



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

**DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO QUE CONDUCE AL CENTRO
UNIVERSITARIO DEL SUR-OCCIDENTE –CUNSUROC-, MUNICIPIO DE MAZATENANGO,
DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ Y DISEÑO DE LA CLÍNICA POPULAR DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Lucia Mishelle Rosales Meda

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO QUE CONDUCE AL CENTRO
UNIVERSITARIO DEL SUR-OCCIDENTE –CUNSUROC-, MUNICIPIO DE MAZATENANGO,
DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ Y DISEÑO DE LA CLÍNICA POPULAR DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUCIA MISHELLE ROSALES MEDA

ASESORADA POR EL ING. SILVIO JOSE RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Inga. Christa Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO QUE CONDUCE AL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR-OCCIDENTE –CUNSUROC-, MUNICIPIO DE MAZATENANGO, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ Y DISEÑO DE LA CLÍNICA POPULAR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha de 10 de febrero del 2010.



Lucia Mishelle Rosales Meda



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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Practica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.PS), de la estudiante universitaria **Lucia Mishelle Rosales Meda** de la Carrera de Ingeniería Civil, **con carne No. 200611419**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE PAVIMENTACION DEL CAMINO QUE CONDUCE AL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR-OCCIDENTE –CUNSUROC- MUNICIPIO DE MAZATENANGO , DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ Y DISEÑO DE CLINICA POPULAR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**.

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. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil





FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 25 de julio de 2011.
Ref.EPS.D.618.07.11

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

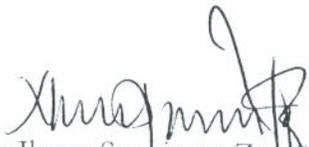
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO QUE CONDUCE AL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR-OCCIDENTE -CUNSUROC- MUNICIPIO DE MAZATENANGO, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ Y DISEÑO DE CLÍNICA POPULAR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Lucia Mishelle Rosales Meda**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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



NISZ/ra



Guatemala,
28 de octubre de 2011

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

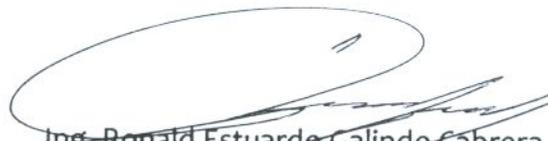
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO QUE CONDUCE AL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR-OCCIDENTE -CUNSUROC- MUNICIPIO DE MAZATENANGO, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ Y DISEÑO DE CLÍNICA POPULAR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Lucia Mishelle Rosales Meda, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC



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



Guatemala,
28 de octubre de 2011

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO QUE CONDUCE AL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR-OCCIDENTE -CUNSUROC- MUNICIPIO DE MAZATENANGO, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ Y DISEÑO DE CLÍNICA POPULAR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Lucia Mishelle Rosales Meda, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación de la estudiante Lucia Mishelle Rosales Meda, titulado DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO QUE CONDUCE AL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR-OCCIDENTE -CUNSUROC-, MUNICIPIO DE MAZATENANGO, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ Y DISEÑO DE LA CLÍNICA POPULAR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre de 2011

/bbdeb.



DTG. 470.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO QUE CONDUCE AL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR-OCCIDENTE -CUNSUROC-, MUNICIPIO DE MAZATENANGO, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ Y DISEÑO DE LA CLÍNICA POPULAR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria Lucia Mishelle Rosales Meda, autoriza la impresión del mismo.

IMPRIMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 9 de noviembre de 2011

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios y la Virgen	Por llenarme de bendiciones y acompañarme en todo momento.
Mi papá	Ing. Francisco Rosales Cerezo por su dedicación y esfuerzo para brindarme siempre lo mejor.
Mi mamá	Licda. Enma Beatriz Meda por ser un ejemplo de perseverancia y fuerza para realizar nuestros sueños A los dos los amo sin Uds. no lo hubiera logrado.
Mis hermanas	Lesly y Marleny, por ser dos excelentes mujeres, son un ejemplo a seguir las amo.
Mis abuelitos	Berta Cerezo (q.e.p.d.), Marta Visquerra de Meda (q.e.p.d), Luis Meda por su cariño y enseñanzas
Mis tíos y primos	Gracias por su apoyo y confianza en mí.
Todos mis amigos	A mis amistades desde el colegio y a todos lo que me ha acompañado durante estos años por hacer que mis años en la universidad fueran inolvidables, por compartir conmigo las penas y alegrías.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser el centro de mi vida, por guiarme e iluminarme para poder cumplir una meta más en mi vida. NON FALLIT TE DEUS
La Sagrada Familia	Por acompañarme desde pequeña, cuidarme y protegerme en todo momento.
Mis padres	Por su amor, comprensión, enseñanzas y apoyo incondicional ya que han logrado hacer de mí, lo que soy ahora.
Mis hermanas	Por ser mis amigas incondicionales por ayudarme y creer en mí en todo momento,
La familia	Lara Morales, por su cariño y apoyo.
Mis amigos	A todos los que han formado parte de mi vida y especialmente a aquellos que me acompañaron en la mayor parte de mi carrera universitaria por brindarme su ayuda, todos han dejado huella en mi.
Ing. Silvio Rodríguez	Por la asesoría, paciencia y ayuda brindada para el presente proyecto.

**Universidad de
San Carlos**

Especialmente a la Facultad de Ingeniería por brindarme los conocimientos necesarios que me permitieron llegar a ser una profesional.

**División de Servicios
Generales**

Por darme la oportunidad de realizar mi EPS y en especial a la Arq. Jennifer Perez por su amistad y apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
ÍNDICE DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XXI
RESUMEN	XXIII
OBJETIVOS	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR.....	1
1.1. Características físicas de la zona 1 de la ciudad capital, departamento de Guatemala	1
1.1.1. Localización y colindancias	1
1.1.2. Topografía e hidrografía.....	3
1.1.3. Aspectos climáticos.....	3
1.1.4. Situación demográfica.....	4
1.1.4.1. Población total.....	4
1.1.4.2. Tipo de vivienda.....	6
1.1.5. Idioma.....	7
1.1.6. Características de infraestructura.....	7
1.1.6.1. Vías de acceso.....	7
1.1.6.2. Servicios públicos.....	8
1.1.6.3. Agua y saneamiento.....	8
1.1.7. Características socioeconómicas	9
1.1.8. Actividad económica.....	10

1.2. Características físicas de Mazatenango, departamento de Suchitepéquez	11
1.2.1. Localización y colindancias.....	11
1.2.2. Topografía e hidrografía.....	13
1.2.3. Aspectos climáticos.....	14
1.2.4. Situación demográfica.....	14
1.2.4.1. Población total.....	14
1.2.4.2. Tipo de vivienda	16
1.2.5. Idioma	17
1.2.6. Características de infraestructura	17
1.2.6.1. Vías de acceso	17
1.2.6.2. Servicios públicos.....	18
1.2.6.3. Agua y saneamiento.....	18
1.2.7. Características socioeconómicas.....	19
1.2.7.1. Educación	20
1.2.8. Actividad económica.....	21
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL.....	23
2.1. Diseño de la clínica popular de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala	23
2.1.1. Descripción del proyecto.....	23
2.1.2. Disposiciones particulares	24
2.1.2.1. De la ubicación de las clínicas	24
2.1.2.2. De la selección del terreno.....	24
2.1.2.3. De las características físicas.....	24
2.1.2.4. Condiciones mecánicas y físicas.....	25
2.1.2.5. Del programa médico-arquitectónico.....	25
2.1.2.6. Del espacio arquitectónico	26
2.1.2.6.1. Acceso.....	26

2.1.2.6.2.	Sala de consulta	26
2.1.2.6.3.	Bodega	27
2.1.2.6.4.	Servicio sanitario de usuarios	27
2.1.2.7.	Del diseño.....	28
2.1.2.7.1.	Ventilación	28
2.1.2.7.2.	Iluminación.....	28
2.1.2.7.3.	Del dimensionamiento	29
2.1.2.7.4.	De la estructura.....	30
2.1.2.8.	De las instalaciones.....	31
2.1.2.8.1.	Agua potable.....	31
2.1.2.8.2.	Aguas negras.....	32
2.1.2.8.3.	Aguas pluviales.....	33
2.1.2.8.4.	Instalaciones eléctricas.....	34
2.1.2.9.	Instalaciones especiales	34
2.1.2.9.1.	Instalaciones de comunicación.....	35
2.1.3.	Estudios de suelo.....	35
2.1.4.	Predimensionamiento estructural	37
2.1.4.1.	Columna	38
2.1.4.2.	Vigas.....	39
2.1.4.3.	Losas	41
2.1.4.4.	Cimientos.....	41
2.1.5.	Modelando estructuras.....	43
2.1.6.	Modelo matemático de marcos dúctiles con nudos rígidos	44
2.1.7.	Distribución de cargas	45
2.1.8.	Cargas aplicadas a los marcos dúctiles	46
2.1.8.1.	Cargas verticales	46
2.1.8.2.	Cargas horizontales.....	46
2.1.8.3.	Cargas sísmicas	47

2.1.8.4.	Cargas gravitacionales en marcos dúctiles con nudo rígidos	47
2.1.9.	Cargas horizontales en marcos dúctiles con nudos rígidos...	50
2.1.10.	Corte basal (V).....	51
2.1.11.	Fuerzas por nivel	55
2.1.12.	Determinación del centro de rigidez y centro de masa	57
2.1.12.1.	Centro de rigidez.....	58
2.1.12.2.	Centro de masa	60
2.1.13.	Torsión.....	60
2.1.14.	Distribución de corte traslacional y sismo	62
2.1.15.	Aplicación de análisis estructural	64
2.1.15.1.	Método del portal	64
2.1.16.	Métodos exactos y paquetes de análisis computacional.....	67
2.1.17.	Combinaciones de carga	68
2.1.18.	Diseño de miembros estructurales y sus detalles	71
2.1.19.	Diseño de losas	72
2.1.19.1.	Método de coeficientes para losas apoyadas en vigas o en muros	72
2.1.19.2.	Determinación de momentos críticas ..	72
2.1.19.3.	Diseño de losa 1.....	74
2.1.19.4.	Balanceo de momentos.....	75
2.1.19.5.	Chequeo por cortante.....	77
2.1.19.6.	Diseño del acero de refuerzo	78
2.1.19.7.	Área de acero requerida para momentos mayores Asmin	79
2.1.19.8.	Losas nivel 2 y 1.....	80
2.1.20.	Diseño de vigas	82
2.1.20.1.	Determinación del peralte efectivo	83
2.1.20.2.	Determinación de refuerzo mínimo	83

2.1.20.3.	Determinación de área de acero requerida para los momentos	85
2.1.20.4.	Acero de refuerzo transversal (estribos).....	86
2.1.20.5.	Cálculo de corte	87
2.1.20.6.	Cálculo de resistencia probable	88
2.1.21.	Diseño de columnas.....	90
2.1.21.1.	Diseño de refuerzo longitudinal y transversal en columnas	91
2.1.21.2.	Magnificación de momentos.....	93
2.1.21.3.	Diseño de columna típica primer nivel.....	97
2.1.21.3.1.	Refuerzo longitudinal	97
2.1.21.4.	Sección de columna típica primer nivel	98
2.1.21.5.	Refuerzos de confinamiento	100
2.1.21.5.1.	Longitud de confinamiento.....	100
2.1.21.6.	Requerimiento armado por corte	101
2.1.22.	Diseño de zapatas aisladas.....	102
2.1.22.1.	Procedimiento de diseño	102
2.1.22.2.	Diseño del área de la zapata	103
2.1.22.3.	Predimensionamiento del área de la zapata.....	104
2.1.22.4.	Chequeo por presión sobre el suelo	104
2.1.22.5.	Presión última.....	105
2.1.22.6.	Espesor de la zapata	106
2.1.22.6.1.	Chequeo por corte simple	106
2.1.22.6.2.	Chequeo por corte punzante	107
2.1.22.7.	Diseño del refuerzo por flexión	108
2.1.22.7.1.	Flexión sentido X-X.....	109
2.1.22.7.2.	Flexión sentido Y-Y.....	110
2.1.23.	Instalaciones	111
2.1.23.1.	Instalaciones sanitarias	111

2.1.23.2.	Instalaciones agua potable.....	112
2.1.23.3.	Instalaciones eléctricas	112
2.1.24.	Presupuesto	112
2.1.25.	Cronograma de actividades	114
2.1.26.	Matriz de riesgos	115
2.1.27.	Impactos deducidos del estudio.	116
2.1.27.1.	Ruidos y vibraciones	116
2.1.27.2.	Emisión de material particulado	116
2.1.27.3.	Contaminación atmosférica.....	116
2.1.27.4.	Generación de empleo	116
2.1.27.5.	Destrucción de suelo y erosión	117
2.1.27.6.	Proliferación de insectos, roedores, etc.	117
2.1.27.7.	Alteración del entorno.....	117
2.1.27.8.	Generación de residuos	117
2.1.27.9.	Ruidos	118
2.1.27.10	Caudal pluvial evacuado red drenaje	118
2.1.27.11.	Condiciones higiénico-sanitarias.....	118
2.1.27.12.	Generación de empleo	118
2.1.27.13.	Desarrollo sectorial y bienestar social	119
2.1.27.14.	Modificación del entorno	119
2.1.27.15.	Accesibilidad	119
2.1.27.16.	Generación de residuos	119
2.1.28.	Medidas de compensación y de atenuación de impactos ambientales a incorporar en la obra.....	120
2.1.28.1	Ruidos, vibraciones y emisión de material	120
2.1.28.2.	Generación de residuos	121
2.1.28.3.	Seguridad laboral	121
2.1.28.4.	Alteración del entorno	121
2.1.28.5.	Accesibilidad	122

2.1.28.6.	Ruidos	122
2.1.28.7.	Caudal pluvial evacuado y modificación de la red de drenaje	122
2.1.28.8.	Proliferación de insectos, roedores	123
2.1.29.	Conclusiones	123
2.2.	Diseño y planificación del camino que conduce al Centro universitario de sur-occidente, CUNSUROC	124
2.2.1.	Descripción del proyecto	124
2.2.2.	Preliminar de campo	124
2.2.3.	Levantamiento topográfico	125
2.2.3.1.	Planimetría.....	125
2.2.3.2.	Descripción del método	125
2.2.3.3.	Altimetría.....	127
2.2.3.4.	Sección transversal.....	127
2.2.4.	Cálculo topográfico preliminar.....	128
2.2.4.1.	Cálculo planimétrico.....	128
2.2.4.2.	Cálculo altimétrico.....	129
2.2.4.3.	Representación gráfica	129
2.2.5.	Diseño de localización.....	131
2.2.5.1.	Diseño horizontal	131
2.2.5.2.	Curva horizontal.....	131
2.2.6.	Proyección vertical longitudinal	134
2.2.6.1.	Tangentes verticales.....	135
2.2.6.1.1.	Clasificación de las pendientes.....	135
2.2.7.	Curva vertical	136
2.2.7.1.	Cálculo para las curvas verticales.....	140
2.2.7.2.	Criterios para el diseño de curvas verticales	142
2.2.7.3.	Criterio de comodidad.....	142
2.2.7.4.	Criterio de apariencia.....	143

2.2.7.5.	Criterio de drenaje.....	143
2.2.7.6.	Criterio de seguridad.....	143
2.2.8.	Secciones transversales.....	144
2.2.8.1.	Elementos de una sección transversal.....	144
2.2.9.	Cálculos para los movimientos de tierra.....	148
2.2.10.	Características de los suelos.....	151
2.2.11.	Evaluación del tipo de suelo.....	152
2.2.11.1.	Indicadores físicos.....	153
2.2.12.	Estudio de suelos.....	154
2.2.12.1.	Ensayo de granulometría.....	154
2.2.12.2.	Plasticidad.....	155
2.2.12.3.	Límites de Atterberg.....	156
2.2.12.4.	El límite líquido.....	156
2.2.12.5.	Límite plástico.....	157
2.2.12.6.	Índice plástico.....	158
2.2.12.7.	Límite de retracción.....	158
2.2.12.8.	Prueba proctor.....	159
2.2.12.9.	Resistencia del suelo.....	160
2.2.12.10.	Valor de soporte de suelo C.B.R.....	161
2.2.13.	Análisis de resultados.....	162
2.2.13.1.	Características del terreno.....	162
2.2.13.2.	Estratigrafía del terreno.....	162
2.2.14.	Definición de pavimento.....	164
2.2.15.	Tipos de pavimento.....	165
2.2.15.1.	Pavimentos rígidos.....	166
2.2.15.2.	Pavimentos flexibles.....	166
2.2.16.	Consideraciones de diseño del pavimento flexible según la ASSHTO93.....	166
2.2.17.	Factores a considerar en el cálculo y diseño.....	167

2.2.18.	Período de diseño	168
2.2.19.	Tránsito	169
2.2.19.1.	Vehículos de diseño	169
2.2.19.2.	Volumen de tránsito	170
2.2.19.3.	El Tránsito promedio diario anual, TPDA	170
2.2.20.	Ejes equivalentes	171
2.2.21.	Serviciabilidad	172
2.2.22.	Confiabilidad.....	173
2.2.23.	Diseño de la estructura del pavimento flexible	174
2.2.24.	Espesores de diseño	180
2.2.25.	Subrasante	193
2.2.25.1.	Materiales adecuados para la subrasante.....	193
2.2.25.2.	Colocación	195
2.2.26.	Subbase	196
2.2.26.1.	Materiales adecuados para la subbase	196
2.2.26.2.	Colocación.....	197
2.2.27.	Base	198
2.2.27.1.	Materiales adecuados para la base.....	198
2.2.27.2.	Colocación.....	200
2.2.28.	Carpeta de rodadura	200
2.2.28.1.	Características de la capa de rodadura.....	202
2.2.28.2.	Material adecuado para la capa de rodadura	203
2.2.28.3.	Colocación de la carpeta de concreto asfáltico	204
2.2.29.	Drenaje	206
2.2.30.	Sistema de drenaje.....	206
2.2.30.1.	Drenaje superficial.....	207
2.2.30.2.	Criterios de diseño	207
2.2.31.	Drenaje longitudinal.....	209
2.2.31.1.	Elementos de canalización.....	209

2.2.31.1.1. Cunetas.....	209
2.2.31.2. Determinación del caudal de referencia	210
2.2.32. Evaluación de Impacto Ambiental.....	217
2.2.32.1. Matriz de riesgos.....	218
2.2.33. Impactos deducidos del estudio.....	220
2.2.33.1. Impacto sobre el agua.....	220
2.2.33.2. Impacto en la atmósfera: calidad del aire y ruido.....	220
2.2.33.3. Impacto en la calidad del aire	220
2.2.33.4. Contaminación sonora	221
2.2.33.5. Impacto sobre el medio biótico.....	221
2.2.33.6. Impacto sobre la vegetación.....	221
2.2.34. Medidas correctoras.....	222
2.2.35. Presupuesto	223
CONCLUSIONES.....	227
RECOMENDACIONES	229
BIBLIOGRAFÍA.....	231
ÁPENDICE.....	231
ANEXOS.....	241

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la ciudad de Guatemala en el mapa de la Republica de Guatemala.....	2
2.	Ubicación de la zona 1, en el mapa de la ciudad Capital en el mapa de la ciudad de Guatemala.....	2
3.	Ubicación de la zona, departamento de Suchitepéquez en el mapa de la Republica de Guatemala.....	12
4.	Ubicación de la cabecera departamental de Suchitepéquez, Mazatenango.....	12
5.	Sección de viga.....	40
6.	Planta típica de las clínicas.....	42
7.	Marco dúctil típico sentido X.....	42
8.	Marco dúctil típico sentido Y.....	43
9.	Marco típico elástico único con nudos rígidos sentido X.....	50
10.	Marco típico elástico unido con nudos rígidos, sentido Y.....	50
11.	Distribución de las fuerzas por nivel sentido X.....	56
12.	Distribución de las fuerzas por nivel sentido Y.....	57
13.	Localización del centro de masa y centro de rigidez de una estructura.....	58
14.	Distribución de las fuerzas de corte eje 1 & eje A.....	63
15.	Puntos de Inflexión según el método del portal.....	65
16.	Desarrollo de un ejemplo del marco 1&3.....	66
17.	Diagrama de momentos carga muerta eje 1& 3 kg-m.....	68

18.	Diagrama de corte carga muerta eje 1&3- kg-m.....	69
19.	Diagrama de momentos de carga viva eje 1&3 kg-m.....	69
20.	Diagrama de corte de cargas viva eje 1&3 kg-m.....	70
21.	Diagrama de momentos por carga de sismo eje 1& 3 kg-m	70
22.	Diagrama de corte por carga de sismo eje 1& 3 kg-m.....	71
23.	Losas del tercer nivel.....	73
24.	Momentos en losas kg-m.....	75
25.	Momentos balanceados.....	76
26.	Área tributarias contribuyentes al corte de losa 2	77
27.	Diseño de viga B-C Eje 1&3 Segundo Nivel, Marco 1&3.....	82
28.	Sección de viga de diseño.....	83
29.	Viga del nivel 2 eje 1.....	88
30.	Espaciamiento de estribos de confinamiento.....	90
31.	Sección de columna Tipo A.....	99
32.	Chequeo por corte simple.....	107
33.	Chequeo por punzonamiento.....	108
34.	Componentes de la sección transversal.....	128
35.	Dibujo preliminar.....	130
36.	Elementos de la curva horizontal.....	133
37.	Tipos de curva vertical.....	137
38.	Elementos de la curva vertical.....	138
39.	Sección transversal en tangente.....	144
40.	Secciones transversales típicas.....	149
41.	Esquema del comportamiento de pavimentos rígidos y flexibles.....	165

42.	Tipo de vehículo.....	178
43.	Diseño numero estructural.....	183
44.	Coefficiente estructural a partir del modulo elástico del concreto asfaltico.....	186
45.	Variación en el coeficiente estructural de la capa de base.....	187
46.	Variación del coeficiente estructural de la capa de subbase...	188
47.	Detalle de Garabito.....	192
48.	Tipos de superficie de rodadura en pavimentos flexibles.....	202
49.	Canal triangular.....	216

TABLAS

I.	Población Total Ciudad de Guatemala, por zona del municipio del municipio de Guatemala año 2002.....	5
II.	Materiales de construcción utilizados en vivienda en %*....	7
III.	Tasa de crecimiento intercensal.....	15
IV.	Niveles de intensidad necesarios para ambientes dentro de hospitales/clínicas.....	29
V.	Diámetro de las tuberías y unidades de descarga por artefacto.....	32
IV.	Valor soporte según tipo de suelo.....	37
VII.	Especificaciones de flexión para marcos dúctiles.....	39
VIII.	Alturas y espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen deflexiones.....	40
IX.	Valores de cargas muertas y vivas.....	48
X.	Cargas distribuidas en sentido X- C.V y C.M.....	49

XI.	Distribución de las fuerzas por nivel sentido.....	56
XII.	Resultado del centro de rigidez en el Sentido X.....	59
XIII.	Resultado del centro de rigidez Sentido Y.....	59
XIV.	Resultados de los cálculos para la excentricidad de diseño.....	62
XV.	Resultados de la fuerza de corte.....	63
XVI.	Resultado del área de acero requerida según el momento indicado.....	80
XVII.	Área de acero requerida para momentos de losa.....	81
XVIII.	Área de acero requerida para momentos de la viga B-C.....	86
XIX.	Libreta topográfica.....	126
XX.	Valores del coeficiente de fricción y tiempo de percepción en función de la velocidad.....	140
XXI.	Valores para la constante K.....	141
XXII.	Valores del Bombeo dependiendo la superficie.....	145
XXIII.	Inclinación de taludes.....	150
XXIV.	Clasificación de los materiales según A.8.T.M	152
XXV.	Indicadores físicos de los suelos.....	154
XXVI.	Periodos de diseño en función del tipo de carretera.....	168
XXVII.	Valores de “r” de confiabilidad, con diferentes clasificaciones funcionales.....	174
XXVIII.	Clasificación de las carreteras.....	175
XXIX.	Características geométricas de la carretera en estado final....	175
XXX.	Factores de Crecimiento de tránsito.....	176
XXXI.	Calculo de ejes equivalentes.....	178
XXXII.	Valores del módulo de resiliencia de los materiales.....	182

XXXIII.	Valor del numero estructural.....	185
XXXIV.	Resumen de datos.....	188
XXXV.	Valores de los espesores calculados.....	190
XXXVI.	Espesores mínimos sugeridos.....	190
XXXVII.	Espesores a utilizar.....	191
XXXVIII.	Grados de asfalto de acuerdo al tipo de clima.....	192
XXXIX.	Características del material de la subrasante.....	194
XL.	Características del material de la subbase.....	197
XLI.	Características de los materiales de la base.....	199
XLII.	Especificaciones del cemento asfáltico.....	204
XLIII.	Valores indicativos del coeficiente de escorrentía.....	212
XLIV.	Parámetros A, B y n de las ecuaciones.....	214
XLV.	Coeficiente de Rugosidad K.....	215

ÍNDICE DE SÍMBOLOS

Símbolo Significado

Ag	Área gruesa, área total de la sección
Ap	Área de punzonamiento
As	Área de acero de refuerzo
As_{max}	Área de acero máximo permitido
As_{min}	Área de acero mínimo permitido
Av	Área de varilla
Az	Área zapata
Bd	Factor de flujo plástico
C	Coefficiente para el cálculo de momentos en losas, tomado del ACI
CG	Centro de gravedad
CM	Carga muerta
Cm	Centro de masa
CR	Centro de rigidez
CU	Carga última
CV	Carga viva
DH	Distancia horizontal
CGC	Dirección General de Caminos
Di	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado
E	Esbeltez de la columna
EM	Módulo de elasticidad del material
E_s	Módulo de elasticidad del acero
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
E	Excentricidad

Ex	Excentricidad en el sentido X
Ey	Excentricidad en el sentido Y
EST	Estación
F'c	Resistencia a la compresión del concreto
Fy	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
FCU	Factor de carga última
Fni	Fuerza por nivel, en el nivel i
H	Peralte total del elemento en sección
i_{Tr}	Intensidad de lluvia
Kv	Rigidez de vigas
Kc	Rigidez de columna
L	Longitud del elemento
Ln	Longitud no soportada del estribo
Lo	Longitud de confinamiento de estribos
L/seg	Litros por segundo
Ma	Momento de flexión en la dirección A.
Mb	Momento de flexión en la dirección B.
Mx	Momento último actuando en el sentido X
My	Momento último actuando en el sentido Y
Md	Momento de diseño (magnificado)
Mtx	Momento de diseño (magnificado) que actúa en el sentido X
Mty	Momento de diseño (magnificado) que actúa en el sentido Y
Pc	Carga axial
P_{CRX}	Carga Crítica de Pandeo Euler
PU	Carga última
P'	Integración de cargas de trabajo
P_{col}	Peso de la columna
P_s	Peso del suelo sobre zapata
P_{cim}	Peso del cimiento

P_{viga}	Peso de vigas
P'u	Carga de resistencia de la columna
P'ux	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex
P'uy	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ey
P'o	Carga axial de resistencia de la columna
Po	Índice de serviciabilidad inicial
Pt	Índice de serviciabilidad final
Q	Caudal pico
qmax	Presión máxima sobre el suelo
qmin	Presión mínima sobre el suelo
q_{promedio}	Presión última promedio sobre el suelo
Ri	Rigidez total del marco rígido i
T	Peralte del elemento estructural
t_c	Tiempo de concentración
TPDA	Tránsito promedio diario anual
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
Smax	Espaciamiento máximo del acero de refuerzo por cortante
So	Longitud de confinamiento
V	Corte basal
VA	Fuerza cortante actuante, en el elemento
Vcu	Corte directo del concreto
Ve	Cortante máximo
VR	Resistencia al esfuerzo cortante proporcionado por el concreto
Vs	Valor soporte del suelo
VV	Fuerza cortante actuante en vigas
V	Velocidad en metros por segundo
W	Peso distribuido
WS	Peso volumétrico del suelo
Wi	Peso distribuido por nivel

GLOSARIO

Caudal	Cantidad de agua de una corriente.
Cohesión	Es la atracción entre partículas, originada por las fuerzas molecular y las películas de agua
Cuantía de refuerzo	La cuantía P es la relación que existe entre el área de acero y el área efectiva de concreto, es decir $P=As/(bd)$, donde As es el área de acero, b la dimensión de la base y del peralte efectivo que es la altura del elemento menos el recubrimiento ($d=H-r$)
Ductilidad	Propiedad que tienen algunos metales de someterse a grandes deformaciones y estirarse en forma de hilos o alambres sin romperse, por lo que se pueden modelar o trabajar con facilidad.
Estrato	Cada una de las capas que se superponen unas a otras conformando la estructura de ciertas cosas

Estribo	Son generalmente varones de acero formando un circuito cerrado, dispuestos transversalmente a la armadura longitudinal del elemento y tiene por finalidad soportar el apoyar la armadura longitudinal durante el proceso de fundición, para que esta mantenga su posición
Excentricidad estática	Distancia existente entre dos ejes paralelos, distancia entre el centro de cortante y el centro de torsión ó centro de rigidez entre piso
Peralte efectivo	Es la distancia medida desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del acero de refuerzo sujeto a flexión.
Preesforzado	Creación intencional de esfuerzos permanentes en una estructura o conjunto de piezas, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo
Rigidez	La propiedad que tiene un material para resistir deformaciones

RESUMEN

Se realizó el diseño un edificio de tres niveles de clínicas populares para la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, su finalidad es que los estudiantes de la carrera cuenten con un área hospitalaria que les permita diagnosticar el estado del paciente, formular planes terapéuticos, desarrollando las capacidades cognoscitivas necesarias para el nivel de formación específica. El edificio consta de 3 niveles con un espacio para construcción de 7.30 x 15.66m, un área de 116.52 m² y un perímetro de 46.22 m; un pequeño parqueo para 3 vehículos; en el primer nivel se encuentra ubicada la recepción, una bodega y un servicio sanitario; en el segundo nivel se cuenta con un vestíbulo, tres clínicas de consulta y sus respectivos servicios sanitarios; en el tercer nivel, un auditorio con capacidad aproximada para 60 personas, se tiene un módulo de gradas con rampa.

El segundo proyecto es el diseño de la pavimentación de un segundo acceso al Centro Universitario de Sur-Occidente, CUNSUROC, dado el crecimiento estudiantil durante los últimos años, se ve la urgencia de facilitar un nuevo acceso a este Centro. El proyecto consiste: en la planificación, diseño y construcción de un segundo acceso que tendrá una longitud de 945.80 m; el tipo de pavimento que se utilizará es pavimento flexible; este diseño se basó en las consideraciones que toma la ASSHTO, el Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales y la Dirección General de Caminos, entre otros.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar la pavimentación del segundo acceso que conduce al Centro Universitario de Sur-Occidente y la Clínica Popular de la Facultad de Ciencias Médicas, ciudad capital, Universidad de San Carlos de Guatemala.

ESPECÍFICOS

1. Desarrollar el análisis bajo normas específicas de diseño de una clínica médica popular, para proporcionar un espacio adecuado con las condiciones y requisitos establecidos, en el cual el estudiante de Medicina de la ciudad capital pueda ejercer con mejor criterio la práctica médica.
2. Mejorar la movilidad y accesibilidad al Centro Universitario de Sur Occidente –CUNSUROC- con la pavimentación del segundo acceso.
3. Adquirir conocimientos técnicos de campo y administrativos en relación con la planificación y diseño de proyectos de tipo estructural y vial.

INTRODUCCIÓN

La finalidad de llevar a cabo el Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S) es que el estudiante pueda desarrollar sus conocimientos teóricos, aprendiendo a realizarlos en forma práctica, fuera de las aulas universitarias.

En coordinación con la División de Servicios Generales en el Departamento de diseño urbanización y construcciones, se determinó que entre los proyectos con mayor prioridad se encontraba el diseño de pavimentación del camino que conduce al Centro Universitario de sur-occidente –CUNSUROC-, municipio de Mazatenango, departamento de Suchitepéquez y diseño de una clínica popular de la Facultad de Ciencias Médicas zona 1 ciudad capital, departamento de Guatemala; ambos proyectos de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El presente informe contiene una pequeña monografía de los lugares de trabajo tanto de la ciudad capital como de Mazatenango, asimismo una explicación detallada de los procedimientos que se utilizaron para el análisis, diseño apropiado del edificio y la pavimentación del acceso bajo las normas de diseño apropiadas. Dentro la planificación de los proyectos se estima la duración de su construcción y el costo de su elaboración.

1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR

1.1. Características físicas de la zona 1 de la ciudad capital, departamento de Guatemala

1.1.1. Localización y colindancias

La zona 1 de la ciudad capital es reconocida como el Centro Histórico. En esta zona se encuentra el Palacio Nacional de la Cultura, en el cual está ubicado el kilómetro cero de la República de Guatemala.

A partir de este lugar se realiza el kilometraje a los cuatro puntos cardinales. Una medida de distancia que convierte al Centro Histórico en el inicio de cualquier movimiento que se realice hasta donde concluye el territorio nacional. Su ubicación geográfica es: altitud 1499 metros, altitud $14^{\circ}37'15''$ N, longitud $90^{\circ}31'36''$.

El departamento de Guatemala se encuentra situado en la región I o región Metropolitana, limita al norte con el departamento de Baja Verapaz; al sur con los departamentos de Escuintla y Santa Rosa; al este con los departamentos de El Progreso, Jalapa y Santa Rosa; y al oeste con los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango. Se ubica en la latitud $14^{\circ}38'29''$ y longitud $90^{\circ}30'47''$, y cuenta con una extensión territorial de 2,253 kilómetros cuadrados.

1.1.2. Topografía e hidrografía

Existen dos fallas geológicas paralelas que recorren el departamento de norte a sur. Se denominan de Mixco y de Santa Catarina Pinula. Entre ellas, los terrenos del centro del departamento se han estado hundiendo desde hace muchísimos años. Esta enorme y alargada depresión se ha asociado a otras: por el sur con la cuenca del lago de Amatitlán y la hondonada del valle del río Michatoya (el conocido Cañón de Palín), por el norte a la cuenca del río Las Vacas.

De esa cuenta, un detalle único del departamento es el ahorcamiento que le provoca a la Cordillera Volcánica. El dogal, larga depresión del medio, llega a medir casi 60 kilómetros y sus puntos más altos están en el valle de La Virgen, asiento de la ciudad de Guatemala.

La Nueva Guatemala de la Asunción se encuentra justo al medio, en el parteaguas de la divisoria.

1.1.3. Aspectos climáticos

En Guatemala hay dos estaciones marcadas: la temporada seca, y la temporada de lluvias, que abarca de mayo a noviembre con abundantes precipitaciones a las que siguen cielos límpidos, El clima en la ciudad es templado, aunque en los meses de noviembre a febrero la temperatura suele descender.

Las montañas definen mucha variabilidad con elevaciones mayores o iguales a 1,400 msnm, generando diversidad de microclimas; son regiones densamente pobladas por lo que la acción humana se convierte en factor de variación apreciable.

Las lluvias no son tan intensas, los registros más altos se obtienen de mayo a octubre; en los meses restantes estas pueden ser deficitarias. En cuanto a la temperatura en diversos puntos de esta región se registran los valores más bajos de país. Existen climas que varían de templados y semifríos con invierno benigno a semicálidos con invierno benigno; de carácter húmedo y semiseco, con invierno seco.

1.1.4. Situación demográfica

1.1.4.1. Población total

El municipio de Guatemala se extiende sobre una superficie de 228 Kilómetros cuadrados. La población urbana de la ciudad de Guatemala es de 5.9 millones, según el censo del año 2002.

a. Población por grupos de edades

- 0-14 años: 42%
- 15-64 años: 54%
- 65 años y más: 4%

b. Población por grupo étnico:

Indígena	No Indígena
6.5%	93.5%

c. Fuente: Instituto para el desarrollo urbano y rural sostenible –URBES-.

d. Población por ubicación:

Urbana	Rural
1,015,303	0

Fuente: Instituto para el desarrollo urbano y rural sostenible –URBES-.

e. Población por sexo:

Tabla I. Población total ciudad de Guatemala, por zona del municipio de Guatemala, y sexo, año 2002

DEPARTAMENTO, MUNICIPIO Y LUGAR POBLADO	CATEGORIA	POBLACION TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Total País		11,237,196	5,496,839	5,740,357
Guatemala		2,541,581	1,221,379	1,320,202
GUATEMALA		942,348	444,429	497,919
ZONA 1	CIUDAD	67,489	31,777	35,712
ZONA 2	CIUDAD	22,175	10,054	12,121
ZONA 3	CIUDAD	25,501	12,012	13,489
ZONA 4	CIUDAD	1,821	924	897
ZONA 5	CIUDAD	65,578	30,547	35,031
ZONA 6	CIUDAD	76,580	36,366	40,214
ZONA 7	CIUDAD	139,269	65,113	74,156
ZONA 8	CIUDAD	12,439	5,997	6,442
ZONA 9	CIUDAD	1,750	758	992
ZONA 10	CIUDAD	12,090	5,533	6,557
ZONA 11	CIUDAD	39,669	17,937	21,732
ZONA 12	CIUDAD	43,398	20,325	23,073
ZONA 13	CIUDAD	26,734	12,503	14,231
ZONA 14	CIUDAD	18,322	8,066	10,256
ZONA 15	CIUDAD	14,549	6,114	8,435
ZONA 16	CIUDAD	19,499	9,389	10,110
ZONA 17	CIUDAD	22,296	10,569	11,727
ZONA 18	CIUDAD	198,850	95,893	102,957
ZONA 19	CIUDAD	24,644	11,737	12,907
ZONA 22	CIUDAD	75,265	35,876	39,389
ZONA 24	CIUDAD	14,810	7,267	7,543
ZONA 25	CIUDAD	19,620	9,672	9,948

Fuente: Instituto Nacional de Estadística INE, Con base en el XI Censo de Población y VI de Habitación 2002.

Tasa de crecimiento de población: 2.63% (est. 2000)

Tasa de nacimiento\): 35.05 nacimientos/1000 personas (est. 2000)

Tasa de fallecimiento: 6.92 muertes/1000 personas (est. 2000)

Tasa neta de migración: -1.89 migrantes/1000 personas

1.1.4.2. Tipo de vivienda

La situación de la vivienda en la ciudad de Guatemala presentan dos situaciones: el déficit de viviendas y la calidad de las mismas. El déficit en el área metropolitana era de 195,000 unidades, mientras que el crecimiento anual de nuevas viviendas estaba en 8,000 (Cabañas, 1999). El segundo problema se refiere a la mala calidad de las viviendas, que alcanza condiciones extremas en los tugurios urbanos.

En una encuesta se encontró que el 78% de todas las viviendas en zonas marginadas estaban construidas en áreas de alto riesgo. El 62% de ese total estaba ubicado cerca de desagües, con todas las implicaciones de riesgo que tiene. Esa misma encuesta reportó que el 89% de todas las viviendas en áreas marginadas estaban construidas con materiales de desecho o basura como cartones y latas (SEGEPLAN, 1999).

En términos de vivienda y servicios básicos en tugurios urbanos, el número de viviendas en áreas marginales con acceso a servicios básicos era bajo. Sólo un 52% de todas las viviendas tenía conexión interna de agua, y el 54%, electricidad. El porcentaje de viviendas que reportaba pagar la recolección de basura era también bajo (26%) (SEGEPLAN, 1999).

Tabla II. **Materiales de Construcción Utilizados en vivienda en %***

Material	Total	Urbano	Rural
Ladrillo	50,864	44,586	6,278
Block	212,486	156,644	55,842
Concreto	17,081	15,649	1,432
Adobe	43294	26497	16797
Madera	29,251	18,612	10,639
Lamina metálica	14,093	8,998	5,095
Bajareque	1,155	281	874

Fuente: X Censo de Población y V de Habitación 1994. * Datos para el departamento de Guatemala.

1.1.5. Idioma

El idioma predominante es el español, pero también se hablan distintos idiomas debido a las migraciones del interior, (tales como; Quiché, Cakchiquel, Kekchí, Mam, entre otros) El porcentaje de población indígena a nivel nacional, se estima en 45.00 %; esta condición favorece la manifestación de altos índices de pobreza, pues los estudios sobre la pobreza han identificado que existe mayor concentración de pobreza en la población indígena.

1.1.6. Características de infraestructura

1.1.6.1. Vías de acceso

Por el norte están las carreteras Guatemala-San Pedro y San Juan Sacatepéquez-San Raymundo-Chuarrancho, que llega hasta Salamá, Baja Verapaz. También la ruta Guatemala-Chinautla-Chuarrancho, o la de San Juan Sacatepéquez-Montúfar que llega a Granados, también en Baja Verapaz.

1.1.6.2. Servicios públicos

La Ciudad de Guatemala es la capital económica, gubernamental y cultural de la República. La dotación de servicios públicos urbanos va desde agua potable, alcantarillado, alumbrado y recolección y tratamiento de desechos sólidos y líquidos. En la actualidad la red de servicios del departamento está constituida por 34 distritos de salud (cada distrito tiene centros y puestos de salud), 2 centros de atención especializada (ITS y DAC), 3 maternidades periféricas, 2 clínicas periféricas, 2 centros de urgencias médicas, 6 hospitales de referencia y 1 hospital municipal. Todas estas unidades brindan atención a toda la población con énfasis en la salud materno infantil. El 40 % (8,000) de los trabajadores de salud del país se concentra en el departamento de Guatemala.

1.1.6.3. Agua y saneamiento

Hogares con servicio de agua entubada en porcentaje (%):

Sin sistema, un 4.7%; con sistema, un 95.3 %.

Hogares con drenaje y letrinas en porcentaje (%):

Sin sistema, un 14.6% y con sistema, un 85.4%.

Fuente: INFOM-UNEPAR: Sistema Nacional de Información de Agua y Saneamiento. A Junio de 2001.

La ciudad tiene además de una gran variedad de restaurantes, centros comerciales, plazas, hoteles y tiendas, unas 300 galerías y museos. Hay 12 universidades, 11 privadas y una nacional: la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.1.7. Características socioeconómicas

Guatemala se encuentra dentro de la categoría de países con un nivel de desarrollo humano medio, estando el nivel del departamento de Guatemala por encima del de los demás departamentos. El departamento de Guatemala posee también un nivel educativo claramente superior al de los otros departamentos, la tasa de analfabetismo del municipio de Guatemala es del 6.5%.

La insalubridad es uno de los más graves problemas sociales que afrontan los guatemaltecos, el cual indudablemente está asociado al nivel de pobreza, desempleo y desigualdad que padecen las grandes mayorías en Guatemala. Esta situación crítica en materia de salud se ve agravada, entre otras causas, por la insuficiencia de la red hospitalaria nacional, tanto pública como privada, y por la carencia de medicamentos esenciales o equipamientos indispensables como camas, equipos etc., así como por el reducido número de personal médico y de enfermería con el que cuentan.

La ciudad de Guatemala es la zona más desarrollada del país, varios de los municipios que integran el departamento registran altos porcentajes de población en situación de pobreza. Entre estos se encuentran los municipios de Palencia que muestra un 56.2 % de pobreza, San José del Golfo 54.8 % y San Raymundo 54.5 %, que superan el promedio nacional de 54.3 por ciento. Asimismo, otros municipios como San Pedro Ayampuc y San Juan Sacatepéquez presentan niveles de pobreza superiores al 40 %, que son indicadores muy superiores al promedio departamental que se ubica en sólo el 11.7 %.

1.1.8. Actividad económica

La Nueva Guatemala de la Asunción es la capital de Guatemala, el centro y el motor de las múltiples actividades comerciales y económicas que se desarrollan en el país, la agricultura y comercio son las actividades básicas de su economía. La agricultura contribuye con un 24% al PIB, ya que las dos terceras partes de las exportaciones son productos agrarios. Como consecuencia de la preeminencia de la agricultura sobre otras actividades, más de la mitad de los puestos de trabajo del país están relacionados con estas actividades.

Para evitar la excesiva dependencia del sector agrario, el programa económico del gobierno se ha centrado en el desarrollo del cultivo de productos alternativos, la explotación de recursos naturales (petróleo y madera, sobre todo) y en las inversiones en nuevas industrias e infraestructura turística. Como consecuencia, la industria contribuyó al PIB en 1997 con un 21%, mientras el sector servicios aportó un 47% a este índice. Además de estas actividades económicas, una importante fuente de ingresos la constituye la importación de divisas a través de los guatemaltecos que trabajan en el extranjero.

Las principales actividades económicas son: *industria manufacturera*, comercio, construcción, transporte, actividades financieras y administración pública.

1.2. Características físicas de Mazatenango, departamento de Suchitepéquez

1.2.1. Localización y colindancias

El departamento de Suchitepéquez se encuentra situado en la región VI o región sur occidental; su cabecera departamental es Mazatenango, está a 371.13 msnm y a una distancia de 165 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala. Limita al norte con los departamentos de Quetzaltenango, Sololá y Chimaltenango, al sur con el océano Pacífico, al este con el departamento de Escuintla; y al oeste con el departamento de Retalhuleu.

Se ubica entre los 14°00' y los 14° 40' de latitud Norte y los 91° 10' y los 91° 40' de longitud Oeste.

La cabecera municipal colinda al norte con San Francisco Zapotitlán y Samayac; al sur con el Océano Pacífico; al este con Santo Domingo Suchitepéquez, San Lorenzo, San Gabriel y San Bernardino; al oeste con Cuyotenango; todos del departamento de Suchitepéquez.

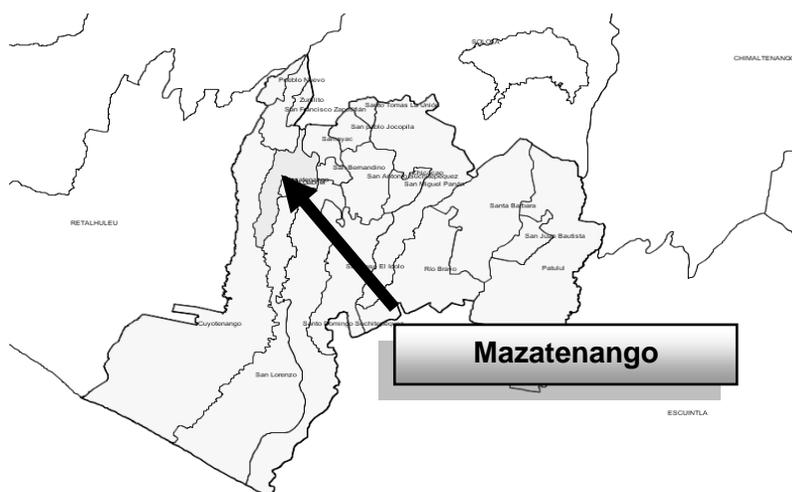
Mazatenango es una población ubicada en la región de Suchitepéquez, en Guatemala, está situado en la llanura costera junto al océano Pacífico, la ciudad de Mazatenango, cabecera departamental.

Figura 3. **Ubicación del departamento de Suchitepéquez, en el mapa de la República de Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Ubicación de la cabecera departamental de Suchitepéquez, Mazatenango.**



Fuente: elaboración propia.

1.2.2. Topografía e hidrografía

Las tierras del sur de este departamento, son bañadas por las olas del Océano Pacífico, lo que le da un esplendoroso desarrollo a su flora y fauna; contribuyendo además con la economía del lugar al existir en este litoral varias salinas de importancia.

El departamento está ubicado en la ensenada que forman los volcanes Santa María, Zunil y Santo Tomás, con dirección hacia el Océano Pacífico, razón por la que su territorio desciende suavemente desde las elevadas mesetas del Norte hasta las fértiles planicies del Sur; en donde el terreno por lo general es muy plano, favoreciendo el desarrollo de las actividades productivas agrícolas y pecuarias; está compuesto por tierras altas con conos volcánicos y montañas o colinas; pendientes volcánicas y valles intercolinares y la planicie costera del Pacífico que forma la playa de mar en la que desembocan varios ríos.

A Suchitepéquez se le presta mayor atención, en relación con los demás departamentos, pues sus recursos hidráulicos pueden catalogarse de importantes y numerosos.

- Río Sis - Icán
- El río Sis, sirve de línea divisoria entre Retalhuleu y Suchitepéquez, se une al río Icán, el cual atraviesa los municipios de San Francisco Zapotitlán, Mazatenango, Cuyotenango y San Lorenzo.
- Río Nahualate, que nace en Santa Catarina Ixtahuacán (Sololá), y atraviesa los departamentos de Sololá, Suchitepéquez y Escuintla.

1.2.3. Aspectos climáticos

Mazatenango tiene clima generalmente cálido, aunque el departamento posee una variedad de climas debido a su topografía. La temperatura media anual es de 20° centígrados en el Norte y 25° en el Sur, con una precipitación media anual que va desde los 2,000 mm en el Sur a 5,000 mm en el límite Norte.

En este departamento, por la zona en que se encuentra ubicado, se identifican cuatro zonas de vida:

- Bosque Seco Subtropical
- Bosque Húmedo Subtropical (Cálido)
- Bosque muy Húmedo Subtropical (Cálido)
- Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.

1.2.4. Situación demográfica

1.2.4.1. Población total

La población total de Suchitepéquez ascendió desde 237,554 habitantes en 1981 a 307,187 en 1994 y, finalmente, hasta 403,945 en 2002, de acuerdo con los datos censales del Instituto Nacional de Estadística; para el año 2005 la población total se calculó en 443,720 según las proyecciones, de población años 2002-2024, de SEGEPLAN.

- Por sexo:

Para el año 2005, conforme a estimaciones de SEGEPLAN la población de sexo masculino representaba el 51 por ciento del total (218,269 habitantes) mientras que el sexo femenino representaba el 49 por ciento (209,811 habitantes).

- Por grupo étnico:

De acuerdo con la misma fuente para el año 2005 el 57.00 por ciento de la población pertenece al grupo indígena, el 43.00 por ciento, al no indígena.

- Por grupos de edad:

La estructura por edades de la población departamental, conforme a estimaciones de SEGEPLAN, indican que para el año 2005, la población menor de siete años representa un 21.20 por ciento del total, lo que revela una relación de dependencia (población total / PEA) de 3.11 por persona económicamente activa, levemente inferior al promedio nacional que es de 3.13. Los datos de la población según grupo de edad, revelan que la población es joven, pues los mayores de 60 años llegan sólo al 6.80 por ciento; la población joven representa un alto potencial de mano de obra para el departamento.

- Tasas de crecimiento intercensal:

Las tasas porcentuales de crecimiento poblacional para el departamento, proporcionadas por el INE fueron las siguientes:

Tabla III. Tasa de crecimiento intercensal

Tasas de crecimiento intercensal			
1950-55	1990-95	2020-26	2045-50
2.9	2.6	1.8	1.0

Fuente: INE, proyecciones 2000.

- Densidad poblacional:

En cuanto a la densidad de población, para el año 2005, Suchitepéquez tuvo una densidad de 177 habitantes por km², considerablemente superior al promedio nacional que es de 112 habitantes por km². Situación que ejerce una fuerte presión sobre el uso de la tierra, tanto agrícola como urbana, situación en la que también tiene que ver la cantidad de lugares poblados.

1.2.4.2. Tipo de vivienda

Existe una concentración de viviendas en el casco urbano y sus alrededores, actualmente se están construyendo urbanizaciones y residenciales fuera del límite del casco urbano, incrementando la población en las aldeas.

La totalidad de lugares poblados es de 473, distribuidos en veinte ciudades que comprenden dos villas (San Antonio Suchitepéquez, y Cuyotenango), 39 aldeas, 34 caseríos, 227 fincas de regulares dimensiones, 85 cantones, ocho parcelamientos agrarios, doce labores, quince comunidades agrícolas, ocho lotificaciones, doce colonias, seis sectores y seis barrios.

Según el último censo habitacional, realizado por el INE en el año 2002, el número de viviendas del departamento era de 90,628; distribuidas en los veinte municipios. Conforme al X Censo de Población y V de Habitación, realizados en 1994, el 69.00 % de locales de habitación estaban ubicados en el área rural y el resto (31.00 %), en el área urbana. En un 45.00 % de los locales de habitación, localizados en el área rural, la madera era el material predominante en la construcción de paredes. En el área urbana también predominaba la construcción de paredes de madera. En dicho censo, el 87.00 % consistía en locales de habitación calificados como "formales", que en su mayoría se ubicaban en el municipio de Mazatenango. En su orden, la segunda

categoría estaba constituida por locales denominados “ranchos”, los cuales en su mayoría estaban localizados en el municipio de Cuyotenango.

1.2.5. Idioma

El idioma indígena predominante en el departamento es el *K'iché*, aunque existe fuerte y creciente influencia de grupos ladinos. Los aborígenes de este departamento generalmente hablan el idioma *k'iché* pero también dominan el Español.

1.2.6. Características de infraestructura

1.2.6.1. Vías de acceso

El Departamento de Suchitepéquez se encuentra situado en la región VI o región Sur Occidental, su cabecera departamental es Mazatenango, está a 371.13 metros sobre el nivel del mar y a una distancia de 165 kilómetros de la Ciudad Capital de Guatemala.

Entre las carreteras principales, además de las rutas nacionales, está la Internacional del Pacífico CA-2, cuenta también con carreteras departamentales, caminos roderas, y veredas que unen a la cabecera con sus poblados y propiedades rurales. Hay 263 kilómetros de asfalto y 313 de terracería.

1.2.6.2. Servicios públicos

En la cabecera departamental funciona el hospital nacional; con una capacidad de 169 camas: así también el hospital del IGSS que cuenta con área de encamamiento en los municipios de Chicacao y Patulul, cuya capacidad llega a 158 camas. Cuenta con doce centros de salud tipo B. Existen 75 clínicas médicas particulares, las cuales funcionan principalmente en las cabeceras municipales.

Respecto de sanatorios, este tipo de servicio se presta en la cabecera departamental, Mazatenango, en la cual funcionan once; así también uno en San Antonio y otro en Chicacao. También se cuenta con 75 farmacias en todo el departamento.

1.2.6.3. Agua y saneamiento

Respecto del agua, el 35.00 % cuenta con este servicio y el resto (65.00%) se abastece de pozos artesianos o nacimientos. Los datos actualizados de las caracterizaciones municipales, al año 2002, asimismo indican, que hay 31,005 conexiones domiciliarias; si se asume que hay una conexión domiciliar por vivienda, entonces se tiene una cobertura de 41.00 por ciento para dicho año.

Para el tema de los drenajes únicamente 94 viviendas cuentan con el servicio de drenajes, lo cual da una cobertura de 19.87 por ciento por lugar poblado. Igual que en el inciso anterior, los datos de las caracterizaciones municipales al año 2002; asumiendo que hay una conexión domiciliar por cada vivienda, tiene una cobertura de 27.45 %, la cual es baja y necesita ampliarse, sobretodo en el área rural, en una proporción de 58.00 % contra 42.00 % del área urbana.

No se cuenta con plantas de tratamiento para agua servidas, las aguas residuales domésticas en su mayoría son desfogadas directamente en los ríos y riachuelos que las cruzan. En su mayoría, los servicios de agua no cuentan con plantas de potabilización, con excepción de la cabecera departamental, que cuenta con la planta de tratamiento para agua potable Santa Rosita, localizada en Mazatenango.

La disposición de los desechos sólidos se efectúa en botaderos de basura en casi todos los lugares poblados del departamento; botaderos que se han ido creando sin ninguna planificación. La gran mayoría de cabeceras municipales a la fecha no poseen un lugar exclusivo, ni fijo para tirar la basura. No se conoce la existencia de ningún relleno sanitario, ni de planta de tratamiento.

1.2.7. Características socioeconómicas

Las relaciones sociales y económicas marginan a la mujer, de esa cuenta el analfabetismo es mayor en las mujeres y las oportunidades de incorporarse al mercado laboral son reducidas para ellas; esa marginación tiene impacto en la pobreza porque reduce el número de generadores de ingresos en los hogares pobres, limitando el ingreso familiar.

La población económicamente activa es el conjunto de personas de siete años y más de edad que durante el período de referencia censal (una semana antes del inicio del censo), ejercieron una ocupación o la buscaban activamente. La PEA la integran los ocupados y los desocupados. El número de personas que conformaron la PEA en el departamento fue de 137,529 personas en el año 2003, según el documento “Cuadros Estadísticos departamento de

Suchitepéquez”, de SEGEPLAN, con base en información del Instituto Nacional de Estadística (INE).

La población rural del departamento es la que se dedica en mayor grado a la agricultura, con un 77.20 % mientras que de la PEA urbana los agricultores representan el 27.80 %. La industria manufacturera da ocupación al 16,80 % de la población urbana y al 7.70 por ciento de la población rural, mientras tanto el comercio proporciona ocupación al 20.70 por ciento de los laborantes urbanos y al 4.20 % de los rurales (Tomado del IV Informe del Presidente al Congreso de la República, administración de Álvaro Arzú). Suchitepéquez cuenta con condiciones y recursos para lograr su desarrollo, tales como: buena ubicación, buenos suelos, precipitación pluvial abundante, buen clima, población joven, un amplio sistema vial, etc. los cuales deben complementarse, con promover e incentivar el desarrollo de la agricultura, la agroindustria y la industria.

1.2.7.1. Educación

La tasa neta de escolarización del departamento (86.30%), en el nivel primario, es comparativamente mejor a la nacional, por ser mayor que la de la República de Guatemala (84.70%). La tasa bruta de escolarización (102.90%) también es mayor que el cien por ciento. El dato de la tasa de promoción a nivel departamental en los diferentes niveles muestra valores favorables al igual que el de la deserción y repitencia. Según los datos proporcionados por el Comité nacional de alfabetización (CONALFA), para el año 2005, en el departamento de Suchitepéquez la población entre quince y 64 años era de 318,127 de los cuales 101,411 no sabían leer y escribir, lo que da un índice de 31.8 por ciento de analfabetismo.

1.2.8. Actividad económica

Entre las principales fábricas están las de blocks de cemento y ladrillo líquido; licoreras que sólo rebajan el alcohol y embotellan el producto; embotelladoras de aguas gaseosas; de hielo, etc., así como beneficios de café, algodón y arroz, quienes asimismo elaboran aceite de semilla de algodón.

La producción agrícola de la parte baja de la costa es principalmente algodón, cana de azúcar, maíz, yuca y aceites esenciales. En las partes más altas se cultiva café. Ha sido famoso el cacao que se ha producido desde el periodo hispánico. En las haciendas hay buena cría de ganado. Tiene importantes salinas que elaboran sal de magnífica calidad.

Producto interno bruto (PIB) anual departamental

El PIB de Suchitepéquez (6,962.20 millones de quetzales) representa el 3.50 por ciento del total nacional (197,790.90 millones de quetzales), según cifras proyectadas de SEGEPLAN para el año 2003, cantidad que lo coloca en el sexto departamento con más alto PIB después de Guatemala, Escuintla, Izabal, Alta Verapaz y Quetzaltenango.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL

2.1. Diseño de la clínica popular de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala

2.1.1. Descripción del proyecto

La formación de profesionales en salud corresponde a las universidades es por ello que la Universidad de San Carlos de Guatemala se ha propuesto desarrollar la investigación científica en el campo de la salud por medio del ejercicio de la práctica médica, aunque existan limitaciones financieras.

La Universidad promueve por todos los medios a su alcance la investigación y cooperación en el estudio y solución de los problemas nacionales, siendo uno de estos la salud; tanto los estudiantes de la carrera de medicina como la población en general se ve en la necesidad de contar con mas centros de salud o clínicas para el beneficio de la población. La demanda de este tipo de servicio es muy elevada, por esto es que la Facultad de Ciencias Médicas busca con la construcción de las clínicas, extender el servicio a la población estudiantil y a la población en general.

Con la construcción de las clínicas el estudiante formará conductas que le permitan un mejor desempeño profesional, tales como la puntualidad, el respeto a los compañeros, pacientes, familias, personal médico y de servicio, iniciativa, interés, cumplimiento de normas y procedimientos institucionales, aplicación de principios éticos, entre otros.

2.1.2. Disposiciones particulares

2.1.2.1. De la ubicación de las clínicas

La clínica está diseñada fundamentalmente para prestar servicio a la población en general. La ubicación de la misma está determinada de acuerdo con la demanda médico asistencial y en casos especiales, como lo es este, a las donaciones de los locales o terrenos para construcción. La ubicación de la clínica debe de tener un fácil acceso, con vías de comunicación adecuadas.

La localidad que demande el servicio de la clínica deberá contar con los servicios mínimos de agua potable.

2.1.2.2. De la selección del terreno

El terreno se localizará en zonas determinadas por los planos de ordenamiento urbano ya sean municipales o estatales. Será condición indispensable para la selección del terreno, la existencia o factibilidad de servicios de infraestructura. Las vías de acceso al terreno deberán facilitar el tránsito y arribo de los usuarios; el mismo deber localizarse lejos de fuentes contaminantes.

2.1.2.3. De las características físicas

La superficie del terreno deberá considerarse tomando en cuenta su forma geométrica o poligonal.

En cualquier caso, los terrenos deberán ser de forma regular, preferentemente rectangulares, con una relación máxima largo-ancho de 5-3.

2.1.2.4. Condiciones mecánicas y físicas

Se considerarán las condiciones mecánicas del subsuelo para permitir una construcción sólida y segura.

Se evitarán terrenos donde se encuentre arcilla expansiva o zonas fangosas, que sean producto de rellenos o que tengan antecedentes de cementerio o basurero.

2.1.2.5. Del programa médico-arquitectónico

Las funciones básicas establecidas para ser desarrolladas por el puesto de salud son: consulta general (morbilidad simple, primeros auxilios, emergencias simples). Los espacios debidamente dimensionados que deberían tomarse en cuenta para el diseño y construcción del puesto de salud serán básicamente los siguientes:

- Acceso
- Sala de espera
- Sala de consulta
- Bodega
- Servicio sanitario
- Bodega de limpieza

2.1.2.6. Del espacio arquitectónico

2.1.2.6.1. Acceso

El acceso será el espacio físico donde el usuario ingresa o egresa al puesto de salud y tendrá las características siguientes:

- Será fácilmente localizable con señalamientos claros y visibles.
- Tendrá relación directa con la plaza exterior y el área de espera.
- Deberá ser confortable y agradable, tratando lo posible de integrarlo a espacios verdes exteriores.
- Tendrá por su ubicación iluminación natural y un área cubierta para protección de los usuarios.

2.1.2.6.2. Sala de consulta

La sala de consulta es el espacio físico donde el personal auxiliar de enfermería o EPS de Medicina, a través del interrogatorio y la exploración del usuario, integra un diagnóstico y establece un tratamiento. Esta deberá tener las características siguientes:

- Localización inmediata a la sala de espera.
- Estará integrada básicamente por las áreas de interrogación y exploración.
- Iluminación natural preferentemente y/o artificial fluorescente con un nivel lumínico de 300 luxes para el área de exploración.
- Ventilación natural y controlable.

2.1.2.6.3. Bodega

La bodega es el espacio físico destinado al almacenaje de productos, mobiliario y equipo del puesto de salud. Eventualmente y de acuerdo con las necesidades, funcionará como dormitorio para el posible personal residente. El mismo deberá contar con las características siguientes:

- Tener un acceso secundario directo al exterior.
- Que haya relación fundamental con los demás ambientes que conforman el puesto de salud.
- La iluminación deberá ser natural preferentemente y/o artificial fluorescente con un nivel lumínico general de 150 a 200 luxes.
- La ventilación será natural y controlable.

2.1.2.6.4. Servicio sanitario de usuarios

El servicio sanitario de usuarios es el espacio físico en donde el usuario acude eventualmente para la eliminación de excretas y aseo personal durante el período de espera para su atención médica y deberá tener las siguientes características:

- Localizarse inmediato a la sala de espera.
- Disponer de un espacio para higiene de manos y otro para eliminación de excretas.
- Tener iluminación natural preferentemente y/o artificial fluorescente con un nivel lumínico de 100 luxes.
- La ventilación deberá ser natural y controlable.

2.1.2.7. Del diseño

2.1.2.7.1. Ventilación

Las ventanas en las habitaciones de las clínicas deben ser de fácil manejo, con ventilación sin corrientes, aislantes de calor y ruidos y operables.

Existirá suficiente renovación de aire y una climatización total sin recirculación de aire que cuente con filtros de polvo y desbacterización. La ventilación debe ser como mínimo 20 m³ / persona / día. Para esto es necesario que se conozca la dirección predominante del viento en la región donde se desarrollará el proyecto hospitalario.

También es importante considerar que el aire no arrastre corrientes contaminantes salientes del hospital hacia las vecindades.

El área de ventanas variará de acuerdo con la actividad que se está desarrollando. En términos generales se puede considerar un área de ventanas del 55 % al 80 % del ancho de la habitación.

2.1.2.7.2. Iluminación

La luz natural y artificial debe ser la óptima en cada ambiente de acuerdo con la naturaleza de cada actividad dentro del hospital. Todas las habitaciones de los enfermos requieren de luz diurna directa. Los pasillos deberán ser bien iluminados tanto con luz natural para el día como la luz artificial para las noches.

A continuación se muestra una tabla de los niveles de intensidad necesarios para cada ambiente dentro de las clínicas (luz artificial).

Tabla IV. Niveles de intensidad necesarios para ambientes dentro de hospitales/clínicas

Ambiente	Nivel de intensidad (lux)
Áreas administrativas, recepción, estaciones de enfermería.	400 – 500 lux
Áreas donde se utiliza equipo y computadoras.	500 lux
Áreas de mantenimiento, lavanderías, cocinas y bodegas.	250 lux
Áreas de instalaciones sanitarias, vestidores, salas de espera y cafeterías.	250 lux
Áreas para pasillos y circulación	150 lux

Fuente: Orientaciones técnicas para el funcionamiento de hospitales, Diciembre 2001

Es importante hacer notar que en todos los ambientes de trabajo dentro del hospital se debe proporcionar una iluminación uniforme que no produzca sombras.

El uso de la luz incandescente es recomendable, este tipo de luz es la que mejor provee un balance de color sobre los pacientes. La desventaja es que tiene una corta vida. Otro tipo de luz que puede ser utilizado es el fluorescente.

2.1.2.7.3. Del dimensionamiento

Se entenderá por dimensionamiento a la superficie estimada para cada local. Para el dimensionamiento de los espacios arquitectónicos del puesto de salud, deberán tomarse en cuenta las funciones, los flujos y el equipamiento.

El dimensionamiento mínimo de los locales que conforman el puesto de salud estará sujeto al indicado en el presente modelo normativo.

- Se considerarán las alturas interiores de los locales en función del medio ambiente de la región siendo la mínima de 2.3 mts. libres.
- Los vanos mínimos para puertas en el sentido corto será de 0.75 metros para los servicios sanitarios y bodega de limpieza y de 0.9 metros para salas de consulta, hipodermia, bodega y accesos. Para el sentido largo o

altura total libre a cerramientos de cualquier tipo, será de 2.10 metros para todos los locales.

- El dimensionamiento mínimo de ventanas para fines de iluminación natural, libre de obstáculos, será la quinta parte de la superficie de piso del área o local a iluminar.
- El dimensionamiento mínimo de ventanas para fines de ventilación natural libre de obstáculos, será de la decimoquinta parte de la superficie del área o local a ventilar.

2.1.2.7.4. De la estructura

El diseño estructural se determinará considerando los aspectos cualitativos y cuantitativos de cada caso en particular.

