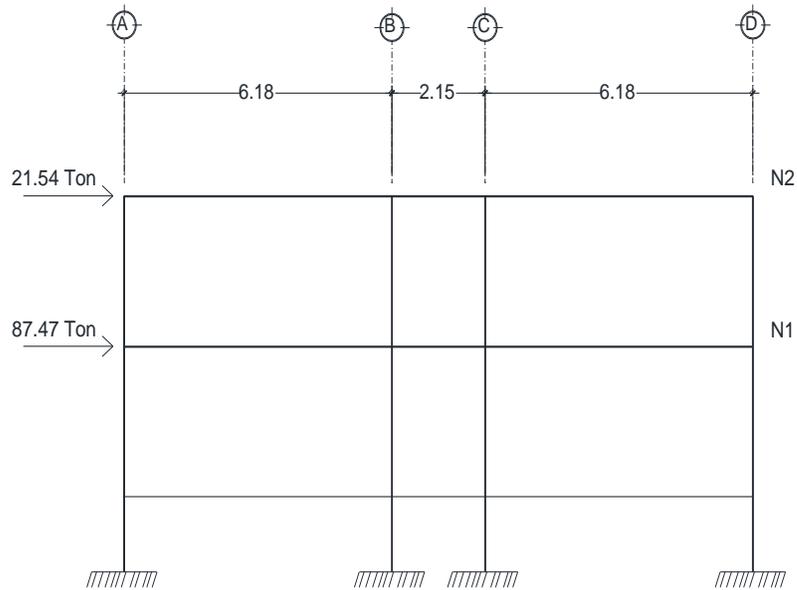
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Distribución de fuerza por niveles, ejes numéricos**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 18. **Distribución de fuerza por niveles, ejes alfabéticos**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Fuerza por marco

Dado a que la distribución de carga sísmica depende de la simetría estructural del edificio, y debido a que tenemos un edificio asimétrico procederemos al cálculo de las rigideces relativas de los marcos rígidos.

- Rigideces

Las cortantes de entrepiso que se originan de la respuesta torsional y traslacional, se distribuyen sobre la altura del edificio, proporcionalmente, a las rigideces de los diversos elementos del edificio.

La rigidez calculada de la estructura debería tomar en cuenta la rigidez de los pisos y la estructura de los pisos, actuando como un elemento distribuidor. Un método simplificado de analizar la torsión en las estructuras consiste en considerar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la traslación y los debidos a rotación en cada piso, tomando en cuenta la rigidez del nivel, con las rigideces determinadas por las fuerzas correspondientes a un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortantes por torsión en proporción a esas rigideces.

Los momentos de entrepiso se distribuyen en los diversos marcos y muros del sistema resistente a fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso.

Para fines de nuestro análisis calcularemos las rigideces de los marcos con la fórmula:

$$K = \frac{4EI}{L}$$

Donde:

K = rigidez (Kg/cm)

E = módulo de elasticidad del concreto (Kg/cm²)

I = módulo de inercia de la sección $I = 1/ (12XbXh^3)$, (cm⁴)

b = base de la sección (cm)

h = altura de la sección (cm)

L = longitud del elemento (cm)

Según el pre dimensionamiento efectuado anteriormente las secciones de las vigas son de 30x60 cm. Así mismo nuestras columnas tienen una sección de 50x50 cm y en el primer nivel una longitud de 4,5m y en el segundo de 3m, por lo que procedemos al cálculo de las rigideces; cabe mencionar que debido a la distribución y características de las vigas, lo que hace crítica la rigidez de los respectivos niveles a analizar, es la rigidez proporcionada por las columnas del sistema, por lo que calcularemos la rigidez de las columnas principales únicamente, para luego, considerar la rigidez relativa de los marcos que componen la estructura.

- Rigidez de columnas

$$K_{columna} = \frac{E_c b l}{H \left[\left(\frac{H}{L} \right)^2 + 3 \right]}$$

- Columnas primer nivel

Sección 50 cm x 50 cm (20 pulg x 20 pulg) y L = 4,5 m (15 pies)

$$K_{col\ nivel\ 1\ x,y} = \frac{E_c \times 12'' \times 12''}{15' \times 12'' \left[\left(\frac{15' \times 12''}{12''} \right)^2 + 3 \right]} = 0,00351E_c$$

- Columnas segundo nivel

Sección 50 cm x 50cm (20 pulg x 20 pulg) y L = 3,00 m (10 pies)

$$K_{col\ nivel\ 2\ x,y} = \frac{E_c \times 12'' \times 12''}{10' \times 12'' \left[\left(\frac{10' \times 12''}{12''} \right)^2 + 3 \right]} = 0,0116E_c$$

Nótese que se está dejando en términos del módulo de elasticidad, ya que en cálculos posteriores se eliminará.

Como se pudo observar, la rigidez de las columnas de la estructura, tanto para el eje "x", como el eje "y", es la misma, debido a la simetría en planta; con esto aclarado, procedemos a calcular la rigidez de cada uno de los marcos, la cual, no es más que la sumatoria de las columnas ubicadas en cada eje, tanto en el sentido "x" como en el sentido "y", para los correspondientes dos niveles de la estructura.

Tabla XII. Rigideces

Rigideces					
Rigidez de columnas					
Parámetros					
K col. Niv. 1 =	0,00351	Ec			
K col. Niv. 2 =	0,0116	Ec			
Nivel 2					
Ejes Alfabéticos					
Nombre	Símbolo	Formula	# columnas	Resultado	unidad
Rigidez marco A	KA =	# de columnas*K col. Niv. 2	5	0,058	Ec
Rigidez marco B	KB =	# de columnas*K col. Niv. 2	2	0,0232	Ec
Rigidez marco C	KC =	# de columnas*K col. Niv. 2	2	0,0232	Ec
Rigidez marco D	KD =	# de columnas*K col. Niv. 2	5	0,058	Ec
Rigidez de todo el piso	K Piso =	Sumatoria de rigideces		0,1624	Ec
Ejes Numéricos					
Nombre	Símbolo	Formula	# columnas	Resultado	unidad
Rigidez marco 2	K2 =	# de columnas*K col. Niv. 2	4	0,0464	Ec
Rigidez marco 5	K5 =	# de columnas*K col. Niv. 2	2	0,0232	Ec
Rigidez marco 8	K8 =	# de columnas*K col. Niv. 2	2	0,0232	Ec
Rigidez marco 11	K11 =	# de columnas*K col. Niv. 2	2	0,0232	Ec
Rigidez marco 14	K14 =	# de columnas*K col. Niv. 2	4	0,0464	Ec
Rigidez de todo el piso	K Piso =	Sumatoria de rigideces		0,1624	Ec

Continuación de la tabla XII.

Nivel 1

Ejes Alfabéticos					
Nombre	Símbolo	Formula	# columnas	Resultado	unidad
Rigidez marco A	KA =	# de columnas*K col. Niv. 1	5	0,01755	Ec
Rigidez marco B	KB =	# de columnas*K col. Niv. 1	5	0,01755	Ec
Rigidez marco C	KC =	# de columnas*K col. Niv. 1	5	0,01755	Ec
Rigidez marco D	KD =	# de columnas*K col. Niv. 1	5	0,01755	Ec
Rigidez de todo el piso	K Piso =	Sumatoria de rigideces		0,0702	Ec
Ejes Numéricos					
Nombre	Símbolo	Formula	# columnas	Resultado	unidad
Rigidez marco 2	K2 =	# de columnas*K col. Niv. 1	4	0,01404	Ec
Rigidez marco 5	K5 =	# de columnas*K col. Niv. 1	4	0,01404	Ec
Rigidez marco 8	K8 =	# de columnas*K col. Niv. 1	4	0,01404	Ec
Rigidez marco 11	K11 =	# de columnas*K col. Niv. 1	4	0,01404	Ec
Rigidez marco 14	K14 =	# de columnas*K col. Niv. 1	4	0,01404	Ec
Rigidez de todo el piso	K Piso =	Sumatoria de rigideces		0,0702	Ec

Fuente: elaboración propia.

- Distribución de fuerza de nivel a marcos

La distribución de la fuerza por nivel se hará proporcionalmente a la rigidez de cada marco, es decir, dependiendo del número de elementos que posea cada marco, así será distribuida la fuerza respectiva en cada nivel.

$$F_{\text{marco}} = \frac{K_{\text{eje}}}{K_{\text{piso}}} \times F_{\text{nivel}}$$

Tabla XIII. Cálculo de distribución de fuerza de nivel a marcos

Distribución de fuerzas de nivel a marcos				
Parámetros				
K eje =	ver tabla anterior	F nivel 1=	87,47	Ton
K piso =	ver tabla anterior	F nivel 2=	21,54	Ton
Nivel 2				
Ejes Alfabéticos				
Nombre	Símbolo	Formula	Resultado	unidad
Fuerza marco A	FA =	(Keje/Kpiso)xFnivel	7,69	Ton
Fuerza marco B	FB =	(Keje/Kpiso)xFnivel	3,08	Ton
Fuerza marco C	FC =	(Keje/Kpiso)xFnivel	3,08	Ton
Fuerza marco D	FD =	(Keje/Kpiso)xFnivel	7,69	Ton
Ejes Numéricos				
Nombre	Símbolo	Formula	Resultado	unidad
Fuerza marco 2	F2 =	(Keje/Kpiso)xFnivel	6,15	Ton
Fuerza marco 5	F5 =	(Keje/Kpiso)xFnivel	3,08	Ton
Fuerza marco 8	F8 =	(Keje/Kpiso)xFnivel	3,08	Ton
Fuerza marco 11	F11 =	(Keje/Kpiso)xFnivel	3,08	Ton
Fuerza marco 14	F14 =	(Keje/Kpiso)xFnivel	6,15	Ton

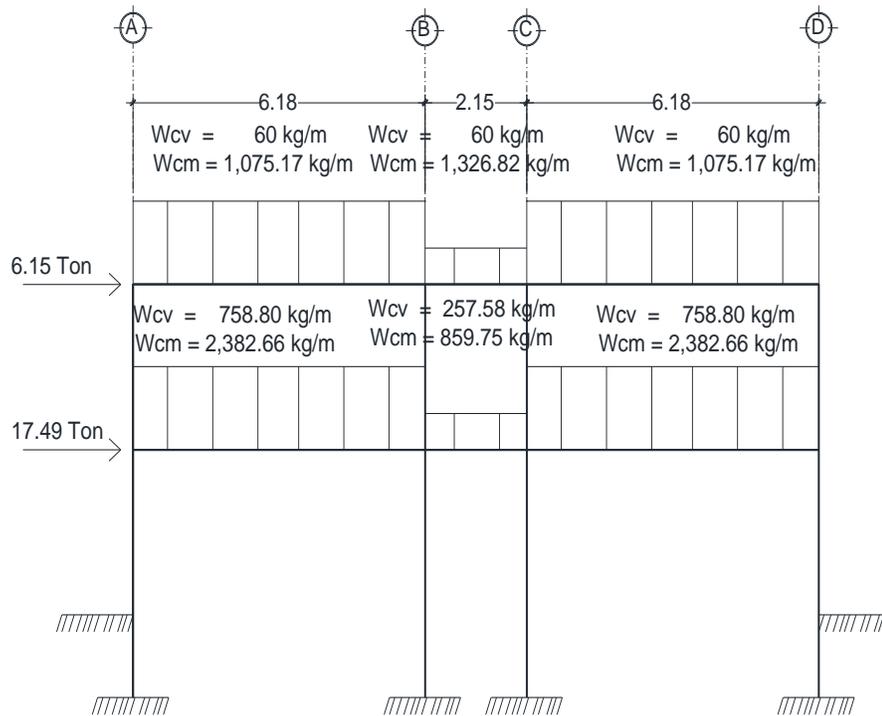
Nivel 1				
Ejes Alfabéticos				
Nombre	Símbolo	Formula	Resultado	unidad
Fuerza marco A	FA =	(Keje/Kpiso)xFnivel	21,87	Ton
Fuerza marco B	FB =	(Keje/Kpiso)xFnivel	21,87	Ton
Fuerza marco C	FC =	(Keje/Kpiso)xFnivel	21,87	Ton
Fuerza marco D	FD =	(Keje/Kpiso)xFnivel	21,87	Ton

Continuación de la tabla XIII.

Ejes Numéricos				
Nombre	Símbolo	Formula	Resultado	unidad
Fuerza marco 2	F2 =	$(Keje/Kpiso) \times Fnivel$	17,49	Ton
Fuerza marco 5	F5 =	$(Keje/Kpiso) \times Fnivel$	17,49	Ton
Fuerza marco 8	F8 =	$(Keje/Kpiso) \times Fnivel$	17,49	Ton
Fuerza marco 11	F11 =	$(Keje/Kpiso) \times Fnivel$	17,49	Ton
Fuerza marco 14	F14 =	$(Keje/Kpiso) \times Fnivel$	17,49	Ton

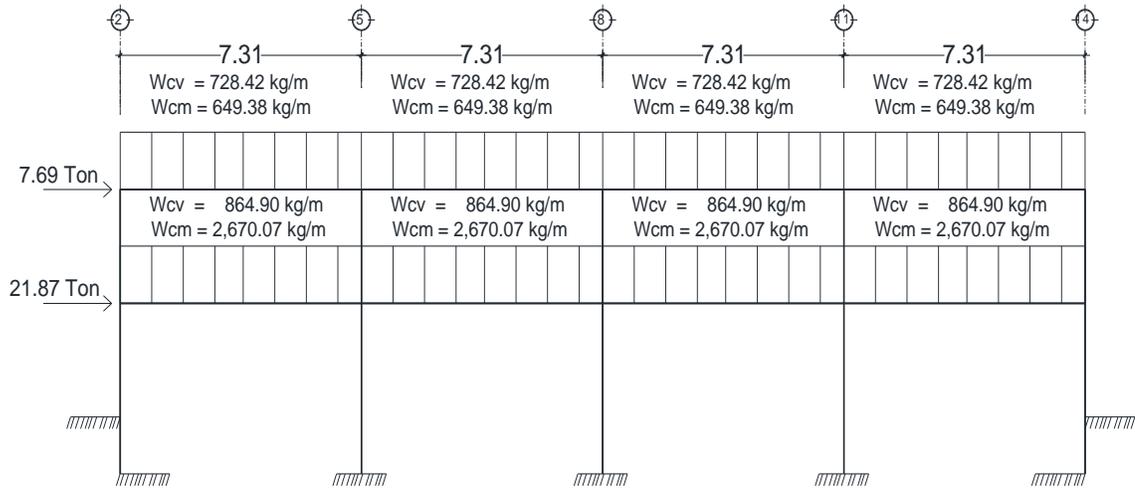
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Modelo matemático marco eje 2**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 20. **Modelo matemático marco eje D**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

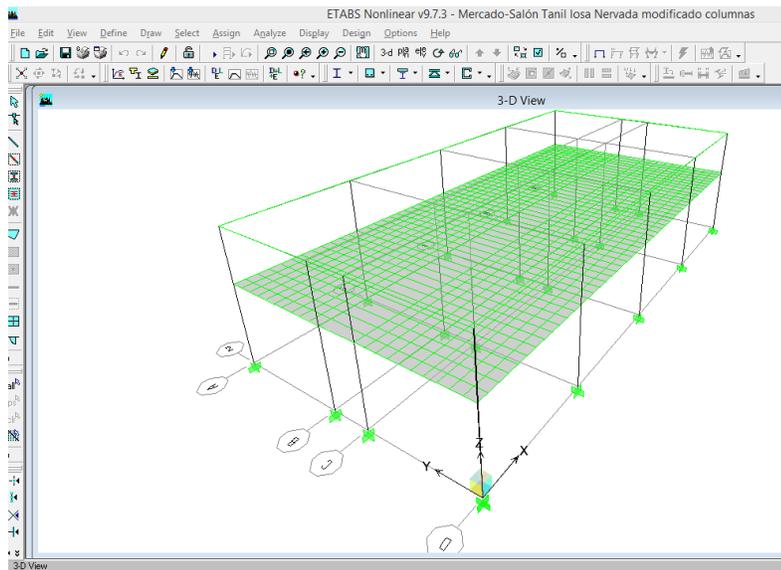
2.1.4.4. **Análisis de los marcos rígidos, utilizando un software computacional Etabs**

Habiendo ya propuesto un pre dimensionamiento en las secciones de columnas y vigas que se usarán en el análisis y diseño, se procede a la determinación de las cargas que actuarán sobre la estructura, pues entre otros producen esfuerzos de corte, flexión, torsión, entre otros.

El software que se escogió para el análisis de marcos espaciales dúctiles resistentes a momentos, es Etabs v9.7.3 como método de análisis, este programa crea un modelo consistente de los sistemas de piso, pórtico vertical y pórtico lateral para analizar y diseñar toda la edificación. Mientras que a manera de comprobación por un método numérico se analizó con el método de Kani, llegando a la conclusión de que los resultados entre ellos variaron en un rango

de $\pm 10,93\%$, en promedio por lo que se considera que estamos en un rango aceptable, ya que el software toma datos de toda la edificación y tantas variables que el método de Kani no asume.

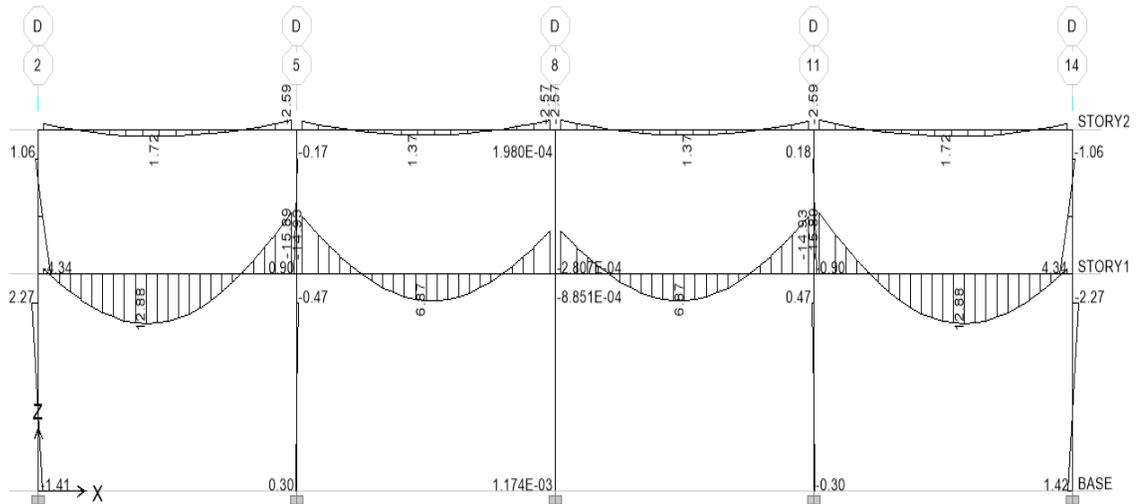
Figura 21. **Paquete computacional Etabs v9.7.3**



Fuente: elaboración propia, empleando programa Etabs v9.7.3.

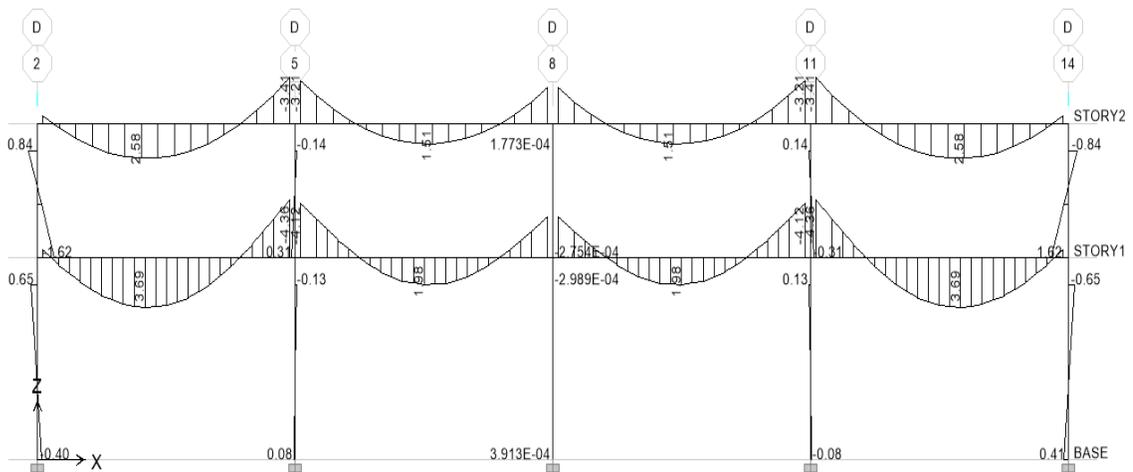
El resumen de resultados del análisis que se generaron en el programa Etabs v.9.7.3 se describe a continuación:

Figura 22. Momentos por carga muerta en Ton-m, marco D



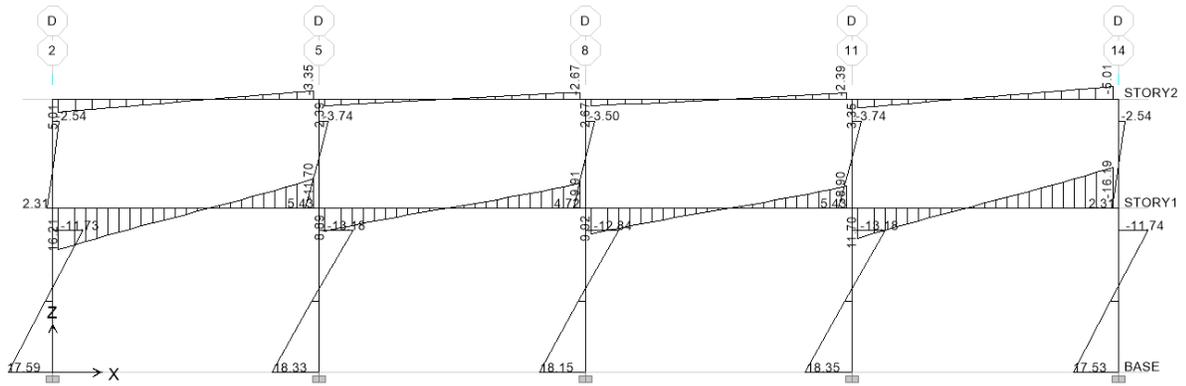
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 23. Momentos por carga viva en Ton-m, marco D



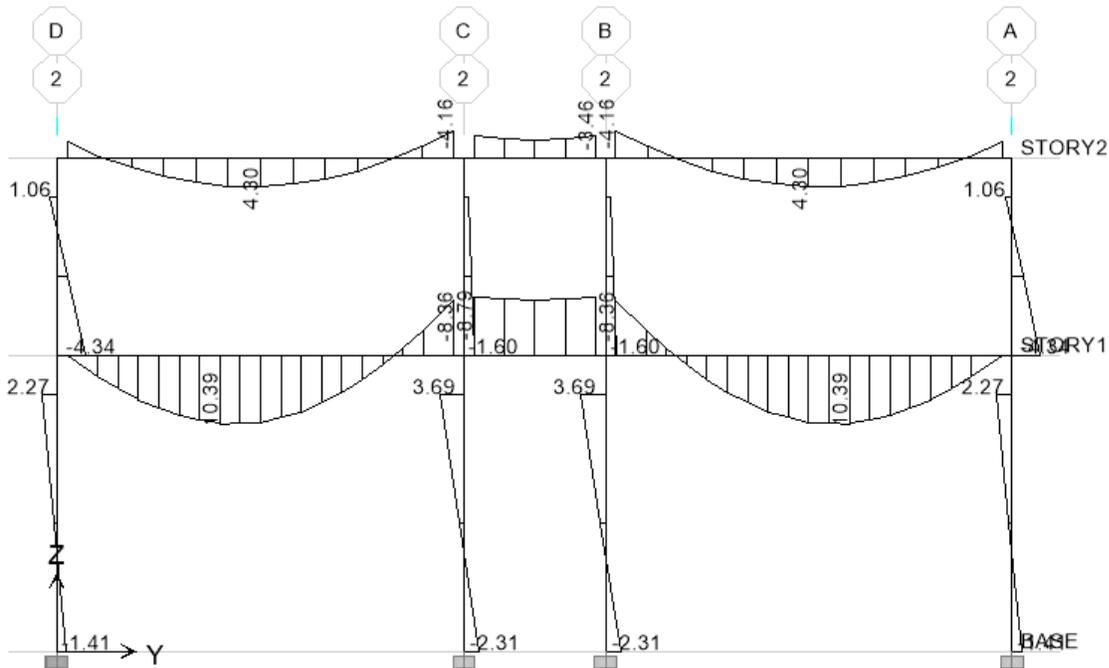
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 24. Momentos por carga de sismo en Ton-m, marco D



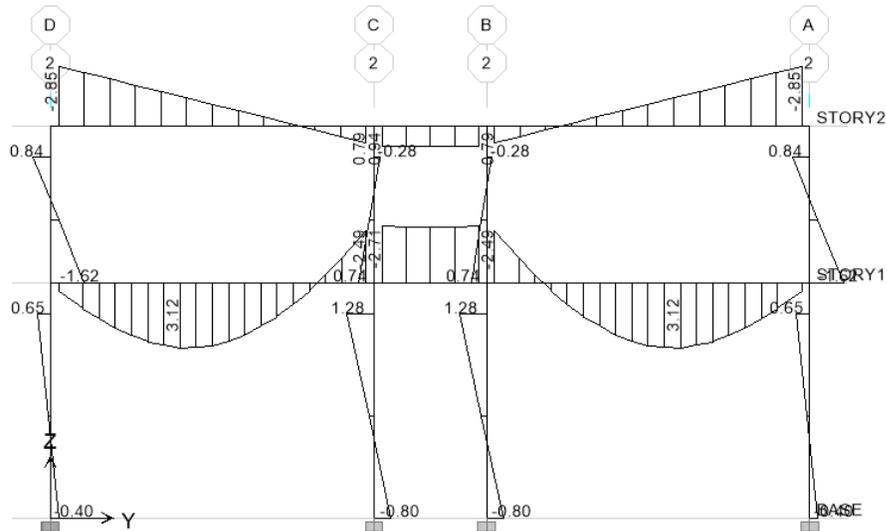
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 25. Momentos por carga muerta en Ton-m, marco 2



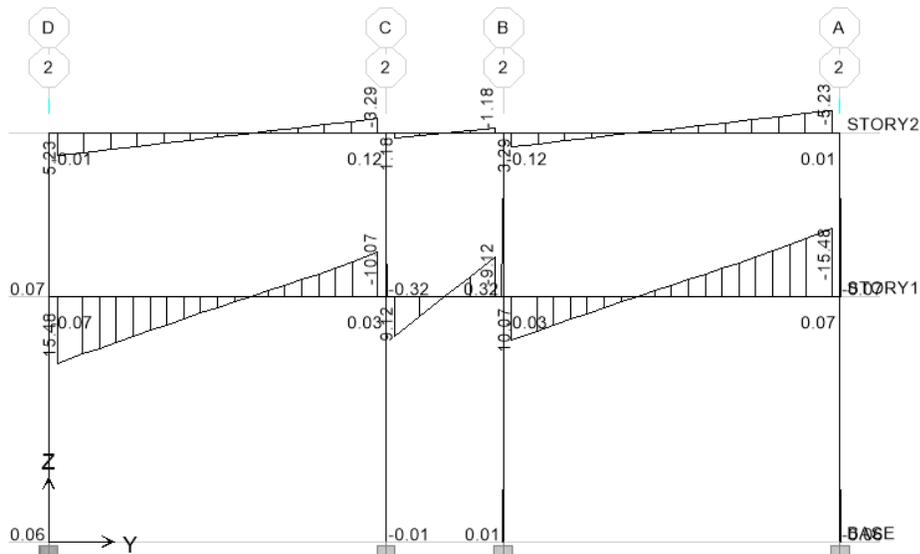
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 26. **Momentos por carga viva en Ton-m, marco 2**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 27. **Momentos por carga de sismo en Ton-m, marco 2**

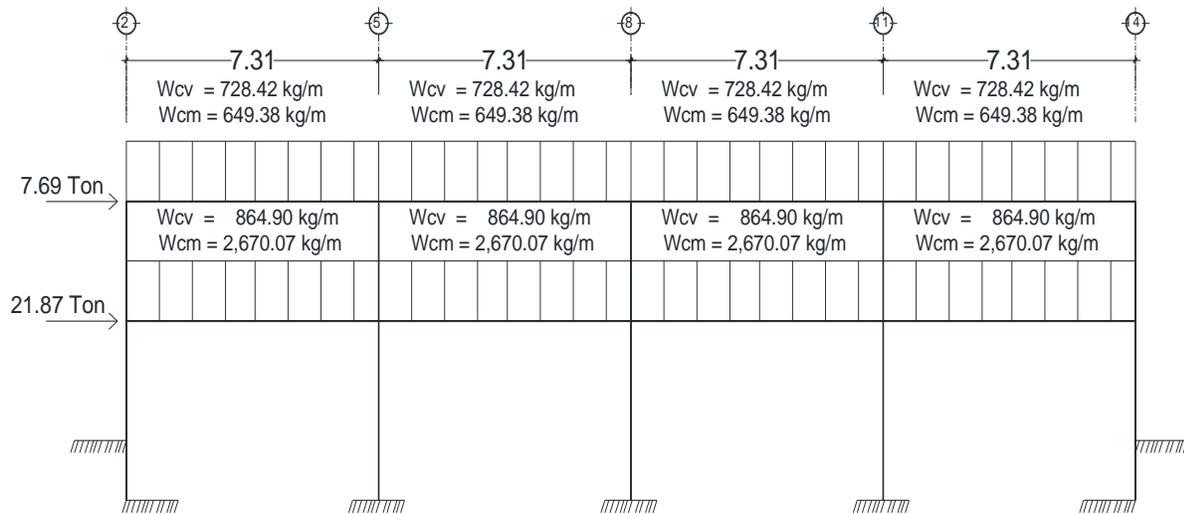


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.4.5. Comparación de resultados entre paquete computacional Etabs y método numérico

Los resultados de momento para los marcos seleccionados utilizando el paquete por computadora Etabs v9.7.3 se muestran con anterioridad, para corroborar la veracidad de los mismos, se analizará un marco por el método de Kani, luego se calculará la variación entre el método numérico y el método computarizado.

Figura 28. Modelo matemático marco eje D



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Método de Kani

Para realizar el análisis de este método, se requiere el cálculo previo de los siguientes parámetros:

- Rigideces de los marcos, dados por la siguiente ecuación.

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

Tabla XIV. **Cálculo de inercia de los elementos**

Calculo de inercia de los elementos					
Columnas y vigas					
Parámetros					
Base col	bc=	30	cm	B viga= bv = 30 cm	
altura col	hc=	30	cm	Alt. viga= hv = 60 cm	
Nombre	Abreviatura	fórmula		resultado	unidad
Inercia col A-F	I A-F	$(bc*hc^3)/12$		67 500,0	cm ⁴
Inercia col B-G	I B-G	$(bc*hc^3)/12$		67 500,0	cm ⁴
Inercia col C-H	I C-H	$(bc*hc^3)/12$		67 500,0	cm ⁴
Inercia col D-I	I D-I	$(bc*hc^3)/12$		67 500,0	cm ⁴
Inercia col E-J	I E-J	$(bc*hc^3)/12$		67 500,0	cm ⁴
Inercia col F-K	I F-K	$(bc*hc^3)/12$		67 500,0	cm ⁴
Inercia col G-L	I G-L	$(bc*hc^3)/12$		67 500,0	cm ⁴
Inercia col H-M	I H-M	$(bc*hc^3)/12$		67 500,0	cm ⁴
Inercia col I-N	I I-N	$(bc*hc^3)/12$		67 500,0	cm ⁴
Inercia col J-Ñ	I J-Ñ	$(bc*hc^3)/12$		67 500,0	cm ⁴
Inercia viga F-G	I F-G	$(bv*hv^3)/12$		540 000,0	cm ⁴
Inercia viga G-H	I G-H	$(bv*hv^3)/12$		540 000,0	cm ⁴
Inercia viga H-I	I H-I	$(bv*hv^3)/12$		540 000,0	cm ⁴
Inercia viga I-J	I I-J	$(bv*hv^3)/12$		540 000,0	cm ⁴
Inercia viga K-L	I K-L	$(bv*hv^3)/12$		540 000,0	cm ⁴
Inercia viga L-M	I L-M	$(bv*hv^3)/12$		540 000,0	cm ⁴
Inercia viga M-N	I M-N	$(bv*hv^3)/12$		540 000,0	cm ⁴
Inercia viga N-Ñ	I N-Ñ	$(bv*hv^3)/12$		540 000,0	cm ⁴

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de momentos de empotramiento, dados por la siguiente ecuación.

$$M = \frac{W * L^2}{12}$$

Tabla XV. **Momentos de empotramiento**

Momentos de Empotramiento					
Parámetros	positivo giro hacia la derecha				
Carga t. segundo nivel	Wt2 =	1 377,80	kg/m =	1,377	Ton/m
Carga t. primer nivel	Wt1 =	3 534,97	kg/m =	3,534	Ton/m
Longitud entre ejes	L =	7,31	m	Momento =	M
Nombre	formula		resultado	unidad	
M F-G, M G-H, M H-I, M I-J.	$(W*L^2)/12$		-15,74	Ton-m	
M G-F, M H-G, M I-H, M J-I.	$(W*L^2)/12$		15.74	Ton-m	
M K-L, M L-M, M M-N, M N-Ñ.	$(W*L^2)/12$		-6.13	Ton-m	
M L-K, M M-L, M N-M, M Ñ-N.	$(W*L^2)/12$		6,13	Ton-m	
M A-F, M B-G, M C-H, M D-I, M E-J	$(W*L^2)/12$		0	Ton-m	
M F-A, M G-B, M H-C, M I-D, M J-E	$(W*L^2)/12$		0	Ton-m	
M F-K, M G-L, M H-M, M I-N, M J-Ñ	$(W*L^2)/12$		0	Ton-m	
M K-F, M L-G, M M-H, M N-I, M Ñ-J	$(W*L^2)/12$		0	Ton-m	

Fuente: elaboración propia.

Los momentos que se han calculado en el mismo renglón comparten los mismos datos como carga y longitud.

- Fuerzas de fijación, tomados de la distribución de fuerzas de nivel a marcos.

Tabla XVI. **Fuerzas de fijación**

Fuerzas de fijación.				
Q2 =	7,69	Ton.		
Q1 =	7,69 + 21,87	=	29,56	Ton

Fuente: elaboración propia.

- Momentos de piso, tomados de la siguiente ecuación

$$M_r = \frac{Q_r * h_r}{3}$$

Tabla XVII. **Momentos de piso**

Momentos de Piso.						
Parámetros						
Q2 =	7,69	Ton	h2 =	7,5	m	
Q1 =	29,56	Ton	h1 =	4,5	m	
nombre		Abreviatura	Formula		resultado	unidad
Momento de piso 2		M2	(Q2*h2)/3		19,225	Ton-m
Momento de piso 1		M1	(Q1*h1)/3		44,34	Ton-m

Fuente: elaboración propia.

- Rigideces, tomadas de la siguiente ecuación.

$$K^{n,i,j} = \frac{I^{n,i,j}}{L^{n,i,j}}$$

Tabla XVIII. Rigideces

Parámetros			
Inercia columnas	lc =	1	Longitud columna primer nivel = L col 1 nivel = 4,5 m
Inercia vigas	lv =	8	Longitud columna segundo nivel = L col 2 nivel = 3 m
Longitud viga	Lv =	7,31	
Rigidez elementos	Ecuación	Resultado	unidad
K A-F, K B-G, K C-H, K D-I, K E-J	lc/L col 1 nivel	0,22	Adimensional
K F-K, K G-L, K H-M, K I-N, K J-Ñ	lc/L col 2 nivel	0,33	Adimensional
K F-G, K G-H, K H-I, K I-J	lv/Lv	1,09	Adimensional
k K-L, K L-M, K M-N, K N-Ñ	lv/Lv	1,09	Adimensional

Fuente: elaboración propia.

Las rigideces que se han calculado en el mismo renglón comparten los mismos datos como inercia y longitud.

- Factor de corrimiento, tomados de la siguiente ecuación.

$$\gamma = \frac{-3}{2} \frac{K_{ij}}{\sum K_{ij}}$$

Tabla XIX. Factor de corrimiento

Rigidez 1 nivel =	K 1 nivel =	0,22
Rigidez 2 nivel =	K 2 nivel =	0,33
Nivel	Ecuación	Resultado
1 Nivel	$(-3/2)(k_{ij}/\sum K_{ij})$	-0,3
2 Nivel	$(-3/2)(k_{ij}/\sum K_{ij})$	-0,3

Fuente: elaboración propia.

- Momentos de Giro, tomado de la siguiente ecuación.

$$M_{ij} = -\frac{1}{2} \frac{k_{ij}}{k_{ij} + k_{ji} \dots}$$

$$M_{A-F} = M_{B-G} = M_{C-H} = M_{D-I} = M_{E-J} = 0$$

Tabla XX. **Momento de giro**

Momento de Giro				
Parámetros				
K columna=	Kc 1 nivel =	0.22	Kc 2 nivel =	0.33
K viga =	Kv =	1.09		
Nudo F				
Nombre	Abreviatura	Ecuación		Resultado
Momento F-A	M F-A	$(-1/2)(K_{ij}/K_{ij}+K_{ji}...)$		-0.067
Momento F-G	M F-G	$(-1/2)(K_{ij}/K_{ij}+K_{ji}...)$		-0.33
Momento F-K	M F-K	$(-1/2)(K_{ij}/K_{ij}+K_{ji}...)$		-0.101
		Sumatoria		-0.50
Nudo K				
Nombre	Abreviatura	Ecuación		Resultado
Momento K-F	M K-F	$(-1/2)(K_{ij}/K_{ij}+K_{ji}...)$		-0.116
Momento K-L	M K-L	$(-1/2)(K_{ij}/K_{ij}+K_{ji}...)$		-0.384
		Sumatoria		-0.50
Nudo L				
Nombre	Abreviatura	Ecuación		Resultado
Momento L-K	M L-K	$(-1/2)(K_{ij}/K_{ij}+K_{ji}...)$		-0.217
Momento L-G	M L-G	$(-1/2)(K_{ij}/K_{ij}+K_{ji}...)$		-0.066
Momento L-M	M L-M	$(-1/2)(K_{ij}/K_{ij}+K_{ji}...)$		-0.217
		Sumatoria		-0.5

Continuación de la tabla XX.

Momento N-I	M N-I	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.066
Momento N-Ñ	M N-Ñ	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.217
		Sumatoria	-0.5
Nudo Ñ			
Nombre	Abreviatura	Ecuación	Resultado
Momento Ñ-N	M K-F	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.384
Momento Ñ-J	M K-L	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.116
		Sumatoria	-0.50
Nudo J			
Nombre	Abreviatura	Ecuación	Resultado
Momento J-Ñ	M J-Ñ	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.101
Momento J-I	M J-I	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.332
Momento J-E	M J-E	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.067
		Sumatoria	-0.50
Nudo I			
Nombre	Abreviatura	Ecuación	Resultado
Momento I-J	M I-J	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.20
Momento I-N	M I-N	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.06
Momento I-D	M I-D	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.04
Momento I-H	M I-H	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.20
		Sumatoria	-0.50
Nudo H			
Nombre	Abreviatura	Ecuación	Resultado
Momento H-I	M I-J	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.20
Momento H-M	M I-N	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.06
Momento H-C	M I-D	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.04
Momento H-G	M I-H	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.20
		Sumatoria	-0.50
Nudo G			
Nombre	Abreviatura	Ecuación	Resultado
Momento G-H	M I-J	$(-1/2)(Kij/Kij+Kji...)$	-0.20

Continuación de la tabla XX.

Momento G-H	M I-J	$(-1/2)(K_{ij}/K_{ij}+K_{ji}...)$		-0.20
Momento G-L	M I-N	$(-1/2)(K_{ij}/K_{ij}+K_{ji}...)$		-0.06
Momento G-B	M I-D	$(-1/2)(K_{ij}/K_{ij}+K_{ji}...)$		-0.04
Momento G-F	M I-H	$(-1/2)(K_{ij}/K_{ij}+K_{ji}...)$		-0.20
		Sumatoria		-0.50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Comparación entre Etabs v9 y método de Kani**

Comparación de momentos entre Etabs v9 y método de Kani.

Momentos de elemento	Método de Kani	Unidad	Método Etabs v9	Unidad	% de diferencia
M (AF)	-12,19	Ton-m	-15,77	Ton-m	22,7
M (FA)	-9,76	Ton-m	-8,81	Ton-m	9,73
M (BG)	-14,33	Ton-m	-18,71	Ton-m	23,4
M (GB)	-14,04	Ton-m	-13,78	Ton-m	1,85
M (CH)	-13,91	Ton-m	-18,15	Ton-m	23,36
M (HC)	-13,2	Ton-m	-12,84	Ton-m	2,72
M (DI)	-13,91	Ton-m	-17,97	Ton-m	22,59
M (ID)	-13,2	Ton-m	-12,58	Ton-m	4,69
M (EJ)	-14,38	Ton-m	-19,36	Ton-m	25,72
M (JE)	-14,14	Ton-m	-14,66	Ton-m	3,54
M (FK)	0,107	Ton-m	3,66	Ton-m	97,07
M (KF)	-2,37	Ton-m	-0,64	Ton-m	72,99
M (GL)	-7,34	Ton-m	-6,64	Ton-m	9,53
M (LG)	-7,58	Ton-m	-4,06	Ton-m	46,43
M (HM)	-5,92	Ton-m	-4,72	Ton-m	20,27
M (MH)	-6,63	Ton-m	-3,5	Ton-m	47,2
M (IN)	-5,87	Ton-m	-4,22	Ton-m	28,1

Continuación de la tabla XXI.

M (NI)	-6,54	Ton-m	-3,42	Ton-m	47,7
M (JÑ)	-7,61	Ton-m	-8,26	Ton-m	7,86
M (ÑJ)	-7,9	Ton-m	-4,44	Ton-m	43,79
M (FG)	9,77	Ton-m	13,18	Ton-m	25,87
M (GF)	30,66	Ton-m	34,9	Ton-m	12,11
M (GH)	-9,31	Ton-m	-11,62	Ton-m	19,87
M (HG)	24,27	Ton-m	26,25	Ton-m	7,54
M (HI)	-5,07	Ton-m	-5,49	Ton-m	7,65
M (IH)	26,43	Ton-m	30,34	Ton-m	12,88
M (IJ)	-7,41	Ton-m	-10,19	Ton-m	27,28
M (JI)	21,69	Ton-m	20,55	Ton-m	5,25
M (KL)	2,36	Ton-m	2,46	Ton-m	4,06
M (LK)	11,35	Ton-m	10,34	Ton-m	8,89
Momentos de elemento	Método de Kani	Unidad	Método Etabs v9	Unidad	% de diferencia
M (LM)	-3,7	Ton-m	-3,61	Ton-m	2,43
M (ML)	9,1	Ton-m	8,77	Ton-m	3,62
M (MN)	-2,52	Ton-m	-3,22	Ton-m	21,73
M (NM)	9,89	Ton-m	8,61	Ton-m	12,94
M (NÑ)	-3,31	Ton-m	-3,28	Ton-m	0,9
M (ÑN)	7,91	Ton-m	7,92	Ton-m	0,12
				Promedio de diferencia	10,19

Fuente: elaboración propia.

Dados los valores obtenidos a través del análisis estructural por método computacional y por método numérico se establece que la variación promedio entre los dos métodos es de 10,19%, por lo cual se asume correcto el cálculo de momentos para nuestro marco en ambos casos.

2.1.4.6. Momentos últimos por envolvente de momentos

Es la representación de los esfuerzos máximos que pueden ocurrir al superponer los efectos de las cargas, muerta, viva y sismo, tanto en vigas como en columnas, las combinaciones que se usan son las recomendadas por el código ACI 318-08 para concreto reforzado en su sección 9 y el apéndice C.9.

$$U1 = 1,4 CM + 1,7 CV$$

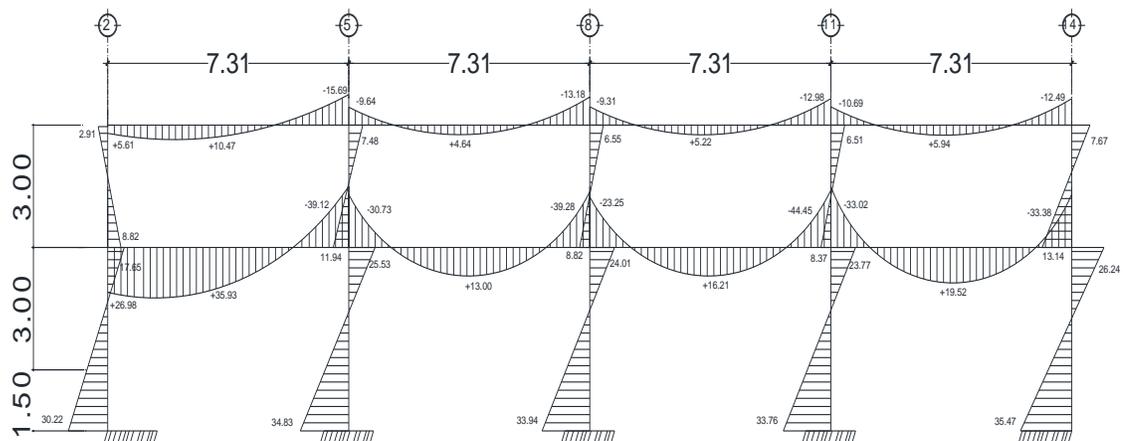
$$U2 = 0,75 (1,4CM+1,7CV+1,87S)$$

$$U3 = 0,9 CM + 1,43 S$$

$$U4 = 1,4 (CM + CV + S)$$

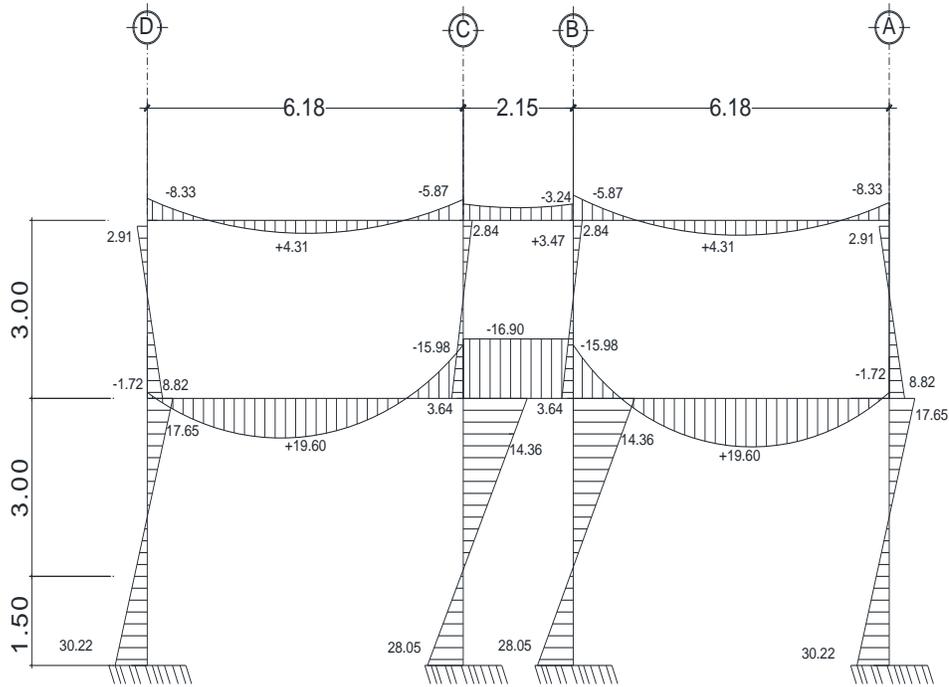
A continuación se presentan el diagrama de envolvente de momentos en vigas y columnas.

