



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

**DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL BARRIO
DE JUCANYA, AVENIDAS SANTANDER Y RANCHO GRANDE DEL MUNICIPIO DE
PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

Jaime Iván Palma Martínez

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, enero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL BARRIO
DE JUCANYA, AVENIDAS SANTANDER Y RANCHO GRANDE DEL MUNICIPIO DE
PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JAIME IVÁN PALMA MARTÍNEZ

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ENERO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL BARRIO DE JUCANYA, AVENIDAS SANTANDER Y RANCHO GRANDE DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha octubre de 2011.

Jaime Iván Palma Martínez



Guatemala, 20 de agosto de 2011
REF.EPS.DOC.1245.08.11

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

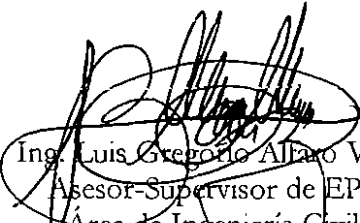
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Jaime Iván Palma Martínez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200011245**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL BARRIO DE JUCANYA, AVENIDAS SANTANDER Y RANCHO GRANDE DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"**.

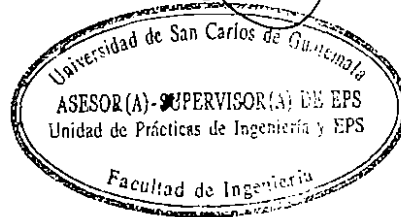
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
LGAV/ra



Guatemala, 27 de septiembre de 2011
REF.EPS.D.869.09.11

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

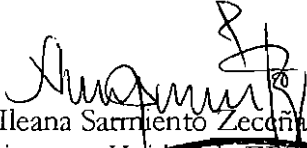
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL BARRIO DE JUCANYA, AVENIDAS SANTANDER Y RANCHO GRANDE DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Jaime Iván Palma Martínez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

NISZ/ra



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



Guatemala,
5 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 CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL BARRIO DE JUCANYA, AVENIDAS SANTANDER Y RANCHO GRANDE DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Jaime Iván Palma Martínez, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabre
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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



Guatemala,
25 de agosto 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 graduación **DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL BARRIO DE JUNCANYA, AVENIDAS SANTANDER Y RANCHO GRANDE DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Jaime Iván Palma Martínez, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica




/bbdeb.



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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Jaime Iván Palma Martínez, titulado DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL BARRIO DE JUCANYA, AVENIDAS SANTANDER Y RANCHO GRANDE DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, enero 2012

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL BARRIO DE JUCANYA, AVENIDAS SANTANDER Y RANCHO GRANDE DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÀ**, presentado por el estudiante universitario **Jaime Iván Palma Martínez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 17 de enero de 2012



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por permitirme concluir esta meta en la vida.
Mis padres	Francisco Palma Hernández y Crescencia Martínez, por su gran apoyo incondicional y la paciencia que me han tenido.
Mi tío	Héctor Adolfo Palma quien siempre me dio buenos consejos.
Mis hermanas y hermanos	Por apoyarme siempre.
Mis amigos	Por compartir sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la oportunidad de vivir.
La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos	Por capacitarme todos estos años.
Mi asesor	Por compartir sus conocimientos sin condiciones.
Mi familia	Por apoyarme siempre.
El Ingeniero Omar Medrano	Por ayudarme con dudas del proyecto.
Mirza Lorena Maldonado	Por darme inspiración cuando mas la necesitaba.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del lugar.....	1
1.1.1. Aspectos generales del municipio de Panajachel.....	1
1.1.1.1. Ubicación geográfica.....	1
1.1.1.2. Extensión territorial.....	1
1.1.1.3. Colindancias ...	1
1.1.1.4. Topografía e hidrografía...	2
1.1.1.5. Distancia relativa	3
1.1.1.6. Clima y bosques.....	3
1.1.1.7. Características de la población.....	4
1.1.2. Aspectos socioeconómicos.....	5
1.1.2.1. Demografía.....	5
1.1.2.2. Actividad económica	5
1.1.2.3. Organización de la comunidad.....	6
1.1.2.4. Educación y salud	6
1.1.2.5. Tipos de vivienda.....	8
1.1.3. Servicios básicos e infraestructura	8
1.1.3.1. Vías de acceso.....	8

	1.1.3.2.	Turismo	9
	1.1.3.3.	Agua potable.....	10
	1.1.3.4.	Drenaje.....	10
	1.1.3.5.	Edificios públicos	10
	1.1.3.6.	Otros servicios del municipio	10
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....		11
2.1.	Diseño del centro de salud del municipio de Panajachel, departamento de Sololá		11
2.1.1.	Descripción del proyecto		11
2.1.2.	Descripción de área disponible		11
	2.1.2.1.	Localización y ubicación del terreno ...	11
	2.1.2.2.	Topografía del terreno	11
2.1.3.	Estudios preliminares		12
	2.1.3.1.	Levantamiento topográfico.....	12
	2.1.3.2.	Estudios de suelos.....	13
	2.1.3.2.1.	Ensayo de compresión triaxial valor soporte	13
2.1.4.	Diseño arquitectónico.....		15
	2.1.4.1.	Distribución de ambientes.....	15
	2.1.4.2.	Criterios de iluminación.....	16
2.1.5.	Análisis estructural		16
	2.1.5.1.	Selección del sistema estructural a utilizar.....	16
	2.1.5.2.	Pre-dimensionado estructural	16
	2.1.5.3.	Cargas aplicadas a marcos dúctiles con nudos rígidos.....	19
	2.1.5.3.1.	Cargas verticales	19

	2.1.5.3.2.	Cargas horizontales.....	27
2.1.5.4.		Análisis de marcos dúctiles por el método del portal.....	36
2.1.5.5.		Análisis de marcos dúctiles por el método de <i>Cross</i>	51
2.1.5.6.		Análisis de resultados usando el <i>software</i> SAP 2000.....	63
	2.1.5.7.	Comparación de resultados entre métodos.....	66
	2.1.5.8.	Momentos últimos por envolvente	66
2.1.5.9.		Diagramas de corte en marcos rígidos.....	70
2.1.6.		Diseño estructural.....	74
	2.1.6.1.	Diseño de losas.....	74
	2.1.6.2.	Diseño de vigas.....	87
		2.1.6.2.1. Flexión.....	87
		2.1.6.2.2. Corte y torsión.....	92
		2.1.6.2.3. Confinamiento	94
	2.1.6.3.	Diseño de columnas.....	97
		2.1.6.3.1. Flexo compresión.....	98
		2.1.6.3.2. Corte	107
		2.1.6.3.3. Confinamiento	107
	2.1.6.4.	Diseño de gradas	110
	2.1.6.5.	Diseño de cimientos.....	114
	2.1.6.6.	Diseño de instalaciones	120
2.1.7.		Presupuesto.....	123

2.1.8.	Cronograma de ejecución	123
2.1.9.	Planos	124
2.2.	Diseño del sistema de drenaje pluvial	124
2.2.1.	Descripción del proyecto	124
2.2.2.	Sistema de drenaje de agua pluvial	125
2.2.3.	Localización de las líneas de drenaje pluvial.....	125
2.2.4.	Levantamiento topográfico	125
2.2.4.1.	Planimetría.....	125
2.2.4.2.	Altimetría.....	125
2.2.5.	Diseño del sistema	126
2.2.5.1.	Descripción del sistema a utilizar.....	126
2.2.5.2.	Probabilidad de ocurrencia	126
2.2.5.3.	Características del subsuelo	126
2.2.5.4.	Determinación coeficiente de escorrentía.....	126
2.2.5.5.	Determinación de los lugares de descarga	128
2.2.5.6.	Determinación de las áreas tributarias	129
2.2.5.7.	Intensidad de lluvia	129
2.2.5.8.	Pendiente de tubería.....	130
2.2.5.9.	Diámetro de tubería	131
2.2.5.10.	Caudal de diseño.....	131
2.2.5.11.	Velocidad de arrastre.....	131
2.2.5.12.	Velocidades y caudales a sección llena	132
2.2.5.13.	Revisión de relaciones q/Q , v/V y d/D	132
2.2.5.14.	Cotas invert	133

2.2.5.15.	Pozos de visita	133
2.2.5.16.	Diseño de tragantes	133
2.2.5.17.	Ejemplo de diseño de un tramo.....	136
2.2.6.	Ubicación de los desfogues.....	138
2.2.7.	Presupuesto.....	139
2.2.8.	Cronograma de ejecución.....	139
2.2.9.	Planos	139
2.2.10.	Evaluación de impacto ambiental	139
2.2.10.1.	Definición	139
2.2.10.2.	Fines y aspectos cubiertos.....	140
2.2.11.	Evaluación socio-económica	141
2.2.11.1.	Valor presente neto.....	141
2.2.11.2.	Tasa interna de retorno.....	142
CONCLUSIONES		145
RECOMENDACIONES		147
BIBLIOGRAFÍA.....		149
APÉNDICE.....		151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Forma del terreno del centro de salud.....	12
2.	Área tributaria de las cargas sobre la columna.....	18
3.	Tipos de cargas.....	19
4.	Área tributaria sobre las vigas.....	20
5.	Diagrama de cargas distribuidas, marco eje b.....	22
6.	Localización de los puntos de inflexión, marco eje b.....	22
7.	Diagrama de corte del marco del eje b, para carga muerta.....	25
8.	Diagrama de corte del marco del eje b, para carga viva.....	25
9.	Diagrama de momentos del marco del eje b, para carga muerta.....	26
10.	Diagrama de momentos del marco del eje b, para carga viva.....	26
11.	Centro de masa y centro de rigidez.....	33
12.	Fuerzas laterales para el marco del eje b.....	35
13.	Localización de articulaciones para el método del portal.....	36
14.	Fuerza de sismo para la azotea y reacciones en columnas.....	37
15.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo d.....	37
16.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo e.....	38
17.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo l.....	38
18.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo m.....	39
19.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo t.....	39
20.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo u.....	40
21.	Fuerza de sismo para el tercer nivel y reacciones en columnas.....	40
22.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo c.....	41

23.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo f	41
24.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo k	42
25.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo n	43
26.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo s	43
27.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo v	44
28.	Fuerzas de sismo para el segundo nivel	44
29.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo b	45
30.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo g	45
31.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo j	46
32.	Diagrama de cuerpo libre del nudo o	47
33.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo r	47
34.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo w.....	48
35.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo a	48
36.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo h	49
37.	Diagrama de cuerpo libre para el nudo i	49
38.	Diagrama de carga axial por sismo método del portal	50
39.	Diagrama de corte por sismo método del portal.....	50
40.	Diagrama momento por sismo método del portal.....	51
41.	Análisis con el método de <i>Cross</i> con ladeo del marco del eje b	52
42.	Diagrama de envolventes para vigas	69
43.	Diagrama de momentos finales para columnas	70
44.	Gráfico de cortes últimos para vigas	72
45.	Gráfico de cortes últimos en columnas	73
46.	Planta de distribución de losas.....	75
47.	Gráfico de momentos distribuidos para losas	78
48.	Balance de momentos.....	79
49.	Momentos balanceados	81
50.	Muestra en un extremo de la losa la colocación del acero.....	85
51.	Muestra en el centro de la losa la colocación del acero.....	85

52.	Envolvente de momentos y cortante final para la viga	87
53.	Armado cama superior nudo g	90
54.	Armado cama superior nudo b	91
55.	Armado cama inferior tramo bg	92
56.	Detalle de armado viga tramo bg.....	96
57.	Armado final viga tramo bg.....	97
58.	Armado columna ab, planta baja	104
59.	Detalle de armado y distribución de estribos.....	109
60.	Cálculo de momentos para la losa	111
61.	Detalle de armado de losa.....	113
62.	Dimensiones de zapata y profundidad	114
63.	Área de corte para chequeo por corte simple.....	117
64.	Área de corte para chequeo por corte punzonante	118
65.	Detalle de armado de zapata.....	120
66.	Sección de carretera	134
67.	Área de sección de rejilla	135
68.	Flujo de caja del valor presente neto.....	142
69.	Flujo de caja de la tasa interna de retorno	143

TABLAS

I.	Libreta topográfica del terreno del centro de salud.....	12
II.	Cortes y momentos para mitad de marco eje b	24
III.	Centro de masa eje y.....	30
IV.	Centro de masa eje x.....	30
V.	Centro de rigidez eje y.....	32
VI.	Centro de rigidez eje x.....	32
VII.	Cálculo de E_i	34
VIII.	Cálculo de F_i , F'_i y F_m	34

IX.	Cálculo de F_i y F_m	35
X.	Momento final en nudos por el método de <i>Cross</i>	58
XI.	Momentos finales por el factor de distribución.....	58
XII.	Cálculo de momentos finales para primer ciclo	60
XIII.	Resumen de análisis de momentos método de <i>Cross</i>	62
XIV.	Comparación de momentos entre los métodos	66
XV.	Envolventes en vigas.....	67
XVI.	Envolventes en columnas	68
XVII.	Envolventes positivos para vigas.....	69
XVIII.	Cortes últimos en vigas.....	71
XIX.	Cálculo de corte último en columnas	73
XX.	Casos y coeficientes respectivos de losa	76
XXI.	Resumen de cargas y momentos de losas.....	77
XXII.	Resumen de momentos balanceados.....	81
XXIII.	Coeficientes de escurridad	127

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Ag	Área gruesa
PVC	Cloruro de polivinilo
fy	Esfuerzo de fluencia del acero
kg/m ²	Kilogramos por metro cuadrado
f'c	Resistencia última del concreto

GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto.
Altimetría	Medición de ángulos y distancias verticales.
Confinamiento	Refuerzo que resiste a corte.
Cross	Método para analizar estructuras.
Envolvente	Sumatoria final de cargas mayoradas.
Escorrentía	Desplazamiento del agua en el terreno.
IGN	Instituto Geográfico Nacional.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INGUAT	Instituto Guatemalteco de Turismo.
MSNM	Metros Sobre el Nivel del Mar.
Planimetría	Medición de ángulos y distancias horizontales.
RENAP	Registro Nacional de la Persona.
Rigidez	Dureza que se atribuye a un objeto.

SAT	Superintendencia de Administración Tributaria.
TIR	Tasa Interna de Retorno.
VPN	Valor Presente Neto.

RESUMEN

El siguiente proyecto de infraestructura de beneficio para el municipio de Panajachel se divide en dos fases: fase de investigación y fase de servicio técnico profesional. Para la fase de investigación fue tomado en cuenta lo que es los aspectos físicos, sociales y culturales del lugar.

La segunda fase consta de dos proyectos de infraestructura, uno es un centro de salud y el otro es un drenaje pluvial. Para el desarrollo del diseño del centro de salud primero se hizo una breve descripción de lo que se pretende con el proyecto y una descripción del área disponible, ya con esto se procede a unos estudios preliminares donde se incluye un levando de topografía y un estudio de suelos, luego se hace un diseño arquitectónico para determinar la distribución de ambientes y los criterios de iluminación, luego con todo lo anterior se procede con el análisis estructural donde fue elegido el sistema de marcos dúctiles con nudos rígidos, en este sistema se estudia cargas horizontales y verticales, luego de determinadas las cargas se utilizan tres métodos diferentes para determinar los resultados y el de mejor resultado es el que se elige, encontradas las reacciones se procede a el diseño en el cual se incluye el de losa, viga, columna, gradas, cimientos, potable, eléctrica.

Para el diseño del sistema de se hizo una descripción del proyecto, se localizan las líneas de drenaje, ya con esto se hace un levantado topográfico completo para poder diseñar el sistema, se elige un método empírico, con este método se determinan los coeficientes de escorrentía, las areas tributarias, los puntos de descarga.

OBJETIVOS

General

Colaborar en la ayuda para el crecimiento y desarrollo del municipio de Panajachel, departamento de Sololá, con el diseño del proyecto de drenaje pluvial y el proyecto del centro de salud, así mismo dar práctica al estudiante para aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería.

Específicos

1. Mejorar la infraestructura para dar atención de salud a las personas.
2. Mejorar las forma de transportar el agua de la lluvia en dicho municipio.
3. Dar apoyo técnico como colaboración en el desarrollo del municipio.
4. Mejorar la calidad de vida de los habitantes que transitan por ese lugar.
5. Determinar el impacto que genera el proyecto en el ambiente.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Panajachel tiene muchas necesidades, éstas son sociales, culturales, técnicas y de infraestructura. Se hace un análisis de las necesidades esenciales y de gran beneficio para la población, se determinó la construcción de un centro de salud y un drenaje pluvial. El centro de salud actual cuenta con una infraestructura inadecuada. En la mayoría de calles no hay forma de drenar el agua de la lluvia provocando así un caos en épocas de invierno.

La propuesta del diseño del centro de salud se hizo pensando en todas las posibles necesidades presentes y futuras, porque este municipio está en constante crecimiento, por ser un lugar de mayor frecuencia turística. También el sistema de drenaje pluvial que se propone es de gran magnitud considerando posibles cambios climáticos en el futuro y tratar de evitar su colapso.

Para estos proyectos, se hizo un estudio de la población y su comportamiento, luego se referenció a normas internacionales para darle validez y confianza a los proyectos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del lugar

1.1.1. Aspectos generales del municipio de Panajachel

1.1.1.1. Ubicación geográfica

El municipio de Panajachel está situado en el departamento de Sololá ubicado en la Región VI denominada sur-occidente, justamente en el altiplano central del país. La cabecera del municipio se encuentra en el cuadrante nor-este, del departamento de Sololá, a orillas del lago de Atitlán, el municipio se ubica a una altitud de 1 573 metros sobre el nivel del mar, las coordenadas del municipio son: latitud 14°44'52", longitud 91°09'12"

1.1.1.2. Extensión territorial

El municipio de Panajachel cuenta con una extensión territorial de 22 kilómetros cuadrados.

1.1.1.3. Colindancias

El municipio colinda al norte con el municipio de Concepción, al este con el municipio de San Andrés Semetabaj y Santa Catarina Palopó, al sur con el lago de Atitlán y al oeste con Sololá.

1.1.1.4. Topografía e hidrografía

Topografía: el territorio del municipio de Panajachel es una formación de abanico aluvial, que es una planicie y la salida del río San Francisco hacia el lago de Atitlán, esta planicie está rodeada por dos grandes laderas altamente escarpadas que se convierten en el fin del abanico aluvial.

Hidrografía: es el sistema hidrográfico de la región que corresponde mayoritariamente a la vertiente del Pacífico, de la cual forma parte la cuenca de Atitlán. El principal cuerpo de agua en el área es el lago de Atitlán, que está formado por una depresión geológica original de 900 metros de profundidad, de los cuales 300 están ocupados por sedimentos lacustres y material eruptivo de los volcanes del lago, el agua ocupa otros 300 metros y los 300 metros restantes constituyen la altura actualmente visible de la caldera.

El tamaño de la cuenca es de 541 kilómetros cuadrados, la superficie del espejo de agua (a 1 562 metros sobre el nivel del mar) es de aproximadamente 130 kilómetros cuadrados, teniendo una profundidad máxima de 324 metros, con una profundidad promedio de 188 metros haciendo un volumen de 37 500 millones de metros cúbicos.

El área total de captación de la cuenca del lago es de 541 kilómetros cuadrados, pero debido a que este lago no tiene ríos de salida, todos los sedimentos y materiales arrastrados de las cuencas pluviales se acumulan aquí, por lo que es muy importante efectuar el tratamiento de las aguas residuales.

El río San Francisco mide 15,6 kilómetros de largo, posee un área de 75 kilómetros cuadrados (Instituto Geográfico Nacional 1976), pasando por el

municipio de Panajachel, concepción y parte de Sololá. Según el informe técnico pme 02-82 del Instituto Nacional de Electrificación, los caudales medios anuales del río son de 0,53 metros cúbicos por segundo.

Según este mismo informe, el volumen anual de escurrimiento es de aproximadamente 76,94 millones de metros cúbicos, lo cual hace que el río San Francisco sea uno de los dos ríos que tributan mayor cantidad de agua hacia el lago de Atitlán.

Un pequeño afluente del río San Francisco en el municipio de Panajachel es el río Tzalá, el cual tiene su origen en San Andrés Semetabaj y cae por la ladera sur del municipio a inmediaciones del Barrio Norte de Jucanyá, como a 1 600 metros aproximadamente antes que el río San Francisco desemboque en el lago de Atitlán.

1.1.1.5. Distancia relativa

Se encuentra a una distancia de la ciudad capital de 147 kilómetros vía carretera interamericana CA-1, los Encuentros, la Cuchilla (kilómetro 137), luego 6 kilómetros a la cabecera departamental Sololá, por último 7 kilómetros a Panajachel y 165 kilómetros vía carretera Interamericana CA-1 (kilómetro 69), Patzicía- Patzún.

1.1.1.6. Clima y bosques

Clima: de acuerdo al sistema de clasificación climática, el clima en el territorio se define como templado, con invierno benigno y húmedo. Para la definición de las condiciones climáticas tales como precipitación pluvial, temperatura, se utilizó la información disponible de la estación meteorológica

ubicada en San Lucas Tolimán. En el análisis realizado tanto de la precipitación pluvial como de la temperatura en la cuenca del lago de Atitlán, está determinada por tres factores, la latitud, altitud y fisiografía.

La latitud ejerce un efecto directo sobre la presencia de dos estaciones la estación seca que se presenta generalmente durante los meses de noviembre a abril con una precipitación entre 40 y 140 milímetros de lluvia y la época húmeda se presenta de mayo a octubre con una precipitación pluvial entre 893 milímetros y 1 661 milímetros de lluvia, esto daría un rango de precipitación anual entre 1 018 milímetros hasta 1 735 milímetros de lluvia anual (promedio obtenido de datos de la estación meteorológica ubicada en San Lucas Tolimán, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología y Meteorología promedios hasta el 2003).

Bosques: a pesar de la pequeña extensión territorial del municipio de Panajachel existen principalmente dos clases de bosque, debido a la conformación topográfica que posee, pudiéndose observar así bosque seco ubicado principalmente en las laderas que drenan directamente hacia el lago y otros alrededores a estas áreas están conformadas por un bosque ralo y/o disperso, que se encuentra entre, áreas de matorrales y pajonales.

Como especies vegetales características están el palo jiote (bursera simarouba), palo de la cruz (plumeria rubra), guachipilín (diphisa robinoides), la ceibilla o palo de lagarto (ceiba aesculifolia). También en la parte norte del municipio en colindancias con San Andrés Semetabaj se observa la asociación de bosque mixto de pino- encino.

1.1.1.7. Características de la población

El municipio de Panajachel cuenta solamente con una aldea y un caserío, la distribución de la población del municipio referente al área urbana es de 91,9 por ciento y rural 8,1 por ciento correspondientemente; la primera corresponde a la cabecera municipal y la segunda corresponde únicamente a la aldea Patanatic ubicado en la parte alta del municipio, esta distribución se debe a varios factores, entre ellos el tamaño del municipio, la forma fisiográfica (no existen más áreas para asentamientos humanos) y la ubicación estratégica de la cabecera municipal (en el tema de turismo).

1.1.2. Aspectos socioeconómicos

1.1.2.1. Demografía

El municipio de Panajachel, tiene una población de 15 092 habitantes aproximadamente; posee una densidad poblacional de 1 393 habitantes por kilómetro cuadrado (censo 2002), 1 819 habitantes por kilómetro cuadrado (proyección 2007). En el municipio, las mujeres representan un 51 por ciento y de la población y los hombres representan un porcentaje ligeramente menor de 49 por ciento, así mismo la población indígena en su mayoría Kakchiquel y K'iche respectivamente representan el 65 por ciento de la población.

1.1.2.2. Actividad económica

Las actividades económicas relevantes de Panajachel son los servicios financieros, información, hotelería, alimentos, transportes, educación, comercio. El potencial de desarrollo que tiene el turismo en el departamento debido a su

constante crecimiento y capacidad de generación de divisas y empleo a través de la prestación de servicios.

1.1.2.3. Organización de la comunidad

En la comunidad existe varios COCODES, los cuales están organizados por sectores los cuales pueden ser los barrios y otros por actividades que éstas pueden ser: comercio, transporte. Cada fin de mes existe una reunión de todos los cocodes en el salón comunal del pueblo, existiendo también un alcalde por parte del gobierno y un alcalde indígena.

1.1.2.4. Educación y salud

Educación: según datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística, el nivel de educación del municipio de Panajachel es en un 86,91 por ciento de personas alfabetos y un 13,09 por ciento de personas analfabetas, también esto se debe principalmente a la disposición y distribución de la población, que mayoritariamente se encuentra en la cabecera municipal.

De la población alfabeto del municipio de Panajachel se puede encontrar que los niveles de educación: primario, secundario, diversificado, universitario y en alfabetización son variables teniendo mayoría de la población estudiantil en los niveles primario y nivel básico. El nivel diversificado es muy bajo y del nivel universitario también, se cuentan con datos aproximados relacionados con las actividades que realizan.

Salud: Panajachel cuenta con un centro de salud tipo B, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, ubicado en la calle principal, Este centro de salud funciona también como jefatura de distrito ya que atiende los puestos de

salud de los municipios de San Andrés Semetabaj y Santa Catarina Palopó; en este centro se presta los servicios básicos como controles médicos. El centro de salud de Panajachel no cuenta con las instalaciones apropiadas por lo que en este caso se han readecuado las distintas áreas para poder cumplir con su funcionamiento.

El problema es que las áreas son mínimas y como no fueron diseñadas específicamente para esa función no cumplen con las premisas de diseño, además, no se cumple con un orden establecido y las áreas se mezclan por lo que la administrativa esta dentro de la de clínicas. Dando como consecuencia circulaciones cruzadas, obstáculos, flujos excesivos, malas ventilaciones y no existe el confort humano.

El centro cuenta con el siguiente personal:

- Un médico
- Una secretaria
- Una enfermera profesional
- Un odontólogo
- Un laboratorio
- Un técnico gestor de distrito
- Un inspector de saneamiento ambiental
- Cuatro auxiliares de enfermería
- Un conserje
- Un piloto

En la aldea Patanatic existe un centro de convergencia funcionando, contando con 8 vigilantes de salud y 4 comadronas.

Así mismo en el área urbana existen los siguientes servicios:

- Un sanatorio privado en el área urbana
- Diez clínicas médicas privadas en el área urbana
- Tres clínicas odontológicas privadas en el área urbana
- Una clínica oftalmológica privada
- Dos laboratorios privados
- Seis comadronas en el área urbana y tres en el área rural
- Nueve farmacias

1.1.2.5. Tipos de viviendas

El actual uso del suelo en el municipio de Panajachel está fuertemente dominado por asentamientos humanos, aún en lugares que se han denominado como de alto riesgo, esto debido al fenómeno del rápido crecimiento demográfico del municipio.

Los materiales que utilizan para construir son: block, adobe en algunos casos, madera, ladrillo, teja, lamina etc. En Panajachel existe un reglamento de construcción pero no se cumple y no existe un reglamento de imagen urbana por lo que se tiene la propuesta de crear el reglamento de imagen urbana de Panajachel.

1.1.3. Servicios básicos e infraestructura

1.1.3.1. Vías de acceso

La red vial a Panajachel y los municipios aledaños Santa Catarina Palopó y San Antonio Palopó, están asfaltadas. La vía a Godínez que comunica a los

municipios de Cocales (ruta al pacífico), Patzún, Patzicia, departamento de Chimaltenango y a la capital de Guatemala, sus calles, avenidas y callejones se encuentran adoquinadas en su totalidad, y la carretera a la aldea Patanatic y el caserío San Luis ahora esta adoquinada.

En cuanto a la infraestructura vial, el municipio cuenta con carreteras y caminos en condiciones aceptables. Es en la época de lluvia cuando algunas de las vías de acceso se ven afectadas, para acceder a la aldea Patanatic se enfrentan algunas dificultades ya que el camino es sólo de una vía, con pendientes pronunciadas en algunos casos y con poco mantenimiento, también se tiene comunicación con todos los municipios alrededor del lago por la vía lacustre y por la vía terrestre.

1.1.3.2. Turismo

El municipio de Panajachel, es considerado un municipio que basa su economía en la actividad turística, es el municipio que tiene una mejor infraestructura para el turismo en el departamento de Sololá, es el que ofrece mayores comodidades, cuenta con los servicios necesarios para el turista. En general el municipio tiene gran afluencia turística, también se debe a su posición estratégica en el departamento pues es la principal entrada al lago de Atitlán y sus municipios aledaños.

Es importante destacar el aporte del turismo en la generación de empleo local, puesto que casi el 50 por ciento de la población vive de actividades que están relacionadas de una u otra forma por presencia del turismo, existen 19 hoteles, 12 hospedajes, 2 posadas, 3 locales con servicio de bungalows, 2 lugares con apartamentos, 7 pensiones, 50 restaurantes, 5 agencias bancarias y varios cajeros automáticos.

1.1.3.3. Agua potable

El municipio cuenta con gran cantidad de agua para servicio potable, pero la mala administración de ella y el sistema de distribución que ya supero su vida óptima, contribuyen a problemas de distribución de agua potable en algunos sectores del municipio.

1.1.3.4. Drenaje

La población en su mayoría están conectadas a una red de drenaje sanitario, sólo algunos todavía cuentan con el sistema de fosas sépticas, que a la larga es más efectivo ya que el municipio no cuenta con sistemas de tratamiento del agua, lo cual hace que las descargas sean directas hacia el lago de Atitlán sin ningún tratamiento.

1.1.3.5. Edificios públicos

Los edificios públicos con los que cuenta el municipio están: mercado municipal, municipalidad, biblioteca, gimnasio, una escuela y un centro de salud.

1.1.3.6. Otros servicios del municipio

En los otros servicios al municipio se puede mencionar: transporte público, atención al ciudadano por Registro Nacional de la Persona, actualización de estados financieros con la Superintendencia de Administración Tributaria.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del centro de salud del municipio de Panajachel, departamento de Sololá

2.1.1. Descripción del proyecto

Es el diseño de una estructura que sea capaz de cumplir con normas de diseño, construcción y satisfacer las necesidades de dicha comunidad, el edificio tiene varios ambientes: estos son donde se localizaran las oficinas, clínicas, salas de urgencias, sala de maternidad, baños y sala de espera.

2.1.2. Descripción del área disponible

2.1.2.1. Localización y ubicación del terreno

El terreno se localiza en el municipio de Panajachel departamento de Sololá, está ubicado en la calle principal barrio el centro, donde está el actual centro de salud.

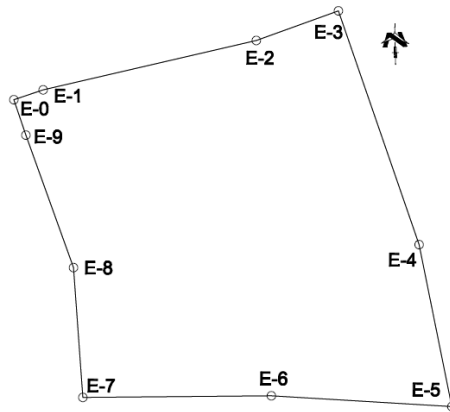
2.1.2.2. Topografía del terreno

La forma del terreno es un polígono irregular y es plano con un área total de 1 548,4 metros cuadrados.

2.1.3. Estudios preliminares

2.1.3.1. Levantamiento topográfico

Figura 1. Forma del terreno del centro de salud



Fuente: elaboración propia.

Tabla I. Libreta topográfica del terreno del centro de salud

Libreta topográfica					
terreno para el centro de salud					
Est	Po	distancia	azimut		
		metros	grados	minutos	segundos
0	1	3,5	71	17	42
1	2	24,66	76	56	44
2	3	9,85	70	14	47
3	4	27,91	160	58	5
4	5	18,66	168	36	40
5	6	20,39	273	24	57
6	7	21,27	269	28	40
7	8	14,71	355	54	17
8	9	15,9	340	13	45
9	0	4,21	341	13	49

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.2. Estudios de suelos

2.1.3.2.1. Ensayo de compresión triaxial

En el terreno donde se ubicará el edificio, se extrajo una muestra inalterada de 1 pie cúbico a una profundidad de 2 metros donde luego se realizó el ensayo de compresión triaxial, con el que se obtuvieron estos resultados.

Desplante	D = 2 metros
Base	B = 1 metros
Peso específico del suelo	$\gamma_s = 1,22$ toneladas por metro cubico
Ángulo de fricción interna	$\Phi = 30,91^\circ \approx 31^\circ$
Carga última	$C_u = 5,6$ toneladas por metro cuadrado
Factor de seguridad	$f_c = 2$
Tipo de suelo	arena limosa color café claro

2.1.3.2.2. Valor soporte

Para encontrar el valor soporte se utilizó la ecuación general de la capacidad de carga, *Meyerhof* sugirió la siguiente ecuación.

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0,5\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Donde:

c = cohesión

q = esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

γ = peso específico del suelo

B = ancho de la cimentación

F_{cs} , F_{qs} y F_{ys} = factores de la forma

F_{cd} , F_{qd} y F_{yd} = factores de profundidad

F_{ci} , F_{qi} y F_{yi} = factores de inclinación de la carga

N_c , N_q y N_γ = factores de capacidad de carga

Cambio ($\Phi = 31^\circ$) a radianes:

$$\Phi_{\text{rad}} = \frac{\pi\theta}{180}$$

$$\Phi_{\text{rad}} = \frac{31 \cdot \pi}{180} = 0,541 \text{ rad}$$

Cálculo de factores de capacidad de carga:

$$N_q = \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)^2 e^{\pi \tan \phi} = \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{0,541}{2}\right)^2 e^{\pi \tan 0,541} = 20,631$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (20,631 - 1) \cot 0,541 = 32,671$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi = 2(20,631 + 1) \tan 0,541 = 25,994$$

Cálculo de factores de forma:

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi = 1 + \frac{2}{2} \tan 0,541 = 1,601$$

$$F_{ys} = 1 - 0,4 \frac{B}{L} = 1 - 0,4 \frac{2}{2} = 0,6$$

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_q}{L N_c} = 1 + \frac{2 \cdot 20,631}{2 \cdot 32,671} = 1,631$$

Cálculo de factores de profundidad:

$$F_{cd}=1+0,4\frac{D}{B}=1+0,4\frac{2}{2}=1,4$$

$$F_{qd}=1+2 \tan \varnothing (1-\sin \varnothing)^2 \frac{D}{B}=1+2 \tan 0,541 (1-\sin 0,541)^2 \frac{2}{2}=1,283$$

$$F_{yd}=1$$

Cálculo de factores de inclinación de carga:

$$F_{ci}=F_{qi}=\left(1-\frac{2\beta}{\pi}\right)^2=\left(1-\frac{2*1,571}{\pi}\right)^2=0$$

$$F_{yi}=\left(1-\frac{\beta}{\varnothing}\right)^2=\left(1-\frac{1,571}{0,541}\right)^2=3,622$$

Entonces:

$$q_u=0,5\gamma B N_{\gamma} F_{\gamma s} F_{yd} F_{yi}=0,5*2*25,994*0,6*1*3,622=68,924 \text{ t/m}^2$$

La carga admisible de la cimentación es entonces:

$$q_d=\frac{q_{on}}{f_c}=\frac{68,924}{2}=34,462 \text{ t/m}^2$$

2.1.4. Diseño arquitectónico

2.1.4.1. Distribución de ambientes

Para la distribución de ambientes se tomo en cuenta el funcionamiento de cada espacio en este caso que es un centro de salud, las clínicas de uso más frecuente por la población se distribuyeron en el primer nivel y las no muy

frecuentadas en el segundo nivel, las clínicas tienen espacio adecuado para la atención al público, la sala de espera también tiene espacio amplio, los baños tienen espacio para personas discapacitadas tanto como todos los espacios y oficinas.

2.1.4.2. Criterios de iluminación

Para los criterios de iluminación se tomo en cuenta la iluminación natural y artificial, con la iluminación natural se utilizaron los criterios siguientes:

- Posicionamiento del sol con la estructura, cantidad y tamaño de ventanas
- Acabados de colores de mayor albedo
- Colocación de parteluces para impedir la entrada directa de los rayos de luz del sol

2.1.5. Análisis estructural

2.1.5.1. Selección del sistema estructural a utilizar

El sistema a utilizar en este caso es de marcos dúctiles con nudos rígidos y losas planas de concreto armado.

2.1.5.2. Pre-dimensionado estructural

En el pre-dimensionamiento se tomo en cuenta la simetría de la estructura por eso es aproximadamente de la misma longitud en los ejes literales como los ejes numerales.

En el pre-dimensionamiento de losa, columna, viga; se tomo los criterios siguientes:

Para el cálculo del espesor de la losa se utilizo la fórmula siguiente:

$$t = \text{perímetro}/180$$

$$t = 2(6 + 6)/180 = 13,33 \approx 14 \text{ cm}$$

Para dimensión de la viga, se calculo la altura (h) mediante el 8 por ciento de la luz total y la relación dos a uno para el cálculo de la base.

Como ejemplo la viga de mayor luz:

$$h = 0,08 * l$$

$$b = h/2$$

$$h = 0,08 * 6 = 0,48 \approx 50 \text{ cm}$$

$$b = 50/2 = 25 \text{ cm}$$

Cálculo de la sección de la columna:

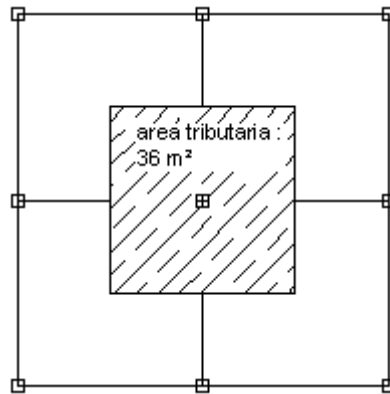
Relación área de acero (A_s) y área gruesa (A_g): $0,01A_g \leq A_s \leq 0,08A_g$

Fórmula para el cálculo de la carga axial en una columna:

$$P = 0,8(0,85f'_c(A_g - A_s) + f'_y * A_s) \quad \text{ACI 318-05 cap. 10}$$

Donde se consideró una área de acero del 1 por ciento del área gruesa y una área tributaria de $A = 36 \text{ m}^2$

Figura 2. **Área tributaria de las cargas sobre la columna**



Fuente: elaboración propia.

Con un peso unitario del concreto de $W_c = 2\,400$ kilogramos por metro cúbico, con una resistencia de concreto de $f'_c = 280$ kilogramos por metro cuadrado, una resistencia de acero de $f'_y = 2\,810$ kilogramos por metro cuadrado, cargas asumidas ($c_m=350$ kilogramos por metro cuadrado, $c_v=500$ kilogramos por metro cuadrado, $c_s=300$ kilogramos por metro cuadrado) y el número de niveles que se prevé es 3, con un factor de $f_c=0,7$ la resistencia última nominal que se calculará a continuación:

$$\text{carga total} = (350 \cdot 1,4 + 300 \cdot 1,2 + 500 \cdot 1,7) \cdot 3 = 5\,100 \text{ kg/m}^2$$

$$P = 36 \cdot 5\,100 = 183\,600 \text{ kg}$$

$$183\,600 = 0,7 \cdot 0,8 (0,85 \cdot 210 (A_g - 0,01 A_g) + 2\,810 \cdot 0,01 A_g)$$

$$183\,600 = 114 A_g$$

$$A_g = 183\,600 / 114 = 1\,611 \text{ cm}^2$$

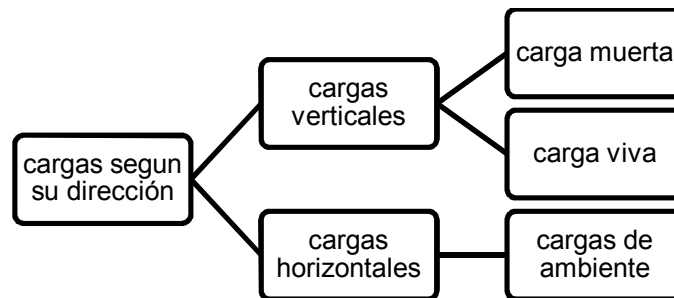
Considerando que es una estructura importante para las comunidades dependientes y que en la actualidad hay muchos sismos fuertes asumo que es apropiado proponer una sección de $50 \cdot 50$ centímetros:

Con una área de $50 \times 50 \text{ cm} = 2\,500 \text{ cm}^2$
 $2\,500 \text{ cm}^2 > 1\,611 \text{ cm}^2$

2.1.5.3. Cargas aplicadas a marcos dúctiles con nudos rígidos

Las cargas aplicadas a una estructura se clasifican de la siguiente manera:

Figura 3. Tipos de cargas



Fuente: elaboración propia.

2.1.5.3.1. Cargas verticales

Cargas muertas: la carga muerta se debe al peso mismo de la estructura y los acabados que en la estructura se hacen.

Cargas vivas: la carga viva se debe a cargas móviles que en este caso es el peso de quienes transitan en la estructura y las cargas movibles que en este caso puede ser mobiliario de uso para el edificio.

Carga muerta:

$$W_c = 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

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

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

$$\text{Peso vidrio} = 25 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva:

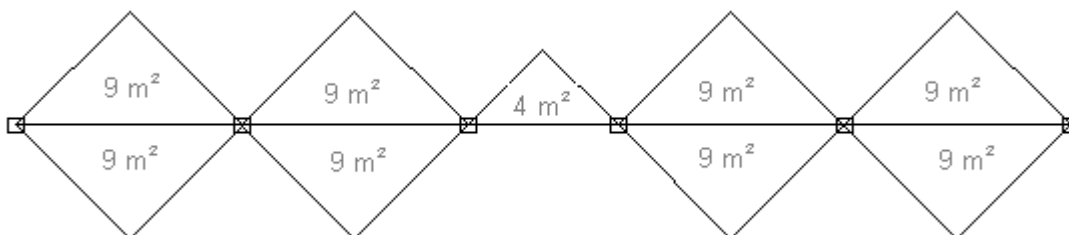
$$\text{Peso tercer nivel (ampliación futura)} = 400 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso segundo nivel} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso azotea} = 150 \text{ kg/m}^2$$

Ejemplo para el marco del eje b:

Figura 4. **Área tributaria sobre las vigas**



Fuente: elaboración propia.

Distribución de cargas para marco eje b, carga muerta:

Segundo y tercer nivel:

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

$$CM12 = 18(0,14*2\ 400 + 200)/6 + 200*2,6 + 0,25*0,5*2\ 400 = 2\ 428\ Kg/m$$

$$CM12 = CM23 = CM45 = CM56 = 2\ 428\ kg/m$$

$$CM34 = 18(0,14*2\ 400 + 200)/6 + 200*1,5 + 0,25*0,5*2\ 400 + 25*1,10$$

$$CM34 = 1\ 164\ kg/m$$

Azotea:

$$CM = Wlosa + Wacabados + Wviga$$

$$CM12 = 18(0,14*2\ 400 + 200)/6 + 200*1,5 + 0,25*0,5*2\ 400 = 1\ 908\ kg/m$$

$$CM12 = CM23 = CM45 = CM56 = 1\ 908\ kg/m$$

$$CM34 = 4(0,14*2\ 400 + 200)/4 + 0,25*0,5*2\ 400 = 836\ kg/m$$

Carga viva:

Segundo nivel:

$$CV12 = 18*500/6 = 1\ 500\ kg/m$$

$$CV12 = CV23 = CV45 = CV56 = 1\ 500\ kg/m$$

$$CV34 = 4*500/4 = 500\ kg/m$$

Tercer nivel:

$$CV12 = 18*400/6 = 1\ 200\ kg/m$$

$$CV12 = CV23 = CV45 = CV56 = 1\ 200\ kg/m$$

$$CV34 = 4*400/4 = 400\ kg/m$$

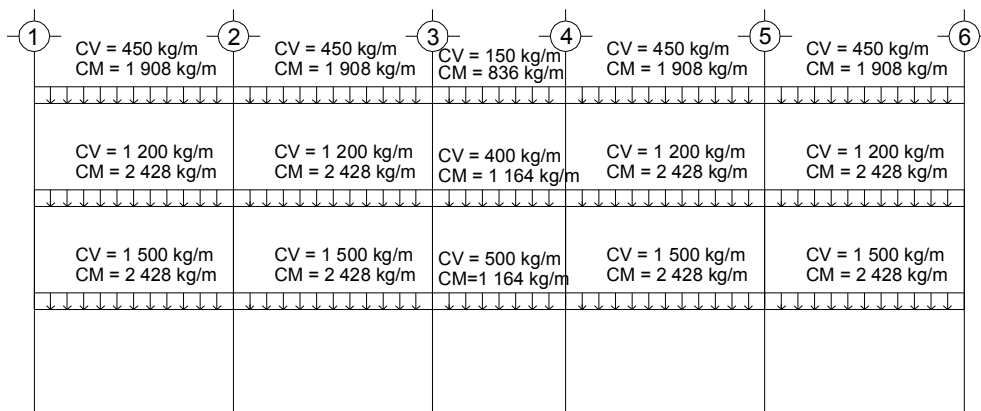
Azotea:

$$CV12 = 18*150/6 = 450\ kg/m$$

$$CV_{12} = CV_{23} = CV_{45} = CV_{56} = 450 \text{ kg/m}$$

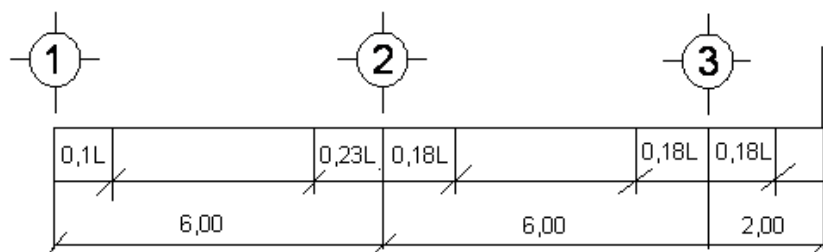
$$CV_{34} = 4 \cdot 150 / 4 = 150 \text{ kg/m}$$

Figura 5. Diagrama de cargas distribuidas, marco eje b



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Localización de los puntos de inflexión marco eje b



Fuente: elaboración propia.

Se asumió la simetría en el marco, sólo se trabajará hasta la mitad del mismo.

Se harán los cálculos solo para carga muerta en la azotea del marco eje b, luego se colocaran en una tabla el resto para una mayor comprensión.

Cálculo de cortes:

$$V_{cm12}=V_{cm65}=\frac{4,02 \text{ m} * 1 908 \text{ kg/m}}{2}=3 835 \text{ kg}$$

$$V_{cm1}=V_{cm6}=3 835 \text{ kg} + 1 908 * 0,6 = 4 980 \text{ kg}$$

$$V_{cm2}=V_{cm5}=3 835 \text{ kg} + 1 908 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 1,38 \text{ m} = 6 468 \text{ kg}$$

$$V_{cm23}=V_{cm54}=\frac{3,84 \text{ m} * 1 908 \text{ kg/m}}{2}=3 663 \text{ kg}$$

$$V_{cm2}=V_{cm3}=V_{cm5}=V_{cm4}=3 663 \text{ kg} + 1 908 * 1,08 \text{ m} = 5 724 \text{ kg}$$

$$V_{cm34}=V_{cm43}=\frac{2,56 \text{ m} * 836 \text{ kg/m}}{2}=1 070 \text{ kg}$$

$$V_{cm3}=V_{cm4}=1 070 + 0,72 * 836 = 1 672 \text{ kg}$$

Cálculo de momentos:

$$M(+)_m12=M(+)_m65=\frac{4,02 * 3 835}{4}=3 854 \text{ kg*m}$$

$$M(-)_m1=M(-)_m6=\frac{(3 835 + 4 980) * 0,6}{2}=2 644 \text{ kg*m}$$

$$M(-)_m2=M(-)_m5=\frac{(3 835 + 6 468) * 1,38}{2}=7 109 \text{ kg*m}$$

$$M(+)_m23=M(+)_m54=\frac{3,84 * 3 663}{4}=3 517 \text{ kg*m}$$

$$M(-)_m2=M(-)_m5=\frac{(3 663 + 5 724) * 1,08}{2}=5 069 \text{ kg*m}$$

$$M(-)_m3=M(-)_m4=\frac{(3 663 + 5 724) * 1,08}{2}=5 069 \text{ kg*m}$$

$$M(+)_m34=M(+)_m43=\frac{2,56 * 1 070}{4}=6 85 \text{ kg*m}$$

$$M(-)_{cm3}=M(-)_{cm4}=\frac{(1\,070+1\,672)*0,72}{2}=987\text{ kg}\cdot\text{m}$$

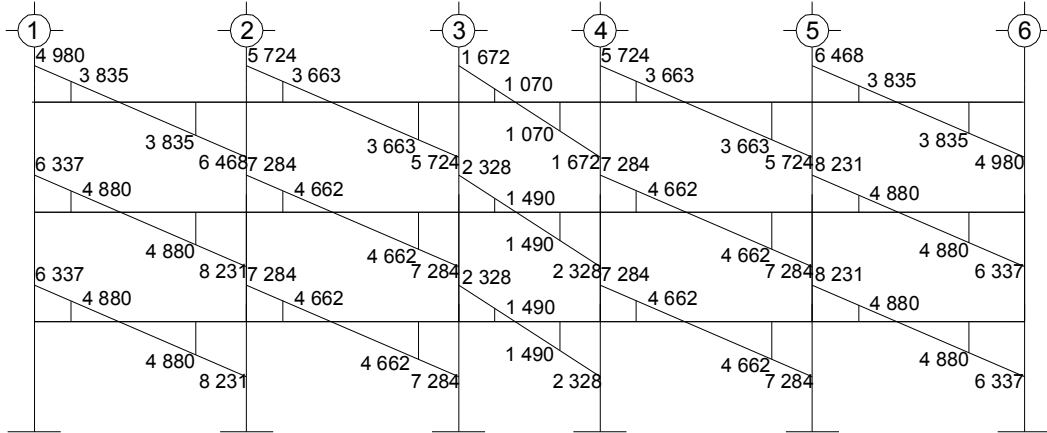
En la tabla siguiente se muestran los cortes y momentos para el marco del eje b, en esta tabla sólo se muestra hasta la mitad del marco ya que por simetría las cargas que hacen falta son iguales.