El aspecto cualitativo se orientará fundamentalmente a la elección del sistema constructivo óptimo desde el punto de vista de: función, seguridad, economía y comodidad. Deberán ser considerados al máximo los sistemas constructivos de la región. En el aspecto cuantitativo, una vez definido el sistema constructivo adecuado, se efectuará el diseño estructural correspondiente.

En todos los casos deberá determinarse la resistencia del terreno mediante el análisis de mecánica de suelos.

La regionalización sísmica deberá ser considerada para:

- Cimentaciones
- Rigidez en muros

2.1.2.8. De las instalaciones

Se entenderá por instalaciones a todas las redes de alimentación y desecho utilizadas en los diferentes servicios del puesto de salud.

Estas comprenderán: agua potable, disposición de excretas y energía eléctrica.

2.1.2.8.1. Agua potable

Las trayectorias, tendidos, salidas, diámetros, uniones etc., deberán fijarse con base en las especificaciones marcadas en el cálculo específico.

Los materiales de la tubería a utilizarse se determinarán basándose en el cálculo de las instalaciones y su adecuación al medio ambiente. El abastecimiento deberá proporcionar el total del consumo promedio diario del puesto de salud y dicho abastecimiento deberá ser directo. En qué consiste: se trata del abastecimiento de agua proporcionado por una red municipal. Este sistema puede ocasionar algunos problemas a las clínicas pues no siempre hay un caudal constante ni una presión constante que ciertos equipos necesitan.

El consumo de agua depende solamente del volumen de la clínica y no de la clase del mismo. El consumo mínimo es de 200 litros / persona / día. Es importante que el diseño de las redes de agua potable sea diseñado por un especialista. Se deberá tomar en cuenta la demanda por persona/horas/día y por aparato. Asimismo, hay que considerar el caudal y la presión.

2.1.2.8.2. Aguas negras

Las aguas negras son las llamadas “aguas servidas”. Estas contienen grasas, jabones, materia orgánica y desechos humanos recolectados de letrinas, baños, lavanderías, cocinas, aéreas de desinfección, etc.

Las aguas negras serán recolectadas por medio de un sistema de drenajes y conducirse a una planta de tratamientos para luego ser desechas por el colector municipal.

Si no es posible hacer la descarga de esos líquidos al colector, se podrán descargar a riachuelos o ríos cercanos; es muy importante que todas las aguas se hayan tratado anteriormente con métodos primarios, secundarios y terciarios.

De ser posible los drenajes de aguas negras deberán localizarse en las aéreas exteriores del edificio y correr lo menos posible dentro del mismo. La sección transversal del drenaje deberá ser lo suficientemente grande para permitir el paso del flujo a la velocidad requerida.

A continuación se presenta una tabla de los diámetros de las tuberías y unidades de descarga por artefacto.

Tabla V. **Diámetro de las tuberías y unidades de descarga por artefacto**

Artefacto	Unidades de descarga	Diámetro de la tubería
Inodoro con tanque	6	4"
Inodoro con válvula	8	4"
Lavamanos	2	2"
Urinal	8	3"

Fuente: Orientaciones técnicas para el funcionamiento de hospitales, Diciembre 2001

2.1.2.8.3. Aguas pluviales

El 60% de la precipitación pluvial que cae sobre las áreas verdes es absorbida por estas. El 40% restante de la precipitación cae sobre techos, calles pavimentadas del sitio, propiedades adyacentes (dependiendo de la topografía del lugar) y áreas jardinizadas. Estas aguas restantes deberán ser recolectadas, controladas y removidas del sitio.

Recomendaciones en el diseño de redes pluviales

Para controlar la precipitación pluvial se deberá tener un sistema de drenajes pluviales. Las aguas pluviales deberán ser llevadas al colector municipal. Es importante que nunca se depositen en el colector de aguas negras, pues no tienen la capacidad de recibir ambas aguas.

Los drenajes deberán ser calculados de acuerdo con los altos niveles de precipitación producidos por tormentas tropicales. Si bien es cierto que se sobrediseñan los drenajes pluviales, estos deberán soportar condiciones críticas en caso de tormenta. Los drenajes pluviales se calculan generalmente para que trabajen a media capacidad en condiciones críticas (50% al 70% máx. De la capacidad de la tubería).

Es importante que los desechos de los materiales peligrosos o contaminantes nunca tengan ningún contacto con los drenajes pluviales ni con las tuberías de agua potable, de esta manera se evitará posibles contaminaciones del caudal.

2.1.2.8.4. Instalaciones eléctricas

La clínica deberá tener una fuente confiable de energía eléctrica. Ya sea suministrada por una compañía de servicio público o generada en el lugar por medio de una subestación.

Todas las áreas administrativas, las salas de espera, cafeterías y todas las áreas de uso público son secundarias en cuanto al suministro de energía en caso de emergencia en una clínica.

Recomendaciones para el diseño de redes eléctricas:

El diseño de las redes eléctricas deberá ajustarse a factores de seguridad, calidad, economía, mantenimiento, flexibilidad y futuras expansiones. Los componentes y dispositivos eléctricos del sistema serán de fácil operación. Los circuitos de iluminación y fuerza serán independientes.

La cantidad, ubicación y tipo de unidades de iluminación y fuerza estará determinada por las necesidades específicas del usuario, mobiliario de equipo.

2.1.2.9. Instalaciones especiales

Las instalaciones especiales pueden ser: sistemas de alarmas contra robo, sistemas de alarma anti fuego, detectores de humo conectados a una alarma, rociadores de agua en momento de incendio.

2.1.2.9.1. Instalaciones de comunicación

Es necesario que haya comunicación ya sea por intercomunicadores, radios, o teléfonos en puntos estratégicos en la clínica.

2.1.3. Estudios de suelo

Las cargas que transmite la cimentación a las capas del terreno causan tensiones y por tanto, deformaciones en la capa del terreno soporte. Como en todos los materiales, la deformación depende de la tensión y de las propiedades del terreno soporte. Estas deformaciones tienen lugar siempre y su suma produce asentamientos de las superficies de contacto entre la cimentación y el terreno.

La estructura del terreno bajo tensión está afectada por su densidad y por las proporciones relativas de agua y aire que llenan sus espacios vacíos. Estas propiedades varían con el tiempo y dependen en cierto modo de otros muchos factores.

La variación del volumen de los espacios vacíos puede darse como consecuencia de:

- la compactación del terreno
- desplazamiento de las partículas
- la deformación de las partículas del terreno.

El ensayo Triaxial constituye el método más versátil en el estudio de las propiedades esfuerzo-deformación. Con este ensayo es posible obtener una gran variedad de estados reales de carga. Su principal finalidad es de obtener parámetros del suelo y la relación de esfuerzo deformación a través de la

determinación del esfuerzo cortante. Es un ensayo complejo, pero la información que entrega es la más representativa del esfuerzo cortante que sufre una masa de suelo al ser cargada.

Consiste en colocar una muestra cilíndrica de suelo dentro de una membrana de caucho o goma, que se introduce en una cámara especial y se le aplica una presión igual en todo sentido y dirección. Alcanzado ese estado de equilibrio, se aumenta la presión normal axial, sin modificar la presión lateral aplicada, hasta que se produzca una falla. Los factores que se utilizan para determinar el esfuerzo cortante son: el ángulo de fricción interna (ϕ), la cohesión del suelo (C_u) y el peso específico (γ).

Debido a la ubicación del terreno no se pudo llevar a cabo los ensayos de laboratorio necesarios, es recomendable investigar las condiciones de cimentación de las construcciones colindantes en materia de estabilidad, hundimientos, agrietamientos del suelo para el diseño de las cimentaciones de nuestro proyecto. Según la evaluación de código sísmico se establecen tres tipos de suelo; suelos, suave (S_3), mediano (S_2) y suelo duro y roca (S_1) en términos de profundidad de los estratos, propiedades geofísicas y composición. En lugares donde las propiedades del suelo no son conocidas en suficiente detalle para determinar el tipo de perfil de suelo, se utilizará el caso más crítico, ya sea del perfil de suelo mediano o del perfil de suelo suave. En este caso se realizó una inspección visual y se contaban con referencias de trabajos realizados con anterioridad cercanos al lugar de nuestro proyecto por lo cual se determinó que es un suelo arcillos-arenoso, se considera que es un suelo S_2 , es un perfil de suelo con condiciones profundas no cohesivas o de arcilla rígida, incluyendo sitios donde la profundidad del suelo excede 50m. y los tipos de suelo que recubren roca son depósitos estables de cenizas volcánicas, arenas o arcillas rígidas, con la ayuda de la guía teórica y práctica del curso de

Cimentaciones I, el valor para los suelos arenosos es de 32-64 Ton/m² el de el suelo arcilloso es de 22-53 Ton/m², debido a que no se cuenta con datos de laboratorio se trabajara con un valor de soporte bajo para evitar cualquier tipo de falla en la estructura, el valor soporte que se asumió de 15Ton/m².

Tabla VI. Valor soporte según tipo de suelo

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

Fuente: Cabrera Seis, Jadenon, Vinicio. Guía Teórica y practica del curso de Cimentaciones 1. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.1.4. Predimensionamiento estructural

En el prediseño, debe hacer una determinación inicial de las dimensiones de los diferentes elementos estructurales, ya sea para comparar diferentes elementos estructurales, o como punto de partida para el análisis formal. Debe recordarse que es necesario conocer desde las primeras etapas del proceso de diseño, las características esenciales de la estructura. Se requieren las dimensiones de la estructura para calcular su peso propio y determinar las acciones debidas a carga muerta.

2.1.4.1. Columna

.El predimensionado de columnas consiste en determinar las dimensiones que sean capaces de resistir la compresión que se aplica sobre el elemento.

Para predimensionar las columnas se calcula la sección basándose en la carga aplicada vertical y el área tributaria, de manera que se obtenga una relación de esbeltez no excesiva y un esfuerzo promedio relativamente bajo. Se toma la columna más crítica para realizar el cálculo, se generaliza con las demás para mantener la simetría en las dimensiones de todas las columnas.

$$P = 0.8(0.22F'cAg + Fy Ag) \quad 0.01Ag < As < 0.08Ag \quad ACI 318 - 99 \quad 21.4.3.1$$

Donde

$$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$P = 13.56 * 2400 = 32544 \text{ kg. Donde } 13.56 \text{ m}^2, \text{ es el área tributaria. Figura 2.,2}$$

$$32544 = 0.8(0.22 * 280 * Ag + 4200 * Ag)$$

$$Ag = 387.43 \text{ cm}^2$$

Se propone una columna de $25*25= 625 > 387.43 \text{ cm}^2$

2.1.4.2. Vigas

Las vigas se diseñan suponiendo que todos los esfuerzos de tracción los absorbe el acero, y los de compresión los absorbe el concreto. El ACI establece además que el ancho no debe ser mayor que el del elemento de apoyo (medido en un plano perpendicular al eje longitudinal del elemento en flexión), más las distancias a cada lado del elemento de apoyo.

Tabla VII. **Especificaciones de flexión para marcos dúctiles**

	ACI UBC CAN
Requisitos Geométricos	$L > 4h$ $\frac{b}{d} > 0.3$ $b \geq 25\text{cm}$ $b \leq \frac{3}{4}d$
$A_{s\text{mín}}$	$\frac{0.8\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$ $A_{s\text{mín}} > 14 \frac{b_w d}{f_y}$
$\rho_t \text{ máx}$	≤ 0.025

Fuente: tabla 9.5 (b) ACI 318-05

En el ACI 318-99 9.5 se menciona el Control de Deflexiones esto se utiliza como base para el predimensionamiento de las vigas, en la sección 9.5.2., se mencionan los elementos reforzados en una dirección y su respectivo cálculo de peralte, basándose en la luz que cubran y sus apoyos, en el caso de las viga

Tabla VIII. **Alturas y espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen deflexiones**

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$
NOTAS: Los valores dados en esta tabla se deben usar directamente en elementos de concreto de peso normal ($w_c = 2\,400\text{ kg/m}^3$) y refuerzo grado 420 MPa. Para otras condiciones, los valores deben modificarse como sigue: (a) Para concreto liviano estructural de peso unitario w_c , dentro del rango de 1 500 a 2 000 kg/m^3 , los valores de la tabla deben multiplicarse por $(1.65 - 0.0003w_c)$, pero no menos de 1.09. (b) Para f_y distinto de 420 MPa, los valores de esta tabla deben multiplicarse por $(0.4 + f_y/700)$.				

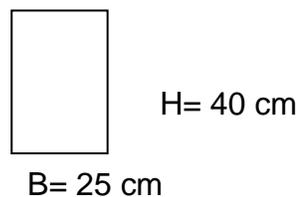
Fuente: tabla 9.5(a) ACI 318-05.

La longitud de la viga que se va a utilizar será la más crítica; es decir, la que cubra mayor luz.

$$T_{\text{viga}} = \text{luz} / 21 = 3.93 / 21 = 0.18714 \approx 0.20 \text{ m.}$$

Para el diseño de la viga se propone un peralte de $h = 40\text{ cm}$ y una base igual a $b = 0.25$, y una sección de viga de 0.25×0.40 .

Figura 5. **Sección de viga**



Fuente: elaboración propia

2.1.4.3. Losas

Las losas son elementos en los cuales las cargas que actúan sobre estas son esencialmente perpendiculares al plano principal de las mismas, por lo que su comportamiento está dominado por la flexión. Lo que se predimensiona es el peralte, tomando en cuenta los apoyos de la misma y la superficie que abarca, seleccionando siempre la losa más crítica, ya que todas están apoyadas en los cuatro lados.

$$t_{\text{losa}} = \frac{\text{perimetro de losa}}{180} = \frac{(3.93*2+3.45*2)}{180} = 0.082 \approx 0.10 \text{ m.}$$

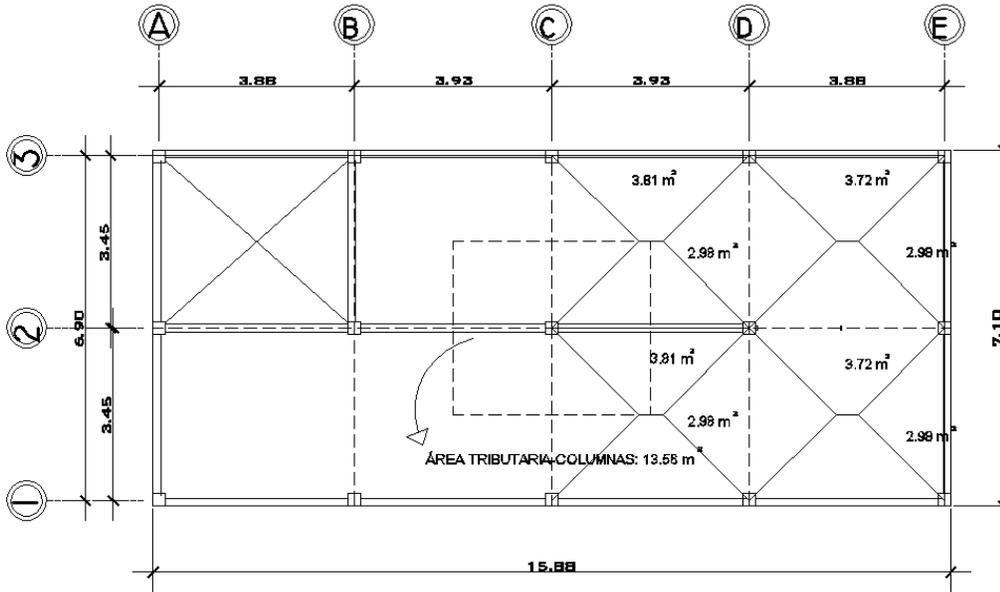
2.1.4.4. Cimientos

Constituyen los subsistemas de cualquier edificación que transmiten directamente las cargas de esta hacia el suelo o terreno; su función es distribuir las cargas del edificio, dispersándolas en el suelo adyacente, de modo que éste y los materiales que los sostienen tengan suficiente fuerza y rigidez para soportarlas sin sufrir deformaciones excesivas.

Debido a las interacciones de suelos y cimientos, las características de los suelos o terrenos sobre los que se construye, influyen de modo determinante en la selección del tipo y tamaño de los cimientos usados.

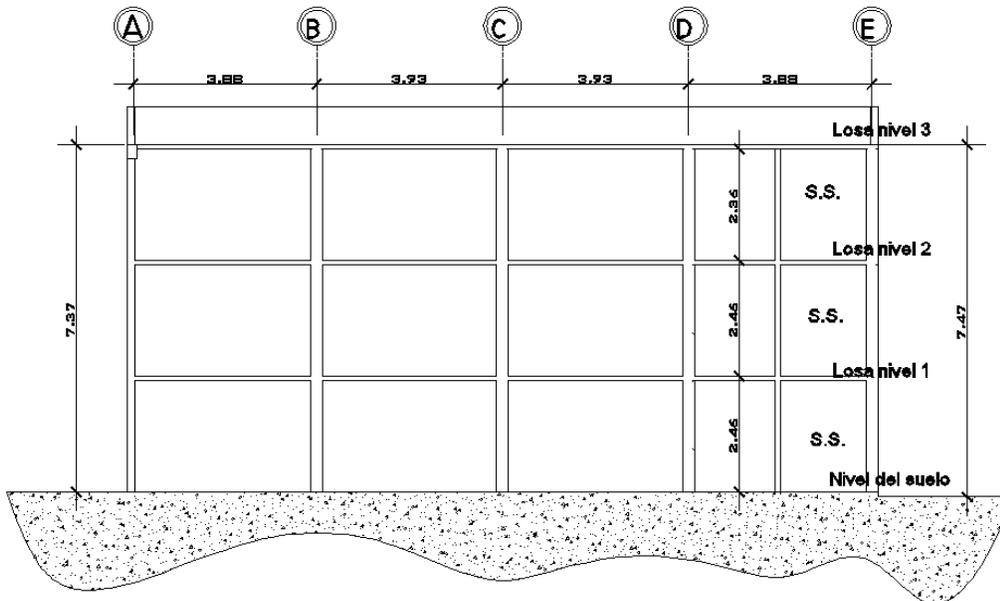
Se proponen zapatas aisladas. El predimensionamiento se incluye en el diseño de las zapata.

Figura 6. Planta típica de las clínicas



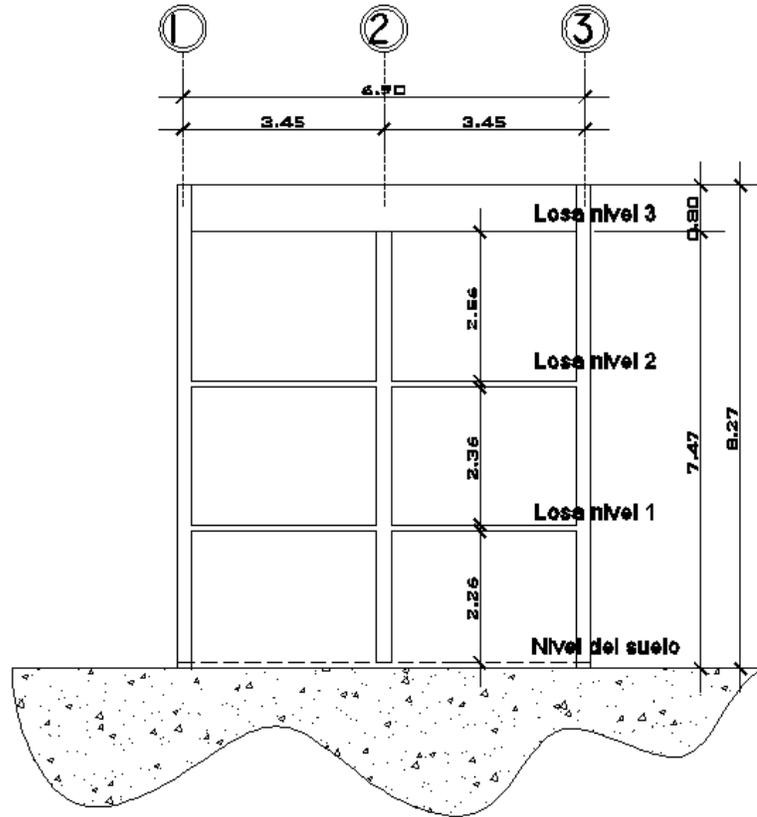
Fuente: elaboración propia

Figura 7. Marco dúctil típico sentido X



Fuente: elaboración propia

Figura 8. Marco dúctil típico sentido Y



Fuente: elaboración propia

2.1.5. Modelando estructuras

Uno de los pasos más importantes en cualquier análisis es el proceso de formulación de un modelo de la estructura real, susceptible de un tratamiento matemáticamente sencillo; se idealizan tanto la geometría de la estructura como las acciones y las condiciones de apoyo mediante un modelo matemático adecuado. Este paso consiste en adoptar una cantidad de idealizaciones y simplificaciones con la intención de reducir la complejidad del problema, así como de retener las características “primarias” importantes del comportamiento.

Algunas de las idealizaciones tratan directamente con descripciones geométricas de la estructura real; otras tratan acerca del comportamiento material. También es necesario idealizar la forma en que los miembros individuales de una estructura están conectados entre sí y cómo están sujetos los elementos de la frontera a los soportes del sistema. Una vez que se han hecho estas idealizaciones, tanto a nivel de estructura como de sus elementos, se aplican al modelo los procedimientos de análisis, para determinar las fuerzas y desplazamientos deseados.

2.1.6. Modelo matemático de marcos dúctiles con nudos rígidos

Este sistema contribuye a soportar las cargas gravitacionales (cargas muertas y vivas) y las fuerzas laterales de origen sísmico. Este sistema está compuesto básicamente por vigas y columnas. Las estructuras tienen la característica de ser bastante dúctiles, por lo que requieren de un detallado estructural riguroso para disipar en forma efectiva la energía por medio de rótulas plásticas. El modelo matemático define las cargas y la forma que soporta el marco para realizar el análisis estructural.

El procedimiento de diseño en marcos resistentes a sismos consiste en detallar las vigas y las bases de las columnas, de tal manera, que durante un sismo severo pueda desarrollarse un mecanismo dúctil disipador de energía en esos puntos, mediante la formación de articulaciones plásticas, mientras se proporciona una reserva de resistencia suficiente, y mientras sea pequeña la probabilidad de que fluyan las columnas u ocurra una falla de cortante o adherencia.

La ductilidad disponible de las secciones de concreto reforzado depende primordialmente del contenido de acero longitudinal de tensión y compresión, del contenido de acero transversal para el confinamiento del concreto y la restricción contra el pandeo de las varillas, de las resistencias del concreto y del acero, y de la magnitud de la carga axial.

2.1.7. Distribución de cargas

La determinación de las cargas que serán aplicadas a una estructura es con frecuencia una tarea difícil. Las cargas son modeladas como cargas puntuales concentradas, lineales o superficiales. Una carga puntual puede, por ejemplo, representar la acción de otro componente estructural que entre en contacto con un miembro, el soporte de una pieza pesada de equipo en el suelo.

Las cargas lineales son expresadas en fuerza por unidad de longitud, como el peso de una pared divisoria que actúa sobre un trabe de apoyo, o el peso prorrateado de un sistema de piso que actúa sobre una viga de apoyo.

Las cargas superficialmente distribuidas se dan en términos de fuerza por unidad de área y se suelen transformar a cargas lineales para el análisis de las estructuras. La carga lineal mencionada se debe a una carga distribuida que puede consistir en el peso por unidad de área del sistema de piso y del peso asociado con el pretendido uso del área, por ejemplo un salón de clase, una biblioteca o una bodega.

2.1.8. Cargas aplicadas a los marcos dúctiles

Las cargas a las cuales está sometida la estructura involucran su propio peso, por la función que cumple y por efectos ambientales. En primera instancia se pueden subdividir en cargas verticales y cargas horizontales.

2.1.8.1. Cargas verticales

Las cargas verticales son de dos tipos:

- Cargas permanentes: son las que estarán siempre durante toda la vida de la estructura como el peso propio de las losas, el peso del contrapiso de las mezclas de asiento del piso de mosaico o cerámicos, etc.
- Cargas útiles o sobrecargas: son las cargas de servicio que dependen del destino o finalidad del edificio, ya que son variables según se trata de edificios. Estas cargas útiles se suman a las cargas permanentes y dan la carga total, con la cual se hacen los cálculos. Estas cargas son uniformes y se expresan en kg por metro cuadrado.

2.1.8.2. Cargas horizontales

Debido a la acción y los sismos o terremotos, las cargas horizontales requieren el diseño de estructuras especiales para absorber ese tipo de esfuerzo. El viento actúa sobre la superficie del edificio, que varía en el tiempo con una determinada dirección e intensidad, mientras que el terremoto actúa sobre toda la masa del edificio.

2.1.8.3. Cargas sísmicas

Los sismos hacen que el suelo se acelere en la dirección horizontal y vertical. Estas aceleraciones se expresan a menudo en términos de g., la aceleración gravedad. La aceleración máxima del suelo, proporciona orientación para estimar la aceleración posible de una estructura. Cuando la base de una estructura se sujeta a una aceleración súbita del suelo (fuerza de inercia), se desarrollan de acuerdo con la segunda Ley de Newton. El análisis con computadora es el único medio capaz de efectuar estudios como: los aspectos más difíciles del análisis de suelo y las propiedades de los materiales de la estructura bajo cargas dinámicas.

2.1.8.4. Cargas gravitacionales en marcos dúctiles con nudos rígidos

Son cargas permanentes y que no son debidas al uso de la estructura. En esta categoría se pueden clasificar las cargas correspondientes al peso propio y al peso de los materiales que soporta la estructura, tales como acabados, divisiones, fachadas, techos, etc. y aquellos equipos permanentes.

Para realizar los cálculos necesarios se tomarán en cuenta los siguientes valores:

Tabla IX. **Valores de cargas muertas y vivas**

Carga Muerta (CM)	Carga Viva (CV)
Peso del concreto: 2400 kg/m ²	En Clínicas/Hospitales: 200 kg/m ²
Sobrecarga (mezclon+w sistema): 35 kg/m ²	En salón : 250 kg/m ²
Peso acabados : 50 kg/m ²	En techo: 100 kg/m ²
Peso vidrio: 5 kg/m ²	En rampa: 500 kg/m ²
Peso muros : 150 kg/m ²	

Fuente: elaboración propia

Las cargas distribuidas que se van a utilizar en los modelos matemáticos, se calcularon con los datos anteriores bajo el siguiente procedimiento:

$$CM = \frac{\text{Área tributaria} [(w_{\text{concreto}} \times t_{\text{losa}}) + (w_{\text{acabados}} + w_{\text{muro}} + w_{\text{viga}})]}{L}$$

$$CV = \frac{\text{Área tributaria} \times \text{carga viva}}{L}$$

Las áreas tributarias del marco con numerales son trapecios y las áreas tributarias de los marcos de las literales son triángulos como se ve en la figura 6.

Se entiende por área tributaria de un elemento de una estructura sujeta a carga uniformemente distribuida, aquella que, multiplicada por la carga uniforme, define la carga total que se debe considerar actuando sobre el elemento y que produce efectos iguales a los de la distribución real de cargas sobre la estructura.

A continuación se presentan los resultados de las cargas distribuidas de los marcos en el sentido X y el sentido Y.

Tabla X. **Cargas distribuidas en sentido X- C.V y C.Y**

Tercer nivel

CARGA MUERTA				
Sentido x-x				
CM	long. 3.93		long. 3.88	
LOSA	465.34	kg/m	460.21	kg/m
VIGA	180.00	kg/m	180.00	kg/m
SC	67.86	kg/m	67.11	kg/m
ACABADOS	96.95	kg/m	95.88	kg/m
PARAPETO	12	kg/m	12.00	kg/m
Total	822.15	kg/m	815.20	kg/m

CARGA VIVA				
Sentido x-x				
CV	long. 3.93		long. 3.88	
	290.84	kg/m	287.63	kg/m

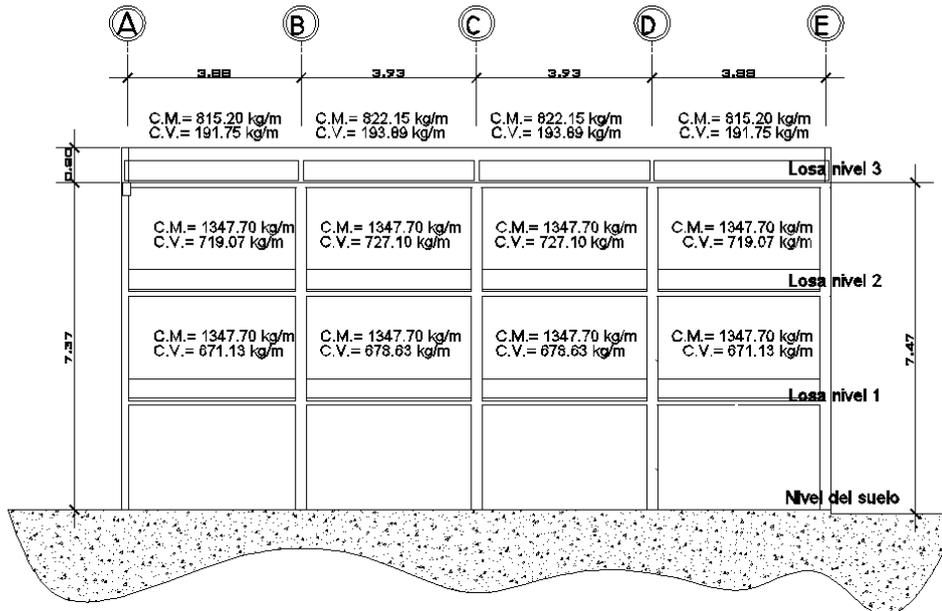
Primer y segundo nivel

CARGA MUERTA				
Sentido x-x				
CM	long. 3.93		long. 3.88	
LOSA	465.34	kg/m	460.21	kg/m
VIGA	180	kg/m	180.00	kg/m
SC	67.86	kg/m	67.11	kg/m
ACABADOS	96.95	kg/m	95.88	kg/m
MURO	537	kg/m	544.50	kg/m
RAMPA		kg/m		kg/m
Total	1347.15	kg/m	1347.70	kg/m

CARGA VIVA				
Sentido x-x				
Nivel 2	Long. 3.93		Long. 3.88	
	242.37	kg/m	239.69	kg/m
	387.79	kg/m	383.51	kg/m
Total	630.15	kg/m	623.20	kg/m
Nivel 1				
	193.89	kg/m	191.75	kg/m
	387.79	kg/m	383.51	kg/m
Total	581.68	kg/m	575.26	kg/m

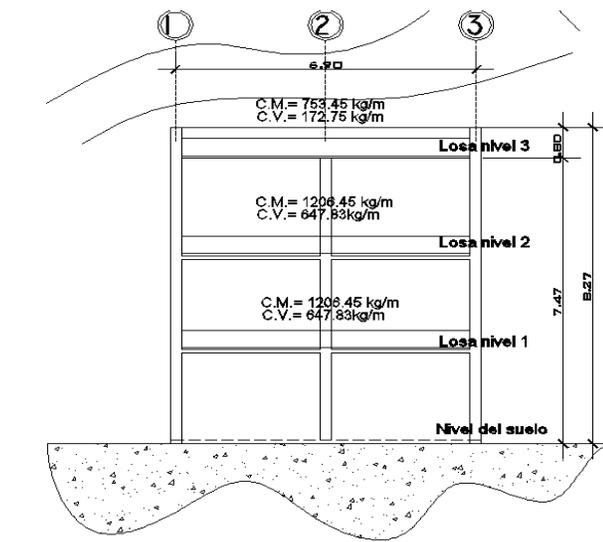
Fuente: elaboración propia

Figura 9. **Modelo matemático, marco típico elástico único con nudos rígidos sentido X**



Fuente: elaboración propia

Figura 10. **Modelo matemático, marco típico elástico unido con nudos rígidos, sentido Y**



Fuente: elaboración propia

2.1.9. Cargas horizontales en marcos dúctiles unidos con nudos rígidos

Cuando se trata de fuerzas laterales se refiere a fuerzas provenientes de la acción del viento o sismo sobre las estructuras. Para el diseño sísmico en particular, se manejan en la actualidad métodos de análisis estructura, basados en hipótesis que tratan de representar, lo más fielmente posible, el hecho físico real o comportamiento del edificio en el momento del sismo.

La investigación acerca de los sismos ha cambiado en forma radical los requisitos de los códigos y ha ayudado a plantear algunos métodos simplificados para propósitos de diseño. La mayor parte de los códigos está basada en el código sísmico desarrollado por la Asociación de Ingenieros en Estructuras de California (SEAOC). Este método de diseño que se utiliza está basado en efectos estáticos equivalentes. Esto significa que se consideran fuerzas horizontales aplicadas al edificio de manera que produzcan efectos similares a los que sufriría en el momento del sismo, encontrando una fuerza en su base (corte basal) y cargas adicionales en función de la distribución de masas.

2.1.10. Corte basal (V)

Fuerza constante V en la base de una construcción, debido a las fuerzas sísmicas.

$$V = ZICKSW$$

Donde:

W = Peso de construcción

Z = Ubicación geográfica de la estructura

I = Tipo de ocupancia

K= Tipo de estructura utilizada para la construcción

C= Periodo fundamental de la estructura

S= Condiciones locales del lugar e interacción suelo-estructura entre la estructura y su cimentación.

El factor de zona Z está basado en las zonas sísmicas, establecidas con base en actividades sísmicas pasadas. Los factores Z dados por el más reciente Código Uniforme de la Construcción son:

Z= 3/16 para la zona 1

Z= 3/8 para la zona 2

Z= 3/4 para la zona 3

Z= 1 para la zona 4

Z; para la ciudad de Guatemala Z=1

I; Depende de las características del edificio y de su importancia,

Edificios de comercios, oficinas, multifamiliar =1.1

Escuela, hospitales $1 < I < 1.5$ =1.3

El factor C depende del periodo nutual fundamental de la estructura T y esta dado por

$$C = \frac{1}{15} \sqrt{T_{vib}} \leq 1.2$$

El periodo fundamental de una estructura es el tiempo necesario para que la estructura vibre durante un ciclo completo de respuesta, cuando se libera desde una posición correspondiente al modo fundamental. El término T se refiere al periodo del modo 1. En general, la respuesta real de la estructura será una superposición de todos los modos. Sin embargo, el modo fundamental

suele ser el más importante y da cuenta de una porción primordial de las fuerzas en la estructura. Para evaluar realmente los periodos de una estructura, debe efectuarse un análisis de valores propios. Los periodos obtenidos dependen de la rigidez de los elementos estructurales y de la masa de la estructura. Para simplificar el proceso en muchas instancias, es posible estimar el periodo fundamental a partir de:

$$T_{vib} = 0.906 \frac{H}{\sqrt{D_{base}}}$$

Donde H y D son, respectivamente, la altura y la profundidad de la construcción.

El factor K refleja la ductilidad de la estructura. La ductilidad es la capacidad de deformación de la estructura sin que ocurra. Tales deformaciones sirven para disipar energía y para reducir la respuesta de dicha estructura. Mientras más alta sea la ductilidad, más bajo será el factor K. El objetivo primordial de un diseño sísmico es garantizar alguna medida de ductilidad y evitar las fallas frágiles que son instantáneamente catastróficas: no dan aviso de la inminencia de la falla.

K= marcos dúctiles resistentes al 100% de la carga sísmica = 0.67

K= sistema dual, conformada por marcos dúctiles más muros de corte= 0.80

K= sistema de cajón = 1.33

S; Depende de la resonancia del suelo, se considera la interacción entre el suelo y la construcción. $0.5 \leq S \leq 1.5$

W; Depende del peso propio del edificio.

$$w = \sum CM + 0.25 \sum CV$$

Donde $w = w_{nivel1} + w_{nivel2} + w_{nivel3}$

CARGA MUERTA	CARGA VIVA
$W_{3er\ nivel} = 57,237.45\ kg$	$W_{3er\ nivel} = 9,618.60\ kg$
$W_{2do\ nivel} = 80,634.75\ kg$	$W_{2do\ nivel} = 43,849.5\ kg$
$W_{1er\ nivel} = 77,233.31\ kg$	$W_{1er\ nivel} = 31,029.3\ kg$
$W_{total} = 215,105.51\ Kg$	$W_{total} = 84,497.40\ kg$

$$T_{vib_x} = 0.906 \frac{7.47}{\sqrt{15.88}} = 0.16983 \quad T_{vib_y} = 0.906 \frac{7.47}{\sqrt{6.90}} = 0.25765$$

$$C_x = \frac{1}{15} \sqrt{0.16983} \leq 1.2 \quad C_y = \frac{1}{15} \sqrt{0.25764} \leq 1.2$$

C_x	0.16176962
C_y	0.13133988

$C_x * S =$	0.24265443	? 0.14 utilizar 0.14
$C_y * S =$	0.197009819	? 0.14 utilizar 0.14

DATOS

Z	1
I	1.3
$C_x = C_y$	0.14
K	0.67
S	1.5
W	236229.86kg

CORTE BASAL:

$$V = V_x = V_y = 43,140.40\ kg.$$

2.1.11. Fuerzas por nivel

El esfuerzo de corte en la base o fuerza sísmica horizontal resultante V_0 que actúa sobre el edificio según la dirección de análisis considerada, se distribuye en función de la altura, obteniéndose así un sistema de fuerzas horizontales que se considera equivalente a la acción sísmica.

Estas fuerzas actúan en los puntos en que se han supuesto las cargas gravitatorias, es decir a nivel de los entrepisos y techo del edificio. En un nivel genérico, la fuerza sísmica por entrepiso vale:

$$F_{ni} = (V - F_t) * \frac{w_{hi}}{\sum w_i h_i}$$

Donde:

F_{ni} = fuerza por nivel

V = corte basal

F_t = fuerza adicional de cúspide del edificio, cuando t (período natural de vibración) es menor que 0.25 segundos, entonces $F_t=0$

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

W_i = peso propio de la estructura + 25% de las cargas vivas por nivel

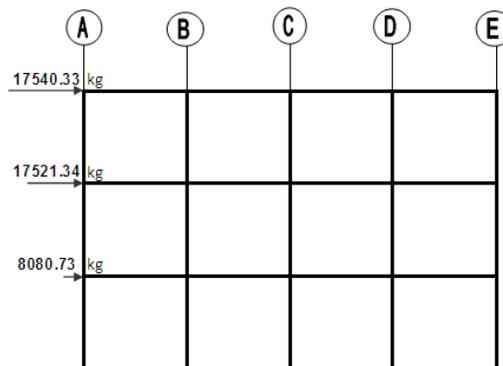
H_i = altura tomada desde la base de la estructura al centro de cada nivel de piso de la misma.

Tabla XI. **Distribución de las fuerzas por nivel sentido X**

Nivel	H	W	w*h	Fuerza kg	Fuerza Ton
3	7.37	60844.43	448423.41	17540.33	17.54
2	4.92	91044.32	447938.07	17521.34	17.52
1	2.46	83978.06	206586.04	8080.73	8.08
				43142.40	Kg

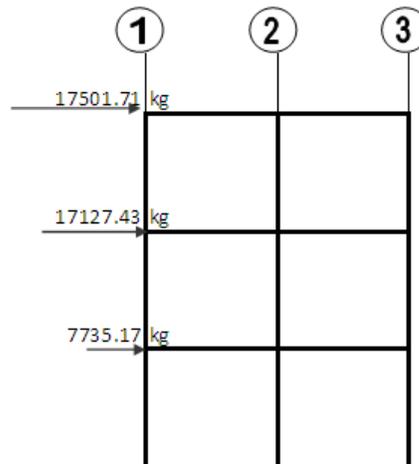
Fuente: elaboración propia

Figura 11. **Distribución de las fuerzas por nivel Sentido X**



Fuente: elaboración propia

Figura 12. **Distribución de las fuerzas por nivel Sentido Y**



Fuente: elaboración propia

2.1.12. **Determinación del centro de rigidez y centro de masa**

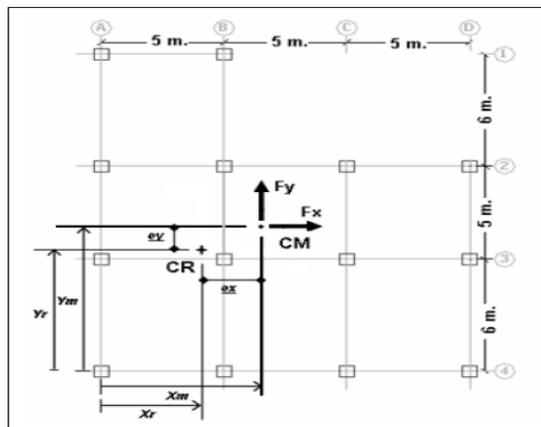
Como toda estructura tridimensional, debe ubicarse la posición de las fuerzas sísmicas en la planta de cada nivel. Tratándose de fuerzas de inercia, debe pensarse en una serie de fuerzas elementales aplicadas en cada unidad de masa del piso en cuestión. Es usual que el piso tenga una estructura que lo haga muy rígido en su plano, de manera que se moverá como un cuerpo rígido y podrá considerarse la resultante de dichas fuerzas elementales, aplicada en el centro de masa del piso en cuestión. Esta fuerza de inercia debe ser resistida por los diferentes elementos verticales que constituyen la estructura.

Se debe de determinar el centro de masa (C.M) y el centro de rigidez (C.R) de cada una de las plantas. Se define el C.M como el lugar geométrico en el cual se supone está concentrada la masa y para el C.R. de un nivel, es el punto del nivel donde al aplicar una fuerza cortante horizontal, el nivel se

traslada sin rotar respecto al nivel inferior El C.R. está en base a la rigidez de sus elementos.

Para ilustrar lo expuesto en la siguiente figura 13, se indica el C.M. y el C.R. en un determinado piso de una estructura; la distancia entre el C.M y el C.R. se denomina excentricidad estática. La excentricidad estática se ha definido por e_x, e_y . En la figura se indican además las fuerzas estáticas F_x que actúa en la dirección X, y la fuerza F_y que actúa en la dirección Y. Son estas fuerzas las que provocan la torsión con respecto al C.R.

Figura 13. Localización del centro de masa y centro de rigidez



Fuente: elaboración propia

2.1.12.1. Centro de rigidez

La rigidez se encuentra con la siguiente fórmula:
$$R_i = \frac{48E}{hi \left[\frac{4hi}{\sum kci} + \frac{hf+hs}{\sum kvf} + \frac{hi+hf}{\sum kvi} \right]}$$

Donde:

f: piso inferior

s: piso superior

kv: rigidez de vigas

kc: rigidez columnas

i: nivel de estudio

Para la rigidez de la columna se utiliza:

$$k_c = \frac{1/12bh^3}{h}$$

Para la rigidez de las vigas se aplica:

$$k_v = \frac{1/12bh^3}{h}$$

Para el tercer nivel se tiene:

$$X_T = \frac{\sum(R_{iy} \times x_i)}{\sum R_{iy}} \quad Y_T = \frac{\sum(R_{ix} \times y_i)}{\sum R_{ix}}$$

Tabla XII. **Resultado del centro de rigidez en el sentido X**

En x R_{TERCER NIVEL} 0.045858304 En Y 0.0272093

MARCO	R _{nivel}	x _i	R _{nivel} *x _i
A	0.02720933	0	0
B	0.02720933	3.88	0.105572192
C	0.02720933	7.81	0.212504851
D	0.02720933	11.74	0.31943751
E	0.02720933	15.65	0.425825983
	0.13604664		1.063340537

X_{nivel 3} 7.816

Fuente: elaboración propia

Tabla XIII. **Resultados del centro de rigidez en el sentido Y**

En Y

MARCO	R _{nivel}	y _i	R _{nivel} *y _i
1	0.0458583	0	0
2	0.0458583	3.45	0.158211147
3	0.0458583	6.9	0.316422294
	0.13757491		0.474633441

Y_{nivel3} 3.45

Fuente: elaboración propia

De igual manera se determina para los niveles inferiores, en este caso son los mismos valores para el segundo y primer nivel.

2.1.12.2. Centro de masa

La resultante de la masa o el peso del edificio cae sobre el centro de masas del edificio, y la fuerza sísmica, proporcional a la masa del edificio, está aplicada justamente en dicho centro de masa, que se calcula aplicando las áreas por las distancias a los ejes de referencia.

Para encontrar el centro de masa de cada uno de los niveles se utilizó la siguiente fórmula

$$\bar{x}_{cm} = \sum w_i * \bar{x}_i = 7.5$$

$$\bar{y}_{cm} = \sum w_i * \bar{y}_i = 3.44$$

2.1.13. Torsión

En un elemento sujeto a torsión se producen esfuerzos cortantes debidos al torque aplicado. Estos esfuerzos se producen en planos perpendiculares al eje longitudinal y en los que contienen al eje del elemento.

De no coincidir el centro de gravedad del piso con el centro de rigidez, se formará una cupla constituida por la fuerza sísmica aplicada en el centro de gravedad o masa y su correspondiente reacción aplicada en el centro de rigidez.

Este fenómeno hará trabajar a la estructura a la torsión, trabajo que se amplificará cuanto mayor sea la dimensión del edificio, medida sobre la

normal del sentido en que se considera al sismo. La distancia que existirá entre el centro de masas (o recta de acción del esfuerzo de corte en esa dirección) y el centro de rigidez es la 'excentricidad'.

$$e_{x, y \text{ real}} = |CM_{x, y} - CR_{x, y}|$$

Para realizar el análisis de torsión que se ejerce en la planta del edificio, se halla la excentricidad de diseño e_d que es igual a la excentricidad real mayorada por un factor de amplificación dinámica más la excentricidad accidental que es función de un porcentaje de la distancia de la planta, en la dirección perpendicular a la del análisis sísmico. La $e_{\text{diseño}}$ se calcula con la siguiente fórmula:

$$e_{\text{diseño } x, y} = \delta e_{x, y \text{ real}} + \beta L$$

Donde:

$$e_{x, y \text{ real}} = |CM_{x, y} - CR_{x, y}|$$

δ = Factor de diseño de la zona más rígida de la planta para la dirección considerada. Los valores de varían entre 1.0 y 1.5 $\delta = 1.5$

β = Este porcentaje varía entre el 5% y el 15% $\beta = 10\%$

L = distancia perpendicular a la dirección del análisis sísmico

Tabla XIV. **Resultados de los cálculos para la excentricidad de diseño**

EXCENTRICIDAD								
3er. Nivel	Xcm	7.5	Xcr	7.816	$e_{x_{real}}$	0.316	ediseño	2.062
	YCM	3.44	Ycr	3.45	$e_{y_{real}}$	0.01		0.705
2do. Nivel	Xcm	7.5	Xcr	7.816	$e_{x_{real}}$	0.316	ediseño	2.062
	Ycm	3.43	Ycr	3.45	$e_{y_{real}}$	0.02		0.72
1er. Nivel	Xcm	7.84	Xcr	7.816	$e_{x_{real}}$	0.024	ediseño	1.624
	Ycm	3.43	Ycr	3.45	$e_{y_{real}}$	0.02		0.72

Fuente: elaboración propia

2.1.14. Distribución de corte traslacional y sismo

El esfuerzo de corte que actúa según la dirección de análisis, considerada en un nivel genérico del edificio, se supone aplicado en el entrepiso correspondiente asumido como un diafragma rígido en su plano. Como consecuencia, el diafragma sufre movimientos de traslación y rotación, los cuales provocan deformaciones y consecuentemente esfuerzos en los elementos verticales sismorresistentes a él vinculados.

Estos esfuerzos son proporcionales a las rigideces relativas de dichos elementos verticales.

Teniendo el dato de las rigideces obtenidas anteriormente y con el cortante directo y cortante por torsión, se encuentra el esfuerzo total que actúa en cada nivel y en cada marco.

Tabla XV. Resultados de la fuerza de corte

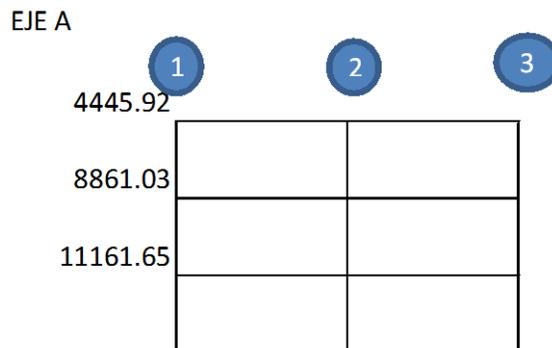
TERCER NIVEL

Fuerza	R_i	X_{it}	$R_i * X_{it}$	$R_i * X_{it}^2$	Cortante Directo	Torsion	C	Cortante por Torsion τ_t	Vtotal
A	0.0272093	-7.82	-0.212668	1.66221	3508.07	23192.49	4409.94	937.85	4445.92
B	0.0272093	-3.936	-0.107096	0.42153	3508.07	23192.49	4409.94	472.29	3980.31
C	0.0272093	0	0	0	3508.07	23192.49	4409.94	0.00	3508.07
D	0.0272093	3.936	0.107096	0.42153	3508.07	23192.49	4409.94	472.29	3980.31
E	0.0272093	7.816	0.212668	1.66221	3508.07	23192.49	4409.94	937.85	4445.92
	0.1360466		4.16749						

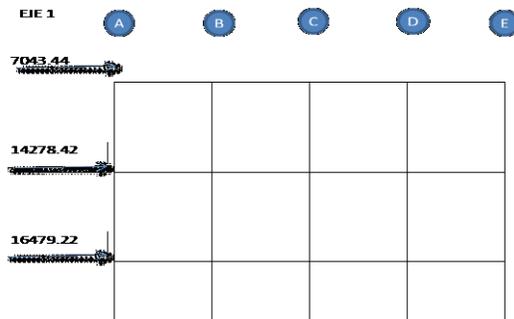
MARCO	R_i	Y_{it}	$R_i * Y_{it}$	$R_i * Y_{it}^2$	Cortante Directo	Torsion	C	Cortante por Torsion τ_t	Vtotal
1	0.0458583	3.45	0.158211	0.54583	5833.90	39798.31	7567.45	1197.25	7031.14
2	0.0458583	0	0	0	5833.90	39798.31	7567.45	0.00	5833.90
3	0.0458583	-3.45	-0.158211	0.54583	5833.90	39798.31	7567.45	1197.25	7031.14
	0.1375749		1.09166						

Fuente: elaboración propia

Figura 14. Distribución de las fuerzas de corte eje 1 & eje A



Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia.

Todos los marcos se analizan de manera similar.

2.1.15. Aplicación de análisis estructural

El análisis estructural es la parte del proceso de proyecto que comprende el diseño, cálculo y comprobación de la estructura. Es esta una disciplina técnica y científica que permite establecer las condiciones de idoneidad de la estructura, respecto de su cometido o finalidad. Por tanto, tiene establecido su objeto en la estructura y su finalidad en el cálculo como comprobación de lo diseñado.

Métodos para el cálculo de fuerzas internas y desplazamientos:

2.1.15.1. Método del portal

Este método es utilizado para evaluar fuerzas internas generadas en un pórtico, ocasionadas por cargas horizontales. Se asume que el cortante en todos los pisos que se genera en las columnas intermedias es igual al doble del cortante de las columnas externas. Por tanto en la ecuación 1 $K_v=2.0$.

$$KV_i = \frac{V(ext)_i}{V(int)_i}$$

Donde:

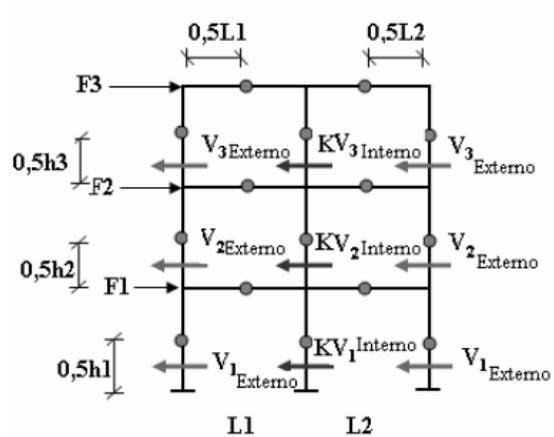
KV_i = Coeficiente de cortante para columnas intermedias en el nivel de análisis i ;

$V(ext)_i$ = cortante de piso exterior en el piso de análisis i ;

$V(int)_i$ = cortante de piso interior en el piso de análisis.

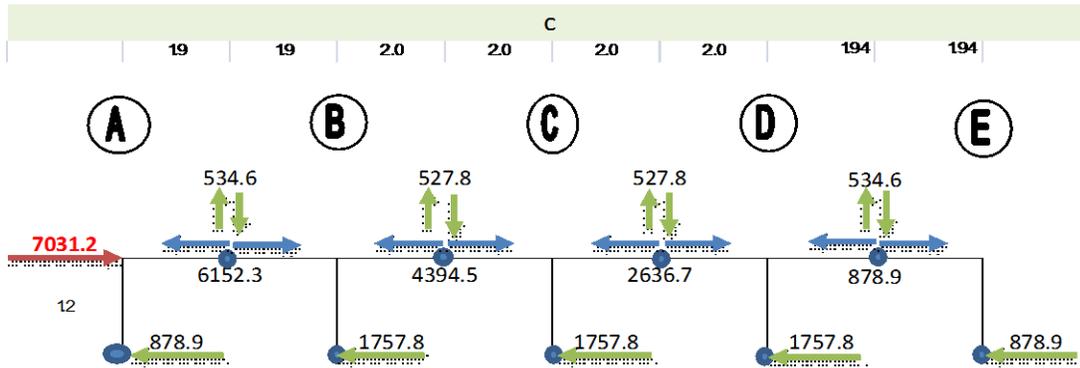
En la siguiente figura se observan las consideraciones del Método del Portal tradicional. Los puntos de inflexión tanto en vigas como en columnas se encuentran localizados a la mitad de los elementos.

Figura 15. **Puntos de inflexión según el método del portal**



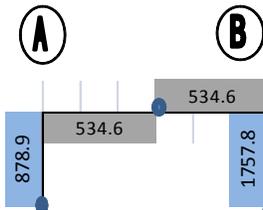
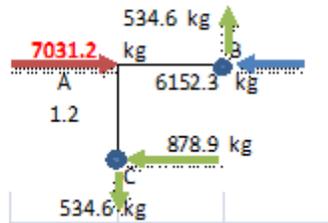
Fuente: figura 2, Validación de los métodos aproximados comúnmente utilizados en análisis estructural, Dr. Salinas & J.C. Reyes.

Figura 16. Desarrollo de un ejemplo del marco 1 & 3



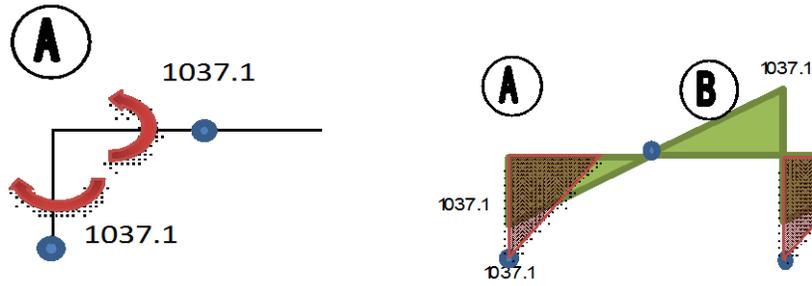
Fuente: elaboración propia

$$7,031.20 = 8v = v \approx 878.90 \text{ en las columnas internas es } 2v \approx 1757.8$$



$$\sum M_{B=By} = \frac{879.9(1.18)}{1.94} = 534.60 \text{ kg}$$

$$\sum y = By = Bc \quad \sum x = Cx = 7031.4 - 878.90 = 6,152.3 \text{ kg.}$$



$$\sum M = 534.6(1.94) = 1037.1 \text{ kg}$$

$$\sum M = 878.90(1.18) = 1037.1 \text{ kg}$$

2.1.16. Métodos exactos y paquetes de análisis computacional

Estos son métodos que utilizan una matemática muy refinada; básicamente se realizan a través de procesos iterativos. Los de cálculo manual están cayendo en desuso ante la opción que se presenta, hoy en día, de utilizar métodos automáticos de cálculo.

Para el análisis de cargas gravitacionales y laterales se utilizará el programa SAP2000, pues es un programa que da resultados muy exactos y fácil de usar, dicho programa lo único que requiere son las dimensiones de los miembros y las propiedades de los materiales como por ejemplo la resistencia a compresión del hormigón, la resistencia a tensión del refuerzo, el módulo de elasticidad del hormigón, el peso específico de hormigón, etc.

2.1.17. Combinaciones de carga

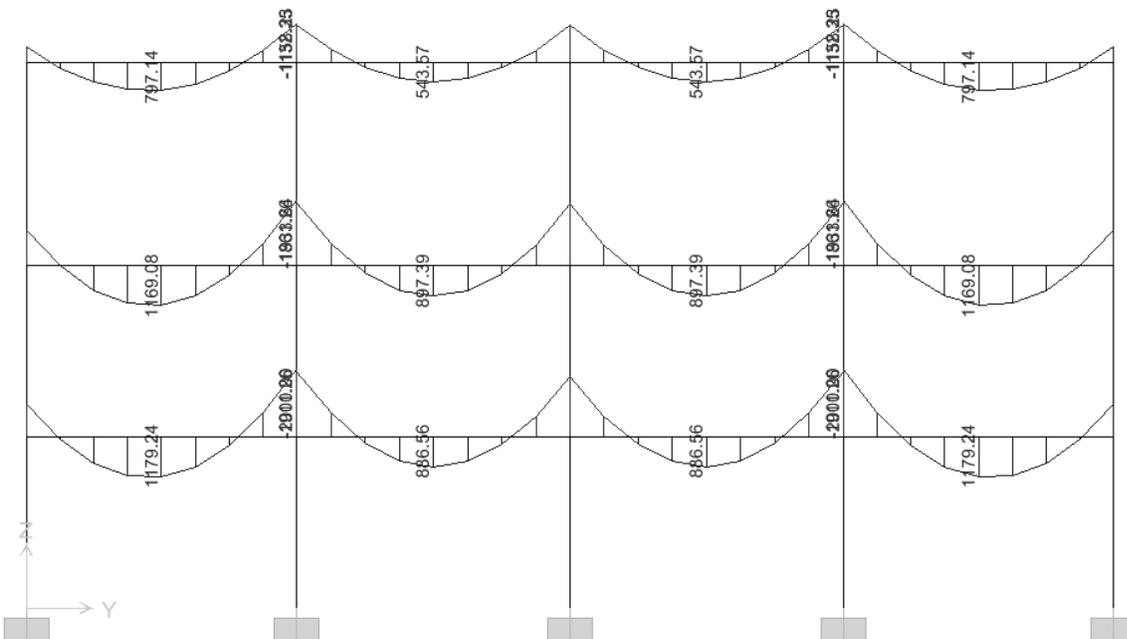
Son utilizadas para calcular la resistencia requerida según lo especifican las normas de diseño. Todas las combinaciones de carga aplicables deben ser evaluadas. Las cargas U_i (término que se refiere a las combinaciones de cargas de diseño) deben ser producto de las cargas aplicadas, de manera que:

CODIGO	COMBINACIONES GRAVITACIONALES	COMBINACIONES EXCEPCIONALES
ACI	1.4 CM + 1.7 CV	$0.75(1.4 CM + 1.7 CV) \pm E$ 0.9 CM + E

Según código ACI 318-05 apéndice C.2.1

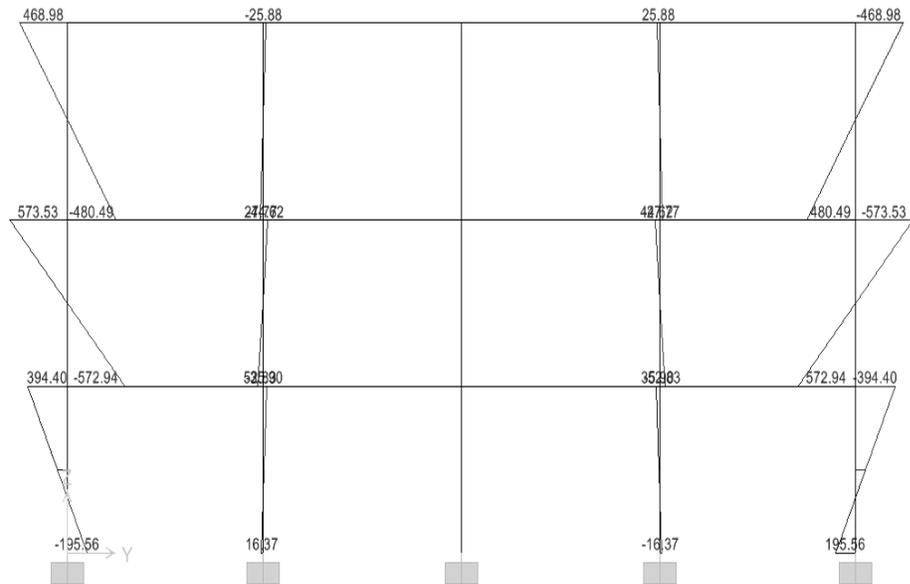
A continuación se presentan los diagramas de corte y momentos resultados del análisis estructural.

Figura 17. Diagrama de momentos carga muerta eje 1&3- kg-m



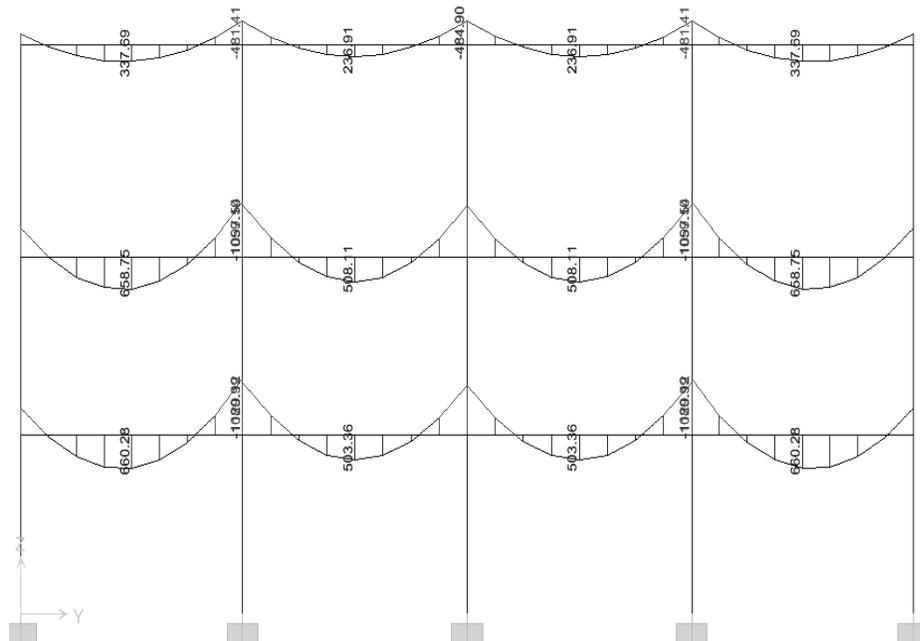
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Diagrama de momentos carga muerta eje 1&3- kg-m



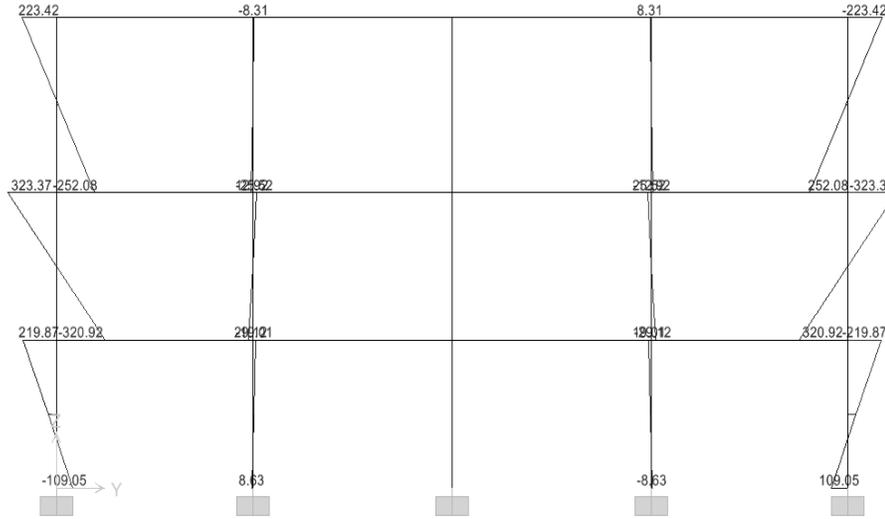
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Diagrama de momentos de carga viva eje 1&3 kg-m



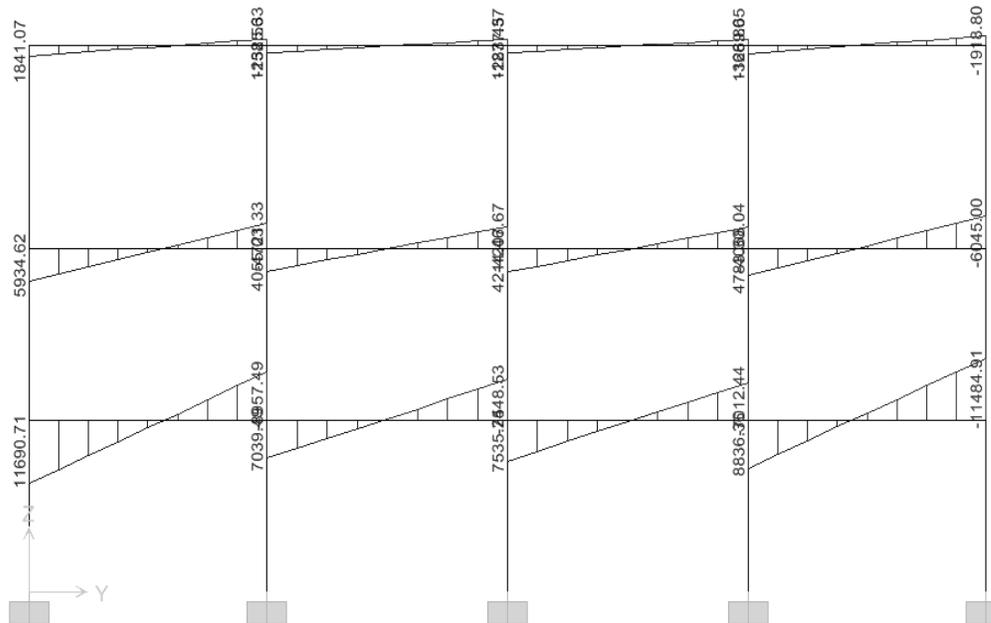
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Diagrama de momentos carga viva EJE 1&3- kg-m



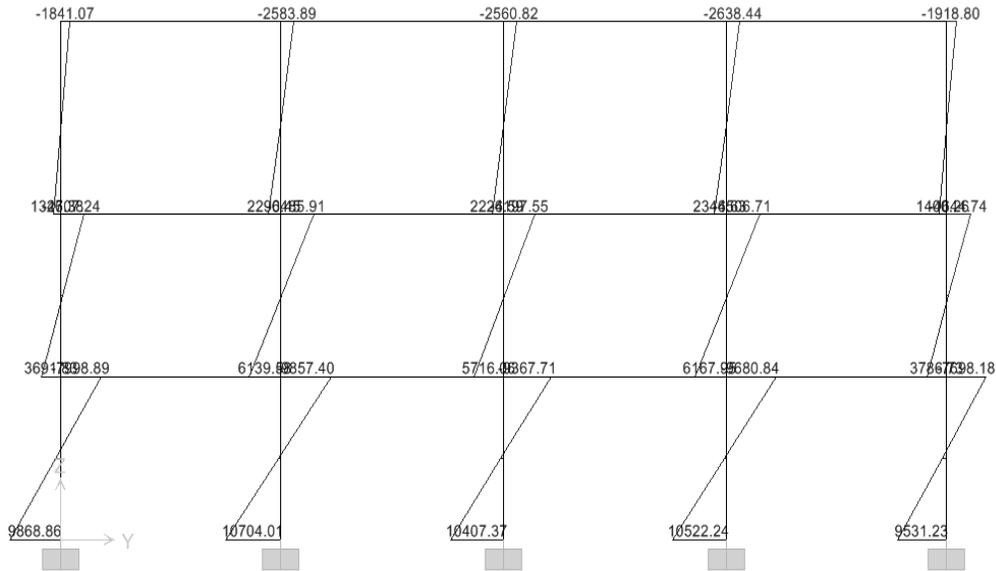
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Diagrama de momentos por carga de sismo en marco 1&3



Fuente: elaboración propia

Figura 22. Diagrama de momentos por carga de sismo eje 1 & 3 kg-m



Fuente: elaboración propia

2.1.18. Diseño de miembros estructurales y sus detalles

Uno de los aspectos fundamentales del diseño de estructuras resistentes a sismos es el relativo al dimensionamiento y detallado de los elementos estructurales y de sus conexiones, de manera que la estructura se comporte en forma congruente con lo que se ha supuesto en el análisis. A este respecto, los puntos más importantes son los relativos a que las secciones individuales sean capaces de desarrollar el grado de ductilidad implícito en el diseño y a que la estructura en su conjunto pueda, en caso de estar sujeta a un sismo extraordinario, desarrollar mecanismos de deformación inelástica que le permitan disipar la energía del sismo sin llegar al colapso.