Figura 29. **Envolvente de momentos en vigas y columnas en Ton-m, marco D**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 30. **Envolvente de momentos en vigas y columnas en Ton-m, marco 2**



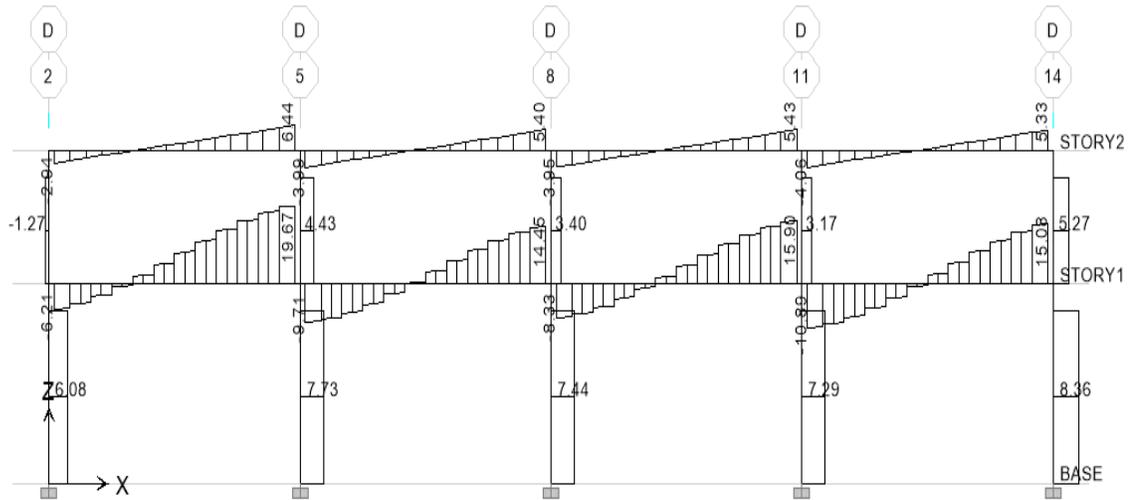
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.4.7. Diagrama de momentos y cortes

El momento cortante representa el punto en el cual los elementos estarán sometidos a la fuerza constante máxima sobre ellos tanto en columnas y vigas de los marcos.

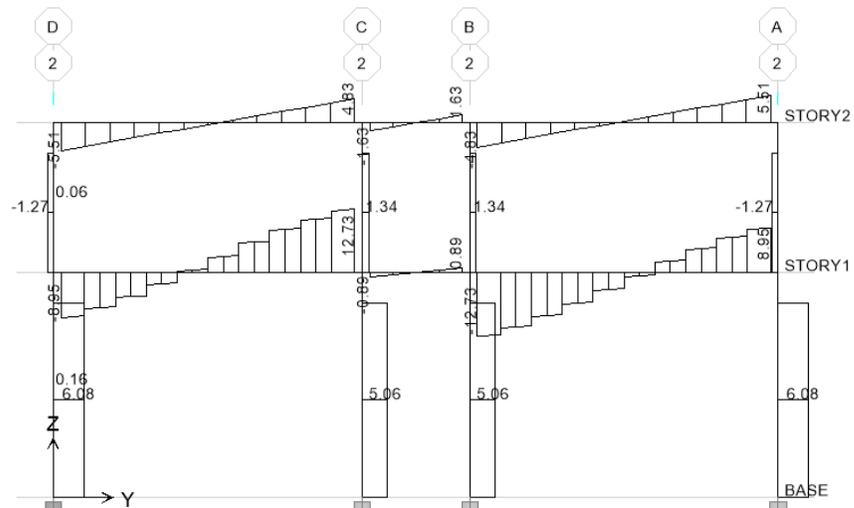
A continuación se muestran los cortes en vigas y columnas dados por el software de cálculo Etabs v9.

Figura 31. Cortes en vigas y columnas en Ton-m, marco D



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 32. Cortes en vigas y columnas en Ton-m, marco 2



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.5. Diseño estructural

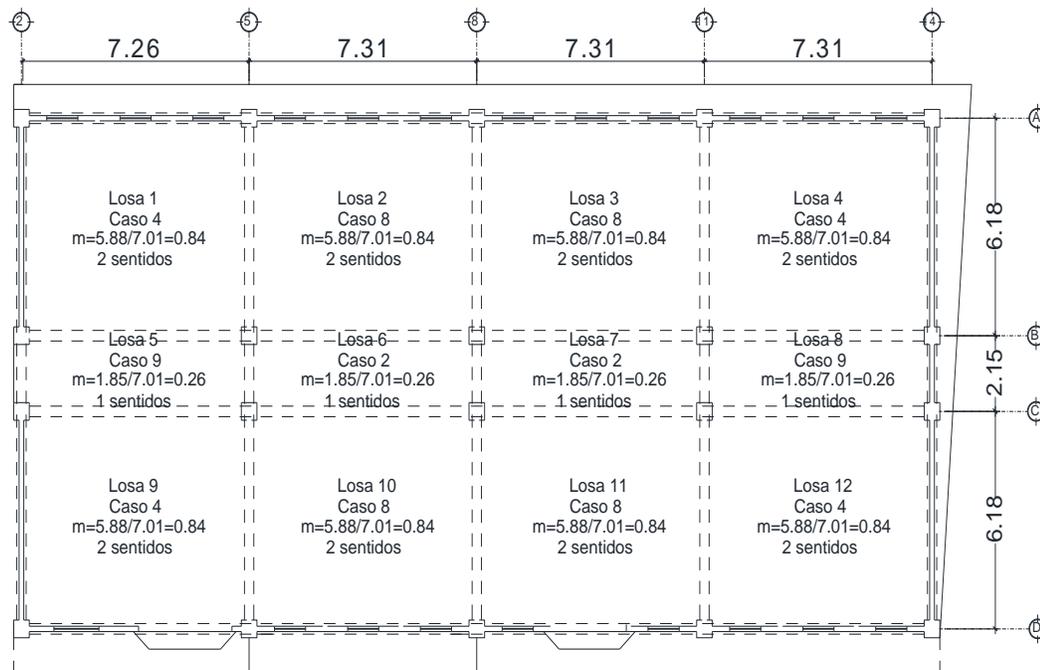
En esta parte se cuenta ya con todos los resultados del análisis estructural, por lo que se tiene la libertad de acción y las soluciones pueden variar según el criterio o los reglamentos que se usen. Es así como procedemos a realizar los cálculos necesarios para armados de losas, vigas, columnas y zapatas de la estructura, el diseño de elementos de concreto armado se ha hecho en base al Código ACI 318-08.

2.1.5.1. Losas

Es la encargada de proporcionar una superficie plana útil para su uso, trasladando cargas vivas al resto de los elementos. Las losas serán apoyadas en los cuatro lados, a modo de obtener una acción de losas en dos direcciones. El acero de refuerzo se colocará en dirección paralela a las superficies. A menudo se utilizan barras de refuerzo rectas, para losas continuas las barras inferiores se doblan hacia arriba para proporcionar el refuerzo que cubra los esfuerzos negativos sobre los apoyos, sin embargo en losas reticulares como es el caso se utilizaran vigas T o nervios T los cuales serán capacitadas según sea necesario.

Del pre dimensionamiento estructural, se obtuvo el espesor de la losa, el cual es de treinta centímetros, para diseñarla se aplicará el cálculo de losas según el Método 3 del ACI 318-08, ya que se cumplen con las condiciones escritas en el capítulo 8.13.

Figura 33. Planta típica de distribución de losas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Cargas muertas

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

Acabados + instalaciones = 90 Kg/m^2

Peso de piso = 200 Kg/m^2

Muros divisorios = 150 Kg/m^2

Sobrecarga = 90 Kg/m^2

$f'_c = 281\text{ Kg/cm}^2$

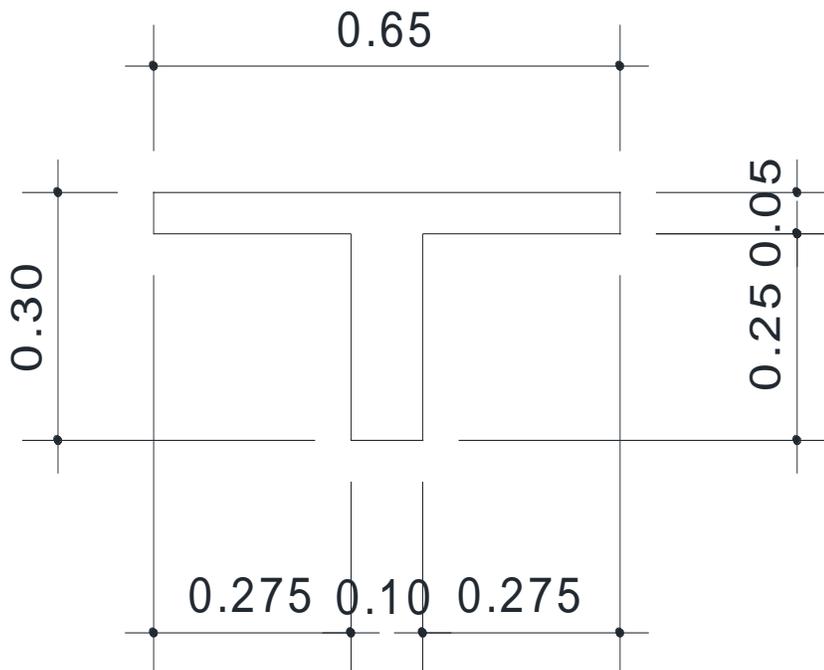
$f_y = 2\,810\text{ Kg/cm}^2$

- Cargas vivas

Losas, escenario y mezzanine = 500 Kg/m²

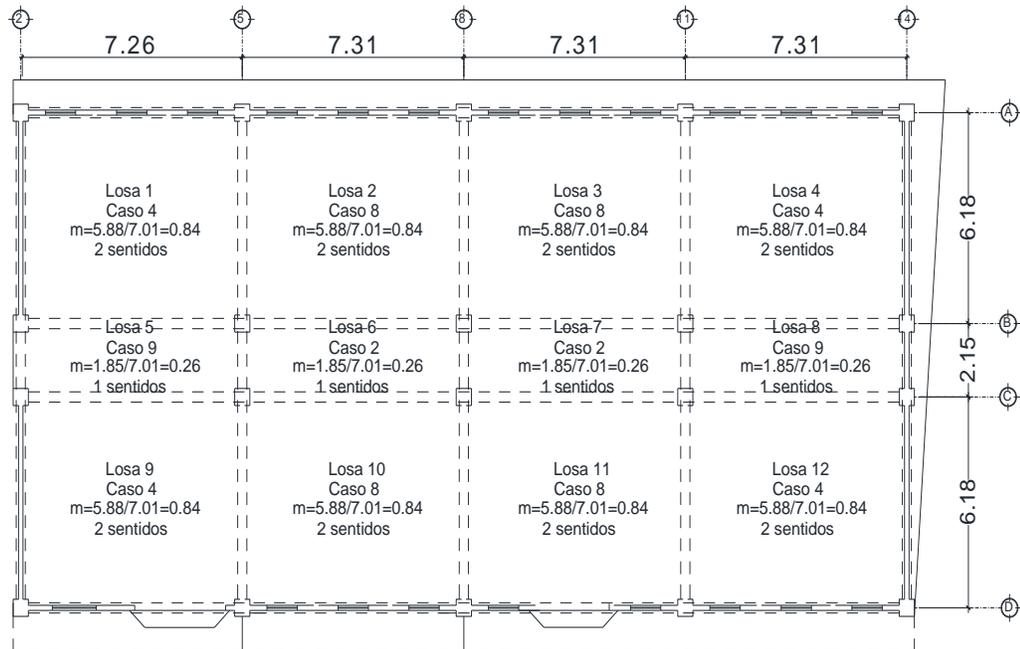
Las dimensiones pre-diseñadas de los nervios de la losas son los que se muestran en la siguiente figura.

Figura 34. **Predimensionamiento de nervio para ambos sentidos**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 35. **Planta típica de distribución de losas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Datos de diseño:

Peso específico de concreto = 2 400 Kg/m³

Acabados + instalaciones = 30 Kg/m²

Peso de piso = 200 Kg/m²

Muros divisorios = 150 Kg/m²

Sobrecarga = 90 Kg/m²

$f'_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$

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

- Determinando dimensiones reales de los nervios
 - Calculando ancho de los nervios

El ancho calculado será el ancho definitivo por nervio en ambos sentidos de manera que se complete el ancho total de cada losa.

Ancho a cubrir = 7 m

Ancho de nervio pre dimensionado = 0,65

Numero de nervios = $7/0,65 = 10,769$ nervios

Se pueden utilizar 10 o 11 nervios

Base de los nervios si usamos 10 nervios

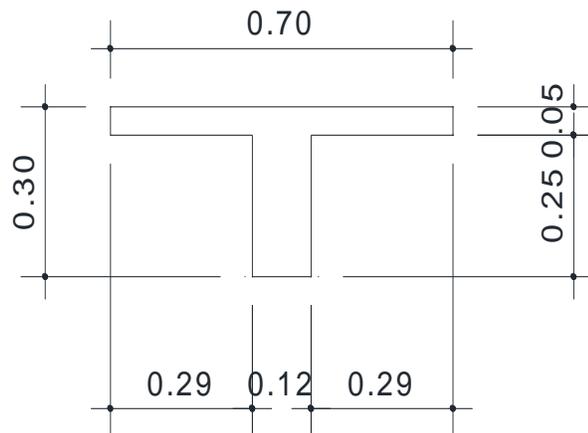
$B = 7/10 = 0,70$ m

Base de los nervios si usamos 11 nervios

$B = 7/11 = 0,636$ m

Por exactitud de medida usamos de 0,70 m de base con lo cual los nervios quedaran con las dimensiones siguientes.

Figura 36. **Dimensiones de nervio para ambos sentidos**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

En el sentido X se usaran 9 nervios con las dimensiones anteriores más un macizado en los extremos para completar el espacio a cubrir el cual tendrá un espesor de 6 cm, en el sentido Y se usaran 7 nervios con las dimensiones anteriores más un macizado en los extremos para completar el espacio a cubrir el cual tendrá un ancho de 20 cm y se reforzara con acero el cual se calculara posteriormente.

- Chequeo de las dimensiones de los nervios

Ya que los nervios deben de cumplir con dimensiones tanto mínimas como máximas debemos de corroborar que nuestro diseño cumple con parámetros ya establecidos en el código ACI 318s-08.

- Dimensiones de nervios

S = Espaciamiento entre nervios = 58 cm

t = Altura del ala del nervio o loseta = 5 cm

h = Altura del nervio = 30 cm

B = Base del ala de la viga = 70 cm.

b = Ancho del patín del nervio = 12 cm.

S_{max} : Espaciamiento máximo entre nervios.

$$S_{max} \leq 75 \text{ cm} \quad \text{o} \quad S_{max} \leq 12 t$$

$$58 \leq 75 \text{ cm} \Rightarrow \text{cumple} \quad \text{o} \quad 58 \leq 60 \text{ cm} \Rightarrow \text{cumple}$$

B_{max} : Ancho máximo del ala del nervio

$$B_{maxy} \leq L_y/4 = 5,88/4 = 1,47 \text{ m} \quad B_{maxx} \leq L_x/4 = 7/4 = 1,75$$

$$0,70 \leq 1,47\text{m} \Rightarrow \text{cumple} \quad 0,70 \leq 1,75\text{m} \Rightarrow \text{cumple}$$

b_{min} = la base mínima que debe de tener el patín de los nervios.

$$b_{min} \geq 0,10 \text{ m}$$

$$0,12 \geq 0,10 \text{ m} \Rightarrow \text{cumple}$$

h_{max} = Es la altura máxima que los nervios pueden tener.

$$h_{max} \leq 3,5b = 3,5(0,12) = 0,42 \text{ m}$$

$$0,30 \leq 0,42 \Rightarrow \text{cumple}$$

t_{min} = Es la altura mínima que puede tener el ala del nervio.

$$t_{min} \geq 5 \text{ cm} \quad \text{o} \quad t_{min} \geq S/12 = 58/12 = 4,83 \text{ cm}$$

$$5 \geq 5\text{cm} \Rightarrow \text{cumple} \quad 5 \geq 4,83 \text{ cm} \Rightarrow \text{cumple}$$

Habiendo comparado las dimensiones de los nervios a utilizar con los parámetros del código ACI 318s-08 podemos verificar que nuestro diseño está bien realizado y por lo tanto podemos continuar diseñando.

- Cálculo de la carga última o carga de diseño

Las cargas últimas serán tomadas para el ancho de un nervio es decir para el ancho de 70 cm.

Losas 1-12

$$\text{Carga viva} = \frac{500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 0,70 \text{ m} * 7 \text{ m}}{7 \text{ m}} = 350 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Carga muerta losa} &= \frac{[(0,05\text{m} * 0,70\text{m} * 7\text{m}) + (0,12 * 0,25 * 7)] * 2400\text{kg/m}^3}{8\text{m}} \\ &= 156 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\text{Carga piso + acab + sobre carga} = \frac{\frac{(30 + 200 + 90)\text{kg}}{\text{m}} * ,70\text{m} * 7\text{m}}{7\text{m}} = 224 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga viva} = \text{C.V.} = 350 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga muerta} = \text{C.M.} = 156 + 224 = 380 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga viva ultima} = \text{CVU} = 1,7 * 350 \text{ kg/m} = 595 \text{ Kg/m.}$$

$$\text{Carga muerta ultima} = \text{CMU} = 1,4 * 380 \text{ kg/m} = 532 \text{ kg/m.}$$

$$\text{Carga Total Ultima} = \text{CTU} = 1127 \text{ Kg/m.}$$

- Cálculo de momentos

$$\text{Ma}^- = \text{Ca}^- (\text{CUT}) (a)^2 \quad \text{Ma}^+ = \text{Ca}^+ \text{CM}^*(\text{CMU}) (a)^2 + \text{Ca}^+ \text{CV}^*(\text{CVU}) (a)^2$$

$$\text{Mb}^- = \text{Cb}^- (\text{CUT}) (b)^2 \quad \text{Mb}^+ = \text{Cb}^+ \text{CM}^*(\text{CMU}) (b)^2 + \text{Cb}^+ \text{CV}^*(\text{CVU}) (b)^2$$

Donde:

Ca (-) y Cb (-)	Coeficientes para momentos negativos
Ca (+) CV y Cb (+) CV	Coeficientes para momentos por carga viva
Ca (+) CM y Cb (+) CM	Coeficientes para momentos por carga muerta
CTU	Carga Última
CVU	Carga viva ultima
CMU	Carga muerta ultima
a	Lado corto de la losa
b	Lado largo de la losa

En losas sin continuidad el momento negativo es igual:

$$Ma^- = 1/3 * Ma^+$$

$$Mb^- = 1/3 * Mb^+$$

Losa 1, m 0,85≈0,85, Caso 4

Coeficientes

$$Ca^- = 0,066 \quad Cb^+ \text{ CM} = 0,019 \quad Ca^+ \text{ CM} = 0,036$$

$$Cb^- = 0,034 \quad Cb^+ \text{ CV} = 0,023 \quad Ca^+ \text{ CV} = 0,043$$

$$M = C * W * L^2$$

$$Ma^- = 0,066 * 1 \, 127 \text{ Kg/m} * 5,88^2 = 2 \, 571,71 \text{ Kg-m.}$$

$$Mb^- = 0,034 * 1 \, 127 \text{ kg/m} * 7^2 = 1 \, 877,58 \text{ Kg-m.}$$

$$Ma^+ = (0,043 * 595 * 5,88^2) + (0,036 * 532 * 5,88^2) = 1 \, 546,75 \text{ Kg-m.}$$

$$Mb^+ = (0,023 * 595 * 7^2) + (0,019 * 532 * 7^2) = 1 \, 165,86 \text{ Kg-m}$$

Siguiendo el procedimiento anterior, se calculan los momentos en todas las losas, dando como resultado los datos de la tabla XXII.

Tabla XXII. Cálculo de momentos de losas

Momentos de Losas.															
Parámetros															
C.T.U															
=	1 127														
C.V.U															
=	595														
C.M.U															
=	532														
						Coef. Negativo		Coef. Positivo C.M.		Coef. Positivo C.V.		Momentos (-) en losas		Momentos (+) en losas	
LOSA	a (m)	b (m)	m = a/b	CAS O	sen tido s	Ca (-)	Cb (-)	Ca (+)	Cb (+)	Ca (+)	Cb (+)	Ma (-)	Mb (-)	Ma (+)	Mb (+)
1	5,88	7	0,84	4	2	0,066	0,034	0,036	0,019	0,043	0,023	2 571,71	1 877,58	1 546,75	1 165,86
2	5,88	7	0,84	8	2	0,049	0,046	0,029	0,017	0,04	0,022	1 909,30	2 540,26	1 356,28	1 084,57
3	5,88	7	0,84	8	2	0,049	0,046	0,029	0,017	0,04	0,022	1 909,30	2 540,26	1 356,28	1 084,57
4	5,88	7	0,84	4	2	0,066	0,034	0,036	0,019	0,043	0,023	2 571,71	1 877,58	1 546,75	1 165,86
5	1,85	7	0,26	9	1							385,71	128,57	428,57	142,86
6	1,85	7	0,26	2	1	Momentos (+) 1 sentido, Ecuación = (m*l^2)/9						385,71	128,57	428,57	142,86
7	1,85	7	0,26	2	1							385,71	128,57	428,57	142,86
8	1,85	7	0,26	9	1	Momentos (-) 1 sentido, Ecuación = (m*l^2)/10						385,71	128,57	428,57	142,86
9	5,88	7	0,84	4	2	0,066	0,034	0,036	0,019	0,043	0,023	2 571,71	1 877,58	1 546,75	1 165,86
10	5,88	7	0,84	8	2	0,049	0,046	0,029	0,017	0,04	0,022	1 909,30	2 540,26	1 356,28	1 084,57
11	5,88	7	0,84	8	2	0,049	0,046	0,029	0,017	0,04	0,022	1 909,30	2 540,26	1 356,28	1 084,57
12	5,88	7	0,84	4	2	0,066	0,034	0,036	0,019	0,043	0,023	2 571,71	1 877,58	1 546,75	1 165,86

Fuente: elaboración propia.

- Balance de momentos

Quando el momento negativo en un lado de un apoyo es menor que el del otro lado, su diferencia se distribuye en proporción a su rigidez; esto se hace para determinar el valor del momento balanceado (MB), para el cual el código ACI recomienda el procedimiento siguiente:

$$\text{Si } M1 > 0,8 * M2; \text{ entonces, } MB = (M1+M2)/2$$

Si $M1 < 0,8 \cdot M2$; esto implica que se toma una distribución proporcional de los momentos, según la rigidez de las losas como:

$$K1 = \frac{1}{L_1} \quad K2 = \frac{1}{L_2}$$

$$D1 = \frac{K1}{K1+K2} \quad D2 = \frac{K2}{K1+K2}$$

Donde:

$K1, K2$ = las rigideces de las losas a y b

$L1, L2$ = longitudes de losa consideradas

$D1, D2$ = los factores de distribución de las losas 1 y 2

Para realizar la distribución se efectúa según el cálculo siguiente:

$D1$	$D2$
$M1$	$M2$
$(M2 - M1) \cdot D1 + M1$	$(M2 - M1) \cdot D2 + M2$

- Balance de momentos

Losa 1 y 2

$$M2 = 2\,571,71$$

$$M1 = 1\,909,30$$

$$0,8 \cdot 2\,571,71 = 2\,057,37$$

$1\,909,30 < 2\,057,37 \rightarrow$ balance por rigidez

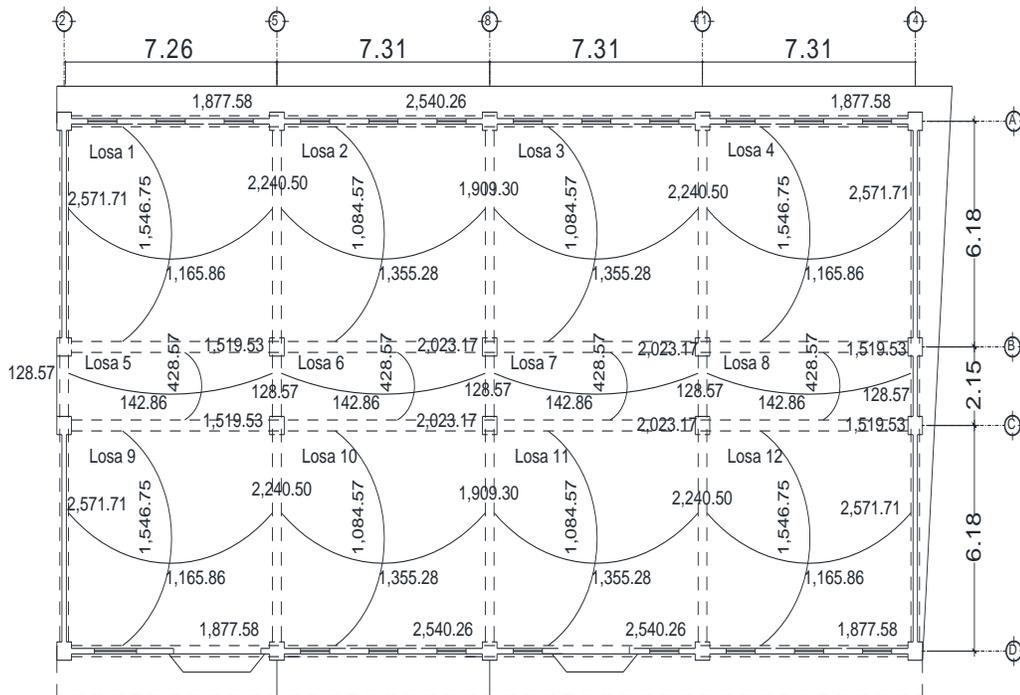
$$K1 = \frac{1}{7} = 0,143 \qquad K2 = \frac{1}{7} = 0,143$$

$$D1 = \frac{0,143}{0,143+0,143} = 0,5 \qquad D2 = \frac{0,143}{0,143+0,143} = 0,5$$

$$MB = (2\,571,71 - 1\,909,30) * 0,5 + 1\,909,30 = 2\,240,50 \text{ Kg-m.}$$

Seguindo el procedimiento anterior, se balancean los momentos en todas las losas, dando como resultado los datos mostrados en la figura 32.

Figura 37. **Planta típica de momentos balanceados en losas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Área de acero (A_s) de losas

El área de acero para losas es la cantidad de hierro en forma de barras longitudinales que la sección de losa debe tener embebido para resistir al momento, para determinar el área de acero que debe tener se calcula el $A_{s_{min}}$ o área de acero mínimo según el código ACI 318-08 así como el A_s máximo, los cuales son valores de los cuales no debe disminuir y de sobrepasar el acero que se colocara como refuerzo respectivamente, sin embargo para fines de un cálculo exacto y de ahorro económico se calcula el A_s para el momento requerido, con fines de tener una estructura continua se recomienda que el mayor requerimiento de acero y si está dentro de los parámetros de $A_{s_{min}}$ y $A_{s_{max}}$ se utilice para todos los elementos es decir se usara como un área de acero promedio, con el fin de hacer un armado más sencillo y continuo.

Debido al tipo de losa que diseñamos el cálculo de acero se debe de hacer como un cálculo para una sección rectangular o bien una sección de viga te, dependiendo de en donde se ubique el eje neutro de la viga se calcula de qué manera deberá de calcularse.

- Determinando ubicación del eje neutro

Si el eje neutro se ubica en el ala de la viga se calcula como viga rectangular Bxh , si por el contrario se ubica en el patín se calcula como viga rectangular como viga b_xh , si C es decir la altura del bloque equivalente de wilbur es menor a la altura t del ala pero si $c > t$ se debe de calcular como viga te, para determinar en donde se ubica debemos calcular el área de la viga té y el momento producido en los elementos de la viga, y haciendo la relación

momento entre área encontramos el eje neutro de la viga te, el cálculo se muestra a continuación.

$$\text{Área viga te} = (t * B) + (b * (h-t)) = (5*70) + (12*(30-5)) = 650 \text{ cm}^2$$

$$\text{Momento viga te} = [(t * B) * \text{Dist base-c.m.}] + [(b * (h-t)) * \text{Dist base-c.m.}]$$

$$\text{Momento viga te} = [(5 * 70) * 27,5] + [(12 * (30-5)) * 12,5] = 13 375 \text{ cm}^3$$

$$\text{Eje neutro} = M/A = 13 375 \text{ cm}^3 / 650 \text{ cm}^2 = 20,58$$

Habiendo determinado que el eje neutro queda en el patín ahora determinamos si podemos calcular como viga rectangular si $C < t$, con las expresiones siguientes.

$$a = \frac{As * fy}{0,85 * f'c * b}$$

$$c = \frac{a}{0,85}$$

$$a = \frac{4,066 * 2 810}{0,85 * 281 * 12} = 3,986$$

$$c = \frac{3,986}{0,85} = 4,689$$

Ya que $4,689 < t$, el nervio se calculara como una viga rectangular $b \times h$.

- Determinando As de los nervios de la losa

Datos:

$$h = 30 \text{ cm.}$$

$$d = 27 \text{ cm.}$$

$$b = 12 \text{ cm.}$$

$$d' = 3 \text{ cm}$$

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

$$f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

- Para M (-) en losa 1 $Mu = 2\,571,71 \text{ kg-m}$

$$As = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{fy}$$

$$As = \left[(12 * 27) - \sqrt{(12 * 27)^2 - \frac{2\,571,71 * 12}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{2\,810} = 4,066 \text{ cm}^2$$

El área de acero para el Mu será de $4,066 \text{ cm}^2$, sin embargo hay que determinar si cumple con los parámetros antes mencionados de As_{min} y As_{max} , para lo cual utilizamos las ecuaciones siguientes.

$$As_{min} \geq \left(\frac{14,1}{fy} \right) * b * d \quad \text{ó} \quad As_{min} = \frac{0,80\sqrt{f'c}}{fy} * b * d \quad \text{de las cuales rige la mayor}$$

$$As_{max} = 0,5 * \rho_b * d * b$$

Donde:

$0,5$ = factor de reducción en zona sísmica

ρ_b = factor de fluidez del acero = $0,85 * f'c/fy + 0,85 * 6090/fy + 6090 = 0,5$

$$As_{min} \geq \left(\frac{14,1}{2\,810} \right) * 12 * 27 = 1,625 \text{ cm}^2 \quad \longleftarrow \text{rige la mayor.}$$

$$As_{min} = \frac{0,80\sqrt{281}}{2810} * 12 * 27 = 1,546 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{\max}} = 0,5 * 0,5 * 12 * 27 = 8,1 \text{ cm}^2$$

Ya que $1,625\text{cm}^2$ ($A_{S_{\min}}$) < $4,066\text{cm}^2$ (A_s) < $8,1\text{cm}^2$ ($A_{S_{\max}}$). Podemos decir que el cálculo del A_s cumple con las limitaciones y por lo tanto es el A_s que utilizaremos.

- Para M (+) en losa 1 $M_u = 1\,546,75 \text{ kg-m}$

$$A_s = \left[(12 * 27) - \sqrt{(12 * 27)^2 - \frac{1\,546,75 * 12}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{2\,810} = 2,37 \text{ cm}^2.$$

Ya que $1,625\text{cm}^2$ ($A_{S_{\min}}$) < $2,37\text{cm}^2$ (A_s) < $8,1\text{cm}^2$ ($A_{S_{\max}}$). Podemos decir que el cálculo del A_s cumple con las limitaciones y por lo tanto es el A_s que utilizaremos.

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

- Cama superior M (-):

Colocaremos 2 varillas corridas como mínimo según código con el mayor de los valores entre $A_{S_{\min}}$ o el 33% del A_s requerido y completaremos el A_s requerido con bastones de ser necesario.

$$A_{S_{\min}} = 1,625, \text{ mayor por lo tanto lo utilizaremos en los 2 corridos.}$$

$$33\% A_s (-) = 1,34$$

Armado propuesto 2 varillas corridas No. 4 = 2,54 cm² si cumple + 2 varillas corridas No. 3 = 1,42 cm² en los extremos del ala de la viga y 1 bastón No. 3 = 0,71 cm².

- Cama inferior M (-):

Colocaremos 2 varillas corridas como mínimo según código con el mayor de los valores entre $A_{s_{min}}$ o el 33% del A_s requerido o 50% de A_s (+) y completaremos el A_s requerido con bastones de ser necesario.

$A_{s_{min}} = 1,625$, mayor por lo tanto lo utilizaremos en los 2 corridos.

33 % A_s (-) = 1,34

50 % A_s (+) = 1,185

Armado propuesto 2 varillas corridas No. 4 = 2,54 cm² si cumple más 1 bastón No. 5 = 2 cm².

Se realiza este procedimiento para calcular el refuerzo de cada nervio y el resumen se presenta a continuación en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. Refuerzo de los nervios de losas

Refuerzo de los Nervios de Losas											
Parámetros:											
b =	12	f'c =	281	Factor =	0,003825						
d =	27	fy =	2810	β =	0,85						
Los a	Senti do	Momento (kg-m)		As min	As requerido	As max	As corridos	As bastones	Armado de nervio	As cm ² armado	Chequeo
1	X	M (-) de eje 2-5	² / _{571,7}	1,625	4,07	8,01	2,54	2	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 5	4,54	Ok
		M (+)	¹ / _{165,8}	1,625	1,76	8,01	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje 5-2	² / _{240,5}	1,625	3,50	8,01	2,54	1,27	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 4	3,81	Ok
1	y	M (-) de eje A-B	¹ / _{877,5}	1,625	2,90	8,01	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
		M (+)	¹ / _{546,7}	1,625	2,37	8,01	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje B-A	¹ / _{519,5}	1,625	2,32	8,01	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
Los a	Senti do	Momento (kg-m)		As min	As requerido	As max	As corridos	As bastones	Armado de nervio	As cm ² armado	Chequeo
2	x	M (-) de eje 5-8	² / _{240,5}	1,625	3,50	8,01	2,54	1,27	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 4	3,81	Ok
		M (+)	¹ / _{355,2}	1,625	2,06	8,01	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje 8-5	¹ / _{909,3}	1,625	2,95	8,01	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
2	y	M (-) de eje A-B	² / _{540,2}	1,625	4,01	8,01	2,54	2	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 5	4,54	Ok
		M (+)	¹ / _{084,5}	1,625	1,64	8,01	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje B-A	² / _{023,1}	1,625	3,14	8,01	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
3	x	M (-) de eje 8-11	¹ / _{909,3}	1,625	2,95	8,01	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
		M (+)	¹ / _{355,2}	1,625	2,06	8,01	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje 11-8	² / _{240,5}	1,625	3,50	8,01	2,54	1,27	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 4	3,81	Ok
3	y	M (-) de eje A-B	² / _{540,2}	1,625	4,01	8,01	2,54	2	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 5	4,54	Ok
		M (+)	¹ / _{084,5}	1,625	1,64	8,01	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje B-A	² / _{023,1}	1,625	3,14	8,01	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
4	x	M (-) de eje 11-14	² / _{240,5}	1,625	3,50	8,01	2,54	1,27	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 4	3,81	Ok

Continuación de la tabla XXIII.

4		M (+)	$\frac{1}{165,8}$	1,62 5	1,76	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje 14-11	$\frac{2}{571,7}$	1,62 5	4,07	8,0 1	2,54	2	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 5	4,54	Ok
4	y	M (-) de eje A-B	$\frac{1}{877,5}$	1,62 5	2,90	8,0 1	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
		M (+)	$\frac{1}{546,7}$	1,62 5	2,37	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje B-A	$\frac{1}{519,5}$	1,62 5	2,32	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
5	x	M (-) de eje 2-5	$\frac{128,5}{7}$	1,62 5	0,19	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (+)	$\frac{142,8}{6}$	1,62 5	0,21	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje 5-2	$\frac{128,5}{7}$	1,62 5	0,19	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
5	y	M (-) de eje B-C	$\frac{1}{519,5}$	1,62 5	2,32	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (+)	$\frac{428,5}{7}$	1,62 5	0,63	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje C-B	$\frac{1}{519,5}$	1,62 5	2,32	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
6	x	M (-) de eje 5-8	$\frac{128,5}{7}$	1,62 5	0,19	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (+)	$\frac{142,8}{6}$	1,62 5	0,21	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje 8-5	$\frac{128,5}{7}$	1,62 5	0,19	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok

Los a	Senti do	Momento (kg- m)	As min	As requerido	As ma x	As corridos	As bastones	Armado de nervio	As cm ² armado	Chequ eo	
6	y	M (-) de eje B-C	$\frac{2}{023,2}$	1,62 5	3,14	8,0 1	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
		M (+)	$\frac{428,5}{7}$	1,62 5	0,63	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje C-B	$\frac{2}{023,6}$	1,62 5	3,14	8,0 1	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
7	x	M (-) de eje 8-11	$\frac{128,5}{7}$	1,62 5	0,19	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (+)	$\frac{142,8}{6}$	1,62 5	0,21	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje 11-8	$\frac{128,5}{7}$	1,62 5	0,19	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
7	y	M (-) de eje B-c	$\frac{2}{023,2}$	1,62 5	3,14	8,0 1	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
		M (+)	$\frac{428,5}{7}$	1,62 5	0,63	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje C-B	$\frac{2}{023,6}$	1,62 5	3,14	8,0 1	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok

Continuación de la tabla XXIII.

8	x	M (-) de eje 11-14	128,5 7	1,62 5	0,19	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (+)	142,8 6	1,62 5	0,21	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje 14-11	128,5 7	1,62 5	0,19	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
8	y	M (-) de eje B-C	1 519,5	1,62 5	2,32	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (+)	428,5 7	1,62 5	0,63	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje C-B	1 519,5	1,62 5	2,32	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
9	x	M (-) de eje 2-5	2 571,7	1,62 5	4,07	8,0 1	2,54	2	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 5	4,54	Ok
		M (+)	1 165,9	1,62 5	1,76	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje 5-2	2 240,5	1,62 5	3,50	8,0 1	2,54	1,27	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 4	3,81	Ok
9	y	M (-) de eje C-D	1 519,5	1,62 5	2,32	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (+)	1 546,7	1,62 5	2,37	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje D-C	1 877,6	1,62 5	2,90	8,0 1	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
10	x	M (-) de eje 5-8	2 240,5	1,62 5	3,50	8,0 1	2,54	1,27	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 4	3,81	Ok
		M (+)	1 355,2	1,62 5	2,06	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje 8-5	1 909,3	1,62 5	2,95	8,0 1	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
10	y	M (-) de eje C-D	2 023,2	1,62 5	3,14	8,0 1	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
		M (+)	1 084,2	1,62 5	1,64	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje D-C	2 540,3	1,62 5	4,01	8,0 1	2,54	2	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 5	4,54	Ok
Los	Senti	Momento (kg-m)		As	As	As	As	As	Armado de nervio	As	Chequ
a	do		min	requerido	ma	corridos	bastones		cm ²	armado	eo
11	x	M (-) de eje 8-11	1 909,3	1,62 5	2,95	8,0 1	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
		M (+)	1 355,3	1,62 5	2,06	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje 11-8	2 240,5	1,62 5	3,50	8,0 1	2,54	1,27	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 4	3,81	Ok
11	y	M (-) de eje C-D	2 023,2	1,62 5	3,14	8,0 1	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok
		M (+)	1 084,2	1,62 5	1,64	8,0 1	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje D-C	2 540,3	1,62 5	4,01	8,0 1	2,54	2	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 5	4,54	Ok

Continuación de la tabla XXIII.

12	x	M (-) de eje 11-14	2 240.5	1,625	3,50	8,01	2,54	1,27	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 4	3,81	Ok
		M (+)	1 165.9	1,625	1,76	8,01	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje 14-11	2 571.7	1,625	4,07	8,01	2,54	2	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 5	4,54	Ok
12	y	M (-) de eje C-D	1 519.5	1,625	2,32	8,01	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (+)	1 546.7	1,625	2,37	8,01	2,54		2 corridos No. 4	2,54	Ok
		M (-) de eje D-C	1 877.6	1,625	2,90	8,01	2,54	0,71	2 corridos No. 4 + 1 bastón No. 3	3,25	Ok

Fuente: elaboración propia.

Nota: para fines de facilitar el armado todos los nervios están reforzados con la misma cantidad de acero, la cual cumple con los parámetros de A_s máximo y mínimo a la vez que es superior al acero requerido, sin embargo se deja el cálculo del acero requerido para cada nervio de cada losa de manera que el ingeniero supervisor de obra pueda determinar si coloca acero de manera que ahorre en costo, sin embargo es criterio del diseñador que esa forma de armado retrasaría la construcción y el ahorro no sería significativo.

- Diseño de macizado

El Macizado es un área de concreto que si excede los 15 cm de ancho tendrá que ser reforzado, se utiliza para cubrir por completo luces de losas las cuales no son cubiertas por los nervios, para determinar el refuerzo que se colocara en el macizado se determinara con el cálculo de una viga rectangular con las dimensiones de los nervios y los momentos de los nervios próximos.

Datos:

$h = 30$ cm

$d = 27$ cm

$b = 20$ cm

$$d' = 3 \text{ cm}$$

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

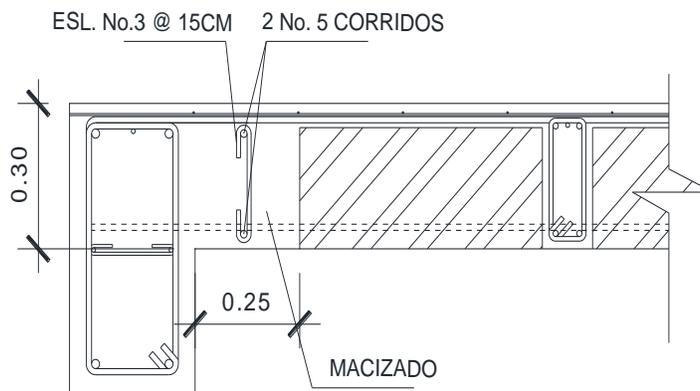
$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

- Para M (-) en macizados $M_u = 2\,540,26 \text{ kg-m}$

$$A_s = \left[(20 * 27) - \sqrt{(20 * 27)^2 - \frac{2\,540,26 * 20}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{2\,810} = 3,88 \text{ cm}^2$$

El área de acero para el M_u será de $3,88 \text{ cm}^2$ en macizados, ya que este es el momento máximo, se utilizara de forma continua, ya que no excede valores de $A_{s_{\min}}$ y $A_{s_{\max}}$. Para el armado se utilizara 1 corrido núm. 5 en cama superior y 1 corrido núm. 5 en la cama inferior con lo cual alcanzamos un A_s de 4 cm^2 , esto es posible, ya que al no ser una viga como tal no se condiciona los dos hierros en las camas.

Figura 38. **Sección final de macizado**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Diseño de armado por temperatura y retracción de fraguado

El refuerzo por temperatura se coloca en la loseta para evitar posibles agrietamientos debidos a los aumentos o disminuciones de tamaño del concreto dados por los cambios de temperatura, para su cálculo se utiliza la expresión siguiente:

$$As_t = 0,002 * b * d$$

Datos:

b = base de la sección sobre la cual se calcula = 1 m.

d = dist. de la parte superior al centro de la colocación del refuerzo = 2,5 cm.

También deben de cumplirse con los parámetros siguientes:

e_{\min} = espaciamiento mínimo = 5 (altura de loseta (t))

ó

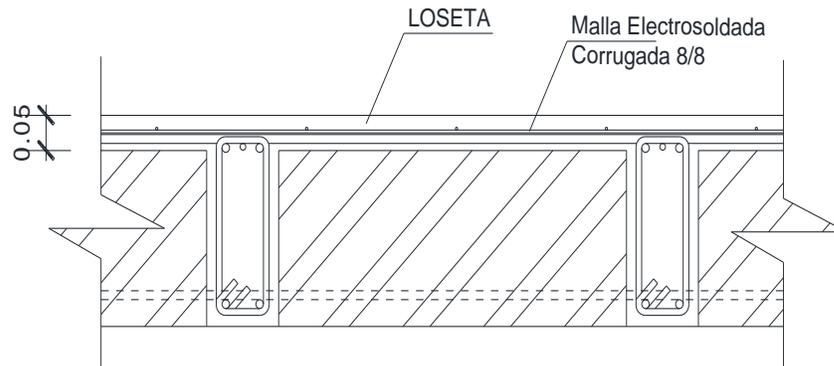
e_{\min} = 45 cm Se toma el menor de los valores

$$As_{\min} = 0,0020 * 100\text{cm} * 2,5\text{cm} = 0,5 \text{ cm}^2$$

Armado

Si usamos malla electro soldada de 4 mm de Ø con separación de 25 cm con lo cual conseguimos $0,503 \text{ cm}^2 > As_{\min} (0,5 \text{ cm}^2)$ ➔ cumple.