Tabla II. **Cortes y momentos para mitad de marco eje b**

cortes cargas vivas y muertas										
punto			1	12	2	2	23	3	3	34
long		m	0,6	4	1,38	1,08	3,84	1,08	0,72	1,28
2n.	Vcm	kg	6 337	4 880	8 231	7 284	4 662	7 284	2 328	1 490
	Vcv	kg	3 915	3 015	5 085	4 500	2 880	4 500	1 000	640
3n.	Vcm	kg	6 337	4 880	8 231	7 284	4 662	7 284	2 328	1 490
	Vcv	kg	3 132	2 412	4 068	3 600	2 304	3 600	800	512
asotea	Vcm	kg	4 980	3 835	6 468	5 724	3 663	5 724	1 672	1 070
	Vcv	kg	1 175	905	1 526	1 350	864	1 350	300	192
momentos cargas vivas y muertas										
			m-	m+	m-	m-	m+	m-	m-	m+
2n.	Mcm	kg*m	3 365	4 905	9 047	6 451	4 475	6 451	1 374	954
	Mcv	kg*m	2 079	3 030	5 589	3 985	2 765	3 985	590	410
3n.	Mcm	kg*m	3 365	4 905	9 047	6 451	4 475	6 451	1 374	954
	Mcv	kg*m	1 663	2 424	4 471	3 188	2 212	3 188	472	328
asotea	Mcm	kg*m	2 644	3 854	7 109	5 069	3 517	5 069	987	685
	Mcv	kg*m	624	909	1 677	1 196	829	1 196	177	123

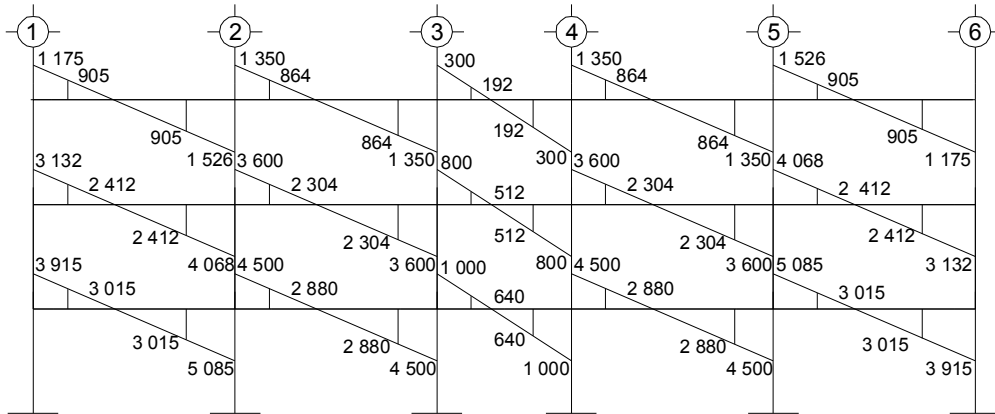
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Diagrama de corte del marco del eje b, para carga muerta



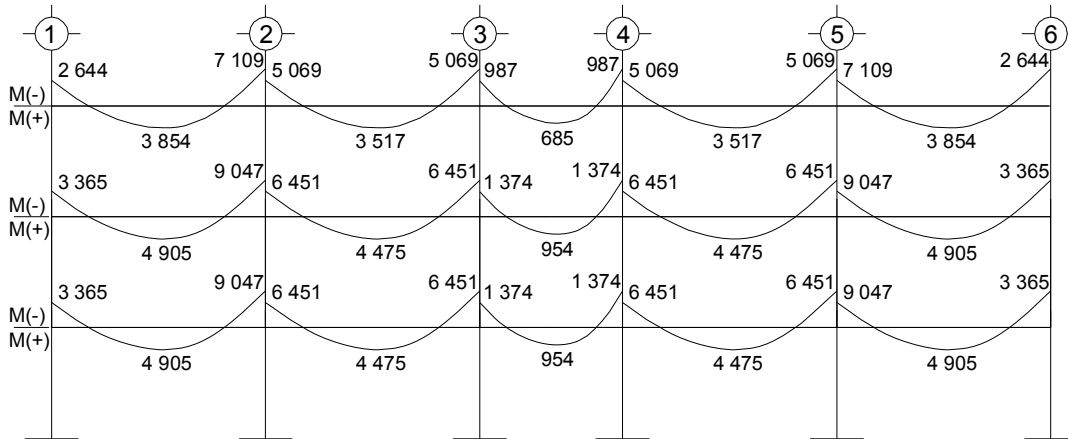
Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Diagrama de corte del marco del eje b, para carga viva



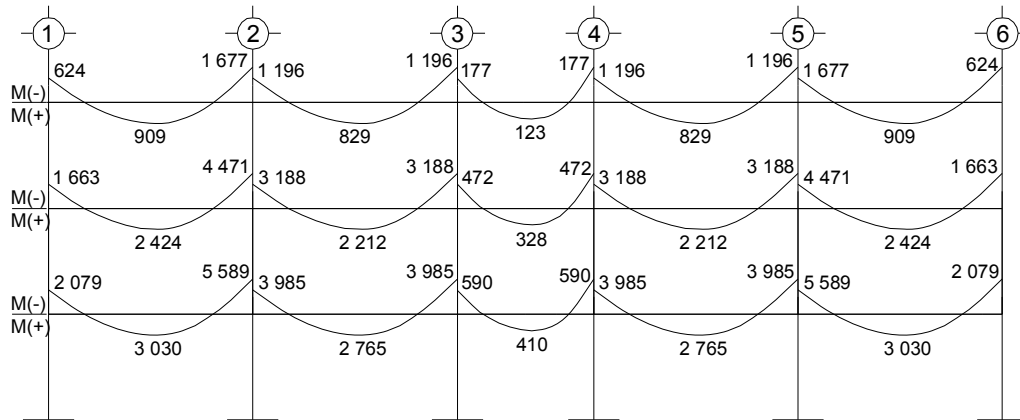
Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Diagrama de momentos del marco del eje b, para carga muerta



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Diagrama de momentos del marco del eje b, para carga viva



Fuente: elaboración propia.

2.1.5.3.2. Cargas horizontales

Estas pueden ser presiones de suelo, hidráulicas, viento y debido a sismos, en el caso de esta estructura se analizarán las cargas horizontales debido a sismos.

El método utilizado para encontrar estas cargas es llamado SEAOC:

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

V = corte basal, es la fuerza que transmite el suelo a la base de la estructura.

Z = coeficiente de riesgo sísmico, es el que varía según la zona sísmica donde se encuentre el edificio. En este caso la zona sísmica donde se encuentra el departamento de Sololá es $z = 4,2$ con un coeficiente de riesgo sísmico de $z = 1$.

I = depende de la importancia o la utilidad que se le dará a la estructura, después de un sismo. La importancia varía entre $1 \leq I \leq 1,5$ como la estructura de instalación para un hospital en este caso se da el más alto que es $I = 1,5$.

K = dependerá del tipo de estructura seleccionada o factor de ductilidad. Para este caso es un marco con estructura rígida con un valor de $k = 0,67$.

C = es el coeficiente que depende de la flexibilidad de la estructura o el período natural de vibración.

$$C = \frac{1}{15 \cdot \sqrt[2]{t}} \quad , \quad t = \frac{0,0906 \cdot H}{\sqrt[2]{B}}$$

t = período natural de vibración.

H = altura del edificio. Para esta estructura la altura es $H = 10,5$ m.

B = es la base del edificio. Se toma en cuenta los dos sentidos de la estructura y las dimensiones son $B_x = 28,5$ m y $B_y = 24,5$ m.

$$t_x = \frac{0,0906 \cdot 10,5}{2\sqrt{28,5}} = 0,1782 \quad t_y = \frac{0,0906 \cdot 10,5}{2\sqrt{24,5}} = 0,1922$$

$$C_x = \frac{1}{15 \cdot 2\sqrt{0,1782}} = 0,158 \quad C_y = \frac{1}{15 \cdot 2\sqrt{0,1922}} = 0,152$$

S = depende del tipo de suelo a cimentar, si se desconoce usar 1,5 y en este caso se desconoce. Chequear $C \cdot S \leq 0,14$ si $C \cdot S \geq 0,14$ entonces usar $C \cdot S = 0,14$

$$C_x \cdot 1,5 = 0,237 > 0,14 \quad C_y \cdot 1,5 = 0,228 > 0,14$$

Entonces utilizar $C_x \cdot S = 0,14$ y $C_y \cdot S = 0,14$

Wedificio = peso propio de la estructura + 25% de cargas vivas

$$W_{\text{edificio}} = W_{n2} + W_{n3} + W_{\text{asotea}}$$

$$W_{n2} = W_{\text{techo}} + W_{\text{muros}} + W_{\text{columnas}} + W_{\text{acabados}} + W_{\text{vidrio}} + W_{\text{vigas}} + 25\%W_{\text{viva}}$$

$$W_{n2} = 629\,272 \text{ kg}$$

$$W_{n3} = 613\,672 \text{ kg}$$

$$W_{\text{asotea}} = 498\,864 \text{ kg}$$

$$W_{\text{edificio}} = 629\,272 \text{ kg} + 613\,672 \text{ kg} + 498\,864 \text{ kg}$$

$$W_{\text{edificio}} = 1\,741\,808 \text{ kg}$$

Cálculo del corte basal (V):

$$V = Z \cdot I \cdot K \cdot C \cdot S \cdot W$$

$$V = V_x = V_y = 1 \cdot 1,5 \cdot 0,67 \cdot 0,14 \cdot 1\,741\,808 = 245\,072 \text{ kg}$$

Fuerzas por nivel:

$$F_{ni} = \frac{(V-Ft) \cdot W_i \cdot h_i}{\sum W_i h_i}$$

F_{ni} = fuerza de sismo en cada nivel

V = corte basal

W_i = peso de cada nivel

h_i = altura de cada nivel

F_t = fuerza de techo. Si $t < 0,25$ entonces $F_t = 0$ si no $F_t = 0,07 \cdot t \cdot V$

$t_x = 0,1782$ $t_y = 0,1922$ Para diseño se toma el mayor período

Entonces:

$$F_t = F_{tx} = F_{ty} = 0$$

Como el corte basal $V_x = V_y$ entonces $F_{nix} = F_{niy}$

$$\sum W_i h_i = 498\,864 \cdot 10,5 + 613\,672 \cdot 7,4 + 629\,272 \cdot 4,3$$

$$\sum W_i h_i = 12\,485\,114 \quad \text{kg} \cdot \text{m}$$

$$F_{\text{nasotea}} = \frac{(245\,072) \cdot 498\,864 \cdot 10,5}{12\,485\,114} = 102\,819 \quad \text{kg}$$

$$F_{n3} = \frac{(245\,072) \cdot 613\,672 \cdot 7,4}{12\,485\,114} = 89\,139 \quad \text{kg}$$

$$F_{n2} = \frac{(245\,072) \cdot 629\,272 \cdot 4,3}{12\,485\,114} = 53\,114 \quad \text{kg}$$

Fuerzas por cada marco:

$$F_{\text{marco}} = F' + F'' \qquad F' = \frac{(K_m \cdot F_i)}{\sum K_i} \qquad F'' = \frac{(e \cdot F_i)}{E_i}$$

$$e = |C_m - C_R| \qquad E_i = \frac{\sum (K_m \cdot d_i)^2}{K_m \cdot d_i}$$

F' = fuerza proporcional a la rigidez del marco

F'' = fuerza proporcional a la torsión del marco

Km = rigidez del marco

$\sum K_i$ = rigidez total del nivel

F_i = fuerza por nivel

e = excentricidad

C_m = centro de masa de la estructura

CR = centro de rigidez de la estructura

d_i = distancia del CR al marco considerado

E_i = rotación entre rígideces de marco de cada brazo

Primero se procede con el cálculo del centro de masa el cual se hizo para ambos sentidos (x,y) , en éste se utilizó el área de las losas multiplicada con la distancia que hay desde su centro hasta un extremo del edificio la fórmula se da de la siguiente forma:

$$C_m = \frac{\sum \text{área losa} * \text{distancia media}}{\sum \text{área losa}}$$

Tablas III y IV. **Centros de masa**

tabla III			tabla IV		
centro de masa eje y			centro de masa eje x		
a	d	a*d	a	d	a*d
m ²	m	m ³	m ²	m	m ³
144	3	432	144	3	432
168	9	1 512	144	9	1 296
144	15	2 160	48	14	672
168	21	3 528	144	19	2 736
$\Sigma = 624$	$\Sigma = 7632$		144	25	3 600
			$\Sigma = 624$		$\Sigma = 8 736$

Fuente: elaboración propia.

$$C_{my} = \frac{7\,632}{624} = 12,23 \text{ m}$$

$$C_{mx} = \frac{8\,736}{624} = 14 \text{ m}$$

Ahora para el cálculo de las rígeidez primero se calculara la rígeidez de una columna individual, luego se multiplica por el número de columnas que tiene el marco.

$$K_{col} = \frac{1}{\frac{P \cdot H^3}{12 \cdot E \cdot I} + \frac{1,2 \cdot P \cdot H}{A \cdot G}}$$

K_{col} = rígeidez de la columna

P = carga para rígeidez de columna con sismo

P = 50 000 kg (Asumida)

H = altura de la columna = 260 cm

E = $15\,100 \cdot \sqrt{f'_c}$, (módulo de elasticidad del concreto)

E = $15\,100 \cdot \sqrt{210} = 218\,820$

I = $\frac{b \cdot h^3}{12}$, momento de inercia de una sección en cm^4

I = $\frac{50 \cdot 50^3}{12} = 520\,833 \text{ cm}^4$

A = área o sección de columna en cm^2

A = $2\,500 \text{ cm}^2$

G = $0,4 \cdot E$, Módulo de rígeidez

G = $0,4 \cdot 218\,820 = 87\,528$

$$K_{col} = \frac{1}{\frac{50\,000 \cdot 260^3}{12 \cdot 218\,820 \cdot 520\,833} + \frac{1,2 \cdot 50\,000 \cdot 260}{2\,500 \cdot 87\,528}}$$

$K_{col} = 1,4 \text{ kg/cm}$.

$K_{mx} = K_{col} \cdot N_{col}$, rígeidez para los marcos del eje x

$K_{mx} = 1,4 \cdot 6 = 8,4 \text{ kg/cm}$

K_{my} = rígeidez para los marcos del eje y

$K_{my} = 1,4 \cdot 5 = 7 \text{ kg/cm}$

Luego para el cálculo del centro de rigidez (CR), se toma la distancia que hay del marco hacia un extremo del edificio multiplicado por la rigidez de cada marco:

$$CR = \frac{\sum k_{mi} \cdot d_{mi}}{\sum k_{mi}}$$

k_{mi} = rigidez del marco considerado

d_{mi} = distancia del marco considerado a extremo de edificio

Tablas V y VI. **Centros de rigidez**

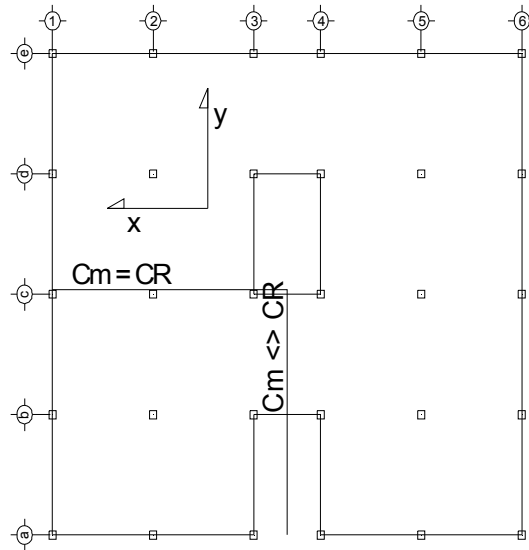
tabla V			tabla VI		
eje y			eje x		
Kmi	d	Kmi*d	Kmi	d	Kmi*d
kg/cm	m	kg*m/cm	kg/cm	m	kg*m/cm
7	0	0	8,4	0	0
7	6	42	8,4	6	50
7	12	84	8,4	12	101
7	18	126	8,4	16	134
7	24	168	8,4	22	185
$\Sigma=35$		$\Sigma=420$	8,4	28	235
			$\Sigma=50.4$		$\Sigma=706$

Fuente: elaboración propia.

$$CR_y = \frac{420}{35} = 12 \text{ m}$$

$$CR_x = \frac{706}{50,4} = 14 \text{ m}$$

Figura 11. Centro de masa y centro de rigidez



Fuente: elaboración propia.

El siguiente paso es para el cálculo de la excentricidad (e), en ambos sentidos (x,y):

$$e_x = |Cm_x - CR_x| = |14 - 14| = 0$$

$$e_y = |Cm_y - CR_y| = |12,23 - 12| = 0,23 \text{ m}$$

$$e_{\text{mínima}} = 0,05 \cdot \text{altura edificio}$$

$$e_{\text{mínima}} = 0,05 \cdot 10,5 \text{ m}$$

$$e_{\text{mínima}} = 0,525 \text{ m (se toma esta excentricidad)}$$

Con los datos obtenidos se procede a calcular las fuerzas por marco para el marco del eje b el cual está en el sentido (x), los cuales tienen excentricidad por eso se utilizó la fuerza proporcional a la torsión del marco (F").

Tabla VII. **Cálculo de Ei**

tabla VII					
Forma de cálculo de Ei					
MARCO	km	di	km*di	(km*di) ²	Ei
e	8,4	12	101	10 161	252
d	8,4	6	50	2 540	504
c	8,4	0	0	0	0
b	8,4	-6	-50	2 540	-504
a	8,4	-12	-101	10 161	-252
Σ=	42		Σ=	25402	

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Cálculo de Fí, Fí' y Fm**

Forma de cálculo de Fí',Fí'' y Fm								
fuerzas en kg								
		asotea			3nivel			2nivel
Fí'	Fí''	Fm	Fí'	Fí''	Fm	Fí'	Fí''	Fm
20 564	214	20 778	17 828	186	18 014	10 623	111	10 733
20 564	107	20 671	17 828	93	17 921	10 623	55	10 678
20 564	0	20 564	17 828	0	17 828	10 623	0	10 623
20 564	-107	20 457	17 828	-93	17 735	10 623	-55	10 567
20 564	-214	20 350	17 828	-186	17 642	10 623	-111	10 512

Fuente: elaboración propia.

Siguiendo con los marcos en el sentido (y) estos ya que no tienen excentricidad la fuerza proporcional a la torsión del marco (F'') también es igual a cero.

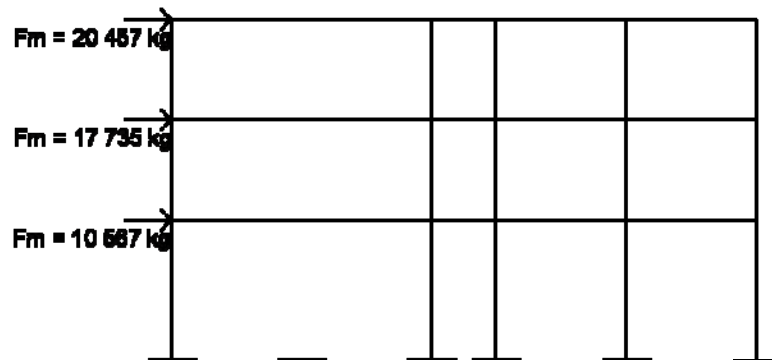
A continuación se muestra un resumen de las fuerzas Fm en la siguiente tabla:

Tabla IX. **Cálculo de Fi y Fm**

Forma de cálculo de Fi' y Fm										
fuerzas en kg										
MARCO	km	Fi'	Fm	asotea	Fi'	Fm	3nivel	Fi'	Fm	2nivel
1	7	17 136	17 136		14 857	14 857		8 852	8 852	
2	7	17 136	17 136		14 857	14 857		8 852	8 852	
3	7	17 136	17 136		14 857	14 857		8 852	8 852	
4	7	17 136	17 136		14 857	14 857		8 852	8 852	
5	7	17 136	17 136		14 857	14 857		8 852	8 852	
6	7	17 136	17 136		14 857	14 857		8 852	8 852	
Σ=	42									

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Fuerzas laterales marco eje b**



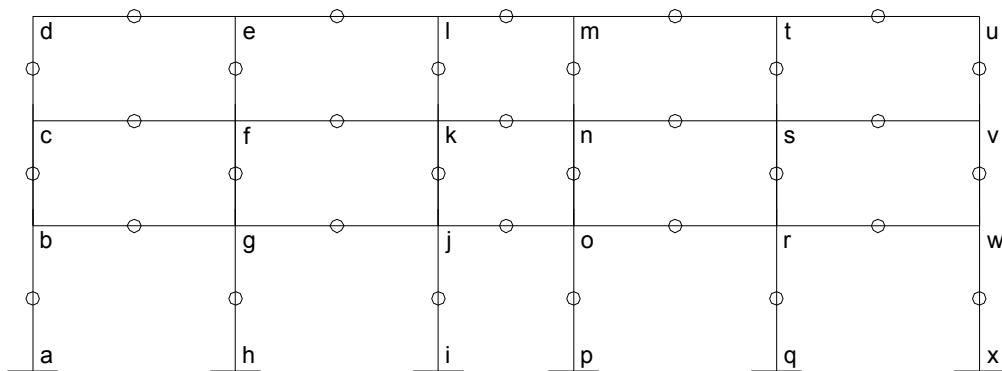
Fuente: elaboración propia.

2.1.5.4. Análisis de marcos dúctiles por el método del portal

Las hipótesis requeridas para el uso de este método son las siguientes:

- Se coloca una articulación en el centro de cada trabe ya que se supone que este es un punto donde hay momento cero.
- También se coloca una articulación en el centro de cada columna.
- En el nivel de piso determinado, las fuerzas de corte aplicadas en las articulaciones de las columnas interiores son el doble que de las columnas exteriores.

Figura 13. Localización de articulaciones para el método del portal

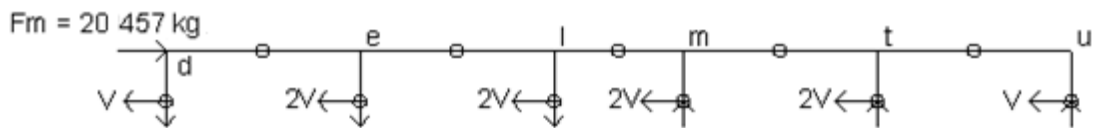


Fuente: elaboración propia.

A continuación se muestra la forma de análisis iniciando desde los niveles superiores a los inferiores:

Analizando azotea:

Figura 14. Fuerza de sismo para la azotea y reacciones en columnas



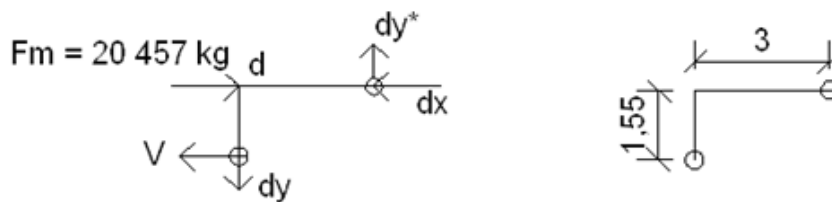
Fuente: elaboración propia.

$$20\,457 - 10V = 0$$

$$V = 2\,045,7\text{ kg}$$

Nudo d:

Figura 15. Diagrama de cuerpo libre para el nudo d



Fuente: elaboración propia.

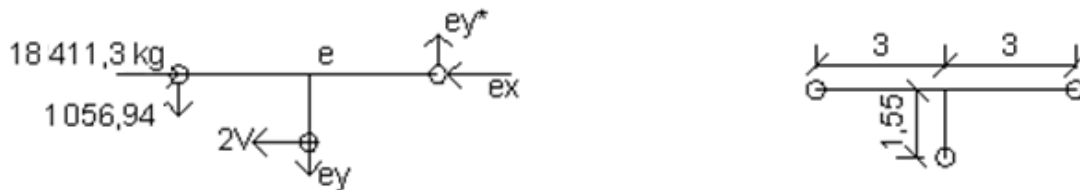
$$\sum F_x = 0 \quad dx = F_m - V = 20\,457 - 2\,045,7 = 18\,411,3\text{ kg}$$

$$\sum M = 0 \quad dy^* = \frac{1,55 \cdot 2\,045,7}{3} = 1\,056,945\text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0 \quad dy = dy^* = 1\,056,95\text{ kg}$$

Nudo e:

Figura 16. Diagrama de cuerpo libre para el nudo e



Fuente: elaboración propia.

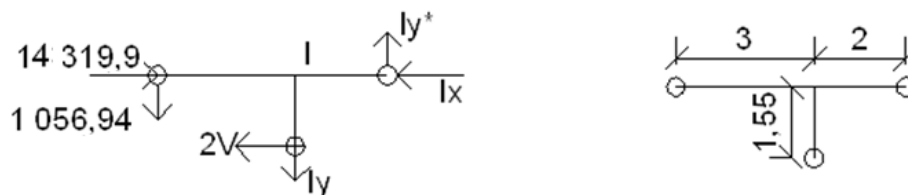
$$\sum F_x = 0 \quad e_x = 18\,411,3 - 2V = 18\,411,3 - 4\,091,4 = 14\,319,9 \text{ kg}$$

$$\sum M = 0 \quad e_y^* = \frac{1,55 \cdot 4\,091,4 - 3 \cdot 1\,056,945}{3} = 1\,056,94 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0 \quad e_y = e_y^* - 1\,056,95 = 0$$

Nudo I:

Figura 17. Diagrama de cuerpo libre para el nudo I



Fuente: elaboración propia.

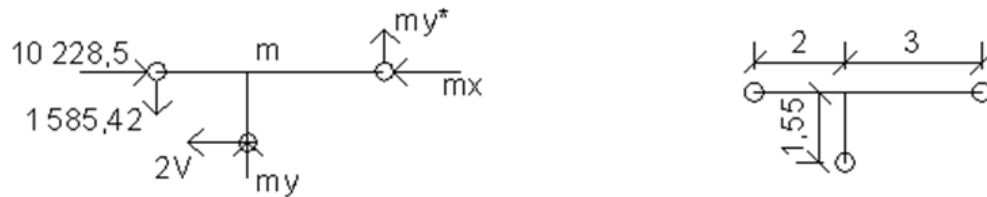
$$\sum F_x = 0 \quad I_x = 14\,319,9 - 2V = 14\,319,9 - 4\,091,4 = 10\,228,5 \text{ kg}$$

$$\sum M = 0 \quad I_y^* = \frac{1,55 \cdot 4\,091,4 - 3 \cdot 1\,056,945}{2} = 1\,585,42 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0 \quad I_y = I_y^* - 1\,056,94 = 528,48 \text{ kg}$$

Nudo m:

Figura 18. Diagrama de cuerpo libre para el nudo m



Fuente: elaboración propia.

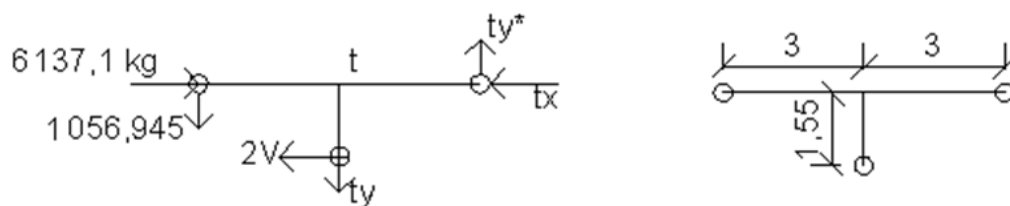
$$\sum F_x = 0 \quad m_x = 10\,228,5 - 2V = 10\,228,5 - 4\,091,4 = 6\,137,1 \text{ kg}$$

$$\sum M = 0 \quad m_y^* = \frac{1,55 \cdot 4\,091,4 - 2 \cdot 1\,585,42}{3} = 1\,056,94 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0 \quad m_y = 1\,056,94 - 1\,585,42 = -528,48 \text{ kg (cambio dirección)}$$

Nudo t:

Figura 19. Diagrama de cuerpo libre para el nudo t



Fuente: elaboración propia.

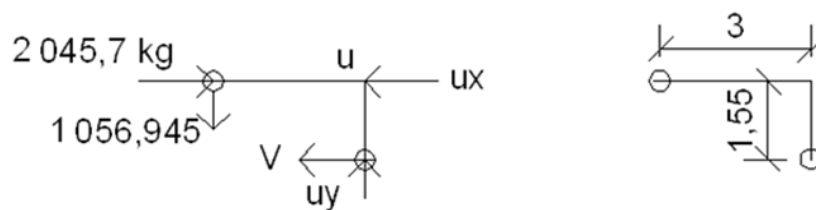
$$\sum F_x = 0 \quad t_x = 6\,137,1 - 2V = 6\,137,1 - 4\,091,4 = 2\,045,7 \text{ kg}$$

$$\sum M = 0 \quad t_y^* = \frac{1,55 \cdot 4\,091,4 - 3 \cdot 1\,056,945}{3} = 1\,056,945 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0 \quad t_y = 1\,056,945 - 1\,056,945 = 0$$

Nudo u:

Figura 20. Diagrama de cuerpo libre para el nudo u



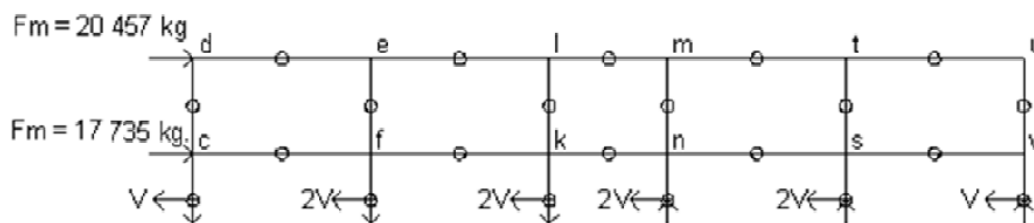
Fuente: elaboración propia.

$$\sum F_x = 0 \quad u_x = 2\,045,7 - V = 2\,045,7 - 2\,045,7 = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad u_y = 1\,056,945 \text{ kg}$$

Analizando el tercer nivel:

Figura 21. Fuerza de sismo para el tercer nivel y reacciones en columnas



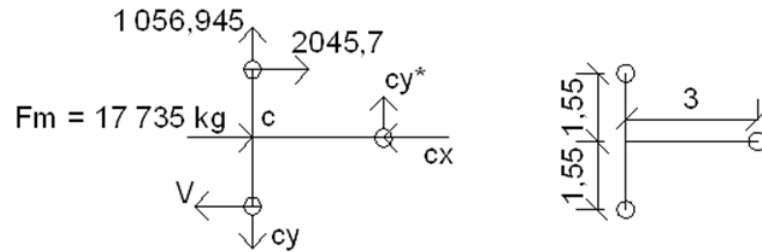
Fuente: elaboración propia.

$$20\,457 + 17\,735 - 10V = 0$$

$$V = 3\,819,2 \text{ kg}$$

Nudo c:

Figura 22. Diagrama de cuerpo libre para el nudo c



Fuente: elaboración propia.

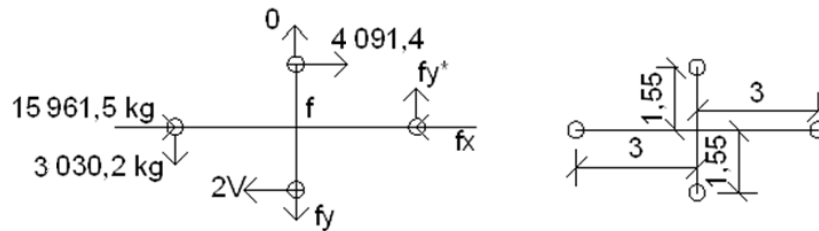
$$\sum F_x = 0 \quad cx = 17\,735 + 2\,045,7 - 3\,819,2 = 1\,5961,5 \text{ kg}$$

$$\sum M = 0 \quad cy^* = \frac{1,55(2\,045,7 + 3\,819,2)}{3} = 3\,030,2 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0 \quad cy = 1\,056,945 + 3\,030,2 = 4\,087,145 \text{ kg}$$

Nudo f:

Figura 23. Diagrama de cuerpo libre para el nudo f



Fuente: elaboración propia.

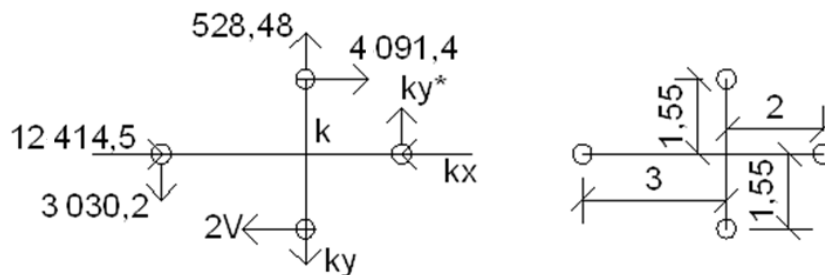
$$\sum F_x=0 \quad f_x=15\,961,5+4\,091,4-7\,638,4=12\,414,5 \text{ kg}$$

$$\sum M=0 \quad f_y^*=\frac{1,55(4\,091,4+7\,638,4)-3*3\,030,2}{3}=3\,030,2 \text{ kg}$$

$$\sum F_y=0 \quad f_y = 3\,030,2 - 3\,030,2 = 0$$

Nudo k:

Figura 24. Diagrama de cuerpo libre para el nudo k



Fuente: elaboración propia.

$$\sum F_x=0 \quad k_x=12\,414,5+4\,091,4-7\,638,4=8\,867,5 \text{ kg}$$

$$\sum M=0 \quad k_y^*=\frac{1,55(4\,091,4+7\,638,4)-2*4\,545,3}{2}=4\,545,3 \text{ kg}$$

$$\sum F_y=0 \quad k_y = 4\,545,3 + 528,48 - 3\,030,2 = 2\,043,58 \text{ kg}$$

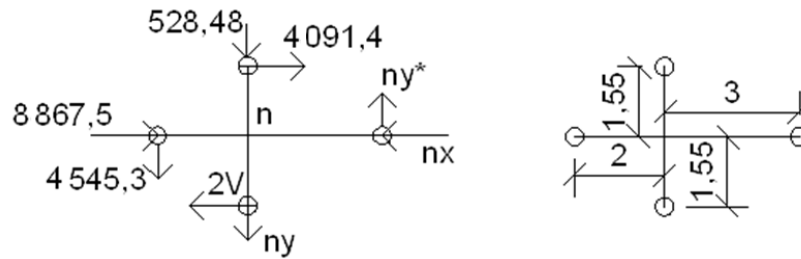
Nudo n:

$$\sum F_x=0 \quad n_x=8\,867,5+4\,091,4-7\,638,4=5\,320,4 \text{ kg}$$

$$\sum M=0 \quad n_y^*=\frac{1,55(4\,091,4+7\,638,4)-3*4\,545,3}{3}=3\,030,2 \text{ kg}$$

$$\sum F_y=0 \quad n_y = 3\,030,2 - 4\,545,3 - 528,48 = -2\,043,58 \text{ kg}$$

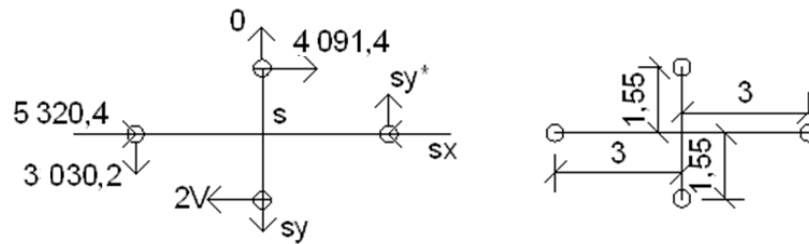
Figura 25. Diagrama de cuerpo libre para el nudo n



Fuente: elaboración propia.

Nudo s:

Figura 26. Diagrama de cuerpo libre para el nudo s



Fuente: elaboración propia.

$$\sum F_x=0 \quad s_x=5\,320,4+4\,091,4-7\,638,4=1\,773,4 \text{ kg}$$

$$\sum M=0 \quad s_y^*=\frac{1,55(4\,091,4+7\,638,4)-3 \cdot 3\,030,2}{3}=3\,030,2 \text{ kg}$$

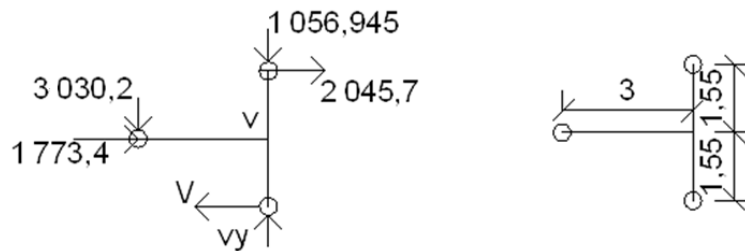
$$\sum F_y=0 \quad s_y=3\,030,2-3\,030,2=0$$

Nudo v:

$$\sum F_x=0 \quad v_x=1\,773,4+2\,045,7-3\,819,2=0$$

$$\sum F_y=0 \quad v_y = 3\,030,2 + 1\,056,945 = 4\,087,145$$

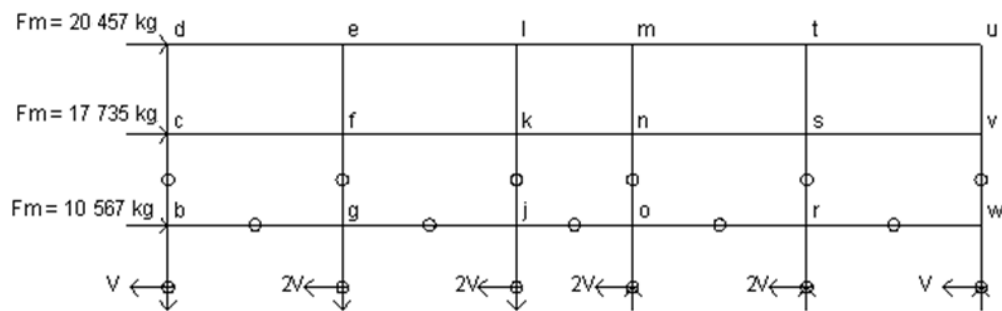
Figura 27. Diagrama de cuerpo libre para el nudo v



Fuente: elaboración propia.

Analizando segundo nivel:

Figura 28. Fuerzas de sismo para el segundo nivel



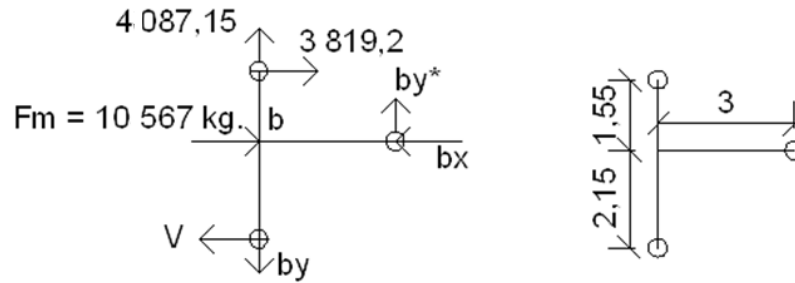
Fuente: elaboración propia.

$$20\,457 + 17\,735 + 10\,567 - 10V = 0$$

$$V = 4\,875,9 \text{ kg}$$

Nudo b:

Figura 29. Diagrama de cuerpo libre para el nudo b



Fuente: elaboración propia.

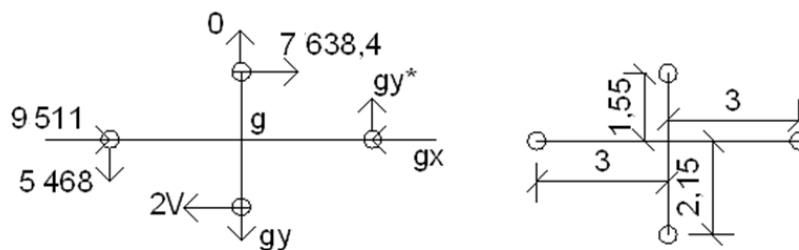
$$\sum F_x = 0 \quad b_x = 10\,567 + 3\,819,2 - 4\,875,9 = 9\,511 \text{ kg}$$

$$\sum M = 0 \quad b_{y^*} = \frac{1,55 \cdot 3\,819,2 + 2,15 \cdot 4\,875,9}{3} = 5\,468 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0 \quad b_y = 5\,468 + 4\,087,15 = 9\,555 \text{ kg}$$

Nudo g:

Figura 30. Diagrama de cuerpo libre para el nudo g



Fuente: elaboración propia.

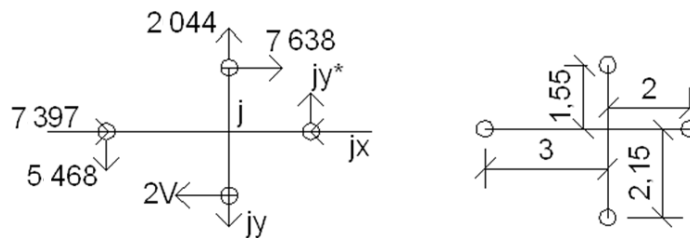
$$\sum F_x=0 \quad g_x=9\,511+7\,638,4-9\,752=7\,397 \text{ kg}$$

$$\sum M=0 \quad g_y^*=\frac{1,55 \cdot 7\,638,4+2,15 \cdot 9\,752-3 \cdot 5\,468}{3}=5\,468 \text{ kg}$$

$$\sum F_y=0 \quad g_y = 5\,468 - 5\,468 = 0$$

Nudo j:

Figura 31. Diagrama de cuerpo libre para el nudo j



Fuente: elaboración propia.

$$\sum F_x=0 \quad j_x=7\,397+7\,638-9\,752=5\,284 \text{ kg}$$

$$\sum M=0 \quad j_y^*=\frac{1,55 \cdot 7\,638+2,15 \cdot 9\,752-3 \cdot 5\,468}{2}=8\,201 \text{ kg}$$

$$\sum F_y=0 \quad j_y = 8\,201+2\,044 - 5\,468 = 4\,777 \text{ kg}$$

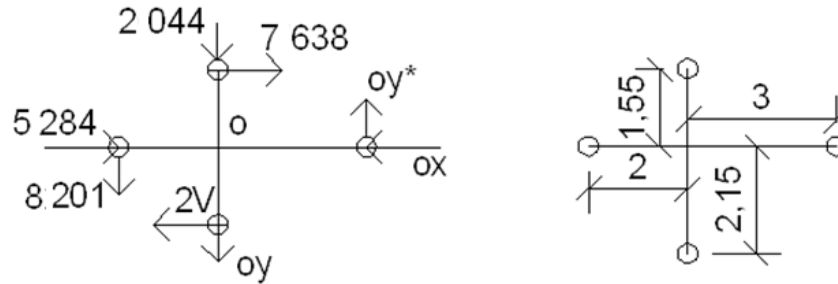
Nudo o:

$$\sum F_x=0 \quad o_x=5\,284+7\,638-9\,752=3\,170 \text{ kg}$$

$$\sum M=0 \quad o_y^*=\frac{1,55 \cdot 7\,638+2,15 \cdot 9\,752-2 \cdot 5\,468}{3}=5\,468 \text{ kg}$$

$$\sum F_y=0 \quad o_y = 5\,468 - 2\,044 - 8\,201 = -4\,777 \text{ kg}$$

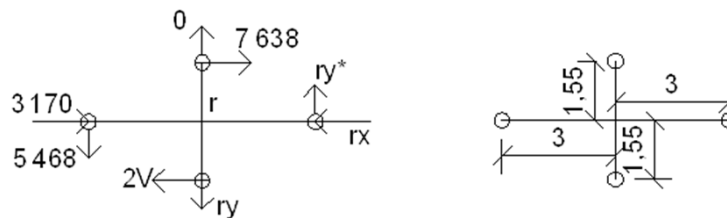
Figura 32. Diagrama de cuerpo libre del nudo o



Fuente: elaboración propia.

Nudo r:

Figura 33. Diagrama de cuerpo libre para el nudo r



Fuente: elaboración propia.

$$\sum F_x=0 \quad o_x=3\,170+7\,638-9\,752=1\,057 \text{ kg}$$

$$\sum M=0 \quad o_y^*=\frac{1,55 \cdot 7\,638+2,15 \cdot 9\,752-3 \cdot 5\,468}{3}=5\,468 \text{ kg}$$

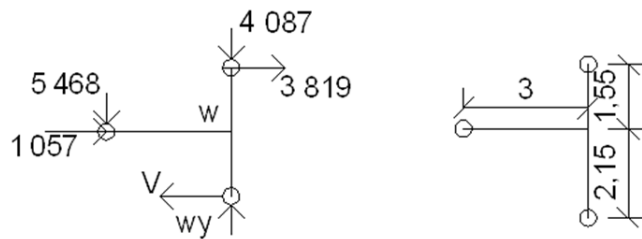
$$\sum F_y=0 \quad o_y = 5\,468 - 5\,468 = 0$$

Nudo w:

$$\sum F_x=0 \quad o_x=1\,057+3\,819-4\,876=0$$

$$\sum F_y=0 \quad o_y = - 5\,468 - 4\,087 = - 9\,555 \text{ kg}$$

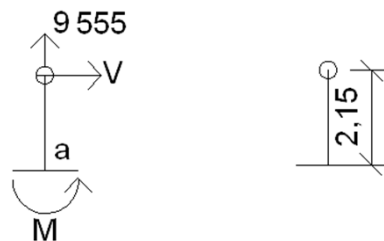
Figura 34. **Diagrama de cuerpo libre para el nudo w**



Fuente: elaboración propia.

Nudo a:

Figura 35. **Diagrama de cuerpo libre para el nudo a**



Fuente: elaboración propia.

$$\sum F_x=0 \quad V=-4\,876$$

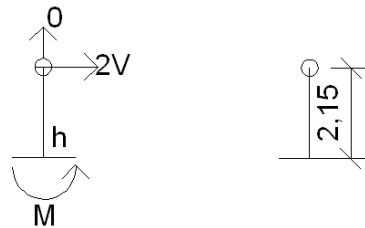
$$\sum M=0 \quad M=2,15 \cdot 4\,876=10\,483 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Nudo h:

$$\sum F_x=0 \quad V=-9\,752$$

$$\sum M = 0 \quad M = 2,15 * 9\,752 = 20\,966 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

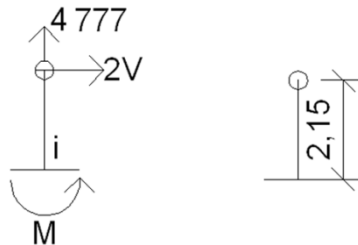
Figura 36. **Diagrama de cuerpo libre para el nudo h**



Fuente: elaboración propia.

Nudo i:

Figura 37. **Diagrama de cuerpo libre para el nudo i**



Fuente: elaboración propia.

$$\sum F_x = 0 \quad V = -9\,752$$

$$\sum M = 0 \quad M = 2,15 * 9\,752 = 20\,966 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Como se pudo observar en los nudos anteriores por simetría se repetía la magnitud de los valores solamente cambio la dirección, en donde antes del centro del marco todas las fuerzas son a tensión y luego son a compresión.

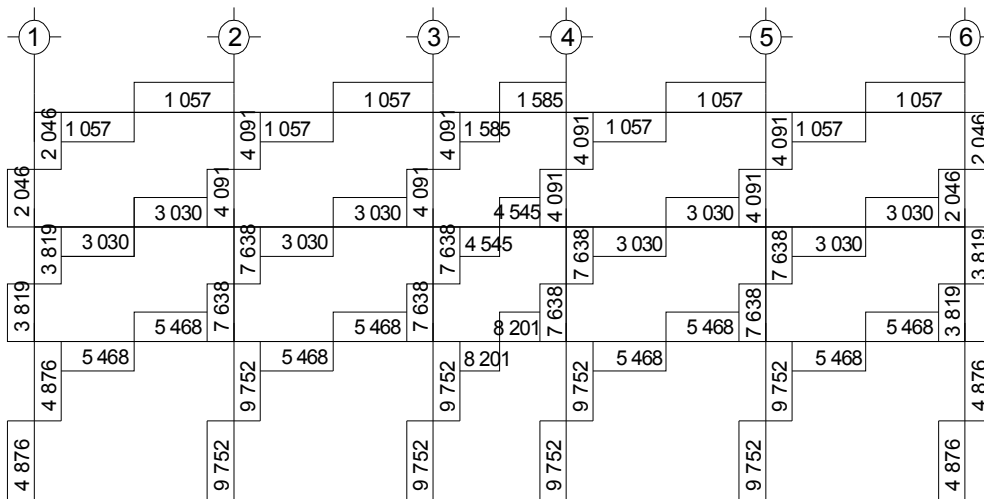
A continuación se verán los diagramas de los resultados finales:

Figura 38. **Diagrama de carga axial por sismo método del portal**

	1	2	3	4	5	6
+1 057	18 411	0	14 320	10 228	6 137	2 046
+4 087	15 962	0	12 415	8 868	5 321	1 774
+9 555	9 511	0	7 397	5 284	3 170	1 057
			+528			
			+2 044			
			+4 777			
				-528		
				-2 044		
				-4 777		
						-1 057
						-4 087
						-9 555

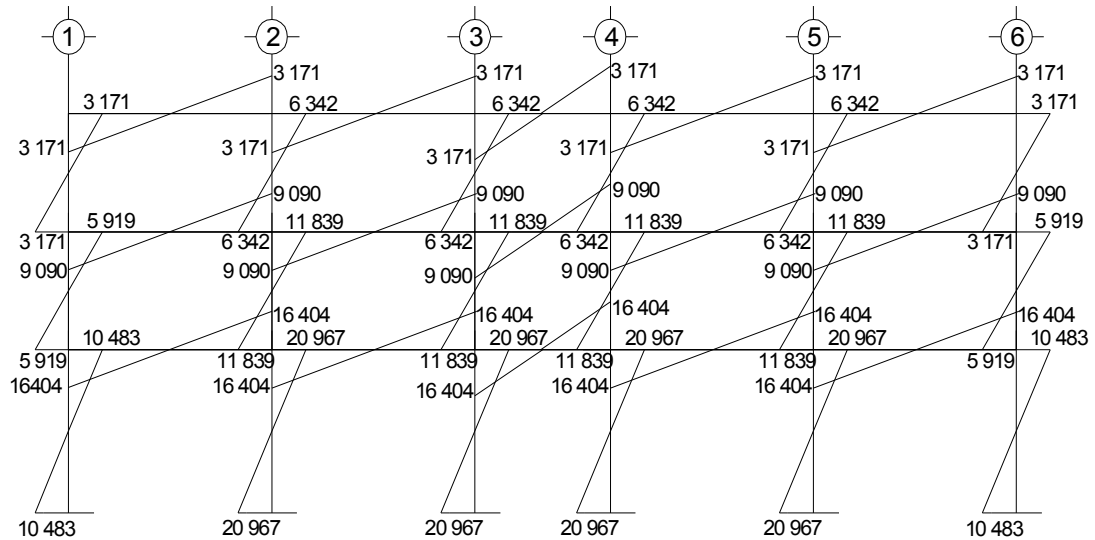
Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Diagrama de corte por sismo método del portal**



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Diagrama momento por sismo método del portal



Fuente: elaboración propia.