2.1.19. Diseño de losas

Las losas de piso son los principales elementos horizontales que transmiten las cargas vivas de movimiento, así como las cargas muertas estacionarias a los apoyos verticales de los marcos de una estructura.

2.1.19.1. Método de coeficientes para losas apoyadas en vigas o en muros

Se tomará en cuenta que las losas son franjas ubicadas en cada dirección. En bordes discontinuos se considerará un momento negativo igual a un tercio del momento positivo.

2.1.19.2. Determinación de momentos, cortes y secciones críticas

Las secciones críticas para momentos de flexión estarán ubicadas a lo largo de:

- Los bordes del tablero en las caras de las vigas de apoyo para el caso de momentos negativos.
- Las líneas medias de los tableros para el caso de momentos positivos.

Los momentos de flexión para las franjas centrales se calcularán por medio de las expresiones:

MOMENTOS NEGATIVOS	MOMENTOS POSITIVOS
$M_{a(-)} = C_{a(-)} \cdot C_{UT} \cdot a^2$	$M_{a(+)} = C_{a(+)} \cdot c_v \cdot C_{VU} \cdot a^2 + C_{a(+)} \cdot c_m \cdot C_{MU} \cdot a^2$
$M_{b(-)} = C_{b(-)} \cdot C_{UT} \cdot b^2$	$M_{b(+)} = C_{b(+)} \cdot c_v \cdot C_{VU} \cdot b^2 + C_{b(+)} \cdot c_m \cdot C_{MU} \cdot b^2$

Donde:

M_a : es el momento de flexión en la dirección A.

M_b : es el momento de flexión en la dirección B.

C: es el coeficiente de momentos.

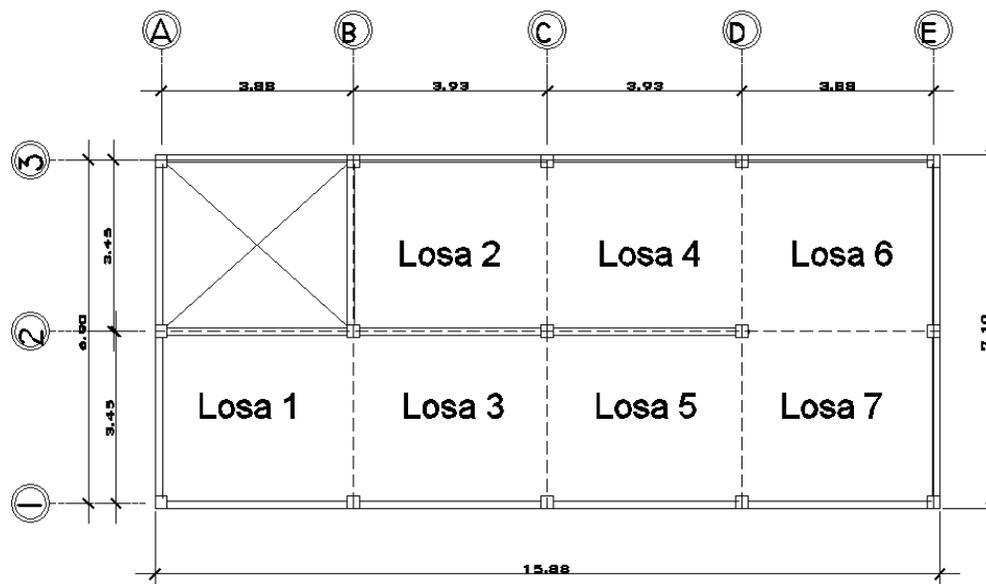
w_u : es la carga última uniformemente repartida por unidad de área de la losa.

A: es la luz libre del tramo en la dirección corta.

B: es la luz libre del tramo en la dirección larga

Los momentos para las franjas de columnas serán reducidos gradualmente desde el valor total en el borde de la franja central, hasta un tercio de estos valores en el borde del tablero

Figura 23. Losas del tercer nivel



Fuente: elaboración propia

2.1.19.3. Diseño de losa 1

Dimensión corta $a = 3.45$; dimensión larga $b = 3.88$; la losa trabaja en dos sentidos.

Se considera lo siguiente, para realizar el diseño:

Carga mayorada

CM	1.4	385	kg/m ²
CV	1.7	510	kg/m ²

Carga última = $1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$

Carga última 895 kg/m²

Losa 1 CASO 6

Momento Negativos

Constante	CU	lado	Momento	Lado	Momento
	Ma	0	895	3.45	0
	Mb	0.062	895	3.88	835.37

Momentos Positivos

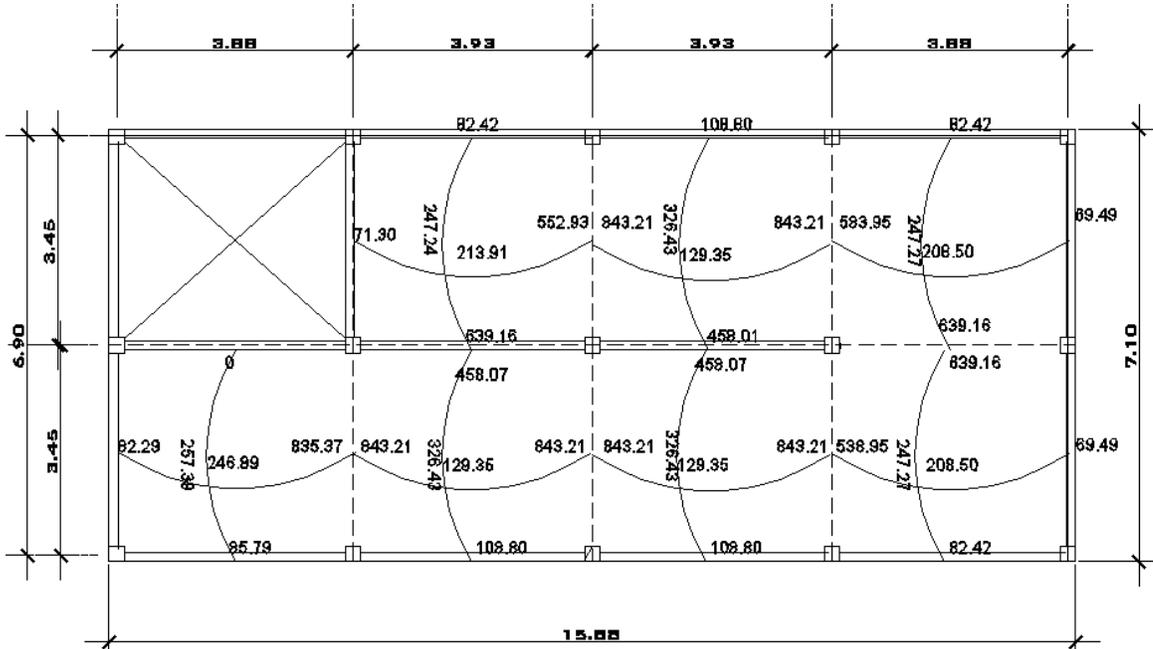
		Constante	CU	lado	Momento
CM	Ma	0.035	275	3.45	114.56
CV	Ma	0.04	300	3.45	142.83
					257.39

		Constante	CU	lado	Momento
CM	Mb	0.028	275	3.88	115.92
CV	Mb	0.029	300	3.88	130.97
					246.89

Momento Negativo en Borde Discontinuo

Ma	1/3	85.79
Mb	1/3	82.29

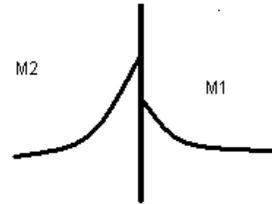
Figura 24. Momentos en losas kg-m



Fuente: elaboración propia

2.1.19.4. Balanceo de momentos

Balanceo de momentos en losa 2 y 3



Si $M1 > 0.8M2$ se puede hacer el balance de momentos realizando un promedio de ambos.

Si $M1 < 0.8M2$ se procede a realizar un balanceo de momentos por medio de rigideces.

$M1 = 458.10 \text{ kg-m}$

$M2 = 639.16 \text{ kg-m}$

$M_2 = 639.16 * 0.8 = 511.3 \text{ kg-m}$

Se utilizan las siguientes fórmulas:

$$k_1 = \frac{1}{L_1} = 0.3 \qquad k_2 = \frac{1}{L_2} = 0.3$$

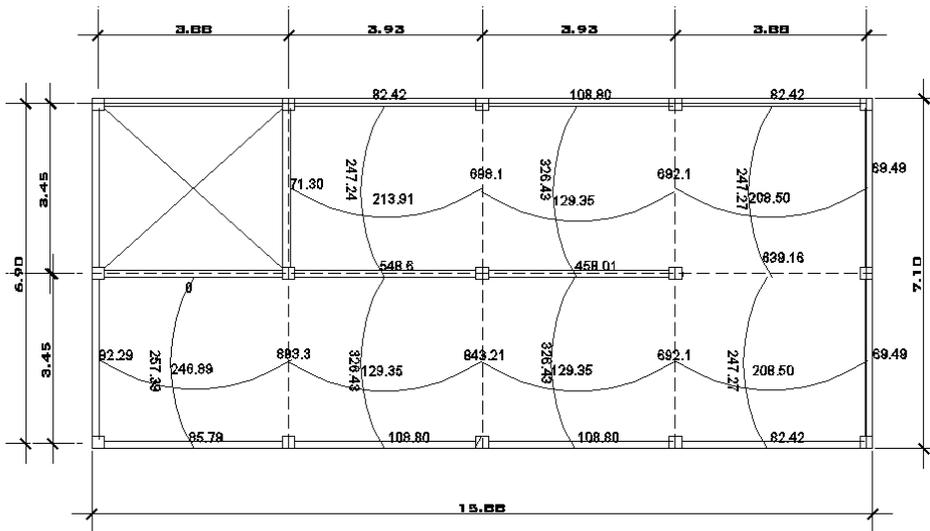
$$D_1 = \frac{k_1}{k_1 + k_2} = 0.5 D_2 = \frac{k_2}{k_1 + k_2} = 0.5$$

Momento Balanceado: $M_1 + D_1(M_2 - M_1) = 548.6 \text{ kg} - m$

Momento Balanceado: $M_1 - D_1(M_2 - M_1) = 548.6 \text{ kg} - m$

De la misma manera se realiza el balanceo de los momentos que lo requieran.

Figura 25. **Momentos balanceados**



Fuente: elaboración propia

2.1.19.5. Chequeo por cortante

El diseño por fuerza cortante de las losas en dos direcciones, deberá realizarse de acuerdo con lo indicado en esta sección y tomando en cuenta:

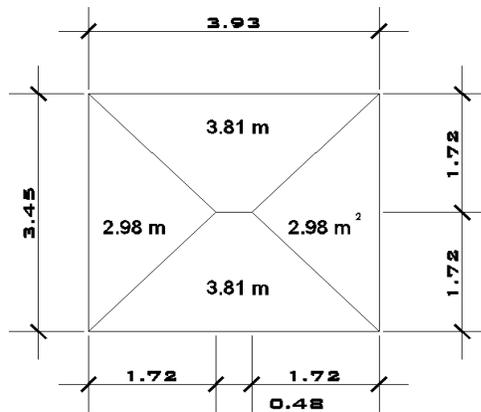
- Efecto de la fuerza cortante en la losa actuando como viga ancha.
- Efecto de la fuerza cortante en dos direcciones (punzonamiento).

El diseño por fuerza cortante y punzonamiento se hará considerando:

$$V_c = \Phi 0.53 \sqrt{f'_c} b o d$$

$$V_c \approx 0.85 * 0.53 \sqrt{280} * 100 * 7.365 = 5552 \text{ kg/m}$$

Figura 26. Área tributarias contribuyentes al corte de losa 2



Fuente: elaboración propia

Corte actuante en el lado corto

$$V_{actuante} = \frac{CU \times \text{área}}{L} = \frac{895 \times 2.98}{3.45} = 773.07 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Corte actuante en lado largo

$$V_{actuante} = \frac{CU \times \text{área}}{L} = \frac{895 \times 3.81}{3.93} = 867.67 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Como se ve, el corte resistente está muy por encima del corte actuante; es por eso que se da por aceptado dicho espesor.

De esta misma forma se diseñan las demás losas y se llega a determinar que el espesor de 10 cm. chequea por corte; entonces, se trabaja con ese espesor.

2.1.19.6. Diseño del acero de refuerzo

El código ACI 318-05 en la sección 7.12.1 establece que en losas estructurales en una sola dirección, se debe de colocar refuerzo normal al refuerzo por flexión, para resistir los esfuerzos debidos a retracción y temperatura; para ello, en la sección 7.12.2.1 requiere que el refuerzo por retracción y temperatura sea igual a los valores dados a continuación, pero no menor que 0.0014; además, en ningún caso debe colocarse el refuerzo por temperatura a más de 5 veces el espesor de la losa, ni 45 cm.

El valor de las cuantillas en las losas se establece de la siguiente manera:

- Losas donde se utilicen barras corrugadas grado 50, cuantilla igual a 0.0020.
- Losas donde se utilicen barras corrugadas grado 60 o mallas electrosoldadas de alambón (liso o corrugado), cuantilla igual a 0.0018.
- Losas donde se utilice refuerzo con resistencia a la fluencia por encima de 60000lb/pul² medida a una deformación de fluencia de 0.35%, cuantilla igual a $0.0018 \cdot 60000 / f_y$

En el presente caso, caso la cuantilla mínima debe de ser igual a 0.0018; por lo tanto, el área de acero mínimo es: $A_{smin} = \text{cuantilla} \cdot b \cdot d$

$d = \text{espesor de losa} - \text{recubrimiento} - \text{diámetro propuesto} / 2$

El código ACI 318-05 en la sección 7.7.1 establece que el recubrimiento mínimo para losas sea igual a 2 cm., además se propone refuerzo número 3, de diámetro igual a 0.9525 cm.

$$d = 10 - 2 - 0.9525/2 = 7.52 \text{ cm.}$$

$$A_{smin} = 0.0018 * 100 * 7.52 = 1.35 \text{ cm}^2 \text{ Según el ACI 318-05 sección 7.12.2.1}$$

Para losas estructurales de espesor uniforme el área de acero mínimo es la que se requiere en la sección 7.12, y el espaciamiento $S_{max} = 3t \text{ o } 450mm$.

El procedimiento que se aplicará para las losas es el mismo que para una viga, solo que con un ancho unitario de 1.00 m. Se describe a continuación:

El código ACI 318-05 en la sección 13.3.1 requiere que el área de refuerzo en cada dirección para sistemas de losas de dos direcciones debe determinarse a partir de los momentos en las secciones críticas; por lo tanto para el diseño se toman los momentos mayores o críticos en cada sentido y se calculará el área requerida por cada uno.

2.1.19.7. Área de acero requerida para momentos mayores a A_{smin}

Para momentos menores que M_{Asmin} , se usa A_{smin} y para momentos mayores que M_{Asmin} , se calcula con la siguiente fórmula:

$$A_s = b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c} * \frac{0.85 * f'c}{f_y}}$$

Donde:

As = área de acero en cm^2

Mu = momento último en Kg-m

b = base de la viga en cm

d = peralte efectivo

$f'c$ = resistencia específica a la compresión en kg/cm^2

f_y = resistencia específica a la fluencia de refuerzo en kg/cm^2

Tabla XVI. **Resultado del área de acero requería según el momento indicado**

Mu	$f'c$ kg/cm ²	f_y kg/cm ²	B	D	As	
639.2	280	4200	100	7.365	2.36289111	
893.3	280	4200	100	7.365	3.34258182	
326.43	280	4200	100	7.365	1.18948488	Asmin
246.84	280	4200	100	7.365	0.89627133	Asmin

Fuente: elaboración propia

2.1.19.8. Losas nivel 2 y 1

Para el diseño de losas del nivel 2 y 1, el procedimiento de cálculo es el mismo que para las del nivel 3. Los momentos resultantes son mayores que el momento que cubre Asmin; entonces, el As requerido para losas nivel 2 y 1 se presenta en la tabla 2.12, y su armado, en los planos anexos.

Tabla XVII. **Área de acero requerida para momentos de losa**

Mu	f'c kg/cm2	fykg/cm2	B	D	As
1462.2	280	4200	100	7.365	5.63225622
951.3	280	4200	100	7.365	3.56972779
669.56	280	4200	100	7.365	2.47865894
903.59	280	4200	100	7.365	3.38278249

Fuente: elaboración propia

El código ACI 318-05 en la sección 7.6.5 requiere que en muro o en losas, exceptuando las losas nervadas, la separación del refuerzo principal por flexión no debe de ser mayor de 3 veces el espesor del muro o de losa, ni de 45 cm.

Espaciamiento máximo = 3*espesor de losa = 3*0.10 m = 0.30 m

Para el momento de 639.2 kg-m

$$\frac{S}{0.71 \text{ cm}^2} = \frac{1m}{2.36 \text{ cm}^2} = 30 \text{ cm No } 3 @ 30 \text{ cm}$$

M= 893.3 kg-m As = 3.34cm² S= 20 cm. No. 3 @ 20 cm

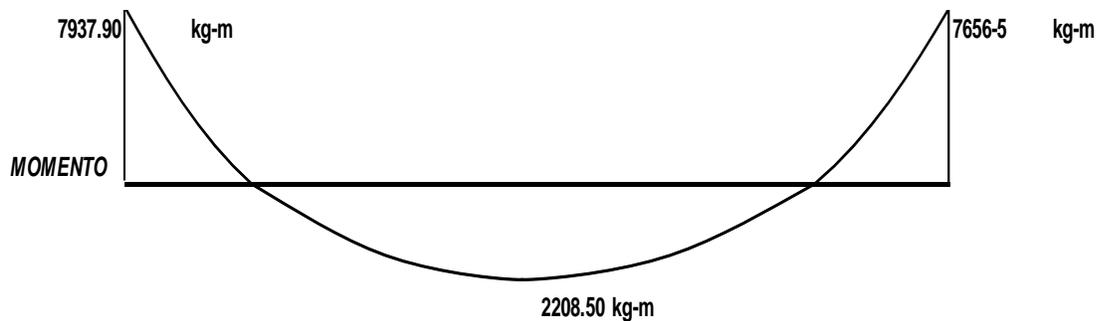
M= 326.43 kg-m As = 1.35cm² S= 30 cm. No. 3 @ 30 cm

M= 246.84 kg-m As = 1.35cm² S= 30 cm. No.3 @ 30 cm.

2.1.20. Diseño de vigas

Se tiende a limitar la relación ancho a peralte y longitud a peralte de las vigas, para evitar que la excesiva esbeltez de la sección provoque problemas de pandeo lateral que limiten la ductilidad que puede desarrollarse. Además, se pretende asegurar que la transmisión de momentos entre viga y columna puede realizarse sin que aparezcan esfuerzos importantes por cortante y torsión. Con tal fin, se limita la excentricidad que puede tener el eje de la viga respecto del de la columna.

Figura 27. Diseño de viga B-C Eje 1 y 3 del Segundo Nivel. Marco 1y 3



Fuente: elaboración propia

Los momentos anteriores fueron tomados del análisis estructural del marco 1 & 3, con estos mismos se elabora la envolvente de momentos, que es el diagrama que representa los máximos momentos a los cuales va a estar sujeto el miembro estructural, de acuerdo con el código ACI 318-05.

Datos de diseño

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

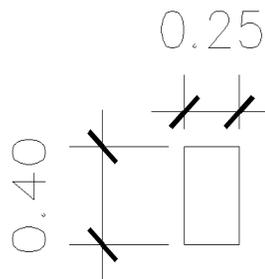
$$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

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

d = peralte efectivo

Figura 28. **Sección de viga de diseño**



Fuente: elaboración propia

2.1.20.1. Determinación del peralte efectivo

El código ACI 318-05 en la sección 7.7.1 establece que se debe proporcionar un recubrimiento mínimo al refuerzo para vigas igual a 4 cm.

$d = h - 4 \text{ cm.} = 40 \text{ cm.} - 4 \text{ cm} = 36 \text{ cm.}$ Se trabajará con un peralte efectivo de 35.5.

2.1.20.2. Determinación de refuerzo mínimo

Los requisitos principales se refieren al refuerzo longitudinal y transversal. Debe colocarse una cuantía mínima de refuerzo en ambos lechos y en toda la longitud de la viga; esto obedece a que la distribución de momentos flexionantes que pueda presentarse en la viga bajo los efectos del sismo puede

diferir significativamente; de la que se obtiene por flexión todas las secciones, aún aquellas en que teóricamente no se necesita refuerzo por tensión. La ductilidad que es capaz de desarrollar una sección de concreto reforzado, crece a medida que la sección es más sobreforzada, cuanto menor es la relación entre su área de refuerzo y la que corresponde a falla balanceada.

Por esta razón se limita la cuantía de refuerzo de tensión a una fracción de la cuantía balanceada. Los requisitos de refuerzo son más estrictos en los extremos de las vigas, donde se es más probable que lleguen a formarse articulaciones plásticas en caso de un sismo severo. Para garantizar que esas zonas cuenten con una alta capacidad de rotación y para proteger contra el posible cambio de signo del momento, se exige, además de los requisitos generales ya mencionados, la colocación de cantidades elevadas de refuerzo de momento positivo.

La disposición de una mínima cantidad de refuerzo, por razones arquitectónicas u otras, se aplica a aquellas vigas que son de sección transversal mayor a la requerida por las consideraciones de resistencia. Con una cantidad muy pequeña de refuerzo a tensión, el momento resistente calculado como una sección de concreto reforzado, es menor que el correspondiente al de una sección de concreto simple, calculada a partir de su módulo de ruptura. La falla en este caso es frágil o repentina, sin previo aviso.

Para evitar este tipo de falla, se recomienda utilizar un porcentaje mínimo que se maneja de acuerdo con el código ACI 318-05, en la sección 10.5, en donde se establece que en toda sección de un elemento sometido a flexión, cuando por análisis se requiera refuerzo de atracción, el A_s no debe de ser menor a:

$$A_s = 0.8 \frac{\sqrt{f'c * b * d}}{f_y} = 0.8 \frac{\sqrt{280 * 25 * 35.5}}{4200} = 2.83 \text{ cm}^2$$

Pero esta área no debe de ser mayor que:

$$A_s = \frac{14 * b * d}{f_y} = \frac{14 * 25 * 35.5}{4200} = 2.95 \text{ cm}^2$$

La máxima cantidad de refuerzo en tensión de elementos sujetos a flexión está limitada con el fin de asegurar un nivel de comportamiento dúctil.

$$\rho_{max} = 0.5 (\rho_b)$$

Donde:

$$\rho_b = 0.85 \beta \frac{f_c}{f_y} \times \frac{\varepsilon_c E_s}{\varepsilon_c E_s + f_y} = 0.03$$

$$\varepsilon_c = 0.003$$

$$E_s = 2.03 \times 10^6$$

Por lo tanto la $\rho_{max} = 0.015$; utilizando este valor del porcentaje de acero, disminuyen las deflexiones y se evita el congestionamiento de varillas.

Utilizando este valor del porcentaje de acero, se puede calcular el valor del A_s ; como:

$$A_{s_{max}} = 0.5 \rho_b b d = 0.5 \times 0.015 \times 25 \times 35.5 = 13.31 \text{ cm}^2$$

2.1.20.3. Determinación de área de acero requerida para los momentos

Para determinar el área de acero, se utiliza la siguiente ecuación, en la misma ya se incluye el factor de reducción:

$$A_s = b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c} * \frac{0.85 * f'c}{f_y}}$$

Donde:

A_s = área de acero en cm^2

M_u = momento ultimo en kg-m

b = base de la viga en cm

d = peralte efectivo

Tabla XVIII. **Área de acero requerida para momentos de la viga B-C**

	M_u	$f'c$ kg/cm ²	f_y kg/cm ²	B	D	A_{smin}	A_s	$A_{s\text{ máx.}}$	
2do. Nivel	(-)	7937.9	280	4200	25	35.5	3.0	6.31	13.3
	(-)	7656.5	280	4200	25	35.5	3.0	6.07	13.3
	(+)	2208.5	280	4200	25	35.5	3.0	1.67	13.3

Fuente: elaboración propia

2.1.20.4. Acero de refuerzo transversal (estribos)

Se deben disponer estribos de confinamiento en las siguientes zonas de los elementos:

- En una longitud igual a dos veces el peralte del elemento, medida desde la cara del elemento de apoyo hasta la mitad del claro, en ambos extremos del elemento en flexión: La longitud a confinamiento $L_o = 2 * h = 2 * 40 = 80$ cm.

- En longitudes iguales a dos veces el peralte del elemento en ambos lados de una sección donde puede ocurrir fluencia por flexión en conexión con desplazamientos laterales inelásticos del marco. El primer estribo debe estar situado a no más de 5 centímetros de la cara del elemento en apoyo.
- El espaciamiento máximo de los estribos no debe exceder de a) $d/4$, b) ocho veces el diámetro de la varilla de diámetro más pequeño, c) 24 veces el diámetro de la varilla del estribo o d) 30 cm., según el reglamento ACI 318-99 sección 21.3.3.1, 21.3.3.2.
- Según los datos de diseño:
- $\frac{d}{4} = \frac{35.5}{4} = 8.87 \text{ cm}$
- $8\varnothing = 8*0.95 = 7.6 \text{ cm}$
- $24\varnothing = 24*0.95 = 22.8 \text{ cm}$
- 30 cm

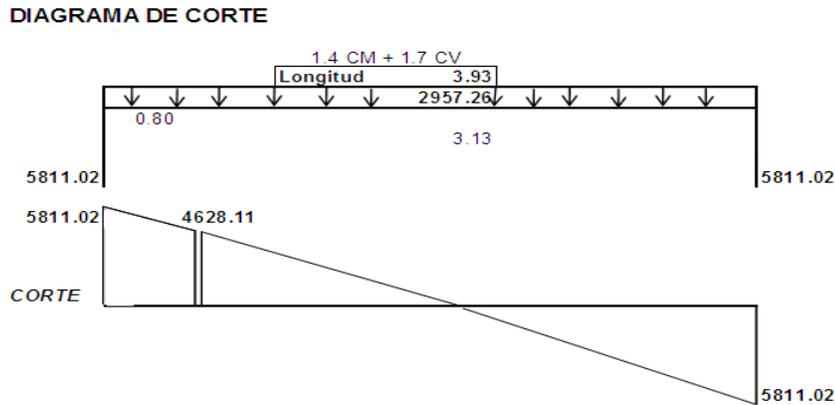
Se requiere que el refuerzo transversal sea poco espaciado para evitar agrietamiento diagonal significativo, para restringir el pandeo del refuerzo longitudinal a compresión y para proporcionar confinamiento al concreto.

2.1.20.5. Cálculo de corte

El código ACI 318-05, en la sección 21.3.4.1, establece que la fuerza cortante de diseño V se debe determinar a partir de las fuerzas estáticas en las partes comprendidas entre las caras del nudo.

2.1.20.6. Cálculo de resistencia probable

Figura 29. Viga del nivel 2 eje 1



Fuente: elaboración propia.

El código ACI 318-05, en la sección 21.3.4.2, indica que debe diseñarse el cortante suponiendo la capacidad de corte del hormigón igual a cero si la fuerza cortante inducida por sismo representa la mitad o más de las resistencias de corte requerida en estas zonas.

Se calcula el corte directo del concreto V_{cu}

$$V_{cu} > V_e \text{ se colocan estribos a } d/2$$

$$V_e > V_{cu} \text{ se encuentra el espaciamiento de estribos } S = \frac{A_s * f_y}{(V_e - V_{cu}) * b}$$

$$V_{cu} = 0.53 \sqrt{f'_c} * b * d$$

Donde el factor de reducción de resistencia, según el ACI 318-05, Apéndice C.3.2.3, para elementos sometidos a cortante o torsión es de 0.85.

$$V_{cu} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 25 * 35.5 = 6690.25 \text{ kg}$$

El cortante máximo $V_e = 5812.55$

$$V_{cu} > V_e$$

El código ACI 318-05, en la sección 21.3.3.4, establece que cuando no se requieran estribos cerrados de confinamiento, deben colocarse estribos cerrados y ganchos sísmicos en ambos extremos, espaciados a no menos de $d/2$ en todo lo largo del elemento.

$$s = \frac{d}{2} = \frac{35.5}{2} = 17.75 \text{ cm.} \quad \text{Usar estribo \# 3@ 20 cm.}$$

Colocar el primer estribo a @ 10 cm. debido a requisitos sísmicos.

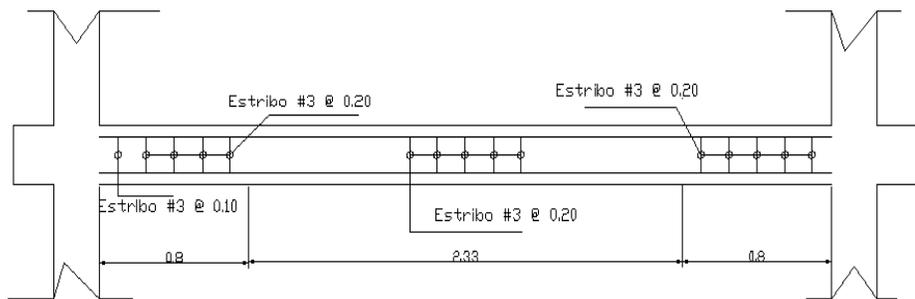
Para la longitud de confinamiento se encontró el V_e que actúa a una longitud igual a dos veces el peralte del elemento 80 cm. En la figura 24 puede observarse que el cortante a la distancia es de 80 cm.

$$\frac{5811.02}{3.93} = \frac{V_{0.8}}{3.13} = 4628.15 \text{ kg.}$$

Es $V_e = 4628.15 \text{ kg.}$ Por lo tanto como $V_{cu} > V_e$, se trabaja con el mismo espaciamiento.

El cálculo de estribos de las demás vigas se realiza de forma y se presenta en los planos adjuntos.

Figura 30. **Espaciamiento de estribos de confinamiento**



Fuente: elaboración propia

2.1.21. **Diseño de columnas**

Se debe diseñar basándose en que la capacidad de las columnas sea suficiente para permitir la formación de articulaciones plásticas en los dos extremos de las vigas.

Se deben diseñar las columnas con factores de reducción menores que los que se especifican para otras condiciones de carga. Para disminuir el carácter eminente frágil de la falla por flexocompresión en los extremos de las columnas, es necesario colocar refuerzo de confinamiento. Se ha comprobado que la forma más apropiada para proporcionar cierta ductilidad a la falla por flexocompresión en el concreto reforzado es mediante un zuncho de refuerzo helicoidal que restrinja la expansión lateral del concreto cuando este llega a esfuerzos de compresión cercanos al de la falla.

Para columnas de sección rectangular es posible proporcionar cierto confinamiento mediante estribos de varias ramas o estribos y grapas poco espaciados.

Requisitos del ACI 318-99, según el capítulo 21, en la sección 21.4.1, para columnas:

Área de acero longitudinal

$$A_s \text{ min.} = 0.01A_g$$

A_g = área gruesa

$$A_s \text{ máx.} = 0.06A_g \text{ (zona sísmica)}$$

La columna deberá tener como mínimo 4 varillas de acero longitudinal, el lado más pequeño de una columna estructural será de 20 cm. La sección mínima deberá ser de 400 cm².

2.1.21.1. Diseño de refuerzo longitudinal y transversal en columnas

Factor de carga última FCU

$$\text{Carga última} = 1.4CM + 1.7 CV$$

$$\text{Nivel 1} \quad CM = (0.10 \times 2400) + 35 + 50 + 150 = 475 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$Cu = 1.4 (475) + 1.7 (250) = 1090 \text{ kg/m}^2$$

$$CT = CM + CV = 475 + 250 = 725 \text{ kg/m}^2$$

$$FCU = \frac{CU}{CT} = \frac{1090}{725} = 1.503 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Nivel 2} \quad CU = 1090 \text{ kg/m}^2$$

$$CT = 725 \text{ kg/m}^2$$

$$FCU = \frac{CU}{CT} = \frac{1090}{725} = 1.503 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Nivel 3} \quad CU = 703 \text{ kg/m}^2$$

$$CT = 400 \text{ kg/m}^2$$

$$FCU = \frac{CU}{CT} = \frac{703}{400} = 1.503 \text{ kg/m}^2$$

Carga axial:

$$P_c = A_t \times C_{Univel} \times A_v \times L_v \times W_c \times FCU$$

Donde: A_t =área tributaria de columna

A_v =área de viga

FCU =factor de carga última

W_c =peso específico

L_v =longitud de viga

Áreas tributarias: utilizando las áreas tributarias calculadas en la figura 2, se tiene, área tributaria = 13.58 m².

$$P_{c3} = (13.58 \cdot 703) + (0.25 \cdot 0.40 \cdot 7.33 \cdot 2400 \cdot 1.496) = 12,178.50 \text{ kg}$$

$$P_{c2} = (13.58 \cdot 1090) + (0.25 \cdot 0.40 \cdot 7.33 \cdot 2400 \cdot 1.503) + (0.25 \cdot 0.25 \cdot 2.46 \cdot 2400 \cdot 1.503) = 18,000.88 \text{ kg}$$

$$P_{c1} = (13.58 \cdot 1090) + (0.25 \cdot 0.40 \cdot 7.33 \cdot 2400 \cdot 1.496) + (0.25 \cdot 0.25 \cdot 2.46 \cdot 2400 \cdot 1.496) = 18,000.88 \text{ kg}$$

$$P_{ct} = 12,178.50 + 18,000.88 + 18,000.88 = 48,180.27 \text{ kg} = 48.18 \text{ Ton}$$

2.1.21.2. Magnificación de momentos

Se trabaja la magnificación de momentos de acuerdo con el Código ACI, 318R-99, sección 10, Capítulo 1.

Sentido X-X

$$k = \frac{1/12 b \cdot h^3}{h}$$

$$K_{col1} = 127.16 \text{ cm}^3$$

$$K_{viga1} = 343.64 \text{ cm}^3$$

$$K_{col2} = 132.33 \text{ cm}^3$$

$$K_{viga2} = 339.27 \text{ cm}^3$$

Cálculo de coeficiente de grado de empotramiento en la rotación, Ψ .

$$\Psi = \frac{\Sigma K \text{ columna del nudo considerado}}{\Sigma K \text{ viga del nudo considerado}}$$

Empotramiento parte superior

Empotramiento en la base

$$\Psi_A = \frac{259.49}{682.91} = 0.37$$

$$\Psi_B = 0$$

Promedio de empotramiento

$$\Psi_p = \frac{(0.37+0)}{2} = 0.19 < 2$$

Cálculo del coeficiente K

$$K = \left(\frac{20 - \Psi_{Promedio}}{20} \right) * \sqrt{1 + \Psi_{Promedio}}$$

$$K = \left(\frac{20 - 0.19}{20} \right) * \sqrt{1 + 0.19} = 1.08$$

Relación de esbeltez (E)

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

Donde $\sigma = 0.30 * \text{el lado menor de la columna}$

$$E = \frac{1.0805 * 3.93}{0.30 * 0.25} = 56 > 21 \rightarrow \text{Magnificar}$$

Una columna se puede clasificar de acuerdo con la relación de su sección transversal y de su longitud. Por el valor de su esbeltez (E), las columnas se clasifican en: cortas ($E < 21$), esbeltas ($21 < E < 100$) y largas ($E > 100$).

El objetivo es clasificar las columnas y ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son esbeltas, se deben magnificar los momentos actuantes y si son largas no es aconsejable construirlas.

Fórmulas:

Factor de flujo plástico del concreto B_d , El código ACI 318-05 en la sección 10.13.6 requiere que B_d se tome como la relación de la máxima carga

axial mayorada que actúa de forma permanente y la máxima carga total mayorada.

$$Bd = \frac{1.4 CM}{1.4CM + 1.7CV} = \frac{1.4 * 475}{1.4 * 475 + 1.7 * 250} = 0.61$$

- Cálculo del total de material

$$Ec * I = \frac{Ec * I_{columna} / 2.5}{1 + Bd} = \frac{15100 * \sqrt{280} * \frac{1}{12} * 25 * 25^3 / 2.5}{1 + 0.61} = 5.11 \times 10^9 \text{ Kgcm}^2$$

Donde $E_c = 15,000(f'c)^{1/2}$

$$I_{col} = (1/12)(b)(h)^3$$

- Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler

$$P_{CRX} = \frac{\pi^2 (E * I)}{(K * Ln)^2} = \frac{\pi^2 * 5.11 \times 10^9}{(1.08 * 3.93)^2} = 279954.87 \text{ kg} = 279.95 \text{ ton}$$

Cálculo del magnificador de momentos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{Pu}{\phi * P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{48.98}{0.7 * 279.95}} = 1.33$$

Donde $\phi = 0.70$ si se usan estribos

$\phi = 0.75$ si se usan zunchos

Momento amplificado

$$M_{dx} = 9,787.45 * (1.33) = 13,017.31 \text{ kg-m}$$

Sentido Y-Y

$$K_{c1} = 127.16 \text{ cm}^3 \quad K_{v1} = 386.47 \text{ cm}^3$$

$$K_{c2} = 132.33 \text{ cm}^3 \quad K_{v2} = 386.47 \text{ cm}^3$$

Cálculo de coeficiente de grado de empotramiento en la rotación, Ψ .

Empotramiento parte superior

Empotramiento en la base

$$\Psi_A = \frac{259.49}{772.94} = 0.33$$

$$\Psi_B = 0$$

Promedio de empotramiento

$$\Psi_p = \frac{(0.33+0)}{2} = 0.17 < 2$$

Cálculo del coeficiente k

$$K = \left(\frac{20-0.17}{20} \right) * \sqrt{1+0.17} = 1.07$$

Relación de esbeltez (E)

$$E = \frac{1.07 * 3.45}{0.30 * 0.25} = 49.22 > 21 \rightarrow \text{Magnificar}$$

El factor de flujo plástico del concreto B_d y E_I son los mismos valores que en el sentido X-X

$$B_d = 0.61 \text{ y } E_c * I = 5.11 * 10^9 \text{ kg-cm}^2$$

Cálculo de la carga crítica de Pandeo de Euler

$$P_{CRX} = \frac{\pi^2 * 5.11 \times 10^9}{(1.07 * 3.45)^2} 370,096.43kg = 370.09 ton$$

Calculo del magnificador de momentos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{48.98}{0.7 * 370.09}} = 1.22$$

Momento amplificado

$$My = 11,639.67 * 1.22 = 14200.40 \text{ kg-m}$$

2.1.21.3. Diseño de columna típica primer nivel

Datos: Sección= 25x25 cms.

Recubrimiento= 3 cms.

$M_x = 13,017.31 \text{ kg-m} = 13.017 \text{ t-m}$

$M_y = 14,200.40 \text{ kg-m} = 14.20 \text{ t-m}$

$P_u = 48.18 \text{ Ton}$

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

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

2.1.21.3.1. Refuerzo longitudinal

Se utilizará el método de carga inversa desarrollado por Bresler, que es un método de aproximación del perfil de la superficie de falla. Es uno de los métodos más utilizados, porque es sencillo y produce resultados satisfactorios, comprobados con ensayos de laboratorio.

La ecuación de carga inversa se define como:

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{P'xo} + \frac{1}{P'oy} - \frac{1}{P'o}$$

Donde:

$P'u$ =valor aproximado de la carga última en flexión que resiste la columna a una excentricidad “e”.

$P'xo=K'x*f'c$ *sección del elemento= carga última que resiste la columna cuando se encuentra presente la excentricidad “ey”, ($ex=0$)

$P'oy= K'y*f'c$ *sección del elemento=carga última que resiste la columna cuando se encuentra presente la excentricidad “ex”, ($ey=0$)

$P'o= 0.70[(0.85*f'c*(\text{área gruesa}-\text{área de acero} + \text{área de acero}*fy)]$ =carga última axial que resiste la columna o la carga concéntrica que resiste la misma, ($ex=0, ey=0$).

Kx y Ky son coeficientes que se obtienen del diagrama de interacción para diseño de columnas.

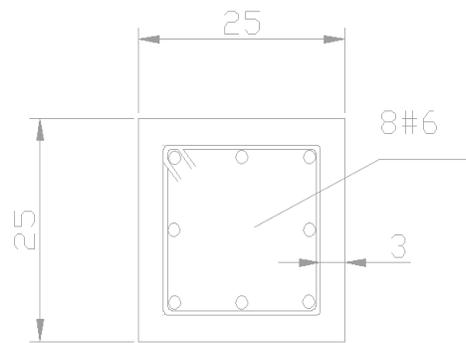
2.1.21.4. Sección de columna típica primer nivel

$$As \text{ min} = 0.01*(25*25) = 6.25 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{max}} = 0.06*(25*25) = 37.5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Se propone } 8 \text{ varillas No. 6} = 22.80 \text{ cm}^2$$

Figura 31. **Sección de columna típica**



Fuente: elaboración propia

Para trabajar este método se utilizan los diagramas de interacción:

- Valor de la gráfica:

$$Y_x = \frac{22}{30} = 0.7 \quad Y_y = \frac{22}{30} = 0.7$$

- Valor de la curva:

$$P_\mu = \frac{A_s \cdot f_y}{A_g \cdot 0.85 \cdot f'_c} = \frac{22.80 \cdot 4200}{25 \cdot 25 \cdot 0.85 \cdot 280} = 0.6$$

- Excentricidades:

$$e_x = \frac{M_{ux}}{P_u} = \frac{13.07}{48.18} = 0.27$$

$$e_y = \frac{M_{uy}}{P_u} = \frac{14.20}{48.18} = 0.3$$

- Valor de diagonales

$$E_x/h_x = 0.27/0.30 = 0.9$$

$$E_y/h_y = 0.30/0.30 = 1$$

Encontrando que $K_x = 0.28$ y $K_y = 0.30$

Cálculo de cargas:

$$P'x = 0.28 * 280 * 25 * 25 = 49,000 \text{ kg}$$

$$P'y = 0.30 * 280 * 25 * 25 = 52,500 \text{ kg}$$

$$P'o = 0.70 [(0.85 * 280(25 * 25 - 22.80)) + (22.80 * 4200)] = 167,358.52 \text{ kg}$$

Cálculo de P'u:

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{49,000} + \frac{1}{52,500} - \frac{1}{167,358.52} = 29,868.05 \text{ kg} \approx 30 \text{ Ton}$$

Como P'u > Pu el armado propuesto es el correcto.

2.1.21.5. Refuerzos de confinamiento

2.1.21.5.1. Longitud de confinamiento

Se armará una longitud de confinamiento (Lo) a partir del rostro de la viga; la longitud de confinamiento será el mayor valor de las siguientes condiciones:

- El lado mayor de la columna = 0.25 m
- 1/6 de la altura libre de la columna = $2.80/6 = 0.47$
- 0.45 m

Aceptar Lo = 50 cms.

El espaciamiento de la longitud de confinamiento (So), será el menor de las siguientes consideraciones:

- $\frac{1}{4}$ del lado menor de la columna = $\frac{1}{4} (0.25) = 0.0625$
- 0.10 m
- El So calculado

$$\rho = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left(0.85 \frac{f'_c}{f_y} \right) = 0.45 \left(\frac{25 \times 25}{22 \times 22} - 1 \right) \left(0.85 \frac{281}{4200} \right) = 0.007$$

Para los estribos se utiliza estribo no. 3; el área es de 0.71 cm², So es:

$$S_o = \frac{2 * A_v}{L_n * \rho} = \frac{2 * 0.71}{22 * 0.007} = 9.22 \text{ cm} \approx 10 \text{ cms}$$

Por lo tanto colocar estribos #3 @ 0.10 m.

El primer espaciamiento será igual a So/2, el primer estribo se coloca a 0.05 m.

2.1.21.6. Requerimiento armado por corte

El corte resistente del concreto esta dado por: $V_c = \phi 0.53 \sqrt{f'_c} b * d$

Donde $\phi = 0.85$; para esfuerzos cortantes.

$$V_c = 0.85 * 0.53 \sqrt{281} 25 * 22 = 4,153.46 \text{ kg}$$

De los diagramas de análisis de SAP, se obtiene:

Si $V_c > V_a$ se colocan estribos a $S_{max} = d/2$

Si $V_c < V_a$ se diseñarán los estribos por corte.

El diseño del espaciamiento sería: $S_{max} = 22/2 = 11 \text{ cms.}$, el espaciamiento que se utilizará es de 10 cms.

El procedimiento para los diferentes tipos de columnas es el mismo, se puede observar en los planos anexos.

2.1.22. Diseño de zapatas aisladas

Este tipo de cimentación somera se usa cuando las descargas de la estructura son suficientemente pequeñas y existen a poca profundidad estratos de suelo con la capacidad de carga y rigidez necesarias para aceptar las presiones transmitidas por las zapatas sin que ocurran fallas o hundimientos excesivos.

Cuando, para transmitir las cargas de la estructura al suelo sin que se produzcan presiones excesivas, se requieren grandes áreas de contacto, la solución con zapatas se vuelven ineficientes, ya que se trata de elementos que trabajan en voladizo en los que se presenta momentos flexionantes muy grandes.

Conviene que las zapatas aisladas bajo columnas sean cuadradas en planta, ya que esta es la forma para la cual los momentos flexionantes son menores; se recurrirá a formas rectangulares solo cuando las condiciones del predio impidan extenderse en alguna dirección o cuando la columna transmita, además de carga axial, momentos flexionantes importantes, cuando el suelo de apoyo no ocasiona giros en la zapata, que dan lugar generalmente a deformaciones indeseables de la construcción.

2.1.22.1. Procedimiento de diseño

La distribución de presiones bajo una zapata depende de factores difíciles de tomar en cuenta con precisión, como las características del suelo si es granular o cohesivo, y la rigidez relativa de zapata y suelo; la distribución varía además, con tiempo y con el nivel de cargas aplicadas. Por su sencillez y por acercarse a la real en condiciones límite cerca de la falla, resulta

conveniente suponer una distribución uniforme de presiones bajo la zapata para fines de determinar el área de esta.

El área de una zapata se determinará a partir de la carga de diseño transmitida por la estructura dividida entre las presiones resistentes del suelo.

Los datos que serán utilizados son:

$$P_u = 48180.27 \text{ kg} = 48.18 \text{ Ton} \qquad F_y = 4200 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{ux} = 10205.65 \text{ kg}\cdot\text{m} \qquad F_{CU} = 1.503$$

$$M_{uy} = 11248.32 \text{ Kg}\cdot\text{m} \qquad F'_c = 281 \text{ Kg./m}^2$$

$$W_c = 2400 \text{ kg/m}^3 \qquad W_s = 1500 \text{ kg/m}^3$$

$$V_s = 30,000 \text{ kg/m}^2 \approx 30 \text{ Ton/m}^2$$

2.1.22.2. Diseño del área de la zapata

Para el cálculo del área de la zapata se utilizan las cargas de servicio, por lo tanto se dividen las cargas últimas (P_u) dentro del factor de carga última (F_{cu}) para obtenerlas. De la misma forma se obtienen los momentos de servicio.

- Carga de trabajo o servicio:

$$P' = \frac{P_u}{F_{CU}} = \frac{48,180.27}{1.503} = 32,056.07 \text{ kg.}$$

Momento de trabajo,

$$Mt = \frac{M_u}{F_{cu}} \quad Mtx = \frac{10,205.65}{1.503} = 6709.19 \text{ kg} \quad Mty = \frac{11,248.32}{1.503} = 7,843.91 \text{ kg}$$

2.1.22.3. Predimensionamiento del área de la zapata

$$Az = \frac{1.5 P'}{Vs}$$

Donde Vs es el valor soporte del suelo y P' la carga de trabajo:

$$Az = \frac{1.5 * 32,056.07}{15000} = 3.20 \text{ m}^2 ;$$

Luego de varias iteraciones se toma un Az, de 6 m². Se toma por cuestiones prácticas de diseño y construcción que es de 2.5 x 2.5 metros.

2.1.22.4. Chequeo por presión sobre el suelo

La carga admisible (qmax), la cual debe ser menor que el valor soporte (Vs), si se supone que las presiones resultantes están linealmente distribuidas, siempre que la excentricidad e= M/p no supere la distancia K del núcleo de la zapata, es decir e<K=L/6, cuyo valor se define por la fórmula de la flexión normal.

$$q_{max/min} = \frac{P}{Az} \pm \frac{Mtx}{Sx} \pm \frac{Mty}{Sy}$$

Para determinar la presión sobre el suelo se debe considerar lo siguiente:

- la carga de trabajo,

- el peso del suelo del desplante,
- peso de la columna y
- peso del cimiento (zapata).

$$P = P' + P_S + P_{Col} + P_{cim}$$

Donde:

P' = integración de cargas de trabaja

P_S = peso del suelo desplazante = $Az \times$ desplazante $\times \gamma_c$

P_{col} = Peso de columna = Seccion de columna \times hcolumna $\times \gamma_c$

P_{cim} = Peso del cimiento = $Az \times$ espesor asumido $\times \gamma_c$

Se tiene:

$$P = 32 + 6 (1)(1.5) + (0.25 \times 0.25)(3.00)(2.40) + (6)(0.50)(2.4) = 48.65 \text{ Ton.}$$

Las presiones sobre el suelo por debajo de la zapata serán:

$$q_{max/min} = \frac{48.65}{6} \pm \frac{6.7}{\frac{1}{6} * 2.5^3} \pm \frac{7.8}{\frac{1}{6} * 2.5^3} =$$

$q_{max} = 13.676 \text{ t/m}^2 < V_S$, Cumple, no excede el valor soporte del suelo.

$q_{min} = 2.54 > 0$, Cumple, no existen presiones de tensión.

Por lo que se puede trabajar con esas dimensiones el diseño de la zapata.

2.1.22.5. Presión última

Tomando en cuenta que la presión debajo de la zapatas, en un punto, es distinta de la localizada en cualquier otro, por motivos de diseño se trabaja con

una presión constante debajo de la zapata, la cual debe ser un valor que se encuentre entre q_{medio} y q_{max} . Entonces se utiliza $q_{diseño}$ último ($q_{diseño U}$).

$$q_{diseño U} = q_{max} * FCU = 13.67 * 1.503 = 20.55 \text{ Ton/m}^2$$

2.1.22.6. Espesor de la zapata

Para determinar el espesor de la zapata es necesario que resista tanto el corte simple o corte flexionante como el punzonamiento causado por la columna y las cargas actuantes.

2.1.22.6.1. 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 compararen ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante.

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2} = 50 - 7.5 - \frac{1.91}{2} = 41.54 \text{ cm}$$

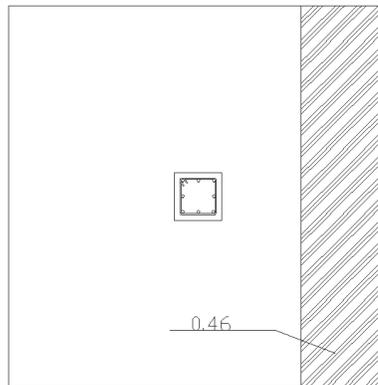
- Corte actuante

$$V_{act.} = Area \times q_{diseño} = (0.709 \times 2)(20.55) = 28.77 \text{ Ton}$$

- Corte simple resistente

$$V_r = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{281} \times 250 \times 41.54 \\ = 78.42 \text{ Ton}$$

Figura 32. **Chequeo por corte simple**



Fuente: elaboración propia

Para que el espesor del diseño sea aceptable se debe de cumplir con lo siguiente: $V_r > V_{act}$

De $V_{act} = 28.77$ ton el cual es menor que $V_r = 78.42$ Ton $V_r > V_{act}$, el espesor asumido para la zapata es el indicado, ya que resiste el corte simple

2.1.22.6.2. Chequeo por corte punzante

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna. Chequeando punzonamiento.

Para encontrar el corte punzante actuante se trabaja con la siguiente formula

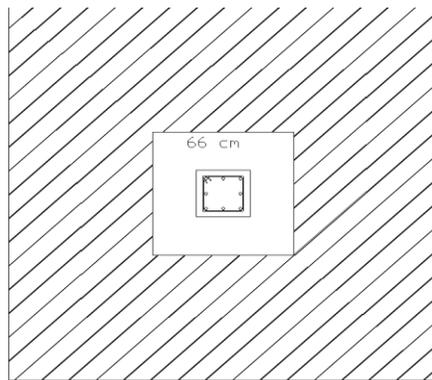
$$V_{act.} = \text{Área de punzonamiento} \times q_{diseño} = (2.5 \times 2.5 - (0.917 \times 0.917))(20.55) = 111.16 \text{ ton.}$$

- Corte punzonante resistente.

$$V_R = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{f'c} \times b_o \times d = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{281} \times 250 \times 41.54$$

$$= 156.85 \text{ Ton}$$

Figura 33. **Chequeo por punzonamiento**



Fuente: elaboración propia

Al igual que el chequeo anterior este debe cumplir con cierto parámetro; $V_R > V_{act}$. Luego de varias iteraciones variando el espesor de la zapata se tiene que el valor de $V_r > V_{act}$ con un espesor de $t = 50$ cms.

2.1.22.7. **Diseño del refuerzo por flexión**

El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata, por tal razón es necesario reforzarla con acero para resistir los esfuerzos inducidos.

El momento último se define como una losa en voladizo y está dado por:

$$M_u = \frac{q_{diseño} l^2}{2}$$

$$M_u = \frac{q_{diseño} l^2}{2}$$

Donde l es la distancia medida al rostro de la columna al final de la zapata.

El área de acero se define por la fórmula:

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{bd^2 - \frac{Mub}{0.003825 f'c}} \right] * 0.85 \frac{f'c}{f_y}$$

$$A_{s_{min}} = 0.002 * b * d$$

Se debe calcular la flexión en ambos sentido

2.1.22.7.1. Flexión sentido X-X

$$M_u = \frac{20.55 \times 0.875^2}{2} = 7.87 \text{ Ton} - m \approx 7866.8 \text{ kg} - m$$

Datos:

$$b = 100 \text{ cm.} \quad d = 41.5 \text{ cm.}$$

$$A_s = \left[100 * 41.5 - \sqrt{(100 * 41.5)^2 - \frac{7866.8 * 100}{0.003825 * 280}} \right] * 0.85 \frac{280}{4200} = 4.77 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 0.002 * b * d = 0.002 * 100 * 41.5 = 8.3 \text{ cm}^2$$

Se trabajará con el área mínima de acero $A_s = 8.3 \text{ cm}^2$, ya que el área de A_s requerida es menor al $A_{s_{\min}}$.

El espaciamiento entre varillas está dado por:

$$S = \frac{A_v}{A_s} = \frac{2.85}{8.3} = 0.30$$

Donde A_v es el área de la varilla propuesta; por lo tanto es # 6 @ 0.30 m.

2.1.22.7.2. Flexión sentido Y-Y

$$M_u = \frac{33.11 \times 0.875^2}{2} = 12.67 \text{ Ton} - \text{m} \approx 12,674.92 \text{ kg} - \text{m}$$

El peralte efectivo "d" en el sentido Y-Y disminuye debido a la cama de hierro colocada en el sentido "X-X"; entonces el nuevo "d" será:

$$d_{y-y} = d_{x-x} - \frac{\phi_{x-x}}{2} - \frac{\phi_{y-y}}{2} = 41.5 - \frac{1.91}{2} - \frac{1.91}{2} = 39.6 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm}$$

Teniendo los siguientes datos

$b = 100 \text{ cm}$.

$d = 40 \text{ cm}$.

$$A_s = \left[100 * 40 - \sqrt{(100 * 40)^2 - \frac{7866.8 * 100}{0.003825 * 280}} \right] * 0.85 \frac{280}{4200} = 5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 0.002 * b * d = 0.002 * 100 * 40 = 8. \text{ cm}^2$$

Se trabajara con el área mínima de acero $A_s = 8.3 \text{ cm}^2$, ya que el área de A_s requerida es menor al $A_{s_{\min}}$.

El espaciamiento entre varillas está dado por:

$$S = \frac{A_v}{A_s} = \frac{2.85}{8} = 0.35$$

Donde A_v es el área de la varilla propuesta, por lo tanto es # 6 @ 0.30 m.

El espesor final de la zapata t , se calcula de la siguiente manera:

$$t = d_{x-x} + \frac{\phi_{x-x}}{2} + \text{recubrimiento} = 41.5 + \frac{1.91}{2} + 7.5 = 49.95 = 50 \text{ cms}$$

2.1.23. Instalaciones

2.1.23.1. Instalaciones sanitarias

En todo edificio habrá un excusado por lo menos. Cuando el número de habitantes pase de diez, se instalarán excusados a razón de uno por cada diez personas o fracción que no llegue a este número. El edificio cuenta con 4 baterías de baños, uno en el primer y segundo nivel y dos en el tercer nivel. En cada una existe un promedio de 18 artefactos repartidos. Se consideró apropiado colocar cuatro bajadas de drenaje en cada batería, con el propósito de no saturar el sistema y evitar problemas futuros, así como también dejar la instalación expuesta.

Para los lavamanos se optó por tubería PVC de 2" y 3"; en cuando a los sanitarios se empleará PVC de 4" y todas las bajadas serán también de 4". Los baños, excusados y mingitorios deben ser individuales e instalados en locales que tengan luz y ventilación directa. Los excusados estarán dotados de taza e instalación hidráulica con agua a presión y descarga a voluntad.

2.1.23.2. Instalaciones agua potable

Las instalaciones de agua potable serán de tubería PVC de ¾” de 250 psi para el circuito principal y de ½” para abasto de los artefactos, al igual que sus accesorios y cuya dotación será abastecida de la red municipal .La instalación hidráulica se encuentra presente en las mismas áreas que la sanitaria, y en cada parte de baños se diseñó un circuito con su respectiva bajada de tubería. En cada circuito se dejó una válvula de paso con el propósito de facilitar el arreglo de posibles averías que pudieran darse en el sistema, así como también el mantenimiento del mismo.

2.1.23.3. Instalaciones eléctricas

Se diseñó tanto fuerza como iluminación y se optó por dejar un tablero de distribución en cada nivel. Se proponen de cuatro a seis circuitos para iluminación y cuatro para fuerza en cada piso del edificio, el tablero será de 12 polos monofásicos 120/240V y los flipones de 1 x 30 amperios. El alambre de la instalación es calibre 10, las lámparas son de tipo comercial de 110V 4 x 40 RS con tubos fluorescentes F40T10/DL y los tomacorrientes en la mayoría de los casos son dobles de 120V. La instalación se realizará empotrada tanto en cielo como en pared

2.1.24. Presupuesto

El presupuesto traduce los planes en costos; refiriéndose estos al dinero que necesita gastarse para conseguir tus actividades planificadas (gasto) y el que necesita generarse para cubrir los costes de finalización del trabajo (ingresos). Consiste en una estimación o en conjeturas hechas con fundamento sobre las necesidades en términos monetarios, para realizar tu trabajo.

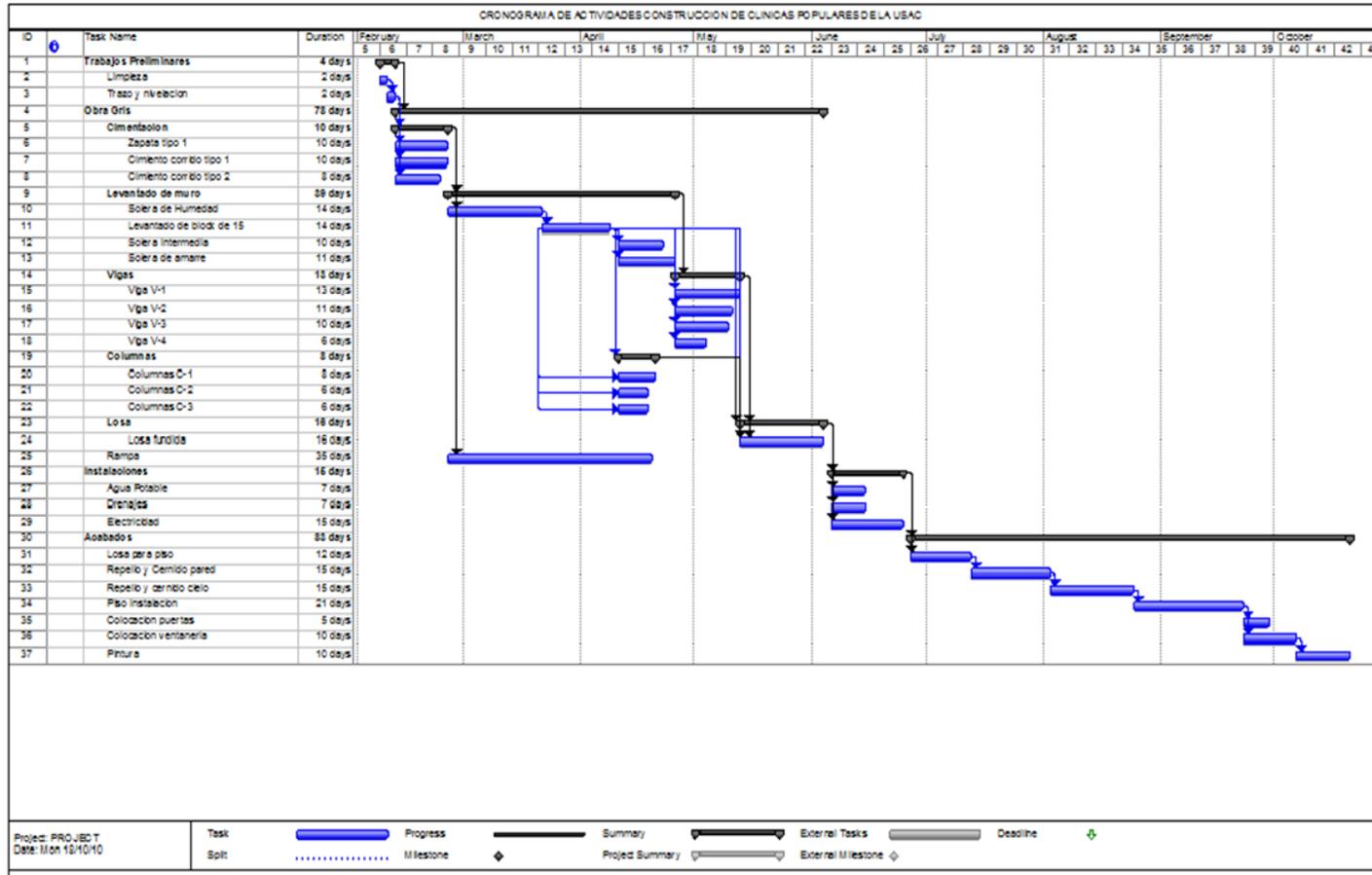
Proyecto: Clínica Popular, Facultad de Ciencias Médicas

Área: 110 mt² de construcción

No.	CONCEPTO	CANTIDAD OFERTADA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL OFERTADO	TOTAL PARTIDA OFERTADA SIN IVA	TOTAL PARTIDA OFERTADA CON IVA
1	TRABAJOS PRELIMINARES					Q5,131.19	Q5,746.93
1.1	Limpieza	128	Me	Q14.00	Q1,792.00		
1.2	Trazo y nivelación	128.00	M2	Q26.09	Q 3,339.19		
2	OBRA GRIS						
	Cimentacion					Q59,937.09	Q67,129.54
2.1	Zapata tipo 1	15.00	UNIDAD	Q 2,682.80	Q 40,242.02		
2.2	Cimiento Corrido tipo 1	63.00	ML	Q 247.58	Q 15,597.63		
2.3	Cimiento Corrido tipo 2	20.00	ML	Q 204.87	Q 4,097.45		
	Levantado de muro					Q55,240.91	Q61,869.82
2.4	Solera de Humedad	83.00	ML	Q 157.63	Q 13,082.95		
2.5	Solera de Amarre	90.46	ML	Q 157.90	Q 14,283.71		
2.6	Solera Intermedia	180.00	MI	Q 154.86	Q 27,874.25		
2.7	Levantado de block 15 cm						
	Vigas					Q88,068.04	Q98,636.20
2.8	Viga V-1	117.86	MI	Q 314.04	Q 37,013.24		
2.9	Viga V-2	113.50	MI	Q 292.55	Q 33,204.80		
2.1	Viga V-3	85.00	MI	Q 150.00	Q 12,750.00		
2.11	Viga V-4	60.00	ML	Q 85.00	Q 5,100.00		
	Columnas					Q98,935.28	Q110,807.51
2.12	Columnas C-1	45.00	UNIDAD	Q 1,617.94	Q 72,807.10		
2.13	Columnas C-2	44.00	UNIDAD	Q 380.62	Q 16,747.15		
2.14	Columnas C-3	21.00	UNIDAD	Q 446.72	Q 9,381.03		
	Losas					Q309,313.47	Q346,431.09
2.15	Losa fundida	313.08	MI ²	Q 843.45	Q 264,066.56		
2.16	Losa para piso	297.00	MI ²	Q 152.35	Q 45,246.91		
	Rampa					Q89,460.00	Q100,195.20
2.17	Modulo de rampa	120	MI ²	Q745.50	Q89,460.00		
3	INSTALACIONES					Q124,241.56	Q139,150.55
3.1	Agua Potable	1.00	Global	Q 30,481.06	Q 30,481.06		
3.2	Drenajes	1.00	Global	Q 31,295.55	Q 31,295.55		
3.3	Electricidad	1.00	Global	Q 47,288.45	Q 47,288.45		
3.4	Artefactos Sanitarios	1.00	Global	Q 15,176.50	Q 15,176.50		
4	ACABADOS					Q166,337.53	Q186,298.03
4.1	Repello y Cernido	1015.00	MI ²	Q 53.18	Q 53,980.02		
4.2	Repello + Cernido de cielo	297.00	MI ²	Q 68.17	Q 20,247.66		
4.3	Piso	198.00	MI ²	Q 141.97	Q 28,109.55		
4.4	Azulejo	18.00	MI ²	Q 138.11	Q 2,485.95		
4.5	Pintura	1120.00	MI ²	Q 17.30	Q 19,375.76		
4.6	Puertas de madera	1.00	Unidad	Q 1,536.70	Q 1,536.70		
4.7	Puertas de metal	11.00	Unidad	Q 2,697.02	Q 29,667.20		
4.8	Ventanería	30.00	MI ²	Q 364.49	Q 10,934.70		
	SUBTOTAL					Q996,665.07	Q1,116,264.88
	COSTO UNITARIO POR M2					Q8,898.80	Q9,966.65
	TOTAL PROYECTO (QUETZALES)					Q996,665.07	Q1,116,264.88
	TOTAL PROYECTO (DOLARES)						\$137,810.48

Fuente: elaboración propia.