Figura 39. **Sección final de loseta**



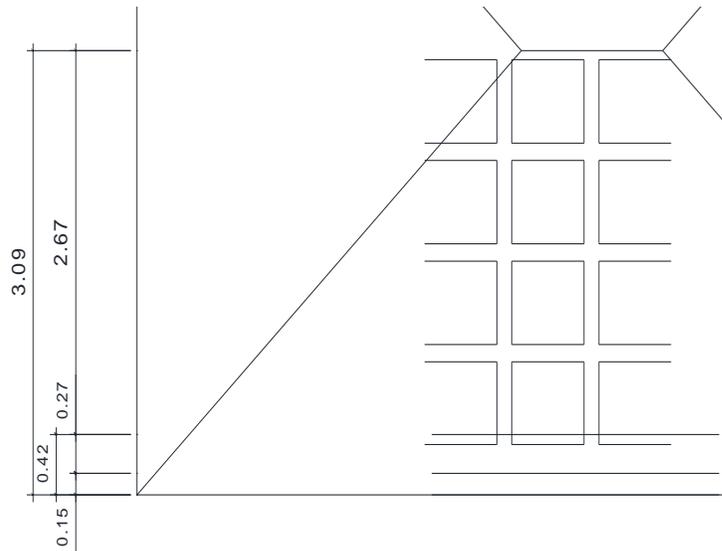
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Chequeo por corte en nervios sentido Y

El corte en los nervios debe de chequearse para determinar si con las dimensiones que tienen resistirán el corte producido por la carga bajo la cual trabajaran, de manera que si resistiere el corte se dejaran las dimensiones como ya se han definido, de no ser así se aumentara la sección de los nervios en el tramo de la nervadura en donde se presente el cortante crítico.

El cortante critico se ubica a una distancia $D = b \text{ viga}/2 + d$ del nervio y se calcula desde una distancia de donde comienza la carga bajo la cual estarán sometidos los nervios es decir desde el centro de la losa hasta la ubicación del cortante crítico.

Figura 40. **Planta de losa mostrando distancia de cortante crítico**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para determinar si los nervios resisten el cortante crítico el cortante resistente $V_r >$ al cortante crítico V_c , para lo cual el cortante crítico se calcula con la siguiente ecuación.

$$V_c = \frac{V_u}{\phi * b * d}$$

Donde:

b = base del nervio.

d = altura efectiva del nervio.

V_u = cortante último el cual se calcula con la siguiente ecuación.

$$V_u = B * \text{Dist. a } V_c * C_u$$

Donde:

B = ancho de la nervadura es decir ancho del ala = 0,70 m

Dist a Vc = distancia del extremo de carga al corte crítico = 2,67 m

Cu = carga última = 1 127 kg/m²

$$V_u = 0,70 * 2,67 * 1 127 = 2 106,36 \text{ kg}$$

$$V_c = \frac{2 106,36}{0,85 * 12 * 27} = 7,64 \text{ kg/cm}^2$$

La ecuación para calcular el corte resistente es la siguiente:

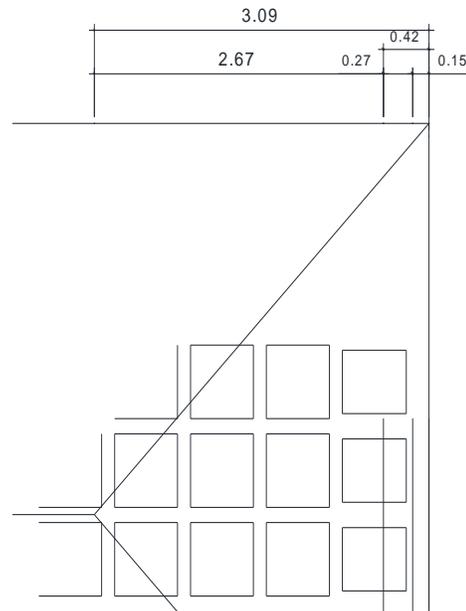
$$V_r = 0,5 * \sqrt{f'c}$$

$$V_r = 0,5 * \sqrt{281} = 8,38 \text{ kg/cm}^2$$

Con lo cual determinamos que $V_r > V_c$, por lo tanto los nervios resisten el corte y no es necesario aumentar las dimensiones.

Chequeo por corte en nervios sentido X.

Figura 41. **Planta de losa mostrando distancia de cortante crítico.**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para determinar si los nervios resisten el cortante crítico el cortante resistente $V_r >$ al cortante crítico V_c , para lo cual el cortante crítico se calcula con la siguiente ecuación.

$$V_c = \frac{V_u}{\phi * b * d}$$

Donde:

b = base del nervio

d = altura efectiva del nervio

V_u = cortante último el cual se calcula con la siguiente ecuación

$$V_u = B * \text{Dist. a } V_c * C_u$$

Donde:

B = ancho de la nervadura es decir ancho del ala = 0,70 m

Dist. a Vc = Distancia del extremo de carga al corte crítico = 2,67 m

Cu = Carga ultima = 1 127 kg/m²

$$V_u = 0,70 * 2,67 * 1 127 = 2 106,36 \text{ kg}$$

$$V_c = \frac{2 106,36}{0,85 * 12 * 27} = 7,64 \text{ kg/cm}^2$$

La ecuación para calcular el corte resistente es la siguiente:

$$V_r = 0,5 * \sqrt{f'c}$$
$$V_r = 0,5 * \sqrt{281} = 8,38 \text{ kg/cm}^2$$

Con lo cual determinamos que $V_r > V_c$, por lo tanto los nervios resisten el corte y no es necesario aumentar las dimensiones.

En ambos sentidos los nervios resisten el corte por lo cual los nervios de losa quedaran en todos sus tramos con el diseño ya propuesto.

- Cálculo de corte resistente de nervios y diseño de estribos

El corte resistente en la losa se calculara como una viga b x d, ya que en cálculos anteriores se ha determinado que el comportamiento de los nervios es el de una viga, y se calcula con la siguiente ecuación.

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

Donde:

V_r = corte resistente

f'_c = resistencia del concreto 281 kg/cm²

b = base del nervio = 12 cm

d = peralte efectivo de los nervios = 27 cm

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 12 * 27 = 2\,446,77 \text{ kg}$$

Si $V_r > V_u = S_{max} = d/2 < 30$ cm

Si $V_r < V_u = S = (2 * A_v * f_y * d) / V_u$

Donde:

A_v = área de varilla de refuerzo, ACI 318-08 recomienda usar como mínimo varilla núm. 3.

f_y = resistencia del acero = 2 810 kg/cm²

d = peralte efectivo del nervio = 27 cm

V_u = sorte crítico de los nervios = 2 548,15 kg.

Ya que $V_r < V_u$, calculamos espaciamiento de estribos (S).

$$S_{max} = \frac{27}{2} = 13,5 \text{ cm}$$

$$S_{req} = \frac{2 * 0,71 * 2\,810 * 27}{2\,548,15} = 42,23 \text{ cm.}$$

Ya que espaciamiento requerido (S_{req}) es mayor al espaciamiento máximo (S_{max}), usaremos el S_{max} y refuerzo núm. 3.

Los requisitos mínimos para corte en zona confinada, según ACI 318-08 son los siguientes:

- Estribos cerrados de confinamiento a una distancia igual a $2d$ en ambos extremos. $2d = 2(27) = 54$ cm.
- Primer estribo a no más de 5 cm.
- Espaciamiento (S) no debe de ser mayor que:
 - $d/4 = 27/4 = 6,75$ cm.
 - $8 \text{ } \emptyset$ longitudinal menor diámetro = $8 \times 0,71 = 5,68$ cm
 - $24 \text{ } \emptyset$ estribo = $24 \times 0,71 = 17,04$ cm
 - No mayor de 30 cm

Usaremos el menor, por lo cual S en zona confinada será de 5,5 cm.

El armado para los nervios será el siguiente: El primer estribo No. 3 a 5 cm en de cada extremo + 9 estribos No. 3 @ 5,5 cm en zona confinada en una distancia igual a 54,5 cm en ambos extremos, el resto No. 3 @ 13 cm en zona no confinada.

- Ábacos

Los ábacos son elementos estructurales los cuales se conforman de un bloque de concreto reforzado el cual se utiliza para resistir fuerzas que influyen en las intersecciones de viga, losa y columna y elementos estructurales cercanos en el caso de nuestra losa nervada, los ábacos son necesarios y se diseñan cuando existe una fuerza cortante que las vigas y los nervios no resistan ni la loseta de compresión así mismo para resistir el punzonamiento provocado por la columna. En el caso de ser una estructura de nervios la cual

no tiene vigas perimetrales es obligatoria la colocación de ábacos, en nuestro caso, ya que contamos con vigas perimetrales en todas las losas se deberá de calcular para determinar si es necesario colocar o no ábacos, esto con el fin de conseguir un ahorro en tiempo de trabajo como en recursos de no ser necesaria su colocación.

- Diseño de ábaco

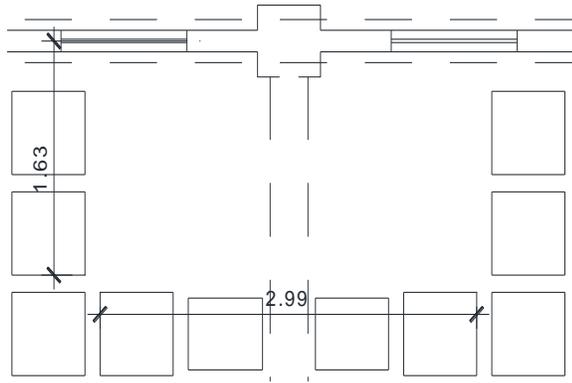
La longitud o ancho del ábaco debe de ser $L/6$ a cada lado desde el centro de la columna sobre la que se apoya y la altura queda a criterio del diseñador, en este caso la altura que se sugiere será la misma que la de los nervios es de 30 cm.

$$\text{Sentido } x = L/6 = 7/6 = 1,17$$

$$\text{Sentido } y = L/6 = 5,88 = 0,98$$

Ya que los nervios tienen una separación de 58 cm por 2 de ellos serían 116 cm más el grueso de uno de los nervios tendríamos un ancho de 128 cm con lo cual alcanzamos una luz mayor que la requerida por lo tanto nuestra sección sugerida cumpliría con la luz mínima que debemos de tener, con el fin de tener simetría en el otro sentido también utilizaremos dos retículas o espacios para el diseño de nuestro ábaco con lo cual también alcanzamos una luz mayor a la necesaria, las dimensiones de los ábacos quedarían de la manera siguiente.

Figura 42. **Planta de ábaco y sus dimensiones en losas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Chequeo por cortante

El cortante máximo sobre nervios se calcularan con la ecuación siguiente:

$$V_{max} = \frac{Cu * l}{2}$$

Donde:

Cu = carga última

L = longitud

Sentido x.

$$V_{max} = \frac{1\,127 \text{ kg/m} * 7\text{m}}{2} = 3\,944,5 \text{ kg}$$

Sentido y.

$$V_{max} = \frac{1\,127 \text{ kg/m} * 5,88\text{m}}{2} = 3\,313,38 \text{ kg}$$

Para determinar si es necesario colocar ábaco por cortante se necesita calcular el corte resistente tanto de los nervios como de la placa plana, el corte resistente se calculara con la ecuación siguiente:

$$V_{res} = \phi * \sqrt{f'c} * b * d$$

Donde:

$f'c$ = resistencia del concreto

b = base de la sección de concreto

d = distancia de ubicación del refuerzo

V_{res} de los nervios

$$V_{res} = 0,85 * \sqrt{281} * 12 * 27 = 4\ 616,54 \text{ kg}$$

V_{res} de la loseta

$$V_{res} = 0,85 * \sqrt{281} * 70 * 4 = 3\ 989,61 \text{ kg}$$

Ya que V_{max} en sentidos X y Y < V_{res} de nervios y loseta se determina que según el corte en los elementos en donde se ubicaría el ábaco no es necesario colocarlo.

- Cálculo del corte resistente al punzonamiento en ábaco

El corte por punzonamiento se calcula a una distancia d de la cara de la columna hacia la longitud del ábaco, con la distancia d representada por la ubicación que tendrá en refuerzo del ábaco desde la parte superior al centro del refuerzo, en el caso de ábacos se coloca doble cama de acero pero como la

cama inferior es para resistir refracción del concreto se toma únicamente la superior quedando la distancia $d = 27 \text{ cm}$.

El corte resistente del área de concreto se calcula con la ecuación siguiente.

$$V_{\text{res}} = \phi * 1,06 * \sqrt{f'c} * B_o * d$$

Donde:

$B_o = \text{Perímetro del área de punzonamiento} = (77*2) + (63*2) = 280 \text{ cm}$.

$$V_{\text{res}} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{281} * 280 * 27 = 114\ 182,55 \text{ kg}$$

El cortante actuante se calcula con la ecuación siguiente:

$$V_{\text{act}} = P_d * (\text{Area total} - \text{Area punzonamiento})$$

Donde:

$P_d = \text{área losa que cargara} * \text{carga de losa}$.

$$V_{\text{act}} = 0,1099 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * [(323\text{cm} * 179\text{cm}) - (77\text{cm} * 63,5\text{cm})] + 1,13 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * [(323\text{cm} * 179\text{cm}) - (77\text{cm} * 63,5\text{cm})] = 65\ 587,76\text{kg}$$

Debido a que $V_{\text{res}} \gg V_{\text{act}}$ se puede determinar que los ábacos no son necesarios para nuestro diseño de losa reticular, tanto por corte como por punzonamiento, ya que colocarlos supondría un gasto innecesario así como un sobre diseño de nuestra edificación.

2.1.5.2. Diseño de cubierta con techo curvo (Curvotek)

El diseño de la cubierta será proporcionado por una empresa que se dedica a este tipo de techos curvos, la materia prima que utilizan son rollos de lámina de acero, en calidad estructural, recubierta con aluzinc (mezcla entre aluminio y zinc), que es extremadamente resistente a la corrosión, lo que da como resultado un techo durable y resistente ante fenómenos naturales.

El aluzinc tiene una vida útil cuatro veces mayor que cualquier otro tipo de lámina, los espesores de lámina que se utilizan en cada caso, equivalen aproximadamente a lo que comercialmente se conoce como calibres.

Las fuerzas en un arco se deben a las siguientes consideraciones:

- Las cargas en un arco inducen esfuerzos de flexión y de compresión directa.
- Las reacciones en un arco tienen componentes horizontales aunque todas las cargas sean verticales.
- Las deflexiones tienen componentes tanto verticales como horizontales.

Tabla XXIV. **Reacciones correspondientes a la acción de cargas debidas a techo curvo de aluminio-zinc**

			EXTREMO IZQUIERDO				EXTREMO DERECHO			
			Reacción Vertical		Reacción horizontal		Reacción Vertical		Reacción horizontal	
CARGA MUERTA	2,65	Lb/pie ²	119,72	Lb/pie	141,70	Lb/pie	119,72	Lb/pie	141,70	Lb/pie
	12,96	kg/m ²	178,38	kg/m	211,13	kg/m	178,38	kg/m	211,13	kg/m
CARGA VIVA	8,00	Lb/pie ²	328,10	Lb/pie	400,47	Lb/pie	488,87	Lb/pie	400,47	Lb/pie
	39,12	kg/m ²	488,87	kg/m	596,70	kg/m	728,42	kg/m	596,70	kg/m
CARGA DE VIENTO	10,00	Lb/pie ²	16,41	Lb/pie	115,35	Lb/pie	16,41	Lb/pie	48,70	Lb/pie
	48,90	kg/m ²	24,45	kg/m	171,87	kg/m	24,45	kg/m	72,56	kg/m

Fuente: Curvotek S. A.

Las reacciones dadas en kg/m mostradas en la tabla anterior fueron previamente incluidas en la integración de cargas para las vigas correspondientes, de tal forma que la implicación de las mismas repercute en el análisis estructural realizado.

- Diseño de flecha

Figura 43. **Relación flecha/luz**

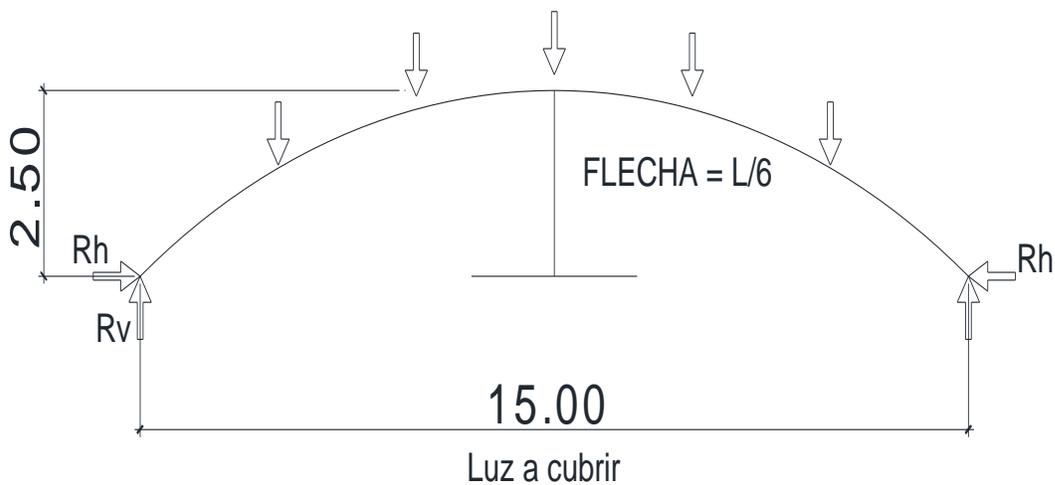
SOLUCIÓN	Luz mín. (m)	Luz máx. (m)	Relación flecha/luz óptima
 PISO A PISO	4.00	20.00	1/2
 SOBRE PAREDES O ESTRUCTURA METÁLICA	2.00	30.00	1/6
 SOBRE PAREDES O ESTRUCTURA METÁLICA SIMPLEMENTE APOYADA	2.00	8.00	1/10

Fuente: elaboración propia.

La relación flecha/luz que utilizaremos según la tabla es de L/6, ya que los apoyos serán vigas canal.

$$flecha = f = \frac{L}{6} = \frac{17}{6} = 2,5 \text{ m}$$

Figura 44. Elevación de techo, relación flecha/luz

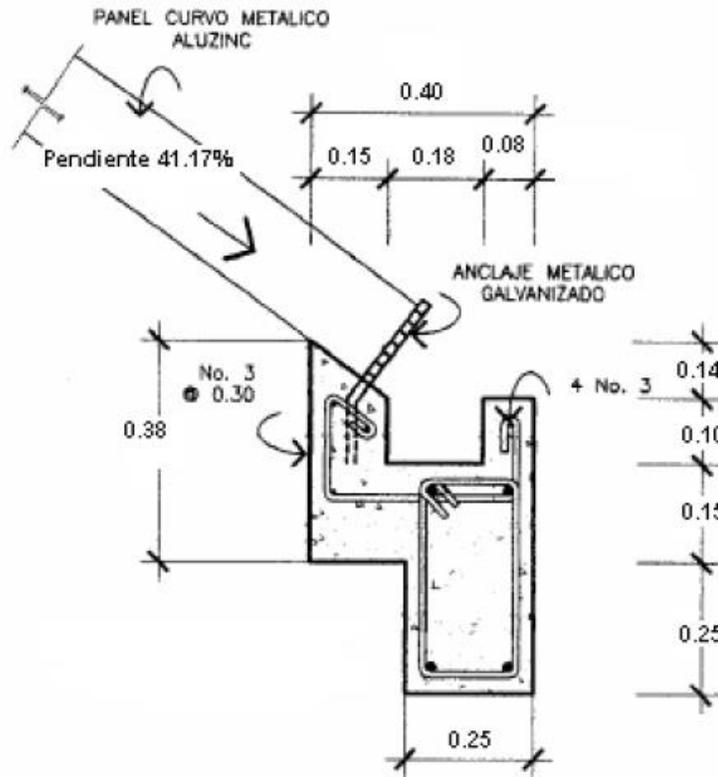


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Diseño viga canal de anclaje

El diseño que proponen los fabricantes es el siguiente:

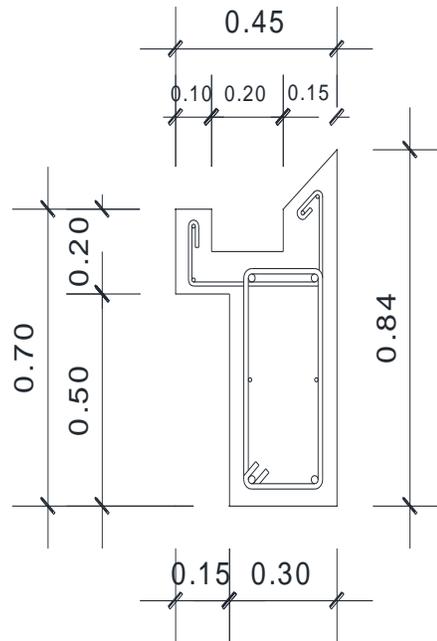
Figura 45. Detalle de viga-canal y anclaje de techo propuestos



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Este diseño de canal hacia adentro es sugerido debido que en la mayoría de ocasiones no se cuenta con espacio a los costados del edificio, sin embargo este diseño genera que tenga que diseñarse una sección de concreto que resista el corte así como el momento generados por el techo, sin embargo como en nuestro edificio contamos con espacios en los costados dejaremos la viga canal hacia afuera de manera que no exista cortante en la cara de la viga ni momento debido a que el techo estará apoyado directamente sobre la viga con la cual el diseño propuesto quedara de la siguiente manera:

Figura 46. **Detalle de viga-canal propuesta por diseñador**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Con el diseño propuesto el acero de refuerzo para el canal será solamente el necesario para resistir la refracción del fraguado por temperatura.

Diseño de viga canal eje 2 – 5

Datos:

$$f'_{y} = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{c} = 281 \text{ kg/cm}^2$$

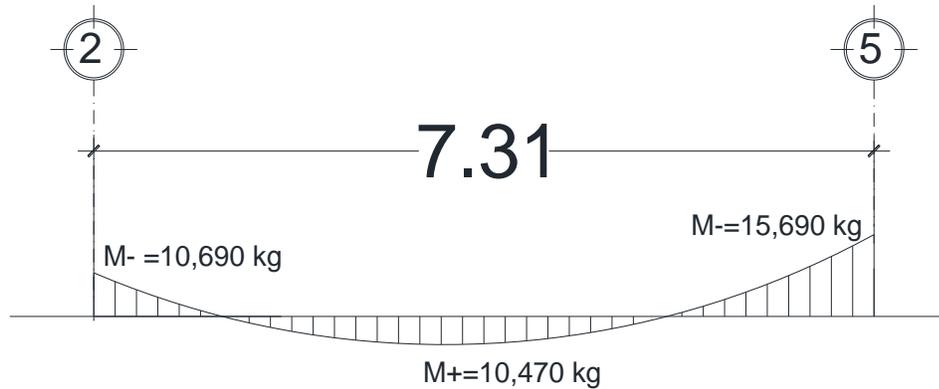
$$\text{Rec} = 4 \text{ cm}$$

$$d = h - \text{rec} - (\text{Ø}/2)$$

$$d = 60\text{cm} - 4 \text{ cm} - ((3/4 * 2,54)/2) = 55,05 \text{ cm}$$

b = base de la viga

Figura 47. **Envolvente de momentos viga entre ejes 2 y 5 del marco D segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Límites de área de acero

El área de acero mínimo se calcula con las ecuaciones siguientes:

$$A_{s_{\min}} \geq \left(\frac{14,1}{f_y}\right) * b * d \quad \text{ó} \quad A_{s_{\min}} = \frac{0,80\sqrt{f_r c}}{f_y} * b * d \quad \text{de las cuales rige la mayor.}$$

$$A_{s_{\min}} \geq \left(\frac{14,1}{2810}\right) * 30 * 55,05 = 8,29 \text{ cm}^2 \quad \longleftarrow \text{rige la mayor.}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{0,80\sqrt{281}}{2810} * 30 * 55,05 = 7,88 \text{ cm}^2$$

El área de acero máximo se calcula con la ecuación siguiente:

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

$$A_{s_{\max}} = 0,50 * 0,050 * 30 * 55,05 = 41,29 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo longitudinal requerido

El Área de acero se calcula con la ecuación siguiente:

$$A_s = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{f_y}$$

$$A_s^{-2} = \left[(30 * 55,05) - \sqrt{(30 * 55,05)^2 - \frac{10\,690 * 30}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{2\,810}$$

$$= 7,90 \text{ cm}^2.$$

$$A_s^{+} = \left[(30 * 55,05) - \sqrt{(30 * 55,05)^2 - \frac{10\,470 * 30}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{2\,810} = 7,73 \text{ cm}^2$$

$$A_s^{-5} = \left[(30 * 55,05) - \sqrt{(30 * 55,05)^2 - \frac{15\,690 * 30}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{2\,810}$$

$$= 11,76 \text{ cm}^2$$

Debido que las áreas de acero negativo 2 y positivo 2, son muy bajas y no cumplen con el área de acero mínimo (A_{smin}) se utilizara el área de acero mínimo igual a 8.30 cm en el lado positivo y negativo 2 se utiliza el mismo que en el negativo 5 de manera que logremos conseguir continuidad en el refuerzo y que el armado sea más sencillo.

De manera que el área de acero para el momento correspondiente quedaría de la siguiente manera:

Para M-2 = $A_s^{-2} = 10,29 \text{ cm}^2$

Para M+ = $A_s^{+} = 8,29 \text{ cm}^2$

Para M-5 = $A_s^{-2} = 10,29 \text{ cm}^2$

Para A_s^{-}

Para calcular el armado de la viga se debe de cumplir con los siguientes requisitos sísmicos según el código ACI 318-08 capítulo 21.

- Cama superior colocar dos hierro corridos como mínimo
- Colocar el mayor A_s de los siguientes
 $A_{s\text{min}} = 8,29 \text{ cm}^2$
o
33% $A_s(-)$ mayor = $3,39 \text{ cm}^2$

El mayor es el A_s min por lo tanto utilizamos este para las barras corridas con lo cual el armado seria el siguiente:

2 Varillas corridas No. 8 = $10,14 \text{ cm}^2$ + 1 bastón No. 3 = $0,71 \text{ cm}^2$ con lo cual obtenemos un $A_s = 10,85 \text{ cm}^2 > A_{s\text{req}} = 10,29 \text{ cm}^2 \rightarrow$ cumple.

Para A_s^{+}

Para calcular el armado de la viga se debe de cumplir con los siguientes requisitos sísmicos según el código ACI 318-08 capítulo 21.

- Cama superior colocar dos hierro corridos como mínimo.
- Colocar el mayor A_s de los siguientes.
 $A_{s\text{min}} = 8,29 \text{ cm}^2$

o

33% $A_s(-)$ mayor = 2,72 cm²

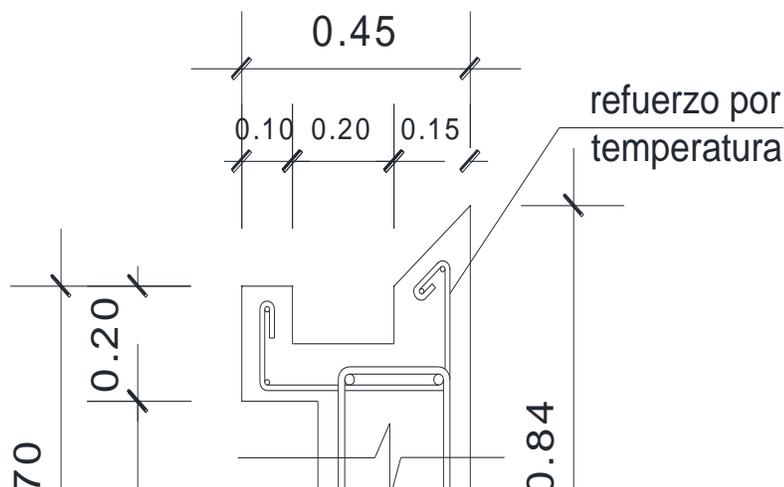
El mayor es el A_s min por lo tanto utilizamos este para las barras corridas con lo cual el armado seria el siguiente:

2 Varillas corridas No. 8 = 10,14 cm² con lo cual obtenemos un $A_s = 10,14$ cm²
> $A_{sreq} = 8,29$ cm² → cumple.

Debido a que los momentos en toda la viga canal son similares a estos este diseño de viga se usara en las vigas canal de los ejes A y D, y entre ejes 2 y 14 del segundo nivel.

- Diseño de refuerzo por temperatura para canal

Figura 48. **Refuerzo por temperatura en viga canal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

La ecuación utilizada para calcular el área de acero por temperatura es la siguiente:

$$A_{s_t} = 0,0020 * b * d$$

Donde:

b = Base de referencia para calculo = 100 cm

d = Peralte efectivo promedio en el cual se ubicara el refuerzo

d = 4 cm + 1,9 cm + 0,48 cm = 6,38 cm

$$A_s = 0,0020 * 100 * 6,38 = 1,276 \text{ cm}^2$$

Según el área de acero requerida con dos estribos colocados dentro de los 100 cm cumpliríamos con lo requerido, sin embargo el espaciamiento S debe de cumplir con lo especificado por el código ACI 318-08, el cual dice lo siguiente:

$$S_{\max} = 5 * d \quad \text{o} \quad S_{\max} = 45 \text{ cm}$$

Tomando para el diseño el que sea el menor

$$S_{\max} = 5 (6,38\text{cm}) = 31,9$$

Ya que 31,9 es el menor tomaremos este como nuestra separación de referencia, con lo cual el armado quedara de la siguiente manera:

Estribo núm. 3 @ 0,30, se incluirán varillas corridas núm. 3 de manera longitudinal con el único fin de unificar el armado por temperatura en los dobleces del estribo.

- Diseño de espaciamiento de estribos de viga canal

Para determinar el espaciamiento que deben de tener los estribos en zona no confinada debemos calcular el corte resistente V_r y compararlo con el corte ultimo el cual nos es dado por el análisis estructural.

De manera que si:

$V_r > V_u$ la viga necesita estribos solo por armado, y la separación se calcula con la ecuación $S_{max} = d/2$ la cual debe de ser $< a$ 30 cm.

Pero sí:

$V_r < V_u$ la separación de los estribos debe de calcularse por mediode la ecuación siguiente:

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

Donde:

A_v = área de varilla de refuerzo, ACI 318-08 recomienda usar como mínimo varilla núm. 3

f_y = resistencia del acero = 2 810 kg/cm²

d = peralte efectivo de la viga = 55,05 cm

V_u = corte critico de los nervios = 5 440 kg, tomado de análisis estructural

El corte resistente se calcula con la siguiente ecuación:

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

Donde:

V_r = corte resistente

$f'c$ = resistencia del concreto 281 kg/cm²

b = base de la viga = 30 cm

d = peralte efectivo de la viga = 55,05 cm

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 30 * 55,05 = 12\ 471,73 \text{ kg}$$

Comparando corte.

$V_r > V_u$ por lo tanto solo se colocaran estribos por armado.

$S = d/2 = 55,05/2 = 27,52\text{cm}$ se recomienda 25 cm.

Se colocaran estribos solo por armado.

Los requisitos mínimos para separación en el armado según código ACI 318-08 son los siguientes.

- Estribos cerrados de confinamiento a una distancia igual a 2d en ambos extremos = $2 \times 55,05 \text{ cm} = 110,1$
- Primer estribo a no más de 5 cm.
- S en zona confinada no debe ser mayor que:
 - $d/4 = 55,05/4 = 13,76\text{cm}$.
 - 8 veces \emptyset longitudinal de mayor diámetro = $8 \times 1,90 = 15,24 \text{ cm}$
 - 24 veces \emptyset del estribo = $24 \times 1,27 = 30,48\text{cm}$
 - No mayor de 30 cm.

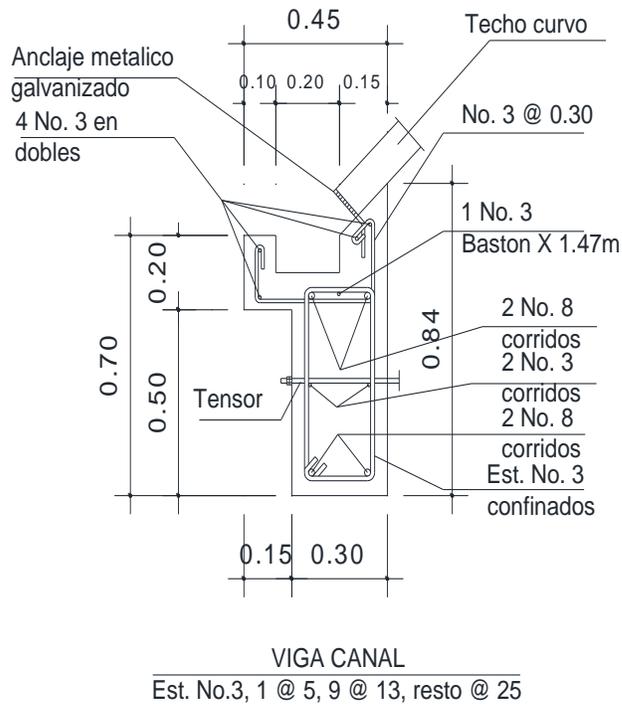
S en zona confinada = 13 cm

El armado de estribos para la viga canal y vigas de ejes 2 y 14 del segundo nivel será el siguiente:

El primer estribo No.3 a 5 cm de cada extremo + 9 núm. 3 @ 13 cm en zona confinada en una distancia igual a 117 cm en ambos sentidos el resto núm. 3 @ 25 cm en zona no confinada.

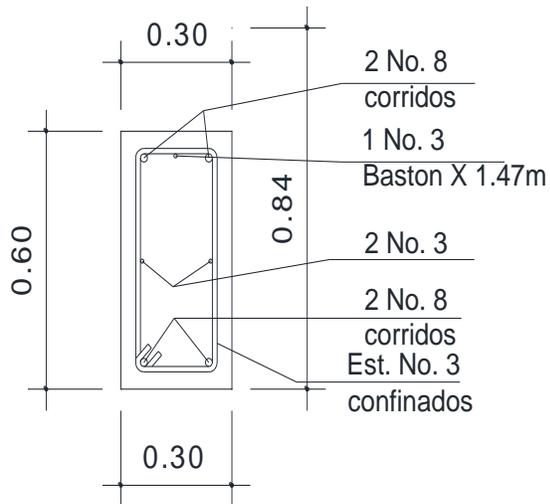
Nota: en la viga se incluirán dos hierros corridos núm. 3 para cumplir con el código el cual indica que la distancia máxima de separación entre hierros corridos no puede ser mayor de 30 cm. Quedando las vigas con el siguiente diseño.

Figura 49. **Viga canal y anclaje en ejes A y D del segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 50. **Viga en ejes 2 y 14 del segundo nivel**



VIGA EJE 2-14
Est. No.3, 1 @ 5, 9 @ 13, resto @ 25

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.5.3. Vigas

Son elementos estructurales que transmiten cargas externas de manera transversal, las cuales provocan momentos flexionantes y fuerzas cortantes en su longitud. Son los elementos que soportan el peso de la losa y el propio y las transmiten a las columnas y muros si es el caso.

El procedimiento seguido para diseñar vigas, se describe a continuación, aplicado a la viga entre eje 2 y 5 del marco D. Los datos se obtienen del análisis estructural mostrado con anterioridad.

Diseño de viga canal eje 2 – 5

Datos:

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

$$f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

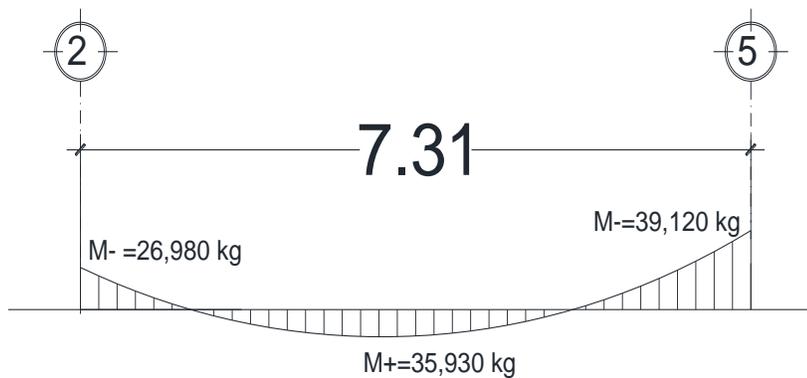
$$\text{Rec} = 4 \text{ cm}$$

$$d = h - \text{rec} - (\varnothing/2)$$

$$d = 60\text{cm} - 4 \text{ cm} - ((3/4 * 2,54)/2) = 55,05 \text{ cm}$$

b = base de la viga

Figura 51. **Envolvente de momentos viga entre ejes 2 y 5 del marco D primer nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Límites de área de acero

El área de acero mínimo se calcula con la ecuación siguiente:

$$A_{s_{\min}} \geq \left(\frac{14,1}{f_y}\right) * b * d \quad \text{o} \quad A_{s_{\min}} = \frac{0,80\sqrt{f_c}}{f_y} * b * d \quad \text{de las cuales rige la mayor.}$$

$$A_{s_{\min}} \geq \left(\frac{14,1}{2810}\right) * 30 * 55,05 = 8,29 \text{ cm}^2 \quad \text{rige la mayor.}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{0,80\sqrt{281}}{2810} * 30 * 55,05 = 7,88 \text{ cm}^2 \quad \leftarrow$$

El área de acero máximo se calcula con la ecuación siguiente:

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

$$A_{s_{\max}} = 0,50 * 0,050 * 30 * 55,05 = 41,29 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo longitudinal requerido

El Área de acero se calcula con la ecuación siguiente:

$$A_s = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{f_y}$$

$$A_{s^{-2}} = \left[(30 * 55,05) - \sqrt{(30 * 55,05)^2 - \frac{26980 * 30}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{2810}$$

$$= 20,94 \text{ cm}^2.$$

$$A_{s^{+}} = \left[(30 * 55,05) - \sqrt{(30 * 55,05)^2 - \frac{35930 * 30}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{2810}$$

$$= 25,85 \text{ cm}^2$$

$$As^{-5} = \left[(30 * 55,05) - \sqrt{(30 * 55,05)^2 - \frac{39\,120 * 30}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{2\,810}$$

$$= 31,67 \text{ cm}^2$$

Ya que las tres áreas de acero se encuentran en el rango establecido por el As_{\min} y el As_{\max} se toman los tres valores como los que se utilizaran para determinar el armado.

De manera que el área de acero para el momento correspondiente quedaría de la siguiente manera:

$$\text{Para M-2} = As^{-2} = 20,94 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para M+} = As^{+} = 25,85 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para M-5} = As^{-2} = 31,67 \text{ cm}^2$$

Para calcular el armado de la viga se debe de cumplir con los siguientes requisitos sísmicos según el código ACI 318-08 capítulo 21.

Para As^{-2}

- Cama superior colocar dos hierro corridos como mínimo.
- Colocar el mayor As de los siguientes.

$$As_{\min} = 8,29 \text{ cm}^2$$

Ó

$$33\% As(-) \text{ mayor} = 10,45 \text{ cm}^2$$

El mayor es el 33% del $As(-)$ mayor por lo tanto utilizamos este para las barras corridas con lo cual el armado sería el siguiente:

4 Varillas corridas No. 6 = 11,40 cm² + 2 bastones No. 8 = 10,13 cm² con lo cual obtenemos un $A_s = 21,53 \text{ cm}^2 > A_{s_{req}} = 20,94 \text{ cm}^2$ \longrightarrow cumple.

Para A_s^+

Para calcular el armado de la viga se debe de cumplir con los siguientes requisitos sísmicos según el código ACI 318-08 capítulo 21.

- Cama superior colocar dos hierro corridos como mínimo.
- Colocar el mayor A_s de los siguientes.

$$A_{s_{min}} = 8,29 \text{ cm}^2$$

○

$$33\% A_s(-) \text{ mayor} = 10,45 \text{ cm}^2$$

○

$$50\% A_s(+) = 12,93$$

El mayor es el 50% del $A_s(+)$ por lo tanto utilizamos este para las barras corridas con lo cual el armado sería el siguiente:

4 varillas corridas núm. 7 = 15,20 cm² + 3 bastón No. 7 = 11,64 cm² con lo cual obtenemos un $A_s = 26,84 \text{ cm}^2 > A_{s_{req}} = 25,85 \text{ cm}^2$ \longrightarrow cumple.

Para A_s^{-5}

- Cama superior colocar dos hierro corridos como mínimo.
- Colocar el mayor A_s de los siguientes.

$$A_{s_{min}} = 8,29 \text{ cm}^2$$

○

$$33\% A_s(-) \text{ mayor} = 10,45 \text{ cm}^2$$

El mayor es el 33% del A_s (-) mayor por lo tanto utilizamos este para las barras corridas con lo cual el armado sería el siguiente:

4 varillas corridas No. 7 = $15,20 \text{ cm}^2$ + 4 bastón No. 8 = $20,27 \text{ cm}^2$ con lo cual obtenemos un $A_s = 35,47 \text{ cm}^2 > A_{s\text{req}} = 31,67 \text{ cm}^2 \rightarrow$ cumple.

Se realiza este procedimiento para cada viga y el resumen se presenta a continuación en la tabla XXV.

Tabla XXV. Refuerzo de las vigas

Refuerzo de las vigas										
Parámetros:										
b =	30	$f'c =$	281	Factor =	0.003825					
d =	55.0 5	$f_y =$	2810	$\beta =$	0.85					
vigas	Momento (kg-m)	Asmin	As requerido	Asmax	As corridos	As bastones	Armado de Vigas	As cm^2 armado	Chequeo	
A,B,C,D.	M (-) de eje 2-5	26,980.00	8.29	20.94	41.29	15.52	5.7	4 corridos No. 7 + 2 bastón No. 6	21.22	Ok
	M (+)	35,930.00	8.29	28.75	41.29	15.52	15.52	4 corridos No. 7 + 4 bastón No. 7	31.04	Ok
	M (-) de eje 5-2	39,120.00	8.29	31.67	41.29	15.52	20.27	4 corridos No. 7 + 4 bastón No. 8	35.79	Ok
A,B,C,D.	M (-) de eje 5-8	30,730.00	8.29	24.15	41.29	15.52	10.14	4 corridos No. 8 + 2 bastón No. 8	25.66	Ok
	M (+)	13,000.00	8.29	9.67	41.29	15.52	0	4 corridos No. 8	15.52	Ok
	M (-) de eje 8-5	39,280.00	8.29	31.82	41.29	15.52	20.27	4 corridos No. 8 + 4 bastón No. 8	35.79	Ok
A,B,C,D.	M (-) de eje 8-11	23,250.00	8.29	17.83	41.29	15.52	2.85	4 corridos No. 8 + 1 bastón No. 6	18.37	Ok
	M (+)	16,210.00	8.29	12.17	41.29	15.52	0	4 corridos No. 8	15.52	Ok
	M (-) de eje 11-8	44,450.00	8.29	36.73	41.29	15.52	23.27	4 corridos No. 7 + 6 bastón No. 7	38.79	Ok
A,B,C,D.	M (-) de eje 11-14	33,020.00	8.29	26.15	41.29	15.52	11.63	4 corridos No. 7 + 3 bastón No. 7	27.15	Ok
	M (+)	19,520.00	8.29	14.80	41.29	15.52	0	4 corridos No. 7	15.52	Ok
	M (-) de eje 14-11	33,380.00	8.29	26.47	41.29	15.52	11.63	4 corridos No. 7 + 3 bastón No. 7	27.15	Ok
2,5,8,11,14.	M (-) de eje A-B	1,720.00	8.29	1.24	41.29	10.13	0.71	2 corridos No. 8	10.84	Ok
	M (+)	19,600.00	8.29	14.87	41.29	10.13	5.07	2 corridos No. 8 + 1 bastón No. 8	15.2	Ok
	M (-) de eje B-A	15,980.00	8.29	11.99	41.29	10.13	1.97	2 corridos No. 8 + 1 bastón No. 5	12.1	Ok
2,5,8,11,14.	M (-) de eje B-C	16,900.00	8.29	12.71	41.29	10.13	2.85	2 corridos No. 8 + 1 bastón No. 6	12.98	Ok

Continuación de la tabla XXV.

2,5,8,11,14.	M (+)	16,900.00	8.29	12.71	41.29	10.13	2.85	2 corridos No. 8 + 1 bastón No. 6	12.98	Ok
	M (-) de eje C-B	16,900.00	8.29	12.71	41.29	10.13	2.85	2 corridos No. 8 + 1 bastón No. 6	12.98	Ok
2,5,8,11,14.	M (-) de eje C-D	15,980.00	8.29	11.99	41.29	10.13	1.97	2 corridos No. 8 + 1 bastón No. 5	12.1	Ok
	M (+)	19,600.00	8.29	14.87	41.29	10.13	5.07	2 corridos No. 8 + 1 bastón No. 8	15.2	Ok
	M (-) de eje D-C	1,720.00	8.29	1.24	41.29	10.13	0	2 corridos No. 8	10.13	Ok

Fuente: elaboración propia.

- Diseño de espaciamiento de estribos de viga

Para determinar el espaciamiento que deben de tener los estribos en zona no confinada debemos calcular el corte resistente V_r y compararlo con el corte último el cual nos es dado por el análisis estructural.

De manera que si:

$V_r > V_u$ la viga necesita estribos solo por armado, y la separación se calcula con la ecuación $S_{max} = d/2$ la cual debe de ser $< a 30$ cm.

Pero sí:

$V_r < V_u$ la separación de los estribos debe de calcularse por medio de la ecuación siguiente:

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

Donde:

A_v = área de varilla de refuerzo, ACI 318-08 recomienda usar como mínimo varilla núm. 3.

f_y = resistencia del acero = 2 810 kg/cm²

d = peralte efectivo de la viga = 55,05 cm

V_u = corte crítico de los nervios = 11 060 kg.

El corte resistente se calcula con la siguiente ecuación:

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

Donde:

V_r = corte resistente

f'_c = resistencia del concreto 281 kg/cm²

b = base de la viga = 30 cm

d = peralte efectivo de la viga = 55,05 cm

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 30 * 55,05 = 12 471,73 \text{ kg}$$

Comparando corte

$V_r > V_u$ por lo tanto solo se colocarán estribos por armado.

$S = d/2 = 55,05/2 = 27,52\text{cm}$ se recomienda 25 cm.

Se colocarán estribos solo por armado.

Los requisitos mínimos para separación en el armado según código ACI 318-08 son los siguientes.