2.1.5.5. Análisis de marcos dúctiles por el método de Cross

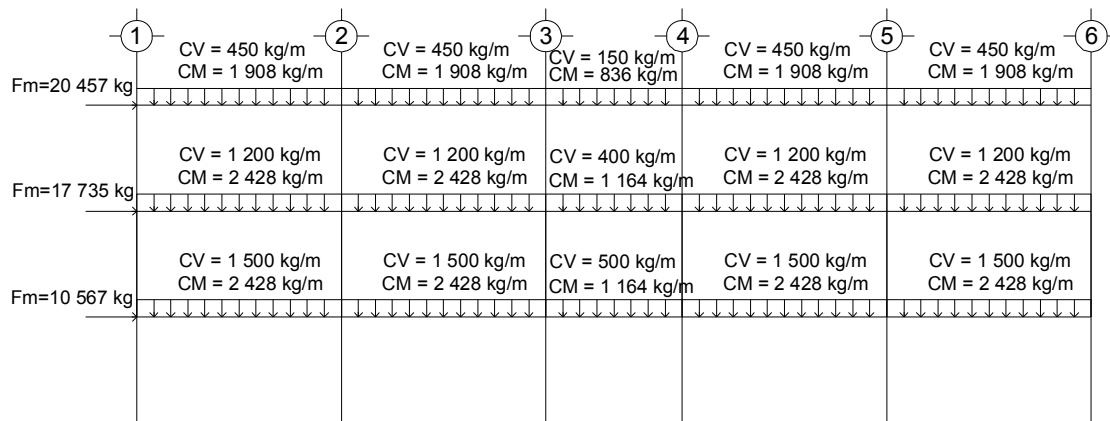
En este método se comprenden ciclos sucesivos que van aproximando los resultados hacia la respuesta correcta se suspende hasta la presión que se desea o hasta el número de ciclos deseados. También se considera el clásico más importante entre los métodos manuales. Para el proceso de este método se calcula lo siguiente:

- Factor de rigidez ($F_k=4EI/L$)
- Factor de distribución ($FD=F_k/\Sigma F_k$)
- Momento de empotramiento ($ME=wl^2/12$)
- Momento desequilibrado ($M_d= \Sigma$ momentos en nudo)
- Momento de distribución ($MD=-M_d*FD$)

- Momento transportado ($MT=M_1/2$)
- Momentos finales ($MF=MD+MT+ME$)

Analizando el marco b:

Figura 41. **Análisis con el método de Cross con ladeo del marco del eje b**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de rigidez:

$$Fk = \frac{4EI}{L} \text{ Mismo material en estructura se elimina } (4E) \text{ quedando } Fk = \frac{I}{L}$$

$$Fk_{ba} = Fk_{gh} = Fk_{ji} = Fk_{op} = Fk_{rq} = Fk_{wx} = \frac{0,5^4}{12 \cdot 4,3} = 0,00121$$

$$Fk_{ab} = Fk_{hg} = Fk_{ij} = Fk_{po} = Fk_{qr} = Fk_{xw} = \infty$$

$$Fk_{bg} = Fk_{gj} = Fk_{or} = Fk_{rw} = Fk_{cf} = Fk_{fk} = Fk_{ns} = Fk_{sv} = Fk_{de} = Fk_{el} =$$

$$Fk_{mt}=Fk_{tu}=\frac{0,25*0,5^3}{12*6}=0,000434$$

$$Fk_{jo}=Fk_{kn}=Fk_{lm}=\frac{0,25*0,5^3}{12*4}=0,000651$$

$$Fk_{dc}=Fk_{cb}=Fk_{ef}=Fk_{fg}=Fk_{lk}=Fk_{kj}=Fk_{mn}=Fk_{no}=Fk_{ts}=Fk_{sr}=\frac{0,25*0,5^3}{12*4}=0,000651$$

$$Fk_{uv}=Fk_{vw}=\frac{0,5^4}{12*3,1}=0,00168$$

Factor de distribución:

$$FD_{ab}=FD_{hg}=FD_{ij}=FD_{po}=FD_{qr}=FD_{xw}=0$$

Nudos b y w:

$$FD_{ba}=FD_{wx}=\frac{0,00121}{0,00121+0,000434+0,00168}=0,364$$

$$FD_{bg}=FD_{wr}=\frac{0,000434}{0,00121+0,000434+0,00168}=0,131$$

$$FD_{bc}=FD_{wv}=\frac{0,00168}{0,00121+0,000434+0,00168}=0,505$$

Nudos g y r:

$$FD_{gh}=FD_{rq}=\frac{0,00121}{0,00121+0,000434+0,00168+0,000434}=0,322$$

$$FD_{gb}=FD_{rw}=FD_{ro}=FD_{gj}=\frac{0,000434}{0,00121+0,00168+2*0,000434}=0,116$$

$$FD_{gf}=FD_{rs}=\frac{0,00168}{0,00121+0,000434+0,00168+0,000434}=0,446$$

Nudos o y j:

$$FD_{op}=FD_{ji}=\frac{0,00121}{0,00121+0,000434+0,00168+0,000651}=0,304$$

$$FD_{oj}=FD_{jo}=\frac{0,000651}{0,00121+0,000434+0,00168+0,000651}=0,164$$

$$FD_{or}=FD_{ig}=\frac{0,000434}{0,00121+0,000434+0,00168+0,000651}=0,109$$

$$FD_{on}=FD_{jk}=\frac{0,00168}{0,00121+0,000434+0,00168+0,000651}=0,423$$

Nudos c y v:

$$FD_{cb}=FD_{vw}=FD_{cd}=FD_{vu}=\frac{0,00168}{0,00168+0,000434+0,00168}=0,443$$

$$FD_{cf}=FD_{vs}=\frac{0,000434}{0,00168+0,000434+0,00168}=0,114$$

Nudos f y s:

$$FD_{fg}=FD_{fe}=FD_{sr}=FD_{st}=\frac{0,00168}{2*0,00168+2*0,000434}=0,397$$

$$FD_{fc}=FD_{fk}=FD_{sn}=FD_{sv}=\frac{0,000434}{2*0,00168+2*0,000434}=0,103$$

Nudos k y n:

$$FD_{kn}=FD_{nk}=\frac{0,000651}{0,00168+0,000434+0,00168+0,000651}=0,146$$

$$FD_{kf}=FD_{ns}=\frac{0,000434}{0,000434+0,00168*2+0,000651}=0,10$$

$$FD_{kj}=FD_{kl}=FD_{no}=FD_{nm}=\frac{0,00168}{2*0,00168+0,000434+0,000651}=0,377$$

Nudos d y u:

$$FD_{dc}=FD_{uv}=\frac{0,00168}{0,00168+0,000434}=0,795$$

$$FD_{de}=FD_{ut}=\frac{0,000434}{0,00168+0,000434}=0,205$$

Nudos e y t:

$$FD_{ed}=FD_{el}=FD_{tm}=FD_{tu}=\frac{0,000434}{0,00168+2*0,000434}=0,170$$

$$FD_{ef}=FD_{ts}=\frac{0,00168}{0,00168+2*0,000434}=0,660$$

Nudos l y m:

$$FD_{lm}=FD_{ml}=\frac{0,000651}{0,00168+0,000434+0,000651}=0,235$$

$$FD_{le}=FD_{mt}=\frac{0,000434}{0,00168+0,000434+0,000651}=0,157$$

$$FD_{lk}=FD_{mn}=\frac{0,00168}{0,00168+0,000434+0,000651}=0,608$$

Cálculos de los momentos de empotramiento:

Segundo nivel y tercer nivel (carga muerta):

$$ME_{bg}=ME_{gj}=ME_{or}=ME_{rw}=ME_{cf}=ME_{fk}=ME_{ns}=ME_{sv}=\frac{-2\ 428*6^2}{12}$$

$$=-7\,284 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$ME_{gb}=ME_{jg}=ME_{ro}=ME_{wr}=ME_{fc}=ME_{kf}=ME_{sn}=ME_{vs}$$

$$=7\,284 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$ME_{jo}=ME_{kn}=\frac{-1\,164\cdot 4^2}{12}=-1\,552 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$ME_{oj}=ME_{nk}=1\,552 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Azotea (carga muerta):

$$ME_{de}=ME_{el}=ME_{mt}=ME_{mu}=\frac{-1\,908\cdot 6^2}{12}=-5\,724 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$ME_{ed}=ME_{le}=ME_{tm}=ME_{um}=5\,724 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$ME_{im}=\frac{-8\,36\cdot 4^2}{12}=-1\,115 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$ME_{ml}=1\,115 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Segundo nivel (carga viva):

$$ME_{bg}=ME_{gj}=ME_{or}=ME_{rw}=\frac{-1\,500\cdot 6^2}{12}=-4\,500 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$ME_{gb}=ME_{jg}=ME_{ro}=ME_{wr}=4\,500 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$ME_{jo}=\frac{-500\cdot 4^2}{12}=-667 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$ME_{oj}=667 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Tercer nivel (carga viva):

$$ME_{cf}=ME_{fk}=ME_{ns}=ME_{sv}=\frac{-1\,200\cdot 6^2}{12}=-3\,600 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$ME_{fc}=ME_{kf}=ME_{sn}=ME_{vs}=3\,600 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$ME_{kn} = \frac{-400 \cdot 4^2}{12} = -533 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$ME_{nk} = 533 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Azotea (carga viva):

$$ME_{de} = ME_{el} = ME_{mt} = ME_{mu} = \frac{-450 \cdot 6^2}{12} = -1\,350 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$ME_{ed} = ME_{le} = ME_{tm} = ME_{um} = 1\,350 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$ME_{im} = \frac{-150 \cdot 4^2}{12} = -200 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$ME_{mi} = 200 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Solo se hará el cálculo de la primera iteración y luego se colocara una tabla de cómo queda el resultado final con todos los datos. Se procede con la sumatoria de momentos en cada nudo de CM y CV

$$M1 + M2 + M3 + M4 = \sum M_{\text{nudo}}$$

Luego se multiplica el momento sumado por menos uno y luego por el factor de distribución correspondiente a cada tramo mostrando los valores en la siguiente tabla.

$$M1 = (-1) \cdot \sum M_{\text{nudo}} \cdot fd1$$

$$M2 = (-1) \cdot \sum M_{\text{nudo}} \cdot fd2$$

$$M3 = (-1) \cdot \sum M_{\text{nudo}} \cdot fd3$$

$$M4 = (-1) \cdot \sum M_{\text{nudo}} \cdot fd4$$

Tabla X. **Momento final en nudos por el método de Cross**

sumatoria momentos para el marco del eje b					
nudo	M1	M2	M3	M4	ΣMnudo
	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m
d	0	-7 074			-7 074
e	7 074	0	-7 074		0
l	7 074	0	-1 315		5 759
m	1 315	0	-7 074		-5 759
t	7 074	0	-7 074		0
u	7 074	0			7 074
c	0	0	-10 884		-10 884
f	10 884	0	0	-10 884	0
k	10 884	0	0	-2 085	8 799
n	2 085	0	0	-10 884	-8 799
s	10 884	0	0	-10 884	0
v	10 884	0	0		10 884
b	0	0	-13 698		-13 698
g	13 698	0	0	-13 698	0
j	13 698	0	0	-5 156	8 542
o	5 156	0	0	-13 698	-8 542
r	13 698	0	0	-13 698	0
w	13 698	0	0		13 698

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Momentos finales por el factor de distribución**

cálculo de momentos, primer ciclo metodo de Cross									
nudo	ΣMnudo	fd1	fd2	fd3	fd4	M1	M2	M3	M4
	kg*m					kg*m	kg*m	kg*m	kg*m
d	-7 074	0,80	0,21			5 624	1 450		
e	0	0,17	0,66	0,17		0	0	0	
l	5 759	0,16	0,61	0,24		-904	-3 501	-1 353	
m	-5 759	0,24	0,61	0,16		1 353	3 501	904	
t	0	0,17	0,66	0,17		0	0	0	
u	7 074	0,21	0,80			-1 450	-5 624		
c	-10 884	0,44	0,44	0,11		4 822	4 822	1 241	
f	0	0,10	0,40	0,40	0,10	0	0	0	0
k	8 799	0,10	0,38	0,38	0,15	-880	-3 317	-3 317	-1 285
n	-8 799	0,15	0,38	0,38	0,10	1 285	3 317	3 317	880
s	0	0,10	0,40	0,40	0,10	0	0	0	0
v	10 884	0,11	0,44	0,44		-1 241	-4 822	-4 822	
b	-13 698	0,51	0,36	0,13		6 917	4 986	1 794	
g	0	0,12	0,32	0,45	0,12	0	0	0	0
j	8 542	0,11	0,30	0,42	0,16	-931	-2 597	-3 613	-1 401
o	-8 542	0,16	0,30	0,42	0,11	1 401	2 597	3 613	931
r	0	0,12	0,32	0,45	0,12	0	0	0	0
w	13 698	0,13	0,36	0,51		-1 794	-4 986	-6 917	

Fuente: elaboración propia.

El siguiente paso es multiplicar el momento encontrado por 0,5 y se desplaza hacia el nudo que está conectado cada momento quedando de la forma siguiente.

Ejemplo para el nudo ef:

Momento que viene del nudo d:

$$m1=1\ 450,17*0,5=725,09\ \text{kg*m}$$

Momento que viene del nudo f:

$$m2=0*0,5=0\ \text{kg*m}$$

Momento que viene del nudo l:

$$m3=-904,16*0,5=-452,08\ \text{kg*m}$$

El mismo procedimiento se hizo para todos los nudos quedando los momentos que se muestran en la (Tabla XII).

Se muestra una tabla donde se hicieron 3 iteraciones para las cargas muertas y viva dejando como resultado los momentos finales para las cargas axiales con el método de *Cross*, (ver anexos).

Luego de mostrar los resultados para el análisis de las cargas axiales se hizo un análisis de carga sísmica para cada nivel y como son tres niveles se hicieron tres análisis, a continuación se muestra una tabla donde esta los momentos finales para los tres análisis de cargas sísmicas.

Tabla XII. **Calculo de momentos finales para primer ciclo**

primer ciclo momentos desplazados, metodo de Cross					
nudo		m1	m2	m3	m4
		kg*m	kg*m	kg*m	kg*m
d	0,50	2 411	0		
e	0,50	725	0	-452	
l	0,50	0	-1 659	677	
m	0,50	-677	1 659	0	
t	0,50	452	0	-725	
u	0,50	0	-2 411		
c	0,50	3 459	2 812	0	
f	0,50	620	0	0	-440
k	0,50	0	-1 751	-1 807	642
n	0,50	-642	1 751	1 807	0
s	0,50	440	0	0	-620
v	0,50	0	-2 812	-3 459	
b	0,50	2 411	0	0	
g	0,50	897	0	0	-466
j	0,50	0	0	-1 659	700
o	0,50	-700	0	1 659	0
r	0,50	466	0	0	-897
w	0,50	0	0	-2 411	

Fuente: elaboración propia.

Cn1: carga sísmica en el primer nivel o planta baja

Cn2: carga sísmica en el segundo nivel

Cn3: carga sísmica en el tercer nivel

(ver anexos).

Luego de mostrados los momentos finales para cada columna ya que cada columna tiene 2 momentos, uno en cada extremo para cada nivel, a continuación se sumaran los momentos Cni de cada extremo de la columna y luego se divide entre la altura correspondiente a cada nivel para encontrar la

fuerza por nivel, ya que esta es necesaria para poder encontrar las ecuaciones correspondientes.

Para carga sísmica en el tercer nivel:

$$F_1 = \frac{-73\,079 - 89\,101}{4,3} * (-1) = 37\,716 \text{ kg}$$

$$F_2 = \frac{13\,561 + 39\,675}{3,1} * (-1) = -17\,173 \text{ kg}$$

$$F_3 = \frac{-7\,275 - 1\,733}{3,1} * (-1) = 2\,906 \text{ kg}$$

Para carga sísmica en el segundo nivel:

$$F'_1 = \frac{14\,564 + 7\,094}{4,3} * (-1) = -5\,037 \text{ kg}$$

$$F'_2 = \frac{-29\,885 - 30\,345}{3,1} * (-1) = 19\,429 \text{ kg}$$

$$F'_3 = \frac{3\,978 + 15\,994}{3,1} * (-1) = -6\,443 \text{ kg}$$

Para carga sísmica en el primer nivel:

$$F''_1 = \frac{-741 - 1\,222}{4,3} * (-1) = 457 \text{ kg}$$

$$F''_2 = \frac{2\,591 + 8\,108}{3,1} * (-1) = -3\,451 \text{ kg}$$

$$F''_3 = \frac{-15\,020 - 11\,674}{3,1} * (-1) = 8\,611 \text{ kg}$$

Luego de encontrar todas las variables se procede a plantear las tres ecuaciones con 3 variables para luego encontrar el valor de cada variable:

$$20\ 457=457x_1-3\ 451x_2+8\ 611x_3$$

$$17\ 735=-5\ 037x_1+1\ 9429x_2-6\ 443x_3$$

$$10\ 567=37\ 716x_1-1\ 7173x_2+2\ 906x_3$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones queda de la siguiente forma los valores:

$$X_1 = 0,1$$

$$X_2 = 1,17$$

$$X_3 = 0,71$$

Quedando la ecuación para momentos finales con ladeo y sin ladeo:

$$M_{sl} + M_{cl1}x_1 + M_{cl2}x_2 + M_{cl3}x_3 = 0$$

$$M_{sl} + 0,1M_{cl1} + 1,17M_{cl2} + 0,71M_{cl3} = 0$$

Valuando para las vigas que retienen el segundo nivel:

Tabla XIII. Resumen de análisis de momentos método de Cross

análisis de momentos para el segundo nivel										
solo para vigas aplicando cargas $M(-) = M_{viva} + M_{muerta} + M_{sismo}$										
ladeo	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m
no	-12 078	14 462	-14 179	12 796	-5 818	5 818	-12 796	14 179	-14 462	12 078
nivel 1	2 457	2 984	3 370	3 233	4 658	4 658	3 233	3 370	2 984	2 457
nivel 2	1 100	1 349	1 543	1 495	2 174	2 174	1 495	1 543	1 349	1 100
nivel 3	-105	-125	-139	-130	-185	-185	-130	-139	-125	-105
Mfin	10 620	16 250	12 136	14 776	2 940	8 696	10 815	16 223	12 675	13 536

Fuente: elaboración propia.

2.1.5.6. Análisis de resultados usando el *software* SAP 2000

Para el análisis de marcos con el *software* de sap2000 se menciona solamente el procedimiento para insertar los datos y luego analizarlos.

- Primero se define las unidades con que se trabajara, en este caso se eligió las unidades de: kilogramos fuerza, metros y grados centígrados.
- Se elige la opción (*new model*) para definir el modelo de estructura analizar en este caso elegimos (*2D frames*) entonces aparece una ventana donde se define las dimensiones del marco a analizar, estas son número de pisos(*number of stories*), altura de piso(*story height*), número de luces entre columnas(*number of bays*), distancia de las luces(*bay width*), luego de definir un marco estándar, puesto que el marco a analizar tiene distintos tamaños de piso y luces, se elige la opción para cambiar algunas dimensiones específicas llamada, (*edit grid*).
- Definición de las secciones: en el menú principal se elige la opción (*define*), luego la opción (*frame section*), luego la opción (*choose property type to add*), luego se elige (*add rectangular*), luego la opción (*add new property*), en nuestro caso solo se define las columnas y vigas de concreto, por eso en esta ventana que aparece se elige tipo de material concreto, luego dependiendo de si es viga o columna, se elige la opción (*concrete reinforcement*), donde se define si es viga o columna.
- Definir las cargas: en el menú principal se elige la opción (*define*), luego la opción (*load cases*), luego se insertan las cargas a utilizar que en nuestro caso son, muerta, viva, sísmica, de la forma siguiente, primero en (*load*

name), es donde se define el nombre de la carga, luego en (*type*) se elige la opción (*other*), luego (*self weight multiplier*) se inserta el número 1 y listo.

- Definir la combinación de cargas: de nuevo se elige la opción (*define*), luego la opción (*combination*), luego la opción (*add new combo*), en la opción (*case name*) entonces aparecen todas las cargas que se crearon anteriormente entonces se agregan todas las que se desean, en esta opción también se le puede agregar el factor para mayorar las cargas con (*scale factor*), quedando una combinación de cargas definida.
- Para asignar las cargas: primero se selecciona las barras o nudos donde se asignara las cargas, sísmicas, muerta, viva, con el cursor y luego se utiliza la opción localizada en el menú principal, asignar(*assign*), luego la opción *Frame/Cable/Tendon Loads* y dependiendo del tipo de cargas en este caso pueden ser distribuidas o puntuales (*distributed or point*), entonces aparece una ventana donde primero se define el tipo de carga a analizar (*load case name*), después la dirección en que se desean asignar las cargas esta dirección puede ser (x,y,z), por último se agrega la magnitud de la carga y listo.
- Asignar las secciones: empezamos seleccionando la sección a asignar con el cursor, luego seleccionamos la opción del menú principal (*assign*), luego la opción *frame/cable/tendon* y luego la opción (*frame section*), en esta aparece una ventana donde están todas las secciones existentes y las creadas por el usuario, en este caso seleccionamos las creadas por el usuario.

- Asignar tipo de juntas: en la parte inferior de la estructura aparece el tipo de junta asignada que el programa define como articuladas, pero nosotros necesitamos tipo de junta empotrada por eso seleccionamos con el cursor las juntas y luego en el menú principal seleccionamos la opción (*define*), luego seleccionamos la opción (*joint*) y seleccionamos la opción para empotrado.
- En la opción (*analyze*), primero se elige la opción (*set analysis option*), en esta aparece una ventana donde menciona los tipos de estructura analizar en este caso la nuestra es un marco por lo tanto elegimos la opción (*plane frame*).
- De nuevo en la opción (*analyze*) seleccionamos la opción (*set analysis cases to run*), donde seleccionamos todas las cargas que se incluyan en el análisis y bloqueamos las que no queremos, entonces se selecciona la opción (*run now*), donde solicitara un nombre del archivo de salida del análisis.
- Después de correr el programa, en el menú principal hay una opción llamada (*display*) donde aparece todas las opciones a desplegar en el programa, en estas opciones están incluidas, las cargas de acción y de reacción, diagramas de corte y momento, máximos de cargas, puntos de inflexión, donde se selecciona la que se desee para observar el comportamiento de la estructura.

2.1.5.7. Comparación de resultados entre los métodos

Para la comparación entre los métodos se utilizo de referencia el segundo nivel del marco b, y solo se examinaron los momentos negativos, en la tabla siguiente se muestra los resultados de la comparación para los tres métodos utilizados para el análisis estructural.

Tabla XIV. Comparación de momentos entre los métodos

COMPARACIÓN DE MOMENTOS NEGATIVOS ENTRE LOS TRES MÉTODOS										
ANÁLISIS SOLO PARA EL SEGUNDO NIVEL Y MARCO EJE B										
COMBINACIÓN DE CARGAS SIN MAYORAR M(-) = Mmuerta + Mviva + Msismo										
metodo	b-g	g-b	g-j	j-g	j-o	o-j	o-r	r-o	r-w	w-r
	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m
PORTAL	21 848	31 040	26 840	26 840	18 369	18 369	26 840	26 840	31 040	21 848
Cross	10 620	16 250	12 136	14 776	2 940	8 696	10 815	16 223	12 675	13 536
SAP2000	427	26 817	4 076	24 020	10 357	19 009	3 043	25 507	3 732	25 029

Fuente: elaboración propia.

Como se pudo notar el que tiene mayor magnitud en los momentos para todos los tramos, es el método del portal, por lo tanto se procede a hacer los cálculos y plantear los diagramas de corte y momento con sus respectivos envolventes para el método del portal.

2.1.5.8. Momentos últimos por envolventes

La combinación de las cargas, muerta, viva y de sismo mayoradas con su respectivo factor es a lo que se le llama envolventes de momentos para esto se muestran las combinaciones específicas planteadas en el ACI apéndice C (c-2).

Para momentos últimos negativos en vigas y columnas:

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

Momentos últimos positivos en vigas:

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

Para el análisis de las envolventes se utilizará de nuevo el marco eje b y para el cálculo solo se hace para una viga, luego se muestra en una tabla todos los cálculos.

$$M1_{(izq)bg}=0,75(1,4*3\ 365+1,7*2\ 079+1,87*16\ 404)=29\ 191\ \text{kg*m}$$

$$M2_{(izq)bg}=0,75(1,4*3\ 365+1,7*2\ 079-1,87*16\ 404)=-16\ 822\ \text{kg*m}$$

$$M1_{(der)bg}=0,75(1,4*9\ 047+1,7*5\ 589+1,87*16\ 404)=39\ 632\ \text{kg*m}$$

$$M2_{(der)bg}=0,75(1,4*9\ 047+1,7*5\ 589-1,87*16\ 404)=-6\ 382\ \text{kg*m}$$

Tabla XV. **Envolventes en vigas**

envolventes para vigas, marco eje b, en (kg*m)										
M1(-)=0,75(1,4Mcm+1,7Mcv+1,87Mcs)										
M2(-)=0,75(1,4Mcm+1,7Mcv-1,87Mcs)										
viga	Mcm		Mcv		Mcs		M1(-)		M2(-)	
	izq	der	izq	der	izq	der	izq	der	izq	der
b-g	3 365	9 047	2 079	5 589	16 404	16 404	29 191	39 632	-16 822	-6 382
g-j	3 365	9 047	1 663	4 471	16 404	16 404	28 661	38 206	-17 353	-7 807
j-o	2 644	7 109	624	1 677	16 404	16 404	26 579	32 609	-19 435	-13 404
c-f	6 451	6 451	3 985	3 985	9 090	9 090	24 603	24 603	-894	-894
f-k	6 451	6 451	3 188	3 188	9 090	9 090	23 587	23 587	-1 911	-1 911
k-n	5 069	5 069	1 196	1 196	9 090	9 090	19 596	19 596	-5 902	-5 902
d-e	1 374	1 374	590	590	3 171	3 171	6 643	6 643	-2 251	-2 251
e-l	1 374	1 374	472	472	3 171	3 171	6 493	6 493	-2 402	-2 402
l-m	987	987	177	177	3 171	3 171	5 710	5 710	-3 185	-3 185

Fuente: elaboración propia.

Cálculo para las envolventes de columnas, solo se hace el cálculo para la primera columna y luego se muestra todos los resultados de las columnas del marco del eje b.

$$M1_{(bajo)ab} = 0,75(1,4 \cdot 3\,365 + 1,7 \cdot 2\,079 + 1,87 \cdot 10\,483) = 20\,887 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M2_{(bajo)ab} = 0,75(1,4 \cdot 3\,365 + 1,7 \cdot 2\,079 - 1,87 \cdot 10\,483) = -8\,518 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M1_{(alto)ab} = 0,75(1,4 \cdot 3\,365 + 1,7 \cdot 2\,079 + 1,87 \cdot 10\,483) = 20\,887 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M2_{(alto)ab} = 0,75(1,4 \cdot 3\,365 + 1,7 \cdot 2\,079 - 1,87 \cdot 10\,483) = -8\,518 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Tabla XVI. **Envolventes en columnas**

envolventes para columnas, marco eje b, en (kg*m)										
M1(-)=0,75(1,4Mcm+1,7Mcv+1,87Mcs)										
M2(-)=0,75(1,4Mcm+1,7Mcv-1,87Mcs)										
col	Mcm		Mcv		Mcs		M1(-)		M2(-)	
	bajo	alto	bajo	alto	bajo	alto	bajo	alto	bajo	alto
a-b	3 365	3 365	2 079	2 079	10 483	10 483	20 887	20 886	-8 518	-8 518
b-c	3 365	3 365	2 079	1 663	5 919	5 919	14 486	13 955	-2 117	-2 648
c-d	3 365	2 644	1 663	624	3 171	3 171	10 101	8 019	1 206	-876
h-g	2 596	2 596	1 604	1 604	20 967	20 967	34 177	34 177	-24 635	-24 635
g-f	2 596	2 596	1 604	1 283	11 839	11 839	21 375	20 966	-11 833	-12 243
f-e	2 596	2 040	1 283	481	6 342	6 342	13 256	11 650	-4 533	-6 139
i-j	5 076	5 076	3 395	3 395	20 967	20 967	39 065	39 065	-19 748	-19 748
j-k	5 076	5 076	3 395	2 716	11 839	11 839	26 263	25 397	-6 946	-7 811
k-l	5 076	4 082	2 716	1 018	6 342	6 342	17 687	14 479	-102	-3 311

Fuente: elaboración propia.

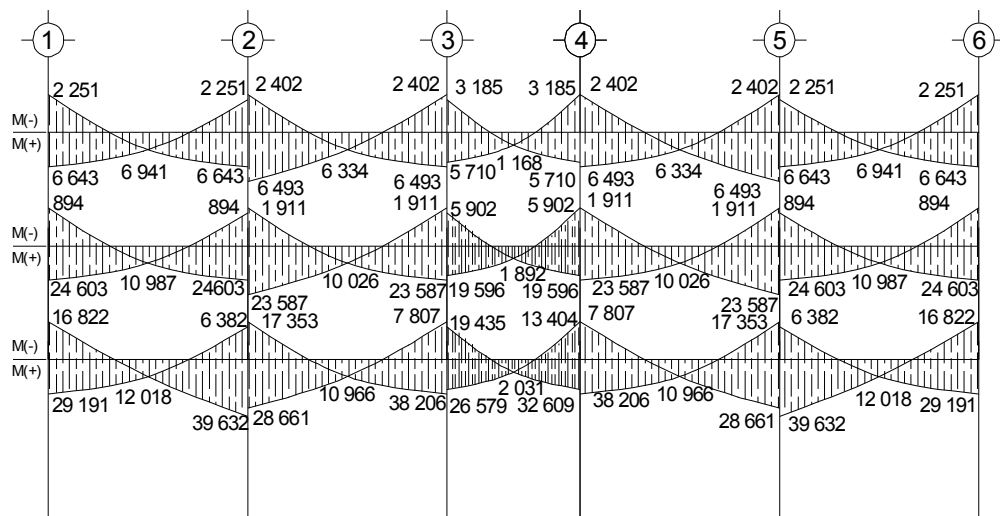
Cálculo de envolventes positivos para vigas del marco eje b:

Tabla XVII. **Envolventes positivos para vigas**

marco eje b, en (kg*m)			
M(+)=1,4Mcm+1,7Mcv			
viga	Mcm	Mcv	M(+)
	Kg*m	Kg*m	Kg*m
b-g	4 905	3 030	12 018
g-j	4 475	2 765	10 966
j-o	954	410	2 031
d-f	4 905	2 424	10 987
f-k	4 475	2 212	10 026
k-n	954	328	1 892
d-e	3 854	909	6 941
e-l	3 517	829	6 334
l-m	685	123	1 168

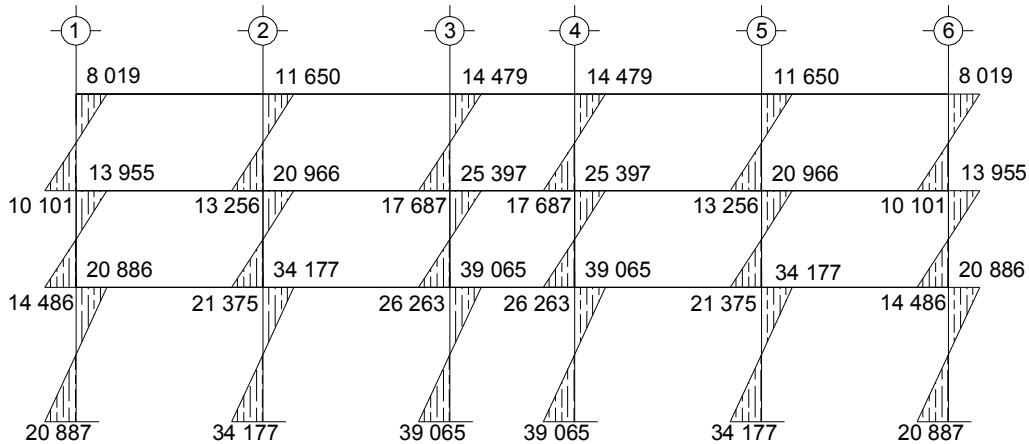
Fuente: elaboración propia.

Figura 42. **Diagrama de envolventes para vigas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 43. Diagrama de momentos finales para columnas



Fuente: elaboración propia.

2.1.5.9. Diagramas de corte en marcos rígidos

Para encontrar el corte último en las vigas se utilizó la fórmula siguiente:

$$V_u = 0,75 \left(\frac{1,4 \cdot C_m \cdot L}{2} + \frac{1,7 \cdot C_v \cdot L}{2} + \frac{1,87 \cdot \sum M(-)}{L} \right)$$

C_m = carga muerta distribuida en (kg/m)

C_v = carga viva distribuida en (kg/m)

$M(-)$ = momentos de izquierda y derecha de cada viga

V_u = corte último en vigas

Cálculo de corte último para segundo nivel del marco eje b:

$$Vu(bg)=0,75\left(\frac{1,4*2\,428*6}{2}+\frac{1,7*1\,500*6}{2}+\frac{1,87*(16\,404+16\,404)}{6}\right)$$

$$Vu(bg)=Vu(gj)=17\,487\text{ kg}$$

$$Vu(jo)=0,75\left(\frac{1,4*2\,428*6}{2}+\frac{1,7*1\,500*6}{2}+\frac{1,87*(16\,404+16\,404)}{6}\right)$$

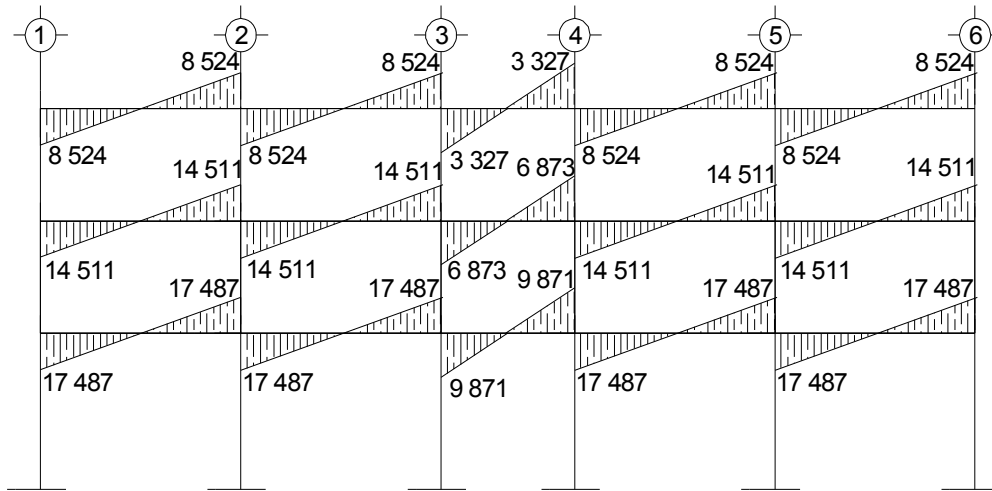
$$Vu(jo)=9\,871\text{ kg}$$

Tabla XVIII. **Cortes últimos en vigas**

cortes últimos para vigas, marco eje b						
cálculo solo la mitad por simetría de marco						
viga	L	Cm	Cv	M(izq)	M(der)	Vu
	m	kg/m	kg/m	kg*m	kg*m	kg
segundo nivel						
b-g	6	2 428	1 500	16 404	16 404	17 487
g-j	6	2 428	1 500	16 404	16 404	17 487
j-o	4	1 164	500	16 404	16 404	9 871
tercer nivel						
c-f	6	2 428	1 200	9 090	9 090	14 511
f-k	6	2 428	1 200	9 090	9 090	14 511
k-n	4	1 164	400	9 090	9 090	6 873
asotea						
d-e	6	1 908	450	3 171	3 171	8 524
e-l	6	1 908	450	3 171	3 171	8 524
l-m	4	836	150	3 171	3 171	3 327

Fuente: elaboración propia.

Figura 44. Gráfico de cortes últimos para vigas



Fuente: elaboración propia.

Para encontrar el corte último en las columnas se utilizó la fórmula siguiente:

$$V_c = \frac{\sum M(-)}{L_c}$$

M(-) = momentos finales de abajo y de arriba de la columna

Lc = longitud de columna

Cálculos para eje 1:

$$V_{ab} = \frac{20\,887 + 20\,886}{4,3} = 9\,715 \text{ kg}$$

$$V_{ab} = \frac{14\,486 + 13\,955}{3,1} = 9\,174 \text{ kg}$$

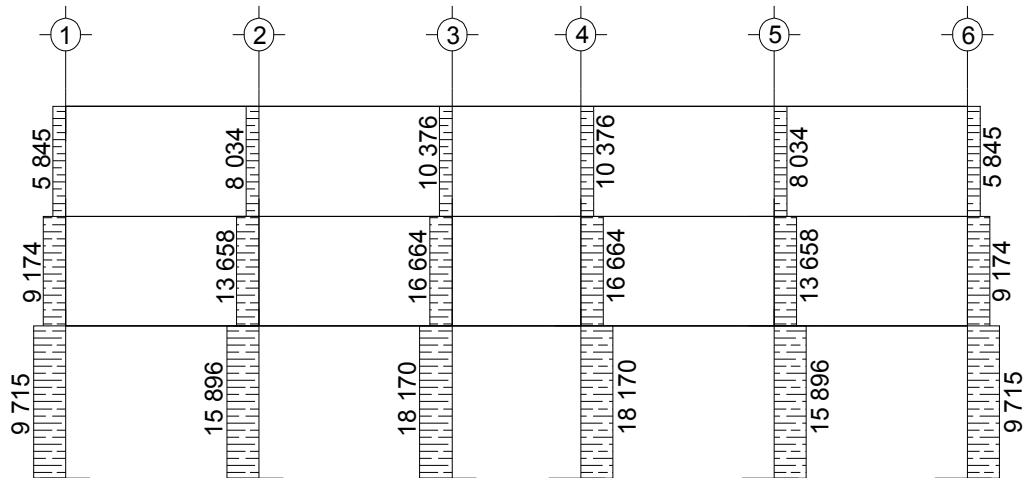
$$V_{ab} = \frac{10\,101 + 8\,019}{3,1} = 5\,845 \text{ kg}$$

Tabla XIX. **Cálculo de corte último en columnas**

marco eje b, corte columnas				
col	L	Mu		Vc
	m	kg-m	kg-m	kg
eje 1				
a-b	4,3	20 887	20 886	9 715
b-c	3,1	14 486	13 955	9 174
c-d	3,1	10 101	8 019	5 845
eje 2				
h-g	4,3	34 177	34 177	15 896
g-f	3,1	21 375	20 966	13 658
f-e	3,1	13 256	11 650	8 034
eje 3				
i-j	4,3	39 065	39 065	18 170
j-k	3,1	26 263	25 397	16 664
k-l	3,1	17 687	14 479	10 376

Fuente: elaboración propia.

Figura 45. **Gráfico cortes últimos en columnas**



Fuente: elaboración propia.

2.1.6. Diseño estructural

El diseño estructural consiste en determinar las dimensiones adecuadas y cantidad de acero de los elementos a diseñar entre estos están: losa, viga, columna, cimiento, gradas.

2.1.6.1. Diseño de losas

Para el diseño de losas se utilizó el método 3 del ACI, existe una clasificación de acuerdo con el espesor de la losa el cual es:

- $t < 9 \text{ cm}$ se diseña como cascarones
- $9 < t < 15 \text{ cm}$ se diseña como losa plana
- $15 < t \text{ cm}$ se diseña como losa nervada

En este caso $t = 14 \text{ cm}$ entonces se diseña como losa plana. Este diseño se hará para las losas de la planta baja y puesto que en el segundo nivel varía por un poco las cargas se asignarán el mismo armado de la planta baja para el segundo nivel:

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

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

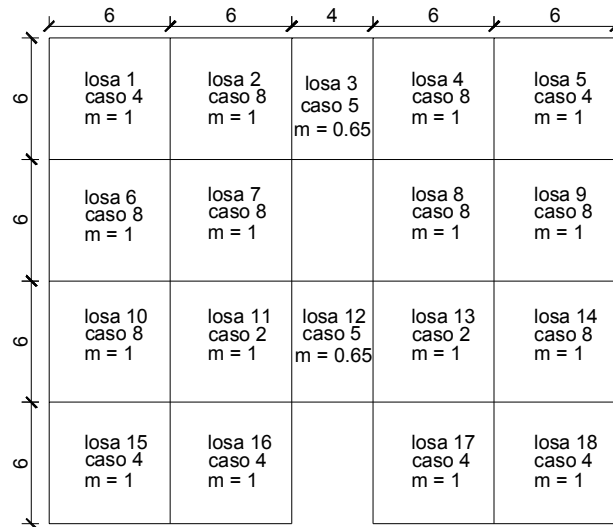
Con la relación $m = a/b$

a = lado corto de la losa

b = lado largo de la losa

Se determina m y el caso de losa que es de acuerdo a las condiciones que se dan. En la figura siguiente se muestran las losas analizadas, los casos y las relaciones de metros.

Figura 46. **Planta de distribución de losas**



Fuente: elaboración propia.

Para determinar el peso total mayorado se busca primero el peso propio de la losa, los acabados y la carga viva:

$$W_{\text{losa}} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,14 \text{ m} = 336 \text{ kg/m}^2$$

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

$$W_m = 200 + 336 = 536 \text{ kg/m}^2 \text{ (carga muerta total)}$$

$$W_v = 500 \text{ kg/m}^2 \text{ (carga viva)}$$

$$W_{\text{total}} = 1,4 * W_m + 1,7 * W_v = 750 + 850 = 1600 \text{ kg/m}^2$$

Considerando que la losa tenga una franja de vigas de 1 m:

$$W_{\text{total}} = 1600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1 \text{ m} = 1600 \text{ kg/m}$$

Para el cálculo de los momentos negativos y positivos actuantes se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$M_{a(-)} = C_a * W_{total} * l_a^2$$

$$M_{b(-)} = C_b * W_{total} * l_b^2$$

$$M_{a(+)} = C_a * 1,4 * W_m * l_a^2 + C_a * 1,7 * W_v * l_a^2$$

$$M_{b(+)} = C_b * 1,4 * W_m * l_b^2 + C_b * 1,7 * W_v * l_b^2$$

Donde:

$M_{a(-)}$ = Momento actuante en la dirección a

$M_{b(-)}$ = Momento actuante en la dirección b

$C_{a,b}$ = Coeficientes de momentos, método 3 ACI

W_{total} = Carga última

$l_{a,b}$ = Longitud de la losa en el sentido analizado

A continuación se muestra una tabla de los coeficientes de momentos negativos y positivos encontrados para los casos de losa determinados.

Tabla XX. **Casos y coeficientes respectivos de losa**

casos y coeficientes de losa									
caso	b	a	m	Cm + Cv		Cm		Cv	
	m	m		Ca(-)	Cb(-)	Ca(+)	Cb(+)	Ca(+)	Cb(+)
2	6	6	1	0,05	0,05	0,02	0,02	0,03	0,03
4	6	6	1	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03
5	6	4	0,67	0,09	0	0,04	0	0,06	0,01
8	6	6	1	0,03	0,06	0,02	0,02	0,03	0,03

Fuente: elaboración propia.

Un ejemplo de cálculo de momentos en una losa para el caso número 2, luego se muestra una tabla de los casos de losas analizados.

$$M_{a(-)}=0,045*1\ 600*6^2=2\ 592\ \text{kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{b(-)}=0,045*1\ 600*6^2=2\ 592\ \text{kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{a(+)}=0,018*750*6^2+0,027*850*6^2=1\ 312\ \text{kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{b(+)}=0,018*750*6^2+0,027*850*6^2=1\ 312\ \text{kg}\cdot\text{m}$$

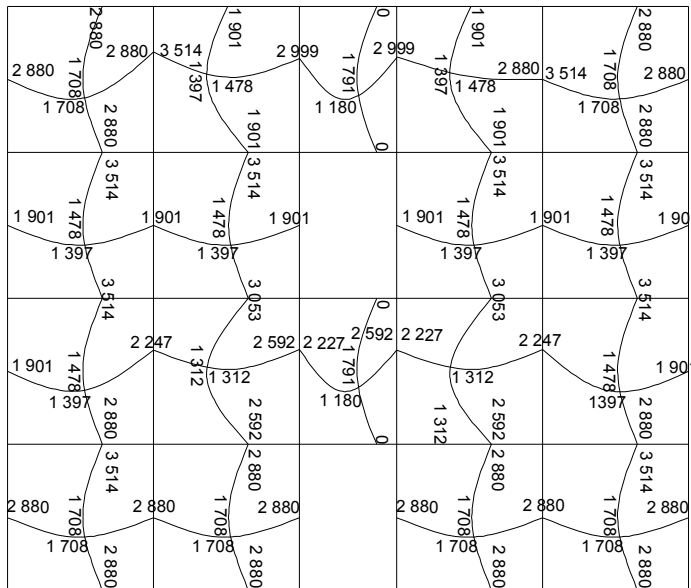
Tabla XXI. **Resumen de cargas y momentos de losas**

cargas y momentos de los casos de losas									
caso	b	a	m	Wv	Wm	Ma(-)	Mb(-)	Ma(+)	Mb(+)
	mt	mt		kg/m	kg/m	kg-m	kg-m	kg-m	kg-m
2	6	6	1	850	750	2 592	2 592	1 312	1 312
4	6	6	1	850	750	2 880	2 880	1 708	1 708
5	6	4	0,67	850	750	2 227	0	1 180	1 791
8	6	6	1	850	750	1 901	3 514	1 397	1 478

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan los momentos distribuidos en las losas de la planta baja.

Figura 47. **Gráfico momentos distribuidos para losas**



Fuente: elaboración propia.

Balance de momentos: cuando hay varias losas, estas comparten algunos lados quedando así momentos no iguales entre sí. Por lo tanto estos deben balancearse de la forma siguiente:

Si $0,8 \cdot M_{\text{mayor}} \leq M_{\text{menor}}$, entonces $M_{\text{Balanceado}} = \frac{M_{\text{mayor}} + M_{\text{menor}}}{2}$

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

Cálculo de momentos balanceados para losas ($0,8 \cdot M_{\text{mayor}} \leq M_{\text{menor}}$):

losas (1-2),(4-5),(10-15) y (14-18)

$$M_{\text{Balanceado}} = \frac{3514 + 2880}{2} = 3197 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Losas (11-16) y (13-17):

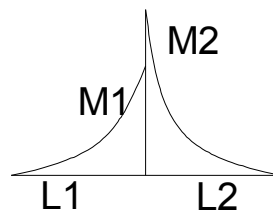
$$M_{\text{Balanceado}} = \frac{2\,592 + 2\,880}{2} = 2\,736 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Losas (11-12) y (12-13):

$$M_{\text{Balanceado}} = \frac{2\,592 + 2\,227}{2} = 2\,410 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Cálculo de momentos balanceados para losas $0,8 \cdot M_{\text{mayor}} > M_{\text{menor}}$ cuando es de esta forma se hace con el procedimiento siguiente:

Figura 48. **Balance de momentos**



Fuente: elaboración propia.

M_1 = Momento menor

M_2 = Momento mayor

L_1 = Longitud de losa en M1

L_2 = Longitud de losa en M2

$K_1 = \frac{1}{L_1}$ = rigidez para M1

$K_2 = \frac{1}{L_2}$ = rigidez para M2

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} = \text{Factor de r\u00edgidez para } M_1$$

$$D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2} = \text{Factor de r\u00edgidez para } M_2$$

Se muestra el procedimiento para el c\u00e1lculo para un balance de momentos y luego se muestra una tabla con los momentos balanceados.

Losas (2-7) y (4-8):

$$M_1 = 1\,901 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = 3\,514 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$K_1 = \frac{1}{6} = 0,167$$

$$K_2 = \frac{1}{6} = 0,167$$

$$D_1 = \frac{0,167}{0,167 + 0,167} = 0,5$$

$$D_2 = \frac{0,167}{0,167 + 0,167} = 0,5$$

$$Mr_1 = D_1 \cdot (M_2 - M_1) = 0,5 \cdot (3\,514 - 1\,901) = 807 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$Mr_2 = (-1) \cdot D_2 \cdot (M_2 - M_1) = (-1) \cdot 0,5 \cdot (3\,514 - 1\,901) = -807 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$Mb_1 = M_1 + mr_1 = 1\,901 + 807 = 2\,708 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$Mb_2 = M_2 + mr_2 = 3\,514 - 807 = 2\,708 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

A continuaci\u00f3n se muestran una tabla donde est\u00e1n todos los c\u00e1lculos para estos momentos balanceados.

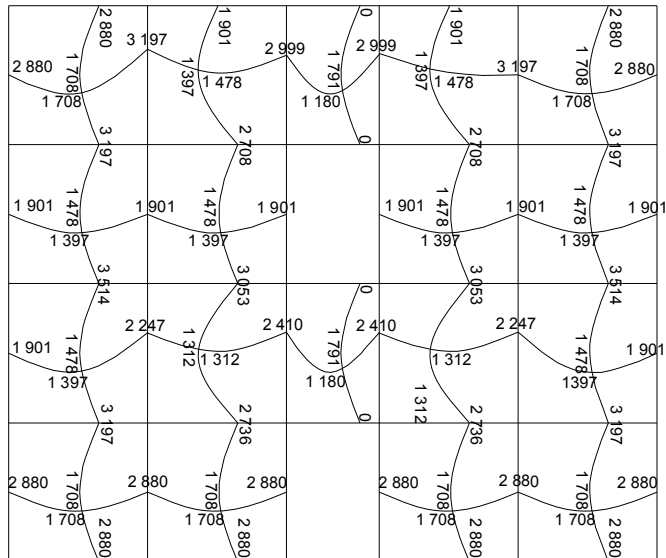
Tabla XXII. **Resumen de momentos balanceados**

momentos balanceados											
M1	M2	L1	L2	K1	K2	D1	D2	Mr1	Mr2	Mb1	Mb2
kg*m	kg*m	m	m					kg*m	kg*m	kg*m	kg*m
1 901	3 514	6	6	0,167	0,167	0,5	0,5	807	-807	2 708	2 708
2 592	3 514	6	6	0,167	0,167	0,5	0,5	461	-461	3 053	3 053
2 227	3 514	4	6	0,250	0,167	0,6	0,4	772	-515	2 999	2 999
1 901	2 592	6	6	0,167	0,167	0,5	0,5	346	-346	2 247	2 247

Fuente: elaboración propia.

Luego se muestra la forma en que quedan los momentos balanceados para las losas de la planta baja.