2.1.25. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

2.1.26. Matriz de riesgos

Boleta de Identificación y Evaluación de Riesgo																
Proyecto: Construcción de la Clínica Popular de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala																
Localización: Zona 1, Ciudad de Guatemala, Guatemala.																
Identificación y Evaluación de Riesgo Programas/ Proyectos			N.A.	Expuesto al evento	Genera el evento	Amenaza				Vulnerabilidad				R = amenaza * vulner.	Total = A * V	
Origen del Evento	Factor	Tipo de Evento				0	4	8	10	0	4	8	10			
Naturales	Meteorológicos	Huracanes, ciclones y tifones	X												0	
		Tornados (vientos fuertes)	X													0
		Tormenta trópic	X			4			4							16
		Onda térmica fría	X							2						0
		Onda térmica cálida	X			0				2						0
		Inundaciones	X													0
		Sequias que provocan pérdidas agrícolas	X													0
	Otros: Especifique															
	Topográficos ó Geotécnicos	Derrumbes	X													0
		Deslizamientos	X													0
		Lahares	X													0
		Flujos de lodo y agua	X													0
	Otros															
	Tectónicos ó Geológicos	Terremotos (sismos)	X				8					8				64
		Erupciones volcánicas	X			0					2					0
Maremotos (tsunamis)		X													0	
Otros																
Antrópico - Social	Derechos humanos	Violación de derechos humanos	X													0
		Genera pobreza y exclusión social	X													0
		Genera discriminación (género, étnia, discapacidad)	X													0
		Ocurrencia de epidemias	X													0
		Otros														
	Seguridad ciudadana	Asesinatos y crímenes	X													0
		Delincuencia organizada	X				4					8				32
		Delincuencia común	X				4					8				32
		Conflictos limítrofes	X													0
		Ocurrencia de guerra	X													0
		Ocurrencia de terrorismo	X													0
	Otros															
	Entorno político económico-social	Crisis política (pérdida democracia)	X				4					2				8
		Crisis gobernabilidad (alteración orden público)	X				4					2				8
		Crisis económica (empobrecimiento)	X				4					2				8
		Crisis social (conflictos entre pobladores)	X				4					2				8
		Otros														
	Manejo del ambiente	Destrucción de hábitats naturales.	X													0
		Radiación solar intensa	X													0
		Descarga de sólidos y líquidos a cuerpos de agua	X				4					4				16
		Descarga de partículas sólidas al aire	X				0					2				0
		Contaminación por ruido superior a 90 DB	X													0
		Contaminación de suelos	X				4					2				8
		Sobreexplotación de recursos naturales	X				4					2				8
		Desertificación	X													0
		Incendios forestales	X													0
	Otros															
Accidentes	Fallas industriales y tecnológicas	X													0	
	De transporte aéreo, acuático y terrestre	X													0	
	Derrame de productos petroleros	X													0	
	Depósitos industriales y químicos	X													0	
	Colapso de estructuras	X							8		2				16	
	Explosiones	X				4					2				8	
	Centrales eléctricas, térmicas y geotérmicas.	X													0	
	Oleoductos	X													0	
	Coheterías	X													0	
	Urbanización desordenada	X							8			8			64	
	Edificios, ruinas, monumentos abandonados	X				4					2				8	
	Otros															
Factor	Escala	Descripción													304	
Amenaza	Nula	No apreciable														
	Mínima	Visible, sin importancia para la estabilidad del sistema														
	Moderada	Alteración notable, pero en un ámbito reducido														
	Severa	Alteración notable, extensa consecuencias dañinas y mortales														
Vulnerabilidad	Baja	Población es afectada en forma mínima, no existe peligro de muerte.														
	Media	Población es afectada focalmente, existe peligro de muerte.														
	Alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte.														
	Extrem. Alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte, sin capacidad de recuperación.														
Escala de decisión Riesgo (puntos de riesgo)	Bajo	menor 400 (Se acepta el proyecto con medidas mitigación)														
	Medio	mayor de 401 hasta 1000 (Reformular el proyecto)														
	Alto	mayor de 1000 (Se rechaza el proyecto, reformularlo)														

Fuente: elaboración propia

2.1.27. Impactos deducidos del estudio.

2.1.27.1. Ruidos y vibraciones

El proceso de movimiento de tierra, acopio de materiales y construcciones anexas, implican un movimiento de maquinarias que trae aparejado, de no preverse las condiciones y horarios adecuados, niveles de ruidos y vibraciones que pueden sobrepasar las tolerancias previstas en la normativa vigente.

2.1.27.2. Emisión de material particulado

Las operaciones de excavaciones (cimientos, etc.) y los movimientos de tierra, así como los eventuales movimientos y/o acopio temporario de material, provocan la emisión de partículas al aire, emisión que es variable en función de las condiciones de trabajo.

2.1.27.3. Contaminación atmosférica

Las condiciones relacionadas con la emisión de contaminantes al aire son de efectos similares al anterior, debiéndose considerar fundamentalmente las emisiones producidas por las fuentes móviles (vehículos automotores), pinturas, solventes, etc.

2.1.27.4. Generación de empleo

Durante esta etapa, y para la realización de las obras, se ocupará una importante cantidad de mano de obra, la cual redundará en un impacto positivo.

2.1.27.5. Destrucción de suelo y erosión

Los movimientos de tierra necesarios para la ejecución de la obra, el movimiento de maquinarias, y las construcciones anexas, sumado a las características de los suelos del sector, provocan en mayor o menor grado destrucción del suelo superficial y erosión incipiente en épocas de lluvia. Deberán tomarse las medidas adecuadas para disminuir en lo posible estos efectos.

2.1.27.6. Proliferación de insectos, roedores, etc.

Como consecuencia de los trabajos a realizar durante la construcción de la obra, es esperable que se agudice este problema tanto en el área de ejecución como en alledaños.

2.1.27.7. Alteración del entorno

Dado que el área en la que se construirá la obra es de predominancia urbano residencial, las tareas inherentes a la construcción, generarán un cambio negativo moderado y transitorio de las condiciones originales del entorno.

2.1.27.8. Generación de residuos

Se generarán residuos de construcción los cuales incluirán escombros, materiales áridos, plásticos, papeles, cartones, maderas, y su acumulación puede llegar a interferir con los escurrimientos de agua pluvial así como constituirse en focos de proliferación de insectos, roedores y alimañas.

2.1.27.9. Ruidos

Estando en funcionamiento el sistema y dadas las características del mismo, es previsible que las emisiones de ruidos en el entorno, provenientes de fuentes móviles, se verán ligeramente aumentadas respecto a las condiciones originales.

2.1.27.10. Caudal pluvial evacuado y modificación de la red de drenaje

El sistema prevé un manejo adecuado de caudales de las aguas de origen pluvial provenientes de la obra en cuestión, mediante la ejecución y conexión de la red de drenaje al sistema colector, trayendo aparejado consecuencias positivas no sólo en la capacidad del volumen evacuado sino también en la calidad del agua.

2.1.27.11. Condiciones higiénico-sanitarias

Estas condiciones se verán notoriamente favorecidas fundamentalmente, por el tipo deservicio que prestará la obra (centro de atención primaria de la salud).

2.1.27.12. Generación de empleo

La operación de este centro de salud generará un alto impacto positivo y de carácter permanente, en lo que a este ítem se refiere.

2.1.27.13. Desarrollo sectorial y bienestar social de grupos familiares del área de influencia

Se verán altamente beneficiados por la creación de este nuevo lugar de asistencia a los residentes del sector, generando condiciones favorables para el desarrollo urbano médico del mismo, sanitarias, mejorando incluso la situación residencial de la zona.

2.1.27.14. Modificación del entorno e incorporación de otros componentes al paisaje

Dado que el sector de emplazamiento de la obra está extensamente urbanizado, que el predio en el cual se ejecutará es un espacio cuya capacidad no está absolutamente aprovechada, y que el diseño de la obra es estéticamente agradable, mejorará las condiciones paisajísticas del entorno.

2.1.27.15. Accesibilidad

La operación de las instalaciones generará un cambio en las condiciones de transitabilidad del sector tanto vehicular como peatonal.

2.1.27.16. Generación de residuos

El funcionamiento de este centro de salud producirá residuos patógenos.

2.1.28. Medidas de compensación y de atenuación de impactos ambientales a incorporar en la obra.

2.1.28.1. Ruidos, vibraciones y emisión de material particulado

Las tareas a realizar en esta etapa y que impliquen generación de ruidos y vibraciones deberán ser ejecutadas durante el día, fuera de los horarios de descanso, a fin de minimizar los efectos negativos de los ruidos y vibraciones producidos.

El equipamiento a utilizar en la etapa de construcción deberá ser aprobado por la Inspección de obra, en función de permitir una menor emisión de partículas al aire, así como de ruidos y vibraciones.

Los movimientos de tierra se deberán adoptar las medidas necesarias a los efectos de prever las condiciones en que se efectuarán, el tipo de material a extraer, así como la forma y el lugar al que será transportado y dispuesto el mismo, minimizando la emisión de material particulado. Se deberá cumplir que:

El material extraído de las excavaciones, se mantendrá acopiado a fin de evitar su desparramo y permitir el tránsito peatonal.

- Fuera de los horarios de trabajo las zanjas permanecerán tapadas con madera o planchas metálicas.
- Las excavaciones deberán mantenerse cercadas de modo de evitar el ingreso de personas ajenas a la obra.
- El material sobrante producto de las excavaciones deberá trasladarse a un lugar adecuado, conforme lo disponga la Inspección.

La eventual instalación de máquinas fijas (mezcladoras, etc.), deberá hacerse en lugares lo más alejados posible de las viviendas, y tomando las

precauciones necesarias, a fin de minimizar los efectos negativos producidos por ruidos y/o material particulado.

2.1.28.2. Generación de residuos

La gestión de los residuos generados (tratamiento y disposición final), deberá realizarse acorde a lo establecido en la Ordenanza Municipal y sus reglamentaciones.

2.1.28.3. Seguridad laboral

Los trabajos de excavación necesarios para ejecutar las estructuras correspondientes, deben realizarse con todos los elementos necesarios para este tipo de tareas, a fin de evitar desmoronamientos en la obra o a terceros.

Se deberán colocar defensas, barreras y barandas metálicas, en los lugares que indique la Inspección a fin de minimizar los riesgos de accidentes.

Durante la realización de los trabajos, el contratista deberá señalar debidamente la zona de trabajo.

2.1.28.4. Alteración del entorno

La reposición de suelo extraído o faltante debe ejecutarse de manera tal de restituir el terreno a sus cotas originales o a las cotas indicadas por la Dirección de Obras Viales en el sector.

Caudal Pluvial evacuado

También se deberá considerar la reposición de los albañales (desagües pluviales individuales) que se hubieran roto por la ejecución de la obra, debiendo proveerse los mismos en, por lo menos, igual calidad de materiales y ejecución que la que se encontraba originalmente.

Deberán adoptarse todas las previsiones necesarias a fin de asegurar el correcto drenaje de las aguas superficiales de la zona, con el objeto de permitir la ejecución de las obras.

2.1.28.5. Accesibilidad

Toda vez que sea necesario interrumpir el libre tránsito público de vehículos, y toda vez que sea necesario ocupar la calzada para la ejecución de los trabajos, se deberá construir o habilitar vías provisionales laterales o desviar la circulación por caminos auxiliares, los que deberán ser autorizados previamente y adecuados de manera tal que se alteren lo mínimo posible las condiciones ambientales originales del sector.

2.1.28.6. Ruidos

Los trabajos de suministro de insumos y servicios necesarios para el funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones deberán realizarse en horario diurno, respetando las horas de descanso, a efectos de minimizar los impactos producidos por ruidos y /o vibraciones.

2.1.28.7. Caudal pluvial evacuado y modificación de la red de drenaje

Se deberán garantizar los trabajos de mantenimiento a fin de asegurar el eficiente funcionamiento de los sistemas de drenaje con que cuenta el edificio.

2.1.28.8. Proliferación de insectos, roedores

Se deberá prever un estricto plan de desinsectación y desratización periódica del sector, a los fines de que no se constituya, en foco de proliferación de insectos y roedores.

Será necesario realizar un estricto mantenimiento de las condiciones higiénicas, controlando eventuales volcamientos de residuos sólidos en el área.

2.1.29. Conclusiones

El impacto ambiental que causará la construcción de la obra es levemente negativo, garantizándose con las medidas previstas de mitigación un control efectivo de las condiciones ambientales tanto durante la ejecución de la obra propuesta como durante el funcionamiento de la misma.

A su vez, la operación del sistema redundará en efectos altamente beneficiosos para la zona y su área de influencia, tanto en el aspecto médico-asistencial como en los aspectos ambientales relacionados con, desarrollo sectorial, revalorización de bienes inmuebles, socioeconómicos y paisajísticos no solo del edificio puesto en valor, sino de todo el entorno urbanístico en el cual se encuentra insertado.

2.2. Diseño y planificación del camino que conduce al Centro universitario de sur-occidente, CUNSUROC

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto se ejecutará en el Centro Universitario del Suroccidente - CUNSUROC-; situadas en el Boulevard Universitario, 0-20, zona 02, Mazatenango, Suchitepéquez.

Con el acceso se permitirá que estudiantes de fuera de la cabecera departamental tengan facilidad de ingresar al centro, ya que la ubicación del segundo acceso está ubicada sobre la CA-2; no habrá necesidad de entrar a Mazatenango para ingresar al Centro. La pavimentación tendrá una longitud de 945.80 m.

2.2.2. Preliminar de campo

El objetivo de este primer trabajo topográfico es el de delimitar por medio de estacas, clavos y marcas con pintura; de esta manera se pueden localizar puntos estratégicos para determinar los linderos y calles intermedias en la poligonal, es importante mencionar que este debe hacerse en conjunto con personas de la localidad.

Es recomendable que este procedimiento se realice de preferencia en las primeras horas del día.

2.2.3. Levantamiento topográfico

Los levantamientos para vías terrestres se hacen comúnmente por deflexiones medidas hacia la derecha o hacia la izquierda desde la prolongación de las líneas, para ello se utiliza el método de doble deflexión, que generalmente es usado en los levantamientos para curvas circulares, como es nuestro caso, lo que se busca es el ángulo que se forma entre un alineamiento y la prolongación del alineamiento anterior.

2.2.3.1. Planimetría

Los levantamientos planimétricos tienen por objetivo determinar las coordenadas planas de puntos en el espacio, para representarlos en una superficie plana.

Las distancias con que se trabaja y que se marcan en planos, siempre son horizontales. Por tanto, las distancias, siempre que se pueda, se miden horizontales o se convierten a horizontales con datos auxiliares para realizar la planimetría se utilizo el teodolito y se desarrollo el método de doble deflexiones.

2.2.3.2. Descripción del método

1. Se centra y nivela el teodolito en la estación inicial (E0), y se coloca un norte para $0^{\circ}0'0''$. Se libera el movimiento azimutal, y se barre a la estación siguiente (E1), se cierra el movimiento azimutal y se busca con el tangencial hasta que el hilo vertical de la retícula coincida con el hilo vertical de la plomada. Para finalizar se toma la distancia y se registra. Se traslada a E1.

2. Se centra y nivela el teodolito en E1, se coloca el aparato en 0°0'0", y se procede a buscar la estación anterior (E0) con lente invertido (movimiento general abierto y el azimutal cerrado), se cierra el movimiento general y se afina con el tangencial hasta que el hilo vertical de la retícula coincida con el hilo vertical de la plomada. Al ya tener esto se da vuelta de campana se abre el movimiento azimutal y se barre a estación siguiente (E2), se cierra el movimiento general y se afina con el tangencial y se registra la deflexión simple.

Se abre el general y se observa la estación de atrás, el lente esta en posición directa, se cierra el movimiento general y se afina con el tangencial. Al ya tenerlo se da vuelta de campana, en ese momento el lente esta en posición inversa, se abre el movimiento azimutal y se barre a E2, se cierra el movimiento general y se afina con el tangencial y se registra la deflexión doble, la cual al dividirla entre dos se obtiene la deflexión real.

Tabla XIX. **Libreta topográfica**

EST	P.O.	AZIMUT			Angulo	Distancia
		G	M	S		
0	1	189	28	50	189.481	191.50
1	2	182	46	0	182.767	76.30
2	3	161	57	40	161.961	37.80
3	4	135	16	30	135.275	137.50
4	5	151	11	10	151.186	31.50
5	6	160	49	0	160.817	91.10
6	7	152	30	18	152.505	65.00
7	8	145	31	30	145.525	56.50
8	9	118	33	20	118.556	71.50
9	10	107	45	10	107.753	54.20
10	11	103	58	10	103.969	72.60
11	12	104	7	30	104.125	60.30

Fuente: elaboración propia

2.2.3.3. Altimetría

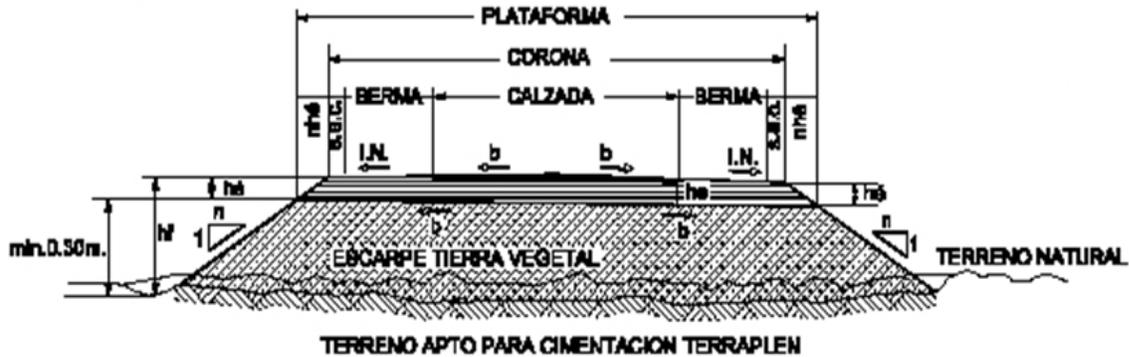
Se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos.

2.2.3.4. Sección transversal

La sección transversal de una carretera en un punto de esta, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

La sección transversal de una carretera es la vista idónea para definir perfectamente los diferentes elementos que la componen: plataforma, calzada, carriles, berma, mediana, cuneta, etc. Básicamente la sección transversal proporciona información acerca de dos importantes aspectos de la vía; su anchura y su pendiente transversal.

Figura 34. Componentes de la sección transversal



Fuente: guía de diseño geométrico

2.2.4. Cálculo topográfico preliminar

2.2.4.1. Cálculo planimétrico

Anteriormente definíamos la planimetría como la disciplina que estudiaba o representaba según las dos dimensiones de proyección sobre el plano X e Y, obviando la coordenada de altura o z, la cual era objeto de estudio por una parte en la altimetría o nivelación de forma unitaria y conjuntamente con las anteriores coordenadas X e Y, en la taquimetría.

El método de doble deflexiones se usa sobre todo en el levantamiento de poligonales abiertas, y en los levantamientos con propósito de desarrollar curvas circulares posteriormente, tal el caso de carreteras.

2.2.4.2. Cálculo altimétrico

Para determinar la tercera coordenada (h), perpendicular al plano de referencia, se realizó una nivelación topográfica para encontrar el desnivel entre dos puntos a la elevación de un punto con respecto a otro con una sola puesta de aparato, considerando que la distancia entre los puntos no sea mayor a 200 metros y el desnivel entre ellos no sea mayor a la longitud del estadal.

El equipo auxiliar para realizar una nivelación es el estadal que consiste de una regla graduada de 4 metros de longitud que puede ser abatible a 2 o 1 metro este puede ser de manera fibra de vidrio o de aluminio. El estadal está graduado en metros, decímetros, centímetros y milímetros.

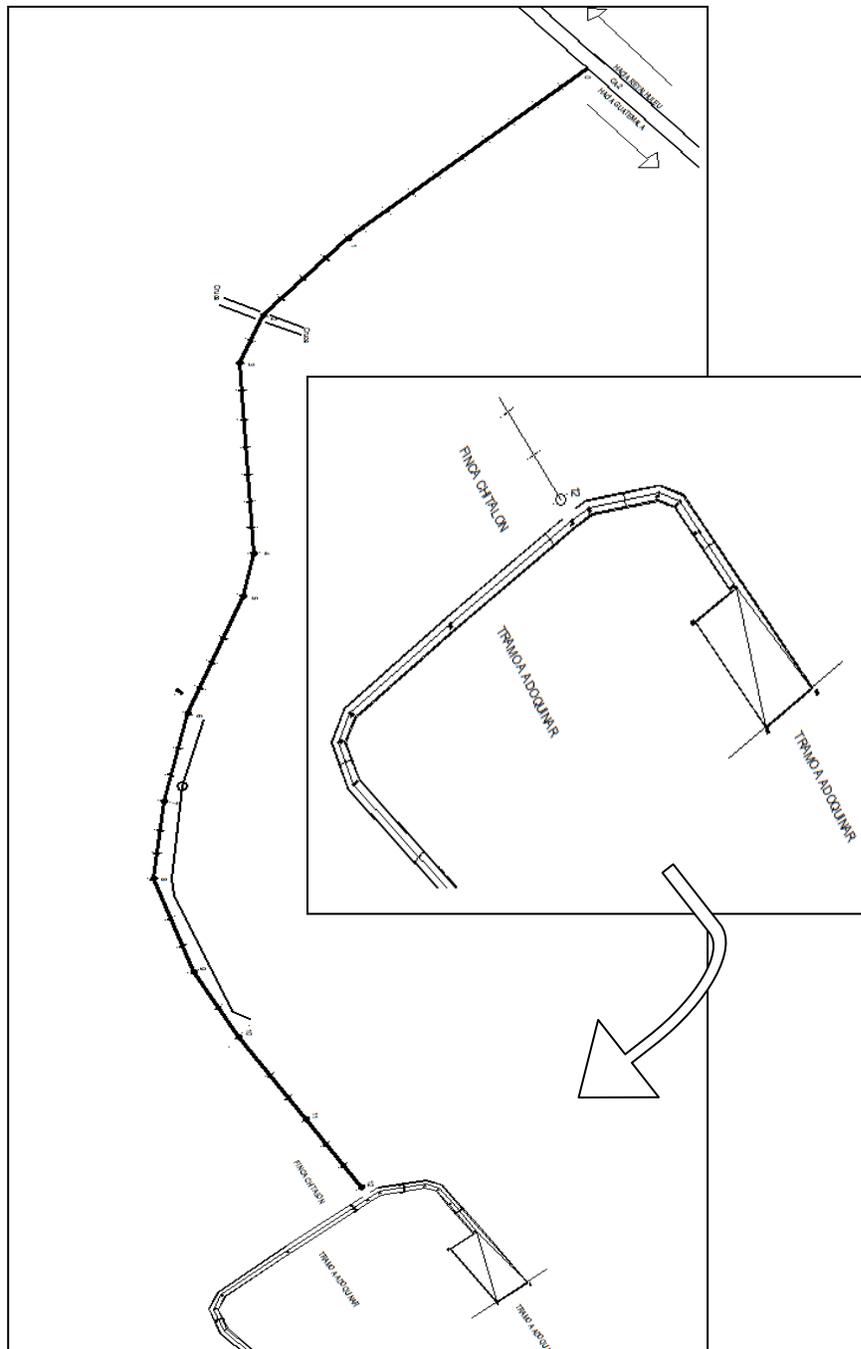
Es necesario tener la altura del instrumento, se realiza la lectura atrás, colocando el estadal en un punto de elevación conocida y identificándola con el signo positivo, se procede a realizar la lectura delante, colocando el estadal sobre un punto de elevación desconocida y se indica con el signo negativo.

El desnivel entre dos puntos se calcula restando las lecturas de los estadales colocados en los puntos sin importar su elevación. La elevación o cota de un punto se puede calcular, restando la lectura del estadal colocado en punto de elevación desconocida a la altura del instrumento.

2.2.4.3. Representación gráfica

Las poligonales abiertas constan de una serie de líneas unidas, estas no regresan al punto de partida ni cierran en un punto con igual o mayor exactitud, los ángulos de deflexión se miden ya sea a la derecha (positivo) o hacia la izquierda (negativo), a partir de la prolongación de la línea atrás y hacia la estación de adelante. Los ángulos de deflexión son siempre menores de 180° .

Figura 35. Dibujo preliminar



Fuente: elaboración propia

2.2.5. Diseño de localización

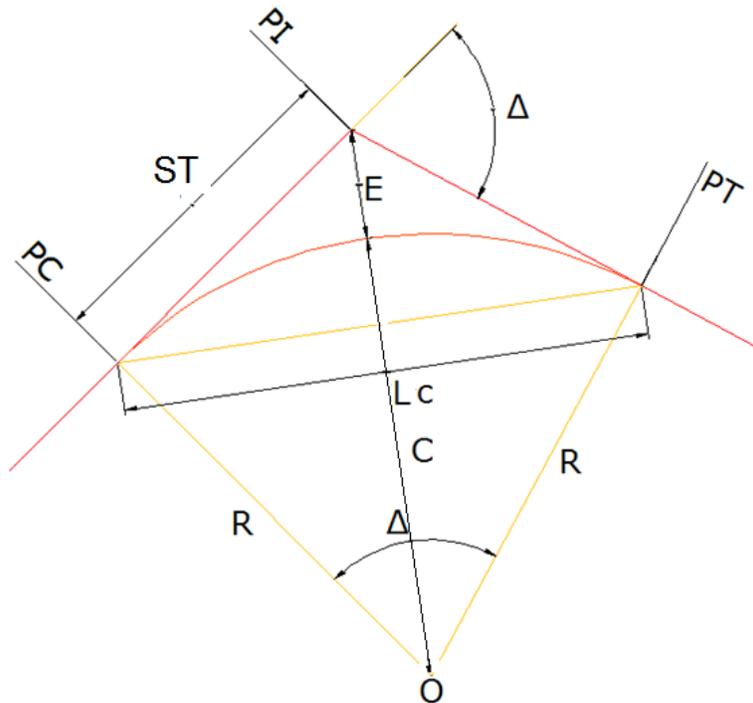
2.2.5.1. Diseño horizontal

El diseño horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y las curvas, sean estas circulares o de transición. El establecimiento del alineamiento horizontal depende de la topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales.

2.2.5.2. Curva horizontal

La planta de una vía al igual que el perfil de la misma está constituida por tramos rectos que se empalman por medio de curvas. Estas curvas deben tener características tales como la facilidad en el trazo, economía en su construcción y regirse a un diseño acorde a indicaciones técnicas. Estas se calculan y se proyectan según las especificaciones del camino y requerimientos de la topografía.

Figura 36. Elementos de la curva horizontal



Fuente: elaboración propia

PC = punto comienzo de curva

PT = punto término de curva

PI = punto de intersección de 2 alineamientos

ST = sub tangente de curva

R = radio de la curva

Lc = longitud de curva, distancia desde el Pc al Pt

G° : ángulo central que subtiende un arco de 20m.

E = externa, distancia desde el PI al punto medio de la curva

Cm = cuerda máxima.

Om: ordenada media es la distancia entre el punto medio de la curva a el punto medio de la cuerda máxima.

Δ = ángulo central de la curva, que es igual al ángulo de deflexión entre los dos alineamientos rectos y se puede calcular por la diferencia del azimut de llegada y el de salida.

De donde:

$$R = \frac{1145.9156}{G} = R = \frac{20 * 360}{2\pi G}$$

$$Lc = \frac{20 * \Delta}{G}$$

$$E = R * \left(\text{Sec} \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$$

$$Cm = 2R * \left(\text{Sen} \frac{\Delta}{2} \right)$$

$$OM = R \left(1 - \text{Cos} \frac{\Delta}{2} \right)$$

$$T = R * \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$PC_1 = POT + Tg_1$$

$$PT_1 = PC_1 + Lc_1$$

Para resolver de la siguiente manera:

Según las características geométricas de la carretera diseñada, se tiene que el R mínimo es de la curva es de 47, ya que es una carretera tipo E, ondulada.

$$R = \frac{1145.9156}{G} = G = \frac{1145.9156}{47} = 24.38 \text{ mts.}$$

El PC= 0+188.09

El valor Δ es 6'42'50"

$$St = 47 * \tan \frac{6'42'50}{2} = 2.756 \text{ m.}$$

Por lo tanto la Lc, longitud de curva es de

$$Lc = \frac{20 * 6'42'50''}{24.38} = 5.5077$$

$$Cm = 2(24.38) * \left(\text{Sen} \frac{6'42'50''}{2} \right) = 2.855 \text{ m.}$$

$$OM = 47 \left(1 - \text{Cos} \frac{6'42'50''}{2} \right) = 0.080 \text{ m.}$$

$$E = 47 * \left(\text{Sec} \frac{6'42'50''}{2} - 1 \right) = 0.081 \text{ m.}$$

El estacionamiento principales será:

$$\text{Est. PT} = \text{Est. PC} + Lc = 0+ 193.5987$$

2.2.6. Proyección vertical longitudinal

Si se proyecta sobre un plano vertical el desarrollo del eje (línea central) de la carretera, se obtiene el alineamiento vertical o perfil. En esta proyección se representa el perfil del terreno natural y el perfil del eje de la carretera, el cual se llama subrasante.

En el alineamiento vertical, todas las distancias se miden horizontalmente y todas las ordenadas desde las tangentes a la curva se miden verticalmente, así la longitud de una curva vertical es su proyección horizontal, siendo despreciable el error que resulta de esta suposición en la práctica.

La proyección vertical longitudinal está compuesta por tangentes y curvas.

2.2.6.1. Tangentes verticales

La longitud de una tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente; la pendiente de la tangente es la relación entre la diferencia de nivel y la distancia horizontal entre dos puntos de la misma, expresándose en porcentaje.

2.2.6.1.1. Clasificación de las pendientes

- Pendiente gobernadora

Se le llama así a la pendiente media; teóricamente, se le puede dar a la línea subrasante para salvar un desnivel determinado, en función de las características del tránsito y de la configuración del terreno; para cada caso, la mejor pendiente gobernadora será aquella que permita obtener el menor costo de construcción, operación y mantenimiento.

- Pendiente máxima

La pendiente máxima se emplea para salvar ciertos obstáculos con economía en el movimiento de tierras, pero la longitud en la que se aplique no deberá de ser mayor que la longitud crítica.

Según las características geométricas de la presente pavimentación, la pendiente máxima que deberá utilizarse es del 8 %, según las características geométricas, “tipo E”, llana.

- Pendiente mínima

Esta pendiente se fija para permitir un drenaje adecuado. En los tramos en relleno puede ser nula, pero en los tramos en corte se recomienda usar 0.5% para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas.

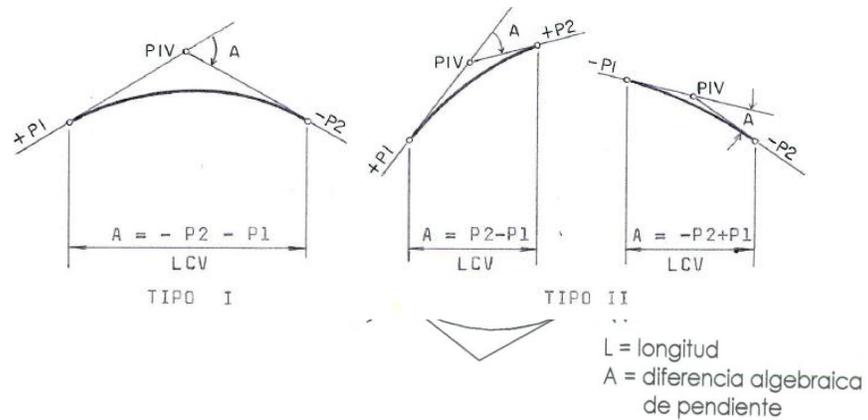
2.2.7. Curva vertical

Tiene por objeto suavizar los cambios en el alineamiento vertical; en su longitud se ha de efectuar el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada, a la de tangente de salida, debiendo dar por resultado un camino de operación segura y confortable, agradable apariencia y características adecuadas de drenaje.

Generalmente, la curva vertical es el arco de una parábola, ya que se adapta bien al cambio gradual de dirección y permite el cálculo rápido de las elevaciones sobre la curva. Cuando las dos pendientes forman una especie de colina, la curva se llama convexa y cuando forman una depresión se llama cóncava.

Figura 37. Tipos de curva vertical

Curva Convexa o Cresta



Fuente: Castelan Sayago, Eduardo Trazo y diseño de una Carretera.

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales
 PCV: Punto en donde comienza la curva vertical
 PTV: Punto en donde termina la curva vertical
 PSV: Punto cualquiera sobre la curva vertical
 p1: Pendiente de la tangente de entrada, en m/m
 p2: Pendiente de la tangente de salida, en m/m
 A: Diferencia algebraica de pendientes
 L: Longitud de la curva vertical, en metros
 K: Variación de longitud por unidad de pendiente (parámetro)
 x: Distancia del PCV a un PSV, en metros
 p: Pendiente en un PSV, en m/m
 p': Pendiente de una cuerda, en m/m
 E: Externa, en metros
 F: Flecha, en metros
 T: Desviación de un PSV a la tangente de entrada, en metros
 Zo: Elevación del PCV, en metros
 Zx: Elevación de un PSV, en metros

La distancia de parada sobre una alineación recta de pendiente uniforme, se calcula mediante la expresión:

$$Dp = \frac{V * tpr}{3.6} = \frac{v^2}{254 * (f \pm i)}$$

Donde:

Dp: Distancia de Visibilidad de Parada(m)

V: Velocidad de diseño de la carretera (Kph)

tpr: Tiempo de percepción + reacción (seg)

f: Coeficiente de fricción, pav. Húmedo

i: Pendiente longitudinal (decimal)

+i = Subida respecto al sentido de circulación

- i = Bajada respecto al sentido de circulación

Tabla XX. **Valores de coeficiente de fricción y tiempo de percepción en función de la velocidad**

V	F	Tpr (s)
25	0.536	3
30	0.528	3
35	0.52	3
40	0.512	3
45	0.504	3
50	0.496	3
60	0.48	2.833
70	0.464	2.666
80	0.448	2.5
90	0.432	2.333
100	0.416	2.167
110	0.4	2

Fuente: Castelán Sayago ,Trazo y diseño de una Carretera,

El diseño de la pavimentación, según las características geométricas, para carretera tipo E, llana, la distancia de visibilidad de parada mínima es de 65 metros, y la recomendada es de 75 metros.

2.2.7.1. Cálculo para las curvas verticales

Para calcular las longitudes de las curvas verticales se utilizó la siguiente fórmula:

$$L = A \times K$$

Donde:

L= Longitud mínima de la curva vertical; A= Diferencia algebraica de pendientes;

K= Constante que depende de la velocidad de diseño.

Tabla XXI. Valores de la constante K

Velocidad KPH	Valores de K, según curva	
	CÓNCAVA	CONVEXA
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
110	81	43
120	104	50

Fuente: Castelan Sayago, Eduardo, Trazo y diseño de una Carretera,

La velocidad de diseño para la carretera del presente proyecto es de 40 km/h según el tipo de carretera y el TPDA.

Por lo tanto los valores de K correspondientes para curva ya sea cóncava o convexa son:

Para cóncava es: 6, y convexa: 4.

La diferencia algebraica entre las pendientes en mención es de: $-8.33 - (-4.636) = -3.69\%$. El cambio máximo de pendiente permitido es de 8 % (de especificaciones).

2.2.7.2. Criterios para el diseño de curvas verticales

Para determinar la longitud de la curva vertical se aplican varios criterios:

2.2.7.3. Criterio de comodidad

Se aplica en curvas verticales cóncavas, en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección, se suma el peso propio del vehículo; su cálculo es:

$$K = \frac{L}{A} > \frac{V^2}{395}$$

Donde

K = Relación entre la longitud de la curva y la diferencia algebraica de pendientes, V la velocidad del vehículo.

V = velocidad del vehículo

2.2.7.4. Criterio de apariencia

Se aplica al proyecto en 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:

$$K = \frac{L}{A} \geq 30$$

2.2.7.5. Criterio de drenaje

Se aplica al proyecto en curvas verticales cóncavas o convexas cuando están en corte. La pendiente en cualquier punto de la curva debe ser tal que el agua pueda escurrir fácilmente. La AASHTO ha determinado:

$$K = \frac{L}{A} \leq 43$$

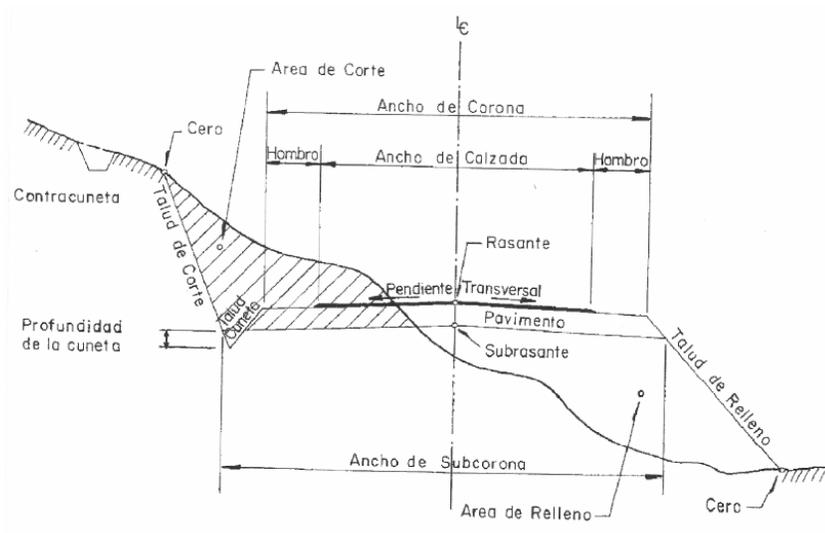
2.2.7.6. Criterio de seguridad

Se aplica al proyecto en curvas verticales cóncavas o convexas. La longitud de curva debe ser mayor o igual a la distancia de visibilidad de parada. Distancia de visibilidad de parada, es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria. Se considera obstáculo aquél de una altura igual o mayor a 0.15 m, estando situados los ojos del conductor a 1,15 m, sobre la rasante del eje de su pista de circulación.

2.2.8. Secciones transversales

La sección transversal de una carretera se concibe como la solución a los diferentes estudios que engloban aspectos relativos a la capacidad de la vía, a su seguridad y a su coste económico. Se describirán los elementos de la sección transversal normalizando sus dimensiones e inclinaciones, donde sea procedente.

Figura 39. Sección transversal en tangente



Fuente: Castelan Sayago, Trazo y diseño de una Carretera.

2.2.8.1. Elementos de una sección transversal

- Corona: es la superficie de la carretera que queda comprendida entre las aristas del relleno y/o las interiores de las cunetas. Los elementos que definen la corona son: la rasante, la pendiente transversal, el ancho de calzada y los hombros.

- Rasante: es la línea que se obtiene al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo de la corona del camino. En la sección típica está representada por un punto.
- Pendiente transversal: es la pendiente que se da a la corona en dirección perpendicular al eje de la carretera.
- Bombeo: es la pendiente que se le da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal con el objeto de facilitar el escurrimiento superficial del agua. Un bombeo apropiado será aquel que permita un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente para que el conductor no experimente incomodidad o inseguridad. Los siguientes son los valores recomendables según el tipo de superficie:

Tabla XXII. **Valores del bombeo dependiendo la superficie**

TIPO DE SUPERFICIE DE RODAMIENTO	CONDICION	BOMBEO
Superficie de concreto hidráulico o asfáltico tendido con extendedoras mecánicas	Muy Buena	1.0% a 2.0%
Superficie de mezclas asfálticas tendidas con conformadoras. Carpetas de riego asfáltico.	Buena	1.5% a 3.0%
Superficie de tierra o grava	Regular a mala	2.0% a 4.0%

Fuente: Ocampo Rodríguez, Hugo Normas de diseño geométrico, sección transversal,.

- Peralte o sobreelevación: Es la inclinación que se le da a la corona de una carretera en los tramos en curva del alineamiento horizontal para

contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre un vehículo en movimiento.

- Transición del bombeo al peralte: en el alineamiento horizontal, al pasar de un tramo en tangente a otro en curva, se requiere cambiar la pendiente de la corona desde el bombeo hasta el peralte que le corresponde a la curva.
 - o Distancia de bombeo: en esta distancia se hace girar el carril contrario al sentido de la curva desde el bombeo correspondiente a la tangente hasta 0%.
 - o Distancia de transición: esta distancia puede ser la espiral de transición, en ella se continúa girando el carril hasta ser colineal con el otro carril, aplicándose luego el giro a toda la sección hasta alcanzar el peralte que le corresponde a la curva.

- Ancho de calzada en tangente: este ancho se determina después de establecer el nivel de servicio al final del periodo de diseño de la carretera; con este dato y los estudios económicos de la región, se puede determinar el ancho y el número de carriles necesarios, de tal manera que el volumen de tránsito al final del periodo de diseño no exceda el volumen correspondiente al nivel de servicio previamente establecido. Los anchos de carril usados actualmente son de 2.75 m, 3.00 m, 3.25 m y 3.60 m, proyectándose los anchos de calzada con dos, tres o más carriles.

- Ancho de calzada en curva: Cuando un vehículo circula por una curva del alineamiento horizontal, ocupa un ancho mayor que cuando circula en tangente. Ello es debido a que las ruedas traseras del vehículo siguen una trayectoria distinta a la de las ruedas delanteras y a que los conductores tienen, generalmente, dificultad en mantener su vehículo en el centro del carril correspondiente, por lo que se necesita proporcionar un ancho adicional a la calzada respecto al ancho en tangente, llamándosele sobreaño a este ancho adicional.

- Hombros: se le llama así al área o superficie adyacente a ambos lados de la calzada. Tiene como ventajas principales que:
 - o Protegen contra la humedad y posibles erosiones a la calzada y le proporciona mejor confinamiento al pavimento.
 - o Proporcionan seguridad al usuario de la carretera, al tener a su disposición un ancho adicional fuera de la calzada para eludir accidentes potenciales o reducir su severidad y para estacionamiento de vehículos en casos obligados.
 - o Le dan mejor apariencia a la carretera y facilitan los trabajos de conservación.

- Subcorona: es la superficie que limita a la terracería y sobre la que se apoyan las capas del pavimento; entendiéndose por terracería al volumen de material que hay que cortar o rellenar para formar el camino hasta la subcorona.

- Subrasante: se refiere a la proyección del eje de la subcorona en el alineamiento vertical. Es la línea que se presenta en el diseño vertical; en la sección transversal está representada por un punto.

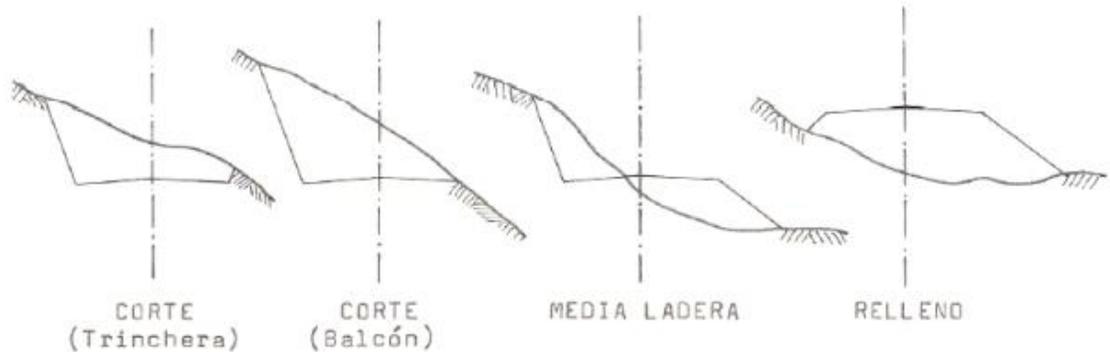
- Cunetas: las cunetas son canales que se construyen a ambos lados y paralelamente a la carretera, con el fin de drenar el agua de lluvia que cae sobre la misma y sobre las aéreas de los taludes. La sección transversal de las cunetas es variable siendo las más comunes las formas triangulares, trapezoidales y cuadradas. La pendiente longitudinal de las cunetas generalmente es la misma de la carretera, pero puede variarse si las condiciones de drenaje así lo requieren.

- Contracunetas: son canales que se construyen en uno o en ambos lados de la carretera, paralelamente a ella y fuera de los límites de construcción, con el fin de drenar el agua de lluvia que cae sobre las áreas contiguas a dichos límites.
- Rodadura: es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno o más carriles, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.
- Partes complementarias: son aquellos elementos de la sección típica que se usan ocasionalmente y que sirven para mejorar la operación y conservación de las carreteras. Esos elementos son los bordillos, banquetas y fajas separadoras (arriates). Las defensas y los dispositivos para el control del tránsito también pueden considerarse como partes de la sección típica.

2.2.9. Cálculos para los movimientos de tierra

De acuerdo con la topografía, predominará un tipo de sección transversal que será típica para ese tramo, así, hay carreteras cuya sección está toda en corte y tramo, entonces se dice que esta en trinchera; otras veces, el tramo es de relleno y sección, y se dice que está en relleno. Cuando se combina transversalmente el corte y el relleno, la sección es en media ladera, y si está toda en corte, con el borde exterior de la subcorona coincidiendo con el terreno, la sección está en ladera o en balcón. Estos tipos de sección se muestran en la siguiente figura 40.

Figura 40. **Secciones transversales típicas**



Fuente: Castelan Sayago, Trazo y diseño de una Carretera.

El volumen de material que hay que cortar o rellenar para poder construir una carretera hasta la subcorona se le conoce como terracería; la subcorona es la superficie que limita la terracería y sobre la que se apoyan las capas del pavimento o estructura de la carretera.

La diferencia de cotas entre el terreno natural y la subcorona, define los espesores de corte o de relleno en el eje de la carretera. A los puntos intermedios en donde esta diferencia es nula, se les llama puntos de paso. A los puntos extremos de la sección transversal donde los taludes cortan al terreno natural se les llama ceros y a las líneas que los unen a lo largo de la carretera, líneas de pie de talud.

Para proyectos de carreteras ha sido práctica común utilizar taludes de corte y relleno que se han fijado de acuerdo con su altura, debido a que el cálculo del movimiento de tierras es estimativo; sin embargo, para la construcción de la carretera, el talud no se debe de fijar arbitrariamente, sino que se debe de tomar en cuenta la naturaleza del material que lo forma, por lo

que es necesario realizar estudios con el detalle suficiente, a fin de fijar de un modo racional, los taludes y los procedimientos de construcción.

Para proyectos los taludes usuales son los siguientes:

Tabla XXIII. **Inclinación de taludes**

TALUD DE CORTE			TALUD DE RELLENO		
h en m	Horizontal	Vertical	h en m	Horizontal	Vertical
0 a 3	1	1	0 a 3	1	1
3 a 7	1	2	+ de 3	1	2
+ de 7	1	3			

Fuente: Departamento de carreteras, Dirección general de caminos.

Los taludes son los planos inclinados de la terracería que delimitan los volúmenes de corte o relleno. El talud es la inclinación del parámetro de los cortes o de los rellenos, se expresa numéricamente por el recíproco de la pendiente.

El diseño de los taludes esta influenciado por diversas consideraciones, tales como la estabilidad estructural, las causas climáticas y la apariencia. La estabilidad del talud depende de la naturaleza del material que se ha encontrado y del método de construcción que se utilice.

Dibujada la sección, se procede a sacar las áreas, que pueden ser encontradas de las siguientes maneras:

- Por medio del planímetro.
- Descomposición en figuras, métodos geométricos o gráficos
- Método matricial (coordenadas)
- Autocad

Una vez obtenida el área, se procede a la cubicación, esto es, el cálculo de los volúmenes de corte y relleno.

2.2.10. Características de los suelos

El suelo es el soporte último de todas las obras de infraestructura, por lo que es necesario estudiar su comportamiento ante la perturbación que supone cualquier asentamiento antrópico, en el presente caso: una carretera.

Al igual que en la casi totalidad de las aplicaciones de la Mecánica de Suelos, los materiales de esa naturaleza que se utilizan en la construcción de pavimentos son de dos tipos claramente diferenciados. Los que se denominan materiales gruesos (arenas, gravas, fragmentos de roca) constituyen un primer grupo, siendo el segundo el formado por los suelos finos, cuyo arquetipo son los materiales arcillosos.

Los suelos están formados por gran cantidad de elementos de composiciones mineralógicas diversas, así como también por diversos tamaños y formas, constituyendo la estructura del suelo; es decir, la estructura es la distribución y orden de las partes de un cuerpo. Para el presente estudio se deben distinguir tres tipos de estructuras: granular, aplanada y floculenta.

La estructura granular es propia de los suelos integrados por recios granos, aunque presente diferente magnitud, sin ningún otro enlace más que el que les proporciona la gravedad para que cada partícula individual descansa en los puntos de contacto con las partículas vecinas. La estructura granular es típica de las gravas y arenas.

La estructura aplanada es típica de los suelos limosos, los cuales fueron depositados en agua, arreglándose las partículas unas con otras para formar arcos con grandes espacios vacíos, como los dejados por los paneles de abejas.

La estructura floculenta es un arreglo complejo de partículas muy finas de arcilla depositadas en agua.

Tabla XXIV. **Clasificación de los materiales según A.8.T.M**

Clasificación de los materiales según la A.S.T.M.	
Arena gruesa	Entre 0.25 y 2.0 mm
Arena fina	Entre 0.05 y 0.25 mm
Limo	Entre 0.005 y 0.05 mm
Arcilla	Entre 0.001 y 0.005 mm
Arcilla coloidal	Menores a 0.001mm

Fuente: Crespo Villalaz. Mecánica de Suelos y Cimentaciones. 78 p.

2.2.11. Evaluación del tipo de suelo

. Los indicadores disponibles para evaluar la calidad de suelo pueden variar de localidad a localidad dependiendo del tipo, uso, función y factores de formación del suelo. La identificación efectiva de indicadores apropiados para evaluar la calidad del suelo depende del objetivo que debe considerar los múltiples componentes de la función del suelo, en particular, el productivo y el ambiental. La identificación es compleja por la multiplicidad de factores químicos, físicos y biológicos que controlan los procesos biogeoquímicos y su variación en intensidad respecto del tiempo y espacio.

2.2.11.1. Indicadores físicos

Las características físicas del suelo son una parte necesaria en la evaluación de la calidad de este recurso porque no se pueden mejorar fácilmente. Las propiedades físicas que pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad del suelo son aquellas que reflejan la manera en que este recurso acepta y retiene; así como las limitaciones que se pueden encontrar en el crecimiento de las raíces, la infiltración o el movimiento del agua dentro del perfil y que además estén relacionadas con el arreglo de las partículas y los poros. La estructura, densidad aparente, estabilidad de agregados, infiltración, profundidad del suelo superficial, capacidad de almacenamiento del agua y conductividad hidráulica saturada, son las características físicas del suelo que se han propuesto como indicadores de su calidad.

Tabla XXV. **Indicadores físicos de los suelos**

Propiedad	Relación con la condición y función del suelo	Valores o unidades relevantes para su evaluación
Textura	Retención y transporte de agua y compuestos químicos; erosión del suelo.	% de arena, limo y arcilla; pérdida del sitio o posición del paisaje.
Profundidad del suelo superficial	Estima la productividad potencial y la erosión	Cm o m
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lavado; productividad y la erosión.	cm de agua/hora y g/cm ³
Capacidad de retención de agua	Relación con la retención de agua, transporte, y erosión; humedad aprovechable, textura y materia orgánica.	% (cm ³ /cm ³), cm de humedad aprovechable/30 cm; intensidad de precipitación.
Materia orgánica (N y C total)	Define la fertilidad del suelo; estabilidad; erosión.	Kg de C o N ha ⁻¹

Fuente: Criterios de calidad de suelo agrícola.

2.2.12. Estudio de suelos

En el diseño de pavimentos, es fundamental conocer algunas propiedades de los suelos que permiten conocer sus características generales y sus comportamientos. Algunas de estas propiedades se obtienen mediante las pruebas que se describen a continuación:

2.2.12.1. Ensayo de granulometría

El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso sirve para discernir sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compacto. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Para el conocimiento de composición granulométrica de un determinado suelo existen diferentes procedimientos.

Para clasificar por tamaño las partículas gruesas el procedimiento más expedito es el de tamizado. Sin embargo, al aumentar la finura de los granos, el tamizado se hace cada vez más difícil, teniendo entonces que recurrir a procedimientos por sedimentación.

El tamiz es la herramienta fundamental para efectuar este ensayo; se trata de un instrumento por un marco rígido al que se halla sujeta una malla caracterizada por un espaciado uniforme entre hilos, denominado abertura o luz de malla, a través del cual se hace pasar la muestra de suelo a analizar.

Se emplea una serie normalizada de tamices de malla cuadrada y abertura decreciente, a través de los cuales se hace pasar una determinada cantidad de suelo seco, quedando retenida en cada tamiz la parte de suelo cuyas partículas tengan un tamaño superior a la abertura de dicho tamiz.

Conocida la composición granulométrica del material, se le representa gráficamente para formar la llamada curva granulométrica del mismo. Con el tamaño de las partículas se puede considerar el diámetro de ellas, cuando es indivisible bajo la acción de una fuerza moderada, como la producida por un mazo de madera golpeando ligeramente.

2.2.12.2. Plasticidad

La plasticidad es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse, hasta cierto límite, sin romperse. Por medio de ella se mide su comportamiento en todas las épocas. Las arcillas presentan esta propiedad en grado variable. Para conocer la plasticidad de un suelo se hace el uso de los límites de Atterberg.

El comportamiento de un suelo está muy influenciado por la presencia de agua en su seno. Este hecho acentúa cuanto menor es el tamaño de las partículas que componen dicho suelo, siendo especialmente relevante en aquellos donde predomine el componente arcilloso, ya que en ellos los fenómenos de interacción superficial se imponen a los de tipo gravitatorio.

Por ello, resulta muy útil estudiar los límites entre los diversos estados de consistencia que pueden darse en los suelos coherentes, en función de su grado de humedad: líquido, plástico, semisólido y sólido.

Las humedades correspondientes a los puntos de transición entre cada uno de estos definen los límites líquido (LL), plástico (LP) y de retracción (LR), respectivamente.

Para realizar esta tarea, existen dos procedimientos de ensayo muy extendidos; Límites de Atterberg y el equivalente de arena.

2.2.12.3. Límites de Atterberg

Atterberg fue el primero que relacionó el grado de plasticidad de un suelo con su contenido en agua o humedad, expresado en función del peso seco de la muestra. De los límites mencionados, interesa especialmente la determinación de los umbrales de los estados líquido y plástico, ya que estos presentan una alta deformabilidad del suelo y una drástica reducción de su capacidad portante.

Los suelos que poseen algo de cohesión, según su naturaleza y cantidad de agua, pueden presentar propiedades que lo incluyan en el estado sólido, semisólido, plástico o semilíquido. El contenido de agua o humedad límite al que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro.

El método usado para medir estos límites se conoce como el método de Atterberg y los contenidos de agua o humedad con los cuales se producen los cambios de estados, se denominan límites de Atterberg.

Ellos marcan una separación arbitraria pero suficiente en la práctica, entre los cuatro estados mencionados anteriormente.

2.2.12.4. El límite líquido

El límite líquido se define como el contenido de humedad expresado en por ciento respecto del peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico. De esta forma, los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte y según Attenberg es de 25 g/cm^2 .

El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad. Las investigaciones muestran que el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en el suelo disminuyen. El procedimiento analítico para la determinación de este límite se basa en la norma AASHTO T 89, teniendo como obligatoriedad, al hacerlo sobre muestra preparada en húmedo.

Se determina mediante el método de la cuchara de Casagrande. El ensayo se basa en la determinación de la cantidad de agua mínima que puede contener una pasta formada por 100 g. de suelo seco que haya pasado por el tamiz 0.

2.2.12.5. Límite plástico

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje respecto del peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico. El límite plástico se determina con el material sobrante del límite líquido; al cual se le evapora humedad por mezclado hasta obtener una mezcla plástica que sea moldeable. Se forma una pequeña bola que deberá rodillarse enseguida aplicando la suficiente presión, a efecto de formar filamentos.

Cuando el diámetro del filamento resultante sea de 3.17 mm (1/8") sin romperse, se debe de continuar hasta que al rodillar la bola de suelo se rompa el filamento al diámetro de 1/8"; se toman los pedacitos, se pesan, se secan al horno en un vidrio, vuelven a pesarse ya secos y se determina la humedad correspondiente al límite plástico.

$$L.P = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

Donde:

L.P. = Humedad correspondiente al límite plástico en %

P_h = Peso de los filamentos húmedos en gramos

P_s = Peso de los filamentos secos en gramos.

2.2.12.6. Índice plástico

Representa la variación de humedad que puede tener un suelo, que se conserva en estado plástico. Tanto el límite líquido, como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla del suelo.

2.2.12.7. Limite de retracción

Se define el límite de retracción como el máximo contenido de agua w_l al cual una reducción en humedad no causa una disminución en el volumen de la masa de suelo. Para medirlo, se coloca en una cápsula el suelo húmedo ($w > w_L$) y se determina su peso W_i y volumen V_i , siendo V_i también el volumen de la cápsula. Se seca el suelo en el horno y se obtiene su peso W_f y volumen V_f . El problema está en obtener V_f , y el cual se logra conociendo el peso del mercurio desplazado por el suelo seco, operación que es delicada; así se tiene:

$$LR = \frac{(w_i - w_f) - (V_I - V_F) * \gamma W}{W_f} * 100$$

Donde $(V_I - V_F) * \gamma W$ es el peso del agua perdida y $(w_i - w_f) - (V_I - V_F) * \gamma W$ es el peso del agua en la muestra, cuando está en el límite de retracción. El LR se denomina también límite de contracción del suelo. Los valores corrientes son: para arcillas 4 a 14%, para limos 15 a 0%; en las arenas no se da cambio del volumen por el secado.

2.2.12.8. Prueba proctor

La prueba Proctor se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por el procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad. Su objetivo es:

Determinar el peso volumétrico seco máximo $\gamma_{m\acute{a}x}$ que puede alcanzar un material, así como la humedad óptima w_o que deberá hacerse la compactación.

Determinar el grado de compactación alcanzado por el material durante la construcción o cuando ya se encuentran construidos los caminos, relacionando el peso volumétrico obtenido en el lugar con el peso volumétrico máximo Proctor.

La prueba Proctor está limitada a los suelos que pasen totalmente la malla No 4, o que cuando mucho tengan un retenido de 10 % en esta malla, para que pase dicho retenido totalmente por la malla 3/8". Cuando el material sea retenido en la malla 3/8", debe determinarse la humedad óptima y el peso volumétrico seco máximo con la prueba de Proctor estándar.

En Guatemala se utiliza generalmente el Proctor Modificado, según AASHTO T-180, éste sirve para calcular la humedad óptima de compactación, que ocurre cuando alcanza su máxima compactación.

La diferencia entre el Proctor Normal y el Proctor Modificado radica únicamente en la energía de compactación empleada, del orden de 4,5 veces superior en el segundo caso que en el primero.

El ensayo consiste en apisonar una cantidad aproximada de 15 kg. de suelo (35 kg Proctor modificado) previamente tamizada y dividida por cuarteo, en 6 partes aproximadamente iguales. La muestra se humecta y se introduce en un molde metálico de dimensiones normalizadas.

Par llevar a cabo el apisonado se emplea una masa, de forma que su peso y altura de caído no varíen, lo que asegura una energía de compactación constante. La normativa estipula una cantidad de 26 golpes de masa por capa a, en el caso del Proctor Normal y de 60 golpes en el caso del Modificado.

2.2.12.9. Resistencia del suelo

Para el ingeniero de carreteras, el comportamiento mecánico del suelo es sin duda el factor más importante; de hecho, las propiedades y ensayos vistos anteriormente van encaminados a conseguir la mayor estabilidad mecánica posible, de modo que las tensiones se transmitan uniforme y progresivamente, y no se produzcan asientos excesivos o incluso un colapso de fatales consecuencias.

Así pues, surge la necesidad de caracterizar mecánicamente el suelo, para lo cual se emplean diferentes procedimientos de ensayo.

2.2.12.10. Valor de soporte de suelo C.B.R

Es un índice de resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y humedad, se expresa como el tanto por ciento de la carga necesaria para introducir un pistón de sección circular en una muestra de suelo, respecto de la profundidad de penetración del pistón en una piedra tipo triturada.

La capacidad portante de un suelo puede definirse como la carga que este es capaz de soportar sin que se produzcan asentamientos excesivos.

El indicador más empleado en carreteras para determinar la capacidad portante de un suelo es el Índice CBR. Este índice está calibrado empíricamente, es decir, se basa en determinaciones previamente realizadas en distintos tipos de suelos y que han sido convenientemente tabuladas y analizadas.

La determinación de este parámetro se realiza mediante el correspondiente ensayo normalizado y que consiste en un procedimiento conjunto de hinchamiento y penetración.

Para este ensayo es necesario conocer la humedad óptima y la humedad actual del suelo, para poder determinar la cantidad de agua que se añadirá a la muestra de suelo. Los cilindros se compactan en cinco capas, para 10, 30 y 65 golpes, por cada una. Para cada cilindro compactado se obtendrá el porcentaje de compactación (%C), de expansión y de CBR. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 193.

2.2.13. Análisis de resultados

2.2.13.1. Características del terreno

El terreno es ondulado y ha sido cultivado con maíz y caña de azúcar, en el área contigua al río que limita el terreno, existe bastante piedra grande superficialmente; la pendiente general va en dirección Sur.

2.2.13.2. Estratigrafía del terreno

El terreno donde se localiza el proyecto tiene dos tipos de subsuelo:

El sub-suelo del área 1 tiene la estratigrafía siguiente:

Estrato A-1: limo arcilloso con arena, orgánico, negro (tipo tierra negra) espesor: 0.30 m.

Estrato A-2: limo arenoso y arena limosa café y café claro con bastante boleo (piedra) pequeño o grande (diámetro máximo entre 1.20 y 1.50 plg) Consistencia muy firme y dura, el espesor es variable y probablemente mayor que 3plg.

El sub-suelo del área 2 tiene la estratigrafía siguiente:

Estrato B-1: limo arcilloso con arena, orgánico negro (tipo tierra negra), espesor 0.60 m.

Estrato B-2: limo arcilloso con materia orgánica, café oscuro con algunos boleos pequeños y medianos, consistencia media a firme, plasticidad y compresibilidad; el espesor del estrato varía entre 1.90 y 2.40 m.

Estrato B-3: limo arcilloso café con bastante boleó pequeño a grande, consistencia firme.

Se puede determinar que el tipo de suelo es cohesivo; el mismo se caracteriza por un tamaño más fino de sus partículas constituyentes (inferior a 0.08 mm.), lo que se les confiere unas propiedades de superficie ciertamente importantes. Esto se debe a que la superficie específica -relación entre la superficie y el volumen de un cuerpo de dichas partículas-, es más que considerable.

La cohesión es la principal propiedad desde el punto de vista mecánico de este tipo de suelo; se define como la fuerza interparticular producida por el agua de constitución del suelo, siempre y cuando este, no esté saturado. La cohesión es importante desde el punto de vista de la estabilidad de taludes ya que aumenta la resistencia de un suelo frente a esfuerzos cortantes.

Este tipo de suelos se caracteriza por su baja permeabilidad, al dificultar el paso del agua por el reducido tamaño de sus poros y su alta compresibilidad.

Clasificación de sistema unificado C.S.U: ML

Límite líquido: 0% (Suelo no plástico)

Índice plástico: 0% (Suelo no plástico)

Ensayo granulométrico: % de grava: 17.00

 % de arena: 58.00

 % de finos: 25.00

La interpretación de una curva granulométrica puede proporcionar información acerca del comportamiento del suelo. La práctica totalidad de los

tamices retienen materia; por lo que la curva adopta una disposición suave y continua.

Densidad seca máxima: 1499 kg/m³

Humedad óptima: 18.5%

La determinación y cuantificación de las diferentes propiedades de un suelo, efectuadas mediante los ensayos vistos, tiene como objetivo último el establecimiento de una división sistemática de los diferentes tipos de suelo existentes atendiendo a la similitud de sus caracteres físicos y sus propiedades geomecánicas.

Ensayo de razón soporte california Ensayo de razón soporte california C.B.R, al 99.5% de compactación es de 70% al 96% es de 485 y al 90.5% es de 30%.

2.2.14. Definición de pavimento

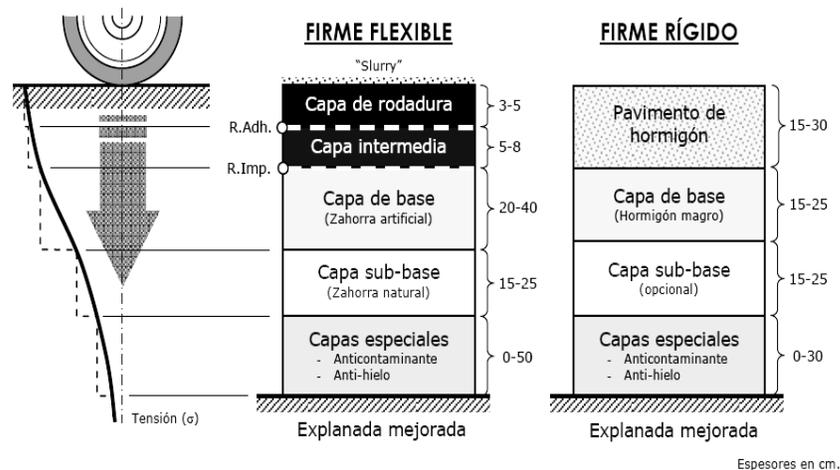
El pavimento es un conjunto de capas superpuestas horizontalmente, formadas por diversos materiales sueltos o tratados con una sustancia aglomerante, estrictamente controladas mezclados uniformemente en planta en caliente a una temperatura apropiada; cuya misión es transmitir adecuadamente las cargas generadas por el tráfico, de forma que las capas subyacentes no se deformen de forma inadmisibile, al menos durante cierto periodo de tiempo y bajo cualquier condición meteorológica.

Aparte de poseer unas notables características resistentes, el pavimento debe ser capaz de aportar otra serie de propiedades que garanticen la seguridad y comodidad de los usuarios de forma duradera. En este sentido, la terminación superficial del pavimento- materializada en la capa de rodadura- juega un papel fundamental.