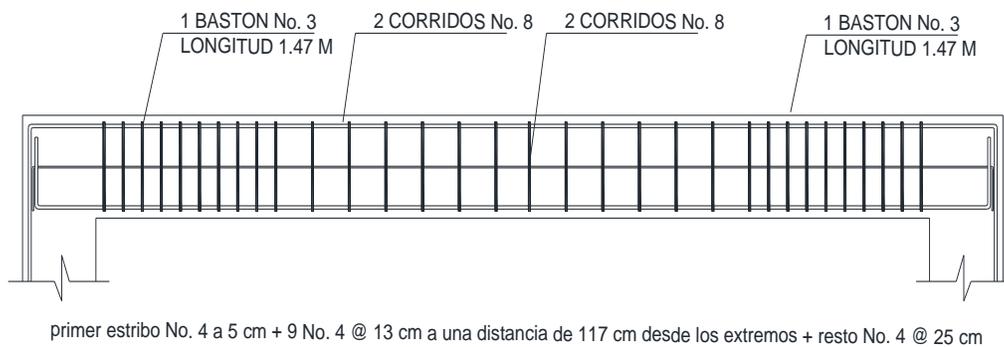
- Estribos cerrados de confinamiento a una distancia igual a $2d$ en ambos extremos = $2 \times 55,05 \text{ cm} = 110,1$
- Primer estribo a no más de 5 cm
- S en zona confinada no debe ser mayor que:
 - $d/4 = 55,05/4 = 13,76 \text{ cm}$.
 - 8 longitudinal menor diámetro = $8 \times 1,90 = 15,24 \text{ cm}$
 - 24 estribo = $24 \times 1,27 = 30,48 \text{ cm}$
 - No mayor de 30 cm.

S en zona confinada = 13 cm

El armado de estribos para las vigas de todos los ejes del primer nivel será el siguiente:

El primer estribo a 5 cm de cada extremo + 9 No. 4 @ 13 cm en zona confinada en una distancia igual a 117 cm en ambos sentidos el resto @ 25 cm en zona no confinada.

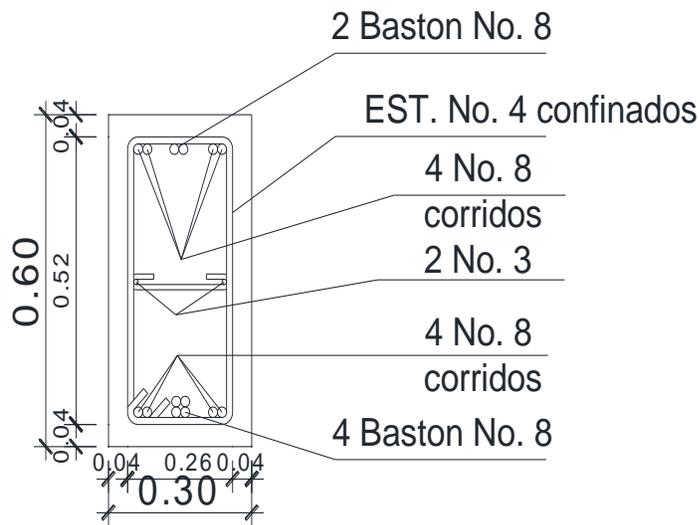
Figura 52. Elevación típica de armado de vigas en primer nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Nota: en la viga se incluirán dos hierros corridos No. 3 para cumplir con ACI 318-08 capítulo 21 el cual indica que la distancia máxima de separación entre hierros corridos no puede ser mayor de 30 cm.

Figura 53. **Sección típica de armado de vigas en primer nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.5.4. Columnas

Son elementos estructurales que están sometidas a carga axial y momentos flexionantes. El refuerzo principal es longitudinal, paralelo a la dirección de la carga axial, que es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna y está determinada por áreas tributarias. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural, y se toma para el diseño, el mayor de los dos momentos actuantes en los extremos de la columna.

Para este caso, se diseña la columna más crítica, Las cargas que actúan sobre las columnas se tomarán del área tributaria de losas y vigas sobre la

columna crítica, el método de cálculo utilizado será el de carga axial y momento flector conocido.

Datos:

Sección de columna = 30cm x 30cm.	área tributaria = 23,14 m ²
Longitud de columna bajo calculo = 4,50 m	espesor de losa = 30 cm.
Mx = 25 530 kg-m	My = 17 650 kg-m
Vx = 13 413 kg	Vy = 10 637 kg

Cálculo de CM y CV bajo la cual está sometida la columna

CM

Losa = 281,5 kg/m² X 23,14 m² = 6 513,91kg

Techo = 12,96 kg/m² X (3,46m X 7,31m) = 327,79 kg

Col. 2do nivel = (0,30x 0,30 x 3m) X 2 400 kg/m³ = 648 kg

Viga 1er nivel = (0,60x 0,30 x 10,71) X 2 400 kg/m³ = 4 626,72 kg

Acabados + piso = 200 kg/m² X 23,14m² = 4 628 kg

Viga 2do nivel = (0,60 x 0,30 x 7,31m) X 2 400 kg/m³ = 3 157,92 kg

CM = 19 902,34 kg

CV

Losa = 23,14 m² X 500 kg/m² = 11 620 kg.

Techo = 39,12 kg/m² X 25,29 m² = 989,34 kg

CV = 12 609,34

Basados en el Código ACI 318 – 08 en su capítulo 21, el porcentaje de área mínima de acero longitudinal: 0.01Ag y el porcentaje de área máxima de acero longitudinal: 0.08Ag (Ag = área gruesa) para zona sísmica; y el número

mínimo de barras longitudinales debe ser de 4 varillas en columnas rectangulares y 6 varillas en columnas circulares.

Calculo de Carga Axial: $CU = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}$

$$CU = 1,4 (19\,902,34 \text{ kg}) + 1,7 (12\,609,34 \text{ kg}) = 49\,299,15$$

Cálculo del factor de carga última.

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

$$FCU = \frac{49\,299,15}{19\,902,34 + 12\,609,34} = 1,51$$

Cálculo de la carga axial última.

$$Pu = Cu \times FCU$$

$$Pu = 49\,299,15 \times 1,51 = 74\,441,71 \text{ kg}$$

Comprobando resistencia de nuestra columnas $Po > Pu$.

$$\phi P_o = \phi * 0,80(0,85 * f'c(Ag - Ast)) + (fy * Ast)$$

$$\begin{aligned} \phi P_o &= 0,70 * 0,80(0,85 * 280\text{kg/cm}^2(900\text{cm}^2 - 18\text{cm}^2)) \\ &\quad + (2\,800\text{kg/cm}^2 * 18\text{cm}^2) \end{aligned}$$

$$\phi P_o = 161\,038,08 \text{ kg}$$

Ya que $Po \gg Pu$, concluimos que la sección propuesta para nuestras columnas resiste la carga por mucho por lo cual pudiésemos incluso reducir las dimensiones de nuestras columnas, sin embargo, ya que el código ACI 318-08 en su capítulo 21 establece que toda columna resistente a sismo no debe de

ser inferior su lado a 30 cm dejamos las columnas con las dimensiones ya calculadas.

- Clasificación de columnas por su esbeltez (E)

Se clasifican en columnas cortas si ($E < 22$), intermedias si ($22 > E > 100$) y largas si ($E > 100$). El objetivo de clasificar las columnas es ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del diseño estructural, si son intermedias se deben de magnificar los momentos actuantes, y, si son largas no se construyen.

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

$$\Psi = \left(\frac{\sum K_{col}}{\sum K_{viga}} \right)$$

Donde:

$$K_{col} = \frac{0,70 * I_c}{L_c}$$

$$K_v = \frac{0,35 * I_v}{L_v}$$

I = inercia = $(b * h^3) / 12$

L = longitud del elemento

$$K_{col} = \frac{0,70 * \frac{30 * 30^3}{12}}{4,50} = 10\ 500$$

$$K_{vx} = \frac{0,35 * \frac{30 * 60^3}{12}}{7,31} = 25\ 854,99$$

$$K_{vy} = \frac{0,35 * \frac{30 * 60^3}{12}}{6,18} = 30\,582,52$$

Analizaremos la columna crítica de la estructura, en este caso es la ubicada en el primer nivel, justo en la intersección de los ejes 5 y D.

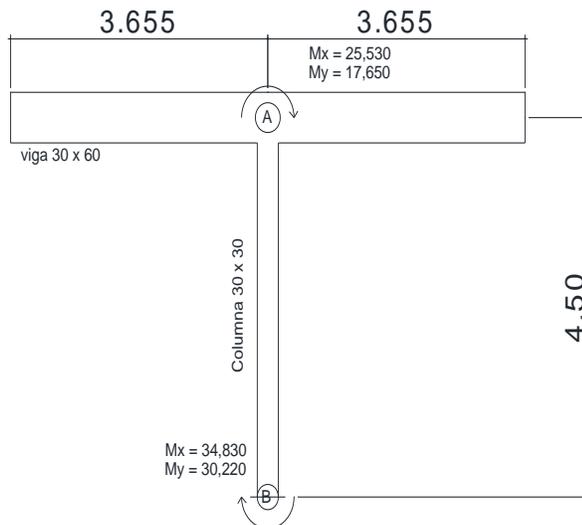
$$\Psi_{Ax} = \frac{10\,500}{25\,854,99 + 25\,854,99} = 0,20$$

$$\Psi_{Ay} = \frac{10\,500}{30\,582,52} = 0,34$$

En el extremo inferior de la columna por definición sabemos que el valor ψ es cero, ya que se encuentra empotrada en una base o zapata.

$$\Psi_{bx} = \Psi_{by} = 0$$

Figura 54. **Representación de columna y momentos actuantes**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Promedio:

$$\Psi_{x \text{ promedio}} = \frac{0,20 + 0}{2} = 0,10$$

$$\Psi_{y \text{ promedio}} = \frac{0,34 + 0}{2} = 0,17$$

Calculo del coeficiente K

$$K = \frac{20 + \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} \text{ Para } \Psi \leq 2$$

$$K = 0,9 * \sqrt{1 + \Psi_p} \text{ Para } \Psi \geq 2$$

$$K_x = \frac{20 + 0,10}{20} * \sqrt{1 + 0,10} = 1,05$$

$$K_y = \frac{20 + 0,17}{20} * \sqrt{1 + 0,17} = 1,09$$

Esbeltez de columna

$$E = \frac{k * L}{\sigma} \text{ Donde } \sigma = 0,30 * \text{lado menor para columnas rectangulares}$$

$$E = \frac{1,05 * 4,5}{0,30 * 0,30} = 52,5 \rightarrow 22 < 52,5 < 100 = \text{columna intermedia}$$

$$E = \frac{1,09 * 4,5}{0,30 * 0,30} = 54,5 \rightarrow 22 < 54,5 < 100 = \text{columna intermedia}$$

Por los valores obtenidos de E, tanto en el sentido X como en Y, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por tanto se deben magnificar los momentos actuantes.

- Magnificación de momentos

Cuando se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamientos lateral de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. En este caso, se trabajará de acuerdo al método de magnificación de momentos del código ACI 318-08 sección 10, capítulo 13, que se describe a continuación.

Carga crítica por pandeo de Euler:

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

Donde:

E = módulo de elasticidad del concreto

I = momento de inercia de la sección del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en consideración el esfuerzo

K = factor de pandeo

Lu = longitud de la columna

Para calcular la elasticidad del concreto y la inercia utilizamos (ACI 10.12.3)

$$EI = \frac{0,4 * E_c * I_g}{1 + \beta_d}$$

Donde:

E_c = módulo de elasticidad de concreto, $E_c = 15\ 100 \sqrt{f'_c}$

$I_g = b * h^3 / 12 = (30) (30^3) / 12 = 67\ 500 \text{ cm}^4$

β_d = factor de flujo plástico

Cálculo del factor de flujo plástico del concreto (β_d)

El factor de flujo plástico del concreto puede suponerse como $\beta_d = 0.353$ luego de hacer el cálculo entre carga axial muerta factorizada y la carga axial total, según la sección R10.12.3 del capítulo 10 del ACI 318-05.

Calculamos EI

$$EI = \frac{0,4 * 15\ 000 \sqrt{281} * 67\ 500}{1 + 0,353} = 5,05 \times 10^9 = 505,12 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

$$P_{\text{crx}} = \frac{\pi^2 * 505,12}{(1,19 * 4,50)^2} = 223 \text{ ton}$$

$$P_{\text{crx}} = \frac{\pi^2 * 505,12}{(1,16 * 4,50)^2} = 207,16 \text{ ton}$$

Magnificador:

$$\delta = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0,75 * P_{\text{cr}}}}$$

Donde:

C_m = factor que relaciona el diagrama real de momentos con un diagrama equivalente de momento uniforme. Capítulo 10, ACI 318-08

P_u = carga de diseño última ($P_u = 74,44 \text{ Ton}$)

$$C_m = 0,6 + 0,4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \geq 0,4$$

Donde M_1/M_2 es positivo si la columna esta flectada en curvatura simple.

$$C_m (x) = 0,6 + 0,4 \left(\frac{25\ 530}{34\ 830} \right) = 0,89$$

$$\delta_x = \frac{0,89}{1 - \frac{74,44}{0,75 * 223}} = 1,60 > 1 \rightarrow Ok$$

$$C_m (y) = 0,6 + 0,4 \left(\frac{17\ 650}{30\ 220} \right) = 0,83$$

$$\delta y = \frac{0,83}{1 - \frac{74,44}{0,75 * 207,26}} = 1,59 > 1 \rightarrow Ok$$

Cálculo de los momentos de diseño (Md)

$$Md = \delta * Mu$$

$$Mx = 25\ 530\ kg - m \qquad My = 17\ 650\ kg - m$$

$$Mdx = 1,60 * 25\ 530\ kg - m = 40\ 848\ kg - m$$

$$Mdy = 1,59 * 17\ 650\ kg - m = 28\ 063,5\ kg - m$$

- Cálculo del acero longitudinal por el método Bresler

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

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

Cálculo de límites de acero: Estos fueron calculados según el código ACI 318-08, capítulo 10, sección 9.1.

$$0,01A_g \leq A_s \leq 0,08A_g$$

$$A_{s\min} = 0,01 * (30 \times 30) = 9,00\text{cm}^2$$

$$A_{s\max} = 0,08 * (30 \times 30) = 72,00\text{cm}^2$$

Se propone un armado inicial de: $A_s = 4 \text{ No. } 6 = 4 (2,85\text{cm}^2) = 11,40 \text{ cm}^2$

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

Valor de la gráfica

$$\gamma_y = \gamma_x = \frac{H_{\text{nucleo}}}{H_{\text{columna}}} = \frac{b - 2\text{rec}}{h} = \frac{0,30 - 2 * 0,03}{0,30} = 0,80$$

Valores de la curva

$$\rho_{tu} = \frac{A_s * f_y}{0,85 * f'_c * A_g} = \frac{11,40 * 2810}{0,85 * 281 * 900} = 0,15$$

Excentricidades

$$e_x = \frac{Mdx}{Pu} = \frac{40\,848}{505\,000} = 0,08m$$

$$e_y = \frac{Mdy}{Pu} = \frac{28\,063,5}{505\,000} = 0,19m$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,18}{0,30} = 0,6$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,11}{0,30} = 0,37$$

Con los valores obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes K_x y K_y . En los diagramas de iteración, mostrados en el anexo 1, siendo estos:

$$K_x = 0,75 \qquad K_y = 1,00$$

Cálculo de P'_o

$$P'_o = 0,85 * f'_c * A_g + A_{st} * f_y$$

$$P'_o = 0,85 * 281 * 30 * 30 + 11,40 * 2810 = 710\,873,8 \text{ kg}$$

Cálculo de P'_{ox} y P'_{oy}

$$P'_{ox} = K_x * f'_c * A_g$$

$$P'_{oy} = K_y * f'_c * A_g$$

$$P'_{ox} = 0,75 * 281 * 900 = 189\,675 \text{ kg}$$

$$P'_{oy} = 1,00 * 281 * 900 = 252\,900 \text{ kg}$$

- Cálculo de resistencia de la columna a una excentricidad e (P'_u)

Fórmula de Bresler: Cálculo de la carga de resistencia de la columna (P'_u)

$$\frac{1}{P_u} = \frac{1}{P'_{ox}} + \frac{1}{P'_{oy}} - \frac{1}{P'_o}$$

$$\frac{1}{P_u} = \frac{1}{189\,675} + \frac{1}{252\,900} - \frac{1}{246\,999}$$

$$P_u = 193\,135,62 \text{ kg} > 74\,440 \text{ kg} \rightarrow \text{Si resiste.}$$

Como $P'u = 193\,135,62$ Kg. es mayor a P_u (carga axial) = 74 440 Kg, el armado propuesto si resiste las cargas aplicadas, si no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla con la condición.

- Refuerzo transversal

Se proveerá de refuerzo transversal por medio de estribos para resistir los esfuerzos de corte y armado. Por otro lado, en zonas sísmicas como en Guatemala, se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas, esto se logra por medio del confinamiento de estribos en los extremos de la misma. El resultado del confinamiento es un aumento en el esfuerzo de ruptura del concreto y además permite una deformación unitaria mayor del elemento. El procedimiento para proveer de refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Se debe chequear V_r con V_u con los siguientes criterios:

Si $V_r > V_u$ se colocan estribos a $S = d / 2$

Si $V_r < V_u$ se diseñan los estribos por corte

Se calcula el corte resistente

$$V_r = 0,85 * 0,53\sqrt{f'c} * b * d = 0,85 * 0,53\sqrt{281} * 30 * 27 = 6\,116,92 \text{ kg}$$

Corte actuante

$$V_u = 7\,730 \text{ Kg}; \text{ y } V_u = 5\,060 \text{ Kg}$$

$V_r < V_u$; Los estribos se colocaran en zona no confinada a $d/2$.

Para ambas opciones debe considerarse que la varilla utilizada en este diseño será como mínimo la No. 3. Según código ACI 318-08 En este caso $V_r < V_u$, se colocan estribos a:

$$S = \frac{d}{2} = \frac{27}{2} = 13,5 \text{ cm.}$$

Los estribos se colocaran a cada 13,5 cm con varilla núm.3.

- Refuerzo por confinamiento

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones:

$$\begin{array}{l}
 \text{Lo} \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Lu/6} \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Nivel 1} \longrightarrow 4,5 \text{ m} / 6 = 0,75 \text{ m} \\
 \text{Nivel 2} \longrightarrow 3 \text{ m} / 6 = 0,50 \text{ m}
 \end{array} \right. \\
 \text{Lado mayor de la columna} = 0,30 \text{ m} \\
 48 \text{ } \emptyset \text{ varilla transversal (No. 3)} = 48 * 0,95\text{cm} = 45,6 \text{ cm} \\
 16 \text{ } \emptyset \text{ varilla longitudinal (No. 8)} = 16 * 2,54\text{cm} = 40,64 \text{ cm}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Se tomará la longitud de 0,75 m para el confinamiento en las columnas del primer nivel y de 0,50m para las columnas del segundo nivel.

- Cálculo de la relación volumétrica

$$S_o = \frac{2 A_v}{\rho_s L_n}$$

$$\rho_s = 0,45 * \left(\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right) \left(\frac{0,85 * f'_c}{f_y} \right); \text{ pero debe cumplir con } \rho_s = 0,12 * \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

Donde:

S_0 = espaciamiento entre estribos en área confinada

A_v = área transversal de la varilla que se utiliza como estribo (varilla núm. 3
área = 0,71cm²)

A_{ch} = área del núcleo de columna.

A_g = área gruesa

ρ_s = relación volumétrica de la columna

L_n = longitud no soportada del estribo

$$\rho_s = 0,45 * \left(\left(\frac{30^2}{24^2} \right) - 1 \right) \left(\frac{0,85 * 281}{2 * 810} \right) = 0,021$$

$$\rho_s \geq 0,12 * \left(\frac{281}{2 * 810} \right) = 0,012$$

Como $0,021 \geq 0,012$, por lo que se utiliza ρ_s

Utilizando varillas núm. 3 para los estribos, el espaciamiento en la zona confinada es:

$$S_0 = \frac{2 A_v}{\rho_s L_n} = \frac{2 * 0,71}{0,021 * 25} = 2,70 \text{ cm}$$

Debido a la dificultad de fundición del concreto y de sus agregados en una separación tan pequeña entre estribos, se decide utilizar varillas No. 4, ya que es esta la que nos dará una separación mayor sin excedernos en el refuerzo.

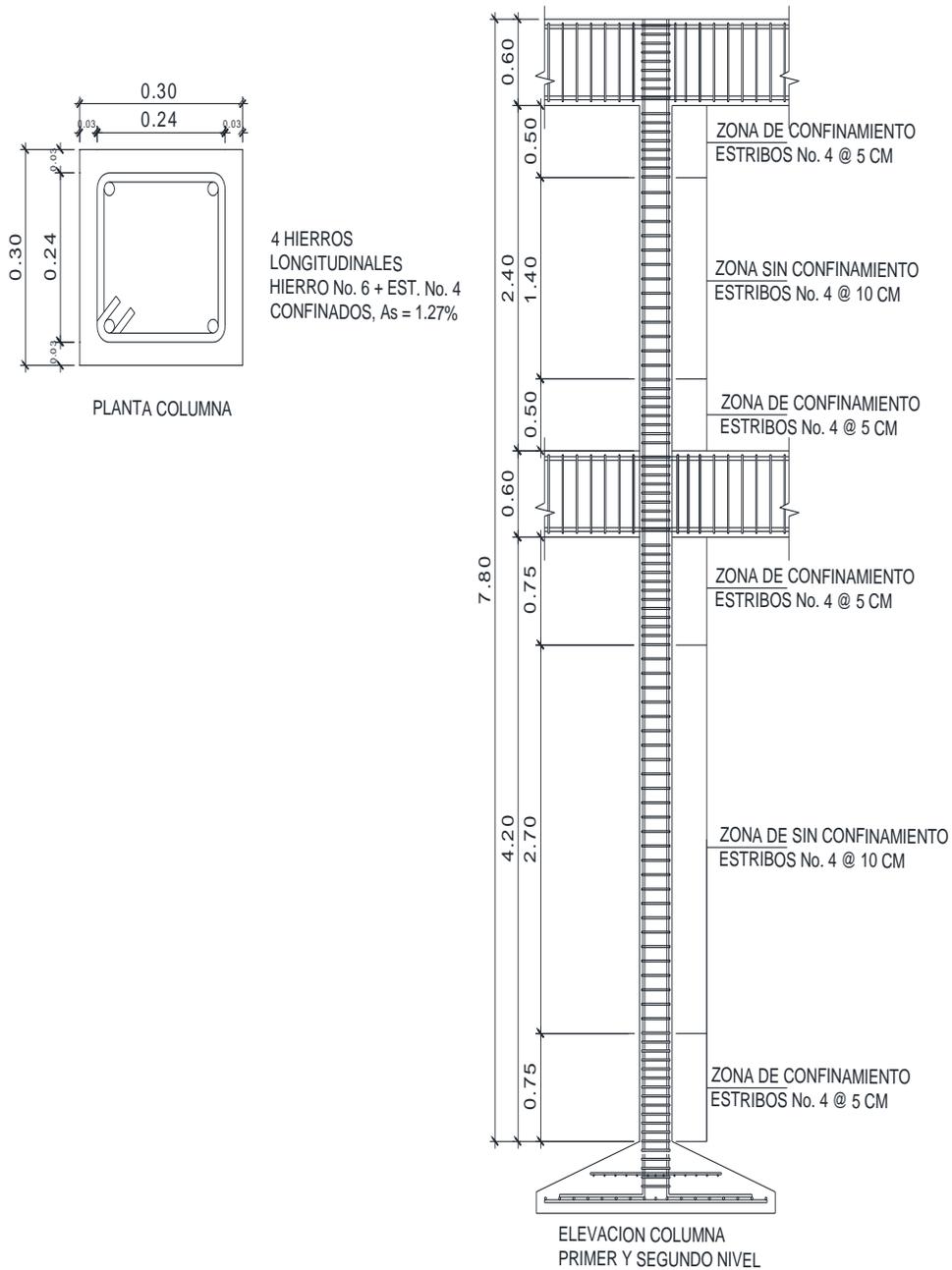
$$S_1 = \frac{2 A_v}{\rho_s L_n} = \frac{2 * 1,27}{0,0326 * 25} = 4,83 \approx 5 \text{ cm}$$

El armado de las columnas en primer y segundo nivel será el siguiente:

Primer nivel: 1 núm. 4 a 0,05 m desde los extremos + en la longitud de confinamiento de 0,75 m 12 núm. 4 @ 0,05 m desde la cara de la columna ambos extremos + resto núm. 4 @ 0,10 m por comodidad de armado.

Segundo nivel: 1 núm. 4 a 0,05 m desde los extremos + en la longitud de confinamiento de 0,50 m núm. 4 @ 0,05 m desde la cara de la columna ambos extremos + resto núm. 4 @ 0,10 m por comodidad de armado.

Figura 55. Detalles finales de columna



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.5.5. Elementos de mampostería

La función estructural está ligada a la capacidad del muro para soportar o no carga, diferente a la de su propio peso, por lo cual se definirán los siguientes tipos de mampostería según el código de diseño UBC 94:

- Muros de relleno

Son aquellos cuya función principal es la de conformar muros que sirvan para dividir espacios, sin tener una función expresa o tácita de soportar techos o niveles superiores. Este tipo de mampostería conforma las particiones o fachadas en edificios con sistemas portantes en pórticos de concreto, acero o, incluso, madera.

- Muros de carga

La mampostería para muros de carga impone, adicionalmente a las características enunciadas anteriormente, de acuerdo al tipo de exposición, la necesidad de una resistencia superior en los elementos, suficiente para soportar las cargas que debe soportar, o que tengan una resistencia tal que se diseñe la estructura para ello. Esto en cuanto a las unidades, pero como conjunto, aparece la participación del refuerzo, lo que le ha dado la dimensión que posee la mampostería en la actualidad, dentro de los sistemas estructurales.

Habiendo definido ambos conceptos de mampostería en el caso específico de nuestro proyecto se utilizarán muros de relleno con block con un $f'm = 35 \text{ Kg/cm}^2$ para tabicar nuestros módulos y la fachada de edificio, debido a que contamos con un sistema pórticos de concreto armado, por lo tanto, los muros de mampostería incluidos en la estructura del mercado y salón

solamente formarán parte de los diferentes pesos incluidos en la integración de cargas, sin embargo se diseñaran los muros de manera que se verifique su resistencia estructural ante posibles eventualidades.

- Diseño de muros

Los muros aislados sin apoyo transversal y sin carga deben diseñarse con elementos de refuerzo vertical y horizontal, capaces de resistir las fuerzas de corte y momento producidas por sismos en dirección perpendicular al plano del muro; con cimentación calculada para el momento flexionante que pueda causar el sismo y considerando adecuadamente la profundidad de cimentación para proporcionar un empotramiento conveniente en el terreno.

Se diseñará según las normas del Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA), las cuales recomiendan las siguientes tablas para los refuerzos mínimos en columnas y la separación máxima de columnas en muros sin apoyo transversal y sin carga.

Tabla XXVI. **Refuerzo mínimo para muros de mampostería** ⁽¹⁾

	Tipo A ⁽²⁾	Tipo B ⁽³⁾	Tipo C
Fy < 4 227 kg/cm ² (60 000 lb/in ²)	4 No 3 (2,84 cm ²)	2 No 3 (1,42 cm ²)	1 No 3 (0,71 cm ²)

⁽¹⁾ Requiere que los espacios interbloque estén adecuadamente alineados verticalmente, libres de rebabas de mortero y limpios antes de colocar el concreto. Para limpiar los espacios, se hará una abertura de salida al pie de la pared. Se demandará una apropiada y minuciosa supervisión por parte del constructor.

⁽²⁾ Deberá colocarse distribuido con estribos con gancho a 180° No 2 de alta resistencia a cada 20 cm.

⁽³⁾ Llevará eslabones No 2 de alta resistencia con gancho a 180° a cada 20 cm.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Separación máxima de refuerzos interbloque para paredes de mampostería ⁽⁴⁾**

Material de muros	Ancho (cm)	A/A (m)	A/C, B/C (m)	C/C (m)
Ladrillo tubular y bloques huecos de arcilla cocida	23 14 11	5,00 4,00 3,00	1,00 ^(*) 0,80 0,75	1,00 ^(*) 0,80 0,75
Bloques huecos de concreto	15 ⁽⁵⁾	4,00	0,80	0,80

^(*) En este el refuerzo tipo C es pin doble. (2 Ø 3/8" de alta resistencia)

⁽⁴⁾ Las combinaciones de refuerzo vertical a usarse, deberá ser comprobadas para que llenen el requerimiento mínimo prescrito en la tabla XVII.

⁽⁵⁾ Ancho Nominal

Fuente: elaboración propia.

Para el diseño se analizará como muro típico el más crítico en altura y longitud, afectados por la flexión y corte.

- Diseño del refuerzo vertical

Para el cálculo del área de acero del refuerzo vertical se utilizará la fórmula:

$$As = 0,0013 t * h$$

Donde:

As = Área de acero (cm²/m)

t = Ancho del muro

h = Altura del muro (para el cálculo se tomará como altura unitaria)

Tomando un muro de block pómez de 15 cm de ancho para muros de 3,20 m de alto, se tiene:

$$As = 0,0013 * 15\text{cm} * 100\text{cm} = 1,95 \text{ cm}^2$$

Se necesita un área de acero de 1,95 cm² por cada metro de altura, por lo que se propone utilizar 3 soleras con 4 hierros No. 3 (As = 2,85 cm²), con estribos a cada 15 cm.

- Diseño del refuerzo horizontal

Para el cálculo del área de acero del refuerzo horizontal se utilizará la fórmula:

$$As = 0,0007 t * L$$

Donde:

As = área de acero (cm²/m)

t = ancho del muro

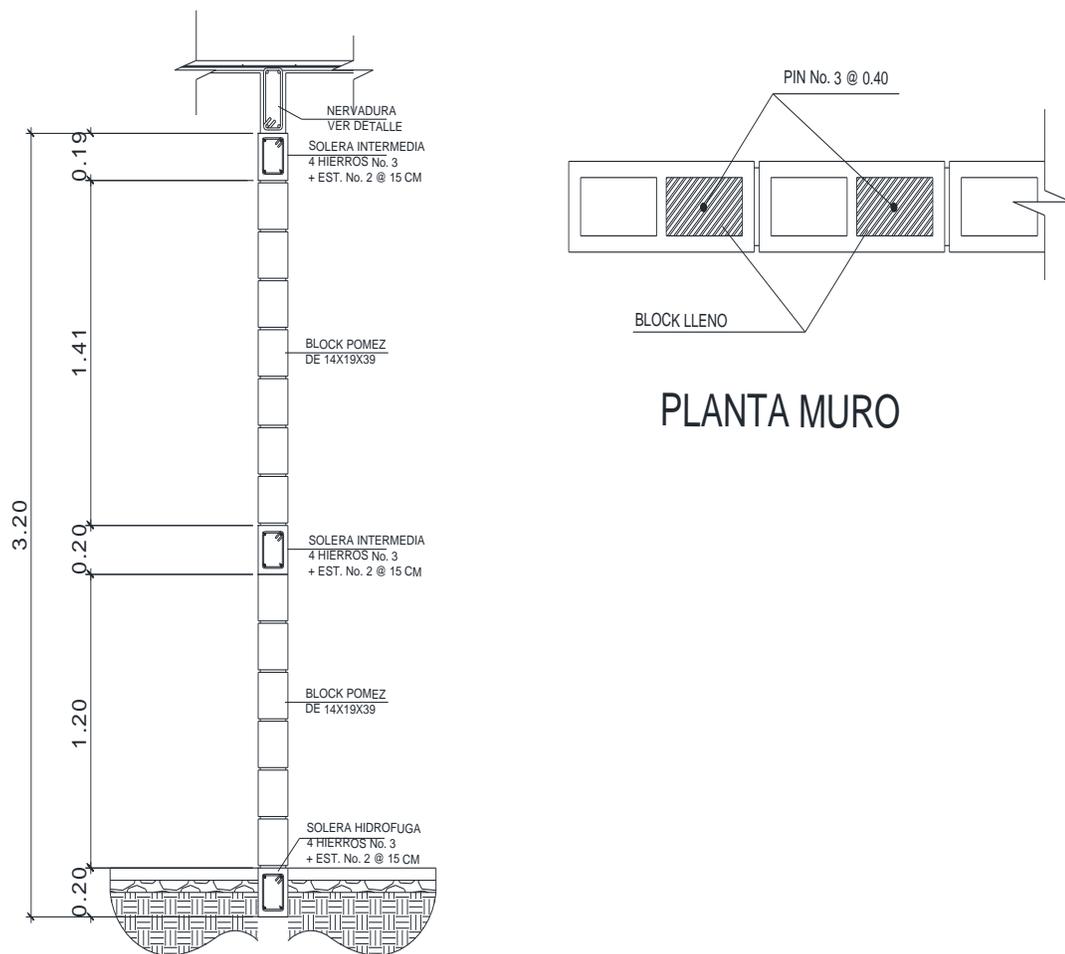
L = longitud del muro (para el cálculo se tomará como longitud unitaria)

Tomando un muro de block pómez de 15 cm de ancho y la longitud del muro crítica de 5,88 m, se tiene:

$$As = 0,0007 15 * 100 = 1,05 \text{ cm}^2$$

Se necesita un área de acero de 1,05 cm² por cada metro longitudinal, por lo que en cada muro se colocara 1 pin No. 3 @ 0.40 cm, se diseñará de manera que cumpla con esta cantidad de acero y con la separación y refuerzo de columnas recomendada por las normas FHA para Guatemala, el diseño final de muros se puede ver en la figura siguiente.

Figura 56. Detalles finales de muro



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.5.6. Cimientos

Los cimientos son elementos estructurales destinados a recibir las cargas propias y las aplicaciones exteriores a la misma; estos a su vez transmiten la acción de las cargas sobre el suelo. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de estructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma. Para el presente proyecto se utilizará 1 zapata típica y el cimiento corrido bajo los muros de mampostería.

- Zapata típica

Datos:

$$\begin{array}{ll} M_x = 18,71 \text{ ton-m} & M_y = 15,77 \text{ ton-m} \\ P_u = 75,41 \text{ ton} & V_s = 30,39 \text{ ton/m}^2 \\ P_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ ton/m}^3 & P_{\text{suelo}} = 1,93 \text{ ton/m}^3 \\ F_y = 2\ 810 \text{ kg/cm}^2 & f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Desplante } D_f = 1,50 \text{ m} & F_{cu} = 1,50 \end{array}$$

- Cálculo de las cargas de trabajo

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{75,41 \text{ Ton}}{1,5} = 50,27 \text{ Ton}$$

$$M_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{18,71 \text{ Ton} - \text{m}}{1,50} = 12,47 \text{ Ton}$$

$$M_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{15,77 \text{ Ton} - \text{m}}{1,50} = 10,51 \text{ Ton}$$

- Predimensionamiento del área de la zapata

$$Az = \frac{1.5 P't}{Vs} = \frac{1,5 * 50,27}{30,39} = 2,48 m^2$$

Con los cálculos realizados con las dimensiones según la expresión anterior no se cumplía con los requisitos de q_{max} y q_{min} por lo tanto se aumentan las dimensiones para que cumpla con los parámetros de q (revisión de presión sobre el suelo).

$$Az = 2,20 * 2,20 = 4,84 m^2$$

- Revisión de presión sobre el suelo

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{Mtx}{Sx} \pm \frac{Mty}{Sy}$$

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

$$Sx = Sy = \frac{2,20 * 2,20^2}{6} = 1,77 m^2$$

$$P = P't + P_{columna} + P_{suelo} + P_{cimiento}$$

$$P = P't + (b * h * l * P_{concreto}) + (Az * Df * P_{suelo}) + (Az * t * P_{concreto})$$

$$P = 50,27 + (0,30 * 0,30 * 7,5 * 2,4) + (2,20 * 2,20 * 1,5 * 1,93) + (2,20 * 2,20 * 0,50 * 2,4)$$

$$P = 70,55 \text{ Ton}$$

$$q = \frac{70,55}{4,84} \pm \frac{12,47}{1,77} \pm \frac{10,51}{1,77}$$

$$q_{\max} = 27,55 \quad q_{\min} = 1,59$$

Ya que $q_{\max} < V_s$ y $q_{\min} > 0$, las dimensiones propuestas cumplen con los requisitos de soporte de presión sobre el suelo.

- Presión última

$$q_u = q_{\max} * F_{cu} = 27,55 * 1,50 = 41,33 \text{ Ton/m}^2$$

Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec.} - \varnothing \text{ var No. 6/2}$$

$$t_{\text{asumido}} = 0,50 \text{ m}$$

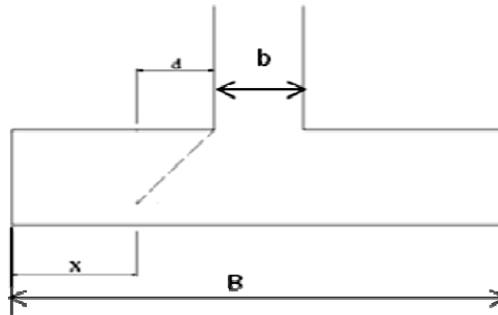
$$d = 50\text{cm} - 7,5\text{cm} - 1,90\text{cm}/2$$

$$d = 41,55 \text{ cm}$$

- Chequeo por corte simple

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

Figura 57. Corte simple en zapata



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$x = \frac{B}{2} - \frac{b}{2} - d = \frac{2,20}{2} - \frac{0,30}{2} - 0,4155 = 0,544 \text{ m}$$

$$V_{act} = \text{Área} * q_u = 2,20 * 0,544 * 41,33 = 49,46 \text{ Ton}$$

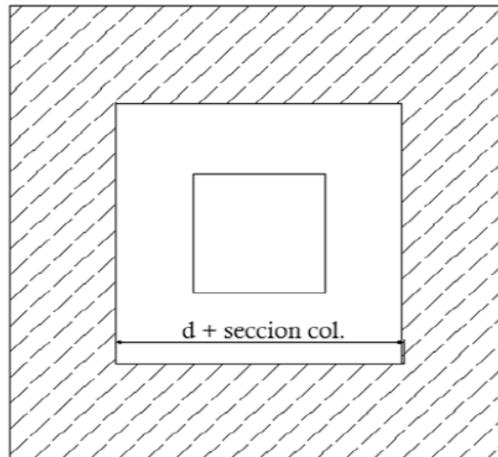
$$V_r = \phi * 0,53\sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53\sqrt{281} * 220 * 41,55 = 69\ 030,60 \text{ kg} \\ = 69,03 \text{ Ton}$$

49,46 Ton < 69,03 Ton, Sí cumple; el peralte propuesto resiste al corte simple

- Revisión de corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna. Ver figura 47.

Figura 58. Corte punzonante en zapata.



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

La revisión que se realiza es:

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

$$b_o = 4 \cdot (41,55 \text{ cm} + 50 \text{ cm}) = 4 \cdot 90,6 = 366,20 \text{ cm}$$

$$V_{act} = (A - (d + \text{sección de columna})^2) \cdot q_u$$

$$V_{act} = ((2,20 \cdot 2,20) - (0,4155 + 0,50)^2) \cdot 41,33 = 165,39 \text{ Ton}$$

$$V_r = \phi \cdot 1,06 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d = 0,85 \cdot 1,06 \cdot \sqrt{281} \cdot 366,3 \cdot 41,33 = 228\,654,77 \text{ KG}$$
$$= 228,65 \text{ Ton}$$

Ya que $V_{act} < V_r$, sí cumple el peralte propuesto al corte punzonante.

- Diseño del refuerzo

El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos.

Momento último: Se define tomando la losa en voladizo con la fórmula:

$$M_u = \frac{q_u * L^2}{2} = \frac{41,33 * \left(\frac{2,20}{2} - \frac{0,30}{2}\right)^2}{2} = 18,65 \text{ Ton} - \text{m}$$

Donde:

L es la distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata.

Área de acero: el área de acero se define por la ecuación:

$$A_s = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{f_y}$$

$$A_s = \left[(220 * 40,6) - \sqrt{(220 * 40,6)^2 - \frac{18,650 * 220}{0,003825 * 281}} \right] * \frac{0,85 * 281}{2,810}$$

$$A_s = 19,12 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{2810} * 220 * 40,6 = 44,82 \text{ cm}^2$$

Ya que $A_s < A_{s_{min}}$, se usara como área de acero el $A_{s_{min}}$.

Por contar con un espesor de zapata relativamente grande es recomendable distribuir el acero en dos camas (superior e inferior).

Espaciamiento entre varillas.

Usando varilla núm. 6 (área = 2,85 cm²)

Por regla de tres, tenemos:

46,91 cm² -----225cm

2,85 cm² ----- S

Resolviendo

$$S = \frac{2,85 * 220}{46,91} = 13,36 \text{ cm} \approx 13 \text{ cm}.$$

En cama superior, se colocara acero únicamente por temperatura.

$$A_{st} = 0,002 * b * t$$

$$A_{st} = 0,002 * 220 * 50 = 22 \text{ cm}^2$$

Usando varilla núm. 4 (1,27 cm²)

Por regla de tres, tenemos.

22 cm² -----220 cm

1,27 cm² ----- S

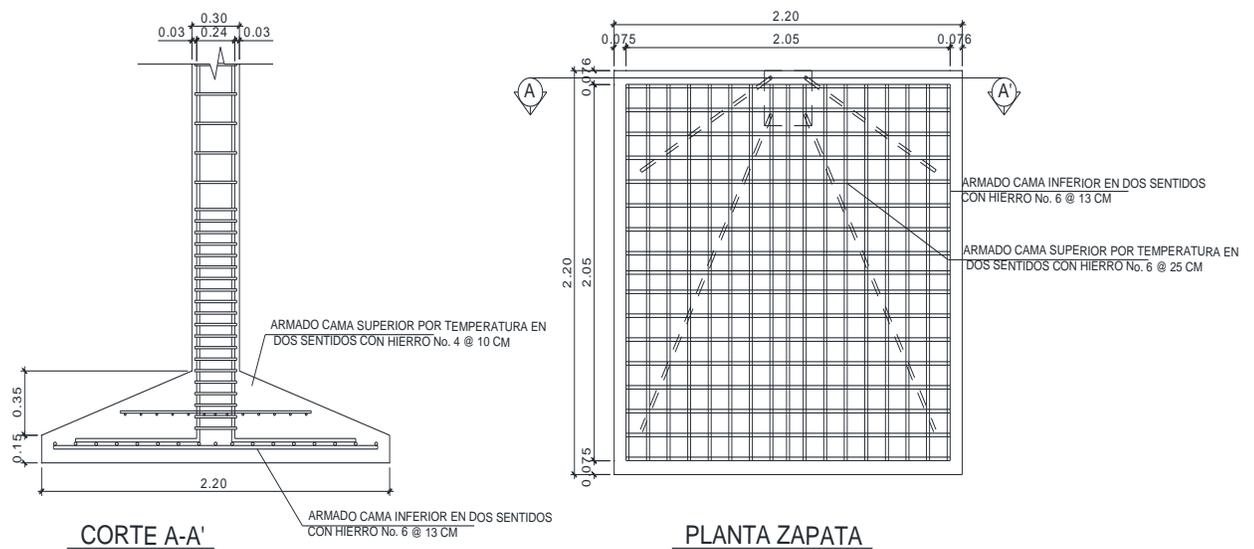
Resolviendo

$$S = \frac{1,27 * 220}{22} = 12,7 \text{ cm} \approx 12 \text{ cm}$$

De manera que el armado de zapata será el siguiente:

En la cama inferior se utilizara 17 varilla No. 6 en ambos sentidos @ 13 cm, mientras que en la cama superior se utilizara 7 varilla No. 4 por facilidad de armado @ 10 cm en ambos sentidos, por economizar tanto concreto como hierro el diseño de la zapata será una zapata ahusada la cual se diseña según lo recomendado en el libro de Jack C. McCormac capítulo 11.6, siendo el diseño el mostrado en los apéndices en plano de columnas y cimentaciones.

Figura 59. **Detalles finales de zapata**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.6. Instalaciones

Los detalles se definen en los subtítulos siguientes:

2.1.6.1. Agua potable

El proyecto se proveerá de agua potable en cantidad y presión suficiente para satisfacer las necesidades y servicio de los usuarios de acuerdo a los siguientes requisitos mínimos:

- El servicio de agua potable será continuo durante las 24 horas del día.
- La dotación mínima aceptable es de 200 litros/persona/día.
- Son aceptables redes de distribución diseñados por circuitos cerrados.
- En puntos estratégicos de fácil acceso, deben instalarse válvulas de control, que permitan aislar tramos de tubería para operaciones de mantenimiento; sin que para esto sea necesario cortar el servicio de agua a todo el edificio.
- El tipo de tubería a utilizar será de cloruro polivinilo PVC de 3/4" de diámetro para ramales principales y PVC de 1/2" de diámetro para las conexiones a los artefactos sanitarios.
- Las tuberías deben colocarse lo más apartado posible de las de drenaje y nunca a nivel inferior que estas.
- En los puntos de cruce entre tubería de agua y drenaje, las primeras deben quedar por lo menos 20 cm., por encima protegidas con mortero o concreto en una longitud de 1 m., a cada lado del cruce.
- Cuando la presión y el servicio de agua no sean suficientes, se instalaran sistemas que proporcionen un abastecimiento adecuado; siendo estos tanques o cisternas con equipos hidroneumáticos.

2.1.6.2. Drenajes

La función del sistema de drenaje en el edificio consistirá en eliminar con seguridad y rapidez los desechos sólidos y las aguas pluviales de acuerdo a los siguientes requisitos mínimos:

- Deberá dotarse de un sistema separado de drenajes, que garantice la correcta evacuación y disposición de las aguas negras y pluviales.
- El objetivo del drenaje sanitario es la evacuación de las aguas residuales provenientes de sanitarios, y otros, debiendo diseñarse de acuerdo a los requisitos siguientes:

Tabla XXVIII. **Diámetros mínimos de tubería por accesorio sanitario**

ARTEFACTO	DIÁMETRO MÍNIMO
Inodoro	4"
Lavamanos	1 ½"
Urinal	1 ½"
Pila	2"
Reposadera de piso	1 ½"

Fuente: elaboración propia.

- Las tuberías enterradas deben tener una pendiente mínima de 2 % y una máxima de 6 %.
- El objetivo del drenaje pluvial es la evacuación de las aguas provenientes de la escorrentía producida por la precipitación pluvial, debiendo diseñarse el sistema de acuerdo a los requisitos siguientes:

- Las bajadas deben ubicarse si es posible en paredes que den al exterior de la edificación, protegidas con mortero, concreto u otro material.
- El área máxima para drenar con un bajante, según su diámetro es el siguiente:

Tabla XXIX. **Área máxima a drenar con tubería para drenaje pluvial**

DIÁMETRO	ÁREA MÁXIMA(M²)
2	30
2 ½	60
3	100
4	210
6	625

Fuente: elaboración propia.