Figura 49. **Momentos balanceados**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo del área de acero para el refuerzo a flexión:

Asumiendo vigas de base de un metro:

$$h_{\text{losa}} = 14 \text{ cm}$$

$$\text{rec} = 2,0 \text{ cm} \quad (\text{ACI 7.7.1})$$

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

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

$$b_w = 100 \text{ cm}$$

varilla a utilizar=#4

$$\text{diámetro de varilla } \#4 = \phi \#4 = 1,27 \text{ cm}$$

Cálculos para diseño de losa:

$$\text{peralte} = d = h_{\text{losa}} - \text{rec} - \frac{\phi}{2} = 14 - 2 - \frac{1,27}{2} \cong 11,4 \text{ cm}$$

Límites de acero y espaciamiento:

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} = \frac{14,1}{2810} = 0,005 \quad (\text{ACI 10.5.1})$$

$$\rho_b = 0,85\beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left[\frac{6120}{6120 + f_y} \right], \quad (\text{ACI apéndice F})$$

Para concretos menores o iguales a $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ usar $\beta_1 = 0,85$
ACI 10.2.7.3.

$$\rho_b = 0,85 * 0,85 \frac{280}{2810} \left[\frac{6120}{6120 + 2810} \right] = 0,0493$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,5\rho_b, \text{ para zona sísmica}$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,5 * 0,049 = 0,0247$$

Cálculo de límites de acero:

$$A_{s_{\min}} = 40\%(\rho_{\min} * b * d)$$

$$A_{s_{\min}} = 0,4(0,005 * 100 * 11,4) = 2,28 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = \rho_{\max} * b * d$$

$$A_{s_{\max}} = 0,0247 * 100 * 11,4 = 28,04 \text{ cm}^2$$

Límites de espaciamiento:

$$S_{\min} = 25 \text{ mm} \quad (\text{ACI 7.6.1})$$

$$S_{\max} = 450 \text{ mm} \quad (\text{ACI 7.6.5})$$

$$S_{\max} = 3h = 3 * 140 = 420 \text{ mm} \quad (\text{ACI 7.6.5})$$

Ahora se usan los momentos de mayor magnitud localizados en el sistema de losas, para luego determinar el área de acero necesario:

$$M_u(-) = 3\,514 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_u(+) = 1\,791 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$A_{s_{\text{req}}} = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u b}{0,003825 f'_c}} \right] \frac{0,85 f'_c}{f_y}$$

Si $A_{s_{\min}} \leq A_{s_{\text{req}}} \leq A_{s_{\max}}$ entonces usar $A_{s_{\text{req}}}$

Si no, entonces usar $A_{s_{\min}}$ o $A_{s_{\max}}$

$$A_{s_{\text{req}(-)}} = \left[100 * 11,5 - \sqrt{(100 * 11,5)^2 - \frac{3\,514 * 100}{0,003825 * 280}} \right] \frac{0,85 * 280}{2\,810} = 12,33 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{req}(+)}} = \left[100 * 11,5 - \sqrt{(100 * 11,5)^2 - \frac{1\,791 * 100}{0,003825 * 280}} \right] \frac{0,85 * 280}{2\,810} = 6,1 \text{ cm}^2$$

Los cálculos están dentro de los límites de acero por lo tanto se utilizaran, área cama inferior en el centro de la losa se utiliza el acero requerido en el momento positivo ($A_{s_{req(+)}}$):

$$6,1 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1,29 \text{ cm}^2 \longrightarrow s$$

$$S=20 \text{ cm}$$

Ahora para el cálculo de los bastones se utilizan la diferencia de áreas calculadas con los momentos:

$$A_{\text{bastones}} = 12,33 - 6,1 = 6,23 \text{ cm}^2$$

$$6,23 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1,29 \text{ cm}^2 \longrightarrow s$$

$$S \cong 20 \text{ cm}$$

No cumple el espaciamiento por lo que se propone un espaciamiento de menor magnitud en el refuerzo positivo para hacer que el refuerzo negativo cumpla con el área de acero requerida.

Se propone un espaciamiento a $S=15 \text{ cm}$:

$$100 \text{ cm} \longrightarrow 1,29 \text{ cm}^2$$

$$15 \text{ cm} \longrightarrow A_{\text{acero}}$$

$$A_{\text{acero}} = 9,03 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{bastones}} = 12,33 - 9,03 = 3,3 \text{ cm}^2$$

Ahora se busca el nuevo espaciamiento de los bastones con esta área de acero encontrada

3,3 cm² → 100 cm

1,29 cm² → s

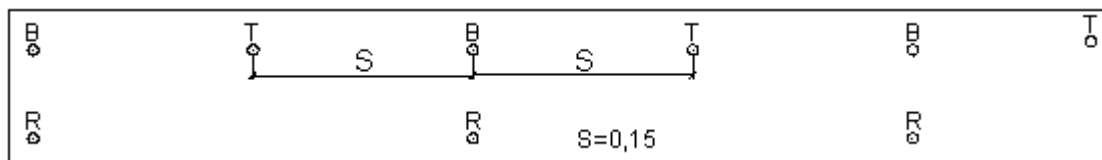
En este caso se pasa por lo que se aproxima para darle mayor facilidad de armado, se aproxima a

B= bastón

T= tensor

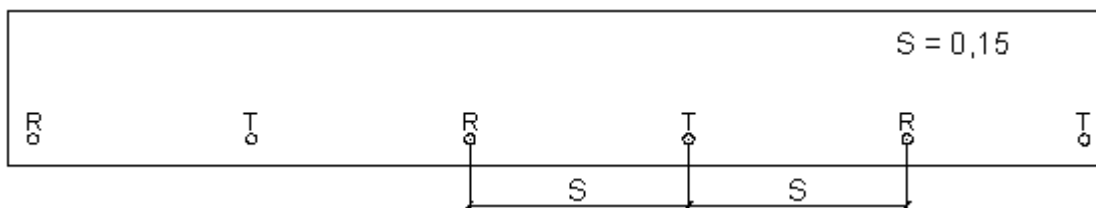
R= riel

Figura 50. **Muestra en un extremo de la losa la colocación del acero**



Fuente: elaboración propia.

Figura 51. **Muestra en el centro de la losa la colocación del acero**



Fuente: elaboración propia.

Se propone entonces el mismo armado para ambos sentidos de la losa y para todas las losas

Sentido X: riel + tensor No. 4 @ 15 cm + bastones No. 4 @ 30 cm

Sentido Y: riel + tensor No. 4 @ 15 cm + bastones No. 4 @ 30 cm

Chequeo por corte:

Se pretende determinar si el espesor de la losa es adecuado, se tomo la losa de mayores dimensiones para determinar si cumple o no.

$$V_{ac} < V_{res}$$

$$V_{ac} = \frac{C_u L_{corto}}{2} \quad V_{res} = 45 h_{losa} \sqrt{f_c}$$

Donde:

V_{ac} = Corte actuante en losas

V_{res} = Corte resistente

C_u = Carga última

L_{corto} = Lado corto de la losa

h_{losa} = Espesor de losa

$$V_{res} = 45 * 14 * \sqrt{280} = 10\,542 \text{ kg}$$

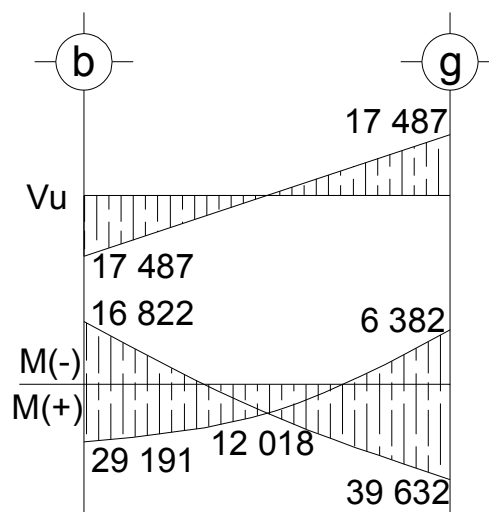
$$V_{ac} = \frac{1\,600 * 6}{2} = 4\,800 \text{ kg}$$

De acuerdo con esto el corte actuante es mucho menor que el corte que resiste la losa por lo tanto el espesor de losa es adecuado.

2.1.6.2. Diseño de vigas

Estas son elementos estructurales sometidos a, compresión, tensión y corte, los datos necesarios para el cálculo de acero de la viga (bg) de la planta baja, se presentan a continuación:

Figura 52. **Envolvente de momentos y cortante final para la viga**



Fuente: elaboración propia.

2.1.6.2.1. Diseño por flexión

Sección de viga = 25*50 cm

Longitud de viga = 5,5 m

Peralte de viga = $d=50-5=45$ cm

Cálculo de límites de acero:

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = \frac{14,1}{2810} * 25 * 45 = 5,77 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * 0,85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left[\frac{6120}{6120 + f_y} \right] * b * d$$

para concretos $\leq f'_c = 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ usar $\beta_1 = 0,85$

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * 0,85 * 0,85 \frac{280}{2810} \left[\frac{6120}{6120 + 2810} \right] * 25 * 46 = 28,37 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero requerido:

$$M_{(-)} = 39\,632 \text{ kg} * \text{m}$$

$$A_{s_{\text{req}}} = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u b}{0,003825 f'_c}} \right] \frac{0,85 f'_c}{f_y}$$

$$A_{s_{\text{req}(-)}} = \left[(25 * 46) - \sqrt{(25 * 46)^2 - \frac{39\,632 * 25}{0,003825 (280)}} \right] \frac{0,85 (280)}{2810} = 44,01 \text{ cm}^2$$

El área de acero requerida sobrepasa el área de acero máxima calculada antes, por lo que se recomienda incrementar la magnitud de la sección de la viga, por criterio la nueva sección será de: 30*60 centímetros.

Entonces se procede a hacer los nuevos cálculos de límites de acero para la viga con la nueva sección propuesta:

Sección nueva de viga = 30*60 cm

Peralte de viga = d = 60 - 5 = 55 cm

Cálculo nuevo de límites de acero:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2810} * 30 * 50 = 8,28 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0,5 * 0,85 * 0,85 * \frac{280}{2810} \left[\frac{6120}{6120 + 2810} \right] * 30 * 55 = 40,71 \text{ cm}^2$$

Para el cálculo de la cama superior se utiliza el momento de mayor magnitud de la parte superior de la envolvente de momentos.

Cálculo de nuevo acero requerido:

$$M_{(-)} = 16822 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$A_{s_{\text{req}(-)}} = \left[(30 * 55) - \sqrt{(30 * 55)^2 - \frac{16822 * 30}{0,003825(280)}} \right] \frac{0,85(280)}{2810} = 12,67 \text{ cm}^2$$

Propuesta para cama superior o corrida:

$$2\#8 + 1\#6 = 5,1 * 2 + 2,84 = 13,04 \text{ cm}^2$$

Cálculo de área requerida para el momento máximo localizado en el nudo g:

$$M_{(+)} = 39632 \text{ Kg}\cdot\text{m}$$

$$A_{s_{\text{req}(g)}} = \left[(30 * 55) - \sqrt{(30 * 55)^2 - \frac{39632 * 30}{0,003825(280)}} \right] \frac{0,85(280)}{2810} = 32,20 \text{ cm}^2$$

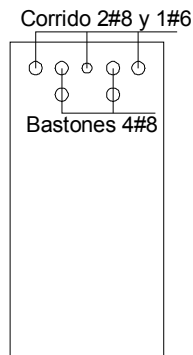
Área requerida para bastones en el nudo g:

$$A_{s_{\text{req}(g)}} = 32,2 - 13,04 = 19,16 \text{ cm}^2$$

Propuesta para bastones en nudo g:

$$4\#8 = 4 \cdot 5,1 = 20,4 \text{ cm}^2 \quad (\text{es mayor al requerido entonces cumple}).$$

Figura 53. **Armado cama superior nudo g**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de área requerida para el momento máximo localizado en nudo b:

$$M_{(+)} = 29\,191 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$A_{s_{\text{req}}(b)} = \left[(30 \cdot 55) - \sqrt{(30 \cdot 55)^2 - \frac{29\,191 \cdot 30}{0,003825(280)}} \right] \frac{0,85(280)}{2\,810} = 22,86 \text{ cm}^2$$

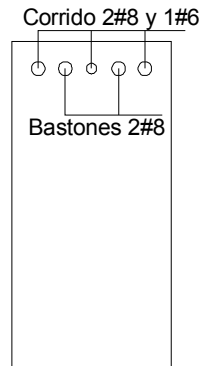
Área requerida para bastones en el nudo b:

$$A_{s_{\text{req}}(g)} = 22,86 - 13,04 = 9,46 \text{ cm}^2$$

Propuesta para bastones en nudo b:

$$2\#8 = 2 \cdot 5,1 = 10,2 \text{ cm}^2 \quad (\text{es mayor al requerido entonces cumple}).$$

Figura 54. **Armado cama superior nudo b**



Fuente: elaboración propia.

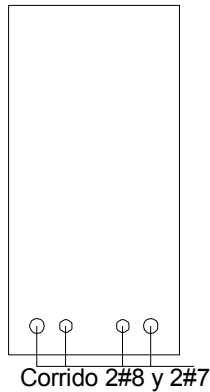
Para el cálculo del área de acero de la cama inferior utilizamos el momento máximo encontrado en la envolvente de momentos, para determinar su área y luego se utiliza 50% de área:

$$50\%A_{s_{req(g)}} = 50\%32,20 \text{ cm}^2 = 16,1 \text{ cm}^2$$

Propuesta de armado cama inferior:

$$2\#8 + 2\#7 = 17,94 \text{ cm}^2$$

Figura 55. **Armado cama inferior tramo bg**



Fuente: elaboración propia.

2.1.6.2.2. **Diseño por corte y torsión**

La torsión se transforma en los esfuerzos cortantes diagonales, se debe considerar de forma simultánea las fuerzas cortantes y los momentos de torsión primero se calculará el corte directo y luego el corte por torsión para luego combinarse.

Diseño por corte:

$$V_{uc} = 0,53\phi\sqrt{f'_c}bd, \text{ donde } \phi = 0,85 \text{ para corte}$$

V_{uc} = esfuerzo último de corte que resiste el concreto

$$V_{uc} = 0,53 * 0,85 * 30 * 55 * \sqrt{280} = 12\ 438 \text{ kg}$$

El corte último mostrado en la viga (bg) es $V_u = 17\ 487 \text{ kg}$

$$V_u = 17\ 487 \text{ kg} > V_{uc} = 12\ 438 \text{ kg}$$

Si $V_u \geq V_{uc}$ entonces calcular espaciamiento de estribos.

Diseño por torsión:

$$V_{ut} = \frac{T_u}{\phi W_t}$$

V_{ut} = esfuerzo cortante último generado por la torsión

T_u = momento de torsión último

W_t = módulo resistente a la torsión

$\phi = 0,85$ = factor de reducción de capacidad a la torsión

$$W_t = \frac{d \cdot b^2}{3}$$

Cálculo de esfuerzo cortante último:

$$V_U = \frac{V_u}{\phi \cdot b \cdot d} = \frac{17\,487}{0,85 \cdot 30 \cdot 55} = 12,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo de esfuerzo cortante último por torsión:

$$T_u = 2\,880 \text{ kg} \cdot \text{m} = 288\,000 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$V_{ut} = \frac{3 \cdot T_u}{\phi \cdot d \cdot b^2} = \frac{3 \cdot 288\,000}{0,85 \cdot 55 \cdot 30^2} = 20,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo combinado de corte máximo y corte por torsión:

$$V_{\text{combinado}} = \sqrt{(1,2 \cdot V_U)^2 + V_{ut}^2} = \sqrt{(1,2 \cdot 12,5)^2 + 20,5^2} = 25,4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$V_{\text{permitido}} = 3,18 \cdot \sqrt{f'c} = 53,2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$V_{\text{permitido}} > V_{\text{combinado}}$$

El esfuerzo combinado máximo de corte y corte por torsión no sobrepasan el límite máximo por lo que la sección transversal si resiste.

$$V_{\min} = 0,4 * \sqrt{f'c} = 0,4 * \sqrt{280} = 6,7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Si $V_{\min} > V_{ut}$ entonces despreciar el corte por torsión, si no entonces utilizar la combinación de los dos para el cálculo.

$$20,5 \text{ kg} > 6,7 \text{ kg} \quad V_{ut} > V_{\min}$$

Entonces se procede a utilizar la combinación de los dos para el cálculo esfuerzo de corte nominal para solicitaciones combinadas (V_c):

$$V_c = \frac{0,53 * \sqrt{f'c}}{\sqrt{1 + \left(\frac{V_{ut}}{1,2 * V_U}\right)^2}} = \frac{0,53 * \sqrt{280}}{\sqrt{1 + \left(\frac{20,5}{1,2 * 12,5}\right)^2}} = 5,22 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo de corte por torsión nominal para solicitaciones combinadas (V_{ct}):

$$V_{ct} = \frac{0,636 * \sqrt{f'c}}{\sqrt{1 + \left(\frac{V_{ut}}{1,2 * V_U}\right)^2}} = \frac{0,636 * \sqrt{280}}{\sqrt{1 + \left(\frac{20,5}{1,2 * 12,5}\right)^2}} = 6,27 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

2.1.6.2.3. Confinamiento

ACI 21.3.3.2, cuando el corte actuante es mayor al corte que resiste el elemento, el espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de:

- (a) $\frac{d}{4} = \frac{55}{4} = 13,75 \approx 10$ cm (múltiplos de 5 para facilidad en armado)
- (b) 8 veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas
#6 diámetro = 1,91 cm $8 * 1,91 = 15,28 \approx 15$ cm
- (c) 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento
#3 diámetro = 0,95 cm $24 * 0,95 = 22,8 \approx 22$ cm
- (d) 30 cm

Espaciamiento para corte último en viga (bg):

$$S = \frac{2A_v * f_y * d}{V_u} = \frac{2 * 0,71 * 2810 * 55}{17487} = 12,55 \approx 12$$

Espaciamiento para el esfuerzo de corte nominal (s):

$$A_v = \text{Area\#3 por 2} = 0,71 * 2 = 1,42 \text{ cm}^2$$

$$s = \frac{A_v * f_y}{(V_u - V_c) * b} = \frac{1,42 * 2810}{(12,5 - 5,22) * 30} = 18,36 \approx 18 \text{ cm}$$

Acero transversal por torsión:

$$A_t = \text{Area\#3} = 0,71 \text{ cm}^2$$

$$\alpha_t = 0,66 + 0,33 * \frac{d_1}{b_1} \leq 1,5$$

$$\alpha_t = 0,66 + 0,33 * \frac{52}{22} = 1,44$$

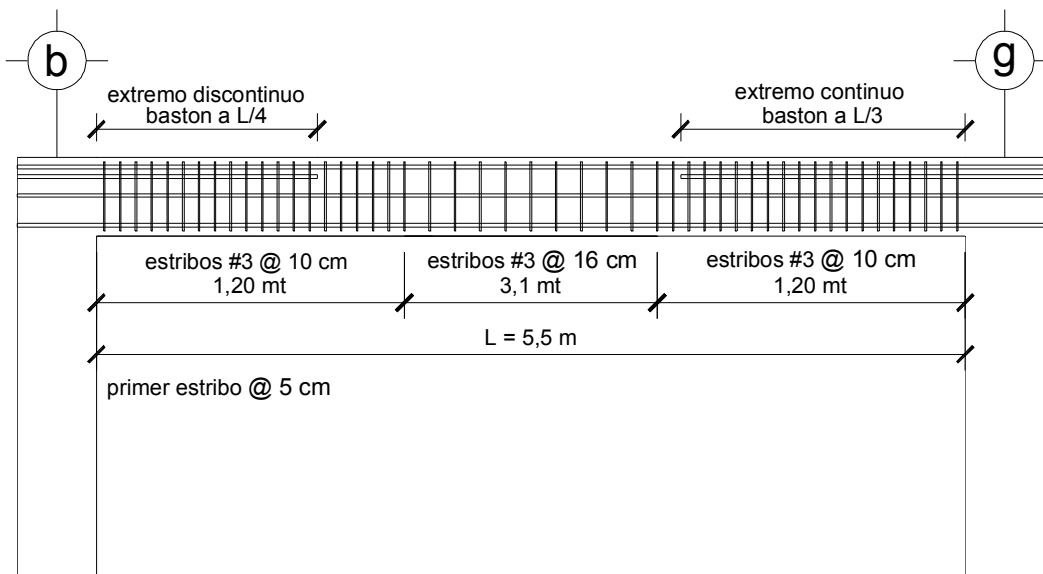
$$s = \frac{3 * \alpha_t * b_1 * d_1 * f_y * A_t}{(V_{ut} - V_{ct}) * b^2 * d} = \frac{3 * 1,44 * 22 * 52 * 2810 * 0,71}{(20,5 - 6,27) * 30^2 * 55} = 14 \text{ cm}$$

Espaciamiento para el control de la fisuración por torsión:

$$s \leq \frac{b_1 + d_1}{4} = \frac{22 + 52}{4} = 18,5 \cong 18 \text{ cm}$$

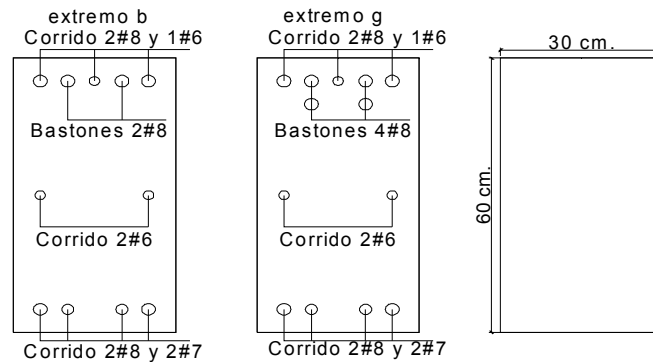
Para la zona de confinamiento es 2 veces la altura de la sección de la viga $2h = 2 \cdot 60 = 1,20$ metros. A continuación se muestra los detalles de armado final, para la viga (bg).

Figura 56. **Detalle de armado viga tramo bg**



Fuente: elaboración propia.

Figura 57. **Armado final viga tramo bg**



Fuente: elaboración propia.

2.1.6.3. **Diseño de columnas**

Las columnas son elementos estructurales que trabajan a corte, flexión y principalmente a compresión, reciben todas las cargas, vivas y muertas.

Para el diseño de columnas se eligió la columna del primer nivel, que está entre los ejes (b y 2).

Datos de la columna:

Sección = 50*50 cm

L = 3,7 m

Momento máximo en Y (eje 2) = 37 012 kg*m

Momento máximo en X (eje b)= 34 177 kg*m

Corte último en Y= 20 006 kg

Corte último en X= 18 474 kg

Recubrimiento = 5 cm (ACI 7.7.1)

Cálculo de carga última para columna:

$$Pu(cm) = Plosa + Pvigas + Pmuros + Pcolumnas + Pacabados$$

$$Pu(cm) = 2400 \cdot (36 \cdot 0,14 + 11 \cdot 0,3 \cdot 0,45 + 0,5 \cdot 0,5 \cdot 3,1) + 200(11 \cdot 3,1 + 36) = 31\,540 \text{ kg}$$

$$Pu(cm) = 31\,540 \text{ kg} \quad (\text{tercer nivel})$$

$$Pu(cm) = 31\,540 \cdot 2 = 63\,080 \text{ kg} \quad (\text{para segundo nivel})$$

$$Pu(cm) = 31\,540 \cdot 3 = 94\,620 \text{ kg} \quad (\text{para planta baja})$$

$Pu(cv)$ = todas las cargas vivas

$$Pu(cv) = 150 \cdot 36 = 5\,400 \text{ kg} \quad (\text{para tercer nivel})$$

$$Pu(cv) = (400 + 150) \cdot 36 = 19\,800 \text{ kg} \quad (\text{para segundo nivel})$$

$$Pu(cv) = (500 + 400 + 150) \cdot 36 = 37\,800 \text{ kg} \quad (\text{para planta baja}).$$

Encontrando carga ultima para planta baja:

$$Pu(1,4 \cdot cm + 1,7 \cdot cv) = 1,4 \cdot 94\,620 + 1,7 \cdot 37\,800 = 196\,720 \text{ kg}.$$

2.1.6.3.1. Flexo compresión

Cálculo de esbeltez:

El grado de esbeltez de una columna es la que se utiliza para clasificarla de acuerdo a su esbeltez de la siguiente forma:

Cortas si $E < 21$

Intermedias si $21 < E < 100$

Largas si $E > 100$

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

Con la fórmula siguiente se determina el grado de esbeltez:

$$E = \frac{K \cdot L_u}{R}$$

Donde:

K = coeficiente de rigidez de la columna

L_u = longitud efectiva de pandeo

R = radio de giro = 30% (lado menor de la sección transversal de la columna).

Inercia de la columna:

$$I = \frac{50 \text{ cm} \cdot (50 \text{ cm})^3}{12} = 520\,833 \text{ cm}^4$$

Inercia de la viga:

$$I = \frac{30 \text{ cm} \cdot (60 \text{ cm})^3}{12} = 540\,000 \text{ cm}^4$$

Cálculo de grado de empotramiento:

En columnas que son de concreto reforzado, las cuales se encuentran restringidas parcialmente por los sistemas de piso en los que se divide, sin que existan articulaciones o empotramientos perfectos.

El grado de restricción depende de la relación entre las rigideces de las columnas y el sistema de piso, la cual puede definirse de la siguiente forma:

$$\psi_i = \frac{\sum \left(\frac{E_m I}{L} \right)_{\text{columnas}}}{\sum \left(\frac{E_m I}{L} \right)_{\text{vigas}}}$$

Grado de empotramiento extremo superior sentido eje b:

$$\psi_A = \frac{\left(\frac{1(520\,833\text{ cm}^4)}{370\text{ cm}} \right) + \left(\frac{1(520\,833\text{ cm}^4)}{250\text{ cm}} \right)}{\left(\frac{540\,000\text{ cm}^4}{550\text{ cm}} \right) + \left(\frac{540\,000\text{ cm}^4}{550\text{ cm}} \right)} = 1,78$$

Extremo inferior:

$\psi_A = 0$ (en la base igual a cero)

El grado de restricción debe ser igual al promedio en los extremos:

$$\psi_p = \frac{1,78 + 0}{2} = 0,89$$

Cálculo del coeficiente de rigidez:

$$K = \left(\frac{20 - \psi_p}{20} \right) \sqrt{1 + \psi_p}, \text{ cuando } \psi_p < 2$$

$$K = 0,9 \sqrt{1 + \psi_p}, \text{ cuando } \psi_p \geq 2$$

Cálculo del coeficiente de rigidez:

$$K = \left(\frac{20 - 0,89}{20} \right) \sqrt{1 + 0,89} = 1,31$$

Esbeltez en sentido del eje b:

$$E = \frac{1,31 \cdot 3,7}{0,30 \cdot (0,50)} = 32,31 > 21, \text{ (se considera como columna intermedia)}$$

Esbeltez en sentido del eje 2:

$E = 32,31 > 21$, es la misma en ambos sentidos.

Magnificación de momentos:

Según el código ACI 10.12.3 los momentos cuando una columna tiene una esbeltez intermedia se deben magnificar los momentos actuantes de la siguiente manera:

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{P_{UC}}{\Phi P_{cr}} \right)}$$

Donde:

$\Phi = 0,70$ para estribos

$\Phi = 0,75$ para zunchos

Método de *Euler*.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(K \cdot L_u)^2} \quad EI = \frac{0,4 E_c I}{1 + \beta_d}$$

P_{cr} = carga crítica por pandeo

$$E_c = 15\,000 \sqrt{f'_c} \quad (\text{ACI 10.11.1})$$

Cálculo del flujo plástico (β_d):

$$\beta_d = \frac{1,4 \text{ CM}}{1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}} = \frac{1,4 \cdot 94\,620}{1,4 \cdot 94\,620 + 1,7 \cdot 37\,800} = 0,67$$

Cálculo del EI del material:

$$EI = \frac{0,4 \cdot 15\,000 \sqrt{280} \cdot 520\,833}{1 + 0,67} = 3,13 \times 10^{10}$$

Cálculo de carga crítica por pandeo:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 3,13 \times 10^{10}}{(1,31 \cdot 370)^2} = 1,315 \times 10^6 \text{ kg}$$

Cálculo de magnificación de momento

$$\delta_{(eje\ b)} = \frac{1}{1 - \left(\frac{196\,720}{0,7 \cdot 1,315 \times 10^6} \right)} = 1,27$$

Por simetría de la estructura en la intersección de los ejes b y 2:

$$\bar{\delta}_{(\text{eje b})} = \bar{\delta}_{(\text{eje 2})}$$

Momentos de diseño:

$$M_{d(\text{eje b})} = \bar{\delta}_{(\text{eje b})} M_{(\text{eje b})} = 1,27 * 34\,177 \text{ Kg m} = 43\,405 \text{ kg*m}$$

$$M_{d(\text{eje 2})} = \bar{\delta}_{(\text{eje 2})} M_{(\text{eje 2})} = 1,27 * 37\,012 \text{ Kg m} = 47\,005 \text{ kg*m}$$

Cálculo de refuerzo longitudinal: como las columnas están sometidas a carga axial y momento biaxial usamos el método de *Bresler*, el cual se basa en calcular los valores máximos de la carga de compresión que actúa a excentricidades e_x y e_y en secciones con refuerzo simétrico.

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{P'_x} + \frac{1}{P'_y} - \frac{1}{P_o}$$

Donde:

P'_u = carga normal máxima que actúa a excentricidades e_x y e_y

P'_x = carga normal máxima cuando se encuentra presente la excentricidad e_x

P'_y = carga normal máxima cuando se encuentra presente la excentricidad e_y

P_o = carga axial máxima que puede resistir la columna cuando no existen excentricidades $e_x=0$, $e_y=0$

El método se basa en proponer secciones de columnas y armados en base a los límites de acero recomendados por el código ACI, el armado propuesto es correcto, si y solo si $P'_u > P_u$; de lo contrario se debe reconsiderar el área de acero y realizar de nuevo los cálculos. El código ACI 10.9.1,

especifica que los límites del área de acero respecto a la sección transversal de la columna deben estar entre el 1%Ag y el 8% Ag.

Datos:

$$P_u = 196\,720 \text{ kg}$$

$$M_{d(\text{eje } b)} = 43\,405 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{d(\text{eje } 2)} = 47\,005 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

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

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

$$\text{rec} = 5 \text{ cm}$$

Cálculo de los límites de acero:

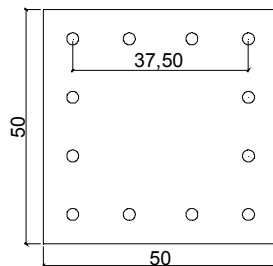
$$A_{s\text{mín}} = 0,01 \cdot 50^2 = 25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,08 \cdot 50^2 = 200 \text{ cm}^2$$

$$25 \text{ cm}^2 \leq A_s \leq 200 \text{ cm}^2$$

Se propone utilizar 12#8 $A_s = 12 \cdot 5,1 = 61,2 \text{ cm}^2$

Figura 58. Armado columna ab, planta baja



Fuente: elaboración propia.

$$\gamma = \frac{H_{\text{nucleo}}}{H_{\text{columna}}}$$

$$\gamma = \frac{37,5}{50} \cong 0,75$$

$$\rho_{tu} = \frac{A_s}{A_g} = \frac{61,2}{50 \cdot 50} = 0,02448$$

Excentricidades:

$$e = \frac{M_d}{P_u}$$

$$e_{(\text{eje } b)} = \frac{M_{d(\text{eje } b)}}{P_u} = \frac{43\,405 \text{ Kg}\cdot\text{m}}{196\,720 \text{ Kg}} = 0,22 \text{ m}$$

$$e_{(\text{eje } 2)} = \frac{M_{d(\text{eje } 2)}}{P_u} = \frac{47\,005 \text{ Kg}\cdot\text{m}}{196\,720 \text{ Kg}} = 0,24 \text{ m}$$

Cálculo de la pendiente:

$$e_{(\text{eje } b)} / h = \frac{0,22 \text{ m}}{0,50 \text{ m}} = 0,44$$

$$e_{(\text{eje } 2)} / h = \frac{0,24 \text{ m}}{0,50 \text{ m}} = 0,48$$

Coefficientes K'_x , K'_y (ver gráfica A7, diseño de estructuras de concreto duodécima edición *Arthur H. Nilson*).

$$K'_{(\text{eje } b)} = 0,53$$

$$K'_{(\text{eje } 2)} = 0,55$$

Cálculo de la resistencia de la columna bajo excentricidades:

$$P' = \frac{K' \cdot A_g \cdot h}{\phi \cdot e}$$

Donde:

K' = diagrama de interacción

A_g = área gruesa

e = excentricidad

$\Phi = 0,85$

h = altura de la sección transversal de la columna

$$P'_{x'} = P_{(\text{eje b})} = \frac{0,53 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 50}{0,85 \cdot 0,22} = 354\,278 \text{ kg}$$

$$P'_{y'} = P_{(\text{eje 2})} = \frac{0,55 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 50}{0,85 \cdot 0,24} = 337\,010 \text{ kg}$$

Cálculo de la carga axial máxima que resiste la columna, según el ACI 10.3.6.2 se determina con la ecuación

$$P_0 = 0,8 [0,85 f'_c (A_g - A_s) + A_s f_y]$$

Quitando el factor de disminución como lo indica el libro, diseño de concreto reforzado *Jack C. McCormac*.

$$P_0 = [0,85 f'_c (A_g - A_s) + A_s f_y]$$

$$P_0 = [0,85 \cdot 280 (50 \cdot 50 - 61,2) + 40,8 \cdot 4200] = 837\,474 \text{ kg}$$

Ecuación de *Euler*:

$$\frac{1}{P'_u} = \frac{1}{354\,278\text{ Kg}} + \frac{1}{337\,010\text{ kg}} - \frac{1}{837\,474\text{ kg}}$$
$$P'_u = 217\,815\text{ kg} > P_u = 196\,720\text{ kg}$$

2.1.6.3.2. Diseño por corte

Esfuerzo de corte que resiste el concreto en una columna:

$$V_c = 0,53\phi\sqrt{f'_c}bd, \quad \Phi = 0,85 \text{ para estribos.}$$

$$V_c = 0,53(0,85)\sqrt{280} \cdot 50 \cdot 45 = 16\,961\text{ kg}$$

Esfuerzo de corte actuante en la columna:

corte último en Y(marco eje 2) = 20 006 kg

corte último en X(marco eje b) = 18 474 kg

El esfuerzo de corte último (V_c) que resiste el concreto en la columna no resiste el esfuerzo de corte actuante, por lo que la separación entre estribos en zona confinada debe hacerse de acuerdo a las especificaciones del código ACI.

2.1.6.3.3. Confinamiento

Es la colocación de estribos espaciados a una longitud determinada perpendiculares a la dirección de la carga axial, las cuales sirven para contrarrestar los esfuerzos de corte actuantes, tomando en cuenta que es una zona sísmica, debe asegurarse la ductilidad del elemento.

La longitud de confinamiento de estribos en los extremos de la columna como lo recomienda el código ACI 21.4.4.4, debe tomarse el mayor de:

- Altura de la sección mayor de la columna

$$l_o = h = 50 \text{ cm}$$

- Un sexto de la altura de la columna

$$l_o = \frac{3,7}{6} \approx 60 \text{ cm}$$

- Una longitud de $l_o = 45 \text{ cm}$

Cuando la resistencia de diseño del núcleo del elemento satisface los requisitos de las combinaciones de carga de diseño, incluyendo el efecto sísmico, debe confinarse de acuerdo al ACI 21.4.4.2, donde la separación del refuerzo transversal no debe exceder el menor de:

- La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento

$$S = \frac{50}{4} = 12,5 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

- Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal

$$S = 6 * 2,54 = 15,24 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}$$

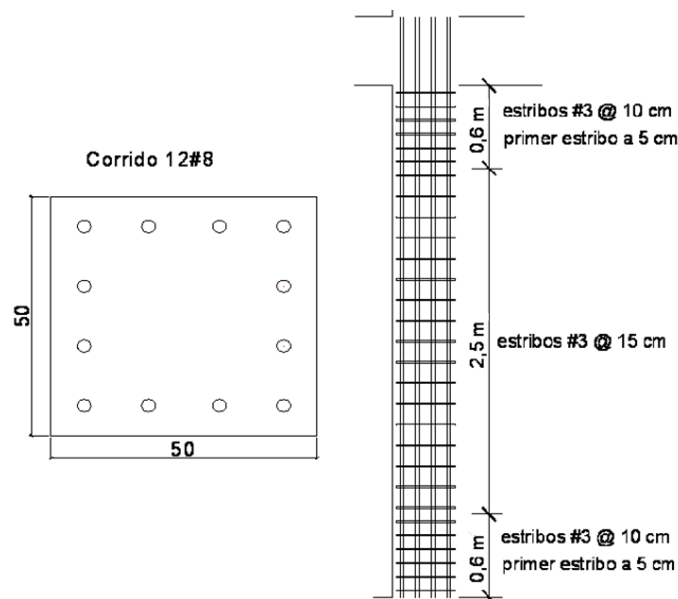
- $S=10+\left(\frac{35-h_x}{3}\right)$, el valor de s no debe ser mayor a 15 centímetros ni menor a 10 centímetros.

$$S=10+\left(\frac{35-12,5}{3}\right)=17,5 \text{ cm} \approx 17 \text{ cm}$$

La distribución de estribos en zona no confinada debe hacerse de acuerdo al ACI 21.4.4.6 que dice que la separación entre estribos en el resto de la longitud de la columna (zona no confinada) no debe exceder el menor de:

- Seis veces el diámetro de las barras longitudinales
 $S=6*2,54 \approx 15 \text{ cm}$
- $S=15 \text{ cm}$

Figura 59. **Detalle de armado de y distribución de estribos**



Fuente: elaboración propia.

2.1.6.4. Diseño de gradas

Para el diseño de gradas se considera como una losa, con dimensiones de 6,7 metros por 1,6 metros, la huella del escalón es de 30 centímetros y la contrahuella del escalón es de 15 centímetros.

Donde:

$$h_{\text{llosa}}=14 \text{ cm}$$

$$\text{rec}=2,0 \text{ cm} \quad (\text{ACI 7.7.1})$$

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

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

$$b_w=100 \text{ cm}$$

varilla a utilizar=#6

$$\text{diámetro de varilla \#6}=\phi\#6=1,91 \text{ cm}$$

Determinación de sentidos de losa:

$$m=\frac{a}{b}=\frac{1,6}{6,7}=0,24 < 0,5 \text{ se diseña para un sentido}$$

Para el diseño de gradas se tomaron las cargas siguientes:

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

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

$$C_{\text{acabados}}=50 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de carga muerta total:

$$CM=W_{\text{losa}}+W_{\text{escalon}}+W_{\text{acabados}}$$

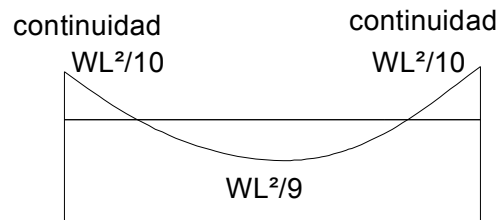
$$CM=2\,400*0,14+2\,400*\frac{0,13}{2}+50\cong 542\text{ kg/m}^2$$

Carga total mayorada:

$$CT=1,7*400+1,4*542=1\,439\text{ kg/m}^2$$

Para el cálculo de momentos se utilizaron las fórmulas siguientes:

Figura 60. **Cálculo de momentos para la losa**



Fuente: elaboración propia.

$$Wt(+)=\frac{1439*6,7^2}{9}=7\,177\text{ kg*m}$$

$$Wt(-)=\frac{1439*6,5^2}{10}=6\,460\text{ kg*m}$$

Cálculo de peralte:

$$\text{peralte}=d=14-2=12 \text{ cm}$$

Límites de acero:

$$A_{s_{\text{mín}}} = 0,4(0,005*100*12) = 2,4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{máx}}} = 0,0247*100*12 = 29,58 \text{ cm}^2$$

Límites de espaciamiento:

$$S_{\text{mín}} = 25 \text{ mm} \quad (\text{ACI 7.6.1})$$

$$S_{\text{máx}} = 450 \text{ mm} \quad (\text{ACI 7.6.5})$$

$$S_{\text{máx}} = 3h = 3*140 = 420 \text{ mm} \quad (\text{ACI 7.6.5})$$

Cálculo de acero requerido:

$$A_{s_{\text{req}(+)}} = \left[100*12 - \sqrt{(100*12)^2 - \frac{7\,177*100}{0,003825*280}} \right] \frac{0,85*280}{2\,810} = 27,32 \text{ cm}^2$$

Si $A_{s_{\text{mín}}} \leq A_{s_{\text{req}}} \leq A_{s_{\text{máx}}}$ entonces usar $A_{s_{\text{req}}}$

Si no, entonces usar $A_{s_{\text{mín}}}$ o $A_{s_{\text{máx}}}$

El armado de las gradas es parecido al de las losas lo único diferente que se sustituye el bastón por hierro corrido doblado para dar la forma de los escalones.

Cálculo de acero por temperatura:

$$A_{temp} = 0,002bt$$

$$A_{temp} = 0,002 * 100 * 14 = 2,8 \text{ cm}^2$$

La propuesta de armado es de:

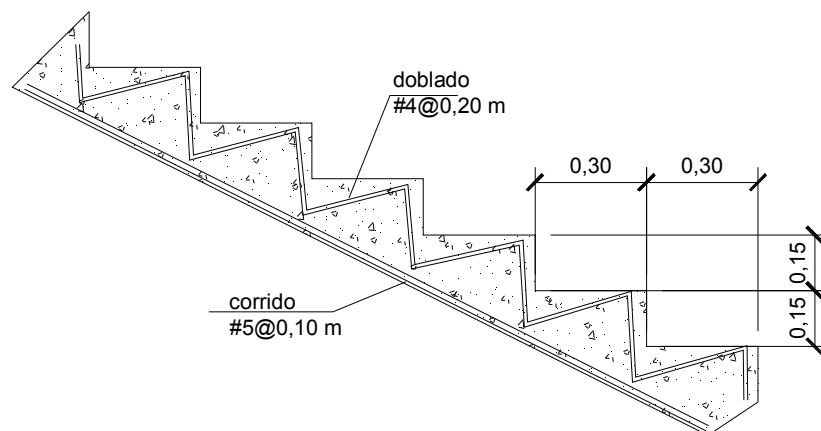
#5 @ 10 cm. + doblado #4 @ 20 cm.

Y acero por temperatura en el sentido corto

#3 @ 25 cm.

A continuación se muestra un detalle de armado:

Figura 61. **Detalle de armado de losa**



Fuente: elaboración propia.

2.1.6.5. Diseño de cimientos

Datos:

$$P_u = 86\,557 \text{ kg}$$

$$M_{d(\text{eje } b)} = 15\,191 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{d(\text{eje } 2)} = 16\,451 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

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

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

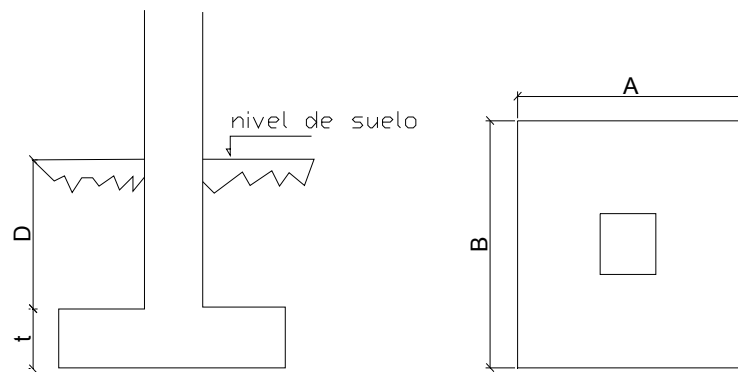
Para el código ACI 7.7.1 el recubrimiento del refuerzo del concreto expuesto directamente al suelo debe ser como mínimo 7,5 centímetros.

recubrimiento=10 cm

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,22 \text{ t/m}^3$$

$$q_d = 34,462 \text{ t/m}^2$$

Figura 62. Dimensiones de zapata y profundidad



Fuente: elaboración propia.

$$P_u(1,4*cm+1,7cv)=1,4*41\ 633+1,7*16\ 632=86\ 557\ \text{kg}$$

$$F_{cu} = \frac{C_u \text{ total}}{CM+CV} = \frac{86\ 557}{41\ 633+16\ 632} \approx 1,50$$

Cargas de trabajo:

$$P' = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{86\ 557\ \text{Kg}}{1,5} = 57\ 705\ \text{Kg}$$

$$M'_x = \frac{M_{d(\text{eje b})}}{F_{cu}} = \frac{15\ 191\ \text{Kg m}}{1,5} = 10\ 128\ \text{Kg*m}$$

$$M'_y = \frac{M_{d(\text{eje 2})}}{F_{cu}} = \frac{16\ 451\ \text{Kg m}}{1,5} = 10\ 968\ \text{Kg*m}$$

Pre-dimensionamiento de zapatas:

$$\sigma_{\text{axial}} = A_z * q_d = 1,5 \frac{P'}{A_z}$$

$$A_z = 1,5 \frac{P'}{q_d} = 1,5 \frac{(57\ 705\ \text{Kg})}{34\ 462\ \text{Kg/m}^2} = 2,51\ \text{m}^2$$

Altura o espesor mínimo de la zapata 15 centímetros el cual está basado en el código ACI 15.7. Propuesta de sección 2,00 metros por 2,00 metros por 0,40 metros, si lo siguiente no cumple cambiar dimensiones de zapata.

Chequeo de la presión transmitida al suelo:

$$q' = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_x}{S_x} \pm \frac{M'_y}{S_y}$$

Donde:

$$P' = 57\ 705\ \text{Kg}$$

$$P_{\text{suelo}} = ((2,00 \text{ m})^2 - (0,50 \text{ m})^2) * 1,85 \text{ m} * 1\,220 \text{ kg/m}^3 = 8\,464 \text{ kg}$$

$$P_{\text{cimiento}} = (2,00 \text{ m})^2 * 0,40 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 3\,840 \text{ kg}$$

$$P = P' + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P = 8\,464 + 3\,840 + 59\,016 = 70\,008 \text{ kg}$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} ab^2$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} (2,00 \text{ m})(2,00 \text{ m})^2 = 1,33 \text{ m}^3$$

$$q' = \frac{70\,008 \text{ kg}}{4,00 \text{ m}^2} + \frac{10\,128 \text{ kg} \cdot \text{m}}{1,33 \text{ m}^3} + \frac{10\,968 \text{ kg} \cdot \text{m}}{1,33 \text{ m}^3} = 33\,324 \text{ kg/m}^2$$

$$q' = \frac{70\,008 \text{ kg}}{4,00 \text{ m}^2} - \frac{10\,128 \text{ kg} \cdot \text{m}}{1,33 \text{ m}^3} - \frac{10\,968 \text{ kg} \cdot \text{m}}{1,33 \text{ m}^3} = 1\,680 \text{ kg/m}^2$$

El valor de $q' > 0$ no hay tensión, y $q' < q_d$, no excede el valor soporte del suelo, para este caso se cumple.

Para el cálculo de presión última de diseño se asume la presión ejercida en un punto cualquiera de la zapata, no es igual a la presión en otro punto distinto de la misma, para efectos de diseño se determina una presión promedio, se realiza el diseño con la presión máxima de las dos presiones anteriores calculadas multiplicada por el factor de carga última:

$$q_{\text{dis}} = q' * F_{\text{cu}}$$

$$q_{\text{dis}} = 34\,028 \text{ Kg/m}^2 * 1,5 = 49\,986 \text{ kg/m}^2$$

Chequeo por corte simple:

Para diseño de zapata se propone utilizar varillas de 1 pulgada:

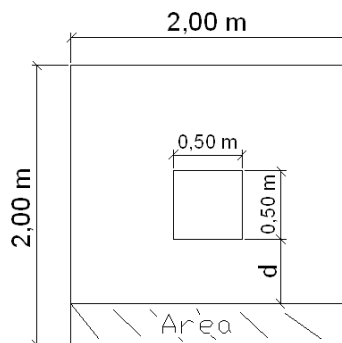
$$V_{res} = \frac{0.53\phi\sqrt{f_c}bd}{1000}, \quad \phi=0.85$$

$$d=40 \text{ cm}-10 \text{ cm}= 30 \text{ cm}$$

$$V_{res} = \frac{0.53*0.85\sqrt{280}*200*30}{1000} = 45\,230 \text{ kg}$$

$$\frac{(2.00 \text{ m}-0.50\text{m})}{2} - 0.30 \text{ m} = 0.45 \text{ m}$$

Figura 63. Área de corte para chequeo por corte simple



Fuente: elaboración propia.

$$V_{ac} = q_{dis} A$$

$$V_{ac} = 51\,042 \text{ Kg/m}^2 * (0.45 \text{ m} * 2.0 \text{ m}) = 44\,987 \text{ kg}$$

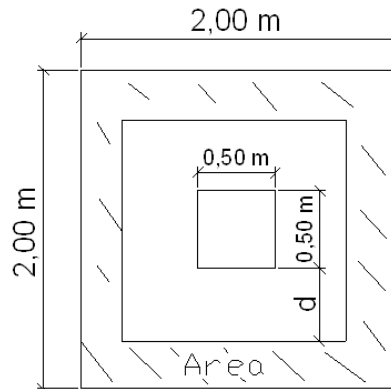
$$V_{res} > V_{ac} \quad \text{si cumple}$$

El chequeo por corte punzonante es la fuerza que la columna ejerce sobre la zapata es una acción que tiende a perforarla, por lo que debe chequearse el corte punzonante, este actúa a una distancia $d/2$ del borde de la columna:

$$V_{ac} = q_{dis} \cdot A$$

$$V_{ac} = 49\,986 \text{ Kg/m}^2 \left((2,00 \text{ m})^2 - (0,50 \text{ m} + 0,30 \text{ m})^2 \right)$$

Figura 64. **Área de corte para chequeo por corte punzonante**



Fuente: elaboración propia.

$$V_{ac} = 167\,952 \text{ kg}$$

$$V_{res} = 1.06 \phi \sqrt{f_c} (\beta_o d)$$

β_o = perímetro donde actúa el punzonamiento

$$V_{res} = 1.06(0.85) \sqrt{280} * 4(50+60) * 30 = 199\,011 \text{ kg}$$

$$V_{res} > V_{ac}$$

Para el diseño del refuerzo por flexión en zapatas se usan los tramos de la zapata donde existe flexión y se diseñan como losa en voladizo.

Ecuación para M_u en voladizo:

$$M_u = \frac{q_{dis} * L^2}{2}$$

$$M_{ux} = M_{uy} = \frac{49\,986 \text{ Kg/m}^2 * \left(\frac{2,0 \text{ m} - 0,5 \text{ m}}{2}\right)^2}{2} = 14\,058 \text{ kg*m}$$

El cálculo del área de acero es al igual que en el cálculo del área de acero en losas, se determina para una franja unitaria de ancho 1,00 metro.