2.2.15. Tipos de pavimento

La actual concepción del pavimento como estructura multicapa unida al desarrollo de nuevos materiales, deriva en la generación de infinidad de secciones diseñadas específicamente para determinadas situaciones de carga. No obstante, puede hacerse una síntesis de todas ellas en dos grandes grupos atendiendo a la forma de resistir los esfuerzos, así como por los materiales y capas que las componen; estos son los pavimentos flexibles, formados por capas bituminosas y granulares, y los pavimentos rígidos compuestos por pavimentos de hormigón. Otros subgrupos especialmente importantes son los pavimentos semirrígidos, los drenantes y los mixtos.

Figura 41. Esquema del comportamiento de pavimentos rígidos y flexibles



Fuente: Manual de pavimentación centroamericano.

En un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.

Lo contrario sucede en un pavimento flexible; la superficie de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la subrasante.

2.2.15.1. Pavimentos rígidos

Los factores que afectan el espesor de un pavimento rígido, son principalmente el nivel de carga que ha de soportar, es decir, el tipo y cantidad de vehículos que pasaron sobre él, el módulo de reacción del suelo de apoyo y las propiedades mecánicas del concreto. Por lo general el pavimento consta de dos capas que son la base que muchas veces puede ser la subbase y la losa o superficie de rodadura de concreto hidráulico.

2.2.15.2. Pavimentos flexibles

Los materiales bituminosos empleados en la construcción de pavimentos, son el asfalto y el alquitrán, en estos pavimentos las cargas del tránsito se distribuyen a través de las diferentes capas, de tal forma que los esfuerzos en el suelo de la subrasante sean los mínimos aceptables. En el medio de la construcción de pavimentos flexibles se utilizan los asfaltos de fraguado lento (S.C.), fraguado medio (M.C.) y fraguado rápido (R.C.).

2.2.16. Consideraciones de diseño del pavimento flexible según la ASSHTO93

El actual método de la AASHTO, versión 1993, describe con detalle los procedimientos para el diseño de la sección estructural de los pavimentos flexibles y rígidos de carreteras. En el caso de los pavimentos flexibles, el método establece que la superficie de rodamiento se resuelve solamente con

concreto asfáltico y tratamientos superficiales, pues asume que tales estructuras soportarán niveles significativos de tránsito.

El diseño de pavimentos constituye por tanto la aplicación práctica de lo que ha dado a llamar mecánica de pavimentos; la cual tiene como objetivo definir los materiales y espesores de las capas que lo constituyen, siendo ambos aspectos los que determinarán sus características estructurales a corto y largo plazo.

El fin que se persigue no es otro que proyectar una estructura multicapa económicamente satisfactoria que sea capaz de servir como soporte a la rodadura de los vehículos durante un tiempo mínimo adecuado y previsto -el periodo de proyecto-, sin que los materiales que la constituyen ni las capas de suelo subyacentes se deformen excesivamente.

2.2.17. Factores a considerar en el cálculo y diseño

El proyecto de un pavimento debe perseguir una optimización resistente y funcional de la estructura, con un coste global mínimo que incluya los costes de construcción, conservación y rehabilitación en un periodo comprendido entre los 30 y 50 años, denominado periodo de proyecto.

A continuación se describen las variables que se deben tomar en cuenta en el diseño de pavimentos flexibles según la AASHTO-93

- Periodo de diseño
- Tránsito
- Confiabilidad
- Criterios de adopción de niveles de serviciabilidad
- Propiedades de los materiales
- Drenaje

2.2.18. Período de diseño

Un pavimento debe ser diseñado para soportar los efectos acumulados del tránsito para cualquier período de tiempo; el período seleccionado, en años, se define como “Período de diseño”. Al término de este, se espera que el pavimento requiera alguna acción de rehabilitación mayor, como puede ser una sobrecarpeta de refuerzo para restaurar su condición original. La vida útil del pavimento, o “Período de Análisis”, puede ser extendida indefinidamente, a través de sobrecarpetas u otras acciones de rehabilitación, hasta que la carretera sea obsoleta por cambios significativos en pendientes, alineamiento geométrico y otros factores.

Es importante hacer notar que la metodología original de AASHTO usualmente consideraba períodos de diseño de 20 años; en la versión actual de 1993, recomienda los siguientes períodos de diseño en función del tipo de carretera: El periodo de diseño será de 15-25 años.

Tabla XXVI. **Periodos de diseño en función del tipo de carretera**

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30-50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20-50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15-25 años
Revestida con bajos volúmenes de tránsito	10-20 años

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, SIECA, 2,001.

2.2.19. Tránsito

El tránsito es una de las variables más significativas del diseño de pavimentos y sin embargo es una de las que más incertidumbre presenta al momento de estimarse. Es importante hacer notar que se debe contar con la información más precisa posible del tránsito para el diseño, ya que de no ser así se podría tener diseños inseguros o con un grado importante de sobre diseño.

La metodología AASHTO considera la vida útil de un pavimento relacionada el número de repeticiones de carga que podrá soportar el pavimento antes de llegar a las condiciones de servicio final predeterminadas para el camino.

2.2.19.1. Vehículos de diseño

La tipología de los vehículos automotores que circulan por las carreteras regionales de Centroamérica admite que, en primer término, se ubiquen en un extremo los vehículos livianos que son los más numerosos en la corriente vehicular e incluyen los automóviles compactos y subcompactos, los jeeps, las camionetas agrícolas y los pick-ups,; mientras que los vehículos pesados, en el otro extremo de la clasificación, no admiten una sola representación, sino que requieren ser desglosados para su correcta identificación como elementos condicionantes de algunos aspectos del diseño geométrico de las carreteras.

En correspondencia con la simbología que utiliza la AASHTO en su manual de diseño geométrico, cabría seleccionar cinco vehículos tipo para el diseño de las carreteras regionales. El vehículo tipo P corresponde a la categoría de vehículos livianos, que representa el automóvil. El vehículo representativo de las unidades de transporte colectivo, es el autobús sencillo, corresponde al tipo BUS. El camión de tres ejes no aparece en la clasificación

de la AASHTO, pero puede asimilarse al camión sencillo de dos ejes identificado como SU, por ser más restrictivo que los vehículos articulados.

2.2.19.2. Volumen de tránsito

Al proyectar una calle ó carretera, la selección del tipo de vialidad, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente del volumen de tránsito o demanda que circulará durante un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición.

Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos ó secciones específicas dentro de un sistema vial. Estos datos de volúmenes de tránsito son expresados respecto del tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad de servicio prestado a los usuarios.

2.2.19.3. El Tránsito promedio diario anual, TPDA

Uno de los elementos primarios para el diseño de las carreteras es el volumen del Tránsito Promedio Diario Anual, conocido en forma abreviada como TPDA, se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de tiempo determinado, que es mayor de un día y menor o igual a un año, dividido por el número de días comprendido en dicho período de medición.

El TPDA es de 100-500; el mismo fue establecido después de realizar un aproximado de la cantidad de estudiantes, personal administrativo y

catedráticos que utilizan este medio de transporte para ingresar a las instalaciones de este Centro Universitario.

2.2.20. Ejes equivalentes

El método AASHTO utiliza en su formulación el número de repeticiones esperadas de carga de ejes equivalentes; se deberá contemplar el crecimiento del tráfico durante su vida útil, que depende en gran medida del desarrollo económico y social de la zona en cuestión; del mejoramiento de las características del pavimento se puede generar tráfico atraído e igualmente se debe considerar la capacidad de tráfico de la vía.

El factor equivalente de carga es un valor que expresa la relación entre la pérdida de serviciabilidad causada por una carga dada de un tipo de eje y la producida por el eje equivalente. Este factor cambia de acuerdo con el tipo de pavimento flexible, debido a que cada uno responde de manera diferente a una carga aplicada.

Para el cálculo del tránsito, el método actual contempla los ejes equivalentes sencillos de 18,000 lb (8.2 ton) acumulados durante el período de diseño,

Teniendo ya la distribución de los vehículos en circulación y ya realizado el cálculo del TPDA, se obtiene entonces el total de vehículos distribuidos por tipo, los vacíos, los cargados y los pesos de los ejes en los diferentes tramos de carga.

Los pesos que se encuentran en esta estratigrafía requieren ser expresados en términos de un denominador común, por lo que se usan factores de equivalencia que permiten transformar los pesos de los diferentes estratos a un solo eje equivalente.

Para obtener los ejes equivalentes por tipo de vehículo y de estrato se amplifica cada uno de los valores por la proyección del crecimiento y se obtiene posteriormente el total de los ejes equivalentes por estrato, como la suma de los diferentes periodos y del mismo modo los ejes equivalentes totales que solicitarán el pavimento durante la vida de diseño.

2.2.21. Serviciabilidad

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía, se mide en una escala del 0 al 5 en donde 0 (cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5 (cinco) para un pavimento excelente. La serviciabilidad es una medida subjetiva de la calificación del pavimento, sin embargo la tendencia es poder definirla con parámetros medibles como: el índice de perfil, índice de rugosidad internacional, coeficiente de fricción, distancias de frenado, visibilidad, etc.

Mientras mejor se construya inicialmente un pavimento, o bien, mientras mejor índice de serviciabilidad inicial tenga, mayor será su vida útil; esto es debido a que las curvas de deterioro se comportan de manera paralela o con el mismo gradiente para unas condiciones determinadas.

Índice de serviciabilidad inicial:

$P_o = 4.2$ para pavimentos flexibles

Índice de serviciabilidad final:

$P_t = 2.0$ para caminos de tránsito menor

2.2.22. Confiabilidad

La confiabilidad está definida como "la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación"

Otra manera de entender la confiabilidad, por ejemplo es: si se considera una confiabilidad "R" del 80%, se estaría permitiendo que el 20% del pavimento alcance al final de su vida útil una serviciabilidad igual a la final seleccionada en el diseño.

También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad y ante esa situación es necesario reflexionar sobre los valores de confiabilidad que se deben utilizar en Guatemala, con el mejor de los criterios, al hacer un diseño para un pavimento.

El actual método AASHTO para el diseño de la sección estructural de pavimentos flexibles, recomienda valores desde 50 y hasta 99.9 para el parámetro "R" de confiabilidad, con diferentes clasificaciones funcionales, notándose que los niveles más altos corresponden a obras que estarán sujetas a un uso intensivo, mientras que los niveles más bajos corresponden a obras o caminos locales y secundarios. El valor de la confiabilidad siendo la presente pavimentación una red secundaria, es de 80.

Tabla XXVII. **Valores de “r” de confiabilidad, con diferentes Clasificaciones funcionales.**

Niveles de confiabilidad	
Clasificación Funcional	Nivel Recomendado por AASHTO
Carretera Interestatal o Autopista	80-99.9
Red principal	75-95
Red Secundaria	75-95
Red rural	50-80

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, SIECA, 2,001.

2.2.23. Diseño de la estructura del pavimento flexible

El Centro de Sur-Occidente es la casa de estudios de la población universitaria de Mazatenango, Retalhuleu, mencionando los departamentos más relevantes entre otros. Por lo cual se realiza el diseño de la carretera basándose en un T.P.D en un aproximado de 500-1000.

Tabla XXVIII. Clasificación de carreteras

Tipo de carretera	Ancho de calzada
Tipo A	2x 7.20 m
Tipo B	7.20 m
Tipo C	6.50 m
Tipo D	6.00 m
Tipo E	5.50 m
Tipo F	5.50 m

Fuente: Secciones típicas. Departamento de carreteras, Dirección General de Caminos

Tabla XXIX. Características geométricas de la carretera en estado final

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

VALORES LIMITES RECOMENDADOS PARA LAS CARACTERISTICAS DE LA CARRETERA EN ESTADO FINAL

TPD DE	CARRETERA	Velocidad de Diseño	ANCHO DE CALZADA m	ANCHO DE TERRACERIA		Derecho de Vía	Radio Mínimo m	Pendiente Máxima %	Dist. Visib. de Parada		Dist. Visib. de Poso	
				CORTE m	RELLENO m				Mínimo m	Recomendada m	Mínimo m	Recomendada m
3000 A 5000	TIPO "A"		2 de 7.20									
	REGIONES LLANAS	100					375	3	175	200	700	750
	ONDULADAS	80					225	4	130	150	500	550
	MONTAÑOSAS	50					110	6	70	100	275	400
1500 A 3000	TIPO "B"		7.20	13	12	25						
	REGIONES LLANAS	80					225	6	130	150	500	550
	ONDULADAS	60					110	7	90	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	45	50	200	200
900 A 1500	TIPO "C"		6.50	12	11	25						
	REGIONES LLANAS	80					225	6	130	150	500	550
	ONDULADAS	60					110	7	80	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	45	50	200	200
500 A 900	TIPO "D"		6.00	11	10	25						
	REGIONES LLANAS	80					225	6	130	150	500	550
	ONDULADAS	60					110	7	80	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	45	50	200	200
100 A 500	TIPO "E"		5.50	9.50	8.50	25						
	REGIONES LLANAS	50					75	8	65	75	275	300
	ONDULADAS	40					47	9	45	50	200	200
	MONTAÑOSAS	30					30	10	35	40	125	150
50 A 100	TIPO "F"		7.00 (c)	9.50	8.50	15						
	REGIONES LLANAS	40					47	10	45	50	200	250
	ONDULADAS	30					30	12	35	40	125	200
	MONTAÑOSAS	20					18	14	20	25	100	150
0 A 50	TIPO "G"		5.50 (c)	7.50	6.50	15						
	REGIONES LLANAS	40					47	10	45	50	200	250
	ONDULADAS	30					30	12	35	40	125	200
	MONTAÑOSAS	20					18	14	20	25	100	150

Fuente: Secciones típicas. Departamento de carreteras, Dirección General de Caminos

Datos generales del diseño

- TPD: 100- 500 vehículos diarios
- Periodo de diseño 15 años
- Tasa de crecimiento anual de 2%,
- Tasa de crecimiento vehicular 17.29% según tabla XXX.
- Tipo de carretera: TIPO E según el TPDA
- Ancho de calzada : 5.50 metros
- El tipo de región de la carretera es llana

Tabla XXX. Factores de crecimiento de transito

Período de análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa de crecimiento anual (g) (en %)						
		2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

Fuente: Tabla D-20 AASHTO Guia para el diseño de estructuras de pavimento, 1993.

La tasa de crecimiento es anual es del 2%, el periodo de análisis es de 15 años de diseño, se trabaja con un factor de crecimiento de tránsito del 17.29%.

Teniendo definido el tipo de TPDA y la carretera, se puede mediante el cuadro de características geométricas, determinar los siguientes valores

- Velocidad de diseño 50 km/h.
- Derecho de vía es de 25 m
- Radio mínimo es de 75 m
- Pendiente máxima de 8 %.

Distribución de tránsito para el diseño de la carretera:

Tipo de vehículo = Ap

Peso del vehículo = 2.0 Toneladas
% de vehículos= 18.44%
Cantidad de vehículos= 95

Tipo de vehículo = AC

Peso de vehículo = 4.9 Toneladas
% de vehículo= 23.30%
Cantidad de vehículos= 120

Tipo de vehículo= B

Peso de vehículo= 12.5 Toneladas
% de vehículo = 53.40%
Cantidad de vehículos= 275

Tipo de vehículo = C2

Peso de vehículo= 15.5 Toneladas
% de vehículos= 5%
Cantidad de vehículos= 25

Total de vehículos cargados= 515

Figura 42. Tipo de vehículo

TIPO DE VEHICULO	Múm. de Ejes	ESQUEMAS		
		PERFIL	PLANTA	
VEHICULOS LIGEROS	Automoviles	2		Ap
	Camionetas	2		Ap
VEHICULOS PESADOS	Autobuses	2		B
	Camiones	2		C2
		3		C3
				T2 - S1
		4		T2 - S2
		5		T3 - S2
				T2 - S1 R2

Fuente: Secciones típicas. Departamento de carreteras, Dirección General de Caminos

Tabla XXXI. Cálculo de ejes equivalentes de 18 kips., en carga simple

Tipo de vehículo	Cantidad de vehículos diarios "A"	Factor de crecimiento "B"	Tránsito de diseño "C"	ESAL's Factor "D"	ESAL's de diseño "E"
Vehículos sencillos		4%			2
Autos	95	20.02	694193.5	0.003	2082.5805
Autobuses	275	20.02	2009507.5	0.102	204969.765
Camiones eje simple		2%			
Pick-ups	75	17.29	473313.75	5.21	2465964.638
Otros vehículos 2 ejes y cuatro ruedas (agrícola)	45	17.29	283988.25	5.21	1479578.783
Camiones de 2 ejes 6 ruedas	25	17.29	157771.25	11.3	1782815.125
Total de vehículos	515			ESAL's de diseño	5935410.891

Fuente: elaboración propia

Factor de dirección 0.5

Factor de carril: 0.9

$$\text{ESAL's por carril de transito } 0.5 \times 0.9 \times 5935410.89 = 2,670.93$$

En la columna "A" se pondrá la cantidad diaria de cada tipo de vehículo especificado y del cual se tenga el conteo correspondiente.

En la columna "B" se colocará el correspondiente factor de crecimiento para cada tipo de vehículo, el cual depende de la tasa de crecimiento asumida para cada tipo de vehículo y el período de diseño considerado, cada tipo de vehículo puede tener una tasa de crecimiento distinta, según la tabla XXX.

En la columna "C" se coloca el producto de las columnas "A" y "B" multiplicado por 365 (días del año). En la columna "D" se coloca el factor de ESAL's, que depende de cada peso y configuración o tipo de camión (ejes simples, tandem o tridem) y los valores asumidos de índice de serviciabilidad final y el número estructural (SN para pavimentos flexibles).

La columna "E" es el producto de la "C" por la "D" , y la suma de esta columna "E" es el número total de ESAL's para el diseño del pavimento considerado y el cual debe afectarse por el factor de distribución por dirección y el factor de distribución por carril.

2.2.24. Espesores de diseño

El métodos para el diseño de este tipo de carretera:

- Método de AASHTO, 1993 y método del Instituto de Asfalto

En los pavimentos de mezclas asfálticas por medio de la fórmula de diseño se obtiene el número estructural (SN) y en función del mismo se determinan los distintos espesores de las capas que conforman el paquete estructural; el diseño está basado en la identificación del número estructural del pavimento flexible y la cantidad de ejes de carga transitando.

En la figura 43 se ilustra el ábaco por medio del cual se obtiene el número estructural. Las variables para determinar el número estructural de diseño requerido son las siguientes:

- La cantidad estimada de ejes equivalentes (ESAL's) por carril, para el período de diseño.
 - ESAL's de diseño 5,935,410.891
- La confiabilidad (R)
- El conjunto total de las desviaciones estándar (So) se recomienda utilizar los valores comprendidos dentro de los intervalos siguientes:
 - o Para pavimentos flexibles 0.40 . 0.50
 - o En construcción nueva 0.35 . 0.40
 - o En sobre-capas 0.50
- El módulo de resiliencia efectivo (que tome en cuenta las variaciones a lo largo del año) de la subrasante (Mr). El módulo de resiliencia es una medida de la propiedad elástica de los suelos que reconoce a su vez las características no lineales de su comportamiento. Convenientemente, se

han reportado factores que pueden ser usados para estimar el módulo de resiliencia (M_r) con el CBR, el valor R y el índice de suelo. Se han dado correlaciones para encontrar el valor del módulo de resiliencia (M_r) como la siguiente relación:

$$M_r = B \times \text{CBR}$$

Ensayo de razón Soporte California C.B.R, al 95% de compactación es de 70%

La pérdida de serviciabilidad $PSI = P_o - P_t$

La fórmula general que relaciona el número estructural (SN) con los espesores de capa es la siguiente:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times m_2 \times D_2 + a_3 \times m_3 \times D_3$$

En donde:

- a_1, a_2, a_3 son los coeficientes estructurales o de capa, de la superficie de rodadura, base y subbase respectivamente.
- m_2, m_3 son los coeficientes de drenaje para base y subbase.
- D_1, D_2, D_3 son los espesores de capa en pulgadas para la superficie de rodadura, base y subbase.

Datos para el cálculo:

- La cantidad estimada de ejes equivalentes (ESAL's) 5,935,410.891
- La desviación estándar pavimentos flexibles: 0.4
- La confiabilidad (R) 80%
- La pérdida de serviciabilidad PSI: 2.2
- Módulo de resiliencia con ayuda de la figura 44

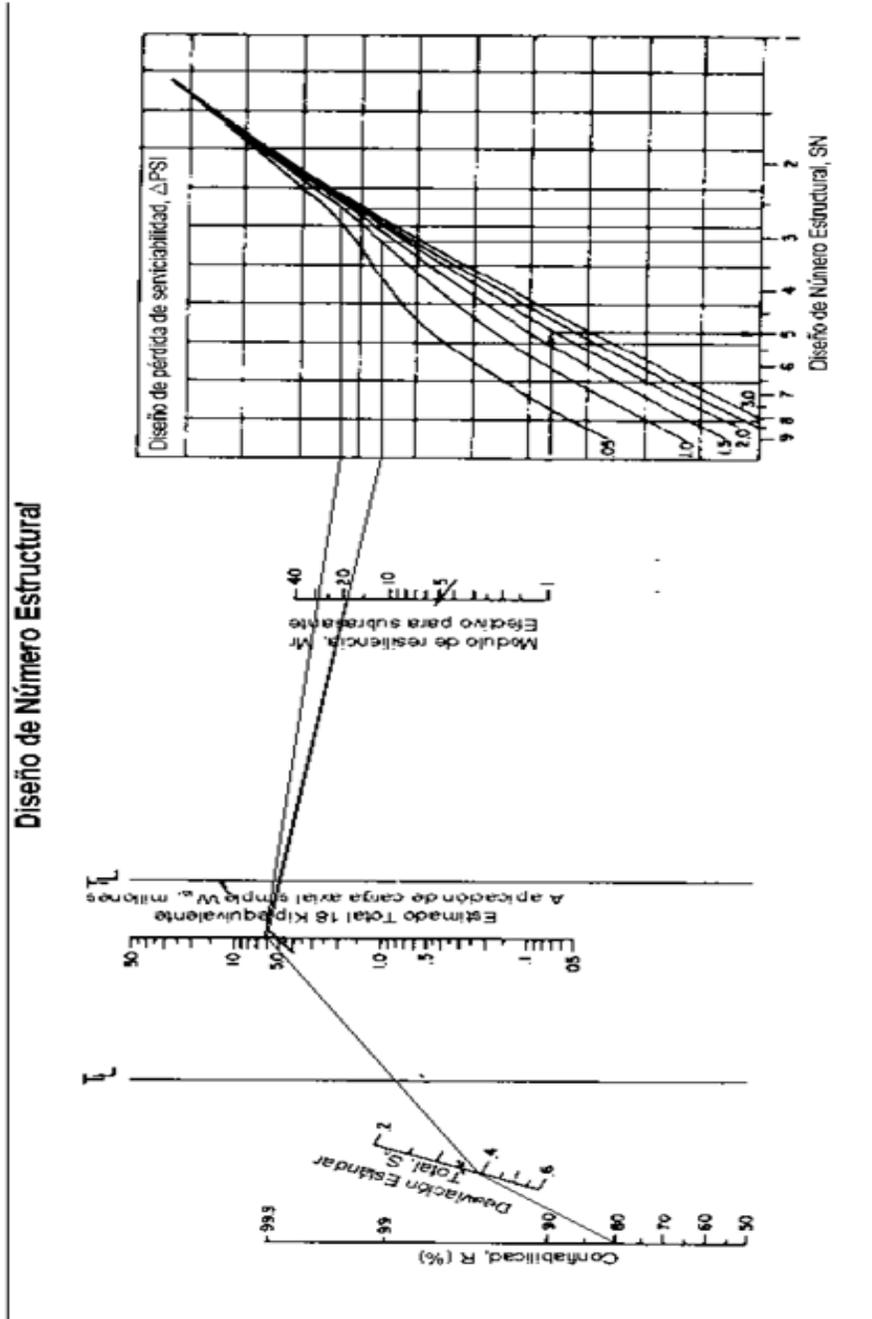
Tabla XXXII. **Valor del módulo de resiliencia de los materiales**

Material	Mr
Capa asfáltica	400,000
Base	35,000
Subbase	24,000
Subrasante	20,000

Fuente: Manual Centro americano para diseño de pavimentos

De acuerdo con los Módulos de Resiliencia se obtienen los números estructurales de diseño (SN) utilizando la figura 43.

Figura 43. Diseño de Número Estructural.



Fuente: guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

De acuerdo a los Módulos de Resiliencia (M_r) se obtienen los números estructurales de diseño (SN), utilizando el ábaco de la figura 43, de la siguiente forma:

- 1) Comenzando en el lado izquierdo del ábaco, en donde dice .Confiability R (%), se sale con valor de $R = 0.8$
- 2) En la siguiente línea inclinada que dice .Desviación Standard S_o . se pone el valor de $S_o = 0.4$ y uniendo este punto con el de $R = 0.80$ del punto anterior, se traza una línea que intercepte la siguiente línea TL en un punto que va a servir de pivote.
- 3) En la siguiente línea vertical dice. No. Total de ESAL's aplicados W18 (millones)., en esta encontramos el valor de 5×10^6 ESAL's = 5,935410 = 6 en el ábaco; entonces uniendo el punto de pivote de la línea anterior con este nuevo punto, se encuentra otro punto pivote en la siguiente línea vertical TL.
- 4) En la siguiente línea vertical que dice .Módulo Resiliente efectivo de la subrasante (ksi)., se encuentra el valor de M_r (Mpa-psi) = 20000 = 20 que está en la tabla XXXII para la subrasante, se une el último punto pivote encontrado anteriormente y el valor de 20 en esta línea hasta encontrar la primera línea vertical izquierda del cuadro situado a la extrema derecha.
- 5) De este punto de intersección, se continúa horizontalmente hasta encontrar la línea inclinada que corresponde a un valor de $\Delta PSI = 2,0$ que es .Pérdida de serviciabilidad de diseño ó ΔPSI ., de este punto se baja a la línea inferior del cuadro en donde se encuentra el

Número estructural de diseño SN., que para el caso es **3.75** (para proteger la subrasante) que es el Número Estructural **requerido** para proteger toda la estructura del pavimento.

Tabla XXXIII. **Tabla de valor del número estructural**

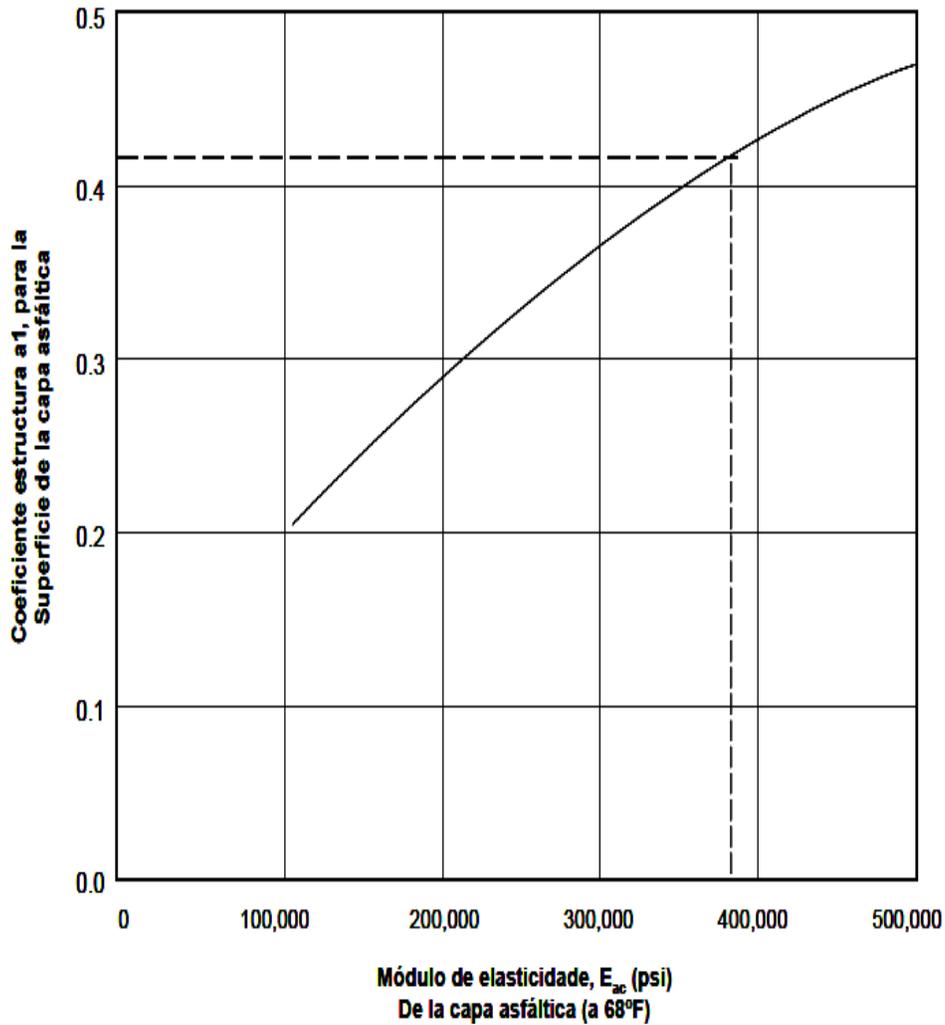
Material	SN
Capa Asfáltica	4
Base	2.4
Subbase	3.1
Subrasante	3.7

Fuente: Elaboración Propia

Para encontrar los valores de los coeficientes estructurales de capa (a_x), se hace uso de las figuras siguientes en función del módulo elástico del concreto asfáltico y los módulos de resiliencia de la base y la subbase.

Para tener el coeficiente estructural de capa a_1 se hace uso de la figura 44, conociendo el valor de 400,000, de la capa asfáltica, se procede a encontrar el valor correspondiente en la gráfica.

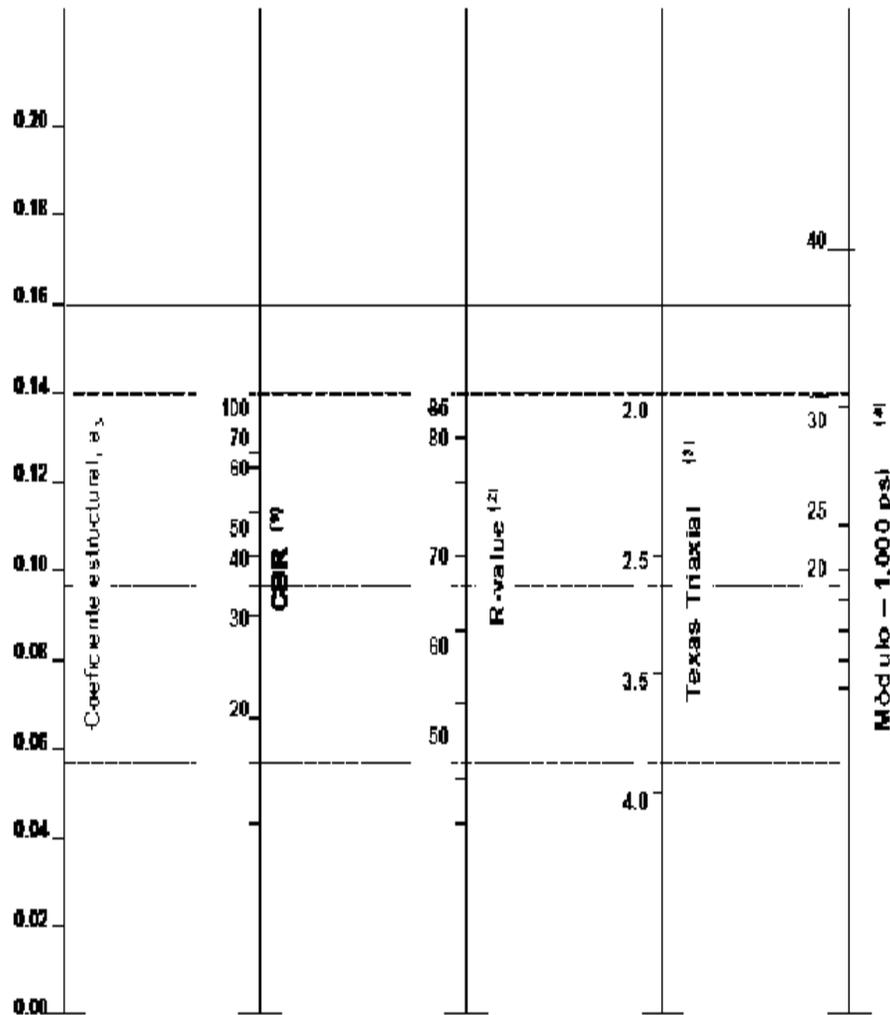
Figura 44. **Coefficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto asfáltico**



Fuente: guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

Para tener el coeficiente de capa a_2 de las bases trituradas, se usa la figura 45, donde con los valores que se tienen se traza una línea de derecha a izquierda hasta encontrar la línea vertical del coeficiente.

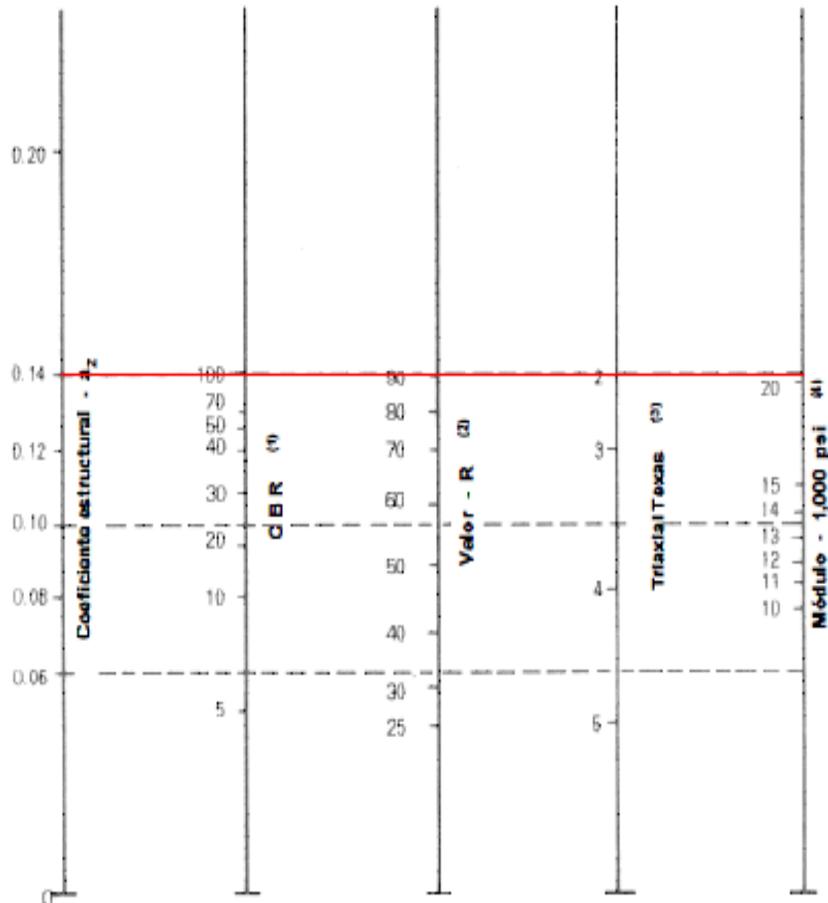
Figura 45. Variación en el coeficiente estructural de la capa de base



Fuente: guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

Para encontrar el coeficiente de capa a₃ de la subbase se hace uso de la figura 46, al igual que en el caso anterior, se traza una línea horizontal del extremo derecho al izquierdo hasta encontrar la vertical.

Figura 46. Variación en el coeficiente estructural de la capa de subbase



Fuente: guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

Tabla XXXIV. Resumen de datos

Material		SN		ax		Mi
Capa asfáltica		4	a_1	0.48		
Base	SN ₁	2.4	a_2	0.17	m_1	1.3
Subbase	SN ₂	3.1	a_3	0.14	m_2	0.7
Subrasante	SN ₃	3.7				

Fuente: elaboración propia

Se calcula el espesor de capa asfáltica, suponiendo un Mr igual al de la base; así se calcula el SN1 que debe ser absorbido por el concreto asfáltico conforme la siguiente fórmula

$$D1 \geq \frac{SN_1/a_1 = 2.4/0.48}{0.48} = 5'', \text{ adoptar } 5'' = 12.7 \text{ cm}$$

entonces el SN1* absorbido por el Concreto Asfáltico

$$SN1^* = a_1 \times D1^* = 0.48 \times 5 = 2.4$$

Después se calcula el espesor mínimo de la capa de base,

$$D2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 \times m_2}$$

$$D2 \geq \frac{3.1 - 2.4}{0.17 \times 0.7} = 5.88'' \text{ adoptar } 6'' = 14.94 \text{ cm}$$

Entonces el SN2* absorbido por la base

$$SN2^* = a_2 \times m_2 \times D2^*$$

$$SN2^* = 0.17 \times 0.70 \times 5.88 = 0.7$$

Después se calcula el espesor de la subbase, conforme la fórmula

$$D3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_2 + SN_1)}{a_3 \times m_1}$$

$$D3^* \geq \frac{3.7 - (0.7 + 2.4)}{0.14 \times 1.3} = 3.3'' \text{ utilizar } 4'' = 10.16 \text{ cm}$$

Tabla XXXV. **Valores de los espesores calculados**

Sub-base	4"	10.16 cms
Base	6"	14.94 cms
Carpeta	5"	12.7 cms

Fuente: Elaboración propia

En la práctica no deben colocarse capas con espesores menores a los mínimos requeridos, pues las capas con espesores mayores que el mínimo son más estables. Frecuentemente se especifica un valor mayor en el espesor de capas, con el fin de mantener la estructura de pavimento en mejores condiciones.

En la siguiente tabla se dan valores de los espesores mínimos sugeridos para capas asfálticas y base granular en función del tránsito.

Tabla XXXVI. **Espesores mínimos sugeridos**

Número de ESAL's	Capas Asfálticas cm	Base granular cm
Menos de 50,000	3.0	10
50,000 – 150,000	5.0	10
150,000 - 500,00	6.5	10
500,000 – 2,000,000	7.5	15
2,000,000-7,000,000	9.0	15
Mas de 7,000,000	10.0	15

Fuente: Guía para diseño de Estructuras de pavimentos. AASHTO 1993.

Dentro del contexto del diseño de pavimentos se acepta que el dimensionamiento de estas estructuras permite que se establezcan las características de los materiales de las distintas capas del pavimento y los espesores, de tal forma que el pavimento mantenga un "índice" de servicio aceptable durante la vida de servicio estimada, tomando en cuenta que existen varios parámetros para espesores mínimos y según el diseño de la AASHTO que se resolvió anteriormente se determinó que los espesores que benefician nuestro proyecto tanto económicamente como en diseño son los siguientes:

Tabla XXXVII. **Espesores a utilizar**

Capa	Espesor cm
Sub-rasante	30.00
Sub-base	20.00
Base	15.00
Carpeta	10.00
Total	45.00

Fuente: Elaboración propia

En el caso del pavimento flexible

- Ancho de terracería de 6.50 metros
- Bombeo de 2%
- Reacondicionamiento de subrasante: se reacondicionará la sub rasante existente, escarificando 0.30 centímetros.
- Espesor de capa subbase de 0.20 metros, según diseño y especificaciones.
- Espesor de capa de base de 0.15 metros, según diseño y especificaciones.
- Capa de rodadura de concreto asfáltico en caliente, según diseño y especificaciones de la DGC, 10 centímetros de espesor, en un ancho total de 5.50 metros.

Es importante señalar también, que el método incluye factores de medioambiente y diferentes clases de tipos de asfalto; para tal caso se consideran tres diferentes temperaturas, dependiendo de la región en donde se pretenda construir el pavimento: climas fríos (7°C), templados (15.5°C) y cálidos (24°C); en los cuales se utilizan cementos asfálticos desde el AC-5 hasta el AC-40; por lo que se recomienda la siguiente clasificación:

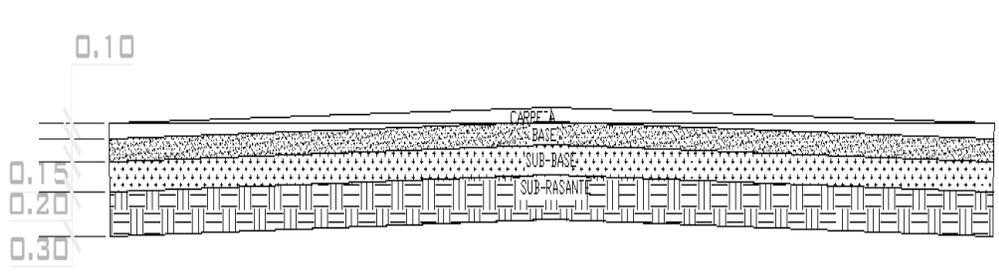
Tabla XXXVIII. **Grados de asfalto de acuerdo con el tipo de clima**

Clima	Temperatura media anual del aire	Grado de asfalto
Frio	Menor o igual a 7° C	AC-5, AC-10
Templado	Entre 7° y 24° C	AC-10, AC-20
Cálido	Mayor de 24° C	AC-20, AC-40

Fuente: Instituto del Asfalto (MS-1) 1,991

El grado de asfalto a utilizar es de AC-20, AC-40. El diseño se realizará con AC-20

Figura 47. **Detalle de garabito**



Fuente: elaboracion propia

2.2.25. Subrasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede tener secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño.

El espesor del pavimento dependerá, en buena parte, de la calidad de la subrasante, por lo que es recomendable que sea resistente, incompresible e inmune a cambios por humedad. Son ideales los materiales granulares, con porcentajes de hinchamiento que cumplan con la AASHTO T 193. Durante la construcción, un espesor equivalente a la subrasante deberá escarificarse, homogeneizarse, mezclarse, conformarse y compactarse totalmente.

2.2.25.1. Materiales adecuados para la subrasante

El área de trabajo tiene que estar libre de vegetación y materia orgánica, de lo contrario, el material deberá reemplazarse por material adecuado para subrasante en el tramo correspondiente, o considerar la estabilización de los suelos subyacentes.

En general, los materiales apropiados para capa de subrasante, son los suelos de preferencia granulares o con porcentajes de hinchamiento según ensayo AASHTO T-193 y que no tengan características inferiores a los suelos que se encuentran en el tramo. Según AASHTO M-145, los suelos clasificados como A-8, son materiales inadecuados para la capa de subrasante, ya que son suelos orgánicos constituidos por materiales vegetales o fangosos. Estos suelos generalmente tienen textura fibrosa, color café oscuro y olor a podredumbre y son altamente compresibles, con muy baja resistencia.

En las áreas en que se necesita reacondicionar la subrasante, se debe de proceder a escarificar el suelo hasta una profundidad de 200 milímetros.

Los materiales que se van a estabilizar, deben ser los existentes en la subrasante, y no contener partículas mayores de 70 milímetros, materias vegetales o basura.

Los materiales que deberán utilizarse para la estabilización de la subrasante pueden ser, cal hidratada, cal viva, granza de cal, lechada de cal o compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos, cemento y otros materiales procedentes de préstamo.

El agua que se usará en las operaciones debe de ser clara, libre de aceites, sales, ácidos, álcalis, azúcar, materia vegetal y demás sustancias que afecten el desempeño de la subrasante.

Cuando en la subrasante aparezcan áreas con este tipo de material, deberá reemplazarse por otro que llene los requisitos para subrasante, haciendo previamente la remoción del material inapropiado.

Tabla XXXVIX. **Características del material de la subrasante**

Características	Calidad		
	Deseable	Adecuada	Tolerable
Tamaño máximo (mm.)	76	76	76
% de finos	-----	-----	---
Limite líquido %	30 Max	40 Max	50 Max
Índice plástico %	10 Max	20 Max	25 Max
Compactación	100 Min	100 Min	95 Min
CBR %	30 Min	20 Min	15 Min

Fuente: Crespo Villalaz, Carlos, Mecánica de Suelos y Cimentaciones. 5ta Edición México, 2004.

Como puede apreciarse, este material que se encuentra en el area de trabajo cumple con los requisitos de subrasante, debido a que su límite líquido no es mayor del 50%; el 95% de compactación se alcanzará con la humedad óptima de 18.5%, según el ensayo de Proctor modificado, y el CBR es mayor que el 5%.

2.2.25.2. Colocación

La subrasante deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. Se deberá verificar, además, que:

- La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa no sea inferior a la señalada en los planos o la definida por él.
- La cota de cualquier punto de la subrasante, conformada y compactada, no varíe en más de treinta milímetros (30 mm.) de la cota proyectada.

Asimismo, adelantará las siguientes comprobaciones:

Se debe efectuar un ensayo de valor soporte del suelo por cada quinientos metros cúbicos producidos, al iniciar la explotación de cada banco; hasta llegar a tres mil metros cúbicos, y posteriormente un ensayo por cada tres mil metros cúbicos colocados.

Después de haberse colocado y tendido el material, cuando no se use maquinaria especial esparcidora y conformadora, debe procederse a su homogenización, mezclando el material en todo su espesor mediante la utilización de equipo apropiado, pudiéndose efectuar con moto niveladora u otro método que produzca una mezcla homogénea.

2.2.26. Subbase

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares..

La subbase varía de acuerdo con las condiciones y caracterisitcas de lobs suelos existentes en la sub-rasante, pero suele considerarse entre 12 a 15 cm. Como la dimensión mínima constructiva. El espesor que se colocará será de 20 cm. ya que las características del suelo y del material de la subrasante proporciona suficiente soporte, para poder trabajar de acuerdo con este espesor.

2.2.26.1. Materiales adecuados para la subbase

El material de subbase deberá ser seleccionado y tener mayor valor soporte (CBR) que el material de subrasante; su espesor será variable por tramos, dependiendo de las condiciones y características de los suelos existentes en la subrasante.

Los materiales de subbase deben ser suelos del tipo granular que llenen los siguientes requisitos:

- El tamaño de las piedras que contenga el material de subbase no debe ser mayor de 2/3 del espesor de y los porcentajes que pasan los tamices No. 40 y No. 200.
- El material debe estar libre de impurezas tales como: basura, materia orgánica, terrones de arcilla y cualquier otra materia que pueda ocasionar problemas específicos al pavimento.

Tabla VL. **Características del material de la subbase**

Características	Calidad		
	Deseable	Adecuada	Tolerable
Tamaño máximo (mm.)	51	51	76
% de finos	15 Max	25 Max	10 Min
Limite líquido %	25 Max	30 Max	40 Max
Indicé plástico %	6 Max	10 Max	15 Max
Compactación	100 Min	100 Min	95 Min
Equivalente de arena	45 Min	30 Min	
CBR %	40 Min	30 Min	30 Min

Fuente: Crespo Villalaz, Carlos, Mecánica de Suelos y Cimentaciones. Mexico (2004)

2.2.26.2. Colocación

La construcción de una sub-base comprende las siguientes operaciones repetidas cuantas veces sea necesario: extensión y humedecimiento de una capa, conformación, compactación y acabado de la misma.

La subbase se colocará en capas no mayores de 20 cm. de espesor, medida antes de la compactación; mantendrá un contenido de humedad cercano al óptimo para compactarse a un mínimo del 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado. Este debe homogeneizarse y conformarse, agregándole la cantidad de agua que sea necesaria para lograr

la compactación en su totalidad. En ningún caso se permitirá colocar la capa superior de subbase sin que la capa inferior cumpla las condiciones de nivelación, espesor y densidad exigidas. Simultáneamente con estas operaciones, se procederá a conformar las bermas permanentes las cuales se compactarán en todo su ancho y en el espesor total de la capa para que sirva de contención lateral a la zona central.

2.2.27. Base

Es la capa de pavimento que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito, a la subbase y a través de esta a la subrasante; es la capa sobre la cual se coloca la capa de rodadura.

Esta capa permite reducir los espesores de carpeta, dada su función estructural importante al reducir los esfuerzos cortantes que se transmiten hacia las capas inferiores. Además, cumple una función drenante del agua atrapada dentro del cuerpo del pavimento.

El espesor requerido para cada tramo correspondiente es el resultante indicado por el encargado del diseño del pavimento. Los espesores de las bases son muy variables, pero suele considerarse que 12 o 15 centímetros, es el espesor mínimo que conviene aplicar.

2.2.27.1. Materiales adecuados para la base

Material constituido por piedra de buena calidad, triturada y mezclada con material de relleno o bien por una combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural. La estabilidad dependerá de la graduación

de las partículas, su forma, densidad relativa, fricción interna y cohesión; todas estas propiedades dependerán de la proporción de finos respecto del agregado grueso. El material debe estar libre de impurezas y residuos orgánicos.

La porción de agregado retenida en el tamiz No. 4 no debe tener un porcentaje de desgaste, por abrasión, mayor de 50 – 500 revoluciones. Y no más del 25% deben de ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces del espesor promedio de las mismas.

Cuando se necesite agregar material de relleno en adición al que se encuentra naturalmente en el material triturado, para proporcionarle características adecuadas de granulometría y cohesión, este debe ser libre de impurezas y consistir en suelo arenoso, limo orgánico, polvo de roca u otro material con alto porcentaje de partículas que pasen por el tamiz No. 10.

Tabla XLI. Características de los materiales de la base

Características	Calidad	
	Deseable	Adecuada
Tamaño máximo (mm)	38	51
% de finos	10 Max	15 Max
Limite líquido %	25 Max	30 Max
Indicé plástico %	6 Max	6 Max
Compactación	100 Min	100 Min
Equivalente de arena %	45 Min	30 Min
CBR %	100 Min	80 Min

Fuente: Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones. 5ta Edición, México 2004.

2.2.27.2. Colocación

Antes de tender el material de base, el material de subbase debe de cumplir con las especificaciones mencionadas.

Se tiene que humedecer la superficie entre capas, para conseguir una mejor adhesión entre las capas y evitar deslizamientos; cuando el espesor de base sea mayor de 20 centímetros, se tendrá que hacer la compactación por capas, siempre que estas no sean mayores de 20 ni menores de 10 centímetros. Cubriendo distancias no mayores de cuatro kilómetros, medidas desde el extremo anterior de la capa terminada.

Al compactar, el material debe ser homogéneo y estar humedecido, esto se puede efectuar en la planta, antes de ser acarreado y tendido, procediendo en este caso con la compactación inmediata. En el caso de que el material se humedezca después de tendido, debe mezclarse hasta lograr un humedecimiento homogéneo, que permita la compactación del mismo; el riego del agua puede efectuarse simultáneamente al momento de realizar la mezcla del material, si este se encuentra en sus óptimas condiciones se logra la densidad especificada. La capa de base ya terminada, tiene que quedar lo más uniforme posible para evitar concentración de esfuerzos en la capa de rodadura, al estar el pavimento ya dispuesto para la circulación de vehículos.

2.2.28. Carpeta de rodadura

También conocida como carpeta asfáltica, la carpeta de rodadura es la capa de la estructura del pavimento flexible elaborada con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico, que protege la base, impermeabilizando la superficie, evitando de esta manera posibles infiltraciones del agua de lluvia,

que podría saturar parcial o totalmente las capas inferiores que conforman la estructura del pavimento flexible.

Los materiales pétreos son suelos inertes que se consiguen en ríos, arroyos o depósitos naturales. Para poder ser empleados en la carpeta asfáltica deben cumplir con ciertas características dadas por la granulometría, dureza, forma de la partícula y adherencia con el asfalto.

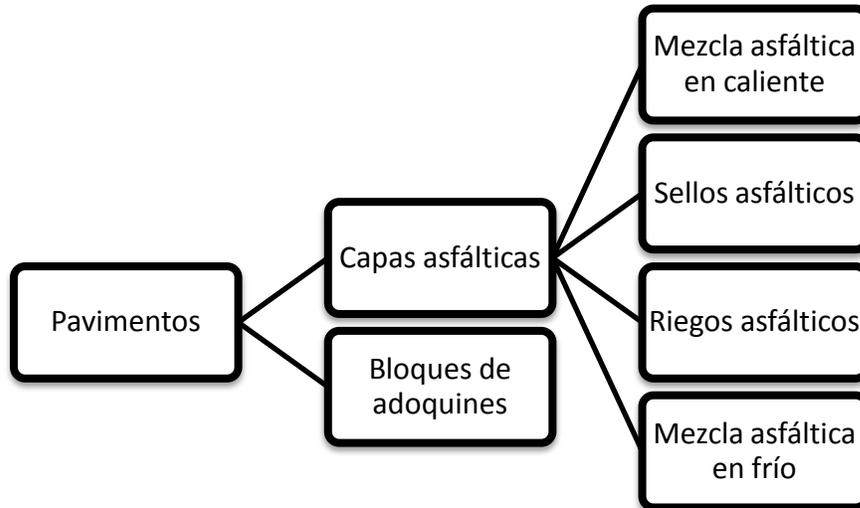
El contenido óptimo de asfalto para una carpeta, es la cantidad de asfalto que se necesita para formar alrededor de la partícula una membrana con un espesor suficiente para resistir los elementos del interperismo, para que el asfalto no se oxide. El espesor no debe ser muy grande porque se pierde resistencia y estabilidad.

Las funciones de la carpeta de rodadura son las siguientes:

- Proporcionar una superficie de rodamiento que permita un tránsito fácil y cómodo para los vehículos.
- Impedir la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores.
- Resistir la acción de los vehículos, las presiones verticales de contacto, las tensiones tangenciales de frenado, las succiones debidas al comportamiento de los neumáticos, etc.

Desde el punto de vista general, la rodadura debe ser cómoda, segura, duradera, poco ruidosa, producir un desgaste mínimo en los vehículos y facilitar la evacuación del agua en la zona de contacto con el neumático.

Figura 48. **Tipos de superficies de rodadura en pavimentos flexibles.**



Fuente: Manual de Pavimentos

2.2.28.1. Características de la capa de rodadura

El concreto asfáltico mezclado en vía, consiste en una o varias capas compactadas de una mezcla de agregados minerales y asfalto líquido, producido en la vía por medio de plantas viajeras, motoniveladoras, arados agrícolas o cualquier otro tipo capaz de mezclar agregados y asfalto sobre la superficie de la vía. Este tipo de concreto asfáltico se puede emplear como capa de rodamiento para tráfico liviano y mediano, como base de pavimentos flexibles para tráficos mediano y pesado o como capa intermedia.

El concreto asfáltico mezclado en planta y compactado en caliente, es el pavimento asfáltico de mejor calidad y se compone de una mezcla de agregados gradados y asfalto, realizada a una temperatura aproximada de 150°C colocada y compactada en caliente. Las plantas para la producción de mezclas en caliente se construyen de tal manera que, después de calentar y

secar los agregados, los separa en diferentes grupos de tamaños, los recombina en las proporciones adecuadas, los mezcla con la cantidad debida de asfalto caliente y finalmente los entrega a los vehículos transportados, que a su vez la colocan en la máquina pavimentadora para que esta la deposite sobre la vía con un espesor uniforme, después de lo cual se compacta mediante rodillos mientras la temperatura se conserva alta.

La capa de rodadura tambien contribuye a aumentar la capacidad soporte del pavimento, absorbiendo cargas, si su espesor es apreciable (mayor de 4 centimetros).

2.2.28.2. Material adecuado para la capa de rodadura

Superficie de rodamiento constituida por materiales endurecidos para pasar minimizados los esfuerzos hacia las traserías. Pueden ser materiales granulares con o sin liga, o mas comúnmente de concreto asfáltico o hidráulico, en sus diferentes variantes. Constituye el área propiamente dicha por donde circulan los vehículos y peatones.

El material asfáltico, tipo grado, y especificación del cemento asfáltico, debe ser uno de los establecidos en la siguiente tabla:

Tabla XLII. **Especificaciones del cemento asfáltico**

Tipo y grado de cemento asfáltico	Especificación
Graduación por viscosidad <ul style="list-style-type: none"> • AC-10 • AC-20 • AC-40 	AASHTO M 228
Graduación por penetración <ul style="list-style-type: none"> • 40 - 50 • 60 - 70 • 85 -100 • 120-150 	AASHTO M 20
Graduación PG <ul style="list-style-type: none"> • 22 – 64 • 22 – 70 • 22 – 76 • 22 – 82 	AASHTO MP 1

Fuente: Especificaciones Generales para la construcción de Carreteras y Puentes, Dirección General de Caminos, 2,000.

Como el cemento asfáltico es sólido a temperatura ambiente, es necesario calentarlo. Este aumento de temperatura del cemento asfáltico necesita llegar a 140°C y la temperatura de los materiales pétreos necesita llegar a 160°C.

2.2.28.3. Colocación de la carpeta de concreto asfáltico

Este tipo de carpetas, deben de ser construidas sobre bases hidráulicas o sobre bases asfálticas impregnadas. Si se llegan a construir sobre bases naturales con módulos de elasticidad bajos, sufrirán deformaciones ante las cargas del tránsito, la resistencia no será la deseada y su ruptura será frágil.

Para los requerimientos de la mezcla asfáltica, se adoptará el método Marshall según AASHTO T-245, que sirve para verificar las condiciones de vacíos y estabilidad que deben satisfacer los valores indicados en el Manual Centroamericano de Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales, SIECA, 2004.

Para poder construir las carpetas de concreto asfáltico, se deben de seguir los siguientes pasos:

- Elegir los bancos de material pétreo y llevarlos al laboratorio para seleccionar el banco adecuado
- Hacer el proyecto granulométrico en el laboratorio para encontrar el contenido óptimo de cemento asfáltico.
- Extraer el material
- Proporcionar pétreos en frío a la planta de mezclado.
- Transportar el material al cilindro de calentamiento y secado donde alcanzará una temperatura entre 150°C y 170°C.
- Alcanzada la temperatura deseada, el material pétreo se sube a la unidad de mezclado, donde se mezcla con el cemento asfáltico que se encuentra entre los 130°C y 140°C.
- Llevar la mezcla al tramo con una temperatura mínima entre 110°C y 120°C. La mezcla debe descargarse en la finisher que se encarga de extenderlo y darle una ligera compactación.
- La compactación debe iniciarse a una temperatura mayor a los 90°C. con un rodillo de 7 ton., para dar un primer armado y evitar desplazamiento de la mezcla. Después con uno de 15 ton. El grado mínimo de compactación es de 95% del peso volumétrico del proyecto.

Una carpeta que tiene menos asfalto del necesario, se desgranará, en el caso contrario, el asfalto brotará a la superficie haciéndola lisa y resbaladiza.

2.2.29. Drenaje

En cualquier tipo de pavimento, el drenaje, es un factor determinante en el comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil; por lo tanto lo es también en el diseño del mismo. Es muy importante evitar que exista presencia de agua en la estructura de soporte, debido a que en caso de presentarse esta situación afectará en gran medida la respuesta estructural del pavimento.

Se debe de diseñar un sistema de drenaje efectivo que evacue y canalice adecuadamente el agua, manteniéndola alejada de la zona de afección de la vía.

Aspectos que deben tomarse en cuenta para evitar que el agua penetre en la estructura de soporte:

- Mantener perfectamente selladas las juntas del pavimento.
- Sellar las juntas entre pavimento y acotamiento o cuneta.
- Colocar barreras rompedoras de capilaridad (en donde se requiera)
- Utilizar cunetas, bordillos, lavaderos, contracunetas, subdrenajes, etc.

2.2.30. Sistema de drenaje

El sistema de drenaje de una vía es el dispositivo específicamente diseñado para la recepción, canalización y evacuación de las aguas, que puedan afectar directamente a las características funcionales de cualquier elemento integrante de la carretera. Dentro de esta amplia definición se distinguen diversos tipos de instalaciones encaminadas a cumplir tales fines, agrupadas en función del tipo de aguas que pretendan alejar o evacuar, o de la disposición geométrica con respecto al eje de la vía:

2.2.30.1. Drenaje superficial

Conjunto de obras destinadas a la recogida de las aguas pluviales o de deshielo, su canalización y evacuación a los cauces naturales, sistemas de alcantarillado o a la capa freática del terreno. Se divide en dos grupos:

- Drenaje longitudinal: canaliza las aguas caídas sobre las plataforma y taludes de la explanación de forma paralela a la a calzada, restituyéndolas a sus cauces naturales. Para ello se emplean elementos como las cunetas, cauces, colectores, sumideros, arquetas y bajantes.
- Drenaje transversal: permite el paso del agua a través de los cauces naturales bloqueados por la infraestructura vial, de forma que no se produzcan destrozos en esta última. Comprende pequeñas y grandes obras de paso como puentes y viaductos.

2.2.30.2. Criterios de diseño

A la hora de proyectar el drenaje de una carretera se debe tener presente una serie de factores que influyen directamente en el tipo de sistema más adecuado, así como en su posterior funcionalidad. Los más destacables son:

- Factores topográficos: dentro de este grupo se engloban circunstancias de tipo físico, tales como la ubicación de la carretera respecto del terreno natural contiguo, la tipología del relieve existente o la disposición de sus pendientes en referencia a la vía.
- Factores hidrológicos: hacen referencia al área de la cuenca de recepción y aporte de aguas superficiales que afectan directamente a la carretera, así como a la presencia, nivel y caudal de las aguas subterráneas que puedan infiltrarse en las capas inferiores del pavimento.

- Factores geotécnicos: la naturaleza y características de los suelos existentes en la zona, condicionan la facilidad con la que el agua puede llegar a la vía desde su punto de origen, así como la posibilidad de que ocasione corrimientos o una erosión excesiva del terreno. Las propiedades a considerar son aquellas que afectan a su permeabilidad, homogeneidad, estratificación o compacidad, influyendo también la existencia de vegetación.

Una vez sopesados estos factores se procede al diseño de la red de drenaje, que deberá cumplir los siguientes objetivos:

- Evacuar de manera eficaz y lo más rápidamente posible el agua caída sobre la superficie de rodadura; se deberá evitar la inundación de los tramos más deprimidos de la vía.
- Alejar del firme el agua freática, así como los posibles acuíferos existentes.
- Prestar especial atención a los cauces naturales, tales como barrancos o ramblas, disponiendo obras de fábrica que no disminuyan su sección crítica.
- Cuidar el aspecto ambiental, procurando que produzca el menor daño posible al entorno.

Todos los anteriores puntos están como siempre supeditados a la economía de la obra, por lo que la solución adoptada debe tener en cuenta dos condicionantes adicionales:

- El coste inicial de construcción e implantación del sistema de drenaje.
- Los costes de reparación y mantenimiento de la infraestructura de drenaje a lo largo de la vida útil de la carretera.

2.2.31. Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal deberá recoger el agua de escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera y de los márgenes que viertan hacia ella y la conduzcan hasta un punto de desagüe, restituyéndolas a su cauce natural.

- Elementos de canalización: recogen las aguas pluviales.
- Elementos de desagüe: alivian el caudal de los anteriores, facilitando la salida de las aguas.
- Elementos de evacuación: conducen las aguas hasta su evacuación en un cauce natural.

2.2.31.1. Elementos de canalización

A continuación se describe la tipología y dimensionamiento de los diferentes elementos que se encargan de la canalización de las aguas en un drenaje longitudinal.

2.2.31.1.1. Cunetas

Se definen como elementos longitudinales situados en el extremo de la calzada y que discurren paralelos a la misma; principales misiones son:

- Recibir y canalizar las aguas pluviales procedentes de la propia calzada y de la escorrentía superficial.
- En determinados casos, recoger las aguas infiltradas en el firme y terreno adyacente.
- Ayudar a controlar el nivel freático del terreno.

También es importante que la geometría de las cunetas no suponga un peligro añadido para los vehículos que eventualmente se salgan de la calzada.

Las cunetas pueden construirse de diferentes materiales en función de la velocidad de circulación del agua en su seno, magnitud que depende directamente de la inclinación longitudinal de la cuneta, que suele coincidir con la adoptada para la vía. Una velocidad superior a la tolerable por el material causaría arrastres y erosiones del mismo, reduciendo la funcionalidad de la cuneta. Si fuera necesario, esta puede revestirse con un material hidráulicamente más competente, generalmente hormigón, especialmente en las siguientes situaciones:

Es importante que la cuneta se halle lo suficientemente alejada del pavimento como para que su sección no produzca inundación superficial o infiltraciones en las capas del pavimento. En este sentido, es recomendable dejar un resguardo de al menos 50 cm., entre la superficie de rodadura y el máximo nivel de lámina libre; así como impermeabilizar la cuneta para evitar filtraciones, o distanciarla de las capas resistentes del pavimento si estas no están protegidas.

2.2.31.2. Determinación del caudal de referencia

Para proyectar un sistema de drenaje el primer paso es estimar el máximo caudal que va a tener que desaguar. Para ello se aplicará el método Hidrometeorológico.

- Método hidrometeorológico: es un método basado en la aplicación de una intensidad media de precipitación, obtenida de los mapas pluviométricos en toda la superficie de la cuenca, realizando una estimación de la escorrentía superficial. Da buenos resultados en cuencas pequeñas.

Una de las aplicaciones más sobresalientes de este tipo de análisis lo constituye el diseño hidráulico de diferentes obras, para la evacuación segura de la escorrentía originada por eventos de lluvias, en áreas urbanas y rurales. Normalmente, este tipo de aplicaciones requiere de eventos de lluvias intensas asociados a una duración y a una frecuencia de ocurrencia. Las curvas de duración-intensidad-frecuencia (DIF), ofrecen dicha relación.

En Guatemala, este tipo de curvas se encuentran reducido para cierto número de estaciones, para diferentes épocas y en documentos dispersos.

Para la estimación de caudales (Q) de diseño, asociados a determinados períodos de retorno, para cuencas tributarias pequeñas, se usa el método racional.

$$Q = \frac{Ci A}{3.6}$$

Donde,

Q = Caudal pico [m^3/s]

C = Coeficiente de escorrentía [-]

i = intensidad de precipitación [mm/hr], con una duración igual a t_c

A = Área de la cuenca tributaria [km^2]

t_c = Tiempo de concentración de la cuenca [min]

El tiempo de concentración del área tributaria, definido como el necesario para que el agua precipitada en el punto más alejado de la sección de desagüe de una cuenca, en el presente caso, el sistema de drenaje llegue a dicha sección; este puede estimarse mediante fórmulas que se basan en parámetros morfométricos de las cuencas o con base en aspectos hidráulicos de las corrientes. Uno de las fórmulas utilizadas en nuestro medio es la de KIRPICH, que usa el desnivel y longitud del cauce.

$$t_c = \frac{3L^{1.15}}{154 H^{0.38}}$$

Donde

L [m] es la longitud del cauce desde la cabecera de la cuenca tributaria

H[m] es el desnivel de dicho cauce.

El coeficiente de escorrentía C, se estima con base en las características hidrogeológicas de las cuencas. En la literatura especializada de Hidrología, se publican tablas con valores de C en función, generalmente, de tres aspectos que se consideran determinantes en la generación de escorrentía como consecuencia de tormentas de lluvias: la cobertura, el tipo de suelo y las pendientes del terreno.

Tabla XLIII. **Valores indicativos del coeficiente de escorrentía.**

Uso del suelo	Pendiente del terreno	Capacidad de infiltración del suelo		
		Alto (suelos arenosos)	Medio (suelos francos)	Bajo (suelos arcillosos)
Tierra agrícola	< 5 %	0.30	0.50	0.60
	5 – 10 %	0.40	0.60	0.70
	10 – 30 %	0.50	0.70	0.80
Potreros	< 5 %	0.10	0.30	0.40
	5 – 10 %	0.15	0.35	0.55
	10 – 30 %	0.20	0.40	0.60
Bosques	< 5 %	0.10	0.30	0.40
	5 – 10 %	0.25	0.35	0.50
	10 – 30 %	0.30	0.50	0.60

Fuente: National Engineering Handbook, Sec. 4 Hydrology, USDA, 1972.