- Los diámetros requeridos para tuberías horizontales son aceptables de 4” en áreas interiores y 6” para áreas exteriores.

2.1.6.3. Electricidad

Todo el edificio se dotará de instalaciones eléctricas que cubran las necesidades en cuanto a iluminación artificial y otros usos de la corriente. Las instalaciones deberán llevarse a cabo en base al Reglamento de la Empresa Eléctrica de Guatemala.

- Localización de salidas para iluminación

En las áreas interiores se ubicarán en cualquier lugar considerado, con el fin de producir el efecto de iluminación que se desee.

- Localización de interruptores

Serán colocados dentro del ambiente útil, del lado opuesto al que se abran las puertas y lo más cercano posible a ellas, a una altura recomendable de 1,20m. Los interruptores de luces exteriores se ubicarán en puntos funcionales dentro del edificio.

- Circuitos

Para las salidas de iluminación y tomacorrientes de uso general, excluyendo los correspondientes a estufas, calentadores, etc., deberá proveerse un circuito de 15 o 20 amperios por cada 15 unidades como máximo, debiendo estar distribuido el total de salidas en forma equitativa entre los circuitos que se instalen.

El calibre de los conductores está de acuerdo al cálculo respectivo, pero en ningún caso será menor que el núm. 12 AWG, aceptándose el núm. 14 únicamente para regreso de interruptores.

- Localización de tomacorrientes

En la siguiente tabla se especifica el número mínimo aceptable de tomacorrientes y las alturas recomendables de colocación

Tabla XXX. **Colocación de tomacorrientes**

AMBIENTES	No. MÍNIMO UNIDADES	H. RECOMENDABLE
Vestibulos en edificio	1 por cada 12 m ²	0.30 m
Cocina	1 para mesa de trabajo	1.20 m
Bar y cafetería	1 para refrigerador	1.20 m
Vestidores	1 por cada 6 m de perímetro	0.30 m
Escenario	1 por cada 12 m ²	030 m

Obligatorio deben ser unidades dobles

Fuente: elaboración propia.

- Cajas de distribución

Se colocarán en área común de mercado y en taquilla a una altura máxima de 1,75 m, sobre el nivel de piso. También se colocarán con el número necesario de flipones de acuerdo a los circuitos de uso inmediato los cuales pueden verse en los planos de iluminación y fuerza en los apéndices del presente trabajo y tendrán capacidad para la instalación de por lo menos 2 más en el futuro.

- Ductos

El tipo de material a utilizar será de cloruro de polivinilo (pvc) de diámetro de ¾" y 1" según el número y calibre de los alambres que se conduzcan. Todas las uniones deberán ser impermeables y los ductos que se coloquen en las losas de concreto se instalarán sobre la cama de refuerzo, amarrados adecuadamente para evitar desplazamientos en el momento de la fundición.

2.1.7. Planos constructivos

Para este proyecto se elaboró un juego de planos divididos en tres fases: Arquitectura, Estructuras e Instalaciones.

Los siguientes planos son:

- Plano topográfico
- Planta de conjunto
- Planta arquitectónica y criterios
- Planta acotada
- Secciones y elevaciones
- Planta de acabados puertas y ventanas
- Planta de cimentación y columnas
- Planta de losas y vigas
- Detalle de techos y vigas
- Plano de cortes de muros.
- Planta de instalación hidráulica
- Planta de drenajes
- Planta de iluminación
- Planta de fuerza

2.1.8. Presupuesto

Los rubros considerados en el presupuesto se detallan en los siguientes subtítulos.

2.1.8.1. Materiales

Los precios de los materiales para la elaboración del presupuesto se obtuvieron, mediante cotizaciones en centros de distribución de la región.

2.1.8.2. Mano de obra

Los salarios de mano de obra se asignaron de acuerdo a los que la municipalidad maneja en proyectos ejecutados en la actualidad y por cotización.

2.1.8.3. Costo total del proyecto

El presupuesto se realizó a base de precios unitarios. A este se le aplicó un factor de indirectos del 37 %. El costo total del proyecto será de Dos millones seiscientos cuatro mil doscientos veinte y dos con 65/100. (Q. 2 604 222,65). Ver tabla XXXI:

Tabla XXXI. Presupuesto de mercado y salón de usos múltiples

PRESUPUESTO DE MERCADO Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES.						
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
EPS INGENIERÍA CIVIL						
EPESISTA: JOSIAS ESTUARDO OROZCO TUL						
MUNICIPALIDAD DE ESQUIPULAS PALO GORDO						
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVLES PARA MERCADO Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES, ALDEA TÁNIL.						
Factores utilizados:	Prestaciones =	1.3332	Ayudante P/2 alb=	1.2 3	Desperdicio=	1.0 5
	Impuestos IVA+ISR=	1.17	Hinchamiento =	1.0 5	Indirectos =	0.3 7
Nota: No todos los factores se utilizan en todo el cálculo sino solo cuando son necesarios.						

Continuación de la tabla XXXI.

CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO.								
No.	DESCRIPCIÓN	UNID AD	CANTID AD	C. MATERIALES	C. MANO DE OBRA	C.U.	SUB TOTAL	TOTAL (Q)
1	TRABAJOS PRELIMINARES							
1.1	TOPOGRAFÍA	global	1		Q 2,000.00	Q 2,000.00	Q 2,000.00	
1.2	LIMPIEZA Y CHAPEO	M2	715.96		Q 4.50	Q 4.50	Q 3,221.82	
1.3	NIVELACION DEL TERRENO							
1.3.1	ALQUILER DE RETROEXCAVADORA + OP	Horas	15		Q 600.00	Q 600.00	Q 9,000.00	
1.3.2	GASTO DE GASOLINA	Horas	15	Q 54.00		Q 54.00	Q 810.00	
1.4	TRAZO Y ESTAQUEADO							
1.4.1	PARAL DE 8' X 1" X 2"	unidad	16	Q 15.00		Q 15.00	Q 240.00	
1.4.2	CLAVOS DE 2 1/2	LB	5	Q 6.00		Q 6.00	Q 30.00	
1.4.3	HILO	ROLLO	3	Q 5.00		Q 5.00	Q 15.00	
1.4.4	CAL PARA TRAZAR	SACO	1	Q 40.00		Q 40.00	Q 40.00	
1.4.5	ARMADO, COLOCACION Y TRAZADO	ML	195		6	Q 6.00	Q 1,170.00	
1.5	BODEGA PROVISIONAL	global	1	Q 4,000.00		Q 4,000.00	Q 4,000.00	
1.6	RÓTULO DE IDENTIFICACIÓN	unidad	1	Q 2,000.00		Q 2,000.00	Q 2,000.00	Q 22,526.82
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
2.1	ZANJEADO	M3	180		Q 40.00	Q 40.00	Q 7,200.00	
2.2	RELLENO	M3	96		Q 25.00	Q 25.00	Q 2,400.00	Q 9,600.00
3	CIMENTACION							
3.1	ZAPATA TIPO Z-1 (2.25 m x 2.25 m x VAR)							
3.1.1	CEMENTO PARA 20 ZAPATAS	Sacos	104.6	Q 80.00		Q 80.00	Q 8,368.00	
3.1.2	AGREGADO GRUESO PARA 20 ZAPATAS	M3	15.3	Q 250.00		Q 250.00	Q 3,825.00	
3.1.3	AGREGADO FINO PARA 20 ZAPATAS	M3	10.63	Q 150.00		Q 150.00	Q 1,594.50	
3.1.4	AGUA	M3	2.15	Q 25.00		Q 25.00	Q 53.75	
3.1.5	HIERRO No. 6 PARA 20 ZAPATAS	quinta l	77.44	Q 325.00		Q 325.00	Q 25,168.00	
3.1.6	ALAMBRE DE AMARRE PARA 20	Lb	50	Q 6.00		Q 6.00	Q 300.00	
3.1.7	FORMALETA TABLA DE 8'	UNID AD	40	Q 25.00		Q 25.00	Q 1,000.00	
3.1.8	ARMADO Y FUNDIDO	UNID AD	20		Q 600.00	Q 600.00	Q 12,000.00	
3.2	VIGA CONECTORA (.20 m x .30 m)							
3.2.1	CEMENTO	Sacos	1.5	Q 80.00		Q 80.00	Q 120.00	
3.2.2	AGREGADO GRUESO	M3	0.25	Q 250.00		Q 250.00	Q 62.50	

Continuación de la tabla XXXI.

3.2.3	AGREGADO FINO	M3	0.15	Q 150.00		Q 150.00	Q 22.50	
3.2.4	AGUA	M3	0.03	Q 25.00		Q 25.00	Q 0.75	
3.2.5	HIERRO No. 4	quinta l	0.9	Q 240.00		Q 240.00	Q 216.00	
3.2.6	HIERRO No. 2	quinta l	0.3	Q 200.00		Q 200.00	Q 60.00	
3.2.7	ALAMBRE DE AMARRE	Lb	3	Q 6.00		Q 6.00	Q 18.00	
3.2.8	FORMALETA TABLA DE 8'	UNIDA D	4	Q 25.00		Q 25.00	Q 100.00	
3.2.9	ARMADO Y FUNDIDO	UNIDA D	1		Q 195.00	Q 195.00	Q 195.00	
3.3	CIMIENTO CORRIDO TIPO 1 (.60 X .25)							
3.3.1	CEMENTO	Sacos	97	Q 80.00		Q 80.00	Q 7,760.00	
3.3.2	AGREGADO GRUESO	M3	14.5	Q 250.00		Q 250.00	Q 3,625.00	
3.3.3	AGREGADO FINO	M3	10.1	Q 150.00		Q 150.00	Q 1,515.00	
3.3.4	AGUA	M3	2.1	Q 25.00		Q 25.00	Q 52.50	
3.3.5	HIERRO No. 4	quinta l	20.5	Q 240.00		Q 240.00	Q 4,920.00	
3.3.6	HIERRO No. 2	quinta l	3.2	Q 200.00		Q 200.00	Q 640.00	
3.3.7	ALAMBRE DE AMARRE	Lb	15	Q 6.00		Q 6.00	Q 90.00	
3.3.8	FORMALETA TABLA DE 8'	UNIDA D	86	Q 25.00		Q 25.00	Q 2,150.00	
3.3.9	ARMADO Y FUNDIDO	ML	195			Q 39	Q 39.00	Q 7,605.00
3.4	CIMIENTO CORRIDO TIPO 2 (.40 X .20)							
3.4.1	CEMENTO	Sacos	11	Q 80.00		Q 80.00	Q 880.00	
3.4.2	AGREGADO GRUESO	M3	1.75	Q 250.00		Q 250.00	Q 437.50	
3.4.3	AGREGADO FINO	M3	1.25	Q 150.00		Q 150.00	Q 187.50	
3.4.4	AGUA	M3	0.25	Q 25.00		Q 25.00	Q 6.25	
3.4.5	HIERRO No. 4	quinta l	3.25	Q 240.00		Q 240.00	Q 780.00	
3.4.6	HIERRO No. 2	quinta l	2.85	Q 200.00		Q 200.00	Q 570.00	
3.4.7	ALAMBRE DE AMARRE	Lb	5	Q 6.00		Q 6.00	Q 30.00	
3.4.8	FORMALETA TABLA DE 8'	UNIDA D	18	Q 25.00		Q 25.00	Q 450.00	
3.4.9	ARMADO Y FUNDIDO	ML	41			Q 35	Q 35.00	Q 1,435.00
4	COLUMNAS, SOLERAS Y MUROS.							
4.1	COLUMNA TIPO C-A (.30m x .30 m)							
4.1.1	CEMENTO PARA 132 ML	Sacos	40	Q 80.00		Q 80.00	Q 3,200.00	
4.1.2	AGREGADO GRUESO PARA 132 ML	M3	6	Q 250.00		Q 250.00	Q 1,500.00	

Continuación de la tabla XXXI.

4.1.2	AGREGADO GRUESO PARA 132 ML	M3	6	Q 250.00		Q 250.00	Q 1,500.00
4.1.3	AGREGADO FINO PARA 132 ML	M3	4	Q 150.00		Q 150.00	Q 600.00
4.1.4	AGUA PARA 132 ML	M3	1	Q 25.00		Q 25.00	Q 25.00
4.1.5	HIERRO No. 6 PARA 132 ML	quintal	32.5	Q 325.00		Q 325.00	Q 10,562.50
4.1.6	HIERRO No. 4 PARA 132 ML	quintal	42	Q 240.00		Q 240.00	Q 10,080.00
4.1.7	ALAMBRE DE AMARRE PARA 132 ML	Lb	107	Q 6.00		Q 6.00	Q 642.00
4.1.8	FORMALETA TABLA DE 8' PARA 132 ML	UNIDA D	40	Q 25.00		Q 25.00	Q 1,000.00
4.1.9	ARMADO Y FUNDIDO	ML	132		Q 150.00	Q 150.00	Q 19,800.00
4.2	COLUMNA TIPO C-B (.15m x .15m)						
4.2.1	CEMENTO PARA 720 ML	Sacos	55	Q 80.00		Q 80.00	Q 4,400.00
4.2.2	AGREGADO GRUESO PARA 720 ML	M3	8	Q 250.00		Q 250.00	Q 2,000.00
4.2.3	AGREGADO FINO PARA 720 ML	M3	5.6	Q 150.00		Q 150.00	Q 840.00
4.2.4	AGUA PARA 720 ML	M3	1.25	Q 25.00		Q 25.00	Q 31.25
4.2.5	HIERRO No. 3 PARA 720 ML	quintal	41	Q 210.00		Q 210.00	Q 8,610.00
4.2.6	HIERRO No. 2 PARA 720 ML	quintal	17.5	Q 200.00		Q 200.00	Q 3,500.00
4.2.7	ALAMBRE DE AMARRE PARA 720 ML	Lb	438.8 4	Q 6.00		Q 6.00	Q 2,633.04
4.2.8	FORMALETA TABLA DE 8' PARA 132 ML	UNIDA D	110	Q 25.00		Q 25.00	Q 2,750.00
4.2.9	ARMADO Y FUNDIDO	ML	720.1 5		Q 75.00	Q 75.00	Q 54,011.25
4.3	COLUMNA TIPO C-C (.10m x .15m)						
4.3.1	CEMENTO PARA 720 ML	Sacos	0.5	Q 80.00		Q 80.00	Q 40.00
4.3.2	AGREGADO GRUESO PARA 720 ML	M3	0.05	Q 250.00		Q 250.00	Q 12.50
4.3.3	AGREGADO FINO PARA 720 ML	M3	0.03	Q 150.00		Q 150.00	Q 4.50
4.3.4	AGUA PARA 720 ML	M3	0.006	Q 25.00		Q 25.00	Q 0.15
4.3.5	HIERRO No. 3 PARA 720 ML	quintal	0.17	Q 210.00		Q 210.00	Q 35.70
4.3.6	HIERRO No. 2 PARA 720 ML	quintal	0.05	Q 200.00		Q 200.00	Q 10.00
4.3.7	ALAMBRE DE AMARRE PARA 720 ML	Lb	1.85	Q 6.00		Q 6.00	Q 11.10
4.3.8	FORMALETA TABLA DE 8' PARA 132 ML	UNIDA D	2.5	Q 25.00		Q 25.00	Q 62.50
4.3.9	ARMADO Y FUNDIDO	ML	6		Q 42.00	Q 42.00	Q 252.00
4.4	LEVANTADO DE MUROS						
4.4.1	COLOCACION DE BLOCK 14X19X39	UNIDA D	11,78 1	Q 3.25	Q 2.25	Q 5.50	Q 64,795.50
4.4.2	CEMENTO MORTERO P/PEGADO DE BLOCK	SACOS	29.33	Q 80.00		Q 80.00	Q 2,346.40
4.4.3	A. FINO P/MORTERO P/PEGADO DE BLOCK	M3	3.77	Q 175.00		Q 175.00	Q 659.75

Continuación de la tabla XXXI.

4.5	SOLERA INTERMEDIA (0,15 x 0,20 mt)							
4.5.1	CEMENTO PARA 285.77 ML	Sacos	29	Q 80.00		Q 80.00	Q 2,320.00	
4.5.2	AGREGADO GRUESO PARA 285.77 ML	M3	4.25	Q 250.00		Q 250.00	Q 1,062.50	
4.5.3	AGREGADO FINO PARA 285.77 ML	M3	3	Q 150.00		Q 150.00	Q 450.00	
4.5.4	AGUA PARA 285.77 ML	M3	0.6	Q 25.00		Q 25.00	Q 15.00	
4.5.5	HIERRO No. 3 PARA 285.77 ML	quinta l	16.2	Q 210.00		Q 210.00	Q 3,402.00	
4.5.6	HIERRO No. 2 PARA 285.77 ML	quinta l	6.8	Q 200.00		Q 200.00	Q 1,360.00	
4.5.7	ALAMBRE DE AMARRE PARA 285.77 ML	Lb	180	Q 6.00		Q 6.00	Q 1,080.00	
4.5.8	FORMALETA TABLA DE 8' PARA 285.77 ML	UNID AD	60	Q 25.00		Q 25.00	Q 1,500.00	
4.5.9	ARMADO Y FUNDIDO	ML	285.77		Q 75.00	Q 75.00	Q 21,432.75	
4.6	SOLERA HUMEDAD (0,15 x 0,20 mt)							
4.6.1	CEMENTO PARA 180.77 ML	Sacos	18.3	Q 80.00		Q 80.00	Q 1,464.00	
4.6.2	AGREGADO GRUESO PARA 180.77 ML	M3	2.7	Q 250.00		Q 250.00	Q 675.00	
4.6.3	AGREGADO FINO PARA 180.77 ML	M3	1.9	Q 150.00		Q 150.00	Q 285.00	
4.6.4	AGUA PARA 180.77 ML	M3	0.38	Q 25.00		Q 25.00	Q 9.50	
4.6.5	HIERRO No. 3 PARA 180.77 ML	quinta l	10.25	Q 210.00		Q 210.00	Q 2,152.50	
4.6.6	HIERRO No. 2 PARA 180.77 ML	quinta l	4.3	Q 200.00		Q 200.00	Q 860.00	
4.6.7	ALAMBRE DE AMARRE PARA 180.77 ML	Lb	113	Q 6.00		Q 6.00	Q 678.00	
4.6.8	FORMALETA TABLA DE 8' PARA 180.77 ML	UNID AD	50	Q 25.00		Q 25.00	Q 1,250.00	
4.6.9	ARMADO Y FUNDIDO	ML	180.77		Q 75.00	Q 75.00	Q 13,557.75	Q 247,969.14
5	VIGAS, LOSA, TECHO.							
5.1	VIGA TIPO V-1 (.60 x .30m)							
5.1.1	CEMENTO PARA 114.96 ML	Sacos	70	Q 80.00		Q 80.00	Q 5,600.00	
5.1.2	AGREGADO GRUESO PARA 114.96 ML	M3	10.25	Q 250.00		Q 250.00	Q 2,562.50	
5.1.3	AGREGADO FINO PARA 114.96 ML	M3	7.1	Q 150.00		Q 150.00	Q 1,065.00	
5.1.4	AGUA PARA 114.96 ML	M3	1.45	Q 25.00		Q 25.00	Q 36.25	
5.1.5	HIERRO No. 8 PARA 114.96 ML	quinta l	95	Q 480.00		Q 480.00	Q 45,600.00	
5.1.6	HIERRO No. 3 PARA 114.96 ML	quinta l	3.26	Q 210.00		Q 210.00	Q 684.60	
5.1.7	HIERRO No. 4 PARA 114.96 ML	quinta l	50	Q 240.00		Q 240.00	Q 12,000.00	
5.1.8	ALAMBRE DE AMARRE PARA 114.96 ML	Lb	145	Q 6.00		Q 6.00	Q 870.00	
5.1.9	FORMALETA TABLA DE 8' PARA 114.96 ML	UNID AD	50	Q 25.00		Q 25.00	Q 1,250.00	
5.1.10	ARMADO Y FUNDIDO	ML	114.96		Q 250.00	Q 250.00	Q 28,740.00	

Continuación de la tabla XXXI.

5.2	VIGA TIPO V-2 (.60 x .30m)						
5.2.1	CEMENTO PARA 85 ML	Sacos	51.6	Q 80.00		Q 80.00	Q 4,128.00
5.2.2	AGREGADO GRUESO PARA 85 ML	M3	7.6	Q 250.00		Q 250.00	Q 1,900.00
5.2.3	AGREGADO FINO PARA 85 ML	M3	5.25	Q 150.00		Q 150.00	Q 787.50
5.2.4	AGUA PARA 85 ML	M3	1.06	Q 25.00		Q 25.00	Q 26.50
5.2.5	HIERRO No. 8 PARA 85 ML	quintal	30	Q 480.00		Q 480.00	Q 14,400.00
5.2.6	HIERRO No. 3 PARA 85 ML	quintal	2.3	Q 210.00		Q 210.00	Q 483.00
5.2.7	HIERRO No. 4 PARA 85 ML	quintal	37	Q 240.00		Q 240.00	Q 8,880.00
5.2.8	ALAMBRE DE AMARRE PARA 85 ML	Lb	107	Q 6.00		Q 6.00	Q 642.00
5.2.9	FORMALETA TABLA DE 8' PARA 85 ML	UNIDA D	140	Q 25.00		Q 25.00	Q 3,500.00
5.2.10	ARMADO Y FUNDIDO	ML	85		Q 235.00	Q 235.00	Q 19,975.00
5.3	VIGA TIPO V-3 (.60 x .30m)						
5.3.1	CEMENTO PARA 60 ML	Sacos	46.75	Q 80.00		Q 80.00	Q 3,740.00
5.3.2	AGREGADO GRUESO PARA 60 ML	M3	6.85	Q 250.00		Q 250.00	Q 1,712.50
5.3.3	AGREGADO FINO PARA 60 ML	M3	4.75	Q 150.00		Q 150.00	Q 712.50
5.3.4	AGUA PARA 60 ML	M3	1	Q 25.00		Q 25.00	Q 25.00
5.3.5	HIERRO No. 8 PARA 60 ML	quintal	22.5	Q 480.00		Q 480.00	Q 10,800.00
5.3.6	HIERRO No. 3 PARA 60 ML	quintal	1.92	Q 210.00		Q 210.00	Q 403.20
5.3.7	HIERRO No. 4 PARA 60 ML	quintal	26	Q 240.00		Q 240.00	Q 6,240.00
5.3.8	HIERRO No. 2 PARA 60 ML	quintal	1.05	Q 200.00		Q 200.00	Q 210.00
5.3.9	ALAMBRE DE AMARRE PARA 60 ML	Lb	80	Q 6.00		Q 6.00	Q 480.00
5.3.10	FORMALETA TABLA DE 8' PARA 60 ML	UNIDA D	150	Q 25.00		Q 25.00	Q 3,750.00
5.3.11	ARMADO Y FUNDIDO	ML	60		Q 350.00	Q 350.00	Q 21,000.00
5.4	LOSA RETICULAR (t = .30m)						
5.4.1	CEMENTO PARA NERVIOS	SACOS	113	Q 80.00		Q 80.00	Q 9,040.00
5.4.2	AGREGADO GRUESO PARA NERVIOS	M3	16.5	Q 250.00		Q 250.00	Q 4,125.00
5.4.3	AGREGADO FINO PARA NERVIOS	M3	11.5	Q 150.00		Q 150.00	Q 1,725.00
5.4.4	AGUA PARA NERVIOS	M3	2.3	Q 25.00		Q 25.00	Q 57.50
5.4.5	CEMENO PARA PLACA PLANA	SACOS	76	Q 80.00		Q 80.00	Q 6,080.00
5.4.6	AGREGADO GRUESO PARA PLACA	M3	11.1	Q 250.00		Q 250.00	Q 2,775.00
5.4.7	AGREGADO FINO PARA PLACA	M3	7.71	Q 150.00		Q 150.00	Q 1,156.50
5.4.8	AGUA PARA PLACA	M3	1.6	Q 25.00		Q 25.00	Q 40.00

Continuación de la tabla XXXI.

5.4.9	HIERRO No. 4 CORRIDOS	quinta l	117.3	Q 240.00		Q 240.00	Q 28,152.00	
5.4.10	HIERRO No. 5 BASTON	quinta l	5.15	Q 275.00		Q 275.00	Q 1,416.25	
5.4.11	MAYA ELECTROSOLDADA 10/10 6x2.40	UNID AD	32.8	Q 325.00		Q 325.00	Q 10,660.00	
5.4.12	ALQUILER CASETONES RECUPERABLES	UNID AD	640	Q 12.00		Q 12.00	Q 7,680.00	
5.4.13	ALQUILER DE PARALES PARA TARIMA	UNID AD	450	Q 5.00		Q 5.00	Q 2,250.00	
5.4.14	ALQUILER DE MADERA PARA TARIMA	UNID AD	625	Q 10.00		Q 10.00	Q 6,250.00	
5.4.15	ARMADO Y FUNDIDO NERVIOS	ML	1114		Q 325.00	Q 325.00	Q 362,050.00	
5.4.16	ARMADO Y FUNDIDO PLACA PLANA	M2	450		Q 125.00	Q 125.00	Q 56,250.00	
5.5	CUBIERTA AUTOZOPORTABLE CURVA	M2	480	Q 250.00		Q 250.00	Q 120,000.00	Q 821,910.80
6	ACABADOS Y RECUBRIMIENTOS							
6.1	PISO CERAMICO	M2	834.8 6	Q 125.00	Q 75.00	Q 200.00	Q 166,972.00	
6.2	PISO ANTIDESLIZANTE	M2	120	Q 90.00	Q 75.00	Q 165.00	Q 19,800.00	
6.3	AZULEJO	M2	51	Q 100.00	Q 75.00	Q 175.00	Q 8,925.00	
6.3.1	BOLSA DE PEGAMIX	M2	1005. 86	Q 5.00		Q 5.00	Q 5,029.30	
6.4	REPELLO							
6.4.1	BOLSA DE REPELLO + COLOCACION	M2	1870	Q 12.50	Q 22.00	Q 34.50	Q 64,515.00	
6.5	CERNIDO							
6.5.1	BOLSA DE CERNIDO + COLOCACION	M2	1870	Q 25.00	Q 22.00	Q 47.00	Q 87,890.00	
6.6	PINTURA							
6.6.1	PINTURA + COLOCACION	M2	1870	Q 5.75	Q 20.00	Q 25.75	Q 48,152.50	Q 401,283.80
7	MÓDULO DE GRADAS							
7.1	GRADAS							
7.1.1	CEMENTO PARA MODULO	Sacos	18	Q 80.00		Q 80.00	Q 1,440.00	
7.1.2	AGREGADO GRUESO PARA MODULO	M3	2.65	Q 250.00		Q 250.00	Q 662.50	
7.1.3	AGREGADO FINO PARA MODULO	M3	1.85	Q 150.00		Q 150.00	Q 277.50	
7.1.4	AGUA PARA MODULO	M3	0.4	Q 25.00		Q 25.00	Q 10.00	
7.1.5	HIERRO No. 3 PARA MODULO	quinta l	7.4	Q 190.00		Q 190.00	Q 1,406.00	
7.1.6	ALAMBRE DE AMARRE	Lb	16.5	Q 6.00		Q 6.00	Q 99.00	
7.1.7	ARMADO Y FUNDIDO	M2	31.24		Q 225.00	Q 225.00	Q 7,029.00	
7.2	RAMPA							
7.2.1	CEMENTO	Sacos	3.2	Q 80.00		Q 80.00	Q 256.00	
7.2.2	AGREGADO GRUESO	M3	0.5	Q 250.00		Q 250.00	Q 125.00	

Continuación de la tabla XXXI.

7.2.3	AGREGADO FINO	M3	0.4	Q 150.00		Q 150.00	Q 60.00	
7.2.4	AGUA	M3	0.07	Q 25.00		Q 25.00	Q 1.75	
7.2.5	HIERRO No. 3	quintal	1.9	Q 210.00		Q 210.00	Q 399.00	
7.2.6	ALAMBRE DE AMARRE	Lb	6	Q 6.00		Q 6.00	Q 36.00	
7.2.7	BLOCK 14X19X39	UNIDA D	150	Q 3.25	2.25	Q 5.50	Q 825.00	
7.2.8	ARMADO Y FUNDIDO	M2	9.45		Q 195.00	Q 195.00	Q 1,842.75	Q 14,469.50
8	PUERTAS Y VENTANAS							
8.1	PUERTA TIPO P-1	unidad	1	Q 5,000.00		Q 5,000.00	Q 5,000.00	
8.2	PUERTA TIPO P-2	unidad	1	Q 4,500.00		Q 4,500.00	Q 4,500.00	
8.3	PUERTA TIPO P-3	unidad	1	Q 4,700.00		Q 4,700.00	Q 4,700.00	
8.4	PUERTA TIPO P-4	unidad	12	Q 3,500.00		Q 3,500.00	Q 42,000.00	
8.5	PUERTA TIPO P-5	unidad	5	Q 3,500.00		Q 3,500.00	Q 17,500.00	
8.6	PUERTA TIPO P-6	unidad	4	Q 3,500.00		Q 3,500.00	Q 14,000.00	
8.7	PUERTA TIPO P-7	unidad	10	Q 1,000.00		Q 1,000.00	Q 10,000.00	
8.8	PUERTA TIPO P-8	unidad	1	Q 7,500.00		Q 7,500.00	Q 7,500.00	
8.9	PUERTA TIPO P-9	unidad	3	Q 3,500.00		Q 3,500.00	Q 10,500.00	
8.10	PUERTA TIPO P-10	unidad	4	Q 1,300.00		Q 1,300.00	Q 5,200.00	
8.11	PUERTA TIPO P-11	unidad	1	Q 6,000.00		Q 6,000.00	Q 6,000.00	
8.12	VENTANA TIPO 1	unidad	36	Q 1,100.00		Q 1,100.00	Q 39,600.00	
8.13	VENTANA TIPO 2	unidad	1	Q 1,568.00		Q 1,568.00	Q 1,568.00	
8.14	VENTANA TIPO 3	unidad	2	Q 480.00		Q 480.00	Q 960.00	
8.15	VENTANA TIPO 4	unidad	1	Q 3,140.00		Q 3,140.00	Q 3,140.00	
8.16	VENTANA TIPO 5	unidad	2	Q 768.00		Q 768.00	Q 1,536.00	Q 173,704.00
9	INSTALACIONES							
9.1	INSTALACION HIDRAULICA							
9.1.1	TUBERIA DE 3/4	TUBOS	33	Q 25.00		Q 25.00	Q 825.00	
9.1.2	TUBERIA DE 1/2	TUBOS	30	Q 30.00		Q 30.00	Q 900.00	
9.1.3	REDUCIDORES DE 3/4 A 1/2	UNIDA D	28	Q 2.50		Q 2.50	Q 70.00	
9.1.4	CODO DE 3/4	UNIDA D	5	Q 3.50		Q 3.50	Q 17.50	
9.1.5	CODO DE 1/2	UNIDA D	26	Q 1.50		Q 1.50	Q 39.00	
9.1.6	TEE DE 3/4	UNIDA D	31	Q 4.00		Q 4.00	Q 124.00	
9.1.7	LLAVE CHORRO 1/2	UNIDA D	1	Q 45.00		Q 45.00	Q 45.00	

Continuación de la tabla XXXI.

9.1.8	LLAVE DE CHEQUE	UNIDA D	1	Q 90.00		Q 90.00	Q 90.00
9.1.9	LLAVE DE COMPUERTA	UNIDA D	1	Q 110.00		Q 110.00	Q 110.00
9.1.1 0	CONTADOR	UNIDA D	1	Q 600.00		Q 600.00	Q 600.00
9.1.1 1	LAVAMANOS	UNIDA D	10	Q 250.00		Q 250.00	Q 2,500.00
9.1.1 2	INODOROS	UNIDA D	14	Q 450.00		Q 450.00	Q 6,300.00
9.1.1 3	MINGITORIOS	UNIDA D	4	Q 700.00		Q 700.00	Q 2,800.00
9.1.1 4	LLAVE P/LAVAMANOS	UNIDA D	10	Q 160.00		Q 160.00	Q 1,600.00
9.1.1 5	CONTRALLAVE	UNIDA D	24	Q 35.00		Q 35.00	Q 840.00
9.1.1 6	MANGUERA DE ABASTO	UNIDA D	24	Q 30.00		Q 30.00	Q 720.00
9.1.1 7	JUEGO DE ACCESORIOS PARA LAVAMANO	UNIDA D	10	Q 50.00		Q 50.00	Q 500.00
9.1.1 8	COLOCACION DE TUBERIA	ML	141		Q 15.00	Q 15.00	Q 2,115.00
9.1.1 9	COLOCACION DE INODOROS Y LAV.	UNIDA D	24		Q 110.00	Q 110.00	Q 2,640.00
9.1.2 0	CAJA PARA CONTADOR	UNIDA D	1	Q 125.00	Q 125.00	Q 250.00	Q 250.00
9.2	INSTALACION DRENAJES						
9.2.1	TUBERIA DE 3"	TUBO	6.55	Q 90.00		Q 90.00	Q 589.50
9.2.2	TUBERIA DE 2"	TUBO	3.75	Q 55.00		Q 55.00	Q 206.25
9.2.3	TUBERIA DE 4"	TUBO	22.5	Q 135.00		Q 135.00	Q 3,037.50
9.2.4	TUBERIA DE 6"	TUBO	4	Q 290.00		Q 290.00	Q 1,160.00
9.2.5	REDUCIDOR DE 3" A 2"	UNIDA D	12	Q 7.00		Q 7.00	Q 84.00
9.2.6	CODO DE 2"	UNIDA D	14	Q 6.00		Q 6.00	Q 84.00
9.2.7	CODO DE 3"	UNIDA D	4	Q 11.00		Q 11.00	Q 44.00
9.2.8	CODO DE 4"	UNIDA D	16	Q 18.00		Q 18.00	Q 288.00
9.2.9	TEE DE 3"	UNIDA D	23	Q 17.00		Q 17.00	Q 391.00
9.2.1 0	CAJA REPOSADERA	UNIDA D	4	Q 75.00		Q 75.00	Q 300.00
9.2.1 1	CAJA UNION	UNIDA D	14	Q 75.00		Q 75.00	Q 1,050.00
9.2.1 2	COLOCACION DE TUBO	ML	217.1 2		Q 20.00	Q 20.00	Q 4,342.40
9.2.1 3	ARMADO Y COLOCACION DE CAJAS	UNIDA D	14		Q 125.00	Q 125.00	Q 1,750.00
9.2.1 4	CANDELA	UNIDA D	1	Q 125.00	Q 150.00	Q 275.00	Q 275.00
9.3	INSTALACIONES ELECTRICAS						
9.3.1	TABLERO 12 FLIPONES	UNIDA D	1	Q 2,400.00	Q 125.00	Q 2,525.00	Q 2,525.00
9.3.2	TABLERO 8 FLIPONES	UNIDA D	1	Q 1,800.00	Q 125.00	Q 1,925.00	Q 1,925.00
9.3.3	CAJA RH	UNIDA D	1	Q 275.00	Q 75.00	Q 350.00	Q 350.00

Continuación de la tabla XXXI.

9.3.4	CAJA P/CONTADOR MUNICIPAL	UNID AD	1	Q 150.00	Q 75.00	Q 225.00	Q 225.00	
9.3.5	LAMPARA DOBLE	UNID AD	77	Q 250.00		Q 250.00	Q 19,250.00	
9.3.6	PLAFONERAS + FOCO	UNID AD	16	Q 50.00		Q 50.00	Q 800.00	
9.3.7	CABLE #12	ML	1401.6	Q 6.75		Q 6.75	Q 9,460.80	
9.3.8	APAGADOR SIMPLE	UNID AD	6	Q 22.00		Q 22.00	Q 132.00	
9.3.9	APAGADOR DOBLE	UNID AD	28	Q 24.00		Q 24.00	Q 672.00	
9.3.10	TOMACORRIENTE	UNID AD	55	Q 18.00		Q 18.00	Q 990.00	
9.3.11	POLIDUCO DE 3/4	ML	1223.91	Q 3.75	Q 2.00	Q 5.75	Q 7,037.48	
9.3.12	TUBO DUCTO DE 3/4	TUBO	63	Q 15.00	Q 10.00	Q 25.00	Q 1,575.00	
9.3.13	INSTALACIONES (FOCO/APAGADOR/CABLE)	UNID AD	93		Q 50.00	Q 50.00	Q 4,650.00	Q 86,279.43
10	ENCAMINAMIENTOS							
10.1	TORA DE CONCRETO							
10.1.1	CEMENTO	Sacos	71.5	Q 80.00		Q 80.00	Q 5,720.00	
10.1.2	AGREGADO GRUESO	M3	10.5	Q 250.00		Q 250.00	Q 2,625.00	
10.1.3	AGREGADO FINO	M3	7.3	Q 150.00		Q 150.00	Q 1,095.00	
10.1.4	AGUA	M3	1.5	Q 25.00		Q 25.00	Q 37.50	
	MANO DE OBRA	M2	211.86		Q 45.00	Q 45.00	Q 9,533.70	
10.2	ADOQUINAMIENTO ARQUITECTONICO							
10.2.1	BALDOSA DECORADA	M2	130	Q 75.00		Q 75.00	Q 9,750.00	
10.2.2	MANO DE OBRA	M2	130		Q 35.00	Q 35.00	Q 4,550.00	
10.3	JARDINIZACION (jardineras+bancas)	unidades	3	Q 1,200.00		Q 1,200.00	Q 3,600.00	Q 36,911.20
11	INDIRECTOS							
11.1	INDIRECTOS	global	1		Q 703,330.20	Q 703,330.20	Q 703,330.20	Q 703,330.20
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO							Q 2,604,222.65

Fuente: elaboración propia.

2.1.8.4. Costo por metro cuadrado

El costo por metro cuadrado para este proyecto, es de tres mil seiscientos treinta y siete 39/100 (Q 3 637,39).

2.1.9. Evaluación de impacto ambiental

Según el artículo 8 del decreto 68-86 para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.

Por la envergadura del proyecto y consultas en el MARN, para la ejecución del proyecto se requerirá de un diagnóstico ambiental de bajo impacto el cual se adjunta el formulario en los apéndices.

3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL (PARTE 2)

3.1. Diseño de ampliación y mejoramiento de la carretera que conduce de aldea El Carrizal al kilómetro 7, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos

El proyecto a realizarse como su nombre lo indica es el mejoramiento de la carretera que conduce de aldea El Carrizal ubicada en el municipio de Esquipulas Palo Gordo hacia finca Armenia del municipio de San Rafael Pie de la Cuesta, la carretera tendrá un aproximado de 5 km de longitud y actualmente se encuentra dañada en toda su longitud y necesita ser remozada y ampliada en donde se requiera, la carretera es el único ingreso vehicular por medio del cual la aldea se comunica con la cabecera municipal, la aldea se ubica a 37 Km de la cabecera municipal.

3.2. Levantamiento topográfico preliminar

Este levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos y tangentes, al realizar este levantamiento se debe tener cuidado, para tener un grado de precisión razonable, y para marcar algunos accidentes que pudieran afectar la localización final.

3.2.1. Planimetría

Abarca todos los trabajo efectuados en planta, para obtener la representación gráfica de un terreno, proyectado sobre un plano horizontal, por lo tanto, la planimetría está en dos dimensiones (X, Y).

Los trabajos se realizaron a través de un levantamiento de una poligonal abierta, utilizando un Teodolito marca SOKKIA DT500 D20531, aplicando el método de deflexiones, con orientación de un norte hacia las estaciones.

Se midieron distancias con cinta métrica colocada horizontalmente en cada estación para determinar el ancho de la carretera. A fin de no perder las medidas entre estaciones se marcaron con estacas y se numeraron con pintura.

Para el levantamiento topográfico se utilizaron las herramientas siguientes:

- Teodolito marca SOKKIA
- 1 cinta métrica de 30 metros
- 1 almadana
- 2 machetes
- Pintura y pinceles

3.2.2. Altimetría

Consiste en pasar una nivelación en todos los puntos fijados por el levantamiento planimétrico, fijando bancos de marca a cada 500 metros, los que deben ser ubicados en puntos permanentes o en monumentos de concreto, en los que deberá anotarse la estación, elevación y la distancia acumulada. Como cota de salida se fijará una arbitraria, entera, la cual se recomienda que sea de 1,000 metros para no tener cotas negativas.

A continuación de la nivelación del eje central, se trabajaran las secciones transversales, seccionando a cada 20 metros y 10 metros en ambos lados del eje, sobre el eje central. Esto, con el propósito de determinar el volumen de corte y relleno, en nuestro caso, ya que existe una carretera serán tramos

cortos en los cuales se tendrá que hacer corte o relleno excepto en la carretera que estará dentro del pueblo, exceptuando tramos en donde no cumpla con el ancho mínimo de diseño.

3.2.3. Secciones transversales

Por medio de las secciones transversales se podrá determinar las elevaciones transversales de la faja de terreno, que se recomienda sea como mínimo de 40 metros, es decir, 20 metros a cada lado a partir de la línea central definida en el levantamiento planimétrico, estas deberán ser medidas en forma perpendicular al eje y nivelada con nivel de mano o clinómetro, midiendo la distancia horizontal a que se está nivelando cada punto.

Cuando la sección transversal tope con un obstáculo impasable como un peñasco, una casa, un paredón, Entre otros, no es necesario prolongarla sino que se anotará en la columna de observaciones el tipo de obstáculo y su altura o profundidad aproximada.

En los puntos de intersección la sección transversal se medirá sobre la bisectriz del ángulo interior de la poligonal abierta.

3.3. Diseño geométrico

Las características consideradas para la realización de este diseño se detallan en los siguientes subtítulos.

3.3.1. Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y curvas de grado de curvatura variable que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares y viceversa o también entre dos curvas circulares de radio diferente. El alineamiento horizontal debe permitir un recorrido de operación suave y segura a una velocidad de diseño específica.

3.3.1.1. Diseño de localización

Consiste en diseñar la línea final o línea de localización, la cual será la definitiva para el proyecto, para el diseño de esta, se deben tener en cuenta criterios geométricos y consideraciones para el alineamiento de la línea horizontal.

Se tomó en cuenta la selección de puntos obligados, tales como la carretera ya existente y cruces de la carretera con otros caminos, como los puntos donde es necesaria una estructura mayor de drenaje.

Es necesario recalcar que un buen diseño de localización principalmente 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. En el diseño de la carretera hacia la finca Armenia desde aldea El Carrizal se debe verificar que se cumpla con los siguientes criterios técnicos:

- Transitable en toda época del año.
- La pendiente máxima en un tramo no mayor de 200 metros debe ser como máximo 14 %.

- El ancho de rodadura es de 4,0 metros, con 0,50 metro de cuneta en forma triangular, para permitir rebases.
- La velocidad promedio de diseño oscila entre 20 y 30 kilómetros por hora.
- El transporte promedio de diario es menor a 100 vehículos.
- Bombeo transversal 3 %.
- Longitud mínima de curvas verticales en metros es igual a la velocidad de diseño.
- Drenaje transversal con cajas y cabezales de concreto ciclópeo y tubería de concreto sin refuerzo.
- Derecho de vía 8 metros mínimo y 10 metros máximo.

3.3.1.2. Elementos curva horizontal

Las curvas circulares del alineamiento horizontal están definidas por su grado de curvatura y por su longitud, los elementos que las caracterizan se muestran en la figura 48 y los cuales son descritos a continuación:

Grado de curvatura: el grado de curvatura (G) se define como el ángulo central, subtendido por un arco de 20m.

Radio de giro: los radios de giro (R) son los valores límites del grado de curvatura para una velocidad de diseño determinada. Por definición G es el ángulo subtendido por un arco de 20m.

$$\frac{G}{20} = 360^\circ / 2\pi R$$

$$R = 20 * 360^\circ / 2\pi R$$

$$R = 1145,9156/G$$

Longitud de curva: la longitud de curva (L_c) es la distancia, siguiendo la curva, desde el principio de curva (P_c), hasta el principio de tangente (P_t).

$$\frac{L_c}{2\pi R} = \frac{\Delta}{360}^\circ$$

$$L_c = 2\pi R * \Delta/360^\circ$$

$$L_c = 2\pi * (1\ 145,9156/G)\Delta/360^\circ$$

$$L_c = 2\pi * 1\ 145,9156 * \Delta/360^\circ G$$

$$L_c = 20 * \Delta/G$$

Subtangente: la subtangente (St) corresponde a la distancia entre el P_c y el punto de inflexión o intersección (PI) o entre el PI y el P_t .

$$\tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) = \frac{St}{R}$$

$$St = R \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

Cuerda máxima: se conoce como cuerda máxima (C_m) a la distancia en línea recta desde el P_c al P_t .

$$\text{Sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right) = \frac{\left(\frac{C_m}{2}\right)}{R}$$

$$\frac{Cm}{2} = R \operatorname{sen} \left(\frac{\Delta}{2} \right)$$

$$Cm = 2R \operatorname{sen} \left(\frac{\Delta}{2} \right)$$

External: external (E) es la distancia desde el PI al punto medio de la curva.

$$\operatorname{Cos} \left(\frac{\Delta}{2} \right) = \frac{R}{R + E}$$

$$R \operatorname{cos} \left(\frac{\Delta}{2} \right) + E \operatorname{cos} \left(\frac{\Delta}{2} \right) = R$$

$$E \operatorname{cos} \left(\frac{\Delta}{2} \right) = R - R \operatorname{cos} \left(\frac{\Delta}{2} \right)$$

$$E = \left(R - R \operatorname{cos} \left(\frac{\Delta}{2} \right) \right) / \operatorname{cos} \left(\frac{\Delta}{2} \right)$$

$$E = \frac{R \left(1 - \operatorname{cos} \left(\frac{\Delta}{2} \right) \right)}{\operatorname{cos} \left(\frac{\Delta}{2} \right)}$$

$$E = R \left(\sec \left(\frac{\Delta}{2} \right) - 1 \right)$$

Ordenada media: la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima es llamada ordenada media (M).

$$\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) = \frac{R - M}{R}$$

$$R \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) = R - M$$

$$M = R - R \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

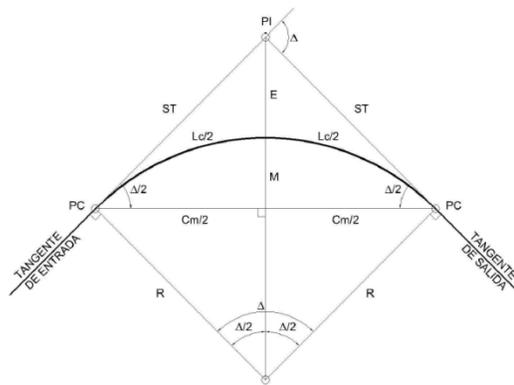
$$M = R \left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right)$$

Pc y Pt: los estacionamientos se calculan con base en las distancias entre los PI de localización, la subtangente y la longitud de curva.

$$Pc_1 = P_oT_1 + tg_1, Pc_2 = PT_1 + tg_2$$

$$PT_1 = Pc_1 + Lc_1, PT_2 = Pc_2 + Lc_2$$

Figura 60. **Elementos de curva horizontal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

3.3.1.3. Curvas de transición

En un trazado donde solo se emplean rectas y círculos, la curvatura pasa bruscamente desde cero en la tangente hasta el valor finito y constante en la curva. Esta discontinuidad de curvatura en el punto de unión de los alineamientos rectos con las curvas circulares no puede aceptarse en un trazado racional, pues además de ser incómoda para el conductor puede ser causa de accidentes debido a la fuerza centrífuga.