Área mínima de acero:

$$A_{min} = \frac{14,1}{f_y} bd$$

$$A_{smín} = \frac{14,1}{4\,200 \text{ Kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 30 \text{ cm} = 10,10 \text{ cm}^2 \text{ por metro de zapata}$$

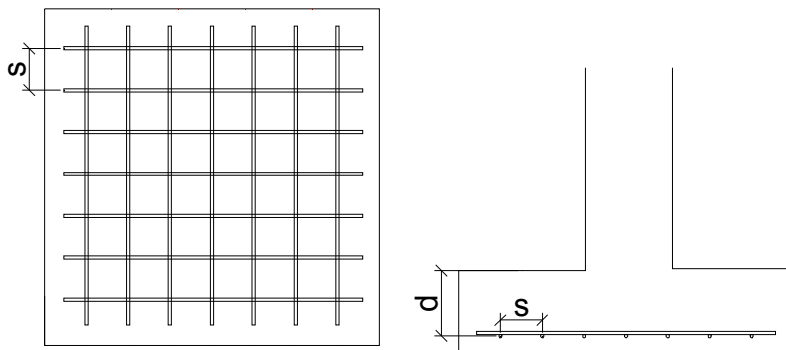
Área requerida de acero:

$$A_{req} = \left[(100 * 30) - \sqrt{(100 * 30)^2 - \frac{14\,058 * 100}{0,003025 * 280}} \right] \frac{0,85 * 280}{4\,200} \approx 16,50 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{A_v * 100}{A_s} = \frac{5,1 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{16,50 \text{ cm}^2} \approx 30 \text{ cm}$$

Ya que la zapata es cuadrada es el mismo espaciamiento en ambos sentidos, la propuesta es de 7#8 en ambos sentidos espaciadas a cada 30 centímetros.

Figura 65. **Detalle de armado de zapata**



Fuente: elaboración propia.

2.1.6.6. **Diseño de instalaciones**

Diseño de instalaciones eléctricas. Se propone utilizar flip-on de 20 Amperios para carga viva de 120 voltios, con la fórmula siguiente se determina si el circuito no excede al flip-on:

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

I = corriente (amperios)

P = potencia (watts)

V = voltaje (voltios)

Para iluminación se utilizara lo siguiente: plafoneras con capacidad de 100 watts, en el circuito se recomienda utilizar un promedio de 8 a 10 plafoneras por circuito, por si hay problemas de iluminación que no sea mucha área cubierta:

$$P = 100 * 10 = 1\ 000 \text{ (watts)}$$

$$I = \frac{1\ 000}{120} \approx 9 \text{ amperios}$$

La cantidad de plafoneras a colocar no excede al flip-on.

Para fuerza se utilizara lo siguiente: toma corrientes doble con consumo aproximado de 180 watts, en el circuito se recomienda utilizar un promedio de 5 a 7 tomacorrientes.

$$P = 180 * 7 = 1\ 260 \text{ (watts)}$$

$$I = \frac{1\ 260}{120} \approx 11 \text{ amperios}$$

La cantidad de tomacorrientes a utilizar no excede al flip-on.

Diseño de Instalaciones de drenaje pluvial. Para las bajadas de agua pluvial se calcula el caudal con la formula siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q =caudal (m³/s)

C =coeficiente de escorrentía del concreto=0,90

I =intensidad de lluvia=(mm/hora)

$$I_{Tr} = \frac{1\ 008}{(t+4)^{0,668}}$$

t =tiempo de concentración=asumir un tiempo de 30 segundos

$$I_{Tr} = \frac{1\,008}{(0,5+4)^{0,668}} = 369 \text{ mm/hora}$$

A = Área de techo = 0.0672 Hectáreas

$$Q = \frac{0,9 \cdot 369 \cdot 0,0672}{360} = 0,062 \text{ m}^3/\text{s} = 62 \text{ lt/s}$$

Se proponen tubos de 4 pulgadas, los cuales están previstos para que cada tubo tenga que drenar 5 litros por segundo, en este caso se colocaran 13 tubos para que pueda cubrir el caudal encontrado.

Diseño de instalaciones de agua potable. Considerando que el sistema será por bombeo o por gravedad, se calcula para el sistema por bombeo ya que el sistema de gravedad depende de la presión que trae del exterior.

Se asume una dotación de 40 litros por persona por día, para una capacidad de atención a 300 habitantes por día, con la fórmula siguiente se calcula el caudal aproximado:

$$Q = \frac{d \cdot n}{86\,400}$$

Donde:

Q = caudal unitario (litros por segundo)

d = dotación escogida (litros por persona por día)

n = número de personas

$$Q = \frac{40 \cdot 300}{86\,400} \approx 0,20 \text{ lt/s}$$

Se propone una bomba de ¼ de caballo de fuerza, es recomendable mantener una presión entre 10 y 40 metros columna de agua, en mi caso utilizare 30 metros columna de agua.

Con la formula siguiente se determina el caudal generado por la bomba:

$$Q_b = \frac{76 \cdot P \cdot e}{h}$$

Donde:

P =potencia en HP (caballos de fuerza)

e =eficiencia a la que trabaja la bomba=0,60

h =presión a mantener (metros de columna de agua)

Q_b =caudal de bombeo generado (lt/s)

$$Q_b = \frac{76 \cdot 0,25 \cdot 0,60}{30} = 0,38 \text{ lt/s}$$

El caudal generado por la bomba es mucho mayor que el caudal necesario por lo tanto es aceptable el caudal de la bomba y también se utilizo un circuito cerrado para mantener la misma presión en todo el circuito.

2.1.7. Presupuesto

(Ver anexos).

2.1.8. Cronograma de ejecución

(Ver anexos).

2.1.9. Planos

Para este proyecto se elaboraron los siguientes planos:

- Plano de localización y ubicación
- Planta amueblada
- Elevaciones del edificio
- Planta de cimentaciones y detalles de armado
- Detalles de armado de vigas
- Detalles de armado de losas
- Planta de iluminación
- Planta de fuerza
- Planta de acabados
- Planta de drenajes
- Planta de agua potable
- Detalles de armado de gradas y cisterna
- Detalles de armado de cajas de registro y puertas y ventanas

(Ver anexos).

2.2. Diseño de sistema de drenaje pluvial, para el barrio Jucanya, avenidas Santander y Rancho grande

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto es un sistema de recolección de precipitación pluvial el cual está distribuido en varias calles principales del pueblo, para las que serán

drenadas por medio de tragantes y dirigida hacia la línea de conducción y esta misma conducir el flujo hacia puntos donde no de problemas.

2.2.2. Sistema de drenaje de agua pluvial

El sistema de drenaje pluvial es una forma de conducir el agua proveniente de la lluvia para que no cause ningún problema a la población y así ser dirigida hacia un punto donde será la descarga.

2.2.3. Localización de las líneas de drenaje pluvial

Estas se encuentran el municipio de Panajachel, departamento de Sololá, en las calles que se consideran de vital importancia para el municipio, estas son: avenida Santander, avenida Rancho grande, avenida Salpores, avenida Cementerio.

2.2.4. Levantamiento topográfico

2.2.4.1. Planimetría

Para la planimetría se utilizó una poligonal abierta, en la cual se tomaron ángulos horizontales y distancias.

2.2.4.2. Altimetría

En la altimetría el instrumento utilizado fue el nivel y estadal a distancias constantes, con esto se sacaron las diferencias de altura entre cada pozo de visita. Se muestra una tabla con la altimetría y planimetría del proyecto estudiado, (ver anexos).

2.2.5. Diseño del sistema

2.2.5.1. Descripción del sistema a utilizar

El sistema consiste en varias líneas de tubería de gran diámetro para aguas de lluvia recolectada y transportada hacia los desfogues.

2.2.5.2. Probabilidad de ocurrencia

Esta consiste en el tiempo que una tormenta de gran magnitud suceda, existen varios valores para 5,10, 25, 50 y 100 años, estos son intervalos de magnitudes de tormentas entre más grande es, mayor será la magnitud de la intensidad, para el diseño de este proyecto se tomo una probabilidad de ocurrencia de 100 años, esto quiere decir que el sistema a diseñar podría soportar una tormenta de gran magnitud.

2.2.5.3. Características del subsuelo

De acuerdo al estudio de suelos el tipo de suelo es arena limosa color café claro, pero la mayor parte del suelo es arena, la cual tiene una buena capacidad de drenado, pero unas de las áreas en diseño están prácticamente pavimentadas por lo que hay que considerar esto en el presente y a futuro.

2.2.5.4. Determinación del coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es el porcentaje de la precipitación pluvial drenada por el sistema, ya que existen otros factores que también contribuyen en el ciclo del agua, los cuales son: evaporación, infiltración, retención del

suelo. Debido a estos factores el coeficiente de escorrentía varia de acuerdo a la región donde se hará el proyecto, este puede variar entre 0,01 a 0,95 %.

El coeficiente de escorrentía promedio se calcula con la siguiente relación:

$$C = \frac{\sum c_{ap} * a}{\sum a}$$

C = coeficiente de escorrentía medio

c_{ap} = coeficiente de escorrentía de las áreas parciales

a = área tributaria

A continuación se muestra una tabla de valores para el coeficiente de escorrentía:

Tabla XXIII. **Coefficientes de escorrentía**

descripcion del area	coeficiente de escorrentia	
	mín.	máx.
techos	0,7	0,9
pavimentos	0,85	0,9
concreto y asfalto	0,75	0,85
pedra	0,75	0,85
ladrillo	0,75	0,85
adoquinado	0,75	0,85
bosques	0,01	0,2
calles terraceria	0,25	0,6
jardines	0,05	0,25

Fuente: elaboración propia.

A continuación se determina el coeficiente de escorrentía promedio en cada línea de drenaje pluvial.

Para avenida Santander:

$$C = \frac{\text{techos+jardines+concreto+adoquin}}{\text{área total}}$$

$$C = \frac{0,9*131\,489+0,25*3\,4601+0,85*45\,789+0,8*5\,162}{217\,041} = \frac{170\,041}{217\,041} = 0,784$$

Para avenida Rancho grande:

$$C = \frac{0,9*169\,718+0,25*64\,134+0,6*6\,000+0,85*12\,865}{217\,041} = \frac{183\,315}{252\,717} = 0,725$$

Para avenida Salpores:

$$C = \frac{0,9*73\,462+0,25*133\,782+63\,296*0,85}{270\,540} = \frac{153\,362}{270\,540} = 0,567$$

Para avenida Cementerio:

$$C = \frac{0,9*57\,968+0,25*160\,277+105\,136*0,85}{323\,381} = \frac{181\,606}{323\,381} = 0,562$$

2.2.5.5. Determinación de lugares de descarga

Esto lo determina la topografía del terreno ya que esta es la más óptima y económica, el inicio de la línea de drenaje pluvial empieza en los puntos altos para ser transportada hacia puntos bajos estos pueden ser cuerpos de agua, ríos, lagos, donde también se tomo en cuenta no causara molestias a la población en el momento que esté en funcionamiento.

2.2.5.6. Determinación de áreas tributarias

Para determinar el área tributaria esta también es muy importante se tome en cuenta la topografía del terreno para determinar los puntos donde pasara la mayor cantidad de agua y poder colocar los puntos de recolección pluvial, con esto luego se proceden a dividir el área a drenar en áreas parciales tratando que sean polígonos de 3 lados, las que tributarán a un tragante determinado.

2.2.5.7. Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia es la cantidad de lluvia que cae en un área determinada con un tiempo dado, esta está dada para una probabilidad de ocurrencia de 100 años en la estación por la fórmula siguiente:

$$I_{Tr=100} = \frac{a}{(t+b)^n}$$

I = intensidad de lluvia (milímetros por hora)

t = tiempo de concentración, (minutos)

a, b y n= son constantes que dependen de la región

En este caso es para la estación meteorológica de Santiago Atitlán con los valores siguientes de parámetros:

a = 1 008

b = 4

n = 0,668

Quedando la fórmula de la siguiente forma:

$$I_{Tr=100} = \frac{1\ 008}{(t+4)^{0,668}}$$

El tiempo de concentración es el tiempo necesario para que el agua superficial descienda desde el punto más alto hasta un punto en diseño, este se divide en: tiempo de entrada y tiempo en la tubería.

Para el diseño de un drenaje pluvial se toma en cuenta que el tiempo de concentración inicial es:

$t_1=12$ minutos, (tiempo inicial de concentración), y el tiempo en la tubería se da con la siguiente fórmula:

$$t_n = t_{n-1} + \frac{L}{60 \cdot V}$$

Dónde:

t_{n-1} =tiempo de concentración en el tramo anterior, (minutos).

L=longitud del tramo anterior, (metros).

V=velocidad a sección llena del tramo anterior, (metros por segundo)

2.2.5.8. Pendiente de tubería

La tubería no debe tener pendientes muy pronunciadas ya que estas pueden causar incrementos de velocidades en el flujo de agua y esta puede ocasionar daños a la infraestructura, también no debe haber pendientes muy pequeñas ya que estas pueden taparse por acumulación de sedimento al no

poder ser arrastrados por la corriente ya que esta trae velocidad pequeña por la poca pendiente.

2.2.5.9. Diámetro de tubería

El diámetro mínimo de la tubería para drenaje pluvial es de 10 pulgadas, el diámetro de la tubería irá incrementando conforme se avanza en la línea de drenaje ya que cada vez incrementara el caudal a transportar.

2.2.5.10. Caudal de diseño

Este caudal se determina con el método racional para el cálculo de escurrimiento de agua pluvial y la fórmula es la siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Q=caudal de diseño, (metros cúbicos por segundo)

C=coeficiente de escorrentía

A=área a drenar, (Hectáreas)

2.2.5.11. Velocidad de arrastre

La velocidad de arrastre está relacionada con el caudal a conducir y la pendiente de la tubería, se toma en cuenta que hay límites de velocidad, estos son: Velocidad mínima = 0,40 metros por segundo para (pvc) y 0,60 metros por segundo para (concreto), esta se debe a que debe proporcionar una acción de auto limpieza de la tubería o capacidad de arrastre de sedimento. Velocidad máxima = 5,00 metros por segundo para (pvc) y 3,00 metros por segundo para

(concreto), la velocidad máxima también está relacionada con la pendiente y el caudal esta no debe ser mayor a la indicada ya que esta puede erosionar los pozos de visita.

2.2.5.12. Velocidades y caudales a sección llena

Para la velocidad a sección llena se utilizo la fórmula de *mannig* siguiente:

$$V = \frac{0.03429D^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

V=velocidad de flujo a sección llena, (metros por segundo)

D=diámetro de la sección de tubo, (pulgadas)

n=coeficiente de rugosidad, para pvc n=0,009

Para el caudal a sección llena se multiplica la velocidad por el área de la tubería en uso:

$$Q = \frac{V\pi(D*0.0254)^2}{4}$$

Q=caudal a sección llena, metros cúbicos por segundo

2.2.5.13. Revisión de relaciones q/Q, v/V, d/D

Con el caudal de diseño relacionado con el caudal a sección llena, se da un factor de relación el cual se busca en una tabla de factores para encontrar el factor de relación de velocidades y luego se multiplica con la velocidad a sección llena calculada y así se determina la velocidad de diseño.

2.2.5.14. Cotas invert

Es la cota del terreno menos el recubrimiento, menos el diámetro externo del tubo mas el espesor del tubo, es de gran importancia ya que con esta cota será la conducción final, para los pozos de visita la cota invert de entrada al pozo siempre debe ser mayor que la cota invert de salida del pozo, si hay cambios de diámetros de tubos el tubo de diámetro menor debe ser mucho mayor su cota invert de salida que la cota invert de entrada hacia el tubo de diámetro mayor.

2.2.5.15. Pozos de visita

La profundidad de pozos siempre se determina con la cota invert de salida del pozo menos 20 centímetros, los pozos de visita se deben colocar en las siguientes condiciones: cuando inicia un ramal, cuando hay cambio de pendientes muy pronunciadas, cuando hay cambio de dirección de la línea, a 120 metros si el diámetro es menor a 30 pulgadas y hasta 300 metros si el diámetro es mayor o igual a 30 pulgadas, en cada esquina de calle por posibles uniones.

2.2.5.16. Diseño de tragantes

Los tragantes son aberturas colocadas en las cunetas, para absorber las aguas de tormenta y conducir las al colector principal de aguas pluviales. Se diseñan para asumir todo el caudal de escorrentía que pase por su punto de ubicación, y evitar la entrada de sólidos que puedan obstruir los conductos, de acuerdo a los siguientes criterios:

- a. En la parte baja, al final de cada cuadra, a 5,00 metros de la esquina

- b. En puntos donde se tenga un tirante de agua superior a 0,10 metros
- c. La distancia entre sumideros varía de acuerdo al tipo de calle y la intensidad de las lluvias de la zona
- d. Se recomienda que el tirante de escorrentía no sea mayor a 0,03 metros, en promedio, ó 0,1 metros en la boca

Cálculo hidráulico:

$$X=0,91*v*y^{0,5}$$

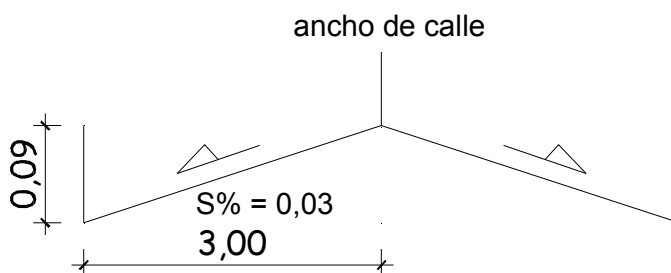
X = longitud de rejilla

V = velocidad del agua, calculado con fórmula de *manning*

Y= tirante medio hasta el rostro inferior de la rejilla

$$B = \frac{\text{alto}}{\text{pendiente calle}} = \frac{0,09}{0,03} = 3,0 \text{ m}$$

Figura 66. **Sección de carretera**



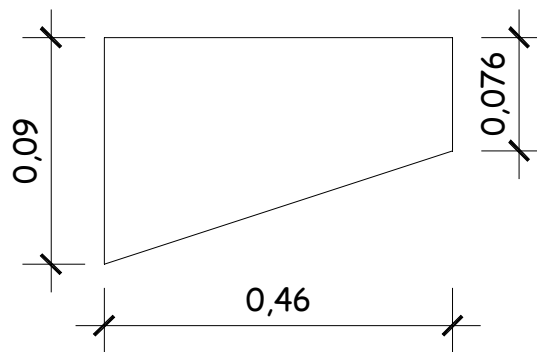
Fuente: elaboración propia.

$$B' = \sqrt{3^2 + 0,09^2} = 3,001 \text{ m}$$

Cálculo del gasto de la cuneta:

Los anchos recomendados de rejilla varían entre 12 Y 18 pulgadas, en este caso tomare la de 18 pulgadas equivalente a 0,46 metros.

Figura 67. **Área de sección de rejilla**



Fuente: elaboración propia.

$$Q = \frac{1}{0,016} \left(\frac{0,09 \cdot 3}{2(0,09 + 3,001)} \right)^{\frac{2}{3}} 0,05^{0,5} \cdot \frac{3 \cdot 0,09}{2} = 0,23 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Gasto que no pasa por la rejilla:

$$Q_n = \frac{1}{0,016} \left(\frac{0,076 \cdot 2,54}{2(0,076 + 2,54)} \right)^{\frac{2}{3}} 0,05^{0,5} \cdot \frac{2,54 \cdot 0,076}{2} = 0,15 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Gasto que pasa por la rejilla:

$$Q_i = Q - Q_n = 0,23 - 0,15 = 0,08 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Área transversal q pasa por la rejilla:

$$A = \frac{1}{2} * (0,09 + 0,076) * 0,46 = 0,038 \text{ m}^2$$

Cálculo de velocidad:

$$V = \frac{Q_i}{A} = \frac{0,08}{0,038} = 2,19 \text{ m/s}$$

Cálculo de tirante:

$$Y = \frac{1}{2} (0,076 + 0,09) + 0,05 = 0,13 \text{ m}$$

Cálculo de longitud de rejilla:

$$X = 0,91 * 2,19 * \sqrt{0,13} = 0,73 \text{ m}$$

Para mayor afinidad en el diseño se colocaran rejillas de 1.00 metro de largo.

2.2.5.17. Ejemplo de diseño de un tramo

A continuación se muestra un ejemplo del pozo visita 2 al pozo visita 3, para la línea de drenaje de la avenida Rancho Grande:

Cálculo de pendiente de terreno:

$$S\% = \frac{\text{CotaInicial}-\text{CotaFin}}{\text{distancia horizontal}} * 100 = \frac{99-97,17}{95,58} * 100 = 1,92 \%$$

Datos para el cálculo hidráulico:

a=0,866 hectáreas	(Área del tramo a valuar)
C=0,567	(Coeficiente de escorrentía)
V=3,585 metros por segundo	(Velocidad a sección llena del tramo anterior)
L=52,2 metros	(Distancia horizontal del tramo anterior)
t=12 minutos	(Tiempo de concentración del tramo anterior)
S%tubo=1,2 %	(Pendiente del tubo, asumida)
D=30 pulgadas	(Diámetro del tubo, asumido)

Cálculo del tiempo de concentración:

$$t = 12 + \frac{52,2}{60 * 3,585} = 12,24 \text{ min}$$

Cálculo de la intensidad de la lluvia:

$$I = \frac{1008}{(12,24+4)^{0,668}} = 156,6 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

Cálculo de caudal de diseño:

$$Q = \frac{0,567 * 0,866 * 156,6}{360} = 1,82 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo de caudal y velocidad a sección llena:

$n=0,009$ (Coeficiente de rugosidad para pvc)

$$V = \frac{0,03429 \cdot 30^{2/3} \cdot 1,2^{1/2}}{0,009} = 4,030 \text{ m/s}$$

$$Q = \frac{4,030 \cdot \pi \cdot (30 \cdot 0,0254)^2}{4} = 1,838 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo de velocidad de diseño por medio de relaciones q/Q y v/V :

$$\frac{q}{Q} = \frac{1,825}{1,838} = 0,9933$$

Buscando en la tabla se encuentra la relación de:

$$v/V = 1,14$$

$$v = 4,030 \cdot 1,14 = 4,59 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La velocidad de diseño queda dentro del rango de velocidades aceptables por lo tanto cumple.

Se muestra una tabla con los datos calculados para la avenida rancho grande, (ver anexos).

2.2.6. Ubicación de los desfogues

Los desfogues que se encuentran son 4 y cada uno está al final de las avenidas: Santander, Rancho grande, Salpores y Cementerio. Este está en el punto más bajo de cada avenida, para mayor detalle ver los planos adjuntos.

2.2.7. Presupuesto

Se presenta un presupuesto resumido de los costos directos e indirectos de la obra, (ver anexos).

2.2.8. Cronograma de ejecución

(Ver anexos).

2.2.9. Planos

Se elaboraron los siguientes planos para este proyecto:

- Localización de líneas de conducción y desfogues
- Planta y perfil de las líneas de conducción
- Detalles de armado de pozos de visita y tragantes, ver anexos

2.2.10. Evaluación de impacto ambiental

2.2.10.1. Definición

Impacto ambiental se define como a cualquier cambio en el ambiente dado tanto por causas naturales o la construcción. La evaluación de impacto ambiental se utiliza para determinar el cambio en el ambiente provocado por la construcción, hoy en día es de gran importancia ya que es necesario saber si algún proyecto determinado su edificación pueda causar algún impacto negativo al medio ambiente por lo consiguiente afecte a la población a su alrededor, con esto poder mitigar las posibles causas que afectan el medio ambiente.

2.2.10.2. Fines y aspectos cubiertos

Los fines determinantes de la EIA es: vigilar si el proyecto que se elaborara no causara daños al ambiente durante su ejecución o después de terminado dicho proyecto, proponer medidas de mitigación a cualquier efecto negativo causado al medio ambiente.

Los aspectos cubiertos por la EIA son todos los relacionados con el ambiente entre estos están: el aire, en el aire se debe determinar olores, ruidos, gases y vibraciones que se pudieran captar, el agua, en el agua de la misma forma se debe monitorear para ver si desechos sólidos de algún material utilizado se mezcle con el agua y así no cause problemas de contaminación, suelo para el suelo se debe determinar si algún material también usado cause daños por ejemplo líquido de batería de la maquinaria se derrame en el trabajo.

Biodiversidad está relacionada con todo lo que es flora y fauna, visual es cuando se hace un cambio visual notorio al ambiente, social, cuando afecta a sitios arqueológicos o culturales, en el caso de uso de maquinaria se debe determinar también el consumo energético, con esto se debe determinar si se puede reducir el consumo o no ampliarlo mas, molestias a la población, con esto poder disminuir todas las molestias posibles causadas a las personas a su alrededor.

Todos estos aspectos mencionados anteriormente se tomaron como referencia del documento extendido por el MARN, el cual se llama Evaluación Ambiental Inicial.

Se muestra una tabla de evaluación de impacto ambiental, (ver anexos).

2.2.11. Evaluación socio-económica

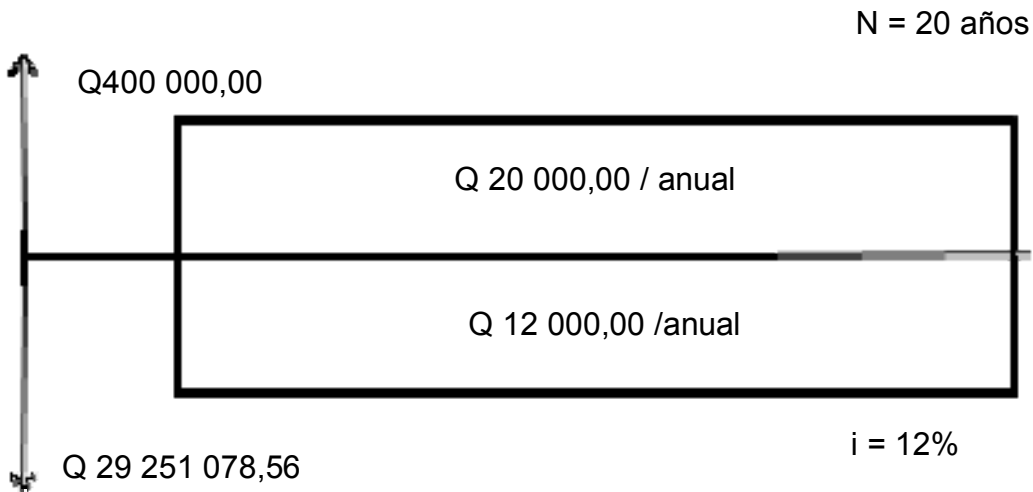
Con esta evaluación se pretende determinar si el proyecto es factible económica o socialmente, en el caso económico que se pueda recuperar la inversión a mediano o largo plazo, en el caso social es si el proyecto es de beneficio para la población, para esta evaluación solo se tomaron dos análisis económicos los cuales son: valor presente neto y tasa interna de retorno.

2.2.11.1. Valor presente neto

Se analiza la inversión a futuro para ver si es rentable económicamente en este caso se propone un período de diseño de 20 años, esta metodología consiste en comparar todos los ingresos y egresos que tendrá el uso del proyecto se puedan visualizar en el tiempo presente, cuando el valor presente neto es menor que cero indica que la inversión será mala y mayores a cero una buena inversión.

El costo inicial asumido para este proyecto es de (Q 29 251 078,56) asumiendo que hay ingreso inicial de (Q 400 000,00) costo de mantenimiento de (Q 12 000,00 anuales) ingresos por operación (Q 20 000,00 anuales) en este proyecto, para visualizar gráficamente se utiliza un diagrama de flujo de caja.

Figura 68. **Flujo de caja del valor presente neto**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo del valor presente:

$$VPN = -29\,251\,078,56 + 400\,000 + 12\,000(P/A, 12\%, 20) + 20\,000(P/A, 12\%, 20)$$

$$VPN = -29\,251\,078,56 + 400\,000 + 8\,000 * 7,4694$$

$$VPN = -28\,791\,323,4$$

El valor presente neto dio negativo como se esperaba, este proyecto económicamente no es rentable, pero es de gran utilidad para las personas del municipio.

2.2.11.2. Tasa interna de retorno

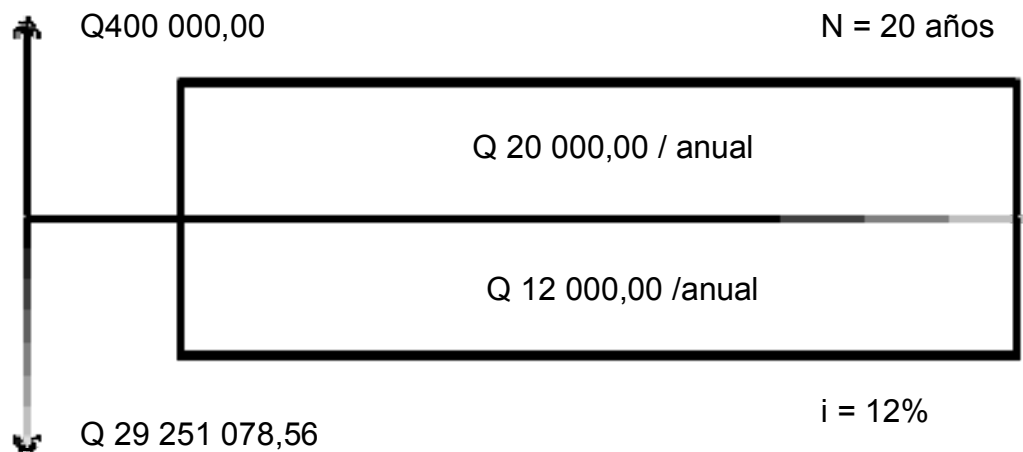
La tasa interna de retorno es la tasa máxima de beneficio que podrá pagarse, con esta tasa lo que se pretende es que los costos sean igual o

cercano a los ingresos, lo que busca con la TIR hace que el valor presente neto sea igual a cero.

Para encontrar la TIR en la inversión del proyecto de drenaje pluvial, se utilizan todos los datos anteriores del valor presente neto VPN. Costo inicial (Q 29 251 078,56) ingreso inicial de (Q 400 000,00) costo de mantenimiento de (Q 12 000,00 anuales) ingresos por operación (Q 20 000,00 anuales).

Lo que se hace es encontrar un VPN negativo y un VPN positivo con TIR asumidas para luego interpolar y encontrar el VPN igual a cero para poder determinar la TIR de ese punto en la gráfica.

Figura 69. **Flujo de caja de la tasa interna de retorno**



Fuente: elaboración propia.

$$VPN = -28\,852\,078 + 8\,000(P/A, TIR, 20)$$

Con la fórmula anterior se asumen TIR para poder encontrar los valores que se requieren para encontrar la TIR adecuada, pero como este proyecto no es factible económicamente no es necesario calcularla.

CONCLUSIONES

1. El diseño del centro de salud que se hizo es de gran ayuda para el desarrollo y utilidad de las personas del municipio de Panajachel, utilizando para el análisis estructural los métodos siguientes: método de Cross, método del portal y el *software* de sap2000. Con una área de construcción de 2 502 metros cuadrados con un costo unitario de Q 3 150,00 el metro cuadrado.
2. El diseño del proyecto del drenaje pluvial que se hizo puede ser de gran utilidad si se ejecuta para su funcionamiento en épocas de invierno para los habitantes de Panajachel, para 3 051 metros lineales de drenaje para este proyecto y un costo unitario de Q4 332,00 por metro lineal.
3. El apoyo técnico que se dio al municipio de Panajachel fue de gran beneficio para sus pobladores ya que el lugar no contaba con apoyo técnico.
4. Los proyectos diseñados son referenciados a normas en el caso del centro de salud se utilizó la norma ACI 318 S-05 y en el caso del drenaje pluvial se utilizó la Norma general para el diseño de alcantarillado sanitario del INFOM de alcantarillado.
5. El impacto ambiental causado por los proyectos es leve y se puede mitigar con adecuada educación a los mismos empleados.

RECOMENDACIONES

1. Tomar en cuenta que el presupuesto esta afecto a los cambios de costo en los materiales.
2. A la hora de la construcción se debe guiar y referenciar con los planos y la memoria técnica para no dar problemas en la construcción.
3. El proyecto no es rentable económicamente por lo que se debe hacer conciencia que es de beneficio social nada más.

BIBLIOGRAFÍA

1. ESCAMILLA CHASSANT, Guillermo Roberto Rafael. *Análisis y diseño de edificios altos para la ciudad de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1996. 90 p.
2. HIBBELLER, R. C. *Análisis estructural*. 3a ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana, 1997. 727 p.
3. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillado sanitario*. Guatemala: INFOM 2001. 30 p.
4. McCORMAC, Jack C. *Diseño de concreto reforzado*. 4a ed. México: Alfaomega, 2002. 779 p.
5. MUÑOZ MALDONADO, María del Rosario. *Diseño del edificio municipal y diseño del sistema de agua potable para los cantones San Lorencito y Chita, Zunilito, Suchitepequez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 163 p.

APÉNDICE

Tabla de momentos finales, método de Cross

Método de Cross, analisis con ladeo							
momentos finales para columnas marco eje b, carga sismica							
tercer nivel (kg*m)							
	d-c	e-f	l-k	m-n	t-s	u-v	? Cn
Cn1	-878	-2 236	-2 723	-2 723	-2 236	-878	-11 674
Cn2	330	785	874	874	785	330	3 978
Cn3	-159	-356	-351	-351	-356	-159	-1 733
	c-d	f-e	k-l	n-m	s-t	v-u	? Cn
Cn1	-1 323	-2 933	-3 254	-3 254	-2 933	-1 323	-15 020
Cn2	1 711	3 251	3 036	3 036	3 251	1 711	15 994
Cn3	-904	-1 511	-1 223	-1 223	-1 511	-904	-7 275
segundo nivel							
	c-b	f-g	k-j	n-o	s-r	v-w	? Cn
Cn1	846	1 640	1 567	1 567	1 640	846	8 108
Cn2	-2 736	-5 961	-6 475	-6 475	-5 961	-2 736	-30 345
Cn3	1 410	2 745	2 626	2 626	2 745	1 410	13 561
	b-c	g-f	j-k	o-n	r-s	w-v	? Cn
Cn1	248	521	527	527	521	248	2 591
Cn2	-2 701	-5 862	-6 379	-6 379	-5 862	-2 701	-29 885
Cn3	4 428	8 108	7 302	7 302	8 108	4 428	39 675
planta baja							
	b-a	g-h	j-i	o-p	r-q	w-x	? Cn
Cn1	-142	-257	-212	-212	-257	-142	-1 222
Cn2	1 601	2 971	2 710	2 710	2 971	1 601	14 564
Cn3	-6 885	-14 461	-15 193	-15 193	-14 461	-6 885	-73 079
	a-b	h-g	i-j	p-o	q-r	x-w	? Cn
Cn1	-90	-151	-130	-130	-151	-90	-741
Cn2	774	1 454	1 319	1 319	1 454	774	7 094
Cn3	-8 705	-17 740	-18 105	-18 105	-17 740	-8 705	-89 101

Fuente: elaboración propia.

Libreta topográfica del proyecto de drenaje pluvial

est	po	dist.	azimut			cota	est	po	dist.	azimut			cota
		metros	g	m	s	100			metros	g	m	s	100
1	2	117,55	218	21	5	98,4	1	2	52,2	195	59	10	99
2	3	116,9	219	45	26	96,7	2	3	95,58	201	15	31	97,2
3	4	118,67	216	2	48	95,5	3	4	87,16	205	29	23	94,8
4	5	76,92	217	49	5	93,9	4	5	63,68	206	59	35	93,2
5	6	124,35	217	47	39	91,6	5	6	46,05	207	34	44	92,3
6	7	141,6	217	12	57	89,7	6	7	73,62	213	30	4	91,4
7	8	94,92	220	12	45	84,2	7	8	61,53	210	8	6	89,7
8	9	23,19	227	46	40	82,7	8	9	60,84	203	56	13	88,8
9	10	17,52	212	50	28	74	9	10	37,59	209	48	38	88
							10	11	57,05	210	20	59	86,3
avenida rancho grande							11	12	100,06	205	29	41	83,1
est	po	dist.	azimut			cota	12	13	31,78	204	9	46	81,3
		metros	g	m	s	100	13	14	27,81	200	22	6	78,7
1	2	99,03	214	55	36	98,1	14	15	66,34	211	39	13	71,7
2	3	99,02	214	50	45	96,2							
3	4	59,69	215	14	47	95,2							
4	5	53,85	214	9	14	94	avenida cementerio						
5	6	96,41	214	32	21	91,3	est	po	dist.	azimut			cota
6	7	63,82	214	26	9	89,8			metros	g	m	s	100
7	8	154,84	214	50	26	86,3	1	2	90,75	193	27	5	98
8	9	117,37	214	14	55	84,1	2	3	90,72	193	10	5	96,7
9	10	126,17	215	14	56	83	3	4	99,43	192	32	32	95,7
10	11	9,68	205	46	8	80,8	4	5	69,86	192	42	51	94,7
11	12	38,93	213	12	29	70,5	5	6	325,35	191	55	21	83,9

Fuente: elaboración propia.

Ensayo de compresión triaxial



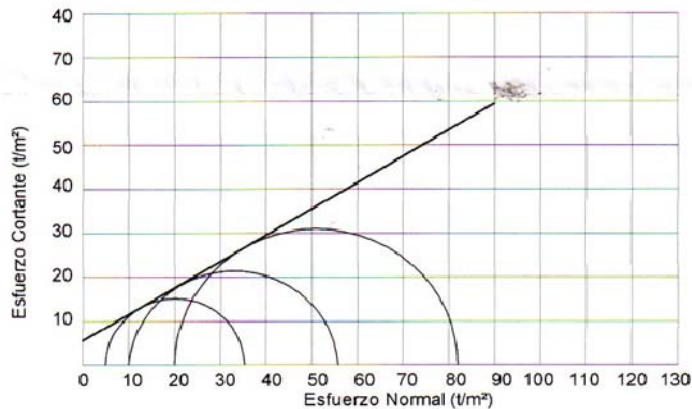
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 12893

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 036 S.S. O.T.: 26.515
 INTERESADO: Jaime Ivan Palma Martínez
 PROYECTO: EPS-Diseño del Centro de Salud.
 UBICACIÓN: Calle Principal, Municipio de Panajachel, Sololá.
 Fecha: 21 de enero de 2010.
 pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 30.91^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 5.60 \text{ t/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arena limosa color café claro

DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (t/m²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(t/m²)	30.28	45.85	61.95
PRESION INTERSTICIAL u(t/m²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	3.0	5.5	7.5
DENSIDAD SECA (t/m³)	1.22	1.22	1.22
DENSIDAD HUMEDA (t/m³)	1.58	1.58	1.58
HUMEDAD (%H)	29.3	29.3	29.3

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA-USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992, Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: elaboración propia.

Evaluación de impacto ambiental

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL (Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad: Proyecto de drenaje pluvial</p>	
<p>I.2. Información legal: A) Nombre del Proponente o Representante Legal: municipalidad de panajachel _____</p> <p>B) De la empresa: Razón social: municipalidad de panajachel Nombre Comercial: _____</p> <p>No. De Escritura Constitutiva: _____ Fecha de constitución: _____</p> <p>Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____ Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p> <p>No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____ _____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p> Número de Identificación Tributaria (NIT): _____	
<p>I.3 Teléfono _____ Fax _____ Correo electrónico: _____</p>	
<p>I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto: Panajachel, Solola, Guatemala Especificar Coordenadas UTM o Geográficas</p>	

Continúa tabla de evaluación de impacto ambiental

Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84																						
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) municipalidad de panajachel																							
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo																							
II. INFORMACION GENERAL																							
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:																							
Etapas de:																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e0e0e0;"> <th style="text-align: left; padding: 2px;">II.1 Etapa de Construcción**</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Operación</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Abandono</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">- Actividades a realizar</td> <td style="padding: 2px;">- Actividades o procesos</td> <td style="padding: 2px;">- acciones a tomar en caso de cierre</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">- Insumos necesarios</td> <td style="padding: 2px;">- Materia prima e insumos</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">- Maquinaria</td> <td style="padding: 2px;">- Maquinaria</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">- Otros de relevancia</td> <td style="padding: 2px;">- Productos y subproductos (bienes o servicios)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">** Adjuntar planos</td> <td style="padding: 2px;">- Horario de trabajo</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">- Otros de relevancia</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono	- Actividades a realizar	- Actividades o procesos	- acciones a tomar en caso de cierre	- Insumos necesarios	- Materia prima e insumos		- Maquinaria	- Maquinaria		- Otros de relevancia	- Productos y subproductos (bienes o servicios)		** Adjuntar planos	- Horario de trabajo			- Otros de relevancia			
II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono																					
- Actividades a realizar	- Actividades o procesos	- acciones a tomar en caso de cierre																					
- Insumos necesarios	- Materia prima e insumos																						
- Maquinaria	- Maquinaria																						
- Otros de relevancia	- Productos y subproductos (bienes o servicios)																						
** Adjuntar planos	- Horario de trabajo																						
	- Otros de relevancia																						
II.3 Área																							
a) Área total de terreno en m2: <u>10000 m2</u>																							
b) Área de ocupación del proyecto en m2: <u>14000 m2</u>																							
II.4 Actividades colindantes al proyecto:																							
NORTE <u>transito de vehiculos</u> SUR <u>actividades turisticas</u> ESTE <u>actividades turisticas</u> OESTE <u>actividades turisticas</u>																							
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, rios, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):																							
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO																					
todo cerca, es en el pueblo																							
II.5 Dirección del viento:																							
norte-sur																							
II.7 Datos laborales																							
a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras																							
b) Número de empleados por jornada <u>80 empleados</u> Total empleados <u>80 empleados</u>																							
c) otros datos laborales, especifique																							

Continúa tabla de evaluación de impacto ambiental

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	tipo	si/no	cantidad/ (mes, día, hora)	proveedor	uso	especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
agua	servicio público						
	pozo						
	agua superficial						
	otro						
combustibles*	gasolina	X			maquinaria		
	diesel	X			maquinaria		
	bunker						
	glp						
	Otro						
lubricantes	solubles						
	no solubles						
refrigerantes							
OTROS							
*NO-A: Si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustibles, adjuntar copia							
III. TRANSPORTE							
III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:							
a) Número de vehículos <u>12 vehículos</u>							
b) Tipo de vehículo <u>autos y maquinaria pesada</u>							
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa _____							
IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD							
IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES							

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No.	Aspecto Ambiental	impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire X	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de	gases y ruido emitido por los vehículos	en todo el proyecto	

Continúa tabla de evaluación de impacto ambiental

		azufre, etc.)			
		Ruido	molestia a los oídos	cercano a la obra	trabajar en horas que no afecte tanto
		Vibraciones	molestia a viviendas	cercano a la obra	trabajar en horas que no afecte tanto
		Olores	no		
2	Agua	Abastecimiento de agua	no		
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: no		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: no	Descarga:	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: no	Descarga:	
		Agua de lluvia	no Captación si	Descarga: lago	
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	si Cantidad: 2 pie3 diario	en la calle	colocar recipientes donde colocar la basura
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	no Cantidad:	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	no		
		Modificación del relieve o topografía del área	si	en los desfuegos	construirlos de modo que no se noten
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	no		
		Fauna (animales)	no		
		Ecosistema	no		
5	Visual	Modificación del			

Continúa tabla de evaluación de impacto ambiental

		paisaje	no		
6	Social	Cambio modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	no		
7	Otros		no		

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA			
CONSUMO			
V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) no hay			
V.2 Forma de suministro de energía			
a)	Sistema público		
b)	Sistema privado		
c)	generación propia		
V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO _____			
V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?			
VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD			
VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:			
a)	<input type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio		
b)	<input checked="" type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores		
c)	<input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores		
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: por zanjeo, posibles caídas dentro de ellas			
VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?			
a) inundación ()	b) explosión ()	c) deslizamientos ()	
d) derrame de combustible ()	e) fuga de combustible ()	d) Incendio ()	e) Otro ()
Detalle la información explicando el por qué?			

VI.3 riesgos ocupacionales:			
<input type="checkbox"/>	Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores		
<input checked="" type="checkbox"/>	La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores		
<input type="checkbox"/>	La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores		

Continúa tabla de evaluación de impacto ambiental

<input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores
Ampliar información: posibles derrumbes en las zanjas
VI.4 Equipo de protección personal
VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (x) NO ()
VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: cascos para los trabajadores y cintas de color para indicar donde hay zanja
VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? indicar el tipo de trabajo que se hará para que la población este al tanto con los posibles problemas de zanjeo

DOCUMENTOS QUE DEBEN ADJUNTAR AL FORMATO:

- Plano de localización o mapa escala 1:50.000
- Plano de ubicación
- Plano de distribución
- Plano de los sistemas hidráulico sanitarios (agua potable, aguas pluviales, drenajes, planta de tratamiento)
- Presentar original y copia completa del formato al MARN y una copia para sellar de recibido
- Presentar documento foliado
- Fotocopia de cedula de vecindad
- Declaración jurada

NOTA: EL TAMAÑO DE PLANOS POR CIRCULAR 003-2006/CANVN/BEA DEBERAN SER:

- CARTA
- OFICIO
- DOBLE CARTA

Fuente: MARN.

Cronograma de ejecución de drenaje pluvial

CRONOGRAMA DE EJECUCION, PROYECTO DRENAJE PLUVIAL													
No	Reglon	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	m11	m12
1	trabajos preliminares	■											
2	levantamiento topografico		■										
3	trazo			■									
4	corte				■								
5	movimiento de tierras					■							
6	colocado de tuberias						■						
7	levantado de pozos							■					
8	levantado de tragantes								■				
9	relleno controlado									■			
10	levantado de desfogue										■		

Fuente: elaboración propia.

Resumen de cálculo hidráulico

d PV a PV		Cálculo hidráulico para línea de drenaje pluvial										sección llena		sección vacía		cota invert		
		terreno		Atramo		C		I		Qd		S% tubo		V	Q	v	q/Q	ini
dist.	Ho.	S%	He	Aacum.	C	Tc	I	mm/h	m ³ /s	D	plg.	m/m	m/s	m ³ /s	m/s		m	m
1	2	98,07	99,02	1,95	3,68	0,73	12	158,2	1,171	30	1,75	4,866	2,219	4,944	0,5277	1,02	97,84	96,11
2	3	98,07	99,02	1,94	6,04	0,73	12,3	156	1,914	30	1,4	4,352	1,985	4,962	0,9644	1,14	95,57	94,19
3	4	96,15	95,17	1,64	8,41	0,73	12,7	153,6	2,646	36	1,1	4,357	2,861	4,949	0,9249	1,14	93,71	93,06
4	5	95,17	93,97	2,23	9,84	0,73	12,9	152,2	3,083	36	1,15	4,455	2,925	5,038	1,054	1,13	92,47	91,86
5	6	93,97	91,26	2,81	11,12	0,73	13,1	151	3,475	42	0,8	4,118	3,680	4,69	0,9441	1,14	89,76	88,99
6	7	91,26	89,76	2,35	13,56	0,73	13,5	148,8	4,205	48	0,7	4,210	4,915	4,736	0,8555	1,13	87,79	87,34
7	8	89,76	86,32	2,22	15,19	0,73	13,8	147,3	4,689	48	0,75	4,358	5,088	4,946	0,9217	1,14	85,06	83,90
8	9	86,32	84,12	1,87	19,15	0,73	14,4	144,2	5,839	54	0,6	4,216	6,230	4,794	0,9373	1,14	82,25	81,55
9	desf	84,12	81,7	1,84	22,48	0,73	14,8	141,8	6,788	60	0,55	4,331	7,900	4,872	0,8593	1,13	80,90	80,18

Fuente: elaboración propia.

Cronograma de ejecución del proyecto del centro de salud

No	Renglón	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10
1	trabajos preliminares	■									
2	demolición	■									
3	trazo	■	■								
4	zanjeo	■	■								
5	zapatas	■	■	■							
6	cimiento corrido	■	■	■							
7	cisterna	■	■	■							
8	columnas		■	■	■						
9	soleras		■	■	■						
10	levantado de muro			■	■	■					
11	vigas			■	■	■					
12	modulo de gradas				■	■	■				
13	losa				■	■	■	■			
	segundo nivel										
14	columnas					■	■	■			
15	levantado de muro					■	■	■			
16	soleras					■	■	■			
17	vigas					■	■	■	■		
18	modulo de gradas						■	■	■		
19	losa						■	■	■	■	
20	instalaciones electricas									■	■
21	instalaciones hidraulicas					■	■	■			
22	drenaje de aguas negras				■	■	■				
23	instalacion baños						■	■	■		
24	drenaje pluvial								■	■	
25	cernido								■	■	■
26	piso									■	■
27	azulejo										■
28	puertas y ventanas										■

Fuente: elaboración propia.

Presupuesto del proyecto del centro de salud

CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO						
Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
1	trabajos preliminares					
1,1	demolicion	m2	80	Q 60,00	Q	4 800,00
1,2	trazo	m2	300	Q 20,00	Q	6 000,00
1,3	sanjeado	m3	800	Q 45,00	Q	36 000,00
2	cimentacion					
2,1	zapatas z-1	unidad	30	Q 20 105,63	Q	603 168,90
2,1	cimiento corrido cc-1	ml	200	Q 372,19	Q	74 438,00
3	columnas					
3,1	columna c-1	ml	111	Q 2 890,89	Q	320 888,79
3,2	columna c-4	ml	111	Q 2 875,36	Q	319 165,28
3,3	columna c-2	ml	220	Q 544,84	Q	119 864,80
3,4	columna c-3	ml	310	Q 544,84	Q	168 900,40
4	muros					
4,1	solera de amarre s-1	ml	284	Q 483,24	Q	137 239,13
4,2	solera intermedia s-2	ml	240	Q 382,53	Q	91 807,64
4,3	sillares	ml	253	Q 300,00	Q	75 900,00
4,4	levantado de pared	m2	420	Q 350,36	Q	147 151,20
5	vigas					
5,1	viga planta baja v-1	ml	132	Q 2 952,66	Q	389 751,60
5,2	viga planta baja v-2	ml	110	Q 2 952,66	Q	324 793,00
5,3	viga planta baja v-3	ml	20	Q 3 085,05	Q	61 701,00
5,4	viga 2 nivel v-1	ml	132	Q 2 746,80	Q	362 577,60
5,5	viga 2 nivel v-2	ml	110	Q 2 746,80	Q	302 148,00
5,6	viga 2 nivel v-3	ml	20	Q 2 869,05	Q	57 381,00
6	losa					
6,1	losa de entepiso	m2	1248	Q 2 205,63	Q	2 752 628,67
7	acabados					
7,1	piso de ceramica	m2	1248	Q 175,00	Q	218 400,00
7,2	cemido blanco	m2	3820	Q 150,00	Q	573 000,00
7,3	cemido y azulezo	m2	100	Q 175,00	Q	17 500,00
7,4	artefactos sanitarios					
7,5	inodoro	unidad	12	Q 950,00	Q	11 400,00
7,6	lavamanos	unidad	14	Q 750,00	Q	10 500,00
7,7	mignitorio	unidad	4	Q 800,00	Q	3 200,00
8	red hidraulica					
8,1	red hidraulica 1 nivel	global	1	Q 15 000,00	Q	15 000,00
8,2	red hidraulica 2 nivel	global	1	Q 12 000,00	Q	12 000,00
9	red de drenajes					
9,1	drenaje pluvial	global	1	Q 18 000,00	Q	14 000,00
9,2	pañuelos	m2	624	Q 150,00	Q	93 600,00
9,3	drenaje sanitario 1 nivel	global	1	Q 40 000,00	Q	40 000,00
9,4	drenaje sanitario 2 nivel	global	1	Q 15 000,00	Q	15 000,00
10	herreria	global	1	Q 412 680,00	Q	412 680,00
11	instalacion electrica	global	1	Q 178 000,00	Q	178 000,00
12	modulos de acceso					
12,1	modulo de gradas	m2	48	Q 2 000,00	Q	96 000,00
13	varios					
13,1	cistema	m2	48	Q 2 200,00	Q	105 600,00
13,2	bomba 1/4 hp y equipo	unidad	1	Q 12 000,00	Q	12 000,00
	total				Q	8 184 185,00
	indirectos 35%(moviliario,equipo,fianzas)				Q	2 864 464,75
	monto total				Q	11 048 649,75

Fuente: elaboración propia.