Una vez conocido el tiempo de concentración, este valor se usa para estimar la intensidad de lluvia para el período de retorno deseado. Conociendo

los parámetros de las ecuaciones respectivas, para el sitio de interés, simplemente se ingresa en la ecuación el valor de t_c como t .

Considerar que se desea estimar la magnitud de la intensidad de lluvia para un período de retorno de 10 años, debido a el TPDA y tipo de nuestra carretera. Asumir además que, la longitud del cauce más largo, L , de la cuenca de interés es de 953.78 m y su desnivel es de 31.93 m. Aplicando la ecuación del tiempo de concentración se tiene que el $t_c = 5 \text{ min}$.

Con datos obtenidos en el INSIVUMEH, se puede calcular la intensidad de lluvia que se recibe en el área de Suchitepéquez. Ya obtenidas las curvas DIF, el tipo de modelo para representar matemáticamente las curvas tiene la forma de:

$$i_{Tr} = \frac{A}{(B + t)^n}$$

Donde:

i_{Tr} es la intensidad de lluvia [mm/hr], asociada a una frecuencia de ocurrencia, representada por el período de retorno (Tr), t es la duración [min] A , B y n son parámetros de ajuste. Estos parámetros se obtienen mediante regresión no lineal. Los períodos de retorno analizados son: 2, 5, 10, 20, 25, 30, 50 y 100 años.

Tabla XLIV. **Parámetros A, B y n de las ecuaciones de la forma de la Ec. 1 obtenidos en los análisis. Tr=período de retorno (años). R2=coeficiente de determinación (-)**

Tc	2	5	10	20	25	30	50	100
A	5843	1991	1150	1321	1315	1221	1215	1217
B	25	14	11	13	13	12	12	12
N	1.037	0.769	0.616	0.633	0.63	0.61	0.61	0.609
R2	0.998	0.998	0.976	0.975	0.975	0.97	0.974	0.974

Fuente: informe de intensidad de lluvia, INSIVUMEH

$$i_{Tr} = \frac{1150}{(11 + 5)^{0.616}} = 206 \text{ mm/hr}$$

Una vez conocidos la intensidad media (I) y el coeficiente de escorrentía (C), únicamente resta aplicar la expresión del Método Hidrometeorológico aplicando el área de la cuenca (A), $A = (945\text{m} \cdot 6\text{m})/100$

$$Q = \frac{206 * 0.30 * 5.68}{3.6} = 98.45 \text{ m}^3/\text{s}$$

El dimensionamiento de este tipo de elementos de drenaje se realiza mediante la fórmula Manning-Strickler, cuya expresión matemática es:

$$Q = V * S = K * S * R^{2/3} * J^{1/2}$$

Donde:

Q : es el caudal desaguado por la cuneta en m^3/s

V : es la velocidad media de la corriente en m/s

K : es el coeficiente de rugosidad de Manning

S : es la sección mojada en m^2 , variable con el calado (h)

R: es el radio hidráulico en m. [Sección mojada (S)/ Perímetro mojado (P)]

J: la pendiente de la línea de energía

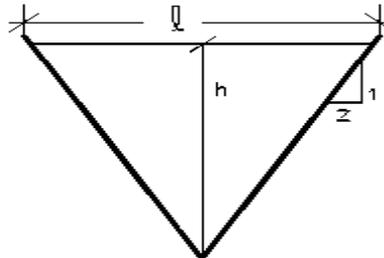
Tabla XLV. **Coefficiente de rugosidad K**

Material	Características	K(m^{1/3}/s)
Tierra desnuda	Superficie uniforme	40-50
	Superficie irregular	30-50
Tierra genérica	Ligera vegetación	25-30
	Vegetación espesa	20-25
Encachado		35-50
Revestimiento bituminoso		65-75
Hormigón proyectado		45-60
Tubo corrugado	Sin revestir	30-40
	Revestido	35-50
Tubo de fibrocemento	Sin juntas	100
	Con juntas	85
Tubo o cuneta de hormigón		60-75

Fuente: informe de intensidad de lluvia, INSIVUMEH

Tanto la sección (S) como el perímetro mojado (P) que define el radio hidráulico pueden ponerse en función del calado (H) de la corriente

Figura 49. **Canal triangular**



Fuente: elaboración propia

En este caso $z=3$; siendo el Area: $S= z \cdot h^2$, tenemos que $S= 3 \cdot h^2$

Siendo el perímetro mojado: $P= 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + z^2} = 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + 3^2}$; por lo que $P= 4 \cdot h$, ya que el Radio hidráulico es igual a: S/P

$$\left. \begin{array}{l} S = 3 \cdot H^2 \\ P = 4 \cdot H \end{array} \right\} R = \frac{3H}{4}$$

Sustituyendo en la ecuación y despejando H, se tiene la altura para el diseño del drenaje.

Los principales elementos de desagüe superficial empleados en carreteras son los sumideros, estos elementos permiten el desagüe de los dispositivos superficiales de drenaje, en este caso cunetas, bien directamente al exterior o por medio de un colector. De esta forma, las aguas vuelven a reintegrarse al cauce natural, o son desviadas a sistemas subterráneos de recogida, como la red de alcantarillado.

En la elección del tipo y diseño de estos elementos deberán tenerse en cuenta, aún por encima de las consideraciones hidráulicas, factores de seguridad en la circulación y el posible peligro de su obstrucción y acumulación de sedimentos térreos lo que haría totalmente inútil su presencia.

Elaboración de la cuneta: concreto de calidad especificada para uso de cunetas; que el resultado de la mezcla combinada con cemento hidráulico, agregados, agua y aditivos tenga las proporciones adecuadas. Utilizar la proporción 1:2:3, con la resistencia ya indicada.

2.2.32. Evaluación de Impacto Ambiental

Se debe de establecer las características ambientales del área de influencia, los componentes del proyecto y la definición de las áreas sensibles, para proceder entonces a realizar la Evaluación de Impacto Ambiental, aplicando el siguiente marco metodológico:

- Establecimiento de las acciones del proyecto susceptibles de generar impactos ambientales y selección de los componentes ambientales con posibilidad de ser impactados.
- Selección de indicadores ambientales biofísicos y socioeconómicos y culturales.
- Identificación y selección de medidas de impacto cualitativas y cuantitativas.
- Determinación de los parámetros de calificación numéricos y cualitativos, los mismos que como principales variables tiene al carácter genérico, a la reversibilidad del impacto y a su magnitud.
- Calificación y predicción de los impactos para cada una de las principales actividades, aplicando el método matricial de interacción entre los

componentes socio-ambientales y los diferentes parámetros de calificación de impactos.

- Descripción de los impactos según su jerarquización: significativo y no-mitigable (impacto crítico); significativo y mitigable (impacto severo); poco insignificante y mitigable (impactos moderados); e insignificante y beneficioso (impactos compatibles).

2.2.32.1. Matriz de riesgos

La matriz fue diseñada para la evaluación de impactos asociados con casi cualquier tipo de proyecto de construcción. Su utilidad principal es como lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones amenaza y vulnerabilidad, pero también es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados de la evaluación.

Boleta de Identificación y Evaluación de Riesgo

Proyecto: Pavimentación del segundo acceso que conduce al Centro Universitario de Sur-Occidente - CUNSUROC-

Localización: Suchitepequez, Mazatenango

Identificación y Evaluación de Riesgo Programas / Proyectos			N.A.	Expuesto al evento	Genera el evento	Am amenaza										Total = A * V R = amenaza * vulner.	
Origen del Evento	Factor	Tipo de Evento				Nula					Vulnerabilidad						
						0	4	8	10	2	4	8	10				
Naturales	Meteorológicos	Huracanes, ciclones y tifones	X													0	
		Tomados (vientos fuertes)	X														0
		Tormenta tropical	X			4					4						16
		Onda térmica fría	X		0					2							0
		Onda térmica cálida	X		0					2							0
		Inundaciones	X		4						4						16
		Sequías que provocan pérdidas agrícolas	X		4					2							8
		Otros: Especifique															
	Topográficos ó Geotécnicos	Derrumbes	X														0
		Deslizamientos	X														0
		Lahares	X														0
		Flujos de lodo y agua	X														0
	Tectónicos ó Geológicos	Terremotos (sismos)	X	X				8					8				64
		Erupciones volcánicas	X														0
		Maremotos (tsunamis)	X														0
Otros																	
Antropico - Social	Derechos humanos	Violación de derechos humanos	X														0
		Genera pobreza y exclusión social	X														0
		Genera discriminación (género, étnia, discapacidad)	X														0
		Ocurrencia de epidemias	X														0
		Otros															
	Seguridad ciudadana	Asesinatos y crímenes	X														0
		Delincuencia organizada	X	X		4							8				32
		Delincuencia común	X	X		4							8				32
		Conflictos limítrofes	X														0
		Ocurrencia de guerra	X														0
		Ocurrencia de terrorismo	X														0
	Entorno político económico-social	Crisis política (pérdida democracia)	X			4				2							8
		Crisis gobernabilidad (alteración orden público)	X			4				2							8
		Crisis económica (empobrecimiento)	X			4				2							8
		Crisis social (conflictos entre pobladores)	X			4				2							8
		Otros															
	Manejo del ambiente	Destrucción de hábitats naturales.	X	X				8				2					16
		Radiación solar intensa	X														0
		Descarga de sólidos y líquidos a cuerpos de agua	X			4						4					16
		Descarga de partículas sólidas al aire	X			4						2					8
		Contaminación por ruido superior a 90 DB	X														0
		Contaminación de suelos	X			4						2					8
		Sobreexplotación de recursos naturales	X			4						2					8
		Desertificación	X														0
		Incendios forestales	X					8				2					16
		Otros															
	Accidentes	Fallas industriales y tecnológicas	X														0
		De transporte aéreo, acuático y terrestre	X														0
		Derrame de productos petroleros	X														0
		Depósitos industriales y químicos	X														0
Colapso de estructuras		X	X				8				2					16	
Explosiones		X														0	
Centrales eléctricas, térmicas y geotérmicas.		X														0	
Oleoductos		X														0	
Coheterías		X														0	
Urbanización desordenada		X	X				8					8				64	
Edificios, ruinas, monumentos abandonados		X														0	
Otros																	
Factor	Escala	Descripción														352	
Amenaza	Nula	No apreciable															
	Mínima	Visible, sin importancia para la estabilidad del sistema															
	Moderada	Alteración notable, pero en un ámbito reducido															
	Severa	Alteración notable, extensa consecuencias dañinas y mortales															
Vulnerabilidad	Baja	Población es afectada en forma mínima, no existe peligro de muerte.															
	Media	Población es afectada focalmente, existe peligro de muerte.															
	Alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte.															
	Extrem. Alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte, sin capacidad de recuperación.															
Escala de decisión	Bajo	menor 400 (Se acepta el proyecto con medidas mitigación)															
Riesgo	Medio	mayor de 401 hasta 1000 (Reformular el proyecto)															
(puntos de riesgo)	Alto	mayor de 1000 (Se rechaza el proyecto, reformularlo)															

Fuente: elaboración propia

2.2.33. Impactos deducidos del estudio

2.2.33.1. Impacto sobre el agua

Posiblemente habrá cierta alteración de los cursos de agua en la fase de obras. Sin embargo, está previsto respetar los cursos de agua intermitentes existentes en las zonas por donde discurre la carretera en la zona de estudio. No parece que se alteren de forma significativa los cursos naturales ni el drenaje superficial. En cuanto a la afección de las aguas subterráneas, puede haber cierto peligro de contaminación por vertidos durante la fase de obras que se evitan con medidas preventivas. Una vez construida la autovía habrá una zona de impermeabilización del suelo (zona asfaltada) que impida la filtración aumentando el drenaje superficial.

2.2.33.2. Impacto en la atmósfera: calidad del aire y ruido

Se debe valorar el impacto sobre la calidad del aire en relación con los contaminantes y con la energía disipada en forma de ruido.

2.2.33.3. Impacto en la calidad del aire

La calidad de aire, que es excelente en estos momentos, se modificará tanto en la fase de obras como en la de funcionamiento de la autovía. En la fase de obras se producirán partículas en suspensión que afectarán a zonas próximas. La afección dependerá principalmente del régimen de vientos y puede llegar a tener importancia en la zona urbana de las cercanías.

En la fase de funcionamiento de la carretera se producirán emisiones de contaminantes que podrán a su vez generar otros compuestos -contaminantes

secundarios- afectando a las zonas más cercanas a la carretera; también la extensión de los contaminantes estará regulada por los vientos. Los metales pesados quedarán cerca de la vía pudiendo afectar a los suelos y la vegetación de las zonas próximas.

2.2.33.4. Contaminación sonora

Habrá un incremento de ruido en la zona en la fase de obras, pero el impacto por ruido será muy importante en la fase de funcionamiento de la autovía.

2.2.33.5. Impacto sobre el medio biótico

El aspecto que afectará directamente a la fauna es el ruido; tanto en la fase de construcción como posteriormente.

En la fase de obra, la maquinaria y las voladuras, si las hubiera, afectan en general a toda la fauna, pero sobre todo, se ven más afectados en primer lugar las aves y en segundo lugar los mamíferos. Los gases contaminantes de los carros también afectan la fauna.

2.2.33.6. Impacto sobre la vegetación

Gases contaminantes: el impacto mayor está constituido por el aumento de gases emitidos por los vehículos al circular por el nuevo acceso.

2.2.34. Medidas correctoras

Como consecuencia de la construcción del segundo acceso se generarán importantes impactos negativos en el medio físico, tanto en la fase de obras como en la de funcionamiento de la autovía. Se destacan como especialmente graves, los impactos sobre el paisaje, la atmósfera (ruido y contaminación) y sobre los usos del suelo. La modificación en el medio físico (contaminación, ruido, efecto barrera) producirá a su vez efectos negativos en el medio biótico (vegetación y fauna) difíciles de evaluar.

Las medidas correctoras de impactos que afecten al medio físico, serán al mismo tiempo eficaces para reducir impactos sobre el medio biótico, aunque se deberán arbitrar medidas concretas de corrección de efectos negativos sobre la fauna y la vegetación. A continuación se indican medidas correctoras a los efectos negativos más importantes que se han detectado, dando mayor importancia a la corrección de los impactos generados por el futuro tráfico de automóviles que a los producidos en la fase de obra, considerando que los efectos de estos últimos no serán permanentes.

Los suelos por los que discurrirá la carretera dejarán de ser de cultivos, ganaderos y recreativos, para convertirse en un corredor por donde pasará una vía de circulación ajardinada en sus márgenes. Aunque no se recuperaría el uso agrario o ganadero, sí podría rescatarse el uso recreativo actual como zona "de campo" donde pasear, para ello la replantación se debería llevar a cabo con plantas autóctonas, de modo que pueda convertirse en una zona urbana ajardinada.

La revegetación con plantas autóctonas que a largo plazo pueden llegar a regenerar un encinar, beneficiaría a la fauna, aumentando los hábitats disponibles. Se pueden llevar a cabo otras acciones compensatorias: introducir casetas de nidificación, facilitar la alimentación de las aves

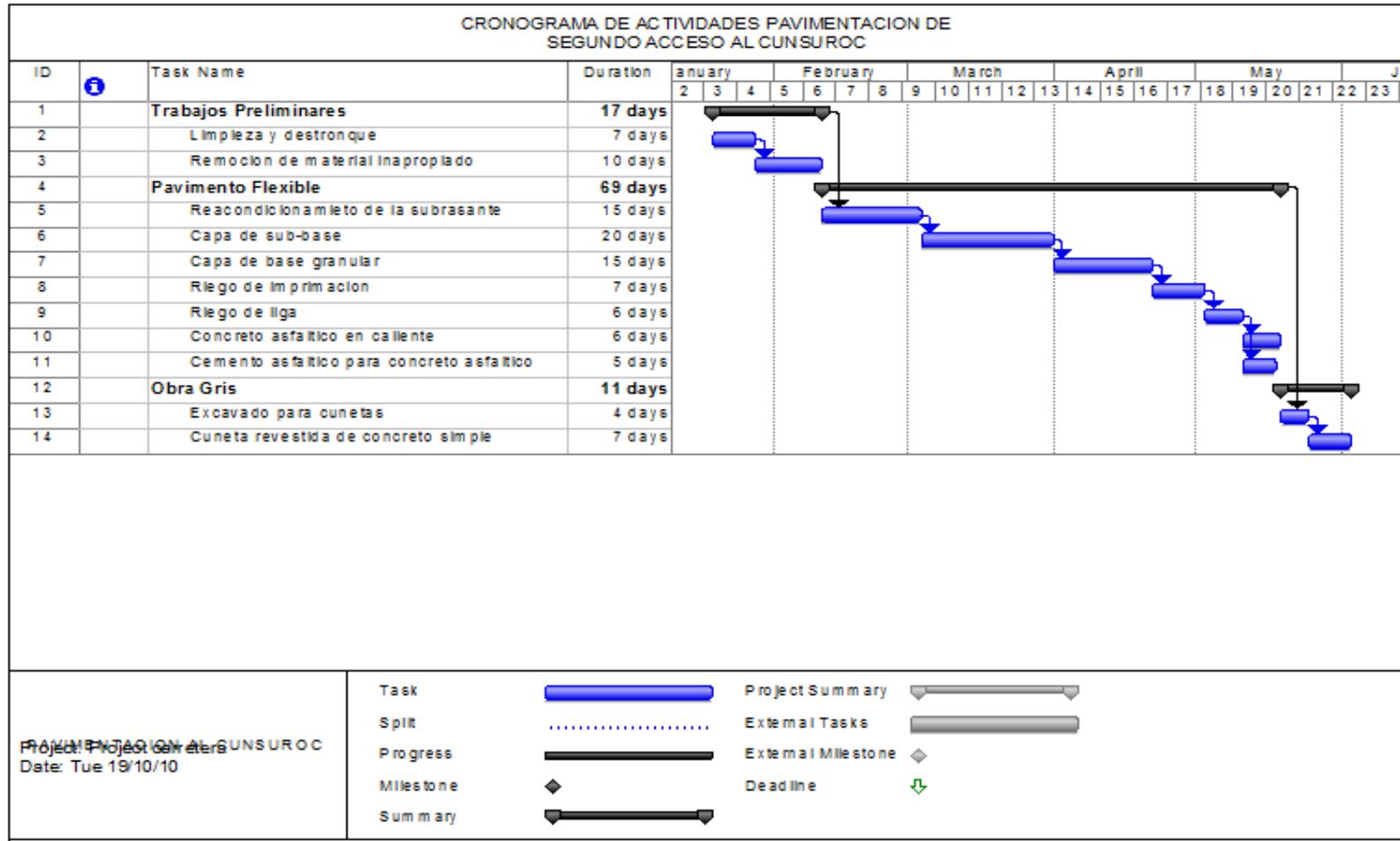
2.2.35. Presupuesto

La metodología propuesta para el cálculo de costos unitarios promedio, busca establecer las bases para identificar las actividades que se llevan a cabo en cada uno de los renglones de obra y establecer su forma de pago de acuerdo con una estandarización de los costos y rendimientos, especialmente para efectos de la elaboración del presupuesto de nuevos proyectos.

Integración costo hora:

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| - Costo equipo | Lubricantes |
| - Depreciación | Combustible |
| - Índice de ocupación | Operador |
| - Amortización | Gasto de administración |
| - Mantenimiento | Utilidad |

2.2.36. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

1. El diseño de la clínica de la Facultad de Ciencias medicas comprende una edificación de tres niveles con un área de construcción de 330 metros cuadrados, para 3 salas de consulta en el segundo nivel y un salón de conferencias en el tercer nivel, cuyo costo directo de ejecución asciende a la cantidad de Q. 1,116,264.88 con un costo unitario de Q. 3,382.62 por metro cuadrado.
2. Con la implementación de la clínica, los estudiantes de la carrera de Medicina lograrán un aprendizaje más efectivo y una mejor proyección de servicios a la sociedad guatemalteca.
3. El nuevo acceso al Centro Universitario de sur-occidente de Mazatenango, comprende una longitud de 945.8 metros lineales, para beneficio de la población estudiantes del centro universitario ya que permite una mejor atención académica y administrativa, promoviendo con sus egresados el desarrollo de esta zona.
4. El costo directo que implica la construcción de la pavimentación del segundo acceso asciende a la cantidad de Q. 5,399,989.82, con un costo unitario directo de Q. 5,708.23 por metro cuadrado.

RECOMENDACIONES

1. Al ejecutarse los proyectos debe asegurarse que un profesional/supervisor realice las inspecciones pertinentes y que no delegue todo el trabajo al maestro de obras. En ocasiones se producen errores constructivos que hubieran sido detectados antes o durante la construcción, y no después que los problemas comienzan a surgir.
2. En la medida de lo posible se le debe de dar un mantenimiento apropiado a las instalaciones, como también designar a personas encargadas de supervisar con calidad y criterio que esto se cumpla cuando las instalaciones ya se encuentren en uso, para que la vida útil del inmueble sea la esperada.
3. Entre los mantenimientos adecuados para la pavimentación, es necesario aplicar una limpieza de las cunetas antes del inicio de la época de invierno ya que si estas se encuentran obstruidas con basura, la evacuación del agua pluvial se verá afectada, creando dificultad en el paso del tráfico diario.
4. Durante la fase de construcción, se debe mantener los materiales protegidos de las inclemencias del clima. Es común encontrarse material apilado dentro del sitio, expuesto al viento y la lluvia. Deben humedecerse los compuestos antes de mezclarlos pues dificulta saber cuánta agua hay que adicionar para asegurar una buena actuación.

BIBLIOGRAFÍA

1. BADILLO, J.; RODRIGUEZ, R. *Mecánica de suelos, fundamentos de la mecánica de suelos*. México. Limusa. 2005. 642 p.
2. CABRERA, J. V., *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1*. Trabajo de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994. 178p.
3. Comité ACI 318 American Concrete Institute. *Requisitos de Reglamento para concreto estructural (ACI 318S-05) y comentario (ACI 318SR-05)*. Estados Unidos: ACI, 2005. 675 p.
4. MCCORMAN, J.C. *Diseño de concreto reforzado*. 4ª ed. México: Alfa y Omega. 2001. 764 p.
5. NILSON, A. H. *Diseño de estructuras de concreto*. Colombia: McGraw-Hill Interamericana S.A., 1999. 722 p.
6. Secretaria de Integración Económica Centroamericana, SIECA. *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos*. Guatemala, 2002. 289 p.
7. SICAL R.; Axel, Roely.. *Detallado de diseño sísmico de hormigón armado con base al ACI 2005*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 219 p.

8. *Structural Engineering Design Provisions. Uniform Building Code UBC.* (Volumen 2), Estados Unidos: s.e. 1997. 265 p.
9. TORRES, R. *Análisis comparativo de costos entre el pavimento flexible y el pavimento rígido.* Trabajo de Graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 218 p.
10. VILLALAZ, C.C. *Mecánica de suelos y cimentaciones.* México. Limusa. 2004. 644 p.

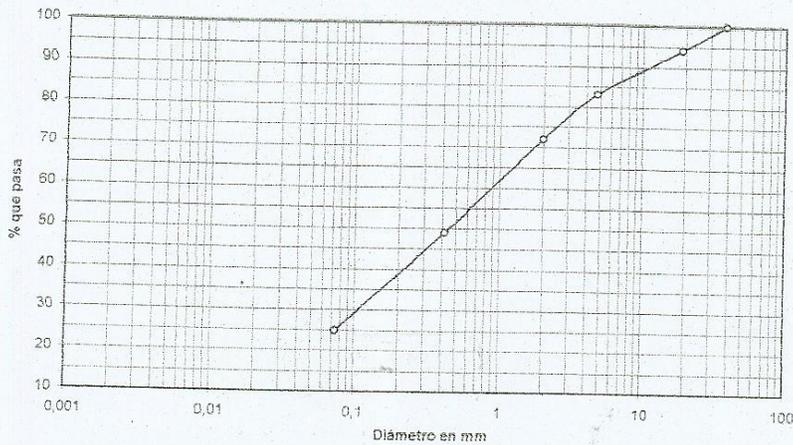
APÉNDICE

ENSAYOS DE LABORATORIO

Interesado: CONSUROC INFORME No. 0123 S.S. O.T. No. xxx
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
 Proyecto: Estudio de suelos CONSUROC
 Procedencia: Mazatenango, Suchitepéquez
 Fecha: 23 de abril de 2007
 Muestra No. 1

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
1,5"	38,1	100,00
3/4"	19,00	94,00
4	4,76	83,00
10	2,00	72,00
40	0,42	48,00
200	0,074	25,00

% de Grava: 17,00
 % de Arena: 58,00
 % de Finos: 25,00



Descripción del suelo: Arena limosa con partículas de pomez color beige
 Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-2-4
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,



Vo. Bo.
 Ing. Oswaldo Romo Escobar Alvarez
 DIRECTOR CII/USAC.

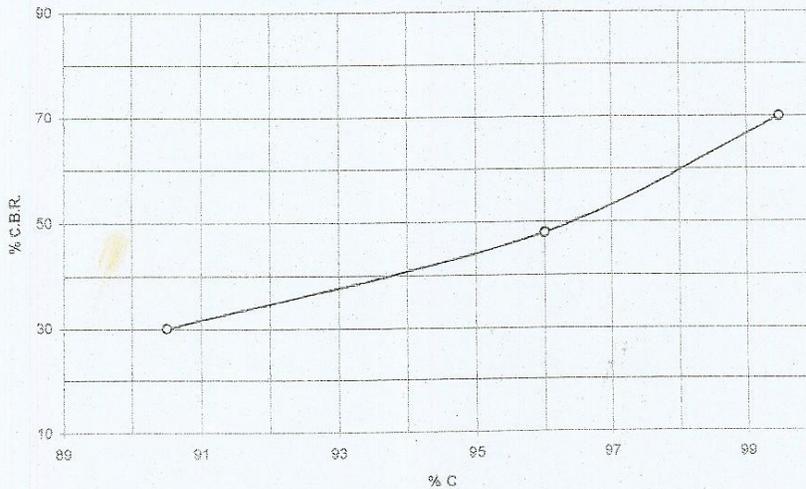
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

INFORME No.: 0125 S.S. O.T. No.: xxx
 Interesado: CONSUROC
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
 Proyecto: Estudio de suelos CONSUROC

Ubicación: Mazatenango, Suchitepéquez
 Descripción del suelo: Arena limosa con partículas de pómez color beige
 Muestra No.: 1
 Fecha: 23 de abril de 2007

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H (%)	γ_d (Lb/pe ³)	(%)	(%)	(%)
1	10	18,80	84,7	90,5	0,1	30,0
2	30	18,80	89,9	96,0	0,1	48,0
3	65	18,80	93,1	99,5	0,1	70,0

GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION



Atentamente,

Vo. Bo.:

[Signature]
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
 DIRECTOR CIUSAC

[Signature]
 Ing. Omar Enrique Medero Mendez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



INFORME No. 0124 S.S.

O.T. No. xxx

Interesado: CONSUROC

Proyecto: Estudio de suelos CONSUROC

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Mazatenango, Suchitepéquez

FECHA: 23 de abril de 2007

RESULTADOS:

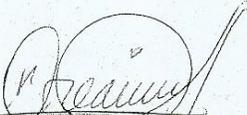
ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	0	0	ML	Arena limosa color beige

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por los interesados.

Atentamente,

Vo. Bo.


Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CI/USAC


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



INFORME No. 0122 S.S.

O.T. No.: xxx

Interesado: CONSUROC

Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

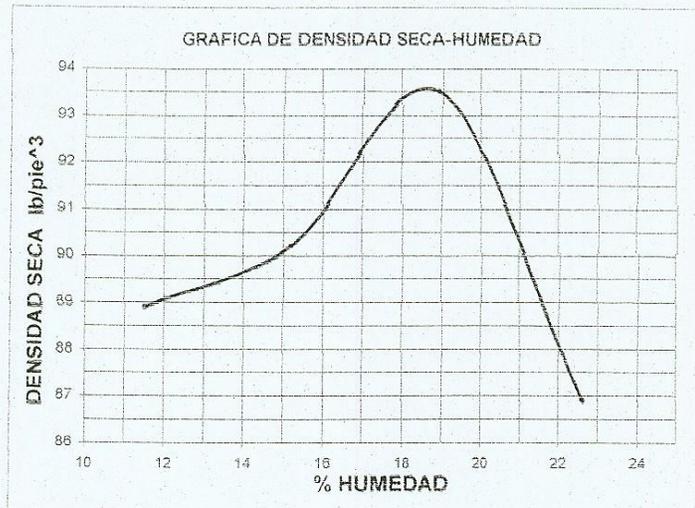
Proctor Estándar: () Norma:

Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180

Proyecto: Estudio de suelos CONSUROC

Ubicación: Mazatenango, Suchitepéquez

Fecha: 23 de abril de 2007



Muestra No.: 1

Descripción del suelo: Arena limosa con partículas de pómez color beige

Densidad seca máxima γ_d : 1499 Kg/m³ 93,6 lb/pe³

Humedad óptima Hop.: 18,5 %

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Algorza
DIRECTOR CIINSAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



3. Características del terreno

El terreno es ondulado y ha sido cultivado con maíz y caña de azúcar, en el área contigua al río que limita el terreno, existe bastante piedra grande superficialmente, la pendiente general va en dirección Sur.

4. Reconocimiento del sub-suelo

El reconocimiento del sub-suelo comprendió los trabajos siguientes:

- Perforación de 4 pozos a cielo abierto.
- Realización de 6 sondeos dinámicos con ensayo de penetración estándar.
- Realización de ensayos en laboratorio: de clasificación, de resistencia al corte y de compresibilidad.

La localización de los pozos y sondeos se muestran en el plano del Anexo.

Los resultados de los ensayos de laboratorio y los perfiles estratigráficos se muestran también en el Anexo.

5. Geología del lugar

Se trata de aluvión del Cuaternario.

6. Estratigrafía del terreno

El terreno donde se localiza el proyecto tiene dos tipos de sub-suelo, los cuales se localizan en las áreas 1 y 2, tal y como se muestran en el plano del Anexo.

El sub-suelo del área 1 tiene la estratigrafía siguiente:

Estrato A-1: Limo arcilloso con arena, orgánico, negro (tipo tierra negra)
espesor: 0.30 m.

Estrato A-2: Limo arenoso y arena limosa café y café claro con bastante boleo (piedra) pequeño a grande (diámetro máximo entre 1.20 y 1.50 m)
Consistencia muy firme y dura, el espesor es variable y probablemente mayor que 3 m.

El sub-suelo del área 2 tiene la estratigrafía siguiente:

Estrato B-1: Limo arcilloso con arena, orgánico negro (tipo tierra negra), espesor: 0.60 m.

Estrato B-2: Limo arcilloso con materia orgánica, café oscuro (MH) con algunos boleos pequeños y medianos, consistencia media a firme, plasticidad y compresibilidad altas, de acuerdo con los resultados de los ensayos triaxiales, los parámetros de corte críticos son: $C_u = 2.5 \text{ Ton/m}^2$ y $\phi = 19^\circ$, $\gamma = 0.95 \text{ Ton/m}^3$, según los ensayos de compresibilidad; $\sigma_p = 2.9 \text{ Ton/m}^2$, $C_s = 0.03$ y $C_c = 0.73$, el espesor del estrato varía entre 1.90 y 2.40 m.

Estrato B-3: Limo arcilloso café con bastante boleo pequeño a grande, consistencia firme.

En el área 2 los límites entre los estratos son bastante paralelos a la superficie del terreno. En ambas áreas no se encontró el nivel freático en la profundidad explorada, seguramente por la época seca en la cual se realizó este estudio, sin embargo en base a investigaciones hechas en el lugar, se sabe que en época de invierno el nivel freático puede subir considerablemente y se puede encontrar entre 1 y 1.50 m de profundidad. Se recomienda chequear la profundidad del nivel freático en la próxima estación de invierno, de preferencia en el mes de Septiembre.

Es importante hacer notar que no se pudieron dibujar ejes de perfiles estratigráficos debido a que las curvas de nivel del plano topográfico no parecen corresponder a la topografía real del terreno, por lo que también es recomendable corregir la nivelación del terreno.

7. Análisis de la cimentación

7.1- Tipos de cimentación

En las áreas 1 y 2 se pueden usar cimientos superficiales: aislados, continuos y combinados.

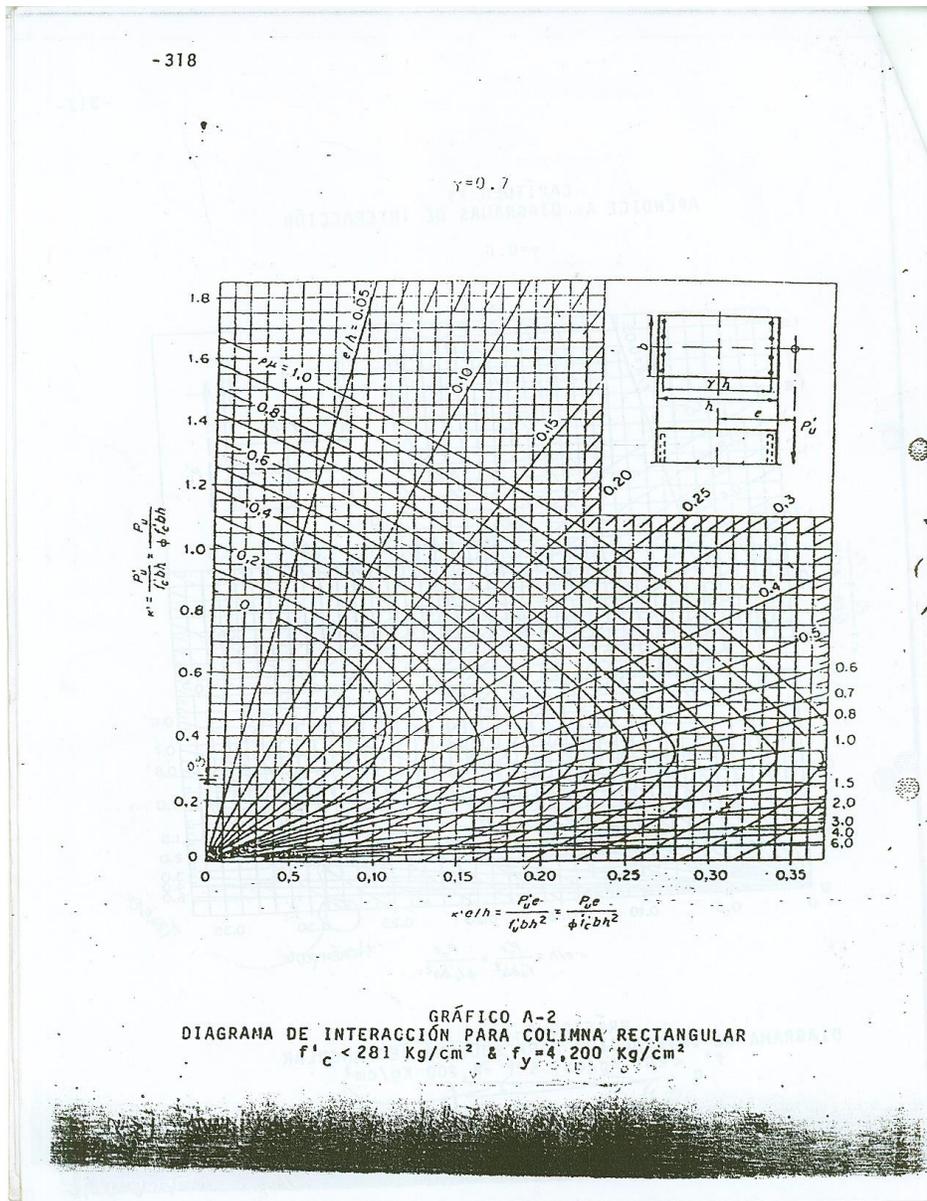
7.2- Profundidades de cimentación

Area 1: La cimentación se deberá apoyar siempre sobre el estrato A-2, a una profundidad de cimentación mínima igual a 0.90 m, respecto al nivel del terreno natural o al nivel de piso, el que sea mas bajo.

ANEXOS

ANEXO 1

DIAGRAMAS DE INTERACCIÓN PARA COLUMNAS RECTANGULARES CON REFUERZO EN SUS CUATRO CARAS



Fuente: Winter, George y Arthur Nilson. Proyecto de estructuras de hormigón.

ANEXO 2

COEFICIENTES PARA DETERMINACIÓN DE MOMENTOS ACTUANTES EN LOSAS

Tabla LX Coeficientes para momentos negativos en losas

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} W l a^2$$

donde W = carga mueta más viva uniforme total

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} W l b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00		0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95		0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90		0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85		0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80		0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75		0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70		0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65		0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60		0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55		0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50		0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

Un borde achurado indica que la losa continua a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde si marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur Nilson, Diseño de estructura de concreto, Pág. 378

Tabla LXIII Relación de carga W que se transmiten en las direcciones la y lb para calcular el cortante en la losa y las cargas en los apoyos

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	
										
1.00	W_a W_b	0.50 0.50	0.50 0.50	0.17 0.83	0.50 0.50	0.83 0.17	0.71 0.29	0.29 0.71	0.33 0.67	0.67 0.33
0.95	W_a W_b	0.55 0.45	0.55 0.45	0.20 0.80	0.55 0.45	0.86 0.14	0.75 0.25	0.33 0.67	0.38 0.62	0.71 0.29
0.90	W_a W_b	0.60 0.40	0.60 0.40	0.23 0.77	0.60 0.40	0.88 0.12	0.79 0.21	0.38 0.62	0.43 0.57	0.75 0.25
0.85	W_a W_b	0.66 0.34	0.66 0.34	0.28 0.72	0.66 0.34	0.90 0.10	0.83 0.17	0.43 0.57	0.49 0.51	0.79 0.21
0.80	W_a W_b	0.71 0.29	0.71 0.29	0.33 0.67	0.71 0.29	0.92 0.08	0.86 0.14	0.49 0.51	0.55 0.45	0.83 0.17
0.75	W_a W_b	0.76 0.24	0.76 0.24	0.39 0.61	0.76 0.24	0.94 0.06	0.88 0.12	0.56 0.44	0.61 0.39	0.86 0.14
0.70	W_a W_b	0.81 0.19	0.81 0.19	0.45 0.55	0.81 0.19	0.95 0.05	0.91 0.09	0.62 0.38	0.68 0.32	0.89 0.11
0.65	W_a W_b	0.85 0.15	0.85 0.15	0.53 0.47	0.85 0.15	0.96 0.04	0.93 0.07	0.69 0.31	0.74 0.26	0.92 0.08
0.60	W_a W_b	0.89 0.11	0.89 0.11	0.61 0.39	0.89 0.11	0.97 0.03	0.95 0.05	0.76 0.24	0.80 0.20	0.94 0.06
0.55	W_a W_b	0.92 0.08	0.92 0.08	0.69 0.31	0.92 0.08	0.98 0.02	0.96 0.04	0.81 0.19	0.85 0.15	0.95 0.05
0.50	W_a W_b	0.94 0.06	0.94 0.06	0.76 0.24	0.94 0.06	0.99 0.01	0.97 0.03	0.86 0.14	0.89 0.11	0.97 0.03

Un borde achurado indica que la losa continua a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde si marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur H. Nilson, Diseño de estructura de concreto, Pág. 381

Tabla LXI Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas

$$M_{a, pos, dl} = C_{a, dl} W l_a^2$$

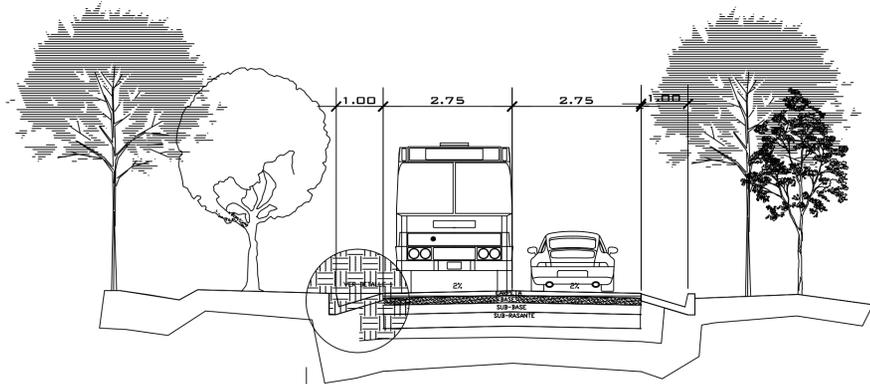
donde W = carga muerta uniforme total

$$M_{b, pos, dl} = C_{b, dl} W l_b^2$$

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	
l_b										
1.00	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.018	$C_{a, dl}$ 0.018	$C_{a, dl}$ 0.027	$C_{a, dl}$ 0.027	$C_{a, dl}$ 0.033	$C_{a, dl}$ 0.027	$C_{a, dl}$ 0.020	$C_{a, dl}$ 0.023	
	$C_{b, dl}$ 0.036	$C_{b, dl}$ 0.018	$C_{b, dl}$ 0.027	$C_{b, dl}$ 0.027	$C_{b, dl}$ 0.018	$C_{b, dl}$ 0.027	$C_{b, dl}$ 0.033	$C_{b, dl}$ 0.023	$C_{b, dl}$ 0.020	
0.95	$C_{a, dl}$ 0.040	$C_{a, dl}$ 0.020	$C_{a, dl}$ 0.021	$C_{a, dl}$ 0.030	$C_{a, dl}$ 0.028	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.031	$C_{a, dl}$ 0.022	$C_{a, dl}$ 0.024	
	$C_{b, dl}$ 0.033	$C_{b, dl}$ 0.016	$C_{b, dl}$ 0.025	$C_{b, dl}$ 0.024	$C_{b, dl}$ 0.015	$C_{b, dl}$ 0.024	$C_{b, dl}$ 0.031	$C_{b, dl}$ 0.021	$C_{b, dl}$ 0.017	
0.90	$C_{a, dl}$ 0.045	$C_{a, dl}$ 0.022	$C_{a, dl}$ 0.025	$C_{a, dl}$ 0.033	$C_{a, dl}$ 0.029	$C_{a, dl}$ 0.039	$C_{a, dl}$ <u>0.035</u>	$C_{a, dl}$ 0.025	$C_{a, dl}$ 0.026	
	$C_{b, dl}$ 0.029	$C_{b, dl}$ 0.014	$C_{b, dl}$ 0.024	$C_{b, dl}$ 0.022	$C_{b, dl}$ 0.013	$C_{b, dl}$ 0.021	$C_{b, dl}$ <u>0.028</u>	$C_{b, dl}$ 0.019	$C_{b, dl}$ 0.015	
0.85	$C_{a, dl}$ 0.050	$C_{a, dl}$ 0.024	$C_{a, dl}$ 0.029	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.031	$C_{a, dl}$ 0.042	$C_{a, dl}$ 0.040	$C_{a, dl}$ 0.029	$C_{a, dl}$ 0.028	
	$C_{b, dl}$ 0.026	$C_{b, dl}$ 0.012	$C_{b, dl}$ 0.022	$C_{b, dl}$ 0.019	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.017	$C_{b, dl}$ 0.025	$C_{b, dl}$ 0.017	$C_{b, dl}$ 0.013	
0.80	$C_{a, dl}$ 0.056	$C_{a, dl}$ 0.026	$C_{a, dl}$ 0.034	$C_{a, dl}$ 0.039	$C_{a, dl}$ 0.032	$C_{a, dl}$ 0.045	$C_{a, dl}$ 0.045	$C_{a, dl}$ 0.032	$C_{a, dl}$ 0.029	
	$C_{b, dl}$ 0.023	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.020	$C_{b, dl}$ 0.016	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.015	$C_{b, dl}$ 0.022	$C_{b, dl}$ 0.015	$C_{b, dl}$ 0.010	
0.75	$C_{a, dl}$ 0.061	$C_{a, dl}$ 0.028	$C_{a, dl}$ 0.040	$C_{a, dl}$ 0.043	$C_{a, dl}$ 0.033	$C_{a, dl}$ 0.048	$C_{a, dl}$ 0.051	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.031	
	$C_{b, dl}$ 0.019	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.018	$C_{b, dl}$ 0.013	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.012	$C_{b, dl}$ 0.020	$C_{b, dl}$ 0.013	$C_{b, dl}$ 0.007	
0.70	$C_{a, dl}$ 0.068	$C_{a, dl}$ 0.030	$C_{a, dl}$ 0.046	$C_{a, dl}$ 0.046	$C_{a, dl}$ 0.035	$C_{a, dl}$ 0.051	$C_{a, dl}$ 0.058	$C_{a, dl}$ 0.040	$C_{a, dl}$ 0.033	
	$C_{b, dl}$ 0.016	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.016	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.005	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.017	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.006	
0.65	$C_{a, dl}$ 0.074	$C_{a, dl}$ 0.032	$C_{a, dl}$ 0.054	$C_{a, dl}$ 0.050	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.054	$C_{a, dl}$ 0.065	$C_{a, dl}$ 0.044	$C_{a, dl}$ 0.034	
	$C_{b, dl}$ 0.013	$C_{b, dl}$ 0.006	$C_{b, dl}$ 0.014	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.014	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.005	
0.60	$C_{a, dl}$ 0.081	$C_{a, dl}$ 0.034	$C_{a, dl}$ 0.062	$C_{a, dl}$ 0.053	$C_{a, dl}$ 0.037	$C_{a, dl}$ 0.056	$C_{a, dl}$ 0.073	$C_{a, dl}$ 0.048	$C_{a, dl}$ 0.036	
	$C_{b, dl}$ 0.010	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.003	$C_{b, dl}$ 0.006	$C_{b, dl}$ 0.012	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.004	
0.55	$C_{a, dl}$ 0.088	$C_{a, dl}$ 0.035	$C_{a, dl}$ 0.071	$C_{a, dl}$ 0.056	$C_{a, dl}$ 0.038	$C_{a, dl}$ 0.058	$C_{a, dl}$ 0.081	$C_{a, dl}$ 0.052	$C_{a, dl}$ 0.037	
	$C_{b, dl}$ 0.008	$C_{b, dl}$ 0.003	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.005	$C_{b, dl}$ 0.002	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.005	$C_{b, dl}$ 0.003	
0.50	$C_{a, dl}$ 0.095	$C_{a, dl}$ 0.037	$C_{a, dl}$ 0.080	$C_{a, dl}$ 0.059	$C_{a, dl}$ 0.039	$C_{a, dl}$ 0.061	$C_{a, dl}$ 0.089	$C_{a, dl}$ 0.056	$C_{a, dl}$ 0.038	
	$C_{b, dl}$ 0.006	$C_{b, dl}$ 0.002	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.001	$C_{b, dl}$ 0.003	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.002	

Un borde achurado indica que la losa continua a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde si marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur H. Nilson, Diseño de estructura de concreto, Pág. 379



Sección Transversal

ESCALA 1/75

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

SUB-RASANTE

- El terreno deberá ser compactado hasta alcanzar un 95% de compactación, luego de la compactación el terreno debe estar liso y sin asentamientos según AASHTO T-180 (AASHTO Modificado).
- El contenido de humedad debe estar cercano al 95% de la humedad óptima, la humedad óptima es de 23%.

SUB-BASE

- El espesor de la sub-base debe ser de 20 cm.
- El material selecto utilizado para la sub-base deberá tener un C.B.R. de 30% como mínimo a una compactación mínima del 95%, dicho material deberá ser distribuido y compactado manteniendo el espesor descrito anteriormente, también dicho material deberá estar libre de toda materia orgánica, basura u otro material perjudicial.

BASE

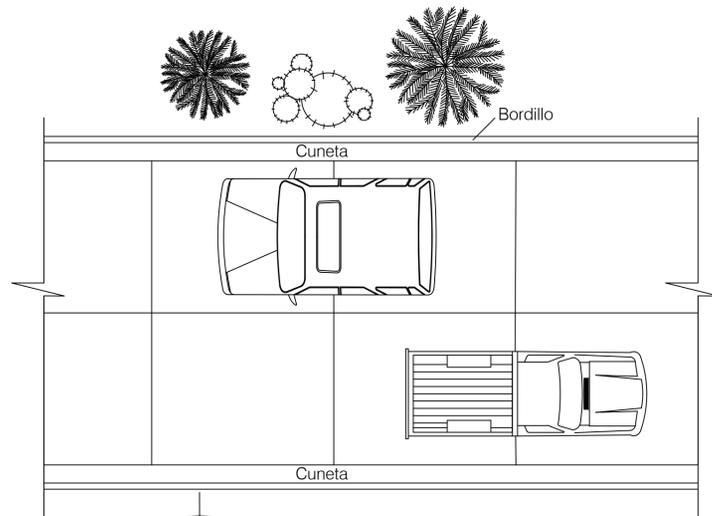
- El espesor de la base es de 15 cm.
 - El material para la base debe ser retenida en el tamiz No. 4 no debe de tener un porcentaje de desgaste por abrasión mayor de 50-500 revoluciones deben ser de partículas planas o alargadas con una longitud mayor de cinco veces del espesor promedio de las mismas
- Al compactar el material debe de ser homogéneo y debe de estar húmedo

DRENAJE TRANSVERSAL

- Deben colocarse dos drenajes transversales como mínimo, la ubicación del primero será en la estación 0+460 y el segundo en el punto más bajo del tramo carretero, siendo este punto en la estación 0+930.

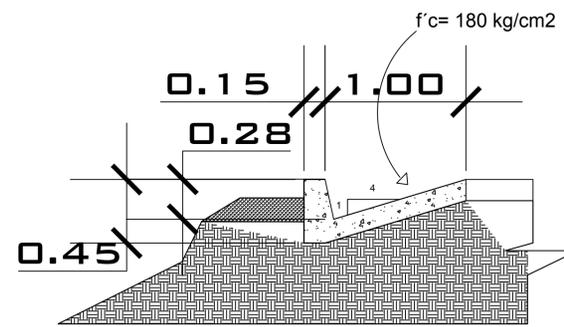
NOTAS:

- El ancho de las cunetas será de 30 cm y el espesor de las paredes de las mismas será de 2.5 cm pudiendo variar a conveniencia de ejecutor.
- El bombeo de la calzada debe ser de 2%.



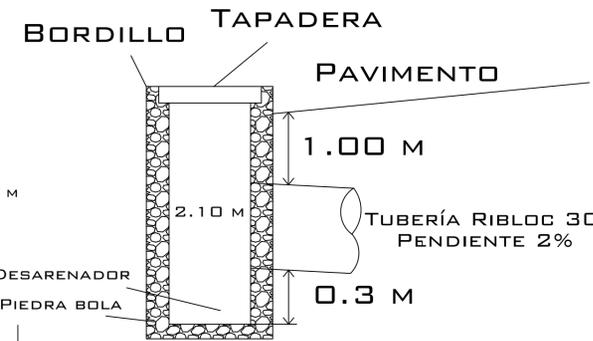
PLANTA TÍPICA

SIN ESCALA



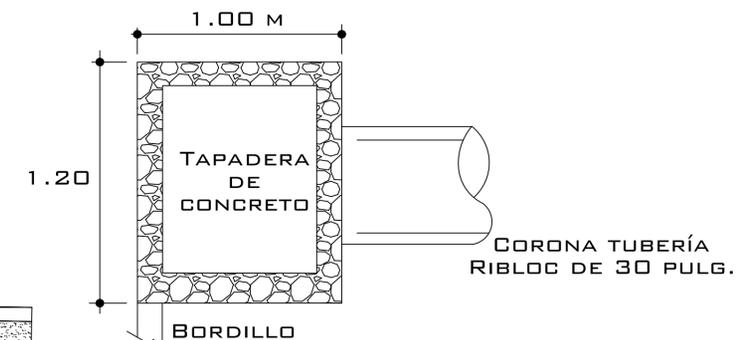
DETALLE DE CUNETAS

ESCALA 1/25



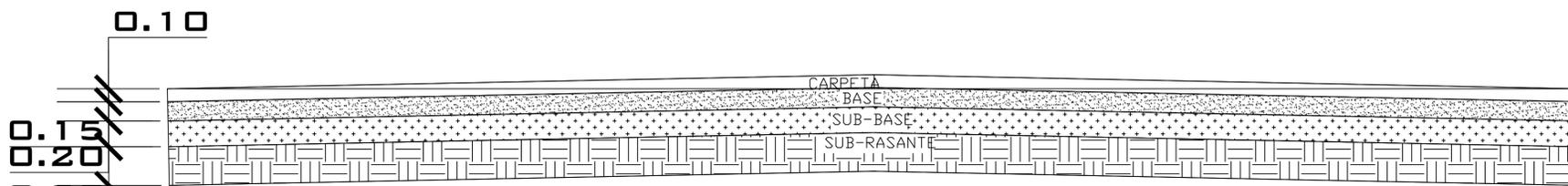
PERFIL DE CAJA DE ALIVIO

Drenaje Transversal SIN ESCALA



PLANTA DE CAJA

Drenaje Transversal SIN ESCALA



DETALLE DE GARABITO

ESCALA 1/25



PROYECTO: **DISEÑO DE LA PAVIMENTACION DEL SEGUNDO ACCESO AL CUNSUROC**

LUGAR: **Mazatenango, Suchitepequez**

PLANO: **DETALLES**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ**
ASESOR DE E.P.S

(f.) **LUCIA ROSALES MEDA**
EPESISTA

FECHA: **AGOSTO 2010**

HOJA NO. **2** / **8**





PROYECTO: **DISEÑO DE LA PAVIMENTACION DEL SEGUNDO ACCESO AL CUNSUROC**

LUGAR: **Mazatenango, Suchitepequez**

PLANO: **Planta, perfil**

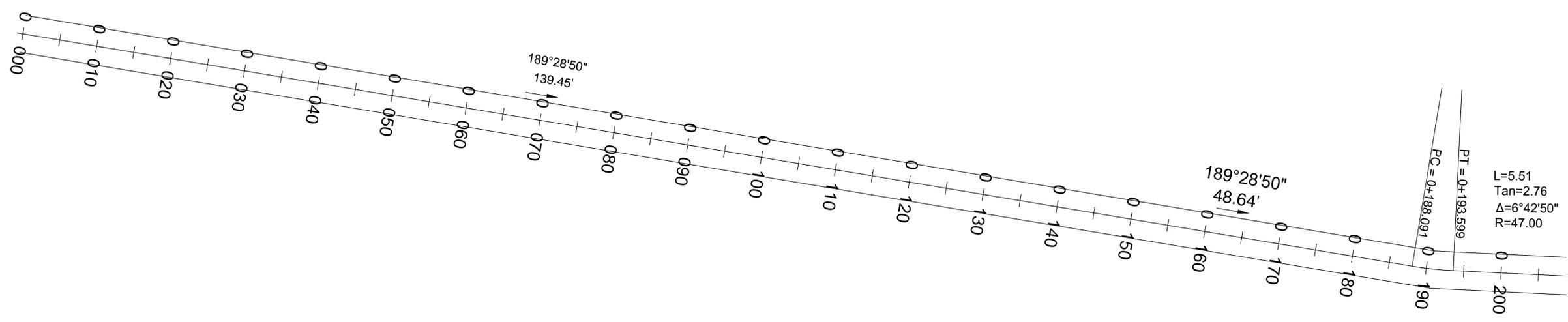
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ ASESOR DE E.P.S**

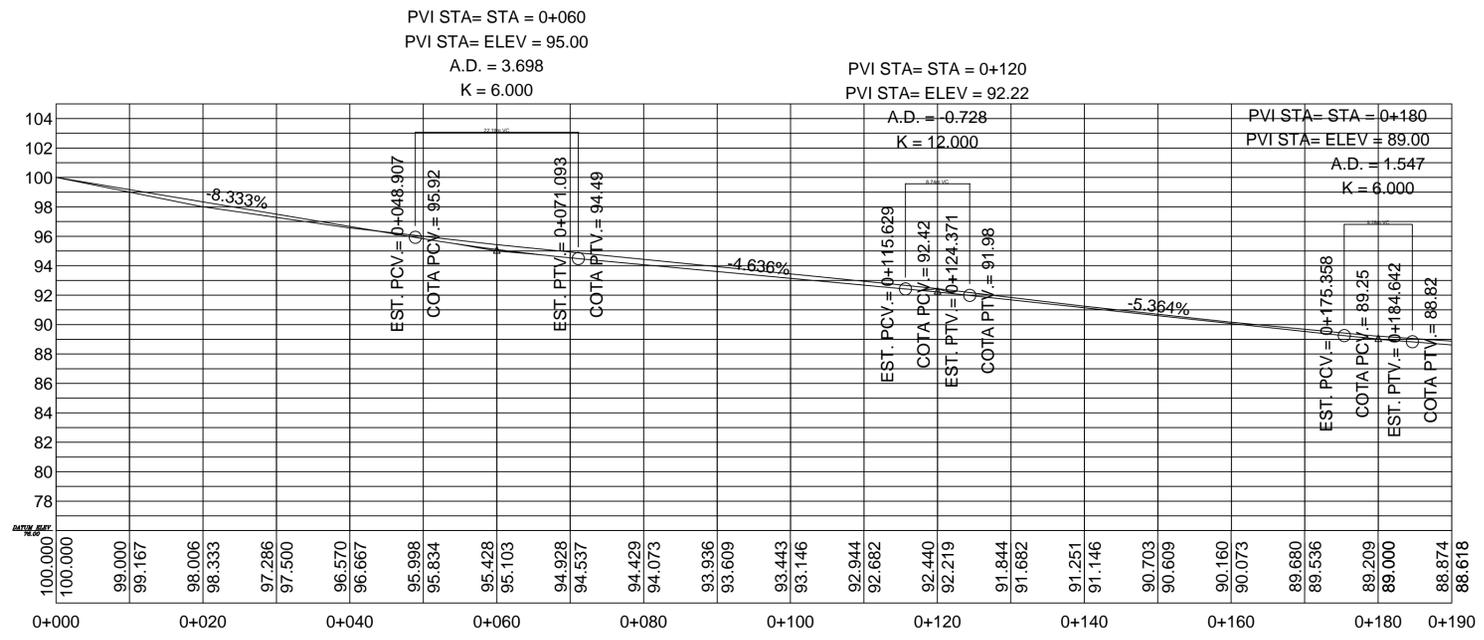
(f.) **LUCIA ROSALES MEDA EPESISTA**

FECHA: **AGOSTO 2010**

HOJA NO. **3 / 8**



PLANTA DE LA EST. 0+000 - 0+190
Segundo Acceso al CUNSUROC



PERFIL DE LA EST. 0+000 - 0+190
Segundo Acceso al CUNSUROC

SIMBOLOGIA	
L =	LONGITUD DE CURVA
TAN =	MEDIDA DE PROLONGACION DE LAS TANGENTES
R =	RADIO DE CURVA
PC =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE TANGENTE HORIZONTAL
EST. PCV =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
COTA PCV =	ELEVACION DEL PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
EST. PTV =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
COTA PTV =	ELEVACION DEL PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PUNTO MAX. ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO MAXIMO SOBRE UNA CURVA VERTICAL
PUNTO MIN. STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO MAXIMO SOBRE UNA CURVA VERTICAL
PVI STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PIV ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
A.D. =	DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES
K =	VALOR DE K PARA LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL
m. VC	LONGITUD HORIZONTAL DE CURVA VERTICAL EN METROS
PUNTO MIN ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO MINIMO SOBRE LA CURVA VERTICAL
PUNTO MIN. STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO MINIMO SOBRE LA CURVA VERTICAL
35°52'59"	PUNTO DE REFERENCIA ESTABLECIDA EN CAMPO, AZIMUTH
43.67 m.	Y DISTANCIA HORIZONTAL



PROYECTO: **DISEÑO DE LA PAVIMENTACION DEL SEGUNDO ACCESO AL CUNSUROC**

LUGAR: **Mazatenango, Suchitepequez**

PLANO: **Planta, perfil**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

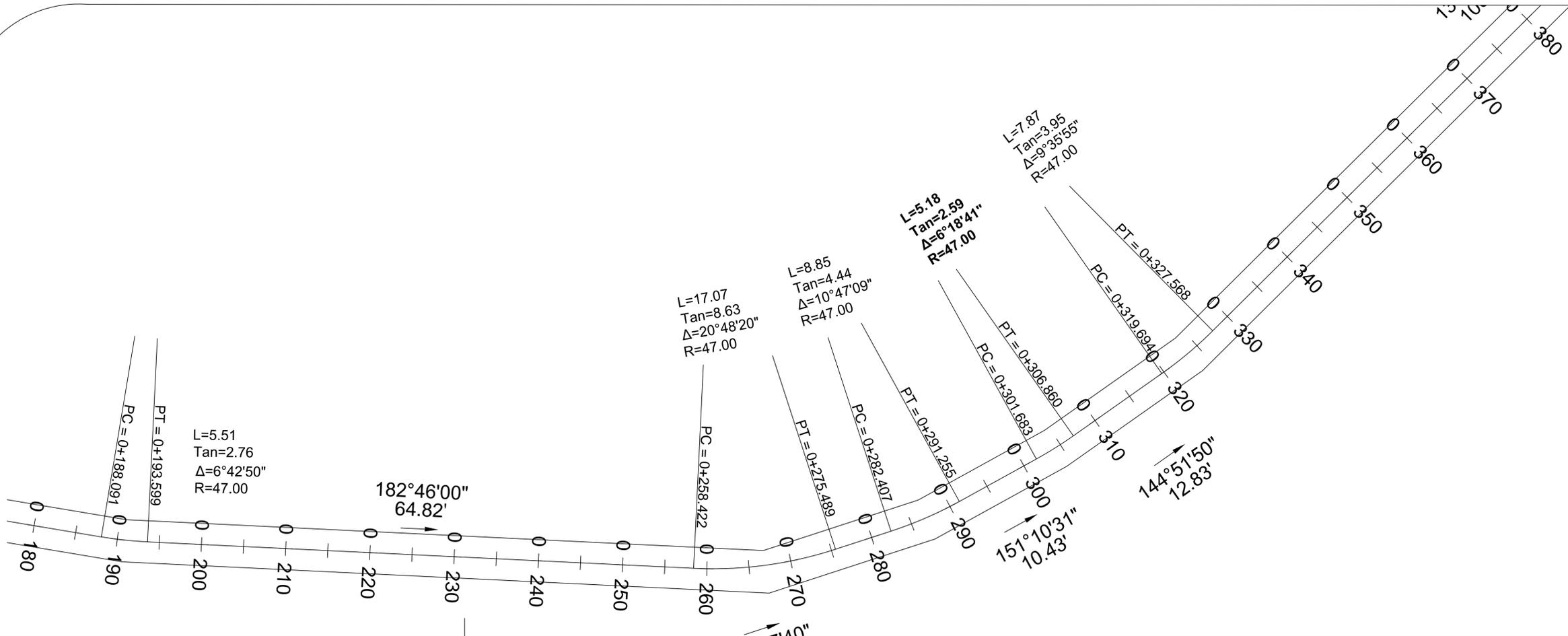
(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ**
ASESOR DE E.P.S

(f.) **LUCIA ROSALES MEDA**
EPESISTA

FECHA: **AGOSTO 2010**

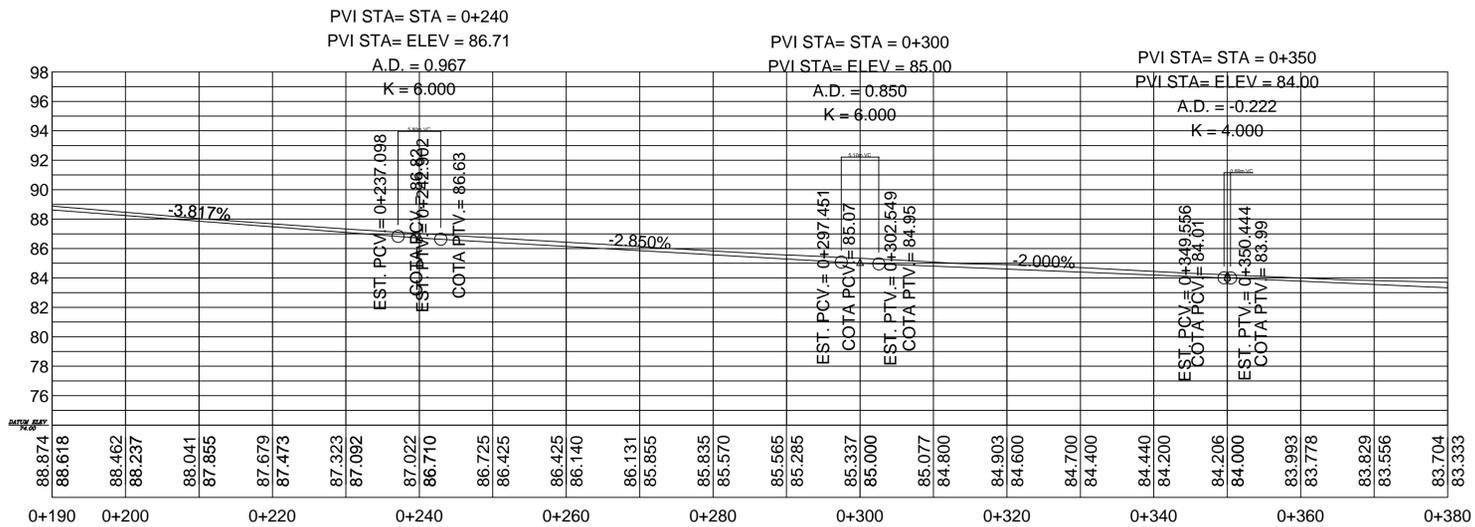
HOJA NO.