De estas consideraciones surge la necesidad de emplear un alineamiento de transición entre los alineamientos rectos y curvos de una carretera, a través del cual la curvatura pase gradualmente desde cero hasta el valor finito de la curvatura circular, a la vez que la inclinación transversal de la calzada pase también paulatinamente desde el bombeo al peralte.

Los tipos de curvas de transición que podemos utilizar son los siguientes:

- Curvas circulares compuestas

Son aquellas curvas que están formadas por dos o más curvas circulares simples del mismo sentido y de diferente radio, o de diferente sentido y cualquier radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas. Cuando son del mismo sentido se llaman compuestas directas, cuando son de sentido contrario, compuestas inversas.

A pesar que no son muy comunes, se pueden emplear en terrenos montañosos, cuando se quiere que la carretera quede lo más ajustada posible a la forma del terreno o topografía natural, lo cual reduce el movimiento de tierras. También se pueden utilizar cuando existen limitaciones de libertad en el diseño,

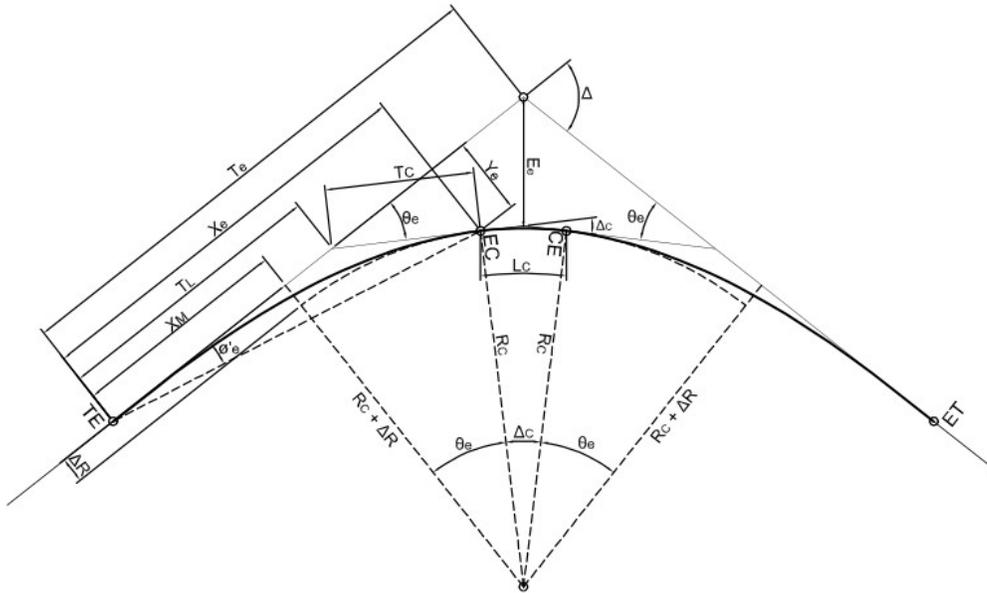
como por ejemplo, en las entradas a puentes, pasos a desnivel e intersecciones.

En el diseño de carreteras debe evitarse este tipo de curvas, porque introducen cambios de curvatura peligrosos, sin embargo, entre intersecciones puede emplearse siempre y cuando la relación entre dos radios consecutivos no sobre pase la cantidad de 2 y se resuelva satisfactoriamente la transición del peralte.

- Espiral de transición

Generalmente, la espiral de Euler, es conocida como clotoide y es usada para el diseño de curvas de transición o espirales de transición. El objetivo del uso de las curvas de transición es brindar una transición gradual de un vehículo que pasa de un tramo en tangente a otro en curva circular, tanto en lo que se refiera al cambio de dirección como a la sobreelevación y la ampliación necesarias. De esta manera es como el radio de la espiral varía desde el infinito en el punto final de la tangente (TE), hasta el radio de la curva, a lo largo de la espiral, hasta unirse con el arco circular de la curva (EC). En la situación salida de la curva hacia la espiral con la tangente (CE), se produce el desarrollo inverso hasta el contacto con la tangente (ET).

Figura 61. **Curvas de transición**



Fuente: Instituto Nacional de Vías de Colombia. *Manual de diseño geométrico de carreteras.*

3.3.1.4. **Peralte**

El peralte es la pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas de alineamiento horizontal.

La expresión para calcular la sobreelevación necesaria en una curva circular, está dada por la siguiente ecuación:

$$\%e = 0,00785 V^2 / R - \mu$$

En donde:

%e = valor absoluto de sobreelevación, en %

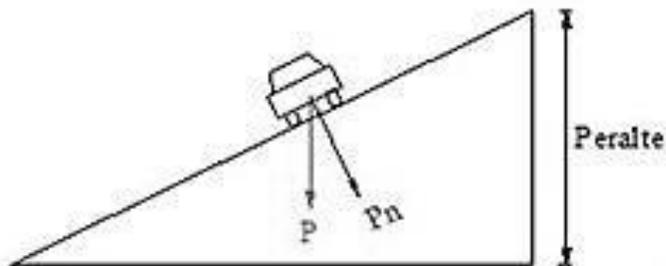
V = velocidad de diseño, en km/h

R = radio de la curva, en m

m = coeficiente de fricción lateral

Con la expresión anterior μ varía entre 0,10 a un máximo de 0,50 considerando que las ruedas del vehículo se encuentren en un estado de bueno a medio y una superficie de pavimento con rugosidad media, y con esta puede calcularse la sobreelevación necesaria para que no deslice un vehículo que circule por la curva a una velocidad determinada; sin embargo, algunos problemas relacionados con la construcción, operación y mantenimiento de la carretera, ha mostrado la necesidad de fijar un valor para sobreelevación máximo de 12 %.

Figura 62. **Peralte**



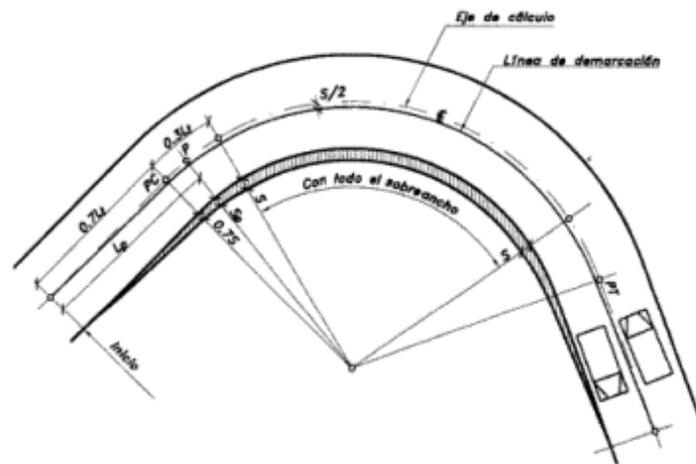
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

3.3.1.5. **Sobrecancho**

Los sobrecanchos deben ser diseñados siempre en las curvas horizontales de radios pequeños, combinados con carriles angostos, para facilitar las maniobras de los vehículos en forma eficiente, segura, y cómoda para el conductor. Los sobrecanchos son necesarios para acomodar la mayor curva que

describe el eje trasero de un vehículo pesado para compensar la dificultad que enfrenta el conductor al tratar de ubicarse al centro de su carril de circulación.

Figura 63. **Sobreancho**



Fuente: ARREAGA ESPAÑA, Héctor Amílcar. *Manual de normas para el diseño geométrico de carreteras*. p. 48.

Para establecer el sobreancho en curvas deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- En curvas circulares sin transición, el sobre ancho total debe aplicarse en la parte interior de la calzada. El borde externo y la línea central deben mantenerse como arcos concéntricos.
- Cuando existen curvas de transición, el sobre ancho se divide igualmente entre el borde interno y externo de la curva, aunque también se puede aplicar totalmente en la parte interna de la calzada. En ambos casos la marca de la línea central debe colocarse entre los bordes de la sección de la carretera ensanchada.

- El sobreebancho debe efectuarse sobre la longitud total de la curva de transición y siempre debe desarrollarse en proporción uniforme, nunca abruptamente, para asegurarse que todo el ancho de los carriles modificados sea efectivamente utilizado.
- Los bordes del pavimento siempre deben tener un desarrollo suave y curvado atractivamente, para inducir su uso por el conductor.
- Para el valor de L en la ecuación para el sobreebancho, el valor está determinado por el aforo vehicular, en el cual han sido clasificados los vehículos con anterioridad.

La norma AASHTO utiliza la siguiente expresión empírica para determinar el sobreebancho en las curvas horizontales:

$$S_a = n \left[R - \sqrt{R^2 - L^2} \right] + 0,1/\sqrt{R}$$

En donde:

S_a = valor de sobreebancho, en m

n = número de carriles

L = longitud entre el eje frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, en m

R = radio de la curva, en m

V = velocidad de la curva, en Km/h

Además de estas consideraciones se debe tomar en cuenta que sobreebanchos menores de 0,60 metros, pueden llegar a no ser necesarios en las curvas, la longitud L de la ecuación es igual a 8 metros.

Ejemplo de cálculo:

Curva 3: $\Delta = 51^{\circ}56'8''$, $G = 28^{\circ}$.

$$PI_3 = PT_2 + TG_3 - St_2 = 0 + (48,399 + 40,9 - 3,297) = 0 + 86.$$

$$R = 1\,145,9156/28^{\circ} = 40,925$$

Debido a que la longitud de curva con el radio calculado por la ecuación recomendada será mayor que la longitud de la cual se dispone se sugiere utilizar un radio según criterio de diseñador, pero de ninguna manera menor que el radio mínimo recomendado por tablas aportadas por la dirección general de caminos para un tramo de carretera con una velocidad máxima de 30 km/h.

Para una carretera $V_{\max} = 20$ km/h, el $R_{\min} = 18$ m, se sugiere un radio de $R = 35$ m.

$$St_3 = 35 \tan (51^{\circ}56'8''/2) = 17,046 \text{ m.}$$

$$\theta = 51^{\circ}56'8'' * (\pi \text{rad} / 180^{\circ}) = 0,9064$$

Utilizamos una ecuación distinta a la recomendada para calcular la longitud de curva con el radio propuesto.

$$LC_3 = \theta R = 0,9064 * 35\text{m} = 31,725 \text{ m.}$$

$$CM = 2*35*\text{sen}(51^{\circ}56'8''/2) = 30,65 \text{ m.}$$

$$PC_3 = PI_3 - St_3 = 0 + (86,00-17,046) = 0 + 68,954 \text{ m.}$$

$$PT_3 = PC_3 + LC_3 = 0 + (68,954-31,725) = 0 + 100,679 \text{ m.}$$

Tabla XXXIII. **Elementos de curvas horizontales**

Elementos de Curva										
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	ST	LC	E	M	PI	PC	PT
PI 1	S51° 08' 05"E	6°57'55"	20.00	1.22	2.43	0.04	0.04	0+041.05	0+039.83	0+042.26
PI 2	S43° 18' 57"E	22°36'11"	20.00	4.00	7.89	0.40	0.39	0+072.63	0+068.63	0+076.52
PI 3	S24° 30' 05"E	15°01'34"	20.00	2.64	5.25	0.17	0.17	0+086.16	0+083.53	0+088.77
PI 4	S42° 57' 22"E	51°56'08"	20.00	9.74	18.13	2.25	2.02	0+127.03	0+117.29	0+135.42
PI 5	S50° 33' 11"E	38°44'30"	12.03	4.00	7.72	0.65	0.61	0+185.48	0+181.48	0+189.20
PI 6	S8° 19' 27"E	47°42'57"	10.00	4.42	8.33	0.93	0.85	0+195.20	0+190.77	0+199.10
PI 7	S22° 18' 43"E	75°41'29"	10.00	7.77	13.21	2.66	2.10	0+229.86	0+222.09	0+235.30
PI 8	S10° 53' 03"E	98°32'50"	10.00	11.62	17.20	5.33	3.48	0+279.26	0+267.64	0+284.84
PI 9	S47° 23' 28"W	18°00'12"	10.00	1.58	3.14	0.12	0.12	0+298.00	0+296.41	0+299.56
PI 10	S68° 16' 28"W	23°45'48"	10.00	2.10	4.15	0.22	0.21	0+326.43	0+324.33	0+328.48
PI 11	S72° 40' 40"W	14°57'25"	20.00	2.63	5.22	0.17	0.17	0+366.89	0+364.27	0+369.49
PI 12	S59° 03' 27"W	12°17'00"	20.00	2.15	4.29	0.12	0.11	0+403.23	0+401.08	0+405.37
PI 13	S69° 35' 33"W	33°21'11"	10.00	3.00	5.82	0.44	0.42	0+441.39	0+438.39	0+444.21
PI 14	N45° 52' 27"W	95°42'49"	7.00	7.74	11.69	3.43	2.30	0+462.55	0+444.81	0+458.50
PI 15	N1° 07' 27"E	1°43'00"	20.00	0.30	0.60	0.00	0.00	0+502.65	0+502.35	0+502.95
PI 16	N3° 32' 44"E	6°33'34"	20.00	1.15	2.29	0.03	0.03	0+542.62	0+541.47	0+543.76
PI 17	N3° 20' 23"W	20°19'48"	20.00	3.59	7.10	0.32	0.31	0+594.35	0+590.76	0+597.86
PI 18	N3° 28' 05"E	33°56'44"	20.00	6.10	11.85	0.91	0.87	0+629.86	0+623.76	0+635.61
PI 19	N2° 30' 35"W	45°54'05"	20.00	8.47	16.02	1.72	1.58	0+669.34	0+650.87	0+666.89
PI 20	N33° 14' 01"W	15°32'47"	20.00	2.73	5.43	0.19	0.18	0+724.41	0+721.68	0+727.10

Continuación de la tabla XXXIII.

Elementos de Curva										
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	ST	LC	E	M	PI	PC	PT
PI 21	N32° 53' 35"E	147°48'00"	5.00	17.32	12.90	13.03	3.61	0+753.93	0+736.61	0+749.51
PI 22	S80° 45' 47"E	15°06'44"	5.00	0.66	1.32	0.04	0.04	0+762.94	0+762.28	0+763.60
PI 23	N81° 33' 17"E	20°15'08"	7.00	1.25	2.47	0.11	0.11	0+781.72	0+780.47	0+782.94
PI 24	N76° 52' 36"E	10°53'46"	20.00	1.91	3.80	0.09	0.09	0+826.09	0+824.18	0+827.99
PI 25	N69° 48' 30"E	25°01'58"	5.00	1.11	2.18	0.12	0.12	0+880.13	0+879.02	0+881.20
PI 26	N4° 36' 41"W	123°48'24"	5.00	9.37	10.80	5.62	2.65	0+924.77	0+915.41	0+926.21
PI 27	S89° 35' 55"W	47°46'25"	7.00	3.10	5.84	0.66	0.60	0+943.09	0+939.99	0+945.82
PI 28	N81° 54' 27"W	64°45'41"	5.00	3.17	5.65	0.92	0.78	0+969.65	0+966.48	0+972.13
PI 29	N7° 43' 01"W	83°37'12"	4.00	3.58	5.84	1.37	1.02	0+976.08	0+972.51	0+978.34
PI 30	N54° 17' 04"E	40°22'58"	10.00	3.68	7.05	0.65	0.61	0+989.68	0+986.00	0+993.05
PI 31	N75° 57' 58"E	2°58'49"	10.00	0.26	0.52	0.00	0.00	1+020.66	1+020.40	1+020.92
PI 32	N74° 15' 02"E	6°24'41"	10.00	0.56	1.12	0.02	0.02	1+057.87	1+057.31	1+058.43
PI 33	N58° 13' 26"E	25°38'30"	10.00	2.28	4.48	0.26	0.25	1+086.60	1+084.32	1+088.80
PI 34	N22° 11' 58"W	135°12'19"	10.00	24.26	23.60	16.24	6.19	1+144.78	1+120.52	1+144.11
PI 35	N77° 54' 00"W	23°48'16"	15.00	3.16	6.23	0.33	0.32	1+176.35	1+173.19	1+179.42
PI 36	N71° 02' 09"W	10°04'34"	10.00	0.88	1.76	0.04	0.04	1+238.02	1+237.14	1+238.89
PI 37	N70° 51' 28"W	10°25'55"	10.00	0.91	1.82	0.04	0.04	1+263.54	1+262.63	1+264.45
PI 38	N43° 51' 31"W	43°33'59"	15.00	5.99	11.41	1.15	1.07	1+306.89	1+300.89	1+312.30
PI 39	N33° 14' 59"W	22°20'54"	15.00	2.96	5.85	0.29	0.28	1+333.88	1+330.92	1+336.77
PI 40	N55° 01' 08"W	21°11'20"	20.00	3.74	7.40	0.35	0.34	1+363.73	1+359.99	1+367.38

Continuación de la tabla XXXIII.

Elementos de Curva										
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	ST	LC	E	M	PI	PC	PT
PI 41	N54° 18' 37"W	22°36'17"	30.00	6.00	11.84	0.59	0.58	1+433.62	1+427.63	1+439.46
PI 42	N46° 16' 48"W	6°3'235"	20.00	1.14	2.28	0.03	0.03	1+475.34	1+474.19	1+476.48
PI 43	N54° 38' 11"W	10°10'14"	20.00	1.78	3.55	0.08	0.08	1+539.07	1+537.29	1+540.84
PI 44	N53° 07' 17"W	13°12'02"	20.00	2.31	4.61	0.13	0.13	1+570.97	1+568.65	1+573.26
PI 45	N39° 13' 46"W	14°34'59"	20.00	2.56	5.09	0.16	0.16	1+586.86	1+584.30	1+589.39
PI 46	N55° 02' 32"W	46°12'30"	10.00	4.27	8.06	0.87	0.80	1+630.72	1+626.45	1+634.52
PI 47	S85° 25' 18"W	32°5'150"	20.00	5.90	11.47	0.85	0.82	1+662.21	1+656.31	1+667.78
PI 48	S71° 33' 13"W	5°07'40"	10.00	0.45	0.89	0.01	0.01	1+701.82	1+701.37	1+702.26
PI 49	N83° 01' 15"W	45°43'24"	10.00	4.22	7.96	0.85	0.79	1+715.16	1+710.95	1+718.93
PI 50	N66° 16' 10"W	12°13'14"	20.00	2.14	4.27	0.11	0.11	1+737.79	1+735.65	1+739.92
PI 51	N53° 54' 42"W	36°56'09"	20.00	6.68	12.89	1.09	1.03	1+763.28	1+756.60	1+769.49
PI 52	N55° 30' 41"W	40°08'06"	15.00	5.48	10.51	0.97	0.91	1+807.77	1+802.29	1+812.80
PI 53	S86° 34' 19"W	35°4'155"	15.00	4.83	9.35	0.76	0.72	1+824.42	1+819.59	1+828.93
PI 54	S77° 18' 15"W	17°09'47"	30.00	4.53	8.99	0.34	0.34	1+875.65	1+871.13	1+880.11
PI 55	S79° 53' 15"W	11°59'47"	20.00	2.10	4.19	0.11	0.11	1+931.01	1+928.90	1+933.09
PI 56	S85° 13' 13"W	22°39'44"	20.00	4.01	7.91	0.40	0.39	1+956.36	1+952.35	1+960.26
PI 57	N76° 28' 50"W	13°56'09"	30.00	3.67	7.30	0.22	0.22	1+993.70	1+990.03	1+997.33
PI 58	N78° 27' 10"W	17°52'48"	30.00	4.72	9.36	0.37	0.36	2+043.37	2+038.65	2+048.01
PI 59	N83° 06' 06"W	8°3'455"	30.00	2.25	4.49	0.08	0.08	2+118.51	2+116.26	2+120.76
PI 60	N77° 12' 10"W	3°12'58"	30.00	0.84	1.68	0.01	0.01	2+179.49	2+178.65	2+180.34

Continuación de la tabla XXXIII.

Elementos de Curva										
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	ST	LC	E	M	PI	PC	PT
PI 61	N80° 34' 19"W	9°57'17"	30.00	2.61	5.21	0.11	0.11	2+267.67	2+265.06	2+270.27
PI 62	N78° 28' 31"W	14°08'53"	30.00	3.72	7.41	0.23	0.23	2+363.00	2+359.28	2+366.69
PI 63	N66° 47' 57"W	9°12'14"	30.00	2.41	4.82	0.10	0.10	2+461.86	2+459.45	2+464.26
PI 64	N86° 49' 44"W	49°15'46"	15.00	6.88	12.90	1.50	1.36	2+503.57	2+496.69	2+509.59
PI 65	S57° 41' 03"W	21°42'41"	15.00	2.88	5.68	0.27	0.27	2+517.91	2+515.04	2+520.72
PI 66	S71° 56' 14"W	50°13'03"	20.00	9.37	17.53	2.09	1.89	2+569.76	2+560.38	2+577.91
PI 67	N75° 12' 30"W	15°29'30"	20.00	2.72	5.41	0.18	0.18	2+595.51	2+592.79	2+598.20
PI 68	N60° 59' 30"W	12°56'30"	20.00	2.27	4.52	0.13	0.13	2+707.08	2+704.81	2+709.33
PI 69	N51° 39' 57"W	5°42'35"	20.00	1.00	1.99	0.02	0.02	2+747.01	2+746.01	2+748.00
PI 70	N52° 04' 55"W	6°32'30"	20.00	1.14	2.28	0.03	0.03	2+794.89	2+793.75	2+796.04
PI 71	N59° 11' 01"W	7°39'42"	20.00	1.34	2.67	0.04	0.04	2+834.48	2+833.14	2+835.82
PI 72	N64° 22' 23"W	2°43'03"	20.00	0.47	0.95	0.01	0.01	2+896.09	2+895.61	2+896.56
PI 73	N54° 01' 20"W	23°25'09"	20.00	4.15	8.17	0.43	0.42	2+979.77	2+975.62	2+983.80
PI 74	N32° 27' 25"W	19°42'42"	20.00	3.47	6.88	0.30	0.30	3+035.52	3+032.05	3+038.93
PI 75	N44° 19' 58"W	43°27'48"	20.00	7.97	15.17	1.53	1.42	3+097.28	3+089.31	3+104.48
PI 76	N22° 08' 35"W	87°50'33"	10.00	9.63	15.33	3.88	2.80	3+134.23	3+124.60	3+139.93
PI 77	N9° 36' 37"W	62°46'36"	10.00	6.10	10.96	1.71	1.46	3+149.31	3+143.21	3+154.17
PI 78	N62° 21' 56"W	42°44'02"	15.00	5.87	11.19	1.11	1.03	3+169.94	3+164.07	3+175.26
PI 79	S83° 14' 29"W	26°03'08"	15.00	3.47	6.82	0.40	0.39	3+190.02	3+186.55	3+193.37
PI 80	S78° 20' 28"W	16°15'01"	15.00	2.14	4.25	0.15	0.15	3+218.60	3+216.46	3+220.71

Continuación de la tabla XXXIII.

Elementos de Curva										
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	ST	LC	E	M	PI	PC	PT
PI 81	S76° 09' 23"W	20°37'06"	10.00	1.82	3.60	0.16	0.16	3+249.45	3+247.63	3+251.23
PI 82	S42° 13' 19"W	47°15'03"	10.00	4.37	8.25	0.91	0.84	3+264.38	3+260.01	3+268.25
PI 83	S11° 12' 38"W	14°46'20"	15.00	1.94	3.87	0.13	0.12	3+284.01	3+282.07	3+285.94
PI 84	S12° 45' 45"W	17°52'35"	15.00	2.36	4.68	0.18	0.18	3+307.86	3+305.50	3+310.18
PI 85	S8° 36' 19"W	26°11'26"	15.00	3.49	6.86	0.40	0.39	3+329.87	3+326.39	3+333.24
PI 86	S2° 29' 38"W	13°58'03"	15.00	1.84	3.66	0.11	0.11	3+364.83	3+362.99	3+366.65
PI 87	S24° 09' 57"W	29°22'36"	15.00	3.93	7.69	0.51	0.49	3+421.52	3+417.59	3+425.28
PI 88	S65° 14' 37"W	52°46'44"	15.00	7.44	13.82	1.74	1.56	3+438.43	3+430.99	3+444.81
PI 89	S86° 17' 03"W	10°41'52"	15.00	1.40	2.80	0.07	0.07	3+512.47	3+511.07	3+513.87
PI 90	N88° 21' 27"W	21°24'51"	15.00	2.84	5.61	0.27	0.26	3+546.73	3+543.89	3+549.50
PI 91	S84° 49' 32"W	35°02'53"	15.00	4.74	9.18	0.73	0.70	3+604.98	3+600.24	3+609.42
PI 92	S45° 49' 32"W	42°57'07"	15.00	5.90	11.24	1.12	1.04	3+625.28	3+619.38	3+630.63
PI 93	S45° 51' 46"W	43°01'36"	15.00	5.91	11.26	1.12	1.05	3+652.17	3+646.26	3+657.53
PI 94	S79° 57' 23"W	25°09'38"	15.00	3.35	6.59	0.37	0.36	3+671.98	3+668.64	3+675.22
PI 95	N89° 44' 26"W	4°33'17"	15.00	0.60	1.19	0.01	0.01	3+709.64	3+709.05	3+710.24
PI 96	N79° 23' 04"W	25°16'01"	15.00	3.36	6.61	0.37	0.36	3+744.23	3+740.87	3+747.49
PI 97	N64° 38' 32"W	4°13'03"	15.00	0.55	1.10	0.01	0.01	3+791.66	3+791.11	3+792.22
PI 98	N47° 44' 51"W	29°34'19"	20.00	5.28	10.32	0.68	0.66	3+843.65	3+838.38	3+848.70
PI 99	N28° 19' 20"W	9°16'43"	20.00	1.62	3.24	0.07	0.07	3+886.69	3+885.07	3+888.30
PI 100	N30° 01' 04"W	12°40'10"	20.00	2.22	4.42	0.12	0.12	3+915.31	3+913.09	3+917.51

Continuación de la tabla XXXIII.

Elementos de Curva										
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	ST	LC	E	M	PI	PC	PT
PI 101	N27° 03' 19"W	18°35'40"	20.00	3.27	6.49	0.27	0.26	3+958.80	3+955.53	3+962.02
PI 102	N11° 59' 20"W	11°32'18"	20.00	2.02	4.03	0.10	0.10	4+007.90	4+005.88	4+009.90
PI 103	N3° 34' 40"E	19°35'41"	20.00	3.45	6.84	0.30	0.29	4+045.89	4+042.44	4+049.28
PI 104	N2° 39' 29"W	32°03'59"	20.00	5.75	11.19	0.81	0.78	4+109.15	4+103.40	4+114.59
PI 105	N38° 26' 42"W	39°30'26"	20.00	7.18	13.79	1.25	1.18	4+127.77	4+120.59	4+134.38
PI 106	N68° 25' 23"W	20°26'56"	20.00	3.61	7.14	0.32	0.32	4+173.57	4+169.96	4+177.10
PI 107	N48° 37' 52"W	60°01'57"	5.00	2.89	5.24	0.77	0.67	4+200.46	4+197.57	4+202.81
PI 108	N40° 17' 17"E	117°48'22"	5.00	8.29	10.28	4.68	2.42	4+211.77	4+203.48	4+213.77
PI 109	N62° 57' 30"E	72°27'56"	10.00	7.33	12.65	2.40	1.93	4+263.46	4+256.13	4+268.78
PI 110	N5° 13' 34"E	42°59'56"	10.00	3.94	7.50	0.75	0.70	4+279.38	4+275.44	4+282.94
PI 111	N32° 05' 57"W	31°39'07"	15.00	4.25	8.29	0.59	0.57	4+308.92	4+304.67	4+312.96
PI 112	N53° 52' 36"W	11°54'10"	20.00	2.08	4.15	0.11	0.11	4+358.68	4+356.59	4+360.75
PI 113	N73° 03' 16"W	26°27'11"	15.00	3.53	6.93	0.41	0.40	4+406.64	4+403.12	4+410.04
PI 114	N80° 00' 56"W	12°31'52"	15.00	1.65	3.28	0.09	0.09	4+444.51	4+442.86	4+446.14
PI 115	S88° 07' 47"W	36°14'27"	15.00	4.91	9.49	0.78	0.74	4+474.48	4+469.58	4+479.06
PI 116	S46° 25' 00"W	47°11'07"	10.00	4.37	8.24	0.91	0.84	4+494.13	4+489.77	4+498.00
PI 117	S47° 17' 05"W	48°55'17"	15.00	6.82	12.81	1.48	1.35	4+539.63	4+532.81	4+545.62
PI 118	N70° 19' 25"W	75°51'44"	7.00	5.46	9.27	1.87	1.48	4+570.71	4+565.25	4+574.52
PI 119	N24° 05' 23"W	16°36'19"	5.00	0.73	1.45	0.05	0.05	4+582.98	4+582.25	4+583.70
PI 120	N23° 01' 56"W	14°29'24"	20.00	2.54	5.06	0.16	0.16	4+662.96	4+660.42	4+665.48

Continuación de la tabla XXXIII.

Elementos de Curva										
CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	ST	LC	E	M	PI	PC	PT
PI 121	N35° 41' 51"W	10°50'28"	20.00	1.90	3.78	0.09	0.09	4+774.94	4+773.04	4+776.82
PI 122	N21° 59' 29"W	38°15'10"	20.00	6.94	13.35	1.17	1.10	4+814.92	4+807.99	4+821.34
PI 123	N9° 24' 51"W	13°05'54"	20.00	2.30	4.57	0.13	0.13	4+845.52	4+843.22	4+847.79
PI 124	N31° 51' 30"W	31°47'25"	20.00	5.70	11.10	0.80	0.76	4+903.78	4+898.08	4+909.18
PI 125	N53° 17' 54"W	11°05'22"	25.00	2.43	4.84	0.12	0.12	4+925.09	4+922.66	4+927.50

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Alineamiento vertical

El alineamiento vertical está formado por la rasante, constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes. La inclinación de la rasante depende principalmente de la topografía de la zona que atraviesa, del alineamiento horizontal, de la visibilidad, de la velocidad del proyecto, de los costos de construcción, de los costos de operación, del porcentaje de vehículos pesados y de su rendimiento en las diferentes pendientes de ascenso y descenso que lleguen a configurar el perfil longitudinal de la carretera.

3.3.2.1. Pendientes y subrasantes

Estas se detallan en el siguiente listado

- Pendiente máxima

Es la pendiente máxima que se recomienda en el diseño de la carretera, depende de la economía de la carretera y la ubicación y clasificación de la misma, esto definido por el Tránsito Promedio Diario Anual y el tipo de terreno.

La Dirección General de Caminos tiene especificados valores para pendientes, los cuales dependen del tipo de carretera, para este proyecto la pendiente máxima permitida fue del 14%.

- Pendiente mínima

Tiene como única finalidad la funcionalidad del drenaje, para que sobre el diseño de la subrasante el drenaje no ocasione problemas a la carretera, se recomienda una pendiente longitudinal mínima del 0,50% para garantizar el buen funcionamiento de la cuneta, dicha pendiente mínima puede ser mayor dependiendo de la longitud del tramo en corte y de la precipitación pluvial de la zona, este trabajo presenta una pendiente mínima del 0,50 %.

- Subrasante

La subrasante es la que define el volumen del movimiento de tierras, por lo que de un buen diseño depende la economía del proyecto, realizar un buen diseño de la sub-rasante significa que sea la que ocasione el menor movimiento de tierra.

Para realizar el cálculo se debe obtener lo siguiente:

- Definir la sección típica de la carretera

- El alineamiento horizontal del tramo
- El perfil longitudinal del mismo
- Las secciones transversales
- Las especificaciones necesarias
- Datos de la clase del terreno
- Haber determinado puntos obligados

La subrasante se proyecta sobre el perfil longitudinal del terreno, este proceso es por medio de aproximación, y alineamiento vertical debe combinarse con el horizontal.

Se debe tener el cuidado de balancear el corte con el relleno en una distancia no mayor de los quinientos metros, se debe dejar arriba el corte para facilitar el transporte del mismo, solamente en pendientes menores de 4 % se permitirá que el corte quede pendiente abajo de los rellenos.

Los criterios que se utilizaron en el diseño de la subrasante de la carretera para este trabajo, se apegan a los criterios de una subrasante en el tipo montañoso y ondulado, y buscando que la subrasante como tal quede tal cual se encuentra de manera que los movimientos de tierra se hagan en zonas de la carretera que necesiten ser ampliadas para mantener un ancho de carretera continuo y correcta pendiente de taludes.

Subrasante = PIV +/- (%de entrada o salida*Dist. PIV-Est x)

Subrasante corregida = PIV +/- OM

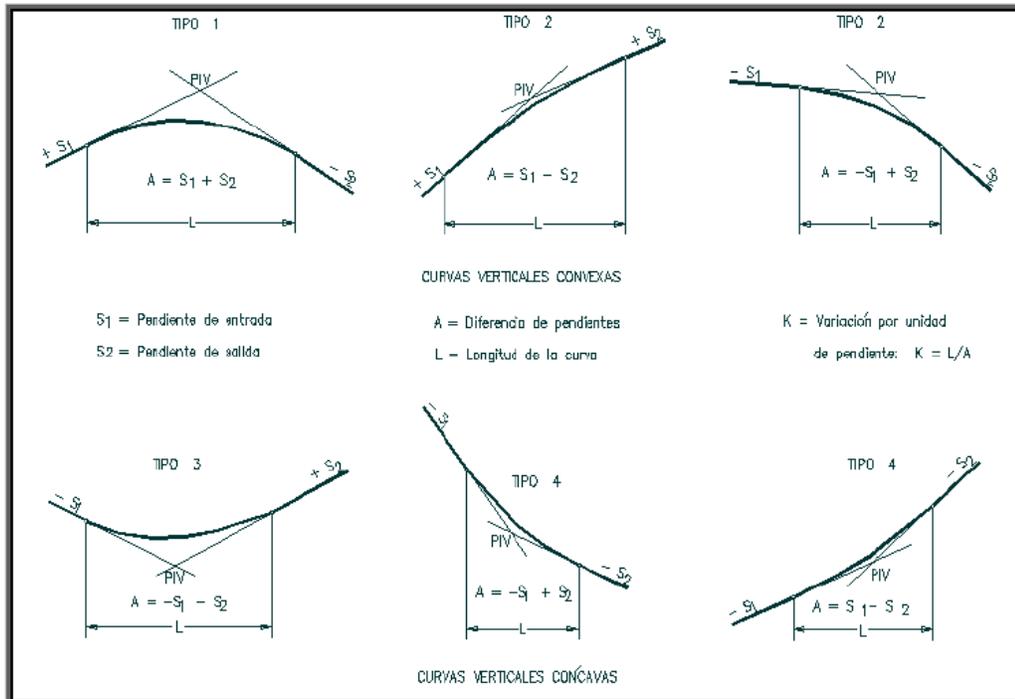
3.3.2.2. Curvas verticales y correcciones

- Curvas verticales

La finalidad de una curva vertical es proporcionar suavidad al cambio de una pendiente a otra, estas curvas pueden ser circulares, parabólicas simples, parabólicas cúbicas, entre otros. La que se utiliza en el Departamento de Carreteras de D.G.C. es la parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo y a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación.

La figura 49 muestra los tipos de curva:

Figura 64. Tipos de curvas verticales



Fuente: MARTÍNEZ BARBOZA, Henry. *El diseño geométrico de la vía*. p. 28.

Las especificaciones de la D.G.C. tienen tabulados valores para longitudes mínimas de curvas verticales, en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño. En algunas oportunidades, los requerimientos de drenaje podrán determinar la longitud mínima de una curva vertical.

Al momento de diseñar, se deben considerar las longitudes mínimas permisibles de curvas, con el objeto de evitar el traslape de las mismas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores. Estas curvas pueden ser calculadas de la siguiente forma.

- Criterio de Visibilidad de parada o por seguridad

Se aplica a curvas cóncavas o convexas. La longitud de la curva debe ser tal que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada. En algunos casos, el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de rebase.

$$L = A * K$$

Donde:

L: longitud mínima de curva vertical (cóncava o convexa para la visibilidad)

K: constante que depende de la velocidad de diseño

A: diferencia algebraica de pendientes

- Criterio de comodidad

Se aplica a las curvas verticales cóncavas, en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección, se suma al peso propio del

vehiculó. Se recomienda que en la curva la aceleración centrífuga no exceda a $0,305 \text{ m/seg}^2$, o sea que:

$$a_c = \frac{v^2}{R} \leq 0,305 \text{ m/s}^2 \therefore R \geq 2,38 v^2$$

Si se asimila la parábola a un círculo, se tendrá:

$$L = R\Delta \quad Y \Delta = A$$

Por lo que:

$$L \geq 3,28 v^2 \Delta$$

Y si se expresa v en Km/h y A en porcentaje:

$$K = \frac{L}{A} \geq \frac{v^2}{395} \quad L \geq \frac{Av^2}{295}$$

Siendo K el recíproco de la variación de pendiente por unidad de longitud

- Criterio de drenaje

Se aplica al proyecto de curvas verticales convexas o cóncavas, cuando están alojadas en corte. La pendiente en cualquier punto de la curva, debe ser tal que el agua pueda escurrir fácilmente. La AASHTO ha encontrado que para que esto ocurra debe cumplirse:

$$K = \frac{L}{A} \leq 43$$

- Criterio de apariencia

Se aplica al proyecto de curvas verticales con visibilidad completa, o sea a las curvas cóncavas, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente. Empíricamente la AASHTO ha determinado que:

$$K = \frac{L}{A} \geq 30$$

En la tabla siguiente se muestran los diferentes valores de K para los diferentes criterios, según la Dirección General de Caminos.

Tabla XXXIV. **Valores de K para curvas cóncavas y convexas**

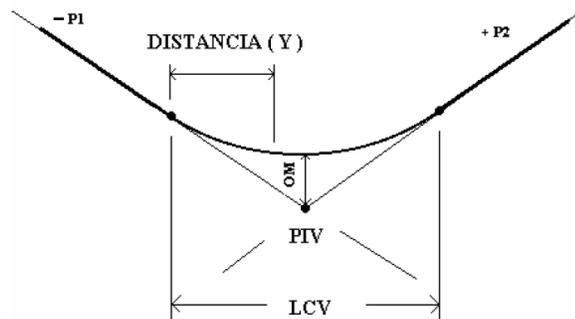
VEL. DE DISEÑO K.P.H	CÓNCAVA	CONVEXA
	K	K
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: elaboración propia.

- Correcciones

Luego de calcular las elevaciones de la subrasante conformada por rectas de pendientes definidas, se ve necesario corregir las mencionadas alturas en los caminamientos que conforman las curvas verticales, puesto que debe proporcionarse un cambio suave entre la pendiente de entrada y salida.

Figura 65. **Curva vertical**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Según lo muestra la figura anterior, la ordenada máxima (OM) es el máximo cambio de la curva, las correcciones siguientes se calculan del exterior de la curva hasta el centro, tanto de entrada como de salida, las fórmulas son las siguientes:

$$OM = \frac{A}{800} * LCV ; Y = \frac{(A * L^2)}{200 * LCV}$$

Donde:

P1 = pendiente de entrada

P2 = pendiente de salida

OM = ordenada media

A = cambio de pendientes

L = dist. del PCV o PTV a la estación de la cual se desea conocer la corrección

LCV = longitud de curva vertical

Y = corrección vertical

Esta corrección se suma a la cota de subrasante, obteniendo así la subrasante corregida, base para el resto del cálculo.

Ejemplo de cálculo:

Curva 1: Curva convexa, velocidad de diseño = 20 KM/h K = 5.86

P_{entrada} = 13,95% y P_{salida} = -6,86 %

P = |13,95 – 6,86| = 7,09 %

LCV = K*A = 5,86 * 7,09 = 44,94

LCV recomendada = 121,84 m.

PIV = Est. 0+254,11 PIV Elev = 1 744,65

OM = LC * (A/800) = 121,84 * (7,09/800) = 1,72

Subrasante PIV = 1 744,65-1,72 = 1 742,93 m.

Corrección YPIV = A*L² /200*LC = 1,08

Subrasante corregida = 1 742,93-1,08 = 1 740,77 m.

Tabla XXXV. Elementos de curvas verticales

Elementos de curva vertical													
PIV	Dist. H. PIV	Elev. PIV	Tipo de curva	Δ (%)	K	LCV (m)	OM (m)	Y	Sub. R. Corr.	C. Seguridad (m)	C. comodidad (m)	C. drenaje	C. apariencia
1	0+254.11	1,744.65	convexa	7.09	5.86	121.84	1.72	1.08	1,740.77	41.5474	No aplica	17.18	No aplica
2	0+689.88	1,714.76	convexa	4.6	2	102.58	0.116	0.06	1,714.64	9.2	No aplica	22.30	No aplica
3	1+270.00	1,641.51	concava	5.14	4	154.34	1	0.99	1,643.50	20.56	6.97	30.03	30.03
4	1+710	1,604.30	convexa	3.28	2	151.24	0.62	0.62	1,639.06	6.56	No aplica	46.11	No aplica
5	2+400	1,523.27	convexa	1.74	2	86.56	0.376	0	1,522.89	3.48	No aplica	49.75	No aplica
6	2+610	1,494.97	convexa	0.52	2	4.71	0.006	0	1,494.96	1.04	No aplica	9.06	No aplica
7	2+849.89	1,461.38	concava	6.4	4	31.97	0.51	0	1,461.89	25.6	8.68	5.00	5.00
8	3+210.00	1,434.00	convexa	6.38	2	51.02	0.41	0.4	1,433.19	12.76	No aplica	8.00	No aplica
9	3+596.21	1,380.00	convexa	5.77	2	340.36	2.4557	2.45	1,377.55	11.54	No aplica	58.99	No aplica
10	3+900	1,320.00	concava	5.52	4	265.02	0.056	1.77	1,321.83	22.08	7.48	48.01	48.01
11	4+070	1,295.81	concava	2.49	2	29.86	0.1852	0	1,295.62	4.98	3.38	11.99	11.99
12	2+250	1,274.68	concava	9.66	4	248.73	1.2954	3	1,278.97	38.64	13.10	25.75	25.75
13	4+490	1,279.66	convexa	1.08	2	151.9	0.2	0	1,279.46	2.16	No aplica	140.65	No aplica
14	4+810	1,269.75	convexa	8.03	2	152.48	1.53	0	1,268.22	16.06	No aplica	18.99	No aplica

Fuente: elaboración propia.

3.4. Movimiento de tierras

El movimiento de tierras es el corte, remoción, utilización o disposición de los materiales extraídos en los cortes, incluyendo el de prestamo o desperdicio; comprende también, la construcción de terraplenes, conformación, compactación y acabado de todo el trabajo de terracería.

El movimiento de tierras depende directamente, del diseño de la subrasante de la carretera, e influye, en el costo de la misma; puede variar de volúmenes de cientos de metros cúbicos a mover en terrenos planos, a miles de metros cúbicos en terrenos montañosos.

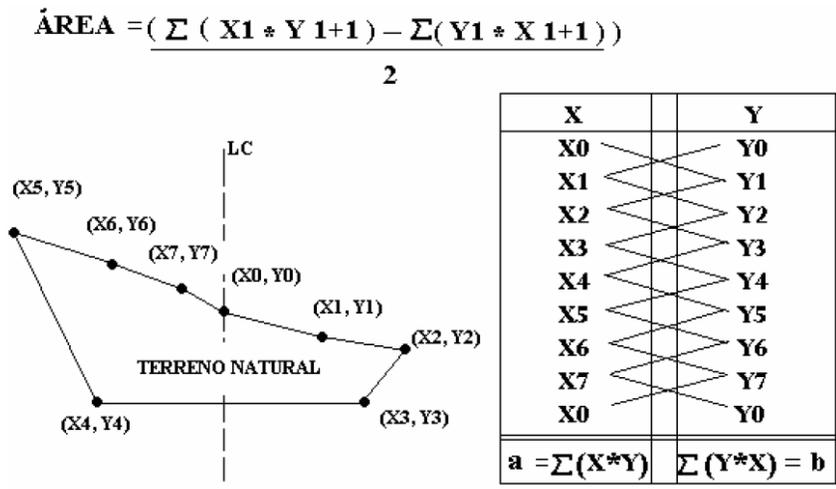
3.4.1. Cálculo de áreas secciones transversales

Luego de haber dibujado el perfil de las secciones transversales del terreno, en ambos lados de la línea central, se procede al cálculo de las áreas.

Las áreas se pueden determinar de varias formas, sin embargo, el método más sencillo y práctico es el del planímetro, ya que las secciones se dibujan a la misma escala vertical y horizontal, obteniéndose rápidamente, el área, en corte o relleno.

Si no se dispone de un planímetro, puede calcularse el área, asignando coordenada totales como se considere conveniente y aplicar el método de los determinantes para encontrar el área.

Figura 66. Cálculo de áreas de secciones transversales



Fuente: elaboración propia.

Los taludes recomendados para el trazo de la sección típica bien sea en corte o en relleno, se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla XXXVI. **Relaciones 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: APONTE CORZO, José Luis. *Manual para diseño geométrico de carreteras*. p. 38.