Presupuesto del proyecto de drenaje pluvial

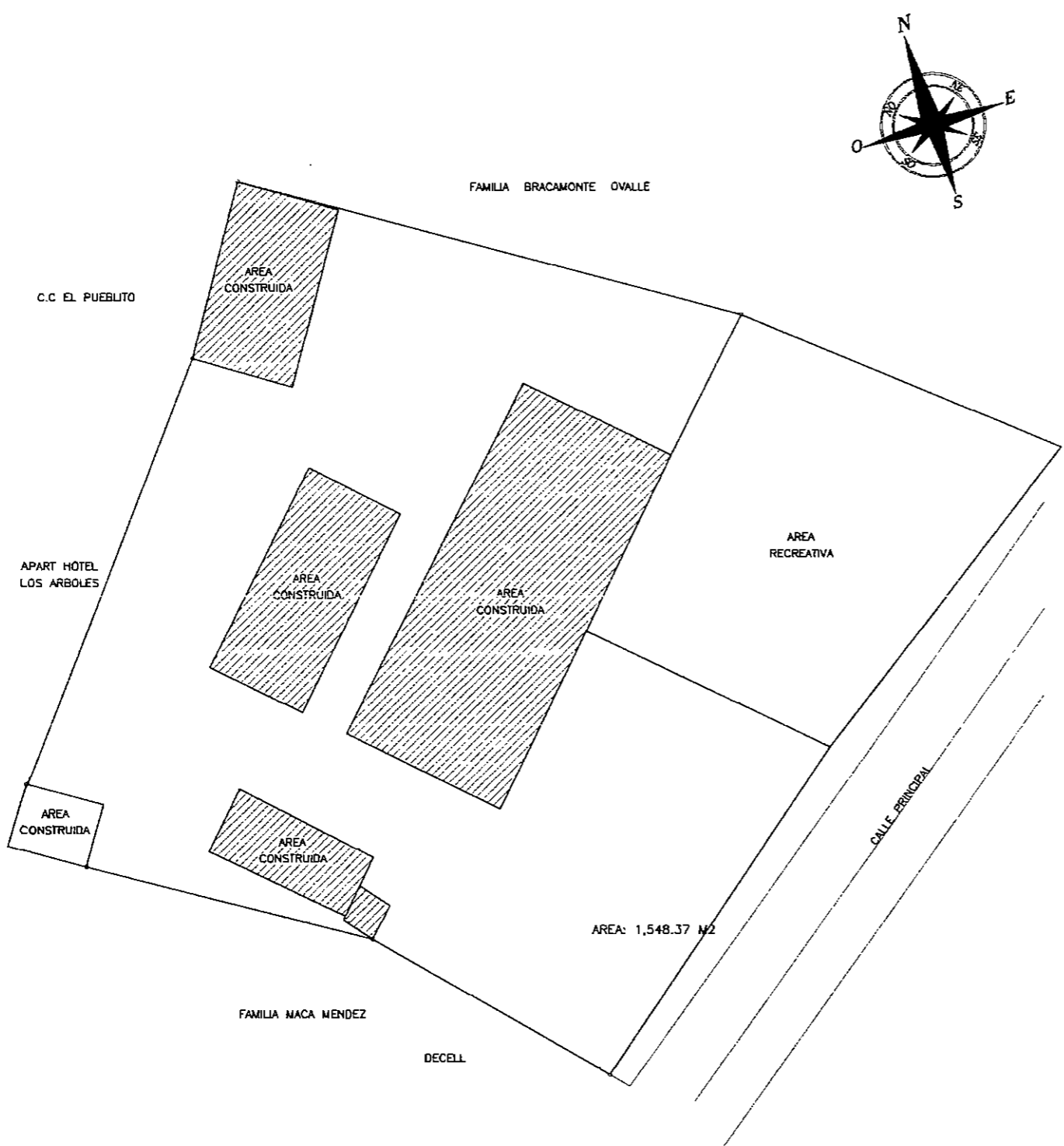
CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO					
avenida santander					
Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
1	trazo y corte de pavimento	ml	815	Q 75,00	Q 61 125,00
	movimiento de tierra	m3	7736	Q 250,00	Q 1 934 000,00
	tubo pvc novaloc D=36 plg	unidad	40	Q 7 542,00	Q 301 680,00
	tubo pvc novaloc D=42 plg	unidad	20	Q 8 532,00	Q 170 640,00
	tubo pvc novaloc D=48 plg	unidad	34	Q 9 978,00	Q 339 252,00
	tubo pvc novaloc D=54 plg	unidad	40	Q 11 514,00	Q 460 560,00
	tubo pvc novaloc D=60 plg	unidad	5	Q 12 366,00	Q 61 830,00
	pozo de visita	unidad	8	Q 18 000,00	Q 144 000,00
	tragante	unidad	15	Q 12 000,00	Q 180 000,00
	desfogue	unidad	1	Q 30 000,00	Q 30 000,00
	monto total				Q 3 683 087,00
avenida rancho grande					
Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
1	trazo y corte de pavimento	ml	880	Q 75,00	Q 66 000,00
	movimiento de tierra	m3	8130	Q 250,00	Q 2 032 500,00
	tubo pvc novaloc D=30 plg	unidad	34	Q 5 874,00	Q 199 716,00
	tubo pvc novaloc D=36 plg	unidad	19	Q 7 542,00	Q 143 298,00
	tubo pvc novaloc D=42 plg	unidad	16	Q 8 532,00	Q 136 512,00
	tubo pvc novaloc D=48 plg	unidad	37	Q 9 978,00	Q 369 186,00
	tubo pvc novaloc D=54 plg	unidad	20	Q 11 514,00	Q 230 280,00
	tubo pvc novaloc D=60 plg	unidad	22	Q 12 366,00	Q 272 052,00
	pozo de visita	unidad	9	Q 18 000,00	Q 162 000,00
	tragante	unidad	18	Q 12 000,00	Q 216 000,00
	desfogue	unidad	1	Q 24 000,00	Q 24 000,00
	monto total				Q 3 851 544,00
avenida salpores					
Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
1	trazo y corte de pavimento	ml	795	Q 75,00	Q 59 625,00
	movimiento de tierra	m3	7314	Q 250,00	Q 1 828 500,00
	tubo pvc novaloc D=30 plg	unidad	25	Q 5 874,00	Q 146 850,00
	tubo pvc novaloc D=36 plg	unidad	26	Q 7 542,00	Q 196 092,00
	tubo pvc novaloc D=42 plg	unidad	32	Q 8 532,00	Q 273 024,00
	tubo pvc novaloc D=48 plg	unidad	28	Q 9 978,00	Q 279 384,00
	tubo pvc novaloc D=54 plg	unidad	30	Q 11 514,00	Q 345 420,00
	pozo de visita	unidad	13	Q 18 000,00	Q 234 000,00
	tragante	unidad	26	Q 12 000,00	Q 312 000,00
	desfogue	unidad	1	Q 25 000,00	Q 25 000,00
	monto total				Q 3 699 895,00
avenida el cementerio					
Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
1	trazo y corte de pavimento	ml	514	Q 25,00	Q 12 850,00
	movimiento de tierra	m3	7247	Q 250,00	Q 1 811 750,00
	tubo pvc novaloc D=48 plg	unidad	31	Q 9 978,00	Q 309 318,00
	tubo pvc novaloc D=54 plg	unidad	29	Q 11 514,00	Q 333 906,00
	tubo pvc novaloc D=60 plg	unidad	33	Q 12 366,00	Q 408 078,00
	pozo de visita	unidad	5	Q 18 000,00	Q 90 000,00
	tragante	unidad	10	Q 12 000,00	Q 120 000,00
	desfogue	unidad	1	Q 24 000,00	Q 24 000,00
	monto total				Q 3 109 902,00
	monto final				Q 14 344 428,00
	mano de obra				Q 10 041 099,60
	indirectos 33%				Q 8 047 224,11
	monto global total				Q 32 432 751,71

Fuente: elaboración propia.

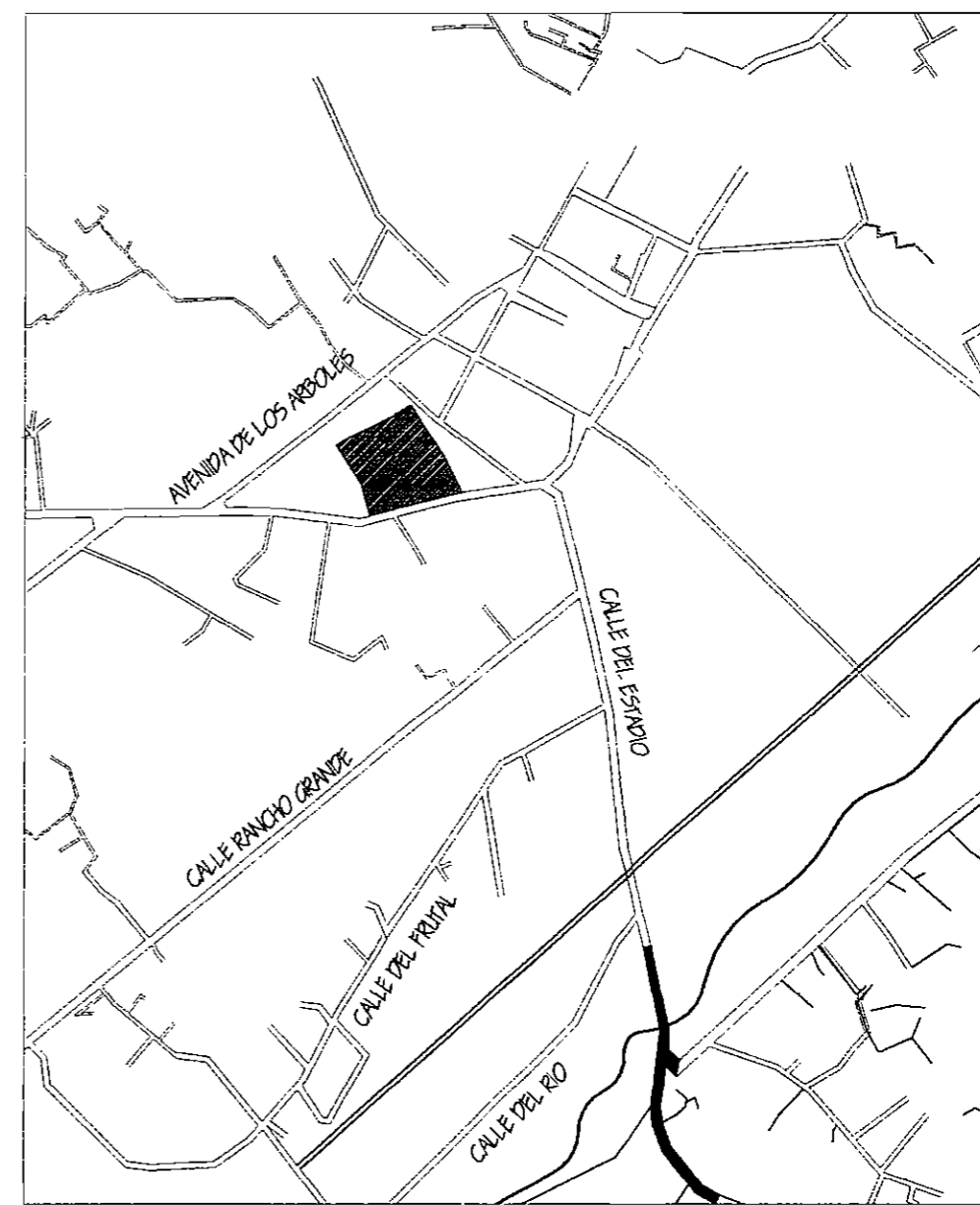
PLANOS DE LOS PROYECTOS

- Proyecto del centro de salud
 1. Plano de localización y ubicación
 2. Planta amueblada
 3. Elevaciones del edificio
 4. Planta de cimentaciones y detalles de armado
 5. Detalles de armado de vigas
 6. Detalles de armado de losas
 7. Planta de iluminación
 8. Planta de fuerza
 9. Planta de acabados
 10. Planta de drenajes
 11. Planta de agua potable
 12. Detalles de armado de gradas y cisterna
 13. Detalles de armado de cajas de registro y puertas y ventanas

- Proyecto del drenaje pluvial
 1. Localización de líneas de conducción y desfogues.
 2. Planta y perfil de las líneas de conducción.
 3. Detalles de armado de pozos de visita y tragantes.

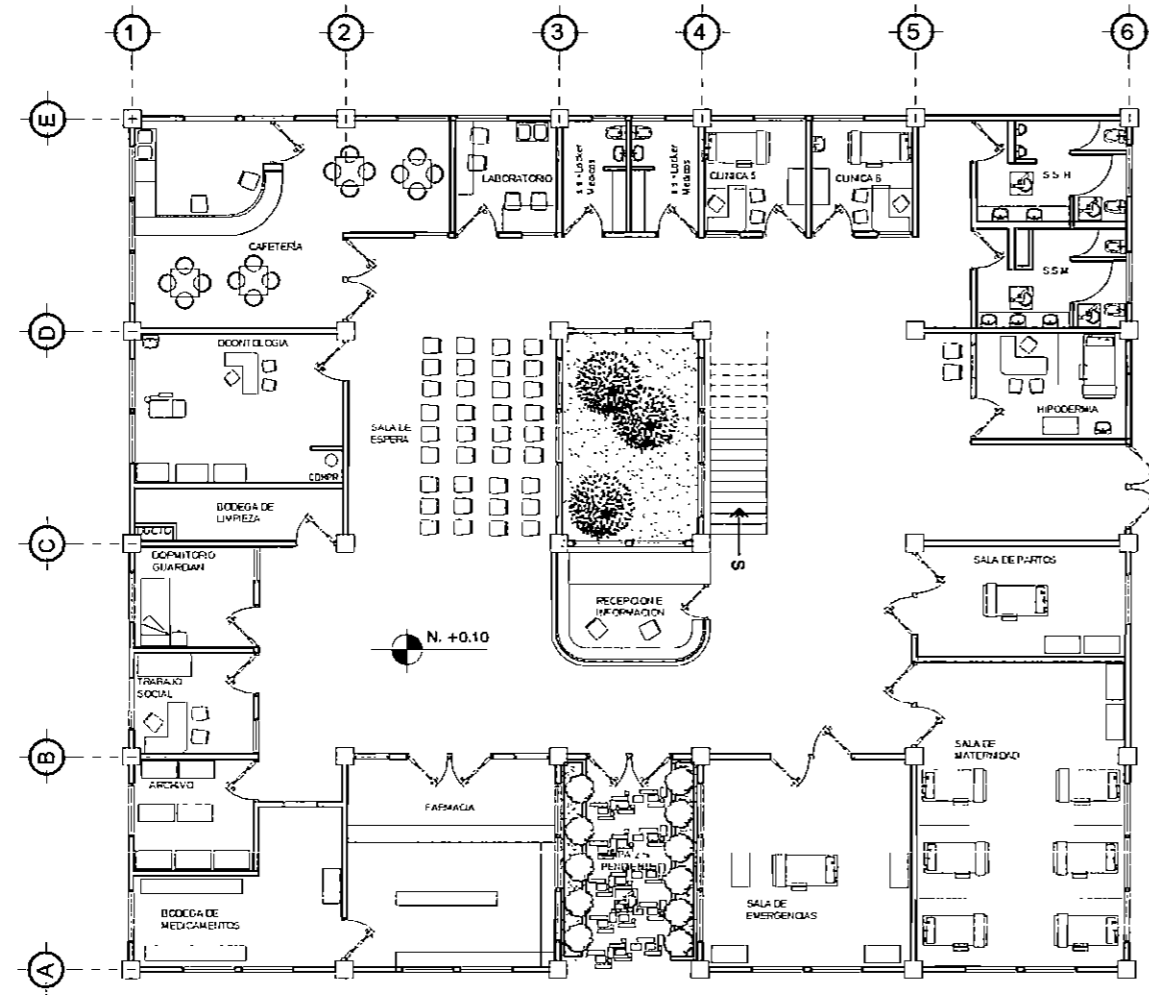


PLANTA DE LOCALIZACION
PANAJACHEL, SOLOLÁ



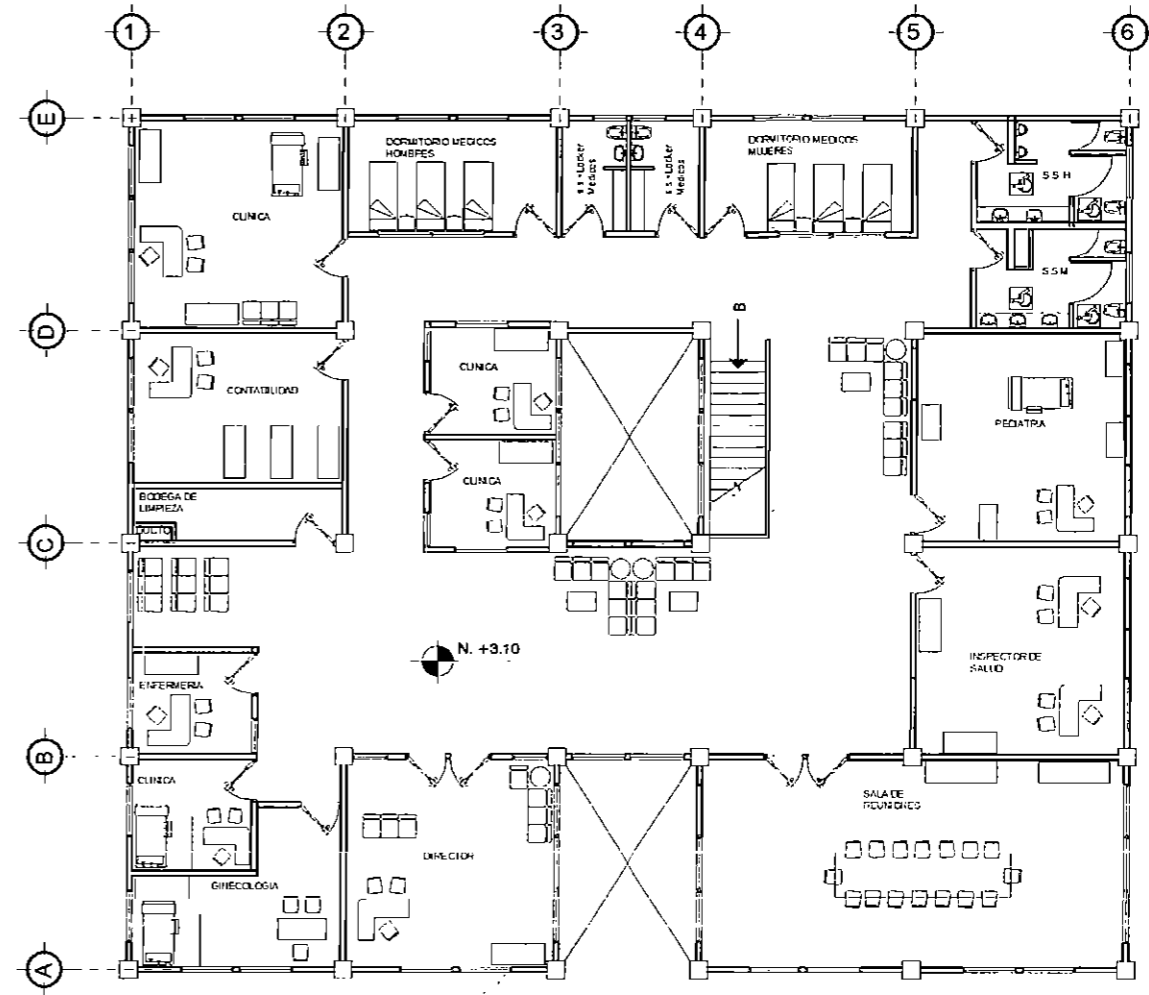
PLANTA DE UBICACION
PANAJACHEL, SOLOLÁ

EPS		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ			
CONTENIDO: PLANO DE UBICACION PLANO DE LOCALIZACION		CARGO: SUPERVISOR ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ	
DISEÑO, DIBUJO Y CALCULO JUAN IVAN PALMA MARTINEZ	CAPNE: 17200011245	FECHA: 2010	ESCALA: INDICADA
INGENIERO LUIS GREGORIO ALFARO VELZ		INGENIERO JUAN IVAN PALMA MARTINEZ	
		HOJA No. 1 / 13	



PLANTA AMUEBLADA PRIMER NIVEL

ESCALA: 1:100

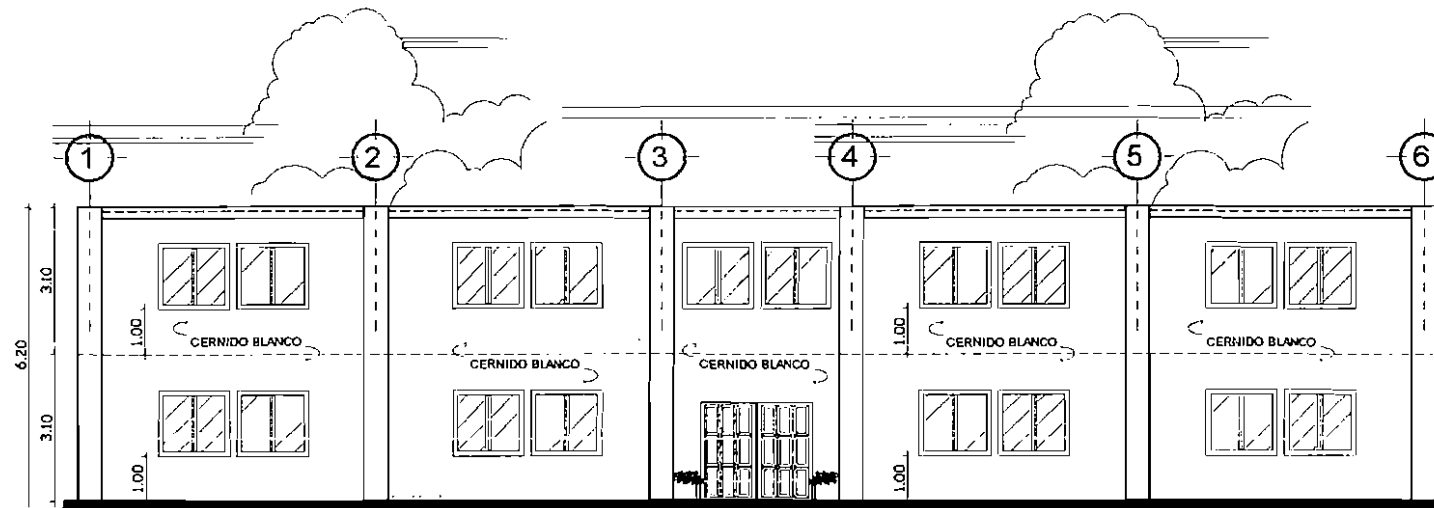


PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:100

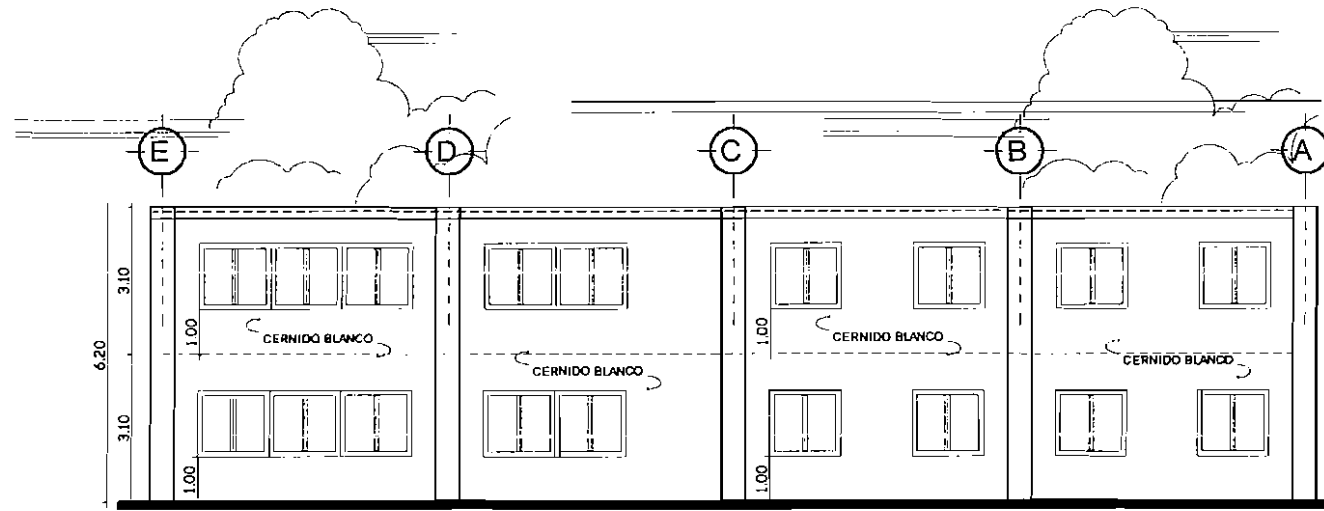
CENTRO DE SALUD, MUNICIPIO DE PANAJACHEL

EPS		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA			
CONTENIDO: - PLANTA AMUEBLADA		asesor-supervisor: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	
DISEÑO, DIBUJO Y CALIBRADO: JAIW IVAN PALMA MARTINEZ		CARNE: 200011245	FECHA: 2010
		ESCALA: INDICADA	HOJA No. 2/13
Ing. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ		Ing. JAIW IVAN PALMA MARTINEZ	



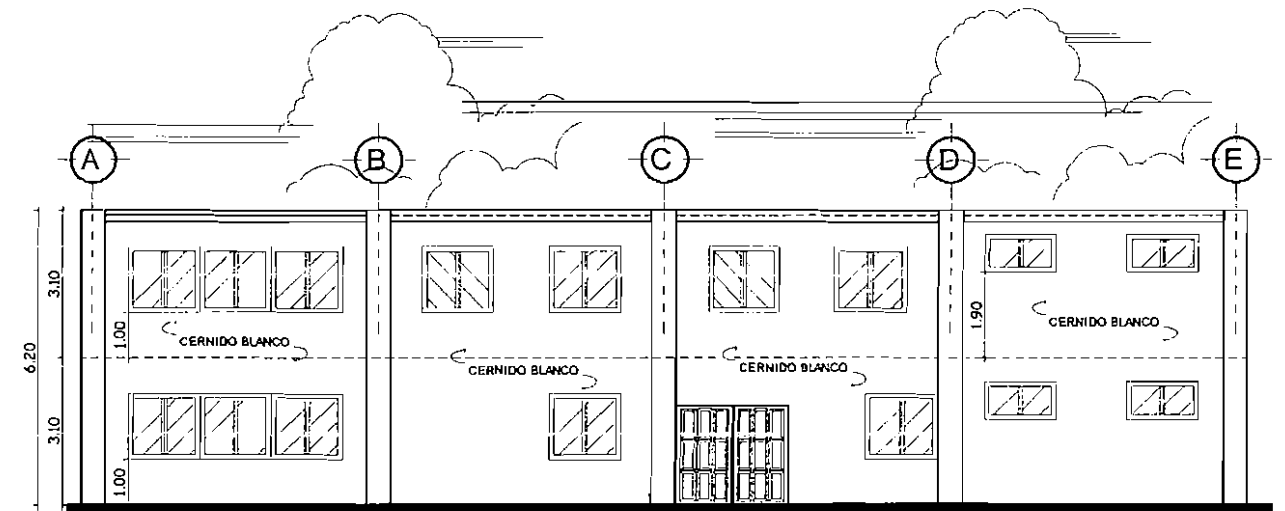
ELEVACION FRONTAL

ESC. 1:75



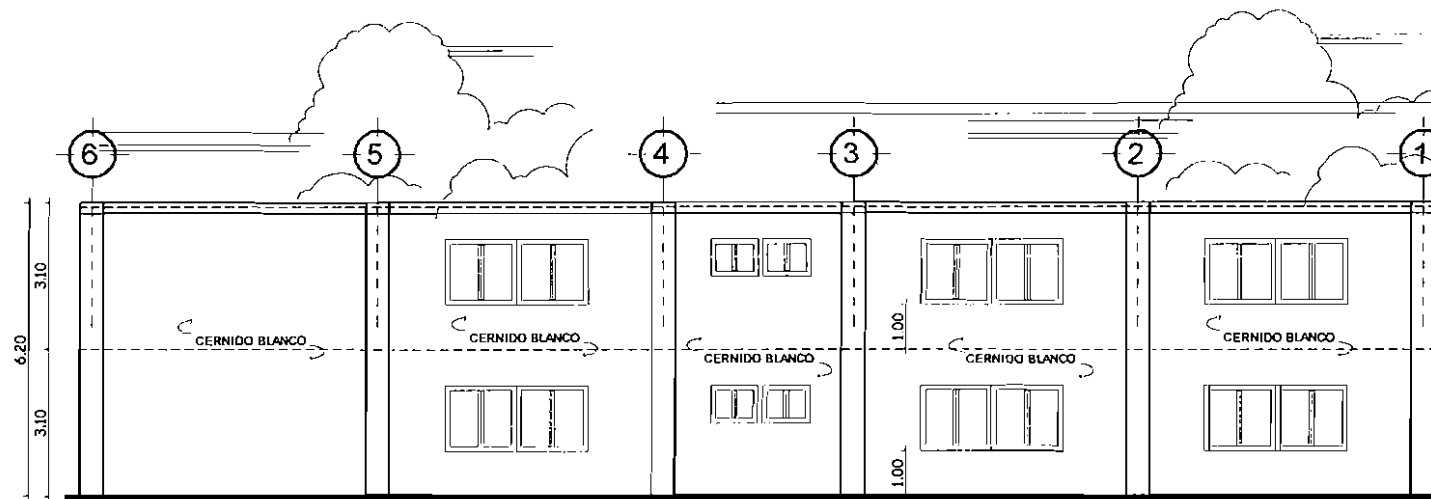
ELEVACION LATERAL IZQUIERDA

ESC. 1:75



ELEVACION LATERAL DERECHA

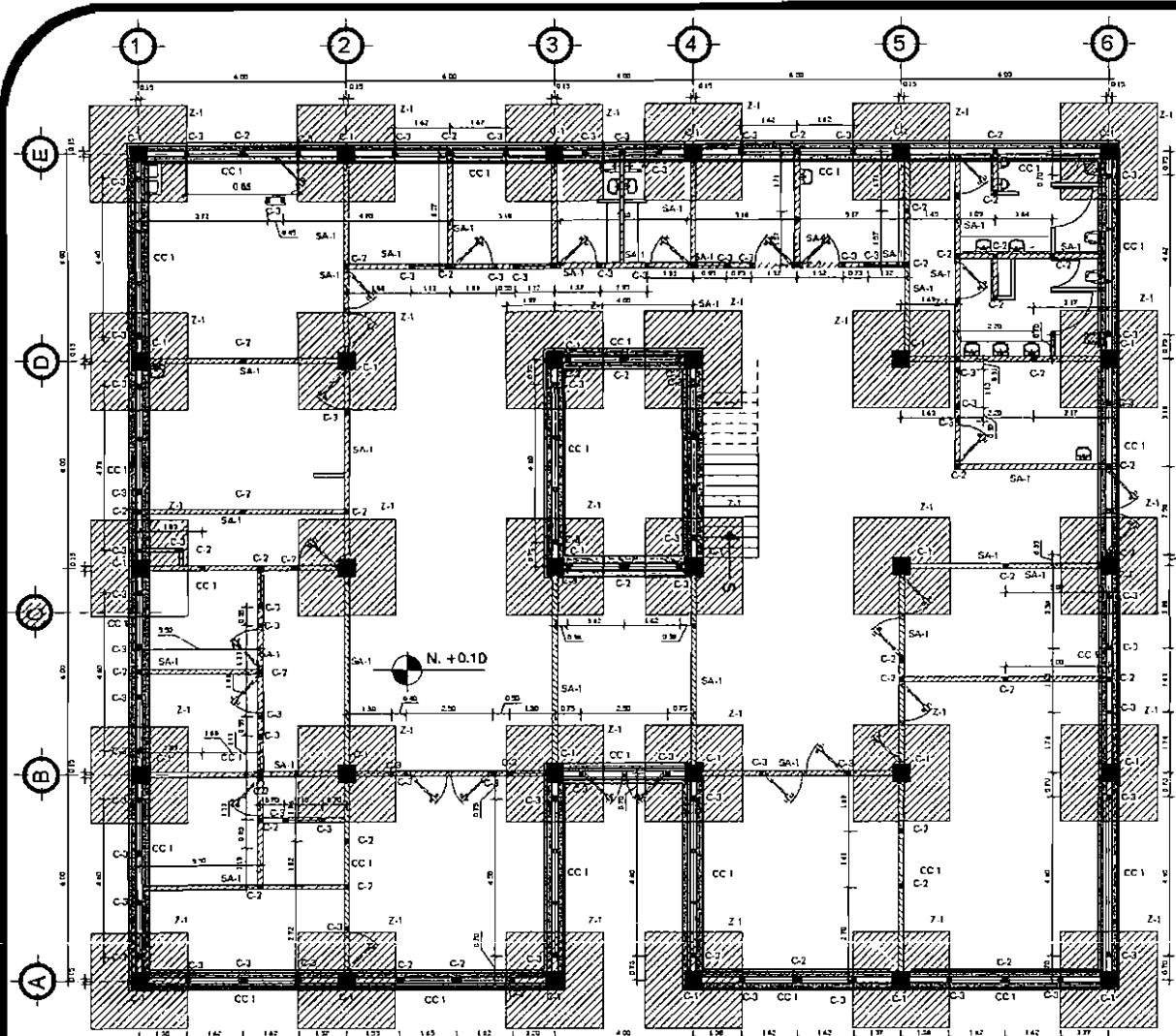
ESC. 1:75



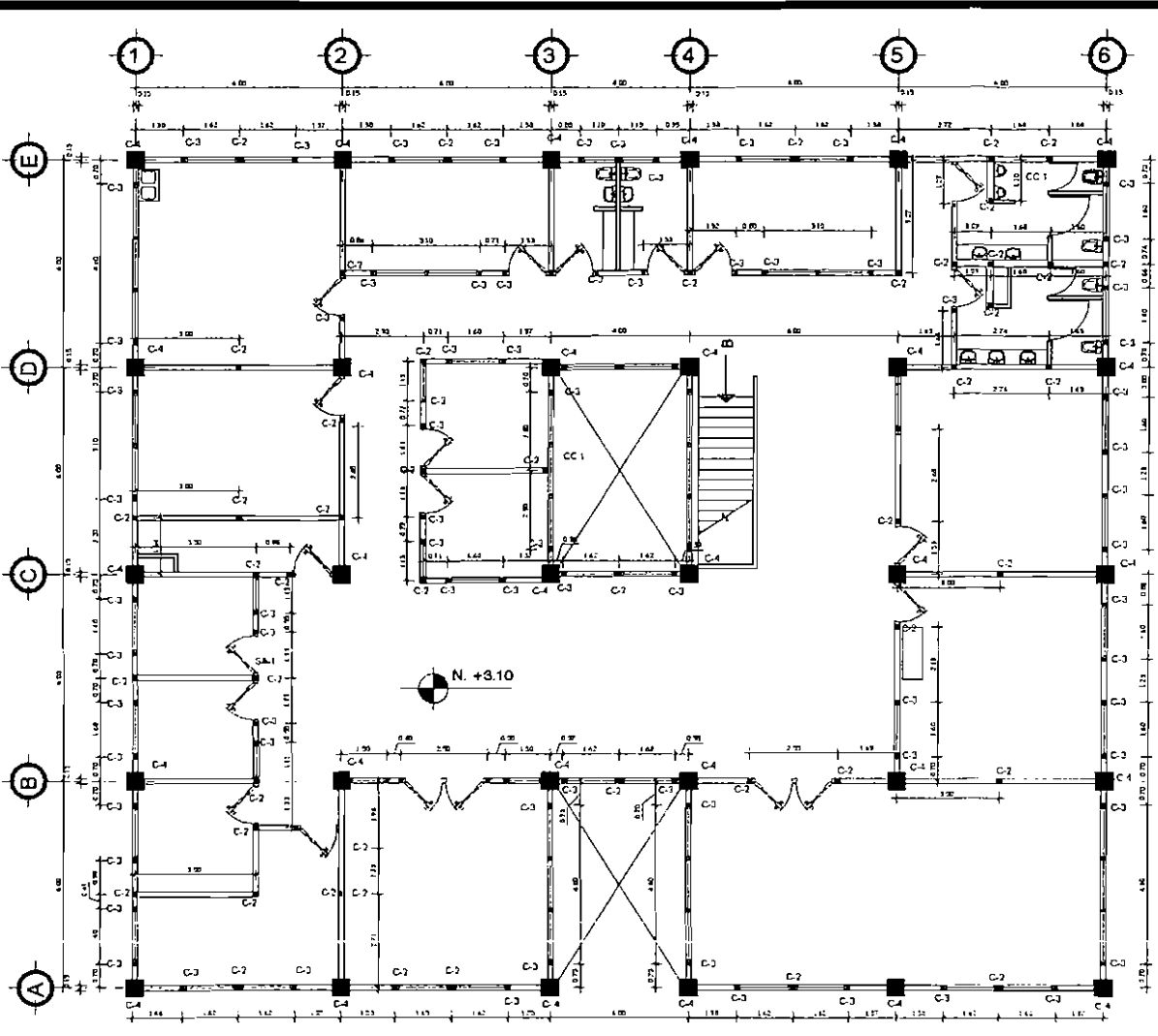
ELEVACION POSTERIOR

ESC. 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA		
CONTENIDOS: - ELEVACIONES DEL EDIFICIO		ASesor(A)-SUPERVISOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
DISEÑO, DIBUJO Y CALCULO: JANE IVAN PALMA MARTINEZ	CARRERA: 200011245	FECHA: 2010
ESCALA: INDICADA		HOJA No. 3 / 13
ASesor(A) ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ		ESTUDIANTE JANE IVAN PALMA MARTINEZ

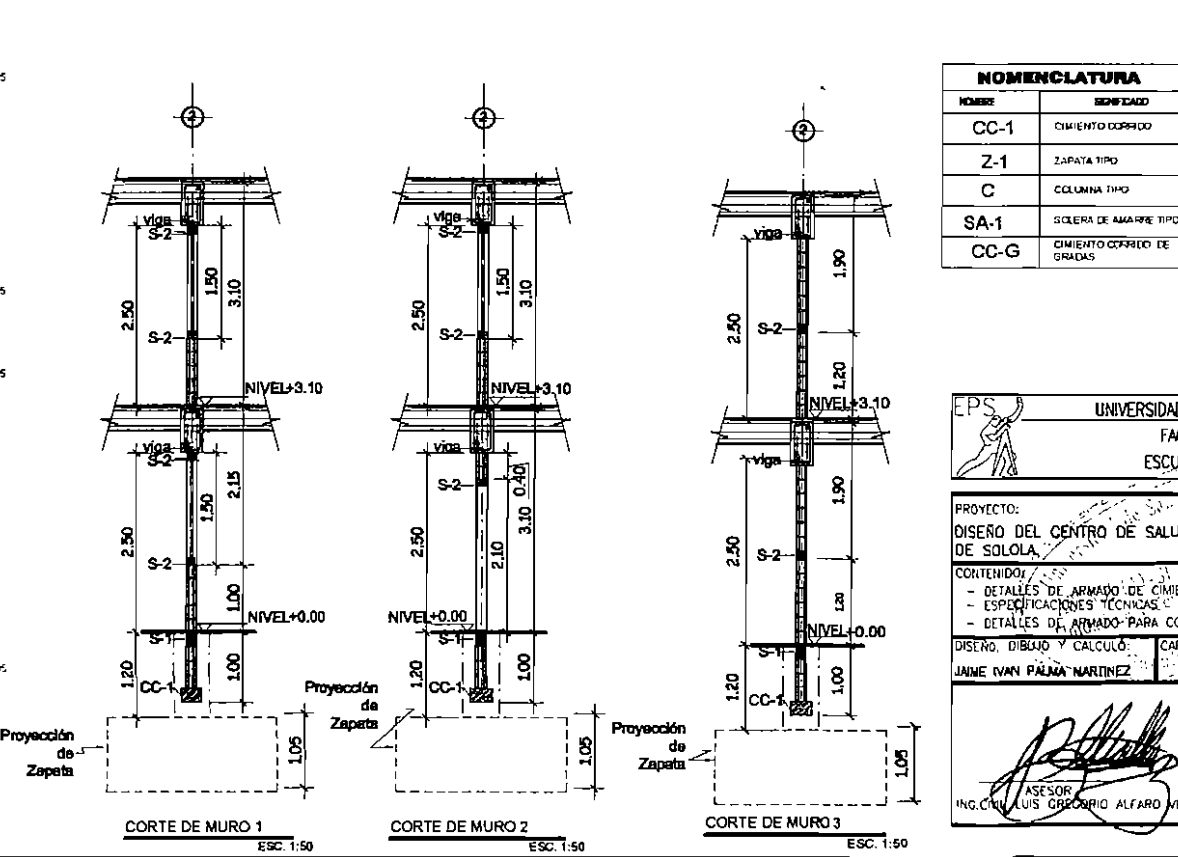
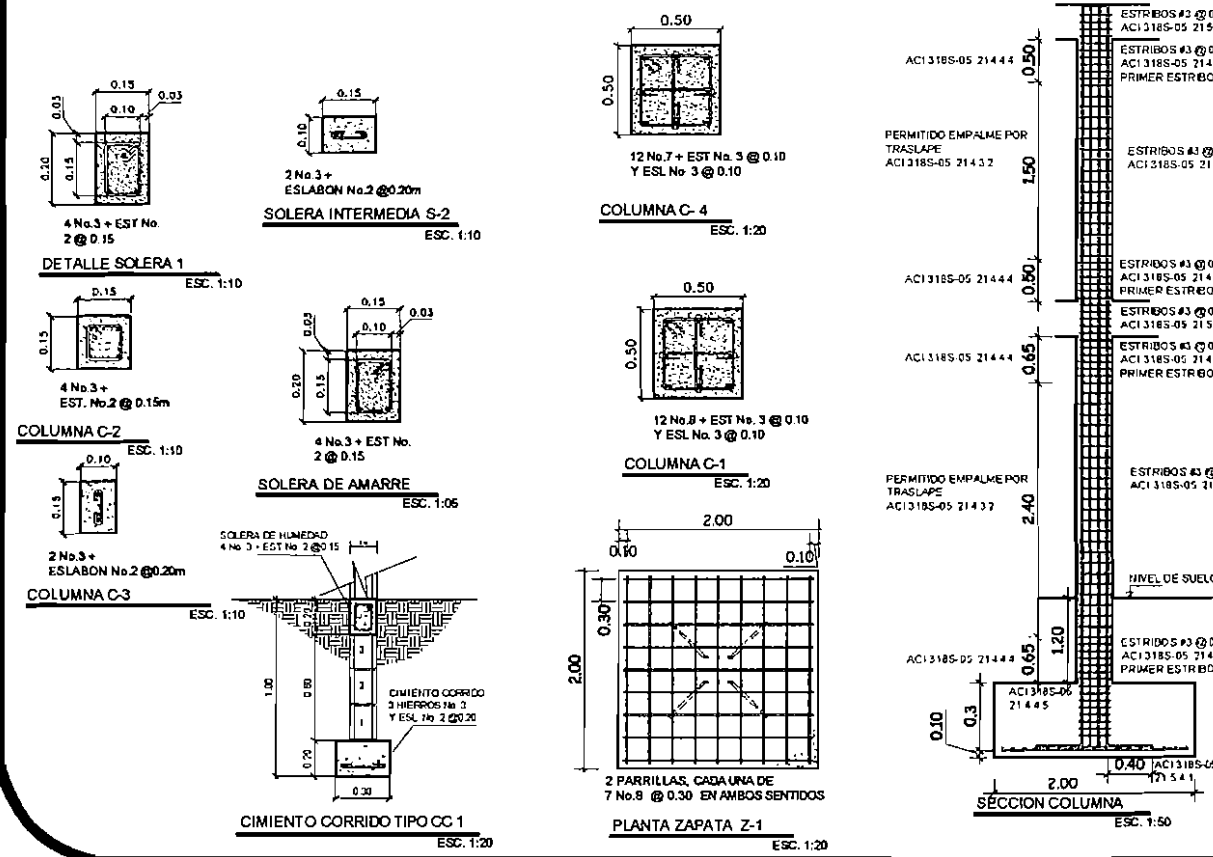


PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS
PRIMER NIVEL
ESCALA: 1:100



PLANTA DE COLUMNAS
SEGUNDO NIVEL
ESCALA: 1:100

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
- NORMA UTILIZADA: ACI 318S-05
 - $f_c = 2800 \text{ Kg/cm}^2$
 - $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ (GRADO 60) para COLUMNAS Y ZAPATAS
 - VALOR SOPORTE DEL SUELO = 80.4 ton/m^2
 - DOBLADO: LA LONGITUD DE DESARROLLO (LONGITUD DEL DOBLEZ) SE PERMITE UTILIZAR EL DOBLEZ DE $90^\circ + 8 \phi$ DE LA BARRA, NO MENOR QUE 150 mm. (ACI 21.4.1)
 - GANCHO (ESLABONES) DOBLEZ $180^\circ + 4 \phi$ DEL ESTRIBO (ACI 7.1.1)
 - GANCHO (ESTRIBOS) DOBLEZ $135^\circ + 6 \phi$ DEL ESTRIBO (ACI 7.1.3)
 - LA DISTANCIA DEL PRIMER ESTRIBO A PARTIR DEL BORDE DEL APOYO DEBE SER COMO MÁXIMO 5 cm (ACI 21.3.3.2)
 - RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS ESTRUCTURA PRINCIPAL DE VIGAS 4 cm (ACI 7.7.1)
 - PROHIBICIONES NO DEBEN EMPLEARSE EMPALMES POR TRASLAPE EN:
 - A. DENTRO DE LOS NUDOS
 - B. EN UNA DISTANCIA DE DOS VECES LA ALTURA DEL ELEMENTO MEDIDA DESDE LA CARA DEL NUDO (ACI 21.3.2.3)
 - ACI 7.10.5.4 LA DISTANCIA DEL PRIMER ESTRIBO SOBRE LA PARTE SUPERIOR DE LA ZAPATA NO DEBE SER MENOR A S/2
 - RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS ACI 7.7.1
 - ESTRUCTURA DE ZAPATAS: 7.5 cm
 - ESTRUCTURA PRINCIPAL DE COLUMNAS PRINCIPALES 4 cm
 - ESTRUCTURA PRINCIPAL DE COLUMNAS SECUNDARIAS 2.5 cm
 - LONGITUD DE DESARROLLO O EMPALMES ACI 12.2.1
 - LA LONGITUD PARA LOS EMPALMES EN ELEMENTOS A COMPRESIÓN DEBE SER $L_d = 9 \phi$ DE LA BARRA
 - LA SEPARACIÓN TRANSVERSAL NO DEBE EXCEDER LA MENOR DE:
 - (A) LA CUARTA PARTE DE LA DIMENSIÓN MÍNIMA DEL ELEMENTO
 - (B) 6 VECES EL DIÁMETRO DEL REFUERZO LONGITUDINAL
 - (C) NO MAYOR A 15 CM, NI MENOR A 10 CM. (ACI 21.4.2)
 - EL REFUERZO TRANSVERSAL DEBE SUMINISTRARSE EN UNA LONGITUD L_o NO MENOR A LAS SIGUIENTES:
 - (A) LA ALTURA DEL ELEMENTO EN LA CARA DEL NUDO O EN LA SECCIÓN DONDE PUEDE OCURRIR FLECCIÓN POR FLEXIÓN
 - (B) UN SEXTO DE LA LUZ LIBRE DEL ELEMENTO (C) 450 mm. (ACI 21.4.4)
 - CUANDO NO SE PROPORCIONA REFUERZO TRANSVERSAL COMO SE ESPECIFICA EN LO ANTERIOR, A LO LARGO DE TODA LA LONGITUD DE LA COLUMNA EL RESTO DE LA LONGITUD DE LA COLUMNA DEBE CONTENER REFUERZO DE ESTRIBO CERRADO DE CONFINAMIENTO, CON UN ESPACIAMIENTO DE 6 VECES EL DIÁMETRO DE LAS BARRAS LONGITUDINALES DE LA COLUMNA O 150 mm. (ACI 21.4.4.6)



NOMENCLATURA

NOMBRE	DEFINICIÓN
CC-1	CIMENTO CORRIDO
Z-1	ZAPATA TIPO
C	COLUMNA TIPO
SA-1	SOLERA DE AMARRE TIPO
CC-G	CIMENTO CORRIDO DE GRADAS

SIMBOLOGIA

SYMBOL	SIGNIFICADO
	CIMENTO CORRIDO
	SOLERA DE AMARRE
	COLUMNAS DE CONCRETO DE TIPO INDICADO
	ZAPATA TIPO

EPS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: OISERO DEL CENTRO DE SALUD DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA.