4 / 8



PLANTA DE LA EST. 0+0190 - 0+380

Segundo Acceso al CUNSUROC



PERFIL DE LA EST. 0+000 - 0+090

Segundo Acceso al CUNSUROC

SIMBOLOGIA	
L =	LONGITUD DE CURVA
TAN =	MEDIDA DE PROLONGACION DE LAS TANGENTES
R =	RADIO DE CURVA
PC =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE TANGENTE HORIZONTAL
EST. PCV =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
COTA PCV =	ELEVACION DEL PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
EST. PTV =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
COTA PTV =	ELEVACION DEL PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PUNTO MAX. ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO MAXIMO SOBRE UNA CURVA VERTICAL
PUNTO MAX. STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO MAXIMO SOBRE UNA CURVA VERTICAL
PVI STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PIV ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
A.D. =	DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES
K =	VALOR DE K PARA LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL
m. VC	LONGITUD HORIZONTAL DE CURVA VERTICAL EN METROS
PUNTO MIN ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO MINIMO SOBRE LA CURVA VERTICAL
PUNTO MIN. STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO MINIMO SOBRE LA CURVA VERTICAL
35°52'59"	PUNTO DE REFERENCIA ESTABLECIDA EN CAMPO, AZIMUTH
43.67 m.	Y DISTANCIA HORIZONTAL



PROYECTO: **DISEÑO DE LA PAVIMENTACION DEL SEGUNDO ACCESO AL CUNSUROC**

LUGAR: **Mazatenango, Suchitepequez**

PLANO: **Planta, perfil**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

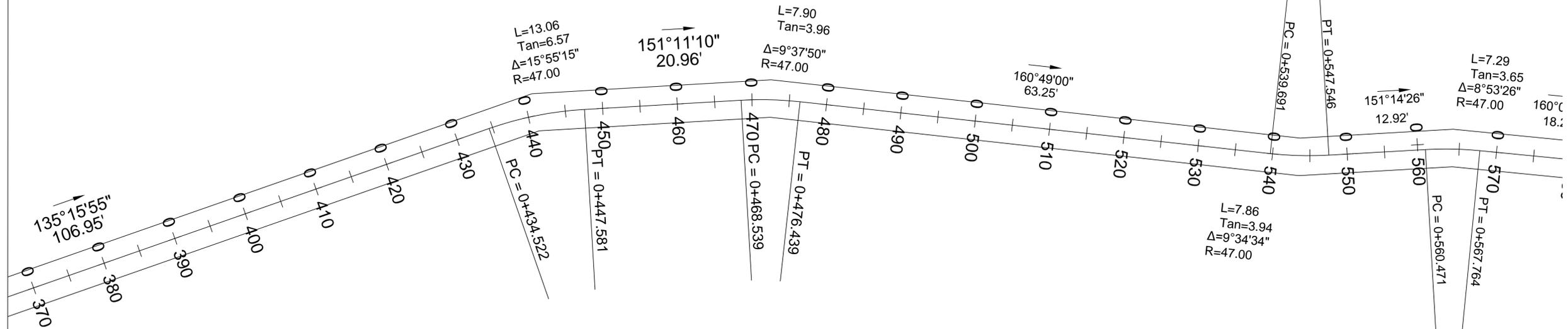
(f.) ING. SILVIO RODRÍGUEZ
ASESOR DE E.P.S

(f.) LUCIA ROSALES MEDA
EPESISTA

FECHA: **AGOSTO 2010**

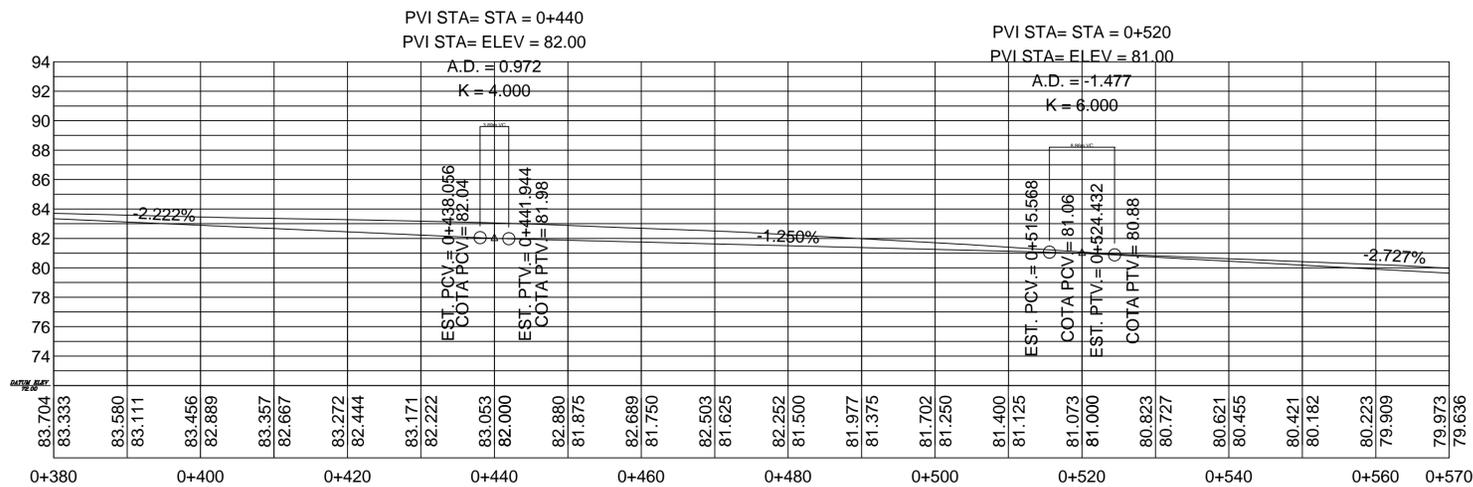
HOJA NO.

5
8



PLANTA DE LA EST. 0+380 - 0+570

Segundo Acceso al CUNSUROC



PERFIL DE LA EST. 0+380 - 0+570

Segundo Acceso al CUNSUROC

SIMBOLOGIA	
L =	LONGITUD DE CURVA
TAN =	MEDIDA DE PROLONGACION DE LAS TANGENTES
R =	RADIO DE CURVA
PC =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE TANGENTE HORIZONTAL
EST. PCV =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
COTA PCV =	ELEVACION DEL PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
EST. PTV =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
COTA PTV =	ELEVACION DEL PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PUNTO MAX. ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO MAXIMO SOBRE UNA CURVA VERTICAL
PUNTO MAX. STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO MAXIMO SOBRE UNA CURVA VERTICAL
PVI STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PIV ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
A.D. =	DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES
K =	VALOR DE K PARA LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL
m. VC	LONGITUD HORIZONTAL DE CURVA VERTICAL EN METROS
PUNTO MIN ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO MINIMO SOBRE LA CURVA VERTICAL
PUNTO MIN. STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO MINIMO SOBRE LA CURVA VERTICAL
35°52'59"	PUNTO DE REFERENCIA ESTABLECIDA EN CAMPO, AZIMUTH
43.67 m.	Y DISTANCIA HORIZONTAL



PROYECTO: **DISEÑO DE LA PAVIMENTACION DEL SEGUNDO ACCESO AL CUNSUROC**

LUGAR: **Mazatenango, Suchitepequez**

PLANO: **Planta, perfil**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

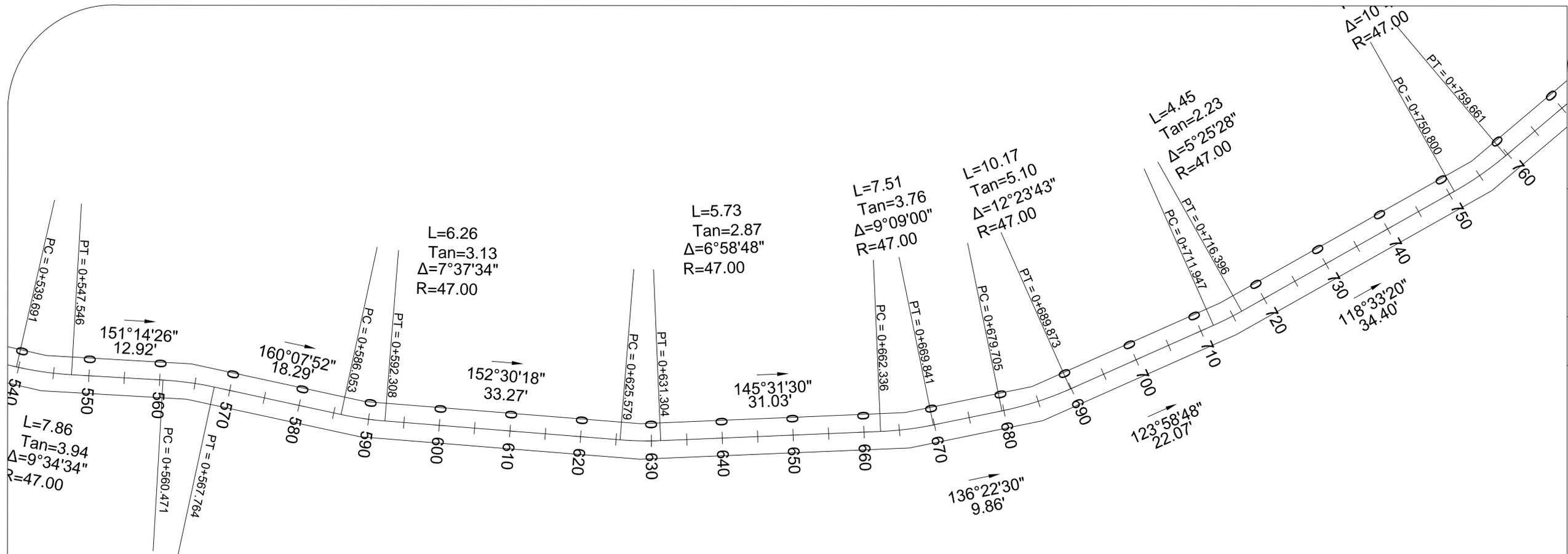
(f.) ING. SILVIO RODRÍGUEZ ASESOR DE E.P.S

(f.) LUCIA ROSALES MEDA EPESISTA

FECHA: **AGOSTO 2010**

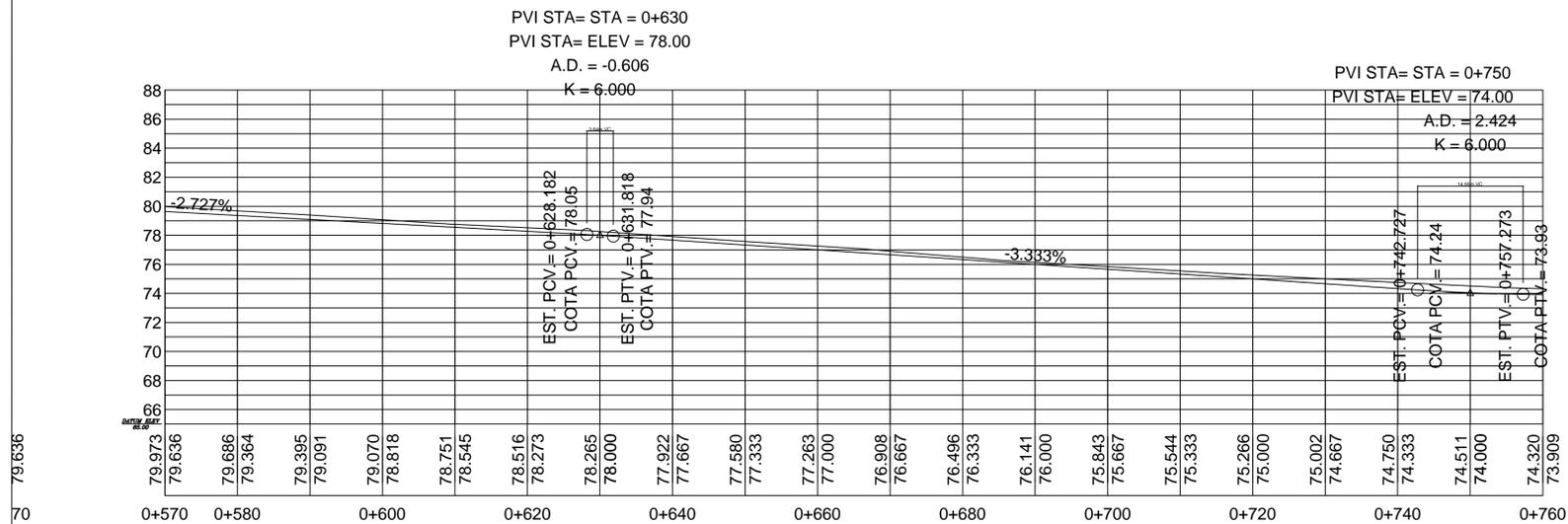
HOJA NO.

6 / 8



PLANTA DE LA EST. 0+570 - 0+760

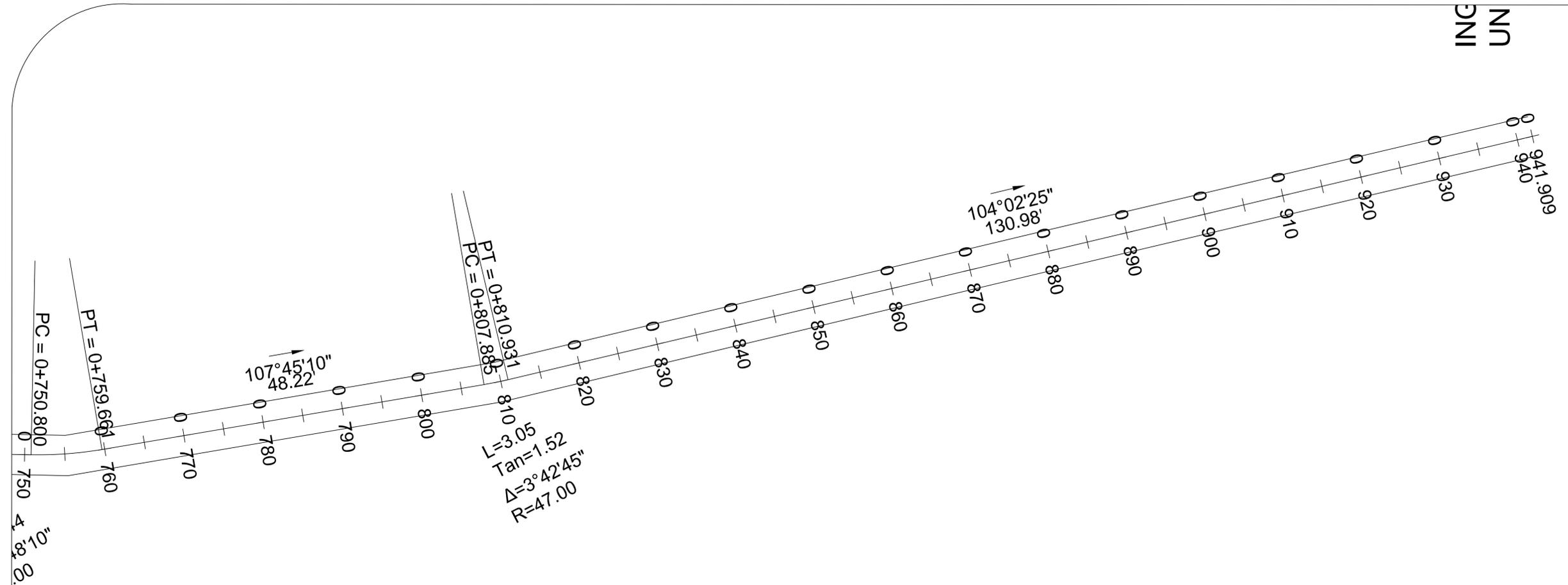
Segundo Acceso al CUNSUROC



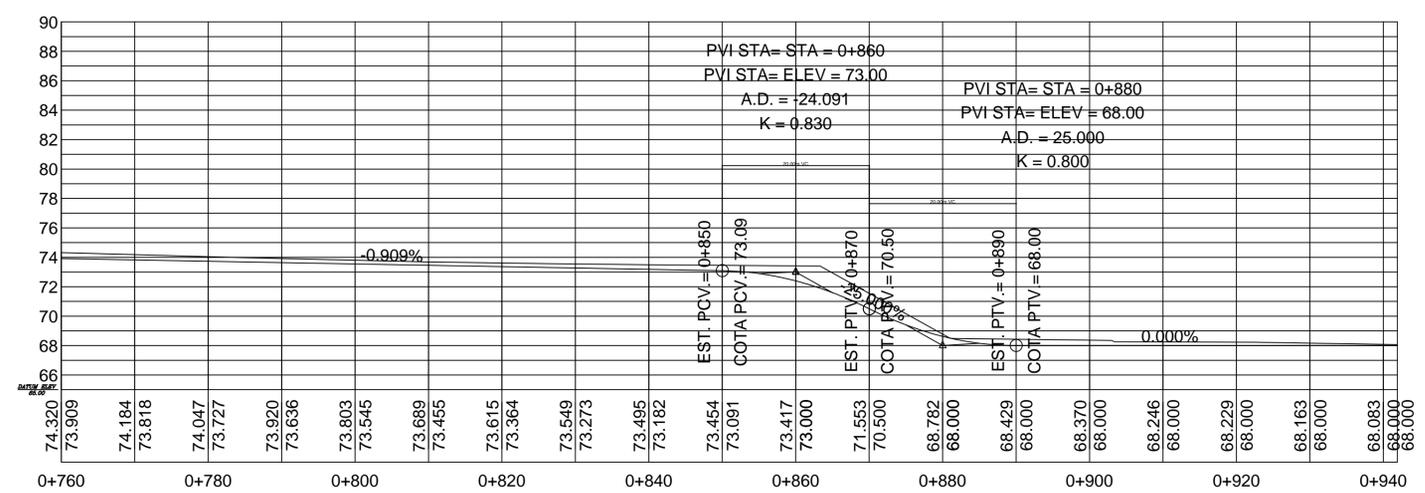
PERFIL DE LA EST. 0+570 - 0+760

Segundo Acceso al CUNSUROC

SIMBOLOGIA	
L =	LONGITUD DE CURVA
TAN =	MEDIDA DE PROLONGACION DE LAS TANGENTES
R =	RADIO DE CURVA
PC =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE TANGENTE HORIZONTAL
EST. PCV =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
COTA PCV =	ELEVACION DEL PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
EST. PTV =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
COTA PTV =	ELEVACION DEL PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PUNTO MAX. ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO MAXIMO SOBRE UNA CURVA VERTICAL
PUNTO MAX. STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO MAXIMO SOBRE UNA CURVA VERTICAL
PVI STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PIV ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
A.D. =	DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES
K =	VALOR DE K PARA LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL
m. VC	LONGITUD HORIZONTAL DE CURVA VERTICAL EN METROS
PUNTO MIN ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO MINIMO SOBRE LA CURVA VERTICAL
PUNTO MIN. STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO MINIMO SOBRE LA CURVA VERTICAL
35°52'59\"	PUNTO DE REFERENCIA ESTABLECIDA EN CAMPO, AZIMUTH Y DISTANCIA HORIZONTAL
43.67 m.	



PLANTA DE LA EST. 0+760 - 0+940
Segundo Acceso al CUNSUROC



SIMBOLOGIA	
L =	LONGITUD DE CURVA
TAN =	MEDIDA DE PROLONGACION DE LAS TANGENTES
R =	RADIO DE CURVA
PC =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE TANGENTE HORIZONTAL
EST. PCV =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
COTA PCV =	ELEVACION DEL PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
EST. PTV =	CAMINAMIENTO DEL PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
COTA PTV =	ELEVACION DEL PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PUNTO MAX. ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO MAXIMO SOBRE UNA CURVA VERTICAL
PUNTO MIN. STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO MAXIMO SOBRE UNA CURVA VERTICAL
PVI STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PIV ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
A.D. =	DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES
K =	VALOR DE K PARA LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL
m. VC	LONGITUD HORIZONTAL DE CURVA VERTICAL EN METROS
PUNTO MIN ELEV =	ELEVACION DEL PUNTO MINIMO SOBRE LA CURVA VERTICAL
PUNTO MIN. STA =	CAMINAMIENTO DEL PUNTO MINIMO SOBRE LA CURVA VERTICAL
35°52'59"	PUNTO DE REFERENCIA ESTABLECIDA EN CAMPO, AZIMUTH
43.67 m.	Y DISTANCIA HORIZONTAL

PERFIL DE LA EST. 0+760 - 0+940
Segundo Acceso al CUNSUROC



PROYECTO: **DISEÑO DE LA PAVIMENTACION DEL SEGUNDO ACCESO AL CUNSUROC**
 LUGAR: **Mazatenango, Suchitepequez**

PLANO: **Planta, perfil**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ**
 ASESOR DE E.P.S

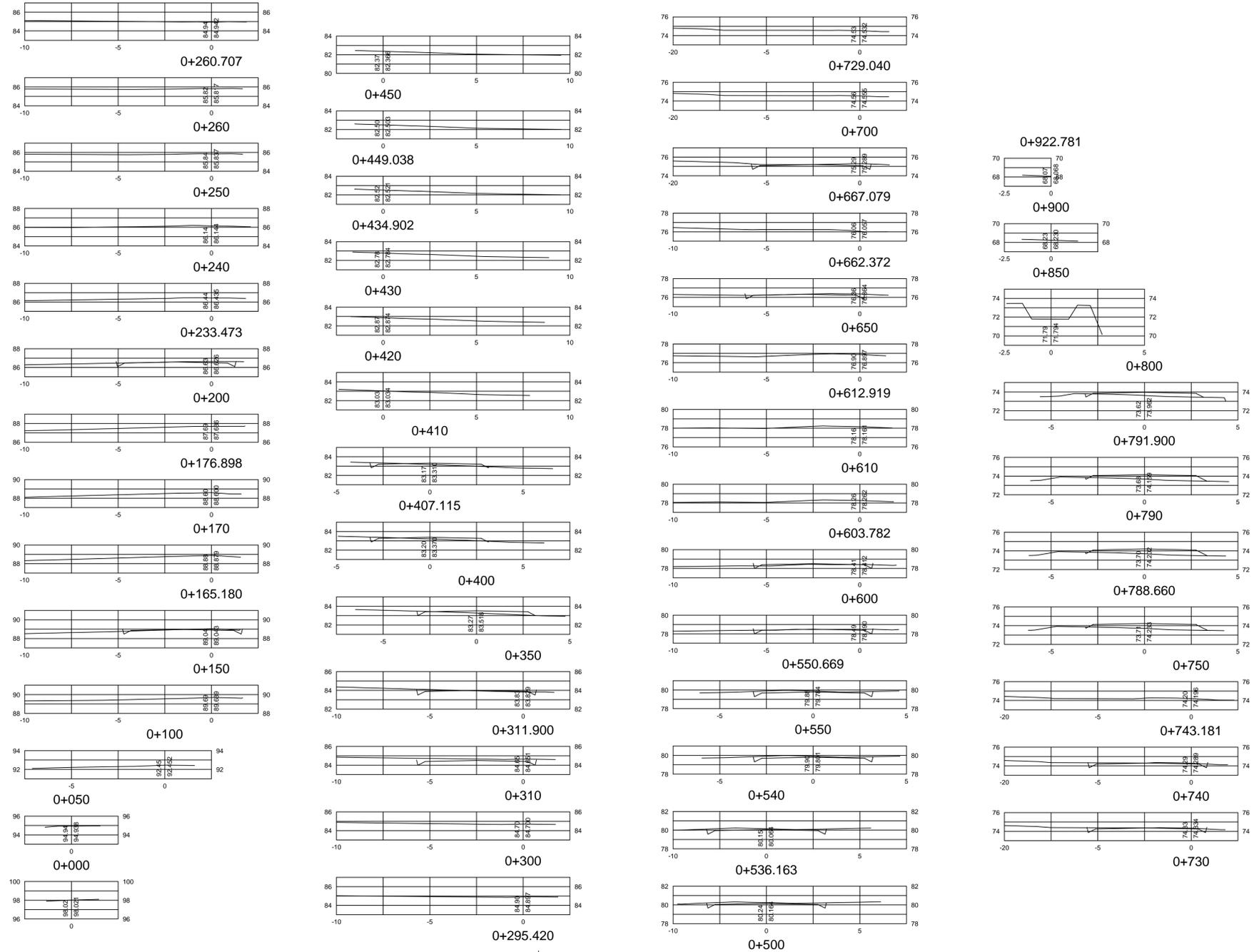
(f.) **LUCIA ROSALES MEDA**
 EPESISTA

FECHA: **AGOSTO 2010**

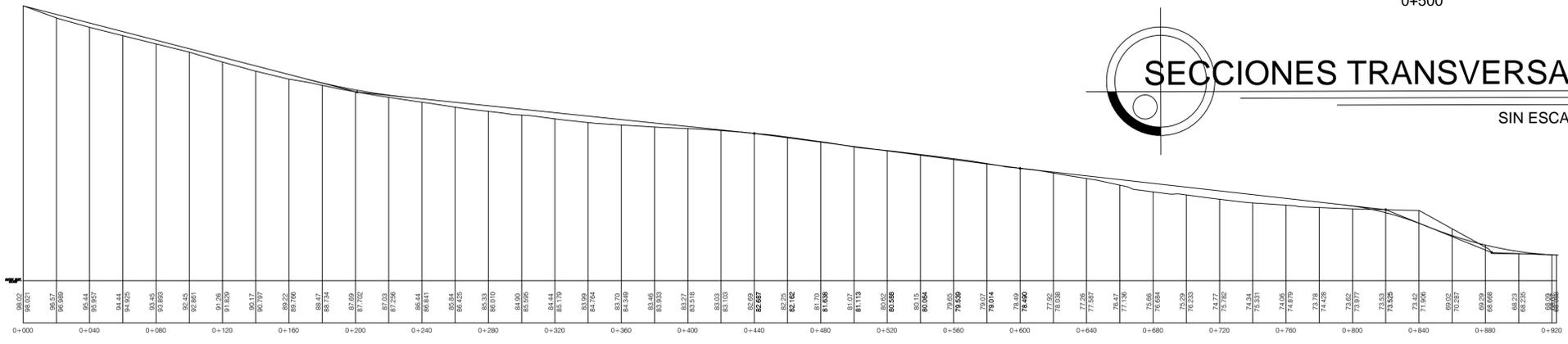
HOJA NO. **7 / 8**



STATION	AREAS		VOLUMES		CUMULATIVE VOLUMES	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+165.180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+176.898	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+233.473	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+260.707	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+295.420	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+310	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+311.900	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+350	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+400	0.1185	1.176	2.9585	29.401	2.958	29.401
0+407.115	0.2185	0.763	1.198	13.795	4.157	36.2985
0+410	0.2725	0.6305	0.708	2.0095	4.865	38.308
0+420	0.000	0.000	1.3625	3.153	6.2275	41.461
0+430	0.000	0.000	0.000	0.000	12.455	82.922
0+434.902	0.000	0.000	0.000	0.000	6.2275	41.461
0+449.038	0.000	0.000	0.000	0.000	6.2275	41.461
0+450	0.000	0.000	0.000	0.000	6.2275	41.461
0+455.761	0.000	0.000	0.000	0.000	6.2275	41.461
0+500	0.000	0.000	0.000	0.000	6.2275	41.461
0+536.163	2.076	0.000	18.783	0.000	24.9955	41.461
0+540	1.075	0.000	4.054	0.000	29.049	41.461
0+550	1.0965	0.000	10.857	0.000	39.9065	41.461
0+550.669	1.0935	0.000	0.733	0.000	40.6395	41.461
0+600	0.000	0.000	26.9755	0.000	67.615	41.461
0+603.782	0.000	0.000	0.000	0.000	67.615	41.461
0+610	0.000	0.000	0.000	0.000	67.615	41.461
0+612.919	0.000	0.000	0.000	0.000	67.615	41.461
0+650	0.000	0.000	0.000	0.000	67.615	41.461
0+662.372	0.000	0.000	0.000	0.000	67.615	41.461
0+667.079	0.000	0.000	0.000	0.000	67.615	41.461
0+700	0.000	0.000	0.000	0.000	67.615	41.461
0+729.040	0.000	0.000	0.000	0.000	67.615	41.461
0+730	0.000	0.000	0.000	0.000	67.615	41.461
0+740	0.000	0.000	0.000	0.000	67.615	41.461
0+743.181	0.000	0.000	0.000	0.000	67.615	41.461
0+750	0.000	0.000	0.000	0.000	67.615	41.461
0+788.660	0.018	2.9315	0.1785	56.6625	67.7935	98.124
0+790	0.025	2.819	0.0145	3.8515	67.8085	101.975
0+791.900	0.038	2.6415	0.060	5.188	67.8335	107.163
0+800	0.126	1.6785	0.331	17.496	68.1695	124.66
0+850	0.000	0.000	1.571	41.968	69.7405	166.628
0+900	0.000	0.000	0.000	0.000	69.7405	166.628
0+922.781	0.000	0.000	0.000	0.000	69.7405	166.628



VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO



PERFIL LONGITUDINAL
SIN ESCALA

SECCIONES TRANSVERSALES
SIN ESCALA



PROYECTO: **DISEÑO DE LA PAVIMENTACION DEL SEGUNDO ACCESO AL CUNSUROC**

LUGAR: **Mazatenango, Suchitepequez**

PLANO: **Secciones Transversales**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ**
ASESOR DE E.P.S

(f.) **LUCIA ROSALES MEDA**
EPESISTA

FECHA: **AGOSTO 2010**

HOJA NO. **8** / **8**





PROYECTO: **DISEÑO DE LA PAVIMENTACION DEL SEGUNDO ACCESO AL CUNSUROC**

LUGAR: **Mazatenango, Suchitepequez**

PLANO: **PLANTA**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ**
ASESOR DE E.P.S

(f.) **LUCIA ROSALES MEDA**
EPELISTA

FECHA: **AGOSTO 2010**

HOJA NO. **1 / 8**



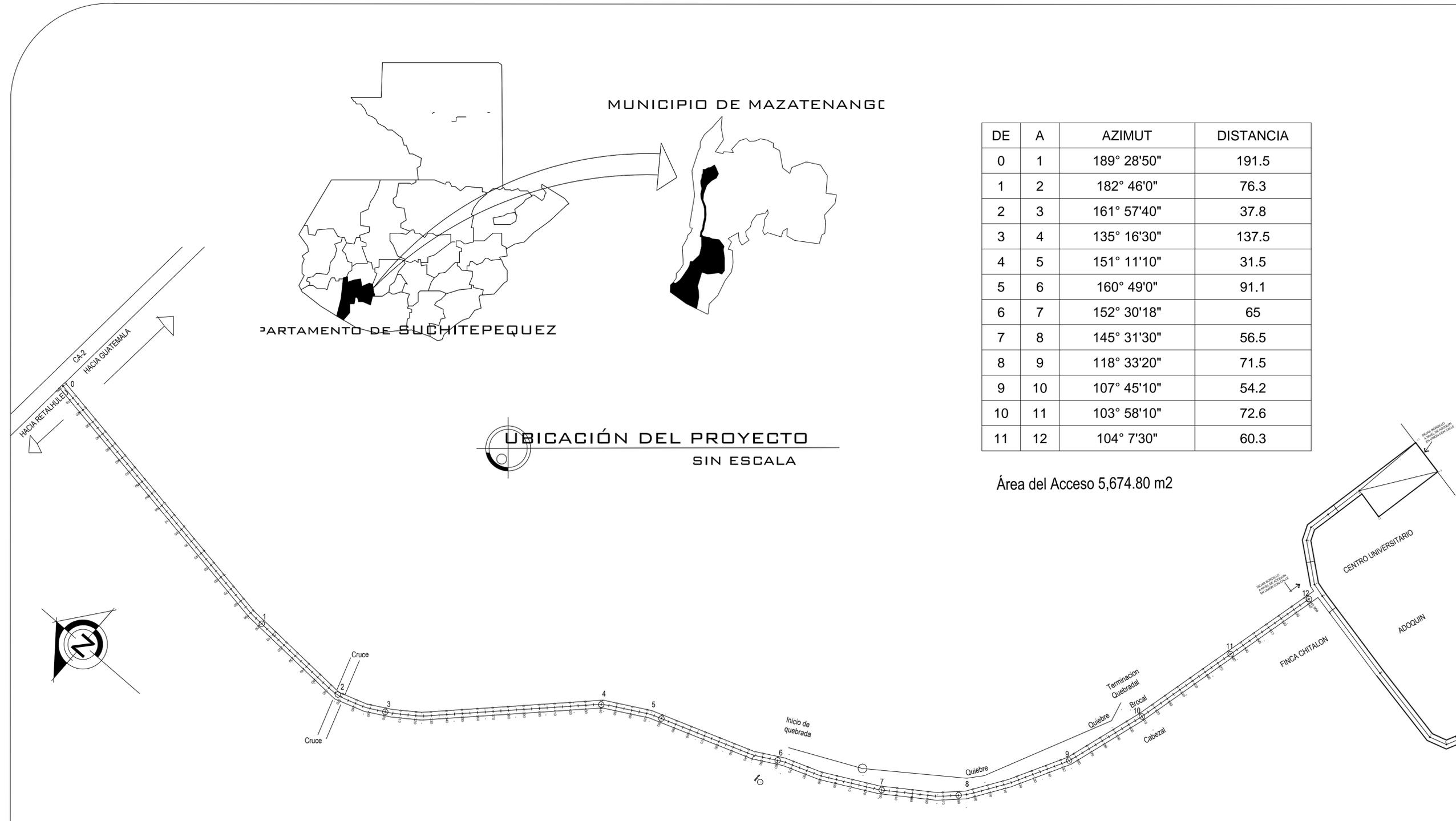
MUNICIPIO DE MAZATENANGO

DEPARTAMENTO DE SUCHITEPEQUEZ

UBICACIÓN DEL PROYECTO
 SIN ESCALA

DE	A	AZIMUT	DISTANCIA
0	1	189° 28'50"	191.5
1	2	182° 46'0"	76.3
2	3	161° 57'40"	37.8
3	4	135° 16'30"	137.5
4	5	151° 11'10"	31.5
5	6	160° 49'0"	91.1
6	7	152° 30'18"	65
7	8	145° 31'30"	56.5
8	9	118° 33'20"	71.5
9	10	107° 45'10"	54.2
10	11	103° 58'10"	72.6
11	12	104° 7'30"	60.3

Área del Acceso 5,674.80 m²



PLANTA DE LA PAVIMENTACION

Segundo Acceso al CUNSUROC



PROYECTO:
Diseño de la clínica popular de la Facultad de Ciencias Medicas

LUGAR:
Zona 1 , Ciudad Capital

PLANO:
Planta de Acotada

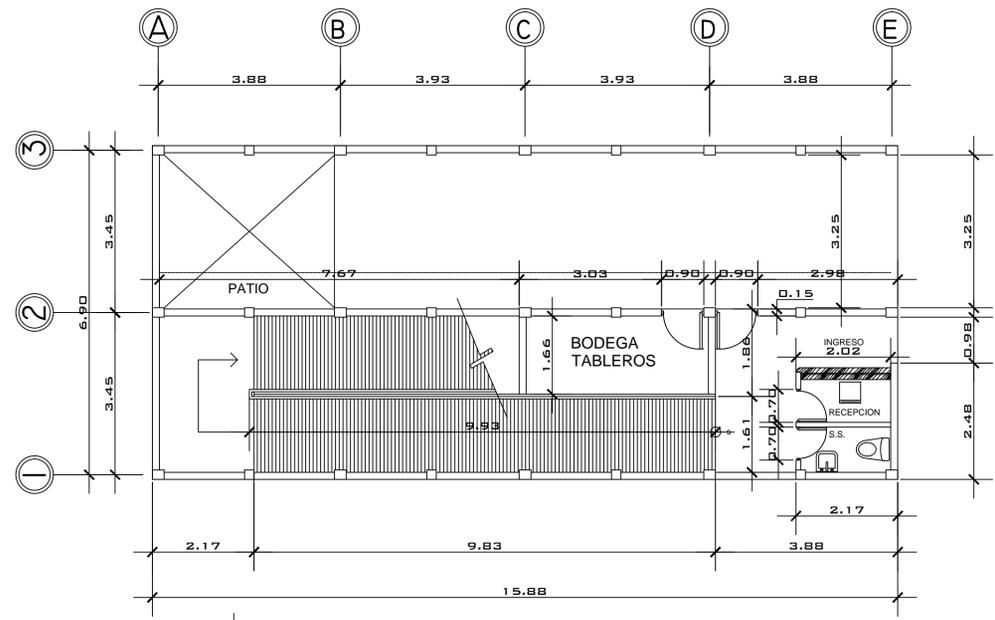
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ ASESOR DE E.P.S**

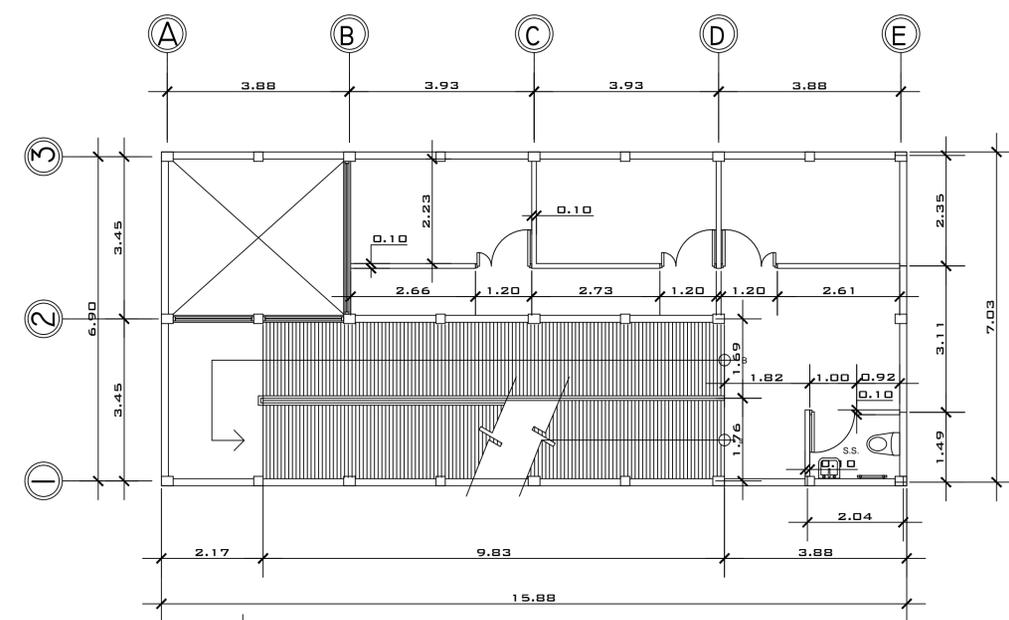
(f.) **LUCIA ROSALES MEDA EPESISTA**

FECHA:
AGOSTO 2010

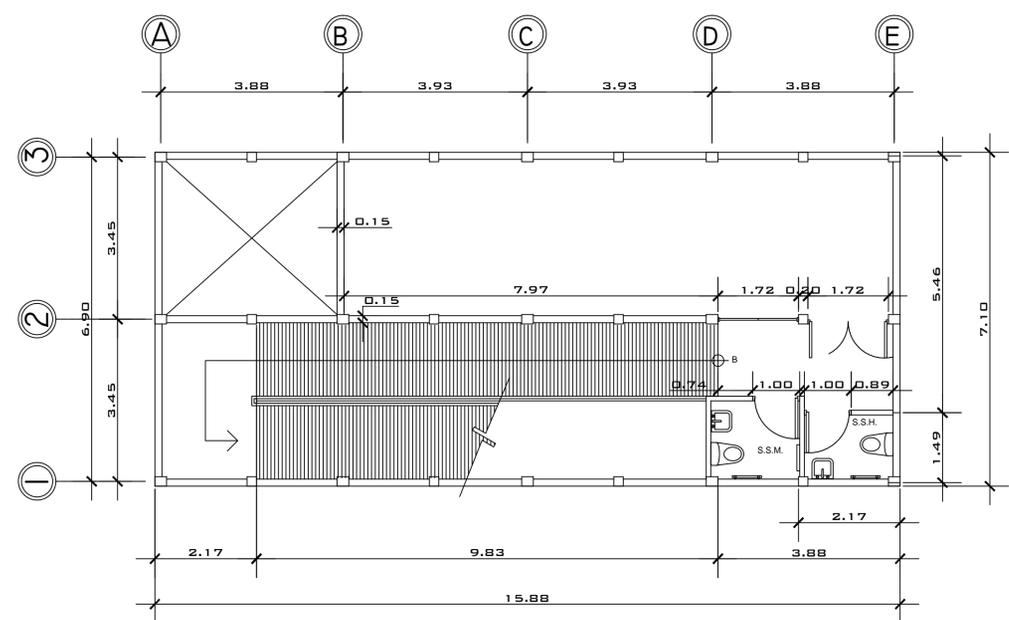
HOJA NO.
3 / 14



PLANTA ACOTADA
CLINICA POPULAR primer nivel
 ESCALA 1/75



PLANTA ACOTADA
CLINICA POPULAR segundo nivel
 ESCALA 1/75



PLANTA ACOTADA
CLINICA POPULAR tercer nivel
 ESCALA 1/75



PROYECTO:
Diseño de la clínica popular de la Facultad de Ciencias Médicas

LUGAR:
Zona 1 , Ciudad Capital

PLANO:
Planta de Arquitectura

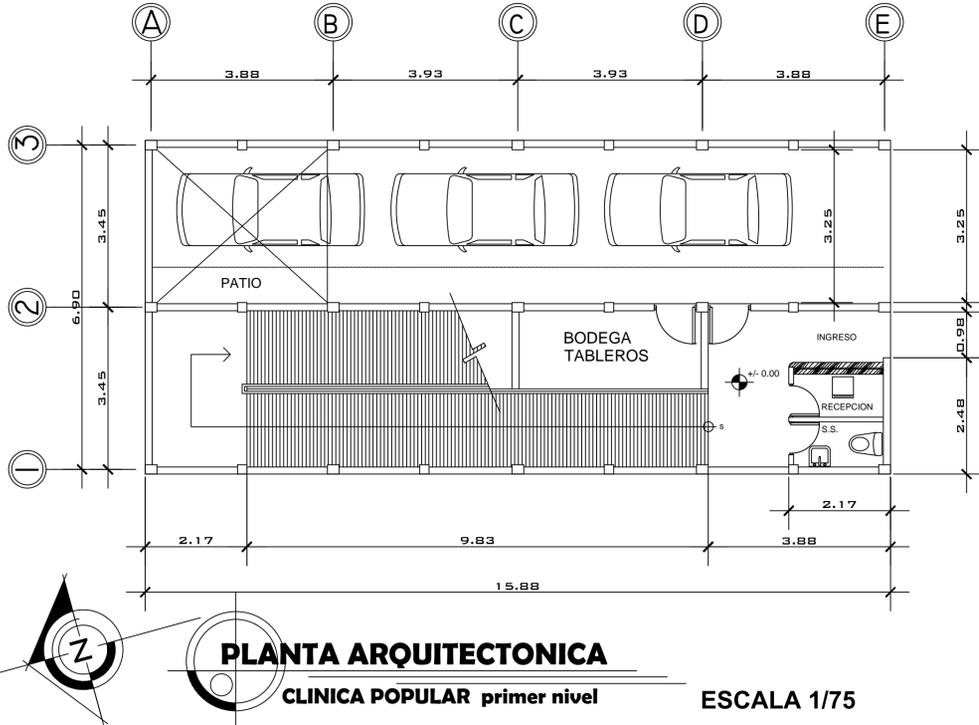
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ ASESOR DE E.P.S**

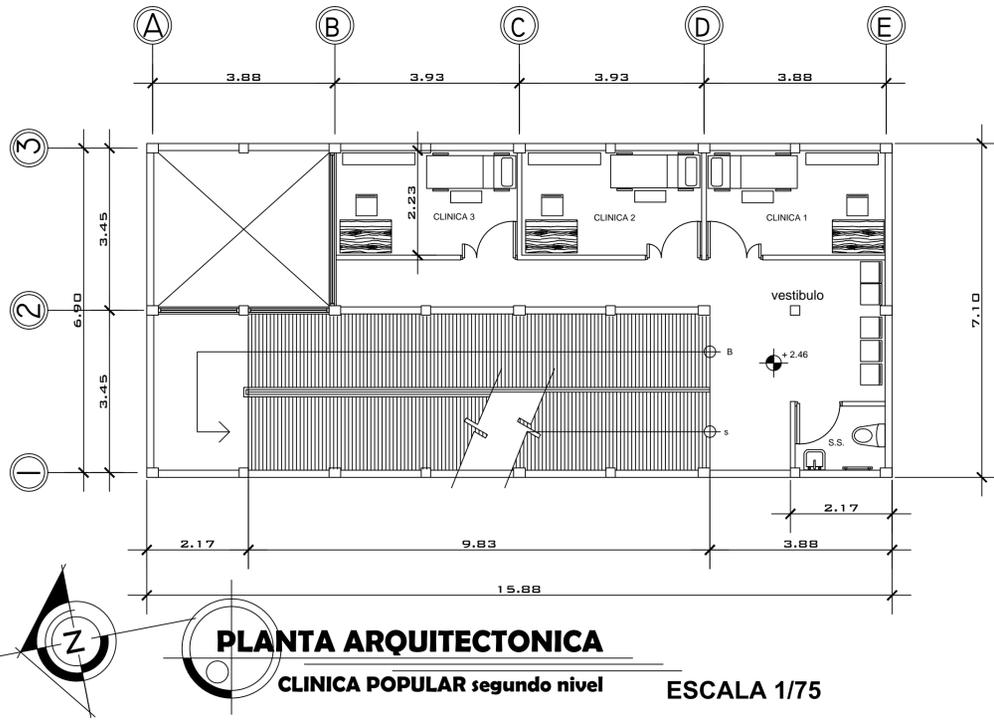
(f.) **LUCIA ROSALES MEDA EPESISTA**

FECHA:
AGOSTO 2010

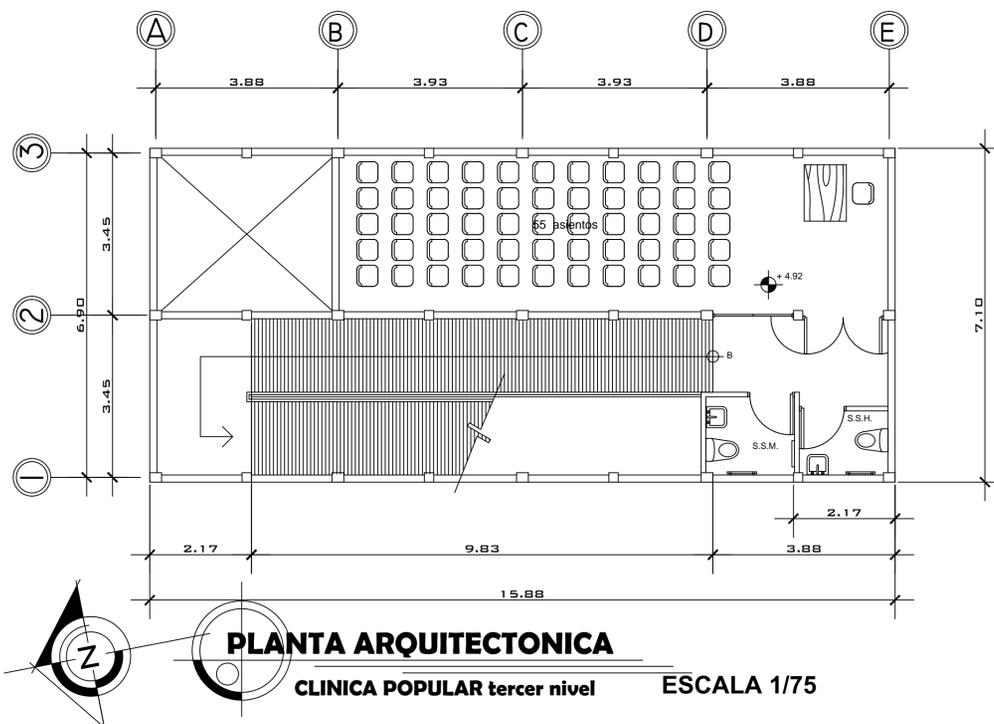
HOJA NO.
4 / 14



PLANTA ARQUITECTONICA
CLINICA POPULAR primer nivel ESCALA 1/75



PLANTA ARQUITECTONICA
CLINICA POPULAR segundo nivel ESCALA 1/75



PLANTA ARQUITECTONICA
CLINICA POPULAR tercer nivel ESCALA 1/75



PROYECTO:
Diseño de la clínica popular de la Facultad de Ciencias Médicas

LUGAR:
Zona 1, Ciudad Capital

PLANO:
Planta de Acotada

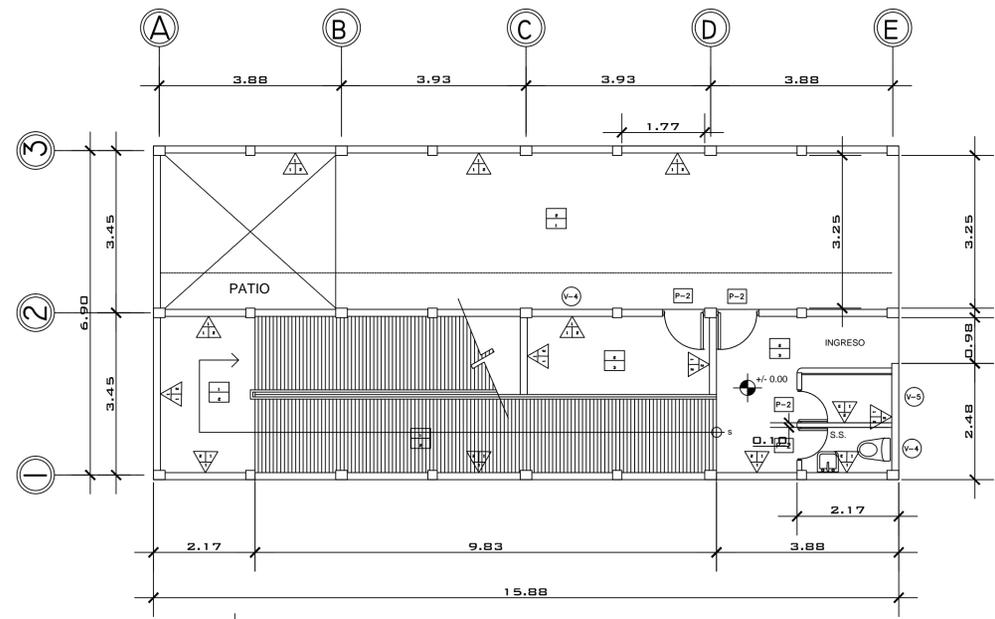
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ ASESOR DE E.P.S**

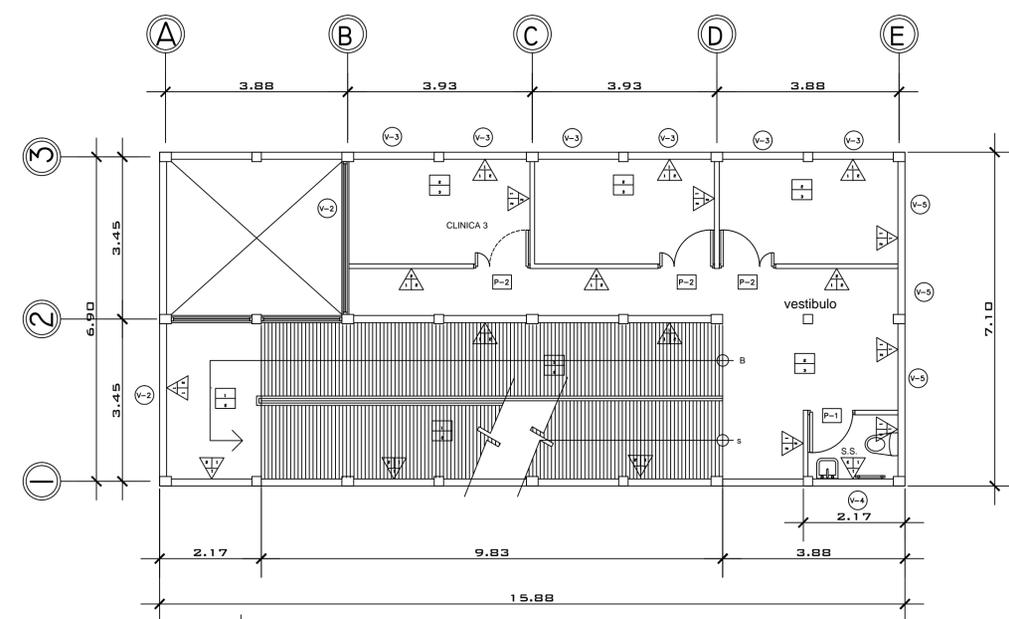
(f.) **LUCIA ROSALES MEDA EPESISTA**

FECHA:
AGOSTO 2010

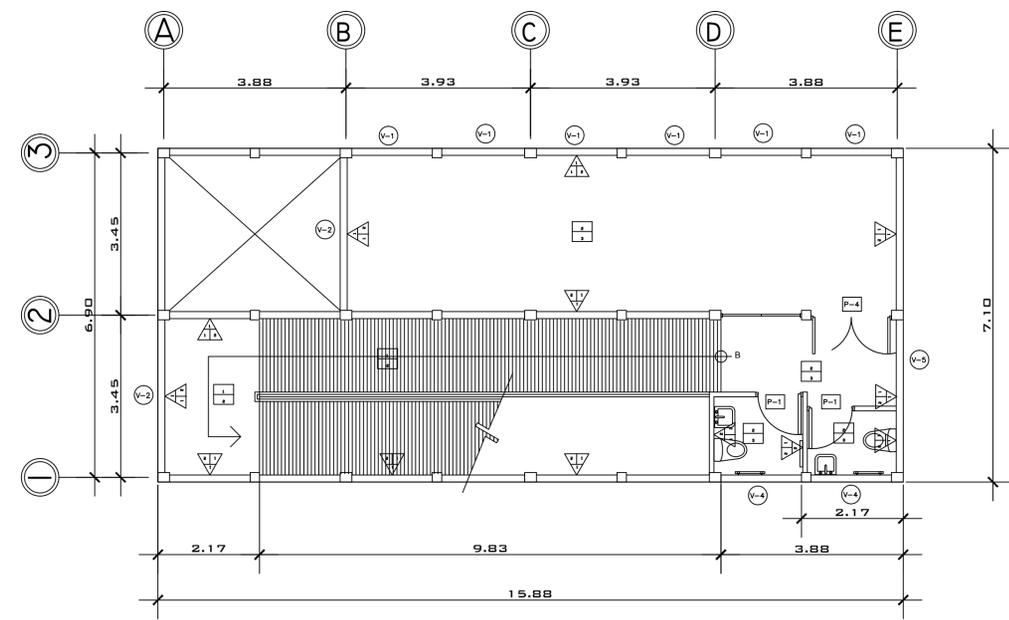
HOJA NO.
5
14



PLANTA DE ACABADOS
CLINICA POPULAR primer nivel
ESCALA 1/75



PLANTA DE ACABADOS
CLINICA POPULAR segundo nivel
ESCALA 1/75



PLANTA DE ACABADOS
CLINICA POPULAR tercer nivel
ESCALA 1/75

simbología	acabados en muros
	1. Muro de block de 15 x 20 x 40. 70kg/cm ² 2. Muro de block de 10 x 20 x 40 70kg/cm ² .
	1. Aplanado de mortero cemento arena proporcion 1:5. 2. Aplanado de yeso. 3. Azulejo de 20 x 20
	1. Pintura vinilica 2. Pintura de aceite color mate
simbología	acabados en pisos
	1. Firme de concreto f _c =150 kg/cm ² 2. Losa de concreto armado f _c =250 kg/cm ² .
	1. Aplanado de mezcla 2. Alisado de cemento espesor de 5 cms 3. Piso ceramico, para interior color mate

CUADRO DE VENTANAS

CLAVE	DIMENSIONES		AREA M2	REPISA	No CUERPOS	CANTI.	MATERIALES
	ANCHO	ALTO					
V-1	1.96	0.80	1.64	1.60	2	6	CELOSIA DE VIDRIO Y MARCO DE ALUMINIO ANODIZADO DE PRIMERA CALIDAD, CON OPERADOR TIPO MARIPOSA INCLUYE DEFENSAS DE HIERRO CUADRADO DE 1/2"
V-2	2.20	0.80	1.76	1.60	3	5	
V-3	1.30	0.80	1.048	1.60	2	6	
V-4	0.95	0.30	0.285	2.10	1	5	

CUADRO DE PUERTAS

CLAVE	ANCHO	ALTO	CANTI.	CHAPA	BISAGRA	MATERIALES
P-1	1.00	2.10	3	DOBLE CHAPA DE PARCHÉ	TRES BISAGRAS TIPO CAPSULA	MARCO DE TUBO CUADRADO, ACERO INDUSTRIAL PESADO, FORRO A SOLO UNA CARA, LAMINA ACERO 1/16" MOCHETAS MET. CONFORMADAS POR 2 ANGULOS 1 1/4"x1 1/4"x3/16", FIJADA A LA PARED CON PINES DE Ho. DE 1/2", TOPE DE VARILLA CUADRADA DE 1/2", PINTADA CON ANTICORROSIVO Y ACABADO 2 APLICACIONES A SOPLETE PINTURA DE ACEITE.
P-2	1.70	2.10	2	PASADOR Y PORTACAN-DADO AL EXTERIOR	TRES BISAGRAS TIPO CAPSULA	IDEM A P-1, PERO CON FORRO DE LAMINA 1/16" DE A DOBLE CARA
P-3	0.90	2.10	1	DE POMO LLAVE EXTERIOR	TRES BISAGRAS TIPO ALCAYATE 4"	MARCO Y ESTRUCTURA DE MADERA DE CEDRO A CADA 30cms, FORRO PLYWOOD TIPO "A", PINTADA A SOPLETE DOS APLICACIONES PINTURA DE ACEITE, MOCHETA DE MADERA DE CEDRO.
P-4	1.20	2.10	3	PASADOR Y PORTACAN-DADO AL EXTERIOR	TRES BISAGRAS TIPO CAPSULA	IDEM A P-2
P-5	0.70	2.10	2	DOBLE CHAPA DE PARCHÉ	TRES BISAGRAS TIPO CAPSULA	IDEM A P-2



PROYECTO:
Diseño de la clínica popular de la Facultad de Ciencias Médicas
 LUGAR:
Zona 1, Ciudad Capital

PLANO:
Planta de Cimentaciones y columnas

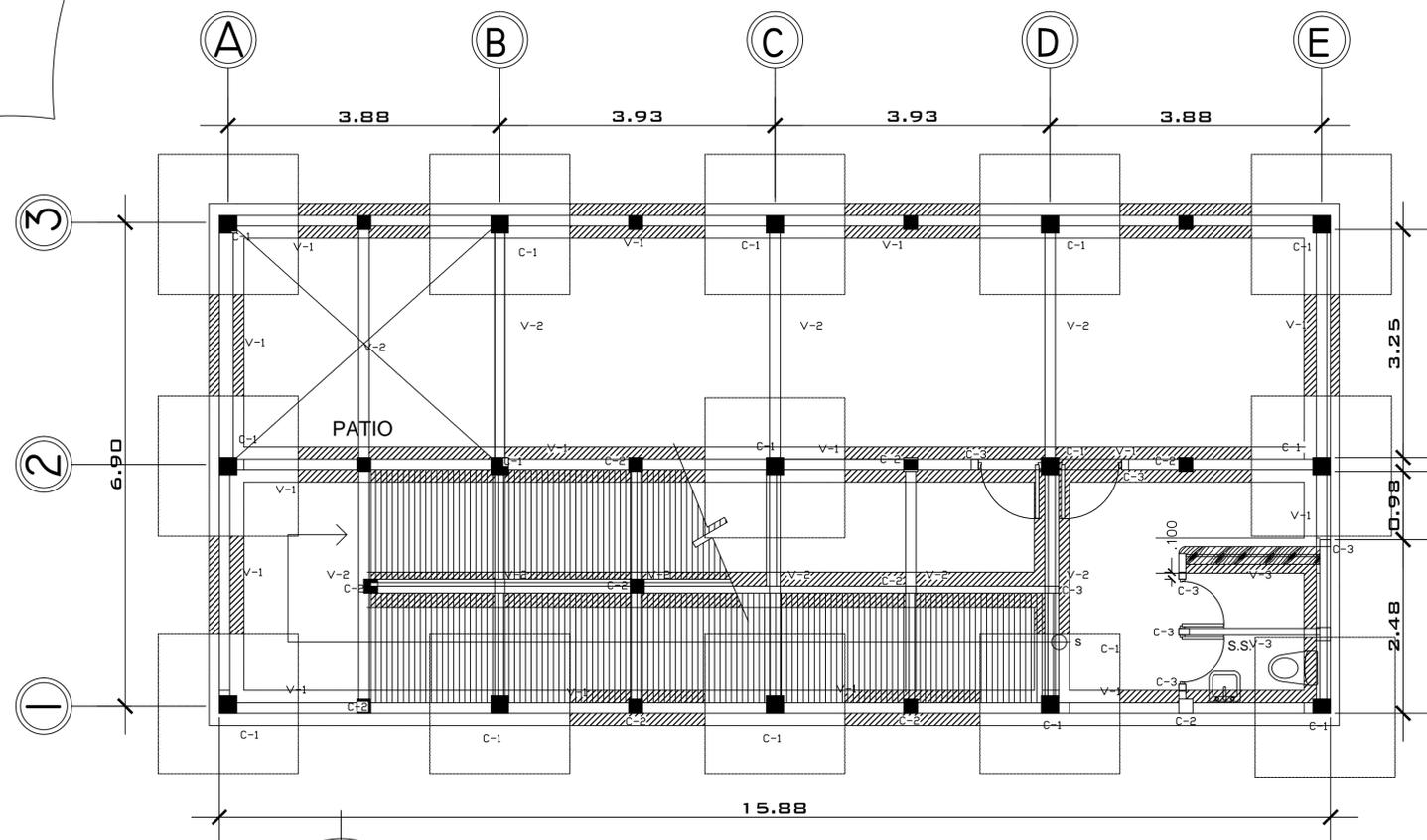
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ**
 ASESOR DE E.P.S

(f.) **LUCÍA ROSALES MEDA**
 EPESISTA

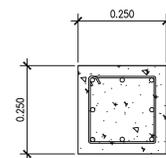
FECHA:
AGOSTO 2010

HOJA NO.