3.4.2. **Calculo de volúmenes**

Cada una de las áreas calculadas anteriormente se constituye en un lado de un prisma de terreno que debe rellenarse o cortarse. Asumiendo que el terreno se comporta en una manera uniforme entre las dos estaciones, se hace un promedio de sus áreas y se multiplica por la distancia horizontal entre ellas, obteniendo así los volúmenes de corte y relleno en ese tramo.

La fórmula que facilita este cálculo es la siguiente:

$$V = \frac{(A1 + A2)}{2} * D$$

Donde:

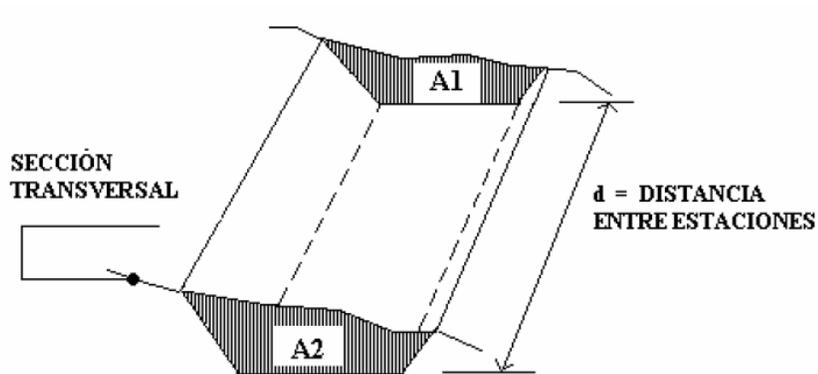
V = volumen de tierra

A1 = área de sección 1

A2 = área de sección 2

D = Distancia entre áreas

Figura 67. **Representación geométrica para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras I**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Cuando en un extremo la sección tenga solo área corte y el otro solamente relleno, debe calcularse una distancia de paso, donde teóricamente el área pasa a ser de corte a relleno.

La fórmula con la que se determina es la siguiente:

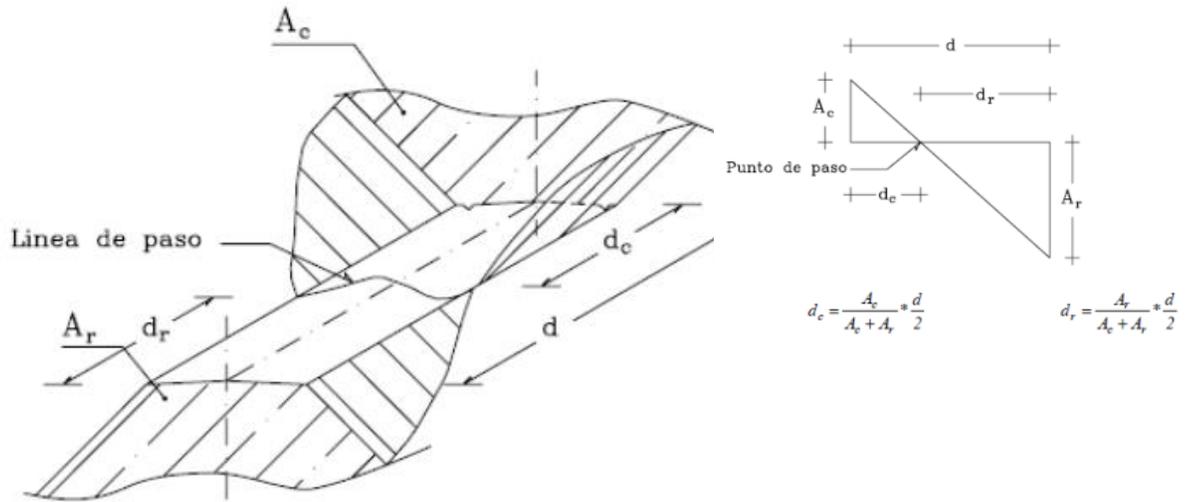
Para el corte

$$V_c = \frac{A_c^2}{(A_c + A_r)} * \frac{d}{2}$$

Para el relleno

$$V_r = \frac{A_r^2}{(A_c + A_r)} * \frac{d}{2}$$

Figura 68. **Representación geométrica para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras II**



3.4.3. Balance y diagrama de masas

- Balance de masas

En el caso del presente proyecto la región es montañosa, por lo tanto, los cortes sobrepasan en gran medida a los rellenos y tomando en cuenta que se tratará de respetar el perfil de la carretera actual, la curva de balance se utiliza únicamente en regiones semi-planas donde el material de corte se utiliza en los rellenos de la carretera, en este caso no fue posible debido a que los cortes sobrepasaban en gran medida a los rellenos, ya que al respetarse la línea de subrasante de la carretera existentes se harán mayormente corte de taludes para la ampliación de la corona de manera que los taludes no sean peligrosos en época lluviosa y por lo tanto los rellenos serán mínimos y solamente se utilizarán en donde sea necesario de manera que se tendrá que buscarse zonas

para botar tierra en la longitud de la carretera, razones por las cuales no se puede utilizar el balance de masas.

- Diagrama de masas

La curva masa busca el equilibrio para la calidad y economía de los movimientos de tierras, además es un método que indica el sentido del movimiento de los volúmenes excavados, la cantidad y la localización de cada uno de ellos.

Las ordenadas de la curva resultan de sumar algebraicamente a una cota arbitraria inicial el valor del volumen de un corte con signo positivo y el valor del terraplén con signo negativo; como ábsidas se toma el mismo cadenamiento utilizado en el perfil.

3.5. Capa de rodadura

La capa de rodadura para el mejoramiento de la carretera estará constituido como recomendación mínima por empedrado con carrileras de pavimento rígido, sin embargo se tomara la precaución en el estudio previniendo una capa de rodadura de balasto, por lo tanto los ensayos comprendidos serán para la subrasante de balasto y la base de suelo natural.

- Criterios para definir la capa de rodadura

Los factores principales relacionados con el problema de diseñar el espesor de los pavimentos son:

- Cargas de tránsito

- Clima o medio
- Características de los materiales
- Valor soporte C.B.R.

También debe considerarse el costo, la construcción, el mantenimiento y el período de diseño.

3.5.1. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se realizan con el fin de determinar las características del suelo o de los agregados que se utilizaran como subrasante o carpeta de rodadura e incluso la base de manera que se pueda saber si los materiales como el suelo natural son los adecuados y de no serlos dar una recomendación para preparar el suelo o para confirmar su fiabilidad por medio de los diferentes ensayos.

3.5.1.1. Subrasante

Los ensayos que se realizan a los materiales que conformaran la subrasante son los siguientes: Límites de Atterberg, granulometría, compactación y CBR.

3.5.1.1.1. Límites de Atterberg

Para la clasificación de los suelos finos, se realizan los límites de Atterberg. El nombre de estos se debe al científico sueco Albert Mauritz Atterberg (1 846- 1 916). El profesor Arthur Casagrande (1 902- 1 981) realizo una gran cantidad de investigaciones, tendientes a la normalización de estos ensayos.

Estos ensayos se realizan con el suelo que pasa el tamiz No. 40.

- Límite líquido: se define por convención, como el contenido de humedad, para el cual una acanaladura, con el equipo normalizado, requiere 25 golpes para cerrarse, con una longitud de 13 milímetros.
- Límite plástico: definido por convención, como el contenido de humedad para el cual un cilindro de 3 milímetros de diámetro, comienza a desmoronarse.
- Índice plástico: es el contenido de humedad, por debajo del cual, se puede considerar el suelo con un material no plástico, estado semisólido. Está expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra utilizada para el ensayo.

3.5.1.1.2. Granulometría

El ensayo granulométrico se basa en dos normas que son la AASHTO-T27 y la AASHTO-T11.

El análisis granulométrico consiste en determinar la cantidad, en porcentaje, de los tamaños de las partículas que constituyen el suelo, y representarlas gráficamente.

3.5.1.1.3. Compactación

En suelos que contienen cantidades apreciables de partículas finas, la densidad relativa pierde sentido, porque los valores de índices de vacíos máximo y mínimo no tienen valores definidos. En el sentido práctico se ha

observado que el valor máximo de la compactación de un suelo, para una energía fija de compactación, depende del contenido de humedad presente en el suelo, en el momento de la compactación.

Se han desarrollado dos pruebas para evaluar la máxima compactación de un suelo en el laboratorio: los ensayos de compactación con esfuerzo normal (proctor normal) y con esfuerzo modificado (proctor modificado).

3.5.1.1.4. CBR

La finalidad de este ensayo, es determinar la capacidad soporte (C.B.R.) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. Es un método desarrollado por la División de Carreteras del Estado de California (EE.UU.), y sirve para evaluar la calidad relativa del suelo para subrasante, sub-base y base de pavimentos.

El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo, bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un porcentaje de la relación de soporte. El porcentaje C.B.R. está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre, a una profundidad determinada expresada, en porcentaje de fuerza necesaria, para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad en una probeta normalizada, constituida por una muestra patrón de material apisonada.

La expresión que define al C.B.R. es la siguiente:

$$\text{C.B.R.} = (\text{carga unitaria del ensayo/carga unitaria patrón}) * 100 \%$$

De la ecuación se puede ver que el número C.B.R., es un porcentaje de la carga unitaria patrón. En la práctica, el símbolo de porcentaje se quita y la relación se presenta simplemente por el número entero.

3.5.1.2. Balasto

Se le llama balasto al material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir, que consta de material fino y grueso, con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura, el cuál debe cumplir con las condiciones siguientes:

- Debe ser de calidad uniforme y 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 80 libras / pie cúbico.
- El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de 2/3 del espesor de la capa a utilizar y en ningún caso ser mayor de 10 Cm.
- La capa de balasto a colocarse sobre la subrasante, no debe ser menor a los 10 cm de espesor.
- La porción del balasto retenida en el tamiz No. 4 (4,75 mm), debe estar comprendida entre el 70 % y el 30 % en peso.
- La porción de balasto que pase en el tamiz No. 40 (0,425 mm), debe tener un límite líquido no mayor de 35 y un índice de plasticidad entre 5 y 11.
- La porción de balasto que pase el tamiz No. 200 (0,075 mm), no debe exceder de
- 25 % en peso.

Para determinar la calidad del balasto se le realiza la prueba de desgaste en la máquina de los Ángeles 50 % como mínimo, ya que esta será la que tendrá el contacto con el neumático del vehículo.

Por otra parte la colocación del balasto debe hacerse en capas no mayores a los 25 cm y compactando a 90 % proctor.

Para el trabajo se tiene un material de calidad uniforme y exento de residuos, por la apariencia que tiene consta de material fino y grueso.

3.5.1.2.1. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg que resultaron del ensayo de laboratorio al material balasto son los siguientes:

Tabla XXXVII. Límites de Atterberg

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION*	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1	1	0,0	0,0	SM	Arena limosa color beige con presencia de pómez

Fuente: Norma: AASHTO T-89 Y T-90. (*) Clasificación según carta de plasticidad.

3.5.1.2.2. Compactación

El ensayo de compactación al balasto se realizó por medio del método de proctor modificado, bajo la norma A.A.S.H.T.O. T-180, la gráfica de densidad

seca-humedad se colocara en la sección de anexos, los datos que resultaron del ensayo son los siguientes:

Descripción del suelo: arena limosa color beige con presencia de pómez.

Densidad seca máxima γ_d : 1 564 kg/m³, 97,6 lb/pie³

Humedad optima: 20,0 %

3.5.1.2.3. CBR

Los resultados del laboratorio muestran que el balasto tiene un CBR como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XXXVIII. Datos CBR

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H (%)	γ_d lb/pie ³	(%)	(%)	(%)
1	10	20.80	84.2	86.2	0.61	20.3
2	30	20.80	90.0	92.2	0.65	48.1
3	65	20.80	97.3	99.7	0.48	106.3

La grafica de % C.B.R. -% de compactación se colocará en los anexos.

Fuente: elaboración propia.

3.5.1.2.4. Granulometría

Los resultados obtenidos en el laboratorio indican que el suelo posee un 34,58 por ciento de grava, 57,90 por ciento de arena y 7,52 por ciento de finos.

El suelo se clasifica como arena limosa color beige con presencia de pómez, la tabla con análisis de tamices y la gráfica % que paso-diámetro se colocara en los anexos.

3.6. Drenajes

El drenaje tiene la finalidad de evitar que el agua llegue a la carretera y desalojar la que inevitablemente siempre llega. Toda el agua que llega en exceso a la carretera tiene dos orígenes: puede ser de origen pluvial o de corrientes superficiales, es decir, ríos.

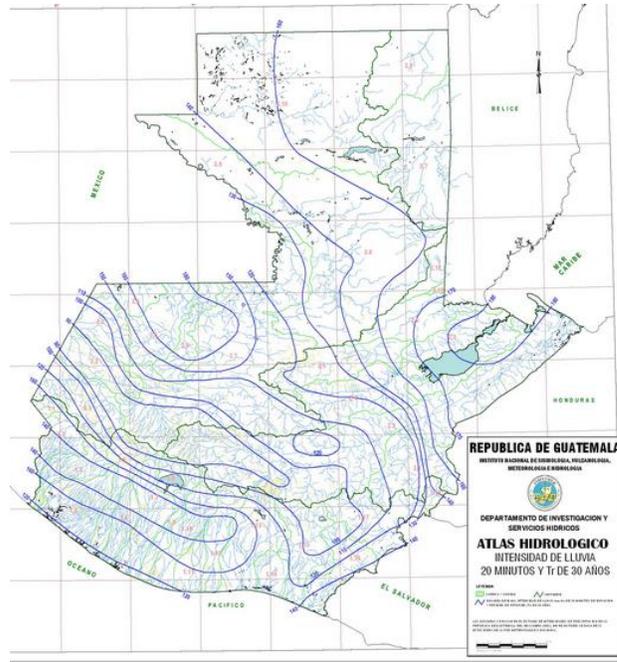
El agua de escorrentía superficial, por lo general se encuentra con la carretera en sentido casi perpendicular a su trazo, por lo que se utiliza para esto, drenaje transversal, según el caudal que se presente.

El agua pluvial debe encauzarse hacia las orillas de la carretera con una pendiente adecuada en sentido transversal; a esta se le llama bombeo normal y generalmente es del 3 % y la pendiente longitudinal mínima para la subrasante es del 0,5 %.

3.6.1. Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia, consultar con el Insivumeh para la región de estudio. Este proyecto se visitó la página web www.insivumeh.gob.gt, en la pestaña Atlas Hidrológico se obtiene la intensidad de lluvia hora para un período de retorno de 10 años. Para la zona donde se ubica el proyecto la intensidad de lluvia $I = 180$ milímetros por hora

Figura 69. **Atlas hidrológico, intensidad de lluvia**



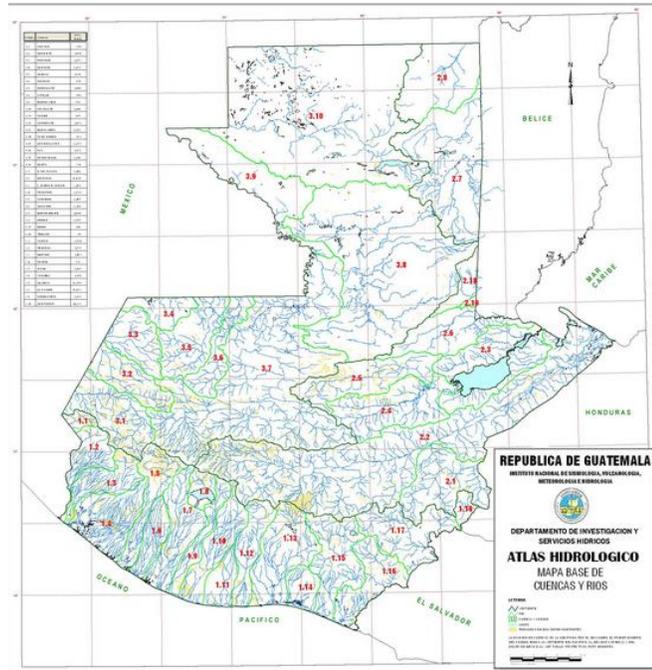
Fuente: Insivumeh.

3.6.2. Cuenca

Una cuenca hidrográfica es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río.

La carretera se encuentra en la cuenca 1.3 según los mapas hidrológicos del Insivumeh la cual cuenta con un área de 1,21 km² según mapa del atlas hidrológico, mapa base de cuencas y ríos del Insivumeh.

Figura 70. **Atlas hidrológico, mapa de cuencas y ríos**



Fuente: Insivumeh.

3.6.3. Caudales

Para determinar el caudal de escorrentía superficial máxima que puede presentarse en una determinada zona se usa el método racional.

Este método consiste en considerar el caudal que se espera de un área cuya escorrentía converge en un punto o línea determinada (por ejemplo una cuneta), en un momento de máxima intensidad de precipitación.

La fórmula que expresa este principio es:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal de diseño, en m³/s

C = coeficiente de escorrentía (depende del tipo de superficie que se analice)

A = área drenada por la cuneta, en km²

I = intensidad de la lluvia en mm/h

3.6.4. Cálculo

Para el cálculo del caudal de escorrentía es necesario conocer el coeficiente de escorrentía, el cual se tomara de la tabla siguiente:

Tabla XXXIX. **Coefficientes de escorrentía usados en carreteras**

DESCRIPCIÓN	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	0.95
Adoquín.	0.70	0.85
Suelo arenoso.	0.15	0.20
Suelo duro.	0.25	0.35
Bosques.	0.20	0.25

Fuente: elaboración propia.

Para este proyecto se utilizara coeficiente de escorrentía, C = 0,20

Teniendo todos los datos necesarios para nuestro cálculo procedemos a realizarlo:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$Q = \frac{0,20 * \frac{180\text{mm}}{h} * 2,69 \text{ ha}}{360} = 0,269 \text{ m}^3/\text{s}.$$

3.6.5. Drenaje longitudinal

La eliminación del agua que cae sobre la superficie de rodamiento y hombros, así como de los costados de la carretera se realiza a través de las cunetas, contracunetas, fosas de eliminación y el mismo bombeo aplicado a la carretera, por medio de cunetas y contracunetas se conduce el agua que cae sobre la carpeta de rodadura y el agua que busca ingresar a la carpeta y es conducida a lugares alejados de manera que no sea un peligro el exceso de agua sobre la carretera o sobre taludes de la carretera.

3.6.5.1. Cunetas

Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino, con el fin de conducir el agua que escurre de la mitad del camino o en todo, en el caso de las curvas. Cuando las cunetas pasan de corte a relleno se prolongan a lo largo del pie del relleno, dejando una berma entre dicho pie y el borde de la cuneta, evitando de esta forma que se moje el relleno, lo que origina asentamientos.

El diseño de cunetas se basa en los principios del flujo de canales abiertos, estas se pueden construir de forma trapezoidal o triangular, quedando a criterio del constructor del proyecto cuál debe usar.

Las cunetas deben protegerse en pendientes fuertes, cuando su longitud sea mayor de 50 metros por medio de una fosa de laminación o una alcantarilla de alivio, debido a que mientras más larga sea la cuneta, más agua llevará, erosionará más, resultando anti-económica la conservación.

Para el diseño de la cuneta se utilizan las expresiones siguientes para determinar el caudal Q que la cuneta tendrá como capacidad de desfogue y el caudal Q que la cuenca aportara y que necesitara ser desfogado, en cualquier caso el caudal Q que tendrá como capacidad la cuneta deberá de ser mayor al caudal Q que aporte la cuenca.

Para caudal Q de la cuneta se utilizara la fórmula de Manning

$$Q = A * V = A * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} / n$$

Donde:

Q = caudal en m³/s

A = área de la sección en m²

R_h = radio hidráulico R_h = área/perímetro mojado

S = pendiente del fondo (la cual corresponderá al 2 %)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

Para el caudal Q que aportara la cuenca se utilizara el método racional.

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q = caudal en m³/s

C = coeficiente de escorrentía ponderado

I = intensidad de lluvia

A = área de la cuenca en km²

Ver diseño de cuneta en planos ubicados en los apéndices.

3.6.6. Drenaje transversal

Este se encuentra formado por tuberías y bóvedas, las tuberías pueden ser de concreto reforzado o de lámina corrugada. El objetivo del drenaje transversal es dar paso rápido al agua que no pueda desviarse en otra forma y tenga que cruzar de un lado a otro el camino.

Existen varios métodos para determinar el diámetro necesario de una estructura de drenaje.

El método que se utilizó en este proyecto fue el racional el cual se asume que el caudal máximo, para un punto dado, se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía superficial, durante un período de precipitación máxima (diseño), debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana, hasta el punto considerado tiempo de concentración.

El método racional está representado por la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Con los datos calculados anteriormente se conoce que el caudal Q es 0,269 m³/s.

Para determinar el diámetro necesario para este caudal se utiliza la fórmula de Manning la cual es:

$$V = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

V = velocidad m/s

n = coeficiente de rugosidad

R = radio a sección llena m, (R = A/P) se determinó que el área del radio hidráulico de una sección circular que trabaja como máximo al 90% de su capacidad es de A = 0,744d y el perímetro P = 2.82d, con lo cual el R = 0.26 d.

S = pendiente

Se despejara la fórmula de Manning dejando como resulta el diámetro d que deberá de tener la tubería recomendada para diseño, el coeficiente de rugosidad n corresponde es 0,009 para tubería PVC. En este proyecto se colocará tubería transversal en diferentes puntos de la carretera, con el propósito que la cantidad de agua conducida por la cuneta no sea excesiva, el valor de la pendiente S corresponde se determina a 2%.

Despejando la fórmula de Manning con la incógnita de d tenemos.

$$Q = \frac{1}{0,009} * 0,744d^2 * 0,26d^{2/3} * 0,02^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{0,009} * 0,744d^2 * 0,26d^{2/3} * 0,14$$

$$Q = \frac{0,027}{0,009} d^{8/3}$$

$$Q = 3.009 d^{8/3}$$

$$d = \left(\frac{Q}{3.009} \right)^{3/8}$$

Sustituyendo Q por el calculado anteriormente.

$$d = \left(\frac{0.269}{3.009} \right)^{3/8}$$

$$d = 0.40$$

La tubería trabajando a 90 % de su sección llena necesitaría un diámetro de 40 cm sin embargo con el fin de que la tubería trabaje por lo regular con un 50% de su sección llena y que se encuentre preparada para fenómenos climatológicos graves se recomienda utilizar tubería de 30" de diámetro.

3.6.7. Bombeo de la superficie

Se le llama bombeo o pendiente transversal a la forma que se le da a la sección del camino, para evitar que el agua de lluvia se estanque y, por lo tanto, ocasione trastornos al tránsito e infiltraciones en las terracerías que provocan saturaciones en las mismas, reblandecimientos del terreno y, finalmente, destrucción; sirve también para evitar que el agua corra longitudinalmente sobre la superficie y la erosione. El bombeo depende no solamente de la precipitación pluvial sino de la clase de superficie de la carretera, ya que una superficie dura requiere menos bombeo que una rugosa y la falta de compactación al proyectar

el bombeo de una carretera debe tomarse en cuenta también en relación a la comodidad para los usuarios de la carretera, puesto que una carretera con bombeo exagerado provoca que los conductores de vehículos prefieran el centro.

Para el diseño del proyecto realizado, el bombeo es 3 % que es el recomendado para caminos vecinales, ver diseño en planos anexos.

3.7. Presupuesto

Contempla materiales, mano de obra, maquinaria, combustible y gastos indirectos. Para el efecto se tomó como referencia los precios de materiales y renta de maquinaria que se cotizan en el área de San Marcos, lo concerniente a mano de obra tanto calificada como no calificada, la que la municipalidad asigna para casos similares, se aplicó un 30 por ciento de costos indirectos que incluye administración, supervisión técnica y utilidades. El presupuesto se puede ver en la tabla XXXVI.

3.7.1. Precios unitarios

Los precios unitarios son los precios que se representan según la cantidad trabajada es decir son los costos por unidades de medida como los metros cuadrados, metros lineales, unidades de un elemento, entre otros, los cuales son importantes, ya que con estos se puede hacer un análisis sobre la cotización en mercado sobre lo presupuestado, los precios unitarios se pueden ver en los anexos.

3.7.2. Resumen presupuesto

El presupuesto resumido es útil para quien quiere conocer el costo final del proyecto tomando únicamente una idea general del costo de cada uno de los renglones, a continuación se muestra el presupuesto resumido.

Tabla XL. **Presupuesto resumido – diseño de ampliación y mejoramiento de carretera que conduce de aldea El Carrizal al kilómetro 7, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos**

PRESUPUESTO DE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CARRETERA					
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA					
FACULTAD DE INGENIERÍA					
EPS INGENIERÍA CIVIL					
EPESISTA: JOSÍAS ESTUARDO OROZCO TUL					
MUNICIPALIDAD DE ESQUIPULAS PALO GORDO					
PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA QUE CONDUCE DE ALDEA EL CARRIZAL AL KILÓMETRO 7.					
		unidades	Cantidad	P. U.	Sub-total
Renglón	Replanteo Topográfico.	Km	4.97	Q 4,504.62	Q 22,387.96
Renglón	Excavación para cuneta	m ³	310.93	Q 105.45	Q 32,788.60
Renglón	Capa de balasto	m ³	3,980	Q 345.36	Q 1,374,534.20
Renglón	Carrileras de pavimento	m ²	5,970	Q 245.73	Q 1,467,024.00
Renglón	Cuneta revestida	ml	2,488	Q 112.93	Q 280,975.44
Renglón	Empedrado	m ²	13,930	Q 56.91	Q 792,688.00
Renglón	Drenaje Transversal	ml	93.5	Q 5,079.79	Q 474,960.07
Renglón	Flete de maquinaria	unidad	3	Q 7,800.00	Q 23,400.00
Costo Total del Proyecto.					Q 4,468,758.27

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI.

Cronograma de ejecución física y financiera

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EPS INGENIERÍA CIVIL EPESISTA: JOSIAS ESTUARDO OROZCO TUL MUNICIPALIDAD DE ESQUIPUJAS PALO GORDO		PROYECTO: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA QUE CONDUCE DE ALDEA EL CARRIZAL AL KILOMETRO 7.																																																	
		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				% Físico	% Financiero				
No.	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			1	2	3	4
1	Replanteo topográfico																																																	5.63	0.208
2	Excavación y corte de talud																																																	5.63	0.021
3	Excavación y corte para cuneta																																													11.267	0.528				
3	Maquinaria																																													5.63	0.877				
4	Camion de volteo de 8 m³																																													11.267	0.689				
5	Corte y acarreo de balasto																																													5.63	1.662				
6	Capa de balasto																																													11.267	7.477				
7	Carrileras de pavimento																																													11.267	46.734				
8	Cuneta revestida de piedra																																													11.267	14.539				
9	Empedrado																																													12.676	26.171				
10	Drenaje Transversal																																													5.63	0.887				
11	Flete maquinaria																																													2.82	0.209				
% mensual de avance financiero		0.9796				1.162				4.788				4.738				18.459				23.367				13.11				10.18%				11.63				11.631				0.887				Total =		100.0			

Fuente: elaboración propia.

3.8. Evaluación ambiental inicial

Según el artículo 8 del decreto 68-86 para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.

Por la envergadura del proyecto y consultas en el MARN, para la ejecución del proyecto se requerirá de un diagnóstico ambiental de bajo impacto el cual se adjunta el formulario en los anexos.

CONCLUSIONES

1. Debido al diagnóstico realizado se ha podido demostrar que las necesidades de las aldeas bajo estudio del municipio de Esquipulas Palo Gordo, son la construcción del edificio que se tendrá la utilidad de mercado y salón de usos múltiples, así mismo en el caso de aldea El Carrizal la única vía de comunicación con la que cuentan es la de mayor necesidad, sin dejar de mencionar que en ambas aldeas es extensa la necesidad de infraestructura básica.
2. El diseño del edificio en aldea Tánil es el ideal, ya que combina un método de diseño sismo resistente con un método constructivo económico y el cual es factible de realizar, en aldea El Carrizal concluimos que el diseño realizado es el mejor tomando en cuenta los recursos limitados con los que cuenta la municipalidad y que el empedrado con carrileras de pavimento lograra resolver el problemas en la vía de comunicación y trasporte de la aldea.
3. El diseño de los proyectos aquí presentados logran cumplir con el propósito del Ejercicio Profesional Supervisado, ya que logramos por medio de estos hacer un diseño profesional, económico y durable y que beneficia a dos de las aldeas del municipio logrando con los cuales un desarrollo en las comunidades, el departamento y a posteriori en el país.

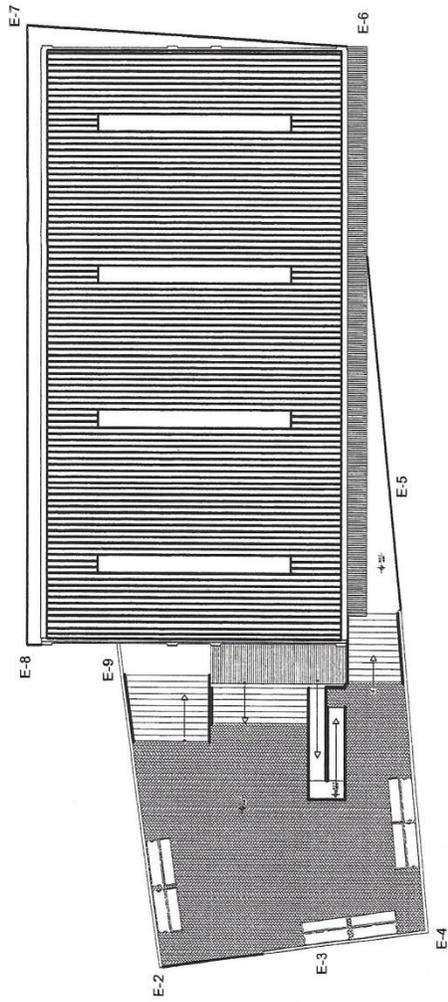
RECOMENDACIONES

1. Para garantizar la durabilidad y la resistencia de la edificación en aldea Tánil que exista una supervisión profesional al momento de su construcción que garantice que se está construyendo acorde al diseño realizado, y que no se altere su estructura con fines de ahorro de tiempo o dinero, de igual manera que no se agreguen elementos estructurales a los ya definidos sin tener el aval de un profesional de lo contrario la estructura podría perder sus características sismo resistentes, características que en el municipio son prioritarias.
2. En el diseño de la carretera el cual se realizó acorde a las indicaciones de la administración municipal, se recomienda que en el futuro pueda hacerse un cambio más drástico al alineamiento horizontal y vertical de la carretera de manera que las pendientes y curvas sean menos exigentes y estén mejor adecuadas a las normas de diseño, de manera que se pueda tener en ella una conducción cómoda en el cual autos de todo tipo puedan conducirse sin mayores exigencias, tomando en cuenta que la longitud de la carretera aumentaría, así como el terreno que pobladores tendrían que ceder, sin embargo es una recomendación que considero prudente y necesaria.
3. En el caso del edificio mercado-salón así como en el de la carretera es recomendable delegar a las autoridades comunales que existan grupos de mantenimiento, sobre todo en la carretera, con el fin de garantizar la durabilidad y la utilidad de los proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI 318-08) y Comentarios*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C., México, D.F. 1990.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructura y Sísmica *Normas estructurales de diseño y construcción recomendados para la República de Guatemala*. Agies, 2002. 132 p.
3. ARREAGA ESPAÑA, Héctor Amílcar. *Manual de normas para el diseño geométrico de carreteras*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1996. 120 p.
4. Dirección General de Caminos. *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes*. Guatemala. Cámara Guatemalteca de la Construcción. 2001. 186 p.
5. GIRALDO BOLIVAR, Orlando. *Manual para diseño de losas en una dirección, Estructuras de Hormigón 1*, Universidad Nacional De Colombia, 2003. 82 p.
6. McCORMAC, Jack C. *Diseño de Concreto Reforzado*, 4a ed. Clemson University; México; Editorial Alfaomega; 2002. 126 p.

7. MONZÓN LÓPEZ, William Sergio. *Diseño de la carretera hacia la aldea San Gregorio y edificación escolar de dos niveles para nivel primario, aldea El Sitio, municipio de Catarina, San Marcos.* Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 136 p.
8. OROZCO VILLATORO, Juan Roberto. *Diseño y planificación de salón de usos múltiples del municipio de El Progreso, departamento de Jutiapa.* Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 123 p.
9. PALMA HERNÁNDEZ, Joel Estuardo. *Estudio y diseño de la ampliación y mejoramiento del tramo carretero, que une la aldea Las Victorias y finca Conchas, del municipio de Villa Canales.* Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. 186 p.
10. RICE, Paul F. y HOFFMAN, Edward S. *Diseño Estructural con normas de ACI*, 2a ed. México: Limusa. 1988. 85 p.

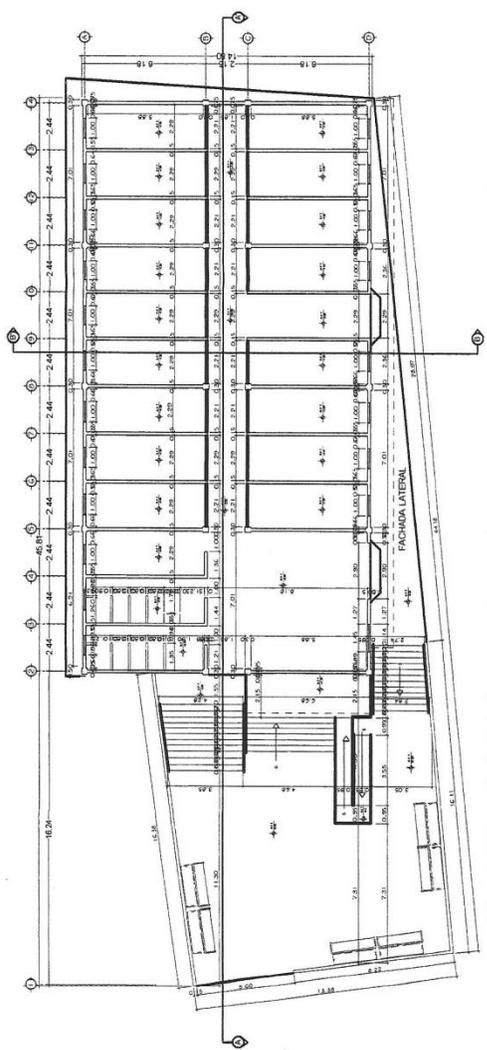


PLANTA DE CONJUNTO
ESC. 1:100

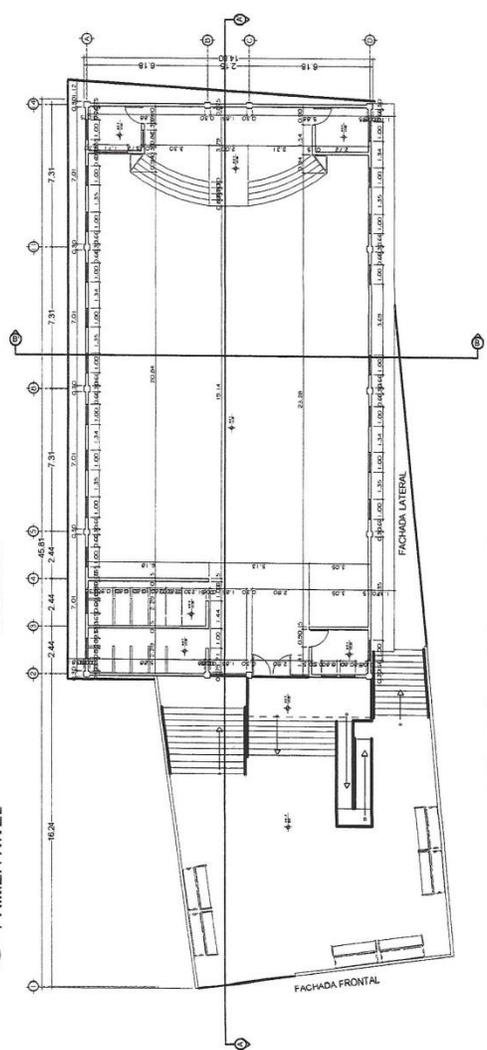


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE ARQUITECTURA	
ING. LUIS GERARDO ALJARO VELIZ	
LICENCIADO EN ARQUITECTURA Y SUPERVISOR DE OBRAS DE CONSTRUCCION	
PROYECTO: []	
FECHA: []	
LUGAR: []	
AUTOR: []	
DISEÑADOR: []	
CONSEJO: []	
ESTADO: []	
MUNICIPIO: []	
FOLIO: []	
[Signature]	

NOMENCLATURA
 - INDICA CORTE O SECCION B
 - INDICA NIVEL DE FINO TERMINADO



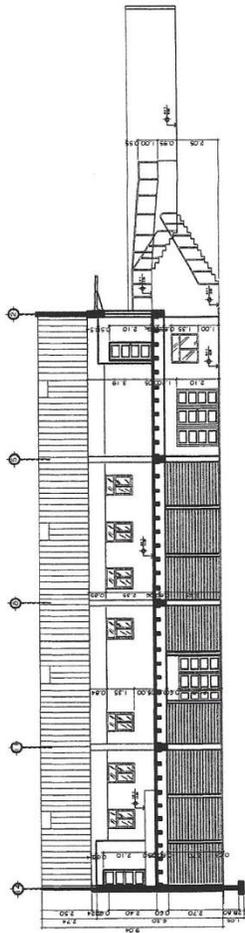
PLANTA COTAS + NIVELES
 ESC. 1:100
 PRIMER NIVEL



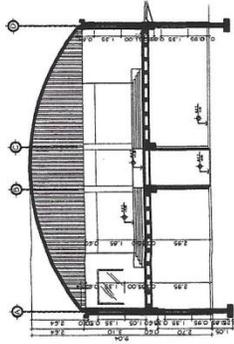
PLANTA COTAS + NIVELES
 ESC. 1:100
 SEGUNDO NIVEL



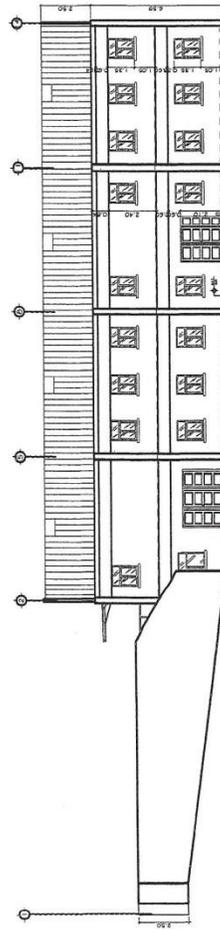
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE ARQUITECTURA
 ESCUELA DE ARQUITECTURA
 INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO



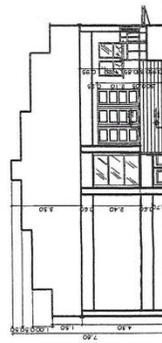
SECCION LONGITUDINAL A-A'
ESC. 1:100



SECCION TRANSVERSAL B-B'
ESC. 1:100



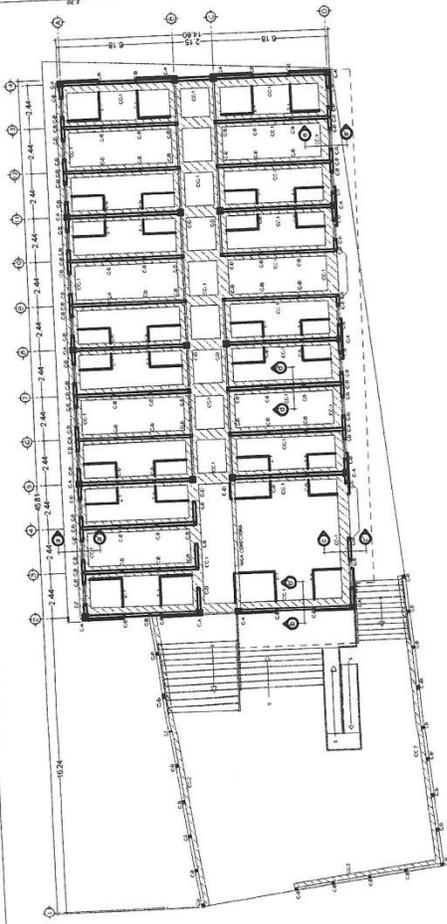
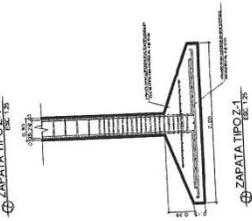
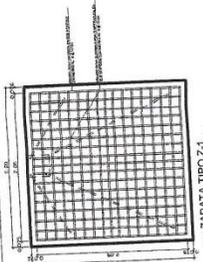
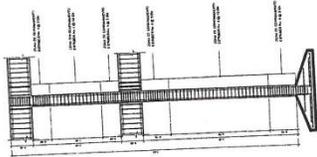
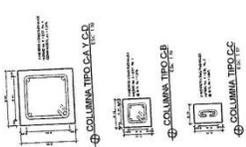
FACHADA LATERAL 1
ESC. 1:100



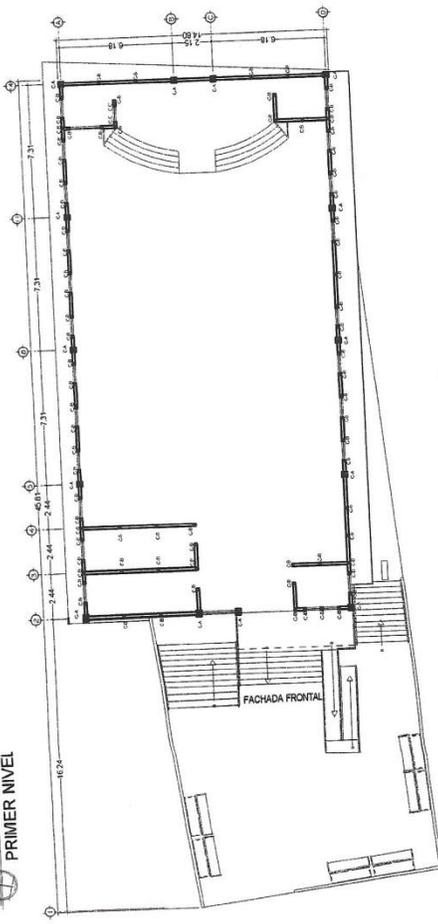
FACHADA FRONTAL
ESC. 1:100

Ing. Luis Greco, Arquitecto
 ESP. EN ARQUITECTURA
 Universidad de las Ciencias Exactas y Naturales
 Facultad de Ingeniería y Arquitectura
 Carrera de Ingeniería en Arquitectura

PROYECTO	DESIGN DEL SERVIDOR DE MANEJO DE INFORMACION PARA	FECHA	
UBICACION	EDIFICIO PARA EL SERVIDOR DE MANEJO DE INFORMACION	PAIS	COLOMBIA
DEPARTAMENTO	BOYACA	CIUDAD	BOYACA
CORRECTOR	BOYACA		
PLANEAMIENTO TECNICO	MANEJO DE INFORMACION	PLAN No.	13
PROYECTO	BOYACA	FECHA	
UBICACION	BOYACA	PAIS	COLOMBIA
DEPARTAMENTO	BOYACA	CIUDAD	BOYACA
CORRECTOR	BOYACA		



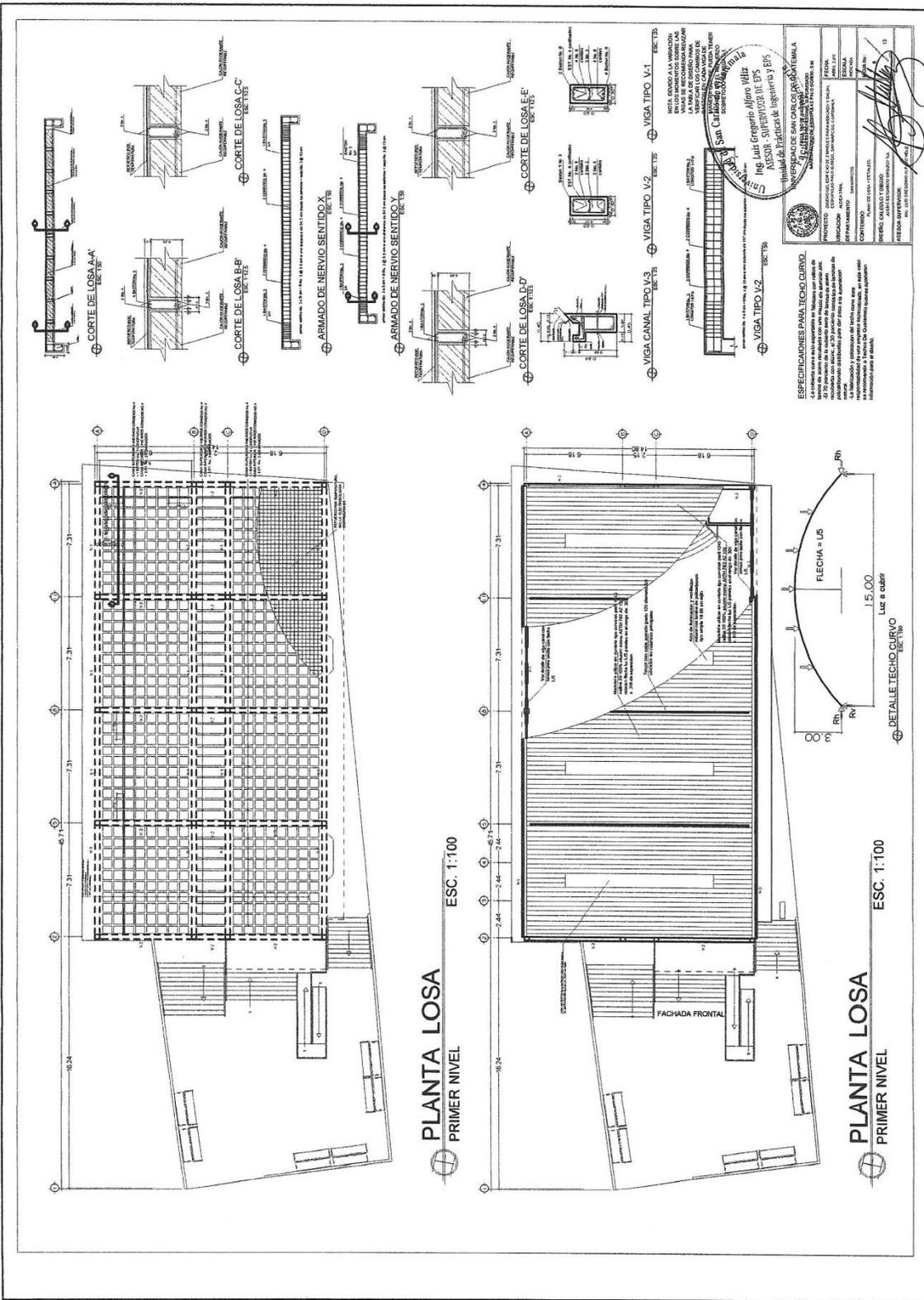
PLANTA CIMENTACION + COLUMNAS
ESC. 1:100
PRIMER NIVEL