CONTENIDO:

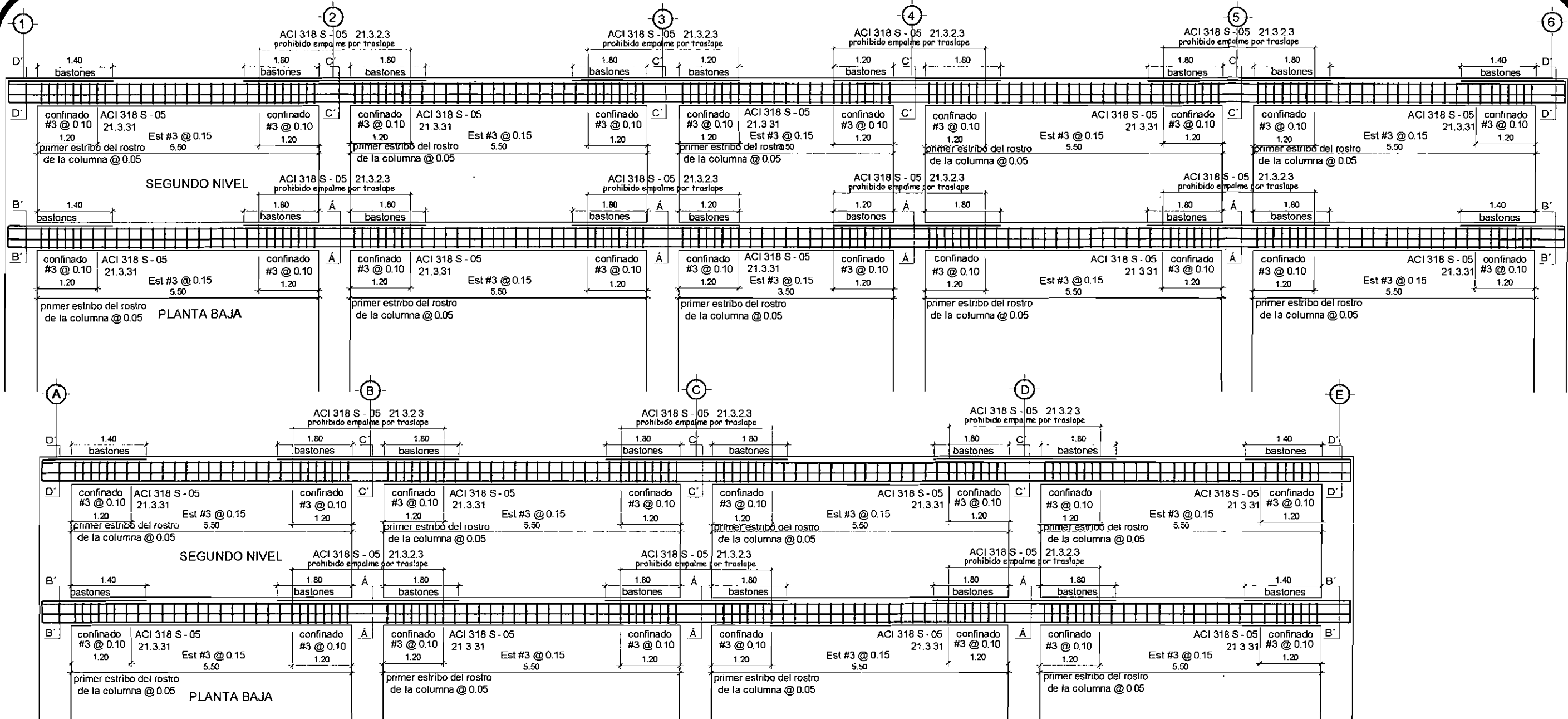
- DETALLES DE ARMADO DE CIMENTOS
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
- DETALLES DE ARMADO PARA COLUMNAS

ASESOR-SUPERVISOR:
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

DISEÑO, DIBUJO Y CÁLCULO: CARNE: JAIMÉ IVÁN PALMA MARTÍNEZ
FECHA: 200011245
ESCALA: 2010
INDICADA

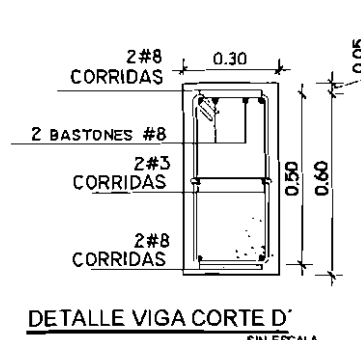
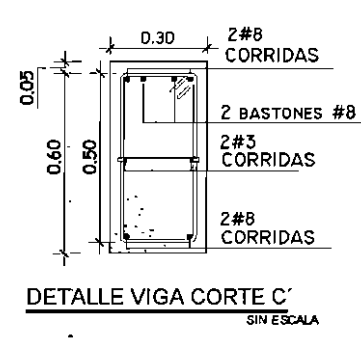
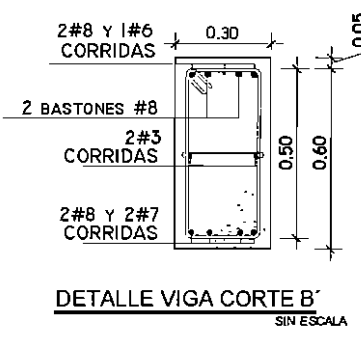
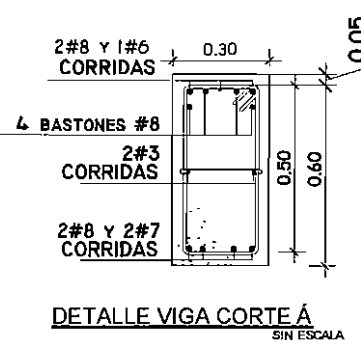
ING. CIVIL LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
JAIMÉ IVÁN PALMA MARTÍNEZ

4 / 13



DETALLE DE ARMADO DE VIGAS

sin escala



ESPECIFICACIONES TECNICAS

- $f_c = 280 \text{ Kg/m}^2$
- $f_y = 2810 \text{ Kg/m}^2$ (grado 40)
- CONFINAMIENTO
- Deben disponerse estribos cerrados de confinamiento en las siguientes regiones de los elementos pertenecientes a porticos.
- (a) En una longitud igual a 2 veces la altura del elemento medida desde la cara del elemento hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexion.
- (b) En longitudes iguales a 2 veces la altura del elemento a ambos lados de una seccion donde puede ocurrir fluencia por flexion debido a desplazamientos laterales inelásticos del portico. (ACI 21.3.3.1)
- El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar a no mas de 50 mm. de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de
- (a) $d/4$, (b) 8 veces el diametro de barra longitudinal mas pequeña
- (c) 24 veces el diametro de la barra de estribo cerrado de confinamiento, (d) 300 mm. (ACI 21.3.3.2)
- DOBLADO: LA LONGITUD DE DESARROLLO (LONGITUD DEL DOBLEZ) SE PERMITE UTILIZAR EL DOBLEZ DE $90^\circ + 8 \phi$ DE LA BARRA, NO MENOR QUE 150 mm. (ACI 21.5.4.1)
- GANCHO (ESLABONES) DOBLEZ $180^\circ + 4\phi$ DEL ESTRIBO (ACI 7.1.1)
- GANCHOS (ESTRIBOS) DOBLEZ $135^\circ + 6\phi$ DEL ESTRIBO (ACI 7.1.3)
- LA DISTANCIA DEL PRIMER ESTRIBO A PARTIR DEL BORDE DEL APOYO DEBE SER COMO MAXIMO 5 cm (ACI 21.3.3.2)
- RECURRIMIENTOS MINIMOS ESTRUCTURAL PRINCIPAL DE VIGAS 4 cm (ACI 7.7.1)
- LONGITUD DE DESARROLLO Y EMPALMES LA LONGITUD PARA LOS EMPALMES EN ELEMENTOS A TRACCION DEBE TENER UN MINIMO DE LD=300 mm. (ACI 12.2.1)
- PROHIBICIONES NO DEBEN EMPLEARSE EMPALMES POR TRASLAPE EN:
 - A. DENTRO DE LOS NUDOS
 - B. EN UNA DISTANCIA DE DOS VECES LA ALTURA DEL ELEMENTO MEDIDA DESDE LA CARA DEL NUDO (ACI 21.3.2.3)

EPS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA.

CONTENIDO: DETALLES DE ARMADO PARA VIGAS - ESPECIFICACIONES TECNICAS

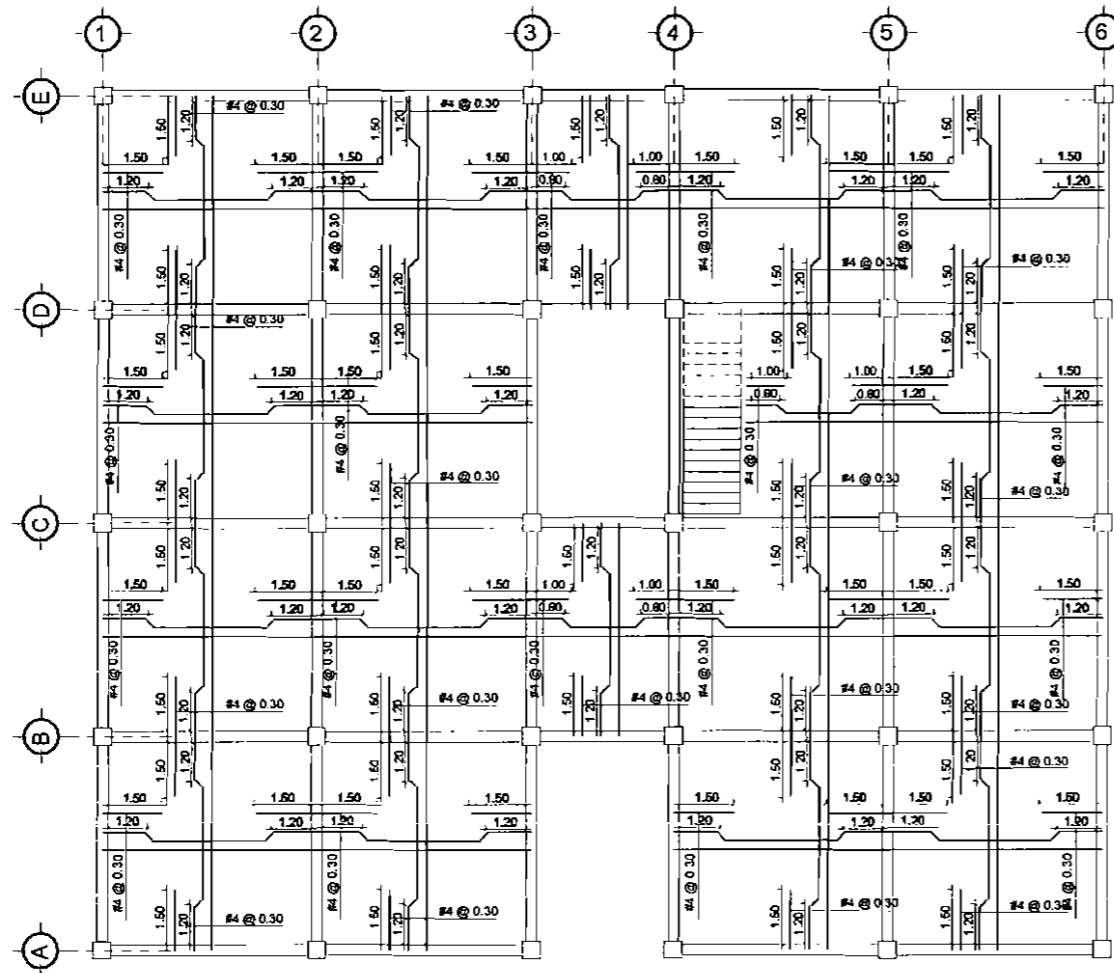
ASESOR-SUPERVISOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

DISEÑO, DIBUJO Y CALCULO: JANE IVAN PALMA MARTINEZ

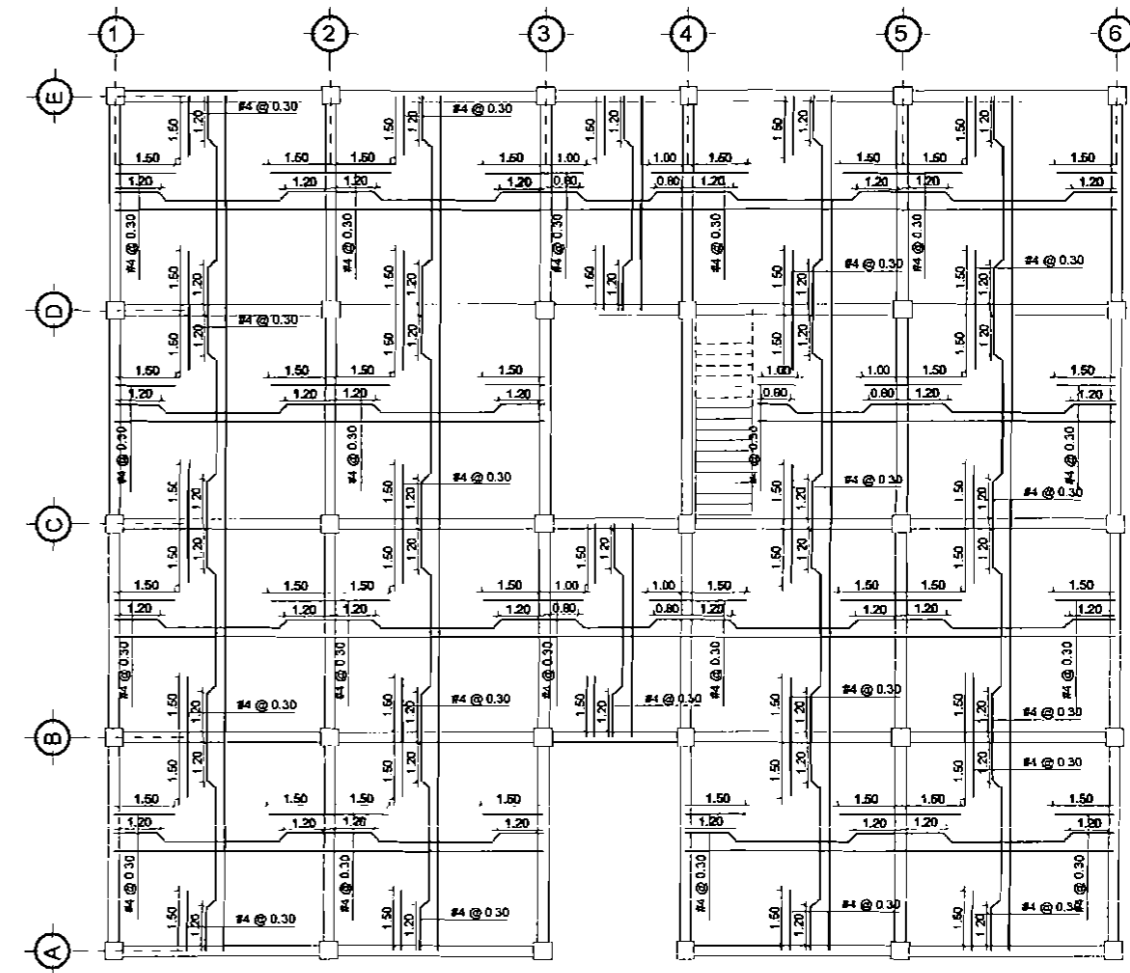
FECHA: 2009/11/24

ESCALA: INDICADA

FOJA No. 5/13



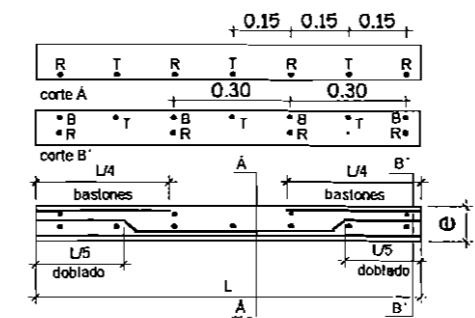
DETALLE DE ARMADO DE LOSA, PRIMER NIVEL
ESCALA: 1:100



DETALLE DE ARMADO DE LOSA, SEGUNDO NIVEL
ESCALA: 1:100

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- $f_c = 280 \text{ Kg/m}^2$
- $f_y = 2810 \text{ Kg/m}^2$ (grado 40)
- ESPESOR DE LOSA: 14 cm.
- HIERRO A UTILIZAR EN LA LOSA: #4
- LIMITES DE ESPACIAMIENTO
- La distancia libre minima entre barras paralelas debe ser igual al diametro de la barra pero no menor a 25 mm. ACI 7.6.1
- La distancia libre maxima entre barras paralelas no debe ser mayor a 3 veces el espesor de la losa, ni 450 mm. ACI 7.6.5
- DOBLADO: LA LONGITUD DE DESARROLLO (LONGITUD DEL DOBLEZ) DEBE SER SEGUN ACI 21.5.4. SE PERMITE UTILIZAR EL DOBLEZ DE $90^\circ + 8 \phi$ DE LA BARRA, NO MENOR QUE 150 mm.
- RECUBRIMIENTO MINIMO PARA CONCRETO CONSTRUIDO EN SITIO, NO EXPUESTO A LA INTERPERIE PARA LOSAS DEBE SER DE 2 cm. ACI 7.7.2 inciso (C)
- LONGITUD DE DESARROLLO Y EMPALMES ACI 12.2.
- LA LONGITUD PARA LOS EMPALMES EN ELEMENTOS A TRACCION DEBE TENER UN MINIMO DE $LD = 300 \text{ mm}$.
- PROHIBICIONES ACI 21.3.2.3
- NO DEBEN EMPLEARSE EMPALMES POR TRASLAPO EN:
 - A. DENTRO DE LOS NUDOS
 - B. EN UNA DISTANCIA DE DOS VECES LA ALTURA DEL ELEMENTO MEDIDA DESDE LA CARA DEL NUDO



ARMADO DE LOSA
SIN ESCALA

NOMENCLATURA	
NOMBRE	SIGNIFICADO
B	BASTON
R	RIEL
T	TENSOR

EPS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

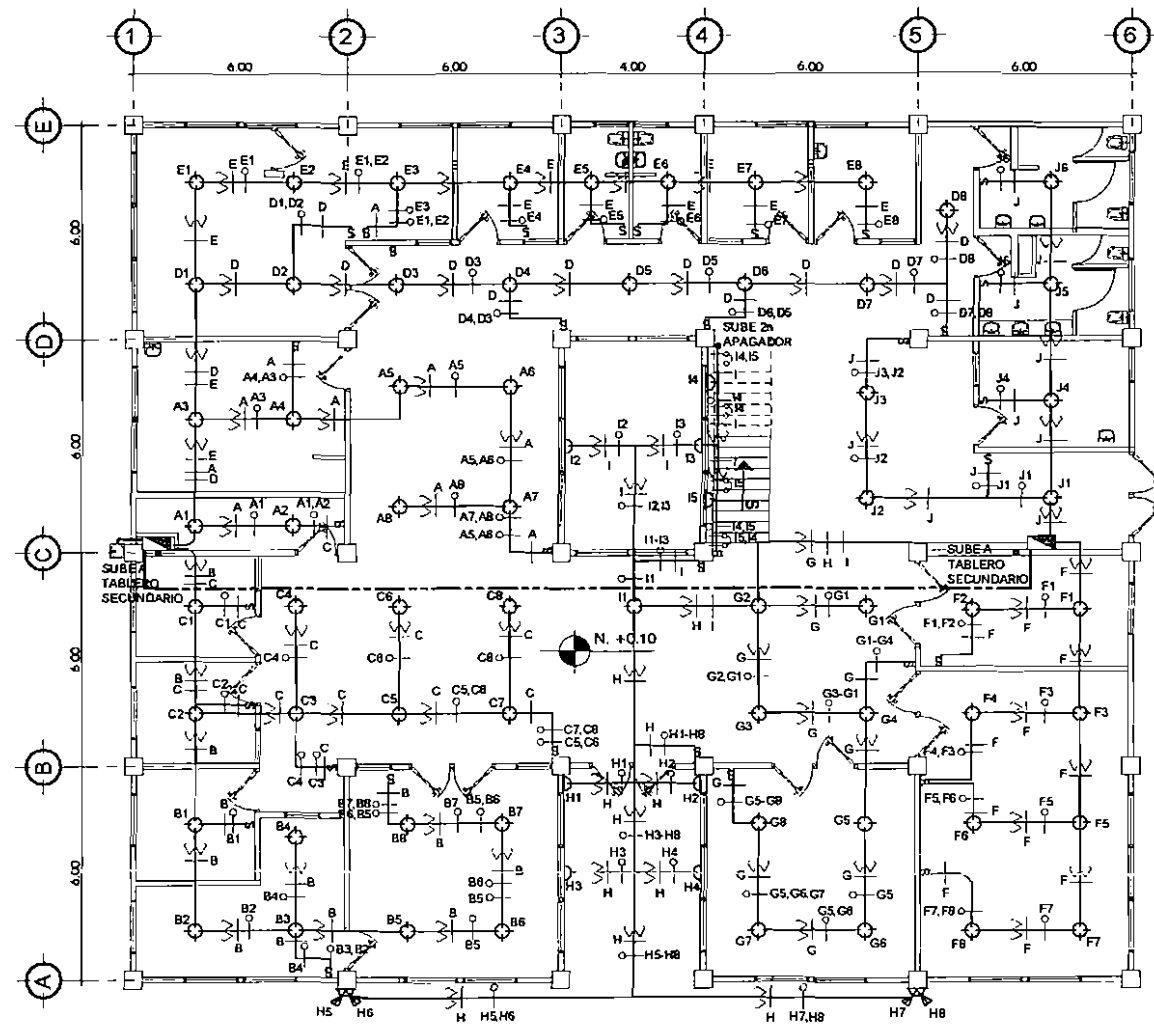
PROYECTO:
DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA.

CONTEIDO:
- DETALLES DE ARMADO DE LOSA
- ESPECIFICACIONES TECNICAS

ASESOR-SUPERVISOR:
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

DISEÑO, DIBUJO Y CALCULO: CABE: FECHA: ESCALA:
JANE IVAN PALMA MARTINEZ 200011245 2010 INDICADA

HUJA No. 6/13

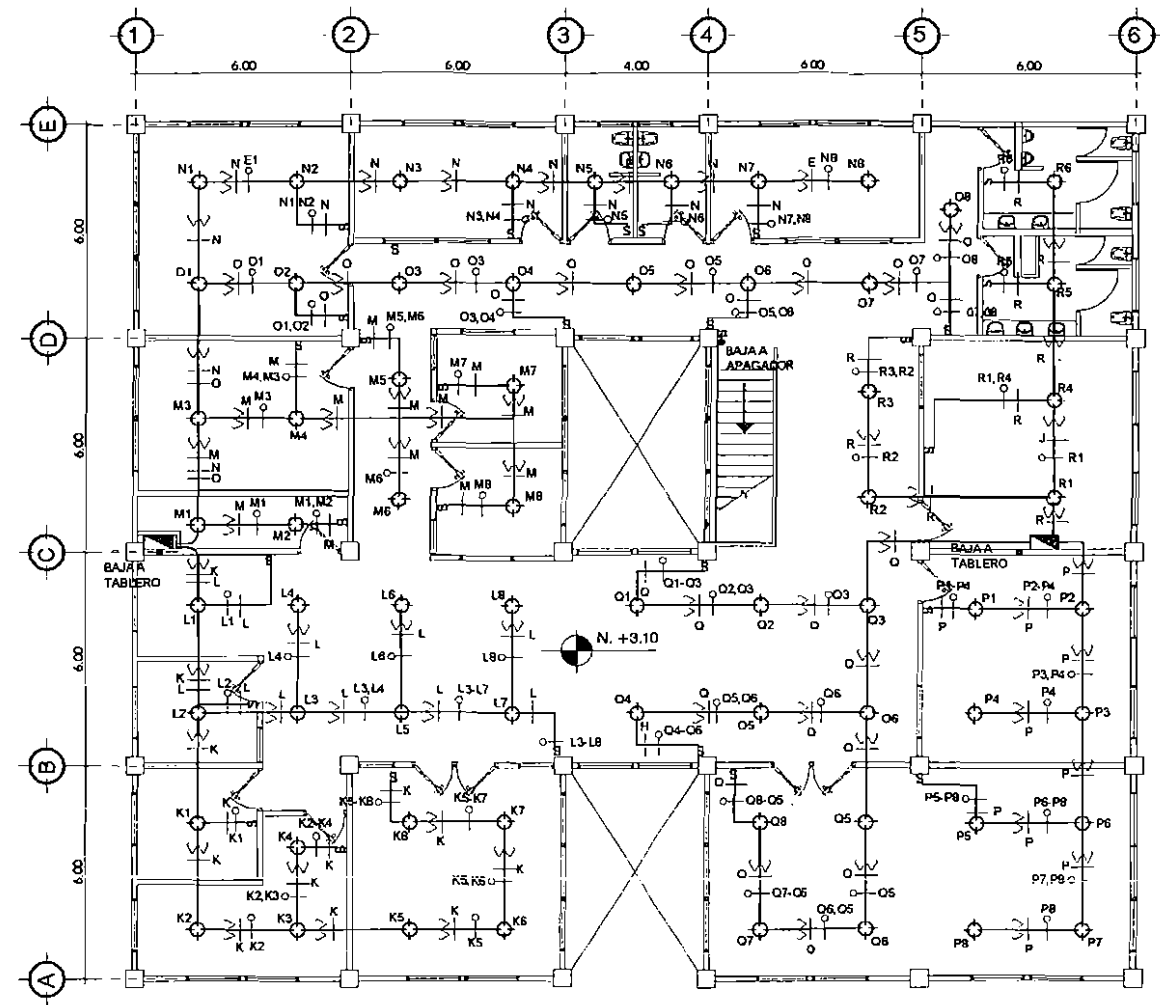


PLANTA DE ILUMINACION

PRIMER NIVEL

ESCALA: 1:100

CIRCUITOS	
CIRCUITO	No. DE UNIDADES
A	8 UNIDADES
B	8 UNIDADES
C	8 UNIDADES
D	8 UNIDADES
E	8 UNIDADES
F	8 UNIDADES
G	8 UNIDADES
H	8 UNIDADES
I	5 UNIDADES
J	6 UNIDADES
K	8 UNIDADES
L	8 UNIDADES
M	8 UNIDADES
N	8 UNIDADES
O	8 UNIDADES
P	8 UNIDADES
Q	10 UNIDADES
R	6 UNIDADES



PLANTA DE ILUMINACION

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:100

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
⊕	ILUMINACION EN CIELO
△	ILUMINACION EN PARED
○	DUCTO VERTICAL
⊞	INTERRUPTOR SIMPLE H= 1.20 m. S.N.P.T
⊞	INTERRUPTOR DOBLE H= 1.20 m. S.N.P.T
⊞	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12
⊞	LINEA DE PUENTE CALIBRE 12
⊞	LINEA VMA CALIBRE 12
⊞	LINEA DE RETORNO CALIBRE 12
⊞	TABLERO DE DISTRIBUCION H= 1.20 m. S.N.P.T
⊞	CONTADOR H= 2.70 m. S.N.B.T
⊞	TUBERIA SUBTERRANEA DE ACOMETIDA
⊞	REFLECTORES DOBLES 75 W

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
 DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA.

CONTENIDO:
 - CIRCUITO DE ILUMINACION
 - SIMBOLOGIA
 - CANTIDAD DE CIRCUITOS

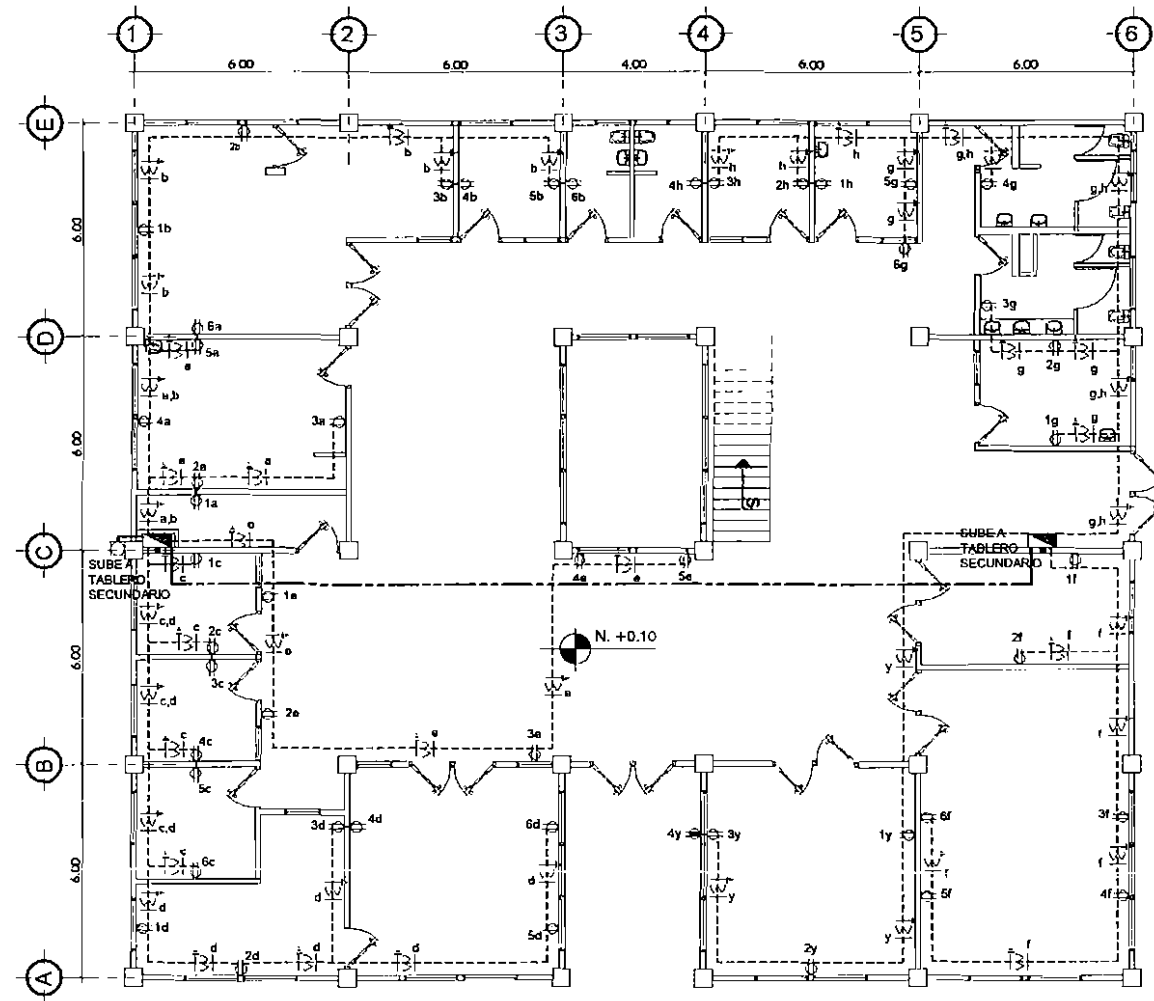
ASESOR-SUPERVISOR:
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ

DISEÑO, DIBUJO, CALCULO, CARRER:
 JUAN IVAN PALMA MARTINEZ

FECHA:
 2000/11/24/5

ESCALA:
 INDICADA.

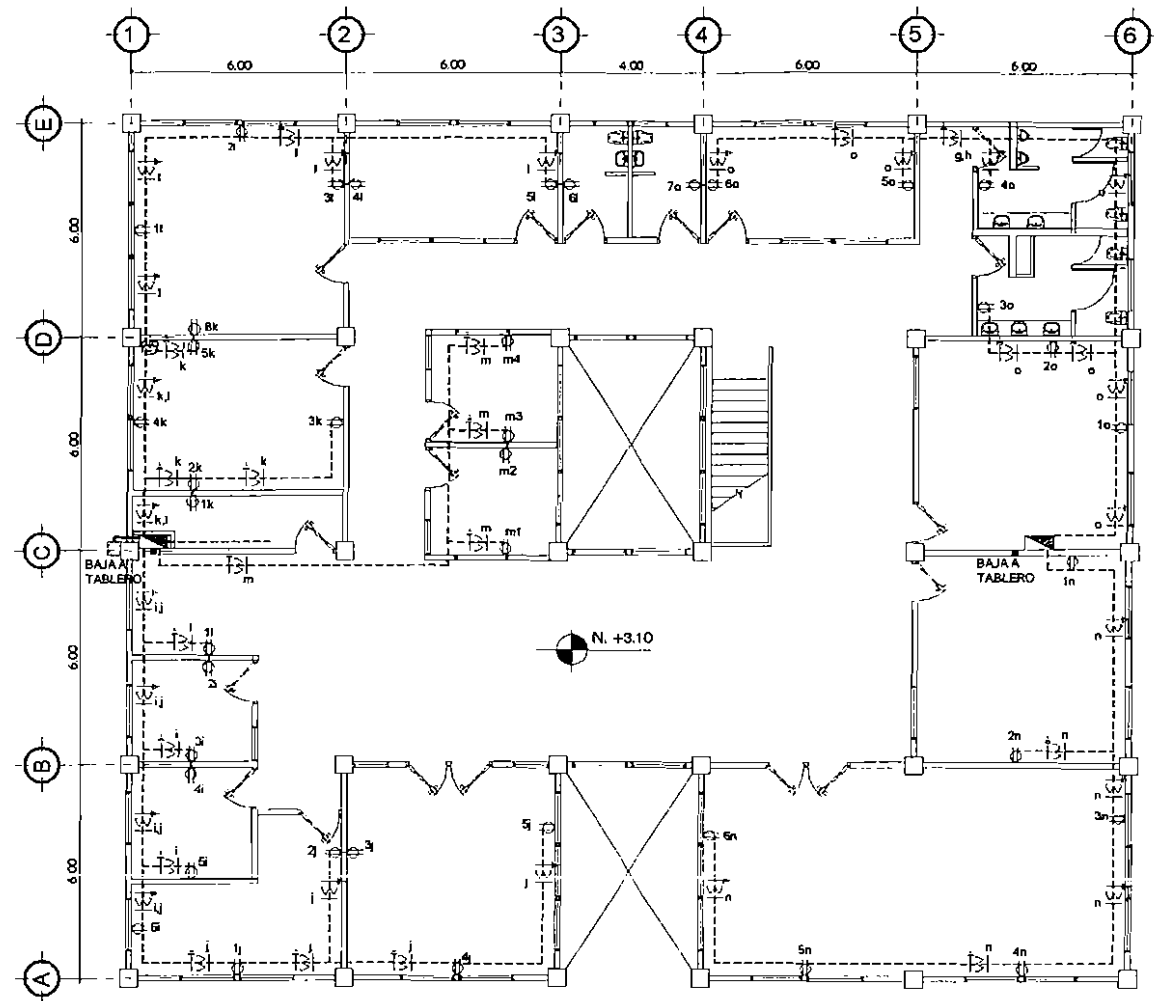
HOJA No. 7 / 13



PLANTA DE FUERZA

PRIMER NIVEL

ESCALA: 1:100



PLANTA DE FUERZA

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:100

CIRCUITOS	
CIRCUITO	No. DE UNIDADES
a	6 UNIDADES
b	6 UNIDADES
c	6 UNIDADES
d	6 UNIDADES
e	5 UNIDADES
f	6 UNIDADES
g	6 UNIDADES
h	4 UNIDADES
i	6 UNIDADES
j	5 UNIDADES
k	6 UNIDADES
l	6 UNIDADES
m	4 UNIDADES
n	6 UNIDADES
o	7 UNIDADES
y	4 UNIDADES

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
---	TUBERIA PVC ELECTRICA SUBTERRANEA
⊕	TOMACORRIENTE DOBLE H= 0.30 m S.N.P.T ó INDICADA
⊙	TOMACORRIENTE PARA EXTERIORES H= 0.30 m S.N.P.T
+	LINEA POSITIVA CALIBRE 12
-	LINEA NEUTRA CALIBRE 12
⊥	LINEA TIERRA CALIBRE 12
□	TABLERO DE DISTRIBUCION H= 1.70 m. S.N.P.T
⊠	CONTADOR H= 2.70 m. S.N.B.T
---	TUBERIA SUBTERRANEA DE ACOMETIDA D=1 1/4 Pq.
○	LINEA VERTICAL

EPS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
 DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA.

CONTENIDO:
 - CIRCUITO DE FUERZA O TOMA-CORRIENTE
 - SIMBOLOGIA / CANTIDAD DE CIRCUITOS

ASESOR-SUPERVISOR:
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELUZ

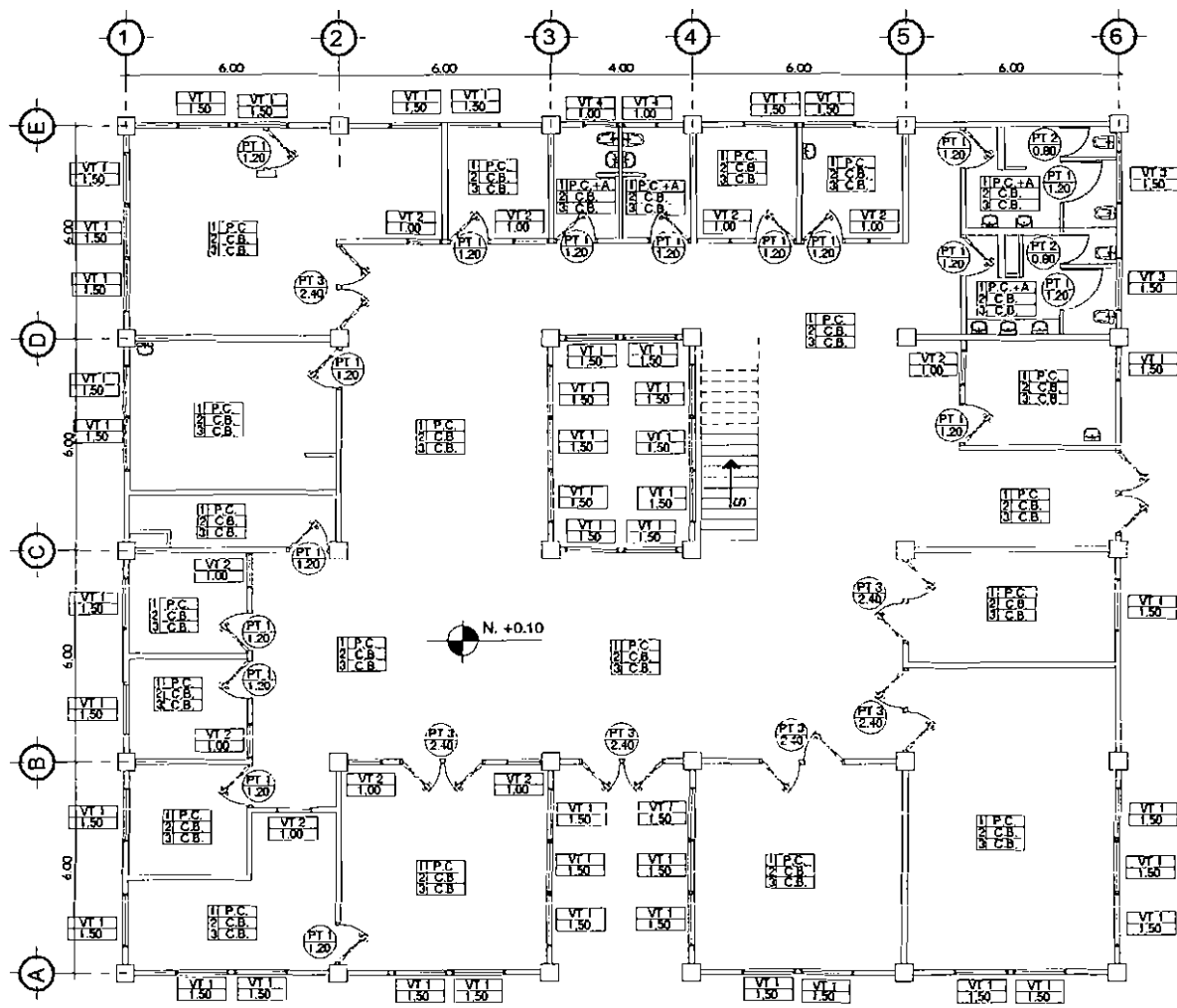
DISEÑO, DIBUJO Y CALCULOS: CARNE: 200013245
 JANE IVAN PALMA MARTINEZ

FECHA: 2010

ESCALA: INDICADA

HOJA No. 8 / 13

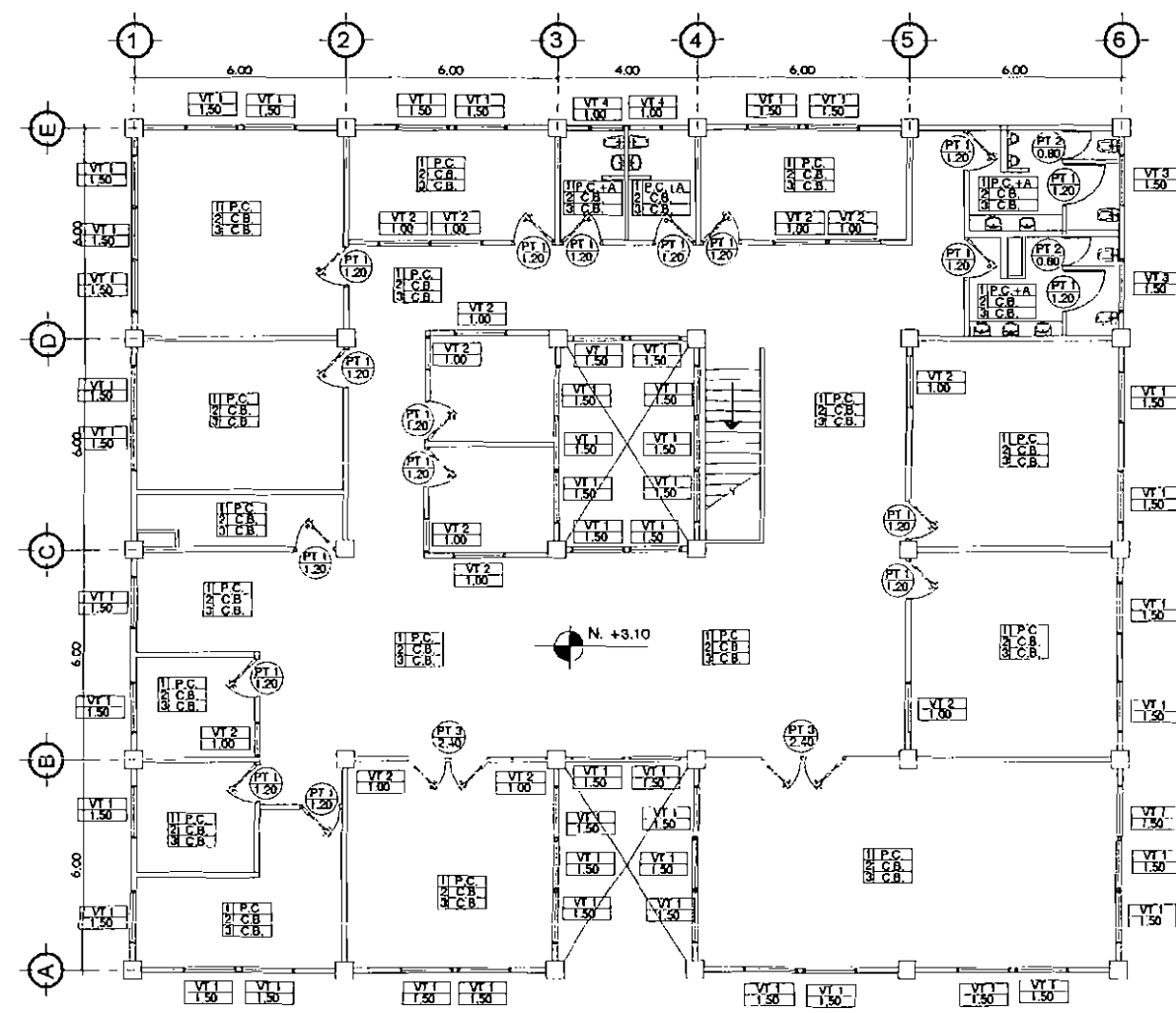
ASESOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELUZ
 EPESIST: JANE IVAN PALMA MARTINEZ



PLANTA ACABADOS

PRIMER NIVEL

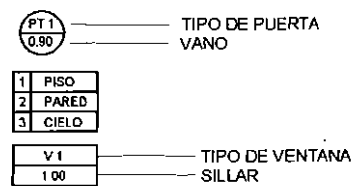
ESCALA: 1:100



PLANTA ACABADOS

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:100



NOMENCLATURA

NOMBRE	SIGNIFICADO
P.C.	Piso Ceramico
C.B.	Cemido Blanco
C.B.+A	Cemido Blanco y Azulejo

EPS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA.

CONTENIDO:
- ACABADOS EN PARED, CIELO Y PISO
- LOCALIZACIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS

ASESOR-SUPERVISOR:
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

DISEÑO, DIBUJO Y CALCULO:
JANE IVAN PALMA MARTINEZ

CARNE:
200811245

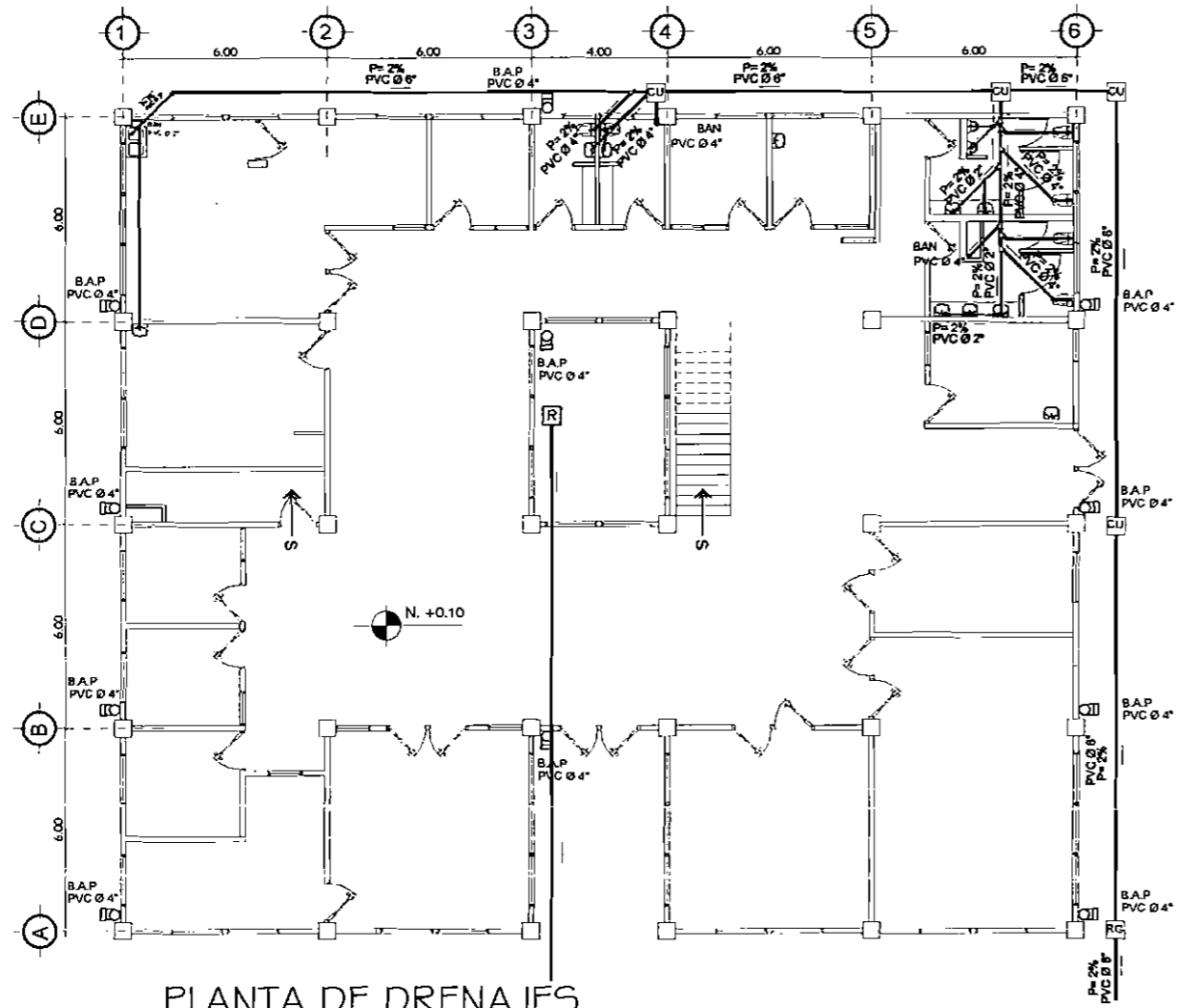
FECHA:
2010

ESCALA:
INDICADA

HOJA No. 9 / 13

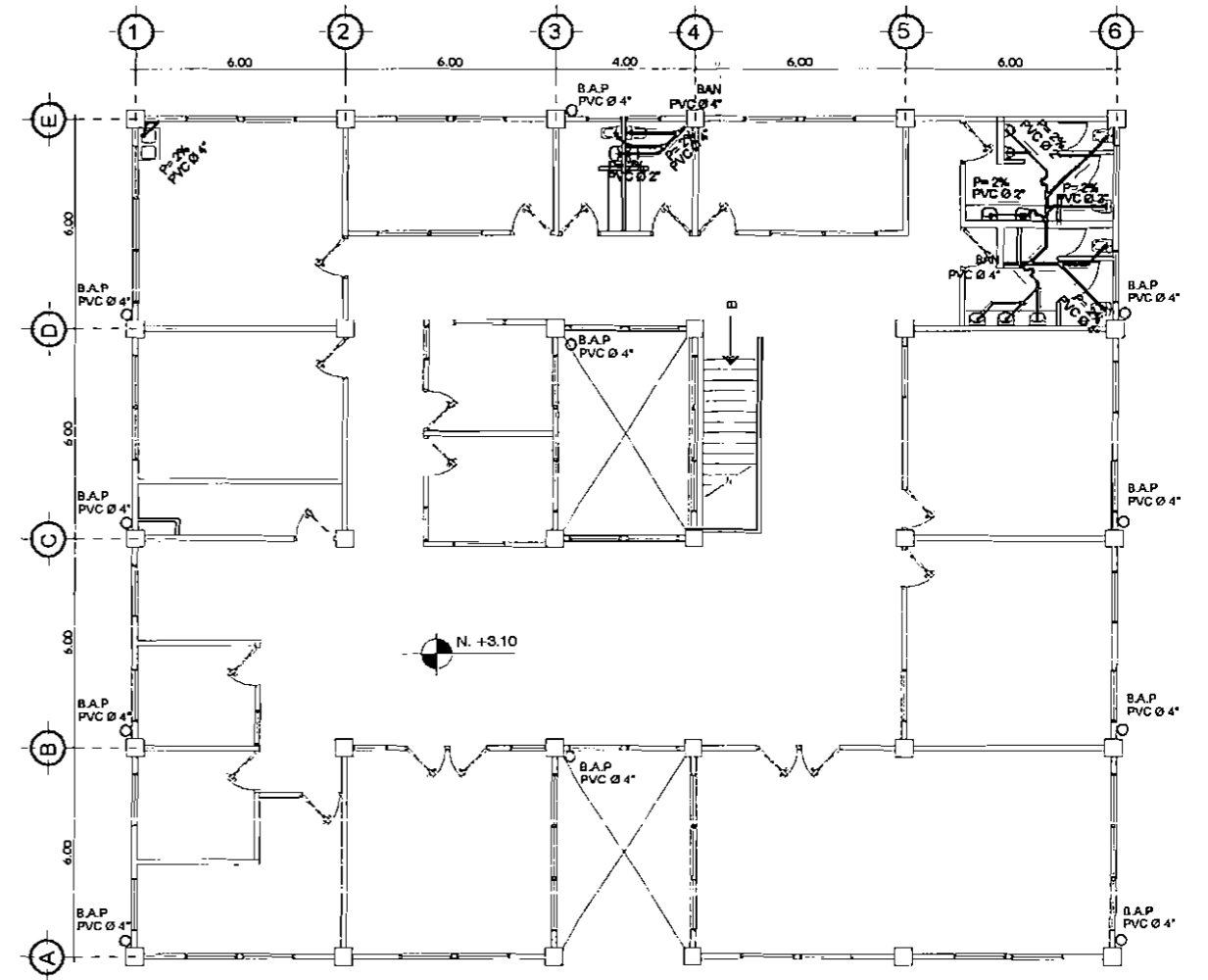
ASESOR:
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

EPESIS:
JANE IVAN PALMA MARTINEZ



PLANTA DE DRENAJES

ESCALA: 1:100




PLANTA DE DRENAJES

ESCALA: 1:100

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERIA DE AGUA PLUVIAL
	CODO 90° VERTICAL ASCENDENTE
	YEE A 45° HORIZONTAL
	CODO 45° HORIZONTAL
	CODO 90° VERTICAL DESCENDENTE
	SIFON TERMINAL
	REDUCIDOR
	CODO 90° HORIZONTAL
	TEE SANITARIA VERTICAL
	INDICA SENTIDO DE PENDIENTE
	REGISTRADORA

NOMENCLATURA	
NOMBRE	SIGNIFICADO
B.A.P.	BAJADA DE AGUA PLUVIAL
B.A.N.	BAJADA DE AGUA NEGRA
C.U.	CAJA UNIFICADORA
R.G.	CAJA DE REGISTRO GENERAL


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA.