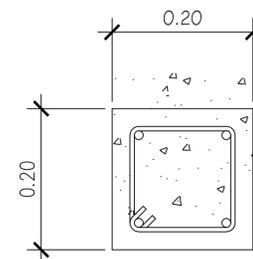
PLANTA CIMENTACIONES Y COLUMNAS

CLINICA POPULAR primer nivel ESCALA 1/50

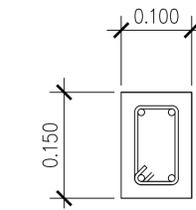


8 No. 6
 Est. No.3 @ 0.05 mts. en 0.50 mts.
 Confinamiento en ambos extremos
 resto @ 0.10 Mts.

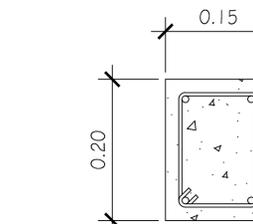
COLUMNA C-1 ESCALA 1/15



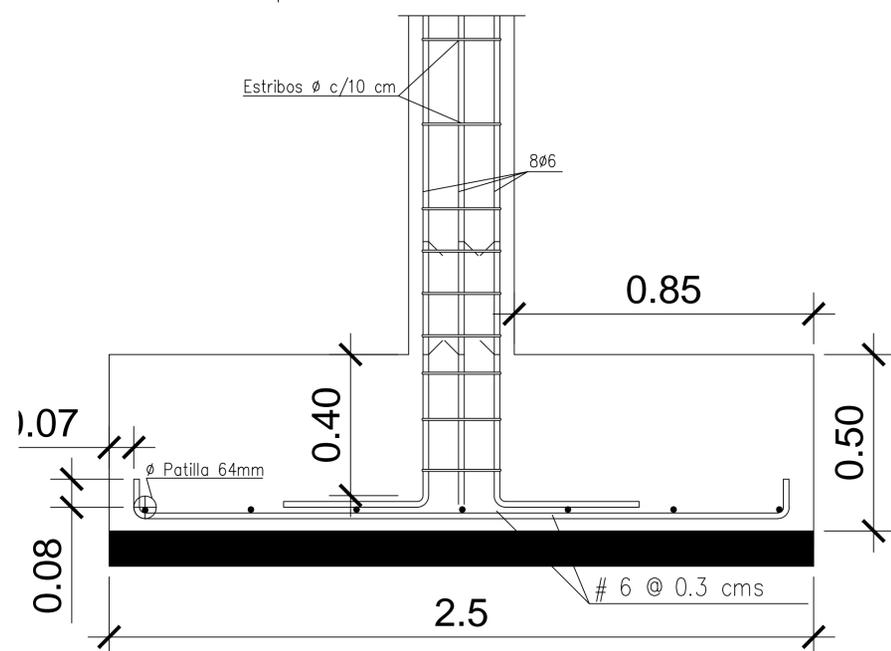
COLUMNA C-2 ESCALA 1/15



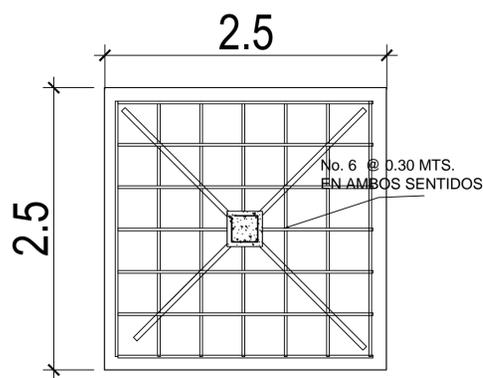
COLUMNA C-3 ESCALA 1/15



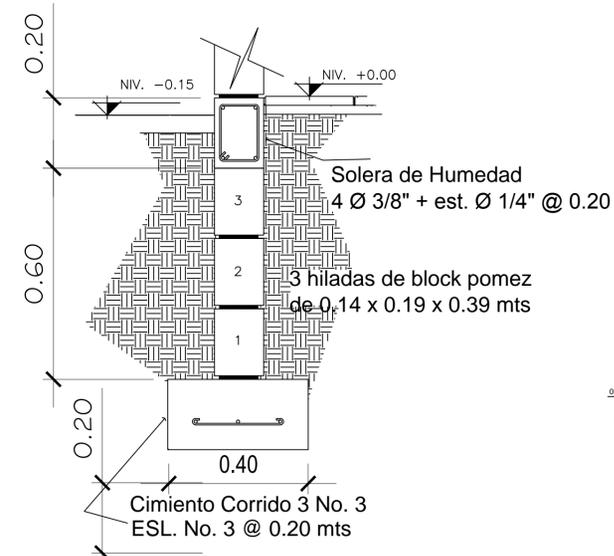
SOLERA DE HUMEDAD ESCALA 1/15



Zapata cuadrada de 2x2 ESCALA 1/10



Planta de Zapata ESCALA 1/25



CIMIENTO CORRIDO ESCALA 1/50



PROYECTO:
**Diseño de la clínica
 popular de la Facultad de
 Ciencias Medicas**

LUGAR:
Zona 1 , Ciudad Capital

PLANO:
Planta de Estructuras

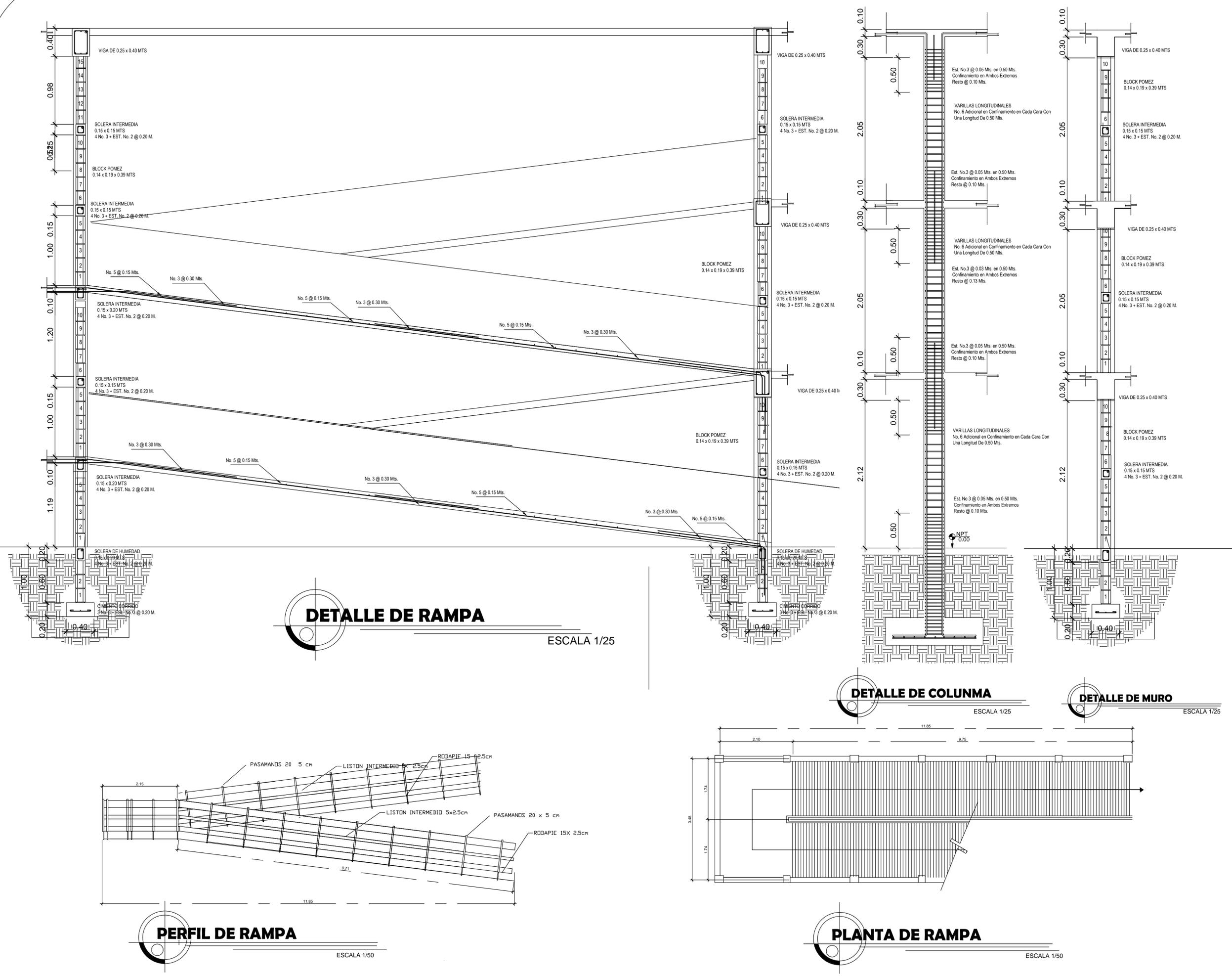
**UNIVERSIDAD DE
 SAN CARLOS
 DE GUATEMALA**
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ
 ASESOR DE E.P.S**

(f.) **LUCIA ROSALES MEDA
 EPESISTA**

FECHA:
AGOSTO 2010

HOJA NO.
14 / 14



DETALLE DE RAMPA

ESCALA 1/25

DETALLE DE COLUMNA

ESCALA 1/25

DETALLE DE MURO

ESCALA 1/25

PERFIL DE RAMPA

ESCALA 1/50

PLANTA DE RAMPA

ESCALA 1/50



PROYECTO:
Diseño de la clínica popular de la Facultad de Ciencias Médicas
 LUGAR:
Zona 1 , Ciudad Capital

PLANO:
Planta de instalación Hidráulica

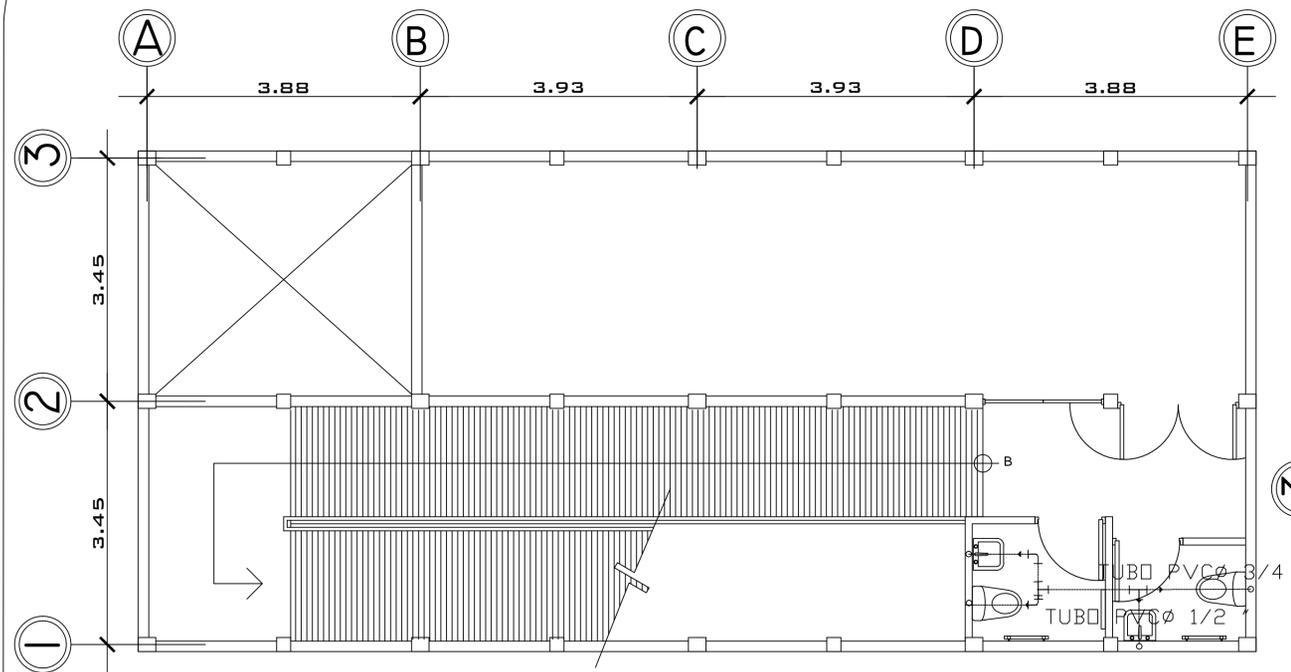
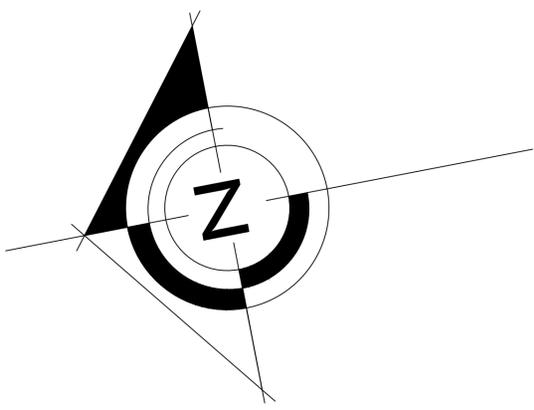
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ ASESOR DE E.P.S**

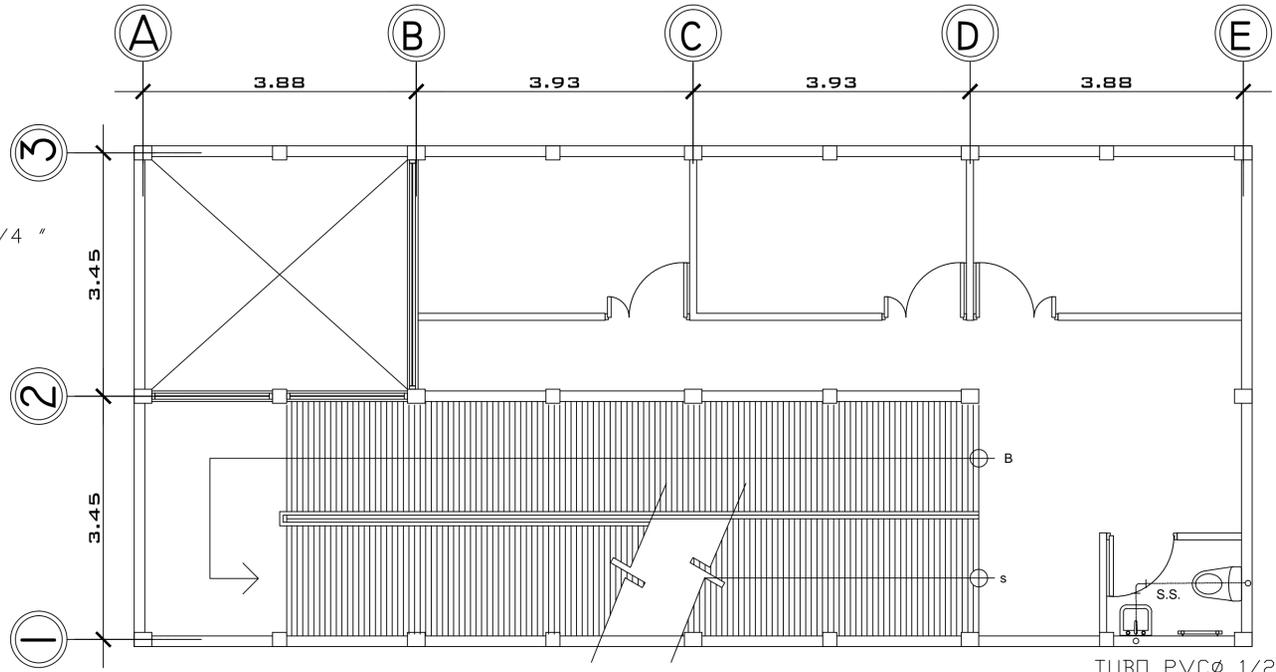
(f.) **LUCIA ROSALES MEDA EPESISTA**

FECHA:
AGOSTO 2010

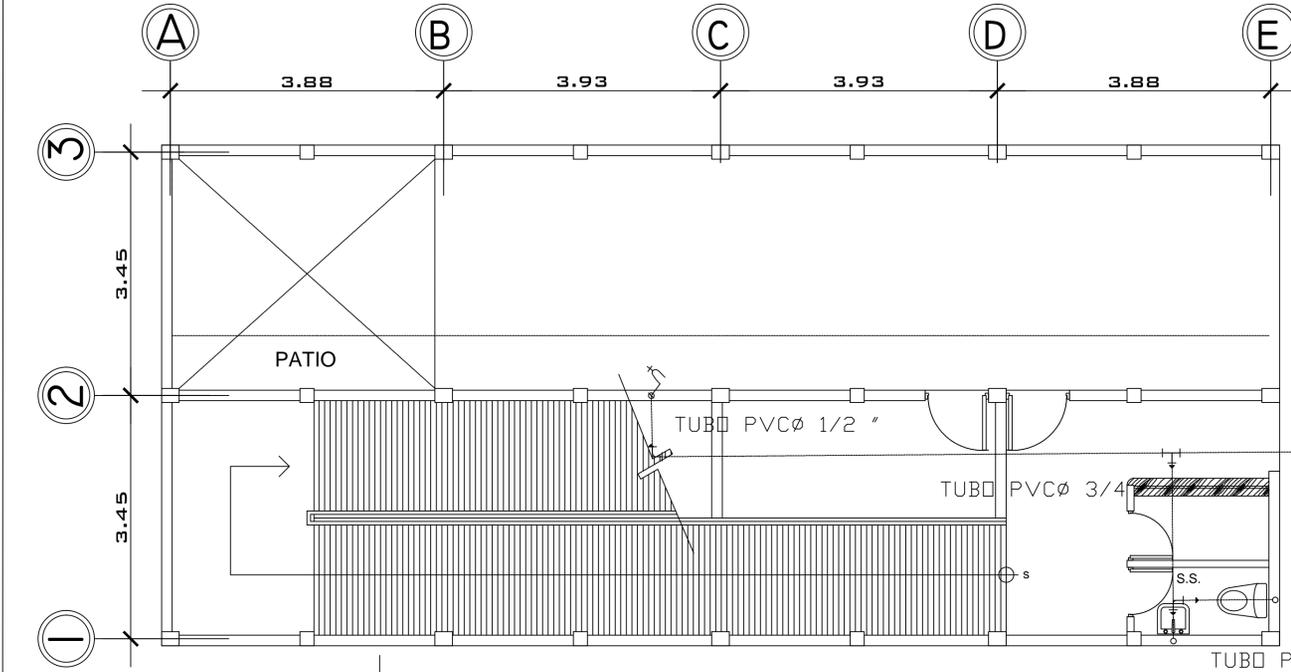
HOJA NO.
8



PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁLICA
 CLINICA POPULAR tercer nivel
 ESCALA 1/50



PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁLICA
 CLINICA POPULAR segundo nivel
 ESCALA 1/50

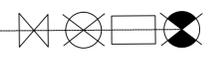
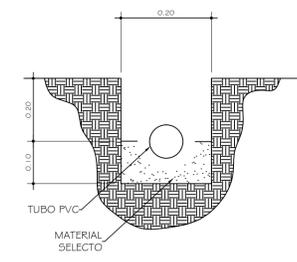


PLANTA INSTALACIÓN HIDRÁLICA
 CLINICA POPULAR primer nivel
 ESCALA 1/50

ALTURAS MÍNIMAS DE SALIDA DE TUBERÍA HACIA ARTEFACTOS	
ELEMENTO	ALTURA
CHORRO	0.30
PILA	1.25
INODORO	0.23
LAVAMANDOS	0.55
DUCHA	1.90
LAVATRASTOS	0.70

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	LLAVE DE PASO
	CONTADOR DE AGUA
	LLAVE DE COMPUERTA
	LLAVE DE CHEQUE
	TUBERÍA DE PVC
	CODO VERTICAL A 90°
	CODO HORIZONTAL A 90°
	TEE A 90° PVC
	REDUCIDOR PVC ø3/4\"/>
	CHORRO PVC ø1/2"
	INDICA EJE

NOTA: TODA EL CIRCUITO CERRADO SERA PVC ø 3/4" Y LA ACOMETIDA A LOS ARTEFACTOS PVC ø 1/2"





PROYECTO:
Diseño de la clínica popular de la Facultad de Ciencias Médicas

LUGAR:
Zona 1, Ciudad Capital

PLANO:
Planta de instalación sanitaria

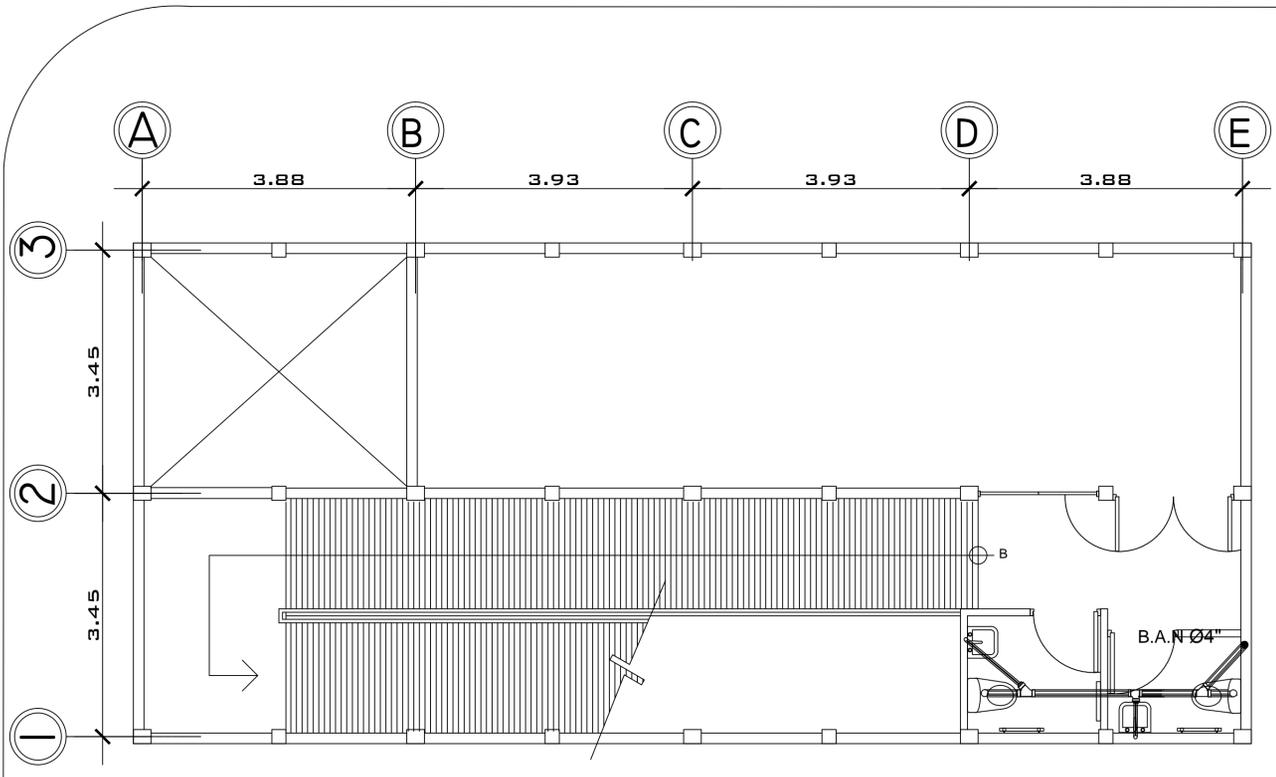
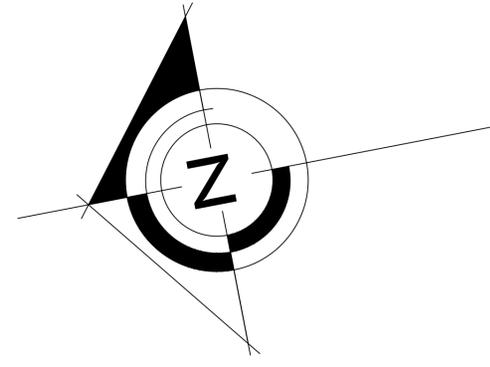
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ**
 ASESOR DE E.P.S

(f.) **LUCIA ROSALES MEDA**
 EPESISTA

FECHA:
AGOSTO 2010

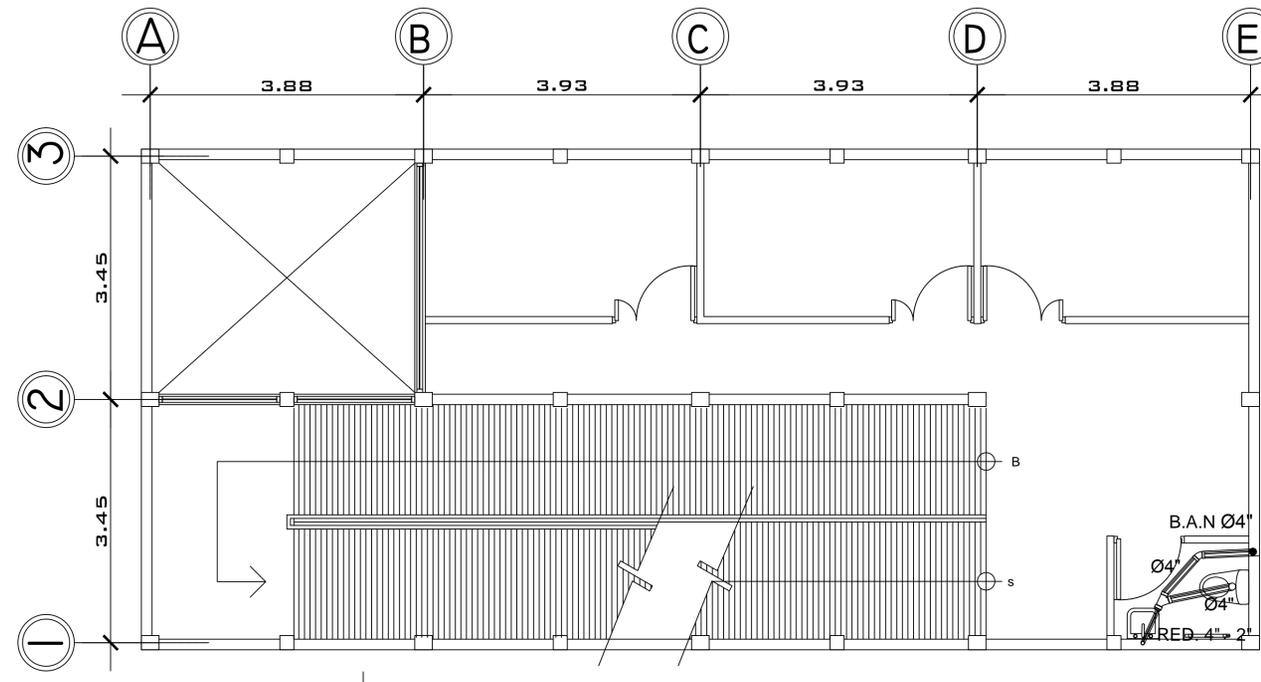
HOJA NO.
9 / 14



PLANTA DE INSTALACION SANITARIA

CLINICA POPULAR tercer nivel

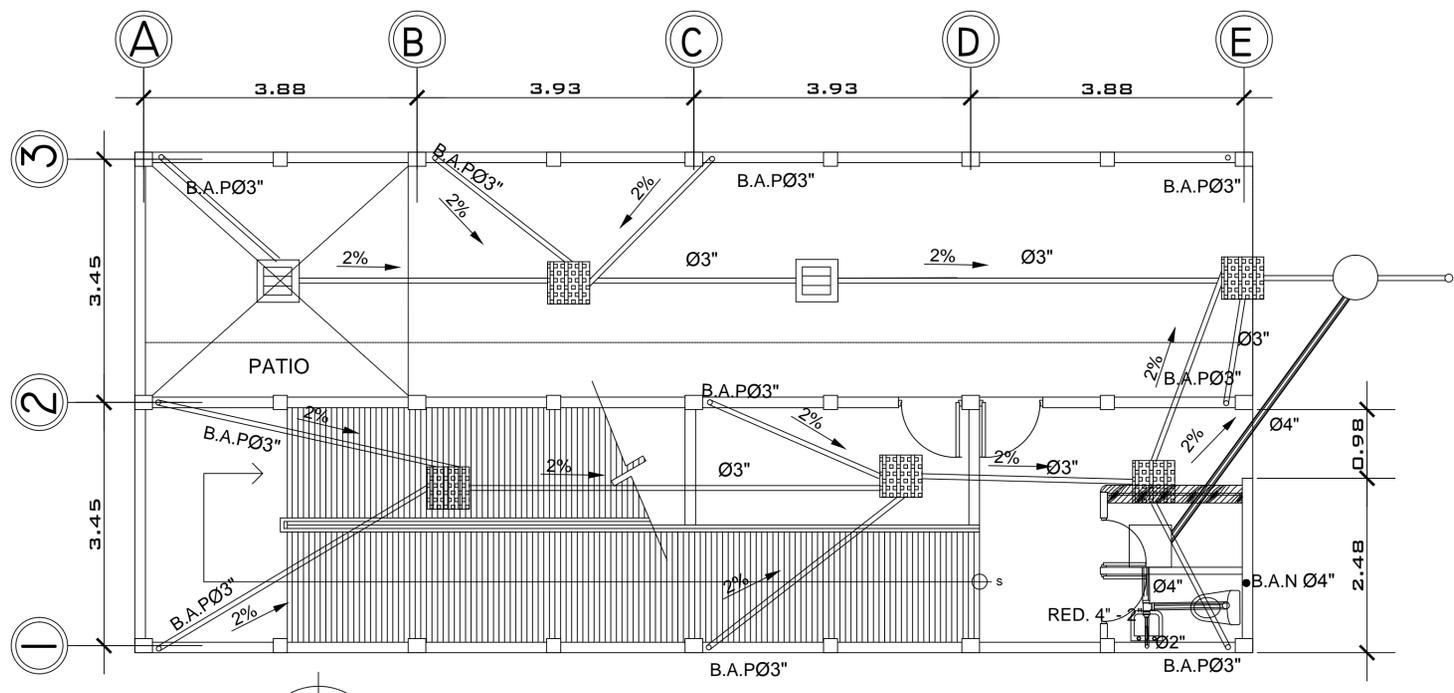
ESCALA 1/50



PLANTA DE INSTALACION SANITARIA

CLINICA POPULAR segundo nivel

ESCALA 1/50



PLANTA DE INSTALACION SANITARIA

CLINICA POPULAR primer nivel

ESCALA 1/50

SIMBOLOGÍA DRENAJES			
SIMBOLO	AGUA PLUVIAL	SIMBOLO	AGUA SERVIDA
	TUBO PVC Ø INDICADO		TUBO PVC Ø INDICADO
	CODO LISO PVC 90°		CODO LISO PVC 90°
	CODO LISO PVC 45°		CODO LISO PVC 45°
	YEE PVC Ø INDICADO		YEE PVC 45° Ø INDICADO
	CAJAS DE REGISTRO		TEEE SANITARIA PVC Ø INDICADO
	CAJA RECEPTORA 0.59 X 0.59 X 0.475		REDUCIDOR BUSHING PVC Ø INDICADO
	CAJA UNIFICADORA 0.71 X 0.71 X 0.75		SIFON TERMINAL PVC Ø INDICADO
	CAJA SIFON PILA 0.83 X 0.59 X 0.475		FOSA SEPTICA
	CAJA RECEPTORA INODOROSA 0.59 X 0.59 X 0.475		POZO DE ABSORCION
	CAJA REPOSADERA CON REJILLA 0.59 X 0.59 X 0.58		BAJADA DE AGUAS NEGRAS
			BAJADA DE AGUAS PLUVIALES



PROYECTO:
Diseño de la clínica popular de la Facultad de Ciencias Medicas

LUGAR:
Zona 1 , Ciudad Capital

PLANO:
Planta de Iluminacion

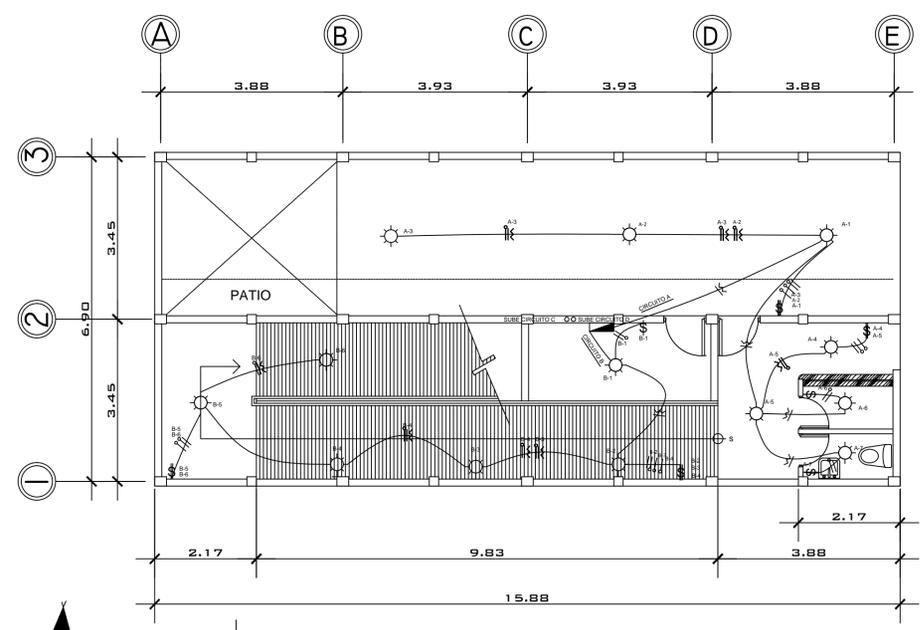
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ ASESOR DE E.P.S**

(f.) **LUCIA ROSALES MEDA EPESISTA**

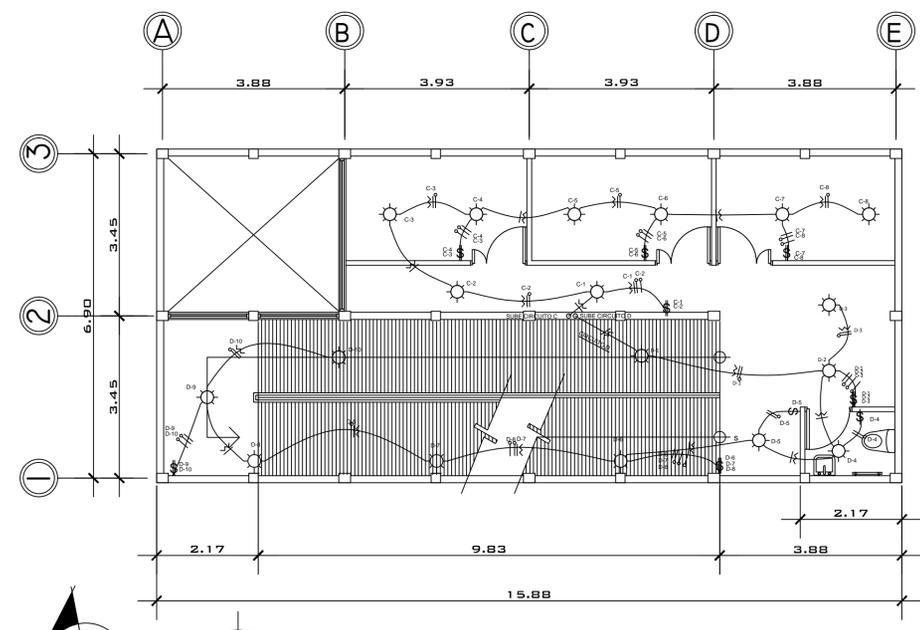
FECHA:
AGOSTO 2010

HOJA NO.
10 / 14



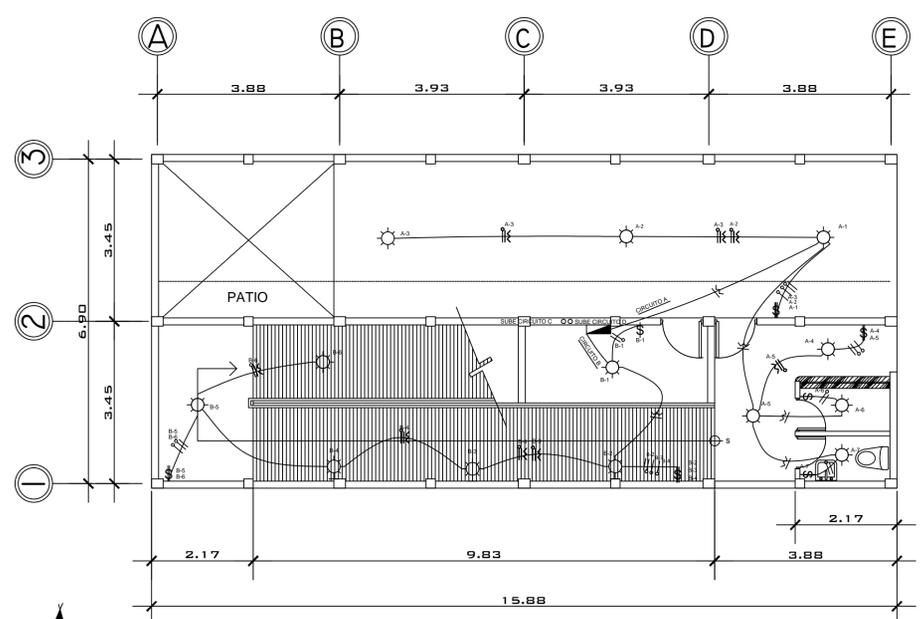
PLANTA DE ILUMINACION
CLINICA POPULAR primer nivel

ESCALA 1/75



PLANTA DE ILUMINACION
CLINICA POPULAR segundo nivel

ESCALA 1/75



PLANTA DE ILUMINACION
CLINICA POPULAR primer nivel

ESCALA 1/75

SIMBOLOGÍA ILUMINACIÓN	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LAMPARA DE CIELO EN CAJA OCTOGONAL DE 4"
	LAMPARA DE PARED h= 2.0 m. EN CAJA OCTOGONAL DE 4"
	REFLECTOR SIMPLE EN CAJA OCTOGONAL DE 4" h = 2.40 m.
	REFLECTOR DOBLE EN CAJA OCTOGONAL DE 4" h = 2.40 m.
	INTERRUPTOR SIMPLE h = 1.30 m. SNPT EN CAJA RECTANGULAR VERTICAL DE 2" X 4"
	INTERRUPTOR DOBLE h = 1.30 m. SNPT EN CAJA RECTANGULAR VERTICAL DE 2" X 4"
	INTERRUPTOR TRIPLE h = 1.30 m. SNPT EN CAJA RECTANGULAR VERTICAL DE 2" X 4"
	INTERRUPTOR THREE WAY (3 vías) h = 1.30 m. SNPT EN CAJA RECTANGULAR VERTICAL DE 2" X 4"
	TUBERÍA DE CIELO
	CONDUCTOR POSITIVO
	CONDUCTOR NEUTRO
	ALAMBRE DE RETORNO
	CONDUCTORES - PUENTEADO THREE WAY
	CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCION h = 1.80 m SNPT DESDE SU PARTE SUPERIOR

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	
1.	CENTRO DE CARGA 20 POLOS
2.	VOLTAJE: 120 / 140V. MONOFÁSICO
3.	BARRAS: 150 A.
4.	LOCALIZACIÓN: BODEGA
5.	ALIMENTADOR: 2N.4 THW + 1N.6 THW
6.	TUBERÍA: Ø 1 1/4"

NOTAS	
1.	LAS LÁMPARAS DE LAS RAMPA ESTARÁN COLOCADAS 2.20m. SOBRE EL NIVEL DE LA RAMPA
2.	TODAS LAS ALTURAS DE LOS INTERRUPTORES SERÁN DE 1.30 m. SNPT.
3.	TODAS LAS ALTURAS DE LOS TOMACORRIENTES SERÁN DE 0.30 m. SALVO LOS DE BAÑOS QUE ESTARÁN A 1.10
4.	LA TUBERÍA SERÁ DUCTOVINIL PVC COLOR NARANJA DE 3/4" DE DIÁMETRO SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
5.	EL ALAMBRE SERÁ THHN CALIBRE 12 AAWG SALVO INDICACIÓN CONTRARIA



PROYECTO:
Diseño de la clínica popular de la Facultad de Ciencias Médicas

LUGAR:
Zona 1, Ciudad Capital

PLANO:
Planta de Iluminación

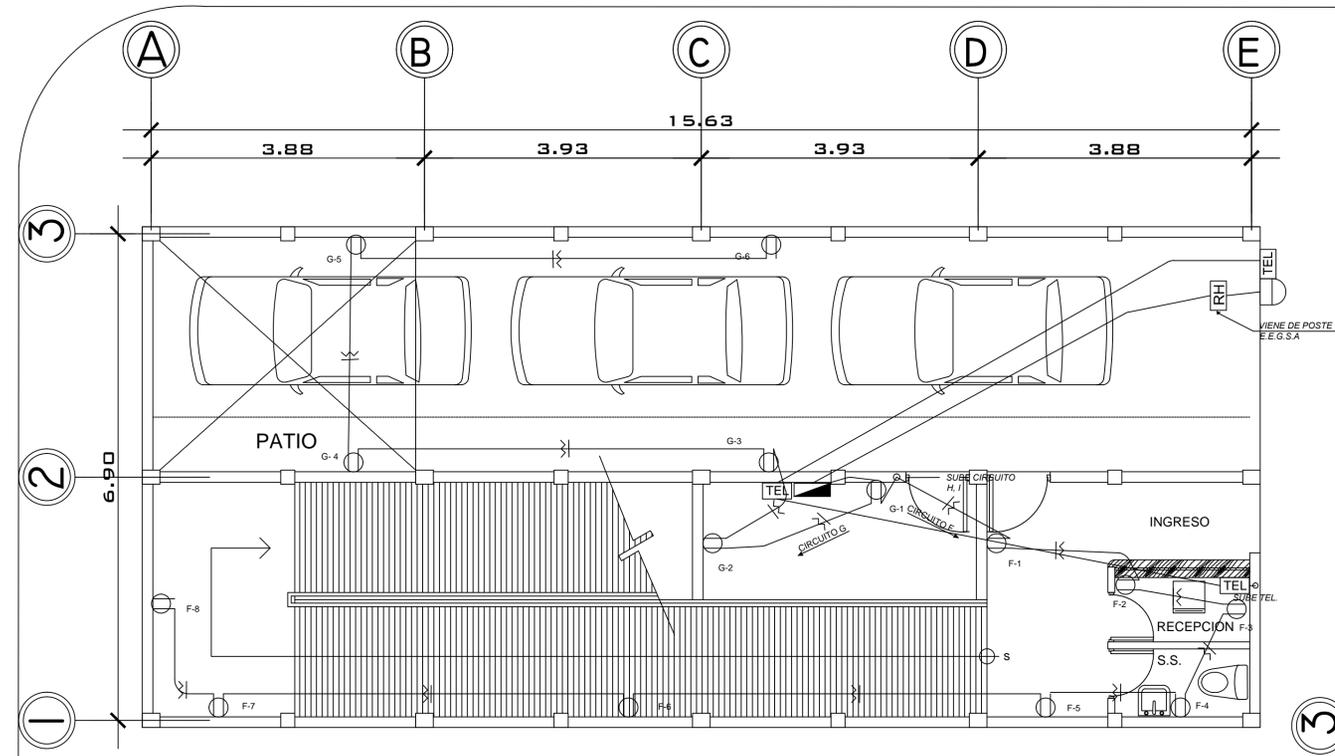
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ**
ASESOR DE E.P.S

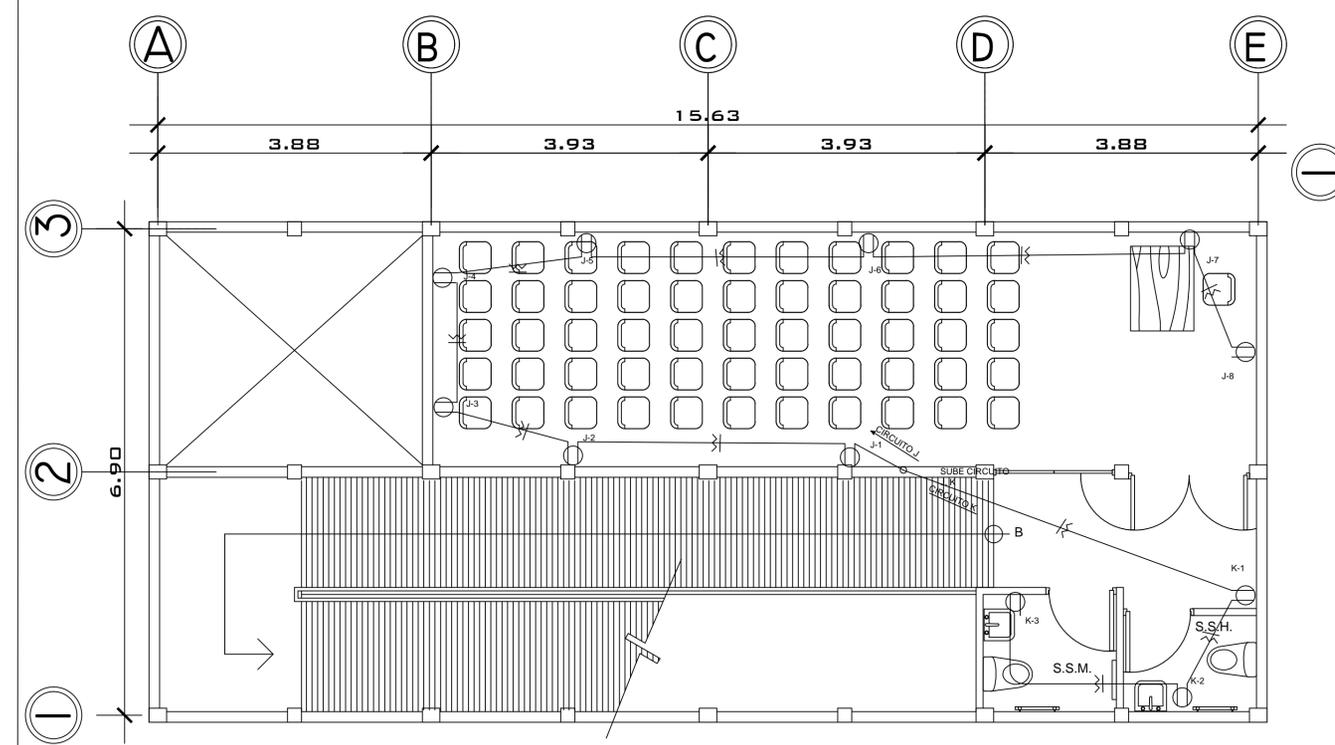
(f.) **LUCIA ROSALES MEDA**
EPESISTA

FECHA:
AGOSTO 2010

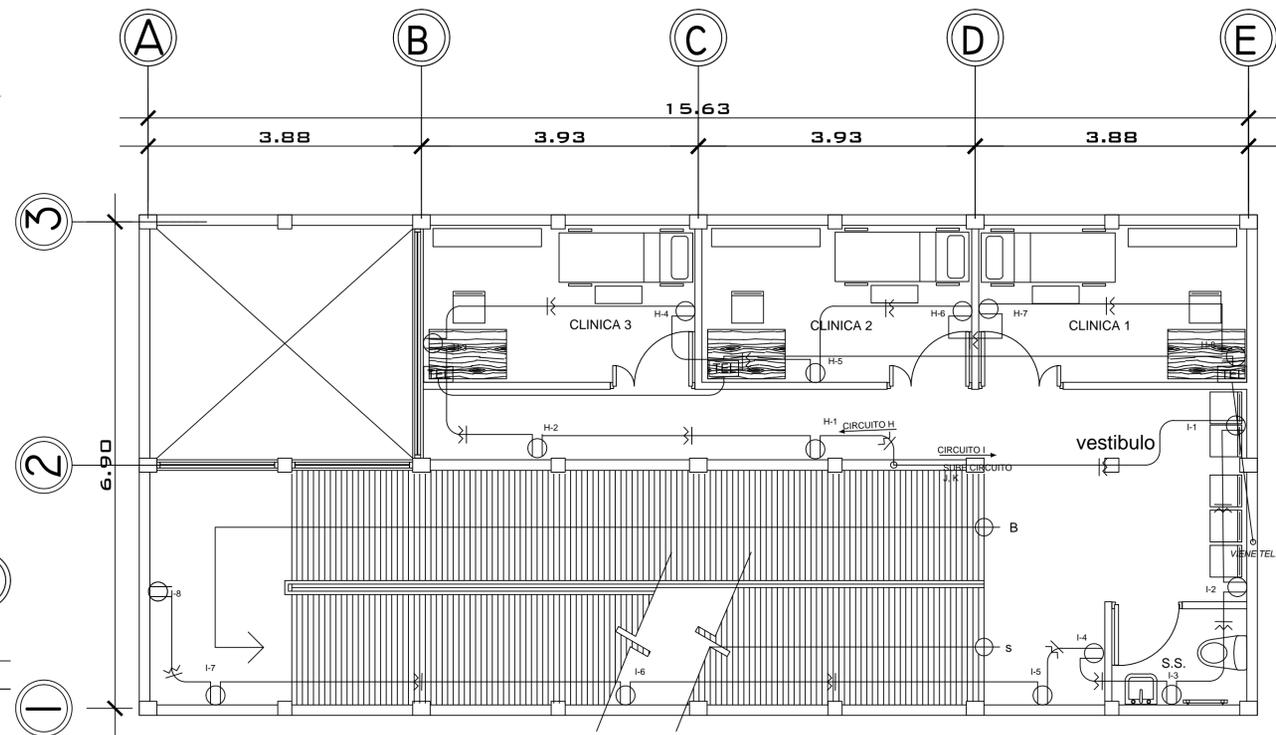
HOJA NO.
11 / 14



PLANTA DE FUERZA
CLINICA POPULAR primer nivel ESCALA 1/50



PLANTA DE FUERZA
CLINICA POPULAR tercer nivel ESCALA 1/50



PLANTA DE FUERZA
CLINICA POPULAR segundo nivel ESCALA 1/50

SIMBOLOGÍA FUERZA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TOMACORRIENTE DOBLE 110 V h = 0.30 m. SNPT EN CAJA RECTANGULAR HORIZONTAL DE 2" X 4"
	TOMACORRIENTE DOBLE 110 V h = 0.30 m. SNPT EN CAJA RECTANGULAR HORIZONTAL DE 2" X 4"
	TOMACORRIENTE DOBLE 220 V h = 0.30 m. SNPT EN CAJA CUADRADA DE 4" X 4"
	TOMACORRIENTE DOBLE 220 V h=0.00. SNPT EN CAJA CUADRADA DE 4" X 4"
	SALIDA DE TELÉFONO h = 0.30 SNPT EN CAJA RECTANGULAR HORIZONTAL DE 2" X 4"
	TUBERÍA SUBTERRANEA
	TUBERÍA PARA TELÉFONO
	CONDUCTOR POSITIVO
	CONDUCTOR NEUTRO
	CAJA DE REGISTRO h = 0.30 m SNPT EN CAJA CUADRADA DE 4" X 4"
	CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCION h = 1.80 m SNPT DESDE SU PARTE SUPERIOR
	TABLERO DE DISTRIBUCION h = 1.80 m SNPT DESDE SU PARTE SUPERIOR



PROYECTO:
Diseño de la clinica popular de la Facultad de Ciencias Medicas

LUGAR:
Zona 1 , Ciudad Capital

PLANO:
Secciones Longitudinales

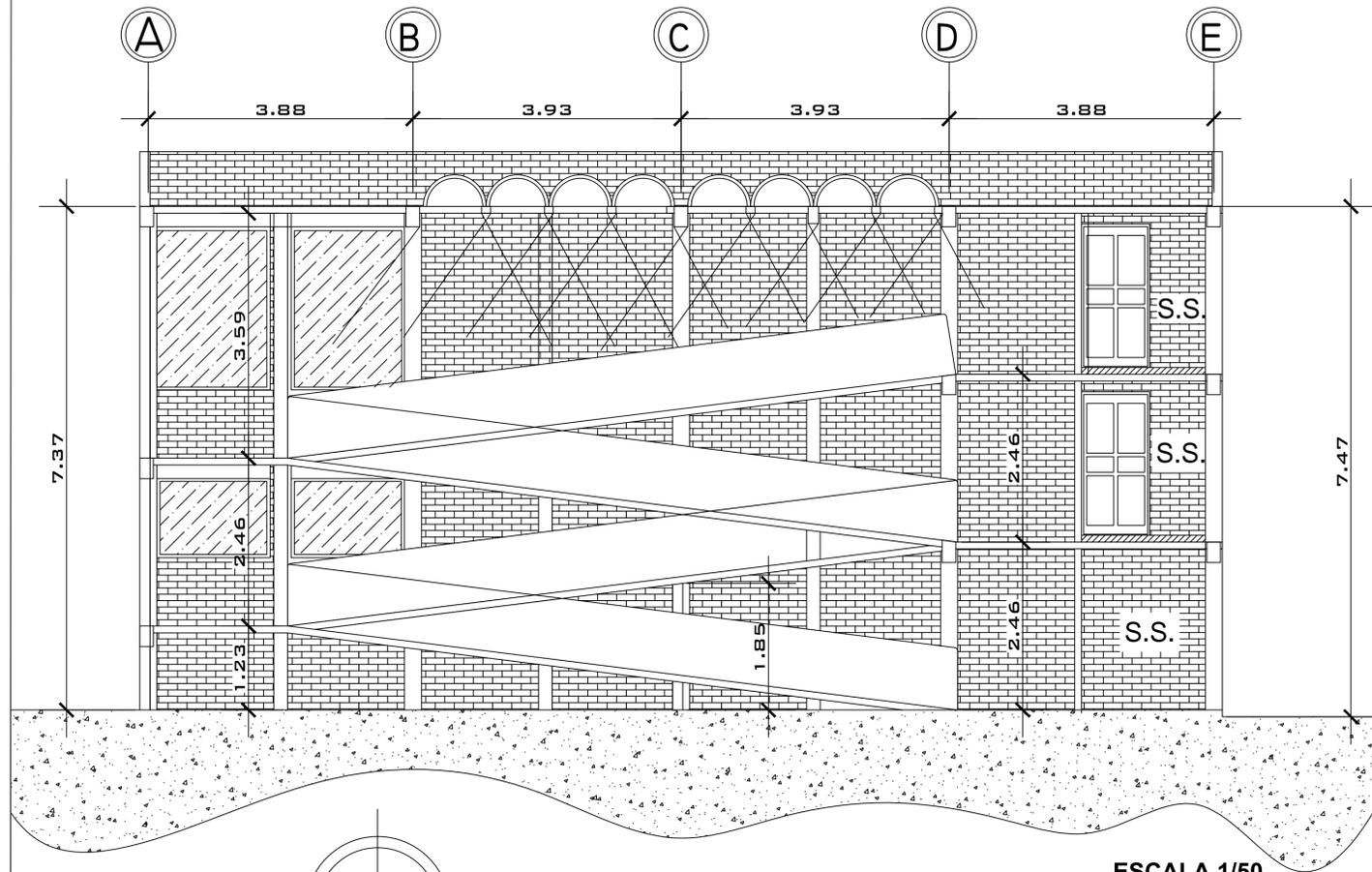
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ**
ASESOR DE E.P.S

(f.) **LUCIA ROSALES MEDA**
EPESISTA

FECHA:
AGOSTO 2010

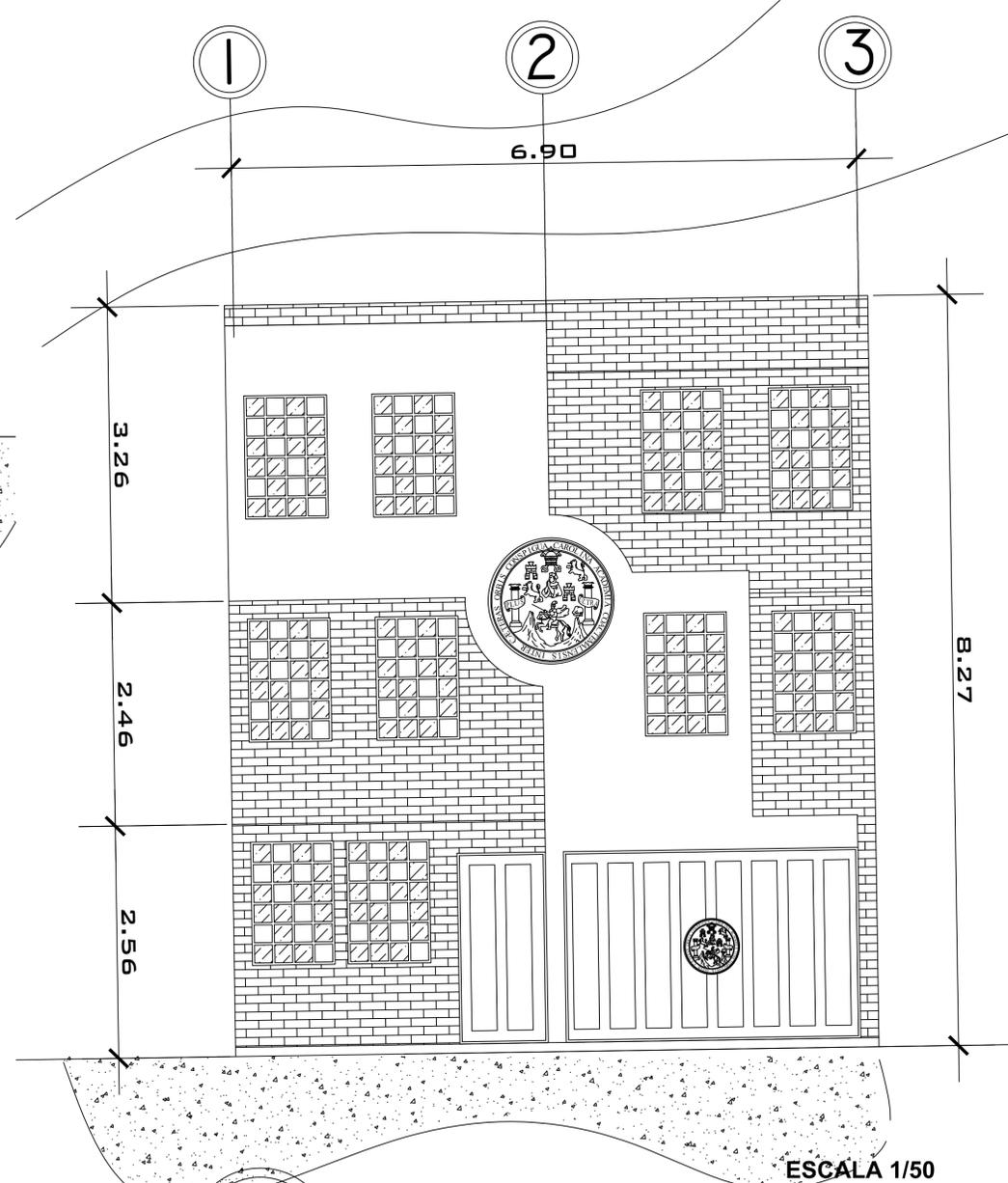
HOJA NO.
13
14



SECCION LONGITUDINAL

CLINICA POPULAR seccion longitudinal

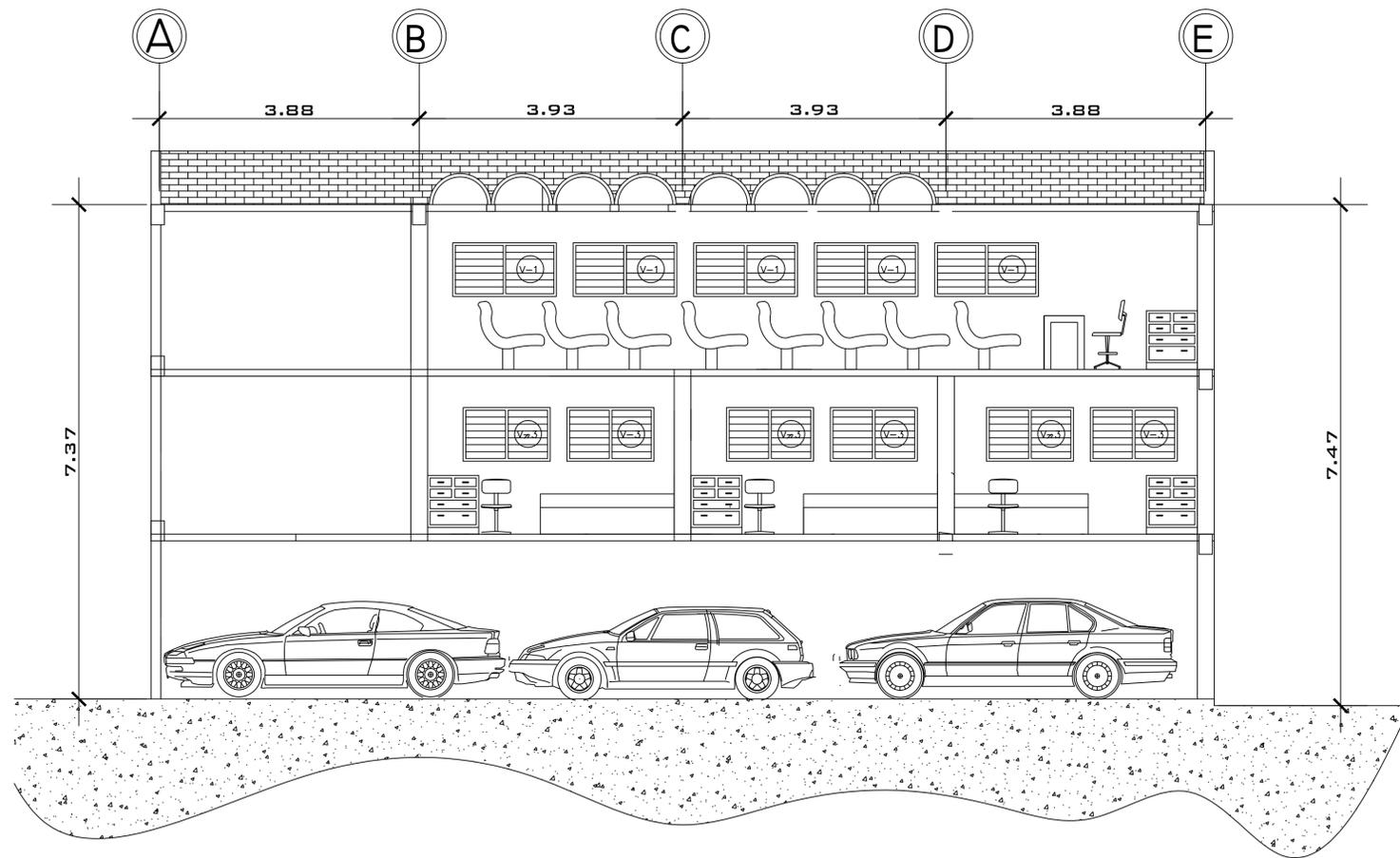
ESCALA 1/50



ELEVACION FRONTAL

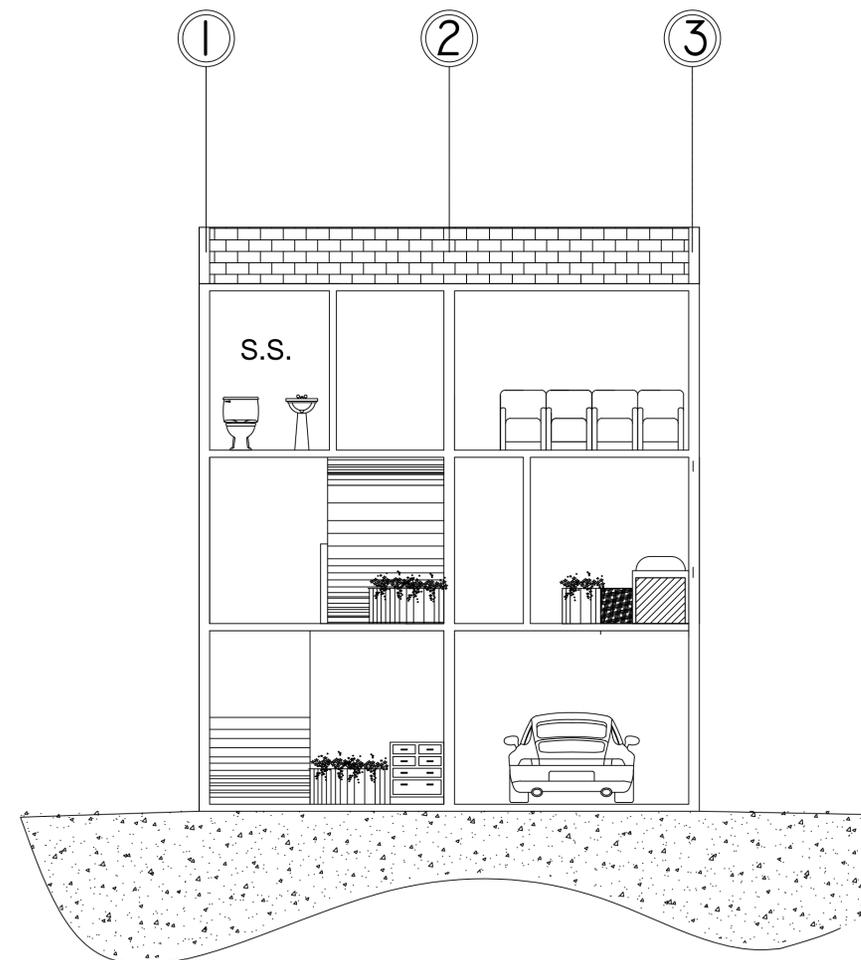
CLINICA POPULAR

ESCALA 1/50



CORTE A-A
CLINICA POPULAR seccion longitudinal

ESCALA 1/50



CORTE B-B
CLINICA POPULAR seccion longitudinal

ESCALA 1/50



PROYECTO:
Diseño de la clinica popular de la Facultad de Ciencias Medicas

LUGAR:
Zona 1 , Ciudad Capital

PLANO:
**Corte A-A
 Corte B-B**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

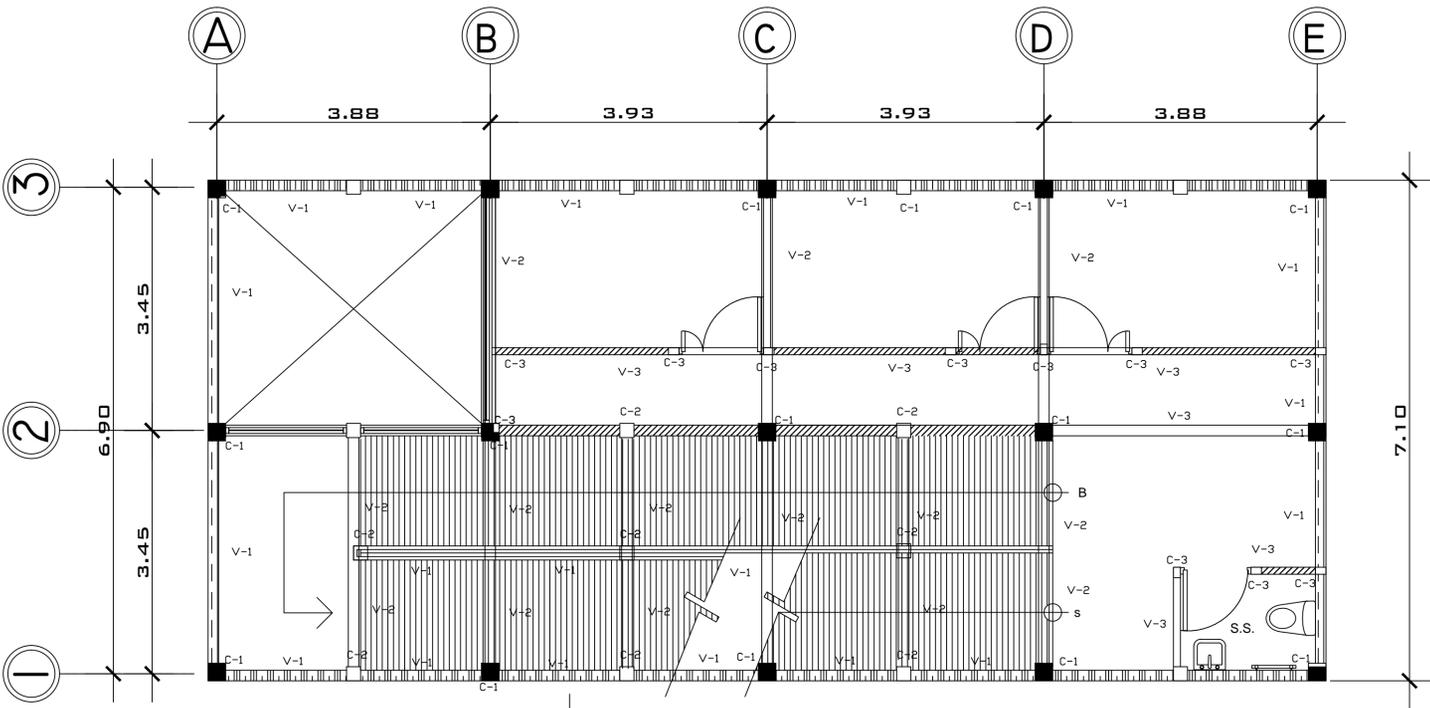
(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ**
 ASESOR DE E.P.S

(f.) **LUCIA ROSALES MEDA**
 EPESISTA

FECHA:
AGOSTO 2010

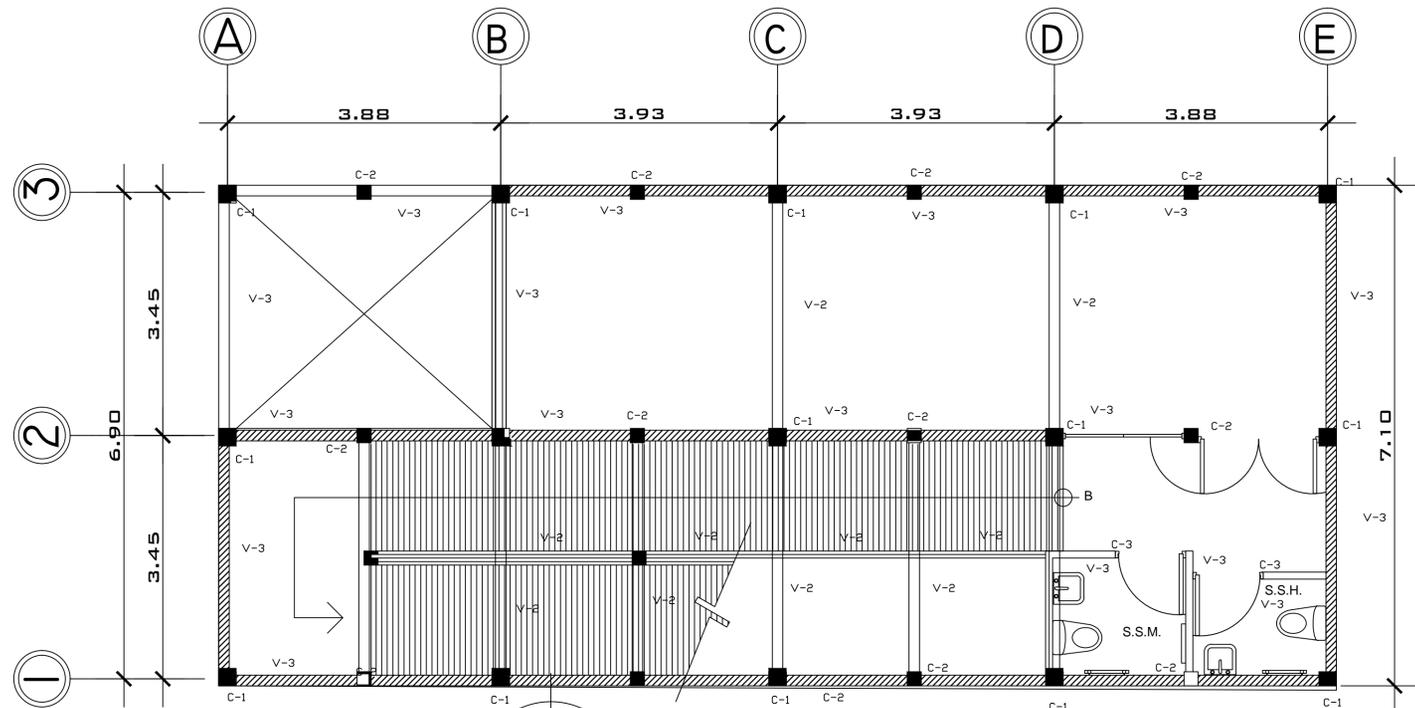
HOJA NO.
12 / 14





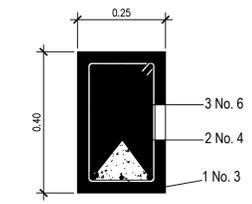
PLANTA DISTRIBUCION DE VIGAS

CLINICA POPULAR segundo nivel ESCALA 1/50

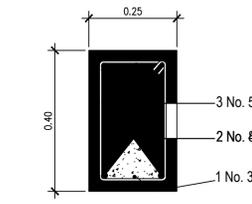


PLANTA DISTRIBUCION DE VIGAS

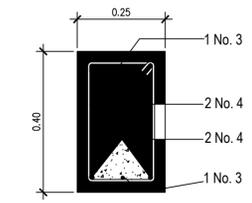
CLINICA POPULAR tercer nivel ESCALA 1/50



VIGA V-1
ESC. 1/10
ESTRIBOS No. 3
EXTREMOS @ 0.08 Mts.
RESTO @ 0.16 Mts.



VIGA V-2
ESC. 1/10
ESTRIBOS No. 3
EXTREMOS @ 0.08 Mts.
RESTO @ 0.16 Mts.



VIGA V-3
ESC. 1/10
ESTRIBOS No. 3
EXTREMOS @ 0.09 Mts.
RESTO @ 0.18 Mts.



SOLERA INTERMEDIA
0.15 x 0.15 MTS
4 No. 3 + EST. No. 2 @ 0.20 M.



PROYECTO:
Diseño de la clínica popular de la Facultad de Ciencias Médicas

LUGAR:
Zona 1 , Ciudad Capital

PLANO:
Planta Estructural

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

(f.) **ING. SILVIO RODRÍGUEZ**
ASESOR DE E.P.S

(f.) **LUCIA ROSALES MEDA**
EPESISTA

FECHA:
AGOSTO 2010

HOJA NO.
7 / 14