PLANTA CIMENTACION + COLUMNAS
ESC. 1:100
SEGUNDO NIVEL

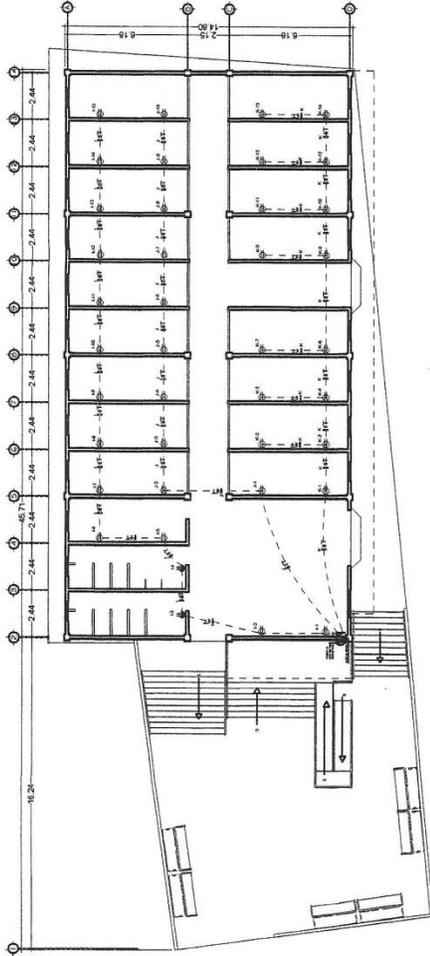
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Ing. Luis Ernesto Alfaro Villar
 INGENIERO SUPERVISOR DE ETS
 INGENIERIA DE LA ESCUELA DE CONSTRUCCION DE OBRAS DE CONCRETO
 Escuelas de Ingeniería

PROYECTO: PASADIZO DE COLUMNAS Y CIMENTACION
 UBICACION: ALVARADO
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA
 ESCALA: 1:100
 FECHA: 13/05/2013
 AUTORIA: [Signature]
 CONTROLADO: [Signature]
 APROBADO: [Signature]
 INGENIERO EN CARRETERAS Y OBRAS DE CONCRETO
 CENTRO CALIDAD Y BIENESTAR
 CALIDAD DE OBRAS
 INGENIERO EN CARRETERAS Y OBRAS DE CONCRETO

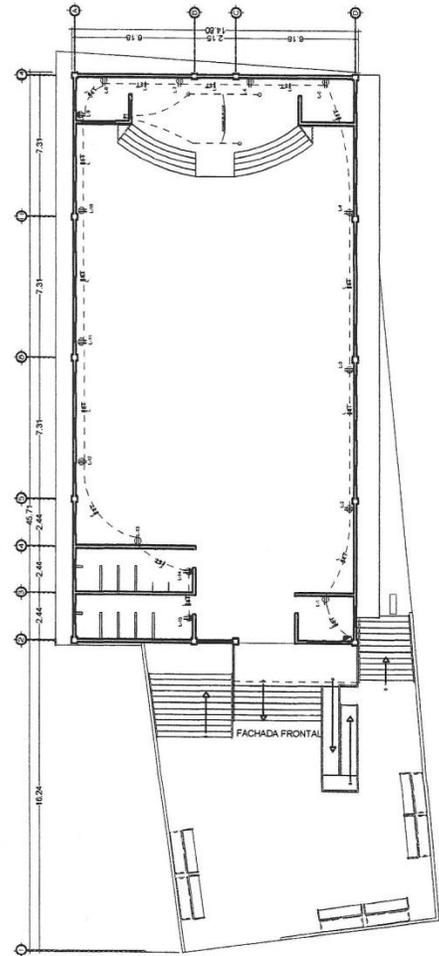


LEYENDA	
1	LINEAS DE CIMENTACION
2	LINEAS DE FUNDACION
3	LINEAS DE PARED
4	LINEAS DE COLUMNA
5	LINEAS DE VIGAS
6	LINEAS DE ESCALERA
7	LINEAS DE PASADIZO
8	LINEAS DE PUERTA
9	LINEAS DE VENTANA
10	LINEAS DE BARRERA
11	LINEAS DE TUBERIA
12	LINEAS DE CABLEADO
13	LINEAS DE ALAMBRE
14	LINEAS DE CABLEADO DE FIBRA OPTICA
15	LINEAS DE CABLEADO DE COAXIAL
16	LINEAS DE CABLEADO DE PARASITICO
17	LINEAS DE CABLEADO DE TELEFONIA
18	LINEAS DE CABLEADO DE DATOS
19	LINEAS DE CABLEADO DE VIDEO
20	LINEAS DE CABLEADO DE AUDIO
21	LINEAS DE CABLEADO DE CONTROL
22	LINEAS DE CABLEADO DE SEGURIDAD
23	LINEAS DE CABLEADO DE FUEGO
24	LINEAS DE CABLEADO DE ALARMA
25	LINEAS DE CABLEADO DE ACCESO
26	LINEAS DE CABLEADO DE MONITORING
27	LINEAS DE CABLEADO DE LOGGING
28	LINEAS DE CABLEADO DE REPORTING
29	LINEAS DE CABLEADO DE BACKUP
30	LINEAS DE CABLEADO DE RECOVERY
31	LINEAS DE CABLEADO DE TESTING
32	LINEAS DE CABLEADO DE TRAINING
33	LINEAS DE CABLEADO DE SUPPORT
34	LINEAS DE CABLEADO DE OPERATIONS
35	LINEAS DE CABLEADO DE MAINTENANCE
36	LINEAS DE CABLEADO DE COMPLIANCE
37	LINEAS DE CABLEADO DE AUDIT
38	LINEAS DE CABLEADO DE FORENSIC
39	LINEAS DE CABLEADO DE INCIDENT RESPONSE
40	LINEAS DE CABLEADO DE DISASTER RECOVERY
41	LINEAS DE CABLEADO DE BUSINESS CONTINUITY
42	LINEAS DE CABLEADO DE RISK MANAGEMENT
43	LINEAS DE CABLEADO DE SECURITY
44	LINEAS DE CABLEADO DE PRIVACY
45	LINEAS DE CABLEADO DE ETHICS
46	LINEAS DE CABLEADO DE GOVERNANCE
47	LINEAS DE CABLEADO DE COMPLIANCE
48	LINEAS DE CABLEADO DE REPORTING
49	LINEAS DE CABLEADO DE BACKUP
50	LINEAS DE CABLEADO DE RECOVERY

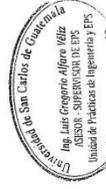
RESUMEN DE CANTIDADES	
1	1.00
2	1.00
3	1.00
4	1.00
5	1.00
6	1.00
7	1.00
8	1.00
9	1.00
10	1.00
11	1.00
12	1.00
13	1.00
14	1.00
15	1.00
16	1.00
17	1.00
18	1.00
19	1.00
20	1.00
21	1.00
22	1.00
23	1.00
24	1.00
25	1.00
26	1.00
27	1.00
28	1.00
29	1.00
30	1.00
31	1.00
32	1.00
33	1.00
34	1.00
35	1.00
36	1.00
37	1.00
38	1.00
39	1.00
40	1.00
41	1.00
42	1.00
43	1.00
44	1.00
45	1.00
46	1.00
47	1.00
48	1.00
49	1.00
50	1.00



PLANTA FUERZA
PRIMER NIVEL
ESC. 1:100



PLANTA FUERZA
PRIMER NIVEL
ESC. 1:100



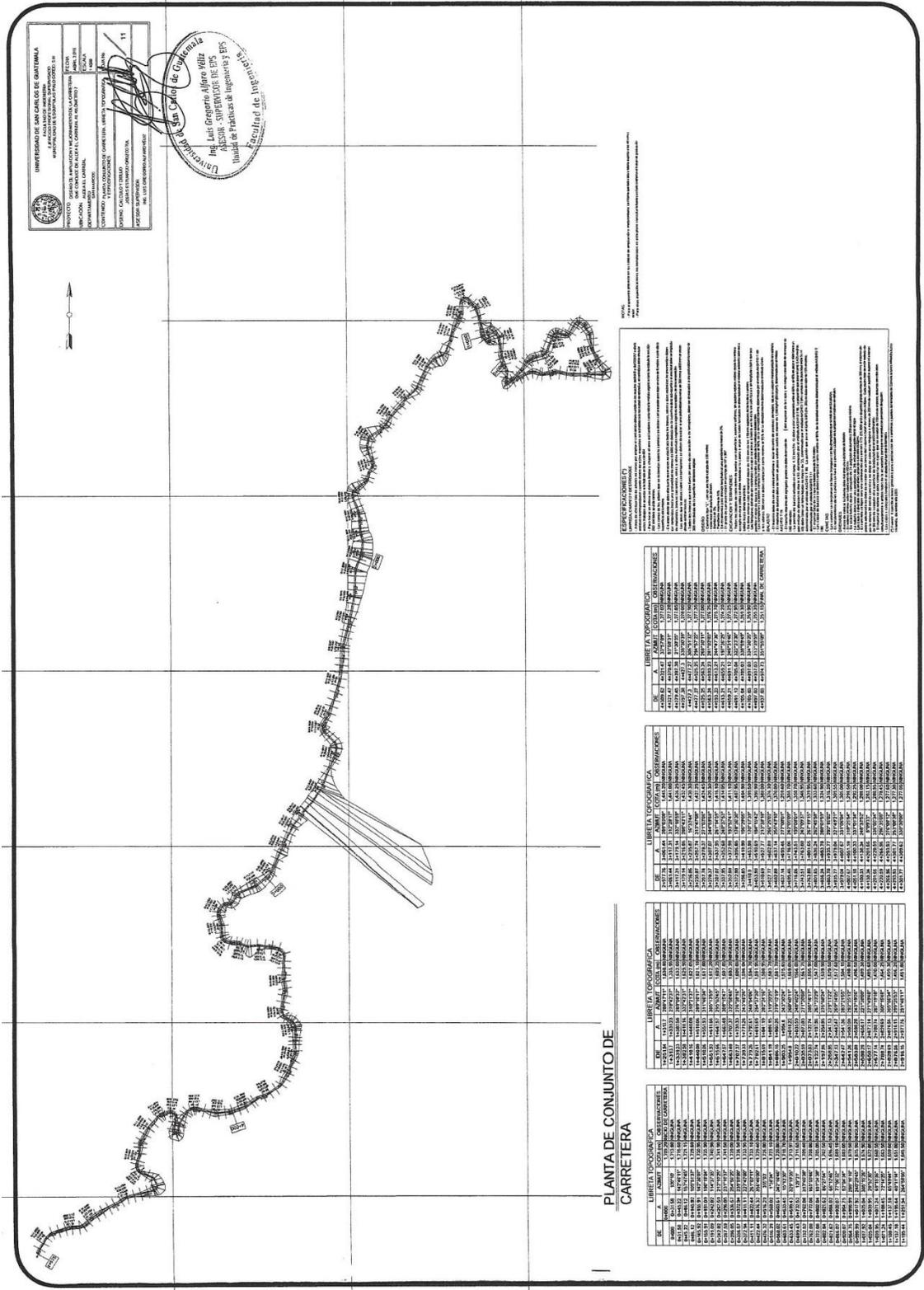
Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz
ASESOR - SUPERVISOR EN EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería | EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERAS DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE COMPUTACION
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATICA
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE ENERGIA

PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
UBICACION: AV. 14A, SAN CARLOS, GUATEMALA
DEPARTAMENTO: SAN CARLOS

CONTENIDO:
DISEÑO DE LA PLANTA FUERZA
DISEÑO DE LA PLANTA BAJA
DISEÑO DE LA PLANTA ALTO

ASESOR SUPERVISOR:
Ing. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ



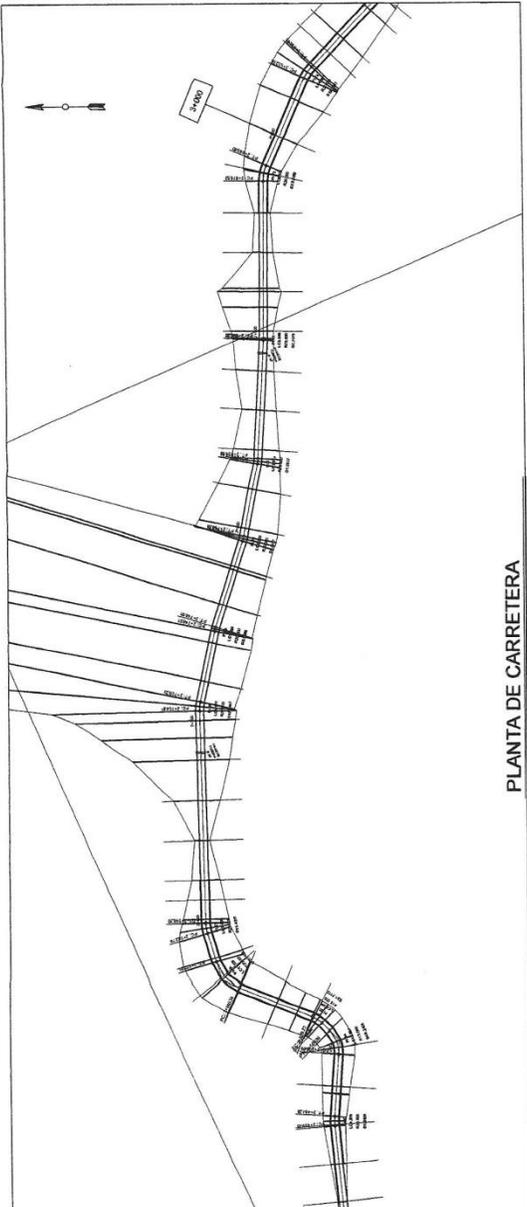
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE CARRETERAS
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
 ESPECIALIDAD EN INGENIERIA DE CARRETERAS
 TERCER SEMESTRE
 ASIGNATURA: DISEÑO DE CARRETERAS
 TÍTULO: DISEÑO DE UN TRAMO DE CARRETERA EN LA ZONA DE LOS RIOS
 AUTORES: [Nombres de los autores]
 FECHA: [Fecha]

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz
 ASISTENTE SUPERIOR DE ENSEÑANZA
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Especialidad de Ingeniería de Carreteras

PLANTA DE CONJUNTO DE CARRERA

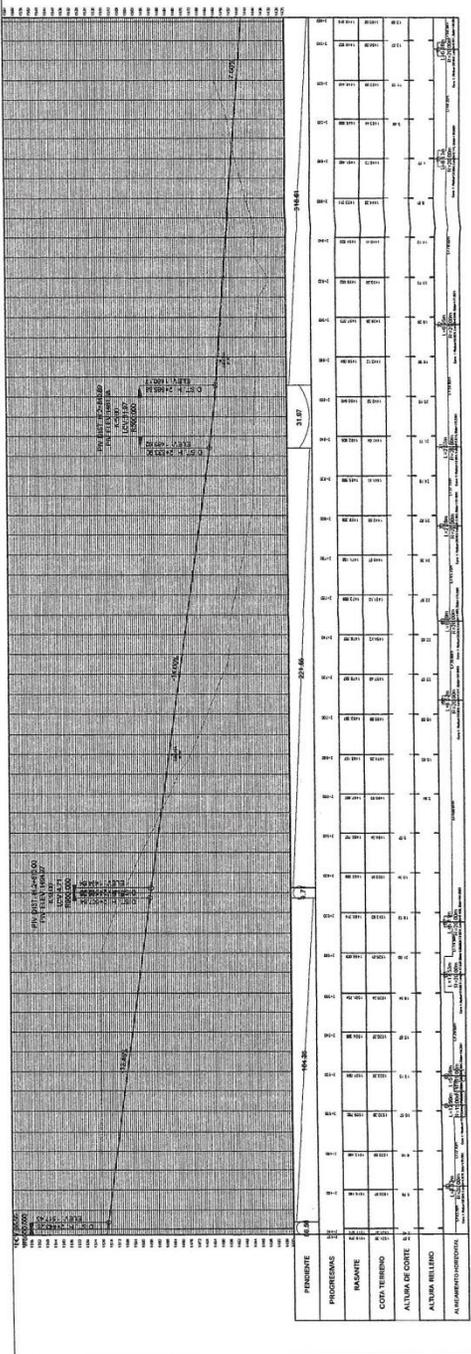
ESTACION	ALINEAMIENTO	ANCHO DE CARRETERA	ANCHO DE VÍA	ANCHO DE CARRILLO	ANCHO DE BORDADERO	ANCHO DE CARRERA
1+000	1+000	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+050	1+050	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+100	1+100	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+150	1+150	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+200	1+200	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+250	1+250	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+300	1+300	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+350	1+350	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+400	1+400	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+450	1+450	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+500	1+500	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+550	1+550	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+600	1+600	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+650	1+650	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+700	1+700	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+750	1+750	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+800	1+800	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+850	1+850	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+900	1+900	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
1+950	1+950	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+000	2+000	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+050	2+050	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+100	2+100	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+150	2+150	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+200	2+200	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+250	2+250	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+300	2+300	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+350	2+350	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+400	2+400	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+450	2+450	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+500	2+500	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+550	2+550	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+600	2+600	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+650	2+650	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+700	2+700	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+750	2+750	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+800	2+800	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+850	2+850	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+900	2+900	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
2+950	2+950	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+000	3+000	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+050	3+050	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+100	3+100	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+150	3+150	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+200	3+200	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+250	3+250	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+300	3+300	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+350	3+350	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+400	3+400	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+450	3+450	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+500	3+500	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+550	3+550	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+600	3+600	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+650	3+650	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+700	3+700	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+750	3+750	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+800	3+800	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+850	3+850	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+900	3+900	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
3+950	3+950	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+000	4+000	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+050	4+050	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+100	4+100	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+150	4+150	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+200	4+200	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+250	4+250	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+300	4+300	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+350	4+350	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+400	4+400	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+450	4+450	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+500	4+500	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+550	4+550	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+600	4+600	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+650	4+650	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+700	4+700	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+750	4+750	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+800	4+800	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+850	4+850	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+900	4+900	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
4+950	4+950	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+000	5+000	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+050	5+050	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+100	5+100	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+150	5+150	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+200	5+200	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+250	5+250	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+300	5+300	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+350	5+350	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+400	5+400	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+450	5+450	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+500	5+500	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+550	5+550	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+600	5+600	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+650	5+650	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+700	5+700	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+750	5+750	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+800	5+800	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+850	5+850	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+900	5+900	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
5+950	5+950	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+000	6+000	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+050	6+050	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+100	6+100	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+150	6+150	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+200	6+200	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+250	6+250	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+300	6+300	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+350	6+350	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+400	6+400	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+450	6+450	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+500	6+500	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+550	6+550	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+600	6+600	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+650	6+650	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+700	6+700	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+750	6+750	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+800	6+800	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+850	6+850	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+900	6+900	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
6+950	6+950	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+000	7+000	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+050	7+050	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+100	7+100	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+150	7+150	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+200	7+200	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+250	7+250	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+300	7+300	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+350	7+350	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+400	7+400	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+450	7+450	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+500	7+500	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+550	7+550	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+600	7+600	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+650	7+650	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+700	7+700	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+750	7+750	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+800	7+800	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+850	7+850	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+900	7+900	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
7+950	7+950	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+000	8+000	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+050	8+050	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+100	8+100	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+150	8+150	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+200	8+200	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+250	8+250	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+300	8+300	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+350	8+350	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+400	8+400	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+450	8+450	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+500	8+500	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+550	8+550	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+600	8+600	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+650	8+650	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+700	8+700	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+750	8+750	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+800	8+800	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+850	8+850	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+900	8+900	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
8+950	8+950	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
9+000	9+000	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
9+050	9+050	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
9+100	9+100	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
9+150	9+150	12.00	8.00	3.00	1.50	13.50
9+200</						

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL
 INSTITUCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN INGENIERIA
 INGENIERIA DE CARRETERAS
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
 TITULO: PLAN DE PROYECTO DE CARRETERA DE 2 VÍAS
 PARA EL CANTON EL TIEMPO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA
 AUTOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO WITZ
 ASESOR: SUPERVISOR DE EPS
 UNIDAD DE PRÁCTICA: INGENIERIA Y EPS
 FECHA: 6/11



PLANTA DE CARRETERA

ESC: 1/1000

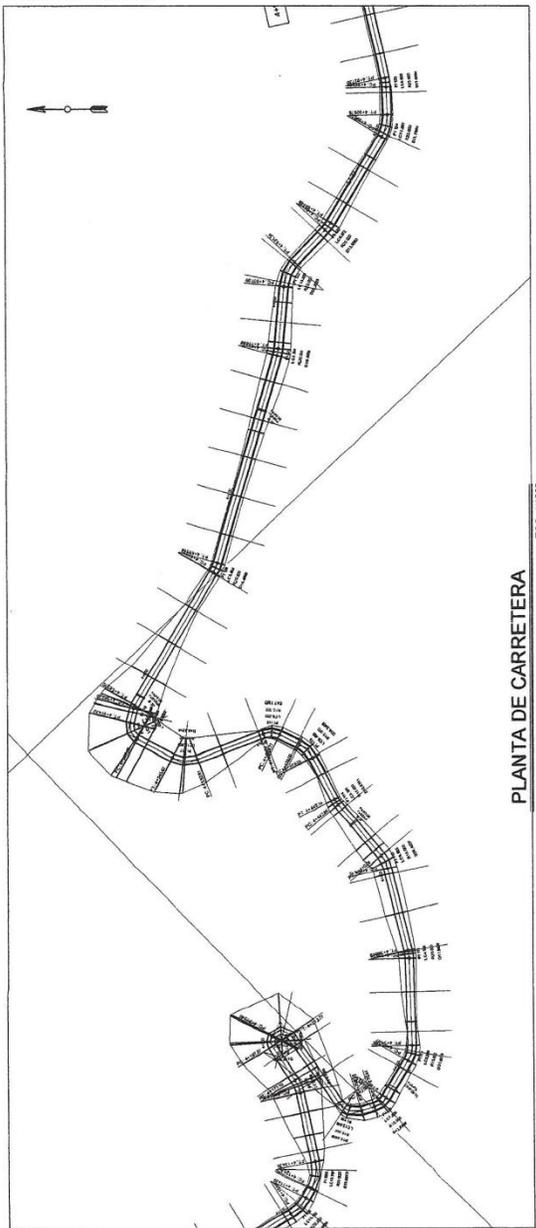


PERFIL DE CARRETERA

ESC: 1/1000

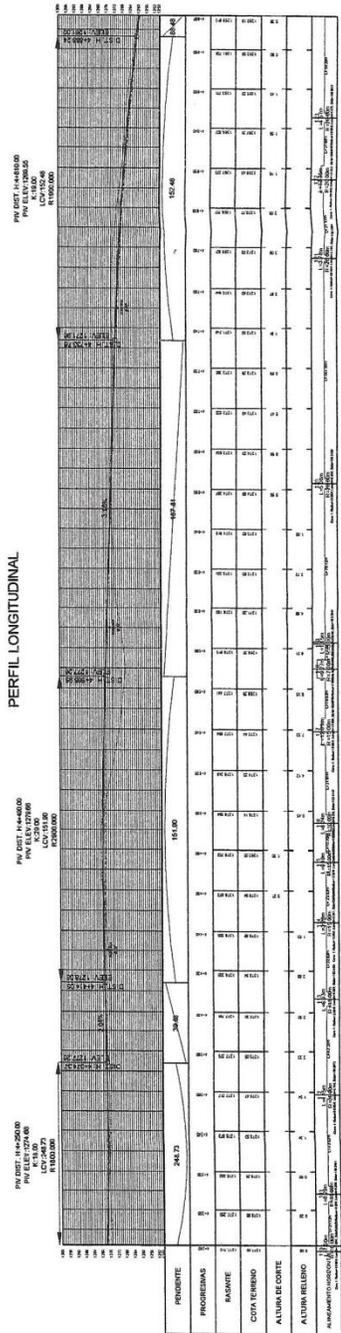
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO: DISEÑO DE APARCAMIENTO Y ACERQUE PARA CARRETERA
 UBICACION: AV. LA CARRETERA
 CANTON: LA CARRERA
 DEPARTAMENTO: QUICHE
 TITULO: PLAN DE PERFILES DE CARRETERA DE OMBREO
 AUTORES: ESTEBAN RAMIRO GONZALEZ
 ASESOR: MSc. NESTOR DOMINICOMATEO

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Alfaro
 ASESOR SUPERVISOR DE OBRAS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y PPS
 Facultad de Ingeniería y PPS



PLANTA DE CARRETERA

ESC: 1/1000



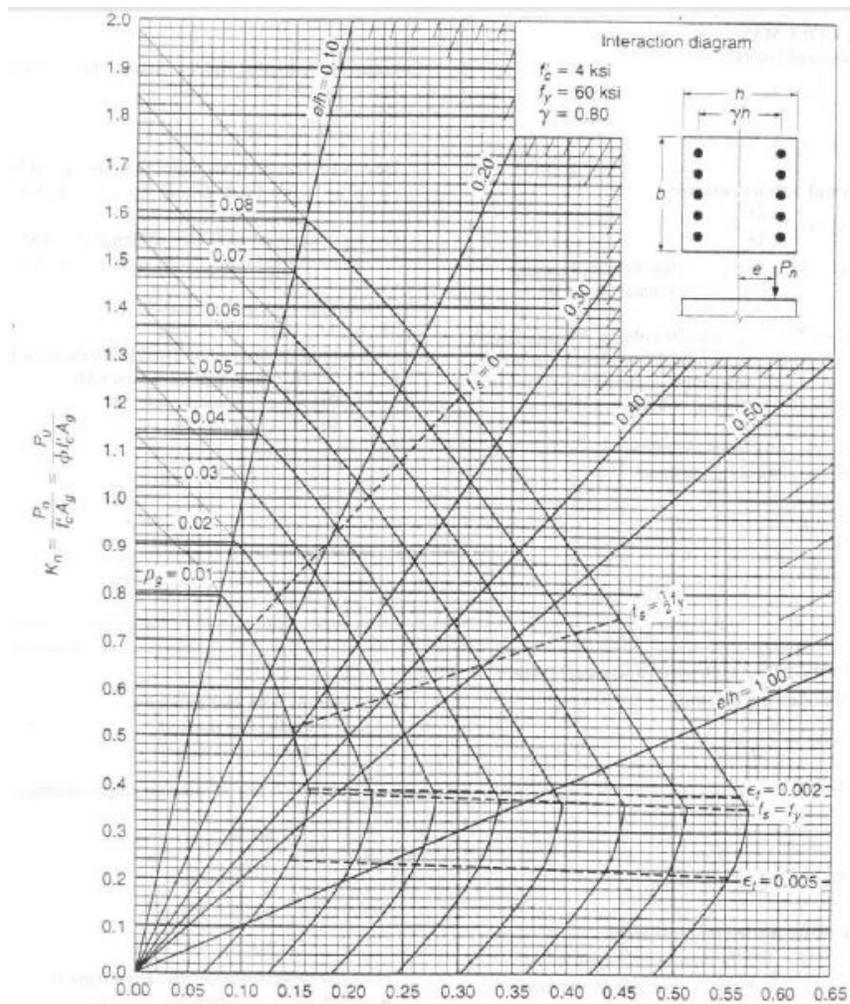
PERFIL LONGITUDINAL

PERFIL DE CARRETERA

ESC: 1/1000

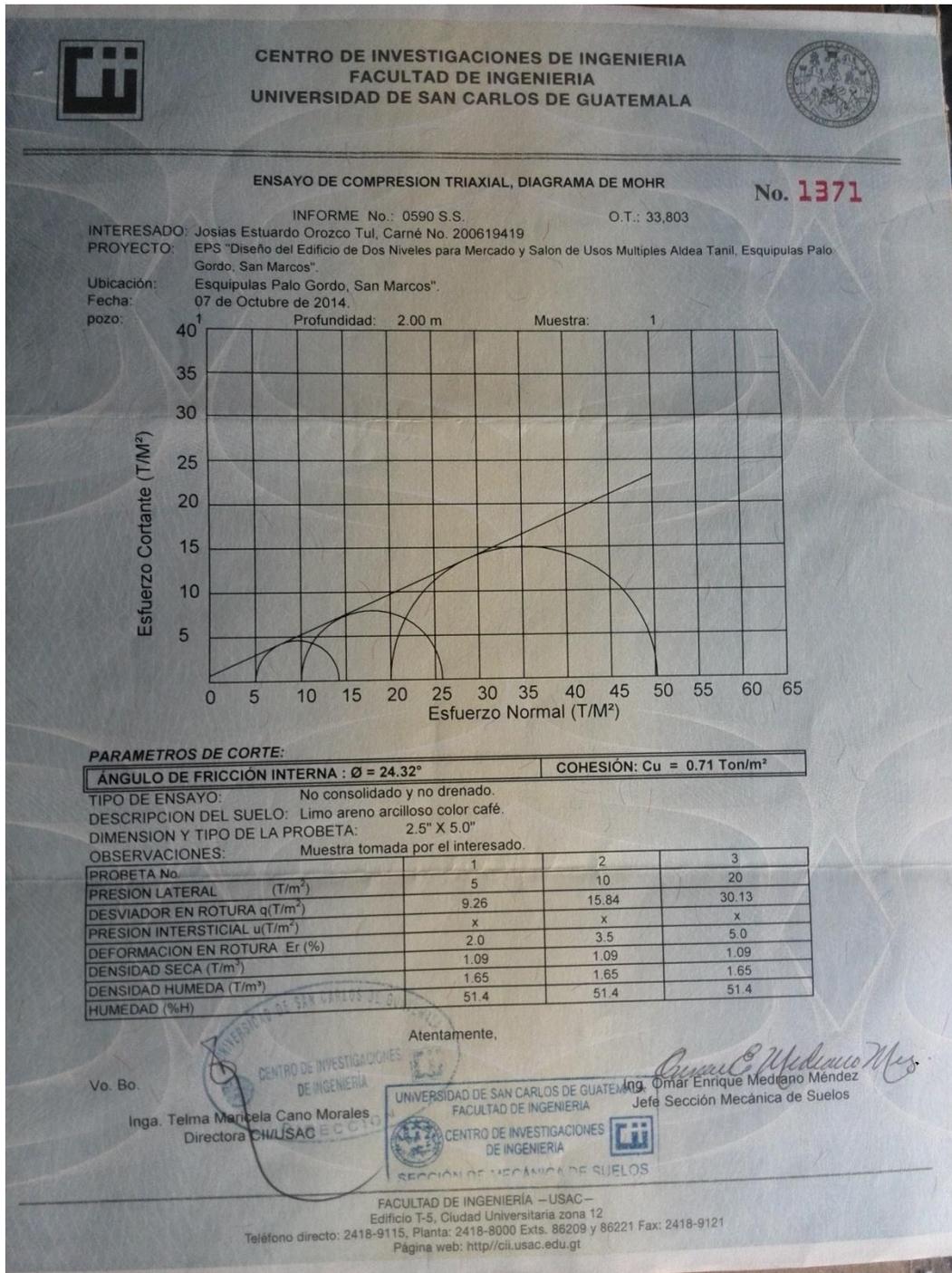
ANEXOS

Anexo 1. **Diagrama de interacción de la resistencia de columnas se sección rectangular con barras en las cuatro caras y $\gamma = 0,80$**



Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica *Normas estructurales de diseño y construcción recomendados para la República de Guatemala.* p. 45.

Anexo 2. Resultados ensayo triaxial



Fuente: Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.

Anexo 3. Resultados ensayos a material base para carretera



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 1372

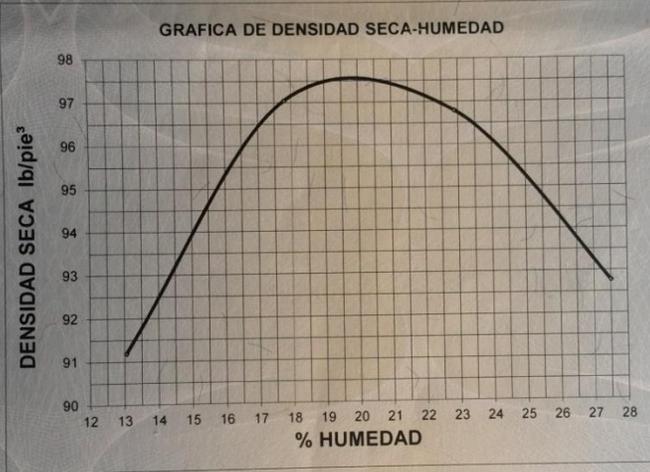
INFORME No. 0586 S.S.

O.T. No.: 33,802

Interesado: Josias Estuardo Orozco Tul, Carné No. 200619419
 Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: () Norma:
 Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180

Proyecto: EPS "Ampliación y Mejoramiento de la Carretera que conduce de Aldea El Carrizal al Km 7, Esquipulas, Palo Gordo, San Marcos".
 Ubicación: Esquipulas, Palo Gordo, San Marcos".
 Fecha: 07 de Octubre de 2014.

GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD



% HUMEDAD	DENSIDAD SECA lb/ft³
13	91.2
14	93.5
15	95.5
16	96.8
17	97.5
18	97.8
19	97.8
20	97.6
21	97.5
22	97.2
23	96.8
24	96.2
25	95.5
26	94.5
27	93.2
28	92.0

Descripción del suelo: Arena limosa color beige con presencia de pómez.

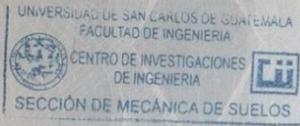
Densidad seca máxima γ_d : 1,564 Kg/m³ 97.6 lb/ft³
 Humedad óptima Hop.: 20.0 %

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,



Vo. B6.2
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Omar Enrique Medrano Mendez
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Continuación del anexo 3.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 1373

INFORME No.: 0587 S.S.

Interesado: Josias Estuardo Orozco Tul, Carné No. 200619419

Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)

Proyecto: EPS "Ampliación y Mejoramiento de la Carretera que conduce de Aldea El Carrizal al Km 7, Esquipulas, Palo Gordo, San Marcos".

Ubicación: Esquipulas, Palo Gordo, San Marcos".

O.T. No.: 33,802

Norma: A.A.S.H.T.O.T-193

Descripción del suelo: Arena limosa color beige con presencia de pómez.

Fecha: 07 de Octubre de 2014.

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H (%)	γ_{ct} b/pe ³	(%)	(%)	(%)
1	10	20.80	84.2	86.2	0.61	20.3
2	30	20.80	90.0	92.2	0.65	48.1
3	65	20.80	97.3	99.7	0.48	106.3

GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION



Atentamente,



Vo.Bo.:

DIRECCION

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Omar Enrique Medrano Méndez

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Continuación del anexo 3.

 **CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA** 

No. 1375

INFORME No. 0589 S.S. O.T.: 33,802

Interesado: Josias Estuardo Orozco Tul, Carné No. 200619419

Proyecto: EPS "Ampliación y Mejoramiento de la Carretera que conduce de Aldea El Carrizal al Km 7, Esquipulas, Palo Gordo, San Marcos".

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Esquipulas, Palo Gordo, San Marcos".

FECHA: 07 de Octubre de 2014.

RESULTADOS:

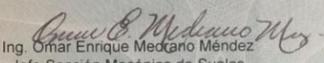
ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	0.0	0.0	SM	Arena limosa color beige con presencia de pómez.

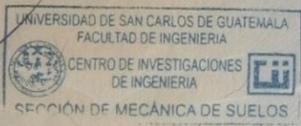
(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo. 
Inga. Telma Marcela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERÍA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.

Anexo 4. **Formato evaluación impacto ambiental inicial para proyecto mercado y salón aldea Tánil**



Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponde y <u>debe</u> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiere. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información <u>debe</u> ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gov.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considere de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarse los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>1.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:</p> <p style="text-align: center;">Diseño del edificio de dos niveles para mercado y salón de usos múltiples</p>	
<p>1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento</p>	
<p>1.2. Información legal:</p> <p>A) Nombre del Proponente o Representante Legal:</p> <p style="text-align: center;">Municipalidad de Esquipulas Palo Gordo</p> <hr/> <p>B) De la empresa:</p> <p>Razón social:</p> <p style="text-align: center;">Municipalidad</p> <hr/> <p>Nombre Comercial:</p> <p style="text-align: center;">Municipalidad de Esquipulas Palo Gordo</p> <hr/> <p>No. De Escritura Constitutiva: _____</p> <p>Fecha de constitución:</p> <p>Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p> <p>Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p> <p>No. De Fincas _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p> <p>de <u>Aldoa Tánil</u> donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p> <p>Número de Identificación Tributaria (NT): _____</p>	
<p>1.3 Teléfono Fax Correo electrónico: 7760 8068</p>	
<p>1.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto: Aldoa Tánil</p>	

Continuación del anexo 4.

Especificar Coordenadas UTM o Geograficas 14°55'44.85" N, 91°49'09.90" O		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84)	Coordenadas Geográficas Datum WGS84	
L5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)		
Municipalidad de Esquipulas Palo Gordo		
L6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:		
Etapas de:		
II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Actividades a realizar - Insumos necesarios - Maquinaria - Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades o procesos - Materia prima e insumos - Maquinaria - Productos y subproductos (bienes o servicios) - Horario de trabajo - Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> - acciones a tomar en caso de cierre
** Adjuntar planos		
II.3 Área		
a) Área total de terreno en metros cuadrados: <u>724.92 m2</u>		
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados y/o lineales: <u>724.92 m2</u>		
c) Área total de construcción en metros cuadrados o lineales: <u>724.92 m2</u>		
II.4 Actividades colindantes al proyecto:		
NORTE <u>Iglesia Católica</u> SUR <u>Vivienda Unifamiliar</u>		
ESTE <u>Centro Educativo</u> OESTE <u>Terrenos para cultivo</u>		
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
Iglesia Católica	Norte	3 m.
Vivienda Unifamiliar	Sur	1 m.
Centro Educativo	Este	6 m.
Terrenos para cultivo	Oeste	Adyacente
II.5 Dirección del viento:		
variable		

Continuación del anexo 4.

II.7 Datos laborales

a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____

b) Número de empleados por jornada 15 Total empleados 15

d) otros datos laborales, especifique _____

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

	tipo	sitio	cantidad/ (mes, día, hora)	proveedor	uso	especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
agua	servicio público						
	pozo						
	manantial						
	otro						
combustibles*	gasolina						
	diesel						
	trabajo						
	otro						
	otro						
lubricantes	vehículos						
	otro vehículo						
refrigerantes							
OTROS							

***NOTA: El consumo de combustibles debe ser el consumo de los vehículos del proyecto, no el consumo de los vehículos de los contratistas o proveedores.**

III. TRANSPORTE

III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:

a) Número de vehículos _____

b) Tipo de vehículo _____

c) sitio para estacionamiento y área que ocupe _____

IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

IV.1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos	Manejo ambiental Indicar que se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
-----	-------------------	-------------------	---	--	--

Continuación del anexo 4.

				ambientales	
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)			
		Ruido	Ruido por actividades culturales	viviendas cercanas al edificio	Reducir el volumen de sonido a niveles adecuados.
		Vibraciones	Por el sonido	viviendas cercanas al edificio	Ninguna acción
		Olores	Debido a los productos del mercado	Viviendas cercanas	Ninguna acción
2	Agua	Abastecimiento de agua			
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad:		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: 10 L/persona	Descarga: 250 L/diarios	El bajo consumo y descarga se deben a que el lugar no será utilizado de forma continua, en el caso del mercado se estima que el uso no será constante.
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad:	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación 0 L.	Descarga: 840 L/H	Los drenajes cumplen con el requisito
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: 0.5 m3/mes	En la ubicación	Transporte a lugares designados
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad:	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)			
		Modificación del relieve o topografía del área	Lo requerido para construcción	Carretera y taludes	
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)			
		Fauna (animales)			

Continuación del anexo 4.

		Ecosistema			
5	Visual	Modificación del paisaje			
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos			
7	Otros				

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerles siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA			
CONSUMO			
V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes)	652.2 kw/h/mes		
V.2 Forma de suministro de energía	a)	Sistema	público
	b)	Sistema	privado
	c)	generación	propia
V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Las luces se encenderán solamente cuando sea necesario, internas y externas.			
VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD			
VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:			
a)	<input checked="" type="checkbox"/>	la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio	
b)	<input type="checkbox"/>	la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores	
c)	<input type="checkbox"/>	la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores	
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serian las actividades riesgosas:			
VI.2 En el area donde se ubica la actividad, a que tipo de riesgo puede estar expuesto?			
a) inundación ()	b) explosión ()	c) deslizamientos (x)	e) Otro ()
d) derrame de combustible ()	e) fuga de combustible ()	d) incendio (x)	
Detalle la información explicando el por qué? Debido a la diversidad de actividades que existen en los mercados y que por lo general no son reguladas se tiende a tener el cuidado de incendios en lugares de este tipo.			

Continuación del anexo 4.

<p>VI.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: Tomando medidas de seguridad adecuada no existe riesgo para los trabajadores.</p>
<p>VI.4 Equipo de protección personal</p> <p>VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (x) NO ()</p> <p>VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Se proporciona de chalecos reflectivos, botas y casco.</p> <p>VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p>

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Anexo 5.

Formato evaluación impacto ambiental inicial para proyecto ampliación y mejoramiento aldea El Carrizal



Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: yunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad: Ampliación y mejoramiento de la carretera que conduce de aldea El Carrizal al kilometro 7</p>	
<p>1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este Instrumento</p>	
<p>I.2. Información legal:</p> <p>A) Nombre del Proponente o Representante Legal: Municipalidad de Esquipulas Palo Gordo</p> <hr/> <p>B) De la empresa:</p> <p>Razón social: Municipalidad</p> <hr/> <p>Nombre Comercial: Municipalidad de Esquipulas Palo Gordo</p> <hr/> <p>No. De Escritura Constitutiva: _____</p> <p>Fecha de constitución:</p> <p>Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p> <p>Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p> <p>No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de <u>Aldea El Carrizal</u> donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p> <p>Número de Identificación Tributaria (NIT): _____</p>	
<p>I.3 Teléfono Fax Correo electrónico:</p>	
<p>I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto: De aldea El Carrizal a finca Armenia, San Rafael Pie de La Cuesta.</p>	

Continuación del anexo 5.

Especificar Coordenadas UTM o Geograficas 14°54'32.82" N, 91°52'32.37" O		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84)	Coordenadas Geográficas Datum WGS84	
L5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)		
Municipalidad de Esquipulas Palo Gordo		
L6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:		
Etapas de:		
II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Actividades a realizar - Insumos necesarios - Maquinaria - Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades o procesos - Materia prima e insumos - Maquinaria - Productos y subproductos (bienes o servicios) - Horario de trabajo - Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> - acciones a tomar en caso de cierre
** Adjuntar planos		
II.3 Área		
a) Área total de terreno en metros cuadrados: <u>20,000 m2</u>		
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados y/o lineales: <u>5,000 m</u>		
c) Área total de construcción en metros cuadrados o lineales: <u>5,000 m</u>		
II.4 Actividades colindantes al proyecto:		
NORTE <u>variable</u> SUR <u>variable</u>		
ESTE <u>variable</u> OESTE <u>variable</u>		
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, nos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
Centro aldea		en los primeros 700 m.
II.5 Dirección del viento:		
variable		

Continuación del anexo 5.

II.7 Datos laborales

a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____

b) Número de empleados por jornada _____ 30 _____ Total empleados _____ 30 _____

c) otros datos laborales, especifique _____

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

COMUNIDAD DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

	tipo	sí/no	cantidad/ (mes, día, hora)	proveedor	uso	especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
agua	cantidad máxima						
	presión						
	temperatura máxima						
	otro						
combustibles	gasolina						
	diesel						
	gasóleo						
	gas						
	otro						
lubricantes	gasolina						
	gasóleo						
refrigerantes							
OTROS							

***NOTA: Si se aplica con licencia ambiental, indicar el nombre de la actividad de la planta de acuerdo a la licencia ambiental, el número de unidades, el número de unidades, el número de unidades...**

III. TRANSPORTE

III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:

a) Número de vehículos _____

b) Tipo de vehículo _____

c) sitio para estacionamiento y área que ocupe _____

IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

IV.1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos	Manejo ambiental Indicar que se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.

Continuación del anexo 5.

		ambientales			
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Monóxido de carbono por vehículos	Viviendas cercanas	Ninguna acción
		Ruido	Ruido vehicular	viviendas paralelas a la carretera	Ninguna acción.
		Vibraciones	Por transporte pesado	Viviendas cercanas a la carretera	Señalización para reducir velocidad y compactación adecuada del suelo
		Olores			
2	Agua	Abastecimiento de agua			
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad:		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad:	Descarga:	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad:	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación	Descarga:	
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad:		
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad:	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)			
		Modificación del relieve o topografía del área	Lo requerido para ampliación	Carretera y taludes	
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)			
		Fauna (animales)			

Continuación del anexo 5.

		Ecosistema			
5	Visual	Modificación del paisaje			
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos			
7	Otros				

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerles siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA			
CONSUMO			
V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____			
V.2 Forma de suministro de energía			
a)	Sistema	público	
b)	Sistema	privado	
c)	generación	propia	
V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO _____			
V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?			
VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD			
VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:			
a)	<input checked="" type="checkbox"/>	la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio	
b)	<input type="checkbox"/>	la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores	
c)	<input type="checkbox"/>	la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores	
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serian las actividades riesgosas:			
VI.2 En el area donde se ubica la actividad, a que tipo de riesgo puede estar expuesto?			
a) inundación ()	b) explosión ()	c) deslizamientos (x)	e) Otro ()
d) derrame de combustible ()	e) fuga de combustible ()	d) incendio ()	
Detalle _____ la _____ información _____ explicando _____ el _____ por _____ qué? Debido a los taludes en los costados de la carretera y a la zona montañosa según la época podrían darse deslizamientos de tierra sobre todo en época lluviosa.			

Continuación del anexo 5.

<p>VI.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: Tomando medidas de seguridad adecuada no existe riesgo para los trabajadores.</p>
<p>VI.4 Equipo de protección personal</p> <p>VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (x) NO ()</p> <p>VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Se proporciona de chalecos reflectivos, botas y casco.</p> <p>VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p>

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.