CONTENIDO:
 - LINEA DE DRENAJE DE AGUAS NEGRAS
 - BAJADAS DE DRENAJE PLUVIAL
 - SIMBOLOGIA DE AGUAS NEGRAS

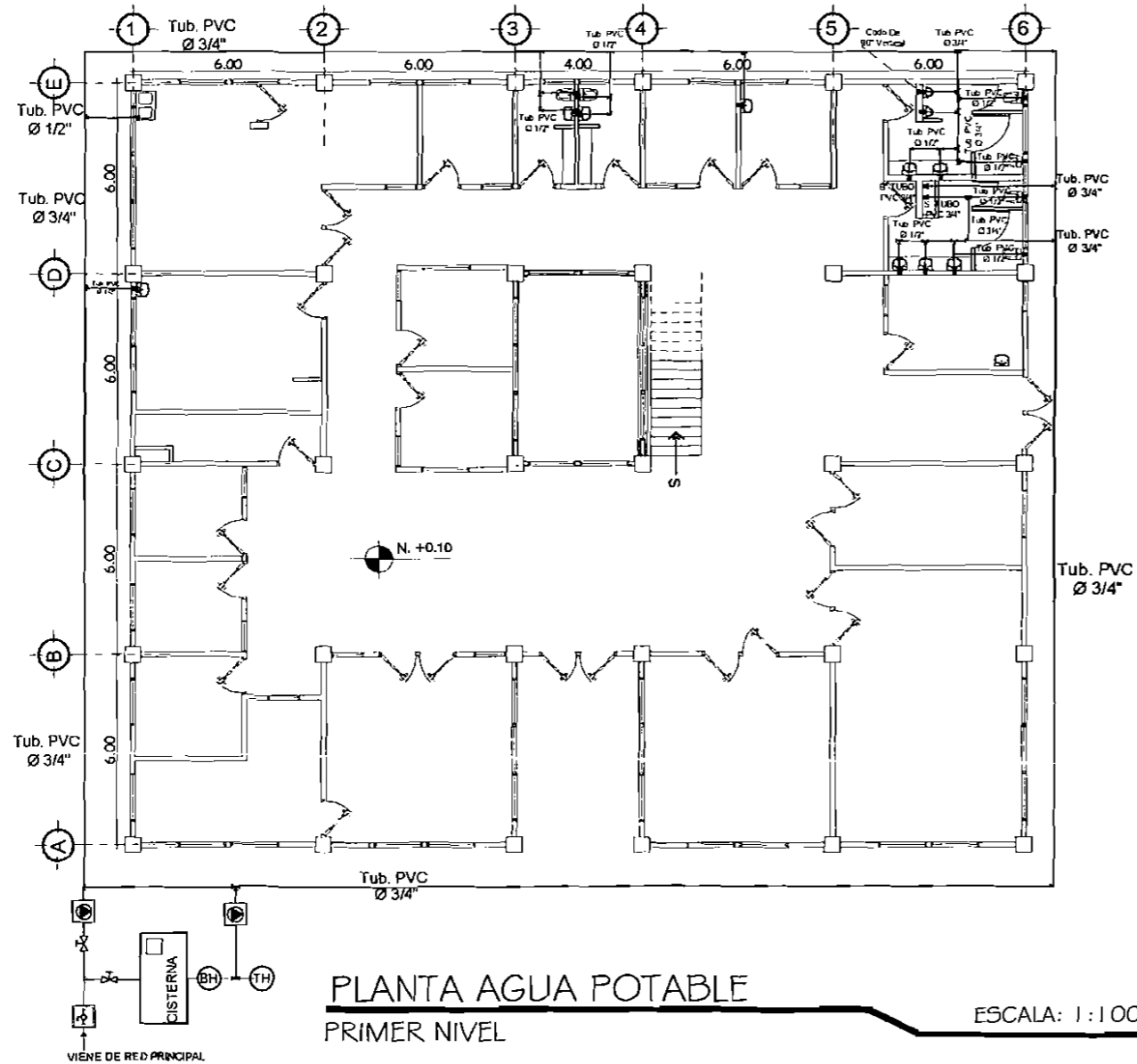
ASesor-SUPERVISOR:
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

DISEÑO, DIBUJO Y CALCULOS: CARNE: 200011245
 JANE IVAN PALMA MARTINEZ

FECHA: 2010
 ESCALA: INDICADA

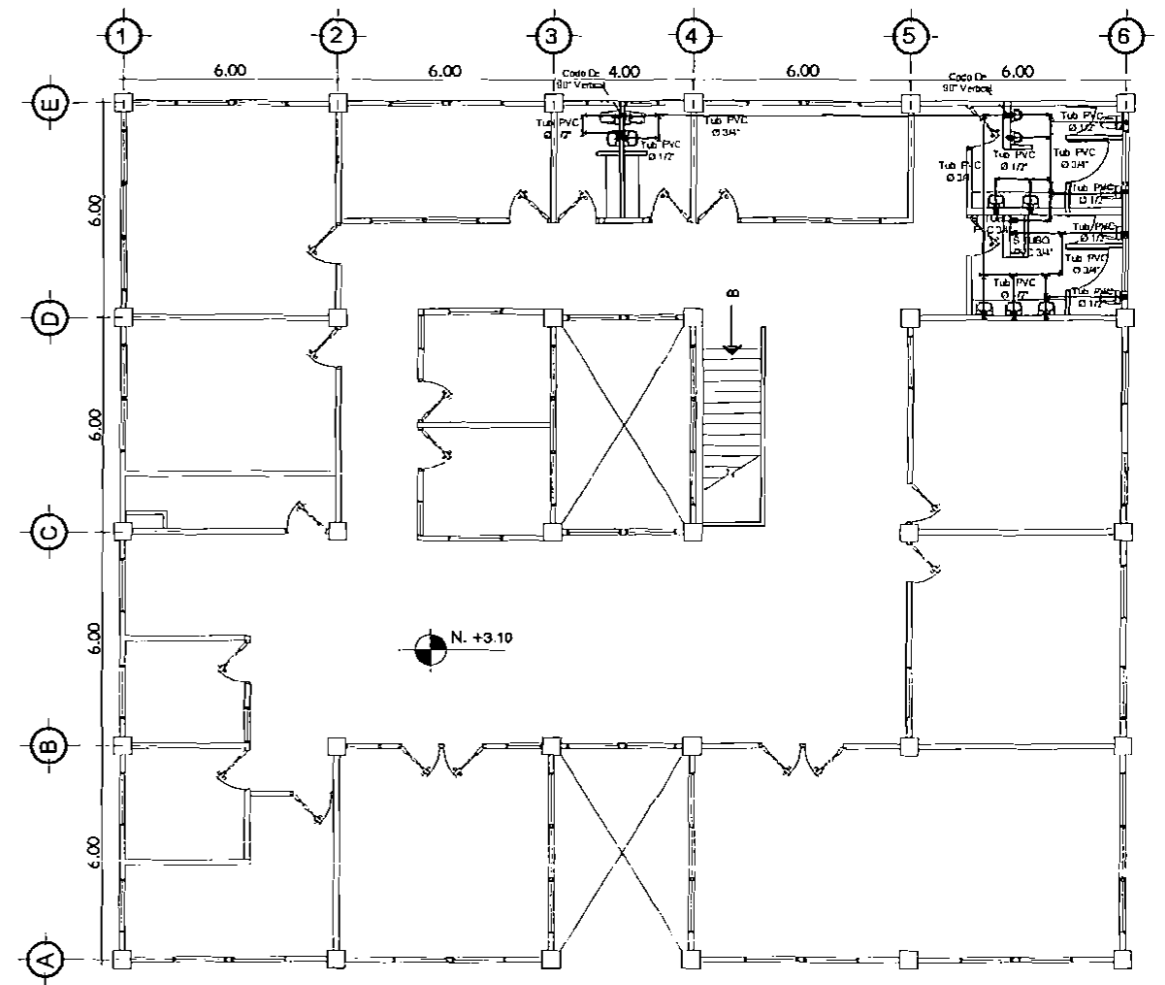
INGENIERO: LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
 DISEÑADORA: JANE IVAN PALMA MARTINEZ

HOJA No. 10 / 13



PLANTA AGUA POTABLE
PRIMER NIVEL

ESCALA: 1:100



PLANTA AGUA POTABLE
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1:100

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
—	TUBERIA DE AGUA FRIA (PVC)
⊔	CODO HORIZONTAL DE 90°
⊕	TEE HORIZONTAL DE 90°
⊙	CODO VERTICAL DE 90°
⊖	TEE VERTICAL
(BH)	BOMBA HIDRONEUMATICO
(TH)	TANQUE HIDRONEUMATICO
⊗	VALVULA DE CHEQUE
⊠	VALVULA DE COMPUERTA

NOTA:
LA ACOMETIDA PARA LA DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ES A TRAVES DE LA EMPRESA QUE PRESTA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ESTA EN LA ENTRADA DEL PROYECTO.

HIDRAULICAS
ESPECIFICACIONES
TUBERIAS Y ACCESORIOS

1- TODA LA TUBERIA PARA AGUA POTABLE SERA PVC DE 250 PSI., A EXCEPCION DE LA DE Ø 1/2" QUE SERA PARA 315 PSI., NORMA ASTM D-1785.

3- CUANDO LAS TUBERIAS ATRAVIESEN MUROS, TABIQUES, LOSAS O VIGAS, DEBERAN UTILIZARSE MANGAS DE UN DIAMETRO MAYOR PARA PERMITIR EL PASO DE TUBERIAS.

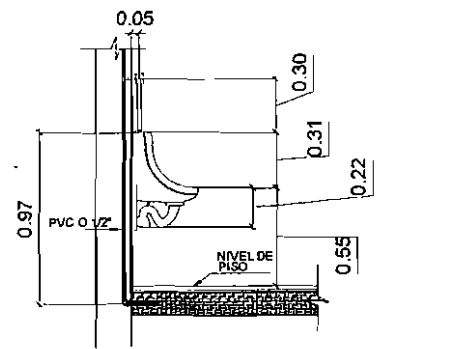
VALVULA DE GLOBO

1- LAS VALVULAS QUE SE COLOQUEN EN LA ALIMENTACION PRINCIPAL A CADA SERVICIO SERAN DEL TIPO DE VALVULA DE BOYA (VALVULA DE GLOBO); DE BRONCE, PRUBADAS Y MARCADAS PARA UNA PRESION DE 150 PSI.

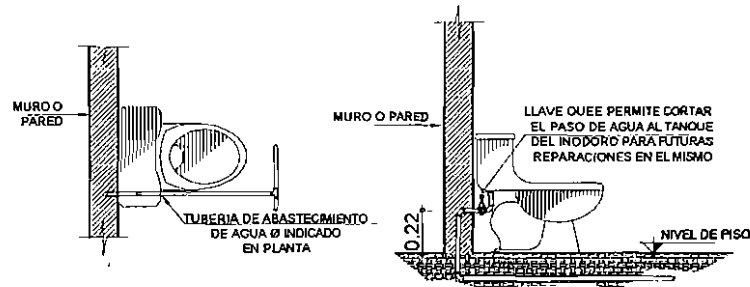
NOTA DE CONSTRUCCION

1. TODA LA TUBERIA EN PRIMER NIVEL ES SUBTERRANEA A 20 CM.
2. TODA LA TUBERIA MARCADA EN PLANOS DEL SEGUNDO NIVEL IRA COLGANTEADA POR MEDIO DE BARILLAS ROSCADAS DE 14 Y CANAL

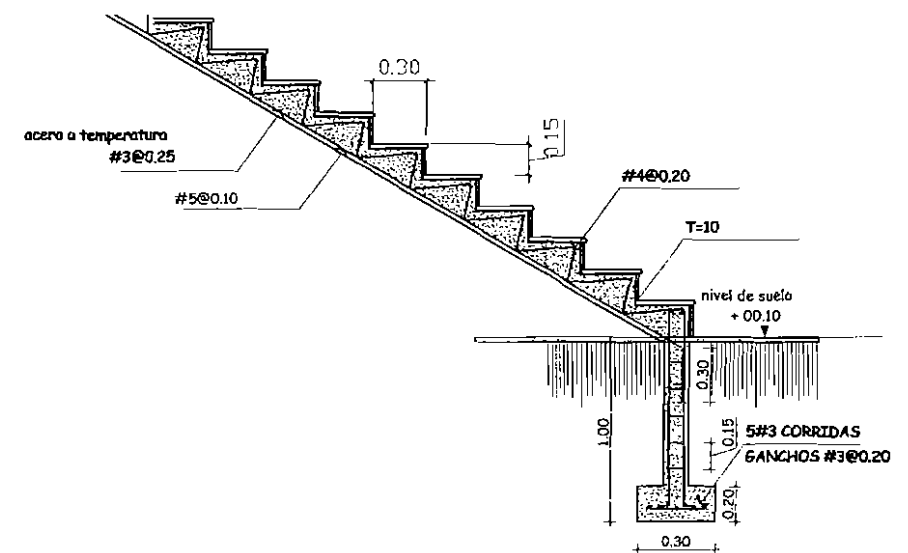
EPS		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA			
CONTENIDO: - CIRCUITO DE AGUA POTABLE		ASESOR-SUPERVISOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	
DISEÑO, DIBUJO Y CALCULO: JAIKE IVAN PALMA MARTINEZ	CARNET No. 200011245	FECHA: 2010	ESCALA: INDICADA
VICEDIRECTOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ		EJECUTIVO: JAIKE IVAN PALMA MARTINEZ	
			HUJA No. 11 13



DETALLE DE ESPERA DE MINGITORIO
ESCALA 1:20

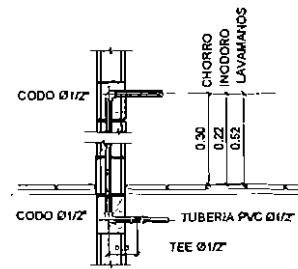


DETALLE DE ESPERA DE INODORO
ESCALA 1:20

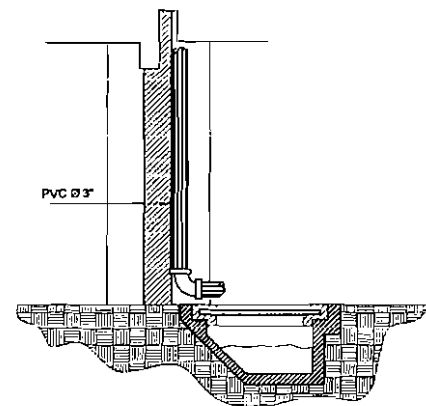


DETALLE DE ARMADO DE ESCALONES

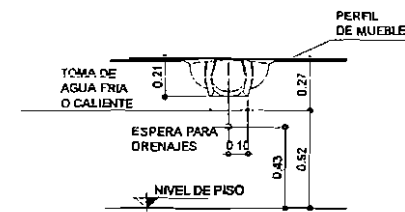
SIN ESCALA



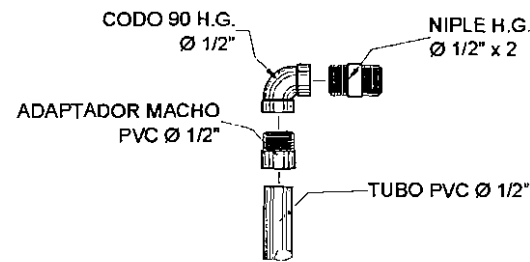
DETALLE DE TUBERIA DE LAVAMANOS
SIN ESCALA



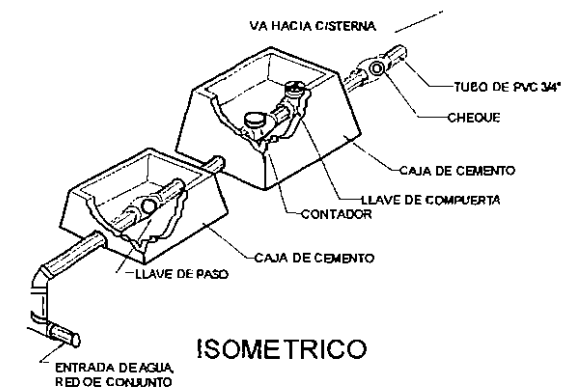
DETALLE DE BAJADA AGUA PLUVIAL
ESCALA 1:20



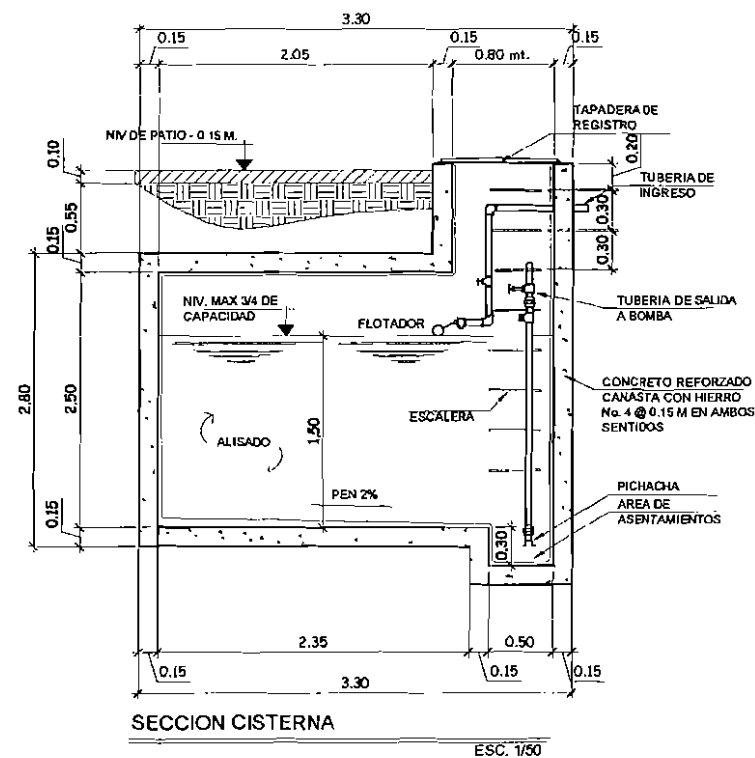
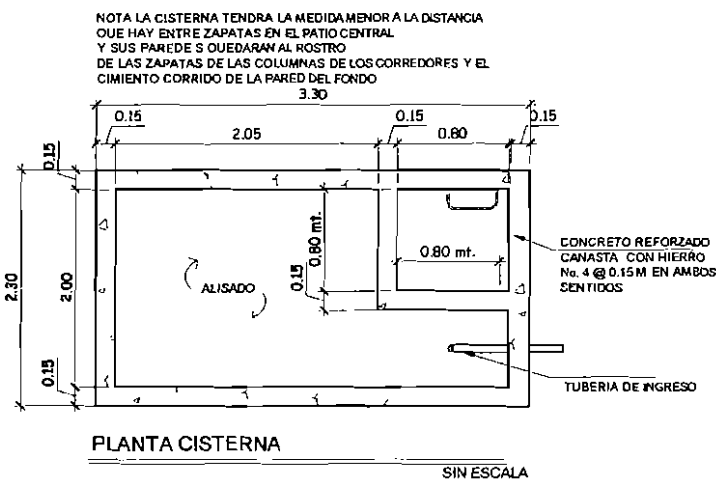
DETALLE DE ESPERA DE LAVAMANOS
ESC. 1:20



DETALLE PARA RIGIDIZACION DE ACOMETIDAS DE ARTEFACTOS
SIN ESCALA

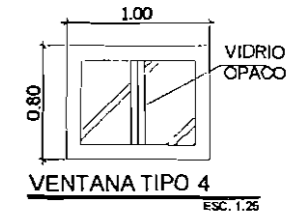
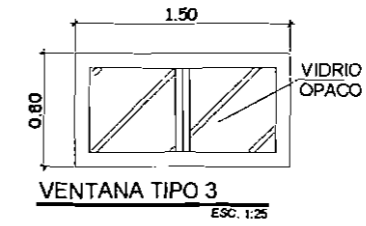
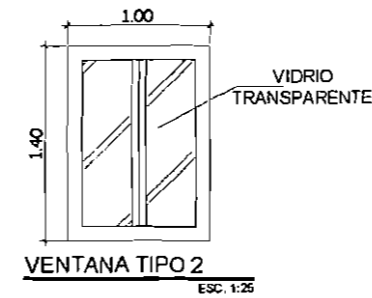
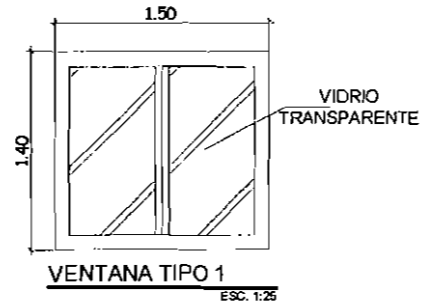


ISOMETRICO
DETALLE DE ACOMETIDA
SIN ESCALA

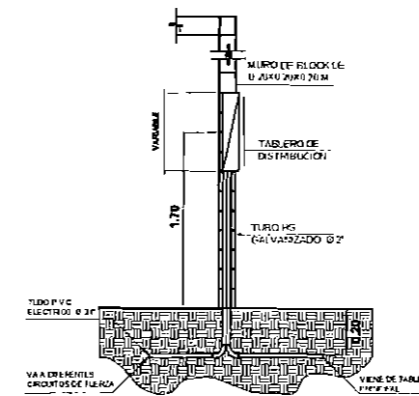
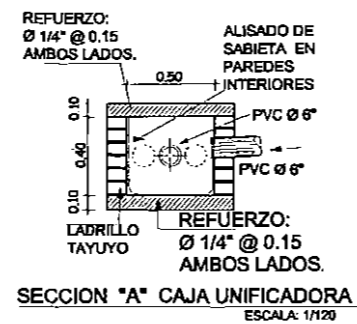
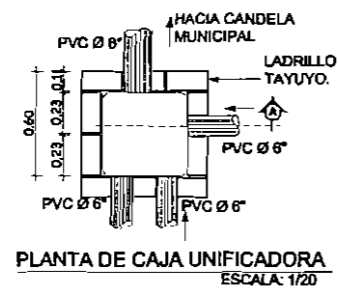
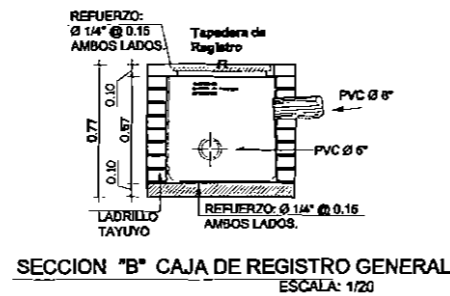
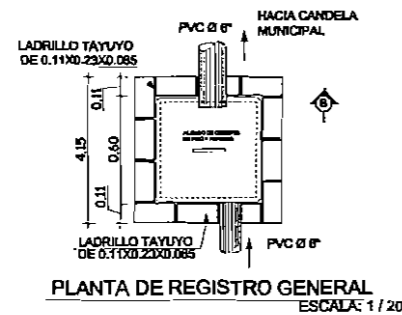
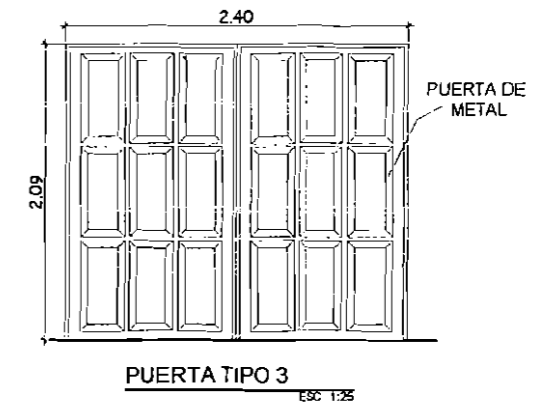
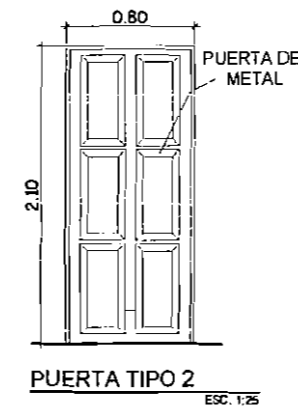
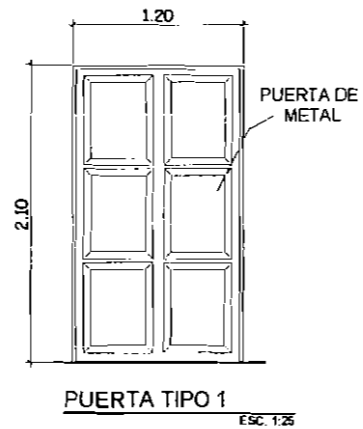


EPS		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA			
CONTENIDO: - DETALLES DE ARMADO PARA GRADAS - DETALLES DE ARMADO PARA CISTERNA - DETALLES DE ACCESORIOS PARA BAÑOS		ASESOR SUPERVISOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	
DISEÑO, DIBUJO Y CALCULO: JAME IVAN PALMA MARDINEZ		CARNE: 200011245	FECHA: 2010
		ESCALA: INDICADA	FECHA No 12/13
INGENIERO: LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ		INGENIERO: JAME IVAN PALMA MARDINEZ	

PLANILLA DE VENTANAS					
TIPO	No. UNID.	ANCHO	ALTO	SILLAR	MATERIAL
1	92	1.50	1.40	1.4	METAL Y VIDRIO
2	23	1.00	1.40	1.4	METAL Y VIDRIO
3	4	1.50	0.80	0.80	METAL Y VIDRIO OPACO
4	4	1.00	0.80	0.80	METAL Y VIDRIO OPACO



PLANILLA DE PUERTAS					
TIPO	No. UNID.	ANCHO	ALTO	MATERIAL	ACABADO
1	35	1.20	2.10	METAL	MADERA
2	4	0.80	2.10	METAL	MADERA
3	6	2.40	2.10	METAL	MADERA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL CENTRO DE SALUD DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA

CONTENIDO:
- DETALLES DE PUERTAS Y VENTANAS
- DETALLES DE INSTALACION DE TABLERO
- DETALLES DE ARMADO DE CAJAS

ASESOR-SUPERVISOR:
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ

DISEÑO, DIBUJO Y CALCULO: CAJINEL
JAI ME IVAN PALMA MARTINEZ 200011245

FECHA: 2010

ESCALA: INDICADA

ASISTENTE:
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ

ESPELISTA:
JAI ME IVAN PALMA MARTINEZ

13 / 13

ESPECIFICACIONES TECNICAS

NORMAS UTILIZADAS:
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE
ALCANTARILLADOS INFOM 2001

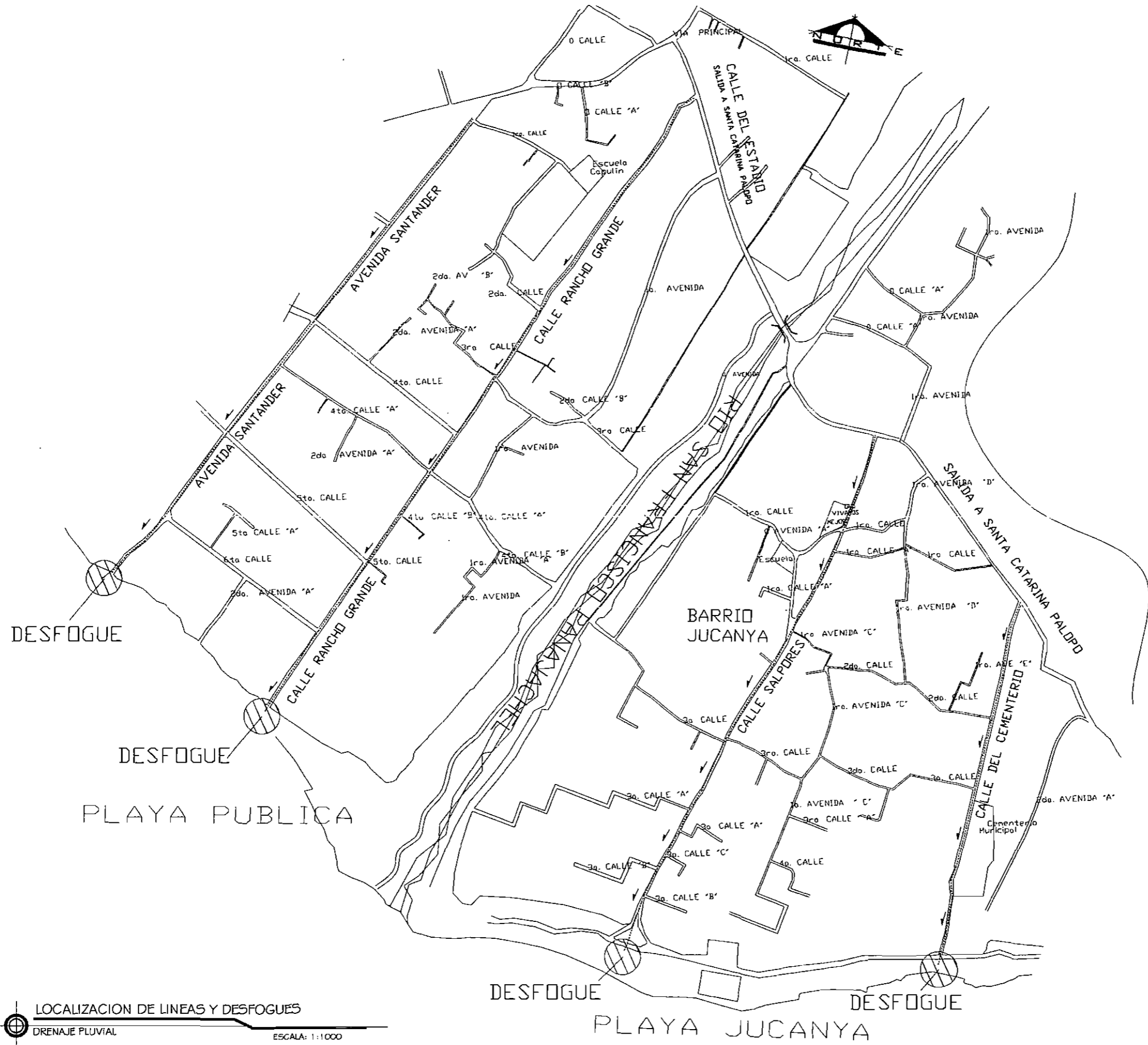
-DIAMETROS MINIMOS
 El diametro minimo a utilizar en los alcantarillados sera de 8 plg. para tubos de concreto y 6 plg. para tubos de pvc. (2.10.1)

-PROFUNDIDAD DE LAS TUBERIAS
 La profundidad minima del coronamiento de la tuberia con respecto a la superficie del terreno sera de 1.00 mt. (2.12.1)



-POZOS DE VISITA
 se diseñaran pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:
 a) En cambios de diametro
 b) En cambios de pendiente
 c) En cambios de direccion horizontal para $\phi < 24$ plg.
 d) En las intersecciones de las tuberias colectoras
 e) En los extremos superiores, ramales iniciales
 f) A distancias no mayores de 100 mt. en linea recta en diametros hasta de 24 plg.
 g) A distancias no mayores de 300 mt. en diametros superiores a 24 plg.

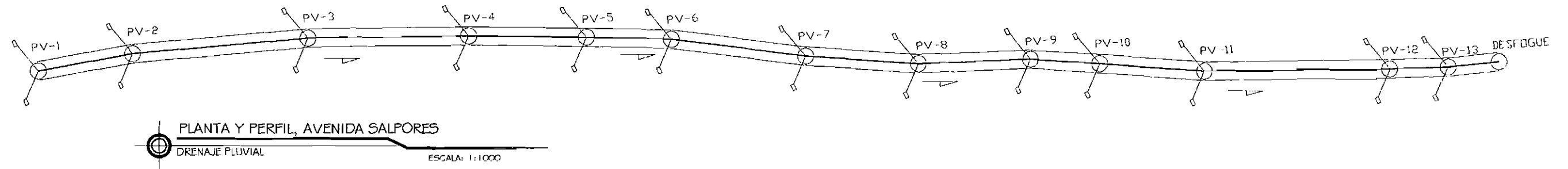
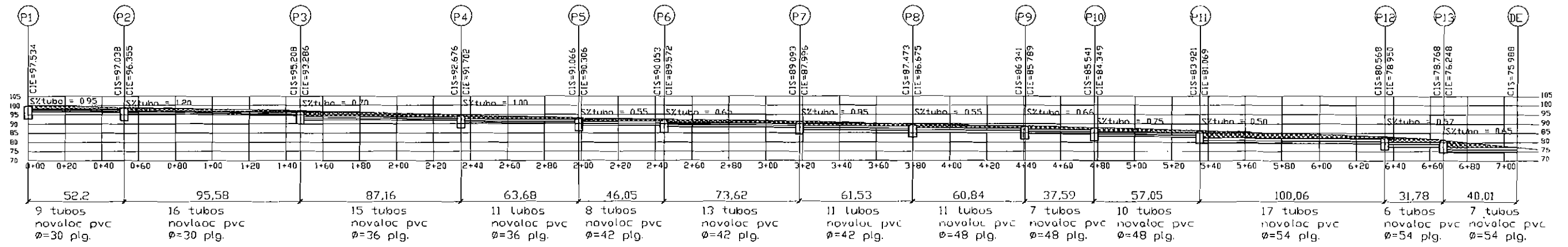
NORMA UTILIZADA PARA EL TUBO DE PVC NOVALOC
ASTM F 2307

-VELOCIDADES RECOMENDADAS
 a) minima debe ser de 0.40 mt./seg.
 b) maxima debe ser de 5.00 mt./seg.

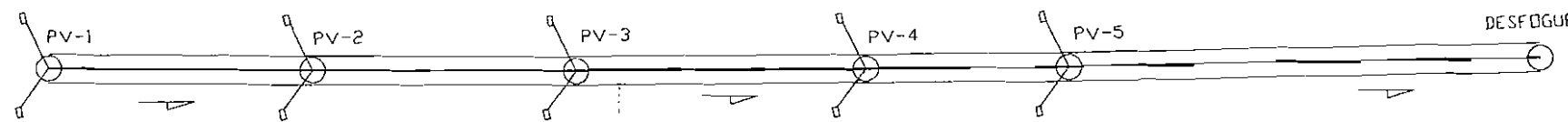
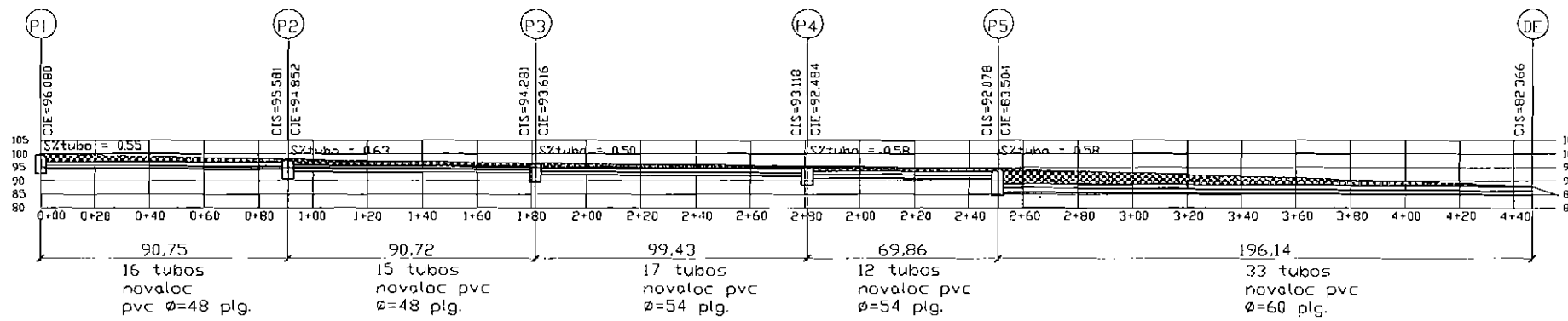


LOCALIZACION DE LINEAS Y DESFOQUES
 DRENAJE PLUVIAL
 ESCALA: 1:1000

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL		
PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LAS AVENIDAS, SANTANDER, RANCHO GRANDE, SALPORES Y CEMENTERIO, DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA		
CONTENIDO: - LOCALIZACION DE LINEAS DE DRENAJE - LOCALIZACION DE DESFOQUES - ESPECIFICACIONES TECNICAS	ASESOR SUPERVISOR: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	
DISEÑO, DIBUJO Y CALCULO: JAIME VAN PALMA MARTINEZ	CARTEL: 200011245	FECHA: 2010
		ESCALA: INDICADA
ING. CIVIL LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ COLGADO No. 5383		EPESSIA JAIME VAN PALMA MARTINEZ
		1 / 4

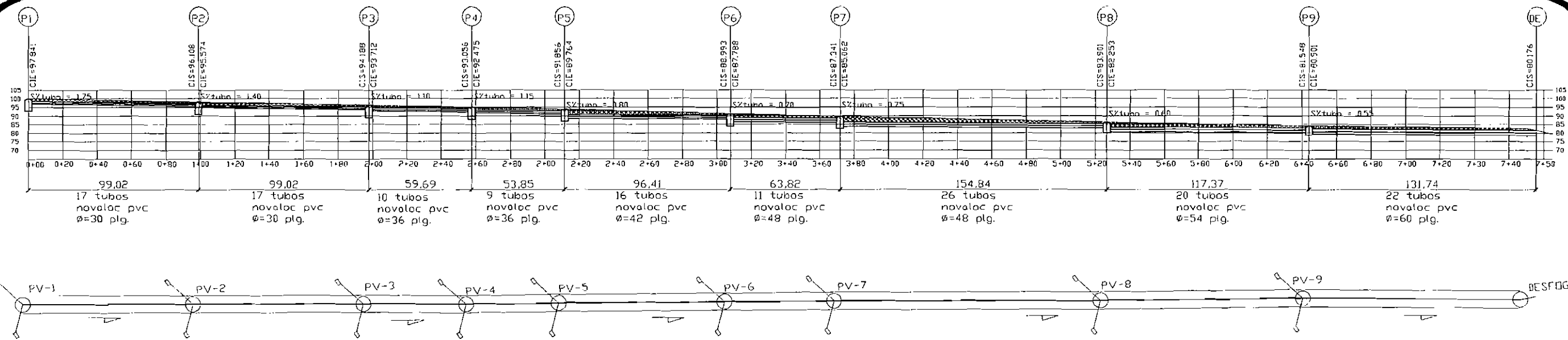


PLANTA Y PERFIL, AVENIDA SALPORES
DRENAJE PLUVIAL
ESCALA: 1:1000

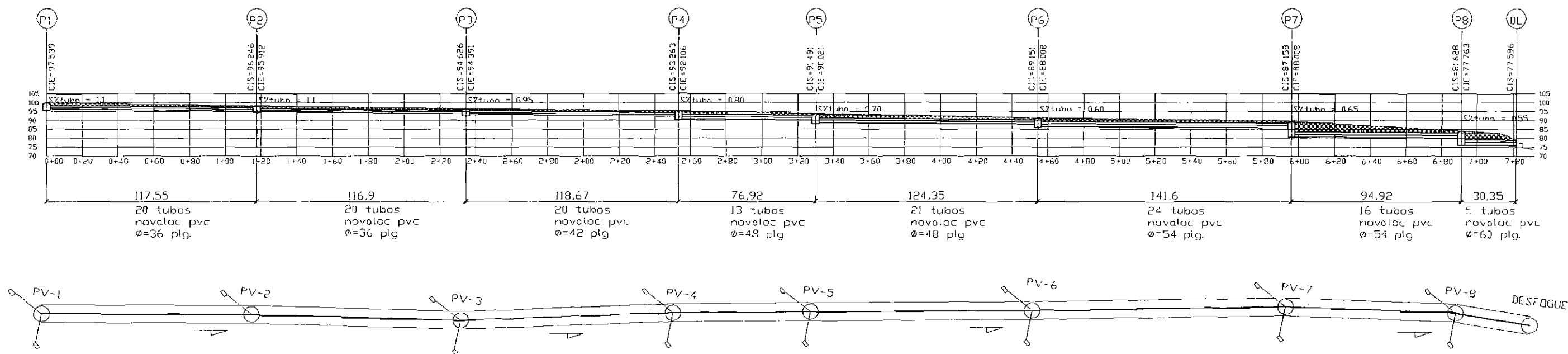


PLANTA Y PERFIL, AVENIDA CEMENTERIO
DRENAJE PLUVIAL
ESCALA: 1:1000

EPS		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LAS AVENIDAS, SANTANDER RANCHO GRANDE, SALPORES Y CEMENTERIO DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA.			
CONTENIDO:		ASESOR-SUPERVISOR:	
- PLANTAS Y PERFILES DE DRENAJE		ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ	
DISEÑO, DIBUJO Y CALCULO:	CARRERA:	FECHA:	ESCALA:
JAME IVAN PALMA MARTINEZ	200011245	2010	INDICADA
V. BO. ASESOR:		V. BO. ASESOR:	
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ		JAME IVAN PALMA MARTINEZ	
COLEGIO No. 5383		2 / 4	



PLANTA Y PERFIL, AVENIDA RANCHO GRANDE
DRENAJE PLUVIAL
ESCALA: 1:1000



PLANTA Y PERFIL, AVENIDA SANTANDER
DRENAJE PLUVIAL
ESCALA: 1:1000

EPS UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LAS AVENIDAS, SANTANDER, RANCHO GRANDE, SALPORES Y CENENTERIO, DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA

CONTRATADO: - PLANIAS Y PERFILES DE DRENAJE

ASESOR-SUPERVISOR:
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

DISEÑO, DIBUJO Y CALCULO: CARTE

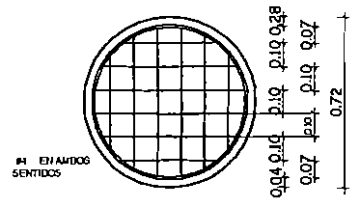
JANE IVAN PALMA MARTINEZ

FECHA: 2010

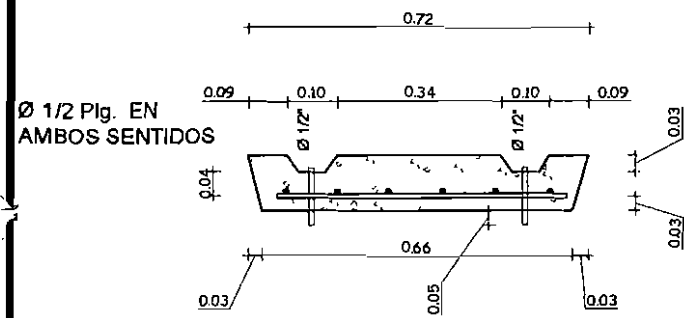
ESCALA: INDICADA

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
ING. JANE IVAN PALMA MARTINEZ

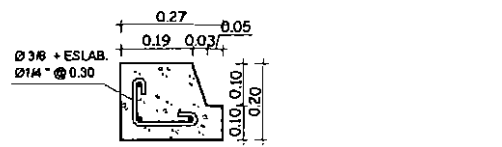
3/4



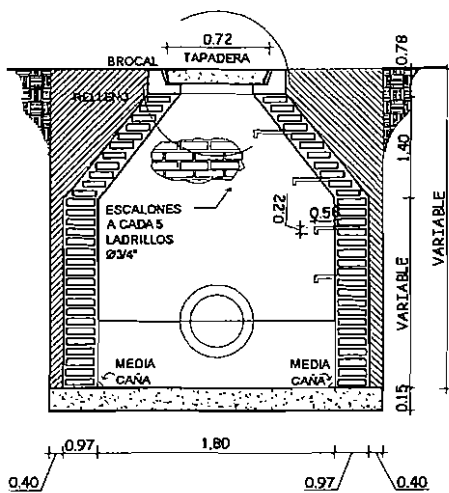
PLANTA TAPA DEPOZO DE VISITA SIN ESCALA



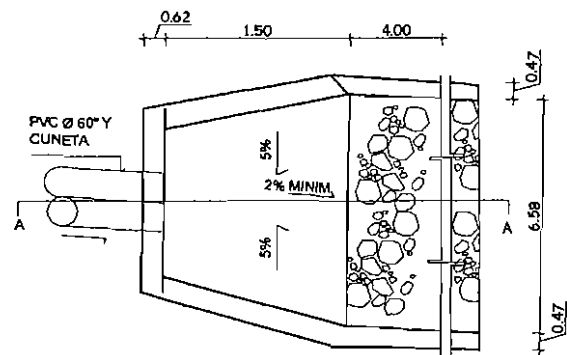
SECCION SIN ESCALA



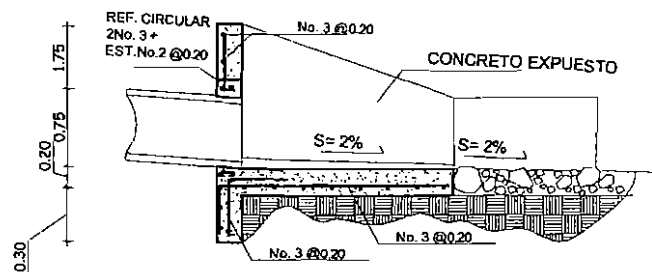
DETALLE DE BROCAL SIN ESCALA



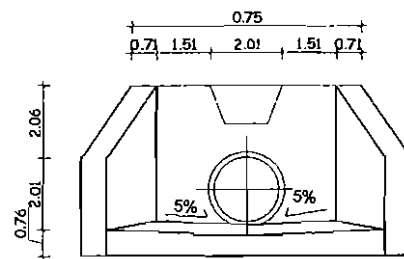
DETALLE POZO DE VISITA SIN ESCALA



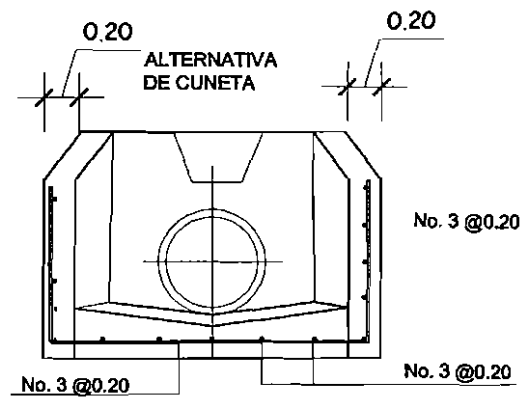
PLANTA CABEZAL DE DESFOGE SIN ESCALA



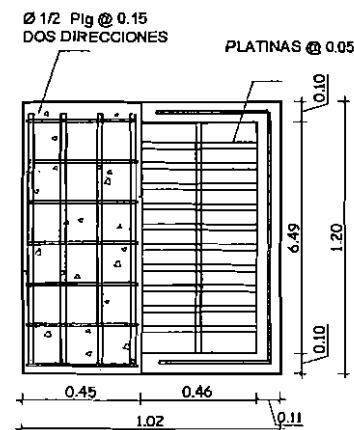
CORTE A-A' CABEZAL DE DESFOGE SIN ESCALA



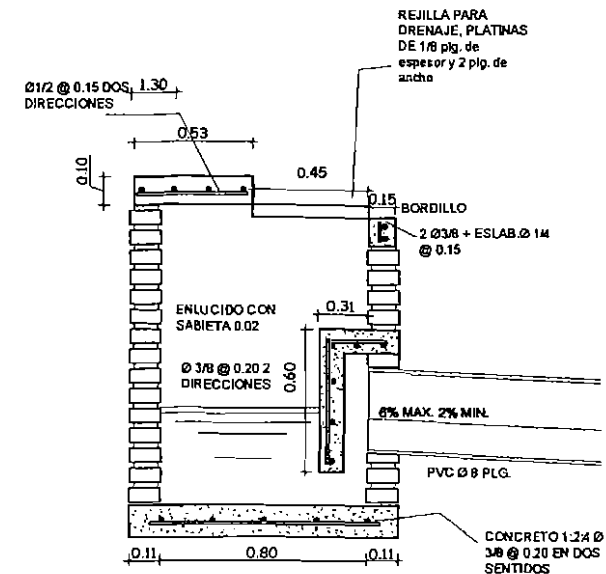
ELEVACION CABEZAL DE DESFOGE SIN ESCALA



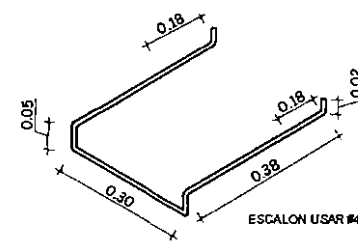
SECCION B-B' CABEZAL DE DESFOGE SIN ESCALA



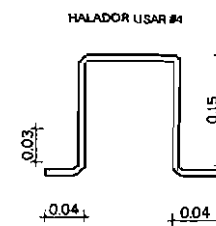
DETALLE DE PLANTA DE TRAGANTE SIN ESCALA



DETALLE DE PERFIL DE TRAGANTE SIN ESCALA



DETALLE DE ESCALON SIN ESCALA



DETALLE DE HALADOR SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA LAS AVENIDAS, SANTANDER RANCHO GRANDE, SALPONES Y CEMENTERIO DEL MUNICIPIO DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLA

CONTENIDO:
 - DETALLES DE ARMADO DE POZOS DE VISITA
 - DETALLES DE ARMADO DE TRAGANTES
 - DETALLES DE ARMADO DE DESFOGE

ASESOR-SUPERVISOR:
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

DISEÑO, DIBUJO Y CALCULOS: CARNE: FECHA: ESCALA:
 JAIME IVAN PALMA MARTINEZ 200011245 2010 INDICADA

ASESOR: INC. CIVIL LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
 EJECUTIVO: JAIME IVAN PALMA MARTINEZ

HOJA No. 4/4